UND SIE FALLEN DOCH NICHT EINFACH VON DEN BÄUMEN!

BLANK-HERSTELLUNG — TEIL I DER SERIE

Dass Brillengläser nicht einfach so an Bäumen wachsen, das kann man sich denken. Sie fallen nicht nach einer Reifezeit einfach herunter, werden dann nicht aufgesammelt, verpackt und an den Augenoptiker geschickt. Aber wie kommen die fertigen Brillengläser denn dann geschliffen, beschichtet, teilweise gerandet und gebohrt zum Augenoptiker?

Quelle Text: Carl Zeiss Vision, PPG
Quelle Bilder: Wearlite, FOCUS

Von Isabel Spangemacher-Fürst

Die FOCUS-Redaktion hat immer wieder festgestellt, dass man in vielen augenoptischen Betrieben sehr wenig über den Produktionsprozess eines Brillenglases weiß. Man kennt die Vorzüge und Nachteile einzelner Materialien und hat auch etwas von unterschiedlichen Beschichtungen gehört. Aber dass ein Brillenglas schon viel erlebt hat, bis es in der Werkstatt des Augenoptikers gelandet ist, davon hat man eigentlich wenig bis gar keine Ahnung.

Genau diesem Problem werden wir uns annehmen und Licht ins Dunkel bringen. Zusammen mit den Redakteuren von MAFO, dem Schwestermagazin vom FOCUS, ist eine achtteilige Serie entstanden, die sich rund um die Herstellung des Brillenglases dreht. Das fachliche Know-how und die geballte Wissenskompetenz kommen aus unseren eigenen Reihen. Schließlich dreht sich bei MAFO alles rund um die Brillenglas-Industrie: Von der Blank-Produktion über das industrielle Glas-Schleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle.

Glas ist nicht gleich Glas

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Arten von Brillengläsern – mineralische und organische. Beide Materialien sitzen am Ende des Produktionsprozesses in Brillenfassungen auf der Nase des Trägers und verhelfen zu besserer Sicht. Bis es allerdings soweit ist, durchlaufen sie einen langen und aufwändigen Weg, der sich direkt im ersten Schritt bei der Herstellung unterscheidet. Bei den einen geht es unter Druck heiß zur Sache, die anderen fließen und genießen bis zu 48 Stunden mollige Wärme.

Mineralisches Glas

Mineralisches Glas wurde erstmals etwa um 1250 für Brillengläser genutzt. Seitdem hat sich der Produktionsprozess im Groben nicht verändert.

Der erste Schritt auf dem Weg zum Brillenglas ist die Herstellung der Glasschmelze. Hierfür werden ca. 70% Glasbildner (Quarz), 20% Flussmittel (Pottasche und Soda) mit 10% Glashärter (Oxide) gemischt. Die Eigenschaften des Glases können verändert werden, in dem der Basismischung ca. 1% verschiedene Metalloxide und

Formschalen mit Dichtungsring

Ein Blank, umgangssprachlich „Puk“ genannt

Lagerung zahlreicher Halbfabrikate

Zwei Formschalen, ein Dichtungsring – schematische Darstellung einer Gießform

–Fluoride zugemischt werden. So wird z.B. durch Zugabe von Blei-, Titan- und Lanthanoxid die Brechzahl erhöht, während Metallverbindungen – sogenannte Silberhalogenide – für Phototropie sorgen.

Durch Erhitzen der Mischung auf 1.400°C bis 1.500°C entsteht dickflüssige Glasschmelze. Läuterungsmittel entfernen Gasblasen, die sich in der heißen Masse bilden. Nach mehrstündigem Rühren fließt bei niedriger Temperatur die Glasschmelze in eine automatische Presse. Der Blank entsteht, indem mit einem Pressstempel heiße Glastropfen in Formen gepresst werden. Der letzte Schritt ist nun das Abkühlen. Über Tage wird der Pressling langsam auf Raumtemperatur abgekühlt und ist dann fertig zur Weiterverarbeitung.

Organisches Glas

Bis 1947 existierten ausschließlich mineralische Brillengläser. Mit der Markteinführung von CR39 konnten zum ersten Mal Brillengläser aus vollsynthetisch hergestellten Kunststoffen gefertigt werden. Seitdem läuft die Entwicklung von organischen Brillengläsern auf Hochtouren. Die Jagd nach immer dünneren Gläsern, höheren Indizes, aber auch nach besserem Tragekomfort ist seitdem eröffnet.

Wie auch bei mineralischen Gläsern wird im ersten Schritt das Material gemischt. Bei organischen Kunststoffen besteht der Ausgangsstoff aus einem oder mehreren Monomeren. Die in grobem Pulver oder flüssig vorliegenden Monomere werden mit einem Initiator und weiteren Zusatzstoffen angereichert. Im Anschluss fließt die Masse in Gießformen (bei der Polymerisation) oder wird im Spritzguss-Verfahren in die Formen gespritzt.

Die eingesetzten Gießformen bestehen aus zwei Formschalen, die mit einem Dichtungsring verbunden sind. Nach dem Befüllen werden die Formen erwärmt, wodurch der vorher beigemischte Initiator seine Reaktion startet und die Masse härtet. Über bis zu 48 Stunden härtet das Material dann im Ofen in einem definierten Hitzezyklus zwischen 85°C und 130°C aus. Bei diesem Vorgang schrumpft das Material je nach Brechzahl um bis zu 14%! Nach der Aushärtung wird der Dichtungsring entfernt und das organische Brillenglas aus den Formscheiben gelöst. Um entstandene Spannungen im Glas zu verringern, erfolgt teilweise noch eine abschließende Temperaturbehandlung.

Aus dem Blank wird ein Brillenglas

Die Blanks sind nun fertig, aber der Augenoptiker kann damit noch lange nichts anfangen. Nicht nur die optische Wirkung, auch jegliche Art der Veredelung fehlen komplett. Die Blanks machen sich nun auf eine Reise zu den Glasherstellern, um dort weiter verarbeitet zu werden. Auf die dann folgenden Produktions-Schritte werden wir in den nächsten Teilen der Serie näher eingehen.

BEGRIFFSERKLÄRUNG

- Blank
Bezeichnet sowohl einen Pressling / Linsenrohling als auch ein Halbfabrikat.

- Glas-Pressen
Herstellungsprozess mineralischer Gläser

- Halbfabrikat
Ein auf einer Fläche — meist auf der Vorderfläche — fertig bearbeitetes Glas. Es ist geschliffen und poliert.

- Polymerisation
Ein Herstellungsprozess organischer Gläser, es entsteht nur wenig Spannung im Glas.

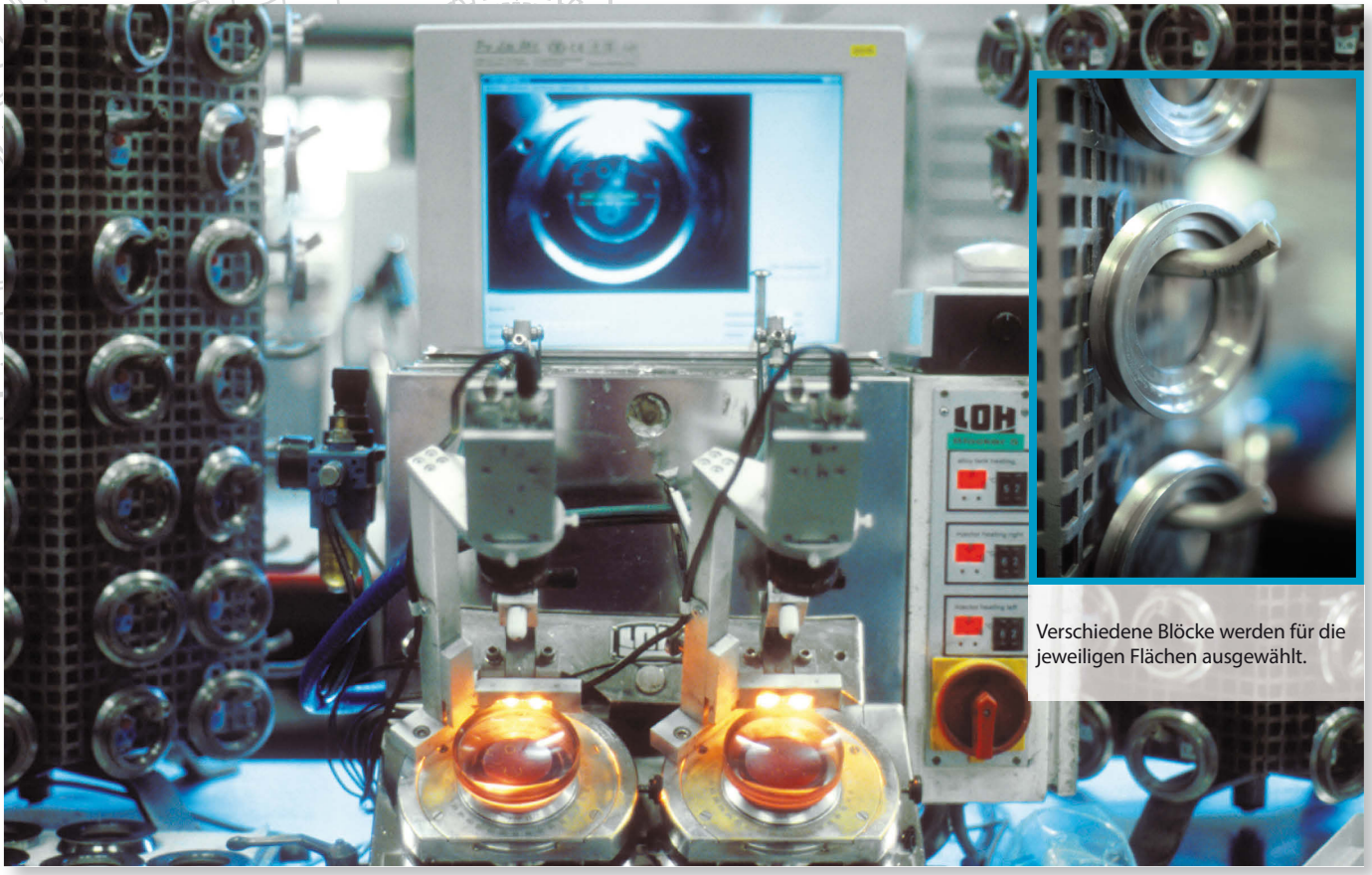
- Pressling / Linsenrohling
Endprodukt des Glas-Pressens. Ein runder gepresster Glasblock, der in etwa die Form eines Brillenglases, aber keine optische Wirkung hat.

- RxGlas / Rezept-Glas
Brillenglas nach Verordnung

- Spritzguss
Ein Herstellungsprozess organischer Gläser, es entsteht viel Spannung im Glas.

FEST VERBUNDEN

AUFBLOCKEN DER GLÄSER – TEIL 2 DER SERIE



Verschiedene Blöcke werden für die jeweiligen Flächen ausgewählt.

Quellen: MAFO - The Conference, Satisloh, Schneider, Coburn Technologies, R+H; Fotos: Silke Sage

Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas? Das zeigen wir Ihnen in einer achtteiligen Serie zusammen mit den Redakteuren unseres Schwestermagazins MAFO (Manufacturer's Forum). Denn dort dreht sich alles um die Brillenglasindustrie: Von der Blank-Produktion über das industrielle Glasschleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle.

Von Silke Sage

In der Ausgabe 02_2013 haben wir gezeigt, wie ein Glasrohling, ein sogenannter Blank, entsteht. Die Brillenglasindustrie greift oft auf diese Rohlinge zurück, ohne sie selbst zu produzieren. Bei einem Teil der Blanks müssen dann noch beide Flächen bearbeitet werden. Bei anderen, den sogenannten Halbfabrikaten, ist die Vorderfläche fertig und zum Teil mit allen Beschichtungen versehen. Es wird dann nur noch die rückseitige Rezeptfläche geschliffen und eine mögliche Beschichtung aufgebracht. In diesem Teil der Serie zeigen wir, wie die Blanks zur Bearbeitung der Flächen auf den Schleifprozess vorbereitet werden: Das Aufblocken der Gläser.

In einem ersten Schritt werden die Glasflächen, die nicht zu bearbeiten sind, mit einer Folie oder einer Lackierung geschützt. Die Schutzlackierung oder die Folie wird meist vollautomatisch auf die Vorderseiten des Blanks aufgetragen.

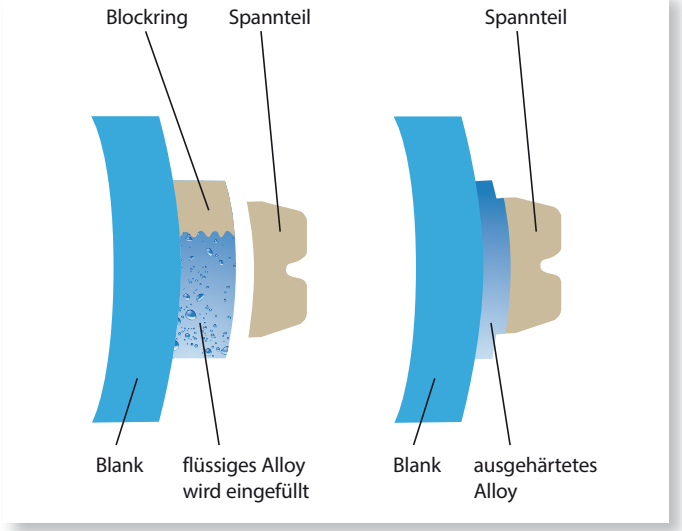
Ohne Aufblocken ist kein Schleifvorgang möglich

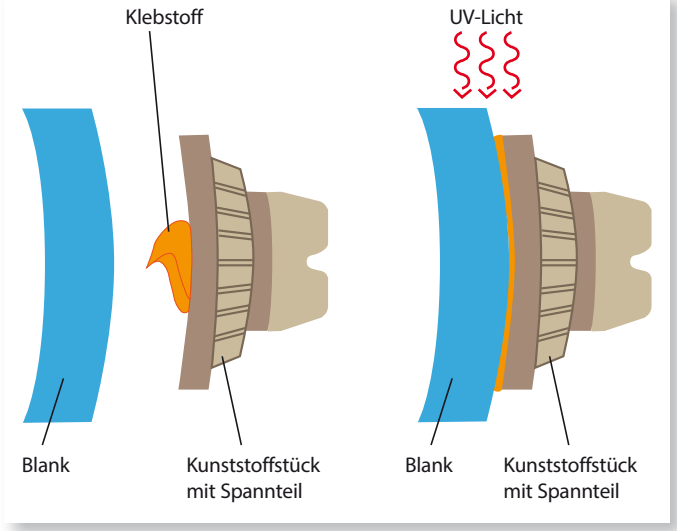
An der Aufblockstation wird das Glas mit seiner Vorderfläche an einem Blockstück befestigt. Dieses wird später in das Spannfutter der Schleifmaschine eingespannt. Sehr häufig wird bei diesem Vorgang eine Metalllegierung als Haftmittel verwendet, die einen niedrigen Schmelzpunkt hat und die in der Glasindustrie sehr ver-

Ein Block für ein Brillenglas mit starker prismatischer Wirkung

Aufgeblockte Gläser beim Schleifvorgang

Das gebrauchte Alloy wird eingeschmolzen und wiederverwendet.





allgemeinernd als „Alloy" bezeichnet wird. Ein ringförmiges Metallstück, der Block, wird auf das Glas aufgesetzt und der Hohlraum sogleich mit der flüssigem Metalllegierung aufgefüllt. Das „Alloy" härtet aus, somit werden Glas und Block miteinander verbunden, so dass sie gemeinsam und unbeschadet alle Schleif und Polierungsvorgänge der gegenüberliegenden Fläche überstehen.

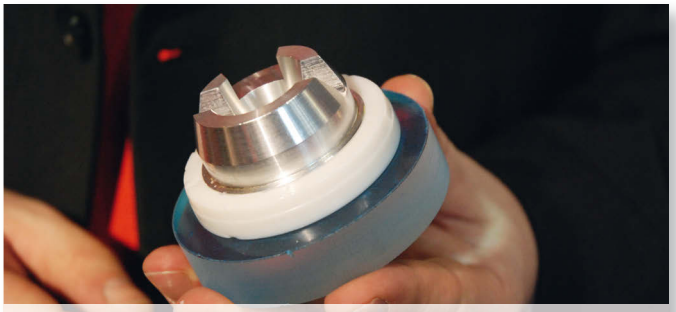
Damit der Block an der jeweils richtigen Stelle befestigt wird, werden moderne Geräte mit bildgebenden Elementen verwendet. So werden mögliche Fehler (z.B. Paraxialfehler) verhindert. Im Beobachtungstrahlengang wird ein Videobild aufgezeichnet und der Vorgang des Zentrierens erfolgt über einen Monitor. Auf dieser Vorrichtung wird unter Einhaltung der Achse und des optischen Mittelpunktes das Glas zentriert und eingespannt.

Da der Linsenrohling unmittelbar auf dem Blockstück befestigt wird, muss eine Kippung oder ein Versatz beim Aufblocken berücksichtigt werden. Der Linsenrohling wird geneigt bzw. versetzt am Blockstück befestigt. Nach Bearbeitung der Flächen werden die Blöcke vom Glasrohling abgeschlagen. Sie werden in einer Reinigungsanlage gewaschen und das Verbindungsmaterial geschmolzen um wiederverwendet zu werden.

Alternative Aufblockmittel

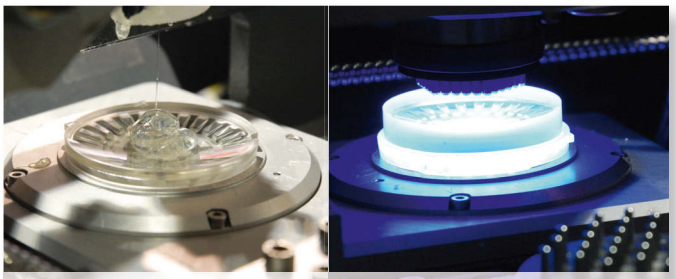
Neben dieser klassischen Methode des Aufblockens gibt es mittlerweile verschiedene Alternativen. Ein Hersteller für Produktionslinien in der Glasindustrie, die Schweizer Firma Satisloh, arbeitet mit einem Kunststoff-Block und einem transparenten Kleber, der unter UV-Licht aushärtet. Der Vorteil: alle Materialien sind aus Kunststoff. Das Brillenglas kann während der gesamten Bearbeitung mit dem Block verbunden sein. Während des Schleifens, Polierens, bei der Beschichtung, sogar während der Entspiegelung. Es kann zudem mitsamt Block industriell gerandet werden, da der Kunststoffblock einfach mit bearbeitet werden kann. Am Ende der Produktionslinie, wird das Kunststoffblockstück unter starkem Wasserdruck vom Glas gelöst. Die abgelösten Kunststoffteile des

>>



Ein Block der zum Teil aus Kunststoff besteht. Nur noch das Spannteil besteht aus Metall.

Block aus Kunststoff. Dieser kann auch zur Randbearbeitung eingesetzt werden.



Der Kleber verbindet Glas und Block miteinander. Er härtet unter UV-Licht aus.

BEGRIFFSERKLÄRUNG

- Alloy

engl. Bez. für Legierung, eine Verschmelzung mehrerer Metalle oder eines Metalls mit einem nicht metallischen Stoff. Es wird als Haftmittel für den Block auf dem Glas verwendet.

- Blank

Bezeichnet sowohl einen Pressling / Linsenrohling als auch ein Halbfabrikat.

- Block

Metall oder Kunststoffteil, das in das Spannfutter der Schleifmaschine eingespannt wird.

- Halbfabrikat

Ein auf einer Fläche – meist auf der Vorderfläche – fertig bearbeitetes Glas. Es ist geschliffen und poliert. Oftmals ist die Fläche zudem bereits beschichtet.

Blocks werden recycelt und der Kleber kann wie normaler Kunststoff entsorgt werden.

Ein weiterer Hersteller für Schleifmaschinen und Brillenglas-Produktionslinien, die deutsche Firma Schneider, bietet auch Alternativen zu Alloy an. Dabei gibt es prinzipiell drei Möglichkeiten: a) Die Fertigung an vorhandenen Maschinen, mit einem neuen Aufblockmittel, das Alloy einfach ersetzt. Oder b) eine neue Aufblockstrategie. Sie setzt ebenfalls auf eine Fertigung auf der gesamten Produktionsstraße mit einem aufgeblockten Glas, inklusive industrieller Formrandung. Der Block wird hierbei auch mittels UV-Kleber mit dem Glas verbunden. Das ist ein neues Konzept, für das neue Maschinen eingesetzt werden, das jedoch die einzelnen Arbeitsschritte verkürzt und außerdem sehr wirtschaftlich ist. c) Für kleine Schleifereien bietet der Hersteller nun auch eine Aufblockmethode für kleine Stückzahlen an. Die Gläser werden mit einem Kunststoff aus einer Art „Heißklebepistole“ mit dem Block verbunden.

Auch der amerikanische Hersteller Coburn Technologies bietet mit seinem Onyx-Bond eine Alternative zu Alloy an.

Alloy, was steckt dahinter?

Warum – könnte man fragen – sind Alternativen zu der Methode mit Alloy notwendig? Das Material hat sich über Jahrzehnte etabliert und bewährt. Es ist hart, unflexibel und gibt dem Blank idealen Halt während des aufwändigen Fräs- und Schleifprozesses. Leider ist es so, dass die Metallegierung nicht ganz unbedenklich ist. Hinter dem ominösen Begriff „Alloy” verbirgt sich eine Metalllegierung, meist eine Mischung aus Blei, Kadmium und Indium. Die Mischungen variieren je nach Hersteller. Doch oftmals finden sich darin 5-10% Cadmium, 22-37% Blei und 4-51% Indium. Alle drei Stoffe sind toxisch. Das heiße Wasser in den Reinigungsanlagen ist belastet mit gelösten Bestandteilen der Legierung. Oft ist neben den bereits erwähnten Metallen auch Bismut enthalten. Blei vergiftet den menschlichen Körper, Cadmium gilt als krebserregend. Daher gibt es auch immer wieder Anbieter von blei- und kadmiumfreien Legierungen als Aufblockmittel – jedoch macht dann immer noch mehr als die Hälfte das Element Indium aus, das ebenfalls extrem giftig ist. Der menschliche Kontakt zu diesen umwelt- und gesundheitsschädlichen Stoffen ist unter anderem heute einer der Beweggründe für alternative Blockmittel.

Einige Schleifereien gehen mit dem Produkt sehr verantwortungsbewusst um, aber tatsächlich gibt es weltweit viele Schleifereien, die es nicht tun. Die modernen ungiftigen Materialien versprechen ebenso gute Eigenschaften bei der Produktion wie das Alloy. Die Entwickler hatten dabei nicht nur die die Schleifereien im Blick, sondern vor allem den Anwender an den Maschinen und die Umwelt. Die Kosten für diesen Teil des Produktionsprozesses sind günstig und die Handhabung zudem einfach. Außerdem fällt das aufwändige Abwasser-Management in den Schleifereien weg und die letztmalige Entsorgung ist unbedenklich.

In der kommenden Ausgabe der Serie werfen wir einen genauen Blick auf das Schleifen und Fräsen der Brillengläser.

Lesen Sie hier Teil 1 der Serie

DREHBANK + NÄHMASCHINE = GENERATOR

BRILLENGLASFERTIGUNG IN ZEITEN DER FREIFORMTECHNOLOGIE

Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas? Das zeigen wir Ihnen in einer achtteiligen Serie zusammen mit den Redakteuren unseres Schwestermagazins MAFO (Manufacturer's Forum). Denn dort dreht sich alles um die Brillenglasindustrie: Von der Blank-Produktion über das industrielle Glasschleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle.

von Lars Wandke

©Schneider

Das Surfacing eines Brillenglases

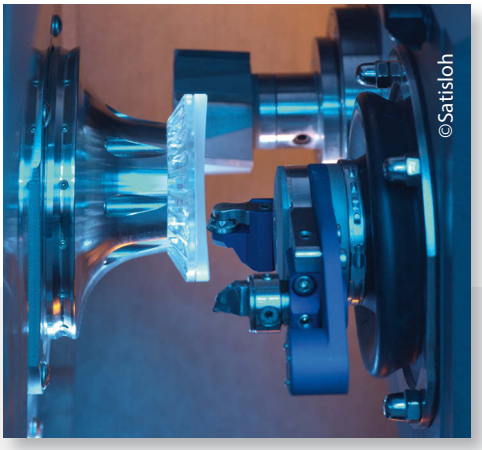
Nachdem wir in der Ausgabe 03_2013 das Aufblocken der Brillengläser behandelt haben, geht es in diesem Teil der Serie um die Erzeugung der Rezeptfläche, das sogenannte Surfacing. Brillengläser sind heute in über 90% der Fälle aus Kunststoff gefertigt, gleichzeitig ist die sogenannte Freiformtechnologie längst das Maß der Dinge. Doch so massiv die Bedingungen und Prozesse sich diesbezüglich in der vergangenen Dekade auch gewandelt haben, am Anfang steht immer die Frage: Aus welchem Rohling soll das Brillenglas entstehen?

Alle vorrätigen und aktuell zur Verfügung stehenden Blanks müssen dazu in der Datenbank des Labs hinterlegt sein. Auf diese Datenbank greift die Berechnungssoftware zu, mit der die Auftragsannahme arbeitet. Sind ihrerseits alle Daten eingegeben (Verordnung, Modell, Material etc.) wird dem Auftrag ein Blank zugeordnet und ein „Laufzettel" erzeugt. Auf diesem stehen alle Stationen, die der Rohling oder „Puck" nun auf seiner Reise bis zum fertigen Brillenglas durchlebt: Generating, Polieren, Beschichten.

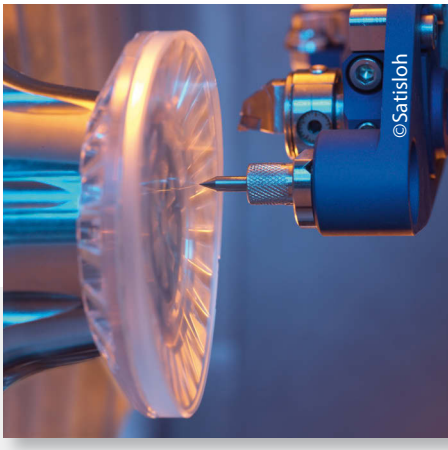
Die Maschinen müssen dabei nicht zwangsläufig von demselben Hersteller sein. Dank eines internationalen Protokollstandards („VCA-Standard") können die Geräte herstellerunabhängig miteinander kommunizieren und den Blank erwartet an jeder Station die gleiche Sprache.

Doch bevor es soweit ist, muss ihn noch jemand aus dem Lager holen. Dort irgendwo fällt also ein „Ticket" aus dem Drucker, nachdem die Auftragsannahme alle Daten an das System übermittelt hat. Zur Verifizierung ist jedes Ticket mit einem Barcode versehen, mittels dessen die jeweilige

Die Fräse bringt den Rohling in Form.



Je nach Werkstoff kommen unterschiedliche Diamanten zum Einsatz.



Zuletzt werden die Brillengläser graviert.

Maschine die für sie relevanten Informationen vom Server erhält.

Aufbruch in ein neues Jahrtausend

Bis vor ungefähr zehn Jahren enthielten die Blanks im Falle von Gleitsichtgläsern standardmäßig auf ihrer Vorderseite bereits die Progressionswirkung. Auf der Rückseite mussten somit in der Regel nur noch Sphäre und Torus aufgebracht werden. Unter enormen Kräften fräste die Schleifmaschine hierzu erst mal den Großteil des Blanks runter. Danach ging eine andere Maschine daran, die gewünschte optische Wirkung auf die Rückseite zu schleifen, zuerst grob, dann fein. Die dazu benötigten Werkzeuge allerdings konnten nur in einer begrenzten Anzahl an Kurven vorgehalten werden, was zwangsläufig relative hohe Fertigungstoleranzen mit sich brachte – und Refraktionen auf eine Achteldioptrien zum optometrischen Taschenspielertrick machte, da sich die Gläser eh nicht genauer als in 0,25dpt-Abstufungen produzieren ließen.

Zudem hatte jede Schleiferei bereits Platzprobleme genug: Denn die verschiedenen Additionen erforderten allein acht Reihen im Lager mit den Blanks, hinzu kamen noch die Unterscheidungen nach Material und Basiskurve.

Heute dagegen sind die Lagerkapazitäten geschrumpft. Die Blanks unterscheiden sich fast nur noch im Material bzw. im Brechungsindex. Auf der Vorderseite sind sie zumeist sphärisch, alles Weitere wird auf der Rückfläche erledigt. Wie aber kam es dazu? Ganz einfach: Indem man eine Drehbank mit einer Nähmaschine kombinierte.

Immer noch wird natürlich zuerst gefräst, um aus dem ca. 90mm großen und 25mm dicken Rohling ein Brillenglas mit optischer Wirkung zu machen. Die Fräse reduziert dazu mit einer Geschwindigkeit von rund 4.500 Umdrehungen pro Minute im ersten Schritt Durchmesser und Dicke des Blanks und bringt die Rückfläche bereits in die benötigte Form, das Ganze durchschnittlich in unter 20 Sekunden.

Sphäre, Torus und Progression sind nun weitgehend fertig, nur die Oberfläche ist noch zu rau: Der sogenannte Rauheitswert liegt zu diesem Zeitpunkt bei ca. 2µm.

Haarfeine Flächenbearbeitung

Um die Oberflächenqualität weiter zu steigern, werden die Brillengläser jetzt mit einem Diamantwerkzeug bearbeitet – auch Single Point Diamond Turning genannt. Während sich der Blank also auf der Drehbank um seine eigene Achse dreht, „sticht" der Diamant – gleich einer Nähmaschine – exakt in der Tiefe ins Glas, wie es das programmierte Design erfordert. Innerhalb von 10 bis 45 Sekunden nimmt er dabei mit einem einzigen, von außen nach innen geführten Schnitt nur noch rund 0,1mm Material ab.

Dass sich auf diese Weise nahezu jede x-beliebige Form aufbringen lässt, hat der Technologie den Namen „FreeForm" eingebracht.

Je nach Werkstoff kommen unterschiedliche Diamanten zum Einsatz. So erfolgt der Abtrag bei CR39 aufgrund seiner hartspröden Eigenschaften mit polykristallinen Diamanten. Höherbrechende organische Gläser und Polycarbonat werden dagegen mit schärferen, monokristallinen Diamanten bearbeitet. Beide Varianten sind aber – nur damit keine falschen Vorstellungen entstehen – in der Regel synthetisch „gezüchtet". Und relativ schmucklos.

Das Ergebnis ist nichtsdestotrotz beeindruckend: Der Diamant hinterlässt nach getaner Arbeit eine Oberfläche, der die „Rillen" vom Fräsen nur noch bei ganz genauer Betrachtung anzusehen sind. Zuletzt bekommen die Brillengläser im Generator dann ihre Mikrogravur.

Gegenüber dem konventionellen Verfahren ist der Rauheitswert zu diesem Zeitpunkt mit 0,05µm um ein Vielfaches kleiner und das anschließende Polieren in wenigen Sekunden erledigt. Hierbei werden noch mal 12 bis 20µm abgetragen. Zum Vergleich: Ein menschliches Haar ist 50 bis 80µm dick.

SCHÖN SAUBER

REINIGEN DER BRILLENGLÄSER – TEIL 4 DER SERIE

Reinigung mit Ultraschall

Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas? Das zeigen wir Ihnen in einer achtteiligen Serie zusammen mit den Redakteuren unseres Schwestermagazins MAFO (Manufacturer's Forum). Denn dort dreht sich alles um die Brillenglasindustrie: Von der Blank-Produktion über das industrielle Glasschleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle.

von Silke Sage

Im englischen Sprachgebrauch heißen Brillenglas-Schleifereien auch Laboratory, kurz „Lab". Der Name suggeriert Reinheit und Sauberkeit. Früher waren diese Schleifereien alles andere als rein und sauber. Eher das Gegenteil war der Fall. Staub wirbelte herum, feine Poliermittel und feinste Partikel aus Silikat oder Kunststoff, manchmal vermischt mit Wasser, überzogen die Böden. Spätestens als die ersten Beschichtungen aufkamen, wurde die Reinlichkeit der Räume und die Brillenglas-Reinigung immer wichtiger. Die einzelnen Arbeitsstationen wurden peinlich genau voneinander getrennt und Reinräume wurden eingerichtet, denn jede Verunreinigung kann verheerende Auswirkungen auf die Beschichtung haben. Wenn wir heute einen Blick in eine Schleiferei werfen, passt die Bezeichnung „Lab" sehr gut zu den Bedingungen, die ein Besucher vorfindet.

In der FOCUS-Ausgabe 04_2013 haben wir gezeigt, wie aus einem Blank ein Brillenglas wird, indem die Rezeptflächen erzeugt werden. Das Brillenglas ist nach der Politur zumindest in optischer Hinsicht fertig. Um es weiter bearbeiten zu können, folgen Arbeitsschritte, die weniger spektakulär sind, ohne die es jedoch nicht weiter geht in der Produktion: die Reinigung der Flächen.

Wenn wir von der Reinigung der Brillengläser sprechen, ist damit eine automatische industrielle Reinigung gemeint. Die Brillengläser werden bei den Herstellern zwar ab und zu mit einem Papier- oder Mikrofasertuch gereinigt, dies ist an dieser Stelle jedoch nicht relevant, denn das geschieht in der Regel bei einer manuellen Qualitätskontrolle. Es gibt allerdings Betriebe, in denen die Gläser noch im großen Stil per Hand gewaschen werden. Dabei reinigen gelb-behandschuhte Mitarbeiter die Brillengläser in Wasserbädern mit Reinigungszusätzen mit Bürsten und Schwämmen. Diese Methode ist jedoch zumindest in unseren Breitengraden durch die automatische Reinigung verdrängt worden.

Um die Brillengläser ideal auf den Färbe- oder Entspiegelungsprozess vorzubereiten, müssen die Glasflächen absolut rein sein. Prinzipiell werden bei der industriellen Brillenglasreinigung zwei Verfahren angewendet: die Reinigung mittels Ultraschalltechnik und die Reinigung in einer Anlage mit Bürsten und Luftdruck.

Möchte man eine Oberfläche reinigen, sind verschiedene Faktoren von Bedeutung, die je nach Verschmutzungsart eine unterschiedliche Gewichtung bekommen können. Zunächst einmal spielt die Mechanik eine sehr entscheidende Rolle. Die Oberfläche kann per Ultraschall oder mit dem direkten Kontakt einer Bürste bearbeitet werden. Weitere Zutaten sind die

Reinigung mit Ultraschall

Reinigung mit Bürsten

Zeit, die dafür eingesetzt wird, die Temperatur der Flüssigkeiten und nicht zuletzt die beigefügte Chemie

Reinigungsmittel für jeder Art der Verschmutzung

Die chemischen Zusätze erfüllen verschiedenste Aufgaben. Für jede mögliche Verunreinigung werden entsprechende Reinigungssubstanzen eingesetzt. Wenn die Brillengläser poliert wurden, kleben an ihnen meist noch Rückstände der Poliermittel. Diese, aber auch Fette und Öle, die unter anderem durch Fingerabdrücke auf der Glasoberfläche entstehen, müssen entfernt werden. Wenn Mitarbeiter unterschiedliche Handcremes verwenden, ist nicht immer ersichtlich, wie die Verschmutzung genau zusammengesetzt ist. Deshalb muss der Hersteller schon mal auf Spurensuche gehen. Auch die Stempelung der Brillengläser muss bei manchen Arbeitsschritten entfernt werden. Zu diesem Zweck kommen lösungsmittelhaltige Reiniger zum Einsatz.

Entsorgung der Chemie

Einige chemische Zusätze können selbstverständlich nicht unbedenklich im Abfluss entsorgt werden. Dazu gibt es gesetzliche Vorschriften, wie mit dem Abwasser umgegangen werden muss. Der Standort der Schleiferei ist dabei nicht ganz unerheblich, denn je nach Bundesland darf mit dem Abwasser unterschiedlich verfahren werden.

Unterm Strich jedoch werden harmlose Zusätze mit dem Wasser in die Kanalisation entsorgt. Ganz so, wie man es von zu Hause kennt: beim Abwasch mit Geschirrspülmittel oder durch den Abfluss der Geschirrspülmaschine. Bestimmte chemische Zusätze werden durch eine Aufbereitung vom Wasser wieder getrennt und wandern in den Sondermüll. Es gibt auch Schleifereien, die einen geschlossenen Wasserkreislauf unterhalten.

Zurück zur Mechanik. Man kann prinzipiell zwei Vorgehensweisen unterscheiden: die Ultraschalltechnik und die Reinigung mit Bürsten und Luftdruck.

Ultraschall

Wird eine Flüssigkeit mittels Ultraschall in Schwingung versetzt, so werden durch auftretende Unter- und Überdruckbereiche mikroskopisch kleine Vakuumbläschen an den Oberflächen gebildet. Die Größe dieser Bläschen liegt im Bereich von Nanometern. Treffen an diesen Bläschen die Ultraschallwellen auf, dann implodieren sie sofort. Diesen Effekt nennt man Kavitation. Die bei der Kavitation entstehenden Kräfte bewirken eine intensive und schonende Ablösung von Partikeln an der Oberfläche des Reinigungsgutes: Es wird porentief rein.

Bürsten und Luftdruck

Diese Art der Reinigung verläuft prinzipiell wie eine Durchlauf-Waschanlage, wie sie jeder von der Autowaschanlage kennt. Ein Förderband liefert die Brillengläser an und Bürsten gleiten mit chemischen Reinigungsmitteln über deren Oberflächen. Dabei werden Verunreinigungen wie Fingerabdrücke und Poliermittel entfernt. Heißluft, Infrarotlicht oder Vakuum trocknen die Gläser rückstandslos. So können sie direkt zur nächsten Bearbeitungsstation. Bis zu 5.000 Brillengläser pro Stunde können so effektiv gereinigt werden. Ein Durchlauf dauert 4 bis 35 Minuten.

Sind die Brillengläser sauber, gelangen sie weiter zur nächsten Fertigungsstation. In vielen Fällen ist das die Färberei. Lesen Sie in der kommenden Ausgabe wie Brillengläser eine optimale Farbbeschichtung erhalten und wie sie im Tauchbad Farbe bekommen. ■

BEGRIFFSERKLÄRUNG

- **Kavitation: Bildung kleiner Gasblasen in einem Fluid und deren Kollaps**
- **Ultraschall: Schall mit Frequenzen oberhalb des menschlichen Hörfrequenzbereichs und umfasst Frequenzen ab etwa 16 kHz**

Quellen: Elma GmbH & Co. KG, Team Henrich & Krall GmbH, FISA GmbH
Fotos: Elma GmbH & Co. KG, Team Henrich & Krall GmbH

Lesen Sie hier die anderen Teile der Serie

AUF TAUCHGANG

FÄRBEN VON BRILLENGLÄSERN – TEIL 5 DER SERIE

© Zeiss

Die Brillengläser werden im Farbbad eingefärbt.

Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas? Das zeigen wir Ihnen in einer achtteiligen Serie zusammen mit den Redakteuren unseres Schwestermagazins MAFO (Manufacturer's Forum). Denn dort dreht sich alles um die Brillenglasindustrie: Von der Blank-Produktion über das industrielle Glasschleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle.

von Nadine Goldbach

Im vierten Teil unserer Artikelserie berichteten wir über das Reinigen der Brillengläser im Produktionsablauf. Dieser Schritt ist von großer Wichtigkeit, um die Gläser auf den nun folgenden Färbeprozess ideal vorzubereiten. Denn grundsätzlich gilt für das Färben eines Brillenglases: Die Oberflächen müssen absolut sauber sein.
In der Färberei angekommen, erhalten die Brillengläser ihre vorgesehene Tönung. Dabei stehen, je nach Glasmaterial und Eigenschaft, verschiedene Methoden zur Verfügung. Während sich Brillengläser aus organischen Materialen durch Eintauchen in Farbstofflösungen nahezu beliebig einfärben lassen, gelangen mineralische Brillengläser durch Aufdampfen absorbierender Schichten zu ihrem Farbmantel.

Mit Volldampf voraus

Wenn wir über das Färben von Brillengläsern sprechen, sind automatisch organische Gläser gemeint, denn generell gilt: Mineralische Gläser lassen sich nicht färben. In der Regel erfolgt die Tönung mineralischer Brillengläser mittels Hochvakuumbeschichtung. Bevor die Schichten aufgedampft werden können, müssen die Brillengläser auf 200-300°C erwärmt werden. Dies verbessert die Haftfestigkeit. Im nächsten Schritt werden dünne Schichten, bestehend aus Gemischen von lichtabsorbierenden Metalloxiden wie Titanoxid, Siliziummonoxid oder Magnesiumfluorid auf eine Seite des Glases aufgedampft. Diese Materialien besitzen von Natur aus eine hohe Brechzahl, so dass sie stets den Reflexionsgrad erhöhen. Es empfiehlt sich deshalb immer Mehrfachentspiegelungen aufzudampfen, um eine brauchbare Kombination von Eigenschaften zu erreichen.
Die Intensität der Tönung wird durch die Dicke der abgeschiedenen Absorptionsschicht beeinflusst. Dies ist auch der Pluspunkt dieses Verfahrens, da die Schicht durch ihre gleichmäßige Verteilung eine einheitliche Tönung auf der gesamten Fläche des Glases erzielt. Allerdings ist die Angebotspalette an Tönungsvarianten bei diesem Vorgang sehr begrenzt.
Eine Alternative, Silikatgläsern zu Farbe zu verhelfen, ist das heute kaum noch verwendete Massetönungsverfahren. Bei diesem Prozess werden Farbstoffe der Glasschmelze beigemischt. Dies führte in der Vergangenheit, gerade bei Gläsern mit höheren dioptrischen Wirkungen, häufig zu einem ungleichmäßigen Tönungsergebnis. So waren konvexe Brillengläser im Zentrum deutlich dunkler als an der peripheren Glaszone. Heute findet dieses Verfahren lediglich bei der Herstellung von mineralischen Sonnenschutzgläsern mit Planwirkung noch Einsatz.

Unter Deck

Die klassische und gängigste Methode zur Farbgebung organischer Brillengläser ist die Tauchfärbung im heißen Farbbad. Doch bevor die Gläser im Farbbecken abtauchen dürfen, bedarf es einem Bad im Vorbehandlungsbecken, in dem Tenside und eventuell auch Alkohole enthalten sind. Die Tenside sorgen für eine gute Benetzung am Glas. Denn je hochbrechender ein Glas ist, desto schlechter lässt es sich benetzen. Das heißt: Taucht man ein Glas mit n=1,74 ins Wasser, so wird es quasi nicht nass, da keine Benetzung stattfindet. Der Einsatz von Tensiden gewährleistet den Übergang und ermöglicht

Tauchbecken in der Färberei bei Zeiss

das Diffundieren von Farbpigmenten ins Glas. Zudem werden bei hochbrechenden Gläsern so genannte Färbebeschleuniger benötigt, um ein gutes Farbergebnis in vernünftiger Zeit zu erzielen.

Nach dem Stopp im Vorbehandlungsbecken kommen die Gläser nun zum eigentlichen Färbevorgang. Die Grundlage dieses Verfahrens ist ein Diffusionsprozess. Das „Transportmittel" für die jeweiligen Farbstoffe ist Wasser. Der Farbstoff, es handelt sich hierbei um Pulver- oder Flüssigfarben, wird im Wasser dispergiert, d.h. die Farben sind nicht gelöst, sondern fein verteilt.

In Abhängigkeit vom Material des Brillenglases können die Temperaturen der Tauchbäder variieren. In der Regel liegen sie zwischen 85 bis 97°C.

Je höher die Brechzahl des Materials, desto höher die Temperatur beim Tauchverfahren.

Jetzt können die Gläser in das Farbbecken hinab gelassen werden. Durch die Erwärmung weitet sich die molekulare Netzstruktur des Kunststoffes beim Eintauchen des Glases auf. Es findet eine Wechselwirkung zwischen den Farbstoffen in wässriger Lösung und dem Kunststoff statt: Die Farbpartikel dringen circa 10 µm tief in die Oberfläche ein und besetzen die freien Zwischenräume im vernetzten Molekularverband. Das Aufweiten der Netzstruktur ist jedoch durch die relativ starken Quervernetzungen des Kunststoffs begrenzt. Beim Abkühlen wird das Netz dann wieder engmaschiger.

Nach dem Färbeprozess – der in Abhängigkeit von Material, Temperatur und Absorption zwischen zehn Sekunden und mehreren Stunden andauern kann – ziehen die Färberinnen und Färber das Glaspaar aus dem Färbebecken, waschen es in einem dafür vorgesehenen Spülbecken ab und kontrollieren es. Zudem lässt man die Brillengläser erkalten. Dieser Schritt ist sehr wichtig, da sich der Farbeindruck mit der Temperatur verändert. Man spricht hierbei vom so genannten Temperaturphänomen.

Entsprechen die Gläser nicht dem vorgegebenen Muster, müssen die Fachkräfte nachjustieren. Sind die Brillengläser zu hell, muss mit Primärfarben (Rot, Blau und Gelb) nachgearbeitet werden. Ist das Glas hingegen zu dunkel, kommt es in ein spezielles Entfärberbad: Dort findet ein Rückdiffusionsprozess statt.

In den Färbereien erfolgt die Qualitätskontrolle auch heute noch durch den geschulten Blick des Fachpersonals. So können wirklich erfahrene Färberinnen und Färber Unterschiede bis auf wenige Nanometer erkennen. Dabei werden Frauen bevorzugt eingesetzt, da sie genetisch bedingt eine differenziertere Farbwahrnehmung besitzen als Männer. Haben die Brillengläser die Qualitätskontrolle erfolgreich bestanden, können sie die Färberei verlassen.

Alternativmethoden

Für Sonnenschutzgläser ohne optische Wirkung gibt es die Möglichkeit der Massetönung. Hier werden dem flüssigen Kunststoffmonomer Farbpigmente zugesetzt. Das ist jedoch nur bei organischen Plangläsern möglich, da der Transmissionsgrad bei Korrektionsgläsern von der Dicke des Brillenglases abhängt.

Eine neue aus Japan stammende Methode ist ein Tönungsverfahren mittels einer speziellen Transferfolie. Bei diesem Prozess wird eine Folie auf das Glas aufgebracht und in einem Temper-Ofen oder Autoklav erhitzt. Darin wird die Farbe ähnlich wie bei einem Tintenstrahldrucker auf das Brillenglas transferiert.

Lack und Farbe

Nach dem Färben sind die Brillengläser bereit für den nächsten Schritt. Je nach Kundenwunsch kann das Glas jetzt weiter veredelt werden. In der Station „Beschichtung" werden die Gläser nun lackiert und bekommen ihre Entspiegelung. Dabei durchlaufen sie mehrere Vorbereitungsprozesse wie beispielsweise die Auspolymerisierung zwischen Lackierung und Entspiegelung. Doch das Zusammenspiel von Farbe und Lack birgt auch kleine Tücken, da Hartlacke häufig die Farbe der Gläser – durch Lösemittel und Temperprozesse – verändern. Was man dabei beachten muss und mit welchen Lacken vorgefärbt werden sollte, um einen bestimmten Farbton zu erzielen, erfahren Sie im nächsten Teil unserer Serie. ■

BEGRIFFSERKLÄRUNG

- **Mehrfachentspiegelungen: Damit ein Brillenglas wenig Reflexe aufweist und die Reflexionskurve so weit wie möglich reduziert wird, werden auf einem Glas mehrere Schichten mit unterschiedlichen Brechzahlen aufgetragen. Je mehr Schichten aufgedampft werden, desto besser kann die Entspiegelungswirkung ausgeführt werden.**
- **dispergiert: fein verteilt**
- **Auspolymerisierung: Verfahren zum Aushärten des Lacks**

Bilder: Team Henrich & Krall GmbH, Carl Zeiss Vision International GmbH
Textquellen: Eugen Stratemeyer GmbH Co. KG, Team Henrich & Krall GmbH, Carl Zeiss Vision International GmbH

Lesen Sie hier die anderen Teile der Serie

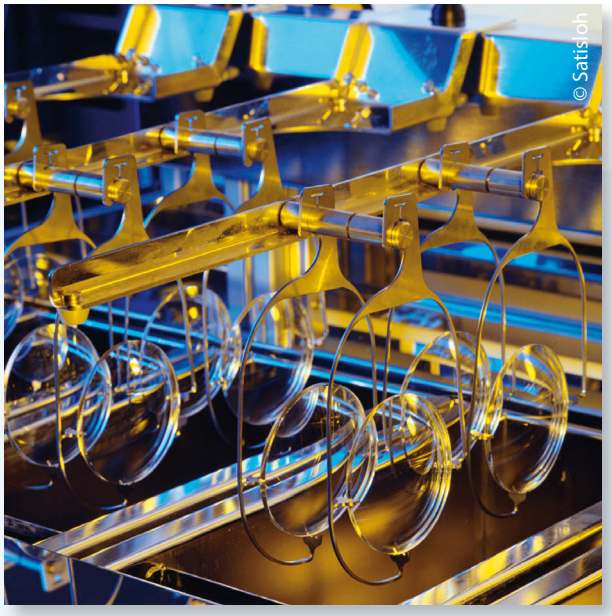
SCHICHT UM SCHICHT

Brillenglasbeschichtung – Teil 6a der Serie

Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas? Das zeigen wir Ihnen in einer achtteiligen Serie zusammen mit den Redakteuren unseres Schwestermagazins MAFO (Manufacturer's Forum). Denn dort dreht sich alles um die Brillenglasindustrie: Von der Blank-Produktion über das industrielle Glasschleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle.

von Meike Rüppel

Im fünften Teil der Serie (FOCUS 6_2013) durchlief das Brillenglas den Färbeprozess. Jetzt, nach erneuter und gründlicher Reinigung sowie Prüfung, folgt die Beschichtung – das Coating. Da dieser Arbeitsschritt sehr umfangreich ist, werden wir ihn aufteilen. In diesem dem ersten Teil wird der Härtungsprozess verdeutlicht. In der nächsten FOCUS-Ausgabe wird dann auf die Entspiegelungs- und Topcoat-Verfahren eingegangen.



Fixierte Brillengläser in Haltezangen einer Beschichtungsanlage

Spin-Coater und UV-Härtung

Schutzmantel

Besonders heutige Kunststoffbrillengläser sind echte Hightech-Produkte. Die Erwartungen an sie als auch die Weiterentwicklungen am Markt steigen stetig: individueller, dünner, leichter, ästhetischer, robuster, klarer, aber auch schmutzabweisend und antistatisch sollen sie sein. Sonst noch was?
Im Verkaufsgespräch ist es schnell dahin gesagt: „Ihr Brillenglas ist gehärtet, super-entspiegelt und besitzt einen Topcoat." Schön. Doch was heißt das? Das, was da mal eben so locker über den Tisch geworfen wird, stellt für die Industrie teilweise eine enorme Herausforderung dar.
Die Beschichtung von Kunststoffbrillengläsern kann heute aus mehr als zehn einzelnen dünnen Schichten bestehen. Die nicht nur optische Funktionen haben, sondern auch mechanische. Im Groben lässt sich die Beschichtung von Kunststoffbrillengläsern wie folgt zusammenfassen:
- Hartschicht (verschleiß-mindernde Funktion)
- Entspiegelungsschicht (optische Funktion)
- Top- oder Cleancoat (schmutzabweisende Funktion)

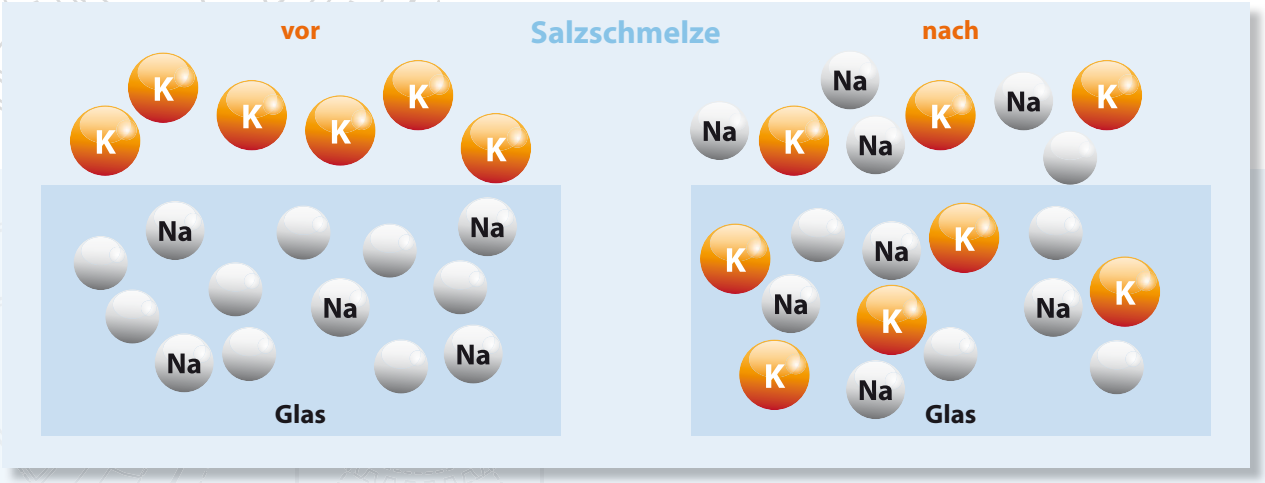
Hinzu kommen noch Zwischen- und Verbindungsschichten, die alles zum Halten bringen. Genau darin liegt die Herausforderung. Die einzelnen Schichten müssen sowohl untereinander, aber vor allem ideal auf das Brillenglasmaterial abgestimmt sein. Und zwar so, dass Schichtdicke und Schichtelastizität im Verhältnis zueinander optimal aufeinander angepasst sind. Nur durch diese Kompatibilität der Komponenten hält das ganze Paket auf dem Grundglas und führt eine Reflexminderung als auch Haltbarkeit mit sich.
Brillengläser, egal ob anorganisch oder organisch, sind täglichen Beanspruchungen ausgesetzt. Im Alltag wird schnell mal das T-Shirt gelupft und kurz drüber gewischt – doch was ist mit den Staubpartikeln auf dem Brillenglas? Die durch das Putzen entstehenden Kratzspuren erzeugen nicht nur störendes Streulicht sondern trüben auch den Blick durchs Glas und ganz nebenbei – ästhetisch ist das auch nicht. Eine Hartschicht sorgt für einen Schutz und eine längere Lebensdauer der Brillengläser.
Mineralische Brillengläser sind schon aufgrund ihres Materials und ihrer Beschaffenheit unempfindlicher als ihre organischen Kollegen. Beide Materialien unterscheiden sich nicht nur in ihrer Beschaffenheit sondern auch in ihren unterschiedlichen Härtungsprozessen.

Ionen und Co.

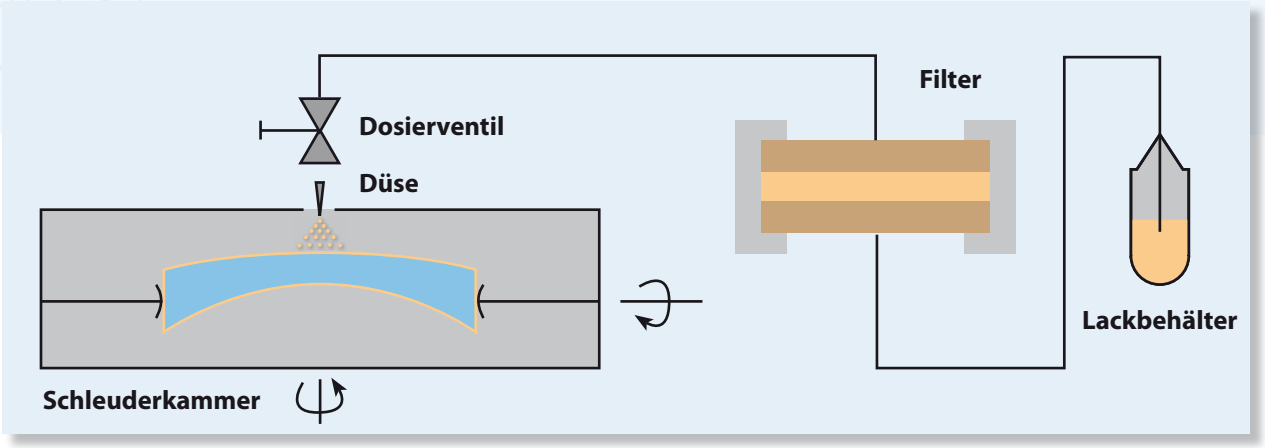
Bei mineralischen und organischen Brillengläsern werden unterschiedliche Technologien der Härtung eingesetzt. Auch wenn der Titel dieses Teils der Serie Beschichtung lautet und mineralische Brillengläser in dem Sinne nicht durch eine Beschichtung gehärtet werden, möchten wir an dieser Stelle nicht auf einen kurzen Exkurs in die mineralische Härtung verzichten. Die Härtung anorganischer Brillengläser unterteilt sich in:
- chemische Härtung
- thermische Härtung

Bei der chemischen Härtung findet ein Ionenaustausch in heißer Salzschmelze statt. Aus der Oberfläche des sich in der Salzschmelze befindenden Brillenglases, wandern Natrium-Ionen in die Schmelze. Kalium-Ionen aus der Salzschmelze wiederum wandern an die frei gewordenen Plätze in der Glasoberfläche des Brillenglases. Doch die eindringenden

>>



Chemische Härtung anorganischer Brillengläser durch Ionenaustausch



Spin-Coating-Verfahren

Kaliumteilchen sind größer als die Natrium-Ionen und es kommt zu einem Platzproblem. Aufgrund dieses Platzmangels wird eine erhöhte Spannung in der Glasoberfläche erzielt – die zur gewünschten Härte führt.
Im Vergleich zur thermischen Härtung bietet der chemische Prozess sowohl die Vorteile einer gleichmäßigen Härtung als auch die Verwendbarkeit für phototrope Brillengläser und Gläser mit geringen Mittendicken. Nachteile bei diesem Verfahren sind hingegen der große Zeitaufwand von etwa 16 Stunden und die hohen Kosten.
Die thermische Härtung hingegen ist mit dem Abschrecken eines gekochten Eies vergleichbar. Das Brillenglas wird in kürzester Zeit bis an seine Erweichungstemperatur gebracht und danach sofort durch kalte Luft abgeschreckt. Die dabei entstehenden Spannungen an Oberfläche und im Kern sorgen so für eine höhere Härte.

Härten von organischen Brillengläsern

Bei Kunststoffgläsern ist der Härtungsprozess ein völlig anderer. Aufgrund der geringen Oberflächenhärte der Kunststoffgläser wird ein besonderer Kratzschutz benötigt. In diesem Fall dient dieser jedoch nicht nur als wirksamer Oberflächenschutz, sondern stellt auch die Verbindung zwischen dem relativ spröden Beschichtungsmaterial der Entspiegelung und dem eher flexiblen Grundmaterial des Brillenglases her.
Doch eine Hartschicht dient nicht nur der Verbindung, sie muss auch folgende Faktoren erfüllen:
- sie darf keine Eigenfärbung haben
- sie muss mit der Entspiegelungsschicht kombinierbar sein
- sie muss in etwa die gleiche Brechzahl besitzen wie das Grundglas (um Interferenzmuster zu vermeiden)
- sie muss gut auf dem Grundglas halten und die Abriebbeständigkeit erhöhen
- sie darf im kompletten Paket mit Entspiegelung und Topcoat weder reißen noch brechen

Ganz schön viele Anforderungen, die eine dünne Schicht von etwa 1 bis 3 µm Dicke erfüllen muss! Doch damit nicht genug: Da es nicht nur CR39 auf dem Markt gibt sondern noch einige Materialien mehr, muss die Hartschicht diesen Brechungsindizes individuell angepasst werden.
Wenn all diese Faktoren passen, kann es in die Beschichtung gehen. Die Verfahren und eingesetzten Materialien können

unter den Herstellern abweichen, doch im Wesentlichen unterscheidet man:
- Lackierung (Tauch- oder Schleuder-verfahren / dip- oder spin-coating)
- Bedampfung
- Plasmapolymerisation

Bei den heutigen Verfahren wird die Hartschicht vorwiegend durch Lackierung aufgetragen – dem nasschemischen Verfahren. Bei diesem Prozess wird Siloxan-Lack aufgebracht, der anschließend in einem Tempervorgang oder unter UV-Licht ausgehärtet wird. Das Erhitzen während des Tempervorganges bei knapp unter 100°C für etwa drei bis vier Stunden bewirkt eine Strukturveränderung der Siloxane. Durch die dabei entstehenden Quervernetzungen erhält die Lackschicht ihre Härte und stellt eine stabile Verbindung zwischen Glas und Lack her, die ein Ablösen ausschließt. Die eingesetzten Siloxane besitzen hartelastische Eigenschaften und sind somit ein idealer Puffer zwischen der Brillenglasoberfläche und der eher spröden Entspiegelungsschicht. Der Lack lässt sich dabei durch dip- oder spin-coating aufbringen.
Das Tauchverfahren (dip-coating) findet in einem staubfreien Raum (Reinraum) statt, um Verunreinigungen zu vermeiden. Hier werden, je nach Größe der Beschichtungsanlage, die gereinigten Gläser in Haltezangen (Tauchfedern) fixiert und in das Lack-Bad getaucht. Dabei erhält das Glas auf Vorder- und Rückseite eine gleichmäßige Siloxan-Schicht. Die Schichtdicke ist dabei abhängig von der Lackviskosität und der Geschwindigkeit, mit der die Gläser wieder aus dem Bad gezogen werden. Ein- und Austauchgeschwindigkeit werden dabei automatisch gesteuert als auch kontrolliert und müssen genauso penibel eingehalten werden wie Umgebungstemperatur und Lackviskosität. Wichtig ist auch die gleichmäßige und vorsichtige Entnahme der Brillengläser: Sie sorgt für die Vermeidung von „Lacknasen" oder Rillen. Zudem muss die Anlage so konstruiert sein, dass keine Wellenschläge im Lack-Bad erzeugt werden – denn diese würden unterschiedliche Schichtdicken hervorrufen.
Beim Schleuderverfahren (spin-coating) wird eine andere Methode angewandt: Hier wird das Brillenglas in einer Schleuderkammer in hohe Rotation um die eigene Achse versetzt und von oben ein Lacktropfen aufgetropft. Durch die entstehende Fliehkraft verteilt sich der Lack gleichmäßig auf der Glasoberfläche. Bei diesem Verfahren besitzt der Lack eine geringere Tropfzeit und härtet relativ schnell aus – er trocknet praktisch schon an der Luft sehr schnell. Hersteller setzen dabei auf die anschließende schnelle Trocknung durch UV-Licht. Vor allem für kleine Produktions-Chargen ist diese Methode des Härtens eine sinnvolle Lösung.
Vor dem Einsatz nasschemischer Verfahren wurde die Hartschicht im Hochvakuum aufgedampft. Als Aufdampfmaterial wird Quarz (SiO_2) eingesetzt, welches von seinen Eigenschaften allerdings sehr hart und spröde ist. Solange die Beanspruchung dieser Gläser nicht zu hoch ist, ist die Abriebbeständigkeit sehr gut. Wird das Glas jedoch zu sehr beansprucht, bricht die Schicht. Grund dafür sind die unterschiedlichen thermischen Eigenschaften von Quarz und Glasmaterial. Durch eine Plasmaunterstützung ist es heute allerdings möglich, weniger spröde Schichten aufzudampfen.
Die Plasmapolymerisation findet auch in einer Vakuumkammer statt. Hier wird das Monomer in Gas-Form zugeführt. In der Prozesskammer wird dann durch den Einsatz eines Plasmas (ionisiertes Gas) das Monomer aktiviert. Durch diese Aktivierung entstehen neue Molekül-Ketten, die sich durch Kondensation als dünne und widerstandsfähige Schicht auf die Oberflächen der Gläser legt. Mit diesem gut steuerbaren Verfahren lassen sich Schichten herstellen, die elastischer, haftfähiger und nach außen hin härter sind.
Nachdem der Lack getrocknet ist, kann das Brillenglas in den Entspiegelungs- und Topcoat-Prozess. Diese Arbeitsschritte werden in der nächsten FOCUS-Ausgabe erläutert.

BEGRIFFSERKLÄRUNG

Siloxane sind organische Siliziumverbindungen und bestehen aus den Elementen Silizium (Si), Sauerstoff (O), Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H). Da sie unterschiedliche Eigenschaften besitzen, können Siloxane vielseitig eingesetzt werden. Sie sind u.a. weich und biegsam, wasserabweisend und lange haltbar, können aber auch sehr hohen oder sehr niedrigen Temperaturen standhalten.

Lesen Sie hier die anderen Teile der Serie

Anzeige

Unser Angebot: großartige Sehsicht.

Unsere Sichtweise: Wir haben die Gusstechnik für Brillengläser perfektioniert und Sie als Optiker erhalten dadurch beste Schweizer Qualität. Und ein Produkt, das mit Blick auf die Umwelt ganz ohne Abfälle und mit ganz geringem Ressourcenverbrauch hergestellt wurde. Das sehen Ihre Kunden garantiert gern. Sind das Perspektiven für Sie?

WEARLITE®
Open your eyes

WearLite AG | Hinterbergstrasse 26 | CH-6330 Cham / ZG
T +41 41 747 05 05 | F +41 41 747 05 06 | info@wearlite.com

Wendevorrichtung mit eingelegten Brillengläsern: Dadurch lassen sich beide Seiten während einer Produktionseinheit beschichten.

SCHICHT UM SCHICHT

Brillenglasbeschichtung – Teil 6b der Serie

Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas? Das zeigen wir Ihnen in einer achtteiligen Serie zusammen mit den Redakteuren unseres Schwestermagazins MAFO (Manufacturer's Forum). Denn dort dreht sich alles um die Brillenglasindustrie: Von der Blank-Produktion über das industrielle Glasschleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle.

von Meike Rüppel

Im vorigen Teil der Serie – 6a (FOCUS 7/8_2013) – befanden sich die Brillengläser in der Härtung. Doch die Hartschicht von Kunststoffgläsern dient nicht nur als Oberflächenschutz, sie stellt auch eine Verbindung her für die nächsten Schichten: die Entspiegelungen und den Clean-Coat. Erst dann ist das Schichtpaket komplett.

Wie war das doch gleich – eine Lackschicht ist etwa 1 bis 3 µm dünn? Kaum vorstellbar, eine noch dünnere Schicht auftragen zu können. Aber es geht! Reflexmindernde Vergütungsschichten sind fast ein Zehntel so dünn wie eine Hartschicht, und um sie aufzubringen, ist wieder das Know-how der Industrie gefragt. Zumal es sich heute um bis zu zehn Schichten übereinander handelt und nicht nur um eine einzelne. In diesem Fall ist von einer Breitband- oder Mehrfachschicht die Rede.
Jede einzelne Schicht muss die Parameter von Schichtdicke und Brechzahl erfüllen und zudem auf das Brillenglasmaterial abgestimmt sein. Reflexmindernde Schichten unterscheiden sich daher nicht nur in der Zusammensetzung, sondern auch darin, mit welcher Technologie sie auf das Glas gebracht werden.

Einfacher als gedacht?

Das Aufbringen dieser dünnen Schichten erfordert Erfahrung und Technik. Die Autorin in Ausgabe 31 des Magazins Stern mit dem fraglichen Titel „Die Tricks der Optiker" ist anscheinend der

Ansicht, es würde sich bei Brillengläsern nur um einen runden Kunststoffpressling handeln. Unglaublich, dass diese runden Kunststoffpresslinge teurer als eine Digitalkamera sind, oder?

© Leybold Optics

Hochvakuumbeschichtungsanlage, geöffnet zum Be - und Entladen der Brillengläser.

Wie schreibt sie doch so schön: „Die Gläser werden in Gruppen in einem speziellen Hartlack gebadet, wandern auf dem Förderband weiter in die Bedampfungsanlage, wo die Entspiegelung aufgebracht wird, und ab ins Päckchen." So einfach ist es nicht! Schon der Härtungsprozess dieser Serie hat gezeigt, dass mehr dahinter steckt als nur baden.
Kunststoffgläser werden nach der Hartlackierung zum Teil zwischengelagert und danach erneut in mehreren Bädern gewaschen. Diese sind mit unterschiedlichen Reinigungsflüssigkeiten gefüllt, und auch ein Ultraschallbad darf dabei nicht fehlen. Denn die kleinste Verunreinigung auf der Oberfläche der Brillengläser würde die Qualität der reflexmindernden Schicht herabsetzen. Nach der Reinigung müssen sich die Gläser dann einer Entgasung im Ofen unterziehen. Grund dafür: Sie könnten bei der Lagerung Wasser aus der Luft aufgenommen haben. Entgasung? Dieser Vorgang ist mit einem Saunagang vergleichbar: Die Brillengläser kommen in einen Temperofen und verlieren durch die Wärmezufuhr über mehrere Stunden ihre Wassereinlagerungen. Diese Vorbereitung bewirkt nicht nur die bessere Haltbarkeit der Entspiegelung, sondern gewährleistet auch ein optimales Vakuum in der Entspiegelungsanlage. Und das ist Voraussetzung beim Entspiegelungsvorgang. Erst dann wird entspiegelt.

Berg- und Talfahrt

Brillengläser ohne Entspiegelung? Heute möchte wohl kein Brillenträger mehr auf eine erhöhte Sehschärfe und kosmetische Wirkung verzichten. Das Geheimnis der Reflexminderung liegt in der dünnen Schicht oder den Schichten, die auf das Brillenglas aufdampft werden. Jede dieser Schichten ist allerdings für nur einen Wellenlängenbereich des sichtbaren Spektrums optimierbar. Daher lassen sich durch mehrere Schichten weitere Reflexe anderer Wellenlängen (λ) mindern. Auf das Prinzip der Reflexminderung soll an dieser Stelle nicht detailliert eingegangen werden. Grundlegend geht es jedoch um folgendes: die Überlagerung (Interferenz) von Lichtwellen, die an den Grenzflächen entstehen. Doch um eine λ/4 dicke Schicht herzustellen, müssen die Bedingungen der Phasen-und Amplitudenbedingung erfüllt sein:

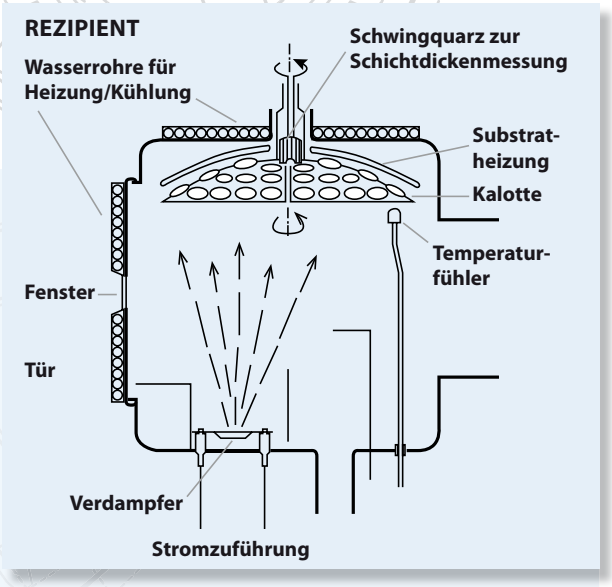
Phasenbedingung: ns, ds = λ/4
Amplitudenbedingung: ns = √ng
(Indices: s = Schicht; G = Glas)

Bei der Phasenbedingung kommt es darauf an, die passende Schichtdicke zu ermitteln, während die Amplitudenbedingung die Wahl eines geeigneten Mediums (n) erfordert. Grundsätzlich werden organische und mineralische Brillengläser nach den gleichen physikalischen Methoden der Phasen- und Amplitudenbedingung beschichtet.
Neben den optischen Eigenschaften, wie Brechzahl und Absorption, müssen die dünnen Schichten auch technische Anforderungen erfüllen, um überhaupt verarbeitet werden zu können und den alltäglichen Ansprüchen Stand zu halten. Denn was bringt ein Schichtpaket, wenn es sich beim Randen oder im Ultraschallbad löst? Zudem müssen auch thermische (z.B. Kälte, Hitze) und chemische (z.B. UV-Strahlung, Reinigungsmittel, Hautschweiß) Faktoren, berücksichtigt werden.
Aber auch die unterschiedlichen Materialeigenschaften von Glas und Kunststoff sollten beachtet werden: Denn im Vergleich zum mineralischen Material hat organischer Kunststoff einen hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, andere Bindungseigenschaften und eine mäßige Temperaturbeständigkeit.
Glas kann bei hohen Temperaturen von bis zu ca. 300°C bedampft werden, während die Temperaturen bei Kunststoff zwischen 60 und 70°C liegen, damit Form und Abbildungseigenschaften nicht leiden. Daher werden bei Kunststoffgläsern Beschichtungsmaterialen verwendet, die auch ohne hohe Temperaturen auskommen. Beim Bedampfen ist dann von heißer und kalter Bedampfung die Rede. Damit die Schichten bei Temperaturunterschieden nicht abplatzen, dürfen sich die Eigenschaften von Glasmaterial und die des aufzudampfenden Substrates nicht stark unterscheiden. All diese Parameter machen es deshalb nicht leicht, geeignete Schichtmaterialien zu finden. Jetzt aber zum Beschichtungsprozess.

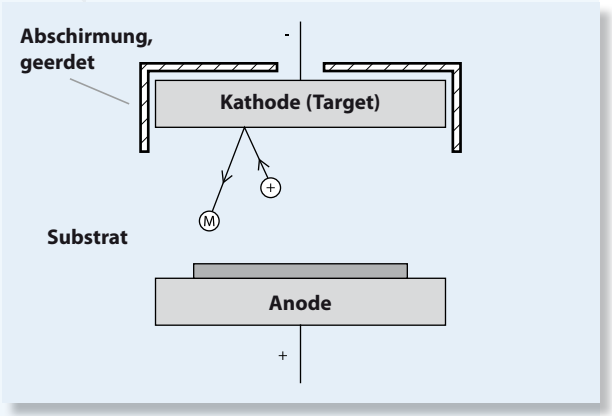
Auf geht's

Nicht nur die Entspiegelungsschicht hat einen hohen Standard, sondern das gesamte Schichtpaket. Je nach Glasmaterial und Verwendungszweck unterscheiden sich die Schichten in Aufbau und Zusammensetzung. Und an dieser Stelle werden die Innovationen der Beschichtungstechnologie deutlich erkennbar. In der Dünnschichttechnologie sind daher vor allem die Vakuumbeschichtungsverfahren von Bedeutung. Bei diesen Vorgängen handelt es sich vor allem um Prozesse der physikalischen Abscheidung aus der Gasphase – die sogenannten

>>



Aufdampfen im Hochvakuum



Aufdampfen mittels Sputter-Technologie

Lesen Sie hier die anderen Teile der Serie

PVD-Verfahren (physical vapor deposition). Sie charakterisieren sich dadurch, dass chemische Verbindungen, Metalle oder Legierungen durch Zuführung thermischer Energie oder durch Teilchen-Beschuss im Hochvakuum abgeschieden werden. Am häufigsten werden folgende Verfahren angewendet:

- Thermisches Aufdampfen im Hochvakuum
- Sputtern (Kathodenzerstäubung)

Für das Aufbringen der Entspiegelungsschichten unter diesen Methoden werden geschlossene Behälter benötigt. Sie werden als Glocke oder sogenannte Rezipienten bezeichnet. Denn in diesen ist es möglich, einen niedrigen Druck zu erzeugen – das Vakuum. Beim Blick ins Innere einer Beschichtungsanlage ist unter der Glocke eine Halterung für die Brillengläser angebracht, die sogenannte Kalotte. Diese kann je nach Ausstattung der Anlage in der Größe variieren. Egal ob Beschichtungsanlagen für die Massenproduktion oder für kleine Brillenglasfertigungen, die Industrie hält für jeden etwas bereit.

Durch das Aufdampfen können Beschichtungen gleichmäßig und präzise auf das Brillenglas aufgebracht werden. Beim Prozess im Hochvakuum wird das in der Verdampfungsquelle befindliche Beschichtungsmaterial erhitzt. Es liegt in Form von Tabletten oder Granulat in der Vakuumkammer. Es wird erst zum Schmelzen und bei weiterem Temperaturanstieg zum Verdampfen gebracht. Dabei entstehen ein hoher Dampfdruck und eine Verdampfungsgeschwindigkeit, so dass sich eine Wolke bildet, an der Glasoberfläche kondensiert und so eine Verbindung eingeht – die Schicht bildet sich aus. Damit die Entspiegelung jetzt auch an der Oberfläche der Brillengläser haftet und zudem abriebfest wird, wird sie getempert. Doch woher weiß der Operator wie dick die Schicht ist? Die Phasenbedingung muss schließlich erfüllt werden. Hierfür sind zusätzliche Komponenten bzw. komplexe Messverfahren zuständig. Beim Sputtern ist oft eine Zeitmessung ausreichend, während bei der Bedampfung z. B. ein Schwingquarz eingesetzt wird. Dieses dünne Blättchen befindet sich während der Bedampfung in der Anlage und erhält genau wie die Gläser eine dünne Schicht. Diese führt eine Schwingungsänderung mit sich, an der sich dann die Schichtdicke ermitteln lässt.

Bei der Sputter-Technologie wird es noch physikalischer. Im Rezipienten befindet sich das Beschichtungsmaterial – auch Target genannt – dem Substrat (Brillenglas) gegenüber. Jetzt kommt Energie ins Spiel: Das Target wird mit positiven Ionen beschossen und zwischen der Halterung des Brillenglases und dem Target eine Spannung angelegt. Und zwar so, dass positive Ionen zum Target hin beschleunigt werden. Von dort werden Atome oder Molekühle herausgeschlagen, die sich dann auf der Oberfläche des Brillenglases absetzen. Letztendlich heißt sputtern so viel wie: Zerstäuben des Beschichtungs-Materials durch Ionenbeschuss. Dieses Verfahren wird für kleine Chargen z.B. in der Rezeptschleiferei eingesetzt.

Jetzt fehlt nur noch eine Schicht – der Clean-Coat. Dieser wird nach der letzten reflexmindernden Schicht aufgedampft. Er dient als eine Art Versiegelung und soll das Anhaften von Schmutzpartikeln vermeiden. Natürlich würde es auch ohne gehen, aber dann würden jeder Fingerabdruck, jeder Fussel und das kleinste Staubkörnchen störend wahrgenommen werden. Mal abgesehen von einem Wassertropfen, der sich durch die Adhäsion auf der relativ rauen Oberfläche der Entspiegelung anschmiegen würde, wie flüssiger Honig auf einem Brot. Der Wassertropfen würde durch die starke Anziehungskraft zum Brillenglas seine Kugelform verlieren und eine direkte Verbindung zur Oberfläche eingehen. Durch die Versiegelung der Brillenglasoberfläche mit einer hydrophoben oder oleophoben Schicht werden die Anziehungskräfte soweit minimiert, dass der Wassertropfen seine Kugelform behält und abperlen kann.

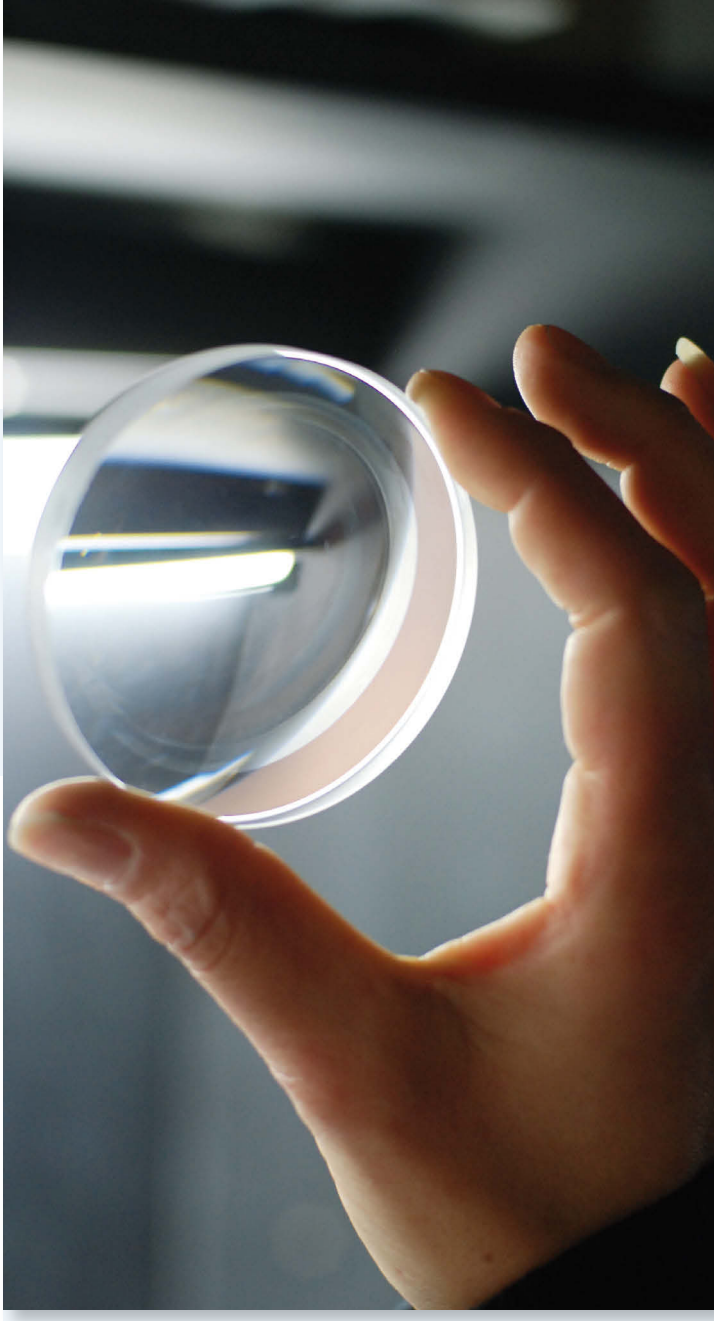
Dieser zusammenfassende Einblick in die Beschichtung zeigt, wie aufwendig und zeitintensiv sie ist. Jetzt schreibe nochmal einer: „…und ab ins Päckchen."

Als nächstes wird das Brillenglas sich einer Qualitätskontrolle unterziehen. Doch dazu mehr in der nächsten FOCUS-Ausgabe.

AUF HERZ UND NIEREN KONTROLLIERT

Qualitätskontrolle – Teil 7a der Serie

Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas? Das zeigen wir Ihnen in einer achtteiligen Serie zusammen mit den Redakteuren unseres Schwestermagazins MAFO (Manufacturer's Forum). Denn dort dreht sich alles um die Brillenglasindustrie: Von der Blank-Produktion über das industrielle Glasschleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle.



Subjektive Sichtkontrolle vor schwarzem Hintergrund mit indirektem Licht

von Isabel Spangemacher-Fürst

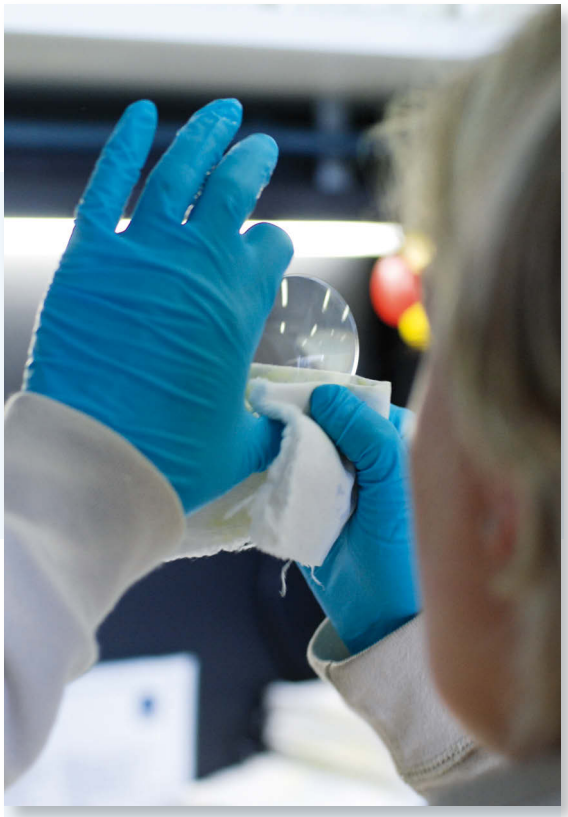
In den bisherigen Teilen der Serie „Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas?" haben wir Sie mit auf die lange Reise des Brillenglases genommen. Sie konnten einen Blick in die Blank-Produktion werfen und sich einen Überblick über das Blocken und anschließende Verarbeiten des Glases verschaffen. Gefolgt vom Reinigen, Färben und schließlich dem Aufbringen der unterschiedlichen Schichten, sollte das Glas doch nun endlich fertig sein, oder?

So ganz ist es noch nicht fertig. Es fehlen die Markierungen auf dem Glas – ob gestempelt oder mit einem Laser aufgebracht, stellen sie den letzten Abschnitt im Herstellungsprozess dar. Doch darüber können Sie erst in der nächsten FOCUS Ausgabe lesen. Heute erfahren Sie etwas über einen durchaus wichtigen Vorgang zwischen den einzelnen Herstellungsschritten: die Qualitätskontrolle.

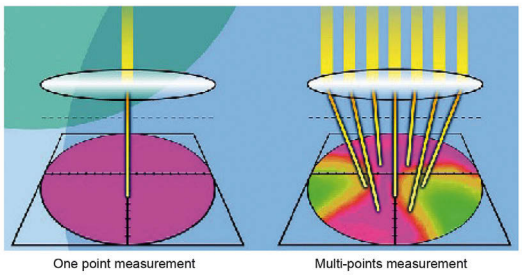
Ohne Kontrolle geht es nicht weiter

Direkt nach der Blankherstellung – dem ersten Schritt auf dem Weg zum fertigen Brillenglas – kann die Reise schon vorbei sein. Die erste Qualitätskontrolle steht an und will bestanden werden. Bei der sogenannten Sichtkontrolle, oder auch kosmetischen Kontrolle, wird subjektiv geprüft, ob sich im Herstellungsprozess kleinste Staub- oder Schmutzpartikel in das Material eingeschlichen haben. Der Glasrohling wird vor einen geschwärzten Hintergrund gehalten und bei indirektem Licht genau betrachtet. So werden Schlieren, Unebenheiten oder Kratzer eindeutig sichtbar. Dieser Vorgang kann bisher nicht zufriedenstellend und kostengünstig von Maschinen erledigt werden, so dass jedes Glas hier zum ersten Mal in die Hand genommen werden muss. Damit das möglichst fehlerfrei über die Bühne geht und die Rohlinge weder beschädigt noch verschmutzt werden, tragen die zuständigen Kontrolleure Gummihandschuhe. Vorsichtig hier ein bisschen wischen, dort den Rohling ein bisschen drehen und genau betrachten, dann steht das Urteil fest. Entweder ist die Reise des Glases bereits hier beendet, oder die erste Hürde wurde genommen und der Produktionsprozess geht weiter – ab in die Schleiferei zur Erzeugung der Rezeptfläche.

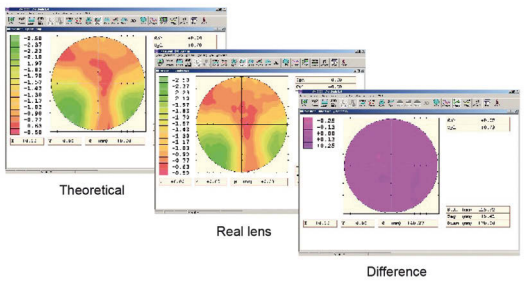
Anzeige



Subjektive Sichtkontrolle mit Handschuh zum Schutz des Glases



Darstellung der objektiven Stärken-Messung für Einstärkengläser (One point measurement = ein Punkt wird gemessen) und für Progressiv-Gläser (Multi-points measurement = viele Punkte werden gemessen und mit dem geplanten Glas-Design verglichen)



Visueller Abgleich der geplanten (theoretical) und der tatsächlichen (real lens) Werte des Glases. Mögliche Abweichungen werden sichtbar (Difference).

Vor der Kontrolle ist nach der Kontrolle

Im Lab angekommen geht es mit der Qualitätskontrolle stetig weiter. Nachdem die Rezeptfläche auf dem Glas erzeugt wurde, findet auch hier wieder eine Kontrolle statt. Dieses Mal allerdings eine objektive Kontrolle zur Überprüfung der geschliffenen Werte, das sogenannte PowerMapping, also die Überprüfung der Brillenglasstärke und / oder des Designs.

Bei Einstärkengläsern wird dieses in bekannter Manie mit dem Scheitelbrechwertmesser erledigt und mit dem vorgegebenen Wert verglichen. Fertig.

Bei Gläsern mit einer Progressonszone ist das Ganze allerdings wesentlich komplizierter. Hier hat jeder Punkt auf dem Glas einen anderen Wert – ganz individuell, wie es zu dem Rezept des Trägers der Brille und dem zuvor berechneten Design des Glases am Ende passt. Mit einem Scheitelbrechwertmesser kommt man da nicht weit. Jeder einzelne Punkt des Glases wird vermessen und mit dem theoretischen Glas-Design abgeglichen.

Doch egal ob Einstärken- oder Progressionsglas, auch hier muss das Glas am Ende den Test bestehen: Nur wer bestanden hat darf die Reise weiter antreten – es geht zum Härten des Glases.

Nachdem das Glas im Tauchverfahren gehärtet wurde, folgt direkt eine weitere Kontrolle. Wieder ist es eine Sichtkontrolle, bei der die Hartschicht unter die Lupe genommen wird. Geprüft wird ob kleinste Staub- oder Schmutzpartikel in der Hartschicht eingeschlossen wurden, oder ob der abgeflossene Lack kleine Tropfnasen am Glasrand hinterlassen hat. Wenn es nichts zu beanstanden gibt, dann kann das Glas nun auf den Weg zur weiteren Veredelung geschickt werden.

Im letzten Schritt der Qualitätskontrolle geht es dann noch einmal richtig zur Sache. Bisher musste sich das Glas entweder der Sichtkontrolle oder des PowerMappings stellen. Entweder wurden das Material per Sichtkontrolle oder die Rezeptfläche per PowerMapping nach der Veredelung auf Fehler geprüft. Bei der letzten Kontrolle fließt alles zusammen. Das Glas wird auf Herz und Nieren getestet – in diesem Fall auf fehlerfreies Material, perfekte Veredelungsschichten sowie auf die richtige Stärke.

Nur wenn alles fehlerfrei ist, kann das Brillenglas schlussendlich bestempelt und graviert werden.

Wie das funktioniert, das können Sie in der nächsten Ausgabe des FOCUS lesen.

Lesen Sie hier die anderen Teile der Serie

„Ja, ich will …

… eine sehr erfolgreiche und langfristige Kundenbindung.

eyemail

DAS KUNDENBINDUNGS-SYSTEM SPEZIELL FÜR AUGENOPTIKER!

IHRE VORTEILE:

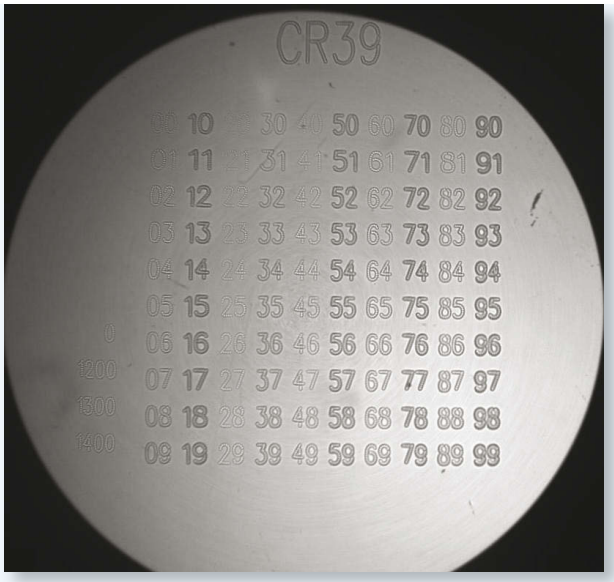
- Mehrumsatz durch Zusatzverkäufe
- Erhöhung der Kundenfrequenz
- Aufbau einer nachhaltigen Kundenbindung
- Senkung des Wiederbeschaffungszyklus
- Visualisierung von Dienstleistungen

Bei über 120 Augenoptikern in Deutschland im Dauereinsatz!

brillen.profi
einkauf.marketing.gemeinschaft

Brillen-Profi-Contact GmbH
Mindelheimer Str. 17 · Kaufbeuren
Telefon: 0 83 41 . 9 09 27 - 0
www.brillen-profi.de

DEM BRILLENGLAS DEN STEMPEL AUFDRÜCKEN



Spektrum der Sichtbarkeit der Laser-Gravur auf CR39

Gravieren und Stempeln – Teil 7b der Serie

Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas? Das zeigen wir Ihnen in einer achtteiligen Serie zusammen mit den Redakteuren unseres Schwestermagazins MAFO (Manufacturer's Forum). Denn dort dreht sich alles um die Brillenglasindustrie: Von der Blank-Produktion über das industrielle Glasschleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle.

von Isabel Spangemacher-Fürst

Nachdem das Glas fertig produziert ist und auch die ständigen Qualitätskontrollen überstanden hat, sollte es doch nun soweit sein, dass es sich auf den Weg zum Augenoptiker machen kann. Sie haben Recht: Die lange Reise des Glases in der Schleiferei neigt sich langsam dem Ende zu. Bald wird es in den Händen eines Augenoptikers sein und dort in die Brillenfassung eingearbeitet werden. Es fehlt nur noch ein durchaus wichtiger Schritt: das Gravieren und Bestempeln des Glases, oder haben Sie schon einmal ein Progressionsglas erfolgreich eingeschliffen, dass keinerlei Markierungen hatte?

Klein, aber oho

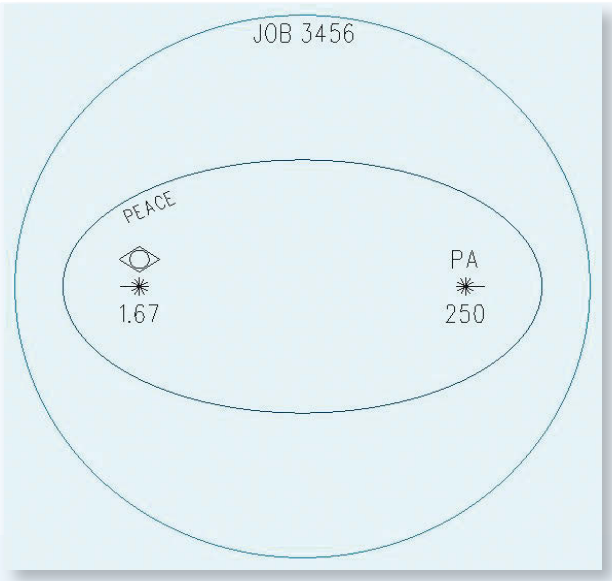
Diesen kleinen, feinen Markierungen wird so einiges abverlangt. Die einen sollen sichtbar sein, andere wiederum nicht. Sie müssen auf schmutzabweisenden Schichten haften, um sich dann aber doch an einem bestimmten Punkt der Verarbeitung wieder rückstandslos entfernen zu lassen. Laser-Gravuren müssen in das Material und die Veredelungsschichten eindringen, aber bitte weder das Material noch die Schichten beschädigen. Schlussendlich müssen sie auch noch Informationen lesbar transportieren: ob den Fern- und Nahpunkt, Kennzahlen zur Ermittlung der Addition, eine Kennzeichnung des Glastyps oder einfach ein Zeichen des Herstellers – all das kann auf einem Brillenglas stehen.

Um allen Anforderungen zu entsprechen, gibt es verschiedene Möglichkeiten, um die Markierungen anzubringen. Grundsätzlich lassen sich die Verfahren in zwei Kategorien einteilen: Laser-Gravuren und Stempel-Markierungen.

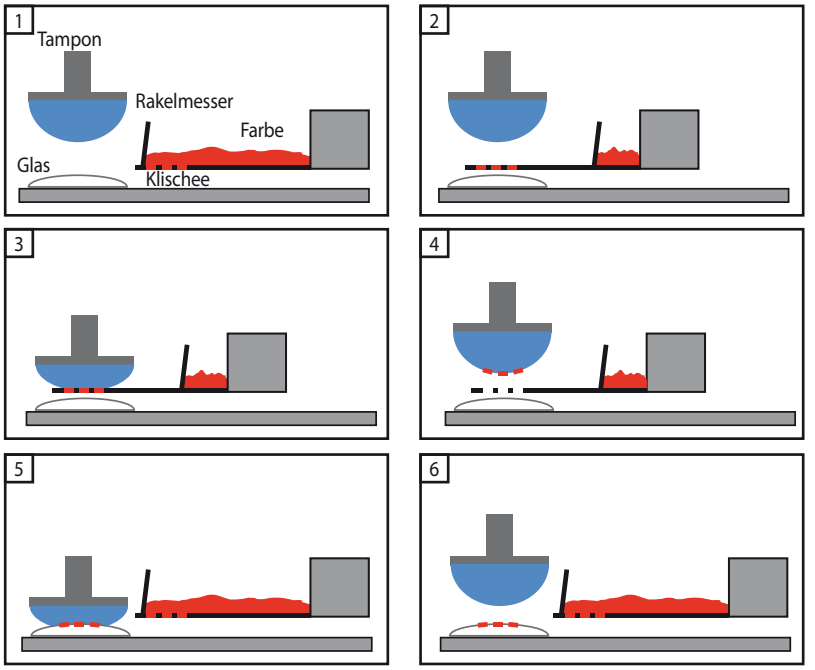
Für immer und ewig

Lasergravuren werden während des Produktionsprozesses auf das Glas aufgebracht und bleiben dort für immer und ewig. Sie sind sozusagen dort eingebrannt. Es gibt drei relevante Arten von Lasern, die in der Brillenglasherstellung zum Einsatz kommen: CO_2-, Excimer- oder Nd:Yag-Laser.

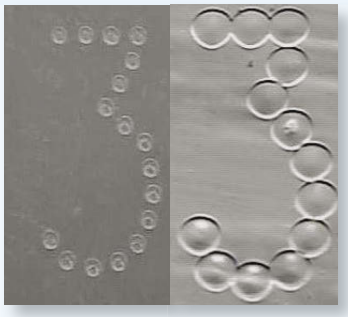
Die mittels Laser aufgebrachten Markierungen sind permanent im Glas integriert und müssen daher besondere Anforderungen erfüllen. Die Markierung der Addition befindet sich zum Beispiel im Blickfeld des Brillenträgers. Sie ist allerdings so dezent, dass sie von ihm nicht wahrgenommen wird. Wenn hingegen der Augenoptiker das Glas zur Hand nimmt, kann



Glas-Layout nach der Laser-Gravur



Tampondruck-Verfahren



Punkte des CO_2 –Lasers auf verschiedenen Materialien: a) CR39; b) 1.6

die Markierung durch das geschulte Auge rasch entdeckt werden.

Obwohl in das Glas förmlich eingebrannt, dürfen die Markierungen die Materialstruktur, die Oberflächenveredelung sowie die optische Wirkung nicht beeinflussen oder gar zerstören. Aber wie kommen diese permanenten Markierungen überhaupt auf das Glas? Man könnte meinen, dass die kleinen, fast unsichtbaren Zahlen, Zeichen und Buchstaben, aber auch Formen oder Logos, einfach auf das Glas gedruckt werden. So einfach ist es aber nicht. Unter der Lupe betrachtet, verraten die Markierungen ein Geheimnis: Sie setzen sich meistens aus vielen kleinen aneinander gereihten, farblosen Punkten zusammen. Je nach Glas-Material, Art des Lasers und Intensität des Laser-Beschusses sind die Punkte am Rand schärfer, mal stärker, mal weniger stark ausgeprägt und somit sichtbar oder weniger sichtbar.

Mit einem Wisch ist alles weg

Bei den Stempel-Markierungen sieht das Ganze anders aus. Sie sind deutlich sichtbar auf das Glas aufgebracht. Diese Markierungen sollen gut erkennbar sein, allerdings sind sie nur vorübergehend auf der Glasoberfläche. Spätestens nach dem Randen des Glases werden sie wieder entfernt.

Die Markierungen werden mithilfe des Tampon-Drucks auf das Glas gestempelt. Das Prinzip ist recht simpel und hat sich seit langem bewährt:

Die Einschleif-Markierungen, z.B. der Fern- und Nahbereich, werden im Vorfeld auf ein Klischee aufgebracht und stellen Vertiefungen in dem Material dar. Dieses Klischee nutzt sich fast nicht ab, so dass es eine lange Lebensdauer hat. Der Druckvorgang startet, in dem die Druckfarbe über das Klischee geschwemmt wird. Bei einer Vorwärtsbewegung des Klischees zieht das Rakelmesser die überschüssige Farbe ab du hinterlässt in den Vertiefungen des Klischees die übrige Druckfarbe (siehe Bilder 1-2). Nun kommt der Tampon zum Einsatz, der dem Verfahren seinen Namen gegeben hat: Er setzt auf diese Vertiefungen auf (Bild 3) und hebt unter Mitnahme der in der Vertiefung zurückgebliebenen Druckfarbe wieder ab (Bild 4). Das nun farbleere Klischee fährt in die Ausgangsposition zurück. Zeitgleich senkt sich der Tampon auf das zu bedruckende Glas, passt sich der gewölbten Form an und stempelt im letzten Schritt die Farbe auf das Glas (Bilder 5-6). Fern- und Nahbereich sind nun auf dem Glas farbig markiert. Fern- und Nahbereich sind nun auf dem Glas farbig markiert.

Die Veredelung des Glases stellt an dieses Verfahren besondere Ansprüche. Wie soll z.B. auf einem Glas, das extra schmutzabweisend ist, Farbe haften? Diese Farbe muss dort so lange haften, bis das Glas den Transportweg zum Augenoptiker überstanden hat. Beim Augenoptiker angekommen muss, sich die Farbe dann aber auch wieder ablösen lassen, ohne das Glas zu schädigen. ■

Lesen Sie hier die anderen Teile der Serie

Komplettes und vollautomatisiertes Produktionssystem für die Alloy-freie Produktion von Brillengläsern: OBM – On-Block Manufacturing

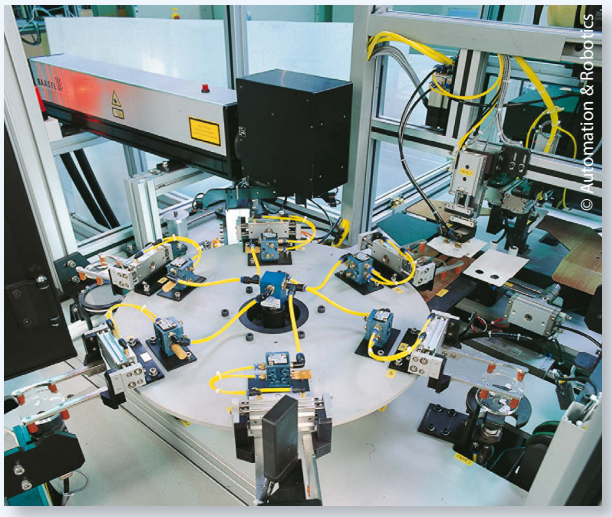
WORKOUT FÜR BRILLENGLÄSER

Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas? Das zeigen wir Ihnen in einer achtteiligen Serie zusammen mit den Redakteuren unseres Schwestermagazins MAFO (Manufacturer's Forum). Denn dort dreht sich alles um die Brillenglasindustrie: Von der Blank-Produktion über das industrielle Glasschleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle.

von Meike Rüppel

Nach dem letzten Teil der Serie – 7b (FOCUS 11_2013) – müssten die Brillengläser jetzt in den Auftragskisten der augenoptischen Werkstatt liegen. Einige Arbeitsschritte und viel Technik waren notwendig, bis das Brillenglas – so wie es jetzt ist – beim Augenoptiker landet. Doch auf einen Punkt wurde bisher noch nicht eingegangen: die Automatisierung. In der Industrie ist die Unterstützung durch Roboter und Maschinen nicht mehr wegzudenken. Sie ermöglichen nicht nur die Steigerung der Produktivität und Qualität sondern sind oft auch eine Entlastung monotoner Arbeiten. Die Brillenglasproduktion kann heutzutage vollautomatisch vonstattengehen. Doch dafür braucht es eine Menge Ideen, Wissen und Material von außen – der augenoptischen Industrie.

Mit dieser Brillenglasreinigungsanlage ist eine vollautomatische Reinigung im Produktionsprozess möglich.
Die sauberen und getrockneten Gläser können vollautomatisch entnommen und weitergeleitet werden.



Prüf- und Verpackungsautomat

Tauchfärbelift

Jetzt wird's sportlich

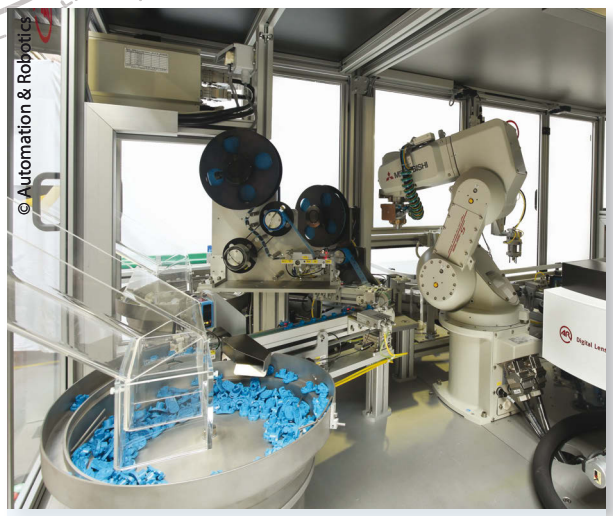
Egal ob Software, Auf- und Abblocken, Generieren, Polieren, Reinigen, Färben, Beschichten oder Verpacken und Versenden, alles ist vollautomatisch möglich. Natürlich bedarf es dazu mehr als meterweise Kabel und hunderte von Schrauben.

Die augenoptische Industrie bietet komplette Lösungen für die Fertigung von Brillengläsern an. Die Blanks werden bereits von Roboterhand in job-trays gelegt und mit einem Barcode versehen. Unter diesem sind sämtliche Parameter jedes einzelnen Auftrages hinterlegt. Ähnlich wie beim Zirkeltraining durchlaufen die Brillengläser danach die einzelnen Produktionseinheiten. Nun hat das Wort „Zirkeltraining" vielleicht einen faden Beigeschmack, weil es den einen oder anderen an die Schulzeit erinnert, und da war die Sportstunde mit dem anstrengenden Workout nicht gerade ein Highlight. Heute tut man es sich aber oft freiwillig an, sei es um das eine oder andere Kilo zu verlieren oder muskulöser zu werden. Die Brillengläser verlieren beim Fertigungsprozess zwar keine Kilos, aber sie erhalten ihre „Modelmaße".

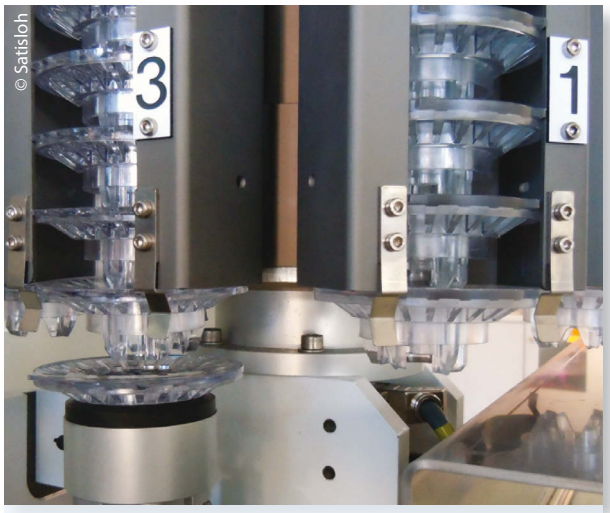
Auf einem Förderband durchlaufen sie in einem Auftragskasten das effektive Workout – und das ist alles andere als langweilig und öde. Jedes Modul der Fertigungsstraße weiß anhand des eingescannten Barcodes, was zu tun ist. Mechanische „Hände" entnehmen den Auftragskisten die zu bearbeitenden Brillengläser und befördern sie ins Innere der jeweiligen Maschine. Ist der Bearbeitungsschritt abgeschlossen, werden sie anschließend wieder sorgfältig zurück in ihr job-tray gesetzt. Das Förderband, welches die einzelnen Produktionsanlagen miteinander verbindet, befördert die

>>

Prüfanlagen für Rezeptgläser



Prüf-, Bedruckungs- und Blockieranlage für Rezeptgläser



Nucleo Block-Systems

Auftragskisten dann zur nächsten Einheit. Genau wie beim Sport unterscheiden sich die verschiedenen Stationen: Mal kommt es auf die Anzahl der Wiederholungen an, mal auf die Zeit. Einen entscheidenden Vorteil haben die Brillengläser jedoch, sie brauchen nicht Runde für Runde wiederholen und neu beginnen – eingetütet und verschickt wird kein zweites Mal.

Wunschlos glücklich

Das komplette System ist ideal auf einander abgestimmt und ermöglicht eine vollständige Automatisierung der Brillenglasproduktion. Wie zum Beispiel die On-Block-Bearbeitung von Satisloh. Dort befinden sich bereits mehrere aufgeblockte Blanks in einer Art Magazin. Jetzt muss nur noch die Auftragskiste unter das Magazin befördert werden und los geht's.

Bei dieser Methode bleibt das bereits geblockte Brillenglas während des gesamten Fertigungsprozesses auf ein und demselben Blockstück – sogar Alloy-frei. Mit diesem System geht's zum Fräsen und es folgen Drehen, Polieren, Beschichten, Randbearbeiten – alles auf demselben Blockstück. Erst wenn der letzte Arbeitsschritt erfolgt ist, wird das Blockstück mit einem Wasserstrahl entfernt.

Selbstverständlich können die Brillengläser auch separat geblockt werden, wie in Teil 2 (Ausgabe 03_2013) beschrieben. Alle Prozessschritte werden einzeln durchgeführt, mit individuellen Anlagen und Einheiten – ganz nach Wunsch.

Beim Färbeprozess zum Beispiel ist es möglich, die Brillengläser mittels eines Tauchfärbeliftes in die Farbbäder zu befördern, eine Spezialität des Dreieicher Unternehmens Team Henrich & Krall. Die damit verbundenen kontrollierten Bewegungsabläufe tauchen die Brillengläser nicht nur automatisch in das Färbebad, sondern es lassen sich dadurch auch reproduzierbare und konstante Färbeergebnisse erzielen. Eintauchtiefe und Färbezeit können nach Bedarf eingestellt werden.

Aber auch am Ende der Bearbeitungsstraße ist die Automatisierung noch nicht abgeschlossen. Das belgische Unternehmen Automation & Robotics zum Beispiel liefert individuelle Maschinen, die die Qualitätskontrolle und den Fertigungsprozess im Unternehmen optimieren. Sei es bei der Kontrolle, Inkjet-Markierung, Stempeln, Aufblocken, Signieren und Verpacken der Brillengläser. Die Fertigungsprozesse in der Brillenglasproduktion werden durch solche Maschinen und Messgeräte hinsichtlich Logistik und Qualitätskontrolle optimiert. Sei es durch Prüf- und Aufblockautomaten für Rezeptgläser über Auftragsbänder bis hin zum Lift für Auftragskisten. Sogar Prüf-, Signier- und Stempelroboter für Rezeptgläser sowie Verpackungs- und Versandautomaten hält die augenoptische Industrie bereit.

Lesen Sie hier die anderen Teile der Serie

Die Entstehung eines Brillenglases

Zusammenfassung der Technik-Serie

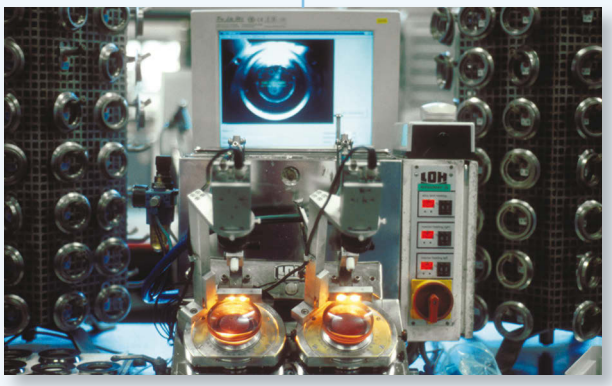
Wie entsteht eigentlich ein Brillenglas? Genau das konnten Sie in den letzten zehn FOCUS-Ausgaben ausführlich lesen. Wir haben Ihnen einen Einblick in die Entstehung des Brillenglases verschafft – von der Blank-Produktion über das industrielle Glasschleifen, Polieren und Veredeln, bis hin zur Qualitätskontrolle. Erst jetzt, nach all diesen Produktionsschritten, ist das Brillenglas bereit, in eine Fassung eingearbeitet zu werden. Mit dem heutigen zusammenfassenden Artikel ist diese Serie abgeschlossen.

FOCUS 2013_02

BLANK-PRODUKTION Teil 1

FOCUS 2013_03

BLOCKING Teil 2



von Isabel Spangemacher-Fürst

Blank-Produktion

Am Anfang der Produktionskette steht das Mischen des Rohmaterials.
Zur Herstellung von mineralischen Gläsern werden Quarz, Oxide, Pottasche und Soda mit Metalloxiden und –Fluoriden gemischt und bis zu 1.500°C erhitzt. Die so entstandene Glasschmelze wird mit einem Pressstempel in Formen gepresst. Nach einer tagelangen Abkühlung auf Raumtemperatur ist der mineralische Glasrohling fertig, der auch Blank genannt wird.
Seit 1947 haben die mineralischen Gläser Konkurrenz bekommen: Organische Brillengläser laufen ihnen den Rang ab. Der Wunsch nach immer dünneren Gläsern, höheren Indizes, aber auch nach besserem Tragekomfort und Sicherheit haben dazu geführt, dass Kunststoffgläser gefragter sind denn je. Der pulvrige oder flüssige Ausgangsstoff setzt sich aus einem oder mehreren Monomeren zusammen. Angereichert mit einem Indikator und weiteren Zusatzstoffen, fließt die Masse in Gießformen oder wird im Spritzguss-Verfahren in zwei Formschalen gespritzt, die mit einem Dichtungsring verbunden sind. Über 48 Stunden bei bis zu 130°C härtet das Material im Ofen. Danach werden die Formschalen entfernt, das Material langsam auf Raumtemperatur herabgekühlt und fertig ist der organische Blank.
Vom Blank bis zum fertigen Brillenglas ist es jedoch noch eine lange Reise, da neben der optischen Wirkung auch jegliche Art der Veredelung des Glases fehlt.

Blocking

Um den Blank sowohl mit der optische Wirkung, als auch mit Beschichtungen zu versehen, wird der Glasrohling aufgeblockt. Das bedeutet: Er wird mit einem Blockstück verbunden, das dann später in das Spannfutter der Schleifmaschinen und Co. gespannt wird.
Grundsätzlich gilt bei der Bearbeitung von Brillengläsern: Vorder- sowie Rückseite des Blanks werden nacheinander bearbeitet. Heutzutage ist die Vorderseite zumeist sphärisch, alles Weitere kommt auf die Rückseite.
Im ersten Schritt wird die Vorderseite mit einer Folie oder einer Lackierung geschützt. Mithilfe eines Haftmittels wird auf die Schutzschicht ein Metall-Blockring mit Spannteil „geklebt" – Blank und Spannteil sind nun fest und unflexibel miteinander verbunden. Nach der Bearbeitung der Fläche wird der Blockring vom Glasrohling abgeschlagen. Das Haftmittel, eine Metalllegierung namens „Alloy", wird geschmolzen und kann wiederverwendet werden.
Seit Jahrzehnten wurde als Haftmittel die giftige und krebserregende Metalllegierung Alloy verwendet. In den letzten zwei Jahren hat sich das Aufblocken stark gewandelt: Blockring und Alloy werden mehr und mehr durch Kunststoff ersetzt. Inzwischen gibt es verschiedene Varianten auf dem Markt, bei denen Kunststoff als Blockring und UV-Kleber als Haftmittel erfolgreich eingesetzt werden.

Generating/Surfacing

Nun beginnt die Reise des aufgeblockten Glasrohlings im Generating – die Rezeptfläche wird erzeugt. Um aus dem ca. 9 mm großen und 25 mm dicken Glasrohling ein Brillenglas mit optischer Wirkung zu machen, muss erst einmal gefräst werden. In unter 20 Sekunden reduziert die Fräse Durchmesser und Dickes des Blanks, wodurch die Rückfläche die benötigte Form erhält. Sphäre, Torus und Progression sind nun weitgehend fertig.
Um die raue Oberflächenqualität zu optimieren, geht es der Glasoberfläche mit einem Diamantwerkzeug an den Kragen. >>

FOCUS 2013_04
GENERATING
Teil 3

FOCUS 2013_05
REINIGUNG
Teil 4

Moderne Entspiegelungsanlage

Der Blank dreht sich um seine eigene Achse, während ein Diamant exakt in die Tiefen des Glases sticht – genau so, wie es das Design erfordert, das zuvor für dieses eine Glas berechnet und programmiert wurde. Zuletzt bekommt das Glas noch eine Mikrogravur und erhält für den Feinschliff eine Politur.

Reinigung

Die nächsten Schritte stehen an: das Färben und das Beschichten. Um in den Genuss von Farbe zu kommen oder um eine edle Entspiegelungsschicht zu erhalten, müssen die Gläser intensiv gereinigt werden. Fingerabdrücke, Poliermittel, Fette, Öle – alles muss runter, nichts darf mehr an den Gläsern haften. Es gibt drei Varianten, um Brillengläser zu reinigen: manuell mit der Hand, mechanisch mit Ultraschalltechnik oder mit Bürsten und Luftdruck.

Mit Schwämmchen geht es den Verunreinigungen beim manuellen Reinigen von Hand in einem Wasserbad an den Kragen. Bei der mechanischen Ultraschalltechnik geht es dagegen schwingend zur Sache: Die Reinigungsflüssigkeit wird mittels Ultraschall in Schwingung versetzt. Durch auftretende Unter- und Überdruckbereiche bilden sich an der Oberfläche mikroskopisch kleine Vakuumbläschen. Treffen an diesen Bläschen die Ultraschallwellen auf, implodieren die Bläschen sofort. Die so entstehenden Kräfte lösen intensiv und schonend Partikel an der Oberfläche des Reinigungsgutes, das in unserem Fall das Brillenglas ist.

Manchmal wird aber auch zur Bürste gegriffen, auch dabei wird das Glas schonend und porentief rein. Bürsten mit weichen Fasern gleiten mit chemischen Reinigungsmitteln über die Glasoberfläche. Dabei werden Verunreinigungen entfernt. Anschließend trocknen Heißluft, Infrarotlicht oder Vakuum die Gläser – und ab geht es zum Färben, oder zur Beschichtung.

Färben

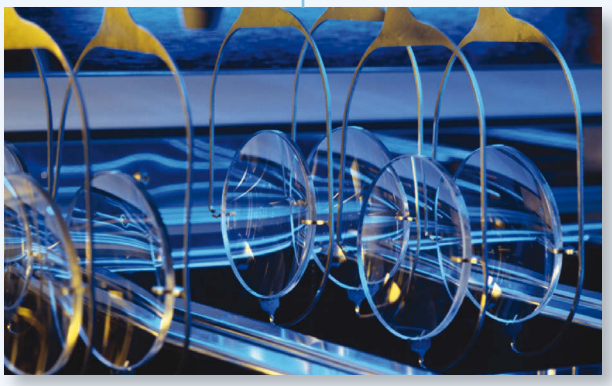
Wenn es um das Thema Färben geht, dann müssen die Gläser nach Materialien getrennt behandelt werden. Die gängigste Methode bei organischen Gläsern ist das Tauchverfahren. Kunststoffgläser lassen sich durch Eintauchen in heiße Farbstofflösungen nahezu beliebig einfärben. Bevor die organischen Brillengläser in den farblichen Genuss kommen, nehmen sie ein Vorbehandlungsbad in einer mit Tensiden und Alkoholen getränkten Lösung. Danach tauchen die Gläser in ein Bad, bestehend aus Wasser und darin enthaltenen Farbpigmenten. Die Flüssigkeit ist bis zu 97°C warm, so dass sich die molekulare Netzstruktur des Kunststoffes weitet. Dadurch können die im Wasser schwimmenden Farbpartikel in die Oberfläche des Kunststoffglases eindringen. Bei dem anschließenden Abkühlen verschließt sich die Oberflächenstruktur wieder und die Farbpigmente sind im Material eingeschlossen.

FOCUS 2013_06

FÄRBEN
Teil 5

FOCUS 2013_07/08 + FOCUS 2013_09

BESCHICHTEN
Teil 6



Handelt es sich aber um mineralisches Glas, so geht es heutzutage meistens ab zum Bedampfen. Das Glas wird auf bis zu 300°C erhitzt und dann mit Gemischen aus lichtabsorbierenden Metalloxiden einseitig bedampft. Durch dieses Verfahren erhalten die Gläser eine einheitliche Tönung auf der gesamten Fläche, allerdings ist die Angebotspalette hier stark begrenzt.

Beschichten

Gefärbt oder nicht, mineralisch oder organisch – kaum ein Brillenglas geht heute ohne Beschichtung über den Tresen. Mal eben eine Schicht auf das Glas packen, das geht leider nicht. Der Vorgang ist höchst kompliziert, da jede noch so dünne Schicht einen Einfluss auf die optische Wirkung des Glases hat. Feintuning wird hier großgeschrieben, ob beim Härten, beim Entspiegeln oder beim Top/Clean-Coat.
Die verschiedenen Glasmaterialien erfordern unterschiedliche Varianten, um Beschichtungen aufzubringen. So wird zum Beispiel mal getaucht, es findet ein Ionenaustausch statt, die Gläser werden lackiert oder das Material wird aufgedampft. Welche Variante auch immer zum Einsatz kommt, im Anschluss sind die Gläser fast fertig, nur die Bestempelung und die finale Gravur fehlen noch.

Qualitätskontrolle & Gravieren

Doch bevor das Glas bestempelt und graviert werden kann, findet abschließend nochmals eine Qualitätskontrolle statt. Abschließend? Nochmals? Ja, denn auf seinem bisherigen Weg wurde das Glas bereits mehrere Male kontrolliert. Mal subjektiv mit dem bloßen Auge und manuell von Hand, mal objektiv von Maschinen. Dabei wurden sowohl eventuelle Einschlüsse von Schmutzpartikel im Material (manuell) als auch die eingeschliffenen Werte und das Glasdesign kontrolliert (objektiv). Scheitelbrechwertmesser und PowerMapping sind hier bei der objektiven Qualitätskontrolle die Schlagworte.
Langsam neigt sich die lange Reise des Glases in der Schleiferei dem Ende zu. Es fehlt nur noch ein durchaus wichtiger Schritt: Ohne Bestempelung und Lasergravur kann kaum ein Glas eingeschliffen werden. An die kleinen, feinen Markierungen werden sehr hohe Ansprüche gestellt. Einige sollen dauerhaft teils einfach, teils schwer sichtbar sein, so zum Beispiel das Zeichen des Herstellers. Andere sollen hingegen deutlich sichtbar sein, sich aber leicht entfernen lassen, beispielsweise der Fern- und Nahpunkt. Die Markierungen werden entweder mittels Laser während des Produktionsprozesses in das Glas eingebrannt, oder sie werden ganz am Ende auf das Glas gestempelt.

Automatisierung

Teilweise von Hand, teilweise von Maschinen bearbeitet, ist das Brillenglas nun fertig. Doch auf einen Punkt wurde bisher noch nicht eingegangen: die Automatisierung.
In der Industrie ist die Unterstützung durch Roboter und Maschinen nicht mehr wegzudenken. Inzwischen ist es sogar möglich, ein Brillenglas vollautomatisch herzustellen! In hochmodernen Schleifereien läuft alles wie von Geisterhand ab: Nachdem eine Bestellung in der Schleiferei angekommen ist, befördern kleine Behälter das Glas auf Laufbändern in der Schleiferei automatisch von Station zu Station. Aufblocken, Generieren, Polieren, Reinigen, Beschichten – jeder Schritt läuft nach einem zuvor von der Software ausgeklügelten System ab. Am Ende wird das fertige Brillenglas sogar vollautomatisch verpackt. ■

Lesen Sie hier alle Teile der Serie

FOCUS 2013_10 + FOCUS 2013_11

QUALITÄTS-KONTROLLE & GRAVIEREN Teil 7

FOCUS 2013_12

AUTOMATISIERUNG Teil 8