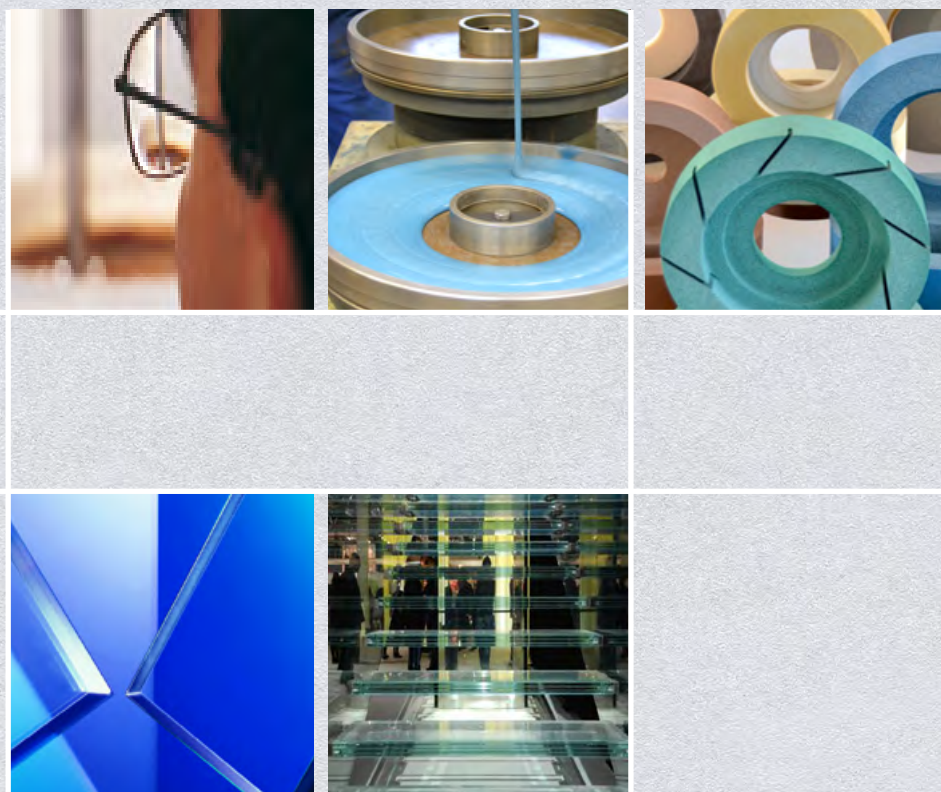




Polieren von Glaskanten mit elastisch gebundenen Schleifwerkzeugen

ARTIFEX Dr. Lohmann GmbH & Co. KG
Feldstrasse 8 · DE-24568 Kaltenkirchen, Germany
Telefon: 04191 935-0
info@artifex-abrasives.de
www.artifex-abrasives.de

KURZFASSUNG

Flachglas ist ein universeller Werkstoff für die Gestaltung von Fassaden, Möbeln, Badezimmereinrichtungen und vieler anderer Dinge, die aus dem täglichen Leben nicht weg zu denken sind.

Neben Design von Form und Farbe kommt dabei der Politur der Glaskante besondere Bedeutung zu.

Auf ein- oder doppelseitigen Glasbearbeitungsmaschinen werden zunächst Geometrie und Vorschleiß mit Diamantwerkzeugen bewerkstelligt.

Anschließend erfolgt eine Politur der Glaskanten mit elastisch gebundenen Schleifwerkzeugen. Dabei kommen als erstes Polyurethan- oder Gummibindungen mit Korund als Abrasiv zum Einsatz. Abschließend findet eine Hochglanzpolitur mit Ceroxid in Kunstharz- oder Gummibindung statt.

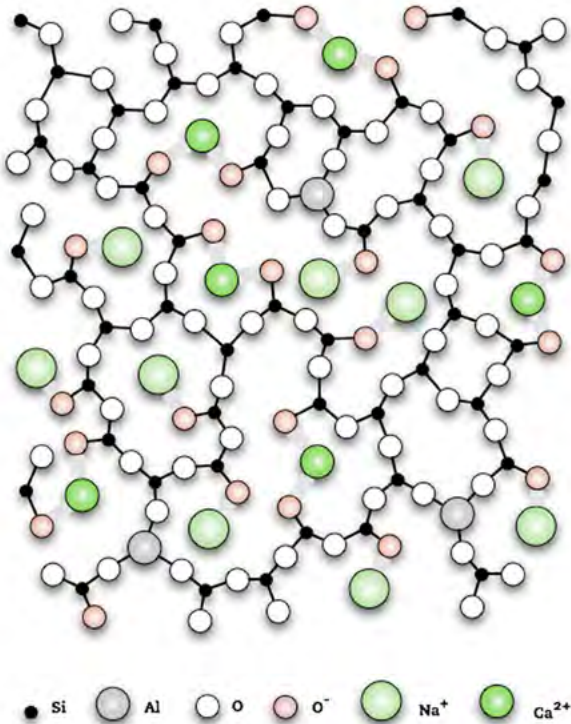


Das Ergebnis ist eine hochglänzende Glaskante.

WERKSTOFF FLACHGLAS

Glas darf man sich als eine eingefrorene Flüssigkeit vorstellen, die eine amorphe und damit im Gegensatz zu anderen Werkstoffen keine kristalline Struktur aufweist¹.

Die chemische Zusammensetzung von Flach- oder Floatglas ist in EN572² festgelegt:



Grafik nach³

SiO ₂ :	69 - 74%
Na ₂ O:	12 - 16%
CaO:	5 - 12%
MgO:	0 - 5%
Al ₂ O ₃ :	0 - 003%

Struktur Natron-Kalk-Glas

(Foto www.wikipedia.org/wiki/glas)

Hierbei handelt es sich um ein sogenanntes Natron-Kalk-Glas. Die Herstellung⁴ von Floatglas beginnt mit dem Schmelzen der Rohstoffmischung bei ca. 1560 °C. Danach wird die Glasschmelze auf ein Floatbad aus flüssigem Zinn geleitet.

Die Masse schwimmt („float“) als endloses Band auf einem planen Zinnbad. Dabei bildet sich ein planparalleles, verzerrungsfreies Glasband von hoher optischer Qualität.

Abschließend erfolgen eine langsame Abkühlung, die Qualitätskontrolle und der Zuschnitt auf Tafeln von üblicherweise 3 x 6 m.

Das so hergestellte Flachglas besitzt eine Dichte von etwa 2,5 g/cm³ und weist neben einer Zugfestigkeit von 30 MPa ein Elastizitätsmodul von 70.000 MPa⁵ auf.

Aus Flachglas werden vielfältige Produkte für das tägliche Leben erzeugt: Spiegel, Duschkabinen, Virtrinen, Regale, Cerankochfelder, Backofenfenster, Boden und Wandbelege, Balkonbrüstungen und Treppenstufen.

MASCHINEN FÜR DIE FLACHGLASBEARBEITUNG

Die Bearbeitung von Flachglas erfolgt nach dem Zuschnitt entweder auf einseitigen oder doppelseitigen (hier werden zwei gegenüberliegende Kanten gleichzeitig gefertigt) Kantenschleifautomaten.



Einseiter Fa. Neptun
(Werkfoto ARTIFEX)

In der Regel wird mit Diamantwerkzeugen in Topfform die Kante für die Politur vorbereitet. Hier kommen zunächst grobe, teilweise segmentierte Werkzeuge mit Diamanten in metallischer Bindung (D107 und danach D76) zum Einsatz. Der Schliff wird beendet mit einem feinen (D54) Metall- oder einem (D64) Kunstharz gebundenen Schleiftopf.

Für die Säume erfolgt der Vorschleiff mittels Metall gebundenen Töpfen in D54. Gekühlt wird der gesamte Prozess mit Wasser, dem ggf. noch chemische Hilfsmittel (Korrosionsschutz, Absetzbeschleuniger etc.) zugesetzt werden.

WERKZEUGE FÜR DIE FLACHGLASBEARBEITUNG

Die Vorpolitur erfolgt mit unterschiedlichen Werkzeugen in elastischer Bindung. Eine typische Korngrößenabstufung beginnt mit Korund in F40 und arbeitet dann mit Korund F60 sowie abschließend mit feinen Korundkörnungen (F120 bzw. F180) für einen guten ‚Industrieglanz‘. Soll die resultierende Glaskante hochglänzend sein, so wird auf der letzten Station entweder mit einem Filztopf und einer Ceroxidsuspension (in einem extra Kreislauf) poliert oder ein Ceroxid-Poliertopf (ohne speziellen Kühlwasserkreislauf) eingesetzt.

Für die Saumpolitur werden in der Regel sehr harte aber dennoch elastische Werkzeuge mit feinem Edelkorund (F400) in Kunstharzbindung verwendet.



Doppelseiter Fa. Benteler
(Werkfoto BENTELER)

Nach der Fertigstellung der Kanten erfolgen weitere Bearbeitungsschritte wie das Anbringen von Bohrungen, Waschen und ggf. Tempern für die Herstellung von Einscheibensicherheitsglas (ESG). Dies geschieht u.a. auf vollautomatischen Fertigungsstraßen, die am Einlauf mit fertig zugeschnittenem Glas beladen werden und am Ende komplett bearbeitete und gereinigte Bauteile auf Paletten ablegt.

PROZESSE BEI DER FLACHGLASBEARBEITUNG

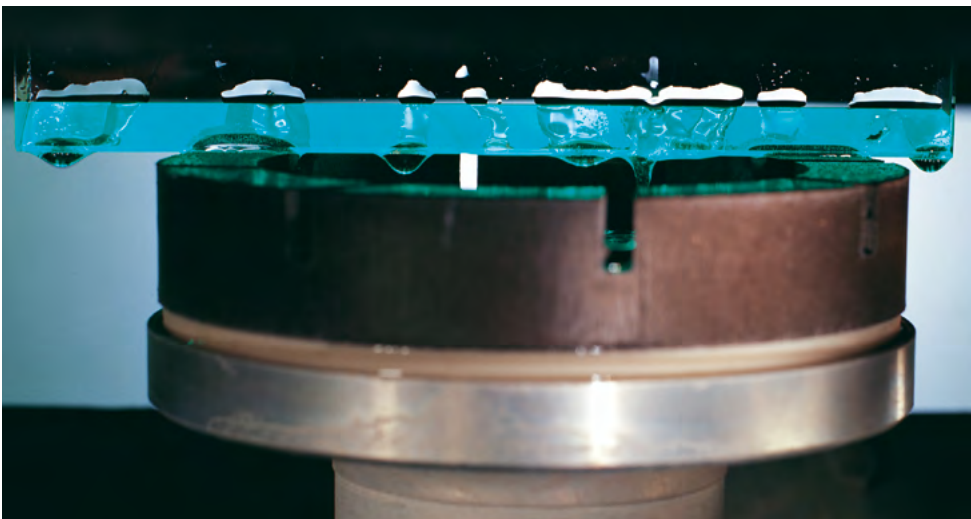
Während der Vorschleif mit Diamantwerkzeugen sicherlich als ‚echter‘ Schleifprozess gelten kann - dafür sprechen die raue Oberfläche und das Glasmehl im abgeführten Kühlwasser - so sind die Prozesse bei der folgenden Vor-Politur unseres Wissens noch nicht eindeutig geklärt. Klocke und König⁶ diskutieren dafür 4 Hypothesen:

- Die Abtraghypothese:

Das härtere Poliermittel erzeugt feinste Risssysteme bzw. Mikrospäne an der Glasoberfläche.

- Die Fließhypothese:

Die Rauheitsspitzen der Glasoberfläche werden durch plastische Verformung unter dem eingebrachten Druck und der Reibungswärme eingeebnet.



Elastische Schleifscheibe im Einsatz
(Werkfoto Artifex)

- Die chemische Hypothese:

Das als Kühlschmiermittel eingesetzte Wasser bewirkt eine Korrosion der Glasoberfläche in einer Randzone, beschleunigt durch das Poliermittel⁷.

- Die Reib-Verschleiß-Hypothese:

Bei der Auflösung der Glasoberfläche im Wasser treten neben mechanischen Effekten auch chemische Effekte auf. Letztere sind bedingt durch das Vorhandensein energetischer Fehlstellen im Kristallgitter des Poliermittels. Es gibt eine Reibhaftung zwischen Korn und

PROZESSE BEI DER FLACHGLASBEARBEITUNG

Die chemische Zusammensetzung der elastischen Vorpolitur-Werkzeuge mit dem Bindemittel Polyurethan bzw. Gummi und Schleifkörnern aus Korund (Aluminiumoxid) schließt einen chemischen Prozess sicherlich aus. Untersuchungen zum Schleifen von optischen Gläsern legen die Vermutung nahe, dass es sich hierbei um ein duktiles Schleifen handelt⁸.

Dafür spricht auch, dass im Gegensatz zu den mit Diamantwerkzeugen vorgeschliffenen Kanten keine Risse, Ritze oder andere Spuren einer spröden Spanbildung mehr zu sehen sind. Eine genauere Untersuchung dieser Fragestellung findet derzeit statt.



Glaskanten (1 Diamantvorschleiff, 2 Vorpolitur, 3 Hochglanzpolitur)
(Werkfoto ARTIFEX)

Bei der Hochglanzpolitur mit Ceroxid als Poliermittel in einer Bindung aus Gummi oder Kunstharz kann man von einem chemisch-mechanischen Vorgang ausgehen, ähnlich dem CMP-Prozess mittels Ceroxid in wässriger Suspension.

ELASTISCHE SCHLEIFWERKZEUGE

Elastische Schleifwerkzeuge bestehen zunächst aus den üblichen abrasiven Stoffen, wie Siliziumcarbid, Korund oder anderen Poliermitteln als Schleifmaterial.

Die besonderen Werkzeugeigenschaften treten mit dem Trägermaterial hinzu: Bringt man das Schleifmaterial in eine Matrix aus elastischen Werkstoffen wie Polyurethan oder Kautschuk ein, erhält man Schleifwerkzeuge in passenden Elastizitätsgraden für den jeweiligen Anwendungsbereich.



Rohstoffe der Polyurethanbindung
(Werkfoto ARTIFEX)

Die Faktoren Härte, Elastizität, Kornart, Korngröße und Kornanteil lassen sich verschieden kombinieren und variieren. Auf diese Weise wird eine perfekte Einstellung auf die jeweilige Schleif- oder Polieraufgabe erzielt. Die Herstellung von elastischen Schleifwerkzeugen ist ein chemischer Prozess.

ELASTISCHE SCHLEIFWERKZEUGE

Ausgehend von flüssigen oder weichen Ausgangsmaterialien wird nach dem Vermengen von Bindungsmatrix und abrasiven Partikeln die Mischung in Formen gegeben und darin ausgehärtet.

Ausgangsstoffe für die Polyurethanbindung sind sogenannte Di-Isocyanate und Polyole, kombiniert mit Kettenverlängerern, Additiven und Katalysatoren.

Bei der Herstellung von Werkzeugen auf Basis von Polyurethan wird in der Regel ein flüssiges Bindungssystem, portionsweise mit dem Schleifkorn oder durch kontinuierliche Zugabe vermischt.



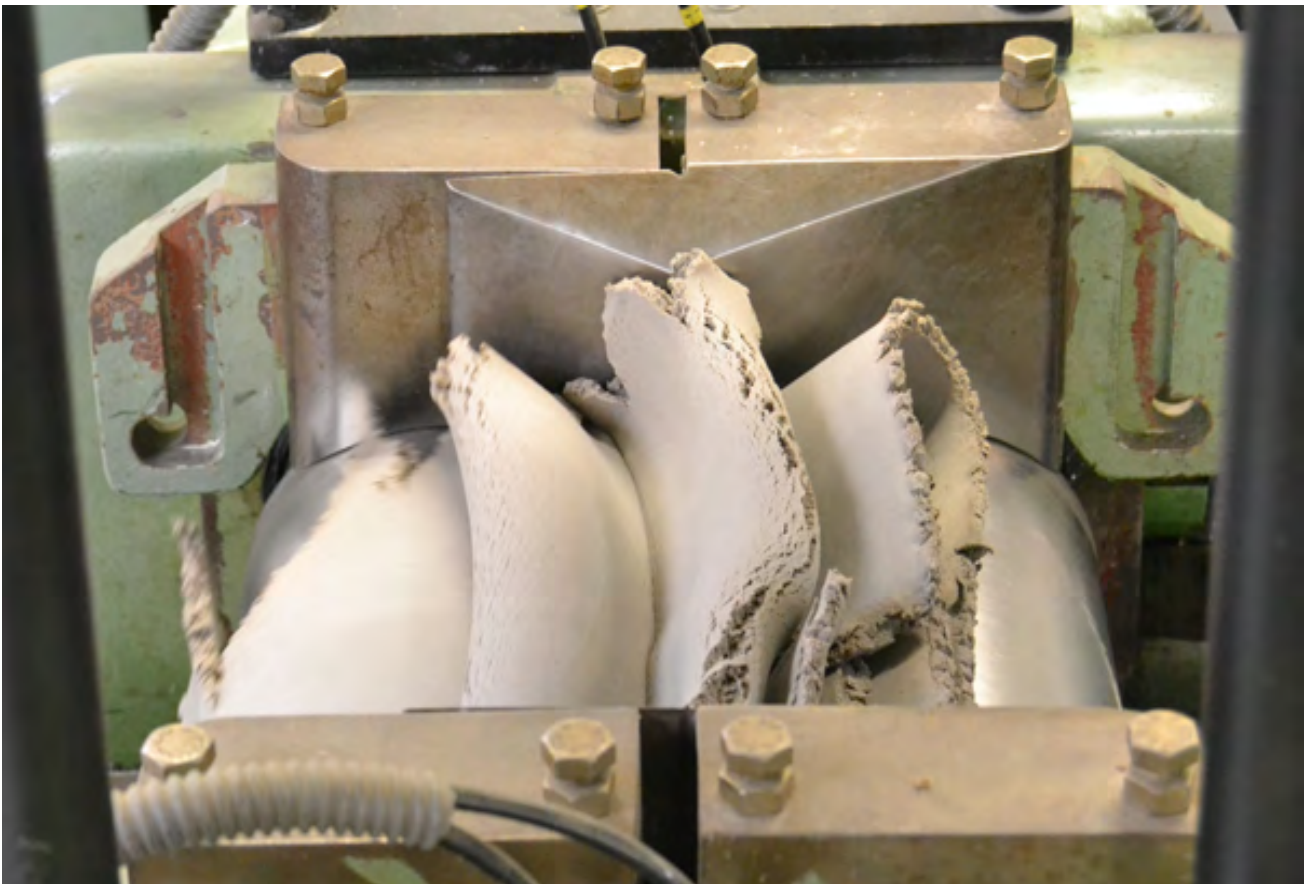
Abfüllen der Masse in Formen
(Werkfoto ARTIFEX)

Nach dem Abfüllen in die Form reagiert das System aus Trägermaterial und Abrasivum und geht langsam in den gewünschten Festzustand über. Das Bindungssystem Polyurethan kann wie ein chemischer ‚Baukasten‘ aufgefasst werden. Insbesondere die Variation der Polyolkomponente als ‚polymerbackbone‘ erlaubt eine große Bandbreite von Eigenschaften wie Härte, Elastizität und Abriebsverhalten.

So können Bindungen aus schwammartig weichen bis zu feinporös harten Schaumstoffen erzeugt werden.

ELASTISCHE SCHLEIFWERKZEUGE

Systeme mit dem Trägermaterial Kautschuk werden, wie in der Gummiindustrie üblich, auf Mischwalzen hergestellt. Ausgangsbasis hierfür können die unterschiedlichsten reinen Kautschuke (Naturkautschuk NR, Nitrilkautschuk NBR, Butylkautschuk BR, Polychloroprenkautschuk CR u.a) oder Mischungen daraus sein.



Herstellungsprozess Gummibindung
(Werkfoto ARTIFEX)

In diesem Herstellungsprozess werden Schleifkorn und Hilfsmittel langsam in den Kautschuk eingewalzt. Danach wird die gewonnene Rohmischung in die gewünschte Form gebracht und mit Wärme vulkanisiert.

Anschließend werden die Schleifwerkzeuge auf Bearbeitungsmaschinen wunschgemäß konfektioniert.

Für die Hochglanzpolitur mit Ceriumoxid wurde im Hause Artifex eine spezielle Kunstharzbindung entwickelt.

Auch hier wird das Poliermittel nebst Hilfsstoffen in die flüssige Bindungsmittelmischung eingebracht.

Nach dem Aushärten und Tempern erfolgt wie oben beschrieben die entsprechende Konfektionierung.

Ebenso sind Gummi gebundene Ceroxid-Töpfe erhältlich.

Elastische Schleifwerkzeuge sind seit Jahrzehnten in der Glasbearbeitung gut eingeführte Werkzeuge.



Produktsortiment
(Werkfoto ARTIFEX)

Aktuelle Entwicklungen zielen auf Verbesserungen der Produktivität (d.h. höherer Glasdurchsatz bei gleichem Glanz), der Werkzeugkosten (z.B. Ersatz von Gummi gebundenen Werkzeugen durch günstigere Bindungssysteme wie z.B. Polyurethane) oder die Erzeugung von Hochglanz ohne das problematische Ceroxid. Für Entwickler und Produzenten elastischer Schleifwerkzeuge entstehen so immer wieder neue Herausforderungen.

Koch, J.: Polieren von Glaskanten mit elastisch gebundenen Schleifwerkzeugen. Konferenzbeitrag, 4th European Conference on Grinding (ECG) – Schleiftechnik im Wettbewerb, Hrsg.: Brinksmeier, E.; Klocke, F.; Werner, K., Bremen, Germany, 27.-28.11.2014, S. 14-3 – 14-9, ISBN 978-3-00-043766-3.

Autor: Dr. Jan Koch, ARTIFEX Dr. Lohmann GmbH & Co. KG, Kaltenkirchen

Bibliography:

- 1 Holleman/Wiberg, Lehrbuch der anorganischen Chemie, deGruyter Verlag, Berlin 1985, S. 779 (Anorganic Chemistry)
- 2 Glas im Bauwesen- Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas- Teil1, Deutsche Fassung EN 572-1, Beuth Verlag, Berlin 2012 (Glass in Civil Engineering – Base products of soda-lime silicon glass)
- 3 Nach www.wikipedia.org/wiki/glas, 31.5.2013
- 4 www.glastroesch.de/service/wissen/wissenswertes/floatglassherstellung.html, 31.5.2013
- 5 Nach www.wikipedia.org/wiki/glas, 31.5.2013
- 6 Klocke/König, Fertigungsverfahren Schleifen, Honen, Läppen, Springer Verlag, Berlin, 4. Auflage 2005, S. 404 ff. (Production processes Grinding, Honing, Lapping)
- 7 Fraunhofer IPT, Institut für Gesteinshüttenkunde, Optimierung der chemischen Einflüsse bei der mechanischen Politur von Glas, AIF Forschungsvorhaben 12063N, Aachen 2001, S.19 (Optimization of chemical Influences for mechanical finishing of glass)
- 8 Dambon, Fraunhofer IPT WZL Aachen, Präzisionsbearbeitung von sprödharten Materialien für optische Anwendungen, Workshop Optokeramiken, Mainz 2010, S. 9-10 (Precision processing of brittle materials)