

**„Old but Gold“  
Wiederverwendung von historischem  
Fensterglas in der Denkmalpflege &  
Restaurierung (Re-Use)**

*Heiko Schanze, Lothar Herlitze,*

*Sollingglas Bau und Veredelungs GmbH & Co. KG,  
Hinter den Höfen 2, 37691 Derental*

*Zerbrechlicher Zauber: Glas im Kulturgutschutz,  
Tagung & Exkursion, Jena 20.-21 März 2025*



- Ist-Situation bei der Wiederverwendung historischer Gläser darstellen
- Denkmalpflegerische Wertigkeit der historischen Gläser als erhaltenswerte Bausubstanz in den Fokus rücken
- Möglichkeiten für einen Einsatz historischer Originalgläser bei der Restaurierung und eine weitergehende Funktionalisierung für neue Nutzungsformen aufzeigen
- Stakeholder und Entscheider für die Durchführung von Beispielprojekten mit Einsatz von Originalgläsern gewinnen
- Notwendige Technologieentwicklungen für einen erfolgreichen Wiedereinsatz historischer Gläser präsentieren und resultierende Systemanforderungen für Gebäude und Fenster darstellen.

### ***Fa. Sollingglas:***

- Sollingglas wurde 1976 in Derental im Solling gegründet.
- Wir sind eine Manufaktur mit ca. 37 Mitarbeitern.
- Wir produzieren hauptsächlich Isolierglas für den Haustürenbereich , Gläser für die Restaurierung und technische Gläser mit sehr vielen unterschiedlichen Bearbeitungen.
- Seit 2013 wird auch Einscheibensicherheitsglas (ESG) und Verbundglas, Verbundsicherheitsglas (VSG) hergestellt.
- Seit 2014 Thermische Vorspannung, VG und Isolierglasprodukte mit Restaurationsgläsern



# Einleitung und Vorstellung

**Glas- ein wertvoller Werkstoff mit langer Geschichte**

Natürliches Obsidian-Glas :  
Werkzeug, Schmuck, Spiegel, Waffen



Quelle:  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3160491>

Glaskelch Thutmosis III,  
ca. 1450 v. Chr., Ägypten

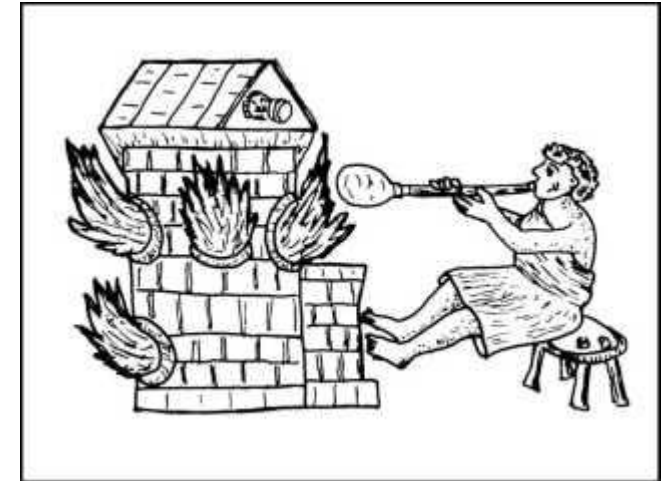


Quelle: [Obsidian blades, Keros-Syros group, AM Syros, 180238 - Obsidian - Wikipedia](#)



Quelle: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10688790>

Erste **Fensterscherben** (seit dem 1. Jhd.) aus  
römischer Therme, Zürich (Vicus Turicum)



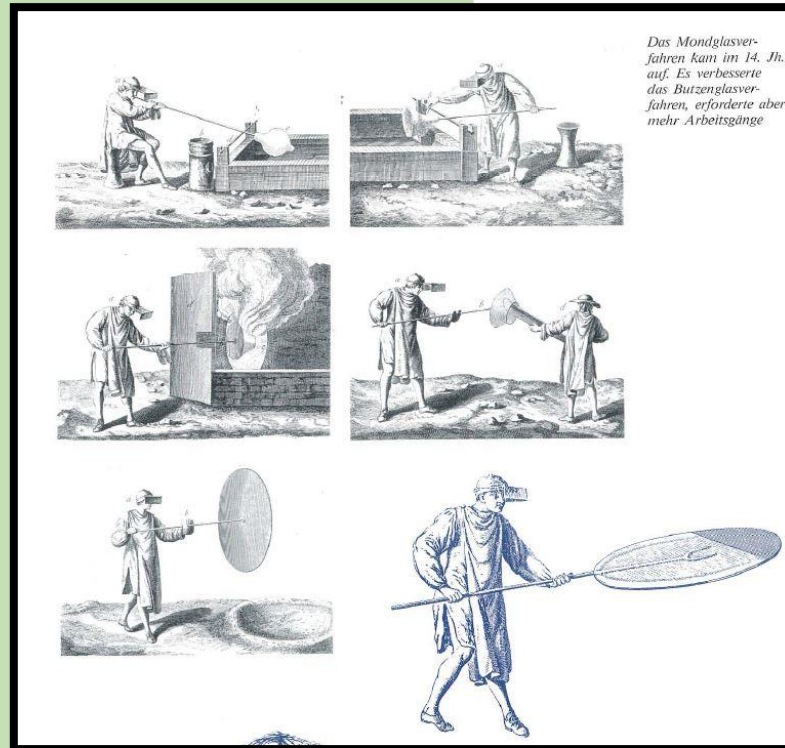
Quelle: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=624351>

Glasmacher aus : Hrabanus Maurus De  
Universo, Handschrift um 1023, Kloster  
Montecassino



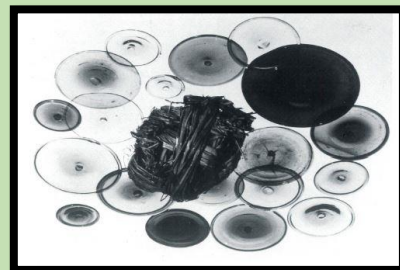
# Die Herstellung von Fenstergläsern im Wandel der Zeit

Butzenglas-Herstellung  
um 1500 /3/

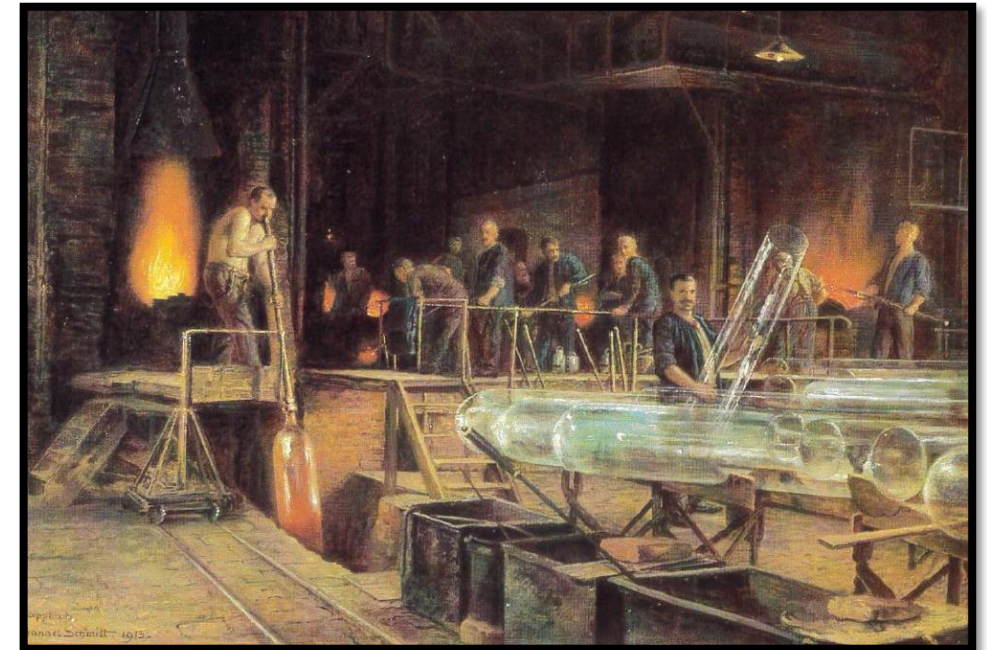


Das Mondglasverfahren kam im 14. Jh. auf. Es verbesserte das Butzenglasverfahren, erforderte aber mehr Arbeitsgänge

Herstellung von Mondglas im 18. Jhd. /2/



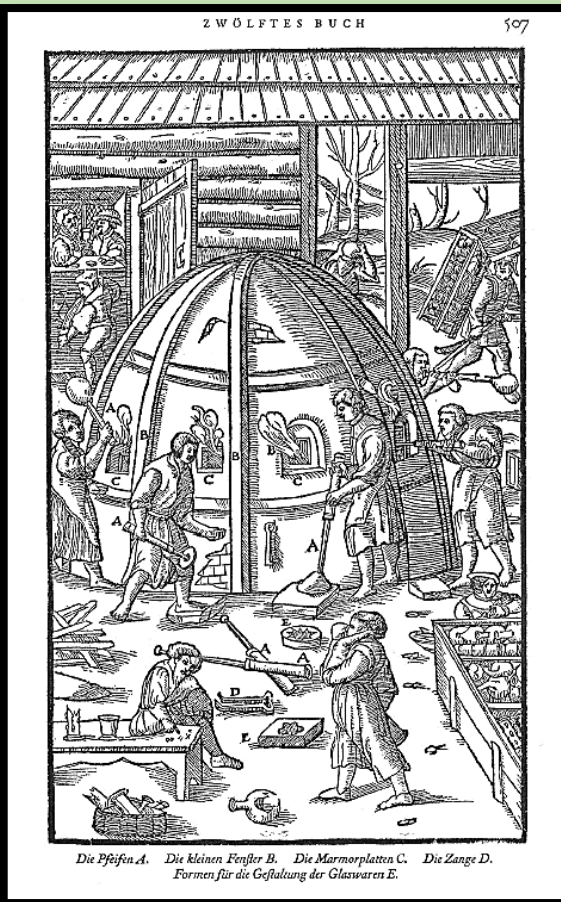
Mittelalterliches Butzenglas /2/



Herstellung von mundgeblasenem Zylinderglas bis 1920 /2/



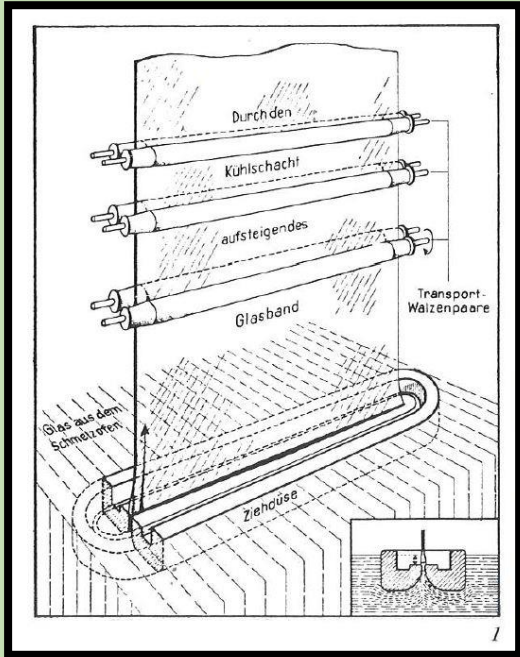
Kristallpalast London  
um 1851, 84 000 m<sup>2</sup>  
mundgeblasenes Glas /2/



Die Pfeifen A. Die kleinen Fenster B. Die Marmorplatten C. Die Zange D. Formen für die Gestaltung der Glaswaren E.



# Die Herstellung von Fenstergläsern im Wandel der Zeit - Ziehverfahren



Fourcault-Verfahren um 1900/2/



**Schema des Ziehvorgangs.**

Labels in schematic: Luftgekühlte Biegewalze, Glasband, Schmelze aus der Wanne, In den Kühlkanal, Ziehherd, Schmelze, Kühlkanal, Kühlwasser, Führungsrollen mit Antrieb, Kühler.

Photograph 3: Interior view of a large industrial glass factory.

Photograph 4: Workers operating a large glass table in a factory.

Libbey-Owens – Verfahren ab 1915 /2/

**Das Gemenge**

**Das Float**  
Durch Schmelzen und Läutern entsteht eine homogene Glasmasse. Das flüssige Glas gelangt auf ein Zinnbad, auf dem sich die Schmelze zu einem Glasband von 3 mm bis 12 mm Dicke ausdehnt.

**Kühlkanal**  
Auf einer Länge von 250 m sinkt die Temperatur des Glases langsam bis auf Raumtemperatur ab.

**Schmelzwanne**  
– erdgasbefeuert  
– Fassungsvermögen 2000 Tonnen  
– Temperatur ca. 1550 °C

**Schneideanlage**  
Eine CNC-gesteuerte Schneidbrücke teilt das Glasband in Tafeln im Format 6,00 m x 3,21 m

**Kontrolle**  
Kontinuierliche Online-Überwachung der definierten Qualität

**Abstapeln**  
Am Produktionsende stapeln Vakuumsauger die riesigen Glas tafeln auf Gestelle

**Innenlader**  
Des Floatglas wird auf Glasgestellen, die voll beladen, 22 Tormen wiegen, in Spezialtransportern ausgeliefert

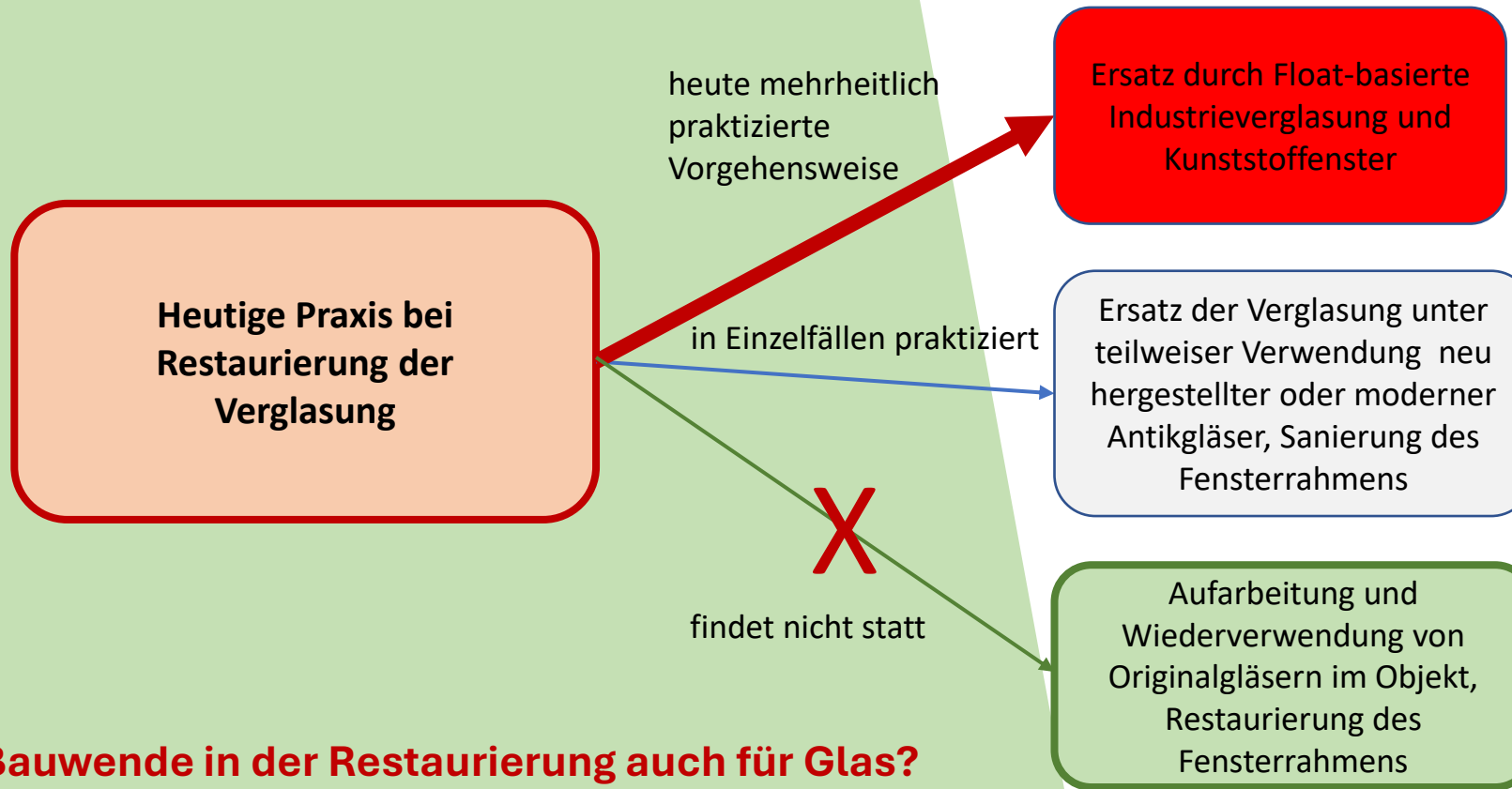
**Steuerwarte**  
Hier haben Techniker alle Vorgänge „auf dem Schirm“

**Das Gemenge setzt sich zusammen aus:**

- 60 % Quarzsand
- 20 % Kalk und Dolomit als Stabilisatoren
- 20 % Soda und Sulfat als Flussmittel.

Float-Verfahren ab 1959 /4/

## Was passiert derzeit mit der Verglasung bei der Restaurierung historischer Gebäude ?



Austausch der Verglasung.

Die Originalgläser landen auf der Deponie und sind damit unwiederbringlich verloren. Die originäre Anmutung der Fassade geht verloren, kostengünstigste Lösung.

Die Originalgläser landen auf der Deponie und sind damit unwiederbringlich verloren. Die originäre Anmutung der Fassade wird partiell wieder hergestellt.

Nachteil: Verwendung teurer Antikgläser

Die Originalgläser werden im historischen Kontext mit erweiterter Funktionalität wieder verwendet. Materialität und Authentizität ist gewährleistet.

Nachteil: komplizierte Aufarbeitung, etwa auf dem Kostenniveau der Antik-Ersatzgläser.

Vorgehensweise muss noch technologisch ausgearbeitet werden

### Bauwende in der Restaurierung auch für Glas?

#### Forderungen:

- *Erhöhung des Stellenwertes von Glas bei der Restaurierung von Gebäuden*
- *Änderung der heutigen Vergabepaxis für Verglasungen im Denkmalschutz*
- *Forderung nach Wiedernutzung auch des Glases durch die Entscheider bei der Restaurierung*

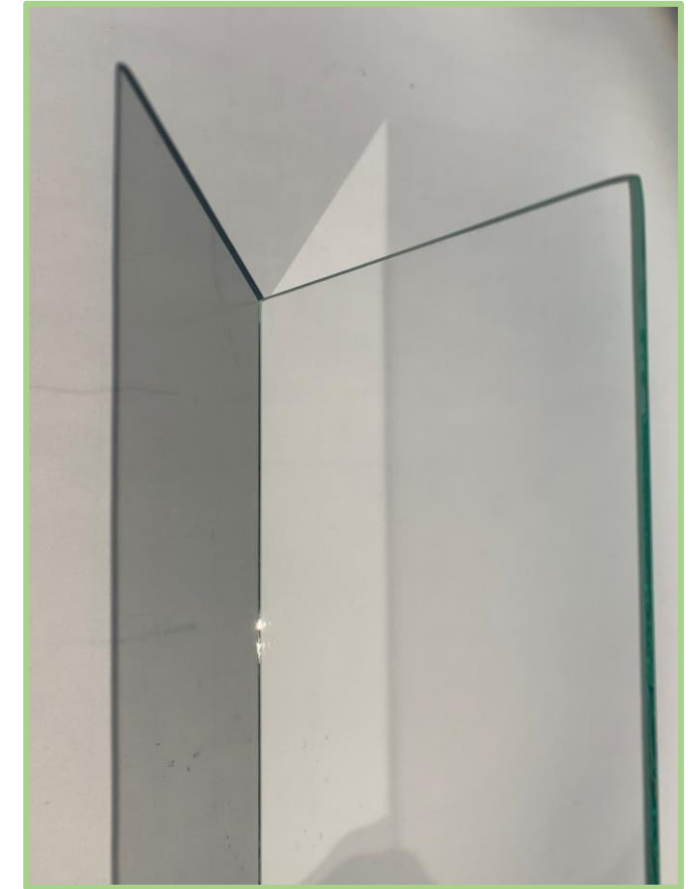


# Authentizität historischer Gläser-Identifizierung von Glasart und Herstellungsverfahren mittels Schattenbild-Projektion



Abb. 2. Originale Verglasung der sog. Wilhelmstpost in Bamberg, © Ruth Tenschert, KDWT

„lebendige“ Originalverglasung nach /6/

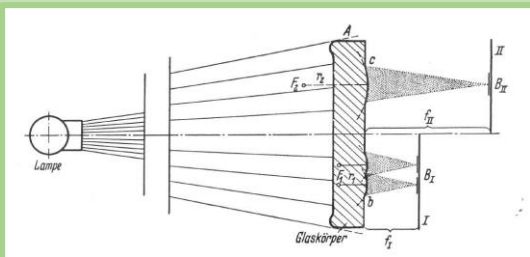


Beispiele für typische Schattenbild-Projektion-Bilder

a) Historisches mundeblasenes Glas

b) Verbundglas aus Restauro-Glas

c) Floatglas



Schema der Schatten-Bild-Projektion nach /1/

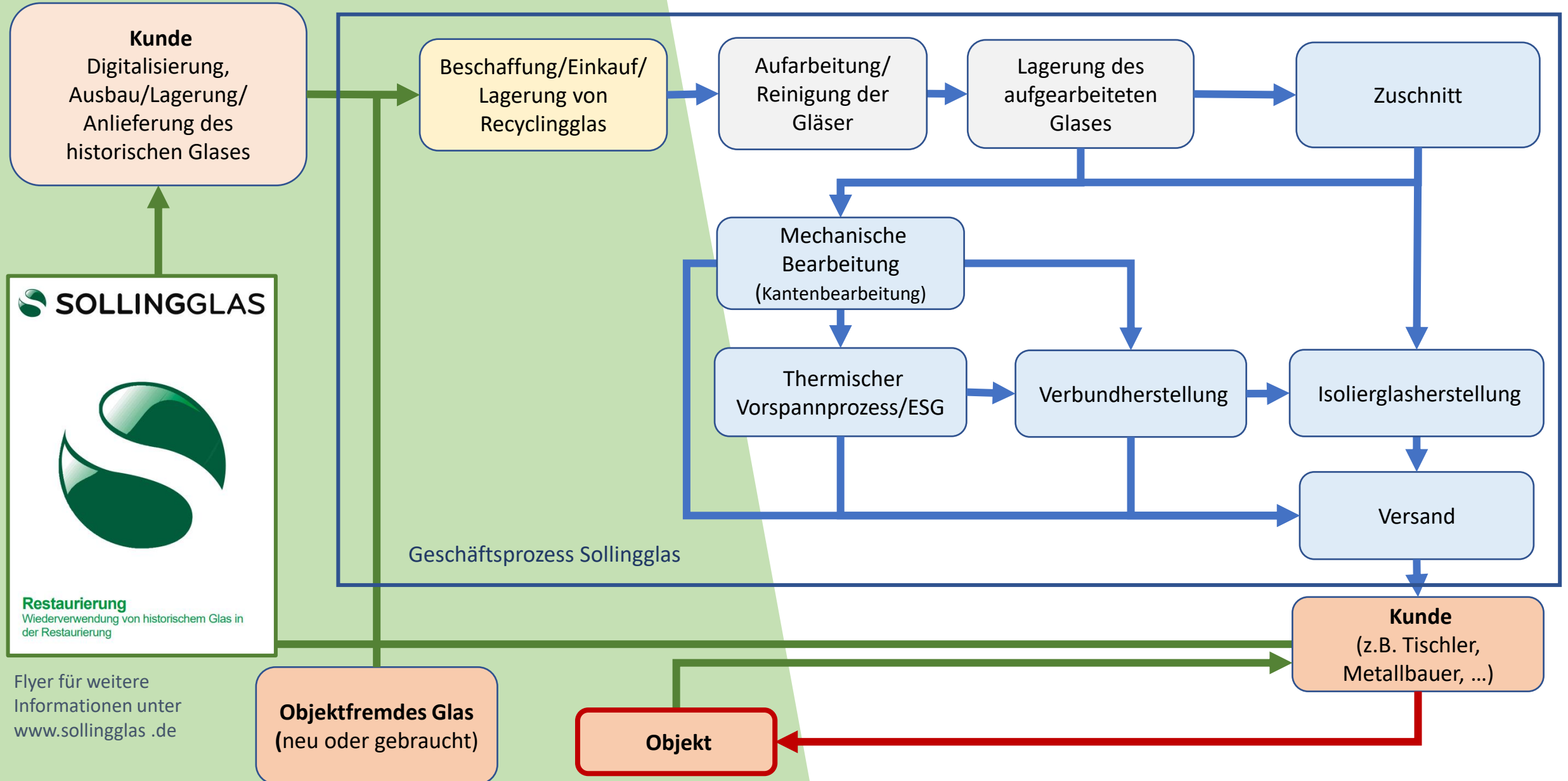
„lebendige“ Glasoberflächen

Floatglas



# Lösungsansätze für die Wiederverwendung der Verglasung und das Verglasungssystem

Grobablauf Herstellungsprozess von Verglasungen aus historischen Originalgläsern



# Lösungsansätze für die Verglasung und das Verglasungssystem



**Notwendiger Ablauf, wenn das Glas im Objekt im gleichen Fenster wieder verwendet werden soll:**

## **Vorarbeiten am Objekt:**

- Erfassung der Fenster mittels **Fotodokumentation** : Vergabe einer Fenster -ID zum sicheren Wiederauffinden des Glases: z.B. **Objekt / Bauteil/ Fenster / Flügel /Feld /Position**

## **Beim Kunden(Schreiner):**

- Sorgfältiges **Ausglasen der Fenster**,
- Dokumentation der Maße, Feststellung der Wiederverwendbarkeit
- offensichtliche Beschädigungen, Kantenqualität, Klärung von möglichem Ersatzglas bei beschädigten Scheiben
- geordnete Lagerung des Glases, fensterweise

## **Bei Sollingglas:**

- Digitalisierung und genaue Vermessung des Glases
- Ermittlung von Glasart und Beschaffenheit der Kanten und des Oberflächen- und Spannungszustandes für die Weiterverarbeitung
- Ermittlung des Ersatzbedarfes an geeignetem, objektfremdem Glas
- geordnete Lagerung mit Zugriff auf einzelne Fenstereinheiten
- Reinigung und Oberflächenbehandlung, ggf. Beschichtung, Tempern
- Funktionalisierung entsprechend Konzept : ESG, VSG, Isolierglas,
- Lieferung an den Kunden

Vergabe einer Objekt-ID:



Bauteil: Durchgang Nordseite Außenansicht



Fenster 1 links

Feld Position: Feld 1, Oben links(OL)

Fotos: Sollingglas©

# Lösungsansätze für die Verglasung und das Verglasungssystem

Entwicklung spezieller, dünner Isoliergläser für Restaurierungsanwendungen unter Verwendung des Originalglases

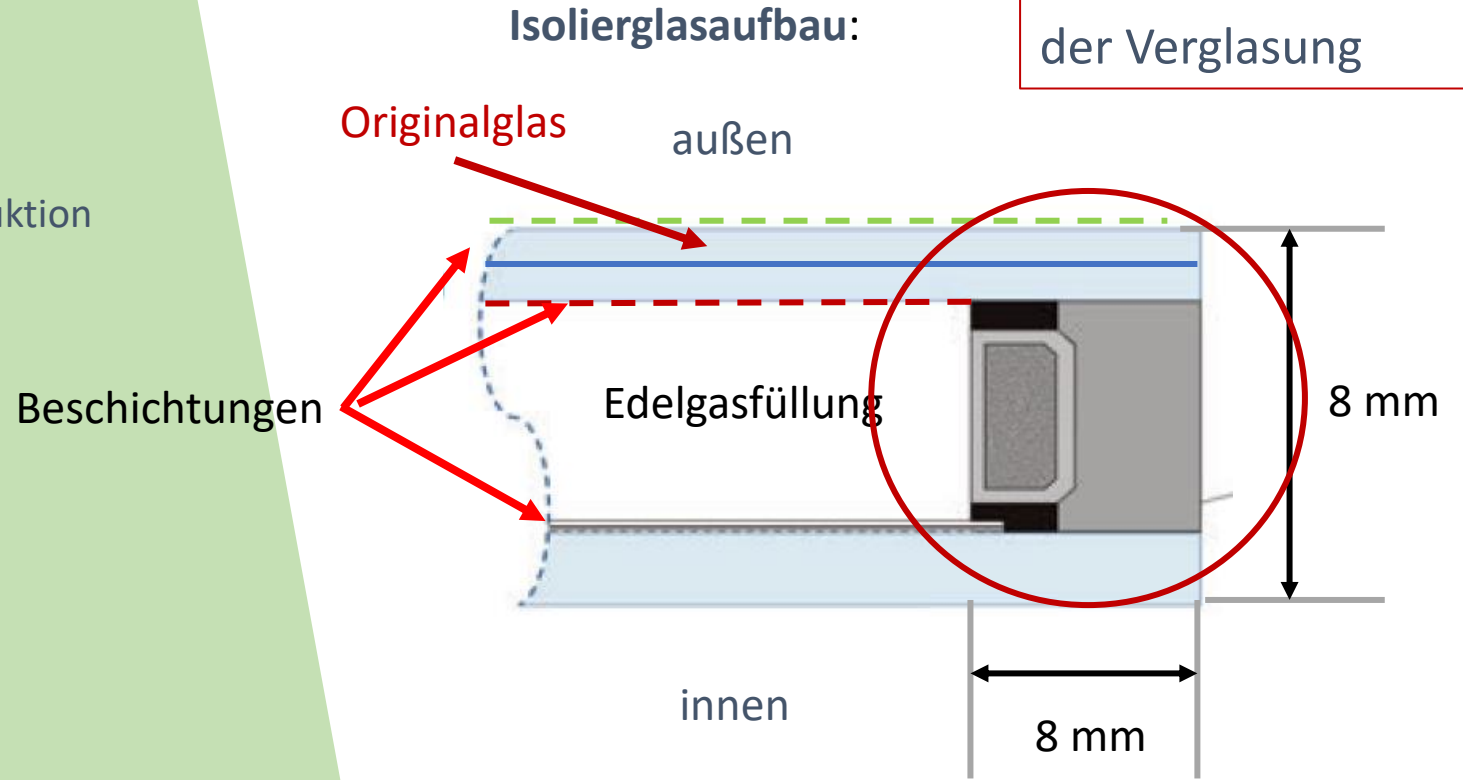
## Anforderungen an die Gläser:

- Bewahrung des historischen Charakters
- Integration in bestehende Rahmenkonstruktion
- dünn, leicht
- geringe Randverbundbreite
- multifunktional
- langzeitbeständig

## Funktionen:

- Wärmedämmung
- Sonnenschutz
- Antireflex
- Sicherheit
- Schallschutz
- Design

Funktionserweiterung der Verglasung



- Dicke:  $\leq 8 \text{ mm}$
- Glaseinstand  $\leq 8 \text{ mm}$
- U- Wert: so klein wie möglich ( $< 2 \text{ W/ m}^2\text{K}$ )
- Außenglas: 1-3mm
- Innenglas: 1-2 mm



# Vogelschutz mit historischen Gläsern

## Vogelschutz auch Anforderung an denkmalgeschützte Verglasungen:

-Zunehmende Forderung nach Vogelschutz- Funktionalität auch für Glas in denkmalgeschützten Gebäuden

## Bewertung des Vogelschlag-Risikos:

-Erkenntnisgewinn mittels Vogelschlag-Monitoring:

Scheibenopfer, die während einer einzigen Zugsaison an Wolkenkratzern in Toronto's Downtown Financial District gesammelt worden sind.



Quelle: H. Schmid, et al, Vogelfreundliches Bauen mit Glas und Licht Schweizerische Vogelwarte Sempach , 2012

### → Ergebnis:

Höchste Risiken gehen von vollständig verglasten, freistehenden, transparenten oder reflektierenden, großen Glasflächen aus.



Quelle: U. Rudolph, Vermeidung von Vogelverlusten an Glasscheiben , S. 22, LAG VSW, 2021

## Beispielbewertung des Vogelschlag-Risikos in einer historischen Bebauung:

<b>Gebädefaktoren</b>	
25-50 % Glasanteil:	2
Lochfassade bis 1,5 m <sup>2</sup> :	1
<b>Summe:</b>	<b>3</b>
<b>Umgebungsfaktoren:</b>	
> 75 % Versiegelung:	1
Keine Gehölze:	1
<b>Summe:</b>	<b>2</b>
<b>Gesamtwert: 5</b>	
<b>Geringe Risikostufe</b>	
Die gleiche Bewertung würde sich aufgrund der Festlegung in Tab. 3 „Lochfassade mit Fensteröffnungen bis 1,5 m <sup>2</sup> “ ergeben.	

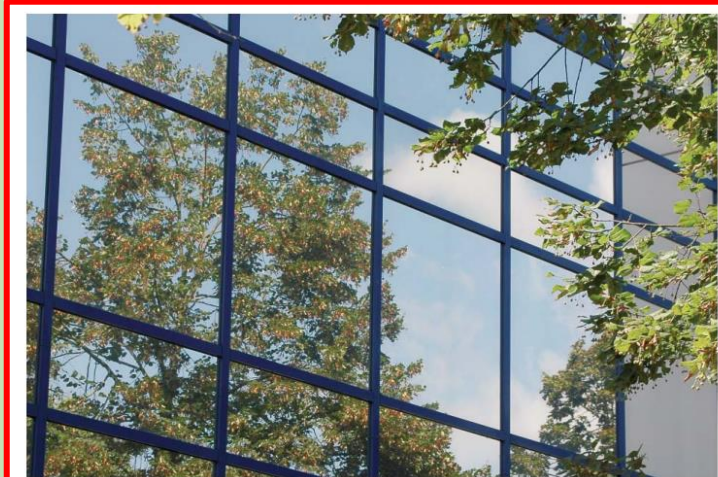
Augsburg, innerstädtische Wohnbebauung und historische Bebauung (B.-U. Rudolph)

→ Ergebnis : geringe Risikostufe für historische Bebauung

# Vogelschutz mit historischen Gläsern

## Vogelschlag-Risiko:

Höchste Risiken gehen von vollständig verglasten, freistehenden, transparenten oder reflektierenden, großen Glasflächen mit Reflexionen von Baumbepflanzung aus.



An Sonnenschutzgläsern bildet sich aufgrund des hohen Reflexionsgrades die Umgebung realitätsnah ab. Wo sich Bäume oder naturnahe Landschaften spiegeln, ist die Gefahr besonders gross.

## Lösungsansätze:

Geringes Risiko für Vogelschlag zeigen

-Glasfläche < 1,5 m<sup>2</sup>, Scheibenbreite ≤ 50 cm

-Streifen- oder Punktmuster,

**-Mattierte, bombierte oder profilierte Scheiben sind eine sichere Lösung gegen Vogelschlag**

aber

-Durch praktische Prüfungen belegte Erkenntnisse bezüglich Vogelschutzes an lebendigem, welligem, **historischem Glas** liegen bisher nicht vor.

→ **Entwicklungsbedarf**

## Bombierte Flächen

Stark bombierte Glas- oder Metallflächen dürften selbst bei einem hohen Reflexionsgrad nur eine geringe Gefahr darstellen, weil die Umgebung stark verzerrt und oft kaum als solche erkennbar wiedergegeben wird. Noch gibt es dazu allerdings wenig Erfahrungen.



Die Pappeln sind an diesem runden Gebäudeteil nur noch sehr beschränkt als solche wahrnehmbar.



Solche bombierte Glaskacheln wirken zwar auch ziemlich stark spiegelnd,...



...doch lösen sie das Bild derart auf, dass die Umgebung kaum zu erkennen ist.



# Systemabstimmung Verglasung und Metallrahmen - Materialverträglichkeit

Die technische Vergasungslösung für das Objekt  
„Speicherstadt Hamburg“



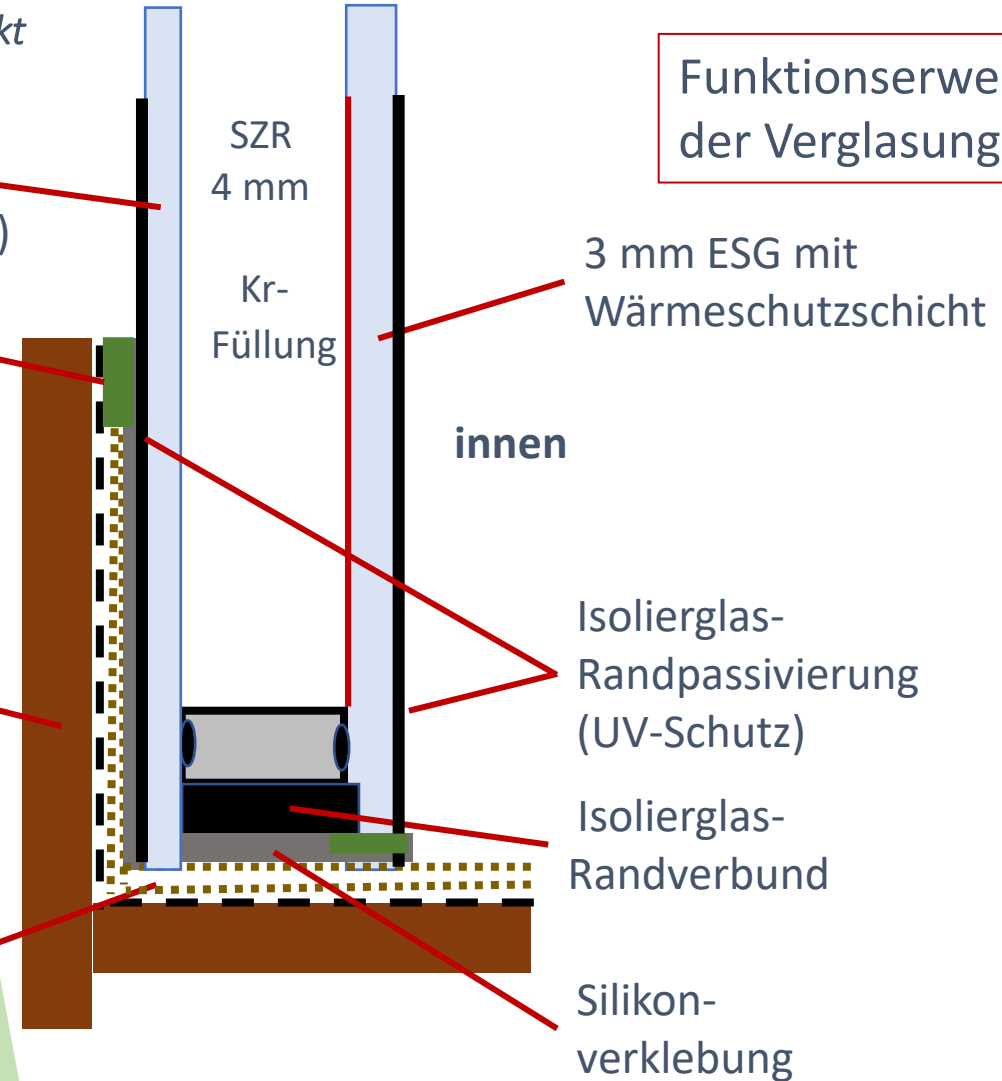
Typisches verwendetes  
Isolierglas mit Randausschnitt

2 mm Glas  
(thermisch behandelt)

Silikon-  
Fugenabdichtung  
**außen**

Rahmenkonstruktion  
(gereinigt, geprimert  
und lackiert)

Rahmen-  
lackierung



Funktionserweiterung  
der Verglasung





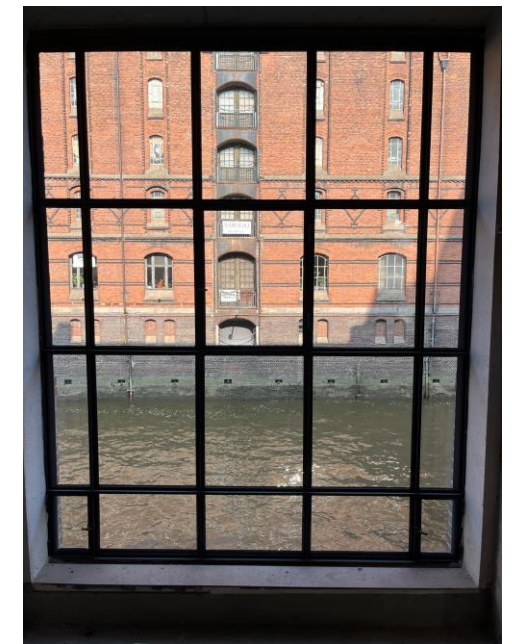
### Semper Galerie

- Die Semper Galerie ist Teil des Zwingers in Dresden.
- Verwendung eines komplexen 3 –Fach Glasaufbaus für die Verglasung:
- Außen wurde ein heißverformtes Weißglas als ESG mit Sonnenschutzschicht verwendet.
- Die mittlere Scheibe ist Weißglas ESG mit Wärmeschutzschicht
- Die innere Scheibe ist mit UV-Schutzfolie als Verbundsicherheitsglas der entsprechenden Stärke ausgeführt.



## Fazit

- ❖ Die Wiederverwendung (Reuse) von Flachglas erfolgt nur in extremen Ausnahmefällen, meist aus denkmalpflegerischen Gründen (z.B. Kirchenfenster).
- ❖ Historische Gläser gehen so in großem Umfang der Nachwelt verloren.
- ❖ Eine Bauwende auch bei historischem Glas erfordert neben den Umweltaspekten (Energieverbrauch , CO<sub>2</sub>-Emissionen, etc.) den Einbezug wirtschaftlicher, sozialer und kultureller Argumente (Materialität, Authentizität).
- ❖ Unter diesen Gesichtspunkten ist eine Wiedernutzung mit Funktionserweiterung (energetische Sanierung) auch wirtschaftlich sinnvoll.
- ❖ Der Reuse erfordert immensen organisatorischen, logistischen, technischen und Kostenaufwand.  
Zugehörige Technologien müssen entwickelt werden. → F&E Bedarf
- ❖ Die dabei entwickelten Abläufe und Technologien können später auch auf die Wiederverwendung konventioneller Gläser übertragen werden. Anerkennung der Vergleichsprüfungen mit historischen Gläsern in den heutigen Normen
- ❖ Entscheider müssen die Wiederverwendung der historischen Originalgläser bei der Restaurierung einfordern.
- ❖ Wir brauchen kurzfristig Pilot-Objekte, damit der Wiederverwendungsprozess auch für Glas in Gang kommt.
- ❖ Sollingglas verfügt über eine Reihe von interessanten Lösungsansätzen und steht als Partner für diesen Prozess bereit.



- /1/ H. Jepsen -Marwedel, R. Brückner, Glastechnische Fabrikationsfehler, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1980, S. 80 ff, ISBN 3-540-09495-4*
- /2/ Flachglas AG , 500 Jahre Flachglas Fürth-Gelsenkirchen 1987, Hofmann Verlag Schorndorf, ISBN 3-7780-1091-3*
- /3/ G. Agricola, De Re Metallica, S.507, Ausgabe 1928, Fourier Verlag, ISBN 3-932412-31-1*
- /4/ Gestalten mit Glas, S. 28, 9.Auflage, INTERPANE Glas INDUSTRIE AG, © 2014 by AGC INTERPANE Lauenförde*
- /5/ A. S. Gutjahr, Diplomarbeit „Glas und Glaskonstruktionen zur Zeit der Hochmoderne im Stadtgebiet Dresden –Trachau“, TU Dresden, Fakultät für Bauingenieurwesen, 2022*
- /6/ <https://doi.org/10.20378/irb-49994>*



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!



# SOLLINGGLAS

Heiko Schanze

[schanze@sollingglas.de](mailto:schanze@sollingglas.de)

Lothar Herlitze

[herlitze@sollingglas.de](mailto:herlitze@sollingglas.de)

Sollinglas Bau und Veredelungs GmbH & Co.KG

Hinter den Höfen 2

D-37691 Derental

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

[Info@sollingglas.de](mailto:Info@sollingglas.de)

Tel.: +49 5273 37600