

- 1 *Glaspaste für den Siebdruck*  
© Fraunhofer ISC
- 2 *Fügung von zwei Glasplatten für  
Photovoltaikanwendung*  
© Fraunhofer ISE

## Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung ISC

Neunerplatz 2  
97082 Würzburg

Glas und Mineralische Werkstoffe

Dr. Bernhard Durschang  
Telefon +49 931 4100-304  
bernhard.durschang@isc.fraunhofer.de

Stefan Senger  
Telefon +49 931 4100-308  
stefan.senger@isc.fraunhofer.de

[www.isc.fraunhofer.de](http://www.isc.fraunhofer.de)

## GLAS ALS FÜGEMATERIAL

### Ausgangssituation

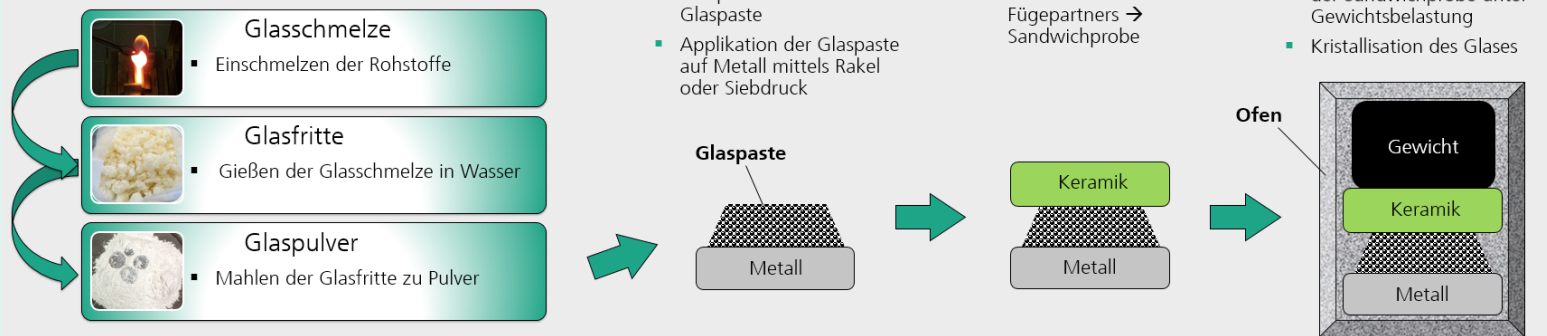
Bei Fügematerialien denkt man meist zuerst an (polymere) Klebstoffe, Lötmetalle und keramische Hochtemperaturkleber. Für eine Vielzahl von Anwendungen sind diese Materialien aber nicht geeignet. So sind Kunststoffe bei Temperaturen oberhalb 400 °C nicht anwendbar und bauen bei wechselnden Temperaturen wegen ihres hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten mechanische Spannungen auf. Mit keramischen Massen erhält man keine gasdichten Verbindungen und Metalle scheiden aus, sobald elektrisch isolierende Eigenschaften benötigt werden oder die zu verbindenden Materialien kaum über ihre Einsatztemperatur erhitzt werden dürfen.

### Stabiles Glas als Fügematerial

Wo andere Fügematerialien an ihre Grenzen stoßen, können Glaslote ihre Stärken entfalten. Glas als elektrisch isolierendes Fügematerial hat folgende Vorteile:

- Einsatztemperaturen bis zum Transformationsbereich ( $T_g$ ) des Glases sind möglich. Dabei kann  $T_g$  durch Auswahl der geeigneten Glaszusammensetzung über einen weiten Bereich, von 400 °C bis weit oberhalb von 1000 °C, variiert werden
- Ein gasdichter Verbund kann durch gezielt eingestelltes viskoses Fließen oberhalb  $T_g$  hergestellt werden
- Der thermische Ausdehnungskoeffizient  $\alpha$  kann durch geeignete Zusammensetzung der Gläser an die meisten Keramiken und Metalle angepasst werden
- Gute chemische und mechanische Stabilität bis  $T_g$  ist gewährleistet

## Herstellung einer Glaslotfügung



### Kristallisierendes Glas

Für den Einsatz bei sehr hohen Temperaturen sind insbesondere kristallisierende Gläser bzw. Glaskeramiken geeignet.

Glaskeramiken entstehen, wenn spezielle Gläser einer gezielten Temperaturbehandlung unterzogen werden. Dabei scheidet sich mindestens eine kristalline Phase ab. Das resultierende Material stellt sowohl strukturell als auch in den Eigenschaften eine Mischung aus Glas und Keramik dar.

Entsprechend der Phasenbestandteile können die Eigenschaften von Glas und Keramik kombiniert und eingestellt werden:

- Thermische Belastungen oberhalb des Transformationsbereiches des Glases bis ca. 1200 °C möglich
- Viskoses Fließen vor oder während des Einsatzes
- Dichtes Material ohne aufwendige Sinterprozesse
- Temperaturwechselstabilität
- Mechanische und chemische Beständigkeit bis weit oberhalb  $T_g$  des ursprünglichen Glases
- Einsatztemperaturen oberhalb der Füge-temperatur möglich
- Erweitertes Feld einstellbarer Wärmeausdehnungskoeffizienten verfügbar (z. B. in silicatischen Systemen für  $\alpha_{20-300}$  von  $-1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  bis  $16 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )
- Einstellbare elektrische Eigenschaften (Leitfähigkeit, Dielektrizitätskonstante)

### Aktuelle Einsatzgebiete

- Hermetische Verbindung für die unterschiedlichen Fügepartner aus Glas, Metall oder Keramik
- Hochleistungselektronik und -elektrik
- Wärmeausdehnungslose Materialien (Ceran-Kochfelder, Spiegelteleskope)
- Bioaktive Glaskeramiken (Medizintechnik)
- Maschinell bearbeitbare Glaskeramiken (Feinmechanik)
- Brennstoffzellen (gasdicht, elektrisch isolierend)
- Photovoltaik

### Wir bieten

#### Beratung

- Bei der Auswahl geeigneter Glaslote
- Hinsichtlich kommerziell erhältlicher Glaslote und Kooperation mit Lieferfirmen

#### Entwicklung

Glaslote, angepasst an Ihre individuellen Spezifikationen, hinsichtlich

- Ausdehnungskoeffizienten
- Einsatztemperatur
- Füge-(und Kristallisations)programm (Aufheizrate, Maximaltemperatur, für die Kontaktmaterialien notwendige Temperaturen und Haltezeiten...)
- Kontaktmaterialien und eventuelle Einsatzatmosphären
- Langzeittemperaturstabilität und Temperaturwechselstabilität

- Auftragungsart (Pulver, Paste, Formteil) und Formulierung einer geeigneten Rezeptur zur Applizierung des Glaslotes
- Fließverhalten, optimiertem Kristallisationsprogramm und gemäß Ihren sonstigen Spezifikationen
- Mehrschichtsysteme aus unterschiedlichen Glasloten für komplexe Anwendungen

#### Lieferung

- Bis zu 50 kg Glas pro Monat
- Lieferform: Glaspulver, thermisch gezogene Formteile, Glasfritte, Glasblocks

Für größere Chargen stellen wir gerne Kontakte zu Herstellern her.

#### Charakterisierungsmethoden

- Aufbringungsmöglichkeiten des Glaslotes
- Grenzflächen zwischen Glaslot und den kontaktierenden Materialien (REM und EDX)
- Dichtigkeit des Verbundes
- Langzeiteffekte unter Betriebsbedingungen
- Viskosität (in Abhängigkeit vom Kristallinitätsgrad)
- Kristallphasenbestimmung
- Fügeversuche
- Thermische Ausdehnung (Dilatometrie)
- Sinter- und Fließverhalten (Thermo-optische Messungen)
- Chemische Beständigkeit (für unterschiedliche Anforderungen)
- Eingliederungsmöglichkeiten in Ihre Fertigungskette