



- 1 Metall-Glasdurchführung. Helle Bereiche: Metall. Grau: Gas- und stromdichtes Glaslot. dunkel: Einbettmaterial
- 2 SOFC-Einzelzelle mit Glaslot als gas- und stromdichtes Fügematerial

## Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung ISC

Neunerplatz 2  
97082 Würzburg

Ansprechpartner  
Kompetenzbereich Glas und  
Mineralische Werkstoffe

Dr. Martin Kilo  
Telefon +49 931 4100-234  
martin.kilo@isc.fraunhofer.de

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

Dr. Johanna Kron  
Telefon +49 931 4100-233  
johanna.kron@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, keramische Hochtemperaturkleber oder Lötmetalle. Für eine Vielzahl von Anwendungen sind diese Materialien nicht geeignet. So sind Kunststoffe bei Temperaturen oberhalb 400 °C nicht anwendbar und bauen bei wechselnden Temperaturen wegen ihres hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten 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 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 passend zu den meisten Keramiken und Metallen hergestellt werden
- Gute chemische und mechanische Stabilität bis  $T_g$  ist gewährleistet

---

## 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
- Hochtemperaturstabilität
- Eine mechanische und chemische Beständigkeit bis weit oberhalb  $T_g$  des ursprünglichen Glases
- Einsatztemperaturen oberhalb der Fügetemperatur möglich
- Erweitertes Feld einstellbarer Wärmeausdehnungskoeffizienten verfügbar (z. B. in silicatischen Systemen für  $\alpha_{20-300}$  von  $-1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  bis  $16 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )
- Elektrisch einstellbare Eigenschaften (Leitfähigkeit, Dielektrizitätskonstante)

---

## Aktuelle Einsatzgebiete

---

- Hermetische Glas/Metallverbindungen für Elektro- und Lichttechnik, Optoelektronik, Telekommunikation, Automobiltechnik, Sensoren, Hochleistungselektronik und -elektrik
- Wärmeausdehnungslose Materialien (Ceran-Kochfelder, Spiegelteleskope)
- Bioaktive Glaskeramiken (Medizintechnik)
- Maschinell bearbeitbare Glaskeramiken (Feinmechanik)

---

## Wir bieten

---

### Beratung

- Bei der Auswahl geeigneter Glaslote
- Hinsichtlich kommerziell erhältlicher Glaslote und Hilfestellung beim Kontakt zu Lieferfirmen

### Entwicklung

Glaslote, angepasst an Ihre individuellen Spezifikationen, hinsichtlich

- Ausdehnungskoeffizienten
- Einsatztemperatur
- Füge(-und Kristallisations)programm (Aufheizrate, Maximaltemperatur, für die Kontaktmaterialien notwendige Temperaturen oder Haltezeiten...)
- Kontaktmaterialien und eventuelle Einsatzatmosphären
- Auftragsart (Pulver, Paste, Formteil) und Formulierung einer geeigneten Rezeptur zur Applizierung des Glaslotes

- Kristallisierende Glaslote mit an Ihre Fertigung angepasstem Fließverhalten, optimiertem Kristallisationsprogramm und gemäß Ihren sonstigen Spezifikationen

### Lieferung

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

Für größere Chargen stellen wir gerne Kontakte zu Herstellern her.

### Untersuchung

- Aufbringungsmöglichkeiten des Glaslotes
- Grenzflächen vom Glaslot zu den kontaktierenden Materialien
- Dichtigkeit des Verbundes
- Eingliederungsmöglichkeiten in Ihre Fertigungskette
- Langzeiteffekte unter Betriebsbedingungen
- Viskosität (in Abhängigkeit vom Kristallinitätsgrad)