

**JAHRZEHNTELANGES**

KNOW-HOW IN DER  
VERARBEITUNG VON

# MACOR<sup>®</sup>- GLASKERAMIK



# Was ist MACOR®- Glaskeramik?

Macor® ist ein weisser, geruchloser, porzellan-ähnlich aussehender Werkstoff ohne bekannte toxische Wirkungen, der sich im Gegensatz zu duktilen Werkstoffen nicht verformt.

## Zusammensetzung:

46 % Siliziumoxid ( $\text{SiO}_2$ )  
17 % Magnesiumoxid ( $\text{MgO}$ )  
16 % Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )  
10 % Kaliumoxid ( $\text{K}_2\text{O}$ )  
7 % Boroxid ( $\text{B}_2\text{O}_3$ )  
4 % Fluor (F)

## Top-Kundennutzen

- ✓ Kosteneffektiv in der Verarbeitung
- ✓ Komplexeste Formen möglich
- ✓ Strahlenresistent
- ✓ Niedrige Wärmeleitfähigkeit
- ✓ Sehr hohe Gebrauchstemperatur
- ✓ Guter elektrischer Isolator
- ✓ Keine Porosität und keine Ausgasung
- ✓ Kurze Durchlaufzeiten
- ✓ Kein Glattbrand erforderlich



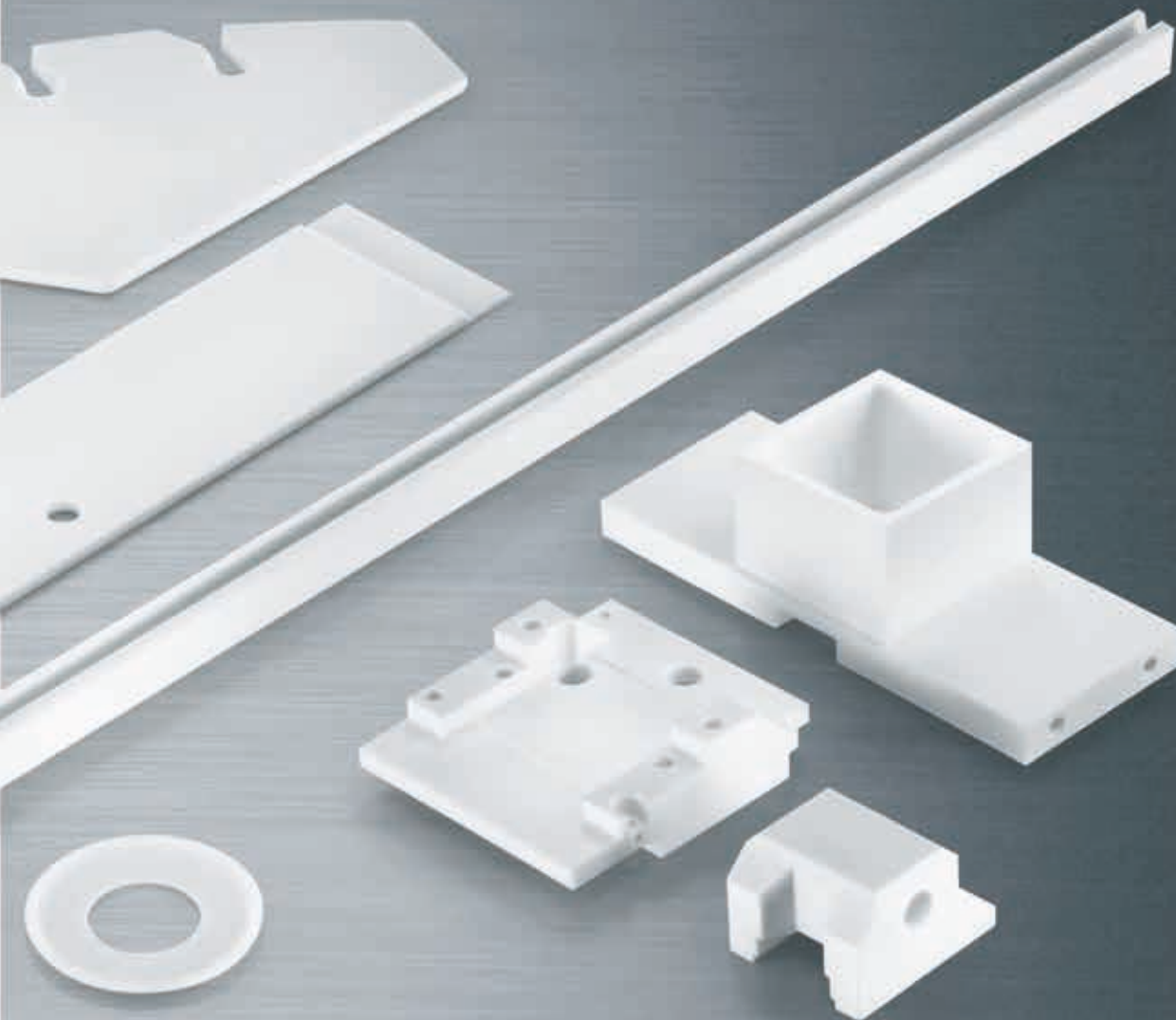
# Hochleistungswerkstoff MACOR®-Glaskeramik

Seit mehreren Jahrzehnten sind wir darauf spezialisiert, neben üblichen Werkstoffen auch Sondermaterialien zu bearbeiten. Allen voran Macor®-Glaskeramik. Dieser besondere Werk-

stoff besteht aus einer Verbindung von ca. 55 % Glimmerkristallen und ca. 45 % Borosilikatglas. Dank dieser Zusammensetzung verbindet er die Leistung einer technischen Keramik mit

der Vielseitigkeit eines Hochleistungs-Polymers. Dabei lässt er sich überaus effizient auf Toleranzen von bis zu 0,01 mm bearbeiten. Komplexe Formen direkt auf Mass, kurze Durchlaufzeiten,

gute Bearbeitbarkeit und die enormen technischen Vorteile in der Anwendung machen dieses Material so interessant für diverse Produkte.



# Gut zu wissen

## MACOR® im Detail

- Die Einsatztemperatur beträgt im Dauerbetrieb 800 °C und in der Spitze 1000 °C.
- Es werden Bearbeitungstoleranzen bis zu 0,01 mm und eine Oberflächengüte kleiner Ra 0.1 erreicht.
- Das Material besitzt eine niedrige Wärmeleitfähigkeit und ist auch bei hohen Temperaturen ein guter Wärmeisolator.
- Er ist ein ausgezeichneter Elektroisolator und wird erfolgreich in der Elektronik- und Halbleiterindustrie eingesetzt.
- Porenfrei, gibt kein Gas ab, wenn es im Ofen richtig ausgeheizt ist. Daher ein idealer Werkstoff für Ultrahochvakuum-Anwendungen.
- Hohe Festigkeit und Steifigkeit. Im Gegensatz zu Hochtemperatur-Kunststoffen kriecht und verformt sich der Werkstoff nicht.
- Er ist strahlenbeständig und kommt daher auch in der Nuklear- und Raumfahrttechnik zum Einsatz.
- Er kann dick- oder dünnschichtmetallisiert, hartgelötet, mit Epoxidharz oder Fritten verbunden werden.
- Er ist nicht netzend, verfügt über null Porosität und verformt sich im Gegensatz zu duktilen Werkstoffen nicht.



## Elektrotechnische Eigenschaften

- Hohe Durchschlagfestigkeit
- Hoher spezifischer Widerstand
- Niedriger Verlustfaktor

## Thermische Eigenschaften

- Hohe Gebrauchstemperatur
- Mässige Wärmeleitfähigkeit
- Hoher Wärmeausdehnungskoeffizient, mit gewöhnlichem Glas verschmelzbar

## Chemische Eigenschaften

- Null Wasseraufnahme
- Gute chemische Beständigkeit
  - Wird von geschmolzenem Aluminium, Magnesium oder Zinn nicht benetzt

## Stabilität

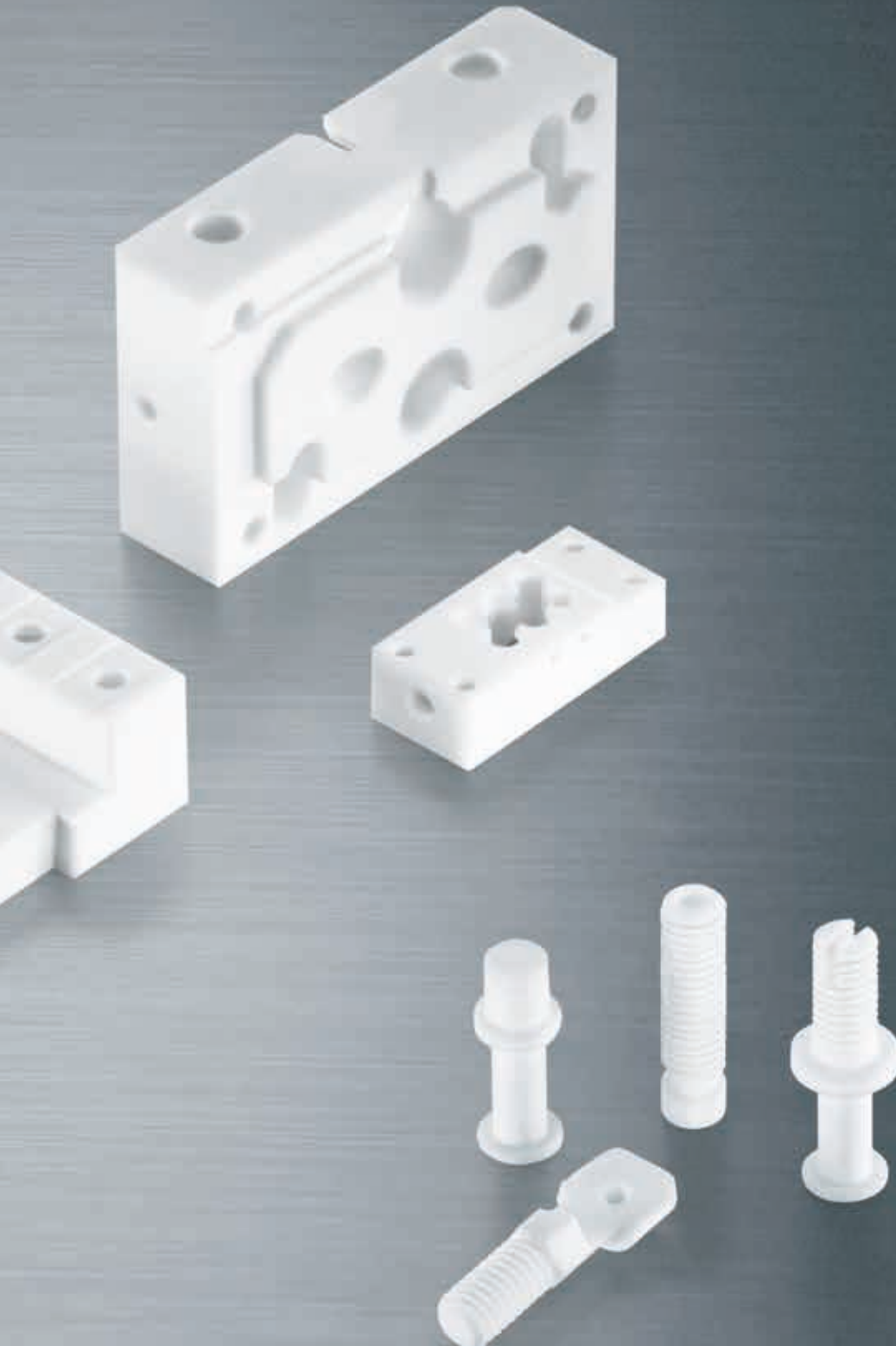
- Grosse Festigkeit
- Grosse Ritzhärte
- Formbeständig
- Isotropisch und homogen
- Um 50 % höhere Schlagfestigkeit als Pyrex oder Pyrocera

## Vakuumtränkung

- Null Porosität
- Kein Ausgasen
- Niedrige Heliumdurchdringung
  - Mittels Lötglas hermetisch verschmelzbar mit Metallen\*<sup>1</sup>, keramischen Werkstoffen und Glas

## Metallisierbarkeit

- Durch Aufdampfen verschiedener Metalle
- Lässt sich versiegeln und abdichten
- Hermetische Abdichtung durch Verwendung von Glaslot
- Verlötete Dichtungen auf metallisierten Teilen



# Eigenschaften

## I. THERMISCH

|                                 | SI/METRISCH                             | IMPERIAL                            |
|---------------------------------|---|-------------------------------------|
| Ausdehnungskoeffizient          |   |                                     |
| CTE -100 °C → 25 °C             | 81 x 10 <sup>-7</sup> /°C               | 45 x 10 <sup>-7</sup> /°F           |
| CTE 25 °C → 300 °C              | 90 x 10 <sup>-7</sup> /°C               | 50 x 10 <sup>-7</sup> /°F           |
| CTE 25 °C → 600 °C              | 112 x 10 <sup>-7</sup> /°C              | 62 x 10 <sup>-7</sup> /°F           |
| CTE 25 °C → 800 °C              | 123 x 10 <sup>-7</sup> /°C              | 68 x 10 <sup>-7</sup> /°F           |
| Spezifische Wärme, 25 °C        | 0,79 kJ/kg·°C                           | 0.19 Btu/lb·°F                      |
| Wärmeleitfähigkeit, 25 °C       | 1,46 W/m·°C                             | 10.16 Btu.in/hr.ft <sup>2</sup> ·°F |
| Temperaturleitfähigkeit 25 °C   | 7,3 x 10 <sup>7</sup> m <sup>2</sup> /s | 0.028 ft <sup>2</sup> /hr           |
| Dauerbetriebstemperatur         | 800 °C                                  | 1472 °F                             |
| Höchsttemperatur ohne Belastung | 1000 °C                                 | 1832 °F                             |

## III. ELEKTRISCH

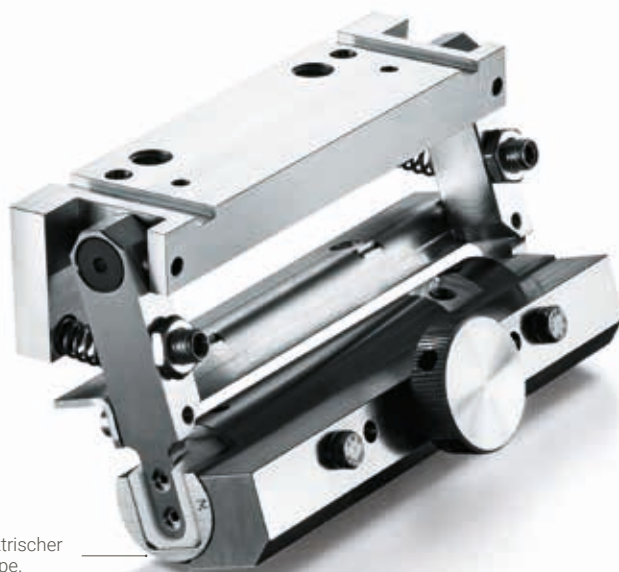
|   | SI/METRISCH             | IMPERIAL                |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Dielektrizitätskonstante, 25 °C   |                         |                         |
| 1 kHz   | 6,01                    | 6.01                    |
| 8,5 GHz   | 5,64                    | 5.64                    |
| Verlustwinkel, 25 °C  |                         |                         |
| 1 kHz   | 0,0040                  | 0.0040                  |
| 8,5 GHz   | 0,0025                  | 0.0025                  |
| Durchschlagsfestigkeit (Wechselstrom), 25 °C, bei Stärke von 0,3 mm       | 45 kV/mm                | 1143 V/mil              |
| Durchschlagsfestigkeit (Gleichstrom), Mittel 25 °C, bei Stärke von 0,3 mm | 129 kV/mm               | 3277 V/mil              |
| Spezifischer Durchgangswiderstand bei Gleichstrom, 25 °C                  | 10 <sup>17</sup> Ohm·cm | 10 <sup>17</sup> Ohm·cm |

## II. MECHANISCH

|                                 | SI/METRISCH                                | IMPERIAL                  |
|---------------------------------|--|---------------------------|
| Dichte                          | 2,52 g/cm <sup>3</sup>                     | 157 lbs/ft <sup>3</sup>   |
| Porosität                       | 0 %  | 0 %                       |
| Elastizitätsmodul, 25 °C        | 66,9 GPa                                   | 9.7 x 10 <sup>6</sup> PSI |
| Poissonzahl                     | 0,29                                       | 0.29                      |
| Schubmodul, 25 °C               | 25,5 GPa                                   | 3.7 x 10 <sup>6</sup> PSI |
| Härte nach Knoop, 100 g         | 250 kg/mm <sup>2</sup>                     |                           |
| Biegefestigkeit, 25 °C          | 94 MPa<br>(festgelegter Mindestmittelwert) | 13 600 PSI                |
| Druckfestigkeit (nach Polieren) | 345 MPa<br>bis zu 900 MPa                  | 49 900 PSI<br>130 000 PSI |

## IV. CHEMISCH

| LÖSUNG   | pH     | ZEIT | TEMP. | GEWICHTSVERLUST (mg/cm <sup>2</sup> )<br>GRAVIMETRISCH |
|--|--------|------|-------|--|
| 5 % HCl (Salzsäure)                                      | 0,1    | 24 h | 95 °C | ~ 100  |
| 0,002 N HNO <sub>3</sub> (Salpetersäure)                 | 2,8    | 24 h | 95 °C | ~ 0,6  |
| 0,1 N NaHCO <sub>3</sub> (Natriumbikarbonat)             | 8,4    | 24 h | 95 °C | ~ 0,3  |
| 0,02 N Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (Natriumkarbonat) | 10,9   | 6 h  | 95 °C | ~ 0,1  |
| 5 % NaOH (Natriumhydroxid)                               | 13,2   | 6 h  | 95 °C | ~ 10   |
| <b>CHEMISCHE BESTÄNDIGKEIT</b>                           |        |      |       | <b>KLASSE</b>  |
| DIN 12111 / NF ISO 719                                   | Wasser |      | HGB2  |  |
| DIN 12116  | Säure  |      | 4     |  |
| DIN 52322 / ISO 695                                      | Alkali |      | A3    |  |

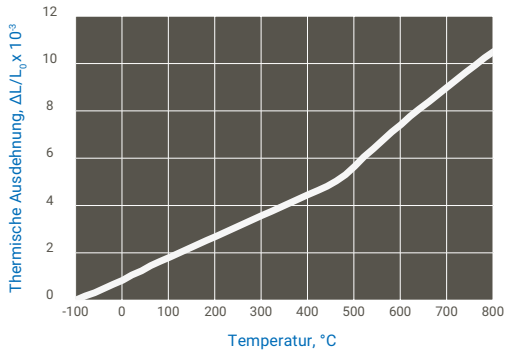


Macor®-Bauteil als elektrischer Isolator in der Baugruppe.

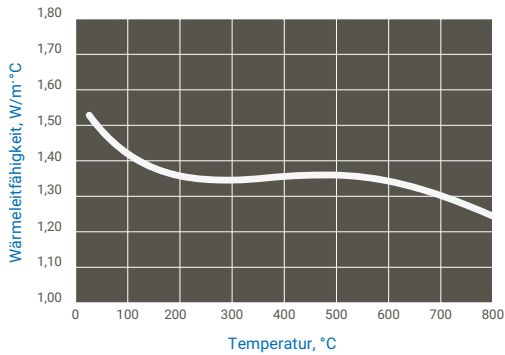
# Technische Informationen

Die abgebildeten allgemeinen Eigenschaften von Macor®-Glaskeramik wurden in Labortests ermittelt, welche an Materialproben bei Corning durchgeführt wurden.

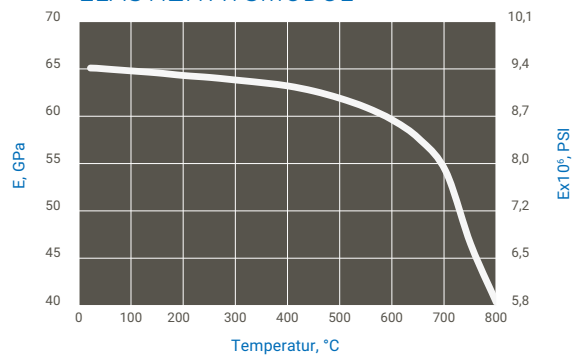
## THERMISCHE AUSDEHNUNG



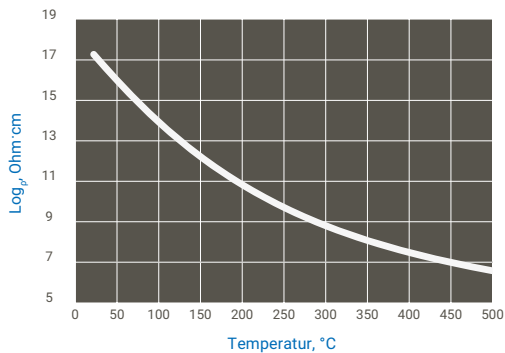
## WÄRMELEITFÄHIGKEIT



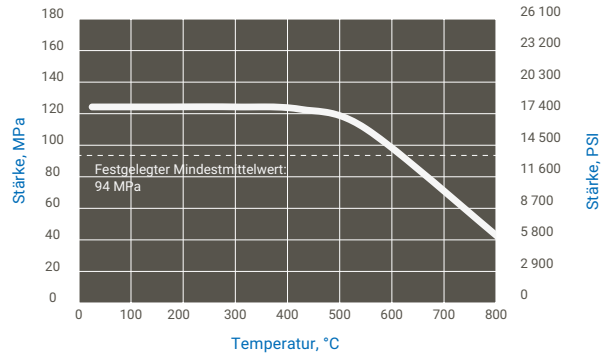
## ELASTIZITÄTSMODUL



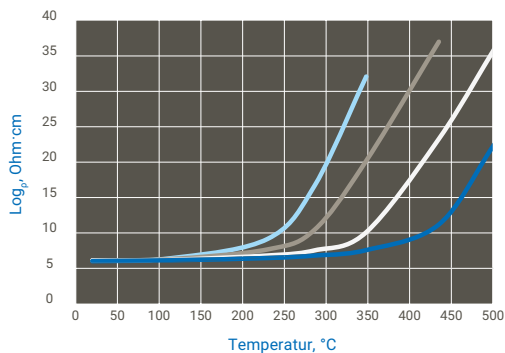
## SPEZIFISCHER DURCHGANGSWIDERSTAND BEI GLEICHSTROM



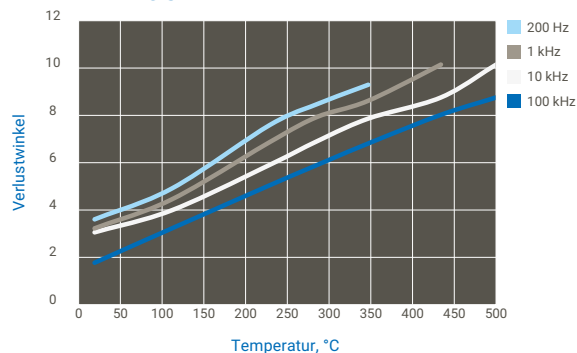
## BIEGEFESTIGKEIT



## DIELEKTRIZITÄTSKONSTANTE



## VERLUSTWINKEL



## **MANSER-Innovation**

Als kompetenter Partner für unsere Kunden sehen wir es als unsere ureigenste Verantwortung an, mit wachem Geist voranzugehen. Vor- und mitzudenken und dabei den Mut zu haben, Neues zu wagen.

Die Vernetzung von Ideen und Wissen, um innovative Produkte zu fertigen – das ist unsere Leidenschaft.

Damit am Ende nur das Beste entsteht.

» **[manser-ag.com](http://manser-ag.com)**

### **August Manser AG**

#### **Werk Unterfeld (Hauptsitz)**

Unterfeldstrasse 8  
CH-9450 Altstätten

#### **Werk Kesselbach**

Kesselbachstrasse 50  
CH-9450 Altstätten