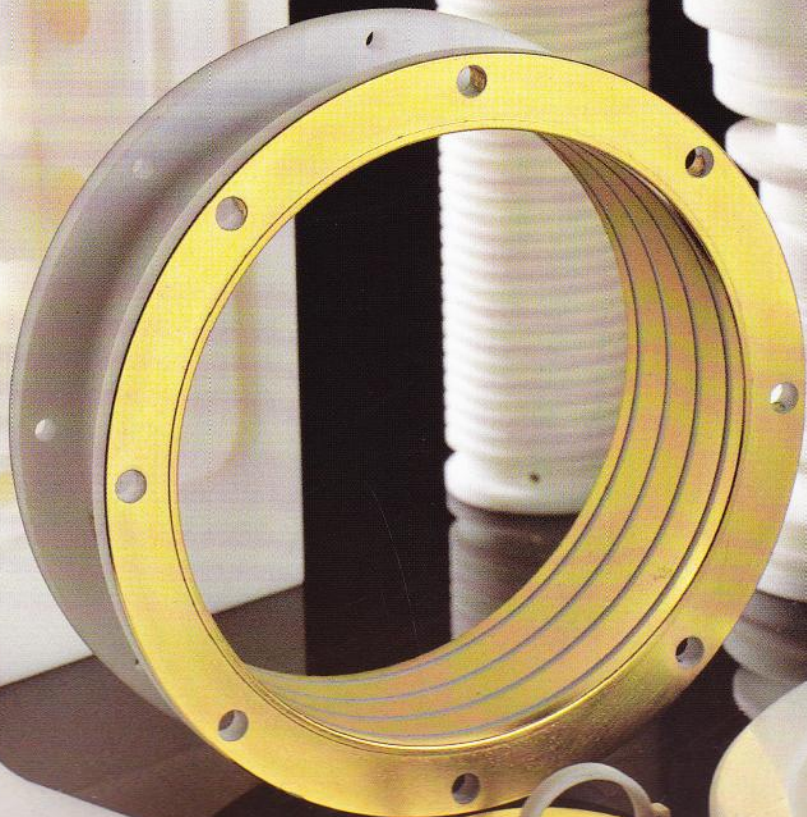


MACOR® spanend bearbeitbare Glaskeramik



CORNING

Discovering Beyond Imagination



Ceramic Substrates and Components Ltd
Lukely Works, Carisbrooke Road,
Newport, Isle of Wight, United Kingdom.
PO30 1DH - Company Registration No.934853
Tel: +44 (0)1983 528697
Fax: +44 (0)1983 822252
Email: info@ceramic-substrates.co.uk
Website: www.ceramicsubstrates.co.uk
Website: www.macor.info

MACOR® spanend bearbeitbare Glaskeramik

Ein einzigartiges Material

MACOR ist ein vielseitiger Werkstoff. Er verbindet die Leistung einer technischen Keramik mit der Vielseitigkeit eines Hochleistungs-Polymers. MACOR-Glaskeramik ist ein hervorragendes technisches Material, das mit konventionellen Werkzeugen spanend bearbeitet werden kann.



- Die Einsatztemperatur beträgt im Dauerbetrieb 800°C und in der Spitze 1000°C.
- MACOR besitzt eine geringe Wärmeleitfähigkeit und ist auch bei hohen Temperaturen ein guter Wärmeisolator.
- Es ist ebenfalls ein ausgezeichneter Elektroisolator und wird deshalb in der Elektronik- und Halbleiterindustrie eingesetzt.
- Macor ist porenfrei und gibt kein Gas ab, wenn es im Ofen richtig ausgeheizt ist. Dies macht MACOR zu einem idealen Werkstoff für Anwendungen im Ultrahochvakuum.
- Es besitzt eine hohe Festigkeit und Steifigkeit. Im Gegensatz zu Hochtemperaturkunststoffen kriecht und verformt sich MACOR nicht.
- Es ist strahlenbeständig und wird daher in der Nukleartechnik eingesetzt.
- Es kann dickschicht- oder dünnschichtmetallisiert, hartgelötet, mit Epoxidharz oder Fritten verbunden werden.
- Es ist weiß und kann auf Hochglanz poliert werden. MACOR wird in medizinischen und optischen Geräten eingesetzt.

MACOR bietet folgende Vorteile:

- Schnelle Verfügbarkeit der Komponenten: Macor-Bauteile können im eigenen Betrieb angefertigt oder bearbeitet über Ihren Corning-Händler bezogen werden.
- Präzision und Formgebung werden lediglich durch die verfügbaren Geräte und die Erfahrung des Bearbeiters begrenzt (Toleranzen $\pm 0,013\text{mm}$; Oberflächengüte $< 0,5\ \mu\text{m}$ sind ebenso möglich wie das Polieren auf $0,013\ \mu\text{m}$).
- **Ausgezeichnete Flexibilität bei der Konstruktion**
Konstruktionsänderungen lassen sich problemlos realisieren, wodurch die für Produkt- und Verfahrensentwicklung erforderliche Zeit reduziert wird.
- **Kostenvorteil**
MACOR-Komponenten sind bereits bei kleinen Fertigungsmengen wirtschaftlich.



Ceramic Substrates and Components Ltd
Lukely Works, Carisbrooke Road,
Newport, Isle of Wight, United Kingdom.
PO30 1DH - Company Registration No.934853
Tel: +44 (0)1983 528697
Fax: +44 (0)1983 822252
Email: info@ceramic-substrates.co.uk
Website: www.ceramic-substrates.co.uk
Website: www.macor.info

Anwendungen

Die Herstellung einzigartiger Komponenten

Der große Vorteil bei dem Einsatz von spanend bearbeitbarer MACOR-Glaskeramik ist, daß die Komponenten schnell, genau und wirtschaftlich hergestellt werden können.

- Beim Einsatz von MACOR werden Formkosten, Schwindung beim Brennvorgang und der bei Präzisionsarbeiten übliche Einsatz von Diamantwerkzeugen vermieden.
- MACOR läßt sich für Produkte und als Komponente im Fertigungsvorgang einsetzen.
- MACOR kann für Einzelkomponenten ebenso wie für ganze Systeme eingesetzt werden.

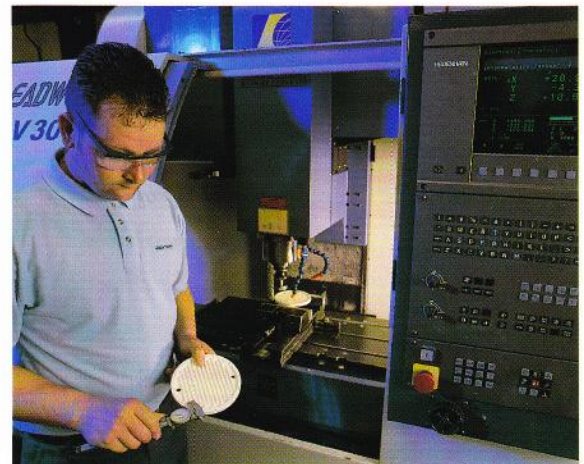
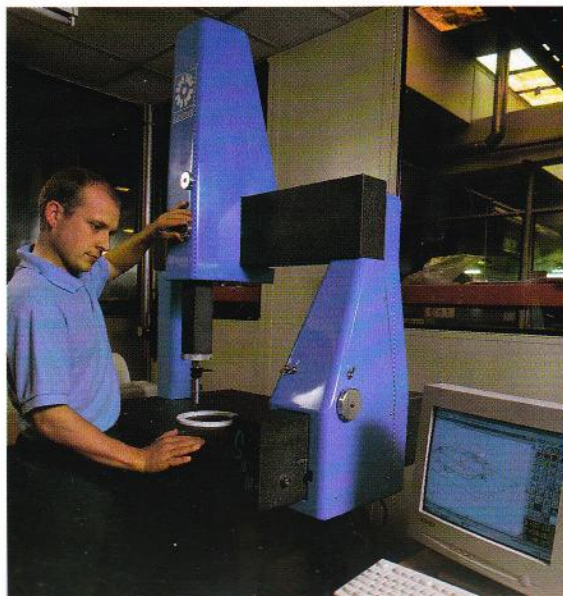
MACOR ist ein äußerst nützliches Material, das man einfach auf Lager halten kann. In vielen Fällen ist es schneller und kostengünstiger, ein spezifisches Teil aus MACOR zu fertigen, statt es woanders zu beziehen.

Wenn keine eigenen Bearbeitungsmöglichkeiten vorhanden sind oder die Kapazität voll ausgelastet ist, können die Zeichnungen an einen MACOR-Händler gesandt werden. Er berät bei der Anwendung und der Konstruktion und erstellt das entsprechende Angebot.

MACOR bietet folgende Vorteile . . .

Wenn die Leistung einer technischen Keramik benötigt wird und die Anwendung die Herstellung einer komplizierten Form erfordert, ist die spanend bearbeitbare MACOR-Glaskeramik ein ideales Material.

Es hilft, die Kosten zu kontrollieren und vermindert die Zeit zwischen Entwicklung und Anwendung deutlich.



Die einzigartigen Eigenschaften von MACOR werden vielen Anwendungen gerecht:

- **Elektronik- und Halbleiterindustrie**
Präzisionsspulenkörper (Hohe Präzision und Formbeständigkeit)
Hochspannungsisolatoren (glatte Oberfläche und Durchschlagfestigkeit)
- **Laserindustrie**
Distanzstücke, Resonatoren und Reflektoren in Laserbaugruppen (Präzisionsbearbeitung und Wärmebeständigkeit)
- **Hochvakuumindustrie**
Wärmesperren bei Hochtemperatur-Fertigungseinrichtungen. Spulenträger und Vakuumdurchführungen (Vakuumstabilität und hermetische Verbindung)
- **Luft- und Raumfahrtindustrie**
Sprengringe an Gelenkpunkten, Fenster und Türen des NASA Space Shuttles.
Träger und Komponenten in mehreren Satellitensystemen (Wärme- und Elektroisolatoren)
- **Nukleartechnik**
Montagevorrichtungen und Bezugswürfel in Kernkraftwerken (Formbeständigkeit gegenüber Bestrahlung).

Sowie zahlreiche weitere Anwendungen in High-Tech Industriebereichen.



Ceramic Substrates and Components Ltd
Lukely Works, Carisbrooke Road,
Newport, Isle of Wight, United Kingdom.
PO30 1DH - Company Registration No.934853
Tel: +44 (0)1983 528697
Fax: +44 (0)1983 822252
Email: info@ceramic-substrates.co.uk
Website: www.ceramicsubstrates.co.uk
Website: www.macor.info

Eigenschaften

1 Thermische Eigenschaften

	SI/Metrisch	Englisch	
Ausdehnungskoeffizient	-200- 25°C	$7,4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$	$41 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{F}$
	25-300°C	$9,3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$	$52 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{F}$
	25-600°C	$12,6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$	$70 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{F}$
Spezifische Wärme, 25°C	0,79 kJ/kg ^o K	0,19 Btu/lb ^o C	
Wärmeleitfähigkeit, 25°C	1,46 W/m ^o K	10,16 $\frac{\text{Btu}}{\text{hr ft}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}}$	
Temperaturleitzahl, 25°C	$7,3 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$	0,028 ft ² /hr	
Dauerbetriebstemperatur	800 ^o C	1472 ^o F	
Maximale lastfreie Temperatur	1000 ^o C	1832 ^o F	

2 Elektrische Eigenschaften

	SI/Metrisch	Englisch	
Dielektrizitätskonstante, 25°C	1 KHz	6,03	6,03
	8,5 GHz	5,67	5,67
Dielektrischer Verlustfaktor, 25°C	1 KHz	$4,7 \times 10^{-3}$	$4,7 \times 10^{-3}$
	8,5 GHz	$7,1 \times 10^{-3}$	$7,1 \times 10^{-3}$
Durchschlagsfestigkeit, AC (bei 12 mm Dicke, 25°C)	9,4 KV/mm	785V/mil	
Durchschlagsfestigkeit, DC (bei 12 mm Dicke, 25°C)	62,4 KV/mm	5206V/mil	
Spezifischer DC-Durchgangswiderstand, 25°C	$>10^{16} \text{ ohm-cm}$	$>10^{16} \text{ ohm-cm}$	

3 Mechanische Eigenschaften

	SI/Metrisch	Englisch
Dichte	2,52 g/cm ³	157 lbs/ft ³
Porosität	0%	0%
Elastizitätsmodul, 25°C	66,9 GPa	$9,7 \times 10^6 \text{ psi}$
Poisson'sche Zahl	0,29	0,29
Bruchfestigkeit, 25°C	25,5 GPa	$3,7 \times 10^6 \text{ psi}$
Härte, Knoop 100g	250	250
	Rockwell	48
Bruchmodul, 25°C (Biegesteifigkeit Durchschnittswert)	94 MPa (kleinster spezifischer)	13.600 psi
Druckfestigkeit	345 MPa	50.000 psi
Bruchzähigkeit	$1,53 \text{ MPa m}^{0,5}$	$1.390 \text{ psi in}^{0,5}$

4 Chemische Eigenschaften

Lösung	Tests			Resultate
	pH	Zeit	Temp.	Gewichtsverlust (mg/cm ²) Gravimetrisch
5% HCL (Salzsäure)	0,1	24 h	95°C	~100
0,002 N HNO ₃ (Salpetersäure)	2,8	24 h	95°C	~0,6
0,1 N NaHCO ₃ (Natriumhydrogencarbonat)	8,4	24 h	95°C	~0,3
0,02 N Na ₂ CO ₃ (Natriumcarbonat)	10,9	6 h	95°C	~0,1
5% NaOH (Natriumhydroxid)	13,2	6 h	95°C	~10
Wasserbeständigkeit in Abhängigkeit der Zeit				
H ₂ O	7,6	1 Tag*	95°C	0,01
		3 Tage*	95°C	0,07
		7 Tage*	95°C	9,4
		3 Tage**	95°C	0,06
		6 Tage**	95°C	0,11

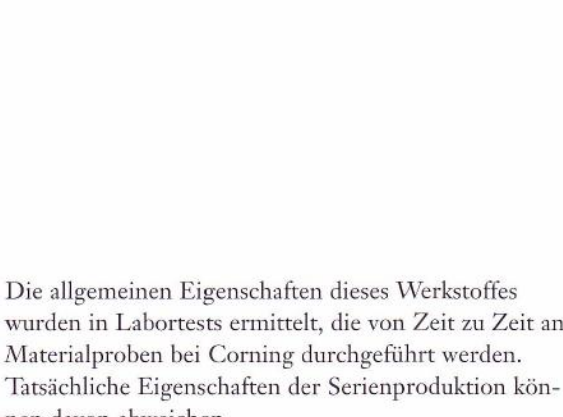
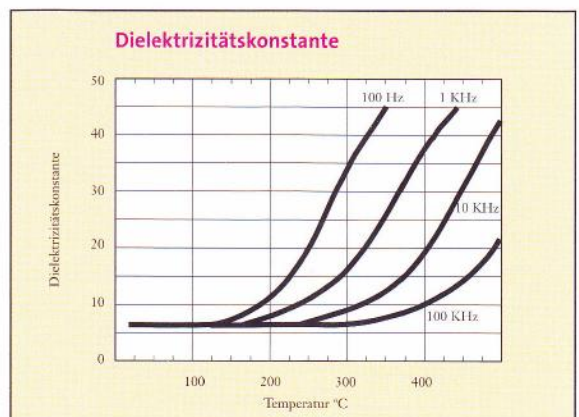
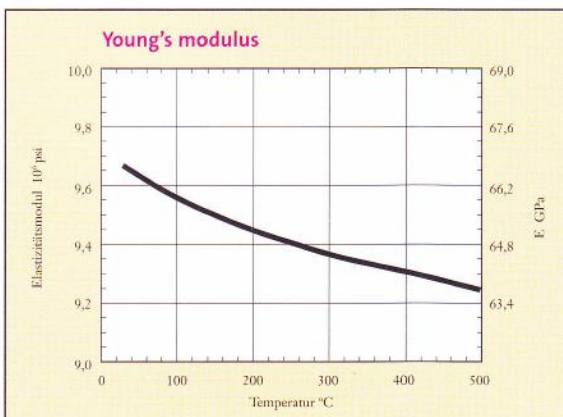
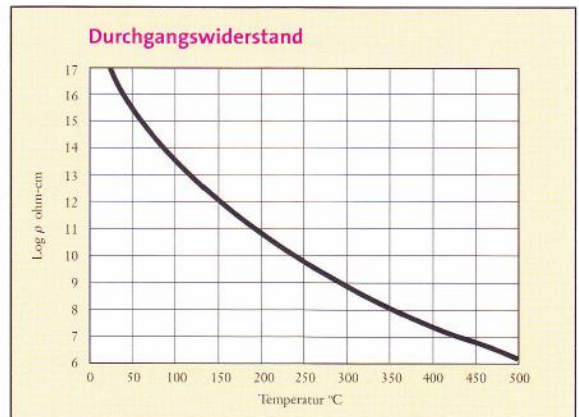
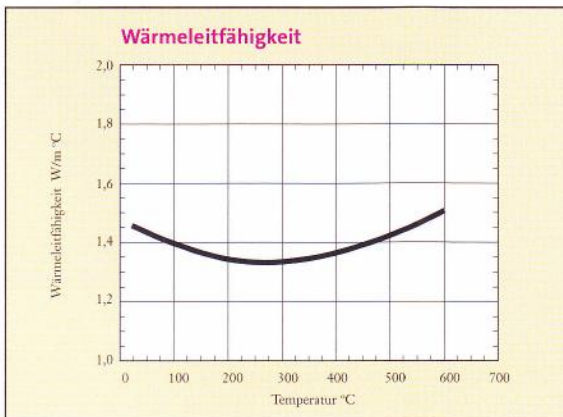
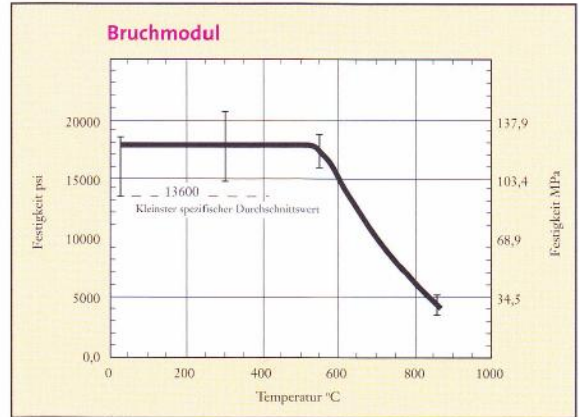
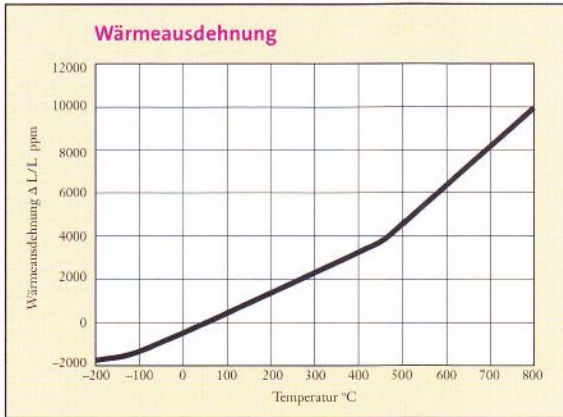
*Wasser nicht täglich erneuert

**Wasser täglich erneuert



Ceramic Substrates and Components Ltd
Lukely Works, Carisbrooke Road,
Newport, Isle of Wight, United Kingdom.
PO30 1DH - Company Registration No.934853
Tel: +44 (0)1983 528697
Fax: +44 (0)1983 822252
Email: info@ceramic-substrates.co.uk
Website: www.ceramic-substrates.co.uk
Website: www.macor.info

Technische Daten



Die allgemeinen Eigenschaften dieses Werkstoffes wurden in Labortests ermittelt, die von Zeit zu Zeit an Materialproben bei Corning durchgeführt werden. Tatsächliche Eigenschaften der Serienproduktion können davon abweichen.



Bearbeitung

Die Bearbeitungsgeschwindigkeiten und das Kühlmittel sind ausschlaggebend für eine erfolgreiche Bearbeitung.

Spanend bearbeitbare MACOR-Glaskeramik kann mit Werkzeugen aus Schnellarbeitsstahl bearbeitet werden. Zur Erzielung einer längeren Lebensdauer und besseren Oberflächengüte sind Hartmetallwerkzeuge zu empfehlen. Es empfiehlt sich, ausreichend Kühlmittel zu verwenden. Wie bei jedem neuen Werkstoff sollte man sich zudem Zeit nehmen, das Verhalten von MACOR bei der Bearbeitung kennen-zulernen.

Die besten Ergebnisse werden bei Verwendung eines wasserlöslichen Kühlmittels, das speziell für das Schneiden und Schleifen von Glas oder Keramik geeignet ist, erzielt.

Ein Nachbrennen ist nach der Bearbeitung nicht erforderlich.

Einrichten

Bei der Bearbeitung kleiner oder empfindlicher Werkstücke ist auf eine gleichmäßige Verteilung der Spannkraft zu achten. Nach Möglichkeit sollten weiche Spannbacken verwendet werden.

Sägen

Es empfiehlt sich, ein Sägeblatt mit Carbidkörnung bei einer Bandgeschwindigkeit von 30,5 m/min (100 fpm) einzusetzen. Als Alternative kann eine Siliciumcarbid- oder Diamant-Trennscheibe eingesetzt werden.

Drehen

Mit Hartmetallwerkzeugen.

Schnittgeschwindigkeit	9-15 m/min (30-50 sfm)
Vorschub	0,005-0,013cm/Umdrehung (0,002-0,005 ipr)
Schnitttiefe	0,38-0,65 cm (0,150-0,250 in)

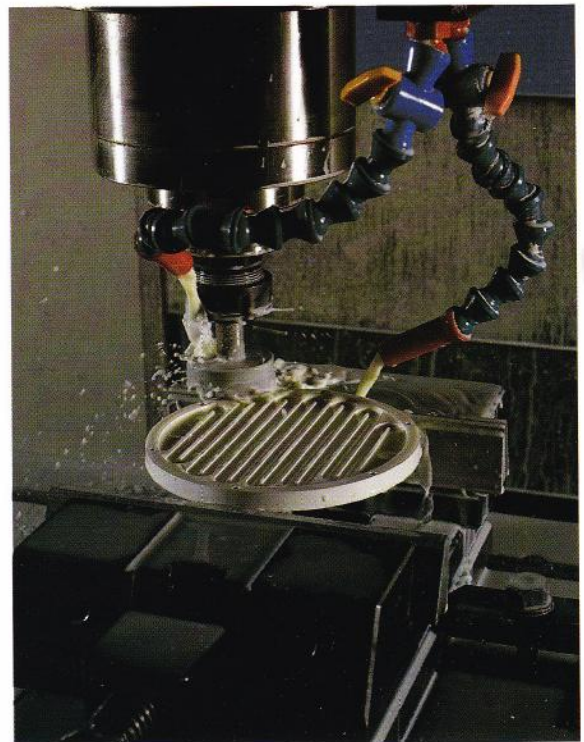
Fräsen

Schnittgeschwindigkeit	6,1-10,7 m/min (20-35 sfm)
Spanlast	0,05mm pro Zahn (0,002 ipt)
Schnitttiefe	0,38-0,51 cm (0,150-0,200 in)

Bohren

Bohrergröße	Spindelgeschwindigkeit	Vorschub
0,64cm (1/4 in)	300 U/min	0,013 cm/U (0,005 ipr)
1,27cm (1/2 in)	250 U/min	0,018 cm/U (0,007 ipr)
1,90cm (3/4 in)	200 U/min	0,025 cm/U (0,010 ipr)
2,54cm (1 in)	100 U/min	0,030 cm/U (0,012 ipr)
5,08cm (2 in)	50 U/min	0,038 cm/U (0,015 ipr)

Die Bohrervorschubgröße sollte entsprechend dem Bohrungsdurchmesser und der Dicke des MACOR-Werkstücks gewählt werden.



Zum Ausbrechen sollte mindestens 0,13cm (0,05 in) zusätzlicher Werkstoff auf der Rückseite vorgesehen sein. Dieser Überschuß kann nach dem Bohren entfernt werden.

Gewindeschneiden

Die Kernbohrung sollte 0,2 - 0,3 mm größer als bei Metallen vorgenommen werden. Das Abschrägen bei den Enden des Loches vermeidet ein Abplatzen. Der Gewindebohrer sollte nur in eine Richtung bewegt werden, da ein Vorwärts- und Rückwärtsdrehen des Gewindebohrers zum Abplatzen führen kann. Das ständige Spülen mit Wasser oder Kühlmittel entfernt Späne und Staub vom Gewindebohrer.

Schleifen

Es können Diamant-, Siliciumcarbid- oder Aluminiumoxid-Schleifscheiben verwendet werden.

Polieren

Man beginnt mit lockerem Siliciumcarbid mit einer Körnung von 400 auf einer Stahlscheibe. Für die Endpolitur bei Glas oder Keramik wird Cerdioxid oder Aluminiumoxid auf einer Schwabbelnscheibe eingesetzt. So kann man eine Oberflächenrauheit von 0,013µm (0,5µin) erreichen.



Ceramic Substrates and Components Ltd
Lukely Works, Carisbrooke Road,
Newport, Isle of Wight, United Kingdom.
PO30 1DH - Company Registration No.934853
Tel: +44 (0)1983 528697
Fax: +44 (0)1983 822252
Email: info@ceramic-substrates.co.uk
Website: www.ceramicsubstrates.co.uk
Website: www.macor.info

Zusammensetzung

Chemische Zusammensetzung

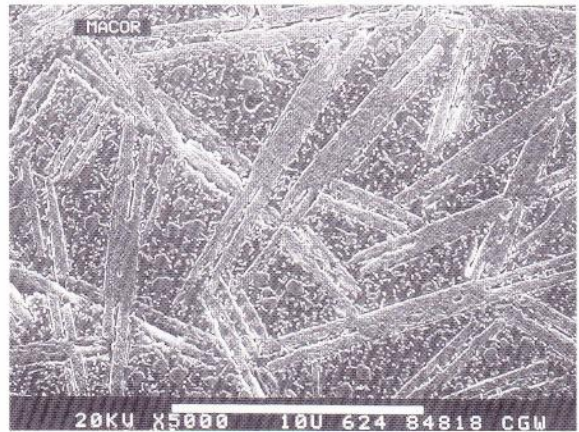
Spanend bearbeitbare MACOR-Glaskeramik ist ein weißer, geruchloser, porzellanähnlich aussehender Werkstoff, der aus etwa 55% Glimmerkristallen und 45% Borosilikatglas zusammengesetzt ist.

MACOR besitzt keinerlei bekannte toxische Wirkung; der bei der Bearbeitung entstehende Staub kann jedoch Reizungen hervorrufen. Diese Reizungen lassen sich durch geeignete Bearbeitungsverfahren vermeiden.

Der Werkstoff enthält folgende Bestandteile:

		Gewichtsanteile %, ca.
Siliciumoxid	- SiO ₂	46%
Magnesiumoxid	- MgO	17%
Aluminiumoxid	- Al ₂ O ₃	16%
Kaliumoxid	- K ₂ O	10%
Boroxid	- B ₂ O ₃	7%
Fluor	- F	4%

Mikrostruktur



Mikrostruktur der spanend bearbeitbaren MACOR-Glaskeramik in 5000 facher Vergrößerung.

Die maschinelle Bearbeitbarkeit von MACOR beruht auf zufallsorientierten Glimmer-Kristallen in der Mikrostruktur.



Ceramic Substrates and Components Ltd
Lukely Works, Carisbrooke Road,
Newport, Isle of Wight, United Kingdom.
PO30 1DH - Company Registration No.934853
Tel: +44 (0)1983 528697
Fax: +44 (0)1983 822252
Email: info@ceramic-substrates.co.uk
Website: www.ceramicsubstrates.co.uk
Website: www.macor.info