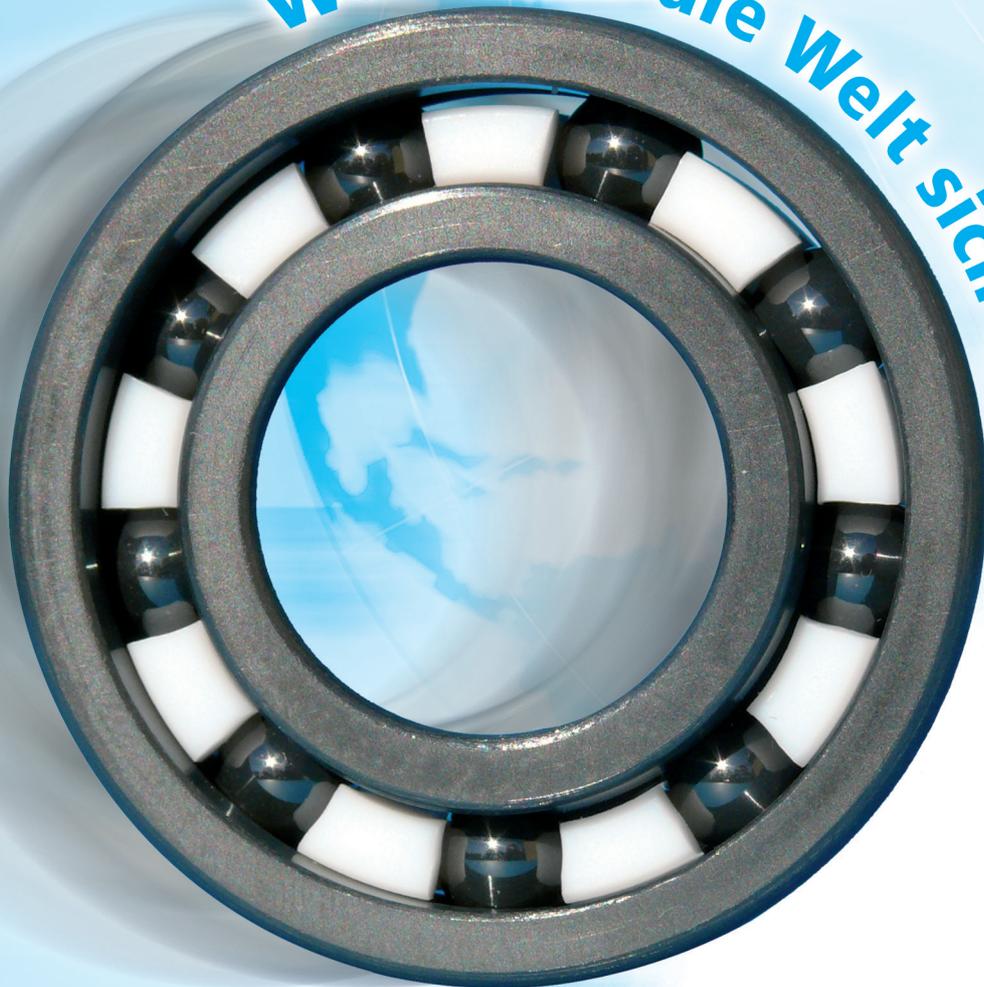
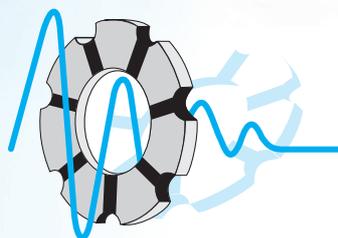


# Keramische Wälzlager

Wer lässt die Welt sich drehen?



**Sintertechnik**  
GmbH



Ceramic-Solutions

# Keramiklager



Keramiklager aus unserer Produktpalette: Radiallager, Axiallager und Pendelkugellager in verschiedenen Größen und in unterschiedlichen Werkstoffausführungen wie z.B. Siliziumnitrid oder Zirkonoxid.



## Technische Keramik zählt zu den jüngsten Werkstoffen für Wälzlager und hat sich in der Praxis vielfach bewährt.

Das Material ist vergleichsweise umweltverträglich, therm stabil, elektrisch isolierend und überdurchschnittlich langlebig. Aufgrund seiner im Vergleich zu Stahl höheren Härte, besseren Korrosionsresistenz und größeren Abrieb- bzw. Verschleißfestigkeit bei geringerer Dichte findet es im Lagereinsatz immer mehr Anwendung. Diese Eigenschaftskombination eignet sich für höchste mechanische, chemische und thermische Belastungen wie z.B. in der chemischen Industrie, thermischen Verfahrenstechnik (z.B. Öfen), Pumpen, Walzwerken, Feuerverzinkungsanlagen oder Dampfgebläsen.

Keramische Wälzlager bieten aufgrund ihrer Materialeigenschaften die Möglichkeit zur Mediensmierung oder des Trockenlaufes an. Dadurch empfehlen sie sich für den Einsatz bei hohen Hygieneanforderungen wie z.B. in der

- Lebensmittelindustrie
- Pharmaindustrie
- Reinraumtechnik
- Medizintechnik
- Hochvakuumtechnik



## Zwei keramische Rillenkugellager der 6er Reihe

Hier das zur Zeit in unserem Programm kleinste Kugellager mit einem Außendurchmesser von nur 9 mm, Ringe und Kugeln bestehen aus Siliziumnitrid, der Käfig aus PTFE. Es wird zur Zeit in DC-Kleinmotoren als Wellenlagerung bei extremen Umwelt- und Betriebsbedingungen eingesetzt.

Das derzeit größte lieferbare Kugellager in vollkeramischer Ausführung aus Zirkonoxid ist das 61830 (Außendurchmesser 190 mm, Innendurchmesser 150 mm). Es wird in Kraftwerken in Stromerzeugungsturbinen eingesetzt. Der Grund für diese Wahl vollkeramischer Wälzlager liegt in der hohen Einsatztemperatur von ca. 300° C und den guten Notlaufeigenschaften, unter denen die tribologischen Eigenschaften des keramischen Werkstoffes bei Ausfall des Schmierstoffes beibehalten werden (sog. Trockenlauf). Ein völlig anderer Einsatzbereich ist z.B. in stark alkalischem Medium und abrasiven Schwebeteilchen, wobei das Medium als Schmiermittel dient (sog. Mediumschmierung). Dieser Fall tritt z.B. in der Textilindustrie in Färbemaschinen auf.

**Mit derartigen Lagern erhöht sich die Standzeit gegenüber herkömmlichen Lagern deutlich.**

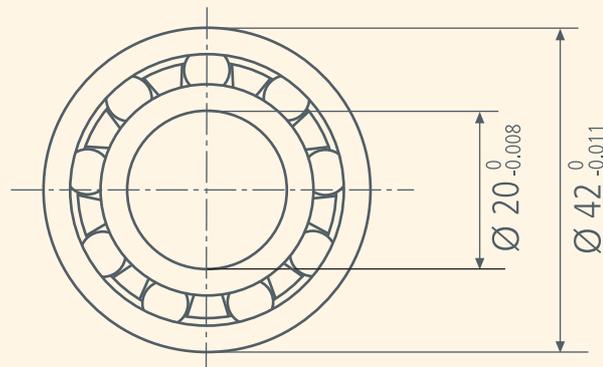


Die Sintertechnik GmbH bietet keramische Wälzlager in allen gängigen ISO-Abmessungen in den Werkstoffen Siliziumnitrid ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) und Zirkonoxid ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ -stab.  $\text{ZrO}_2$ ) an; auf Anfrage sind auch Lager in den Werkstoffen Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) und Zirkonoxid anderer Stabilisierungen (MgO oder  $\text{CeO}_2$ ) erhältlich. Die Lager können mit PE-, PTFE-, PEEK- oder Keramik-Käfigen geliefert werden.

Selbstverständlich können auch Lager nach individuellen Vorgaben des Kunden (Werkstoffe, Abmessungen, etc.) gefertigt werden.



Rillenkugellager Modell 6004 in der Toleranzklasse P0.  
Alle Teile (Ringe, Kugeln, Käfig) aus dem Werkstoff Zirkonoxid.



Technische Zeichnung dieses Lagers mit Toleranzangaben entsprechend P0 für Innendurchmesser (0 bis  $-8\mu\text{m}$ ) und Außendurchmesser (0 bis  $-11\mu\text{m}$ ).

Vollkeramische Wälzlager mit hoher Präzision (Herstellung in den Toleranzklassen P0, P6 oder P5) sind besonders geeignet für Hochgeschwindigkeitsanwendungen, in äußerst aggressiven Medien und bei extrem hohen Temperaturen. Sie zeichnen sich aus durch Form- und Maßstabilität bei Umgebungstemperaturen von  $-70^\circ\text{C}$  bis  $+1000^\circ\text{C}$ , in denen Kunststoff-Käfige (bis max.  $+230^\circ\text{C}$ ) und Schmierstoffe (derzeitig  $-40^\circ\text{C}$  bis  $+300^\circ\text{C}$ ) nicht mehr eingesetzt werden können. Neben der längeren Lebensdauer und einer gesteigerten Laufruhe hat der Verzicht auf Schmiermittel kostentechnische, wartungstechnische und konstruktive Vorteile gegenüber konventionellen Wälzlagern.

Aufgrund der anspruchsvollen Fertigungstechnologie werden vollkeramische Wälzlager jedoch erst seit ungefähr 10 Jahren in wachsendem Maße eingesetzt.

### Der begrenzende Faktor für den breiten Einsatz sind

- eine komplexe, nur schwer beherrschbare Fertigungstechnologie und
- hohe Fertigungskosten.

Durch Zusammenarbeit mit diversen Universitäten und unseren Partnern in Fernost ist es gelungen, qualitativ herausragende vollkeramische Wälzlager zu einem äußerst attraktiven Preis herzustellen. Somit wird nunmehr auch der Einsatz in der Serie unter dem Gesichtspunkt der Kosten möglich.

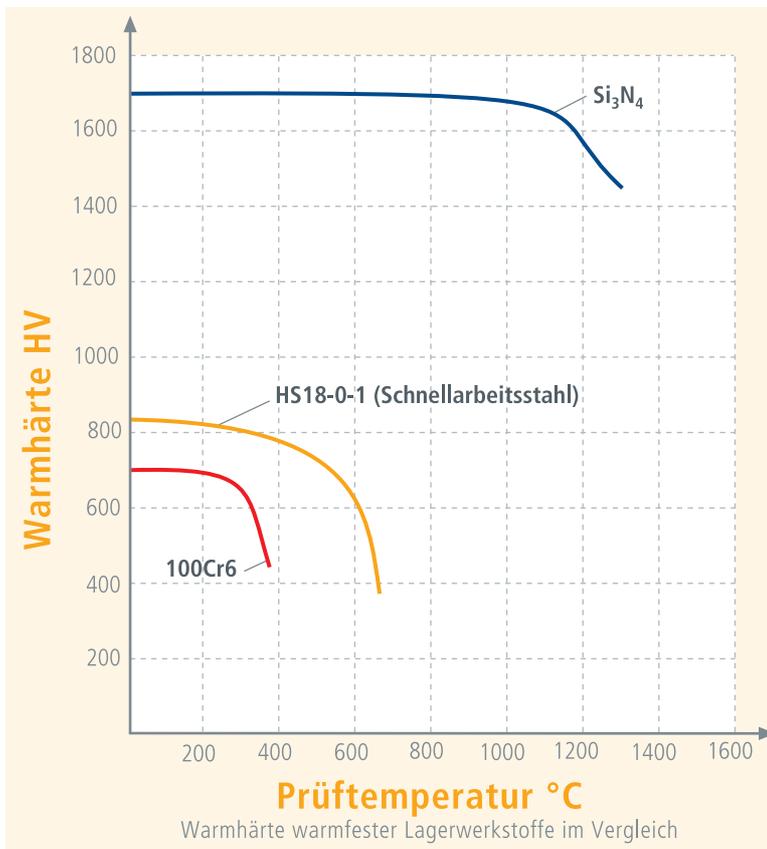
# Technische Daten

Werkstoffkennwerte			Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	ZrO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100Cr6
Dichte	ρ	g/cm <sup>3</sup>	3,2	5,9 - 6,04	> 3,9	7,85
Härte	HV10	N/mm <sup>2</sup>	> 1700	> 1300	1800	700
Elastizitätsmodul	E	GPa	300	205	390	210
Wärmeausdehnungskoeffizient	α	10 <sup>-6</sup> /K	3,2	10,2	8,2	11,5
Biegebruchfestigkeit	σ <sub>B</sub>	N/mm <sup>2</sup>	> 800	1000 - 1500	380	> 2500
Bruchzähigkeit	K <sub>IC</sub>	MPa m <sup>1/2</sup>	8	8 - 12	4,7	> 20
Wärmeleitfähigkeit	λ	W/m • K	30 - 35	2	27	40 - 45
Spez. elektr. Widerstand	ρ	Ωm	10 <sup>12</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-6</sup>
Korngröße	d	μm	< 1	<1	1 - 5*	-

\* je nach Anwendungsbereich unterschiedliche Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Qualitäten auf Anfrage erhältlich

Technische relevante Materialkenngrößen der Werkstoffe Siliziumnitrid, Zirkonoxid, Aluminiumoxid und Wälzlagerstahl.

Technische Keramik hat gegenüber Stahl ein bis zu 60% geringeres Gewicht, bis zu 70% geringere Wärmeausdehnung und ist um das dreifache härter. Aus den höheren Werten der Härte und des E-Moduls folgt eine um 70% erhöhte Lagersteifigkeit und ein bis zu 40% geringeres Reibmoment. Keramik neigt im Gegensatz zu Stählen kaum zu Adhäsivverschleiß, da andere Bindungsverhältnisse vorherrschen. Neuere Entwicklungsarbeiten z.B. auf dem Gebiet der Herstellung von Nanopulvern führen in den letzten Jahren zu beträchtlichen Erfolgen in der Verbesserung der Biegebruchfestigkeit und Bruchzähigkeit der keramischen Werkstoffe.



Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ist als bevorzugter Werkstoff für keramische Lager aufgrund seiner speziellen tribologischen Eigenschaften etabliert. Als leichter, hochfester und temperaturstabiler Werkstoff ist es wegen seiner geringen Wärmeausdehnung einsetzbar bei sehr hohen Temperaturen bis ca. 1000°C und bei starken Temperaturschwankungen. Sein geringeres Gewicht reduziert die auftretenden Fliehkräfte bei Anwendungen hoher Drehzahlen. Die Folgen sind geringere Reibung, geringerer Verschleiß und dadurch eine erhöhte Lebensdauer.

# Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

Siliziumnitrid zeigt eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit gerade in sehr starken Säuren und Laugen. Eine kostengünstige Alternative zu Siliziumnitrid stellt Zirkonoxid dar. Es hat eine geringere chemische Beständigkeit und eine niedrigere Temperaturstabilität. Vorteil ist jedoch seine dem Stahl ähnliche Wärmeausdehnung, welche Passungsprobleme zwischen Welle und Innenring deutlich verringert.

Chemische Beständigkeit	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	ZrO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100Cr6	X105CrMo17 (AISI 440C)
Salzsäure HCl (verd.)	+	+	+	-	-
Salzsäure HCl (konz.)	+	(+)	+	-	-
Salpetersäure HNO <sub>3</sub> (verd.)	+	+	+	-	+
Salpetersäure HNO <sub>3</sub> (konz.)	+	(+)	+	-	+
Schwefelsäure H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (verd.)	+	+	+	-	-
Schwefelsäure H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (konz.)	+	(+)	+	-	-
Phosphorsäure H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	+	+	+	-	-
Flusssäure HF	-	-	-	-	-
Natronlauge NaOH-Lsg.	+	+	+	-	+
Kalilauge KOH-Lsg.	+	+	+	-	+
Natriumchlorid NaCl	+	+	+	-	-
Kaliumchlorid KCl	+	+	+	-	-
Kupferchlorid CuCl <sub>2</sub>	+	+	+	-	-

Chemische Beständigkeit keramischer Werkstoffe gegenüber Wälzlagerstahl und einem für Wälzlager eingesetzten hochwertigen martensitischen Edelstahl (AISI 440C).

+ beständig | (+) es findet eine Reaktion statt | - nicht beständig

Da die hier verwendeten Keramiken elektrisch isolierende Eigenschaften haben und keine Wechselwirkungen mit magnetischen Feldern zeigen, sind sie auch dort einsetzbar, wo es bei elektrisch leitfähigen und magnetischen Stahllagern zu Störungen des Magnetfeldes (z.B. Kernspintomographie) oder auch zu schweren Schäden an den Lagern durch elektrischen Überschlag kommen kann. Eine hier an den Lagern anliegende Spannung kann diesen Stromfluss bei Stahllagern erzeugen. Die Folgen sind Kraterbildungen, Aufplattierungen oder auch Riffelbildungen sowohl auf den Walzkörpern als auch in den Laufbahnen z.B. beim Einsatz in Elektromotoren oder beim Transport von Papier oder Kunststoffrollen. Ein vorzeitiges Altern des Schmierstoffes ist ebenfalls eine Folge von Spannungsentladungen zwischen Außen- und Innenring.



# Hybridlager



Hybridlager aus unserer Produktpalette: Radiallager in verschiedenen Größen und in unterschiedlichen Werkstoffkombinationen wie z.B. Außen- und Innenring aus Chromstahl, Kugeln aus Siliziumnitrid oder auch Außenring und Kugeln aus Siliziumnitrid, Innenring aus Chromstahl.

Bei hybriden Wälzlager handelt es sich um die Kombination von Stahlringen und keramischen Kugeln. Solche Hybridlager verwendet man vorzugsweise als technische und preisliche Alternative in Fällen, in denen Stahllager den technischen Anforderungen nicht mehr genügen können. Einer der Vorteile der Hybridlager liegt im geringen Gewicht der Wälzkörper. Dies verursacht geringere Reibung, niedrigeren Schmierungsbedarf gegenüber herkömmlichen Stahlkugellagern und erhöht die Lebensdauer. Die geringere Affinität zu Stahl reduziert außerdem den adhäsiven Verschleiß, der durch die Kaltverschweißungen der Rauigkeitsspitzen von Laufbahn und Kugeln entsteht. Durch den höheren E-Modul wird die Druckellipse ebenfalls kleiner.

Die Sintertechnik GmbH bietet keramische Kugeln als Wälzkörper für Hybrid-Kugellager aus dem Werkstoff Siliziumnitrid und Zirkonoxid in der Genauigkeitsklasse G10 (Abweichung des Kugeldurchmessers  $< 0,25\mu\text{m}$ , Sphäritätsabweichung  $< 0,25\mu\text{m}$  und Oberflächenrauigkeit  $R_a < 0,025\mu\text{m}$ ) an.

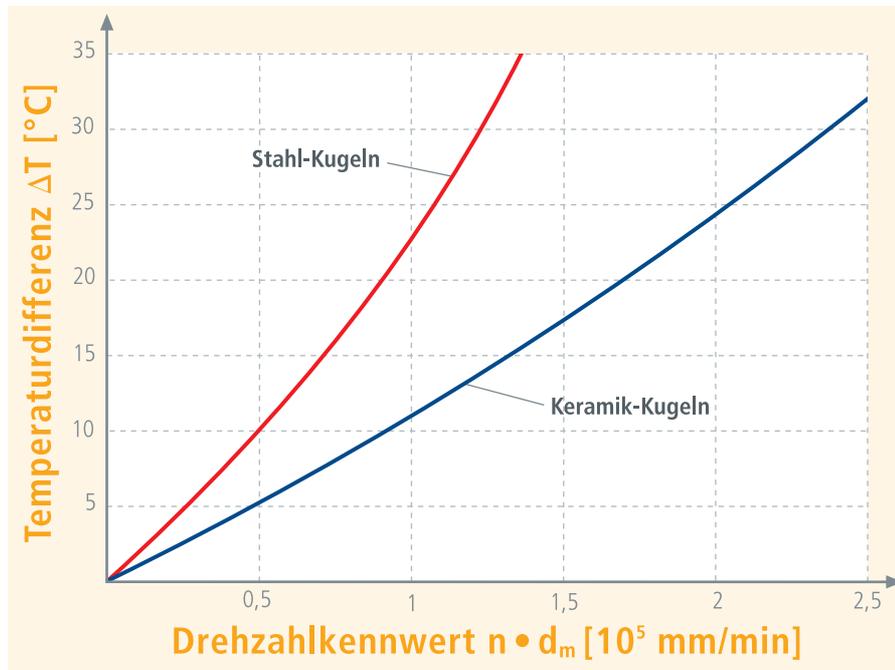
Auf Anfrage können auch andere Genauigkeitsklassen geliefert werden. Neue Werkstoffe für die Anwendung insbesondere als Wälzkörper befinden sich in der F&E-Phase.

Kugeln als Wälzkörper aus dem Werkstoff Siliziumnitrid (dunkelgrau) und Zirkonoxid (weiß).



Die im Hybridkugellager geringere Reibung hat eine geringere Wärmeentwicklung zur Folge. Da die erreichbaren Drehzahlen vor allem von den thermischen Bedingungen im Lager abhängen, lassen sich je nach Anwendung Drehzahlsteigerungen bis zu 30% gegenüber Lagern mit Stahl-Kugeln realisieren. Hybridlager können somit zur Leistungssteigerung von Maschinen und Anlagen beitragen.

Folgendes Diagramm zeigt die unterschiedliche Temperaturentwicklung anhand verschiedener Wälzkörperwerkstoffe in Stahllagern bzw. Hybridlagern in Abhängigkeit des Drehzahlkennwertes.



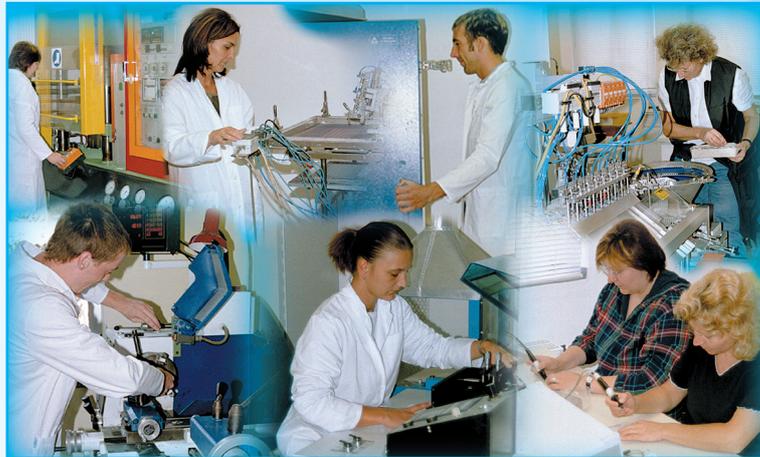
## → Fazit

	Stahl	Hybrid	Keramik
Chem. Beständigkeit	-	0	+
Temperaturbeständigkeit	-	-	+
Medienschmierung	-	0	+
Magnetische Wechselwirkung	-	-	+
Elektrische Isolation	-	+	+
Notlaufeigenschaften	-	0	+
Steifigkeit	-	-	+
Gewicht	-	-	+
Preis	+	0	-
Effektive Kosten*	-	0	+

\* effektive Kosten durch geringeren Wartungsaufwand (abhängig von der Anwendung)

# Das Unternehmen

Die Sintertechnik GmbH ist ein im Jahr 1962 gegründeter deutscher Industriebetrieb, der Hochleistungskeramiken - beginnend mit der produktspezifischen Pulverentwicklung und Pulveraufbereitung - entwickelt und herstellt.



Mit dieser Strategie konnte sich die Sintertechnik GmbH erfolgreich als Entwicklungspartner von bekannten Luft- und Raumfahrtkonzernen (wie z.B. der ESA, der EADS oder der MTU Aero Engines GmbH) etablieren. Keramische Hochleistungsbauelemente der Sintertechnik GmbH haben sich im Weltraum (Marsmission der NASA) bewährt oder werden bei zero-g Parabelflügen der EADS eingesetzt. Ein weiterer Baustein in der erfolgreichen Firmenstrategie ist eine enge Zusammenarbeit mit verschiedenen Universitätsinstituten im In- und Ausland und weltweit arbeitenden Vertragspartnern (z.B. in Fernost). Dadurch ist es uns möglich, je nach Anforderungsprofil den Auftrag entweder mit den eigenen Ressourcen zu erledigen, oder mit unseren langjährig bewährten Partnern zu international wettbewerbsfähigen Preisen anzubieten.

**Haben wir Ihr Interesse an keramischen Lagern geweckt?  
Für Fragen und technische Beratung stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.**

**→ [sales@sintertechnik.com](mailto:sales@sintertechnik.com)**

## **Sintertechnik GmbH Ceramic Solutions**

Altreuthstr. 18  
D-91362 Pretzfeld  
Tel. +49-(0)9194-9550  
Fax +49-(0)9194-4251  
[info@sintertechnik.com](mailto:info@sintertechnik.com)  
[www.sintertechnik.com](http://www.sintertechnik.com)

## **Sintertechnik GmbH Representative Office Shanghai**

German Centre - Tower 3 - Room 752B  
Zhangjiang Hi-Tech Park  
88 Keyuan Road - Pudong  
Shanghai 201203 - PRC  
Tel. 0086-21-28986451  
Fax 0086-21-28986450  
[info@sintertechnik.com.hk](mailto:info@sintertechnik.com.hk)

Die Informationen in dieser Broschüre enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.