



# **Für mehr Wirtschaftlichkeit und Prozesssicherheit**

**Hochleistungskeramik für den Maschinen- und Anlagenbau**

# **For more Economy and Process Reliability**

**Advanced Ceramics for Mechanical Engineering**



## **Die Experten für Technische Keramik im Maschinen- und Anlagenbau**

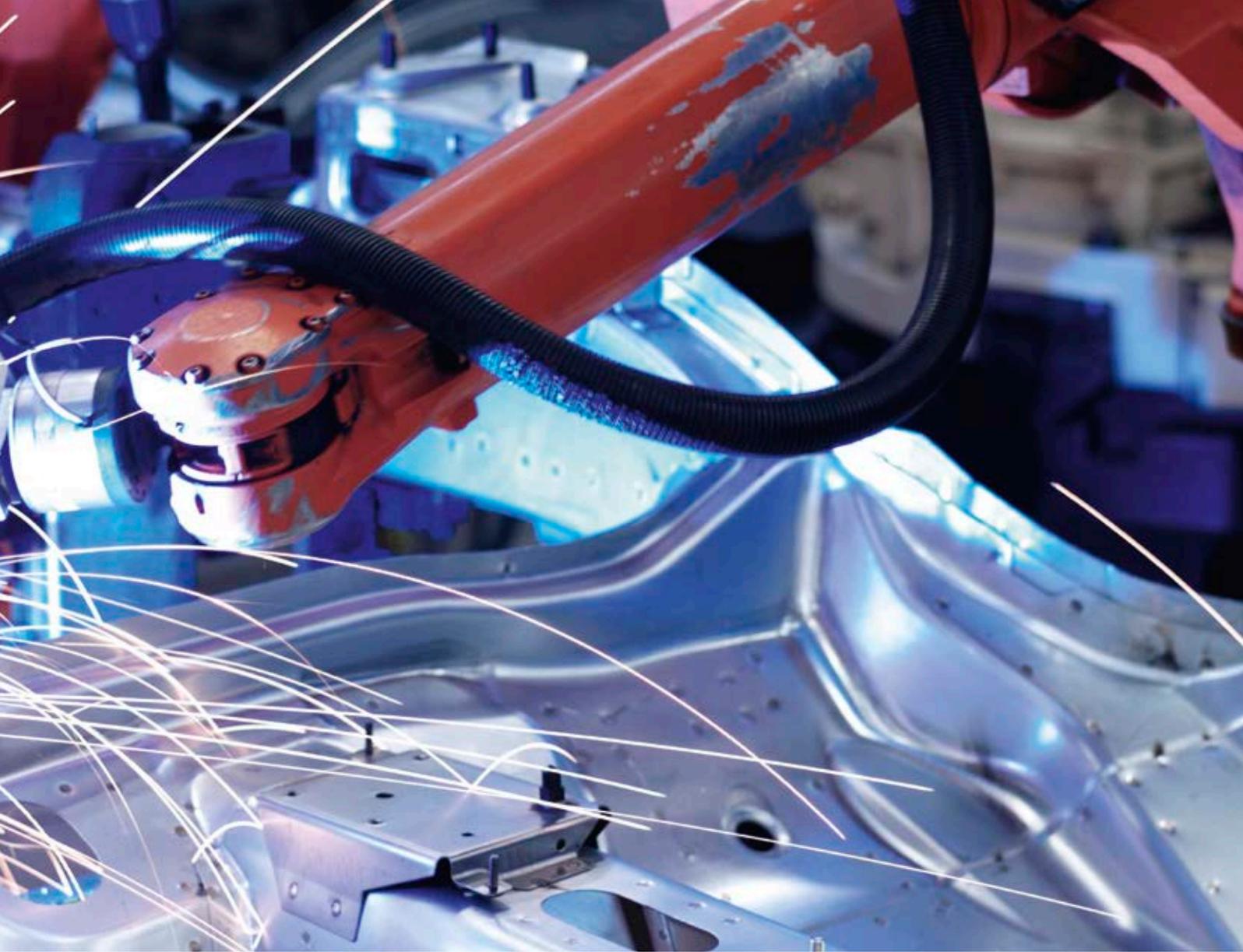
Mit über 100 Jahren Entwicklungserfahrung und Anwendungs-Know-how nimmt CeramTec weltweit eine Spitzenstellung bei der Herstellung und Fertigung von Hochleistungskeramik ein.

In vielen Bereichen der Industrie, der Verfahrenstechnik, im Geräte-, Maschinen- und Anlagenbau ermöglicht CeramTec Hochleistungskeramik die sichere Beherrschung von Abläufen, die Reduzierung von Emissionen und einen verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen.

Die im Geschäftsbereich Maschinenteknik entwickelten und produzierten Bauteile aus Technischer Keramik setzen in industriellen Anwendungen Maßstäbe – ob in der Umformtechnik, der Chemietechnik, der Umwelttechnik oder in der Präzisionstechnik.

Sie tragen entscheidend zur Steigerung der Lebensdauer und Leistungsfähigkeit von Maschinen und Anlagen bei, insbesondere dann, wenn aggressive Medien und hohe Temperaturen im Spiel sind und kundenspezifische Problemstellungen gelöst werden müssen.

Mit über 3.600 Mitarbeitern weltweit und Produktionsstätten und Tochtergesellschaften in Europa, Amerika und Asien ist CeramTec als Hersteller und Anbieter international präsent.



## The Experts for Technical Ceramics in Mechanical Engineering

With over a century of developmental experience and application expertise, CeramTec is a leading global manufacturer and producer of advanced ceramics.

CeramTec advanced ceramics enable safe process control, reduce emissions and ensure responsible use of resources in many areas of industry, process engineering, equipment, machine and plant engineering.

Technical ceramics components developed and produced in the Mechanical Applications Division set standards in industrial applications – whether in forming, chemical or environmental technology or precision engineering.

They make a decisive contribution to increasing the operating life and performance capability of machines and systems, especially in situations where customer-specific problems, aggressive media and high temperatures play a role.

With over 3,600 employees worldwide and production sites and subsidiaries in Europe, America and Asia, CeramTec is present around the globe as a manufacturer and supplier.

# Keramikkompetenz: Für jede Anwendung die optimale Lösung

Das CeramTec Programm umfasst weit über 10.000 verschiedene Produkte, Komponenten und Bauteile aus Technischer Keramik und eine Vielfalt an keramischen Hochleistungs-Werkstoffen.

In der **Umformtechnik** meistert Hochleistungskeramik von CeramTec extreme Beanspruchungen verschleiß-optimiert und besonders wirtschaftlich.

In der **Schweißtechnik** minimiert Hochleistungskeramik von CeramTec den Verschleiß und erhöht die Standzeit.

Bei **Spezialbauteilen und Sonderanwendungen** ermöglicht kundenspezifisch maßgeschneiderte Hochleistungskeramik von CeramTec erhebliche Wettbewerbsvorteile, weil kein herkömmlicher Werkstoff ähnlich verschleiß-, korrosions- und temperaturbeständig ist.

## Produkte und Lösungen für den Geräte-, Maschinen- und Anlagenbau

- Komponenten für Textilmaschinen
- Bauteil-Verstärkung
- Drahtzug-Werkzeuge
- Leichtbau-Verstärkung
- Maschinenbau Sonderanwendungen
- Metal-Matrix-Composite (MMC)
- MIG/MAG-Gasdüsen
- Rohrbearbeitung
- Schweißrollen, Schweißtechnik
- Technische Schneiden
- Umformtechnik
- Zentrierstifte
- Ziehwerkzeuge

# Ceramic Expertise: The ideal Solution for every Application

CeramTec's current portfolio comprises well over 10,000 different products, components and parts made from technical ceramics, along with a wide variety of advanced ceramic materials.

In **forming technology** CeramTec advanced ceramics can handle even the most extreme stress conditions, delivering wear-optimized and especially economical performance.

In **welding technology** advanced ceramics from CeramTec minimize wear and increase tool life.

For **special parts and applications** custom-tailored advanced ceramics from CeramTec secure an enormous competitive advantage because no other conventional material is as wear, corrosion or temperature resistant.

## Products and solutions for mechanical engineering

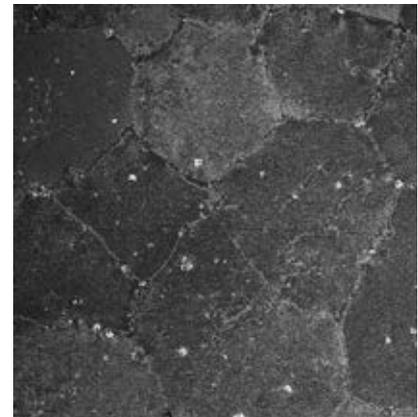
- Centering pins
- Component reinforcement
- Customized and special parts
- Forming tools
- Light-weight design reinforcement
- Metal matrix composites (MMC)
- MIG/MAG gas nozzles
- Navels
- Technical cutters
- Textile machinery components
- Tube forming
- Welding rollers and tools
- Wire drawing tools



# Ganz schön zäh: Zirkonoxid $ZrO_2$

Zirkonoxid weist einen sehr hohen Widerstand gegen die Ausbreitung von Rissen auf. Außerdem besitzt Zirkonoxid-Keramik eine sehr hohe Wärmedehnung und wird deshalb häufig bei der Realisierung von Verbindungen zwischen Keramik und Stahl gewählt.

- Hohe Wärmedehnung ( $\approx 11 \times 10^{-6}/K$ , ähnlich zu einigen Stahlsorten)
- Sehr gute thermische Isolation beziehungsweise niedrige Wärmeleitfähigkeit (2,5 bis 3 W/mK)
- Sehr hoher Widerstand gegen die Ausbreitung von Rissen, hohe Risszähigkeiten (6,5 bis 8 MPam<sup>1/2</sup>)
- Fähigkeit zur Sauerstoffionenleitung (Einsatz bei der Messung von Sauerstoff-Partialdrücken in Lambdasonden)



# Seriously Tough: Zirconium Oxide $ZrO_2$

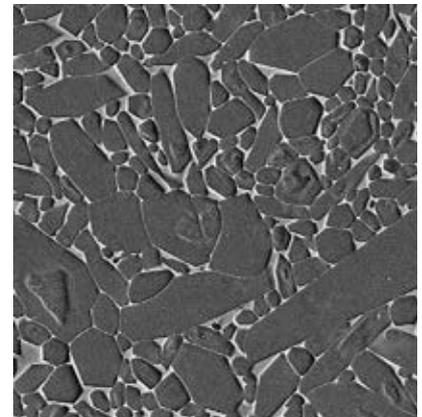
Zirconium oxide is highly resistant to crack propagation. Zirconium oxide ceramics also have very high thermal expansion and are therefore often the material of choice for joining ceramic and steel.

- High thermal expansion ( $\approx 11 \times 10^{-6}/K$ , similar to some types of steel)
- Excellent thermal insulation/low thermal conductivity (2.5 to 3 W/mK)
- Very high resistance to crack propagation, high fracture toughness (6.5 to 8 MPam<sup>1/2</sup>)
- Ability to conduct oxygen ions (used for the measurement of oxygen partial pressures in lambda probes)

# Nicht zu schocken: Siliziumnitrid $\text{Si}_3\text{N}_4$

Siliziumnitride weisen eine hervorragende Kombination von Werkstoffeigenschaften auf. Sie sind fast so leicht wie Siliziumkarbid, haben aufgrund ihrer Gefügestruktur eine sehr gute Thermowechselbeständigkeit und sind wegen der sehr hohen Bruchzähigkeit unempfindlich gegen Stöße und Schläge.

- Sehr geringe Dichte ( $3,21 \text{ g/cm}^3$ )
- Sehr hohe Bruchzähigkeit ( $7 \text{ MPam}^{1/2}$ )
- Gute Biegefestigkeit (850 MPa)
- Sehr gute Thermoschockbeständigkeit: hoher Wärmespannungsparameter (569 K)
- Maximale Einsatztemperatur in oxidierender Atmosphäre  $1300^\circ\text{C}$
- Maximale Einsatztemperatur in neutraler Atmosphäre  $1600^\circ\text{C}$



# Can even withstand Shock: Silicon Nitride $\text{Si}_3\text{N}_4$

Silicon nitrides feature an excellent combination of material properties. They are nearly as light as silicon carbide, but their microstructure gives them excellent thermal shock resistance and their high fracture toughness makes them resistant to impacts and shocks.

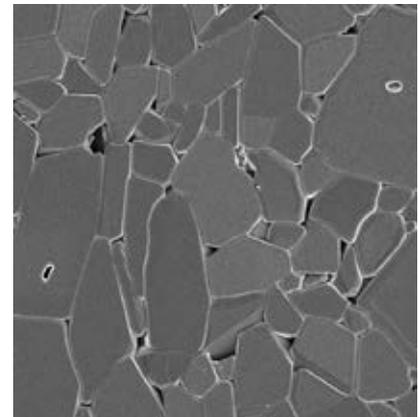
- Very low density ( $3.21 \text{ g/cm}^3$ )
- Very high fracture toughness ( $7 \text{ MPam}^{1/2}$ )
- Good flexural strength (850 MPa)
- Excellent thermal shock resistance: high thermal stress parameters (569 K)
- Maximum operating temperature in an oxidizing atmosphere:  $1,300^\circ\text{C}$
- Maximum operating temperature in a neutral atmosphere:  $1,600^\circ\text{C}$

# Substanz für alle Fälle: Aluminiumoxid $\text{Al}_2\text{O}_3$

Aluminiumoxid in seinen verschiedenen Reinheitsgraden ist der am häufigsten eingesetzte keramische Hochleistungswerkstoff. Hier verfügt CeramTec über eine ganze Reihe von Werkstofftypen mit unterschiedlichen Eigenschaftsprofilen, die über ein gezieltes Gefügedesign eingestellt werden.

- Sehr gute elektrische Isolation ( $1 \times 10^{14}$  bis  $1 \times 10^{15} \Omega\text{cm}$ )
- Mittlere bis extrem hohe mechanische Festigkeit (300 bis 630 MPa)

- Sehr hohe Druckfestigkeit (2000 bis 4000 MPa)
- Hohe Härte (15 bis 19 GPa)
- Mittlere Wärmeleitfähigkeiten (20 bis 30 W/mK)
- Hohe Korrosions- und Verschleißbeständigkeit
- Gute Gleiteigenschaften
- Geringe Dichte (3,75 bis 3,95 g/cm<sup>3</sup>)
- Einsatztemperatur ohne mechanische Belastung 1000 bis 1500°C
- Bioinert und lebensmittelverträglich



## Material with Substance for any Challenge: Aluminum Oxide $\text{Al}_2\text{O}_3$

Alumina in its various levels of purity is used more often than any other advanced ceramic material. CeramTec offers a wide range of material types with different property profiles that can be adjusted via a targeted matrix design.

- Excellent electrical insulation ( $1 \times 10^{14}$  to  $1 \times 10^{15} \Omega\text{cm}$ )
- Medium to extremely high mechanical strength (300 to 630 MPa)
- Very high compressive strength (2,000 to 4,000 MPa)
- High hardness (15 to 19 GPa)
- Moderate thermal conductivity (20 to 30 W/mK)
- High corrosion and wear resistance
- Good gliding properties
- Low density (3.75 to 3.95 g/cm<sup>3</sup>)
- Operating temperature without mechanical load 1,000 to 1,500°C
- Bioinert and food compatible

# Hält mehr aus: CeramTec Hochleistungskeramik

Was härtesten Anforderungen standhalten soll, braucht die richtige Substanz. Die Grundlage unserer innovativen Zukunftslösungen bilden keramische Werkstoffe wie Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Siliziumnitrid oder Siliziumkarbid.

Diese Substanzen sind hart im Nehmen: Wegen ihrer hohen Verschleiß-, Korrosions- und Temperaturbeständigkeit werden sie dort eingesetzt, wo andere Werkstoffe an ihre Grenzen stoßen.



# Can withstand toughest Conditions: CeramTec Advanced Ceramics

Withstanding even the toughest conditions requires material with substance. Ceramic materials such as alumina, zirconium oxide, silicon nitride or silicon carbide are the cornerstone of our innovative solutions of the future.

These materials can withstand virtually anything: Their high wear, corrosion and temperature resistance makes them the perfect choice everywhere other materials reach their limits.

# Mit Technischer Keramik besser in Form

Werkzeuge für die Umformtechnik unterliegen extremen Beanspruchungen und einem hohen Verschleiß. Hier ist Technische Keramik anderen Werkstoffen häufig überlegen und sorgt in den Prozessschritten der Umformung von Metallen für mehr Leistung und Wirtschaftlichkeit.

## Werkzeuge für mechanische Umformung

- Ziehen, Biegen oder Aufweiten
- Keine Kaltverschweißungen
- Hohe Verschleißfestigkeit
- Hohe chemische und thermische Beständigkeit
- Bessere Oberflächenqualität und Maßgenauigkeit
- Vervielfachte Standzeit



# In Top Form with Technical Ceramics

Stress conditions and extreme wear: Technical ceramics are often far superior to other materials in these conditions and help form metals in every process step for enhanced performance and cost-effectiveness.

## Tools for mechanical forming

- Drawing, bending or widening
- No cold welds
- High wear resistance
- High chemical and thermal resistance
- Improved surface quality and dimensional accuracy
- Vastly extended service life

**Drahtziehwerkzeuge mit optimierten  
Keramikoberflächen**

- Ziehwalzen, Ziehkone und Ziehscheiben
- Grobzugringe, Umformringe und Großbauteile
- Vollkeramik oder Keramik-Metallverbunde
- Hartstoff-beschichtete Ziehwerkzeuge
- Hilfswerkzeuge: Leitrollen, Führungselemente, Düsen, Ösen
- Exakte Korngrößen-Definition im keramischen Oberflächenmaterial

- Erhöhter Kontaktbereich mit Kopfsteinpflaster-Muster durch Feinstpolitur
- Konstante Drahtstärken durch konstantes Drehmoment
- Vermeidung von Beschädigungen beschichteter Drähte
- Vermeidung von Drahtbrüchen
- Geringe Wartungskosten und verlängerte Wartungsintervalle
- Verlängerte Maschinenstandzeiten



**FORMING APPLICATIONS**

**Wire drawing tools with optimized  
ceramic surfaces**

- Forming rolls, cones and drawing discs
- Large drawing rings, forming rings and large components
- Solid ceramic or ceramic/metal composites
- Carbide-coated drawing tools
- Auxiliary tools: guide rolls, guide elements, nozzles, eyelets
- Exact particle size definition in the ceramic surface material

- Increased contact area with cobblestone pattern thanks to a finely polished surface
- Constant torque levels yield consistent wire thicknesses
- Prevention of damages to coated wires
- Prevention of wire breakage
- Low maintenance costs and extended maintenance intervals
- Extended machine service life

# Perfekte Fügung durch Technische Keramik

Für den Einsatz in Schweißprozessen hat CeramTec eine Siliziumnitrid-Keramik als optimal geeigneten Werkstoff entwickelt. Das Ergebnis sind Produkte mit besonderer Härte und Verschleißfestigkeit, sehr hoher Temperaturbeständigkeit und chemischer Resistenz. Sie ermöglichen eine vervielfachte Standzeit, verkürzen die Gesamtrüstzeiten, verlängern die Maschinenlaufzeiten und verbessern die Qualität des Endproduktes.

## Werkzeuge für den Schweißprozess

- Gasdruckgesinterte Hochleistungskeramik  $\text{Si}_3\text{N}_4$  SL200B/BG
- Extreme Härte und Biegefestigkeit
- Hohe Thermoschock- und Temperaturbeständigkeit
- Elektrisch isolierend
- Reduzierte Kaltverschweißungen und keine Schweißspritzeranhaftung
- Hohe Zug- und Druckfestigkeit



## A perfect Union with Technical Ceramics

CeramTec has developed the ideal silicon nitride ceramic for use in the welding process. The outcome: welding process components featuring remarkable hardness and wear resistance, and very high temperature and chemical resistance. They vastly extend service life, reduce overall retooling times, extend machine running times and enhance end-product quality.

## Tools for the welding process

- Gas-pressure sintered advanced ceramics  $\text{Si}_3\text{N}_4$  SL200B/BG
- Extreme hardness and flexural strength
- High thermal shock resistance and temperature resistance
- Superior electrical insulation
- Reduced cold welding and no welding spatter adhesion
- High tensile strength and compressive strength

- Schweißrollen für das Längsnahtschweißen von Rohren: 20- bis 30-fach höhere Standzeiten im Vergleich zu Stahlrollen
- Schweißzentrierstifte für das Buckelschweißen: 5-fach höhere Standzeiten im Vergleich zu Zirkonoxid
- Gasdüsen für den Einsatz im MIG/MAG-Schweißen in Vollkeramik oder als Gewindeaufsatz



- Welding rollers for longitudinal pipe welding: 20 to 30 times longer service life compared to steel rollers
- Welding pins for projection welding: 5 times longer service life compared to zirconium oxide
- Gas nozzles for use in MIG/MAG welding in solid ceramic or as threaded caps

# Spezial-Einheiten aus Technischer Keramik

Wo konventionelle Werkstoffe den veränderten Anforderungen und kundenspezifischen Problemstellungen im Geräte-, Anlagen- und Maschinenbau nicht mehr gewachsen sind, entwickelt und realisiert CeramTec maßgeschneidert kundenspezifische Lösungen aus Technischer Keramik. Ihre hohe Verschleiß-, Temperatur- und Korrosionsbeständig-

keit ermöglicht es, ganz neue Anwendungen zu realisieren und bestehende Systeme weiter zu optimieren. Als Pionier im Bereich Technischer Hochleistungskeramik dehnen wir das Anwendungs- und Entwicklungspotenzial kontinuierlich weiter aus.



# Special Forces made from Technical Ceramics

CeramTec develops and delivers custom-tailored solutions made from technical ceramics everywhere conventional equipment, systems and mechanical engineering materials reach their limits. Their high wear, temperature and corrosion resistance make it possible to realize completely

new applications and further optimize existing systems. As a pioneer in the field of technical ceramics, our aim is to further expand the application and development potential of these materials.

### Kundenindividuelle Sonderbauteile

- Ersatz konventioneller Werkstoffe
- Vollkeramik-Lösungen oder Verbundkomponenten aus Keramik-Metall
- Keramik- und anwendungsgerechte Auslegung und Konstruktion
- Prozessoptimierungen bezüglich Verschleiß, Standzeiten oder Wartungsintervallen



## SPECIAL PARTS AND APPLICATIONS

### Customer-specific special parts

- Replacement for conventional materials
- Solid ceramic solutions or ceramic/metal composites
- Ceramic and application-specific design and construction
- Process optimization for improved wear, tool life or maintenance intervals

# Entscheidende Vorteile: CeramTec Hochleistungskeramik

Hochleistungskeramik – auch Technische Keramik – wird von CeramTec aus unterschiedlichen keramischen Werkstoffen hergestellt, die in ihren Eigenschaften synthetisch auf verschiedene technische Anwendungen hin optimiert und abgestimmt sind. Beispiele für solche spezifischen Eigenschaften sind:

- Wärmeleitfähigkeit und Schockbeständigkeit
- Härte und Verschleißfestigkeit
- Chemische Beständigkeit
- Piezoelektrizität und Dynamik
- Biegebruch- und Druckfestigkeit
- Korrosionsbeständigkeit und Biokompatibilität
- Elektrische Isolation und Durchschlagsfestigkeit
- Temperaturbeständigkeit
- Wärmeisolation

Durch diese Eigenschaften und Kombinationen können Technische Keramikwerkstoffe dort eingesetzt werden, wo Metalle oder Kunststoffe bestehende Anforderungen nicht optimal erfüllen oder wo neue Herausforderungen mit konventionellen Werkstoffen nicht realisiert werden können. So ist Technische Keramik in einer Vielzahl von Anwendungen im Vorteil: in der Automobilindustrie, der Elektronik, der Medizintechnik oder dem allgemeinen Geräte- und Maschinenbau.

## Decisive Advantages: CeramTec Advanced Ceramics

At CeramTec, advanced ceramics – also known as technical ceramics – are manufactured from a variety of ceramic materials whose properties have been synthetically optimized and matched to suit various technical applications. Examples of these specific properties include:

- Heat conductivity and shock resistance
- Hardness and wear resistance
- Chemical resistance
- Piezo-electricity and dynamics
- Fracture resistance and pressure stability
- Corrosion resistance and biocompatibility
- Electrical insulation and dielectric strength
- Temperature resistance
- Thermal insulation

These properties make it possible to use technical ceramic materials where metals or plastics do not ideally fulfill existing requirements or where new challenges cannot be overcome with conventional materials. This gives technical ceramics an edge in a number of different applications: in the automotive industry, in the field of electronics, in medical engineering applications or in general equipment and mechanical engineering.

# Anwendungsbeispiele

## Application Areas



