

2) Werkstoffe, Eigenschaften und Anwendungen

A) Einleitung

- Elke Vitzthum,
CeramTec AG, Lauf a. d. Pegnitz

Die Folien finden Sie ab Seite 24.

Einleitung und Definition von Keramik

Technischer Fortschritt ist ohne Neu- und Weiterentwicklung von Werkstoffen nicht mehr denkbar. Keramik ist zwar der älteste von Menschen genutzte Werkstoff, hat aber im Gegensatz zu Metallen erst in den letzten Jahrzehnten in der Pumpentechnik Anwendung gefunden. Überall dort, wo Metalle und Kunststoffe versagen, wird Hochleistungskeramik eine interessante Alternative. Zu Keramik zählen allgemein alle nichtmetallischen anorganischen Werkstoffe, die durch einen Sinterprozeß (hohe Temperaturen) verfestigt werden. Die Palette reicht von Töpferware über Porzellan bis hin zu modernen Hochleistungskeramiken. Unter dem Begriff Hochleistungskeramik versteht man keramische Werkstoffe auf oxidischer, nitridischer, karbidischer oder boridischer Basis mit definierter Zusammensetzung und einem auf die jeweilige Anwendung abgestimmten Eigenschaftsprofil. Hergestellt meist aus Pulvern, mit eng definierter chemischer Zusammensetzung und Teilchencharakteristik.



Bild 1: Werkstoffe

Die Herstellung von technischer Keramik unterscheidet sich deutlich von den Metallen, was auch einige Einschränkungen in der Formenvielfalt und Maßtoleranz mit sich bringt. Die wesentlichen Verfahrensschritte sind:

- Rohstoffaufbereitung
- Formgebung
- Brand
- Endbearbeitung

Der Ausgangsstoff sind Pulver spezifischer Zusammensetzung, die die Anforderungen an Reinheit, Homogenität und Konstanz erfüllen. Die Formgebung erfolgt nach üblichen Formgebungsverfahren wie z.B. Pressen.

Der anschließende Sinterbrand umfasst den sehr komplexen Vorgang der Verdichtung eines pulverförmigen Materials unter Temperatureinwirkung. Dabei handelt es sich um einen Verdichtungsprozess, der mit einem Schrumpfungsprozess unter Beibehaltung der Form einhergeht (Größenunterschied bis zu ca. 20 % in den Längen ist möglich). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, zumindest die Funktionsflächen einer

Hartbearbeitung zu unterziehen. Die spanende Nachbearbeitung dieser hochfesten keramischen Bauteile ist kostenintensiv.



Bild 2: Herstellungsprozess

Gegenüber von Metallen bieten Hochleistungskeramiken aber eine Reihe von Vorteilen wie Härte, Verschleißfestigkeit, Korrosionsbeständigkeit, geringes spezifisches Gewicht, elektrische Isolation, um nur einige zu nennen.

	Keramik	Metall
Härte	↑	↓
Hochtemperaturfestigkeit	↑	↓
Thermische Ausdehnung	↓	↑
Duktilität	↓	↑
Korrosionsbeständigkeit	↑	↓
Verschleißfestigkeit	↑	↓
Elektrische Leitfähigkeit	↑ ↓	↑
Dichte	↓	↑
Wärmeleitfähigkeit	↑ ↓	↑
 Tendenz zu hohen Werten Tendenz zu niedrigen Werten		

Tabelle 1: Eigenschaften im Vergleich

Die zuverlässige Funktion eines Bauteils hängt davon ab, wie es Schäden tolerieren kann. Viele Konstrukteure keramischer Bauteile erwarten eine Superkeramik, die eine hohe Zugfestigkeit, eine plastische Deformierbarkeit, eine gute Langzeit- und Hochtemperaturstabilität – alles in einem Material und zu niedrigen Kosten- besitzt.

Doch sind Verschleiß und Korrosion wesentliche Wirtschaftsfaktoren. Sie bestimmen die Standzeit von Maschinen und Anlagen, verursachen Betriebsstillstandszeiten und Reparaturkosten. Diese entscheiden über die Rentabilität von Prozessen und die Wettbewerbsfähigkeit von Produkten, was eine optimale Auswahl des Werkstoffs unerlässlich macht.

Genau Kenntnis über die spätere Applikation ermöglicht somit eine gezielte Werkstoffauswahl. Jedoch sind die Konstruktionskriterien von Keramikbauteilen im Vergleich zu Metallen vollkommen anders und müssen stets berücksichtigt werden, um ein optimales Ergebnis zu erzielen.

Werkstoffe und ihre Eigenschaften

Bedingt durch die Vielzahl der extrem unterschiedlichen Eigenschaften ergeben sich sehr differenzierte Anwendungsgebiete für den Einsatz von Keramik.

Je nach Ausgangsmaterial lassen sich keramische Hochleistungswerkstoffe in verschiedenen Werkstoffvarianten unterteilen. Die wichtigsten sind:

- Silikatkeramik (z.B. Porzellan, Steinzeug, Steatit)
- Oxidkeramik (z.B. Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Titanate, usw.)
- Nichtoxidkeramiken (z.B. Nitride, Carbide, Boride, Silicide)

Die verwendeten Vortragsfolien (Nr. 1 bis 7) finden sich auf den folgenden Seiten.

think
ceramics

Werkstoffe, Eigenschaften und Anwendungen

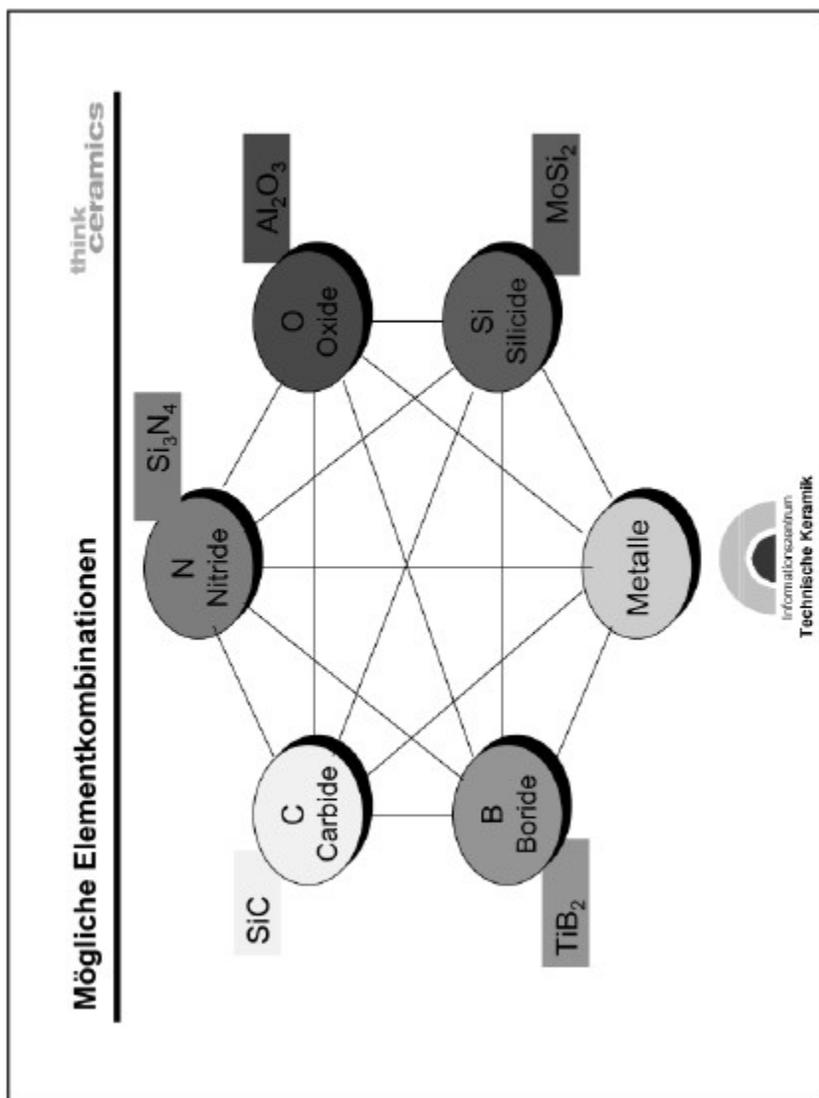
Einführung

Elke Vitzthum
CeramTec AG
Lauf a. d. Pegnitz

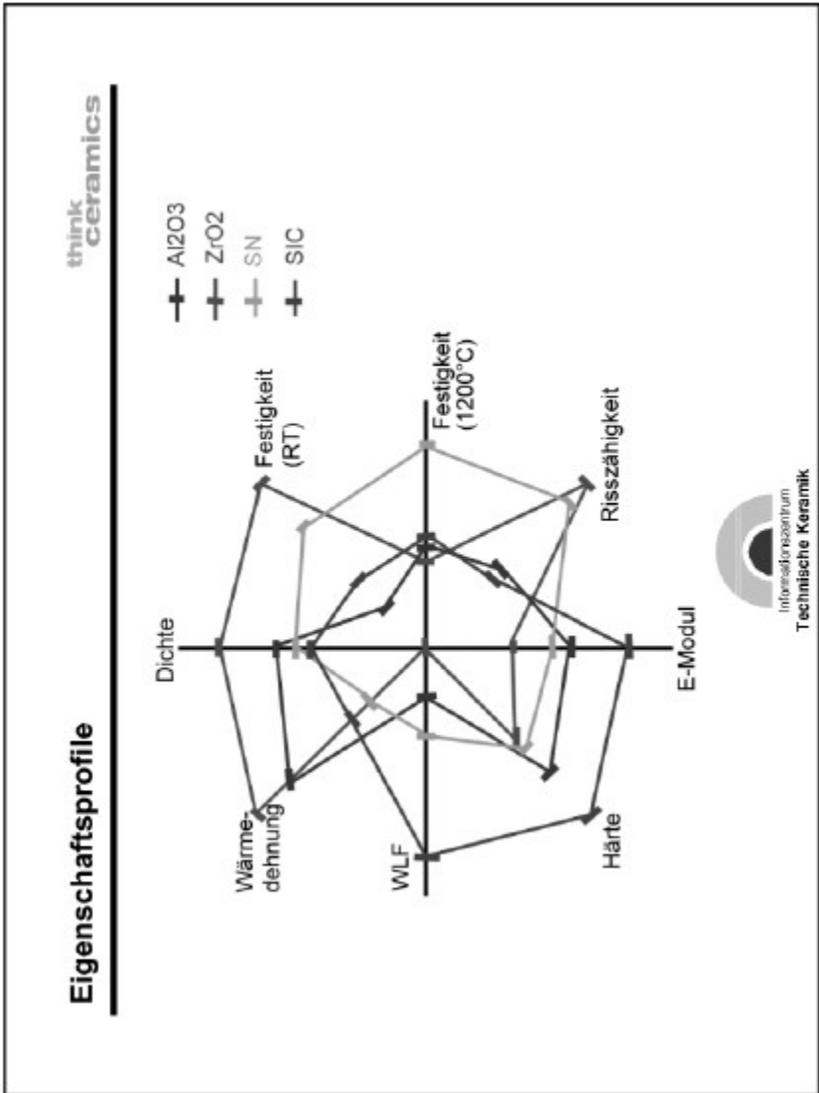




Folie 2



Folie 4



Folie 5

Problem: die Bremse

think
ceramics

*„Das wichtigste an einem
Sportwagen ist nicht
der Motor, sondern die
Bremse“*

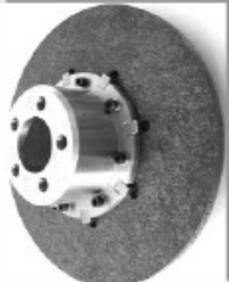
Mika Häkkinen



think
ceramics

Problemlösung: Neuer Bremsenwerkstoff

Hochleistungskeramik



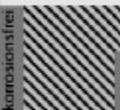
Grauguss



„hart“



korrosionsfrei



leicht

2,2 g/cm³



konstant

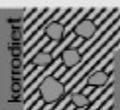
Reibwert

Zeit

„weich“



korrodiert



schwer

7,1 g/cm³



schwankend

Reibwert

Zeit

Quelle: CeramTec AG



Informationszentrum
Technische Keramik