

2.3 Keramik – die wirtschaftliche Lösung

- Christoph Nitsche
ESK Ceramics GmbH & Co. KG
Kempten

Die Folien finden Sie ab Seite 103.

Die technische Keramik hat von Alters her ihren Platz gefunden, wo andere Werkstoffe versagen, z. B. bei großer Hitze. Deshalb sind seit Jahrhunderten Feuerfestanwendungen und seit 1902 auch die Zündkerze unstrittige Domänen keramischer Werkstoffe.

In den letzten 30 Jahren hat sich das Bild gewandelt: Technische Keramiken sind zum Schrittmacher neuer Technologien geworden. Beispiele sind die Hitzeschutzkacheln des Space Shuttle, die Piezo-Technik, der Diesel-Partikelfilter oder auch – noch in den Kinderschuhen – die Supraleitung.

Fazit der öffentlichen Wahrnehmung: Keramik ist immer dann gut, wenn sonst nichts geht.

Es gilt nun zu klären, ob dieses Fazit die ganze Wirklichkeit widerspiegelt. Gibt es Anwendungen, bei denen Keramik im wirtschaftlichen Wettbewerb mit anderen Werkstoffen steht und diesen Wettbewerb klar für sich entscheiden kann?

Zur Klärung dieser Frage betrachten wir die Preisindizes aller metallischer Rohstoffe in den letzten fünf Jahren: Preissteigerungen von 300% waren die Regel, einzelne Metalle, wie z. B. Wolfram, das in einigen Anwendungen in Konkurrenz zu Keramik steht, sind sogar um knapp 600 % teurer geworden.

Im Gegensatz dazu sind keramische Rohstoffe überall auf der Welt unbegrenzt verfügbar, da z. B. die ESK Ceramics die überwiegende Anzahl ihrer Produkte aus den Elementen Silizium, Stickstoff und Kohlenstoff synthetisiert. Ein weiterer wesentlicher Rohstoff ist natürlich Energie, der auch überall verfügbar ist, jedoch zu unterschiedlichen und zum Teil stark steigenden Preisen. Da jedoch die technische Keramikindustrie einen relativ jungen Industriezweig darstellt, durchdringt

sie immer mehr Märkte, produziert dadurch höhere Mengen und kann industrielle Fertigungsprozesse adaptieren. Dies führt in den meisten Fällen zu einer Kompensation der gestiegenen Energiekosten.

An den Massenprodukten „Verdampferschiffchen“ und Serienprodukten wie Standard-Dichtringen kann eindrucksvoll gezeigt werden, dass die Preise in den letzten vier Jahren um ca. 18 % sanken.

Bildet man den Durchschnitt aller innerhalb eines Jahres produzierter keramischer Bauteile der ESK Ceramics und ordnet sie den einzelnen Werkstoffen zu, so zeigt sich, dass der durchschnittliche kg-Preis pro bearbeitetes Bauteil in den letzten fünf Jahren um ca. 20 % gesunken ist. Dies ist zwar nur eine Näherung, da eventuelle Änderungen im Produktmix oder in der Wertschöpfungstiefe nicht bereinigt sind, dennoch zeigt sich, dass im Gegensatz zu vielen anderen Materialien, technische Keramik tendenziell günstiger wird.

Bei der Betrachtung des absoluten Preisniveaus auf kg-Basis muss beachtet werden, dass Bornitrid, je nach Modifikation, nur Dichten von 1,97 bis 2,92 g/cm³ aufweist und Siliciumcarbid und Siliciumnitrid sich zwischen 3,10 und 3,24 g/cm³ einreihen. Das gleiche Bauteil ist aus Stahl ca. dreimal so schwer und aus Wolframcarbid sogar sechs- bis siebenmal so schwer. Um die Durchschnittspreise von Bornitrid (330 EUR/bearbeitetes kg), Siliciumnitrid (330 EUR/bearbeitetes kg) und Siliciumcarbid (260 EUR/bearbeitetes kg) mit anderen Materialien vergleichen zu können, müssen die Preise um die Dichtedifferenz korrigiert werden.

Wie stellt sich die Wirtschaftlichkeit keramischer Werkstoffe in der Anwendung dar? Anhand von mehreren Beispielen wird belegt, dass trotz bis zu zehnmal höherer Beschaffungskosten sich die Investition in keramische Werkstoffe in wenigen Tagen bzw. Monaten auszahlt. Leider können viele weitere Beispiele aufgrund bilateraler Geheimhaltungsverträge nicht beschrieben werden.

Vortragsblock 1

Zusammenfassend kann man feststellen, dass technische Keramik durch

- ein umfassendes Eigenschaftsportfolio,
- die Fertigung maßgeschneiderter komplexer Bauteile,
- und durch zunehmend standardisierte Großserienfertigung

nicht nur zukunftsweisende Technologien ermöglicht, sondern im vermehrten Umfang industrielle Prozesse wirtschaftlicher macht.

Die verwendeten Vortragsfolien (Nr. 1 bis 16) finden sich auf den folgenden Seiten.

think
ceramic
TECHNISCHE KERAMIK

**KERAMIK –
DIE WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG**

Christoph Nitsche
ESK Ceramics GmbH & Co. KG
Business Development
Kempten



2.3 Die wirtschaftliche Lösung - Folie 1

VORSPRUNG DURCH KERAMIK



**ZUKUNFTSWEISENDE
TECHNOLOGIEN WERDEN MÖGLICH**

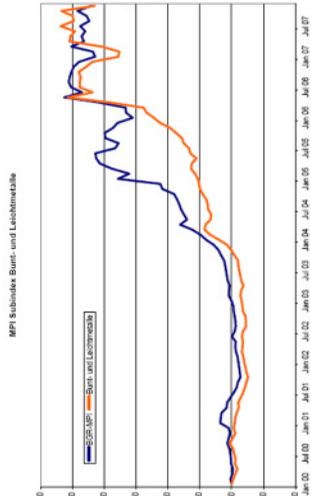
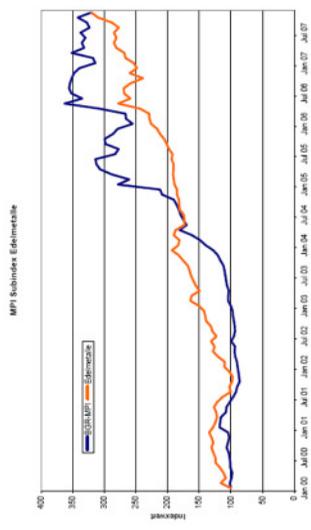
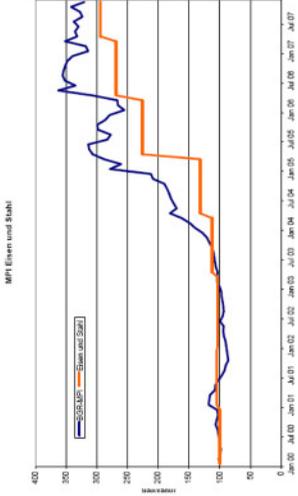
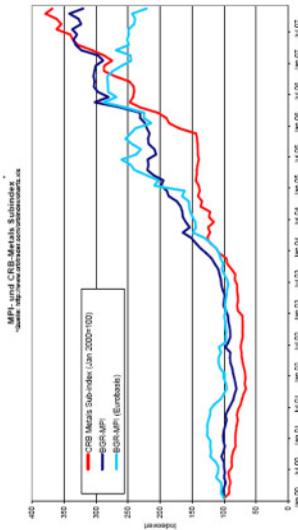
Feuerfest-Auskleidungen
Zündkerze
Space Shuttle
Diesel Partikelfilter
Piezo-Technik
Supraleitung

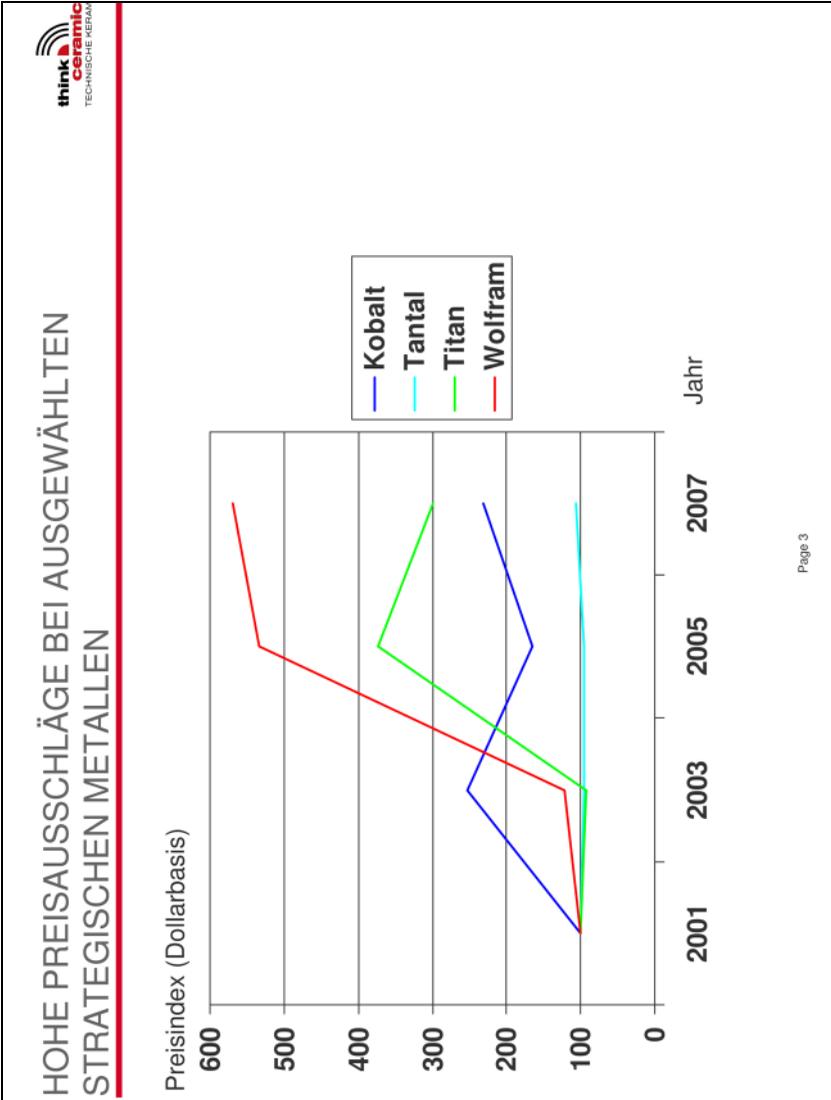


**Wird Keramik auch aus ausschließlich
wirtschaftlichen Gründen eingesetzt?**

2.3 Die wirtschaftliche Lösung - Folie 2

SEIT 2003 MIN. 300 % PREISSTEIGERUNGEN BEI METALLISCHEN ROHSTOFFEN





2.3 Die wirtschaftliche Lösung - Folie 4

KERAMISCHE WERKSTOFFE WERDEN KONTINUIERLICH WIRTSCHAFTLICHER



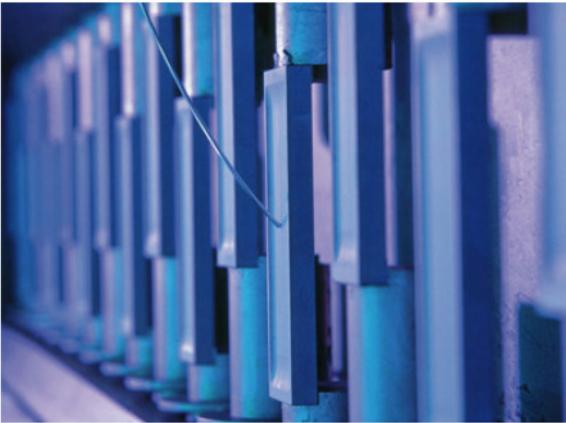
Rohstoffe

- Weltweit unbegrenzte Verfügbarkeit der Rohstoffe
 - Silizium
 - Stickstoff
 - Kohlenstoff
- Kontinuierlich steigende Ausbeute im Verhältnis zur eingesetzten Energie

Endprodukte

- Durch Marktdurchdringung höhere produzierte Mengen
- Höhere Ausbeuten durch
 - Industrielle Fertigungsprozesse
 - Anwendung statistischer Methoden

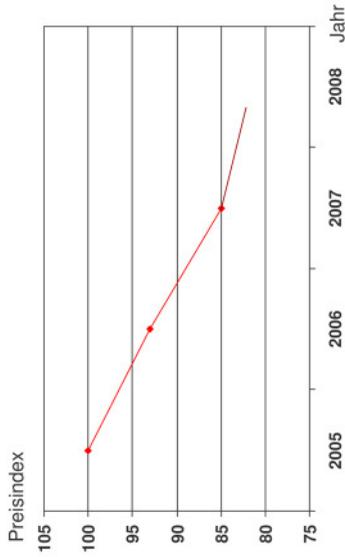
PREISENTWICKLUNG VERDAMPFER
FIXKOSTEN GETRIEBENE MASSENFERTIGUNG



Anwendung

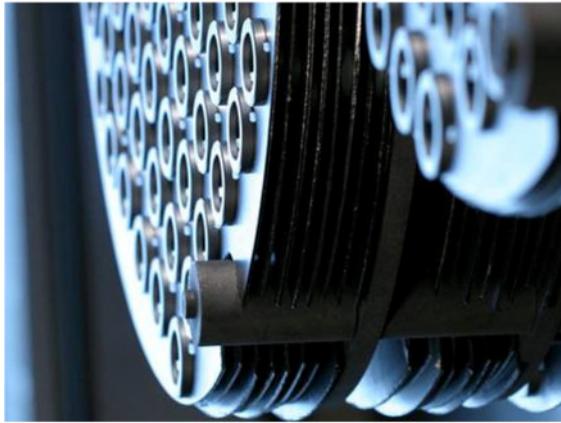
- Aluminium-Bedampfung von Kunststofffolie
- Sicherstellung definierter Barriere-Eigenschaften

Preisentwicklung



2.3 Die wirtschaftliche Lösung - Folie 6

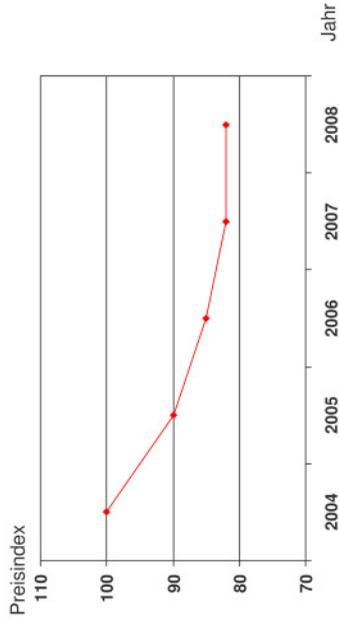
PREISENTWICKLUNG STANDARD-DICHTRING SERIENFERTIGUNG



Anwendung

- Gleitringdichtungen in Kühlwasser-, Heizungs-, Bewässerungs- und Chemiepumpen
- Sicherstellung guter tribologischer Eigenschaften bei geringer Verschleißrate

Preisentwicklung



DURCHSCHNITTLICHE PREISENTWICKLUNG FERTIG BEARBEITETER BAUTEILE NACH MATERIALGRUPPEN

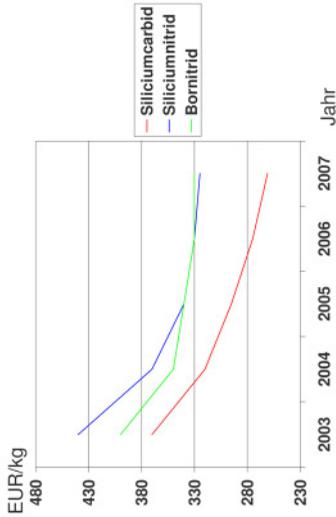


Ermittlung:

Durchschnitt über alle Bauteilgrößen, Auftragsarten (Einzelteil, Serie), Wertschöpfungsstufen, Toleranzen im Verhältnis zur verkauften Masse

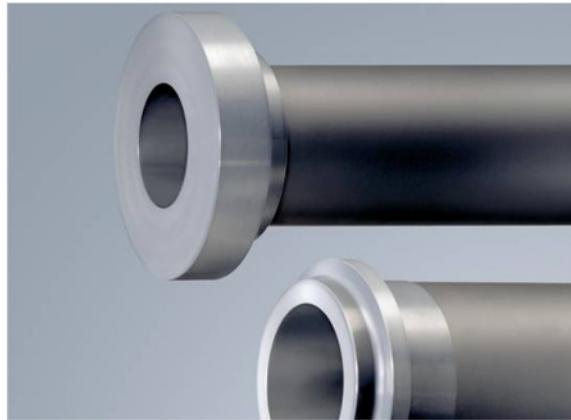
Dichte von Stahl min 2,5 mal, von WC min 5 mal höher!

Preisabweichungen: + mehrere 100% bis – 90% möglich



2.3 Die wirtschaftliche Lösung - Folie 8

EKatherm® SILICIUMNITRID STEIGROHRE DIE WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG



Material	Bisherige Lösung	Keramische Lösung
Steigrohrkosten	Gusseisen 200 EUR	Siliciumnitrid 2.000 EUR
Austauschkosten	75 EUR	220 EUR
Stillstandskosten	50 EUR	50 EUR
MTBF	0,5 Monate	12 Monate
Gesamtkosten/ Jahr	$(200+75+50) \times 23$ = 7.475 EUR	$(2000+220+50)$ = 2.270 EUR
Roi		3,6 Monate
Zusatznutzen		höhere Reinheit des Endproduktes

GIESSEREI-SCHLICHTE
DIE WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG



	Bisherige Lösung	Keramische Lösung
Material	Knochenasche	Bornitrid
Kosten/Gießtisch	3,60 EUR	36 EUR
Applikationskosten	10 EUR	10 EUR
Stillstandskosten/ Applikation	7.000 EUR	14.000 EUR
MTBF	1 Zyklus	9 Zyklen
Gesamtkosten/ 9 Zyklen	$(3,60+10+7000) \times 8$ = 56.110 EUR	$(36+10+14000)$ = 14.050 EUR
Roi		2,25 Zyklen
Zusatznutzen		höhere Reinheit des Endproduktes

2.3 Die wirtschaftliche Lösung - Folie 10

STRAHLDÜSEN DIE WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG



	Bisherige Lösung	Keramische Lösung
Material	Wolframcarbide	Borcarbide
Kosten	50 EUR	90 EUR
MTBF	50 h*	150 h*
	*Strahlgut: Korund ~ 1 mm	
Gesamtkosten/ 150 h	50 x 3 = 150 EUR	90 EUR
Roi		90 h
Zusatznutzen		Einsparung Wechselzeiten

CAM ROLLERS
DIE WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG



	Bisherige Lösung	Keramische Lösung
Material	Stahl	Siliciumnitrid
Kosten	2 EUR	8 EUR
Kosten/Ausfall	10.000 EUR	10.000 EUR
Ausfallwahrscheinlichkeit	8%	2%
Gesamtkosten/Maschine	10.000 x 0,08 = 800 EUR	10.000 x 0,02 = 200 EUR
Differenz	+ 300 %	- 75 %
Zusatznutzen		Längere Lebensdauer



2.3 Die wirtschaftliche Lösung - Folie 12

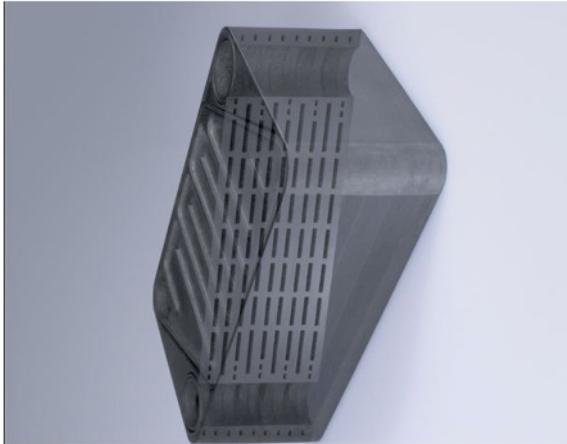
GASDICHTUNGEN IN TURBOKOMPRESSOREN DIE WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG



Lösung	Bisherige Lösung	Keramische Lösung
	Nassdichtung	Gasdichtung
Dichtungskosten	40.000 EUR	80.000 EUR
Installation	0 EUR	80.000 EUR
Betrieb, Wartung	50.000 EUR/a	10.000 EUR/a
Methanverluste	100.000 EUR/a	6.000 EUR/a
Gesamtkosten/ Jahr	40 + 100 + 50 = 190.000 EUR/a	80 + 80 + 10 + 6 = 176.000 EUR/a
Rol		11 Monate

Ergebnis: 90% der weltweit installierten Turboverdichter werden mit Gasdichtungen betrieben.

WÄRMEÜBERTRAGER AUS SILICIUMCARBID DIE WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG



Material	Bisherige Lösung	Keramische Lösung
Material	Titan	Siliciumcarbid
Kosten	48.000 EUR	55.000 EUR
MTBF	1 Jahr	3 Jahre
Gesamtkosten/ 2 Jahre	75% H ₂ SO ₄ : 48.000 x 2 = 96.000 EUR	75 °C → 30 °C 55.000 x 1 = 55.000 EUR
Roi		13,75 Monate
Zusatznutzen		Monolith, hermetisch dicht → Hohe Betriebssicherheit

2.3 Die wirtschaftliche Lösung - Folie 14

DER KERAMISCHE BEITRAG ZUR ERFÜLLUNG DER KUNDENZIELE



- Umfassendes Eigenschaftsportfolio
- Maßgeschneiderte komplexe Bauteile
- Standardisierte Großserienfertigung



KATALYSATOR

INNOVATION

PRODUKTIVITÄT





think ceramic
TECHNISCHE KERAMIK

KERAMIK

**ZUKUNFTSWEISENDE
TECHNOLOGIEN WERDEN
MÖGLICH**

**INDUSTRIELLE PROZESSE
WERDEN WIRTSCHAFTLICHER**

2.3 Die wirtschaftliche Lösung - Folie 16