

3.2 Keramikeinsatz bei Verschleißproblemen

- Heinz Albert
Cera System Verschleißschutz GmbH
Hermsdorf

Die Folien finden Sie ab Seite 289.

Inhalt:

1. Einleitung
2. Warum Keramik?
3. Keramik gegen Reibverschleiß
 - Keramischer Scheibenschieber
 - Rohrleitungskomponenten
 - Keramik in Mühlen
4. Keramik gegen Strahlverschleiß
 - Keramische Pumpen
 - Keramischer Kugelhahn
 - Keramische Apparate
 - Hydrozyklone und Düsen
5. Das Optimum für den Anwender
6. Praxisbeispiele

3.2.1. Einleitung

Verschleiß ist oft nicht nur auf die abrasive Wirkung des Mediums, sondern auch auf die chemische zurückzuführen.

Zur Vermeidung bzw. Minimierung von Verschleiß steht eine ganze Palette von Ingenieurkeramiken zur Verfügung.

Im Vortrag soll deutlich gemacht werden, welche Eigenschaften und Besonderheiten der keramischen Materialien im Verschleißschutz genutzt werden.

Anhand erfolgreicher Praxisbeispiele werden Lösungen zu tribologischen Fragen, zu Reibverschleiß und Strahlverschleiß in Pumpen, Mühlen, Armaturen, Rohrleitungen und technologischen Apparaten betrachtet.

Mit Hinweisen zur Auswahl der richtigen Keramik werden Anregungen zum Einsatz in weiteren Industriezweigen gegeben.

3.2.2. Warum Keramik?

Keramik wird selten nur als Verschleißschutz eingesetzt. Vor allem an Stellen, wo mehrere Beanspruchungsarten zusammen fallen, z. B. Abrasion und Korrosion bei höheren Temperaturen und hohem Druck, sind die Ingenieurkeramiken oft die einzigen Werkstoffe, mit denen das Problem zu beherrschen ist.

Bei der Verschleißfestigkeit ist anzumerken, dass die Ingenieurkeramiken gegen Reibverschleiß immer in Potenzen bessere Standzeiten als andere Werkstoffe bringen. Gegen Strahlverschleiß können sie unter bestimmten Bedingungen ebenfalls sehr gute, unter anderen aber unbefriedigende Standzeiten haben.

In der Praxis sind die Verschleißbeanspruchungen fast immer eine Kombination aus Reibverschleiß und Strahlverschleiß. Die besten Erfolge beim Einsatz von Keramik erzielt man, wenn die Beanspruchung überwiegend als Reibverschleiß eingeordnet werden kann.

Keramik kommt zum Einsatz, wenn andere Werkstoffe gar nicht mehr halten, wie z. B. im Hochtemperaturbereich.

Die überwiegend geringe Wärmeausdehnung und die hohe „Steifigkeit“ bringen einerseits die Möglichkeit, keramische Teile sehr genau zu bearbeiten und andererseits die geringen Veränderungen bei entsprechenden Belastungen. Zum Beispiel, hohe Ebenheit, hohe Maßgenauigkeit, gute Oberflächenbeschaffenheit verändern sich nicht oder kaum bei Einfluss von Temperatur, Druck oder mechanischen Belastungen. Man kann konstruktiv damit operieren, kann auch Geräte bauen, die sich unter Belastung wenig ändern. Keramik wird

aber auch wegen ihrer bekannten Eigenschaften wie elektrisches Isoliervermögen und physiologischer Unbedenklichkeit eingesetzt.

In der Chemie- und Prozesstechnik werden keramische Werkstoffe in heutiger Zeit vor allem wegen folgender Eigenschaften eingesetzt:

- Verschleißfestigkeit
- Korrosionsfestigkeit
- Hohe mechanische Festigkeit, auch bei höheren Temperaturen
- Geringe Wärmeausdehnung
- Gute Präzisionsbearbeitbarkeit
- Gezielte wärmetechnische Eigenschaften (gutes Isoliervermögen oder hohe Wärmeleitfähigkeit)
- physiologische Unbedenklichkeit

3.2.3. Keramischer Reibverschleiß

3.2.3.1. Keramischer Scheibenschieber



Bild 1: Dichtsystem eines Scheibenschiebers

Ein typischer Fall von Reibverschleiß ist der Scheibenschieber. Das Dichtsystem (Bild1) besteht aus 3 Scheiben, 2 feststehenden Seitenscheiben und einer beweglichen Mittelscheibe. Beim Verfahren der Mittelscheibe reibt diese auf beiden Seiten an den Seitenscheiben. Damit dieses System gasdicht ist, müssen die Scheiben im nm-Bereich eben sein und definierte Rauheitswerte aufweisen. Bekanntlich ist ein solches tribologisches System auch von der Werkstoffpaarung abhängig.

Praktisch heißt das:

Wird eine absolut tottraumfreie Armatur gebraucht, ist das Bauprinzip des Scheibenschiebers (Bild 2) einzusetzen.



Bild 2: Schnittmodell Scheibenschieber SSC 15

Dieses Bauprinzip zeichnet sich darüber hinaus dadurch aus, dass es sich sowohl für Regelaufgaben von Suspensionen im Kleinstmengenbereich, für Dosieraufgaben (Bild 3) bei hohen Schaltfrequenzen, wie auch für Armaturen mit Komponenten aus praktisch jedem beliebigen Material einsetzen lässt.

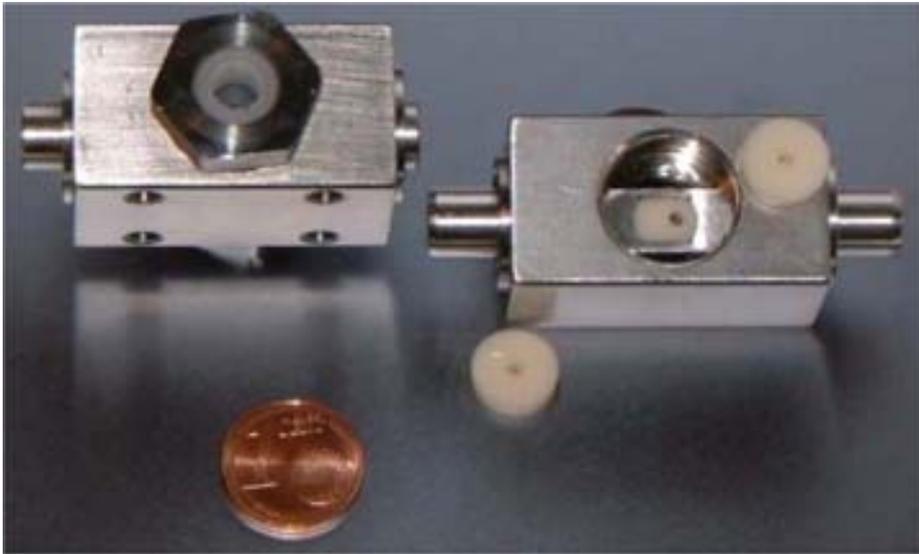


Bild 3: Dosierschieber SDL 2

3.2.3.2. Rohrleitungskomponenten

Wieso wird sich so mancher fragen, sollen Rohrleitungskomponenten ein Beispiel von Reibverschleiß sein. In Rohrbögen oder Krümmern erfolgt beim Transport von Suspensionen oder Feststoff – beladenen Gasen eine Anreicherung der Feststoffe an der Außenseite des Rohrbogens. Die Partikel scheuern an der Wand entlang. Wird hier Keramik (Bild 4) eingesetzt, kann diesem Verschleiß entschieden entgegengewirkt werden.



Bild 4: Rohrbogen und Keramik

Kommt es hingegen infolge vieler Stoßstellen und Kanten zu Turbulenzen, tritt Strahlverschleiß auf, welcher auch bei Keramik zum Versagen führen kann. Bisher am Markt gekannte keramisch ausgekleidete Rohrsysteme sind alle mit Nennweitensprüngen versehen, d.h. ein entsprechend freier Querschnitt hat nicht den Flansch dieser Nennweite, sondern in der Regel einen von 1 bis 3 Nennweiten größeren (Bild 5).



Bild 5: Flansch DN150 zum Rohr DN80

Die keramisch ausgekleideten Systeme sind wesentlich schwerer als normale und erfordern daher besondere Stützsysteme und besondere Auslegung. Stellt man in einem normalen System erhöhten Verschleiß fest, ist mit dem bisher bekannten keramischen Systemen nicht ohne weiteres Abhilfe zu schaffen, da die Systeme nicht kompatibel sind.

Unter Verwendung hochwertiger aber dünnwandiger Keramik ist ein neues keramisch ausgekleidetes System entwickelt worden, bei dem keine Nennweitensprünge erforderlich sind und somit zu jeder Zeit auch nachträglich nachgerüstet werden kann.

Ein weiteres Problem der alten Systeme liegt in der Verarbeitung der keramischen Materialien, nämlich dass man komplizierte Formen wie Bögen aus Segmenten und einzelnen Teilen zusammensetzt. Daher kommt es zu einer Vielzahl von Stößen und Kanten, die erheblich Probleme erzeugen.

Schlussfolgerungen:

- Keramische Systeme so auslegen, dass Reibverschleiß auftritt und
- Stöße vermeiden.

3.2.3.3. Keramik in Mühlen

Einfachste keramische Mühlen werden schon sehr lange eingesetzt. Mühlen mit Natursteinmahlrädern bzw. – mahlsteinen, wie auch natürliche Mahlkörper wurden nach und nach im Laufe der Zeit in den jeweiligen Mühlenkonstruktionen durch künstliche Hartmaterialien, durch Keramiken, ersetzt. Heute gibt es neben Mahlperlen, Mahlkörpern und keramischen Auskleidungen auch komplett in Keramik ausgeführte Mühlen, wie z. B.

- Rührwerkskugelmühlen (Bild 6),
- Rohrschwingmühlen und
- Trommelmühlen



Bild 6: Rührwerkskugelmühle

In einer Rührwerkskugelmühle ist die Reibung Voraussetzung für den Mahlprozess. Zwischen den Mahlkugeln wird das Mahlgut zerrieben. Natürlich tritt auch Reibung zwischen den Mahlkörpern untereinander, zwischen Mahlkörpern und Rührwerk und zwischen Mahlkugeln und Mühlenwandung statt, was zu Abrieb und Verschleiß führt. Beim Einsatz keramischer Materialien, die dem Reibverschleiß ausgezeichnet widerstehen, ist auch der Verschleiß entsprechend gering.

Besonders interessant sind Trommelmühlen mit massiver Keramiktrommel (Bild 7). Besonders empfindliches Mahlgut, welches nicht mit Metall- oder Kunststoffabrieb verunreinigt werden darf, wie z. B. Rohstoffe für keramische Kondensatoren, Halbleitermaterialien, Leuchtstoffe oder Dentalmaterialien werden verunreinigungsfrei darin gemahlen und gemischt.

Bei einer Trommelmühle erfolgt der Mahlprozess durch Reibung zwischen den Mahlkörpern und durch Schlagwirkung fallender Mahlkörper. Bei richtiger Befüllung der Mühle und richtiger Technologie tritt praktisch kaum Reibung zwischen Mahlkörpern und Wandung der Mahltrommel auf.



Bild 7: Labormühle mit massivem Keramiktopf

3.2.4. Keramik gegen Strahlverschleiß

Zum Strahlverschleiß muss vorangestellt werden, dass es hier keine pauschale Aussage geben kann. In Abhängigkeit von der eingebrachten Energie durch das Abrasiv kann von ein und dem selben Material, von ein und der selben Keramik, einmal der Strahlverschleiß ausgehalten werden; in anderen Fällen aber, der Verschleiß enorme Ausmaße annehmen.

3.2.4.1. Keramische Pumpen

Bei einer Kreiselpumpe (Bild 8) treten infolge der hohen Drehzahl des Laufrades starke Turbulenzen auf. Werden Suspensionen gepumpt, tritt hier typischer Strahlverschleiß auf. Eine Kreiselpumpe hält diesem Verschleiß sehr gut stand, wenn die Teilchen nicht zu groß und nicht zu schwer sind, d.h. weniger als die kritische Energie mit sich tragen.



Bild 8: Keramische Laufräder für Kreiselpumpe

Die Palette der keramischen Pumpen ist breit. Von Kolbenpumpen, Kreiselpumpen, Zahnradpumpen über Dampfstrahlpumpen bis zu heutigen Exenterschneckenpumpen und Seitenkanalpumpen sind die verschiedensten keramischen Werkstoffe im Einsatz, ganz abgesehen von Pumpenelementen, wie Gleitringdichtungen, Achsen, Lagern, Laufrädern und Schleißwänden.

Bei Kolbenpumpen, langsam drehenden Zahnradpumpen sowie Exenterschneckenpumpen ist es weniger Strahlverschleiß, sondern eher Reibverschleiß, den es hier zu beherrschen gilt.

Wird Keramik in Dampfstrahlpumpen und Seitenkanalpumpen (Bild 9) eingesetzt, geschieht das oft wegen der chemischen Resistenz und zum Schutz vor Strahlverschleiß.

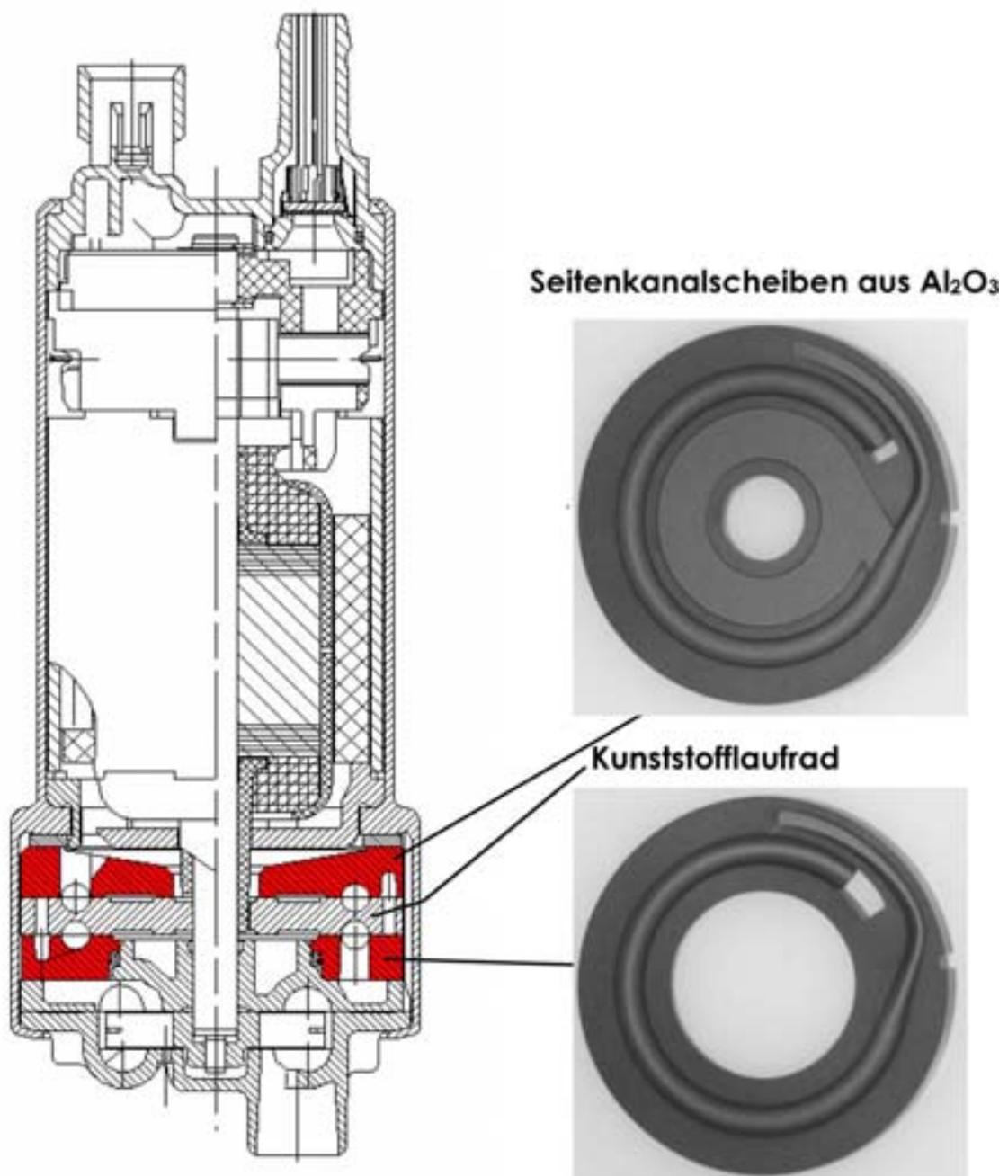


Bild 9: Aluminiumoxidkeramik in Kraftstoffpumpen

3.2.4.2. Keramische Pumpen



Bild 10: Keramischer Kugelhahn

Unter den keramischen Armaturen hat der Kugelhahn die weiteste Verbreitung erfahren.

Beim Betätigen des Kugelhahnes kommt es zum Reiben zwischen Kugel und Sitzen, was natürlich unter Reibverschleiß fällt und von der Keramik ausgezeichnet beherrscht wird.

Bei einem Regelkugelhahn (Bild 10) hat die Armatur eine Drosselfunktion. In Abhängigkeit von der Stellung des Kugelkükens wird ein bestimmter Querschnitt freigegeben, der Kugelhahn regelt. In Abhängigkeit von der anstehenden Druckdifferenz und der Stellung der Kugel entsteht eine Strömung, die vor allem die Innenteile nach der Drosselstellung als Strahlverschleiß belastet.

Die stärkste Belastung und damit der stärkste Verschleiß treten dann

auf, wenn die Armatur nur wenig geöffnet ist, weil dabei der Strahlwinkel am größten ist und in der Regel auch dann die größte Druckdifferenz anliegt.

Bei der Auswahl eines keramischen Kugelhahnes ist deshalb darauf zu achten, dass die Armatur nicht zu groß ausgelegt wird, weil dann nämlich die Armatur weit geschlossen sein wird und damit immer stärkerem Verschleiß unterliegt.

Ein zu groß ausgelegter Regelkugelhahn verschleißt immer schneller als ein optimal ausgelegter.

3.2.4.3. Keramische Apparate

Ein Beispiel aus der Palette der keramischen Apparate ist der so genannte Staticmixer (Bild 11).

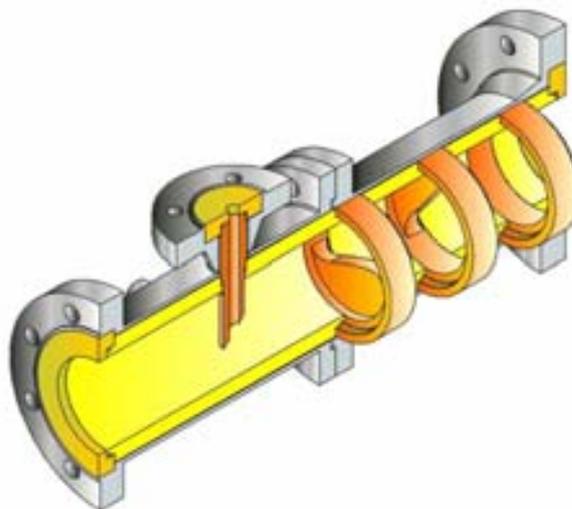


Bild 11: Schnittbild Staticmixer

Ein Staticmixer ist ein Mischgerät ohne rotierende Bauteile, wo die zum Mischen erforderliche Turbulenz durch feste Einbauten erzeugt werden. Verständlicherweise sind da beim Mischen von Feststoff – beladenen Flüssigkeiten oder Gasen Verschleißprobleme zu erwarten. Keramisch ausgekleidete Staticmixer (Bild 12) erfüllen hier ihre Aufgaben mit großem Erfolg.



Bild 12: keramischer Staticmixer

Ein weiteres Beispiel keramischer Apparate ist der so genannte Jet – Verteiler (Bild 13). Mit einem Jet – Verteiler werden von Feststoff – beladenen Gasströme in mehrere Teilströme zerlegt. Die Verteilung erfolgt dauerhaft nur gleichmäßig, wenn sich die Bauteilmaße nicht durch Verschleiß verändern.



Bild 13: Jetverteiler

3.2.4.4. Hydrozyklone und Düsen

Hydrozyklone werden erfolgreich aus Kunststoffen, z. B. aus Polyurethan, eingesetzt. An den Unterlauf- und Oberlaufdüsen kommt es infolge der großen Geschwindigkeiten zu erhöhtem Verschleiß, der mit dem Einsatz keramischer Varianten diese Düsen günstig verhindert werden kann. Bei extremeren Bedingungen, vor allem aber bei höheren Temperaturen setzt man Komplettkeramikzyklone ein. Bekanntlich wird das Trennverhalten eines Zyklons unter anderem vom Verhältnis der Durchmesser der Unterlauf- und Oberlaufdüse stark beeinflusst. Verständlich ist demnach auch, dass durch den Einsatz von Keramik in den Düsen (Bild 14) nicht nur der Verschleiß minimiert wird, sondern vor allem die Qualität der Trennung über lange Zeit konstant gehalten werden kann.



Bild 14: Zykondüsen



Bild 15: Keramische Düsen im Metallmantel

Keramische Düsen im Allgemeinen werden inzwischen zu sehr verschiedenen Zwecken eingesetzt. In Abhängigkeit von den konkreten Einsatzbedingungen und der Bestimmung der Düse kommen fast alle bekannten keramischen Materialien in Düsen vor. In der Praxis haben sich keramische Düsen mit metallischem Gehäuse (Bild 15) besonders gut bewährt, weil sie die Verschleißfestigkeit der Keramik

haben und trotzdem robust wie metallische Düsen behandelt werden dürfen.

3.2.5. Hydrozyklone und Düsen

Vor dem Einsatz von Keramik schrecken viele (Bild 16) zurück, weil



Bild 16: erschrockener Mann

- Erfahrungen fehlen,
- Erfolgchancen nur wage eingeschätzt werden,
- der finanzielle Aufwand unkalkulierbar erscheint und
- rundherum viel Risiken gesehen werden.

Wir bieten deshalb folgenden Service für Anwender:

- Konkrete Anlagenauslegung nach Kundenparametern
- Auswahl der optimalen Keramik
- Kostenlose Erprobung von Mustern mit Übernahmeverpflichtung bei Gutbefund am Testende

3.2.6. Praxisbeispiele

Kohleeinblasung Stahlwerk



Bild 17: Stahlwerk Trinidad



Bild 18 / 19: Keramikarmaturen und Rohrbögen Stahlwerk Trinidad

Mahlanlage VISHAY



Bild 20: Mühlenanlage bei Fa. VISHAY

Entsorgung

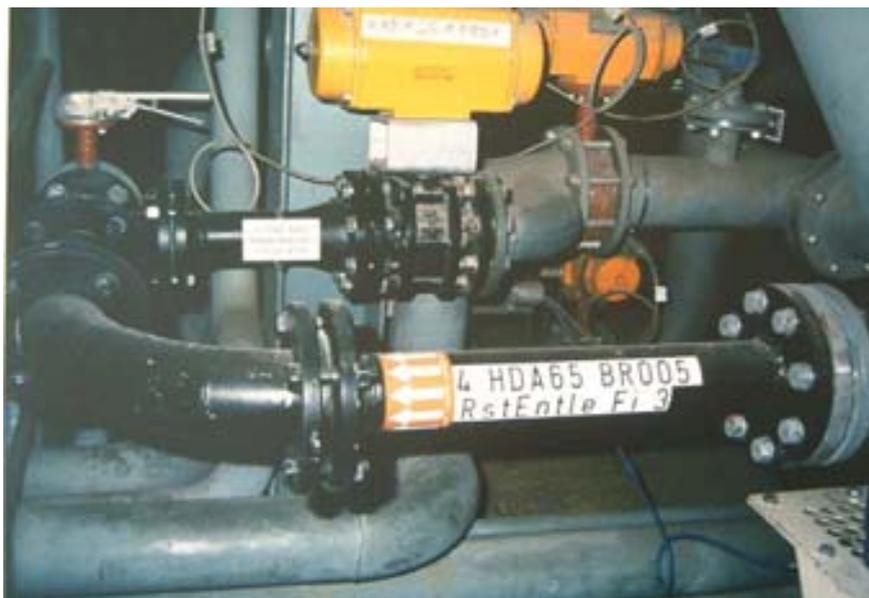


Bild 21: Keramische Rohrbögen und Kugelhähne
im KW Herne

Raffinerien - Slurry



Bild 22: Slurry- Armatur

Raffinerien - FCC – Katalysator



Bild 23: Dosierarmatur FCC - Katalysator



Bild 24: Dosierarmatur FCC - Katalysator

Flüssigmetall



Bild 25: Kugelhahn für flüssiges Zink



Bild 26: Kugelhahn für flüssiges Zink

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

Keramikeinsatz bei Verschleißproblemen

Heinz Albert
Cera System Verschleißschutz GmbH
Hermsdorf



Keramikeinsatz bei Verschleißproblemen

Inhalt:

1. Einleitung
2. Warum Keramik?
3. Keramik gegen Reibverschleiß
 - Keramische Scheibenschieber
 - Rohrleitungskomponenten
 - Keramik in Mühlen
4. Keramik gegen Strahlverschleiß
 - Keramische Pumpen
 - Keramischer Kugelhahn
 - Keramische Apparate
 - Hydrozyklone und Düse
5. Das Optimum für den Anwender
6. Praxisbeispiele

Einleitung

Verschleiß = oft nicht nur abrasive Wirkung des Mediums,
sondern auch chemische

Gegen Verschleiß - Palette von Ingenieurkeramiken

Welche Eigenschaften der Keramiken werden im
Verschleißschutz genutzt ?

Praxisbeispiele

Lösungen zu:

- tribologischen Fragen
- Reibverschleiß
- Strahlverschleiß

Hinweise zur Auswahl der richtigen Keramik

||| **Erfolg**

Warum Keramik?



Keramik:

- selten nur Verschleißschutz
- Kombination Korrosion, Abrasion,
- hoher Druck, hohe Temperatur
- im Reibverschleiß immer sehr gut
- gegen Strahlverschleiß
- unter bestimmten Bedingungen gut
- im Hochtemperaturbereich keine Alternative
- geringe Wärmedehnung
- Wärmeleitfähigkeit wählbar
- hohe „Steifigkeit“
- hohe Maßhaltigkeit
- elektrische Leitfähigkeit/Isoliervermögen wählbar
- physiologisch unbedenklich

Keramik gegen Reibverschleiß



Scheibenschieber

- Gasdicht
- Totraum - frei
- Chemieausführung
- Regelaufgaben
- Dosieraufgaben
- Beliebiges Scheibenmaterial



Keramisches Dichtsystem

Chemieschieber SSC 15

Scheibenmaterial, beliebig



Regelfunktion



Dosierschieber SDL 2

Keramik gegen Reibverschleiß

Rohrbögen

- Wieso Reibverschleiß

Anreicherung Feststoffe im Außenbereich

Modernes System:

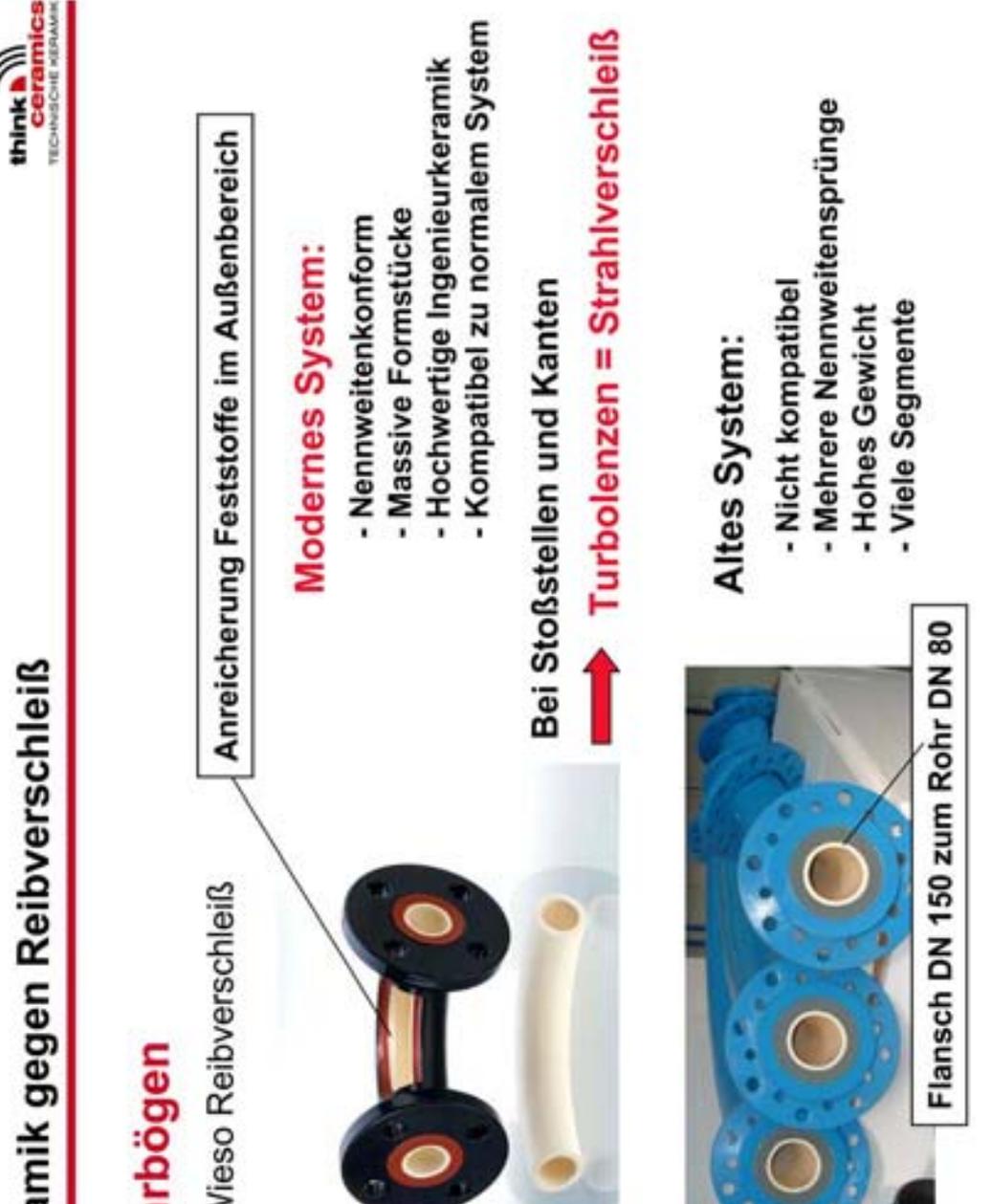
- Nennweitenkonform
- Massive Formstücke
- Hochwertige Ingenieurkeramik
- Kompatibel zu normalem System

Bei Stoßstellen und Kanten
→ **Turbolenzen = Strahlverschleiß**

Altes System:

- Nicht kompatibel
- Mehrere Nennweitemsprünge
- Hohes Gewicht
- Viele Segmente

Flansch DN 150 zum Rohr DN 80



think ceramics
TECHNISCHE KERAMIK

3.2 Keramik bei Verschleißproblemen - Folie 6

Keramik gegen Reibverschleiß

Mühlen

Neben Mahlperlen, Mahlkörpern, Auskleidungen
Komplettkeramikmühlen:

- Rührwerkskugelmühlen
- Rohrschwingmühlen
- Trommelmühlen

Reibung zwischen :

- Mahlkörpern und Mahlgut
- Mahlkörper und Mahlkörper
- Mahlkörper und Rührwerk



Rührwerkskugelmühle



Trommelmühle
mit massiver Keramiktrommel

Bei Rührwerkskugel- und Rohrschwingmühle :
Reibung = Voraussetzung für Mahlprozess



Keramik = Erfolg !

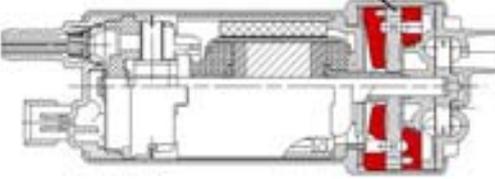
think ceramics
TECHNISCHE KERAMIK

Keramik gegen Strahlverschleiß

Keine Pauschale Aussage zum Strahlverschleiß

Pumpen

- Kolbenpumpen
- Zahnradpumpen
- Exenterschneckenpumpen
- Kreiselpumpen
- Dampfstrahlpumpen
- Seitenkanalpumpen



Kunststofflaufrad



Seitenkanalscheiben aus Al_2O_3



Keramische Laufräder für Kreiselpumpen

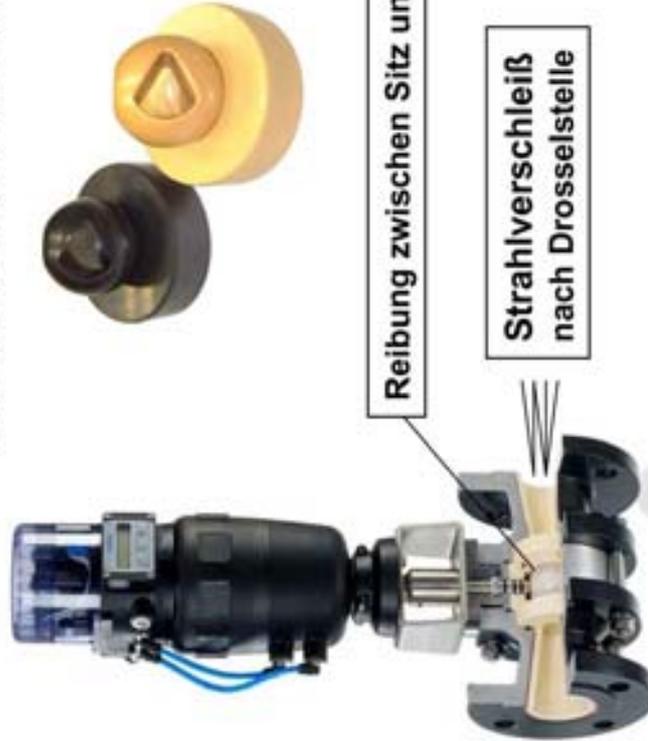
Hohe Drehzahl → Turbulenzen

Feststoffteilchen dürfen nicht zu groß sein !

Keramik gegen Strahlverschleiß

Kugelhahn als Regelorgan

Kugelhahn = weiteste Verbreitung
unter den keramischen Armaturen



Stellung der Kugel
+
Druckdifferenz
= Strömung



**Ein zu groß ausgelegter
Kugelhahn verschleißt schneller !**



Keramik gegen Strahlverschleiß

Keramische Apparate

Static mixer

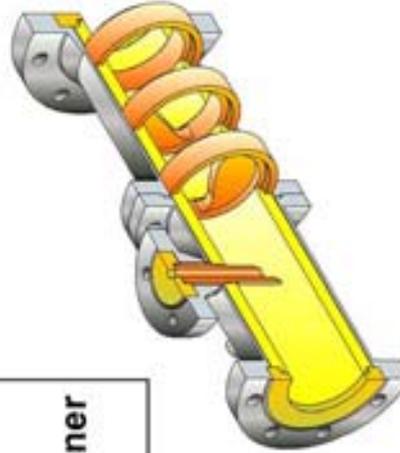
Jetverteiler

Dauerhaft gleichmäßige Verteilung
Nur bei unveränderlichen Bauteilen

Staticmixer =
Mischen ohne
bewegliche Teile



Jetverteiler =
Zerlegung
Feststoff - beladener
Gasströme



Keramik gegen Strahlverschleiß



Hydrozyklone und Düsen

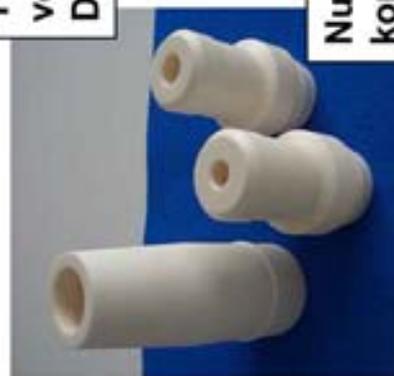
Hydrozyklone erfolgreich aus Kunststoffen (PUR), aber Verschleiß an Düsen bei extremen Bedingungen – Komplettkeramikzyklone



Trennverhalten hängt ab vom Verhältnis der Durchmesser der Düsen

Keramische Düsen im Metallmantel

verschleißfest und robust



Nur bei verschleißfesten Düsen konstantes Trennverhalten !

Das Optimum für den Anwender



**Viele schrecken vor dem Einsatz von Keramik zurück,
weil:**



- Erfahrungen fehlen
- Erfolgchancen nur wage einschätzbar
- Aufwand unkalkulierbar
- rundherum Risiken



Unser Service für den Anwender:

- Anlagenauslegung nach Kundenparametern
- Auswahl der optimalen Keramik
- Kostenlose Erprobung von Mustern mit
Übernahmeverpflichtung bei Gutbefund



Praxisbeispiele - Stahlwerke



Kohleinblasung



Stahlwerk Trinidad



Praxisbeispiele – ME - KW



Mühlenanlage



**Mühlenanlage
Fa. VISHAY Israel**

Entaschung



**Keramische Rohrbögen und Kugelhähne
Im Kraftwerk Herne**

Praxisbeispiele – Raffinerie



Slurry



PCK Schwedt

FCC-Katalysator



Total Leuna



Praxisbeispiele – Metallurgie

Flüssigmetall



Fa. Heraeus