

4. Chemie- und Prozesstechnik

4.1 Keramik für Pumpen, Armaturen, Auskleidungen u.a.

- Heinz Albert
Cera System Verschleißschutz GmbH
Hermsdorf

Die Folien finden Sie ab Seite 281.

Keramik im Verschleiß- und Korrosionsschutz

Inhalt:

- Einleitung
- Warum Keramik?
- Keramik in Mühlen
- Keramische Pumpen
- Rohrleitungskomponenten
- Keramikarmaturen
- Hydrozyklone und Düsen
- Nutzen für den Anwender

Einleitung

Wenn man über den Einsatz von Keramik sprechen will, muss man sich stark abgrenzen, um sich nicht zu verlieren. Es ist ein sehr breites Feld und hat lange Traditionen.

Fertigungsbetriebe zur Herstellung von keramischen Ausrüstungen für die Chemie- und Prozesstechnik entstanden bereits im 19. Jahrhundert,

überwiegend auf Basis Steinzeug. Um die Jahrhundertwende vom 18. zum 19. Jahrhundert entstanden Betriebe, die aus Hartporzellan alle nur denkbaren Anlagenkomponenten und komplette Anlagen herstellten.

Einer dieser Betriebe war die HESCHO Hermsdorf (Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren GmbH).



Bild 1: Keramische Anlage

Die keramischen Materialien wurden vor allem wegen ihrer guten chemischen Resistenz eingesetzt. Mit der Entwicklung der Kunststoffe und der Weiterentwicklung spezieller Metalle wurde die Keramik in den 50-iger bis 70-iger Jahren etwas verdrängt. Seit über 20 Jahren werden die modernen Ingenieurkeramiken immer mehr unter extremsten Bedingungen eingesetzt.

Warum Keramik ?

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)



Bild 2: Keramische Armaturenteile

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. 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 unter dem Einfluss von Temperatur, Druck oder mechanischen Belastungen. Man kann konstruktiv damit operieren, kann auch Geräte bauen, die sich unter Belastung wenig ändern. Bei normalen Temperaturen sind die Festigkeitswerte von Keramik oft schon vergleichbar mit denen von Metallen. Bei Temperaturen oberhalb 600 °C sind die Festigkeitsvorteile von keramischen Materialien unbestritten. Die unterschiedlichen wärmetechnischen Eigenschaften lassen bestimmte keramische Materialien für Wärmetauscher und andere zur Wärmeisolierung Anwendung finden.

In den vorangegangenen Vorträgen wurden bereits einige Hochtemperaturanwendungen vorgestellt.

Über Auskleidungen von Behältern, Schurren und Rutschen wird nicht berichtet.

Hier sollen im Folgenden etwas ausführlicher beleuchtet werden:

- Mühlen,
- Pumpen,
- Rohrleitungen,
- Armaturen,
- Hydrozyklone und
- Düsen.

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, z. B.:

- Rührwerkskugelmühlen
- Rohrschwingmühlen
- Trommelmühlen

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



Bild 3: Trommelmühlen mit massiver Keramiktrommel

Keramische Pumpen

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.

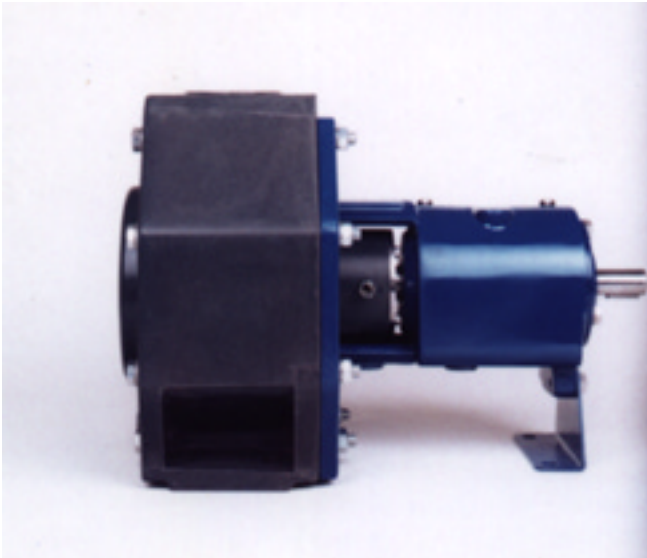


Bild 4: Keramische Kreiselpumpe

Interessant dabei ist, dass hier auch eine breite Palette der Keramikwerkstoffe zum Einsatz kommt.

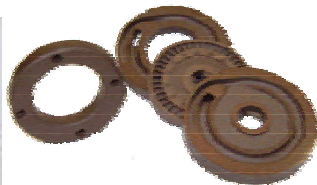


Bild 5: Kraftstoffpumpenteile

Rohrleitungskomponenten

Die ersten Rohrleitungskomponenten wurden vor mehr als 100 Jahren aus Steinzeug für die Chemie- und Prozesstechnik gefertigt. Später kamen Rohre aus Hartporzellan hinzu, überwiegend ungepanzert. Am Markt bekannt sind Systeme mit keramischen Auskleidungen, die überwiegend mit Stahlmantel gepanzert sind und einen oder mehrere Nennweitensprünge aufweisen. Die modernsten keramischen Rohrleitungssysteme sind trotz Panzerung nennweitenkonform, indem relativ dünnwandige aber hochwertigere Keramiken eingesetzt werden.



Bild 6: Rohrbogen, nennweitenkonform mit Keramikauskleidung

Weitere Verschleißschutzverbesserungen wurden erreicht, indem für Rohrbögen, Rohrreduzierungen bzw. -erweiterungen und andere Formstücke, wie T-Stücke und Y-Stücke (Hosen), Formteile zum Einsatz kommen, die keine oder minimale Fugen und Stoßkanten aufweisen.



Bild 7: Hose, keramisch ausgekleidet

Keramikarmaturen

Bekanntlich gibt es auf dem Armaturenmarkt eine ganze Reihe verschiedener Konstruktionsprinzipien. Grundsätzlich schließt keines der typischen Bauprinzipien die Anwendung keramischer Komponenten aus. Sie sind allerdings unterschiedlich günstig in der Durchführbarkeit, in den erzielten Effekten und im Kostenaufwand.

Bisher sind folgende Bauarten in Keramik am Markt umgesetzt:

- Kükenhähne
- Kugelhähne
- Drehkegelventile
- Scheibenschieber
- Kugelrückschlagventile

- Eckventile
- Klappen



Bild 8: Keramikkugelhahn

Die größte Verbreitung davon haben Kugelhähne. Die Keramikkomponenten sind bei allen heutigen Ausführungen in Gehäusen aus metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen eingesetzt.

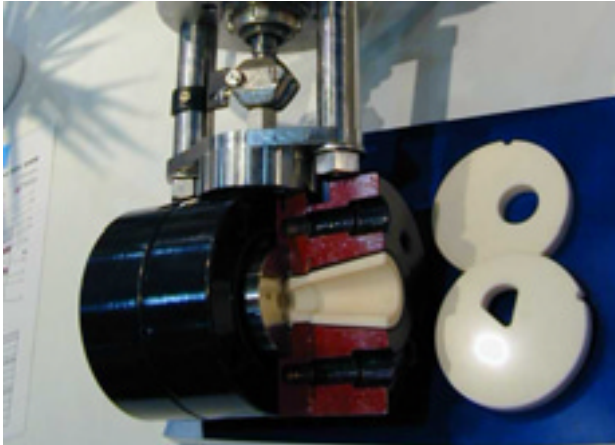


Bild 9: Keramischer Scheibenschieber

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 dieser 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 nicht nur der Verschleiß minimiert wird, sondern vor allem die Qualität der Trennung über lange Zeit konstant gehalten werden kann.

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. Besonders günstig sind keramische Düsen mit metallischem Gehäuse.



Bild 10: Keramische Düse im Metallmantel

Nutzen für den Anwender keramischen Ausrüstungen

- größere Lebensdauer
- größere Zuverlässigkeit
- bessere Verfügbarkeit
- geringe Stillstandszeiten
- planmäßige Wartungsintervalle
- geringerer Wartungsaufwand
- Wartung als Fremdleistung möglich
- Kostenfaktor bei Sonderwerkstoffen
(60% preiswerter als Tantal)

Ausschleusearmatur DN 100, PN 40



Medium:
Verunreinigtes Kühlwasser

Standzeiten:
Metallarmatur gepanzert: 2 bis 6 Wochen
Keramikkugelhahn: über 9 Monate

Bild 11: Ausschleusearmatur

Kohleeinblasung

Medium:
Kohlestaub +
Gemengestoffe



Standzeiten:
Drehkegelventil: 3 bis 5 Jahre
Keramikkugelhahn: 6 bis 20 Jahre

Bild 12: Kohleeinblasung

Die verwendeten Vortragsfolien (Nr. 1 bis 20) finden sich auf den folgenden Seiten.

Chemie- und Prozesstechnik

Keramik für Pumpen Armaturen, Auskleidungen u.ä.

Heinz Albert
Cera System Verschleißschutz GmbH
Hermisdorf



oder:

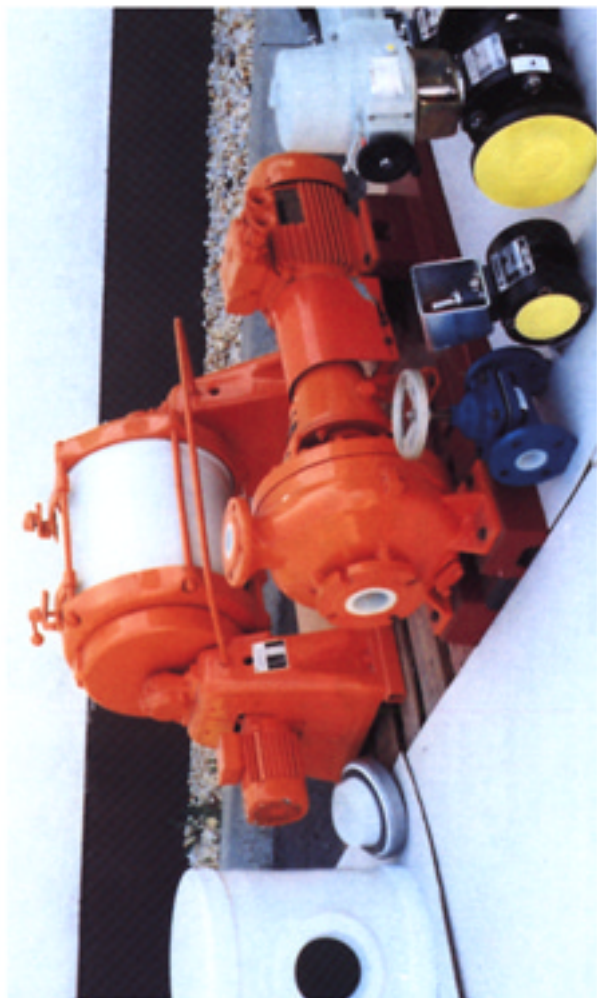
**Keramik im Verschleiß- und
Korrosionsschutz**



Keramik im Verschleiß- und Korrosionsschutz

- Einleitung
- Warum Keramik ?
- Keramik in Mühlen
- Keramische Pumpen
- Rohrleitungskomponenten
- Keramikarmaturen
- Hydrozyklone und Düsen
- Nutzen für den Anwender

Ausrüstungsbeispiele



Folie 4

Einleitung

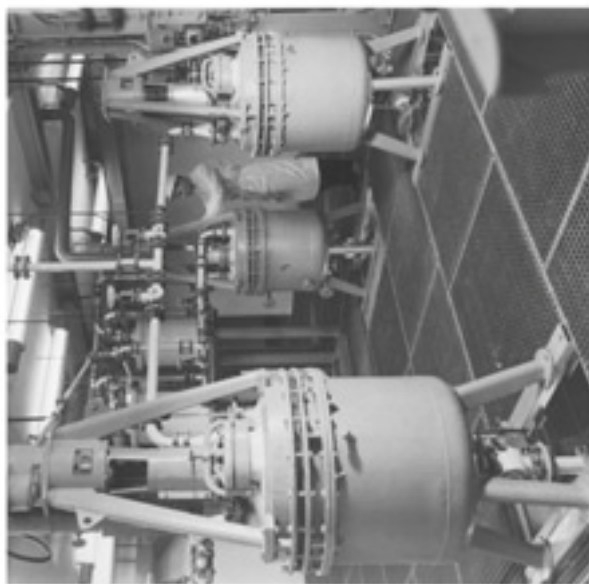
- Keramikeinsatz = ein unendliches Feld
- **Keramik in der Chemie- und PT seit mehreren hundert Jahren**
 - auf Basis Steinzeug
 - seit über 100 Jahren aus Hartporzellan
- Entstehung von Fertigungsbetrieben um die Jahrhundertwende 19./20.
- 1890 - Gründung der HESCHO Hermsdorf/Thüringen
- Gründe für Keramik
 - früher: - chemische Beständigkeit
 - heute: - Verschleißfestigkeit
 - Hochtemperaturfestigkeit
 - chemische Beständigkeit



Kolonnenanlage



Rührmaschinenanlage



Warum Keramik ?



- Gründe für Keramik in Chemie- und Prozesstechnik

- Lange Lebensdauer
- Geringer Wartungsaufwand
- Hohe Verschleißfestigkeit
- Enorme Korrosionsfestigkeit
- Hohe mechanische Festigkeit, auch bei hohen Temperaturen
- Geringe Wärmedehnung
- Gute Präzisionsbearbeitbarkeit
- Gezielte wärmetechnische Eigenschaften



- Einsatz, wenn mehrere Belastungen zusammenfallen
- Kaum Änderung unter Belastung

Keramik in Mühlen



- Sehr lange Tradition
- Ersatz von Naturstein durch Keramik



- Komplette Mühlen
 - Rührwerkskugelmühlen
 - Rohrschwingmühlen
 - Trommelmühlen



Trommelmühle mit massiver Keramiktrommel



- Vorteile
 - kein Metallabrieb
 - kein Kunststoffabrieb
 - keine Fugen
 - gut zu reinigen
- Einsatz
 - Halbleitertechnik
 - Leuchtstoffe
 - Dentaltechnik
 - Labortechnik



Keramische Pumpen

Pumpenbauarten

- Kolbenpumpen
- Kreiselpumpen
- Zahnradpumpen
- Dampfstrahlpumpen
- Exenterschnepumpen
- Seitenkanalpumpen

Werkstoffe



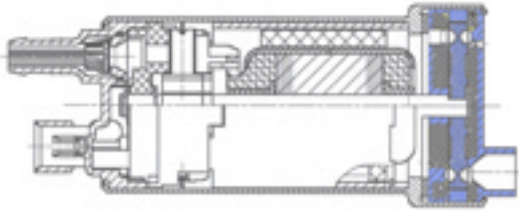
- Steinzeug/Hartporzellan/ Al_2O_3
- Steinzeug/Hartporzellan/ SiC
- Al_2O_3
- Steinzeug/Hartporzellan/ Al_2O_3
- SiC
- Al_2O_3

Pumpenbauteile

- Gleitringdichtungen
 - Achsen
 - Lager
 - Laufräder
 - Schleißwände
- SiC/ Al_2O_3
 - $\text{ZrO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$
 - $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2/\text{SiC}$
 - $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$
 - SiC

**think
ceramics**
TECHNISCHE CERAMIKEN

Kraftstoffpumpe



Folie 12

Weitere Pumpenbeispiele



Rohrleitungskomponenten



früher: Steinzeug und Porzellan
heute: gepanzerte Keramik
mit Nennweitensprüngen



gepanzerte Komponenten,
nennweitenkonform:

- Rohrbögen
- Reduzierung/Erweiterung
- Abzweige
- Verteiler
- Drosseln



Werkstoffe:

- Al_2O_3 , SiC
- Mineralguß

**Rohrbögen, Abzweige und Verteiler,
nennweitenkonform**



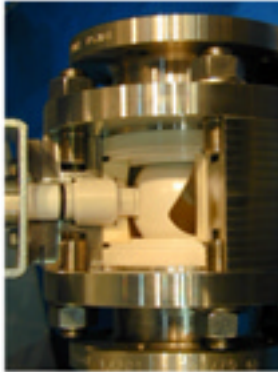
- Werkstoffe:
- Al_2O_3 , SiC
 - Mineralguß

Keramikarmaturen

- Kùkenhähne
- Kugelhähne
- Drehkegelventile
- Scheibenschieber
- Kugelrùckschlagventile
- Eckventile
- Klappen



Beispiele Keramikarmaturen



Kugelhahn

- Al_2O_3
- ZrO_2
- SiC
- Si_3N_4



Scheibenschieber

Bei Armaturen
werden keramische
Werkstoffe
oft nicht gezielt
eingesetzt!

Werkstoffe für Keramikarmaturen



früher: Hartporzellan, Steinzeug
heute: Ingenieurkeramik

- Al_2O_3
- ZrO_2
- SiC
- Si_3N_4



Gehäusewerkstoffe

Metalle:

- Stahl
- Edelstähle
- Titan
- Inconel
- Hastelloy

Nichtmetalle:

- PVDF
- PP
- Mineralguß

Bei Armaturen werden keramische Werkstoffe oft nicht gezielt eingesetzt!

Hydrozyklone und Düsen

- PUR - Zykclone mit Keramischen Düsen
- Komplett - Keramikhydrozyklone
- Verhältnis Unterlauf- zu Oberlaufdüse bestimmt Trennverhältnis
- Keramische Düsen mit metallischen Gehäusen



Nutzen für den Anwender



Kohleeinblasung

Medium:
Kohlestaub +
Gemengestoffe



Standzeiten:
Drehkegelventil: 3 bis 5 Jahre
Keramikkugelhahn: 6 bis 20 Jahre

Ausschleusearmatur DN 100, PN 40



Medium:
Verunreinigtes Kühlwasser

Standzeiten:
Metallarmatur gepanzert: 2 bis 6 Wochen
Keramikkugelhahn: über 9 Monate