

Keramische Komponenten in Armaturen/Industrieventilen von hightech **ceram**[®] Dr. Steinmann + Partner GmbH



Ventilsitz (rechts), Ventilkugel (Mitte) und Abströmhülse aus Aluminiumoxid
htc[®]-Al₂O₃ 99,5% und 99,7%

Beratung

Planung

Engineering

Produktion

Industriekeramikvertrieb

Durch von der Bundesregierung geförderte Programme zur Entwicklung einer keramischen Gasturbine in den 70er Jahren, wurden ingenieurkeramische Werkstoffe, insbesondere nichtoxidische aber auch einige oxidische Keramiken langsam für die Industrie interessant. Bis dahin war, mit wenigen Ausnahmen, eigentlich nur der Einsatz von Aluminiumoxid in einschlägigen Kreisen bekannt. Der Gründer der Firma hightech ceram[®] Dr. Steinmann + Partner GmbH war einer der ersten, der nach der ersten Energiekrise, die die Kohleverflüssigung wieder ins Spiel gebracht hat, die Entwicklung und Produktion von keramischen Ventilkomponenten, zunächst für die Kohleverflüssigung und später dann auch für die Rauchgasentschwefelung, zusammen mit Armaturenherstellern und der Industrie gestartet hat. Seit der Zeit hat sich der Einsatz von keramischen Komponenten in Industrieventilen stark erhöht, insbesondere dort, wo es um nicht triviale Einsatzbedingungen geht. Zu nennen sind hier vor allem Einsatzgebiete mit starker Korrosion und/oder hohem Feststoffgehalt und hohen Druckdifferenzen bzw. hohen Strömungsgeschwindigkeiten.

Eingesetzt werden keramische Ventilkomponenten sowohl in Industrieventilen aller Art, insbesondere in Regelventilen als auch in Rückschlagventilen. Ausschlaggebend für die Art der Keramik und das Design sind Medium und Anwendungsparameter, da die keramischen Werkstoffe unterschiedliche Eigenschaften aufweisen.

Ingenieurkeramiken wie Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Siliziumnitrid und Siliziumkarbid sind lediglich Namen für die jeweilige Werkstofffamilie. Hier gibt es zu jeder dieser Werkstofffamilien eine große Zahl von Werkstoffen und diese sind dann noch von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich. Grund dafür ist z.B. die jeweilige Ausrichtung des Herstellers (Konzentration auf lediglich mechanisch belastete Maschinenbaukomponenten) sowie Auswahl der Rohstoffe und Sinterzusätze, der Masseaufbereitung, dem Formgebungs- und Sinterverfahren, und nicht zuletzt vom angewandten Diamantschleifen sowie den angewandten Parametern.

Testet man die Werkstoffe auf Korrosion, so ist es fast überall gebräuchlich, Proben in ein mit dem jeweiligen Medium gefülltes Reagenzglas zu werfen und den Gewichtsverlust z.B. nach 10 Tagen zu bestimmen. Unterwirft man die gleichen Proben aber den wahren Einsatzbedingungen, d.h. Medium, Temperatur und Strömungsgeschwindigkeit, z.B. in einer Testarmatur, so erhält man ganz andere Werte. Entweder durch die Überlagerung von Korrosion durch Abrieb (Verschleiß) und der dadurch ständig neu geschaffenen Oberflächen, oder aber durch den Einfluss von Temperatur auf die Korrosion oder Kombinationen aller Parameter. Proben, die im Reagenzglas sehr gut abgeschnitten haben, sind dann plötzlich schlecht und weisen einen hohen Abtrag (Gewichtsverlust) aus.

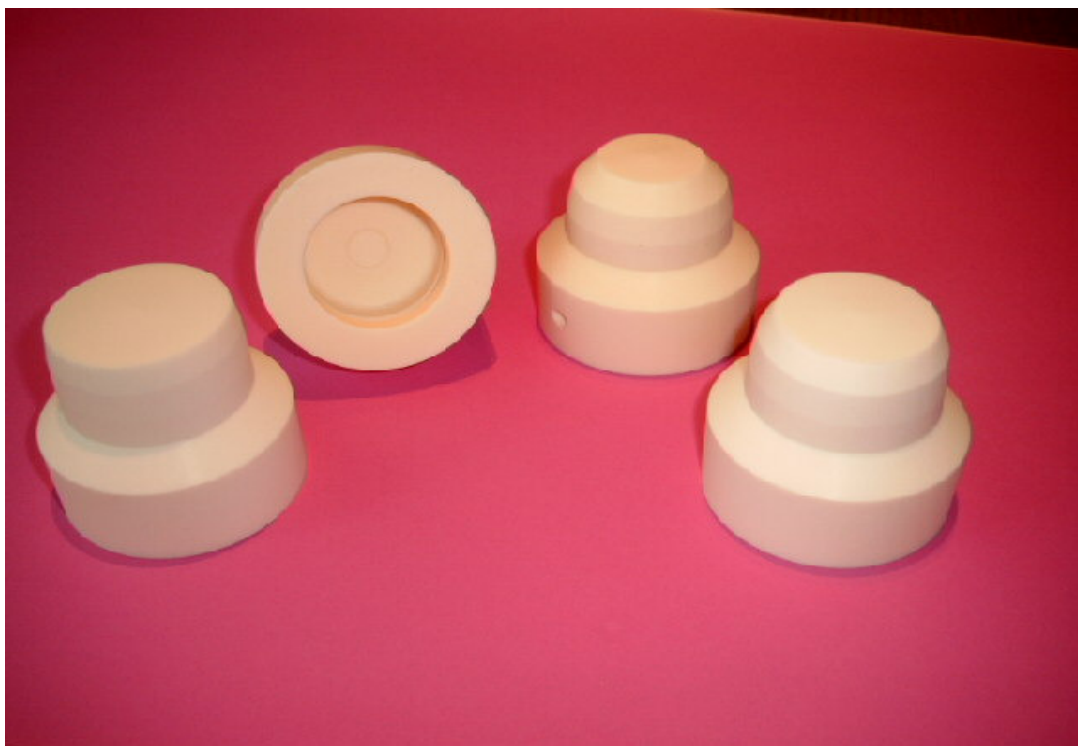
Die Firma hightech ceram[®] Dr. Steinmann + Partner GmbH hat dem erweiterten Korrosionstest daher besondere Bedeutung beigemessen und die keramischen Werkstoffe hinsichtlich des Einsatzes in Industrieventilen optimiert.

Seit 1990 liefern wir keramische Komponenten an namhafte Ventilproduzenten in Deutschland aber auch zu Herstellern in anderen Ländern Europas, und zwar aus Siliziumnitrid, Zirkonoxid und Aluminiumoxid, jeweils in mehreren, unterschiedlichen Qualitäten, die für den jeweiligen Einsatz ausgesucht sind.



Ventilkomponenten aus Zirkonoxid, Ventilsitz (links), Panzerbuchse (Mitte hinten), Ventilkugel (rechts), Ventilsitz (vorne links) und Führungsbuchse (vorne rechts)

Da die Stückzahlen oft sehr klein bis klein sind (1 – 20 Stück pro Typ), haben wir mit einigen Firmen Abrufaufträge vereinbart, die es uns erlauben, immer eine größere Stückzahl aufzulegen als zunächst benötigt und damit die Herstellkosten niedriger zu halten. Zusätzlich sind wir dann auch in der Lage, Folgeaufträge (Abrufe) sofort bedienen zu können, da ansonsten die lange Produktions- und Lieferzeit (in der Regel 6 – 10 Wochen) oftmals zu lang für den Auftraggeber sind.

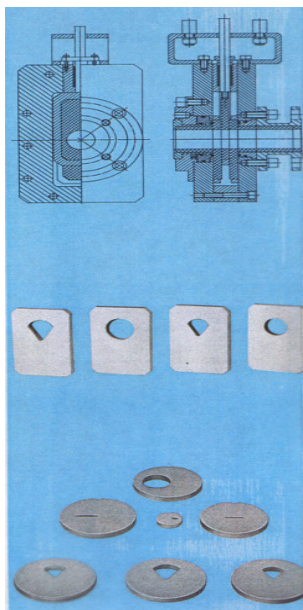


Regelkegel in Aluminiumoxid htc[®]-Al₂O₃-99,7%

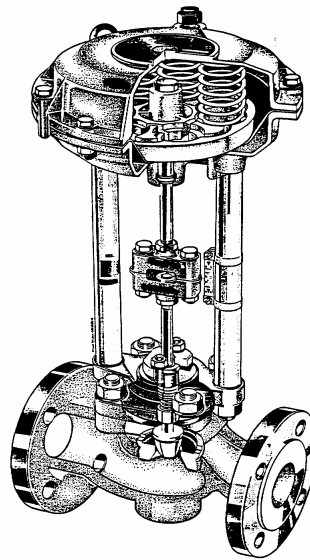
Anwendungen unserer Keramischen Ventilkomponenten in der Kraftwerkstechnik und in Chemieanlagen:

- Kohle- und Kohlenstaubbförderung
- Abgasreinigung, Rauchgasentschwefelung
- Siliziumtechnologie (Waferproduktion)
- Petrochemie
- Metallurgie
- Klärschlammbehandlung
- Erdgas- und Erdölexploration und Weitertransport in Pipelines
- Lebensmitteltechnik
- Farb- und Pigmentherstellung
- Düngemittelherstellung
- Zuckerherstellung

Ventiltypen, die mit keramischen Komponenten ausgestattet werden, sind vor allem Auf-Zu-, Rückschlag- und Chemieregelventile und hier Drehschieberventile, Kugelhähne, Drehkegelventile und Hubventile.



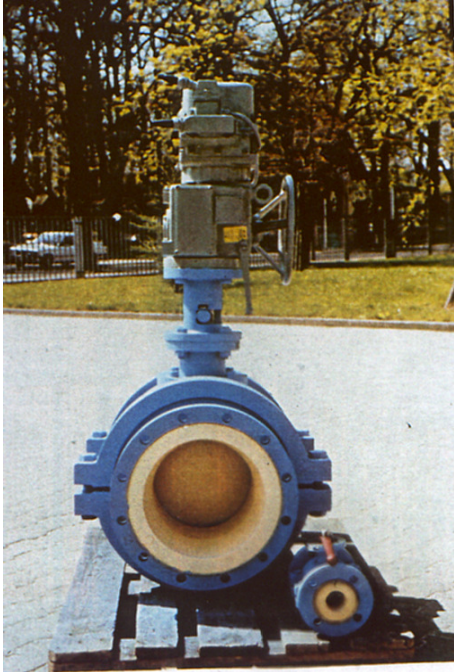
Drehschieberventil mit keramischen Schieberplatten



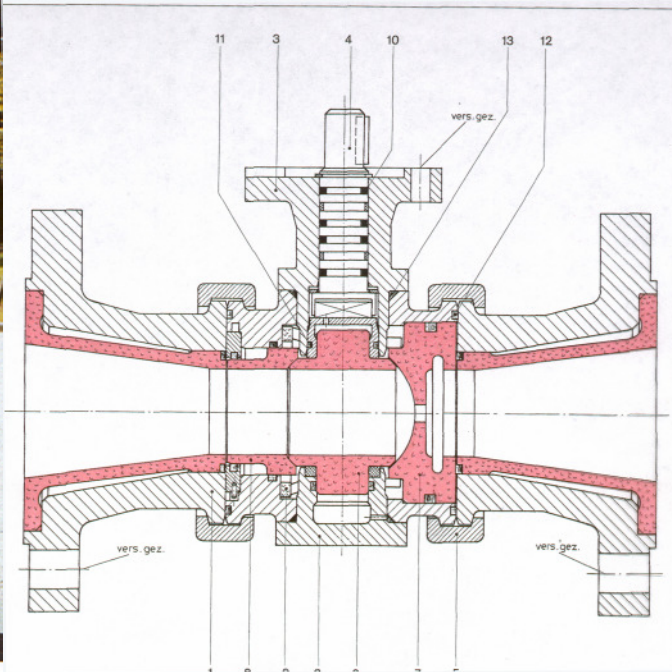
Regelventil/Hubventil



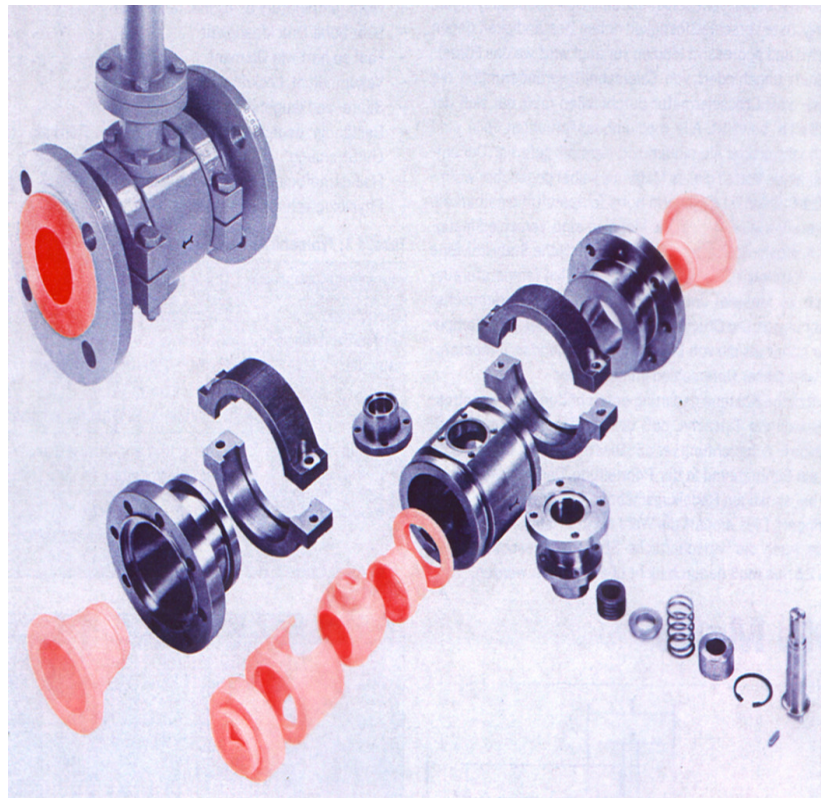
Rückschlagventilkomponenten aus Siliziumnitrid und Zirkonoxid



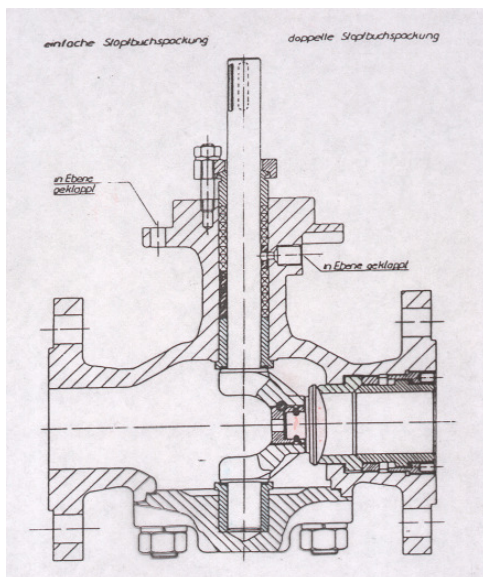
Kugelhahn DN350 und DN50
aus Aluminiumoxid



Schnittzeichnung durch einen Kugelhahn



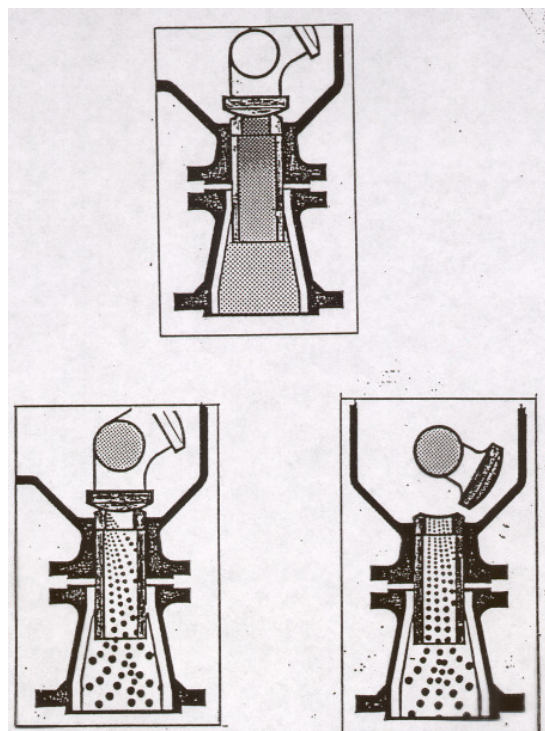
Explosionszeichnung eines Kugelhahns mit keramischen Komponenten (rot)



Drehkegelventil - Schnittzeichnung



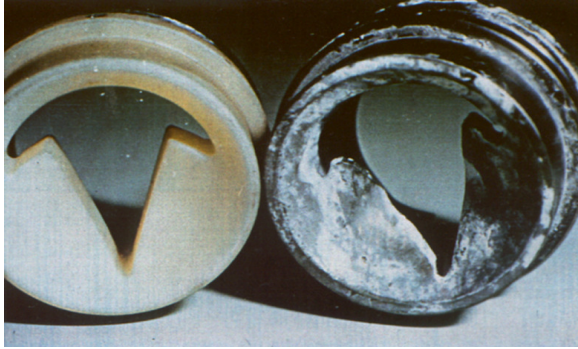
Komponenten für Drehkegelventil aus Siliziumnitrid



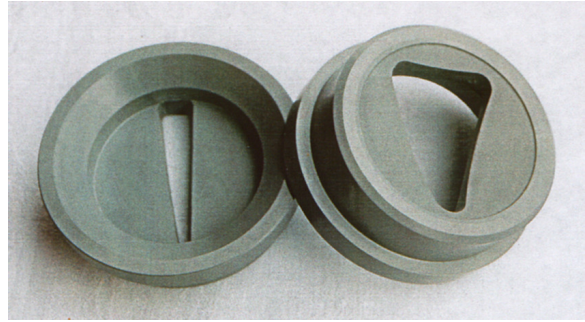
Einfluß der Abströmhülse auf die Strömung beim Öffnen des Drehkegels

Komponenten für die zuvor genannten Ventiltypen:

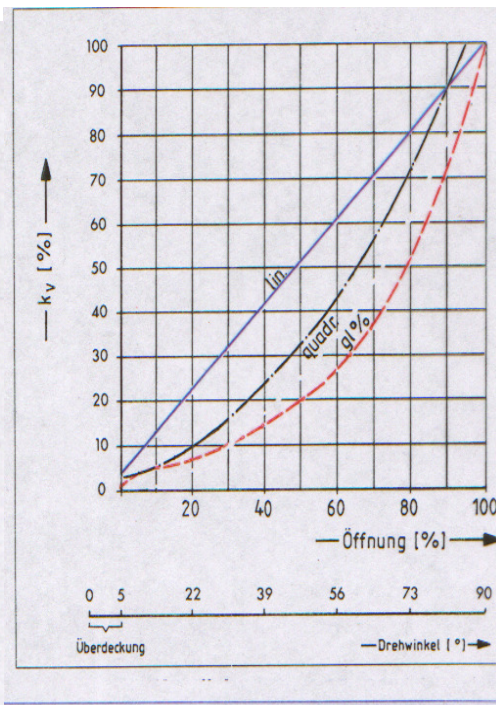
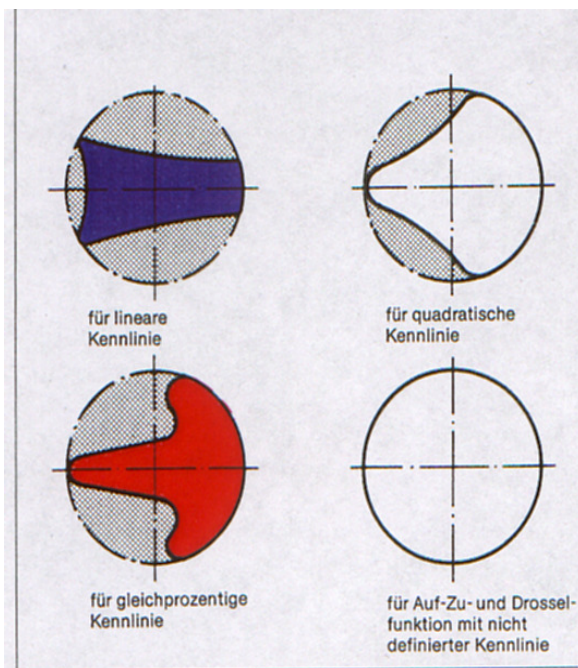
- Drehschieberplatten
- Ventilkugeln
- Ventilsitze
- Abströmhülsen
- Regelscheiben
- Panzerbuchse
- Wellenschutzhülsen
- Dichtbuchsen



Regelscheiben für Kugelhahn nach 100 Stunden Einsatz.
Links aus Aluminiumoxid, rechts aus Stellite



Regelscheiben aus Siliziumnitrid

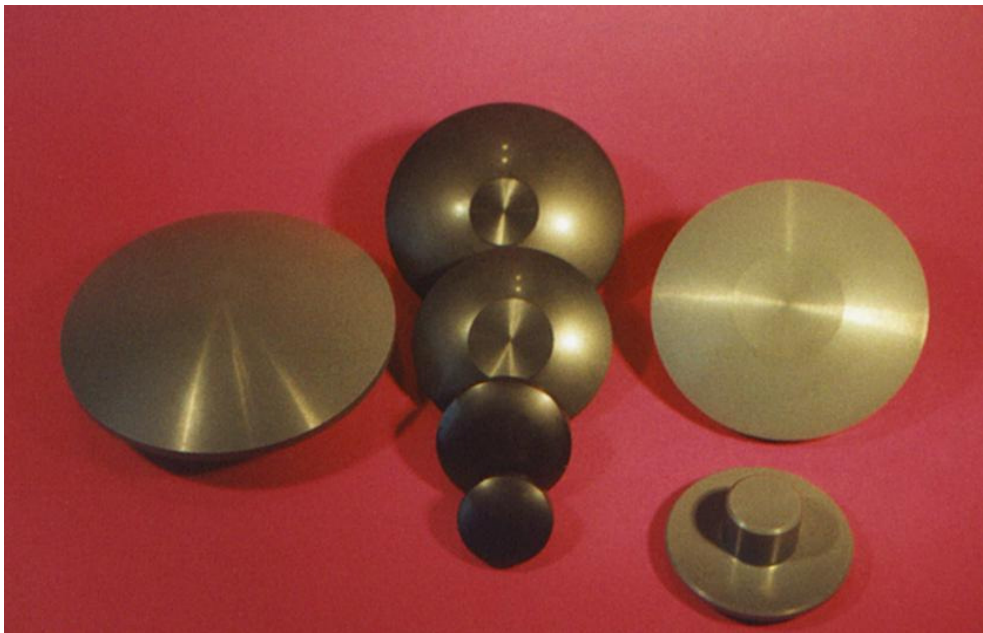


Regelprofile der Regelscheiben für lineare, quadratische und gleichprozentige Kennlinien



Komponenten für ein Drehkegelventil DN 50 aus Siliziumnitrid htc[®]-Si₃N₄ (SN-Y₂O₃-2)

Welche Werkstoffe für die jeweiligen Ventilkomponenten eingesetzt werden, entscheidet häufig der Ventilhersteller selber, da er hier schon entsprechend gute Erfahrungen gemacht hat, oder aber wir bekommen die entsprechenden Parameter und können dann den am besten geeigneten Werkstoff vorschlagen. Die beste Eigenschaftskombination weist Siliziumnitrid auf (Festigkeit, Thermoschockverhalten, Verschleißwiderstand, Bruchzähigkeit usw.) Entscheidend für den Korrosionswiderstand ist aber die Menge und Art der durch die Sinterzusätze und die Verunreinigungen des Si_3N_4 Ausgangspulvers gebildeten Korngrenzenphase. Die Art und Qualität der Verdichtung - lediglich druckloses Sintern, Gasdrucksintern (hier unter welchem Druck) und HIP = Heiisostatpressen (entweder direkt oder indirekt, d.h. Sinter HIP) – spielt dabei auch noch eine Rolle.



Drehkegelventilkappen von DN25 bis DN100 aus Siliziumnitrid htc[®]- Si_3N_4 (SN- Y_2O_3 -1)

Ventilkomponenten aus Siliziumnitrid weisen gegenüber allen anderen keramischen Werkstoffen den höchsten Widerstand gegen Kavitation auf. In einigen Fällen wurden sogar Flashbedingungen überstanden.

Aluminiumoxidkeramik wird in der Regel dort eingesetzt, wo zwar Verschleiß gepaart mit Korrosion auftritt, die Parameter aber noch moderat sind, d.h. geringe Strömungsgeschwindigkeit, kein Thermoschock, geringe mechanische Beanspruchung. Komponenten aus Aluminiumoxid sind auch preiswerter als Komponenten aus den anderen keramischen Werkstoffen, bedingt durch deutlich preiswerte Rohstoffe, aber auch wegen einer leichteren „Zerspanung“ oder, besser gesagt einfacherer Schleifbearbeitung mit höheren Abtragsraten.

Sobald höhere Lasten aufgenommen werden müssen, z.B. bei Kugelhähnen, bei denen sich im Einsatz der Totraum mit Feststoff zusetzt, sollten die Kugeln aus Zirkonoxid sein, zum Beispiel aus dem Werkstoff YTZP oder htc[®]-YPSZ₁. Diese hochfeste Qualität mit einer Biegefestigkeit von 1200 MPa eignet sich sogar für Gas-Feststoffeinsatz mit extrem geringer Leckage (Siliziumwaferherstellung). Problematisch ist allerdings der Einsatz von Zirkonoxid in wässrigen Medien,

insbesondere bei erhöhten Temperaturen. Hier kann man allerdings eine deutliche Verbesserung durch weitere Zusätze erreichen.

Siliziumkarbid, insbesondere gesintertes $\text{SiC} - \text{htc}^{\text{®}} - \text{SiC}$ – kommt extrem selten in Armaturen zum Einsatz. Hier müssen schon extreme Korrosionsbedingungen herrschen, z.B. Medium mit Flusssäure (HF) oder konzentrierte Laugen bei hohen Temperaturen. Ansonsten sind die mechanischen Eigenschaften ähnlich wie beim Aluminiumoxid. Lediglich des Thermoschockverhalten ist, wegen der sehr guten Wärmeleitfähigkeit, ein wenig besser. Der Werkstoff kommt aber nicht an die Thermoschockqualitäten von den Siliziumnitridwerkstoffen heran.

Seit neuestem fertigen wir zusammen mit einem der führenden Hartmetallhersteller auch Komponenten aus Hartmetall, die unser Leistungsangebot sehr gut abrunden. Für den Einsatz Erdgasförderung und Transport haben wir einen Werkstoff mit einer 8%igen Nickelbindung ausgewählt, die sehr feinkörnig ist, eine Biegefestigkeit von 2900 MPa und eine Druckfestigkeit von 5000 MPa aufweist bei einer Bruchfestigkeit K_{Ic} von $11.5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ und einer ebenfalls sehr hohen Wärmeleitfähigkeit. Diese Eigenschaftskombination, zusammen mit einer guten Korrosions- und Verschleißfestigkeit, qualifiziert diesen Werkstoff für härteste Einsätze in der Erdgasförderung und Weiterleitung. Ventilkomponenten bis DN 400 mit Stückgewichten bis zu 40 kg wurden realisiert. Neben dieser Hartmetallqualität gibt es selbstverständlich eine ganze Reihe von anderen Qualitäten, die für die unterschiedlichen Anwendungsparameter zur Verfügung stehen.

D. Steinmann, E. Gugel: Dichtes Siliziumnitrid mit guten Hochtemperatureigenschaften und hohem Oxidationswiderstand
Science of Ceramics 11 (1981) 113-121

P. Hoff, D. Steinmann und H. Valentin: Armaturen in Rauchgasentschwefelungsanlagen
VGB Kraftwerkstechnik, 66. Jahrgang, Heft 9, Sept. 1986, Seite 823 bis 835

D. Steinmann: Siliciumnitrid heute – ein moderner sonderkeramischer Werkstoff mit Zukunft
Werkstatt + Betrieb 1986 Nr. 11/12

D. Steinmann: Siliciumnitrid und Siliciumcarbid – sonderkeramische Werkstoffe in der Rauchgasentschwefelung
Haus der Technik November 1987

D. Steinmann; Anwendungsbeispiele für Werkstücke aus Siliziumnitrid in unterschiedlichen Bereichen der Technik
Der Zuliefermarkt, Juli 1987

D. Steinmann: Konstruktionskeramik für Maschinen- und Apparatebau
CAV 1/88 und 2/88

D. Steinmann: Application of Silicon Nitride and Silicon Carbide in the chemical industry. Structural Ceramics for machine and apparatus engineering
CPP Edition Europe, April 1988

D. Steinmann: Verwendung der Sonderkeramik-Werkstoffe Siliciumnitrid und Siliciumcarbid für Bauteile in Rauchgasentschwefelungsanlagen
Haus der Technik e.V., Fachtagung Nr. T-30-935-111-8, 29-30.11.1988

D. Steinmann, H. Knoch: Keramische Lager aus den Werkstoffen Siliciumnitrid und Siliciumcarbid.
Schriftenreihe „Praxis-Forum“ Fachbroschüre Werkstofftechnik 12/89

D. Steinmann: Tribologische Praxisbeispiele für umweltgerechte Reibstellen mit Ingenieurkeramik
Schriftenreihe „Praxis-Forum“ Fachbroschüre Werkstofftechnik 14/90

D. Steinmann: Hochleistungskeramik – Eine Alternative für Verschleißteile in Stellgeräten
Techn. Akademie Esslingen, Symposium 18435/55.013 in Zusammenarbeit mit dem
„Hochleistungskeramik“- Gemeinschaftsausschuß der DKG und DGM, 22.06.1994

D. Steinmann: Keramische Wälzlager – Herstellung – Anwendung- Vergleich mit metallischen Lagern
Techn. Akademie Esslingen, Tribologie und Schmierungstechnik, Keramiklager, Lehrgang
24639/68.516, 30.09.-01.10.1999

hightech ceram[®] – Ihre erste Wahl

Ob Beratung, Entwicklung, Prototypen oder
Serie, wir sind stets für Sie da.

Eine optimale Werkstoffauswahl aus
unserer großen Werkstoffpalette ist
gewährleistet, und dies ist gegenüber
anderen Anbietern, die nur einen Werkstoff
zur Auswahl haben, besonders vorteilhaft.



Neben vielen Aktivi-
täten zur Energie-
einsparung sind wir ein
führender Zulieferer für
Anwendungen in der
Chemie- und
Kraftwerkstechnik aber
auch für erneuerbare
Energien.

hightech ceram[®]
Dr. Steinmann + Partner GmbH

hightech ceram[®] Dr. Steinmann + Partner GmbH

Lühbergstrasse 2
D-53945 Blankenheim
Telefon: 02449-911-003
Telefax: 02449-911-005
Email: info@hightech-ceram.de
Website: www.hightech-ceram.de