

TECHNISCHE **KERAMIK**

in der PRAXIS

S Seminar

2004

Impressum:

Herausgeber: Informationszentrum Technische Keramik (IZTK)
in Zusammenarbeit mit den
Mitgliedsfirmen der Fachgruppe Technische Keramik im
Verband der Keramischen Industrie e.V.

Geschäftsstelle: Verband der Keramischen Industrie e.V.
Informationszentrum Technische Keramik
Schillerstrasse 17; 95100 Selb
Telefon: +49 (0) 92 87 - 9 12 34
Telefax: +49 (0) 92 87 - 7 04 92
E-Mail: info@keramverband.de
<http://www.keramverband.de>

Druck: Fahner Druck GmbH, Lauf
1. Mai 2004

Copyright by: © Verband der Keramischen Industrie e.V.
Alle Rechte vorbehalten

Vorwort

Die hier vorliegende Dokumentation enthält die Ausarbeitungen unserer Referenten für die Vorträge in der diesjährigen Seminarreihe „Technische Keramik in der Praxis“ sowie die bei den Vorträgen verwendeten Bilder und Diagramme.

Es wurde vor allem darauf geachtet, dass die Textbeiträge in sich verständlich sind. Die Vorträge können leicht vom gesprochenen Text abweichen.

Die Unterlagen wurden mit aller Sorgfalt zusammengestellt, wobei die einzelnen Autoren für die Inhalte ihrer Beiträge die Verantwortung tragen.

Verband der Keramischen Industrie e.V.
- Informationszentrum Technische Keramik -

Selb, im April 2004

Inhaltsverzeichnis

1. Vorstellung der Referenten	7
Elke Vitzthum, CeramTec AG	
2. Einführung in die Technische Keramik	
2.1. Werkstoffe, Eigenschaften und resultierende Anwendungen	23
Heidrun Grycz, St. Gobain Advanced Ceramics Lauf GmbH Elke Vitzthum, CeramTec AG	
2.2. Piezokeramik - Hochleistungsstellglieder	51
Andreas Schmid, Argillon GmbH	
2.3. Piezokeramische Bauteile im Fahrzeug	106
Dr. Hans-Jürgen Schreiner, CeramTec AG	
2.4. Hersteller-Service für Bauteile nach Kundenspezifikation	171
Ines Durmann, Sembach GmbH & Co. KG	
2.5. Spezialitäten: Spritzgussteile und Beschichtungen	216
Friedrich Moeller, Rauschert GmbH & Co. KG	
2.6. Hartbearbeitung und erreichbare Oberflächenqualitäten	244
Carsten Rußner, CeramTec AG	
3. Hochtemperaturtechnik	
3.1. Auswahl von Hochtemperaturwerkstoffen	283
Dr. Kirsten Wilm, W. Haldenwanger Technische Keramik GmbH & Co. KG	
3.2. Brennerkomponenten für Industrie und Kraftwerke	312
Dr. Arthur Lynen, Schunk Ingenieurkeramik GmbH	
3.3. ATI und SSN, z. B. in der NE-Gießereitechnik	325
Dr. Rolf Wagner, H.C. Starck Ceramics GmbH & Co. KG	

4. Maschinen- und Anlagenbau	
4.1. Keramik contra Korrosion	351
Dr. Hans Hoppert, ETEC Technische Keramik GmbH	
4.2. Hochtemperaturarmaturen	392
Heinz Albert, Cera System Verschleißschutz GmbH	
4.3. Keramische Gleitpaarungen und Tribologie	431
Dr. Ilka Lenke, CeramTec AG	
4.4. SiC für industrielle Anwendungen	465
Josef Kracker, WACKER CERAMICS	
4.5. Auswahlkriterien für Keramik im Anlagenbau	502
Heinz Albert, Cera System Verschleißschutz GmbH	
4.6. Verschleißschutz: Typische Produkte im Überblick	531
Rainer Steven, ETEC Technische Keramik GmbH	
4.7. Hochbelastbare SN-Bauteile	567
für den Maschinen- und Motorenbaubau	
Dr. Rolf Wagner, H.C. Starck Ceramics GmbH & Co. KG	
5. Mitgliederliste	603

1. Vorstellung der Referenten

- Elke Vitzthum
CeramTec AG
Lauf a. d. Pegnitz

Alle Referenten kommen aus den Mitgliedsunternehmen des Verbands der Keramischen Industrie E.V. (VKI).



Folie 1: Mitglieder

Alle Mitgliedsfirmen verfügen über eine Vielzahl von Werkstoffen und Herstellverfahren und stellen Bauteile für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete her.

Die Referenten sprechen jeweils nur über ein ausgewähltes Thema, das nicht die ganze Breite des Tätigkeitsfeldes ihrer Firma wiedergibt.

Heinz Albert



Hochtemperaturarmaturen Auswahlkriterien für Keramik in Anlagenbau



Heinz Albert

- Produktmanager für Chemie- und Prozesskeramik
- Verantwortlich für Herstellung und Verarbeitung keramischer Werkstoffe sowie für den Bau und die Anwendung von Ausrüstungen mit keramischen Komponenten

CERA SYSTEM Verschleißschutz GmbH

- 100 Mitarbeiter
- Dichtscheiben, Verschleißschutz, Keramikarmaturen, Mühlen
- Hauptwerkstoffe: Al_2O_3 , ZrO_2 , SiC, Si_3N_4 , SiQuarz

Heinrich-Hertz-Straße 2-4
07629 Heimsdorf
[http:// www.cerasystem.de](http://www.cerasystem.de)

Tel.: 036601 / 919 - 30
Fax: 036601 / 919 - 77
E-Mail: Heinz.Albert@cerasystem.de

Ines Durmann



Herstellerservice für keramische Bauteile

Ines Durmann

- Leiterin F&E

Sembach GmbH & Co. KG

- 1904 in Lauf gegründet; in der 4. Generation in Familienbesitz
- 420 Mitarbeiter
- Hauptwerkstoffe: Stealit, Cordierit, Al_2O_3 , MgO

Oskar-Sembach-Straße 5
91207 Lauf a.d. Pegnitz
[http:// www.sembach.de](http://www.sembach.de)

Tel.: 09123 / 167 - 183
Fax: 09123 / 167 - 167
E-Mail: i.durmann@sembach.de

Heidrun Grycz



Werkstoffe, Eigenschaften und Anwendungen

Heidrun Grycz

- technische Vertriebsbeauftragte

Saint-Gobain Advanced Ceramics Lauf GmbH

- 225 Mitarbeiter
 - Hauptwerkstoffe: Steatit, Cordierit, MgO, Al₂O₃, Oxide, Nichtoxide
- Saint-Gobain, Branche Ceramics and Plastics
mit 15.000 Mitarbeiter im Bereich „Ceramics and Plastics“*

Am Winkelsteig 1
91207 Lauf a.d. Pegnitz
[http:// www.nortonkeramik.de](http://www.nortonkeramik.de)

Tel.: 09123 / 181 - 533
Fax: 09123 / 181 - 979
E-Mail: Heidrun.Grycz@saint-gobain.com

Folie 4: Referentenvorstellung Heidrun Grycz

Dr. Hans Hoppert



*Keramik contra Korrosion
Verschleißschutz: Typische Produkte*



Dr. Hans Hoppert

- Geschäftsführer, Bereich Technik und F+E

ETEC-Gesellschaft für Technische Keramik m.b.H.

- 1982 gegründet
- Weltweit 250 Mitarbeiter
- Produktgruppen: keramische Auskleidungen, Keramik für den ballistischen Schutz, Sonderbauteile
- Werkstoffschwerpunkt: Aluminiumoxid

An der Burg Sülz 17
53797 Lohmar
[http:// www.etc-ceramics.de](http://www.etc-ceramics.de)

Tel.: 02205 / 9200 - 167
Fax: 02205 / 9200 - 144
E-Mail: h.hoppert@etc-ceramics.de

Dr. Ilka Lenke



Keramische Gleitpaarungen und Tribologie



Dr. Ilka Lenke

- Leitung Technologie Management

CeramTec AG

- weltweit über 2600 Mitarbeiter
- Produkte für die Automobil-, Elektro-, Elektronik-, Textil- und Chemieindustrie; die Medizintechnik und den Maschinenbau
- Hauptwerkstoffe: Al_2O_3 , SiC, Si_3N_4 , ZrO_2 , Steatit, Piezokeramik

Fabrikstraße 23-29
73207 Plochingen
[http:// www.ceramtec.de](http://www.ceramtec.de)

Tel.: 07153 / 611 - 275
Fax: 07153 / 611 - 491
E-Mail: i.lenke@ceramtec.de

Dr. Arthur Lynen



Brennerkomponenten für Industrie und Kraftwerke

Dr. Arthur Lynen

- Leiter der Entwicklung

Schunk Ingenieurkeramik GmbH

- 190 Mitarbeiter
- Hauptwerkstoffe: SiSiC, SSiC, nitridgebundes SiC; C-SiC; Oxidkeramik für thermische Anwendungen
- Hauptprodukte: SiC-Brennerrohre, Brennhilfsmittel, Lagerbaueile, SiC-Spezialteile für die Halbleiterindustrie, Thermoschutzrohre

Hanns-Martin-Schleyer-Str. 5
47877 Willich
[http:// www.schunk-group.com](http://www.schunk-group.com)

Tel.: 02154 / 497 - 0
Fax: 02154 / 497 - 111 oder 110
E-Mail: arthur.lynen@schunk-group.com

Friedrich Moeller



Spezialitäten: Spritzgussteile und Beschichtungen



Friedrich Moeller

- Marketingmanager für Technische Keramik
- Produktmanager für den Bereich Verschleißschutz

Rauschert

- 1.500 Mitarbeiter
- Hauptwerkstoffe: Al_2O_3 , Rapal, Zirconia Y und M, ZTA (zirconia-toughened alumina)
- Einige Produkte: Fadenleitorgane, Drahtführungen, Gleitringe und -lager, Dichtscheiben, Verschleißschutz

Bahnhofstraße 1
96332 Pressig
[http:// www.rauschert.com](http://www.rauschert.com)

Tel. 09265 / 78 - 342
Fax: 09265 / 78 - 357
E-Mail: f.moeller@rauschert.de

Josef Kracker



Josef Kracker

- Fluid Handling and Wear Parts

WACKER CERAMICS

- 817 Mitarbeiter
- Produkte für die Automobilindustrie, den Maschinenbau, die Verfahrenstechnik, die Metallurgie
- Hauptwerkstoffe: SiC, Si₃N₄, B₄C, BN

ESK Ceramics GmbH & Co. KG

Max-Scheidhauf-Str. 25

87347 Kempten

[http:// www.wacker-ceramics.com](http://www.wacker-ceramics.com)

Tel: 0831 / 5618 - 226

Fax: 0831 / 5618 - 357

E-Mail: josef.kracker@wacker.com

Carsten Rußner



Hartbearbeitung und Oberflächenqualitäten

Carsten Rußner

- Leiter Innovation im GB Systemtechnik

CeramTec AG

- weltweit über 2600 Mitarbeiter
- Produkte für die Automobil-, Elektro-, Elektronik-, Textil- und Chemieindustrie; die Medizintechnik und den Maschinenbau
- Hauptwerkstoffe: Al_2O_3 , SiC, Si_3N_4 , ZrO_2 , Stealit, Piezokeramik

Luitpoldstraße 15
91207 Lauf
[http:// www.ceramtec.de](http://www.ceramtec.de)

Tel. 09123 / 77 - 401
Fax: 09123 / 77 - 227
E-Mail: c.russner@ceramtec.de

Andreas J. Schmid

Piezokeramik und deren Anwendungen



Andreas J. Schmid

- Projektleiter Entwicklung
- Verantwortlich für die Entwicklung von Niedervolt-Multilayeraktoren und integrierte Aktor- und Sensorsysteme

ARGILLON GmbH

- 1.000 Mitarbeiter
 - 148 Mio. Euro Umsatz
- Geschäftsfelder: Piezoproducts, Catalysts, Insulators, Alumina, Tools

Bahnhofstraße 43
96257 Redwitz
<http://www.argillon.com>

Tel. 09574 / 81 - 250
Fax: 09574 / 81 - 618
E-Mail: Andreas_Josef.Schmid@argillon.com

Dr. Hans-Jürgen Schreiner



Piezokeramik

Dr. Hans-Jürgen Schreiner

- Entwicklung Piezokeramik

CeramTec AG

- weltweit über 2600 Mitarbeiter
- Produkte für die Automobil-, Elektro-, Elektronik-, Textil- und Chemieindustrie; die Medizintechnik und den Maschinenbau
- Hauptwerkstoffe: Al_2O_3 , SiC, Si_3N_4 , ZrO_2 , Stealit, Piezokeramik

Luitpoldstraße 15
91207 Lauf
[http:// www.ceramtec.de](http://www.ceramtec.de)

Tel. 09123 / 77 - 538
Fax: 09123 / 77 - 465
E-Mail: hj.schreiner@ceramtec.de

Rainer Steven

Verschleißschutz: Typische Produkte



Rainer Steven

- Vertriebsleiter

ETEC-Gesellschaft für Technische Keramik m.b.H.

- 1982 gegründet
- Weltweit 250 Mitarbeiter
- Produktgruppen: keramische Auskleidungen, Keramik für den ballistischen Schutz, Sonderbauteile
- Werkstoffschwerpunkt: Aluminiumoxid

An der Burg Sülz 17
53797 Lohmar
[http:// www.etec-ceramics.de](http://www.etec-ceramics.de)

Tel.: 02205 / 9200 - 191
Fax: 02205 / 9200 - 144
E-Mail: r.steven@etec-ceramics.de

Elke Vitzthum



Werkstoffe, Eigenschaften und Anwendungen



Elke Vitzthum

- Leiterin Marketing + Customer Service im Geschäftsbereich Systemtechnik

CeramTec AG

- weltweit über 2600 Mitarbeiter
- Produkte für die Automobil-, Elektro-, Elektronik-, Textil- und Chemieindustrie; die Medizintechnik und den Maschinenbau
- Hauptwerkstoffe: Al_2O_3 , SiC, Si_3N_4 , ZrO_2 , Steatit, Piezokeramik

Luitpoldstraße 15
90207 Lauf a.d. Pegnitz
[http:// www.ceramtec.de](http://www.ceramtec.de)

Tel. 09123 / 77 - 522
Fax: 09123 / 77 - 464
E-Mail: e.vitzthum@ceramtec.de

Folie 14: Referentenvorstellung Elke Vitzthum

Dr. Rolf Wagner



*ATI und SN z.B. in der NE-Gießereitechnik
SN in für Maschinen- und Motorenbau*

Dr. Rolf Wagner

- Leitung Prüf- und Anwendungstechnik
- Physikalische und mechanische Werkstoffeigenschaften
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren

H.C. Starck Ceramics GmbH & Co.KG

- Klein- und Mittelserien überwiegend für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
- 240 Mitarbeiter
- Hauptwerkstoffe: SiC, Si₃N₄, Al₂TiO₃, Al₂O₃, ZrO₂

Lorenz-Hutschenreuther- Straße 81,
95100 Selb
[http:// www.hcstarck-ceramics.de](http://www.hcstarck-ceramics.de)

Tel. 09287 / 807 - 303
Fax: 09287 / 807 - 420
E-Mail: rolf.wagner.rw@hcstarck-ceramics.de

Dr. Kirsten Wilm



Hochtemperaturanwendungen z.B. Industrieofenbau



Dr. Kirsten Wilm

- Forschung und Entwicklung
- Glasuren, ZrO_2 , Al_2O_3

W. Haldenwanger Technische Keramik

- gegründet 1865
- 320 Mitarbeiter
- Werkstoffe: Al_2O_3 , dichte und poröse Mullite, SiC, ZrO_2 , Quarzglas
- Produkte: Rollen, Rohre, Laborporzellan, Sonderwerkstoffe, Brennhilfsmittel

Teplitzer Strasse 27
84478 Waldkraiburg
[http:// www.haldenwanger.de](http://www.haldenwanger.de)

Tel. 08638 / 6004 - 28
Fax: 08638 / 81 09 00
E-Mail: wilm@haldenwanger.de