

M&T VERBUNDTECHNOLOGIE GMBH

LEIPZIGER STRASSE 27 09648 MITTWEIDA/SACHSEN

KERAMIKWERKSTOFFE AUS MITTWEIDA

BRUCHTOLERANT &
BESTÄNDIG





M&T

www.mut-verbundtechnologie.de

TechnologiePark Mittweida, Sitz der Fa. M&T Verbundtechnologie GmbH

Konstruktionswerkstoff Keramik

Hochtemperaturbeständigkeit
Verschleißbeständigkeit
Oxydationsbeständigkeit
Korrosionsbeständigkeit

Monolytische Keramik

Spröbruchverhalten

hohe Wandstärken

kleinflächige Strukturen

einfache Strukturen

nicht Stoßbelastbar

intensives Splitterverhalten

Faserkeramik

kein Spröbruchverhalten

dünne Wandstärken

großflächige Strukturen

komplexe Strukturen

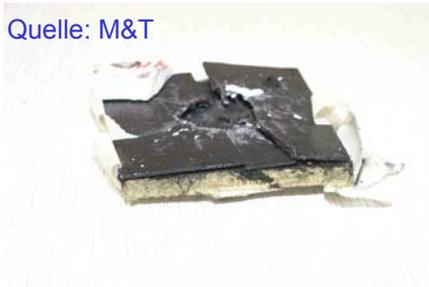
Stoßbelastbar

geringes Splitterverhalten

Rißwachstum

unkontrolliert

Quelle: M&T



kontrolliert

Quelle: M&T

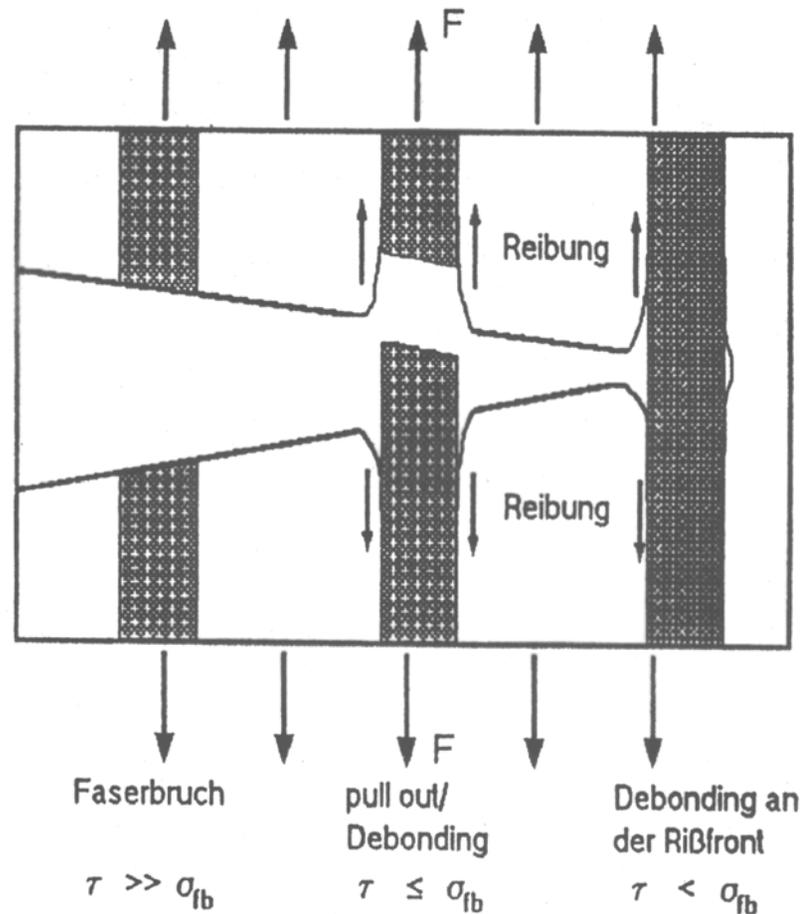


Verhinderung unkontrollierten Rißwachstums:

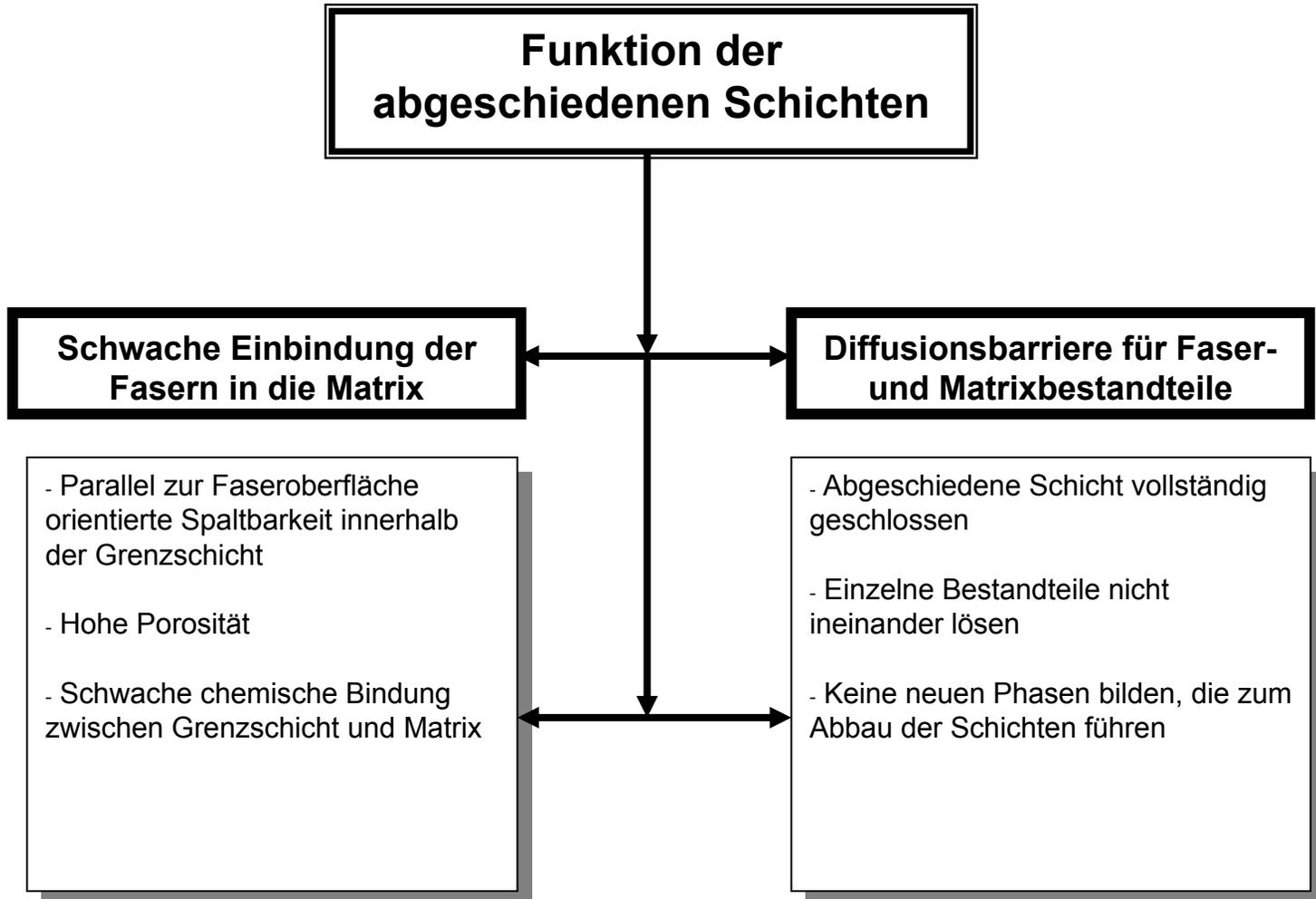
- bewußt initiierte Rißverzweigung
- Umwandlung von Rißenergie in Wärme
- Überbrückung der Rißufer durch stabile Werkstoffbestandteile

Realisierung: beschichtete Fasern

Idealisierte Darstellung des Rißverlaufs in einer faserverstärkten Keramik unter Berücksichtigung der dabei prinzipiell auftretenden Möglichkeiten des Verhaltens der Grenzfläche von Faser und Matrix



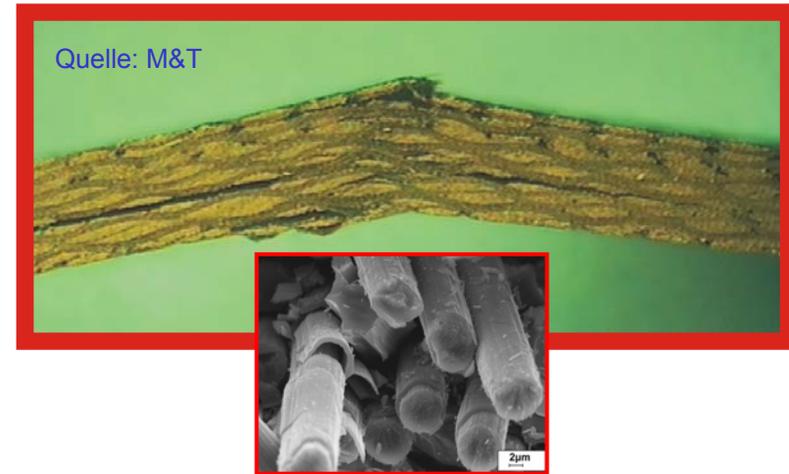
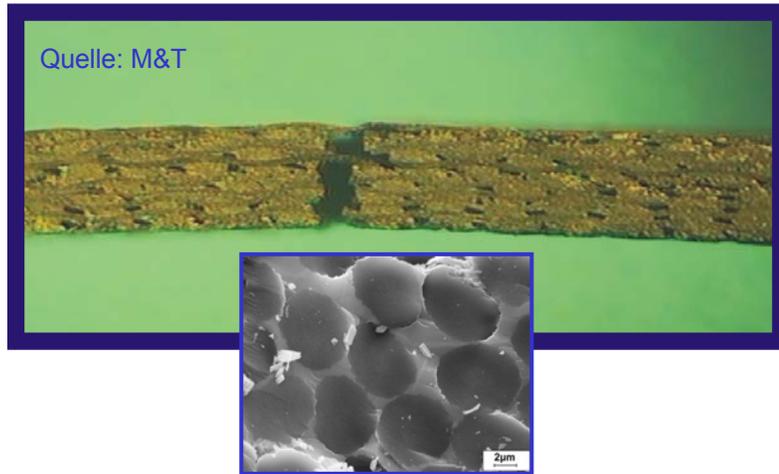
Faserbeschichtung



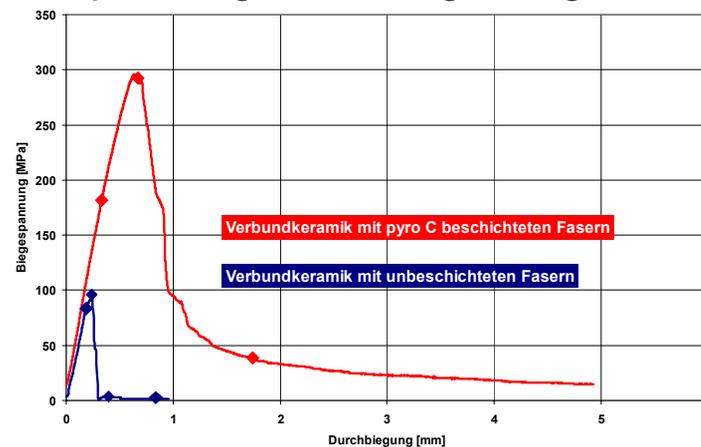
Bruchverhalten faserverstärkter Keramik

Fasern unbeschichtet

Fasern beschichtet



Spannungs-Dehnungs-Diagramm

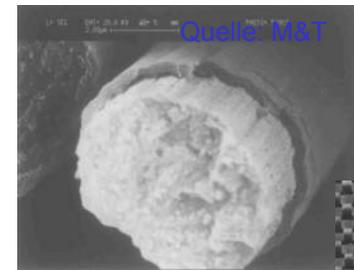




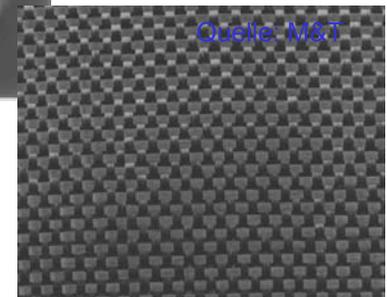
CVD Verfahren zur Faserbeschichtung



Beschichtungsreaktor



Beschichtete Faser



Beschichtetes Gewebe

Beschichtungsanlage mit je vier Beschichtungsreaktoren



Wichtige Vertreter langfaserverstärkter, nicht oxydischer Keramik:

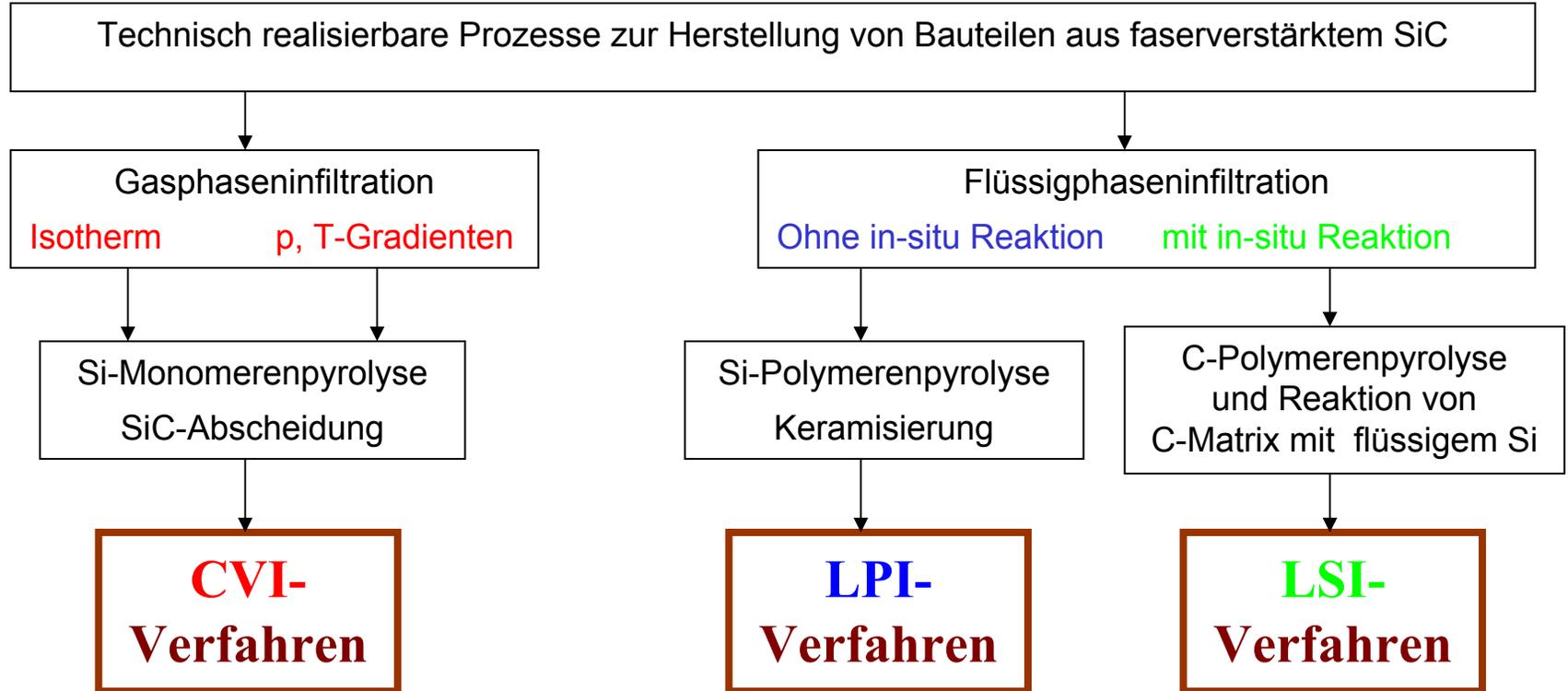
C/C	kohlenstofffaserverstärkter Kohlenstoff
C/C – SiC	kohlenstofffaserverstärkter Kohlenstoff mit SiC-Anteilen
C/SiC	kohlenstofffaserverstärktes SiC
SiC/SiC	SiC- faserverstärktes SiC

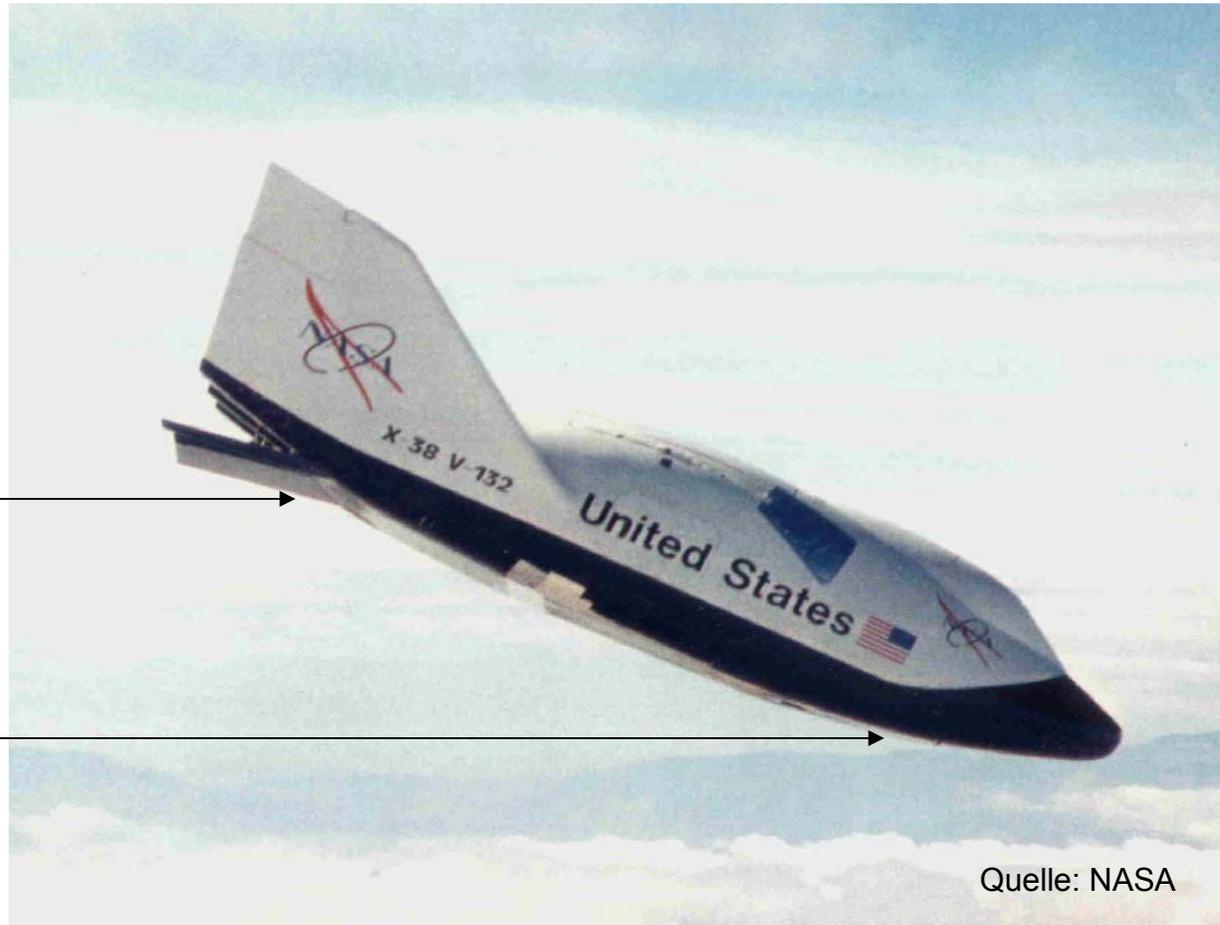
Herstellung keramischer Verbundwerkstoffe

1. Aufbau von Fasergerüsten (Preformen)

Ablegen, Weben z.T. dreidimensional, Wickeln, Vernähen, Sticken, Laminieren - mit anschließender Pyrolyse

2. Einbringung der keramischen Bettungsmassen



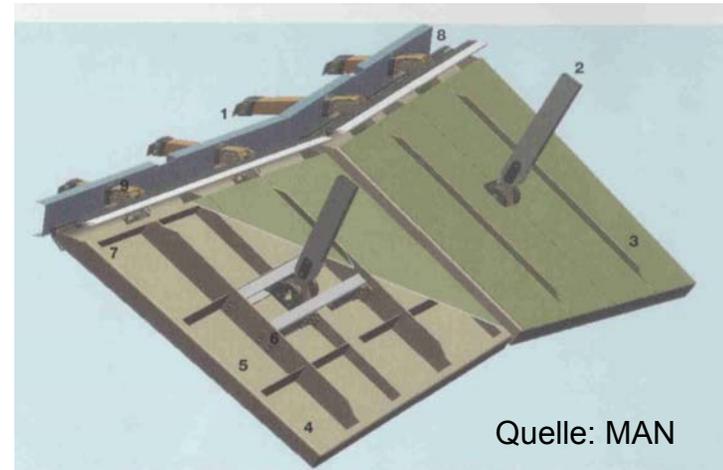
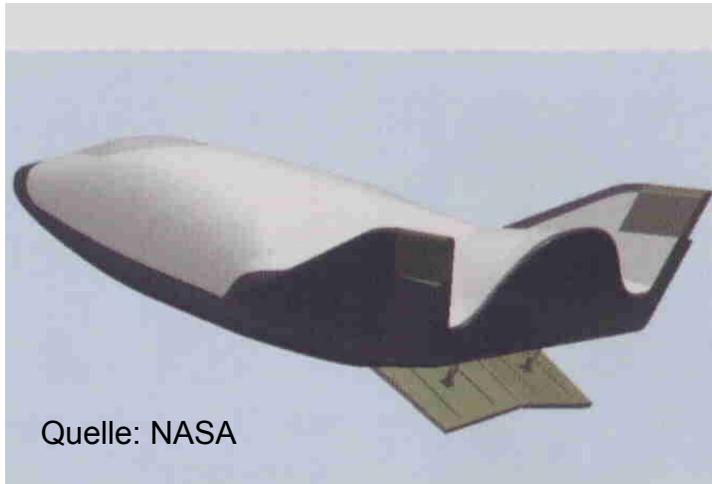


Quelle: NASA

Schematische Darstellung des Raumgleiters X38



Steuerklappe des X38 Flugkörper



- 1 Befestigung der „heißen“ Klappe an der „kalten“ Heckstruktur
- 2 Elektromotorischer Antriebsmechanismus
- 3 Abdeckung der Kassettensegmente
- 4 Kassettensegment (4 pro Klappe)
- 5 Verschraubungen
- 6 Antriebslager
- 7 Hauptschwenklager
- 8 Spaltabdichtung
- 9 Heckstruktur des X38

Kastensegment der Steuerklappe



Produktion von Bauteilen für industrielle Anwendungen

Einsatz von Faserverbundkeramik

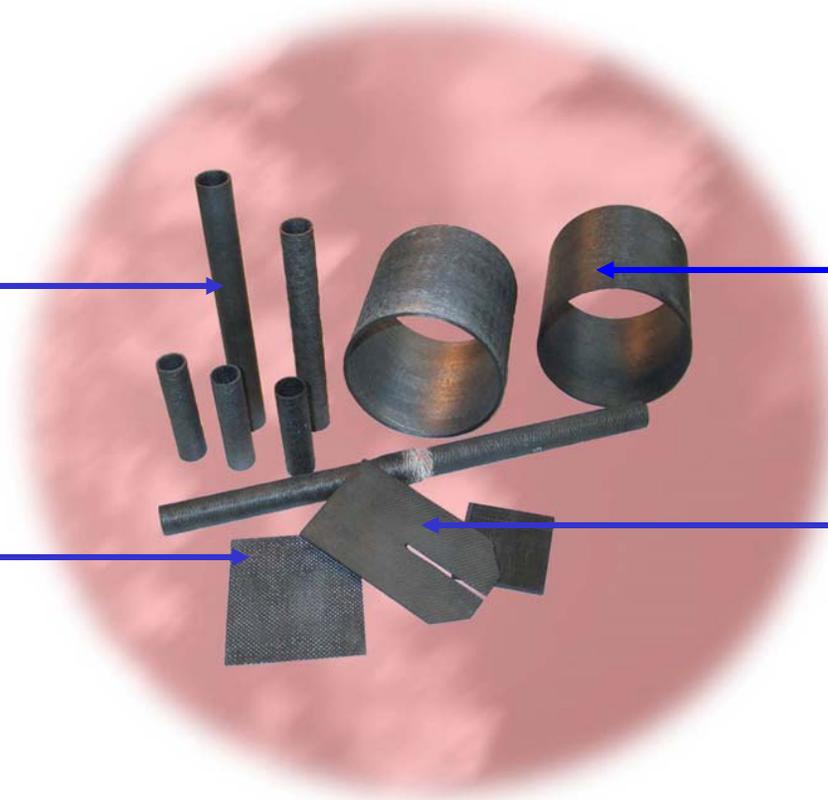
im

Anlagen-und
Apparatebau

Maschinenbau

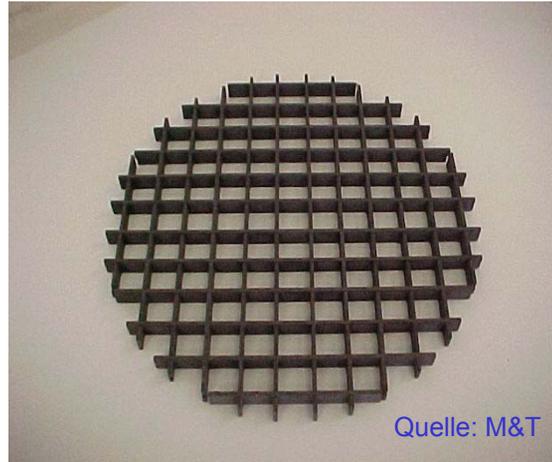
Fahrzeugbau

Industrieofenbau





Beispiele für den chemischen Apparatebau



Spezialtragrost für Kolonneneinbauten aus SiC/SiC



Rohrboden und Siebplatte für Reaktoren

Anwendung in der Elektronik/Elektrotechnik

Quelle: M&T



Isolierhülse im Überspannungsschutz

Quelle: M&T



Geforderte Eigenschaften:

- Thermische Stabilität
- Thermoschockbeständigkeit
- Druckbeständigkeit
- Oxydationsbeständigkeit



Faserverstärkte Keramik - Eine neue Werkstoffklasse

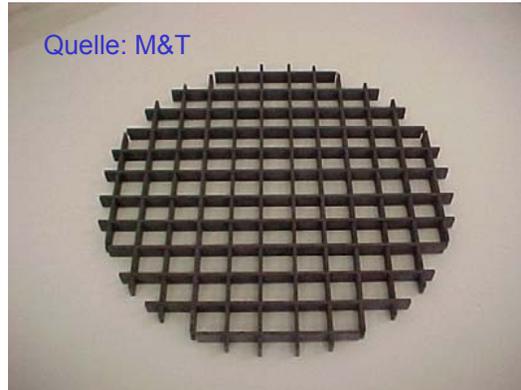
Weitere Schritte:

- Anpassung der Herstellungsverfahren an eine industrielle Produktion
- Erweiterung der Sammlung statistisch gesicherter Werkstoffdaten

Quelle: M&T



Quelle: M&T



Quelle: M&T



- Verbesserung der Methoden zur Bauteilberechnung und -auslegung
- Definition von Methoden zur Qualitätssicherung
- Umfassende Charakterisierung von Materialfehlern im Endprodukt