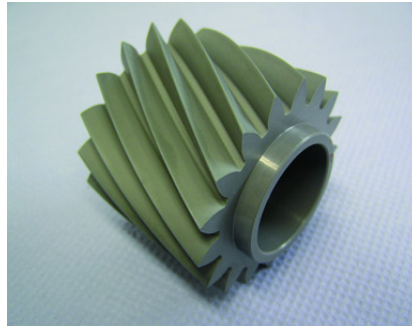
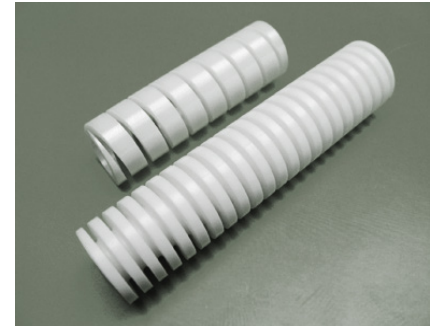




Fräsen eines schrägverzahnten Zahnrads im Grünzustand.



Schrägverzahntes Zahnrad aus  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Keramik, gesintert, geschliffen.



Keramische Spiraldruckfeder aus Zirkonoxidkeramik.

## Vorgehensweise

### Analyse der Aufgabenstellung

- Werkstoffauswahl
- Keramikgerechte Bauteilauslegung
- Berechnung der Spannungsverteilung unter Einsatzbedingungen

### Bauteilherstellung

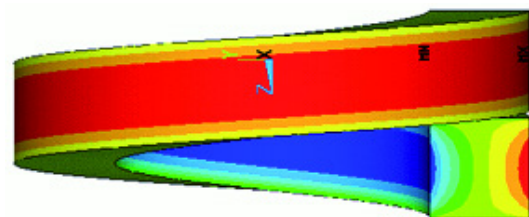
- Bauteildesign und Stückzahl bestimmen das Formgebungsverfahren, für eine schnelle, kostengünstige Umsetzung stehen Pressen/Grünbearbeitung oder Heißguss zur Verfügung
- Der keramische Werkstoff bestimmt die Wärmebehandlungstechnologie, es stehen eine Vielzahl von Anlagen zum Ausheizen, Sintern und Gasdrucksintern zur Verfügung
- Zeichnungsvorgaben für Bauteiltoleranzen und Oberflächenqualitäten bestimmen Art und Umfang der Hartbearbeitung, es stehen modernste Präzisionsschleifverfahren zur Verfügung

### Bauteilprüfung

- Vermessung der äußeren Kontur mittels 3D-Messmaschine
- Oberflächentopographie durch taktile oder optische Vermessung
- Zerstörungsfreie Gefügebewertung mittels Röntgentomographie
- Tests unter mechanischen oder thermischen Belastungen, nach Absprache

### Bauteilintegration/Fügetechnik

- Auf Wunsch werden keramische Komponenten durch Schrauben, Einschrupfen, Kleben oder Löten fachgerecht in Anwendersysteme integriert



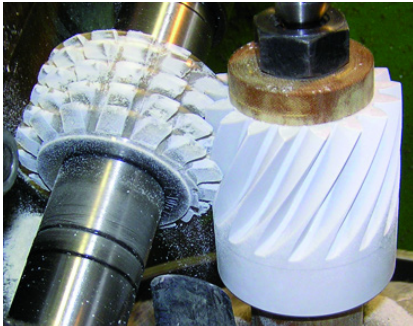
FEM-Simulation, Haupt-Spannungsverteilung im Federquerschnitt unter Belastung.

### Dipl.-Ing. Johannes Abel

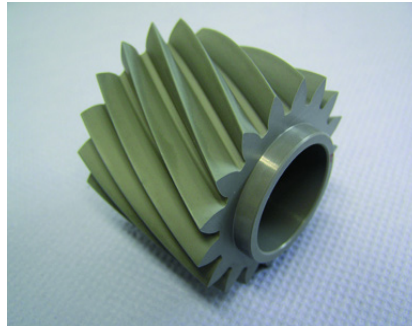
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS  
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden  
Telefon +49 351 2553-561  
johannes.abel@ikts.fraunhofer.de

633-W-26-1-5

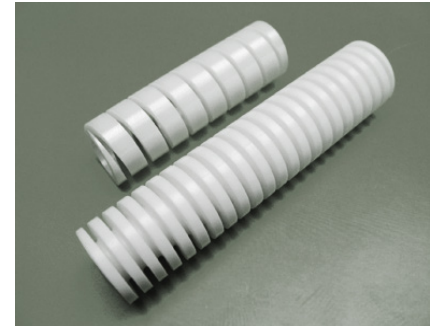




*Milling of a helical gear in the green state.*



*Helical gear made of  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ceramics, sintered and ground.*



*Ceramics coil spring made of zirconia.*

## Procedure

### Analysis of task

- Materials selection
- Design according to ceramic properties and requirements
- Calculation of stress distribution under operating conditions

### Manufacturing of components

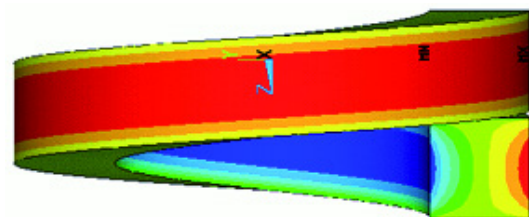
- Design and number of pieces determine the shaping method, dry compaction/ green machining or low pressure injection molding are available to manufacture the components fast and cost-effectively
- The ceramic material determines the heat treatment method, a number of systems for debinding, sintering and gas pressure sintering are available
- Specifications for tolerance and surface quality determine type and extent of hard machining, state-of-the-art precision grinding methods are available

## Testing of components

- Measurement of surface contour by 3D measuring machine
- Surface topography by tactile or optical measurements
- Non-destructive microstructural analysis by X-ray tomography
- Tests under mechanical and thermal load, by agreement

## Integration of components/ Joining technology

- By request, ceramic components are integrated into systems by screwing, shrink fitting, adhering or brazing



*FEM simulation, stress distribution in the cross section of the spring under operating loads.*

## Dipl.-Ing. Johannes Abel

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS  
Winterbergstrasse 28, 01277 Dresden, Germany  
Phone +49 351 2553-561  
johannes.abel@ikts.fraunhofer.de

633-W-26-1-5

