



Dr. Mirtsch  
Wölbstrukturierung GmbH

Dipl.-Ing. Michael Mirtsch



## **Bionische Wölbstrukturen für den Einsatz in Hochleistungswerkstoffen**

# Was haben die bionischen Wölbstrukturen mit Hochleistungswerkstoffen zu tun?

---

- ▶ Vorstellung eines besonderen Strukturierungsverfahrens, das sich auch zum Strukturieren von Hochleistungswerkstoffen (wie z.B. Titan, Magnesium, Platin, etc.) eignet
- ▶ Verbesserung des Eigenschaftsprofils von Bauteilen mit Hochleistungswerkstoffen durch den Einsatz von Wölbstrukturen

# Gliederung

---

- ▶ Vorstellung Wölbstrukturierungsverfahren
- ▶ Eigenschaften und Anwendungsbeispiele  
wölbstrukturierter Bauteile
- ▶ Wölbstrukturierte Bauteile unter extremen  
Belastungen
- ▶ Prüfmöglichkeiten

# Von der Natur lernen – Materialeffizienz durch „intelligente“ Strukturen

---

Von der Natur  
lernen



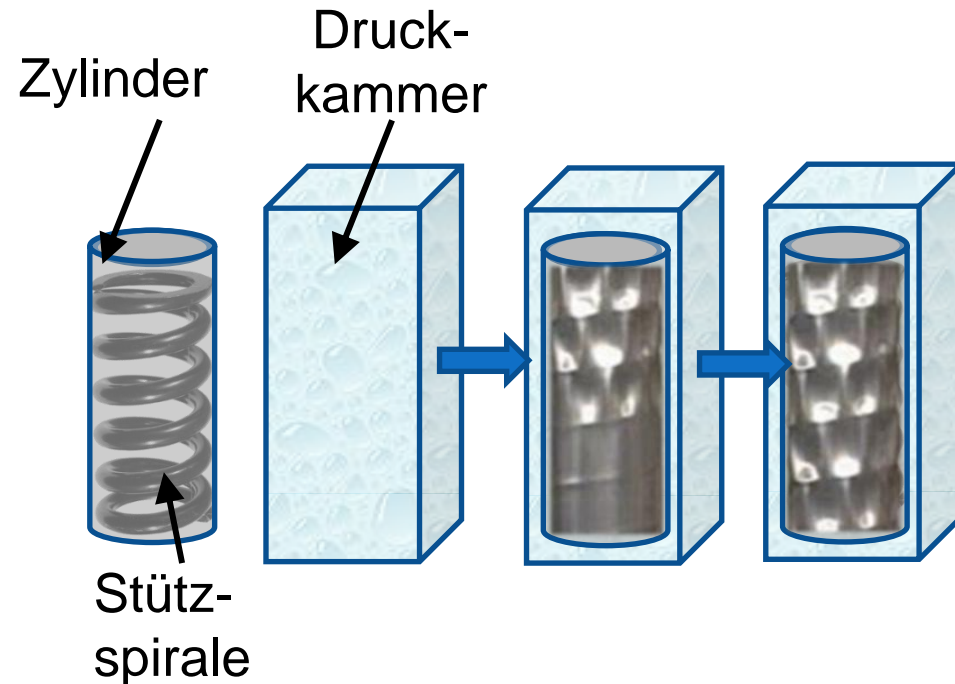
Übertragen in die  
industrielle Technik



# Entstehen von Wölbstrukturen durch selbstorganisiertes Beulen

**Der Basisversuch beruht auf einem material- und oberflächenschonem strukturieren dünner Zylinder („Ploppfeffekt“)**

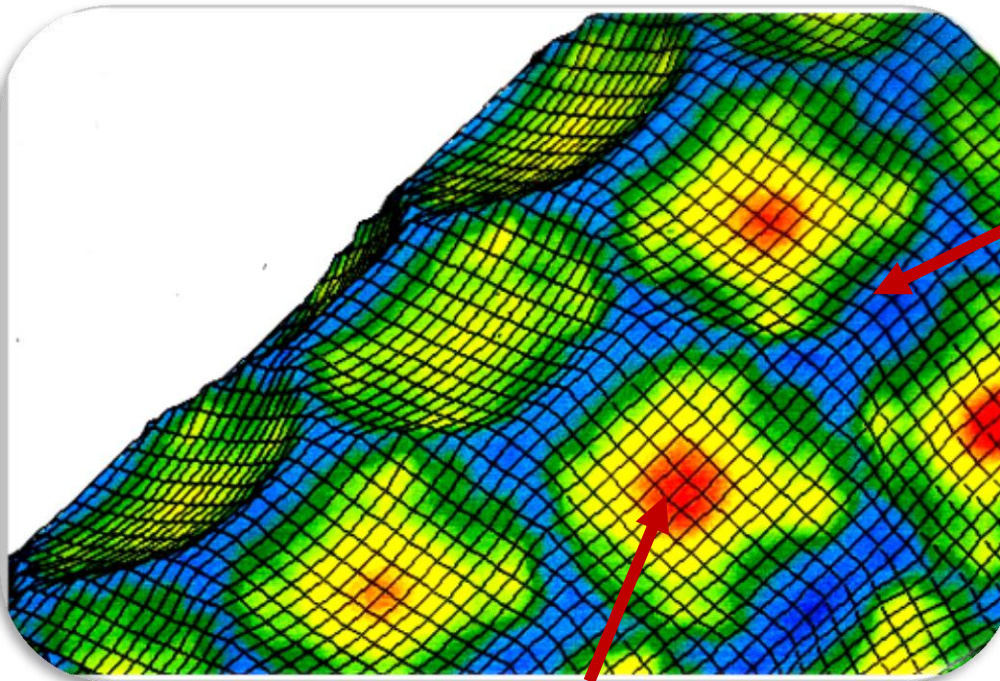
- Innenliegende Spirale dient als Stützwerkzeug
- Beaufschlagung mit moderatem Außendruck
- Selbstorganisierte Ausbildung von versetzten viereckigen Strukturen als Reaktion auf äußeren Druck
- Strukturierter Zylinder ist wesentlich steifer (radial) als glatter Zylinder



# FEM-Simulation

---

Schonende Umformung durch sehr geringe Plastifizierungen beim „Einploppen“ der Wölbstrukturen



Wölbstrukturfalten:  
Druck- und Biegespannungen ohne  
Materialausdünnung

Wölbstrukturmulden:  
Geringe Zugbeanspruchung  
(Ausdünnung lediglich ca. 1-2%)

# Modifizierter Basisversuch mit überlagerter Selbstorganisation: Hexagonale Wölbstrukturierung

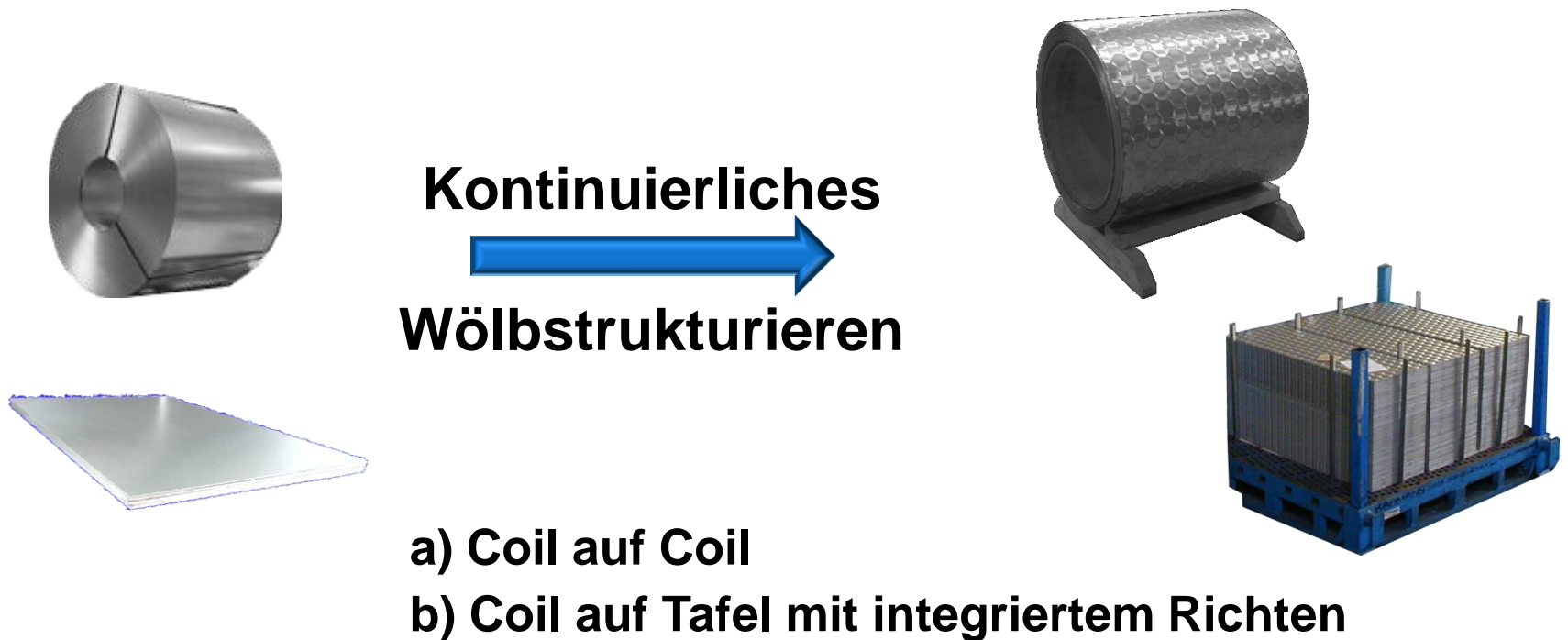
---



# Kontinuierliche Fertigung

---

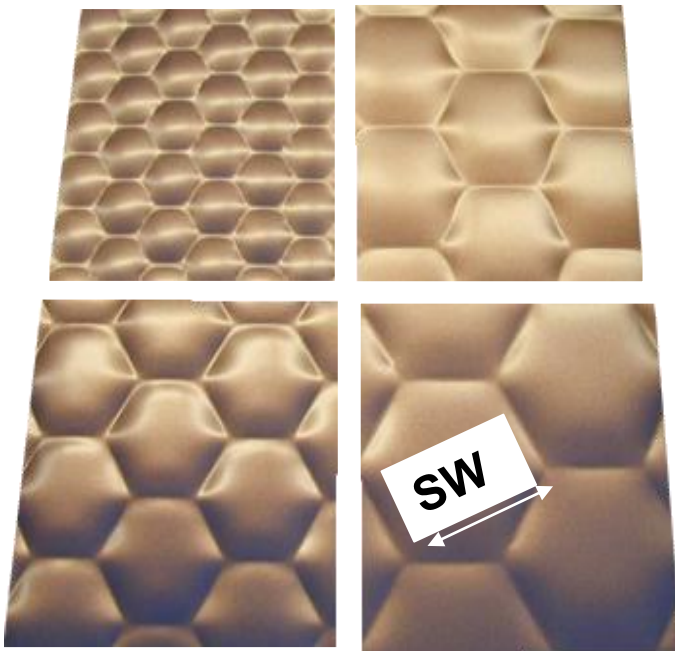
Weiterentwicklung des Basisverfahrens für die industrielle, kontinuierliche Wölbstrukturierung von Blechen oder Coilware





# Standardisierung der Wölbstrukturen

---



- Standard Strukturweiten (mm):  
SW 17; SW 33; SW 40; SW 50
- Strukturierbare Wandstärken:
  - Folien (0,1mm) bis ca. 2mm
- Maximale Fertigungsbreite:  
Ca. 1.250 mm

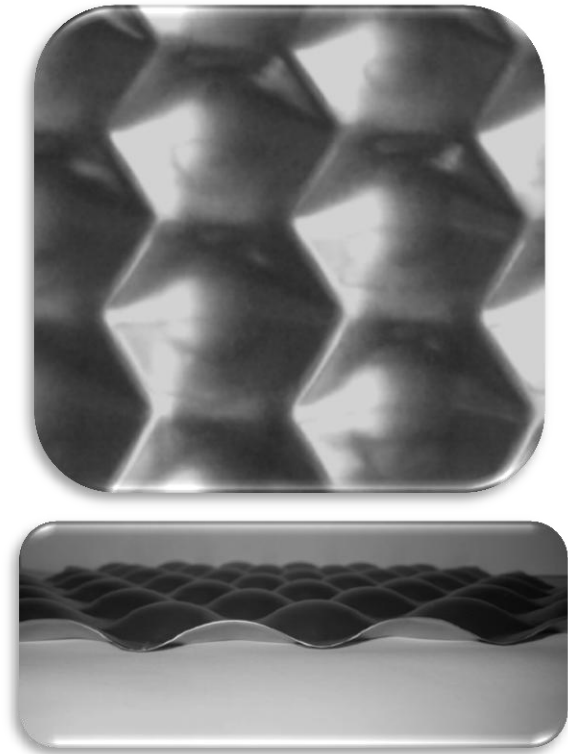
# Neuentwicklung: DeepHEX<sup>®</sup> Strukturen

---

Wölbstruktur  
Strukturhöhe: ~4mm

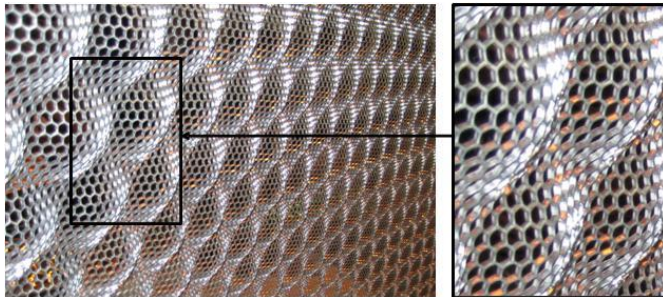


DeepHEX  
Strukturhöhe: ~10mm



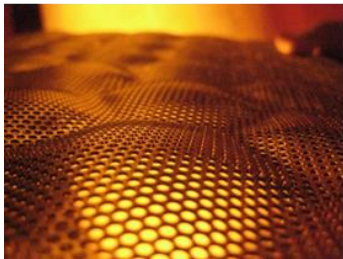
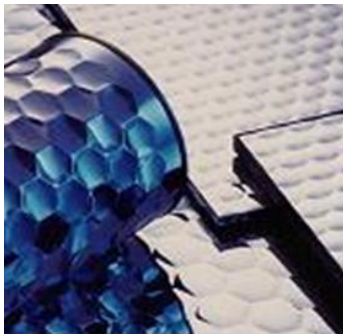
# DeepHEX<sup>®</sup>: Lochbleche und Zylinder

---



# Wölbstrukturierbare Materialien

Sanftes Wölbstrukturieren ermöglicht Verarbeitung von vielfältigen, auch wenig umformbaren Werkstoffen



**Metalle und  
Lochbleche**



**Pappe und Papier**



**Kunststoffe und  
Faserverstärkte**

**Kunststoffe  
(Machbarkeit)**

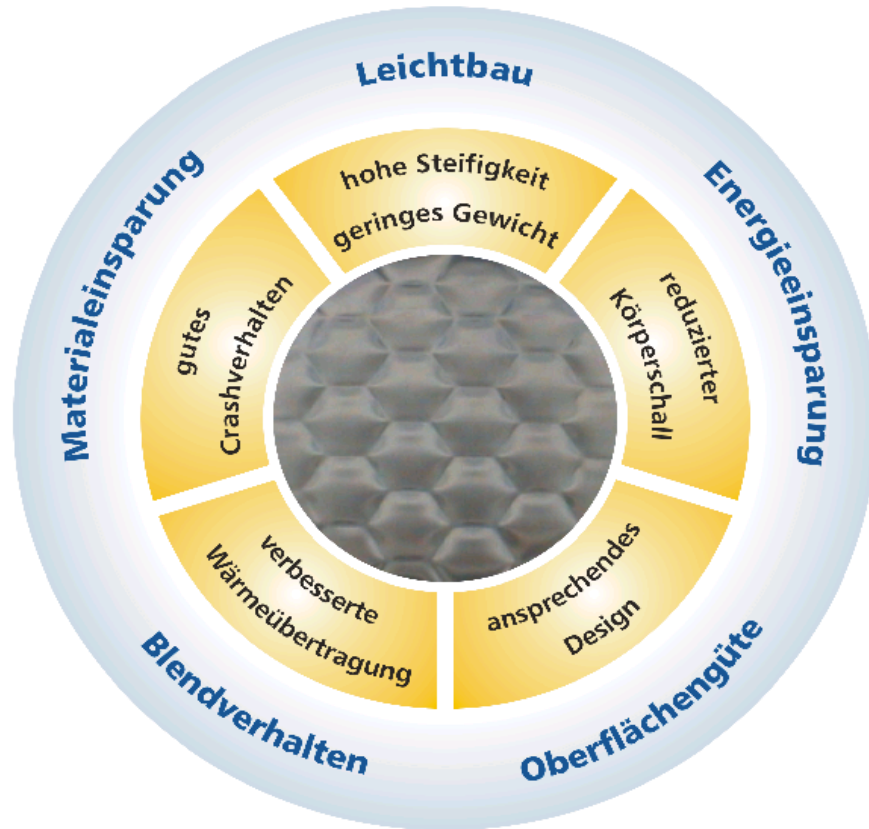
WK · POTENZIAL  
UNTERNEHMEN  
REGION  
Die BMBF-Innovationsinitiative  
Neue Länder

# Gliederung

---

- Vorstellung Wölbstrukturierungsverfahren
- Eigenschaften und Anwendungsbeispiele  
wölbstrukturierter Bauteile
- Wölbstrukturierte Bauteile unter extremen Belastungen
- Prüfmöglichkeiten

# Eigenschaften wölbstrukturierter Bauteile



- ✓ Bis zu 30% Material- und Gewichtseinsparung
- ✓ Verbesserte Akustik
- ✓ Blendarme, diffuse Lichtreflexion
- ✓ Verbesserter Wärme- und Stofftransport

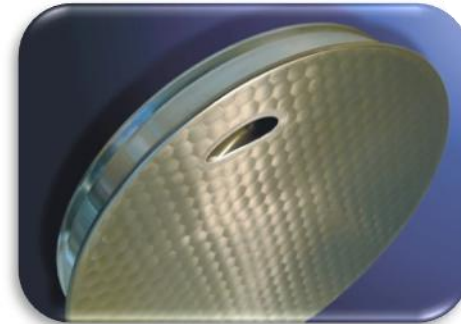
- ✓ **Sehr hohe Umformreserven**
- ✓ **Vollständiger Erhalt der Oberflächengüte**
- ✓ **Hohe Knickstabilität bei Temperaturwechsellasten**

# Industrielle Anwendungen

---



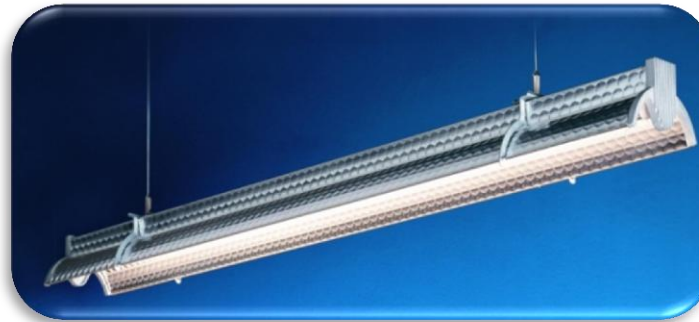
**Rückwand Daimler SLK**



**Spinnereiteller der Fa. Rieter**



**Miele Waschmaschine**



**Osram/Siteco Hexal Leuchte**



**Dach Sportpalast  
Odessa**

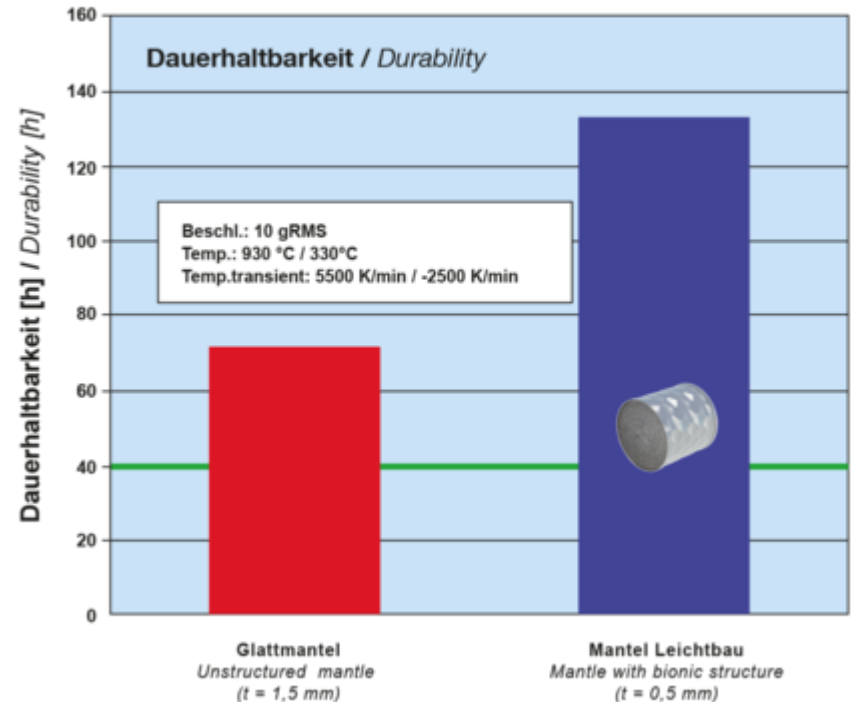
# Gliederung

---

- Vorstellung Wölbstrukturierungsverfahren
- Eigenschaften und Anwendungsbeispiele  
wölbstrukturierter Bauteile
- Wölbstrukturierte Bauteile unter extremen  
Belastungen
- Prüfmöglichkeiten



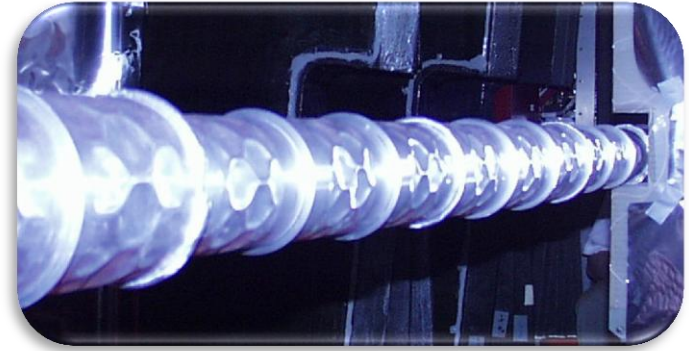
# Anwendungsbeispiel: Der Leichtbaukatalysator der Fa. Emitec ist flexibler, widerstandsfähiger und leichter



- Ein Leichtbaukat mit 0,5mm Wanddicke weist unter Thermoschockbedingungen deutlich weniger plastische Verformungen der Matrixzellen auf, als dies bei einem Mantel mit 1,5 mm Wandstärke der Fall ist.
- Thermoschocktests der Fa. Emitec zeigen, dass die Lebensdauer nahezu verdoppelt werden konnte



# Anwendungsbeispiel: Das Aluminiumrohrsystem beim DESY Teilchenbeschleuniger ist extrem dünn und langlebig



- Höchste Anforderungen an Präzision für die Elementarteilchenforschung
  - Formstabile, extrem dünne Rohre bei Hochvakuumbeanspruchung
  - Flexibilität bei thermischer Ausdehnungsbehinderung
- ✓ Umsetzung: 12m langes und konisches Aluminiumrohrsystem mit Wölbstrukturen

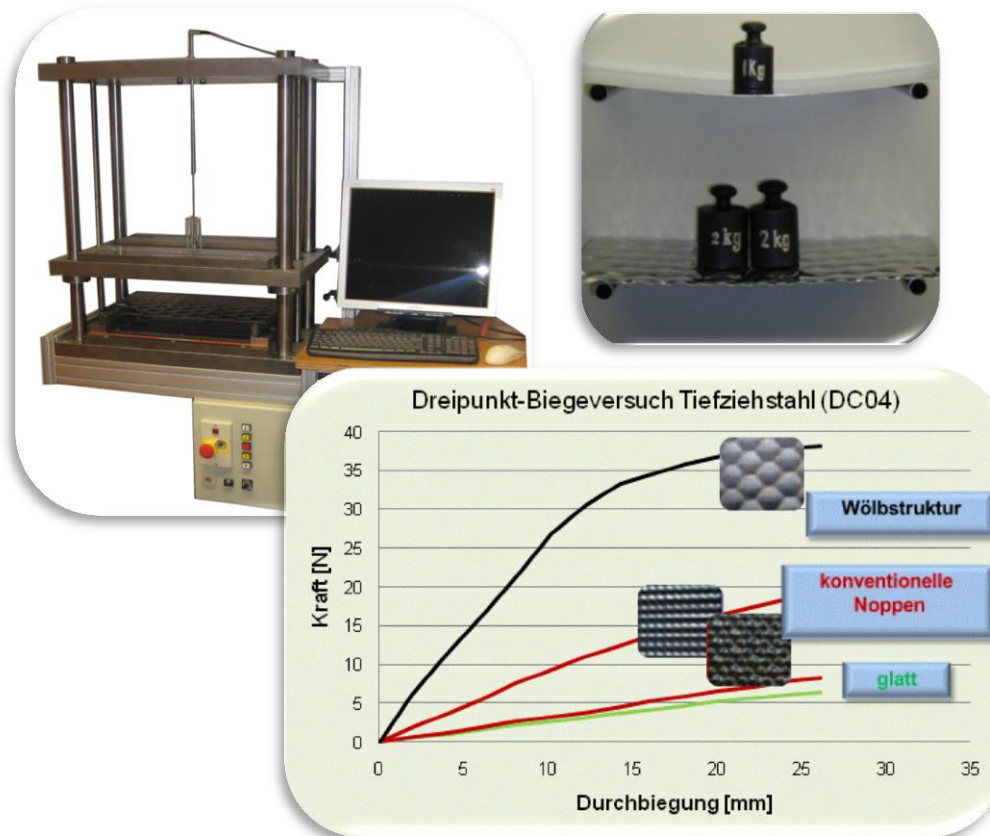
# Gliederung

---

- Vorstellung Wölbstrukturierungsverfahren
- Eigenschaften und Anwendungsbeispiele  
wölbstrukturierter Bauteile
- Wölbstrukturierte Bauteile unter extremen  
Belastungen
- Prüfmöglichkeiten

# Prüfmöglichkeiten bionischer Halbzeuge

## Prüfung der Biegesteifigkeit



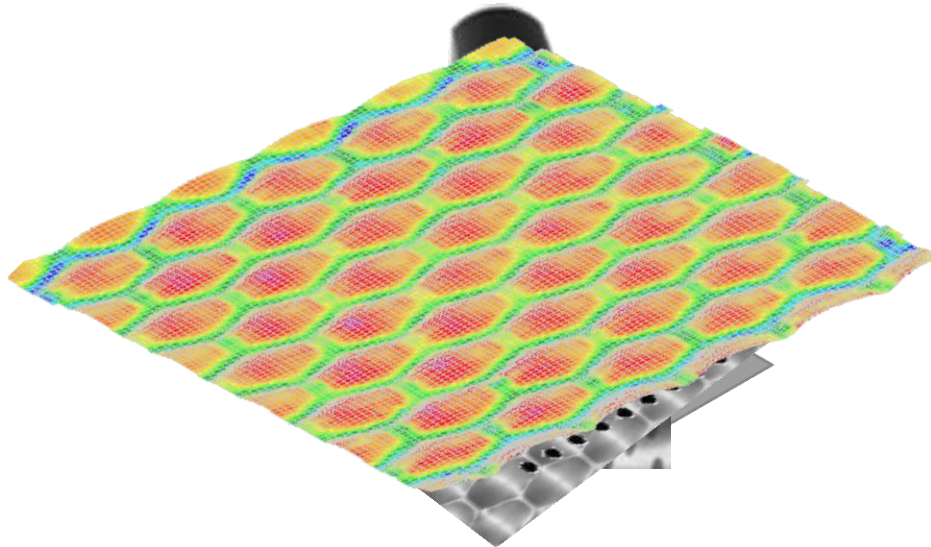
### 3 – Punkt – Biegemessung:

- Direkter Vergleich der Biegesteifigkeiten strukturierter und glatter Proben
- ca. 5 fache Steifigkeit im Vergleich zum glatten Material
- Lediglich ca. 1/12 der Herstellenergie notwendig!

# Prüfmöglichkeiten bionischer Halbzeuge

## Visioplastizität: Verteilung von Dehnungen

### Visioplastizität: Verteilung von Dehnungen



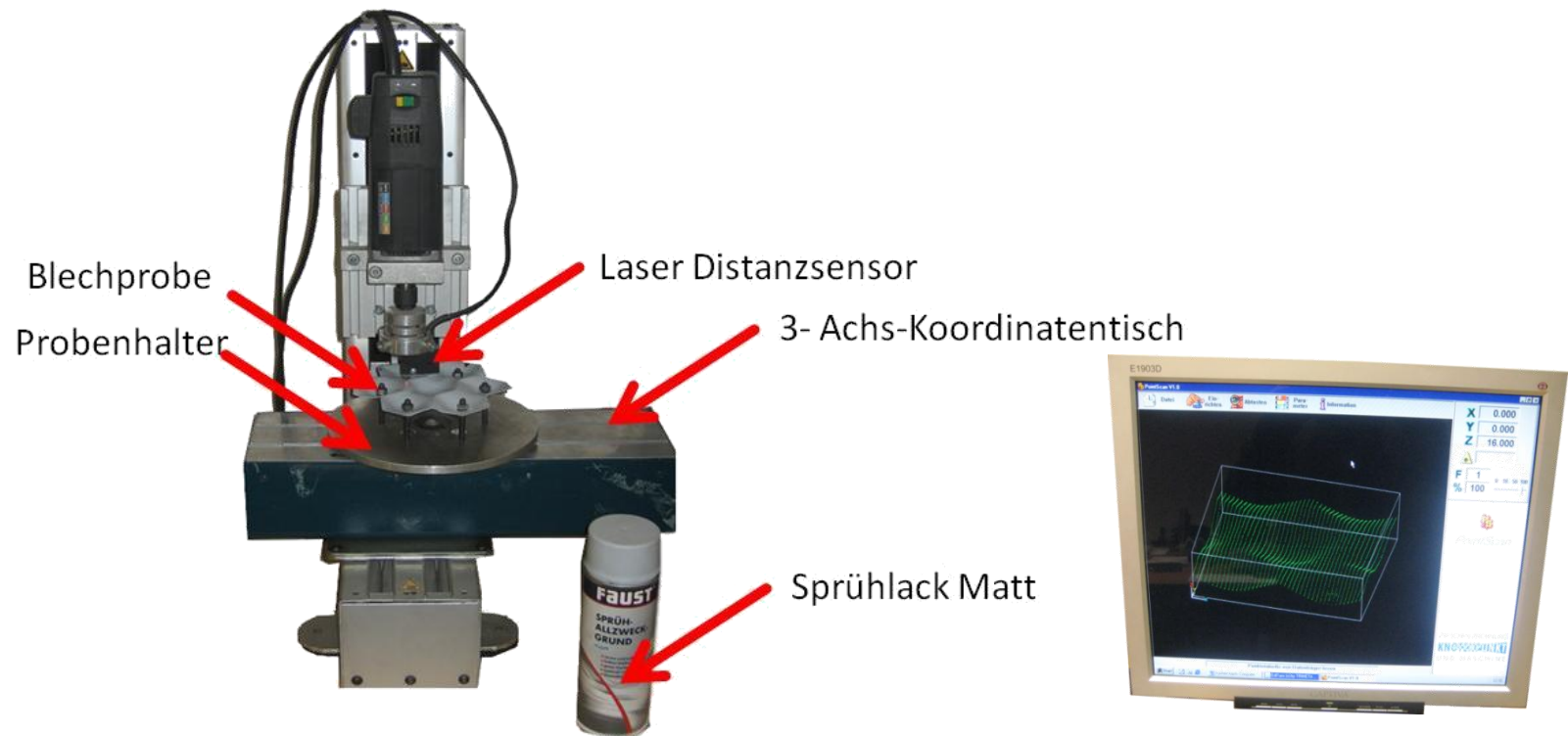
1. Blech mit Raster versehen
2. Berastertes Blech umformen
3. Optische Vermessung der Punktabstände
4. Graphische Ausgabe der Messergebnisse

# Prüfmöglichkeiten bionischer Halbzeuge

## Prüfung der Oberfläche

---

### Laserscan: Topographie



# Prüfmöglichkeiten bionischer Halbzeuge

## Prüfung der Oberfläche

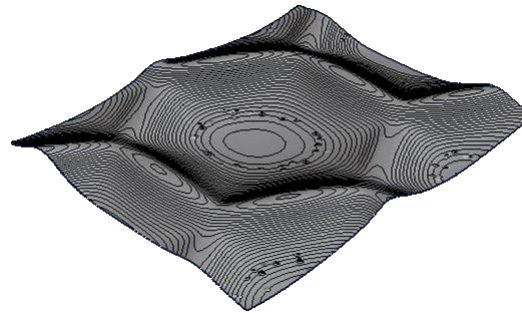
### Laserscan: Topographie

#### Flächenrückführung



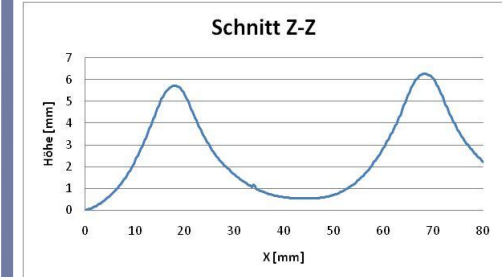
- Vermessung einzelner Koordinaten
- Export zu CAD

#### Höhenlinien



- Analyse der lokalen Gradienten

#### Materialschnitte



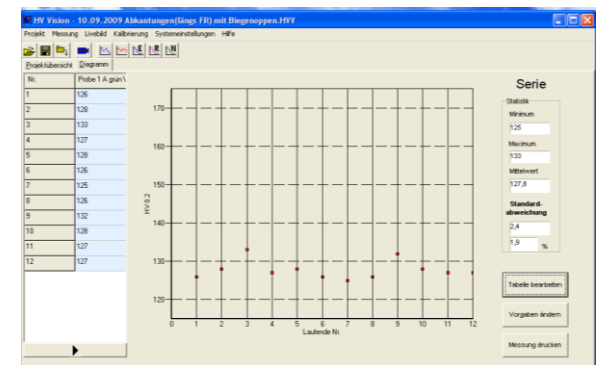
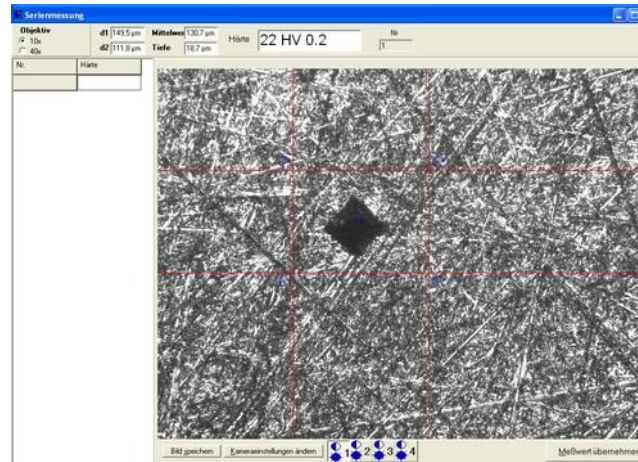
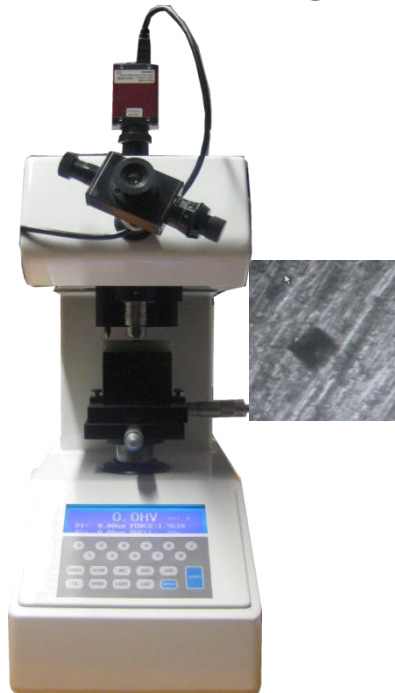
- Analyse definierter Schnitte

# Prüfmöglichkeiten bionischer Halbzeuge

## Prüfung der Umformreserven

Vickershärte: Umformreserven

Härtemessung

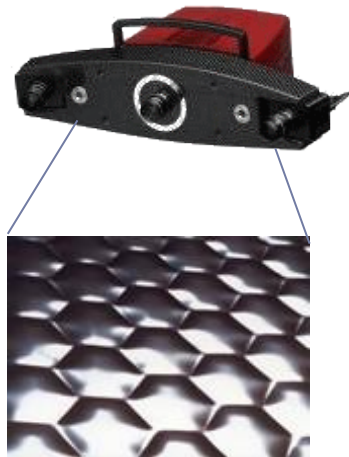




# Prüfmöglichkeiten bionischer Halbzeuge

## Verwendung abgescannter Geometrien

Abscannen



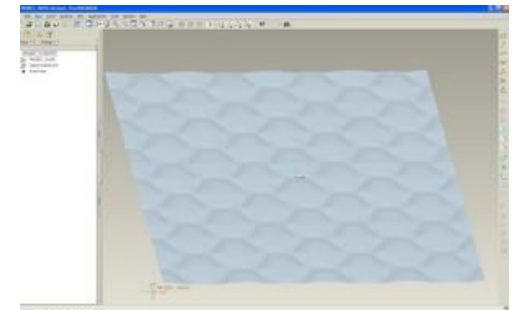
**gom**  
Gesellschaft für Optische Messtechnik

Flächenrückführung  
mit Wrap



**geomagic**

Wölbstrukturgeometrie  
in CAD / FEM

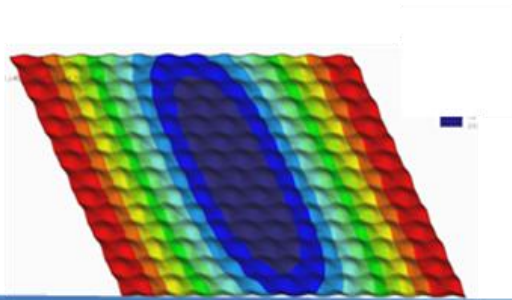


**creo**<sup>TM</sup>

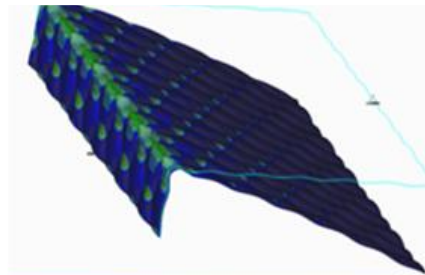
# Konstruktion und Simulation bionischer Halbzeuge

- Digitalisierung von Elementarzellen (Laserscan und anschließende Flächenrückführung)
- Konstruktion in Creo
- FEM für elastische / plastische Verformungen

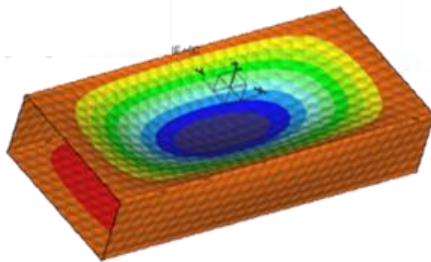
Wölbstruktur seitlich fixiert bei Flächenlast  
(überlagerte Zug-Biege-Last)



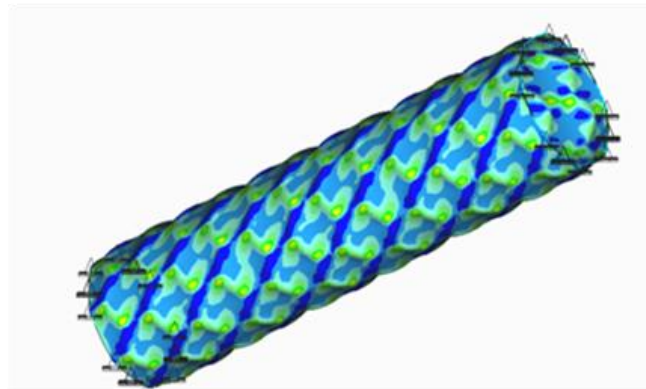
Wölbstruktur mit strukturgerechter Abkantung



Wölbstrukturierter Kanal  
bei Flächenlast der Deckflächen



Torsion eines wölbstrukturierten Zylinders



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Dr. Mirtsch  
Wölbstrukturierung GmbH

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie



LAND  
BRANDENBURG

Mitgliedschaften/  
Kooperationen:

**BIOKON**  
BIONIK KOMPETENZ NETZ

hybrid plattform

**C3** carbon  
concrete  
composite