

---

# Innovatives Design durch Topologie-Optimierung und Laserstrahlschmelzen

Thomas Rädels, 19. Anwenderforum RPD, Stuttgart, 19. November 2014

**Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik**

---



# Gliederung

---

- Das Fraunhofer IWU
- Innovatives Design mit generativer Fertigung
  - Idee
  - Konzept
  - Umsetzung

# Das Fraunhofer IWU



# Das Fraunhofer IWU im Profil

- Gründung am 1. Juli 1991
- ca. 590 Mitarbeiter
- 37,6 Mio Euro Jahresetat
- Standorte: **Chemnitz**, Dresden, Zittau, Augsburg



Forschung unter dem Leitthema »Ressourceneffiziente Produktion«

## Wissenschaftsbereiche

- Mechatronik und Funktionsleichtbau
- Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme
- Umformtechnik und Fügen
- Zerspanungstechnik



# Das Fraunhofer IWU im Profil

## Forschungsstandorte



Chemnitz



Dresden



Zittau



Augsburg



# Das Fraunhofer IWU im Profil

Forschung unter dem Leitthema »Ressourceneffiziente Produktion«

Werkzeug-  
maschinen

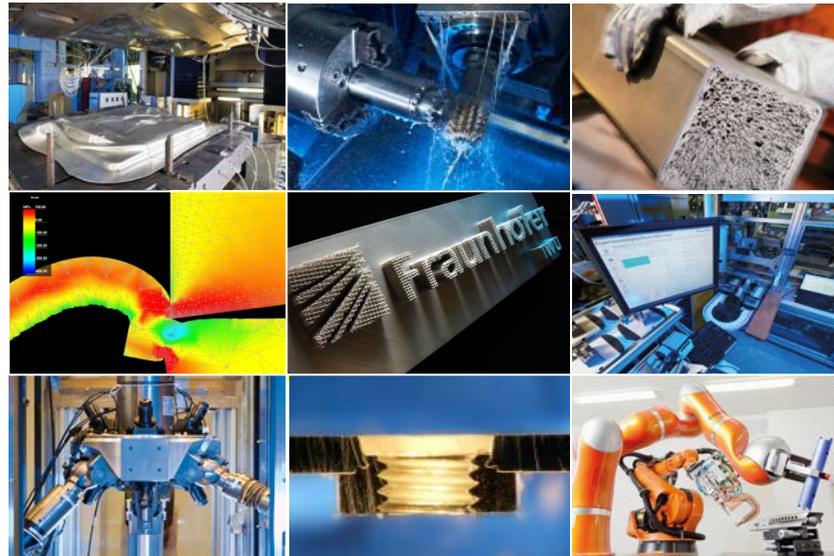
Funktionsinte-  
grierter Leichtbau

Zerspanungs-  
technologie

Blech-  
bearbeitung

Werkzeug-  
konzepte

Adaptronik  
und Akustik



Massivumformung

Automatisierung

Wirkmedien-  
umformung

Ressourceneffiziente  
Mechatronische  
Verarbeitungsmaschinen

Funktionsober-  
flächen und Mikro-  
systemfertigung

Produktions-  
planung

Ressourcen-  
management

Kunststoff-  
verbundhalbzeuge

Mechanisches und  
Thermisches Fügen

Montage-  
technik

# Das Fraunhofer IWU im Profil

## Anlagentechnik für generative Fertigung

### Metall

#### Laserstrahlschmelzen



M2 Cusing (Concept Laser),  
OE 223, Dresden



SLM Realizer 100 (Realizer),  
OE 223, Dresden



SLM 250HL (SLM Solutions),  
Augsburg, RMV



SLM 250HL (SLM Solutions),  
TU Chemnitz, SLK

### Kunststoff

#### 3D-Drucken



ZPrinter 310 + ZPrinter 450  
(3D Systems / Z Corp.),  
TU Chemnitz,  
IWP (RP-Labor)

#### Fused Layer Modeling (FLM/FDM)



FORTUS 900mc  
(Stratasys), OE 230,  
Bautzen / Zittau

Dimension SST  
1200es (Stratasys), *in Beschaff.*  
TU Chemnitz, IWP (RP-Labor)

Delta Tower  
*in Beschaff.*  
TU Chemnitz, IWP (RP-Labor)

Cube X (3D  
Systems), OE  
700, Chemnitz

#### Selektives Laser-Sintern (SLS)



Maschinentyp tbd,  
z.B. sPro™60 HD-HS  
High Speed SLS® Center (3D Systems)  
OE 230, Zittau  
*in Beschaffung*

---

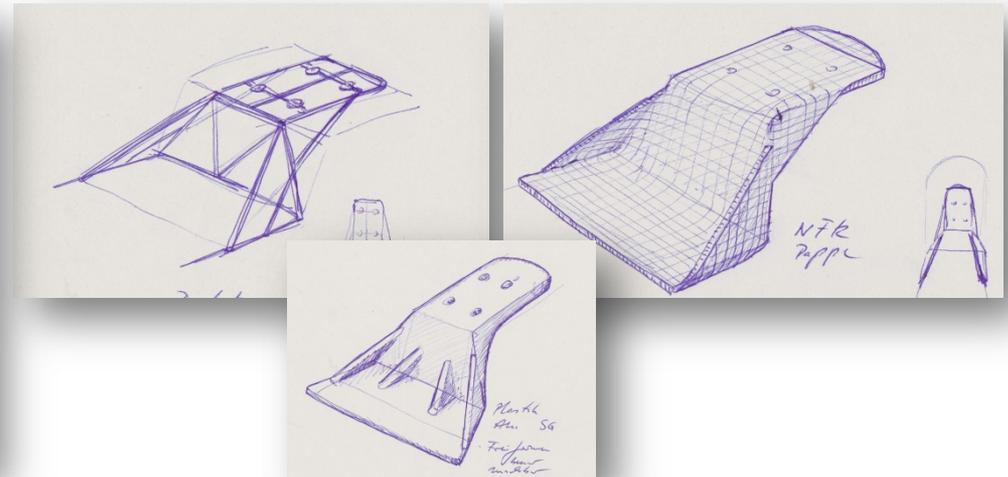
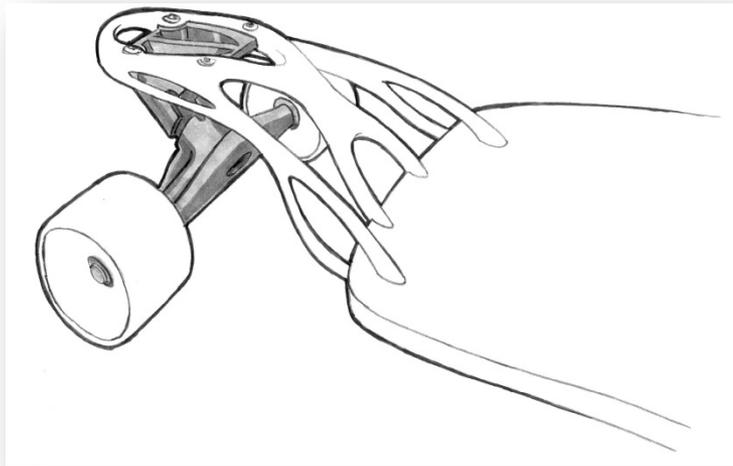
# Innovatives Design mit generativer Fertigung

---

# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: Idee

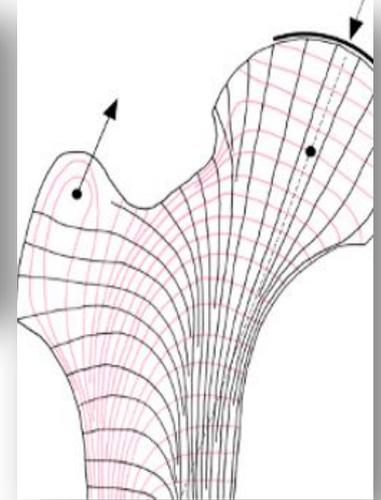
- Designstudie unter dem Titel „Werden und Vergehen“ an der Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle
  - Nutzung von ökologisch nachhaltigem Material für das Board (Lattenroste aus Zellulose-Hochleitungsgewebe)
  - Material- und energieeffiziente Lösung für den Träger
  - Vereinigung von bionischer Anmutung und notwendiger statischer und dynamischer Festigkeit



# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: Prinzip

- Die Wachstumsstrukturen von Bäumen oder Knochen bilden sehr effiziente Tragwerkstrukturen aus, die die Grundlage der FEM-Optimierung bilden
- Soft-Kill-Option (SKO) kann Material auch anhäufen, wo es benötigt wird
- Weiche Übergänge zwischen den Streben erzeugen sehr knochenartiges Erscheinungsbild
- Definition des Bauraumes mit Lasten und Lagern
- Software arrangiert Material ausschließlich entlang der Kraftlinien zwischen den Angriffspunkten.



# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: Prinzip

### ■ Beispiel: Mercedes-Studie „Bionic Car“

- Konzeptstudie von Mercedes-Benz und der DaimlerChrysler-Forschung
- Vorbild in der Natur – der Kofferfisch
- trotz kantigem, würfelförmigem Rumpf hervorragende Strömungseigenschaften
- Luftwiderstandsbeiwert von nur  $c_W$  0,19 (zum Vergleich: aerodynamischen Idealformen  $c_W$  0,09)
- „Bionic Car“ - Kompaktwagen von 4,24 Metern Länge, Platz für vier Passagiere plus Gepäck,
- Testverbrauch: 4,3 Liter auf 100 Kilometer

Quelle: DaimlerChrysler AG

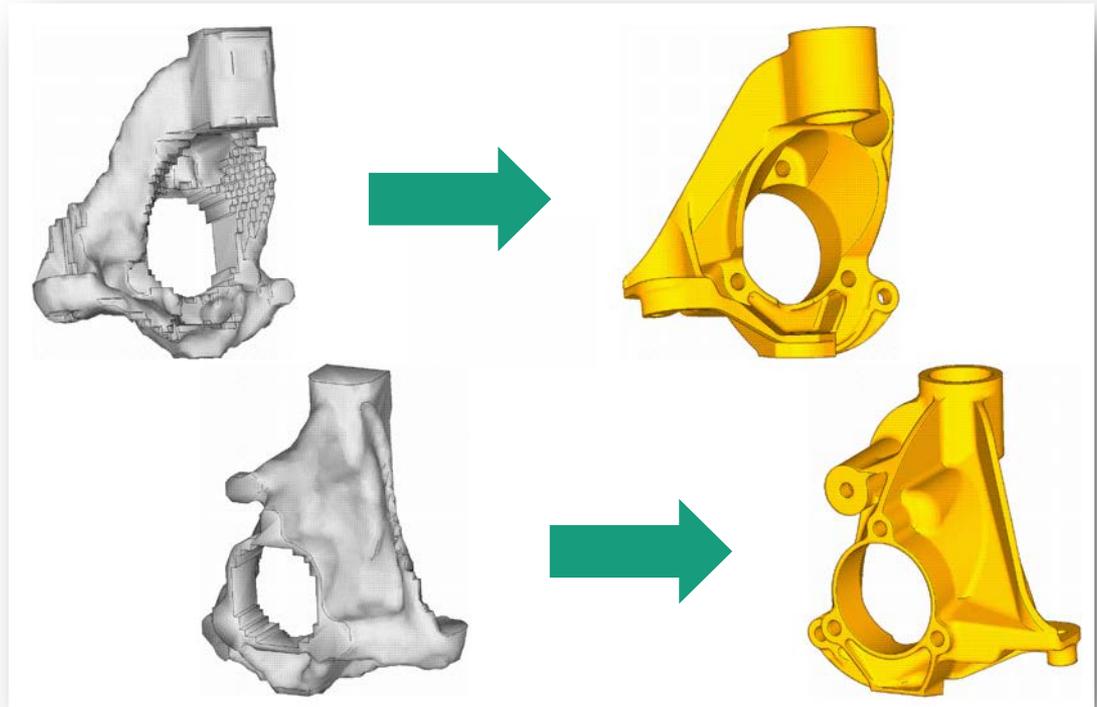


# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: Prinzip

- Biologische Wachstumsregel:
  - Lagere an hochbelasteten Stellen Material an.
  - Entferne Material an niedrigbelasteten Stellen
- Definition Designraum
- Definition minimaler Wandstärken
- Definition uni- oder bidirektionale Entformungsrichtung (keine Hinterschnitte)
- Beispiel: Radträger vom Design-Vorschlag zur CAD-Umsetzung mit „TopShape“

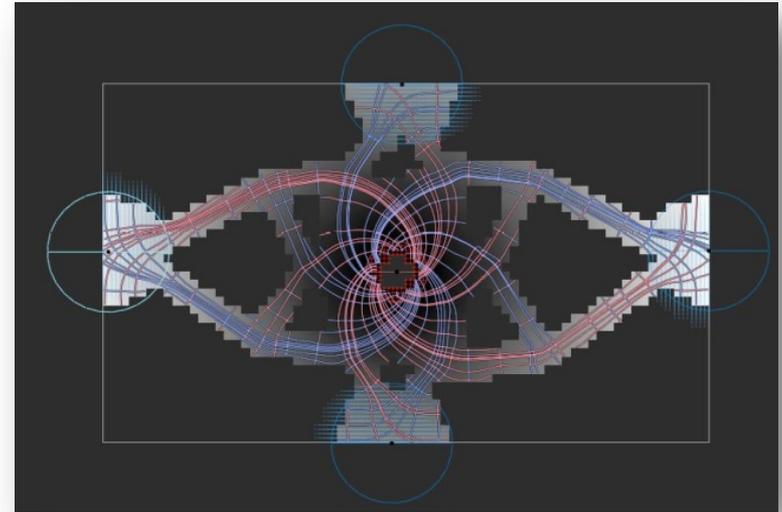
Quelle: Adam Opel GmbH



# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: Formfindung

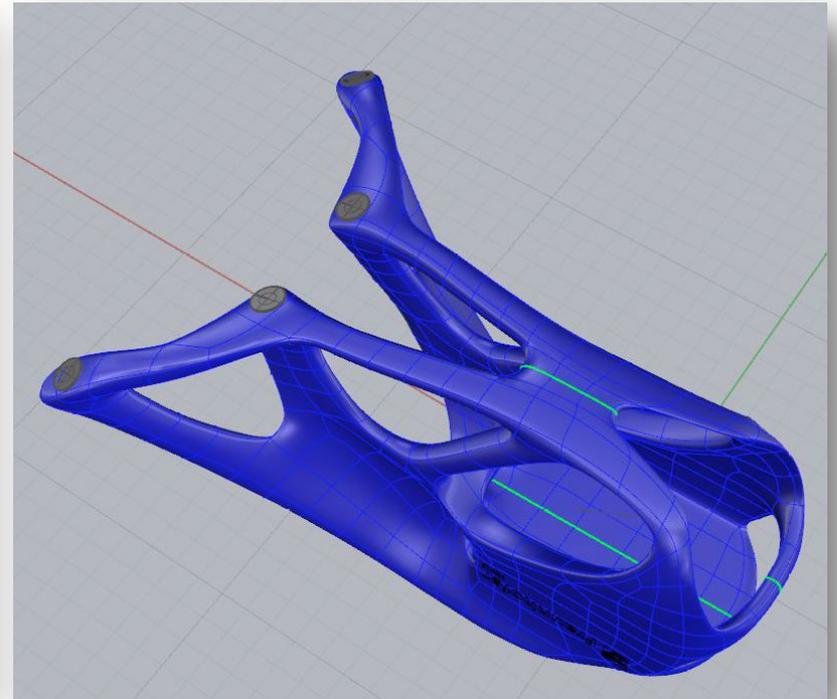
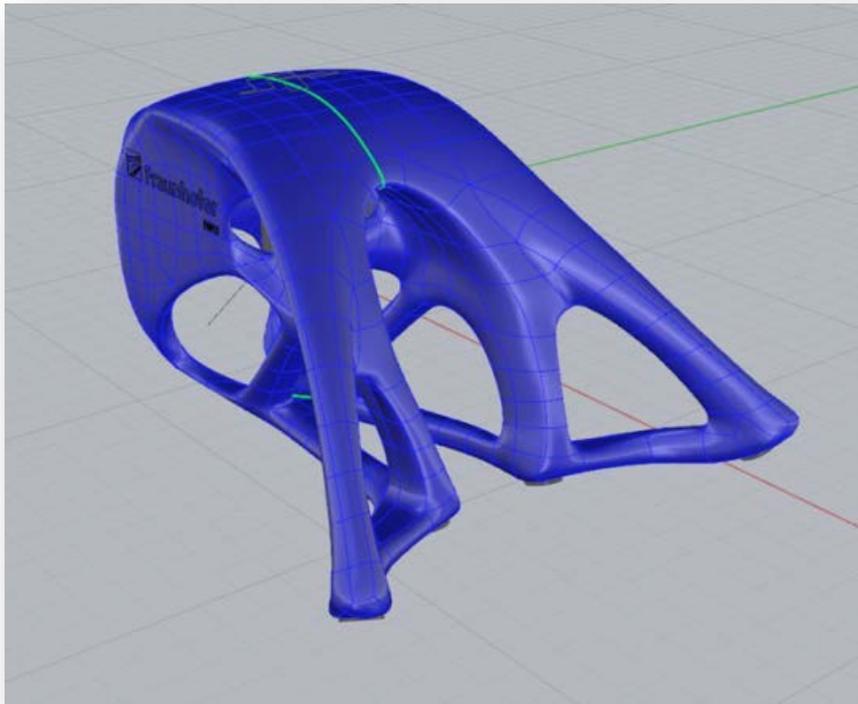
- Punktwolken mit hohen Dichten an den kraftführenden Strängen und Leerräume an statisch irrelevanten Stellen
- Entlang einer bestimmten Punktedichte wird aus dem konturlosen Modell ein Flächenmodell erzeugt



# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: Formfindung

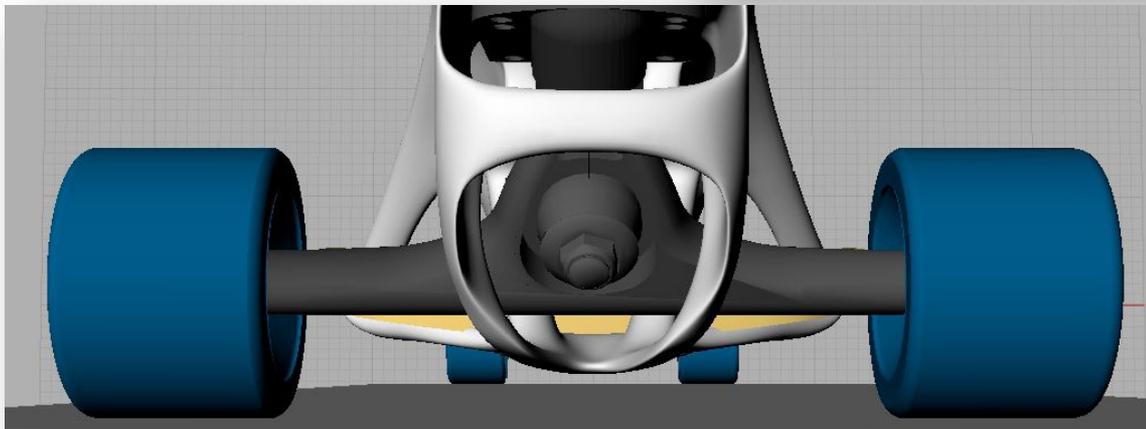
- Je nach Grenzwert folgt die Definition der Volumenkörper mit variablen Dichten.



# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: CAD - Umsetzung

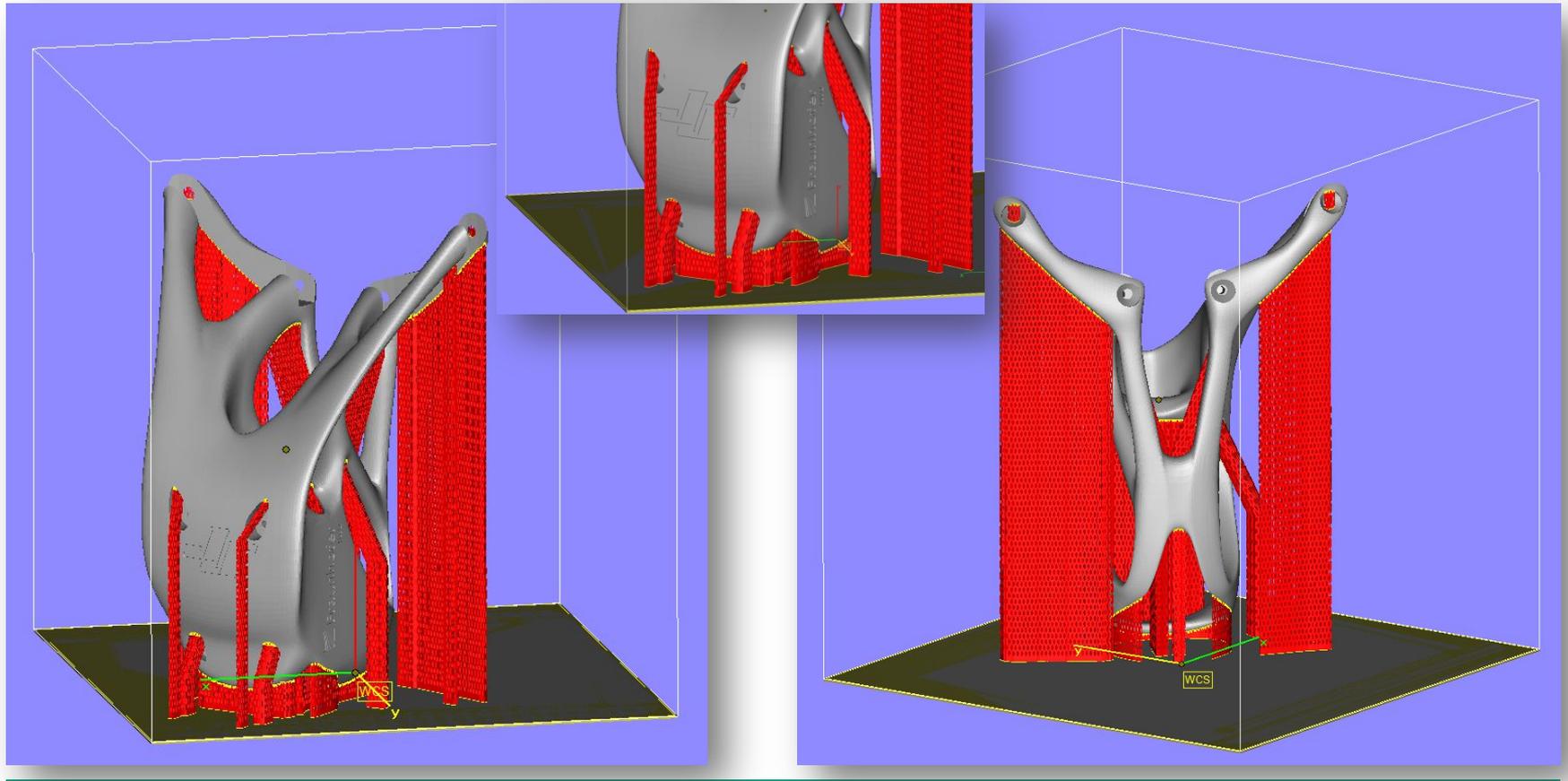
- 3D-CAD Modell incl. fotorealistischer Visualisierung



# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: STL - Datenaufbereitung

### ■ Datenmodell in Magics®



# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: Fertigung mittels Laserstrahlschmelzen

- Generative Fertigung mittels Laserstrahlschmelzen aus dem Werkstoff AlSi10Mg (Bauraum 250mm x 250mm)



Stützstrukturen



# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: Umsetzung als Prototyp

- Longboard als Funktionsmuster und Designstudie



# Innovatives Design mit generativer Fertigung

## Longboard: Umsetzung als Prototyp

- Longboard mit Funktionselementen



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



 **Fraunhofer**  
IWU

**Thomas Rädels**  
Dipl.-Ing.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Generative Fertigungsverfahren  
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen  
und Umformtechnik IWU

Nöthnitzer Strasse 44 | 01187 Dresden  
Telefon +49 351 4772-2134 | Fax -2303  
thomas.raedel@iwu.fraunhofer.de  
www.iwu.fraunhofer.de