

Innovatives Design mit Hydroforming und Laserstrahlschmelzen

Dr. Bernhard Müller, Thomas Töppel (Fraunhofer IWU)
Jörg Höltje (Studio Hausen)



EEE 2012, Dresden, 15. Juni 2012

ENTWERFEN
ENTWICKELN
ERLEBEN

Ausgangspunkt des Projekts Hydra

- Anwendung der Beobachtung von natürlichen, formgebenden Kräften und Wirkungsweisen auf das Design eines Stuhls
- Verwendung der innovativen Technologien des Innenhochdruckumformens (IHU, Hydroforming) und des Laserstrahlschmelzens
- Inspiration des Designs vom natürlichen Wachstum des Knochens
- Aussehen der Struktur des Stuhls eher wie gewachsen als konstruiert durch Aufbau entsprechend der Logik biologischer Wachstums- und Formgebungsprozesse

Inspiration: biologische Strukturen



Modellierung des Stuhls nach natürlichem Vorbild



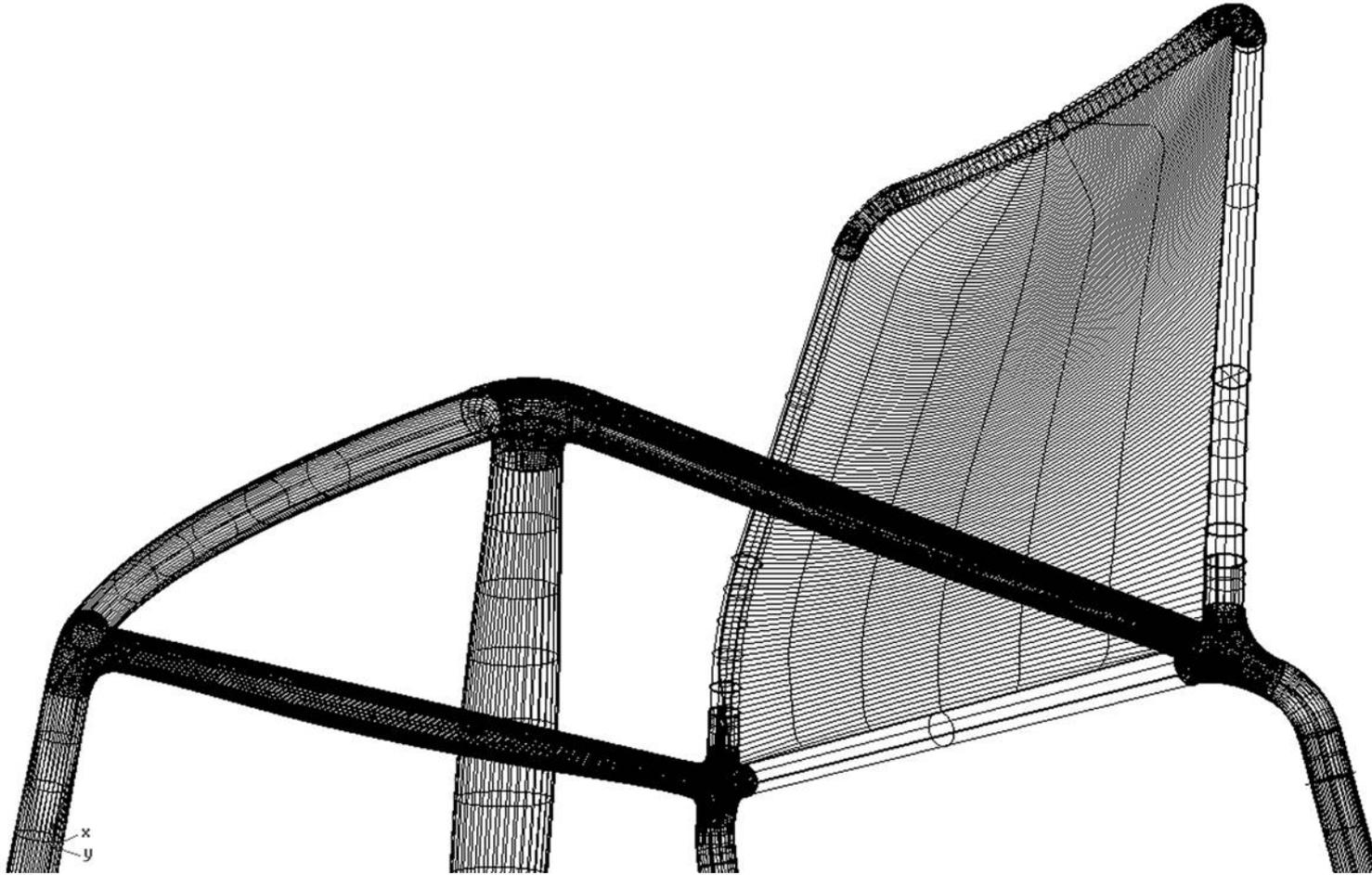
Besondere Anforderung an das Design der Knoten



Besondere Anforderung an das Design der Knoten

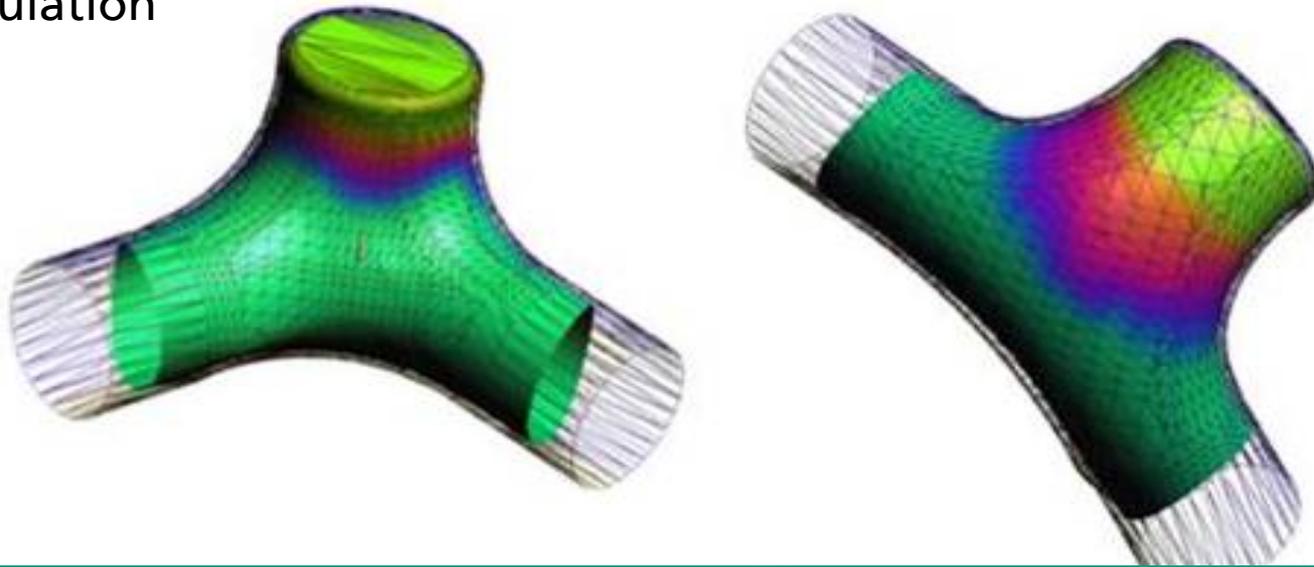
- Denken des Designs in den strengen Parametern, die das IHU-Verfahren zulässt
- Vermeidung von Faltung oder Rissbildung im Umformprozess
- Gestaltung des Hydra-Stuhls in engem Austausch des Designers mit den Ingenieuren des Fraunhofer IWU
- immer wieder erneute Übertragung der gesammelten Daten parallel zum Modellbauprozess in ein digitales Modell (3D-CAD) des Hydra-Stuhls

Übertragung der Daten in ein CAD-Modell



Computersimulation der IHU-Ausformung der Knoten

- virtuelle Simulation des Umformprozesses auf Basis des CAD-Modells während des gesamten Entwurfsprozesses des Hydra-Stuhls
- Gewinnung von Erkenntnissen, wie das Design verändert werden musste, damit eine IHU-Ausformung möglich wird
- Ermittlung bestimmter Parameter wie Streckung und Ausdünnung des Edelstahlrohrs und Grad der Erreichung der finalen Soll-Geometrie durch die Simulation



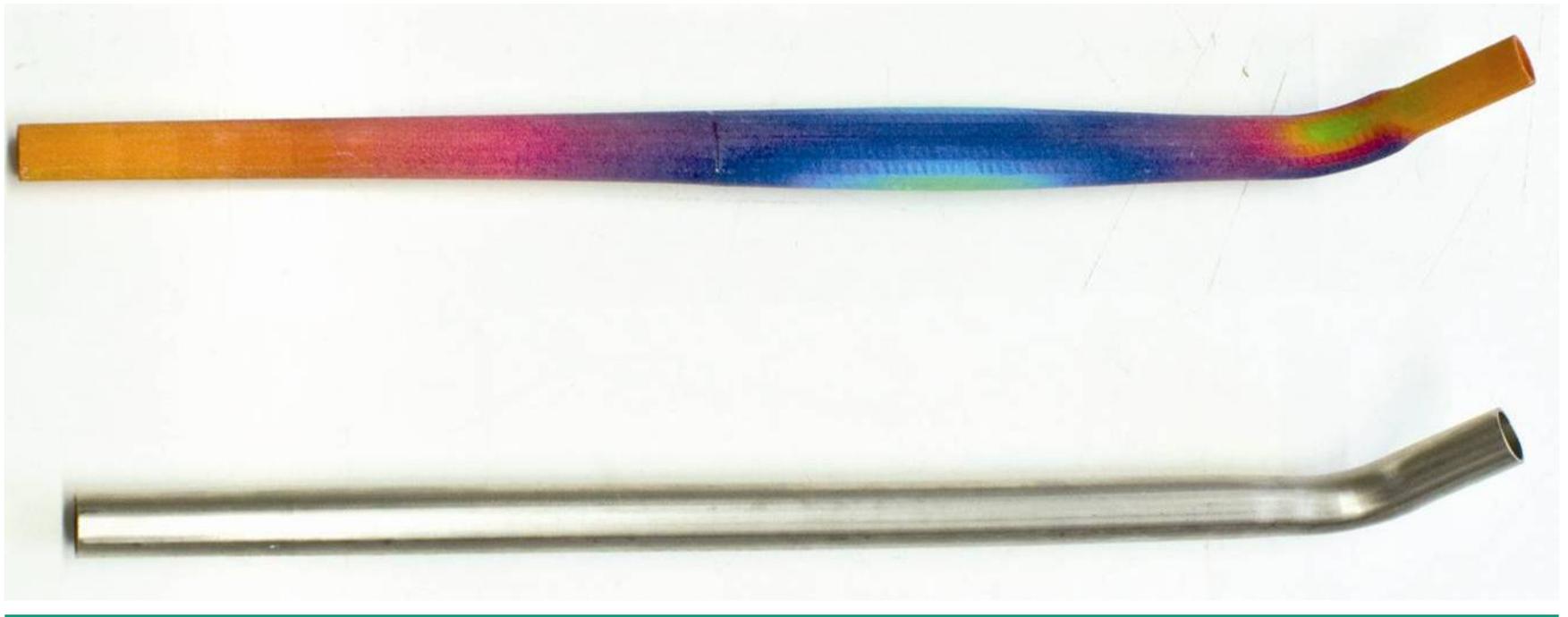
Farbige 3D-Prints nach der Umformsimulation

- Ergebnisse der Umformsimulation werden in einem realen dreidimensionalen Objekt haptisch und visuell erfahrbar
- Veranschaulichung des IHU-Umformvorgangs auf ansprechende Weise

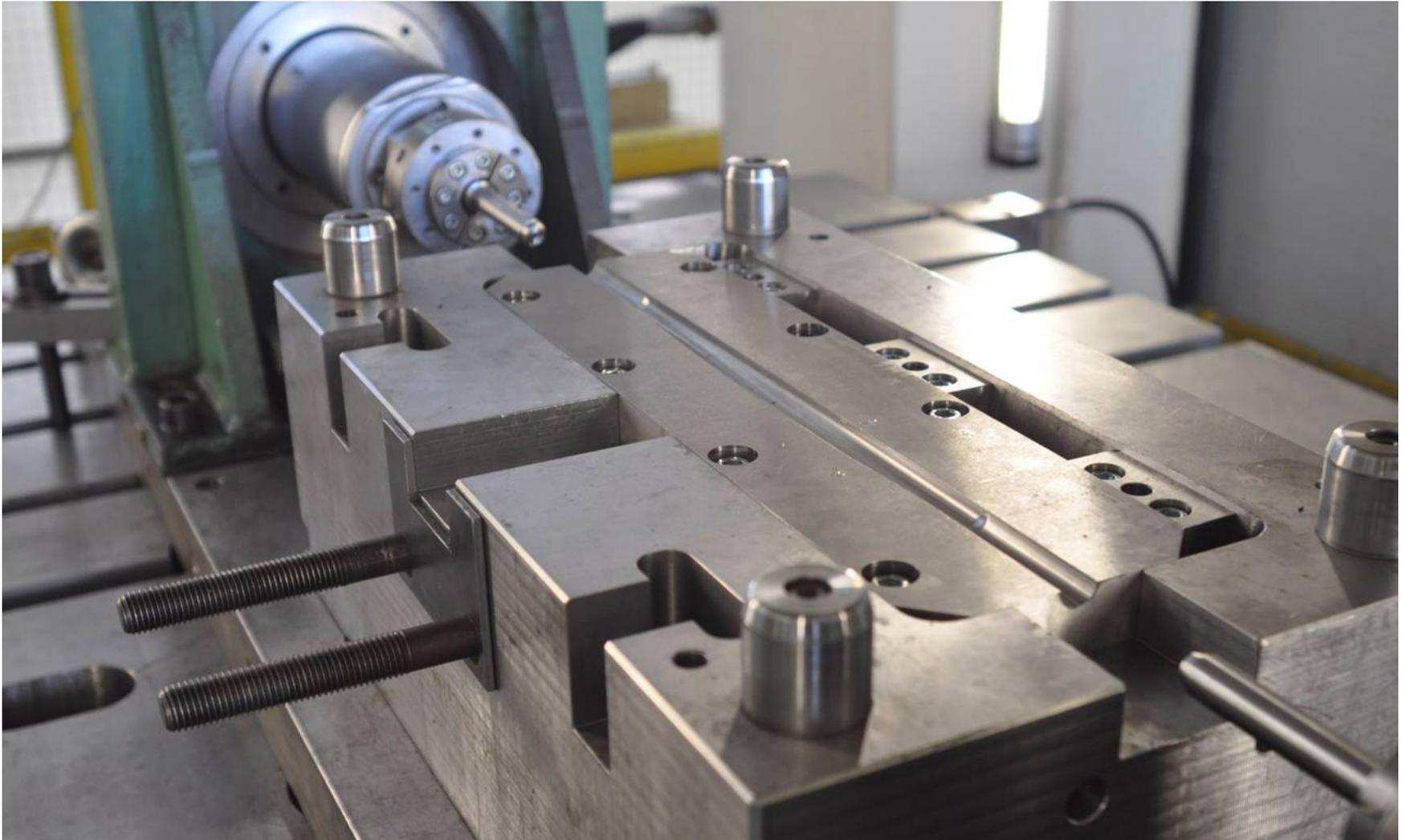


Farbige 3D-Prints nach der Umformsimulation

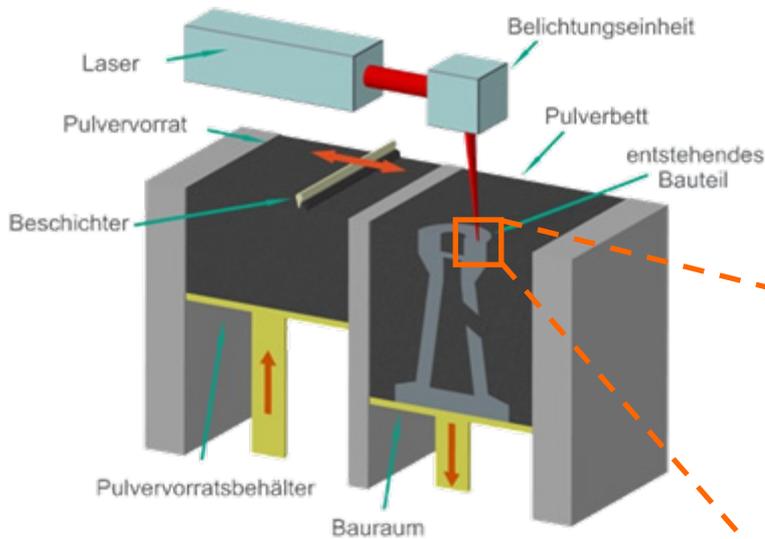
- Ergebnisse der Umformsimulation werden in einem realen dreidimensionalen Objekt haptisch und visuell erfahrbar
- Veranschaulichung des IHU-Umformvorgangs auf ansprechende Weise
- eigener skulpturaler Charakter der 3D-Ausdrucke



IHU-Werkzeug für die Ausformung des Stuhlbeins

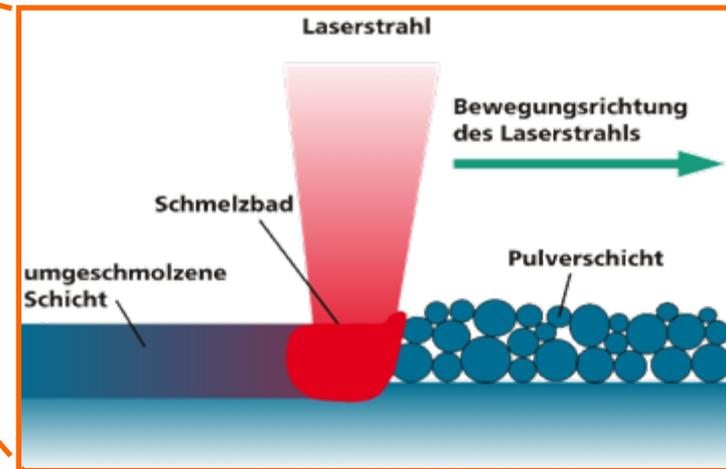


Prototypische Herstellung der Stuhlknoten mittels Laserstrahlschmelzen



Funktionsprinzip einer Laserstrahlschmelzanlage

- **direktes Verfahren**, bei dem die Stuhlknoten in einem **einstufigen Prozess** im **Serienmaterial Edelstahl** entstehen
- **vollständiges**, lokales **Aufschmelzen** des Edelstahlpulvers zu einem 99,5 - 100 % dichten Gefüge



Schematische Darstellung Laserstrahlschmelzen

Vorteile der Laserstrahlschmelz-Technologie

time to product

- keine Werkzeuge
- keine AV / Technologieplanung
- keine NC-Programmierung
- einstufiger Prozess
(kein Schlichten, Erodieren)

Werkstoffvielfalt

- Aluminium
- Titan
- Kobalt-Chrom
- Warmarbeits- und Edelstahl
- Nickel-Basis-Legierung (Inconel)

Gestaltfreiheit

- beliebig komplexe Geometrien
- Hinterschneidungen
- Innengeometrien, Hohlräume
- filigrane Strukturen
- spanend/umformend nicht herstellbare Geometrien

Leichtbau / Bionik

- Hohl- / Fachwerkstrukturen
- 100 % topologieoptimierte Bauteile
- bionische Strukturen
- gradierte Porenstrukturen

Anlagentechnik zum Laserstrahlschmelzen am Fraunhofer IWU

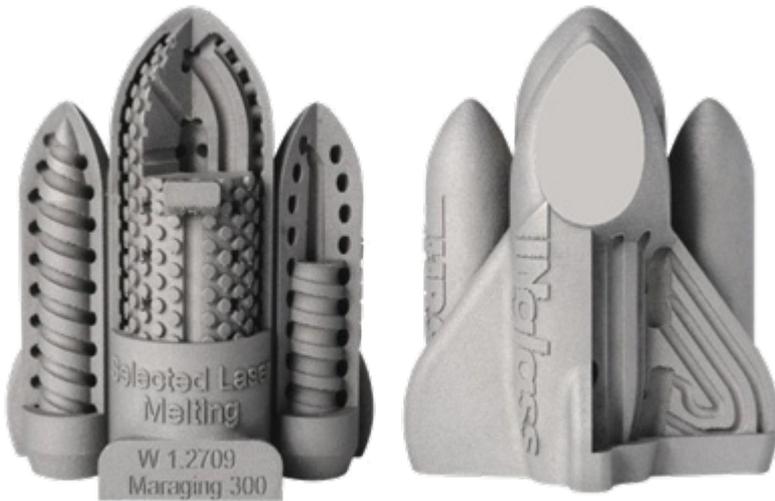
Laserstrahlschmelzanlage M2 cusing (Fa. Concept Laser GmbH):

- Bearbeitungsbereich (x, y, z): 250 x 250 x 280 mm³, 400-Watt-Faserlaser, Schmelzpool-Echtzeitüberwachung, vollautomatische Siebstation

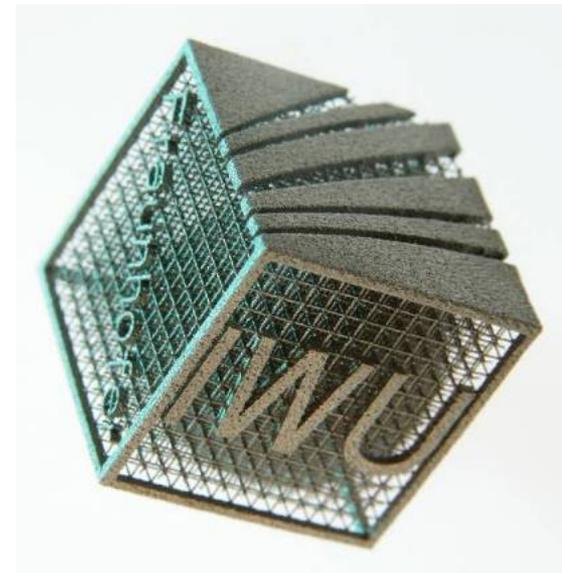


Konstruktive Freiheit für generative Fertigung

- Minimale Einschränkungen durch das Fertigungsverfahren erlauben funktionelle Integration und die Fertigung des „Unmöglichen“
- Keine Beeinflussung bzw. Limitierung des Produktdesigns durch Werkzeugbewegungen bzw. -zugänglichkeit und Prozesskräfte

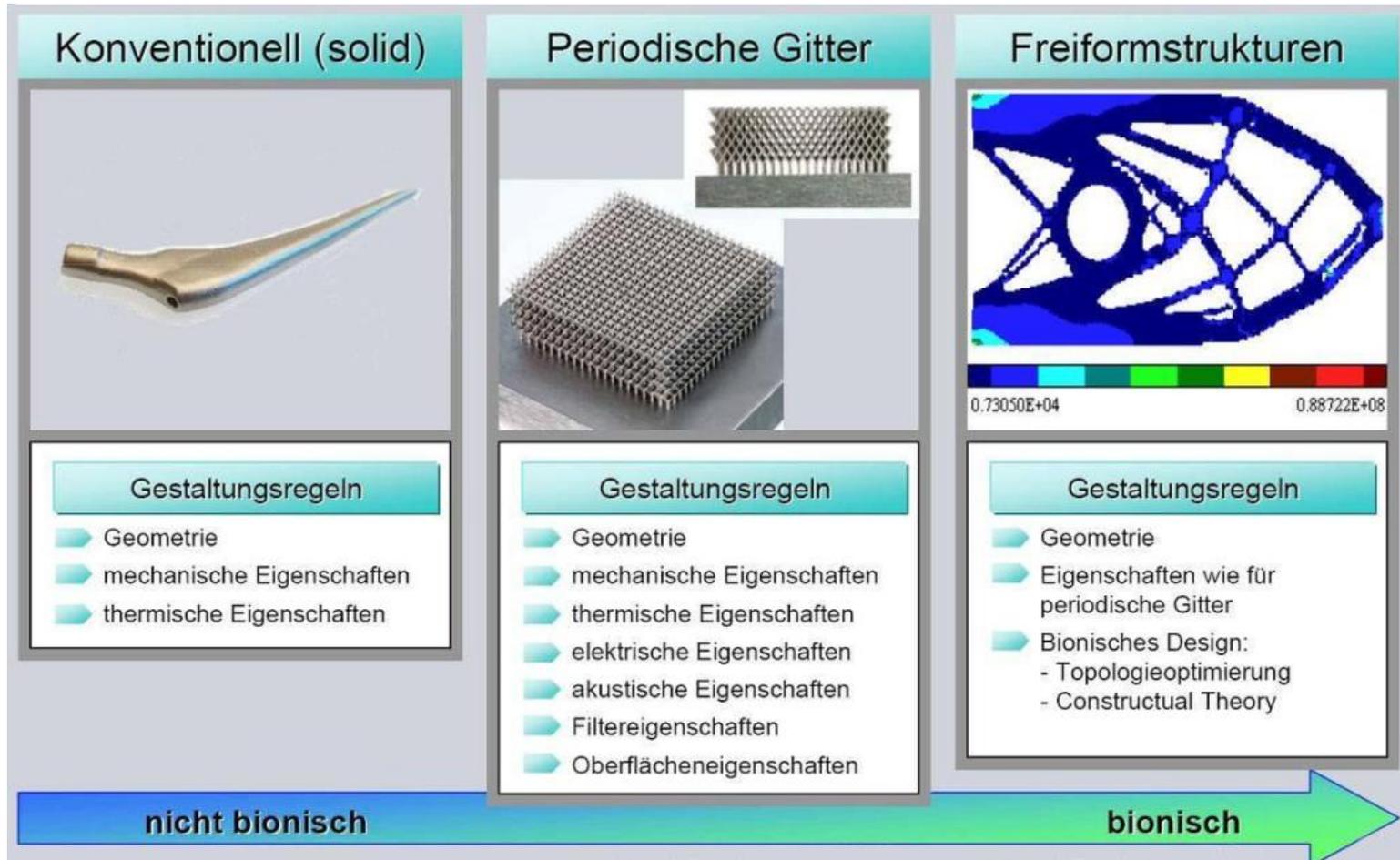


Demonstrationsbauteil (Space Shuttle) mit komplexer innerer Struktur
(Quelle: HRS FLOW, Italien)



Demonstrationsbauteil (Würfel) mit komplexer Gitterstruktur

Konstruktive Gestaltungsregeln für generative Fertigung



(Quelle:
Siemens AG)

Gestaltung der Stuhlknoten mit innerer Gitterstruktur und Bund zum Aufstecken der IHU-Stuhlbeine



Integration der laserstrahlgeschmolzenen Knoten in den prototypischen Stuhl mittels Schweißen



Der finale Prototyp des Hydra-Stuhls



Der finale Prototyp des Hydra-Stuhls



- bislang Fertigung von drei Ausstellungsprototypen
- Ausstellung auf Möbelmessen in Mailand und Berlin
- viel Aufsehen in der Fachwelt

→ **Innovatives Design trifft innovative Fertigungstechnologie**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Wi.-Ing. (FH) Thomas Töppel
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Gruppe »Generative Fertigungsverfahren«

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Postanschrift:
Reichenhainer Str. 88
09126 Chemnitz

Besucheranschrift:
Nöthnitzer Str. 44
01187 Dresden

Telefon: + 49 (0) 3 51 / 47 72-21 52

Fax: + 49 (0) 3 51 / 47 72-23 03

E-Mail: thomas.toepfel@iwu.fraunhofer.de