Innovative Konstruktionsmöglichkeiten mit Hydroforming und Laserstrahlschmelzen

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

Konstrukteurstag, Rapid.Tech 2011, Erfurt, 25. Mai 2011

© Fraunhofer IWU
Prof. Neugebauer

STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

Ausgangspunkt des Projekts Hydra

- Anwendung der Beobachtung von natürlichen, formgebenden Kräften und Wirkungsweisen auf das Design eines Stuhls
- Verwendung der innovativen Technologien des Innenhochdruck-umformens (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

© Fraunhofer IWU
Prof. Neugebauer

STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

Inspiration: biologische Strukturen

© Fraunhofer IWU
Prof. Neugebauer

STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

Modellierung des Stuhls nach natürlichem Vorbild

© Fraunhofer IWU
Prof. Neugebauer

STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

Besondere Anforderung an das Design der Knoten

© Fraunhofer IWU
Prof. Neugebauer

STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

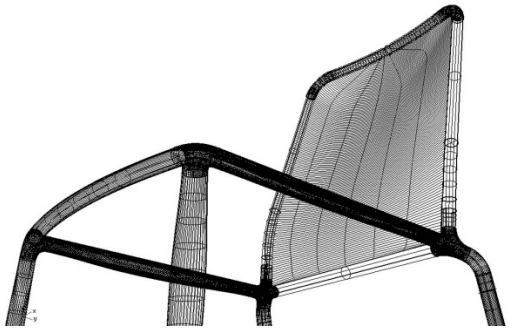
Besondere Anforderung an das Design der Knoten

- 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

© Fraunhofer IWU
Prof. Neugebauer

STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

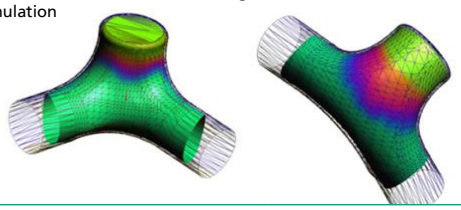
Übertragung der Daten in ein CAD-Modell



STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

Computersimulation der IHU-Ausformung der Knoten

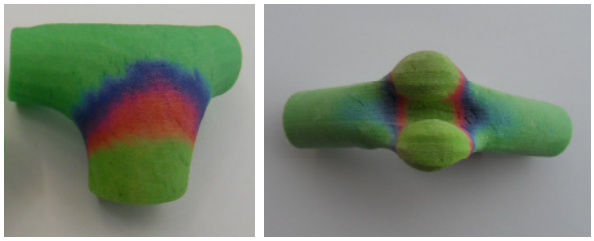
- virtuelle Simulation des Umformprozesses auf Basis des CAD-Modells während des gesamten Entwurfsprozesses des Hydra-Stuhls
- Gewinnung von Erkenntnissen, wie das Design verändert werden musste, damit eine IHU-Ausformung möglich wird
- Ermittlung bestimmter Parameter wie Streckung und Ausdünnung des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



STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

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



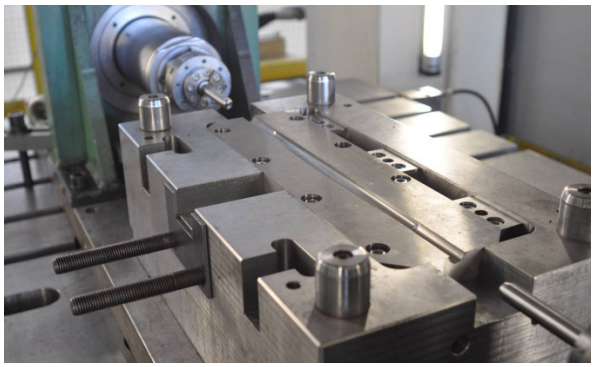
STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

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

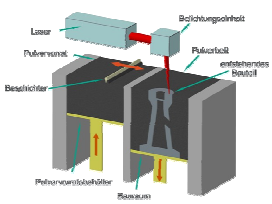
STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

IHU-Werkzeug für die Ausformung des Stuhlbeins



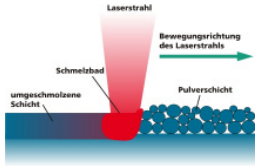
STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

Prototypische Herstellung der Stuhlknoten mittels Laserstrahlschmelzen



Funktionsprinzip einer Laserstrahlschmelzanlage

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



STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

Vorteile der Laserstrahlschmelz-Technologie

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

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

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

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

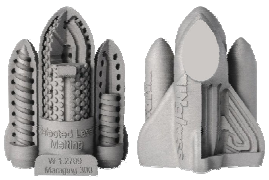
Anlagentechnik zum Laserstrahlschmelzen am Fraunhofer IWU

M2 Cusing
(CONCEPT Laser GmbH, Lichtenfels)

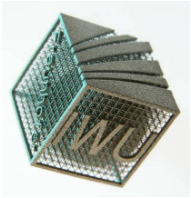
- Bearbeitungsbereich (x, y, z): 250 x 250 x 280 mm³ (größte derzeit am Markt verfügbare Multi-Material-Anlage)
- Laserleistung: erste CONCEPT-Anlage mit 400-W-Faser-laser (leistungsstärkster aktuell im Strahlschmelzen verfügbarer Laser)
- Verarbeitung von: Stahl, Titan, Aluminium, Inconel, Kobalt-Chrom (mit Pulverwechsel- und -handlingsystem neuester Bauart)
- Hybridbauweise möglich generativer Aufbau auf gefrästen/ gegossenen Grundkörper

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

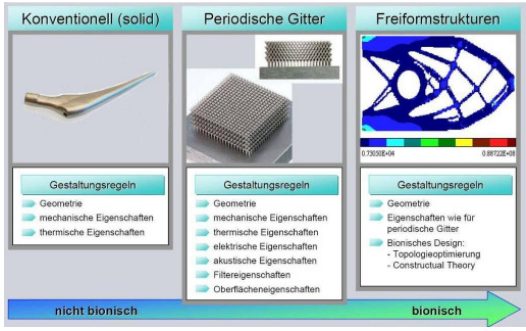


Demonstrationsbauteil (Space Shuttle) mit komplexer innerer Struktur
(Quelle: HRS FLOW, Italien)



Demonstrationsbauteil (Würfel) mit komplexer Gitterstruktur

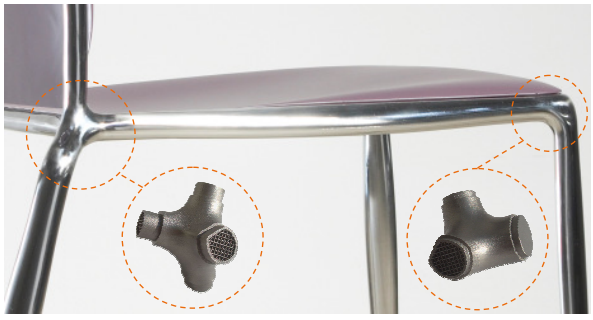
Konstruktive Gestaltungsregeln für generative Fertigung



(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

© Fraunhofer IWU
Prof. Neugebauer

STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

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**

© Fraunhofer IWU
Prof. Neugebauer

STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr.-Ing. Bernhard Müller
Gruppenleiter »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 36
Fax: + 49 (0) 3 51 / 47 72-23 03

E-Mail: bernhard.mueller@iwu.fraunhofer.de

➔ **Rapid.Tech 2011: Stand 2-114 (Netzwerk Strahlschmelzen)**

© Fraunhofer IWU
Prof. Neugebauer

STUDIO/ HAUSEN Fraunhofer IWU