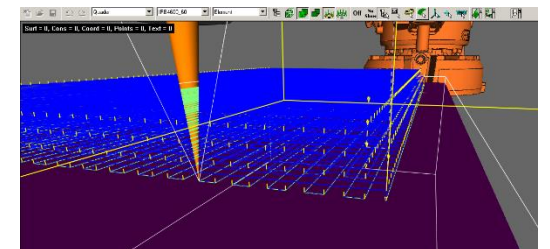
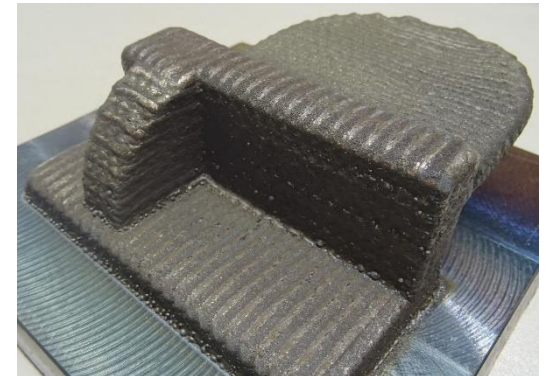
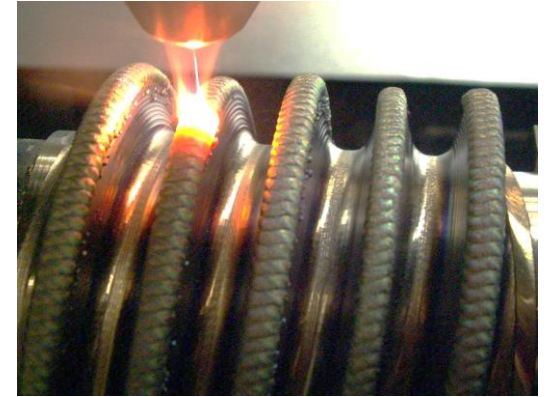


Additive Manufacturing für KMU - Teil 1

Formgebendes Laserauftragsschweißen (Laser Metal Deposition)

- Laser Metal Deposition – Grundlagen & Beispiele (Dr. Görgl)
 - Nomenklatur
 - Laserauftragsschweißen
 - Schutzschichten
 - Reparatur
 - Generative Fertigung (LMD)
 - Vergleich LMD / SLM
- Laser Metal Deposition – Bahnplanung & Simulation (Dr. Görgl)
 - Roboterprogrammierung
 - Software
 - Simulation
 - Beispiele
 - Simulationskette



Additive Manufacturing für KMU - Teil 1

Formgebendes Laserauftragsschweißen (Laser Metal Deposition (LMD))

- Additives und Kreatives Denken (Dr. Görgl)
 - Bionisches Prinzip
 - Kreatives Denken
 - Additive Kindheit
 - Try and Error – iteratives Denken und Handeln
 - Praxisbeispiel
- Praktische Übungen (LMD, metallographische Untersuchungen) im Labor

Additive Manufacturing für KMU - Teil 1 (formgebendes Laserauftragsschweißen)

*Dr. Richard Görgl
JR-MATERIALS*

richard.goergl@joanneum.at

+43 (0) 326 876 3319

www.joanneum.at/materials/forschungsbereiche/laserproduktionstechnik

23. September 2021



2 *Additive Manufacturing für KMU*

Inhalt

- Kurzvorstellung
 - JOANNEUM RESEARCH / MATERIALS / Forschungsgruppe „Laser- und Plasmatechnologien“
- Generative Fertigung
 - Additives Denken
- Laser Metal Deposition
 - Grundlagen und Beispiele
 - Bahnplanung und Simulation
 - Fertigung (inkl. Stolpersteine)
- Zusammenfassung

~450
Mitarbeiter/innen

Land Steiermark (80,75
%)

BABEG – Kärntner
Betriebsansiedlungs- &
Beteiligungsgesellschaft
m. b. H. (14,25 %)

Landesholding
Burgenland GmbH (5 %)

3 Gesellschafter

7
Standorte

Graz
Klagenfurt
Niklasdorf
Pinkafeld
Weiz
Vienna

7
Forschungs-
einheiten

JOANNEUM RESEARCH ZAHLEN & FAKTEN

> 500 F&E-Projekte

~ 200 Begutachtete Publikationen

17 Kapitalbeteiligungen

~ 300 Wissenschaftliche Vorträge

~ 43 Mio. EUR
Forschungsleistung

> 80 Abschlussarbeiten
(Bachelor, Master, Dissertation)

~ 58 Mio. EUR
Gesamtvermögen

14 Nationale und
Internationale Auszeichnungen

~ 3 Mio. EUR Investments

30 Patente
(12 bewilligt, 18 anhängig)

JOANNEUM RESEARCH Forschungseinheiten

5

DIGITAL

ROBOTICS

HEALTH

POLICIES

MATERIALS

COREMED

LIFE

MATERIALS

Organisation, Struktur der Forschungsgruppen

6

- Leitung:

- Paul Hartmann

- 5 Forschungsgruppen

- ~ 100 Mitarbeiter/innen

- 2 Standorte in der Steiermark

- Weiz

- Niklasdorf

- 1 Standort im Burgenland

- Pinkafeld



Hybridelektronik und
Strukturierung
Barbara Stadlober

Licht und
Optische Technologien
Christian Sommer

Laser- und
Plasmatechnologien
Wolfgang Waldhauser

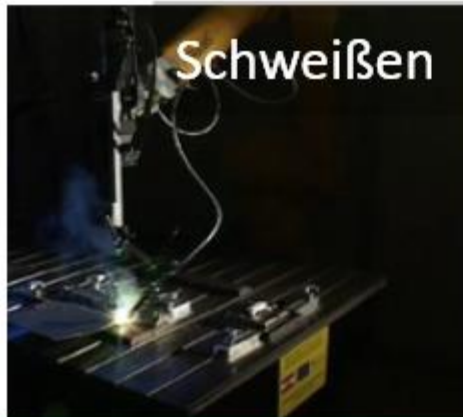
Sensoren und
Funktionales Drucken
Jan Hesse

Smart Connected Lighting
Franz-Peter Wenzl

7 *Laser- und Plasmatechnologien*

Füge- & Dickfilmtechnik

- **Laserschweißen:** Getriebeteile, maßgeschneiderte Platinen, Kontakte, ...
- **Laserauftragschweißen:** Verschleißschutzschichten für Werkzeuge, Extruder, Bohrgestänge für die Erdölförderung, ...
- **Laserlegieren:** lokaler Verschleißschutz für Rückstromsperrn und Biegewerkzeuge, ...
- **Laserstrahldiagnostik und metallographische Charakterisierung**



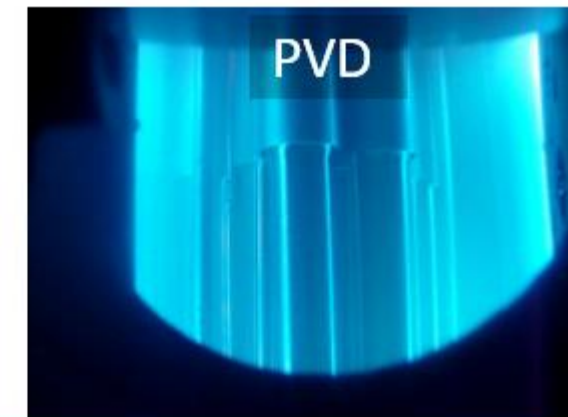
Additive Manufacturing

- **Laser Metal Deposition (LMD oder L-DED):** Reparatur und Prototyping von Schmiede- und Gusswerkzeugen, ...
- **Selective Laser Melting (SLM oder LPBF):** personalisierte Implantate, Flugzeugkomponenten, ...
- **Hybride Verfahren & neue Materialien**
- **Design und Simulation**



Plasma Surface Engineering

- **Physical Vapour Deposition (PVD)**
- **Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition (PECVD)**
- **Atmospheric Pressure Plasma Deposition (APPD)**
- **Funktionale Dünnschichten** für Medizintechnik, Verschleiß- & Korrosionsschutz, ...
- **Film-Charakterisierung**



Von Konzepten, Materialien und Verfahren zu Prototypen und Serienfertigung

Laser Processing Division - Equipment

■ 4 industrial lasers

- CO₂-Laser (6 kW) *Trumpf*
- Yb:YAG disk lasers (3 kW, 6 kW, 8 kW) *Trumpf*
 - minimum stable power \approx 100 W

■ Optics

- Different laser heads with various focal lengths
 - beam focusing range 100 μ m up to 6 mm
- Special laser optics
 - PFO (“scanner optics”)
 - bifocal optics
 - optics with dynamic focusing
 - laser cladding nozzles (ring, 3 beam)

Laser Processing Division - Equipment

■ Machinery

- 6-axis CNC system
- 5-axis CNC system
- combined 5-axis CNC high speed milling and laser station
- 6-axis articulated robot with 2 external axes

■ 3D-Printing

- TruPrint 1000
- EOS M280
- Farsoon FS121M

■ Peripherals

- Laser beam analysis devices
- Laser power monitors
- Metallography
- Light microscopy
- REM
- Hardness testing
- X-ray fluorescence analysis
- Workshop

1 *Additives Denken*

Inhalt

- Bionisches Prinzip
- Kreatives Denken
 - Additives Denken
- Additive Kindheit
- Try and Error
- Praxisbeispiel

2 *Bionisches Prinzip*

Lernen von der Natur / Bauteiloptimierung

- Konventionelle Fertigungstechnologien arbeiten durch Wegnehmen und/oder Formen von Material
- Natürliche Phänomene funktionieren durch hinzufügen von Material...
 - ... und typischerweise durch hinzufügen von Schichten (Bäume, Perlen,...)
- Material wird nur dort hinzugefügt, wo es benötigt wird.



- Ist dieses Bauteil „bionisches Design“?
- Nein! Dieses Bauteil ist „nur“ topologieoptimiert.

3 *Bionisches Prinzip*

bionisch ≠ topologieoptimiert

The terms bionic design and topology optimization represent different approaches but can also go hand in hand in practice

Bionic design and topology optimization

The approach of bionic design...

- > **Evolution** has left most living organisms **highly optimized and efficient**
- > **Material** is only applied where **functionally required**
- > Instead of **solid parts**, combinations of a **surface** of varying thickness and a **porous structure** beneath can often be found
- > For example, the **bone of a bird** is highly lightweight due to large air cavities, yet very rigid
- > The systematic generalization and **transfer of suitable design principles observed in nature** to technical systems is often referred to as bionic design



Bone of a bird

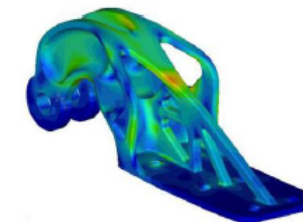


Underside of a water lily



...compared to topology optimization

- > Topology optimizers apply **mathematical algorithms** to derive optimal designs with respect to given loads and boundary conditions
- > Resulting geometries can look **similar** to bionic designs
- > When it comes to very **fine structures**, the approach is limited by the highest feasible FEA mesh resolution
- > Findings from the field of **bionic design** can provide new **ideas and impulses** for the formulation of topology optimization problems, e.g. making it possible to **target certain design principles** as optimization results



Topology optimized nacelle hinge bracket (Source: Altair/EADS)



Engine block with minimized material usage (Source: Autodesk)

© www.rolandberger.com

Additive Manufacturing – next Generation (Study)

Kreatives Denken

Wie bringt man Kinder angstfrei in den MR-Tomograph?

- **Customer needs:**
Children are afraid of being examined in a narrow magnetic resonance tomography
- **Technology restrictions**
Limited possibility to change layout of the system
- **Cost / Time limitation**
Patients need to be quickly scanned to reduce high operational cost



© EOS GmbH



„I do not want to lie in this coffin“



5 ***Kreatives Denken***

Eine ungewöhnliche Lösung:



6 *Additives Denken*

Wer hat noch keine praktischen Erfahrungen mit Generativer Fertigung?



- Niemand! Wir alle dachten, planten und bauten bereits additiv!

7 *Try & Error - Iteratives Denken und Handeln*

Die „Spaghetti-Challenge“



20 sticks of Spaghetti

One meter tape

One meter string

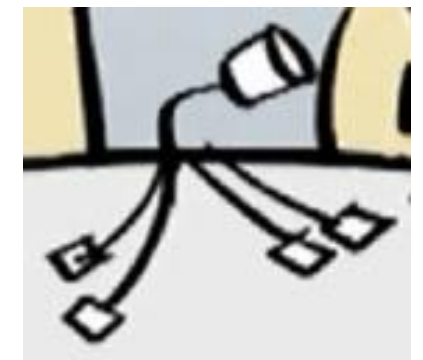
One marshmallow

Build the Tallest Freestanding Structure:

The winning team is the one that has the tallest structure measured from the table top surface to the top of the marshmallow. That means the structure cannot be suspended from a higher structure, like a chair, ceiling or chandelier.

The Entire Marshmallow Must be on Top:

The entire marshmallow needs to be on the top of the structure. Cutting or eating part of the marshmallow disqualifies the team.



8 *Try & Error - Iteratives Denken und Handeln*

Wer schneidet immer schlecht ab?

Who consistently performs poorly?
Recent business school graduates



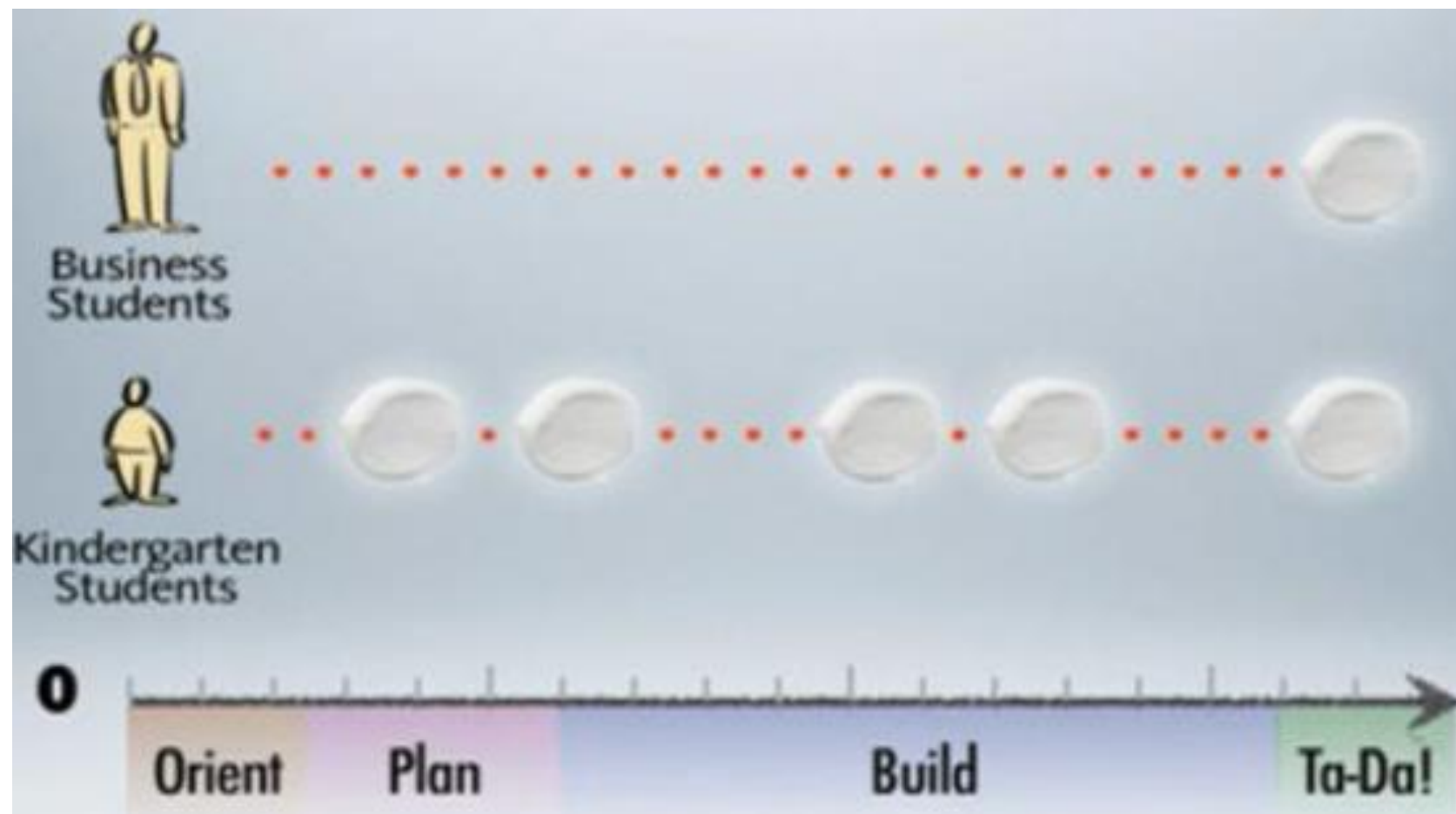
Wer schneidet immer sehr gut ab?

Who consistently performs well?
Recent kindergarten graduates



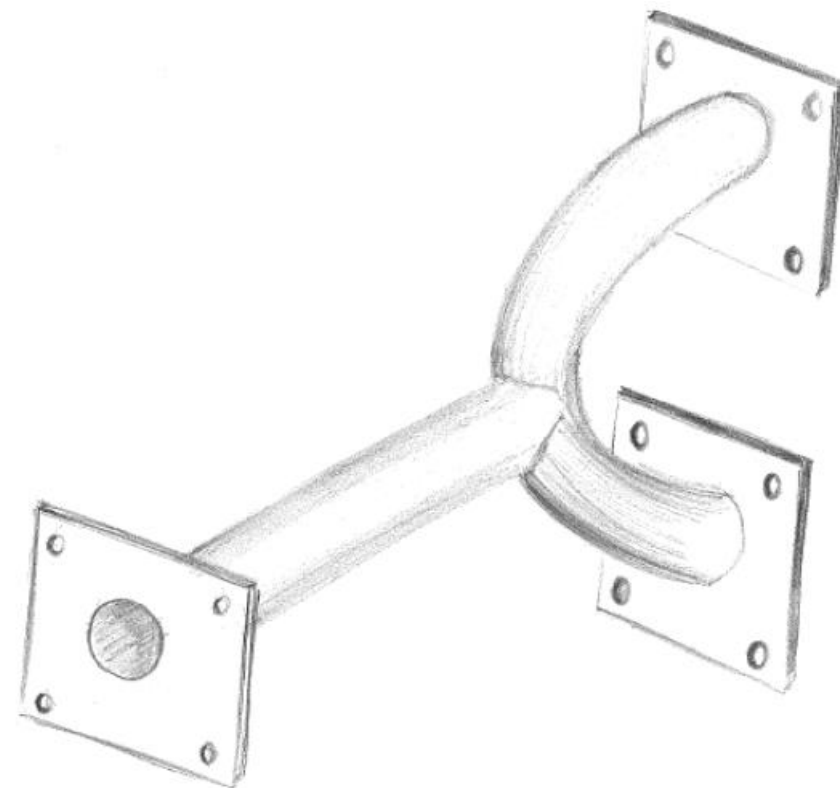
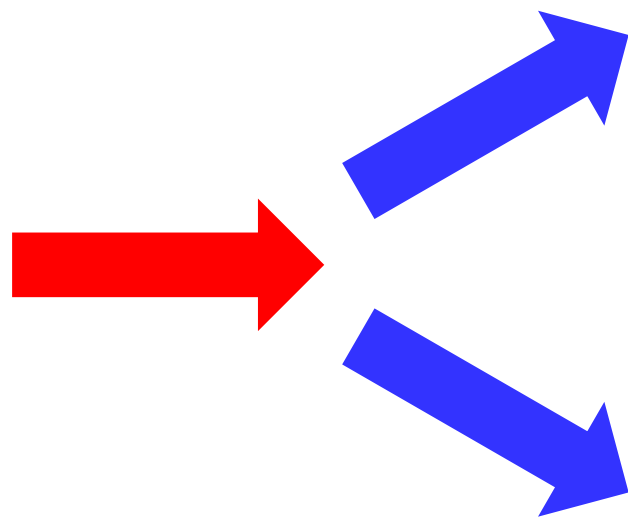
9 *Try & Error - Iteratives Denken und Handeln*

Weshalb schneiden kleine Kinder bei der Spaghetti-Challenge besser ab?



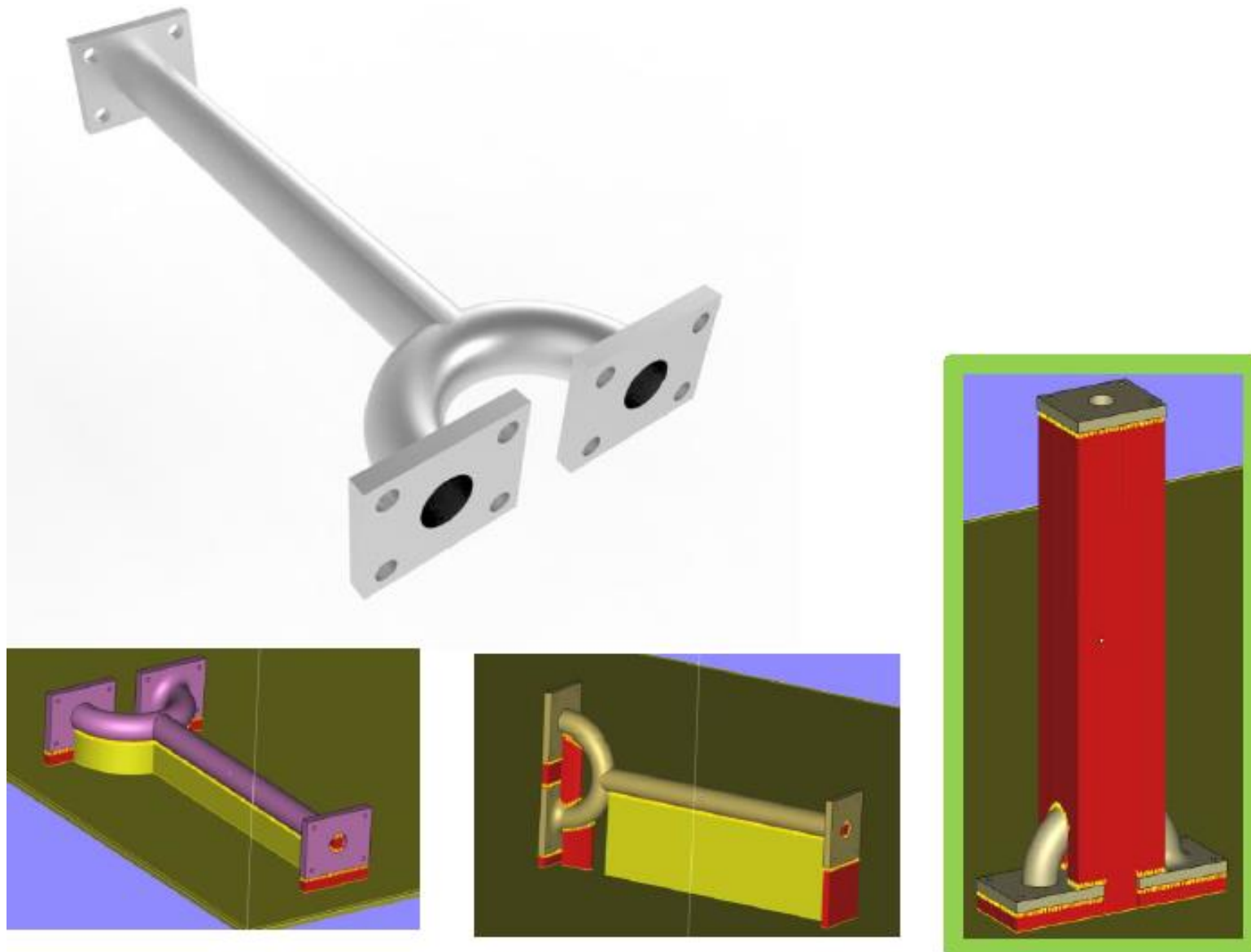
Try & Error - Iteratives Denken und Handeln

Einfache Struktur: 1 Eingang, 2 Ausgänge

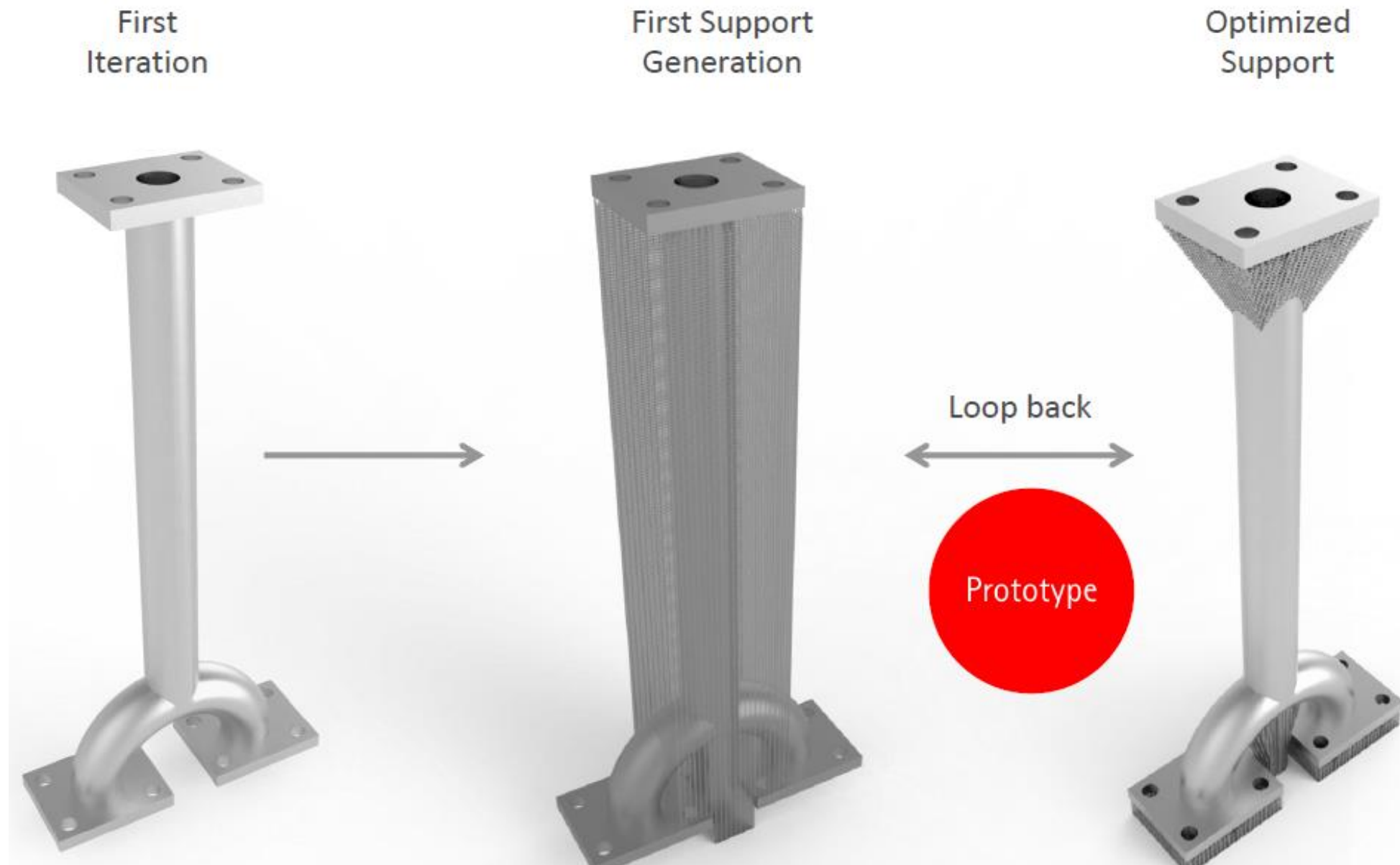


11

Try & Error - Iteratives Denken und Handeln



Try & Error - Iteratives Denken und Handeln



Try & Error - Iteratives Denken und Handeln



Es gibt keine Sicherheit, dass die optimierte Lösung wirklich die allerbeste ist!

Praxisbeispiel

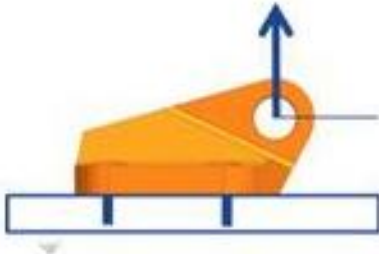
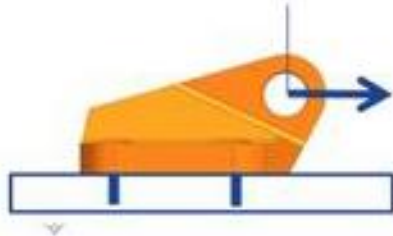
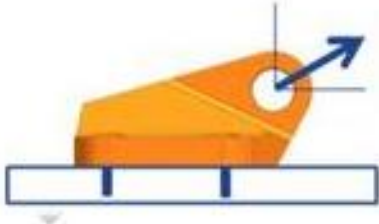



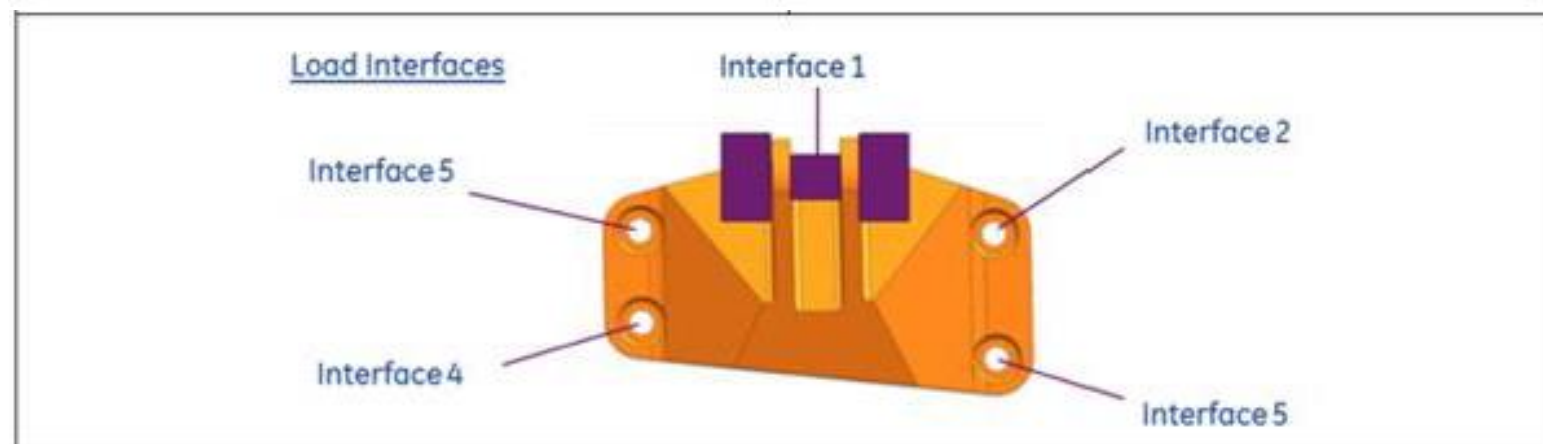
Understand

All aircraft engines require the use of efficient and cost effective brackets. Additive manufacturing creates opportunities to build unique and highly efficient bracket-like structures.

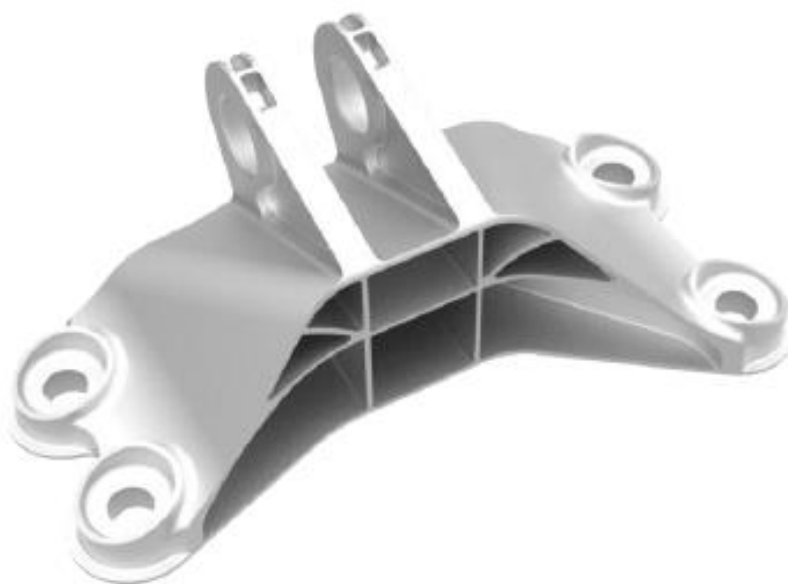
With the help of GrabCad, GE started a challenge in which its participants submitted different versions of the bracket for production in AM. Over 640 entries were made but only 10 parts were selected for passing to a process of digital simulation and prototyping for mechanical analysis.

Praxisbeispiel

<p>Load Conditions 1</p> <p>Static</p> <p>Vertical</p> <p>8000 lbs up</p> 	<p>Load Conditions 2</p> <p>Static</p> <p>Horizontal</p> <p>8500 lbs out</p> 
<p>Load Condition 3</p> <p>Static</p> <p>42 degrees from Vertical.</p> <p>9500 lbs out</p> 	<p>Load Condition 4</p> <p>Static Torsional</p> <p>Horizontal plane at centerline of clevis.</p> <p>5000 lb-in</p> 



Praxisbeispiel



17 *Praxisbeispiel*

