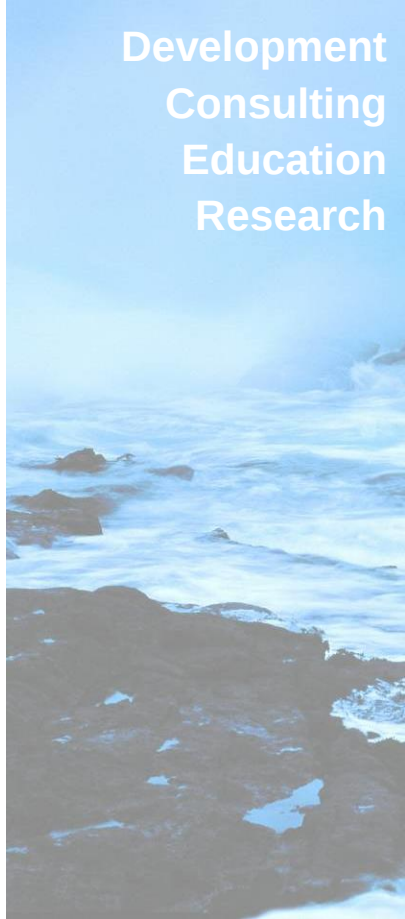




# **Erfolgreiche 3 D Druckindustrialisierung durch hybride Fertigungsmethoden und Bionic Production**

*Prof. Dr.-Ing. C. Emmelmann*

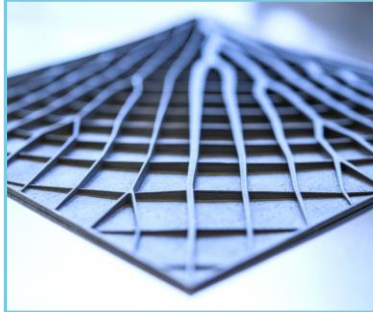
Hochschule Ostwestfalen-Lippe  
in Lemgo am 6.11.2015

- 1 Light Engineering
- 2 Bionic Production
- 3 Bionic Smart Factory 4.0

# Nominiert für den Deutschen Zukunftspreis 2015



**DEUTSCHER ZUKUNFTSPREIS**  
Preis des Bundespräsidenten  
für Technik und Innovation



## Projektteam



**CONCEPTLASER**  
hofmann innovation group



## Projekt

*„3-D-Druck im zivilen  
Flugzeugbau – eine  
Fertigungsrevolution  
hebt ab“*

# Light Experts – Ihre Light Solution aus einer Hand

## L<sup>N</sup>IGHT EXPERTS



L<sup>N</sup>IGHT  
CONSULTING

Strategie



iLAS

Forschung  
Ausbildung



LZ<sup>N</sup>

Entwicklung  
Weiterbildung



BSF

Bionic  
Production

im Aufbau



Light Alliance

Community

# Kernkompetenzen und Märkte der Light Experts

Forschung und  
industrielle  
Qualifikation

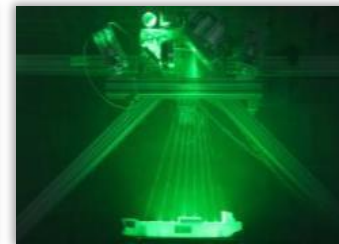
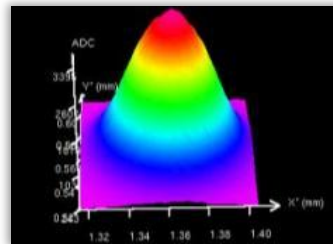
Light  
Design

Light  
Process

Light  
Factory

Light  
Academy

Entwicklungs-  
kompetenzen



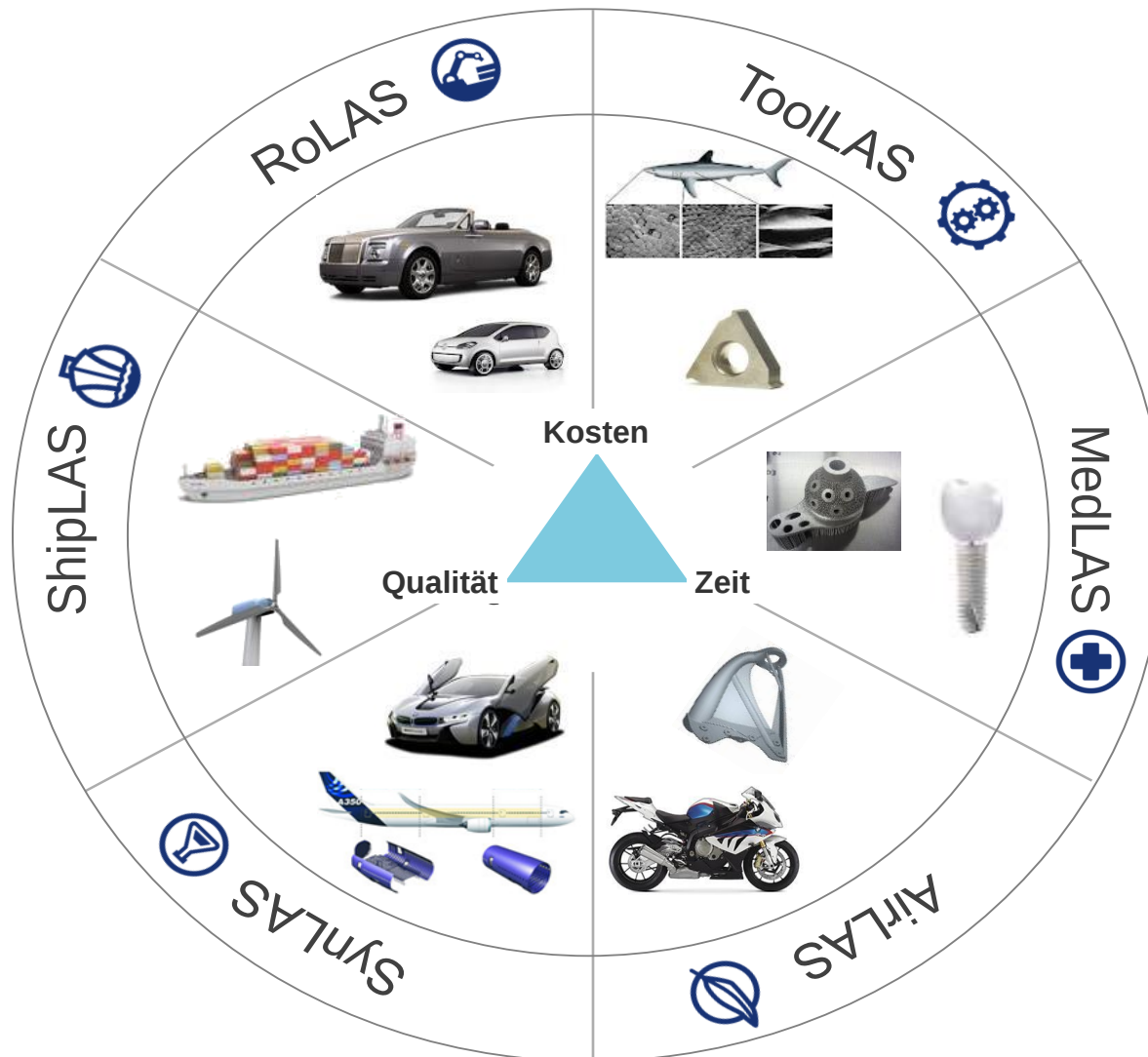
Märkte



ENGINEERING IN  
**Light**  
PHOTONIC SOLUTIONS  
FOR RESOURCE EFFICIENT PRODUCTS



# Kompetenzfelder und Märkte der Light Experts



# Projekt- und Kooperationspartner der Light Experts



## 3D-Drucken: neue Designfreiheiten und Herausforderungen

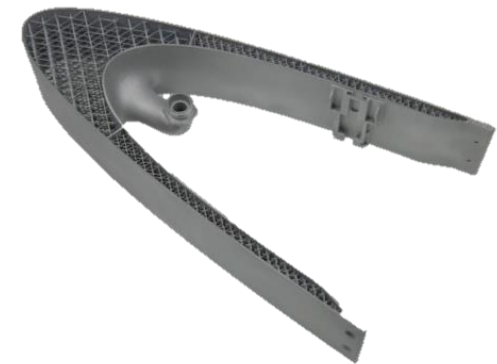
### konventionelles Design



### Freiformflächen



### Gitterstrukturen



Airbus Innovation Cell & LZN

steigende Designkomplexität

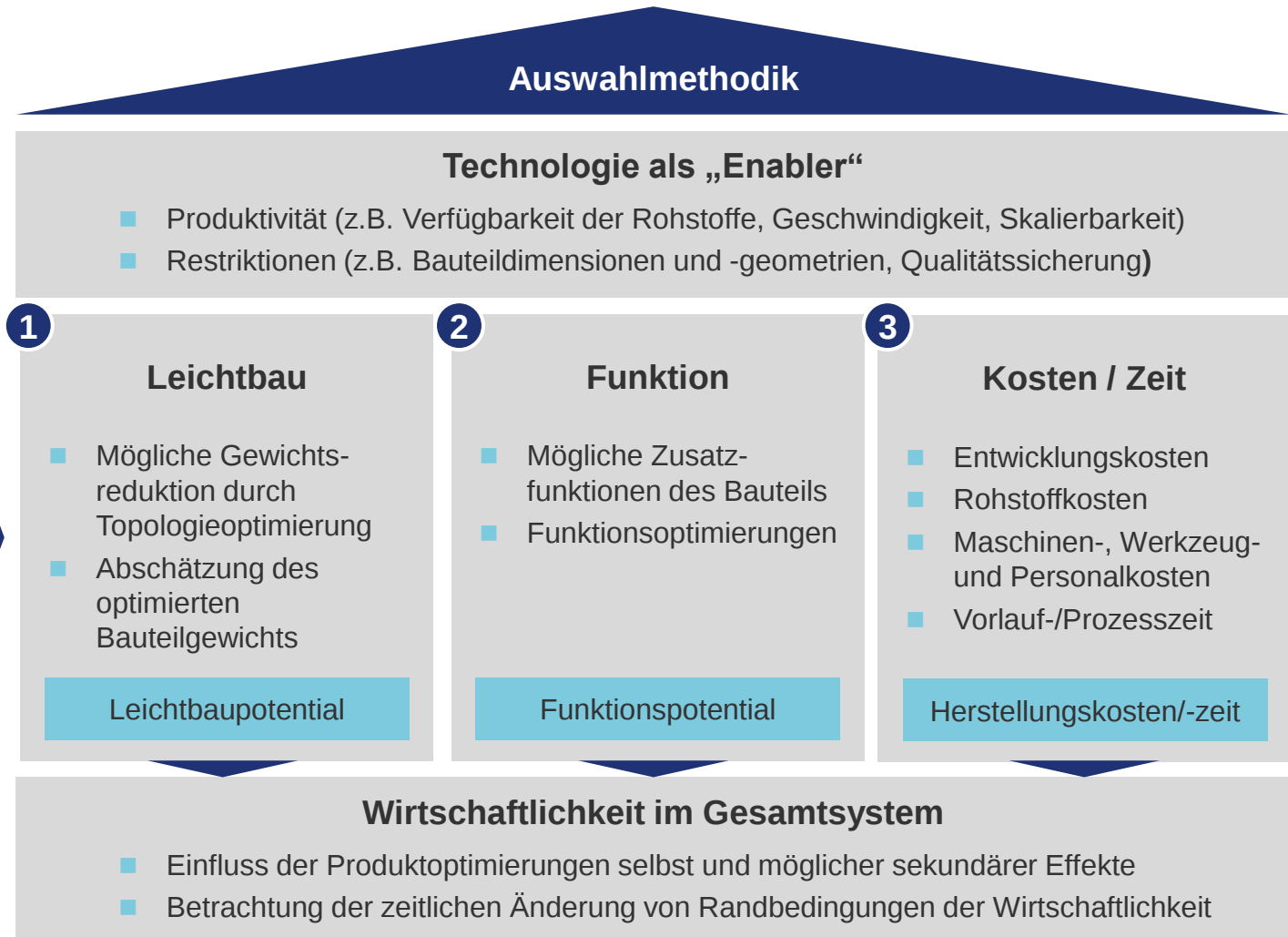
- Design Know-How limitiert auf Experten; fehlende Richtlinien und Konstruktionskataloge
- konventionelle Konstruktionsmethodik und 3D-CAD Software erschließt nicht das volle Potential der additiven Fertigung

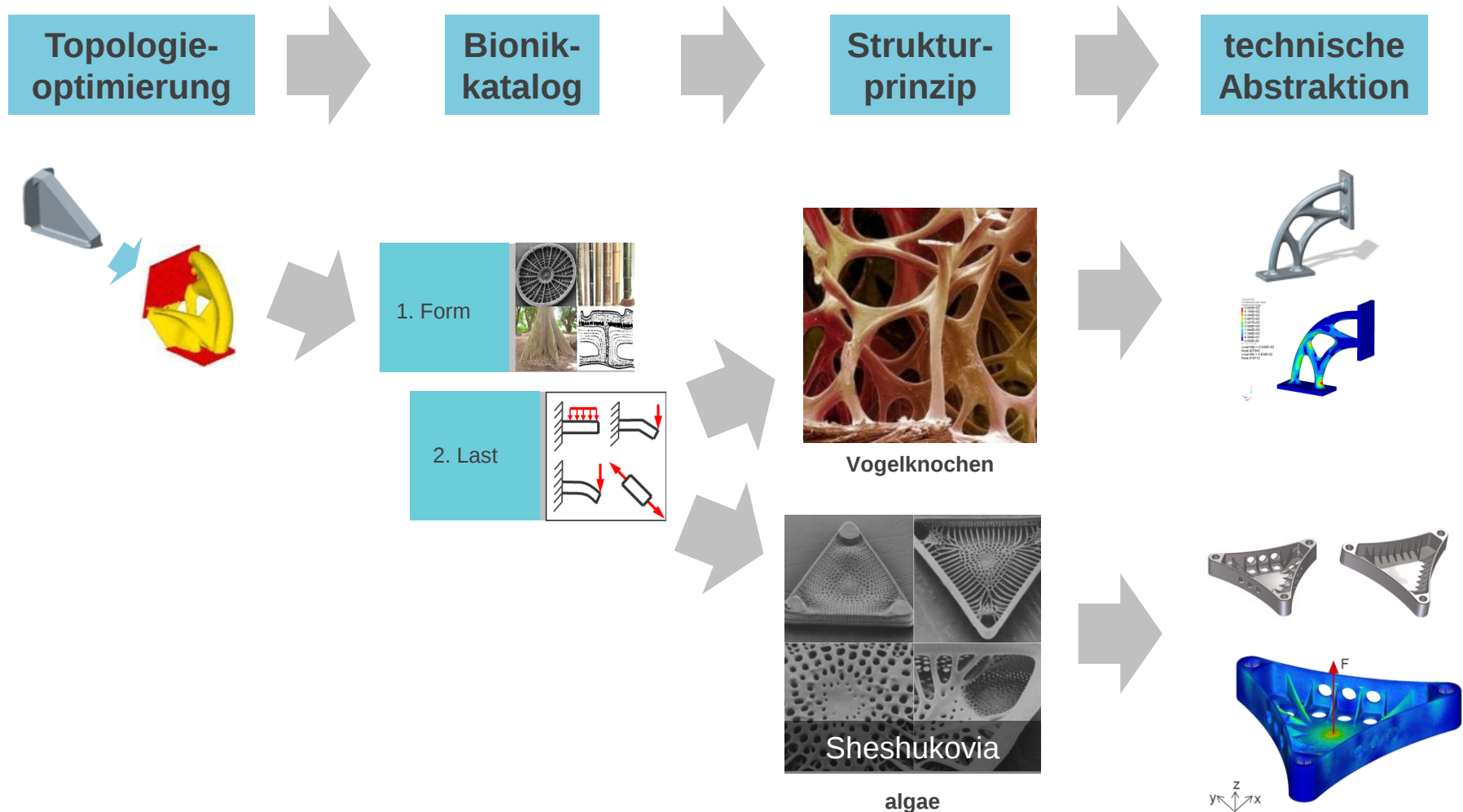
**3D-Drucken erfordert eine neue Produktentwicklungsmethodik**

# Auswahlmethodik zur Identifikation geeigneter Produkte zur laseradditiven 3 D Druckmethodik

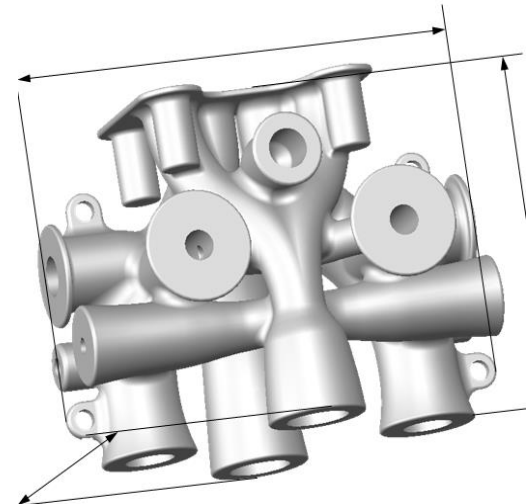
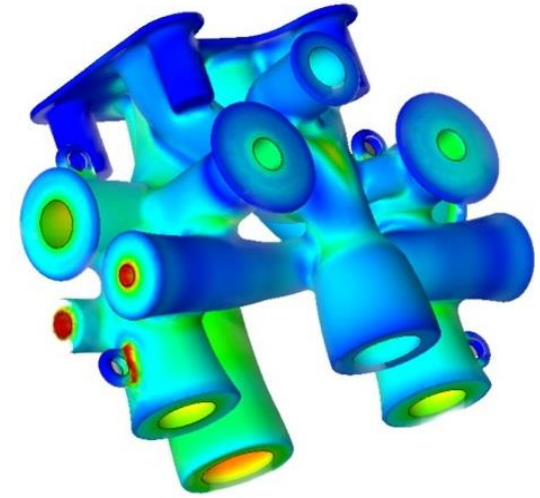
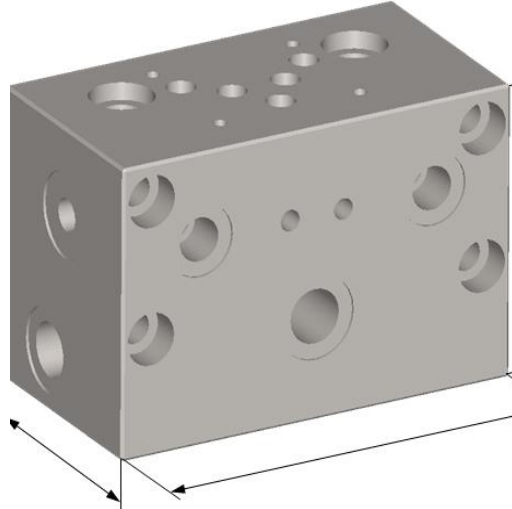
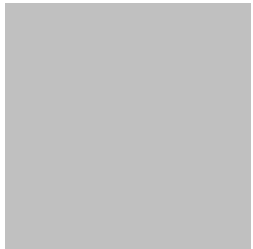
## Bauteileigenschaften

- Geometrie
- Funktionsanforderungen
- Randbedingungen





# Gewichts- und Strömungsoptimierung von Ventilblöcken

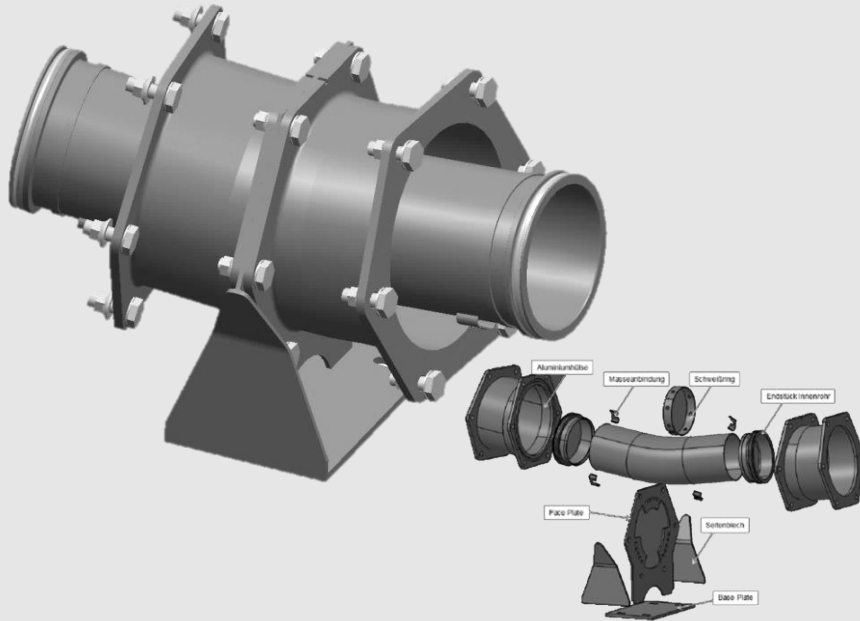


- Gewichtsreduktion von 80%
- Reduktion der Druckverluste um 50%
- Integration von zusätzlichen Funktionen möglich: Sensoren, Kühlrippen

# Entwicklung eines integralen ALM Fuel-Connectors

### Beispiel für Komplexitätsreduzierung durch Integralbauweise

# Konventionelles Design



# Integrales ALM-Design



## Reduzierung der Anzahl von Einzelteilen von 14 auf 1

## Verringerung der Fertigungsschritte von 18 auf 5

## Reduzierung der Fertigungskosten um 50%



# Hybrides Redesign eines Leistungselektronikgehäuses

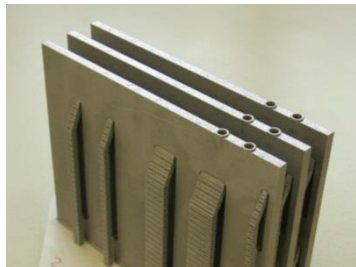


## Potentiale der Hybridbauweise

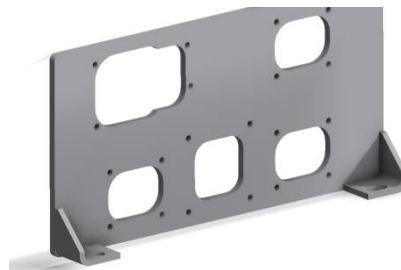
- signifikante Kostenreduktion um 30% gegenüber komplett lasergenerierter Bauweise
- weitere Gewichtseinsparung ermöglicht



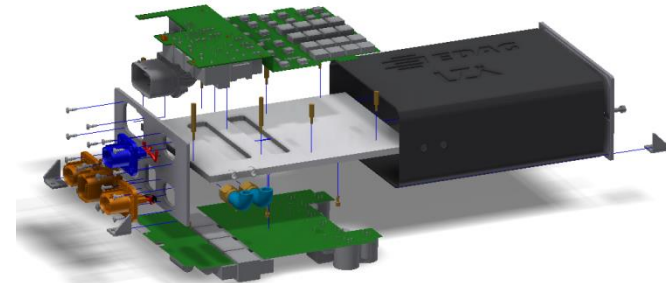
Vorstellung auf der



LAM Kühlplatten



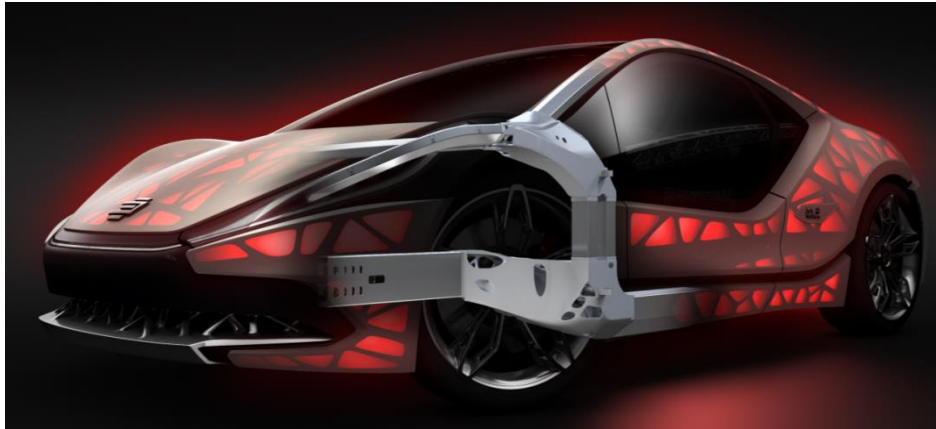
Konventionelles Gehäuse



volle Funktionalität  
und Wirtschaftlichkeit



## Bionischer Spaceframe für den flexiblen Leichtbau



### Darstellung einer Vorderwagenstruktur in LAM-Hybridbauweise

- Kombination von LAM-Knoten und Profilen
- Laserschweißen für minimalen Verzug
- Restriktionen des dünnwandigen Stahlgusses werden überwunden



Vorstellung auf der IAA 2015

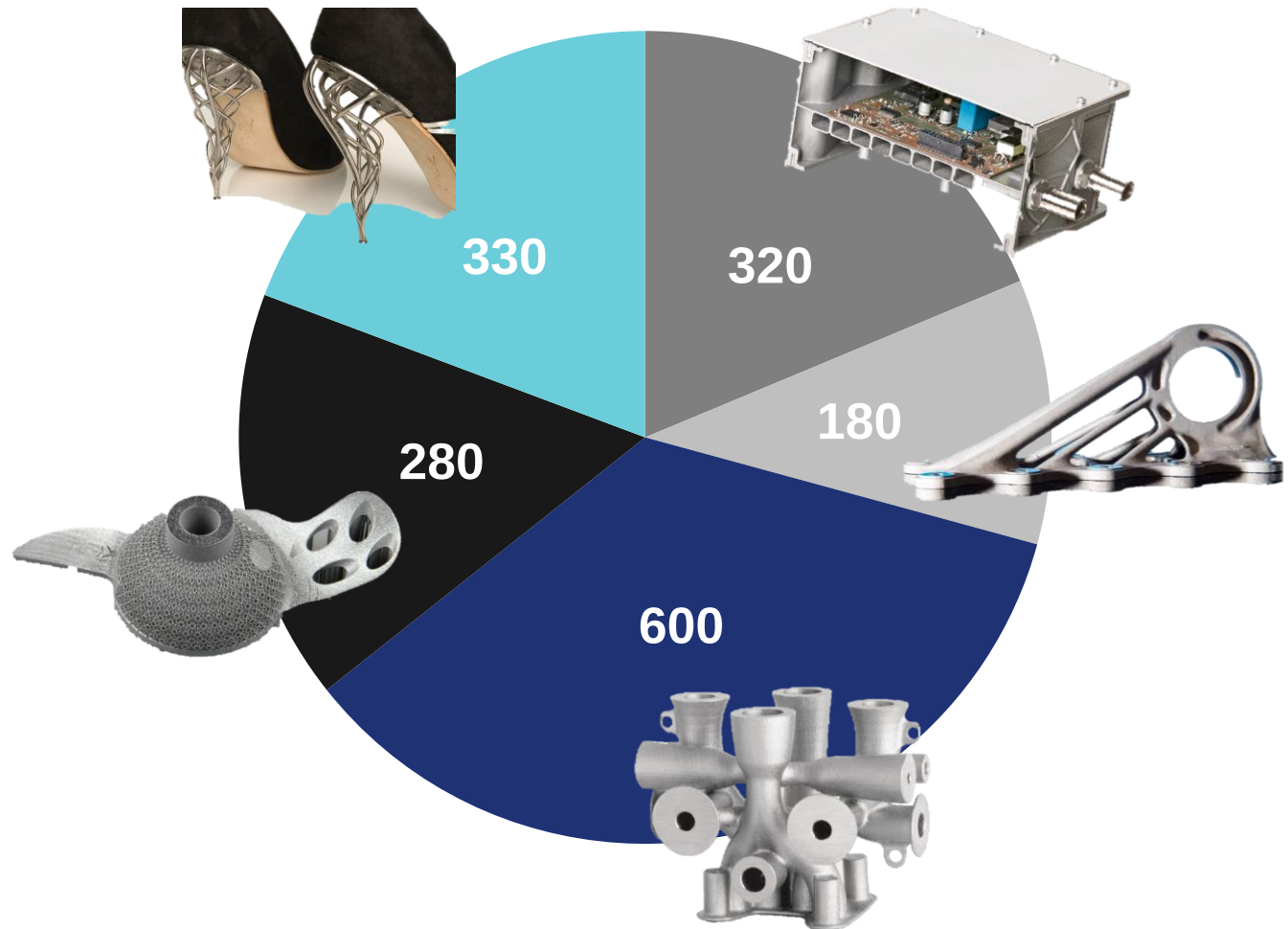
1 Light Engineering

2 **Bionic Production**

3 Bionic Smart Factory 4.0

## Marktumsätze additiver Produkte in Mio. EUR

- Automobilbau
- Luftfahrt inkl. Turbinen
- Maschinenbau
- Medizintechnik
- Konsumgüter & andere Branchen



Quelle: Wohlers Report 2013, Laser Zentrum Nord, Roland Berger

# Airbus 3D Druck Wettbewerb 2014

## Ceremony Day at LZN Laser Zentrum Nord GmbH



Airbus  
Emerging Technologies  
& Concepts

# Die Bionic Production steht im Wettbewerb mit konventionellen Verfahren

## Gießen



## Fräsen



## LAM



### Kostentreiber:

- Komplexität
- Bauteilvolumen
- Werkzeuglagerung

### Kostentreiber :

- Komplexität
- Abtragrate
- Halterungen

### Kostentreiber :

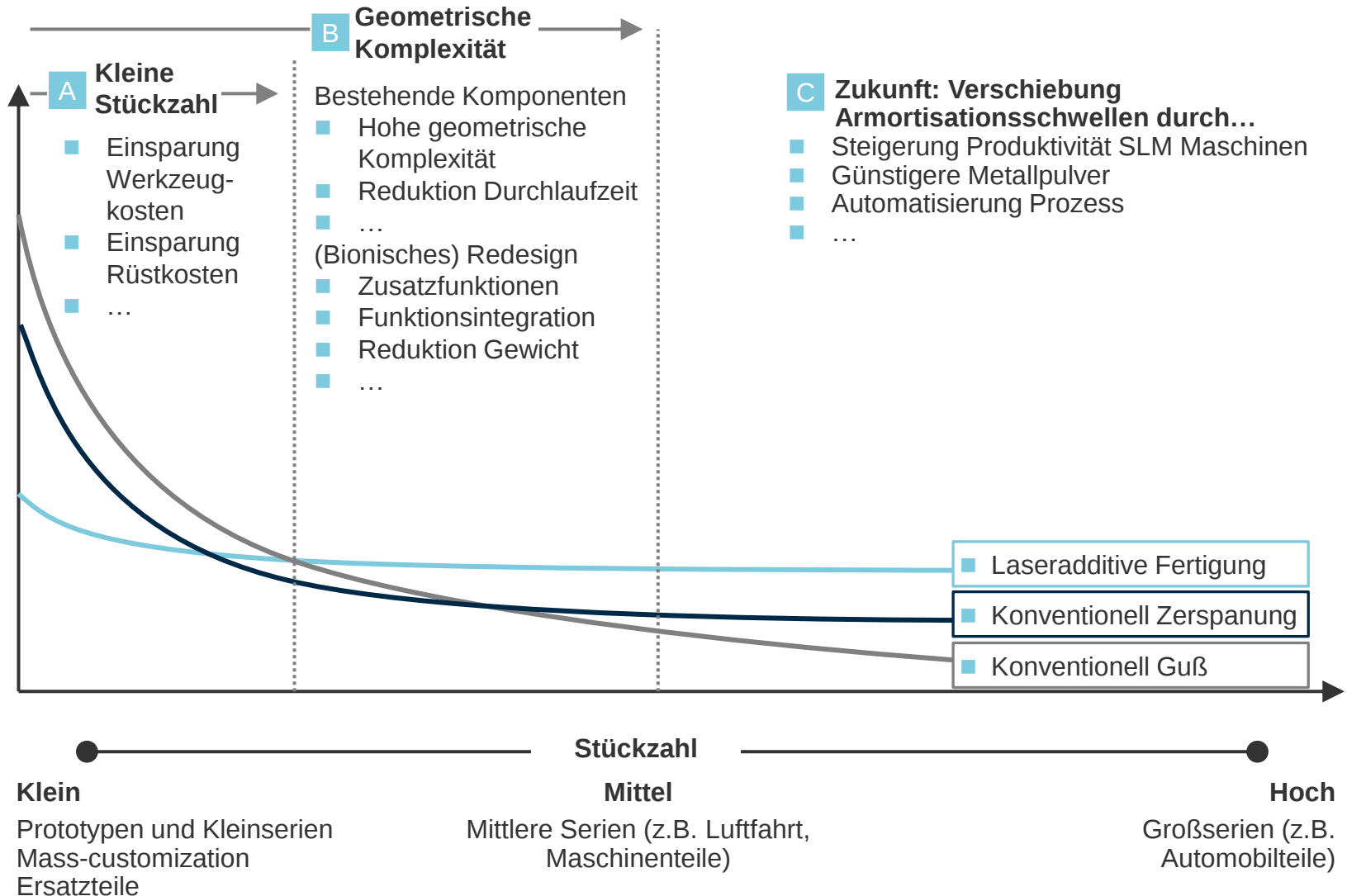
- Bauteilvolumen
- Nachbearbeitung

## Mehrere Faktoren beeinflussen Kosten-Wettbewerbsfähigkeit von LAM

- Bauteilvolumen, -abmaße & -komplexität
- Material
- Stückzahl
- Geforderte Oberflächenqualität
- ...

# Markt für laseradditive Fertigung durch verschiedene Argumente charakterisiert

Stück-  
kosten



# Es werden hohe Produktivitätssteigerung in der Lasertechnik für die nächsten Jahre erwartet

konv. subtraktive  
Zerspanung



0,2 km/h

additives 3D-Drucken  
mit 200 W Laser



5 cm<sup>3</sup>/h

additives 3D-Drucken  
mit 4 mal 400 W Lasern



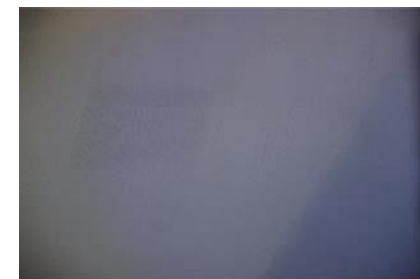
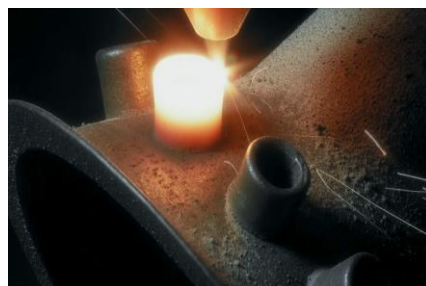
50 cm<sup>3</sup>/h

LZN Forschung



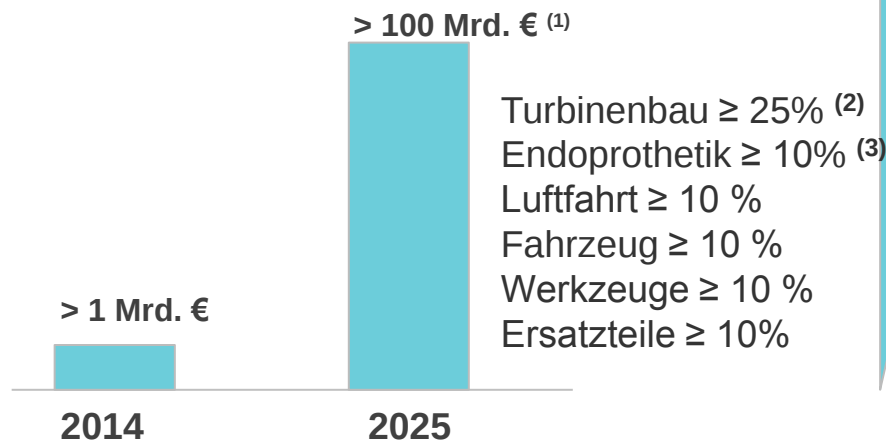
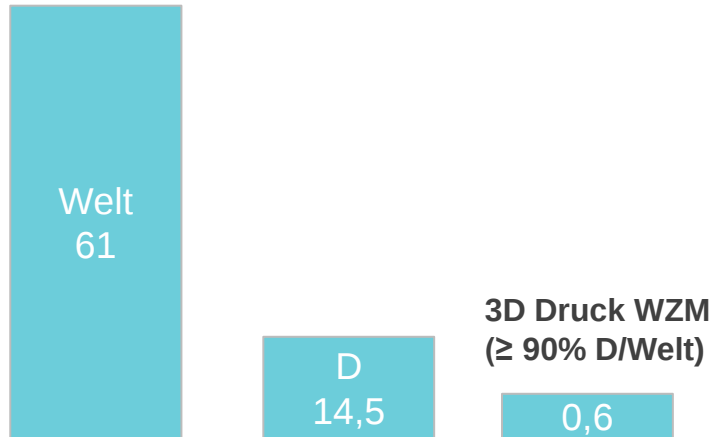
> 500 cm<sup>3</sup>/h

Produktivitätssteigerung um das 100-fache



## Marktanalyse 3D Drucken in Metall

Umsatz Werkzeugmaschinenmarkt in Mrd. € 2014



Pot. Industrieproduktion 3D Druck in Metall

### Herausforderungen

#### für o.g. Marktpotential

- Fehlendes KnowHow (Businesskenntnis 3D Druck, Bionische Konstruktion, Maschinen, Prozesse, QS, Fabrik, Vertrieb)
- Fehlende Investitionen (Investitionen werden aus den USA dominiert)
- Fehlende Bereitschaft für „Change Prozess“ in Wertschöpfungskette

➔ Erschließung o.g. Wissens durch LZN GmbH und Bionic Smart Factory 4.0 GmbH (BSF 4.0)

(1) McKinsey (1 % der gesamten weltweiten Industriefertigung)

(2) GE

(3) LZN

# ► Gliederung

1 Light Engineering

2 Bionic Production

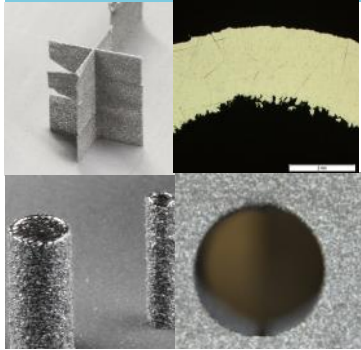
3 **Bionic Smart Factory 4.0**

## Fertigungskontingente ermöglichen eine ökonomische Nutzung der 3D Drucktechnologie

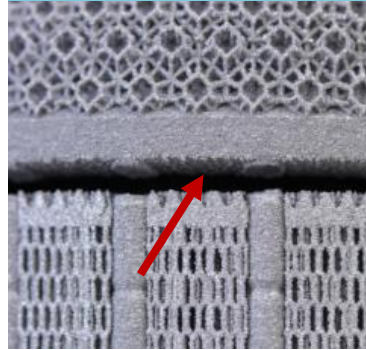


# Bionic Smart Factory am LZN

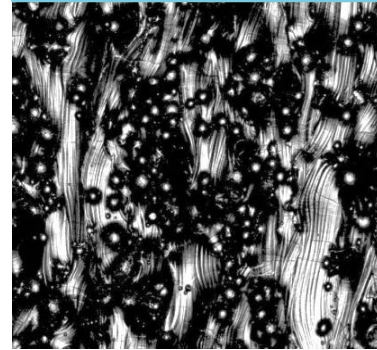
## Design-Richtlinien



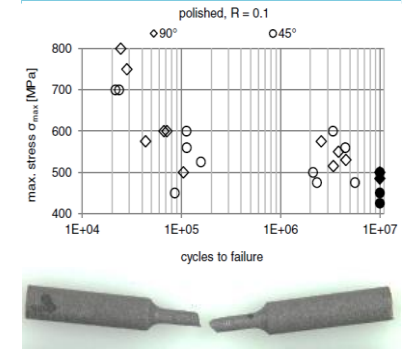
## Eigen-spannungen



## Oberflächen-qualität



## Material-eigenschaften



## Produktivität



## Light Factory adressiert ALM Herausforderungen

SLM 500<sup>HL</sup>  
by SLM  
Solutions



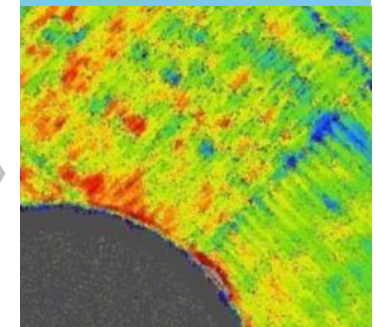
X 1000R  
by Concept  
Laser



EOS M 400  
by EOS



## Qualitäts-sicherung



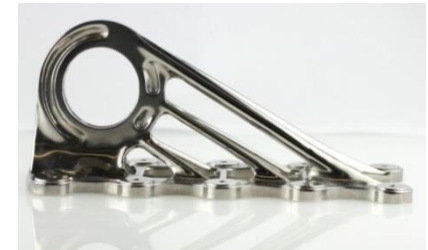
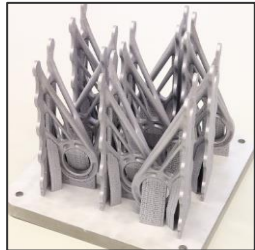
Quelle: SLM Solutions; Concept Laser, EOS

## Aufbau der Maschinenteknologie als Fertigungsinsel



- Einzelstückfertigung
- manueller Transport der Werkstücke aus der Baukammer zur Auspackstation
- manuelles Auspacken
- Pulvermanagement der Fertigungsinsel autark
- manueller Transport der Werkstücke zur Nachbearbeitung

## ► Status Quo der Nachbearbeitung beim 3D-Druck



1

Reinigung

2

Wärmebe-  
handlung

3

Entfernung  
Support-  
struktur

4

Spanende  
Be-  
arbeitung

5

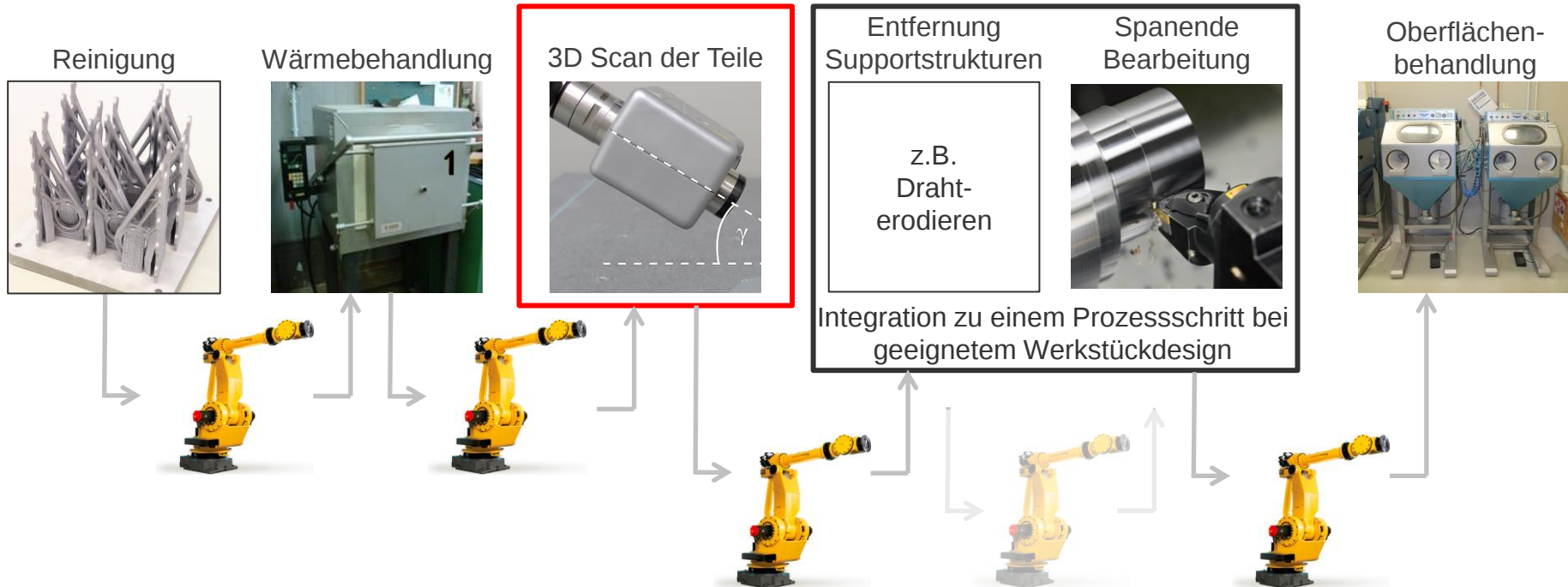
Ober-  
flächenbe-  
handlung

6

Fertigteil

- alle Handlingsschritte zwischen den Nachbearbeitungsprozessschritten manuell
- Selbst einzelne Prozessschritte (z.B. Reinigung, Entfernung Supportstruktur und Oberflächenbehandlung) häufig manuell

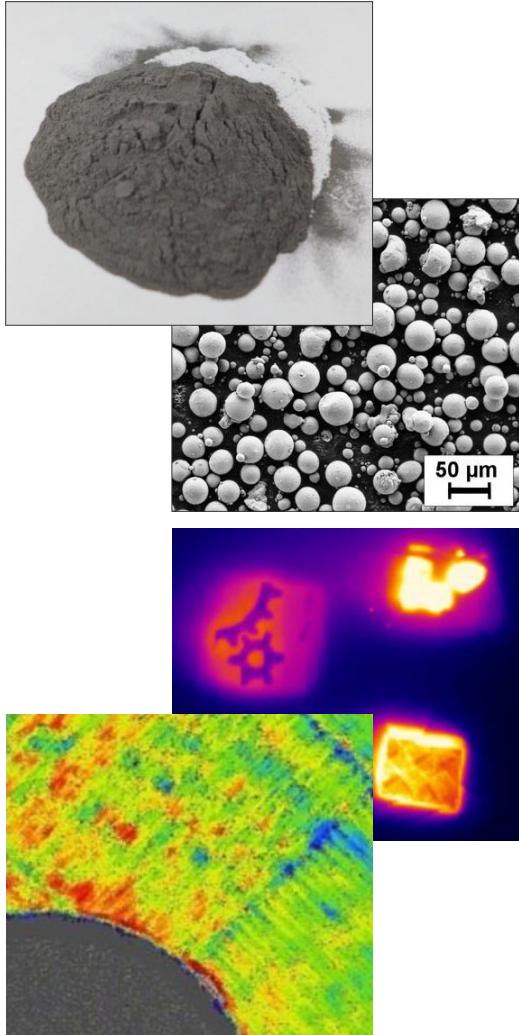
# Automatisierung des 3D-Druck-Prozesses für die Industrialisierung erforderlich



## Anforderungen für automatisierte Prozesse

- Zugänglichkeit für Roboter herstellen für automatisiertes Handling
  - Re-design der Maschinen
- Erkennung des Werkstückes einschließlich Lage und Orientierung für automatisierte Nachbearbeitung
- Einführung von Tooling Points in das Werkstückdesign für Handling und Bearbeitung

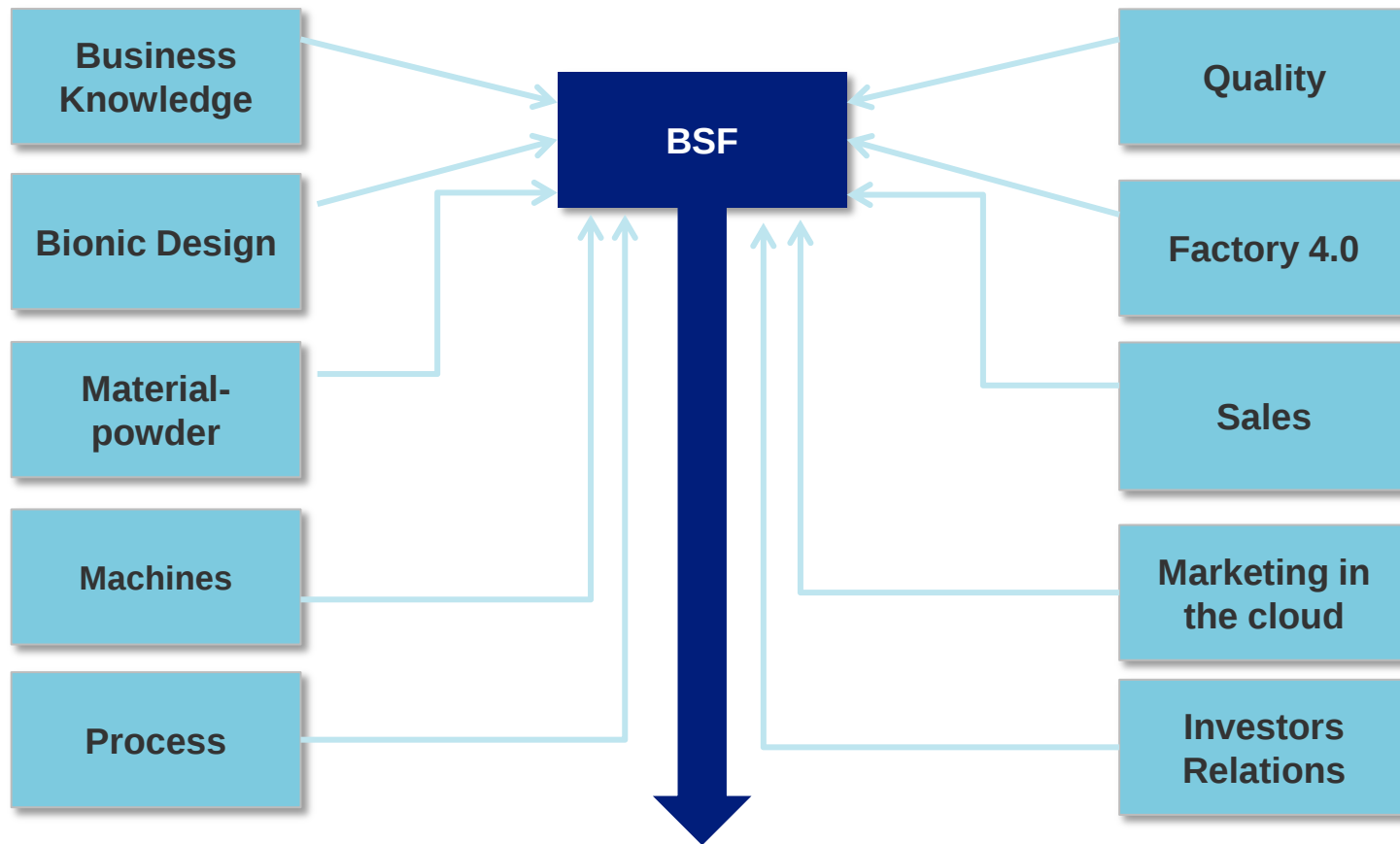
## Zukünftige Entwicklungen für die Serienfertigung am LZN



- Neuartiger Pulverherstellungsprozess zur Fertigung hochwertiger Metallpulver bei stark reduzierten Kosten (Faktor > 5)
- Neues Maschinenkonzept zur Steigerung der Produktivität (Faktor > 100)
- Vertriebsplattform „Bionic Smart Plattform“ für direkten Kundenzugang und Designberatung
- Integrierte und prozessübergreifende Qualitätssicherung-konzepte

## ▶ 10 USP's of Bionic Smart Factory 4.0 @ Bionic Production

Efficient und digitally networked Bionic Design and Production



for competitive products in the international market and all sectors

# Light Academy Workshops @ LZN Laser Zentrum Nord

## Workshop Concepts

1

### LAM Basic Training

*Understand  
Laser Additive Manufacturing  
(LAM) of metal parts*

- Learn about the fundamentals of LAM as well as associated pre- and post-processes!
- Get to know the potential and benefits LAM can offer to you and your company!
- Theoretical background and practical examples!

#### Learning Goals:

- Understand basics of LAM
- Understand LAM process chain
- Benefit from potential of LAM

1-day  
training

2

### LAM Advanced Training (Metal)

*„Hands On“ workshop*

- Learn about the fundamentals and benefits of LAM as well as about associated pre- and post-processes!
- Intensify learning with practical units!
- Run through complete process chain!
- Manufacture your own part!

#### Learning Goals:

- Learn basic essentials of LAM
- Understand LAM machine
- Learn data preparation independent from LAM machine

4-day  
workshop

3

### Individual Workshop

*Theoretical and practical  
workshop units, depending on  
customer's demand*

- Identify benefits LAM offers to you and your company!
- Analyse your company's product portfolio to identify high potential LAM parts!
- Redesign parts with LZN experts to achieve high quality results!

#### Learning Goals:

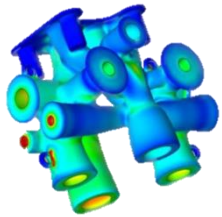
- Understand basic essentials of LAM
- Identify potential of LAM for own business and product portfolio

duration of  
your choice

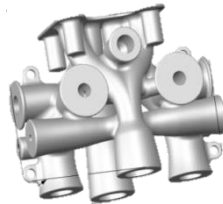
# Light Engineering @ Light Alliance

## Light-Schritte für die Innovation:

Design



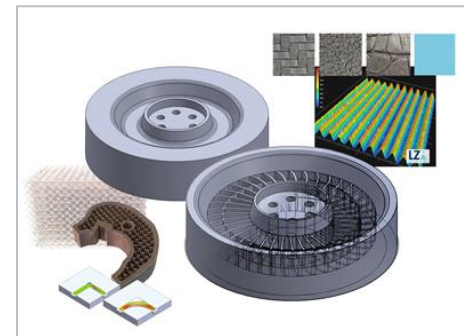
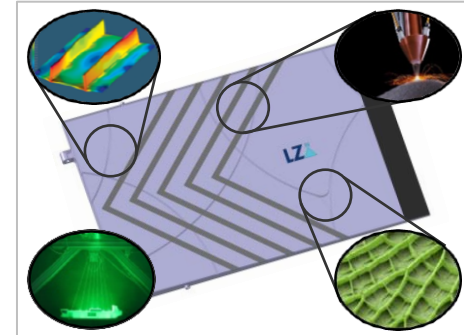
Prozess



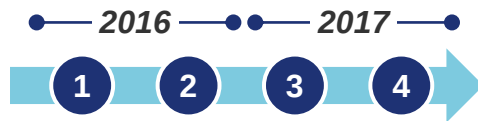
Fabrik



## Innovatives Light-Design und Manufacturing



## Themen der Light Alliance 2.0 ab Januar 2016



|                                                              | <b>Automobil</b><br><br><i>Space-Frame</i> | <b>Luftfahrt</b><br><br><i>Strukturbauteil</i> | <b>Maschinenbau</b><br><br><i>Ersatzteile</i> |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b><br><b>Hybride Produktion</b><br><i>Januar 2016</i>  | <i>Hybride Verbindungen:<br/>Blech - 3D</i>                                                                                  | <i>Hybride Verbindungen:<br/>CFK - 3D</i>                                                                                         | <i>Hybride Verbindungen:<br/>Konventionell - 3D</i>                                                                              |
| <b>2</b><br><b>Neue Geschäftsmodelle</b><br><i>Juli 2016</i> | <i>Zentrale Produktion</i>                                                                                                   | <i>Ersatzteil-Logistik</i>                                                                                                        | <i>Dezentrale Produktion<br/>und Plagiatsschutz</i>                                                                              |
| <b>3</b><br><b>Ressourcen</b><br><i>Januar 2017</i>          | <i>Ultrahochharte Stähle</i>                                                                                                 | <i>Kunststoffpulver und<br/>CFK</i>                                                                                               | <i>Metallpulver und<br/>Werkstoffqualifizierung</i>                                                                              |
| <b>4</b><br><b>Effizienz 4.0</b><br><i>Juli 2017</i>         | <i>Nächste Generation<br/>Fließband</i>                                                                                      | <i>Vollintegrierter<br/>Entwicklungsprozess</i>                                                                                   | <i>Automatisierte<br/>Postprozesse</i>                                                                                           |

Sichern Sie sich die Wettbewerbsvorteile der Bionic Production durch Mitgliedschaft in der weltweit einzigartigen Light Alliance!



*In Abstimmung*



**Lufthansa Technik**



**Mobility  
Networks  
Logistics**



**DAIMLER**



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

