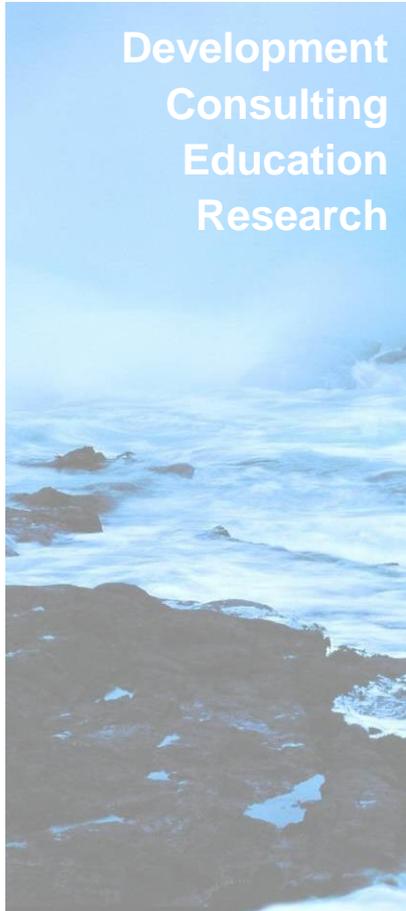




LASER ZENTRUM NORD

Development  
Consulting  
Education  
Research



## Bionic Smart Factory 4.0

*Durch die additive Fertigung zur  
vollautomatisierten Fabrik*

*Prof. Dr.-Ing. Claus Emmelmann*

*M.Sc. Markus Heilemann*

Lemgo, 10. November 2017

**1** Vorstellung der Light Experts

**2** Additive Fertigung

**3** Bionic Smart Factory 4.0



# Light Experts: Von strategischen Entscheidungen bis zur Serienproduktion

## LIGHT EXPERTS

**LIGHT**  
CONSULTING

### Implementation Plan...

- Strategie
- Produkt
- Prozess



LIGHT **LZ<sup>N</sup>**  
ENGINEERING

**iLAS**

BIONIC  
PRODUCTION

Forschung und  
Entwicklung

Produktion

Nach-  
bearbeitung

Qualitäts-  
sicherung

Design

Material

Prototyping

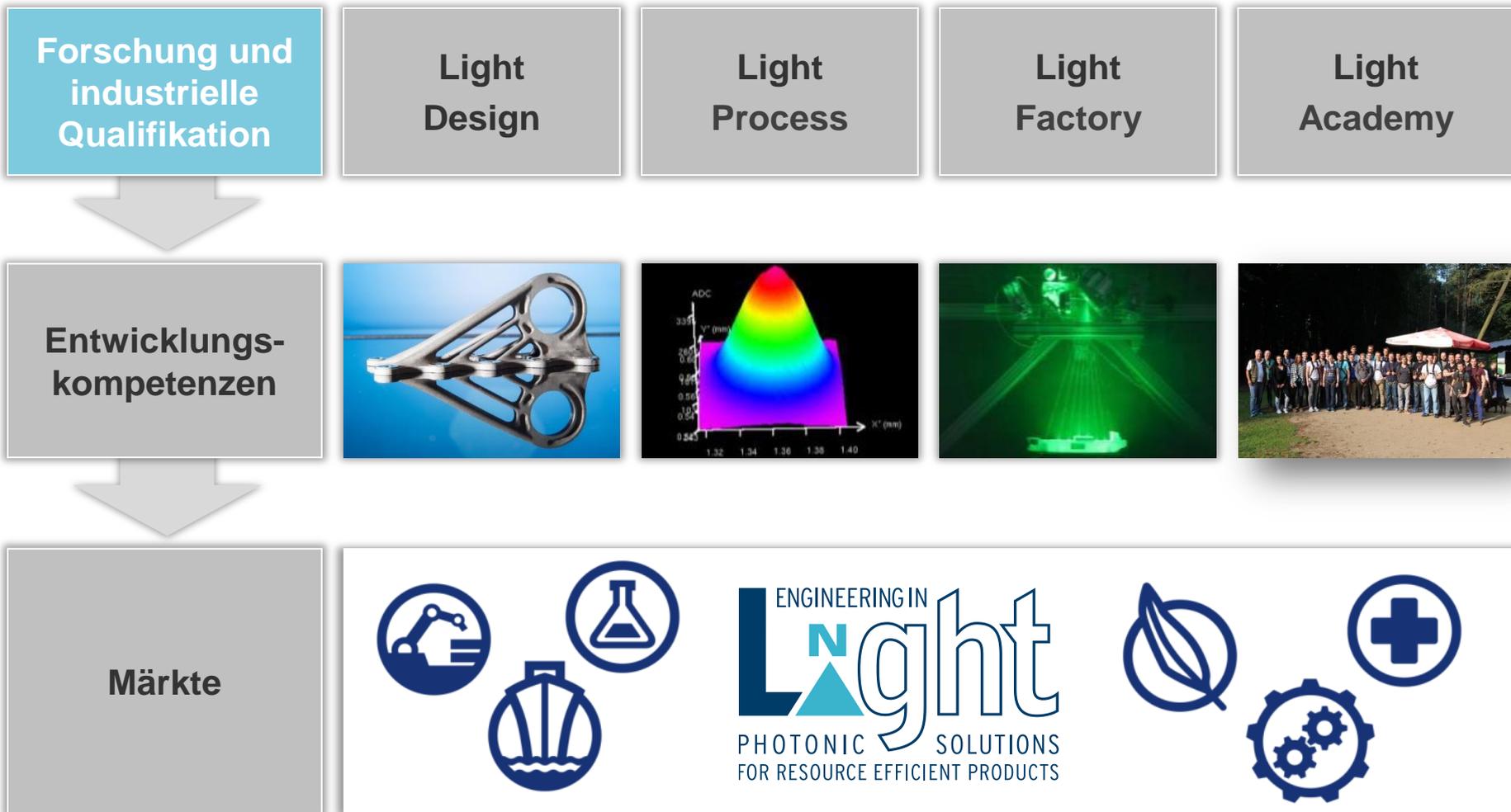
Qualitäts-  
management

Serienproduktion

Schulungen und Networking

**L<sup>N</sup>ight Academy** **L<sup>N</sup>ight Alliance**

## Kernkompetenzen und Märkte des iLAS und LZN



# Das LZN und seine Partner wurden für Leistungen im Bereich der additiven Fertigung **ausgezeichnet**



## Finalist beim "Innovationspreis der deutschen Wirtschaft"



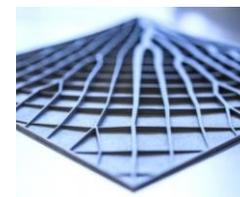
Quelle: AIRBUS

CONCEPTLASER



*Erstes additiv gefertigtes Metallbauteil der zivilen Luftfahrt*

## Deutscher Zukunftspreis 2015 – In den „Kreis der Besten“ ernannt



CONCEPTLASER



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

## Materialica Design + Technology Award 2016



CONCEPTLASER



*Next Generation Spaceframe*

## Hamburger des Jahres 2016 (Kat.: Wirtschaft)



*Revolution des 3-D-Drucks für Bauteile aus Metall*

# Das LZN ist mit aktueller Anlagentechnologie ausgestattet – Herstellerübergreifend



## Metall (Pulverbett)

### SLM 500HL (SLM Solutions)



- 500x280x325 mm<sup>3</sup>
- 4 x 400 W
- Ti6Al4V

### 2 x Concept M2 (Concept Laser)



- 250x250x280 mm<sup>3</sup>
- 2 x 400 W
- 1.4404, 1.4542, Ti6Al4V

### EOS M290 (EOS)



- 250x250x325 mm<sup>3</sup>
- 400 W
- Ti6Al4V, Edelstahl-legierungen, AlSi10Mg

### TruPrint 1000 (Trumpf)



- Ø100x100 mm<sup>3</sup>
- 200 W
- Inconel718

## Kunststoff

### AM S5500P (Ricoh)



- 550x550x500 mm<sup>3</sup>
- 100 W
- PA6 GB, PP, PA12

### EOS P396 (EOS)



- 340x340x620mm<sup>3</sup>
- 70 W
- PA 12-Varianten, PA11, TPE



### SLM 250HL

- 250x250x 300 mm<sup>3</sup>
- 1000 W
- AlSi10Mg, AlSi12



### EOS M 270

- 250x250x 215 mm<sup>3</sup>
- 200 W
- Ti6Al4V, Edelstahl-legierungen



### AconityLAB

- Ø170x200 mm<sup>3</sup>
- 1000 W
- AlSi10Mg, AlSi12

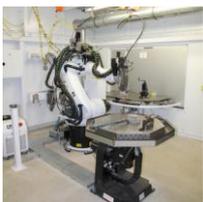
### EOS P390



- 340x340x620 mm<sup>3</sup>
- 50 W
- PA 12-Varianten

Bildquellen: SLM Solutions, Concept Laser, EOS, Trumpf, Ricoh, Aconity, LZN

## Metall (Pulver / Draht / Düse)



### TruLaser Robot 5020

- Ø1800x1800 mm<sup>3</sup>
- TruDisc 6001 6kW Laserquelle
- Auftragsraten bis 500 cm<sup>3</sup>/h
- Fe-, Ti-, Al- und Ni-Legierungen



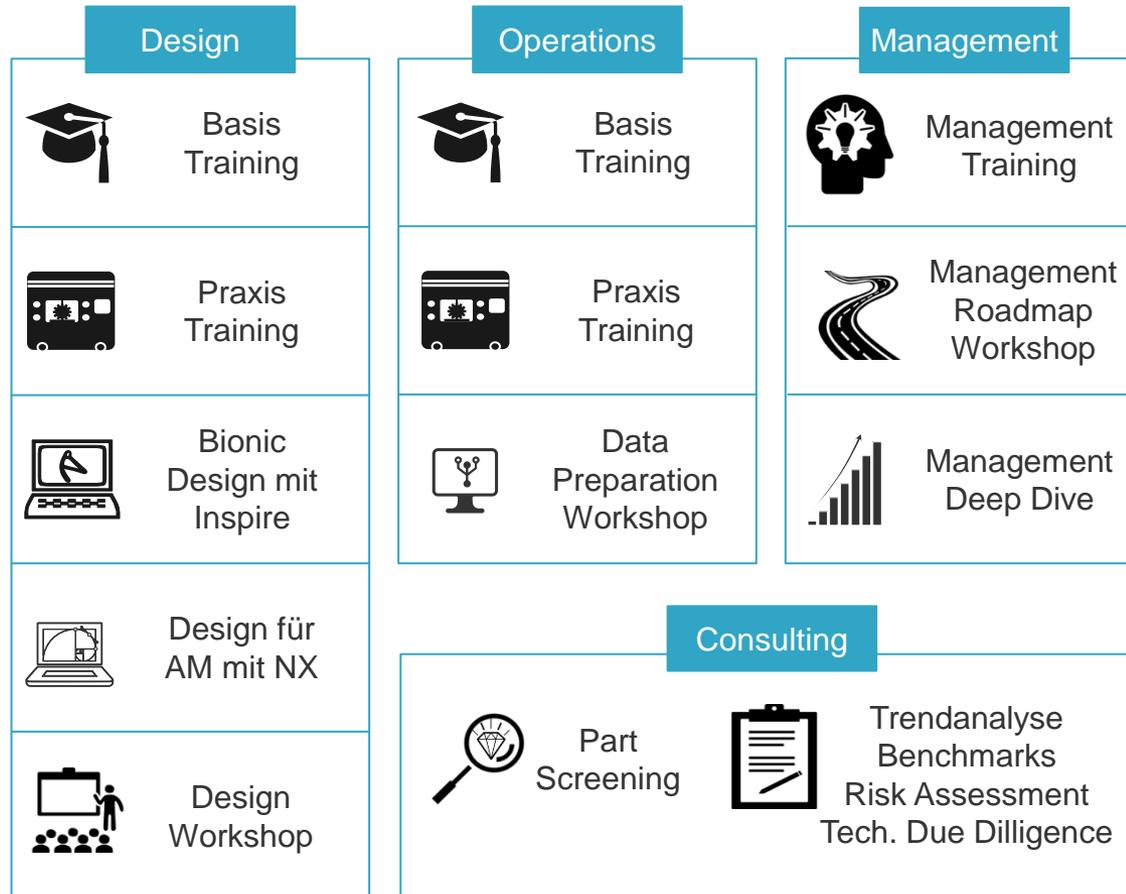
### Cloos Schweißportal

- 30000x3000x3000 mm<sup>3</sup>
- 30 kW Laserquelle
- Weltweit größtes flexibles 3D-Laserportal
- 3 hängende Schweißroboter

# Zielgruppenorientiertes Trainingskonzept: Herausforderungen bewältigen durch qualifizierte Mitarbeiter

Ihre Vorteile:

- ✓ Wissenschaftlich fundiertes und praxisrelevantes Know-How
- ✓ Werden Sie First Mover und erlangen Sie einen relevanten Wettbewerbsvorteil
- ✓ Praktische Übungen zur Vertiefung des theoretischen Wissens
- ✓ Experten auf ihrem Fachgebiet beantworten Ihre Detailfragen
- ✓ Minimierung von Kosten für Fehldrucke



**Alles aus einer Hand: Ihr Start auf dem Weg zum "additive Leader"**

# Light Alliance – Das führende AM Industrie Netzwerk mit bereits 32 Mitgliedern



## OEMs



## Service provider



## Maschinenhersteller



In Verhandlung

SCHAEFFLER

BENTELER

voestalpine

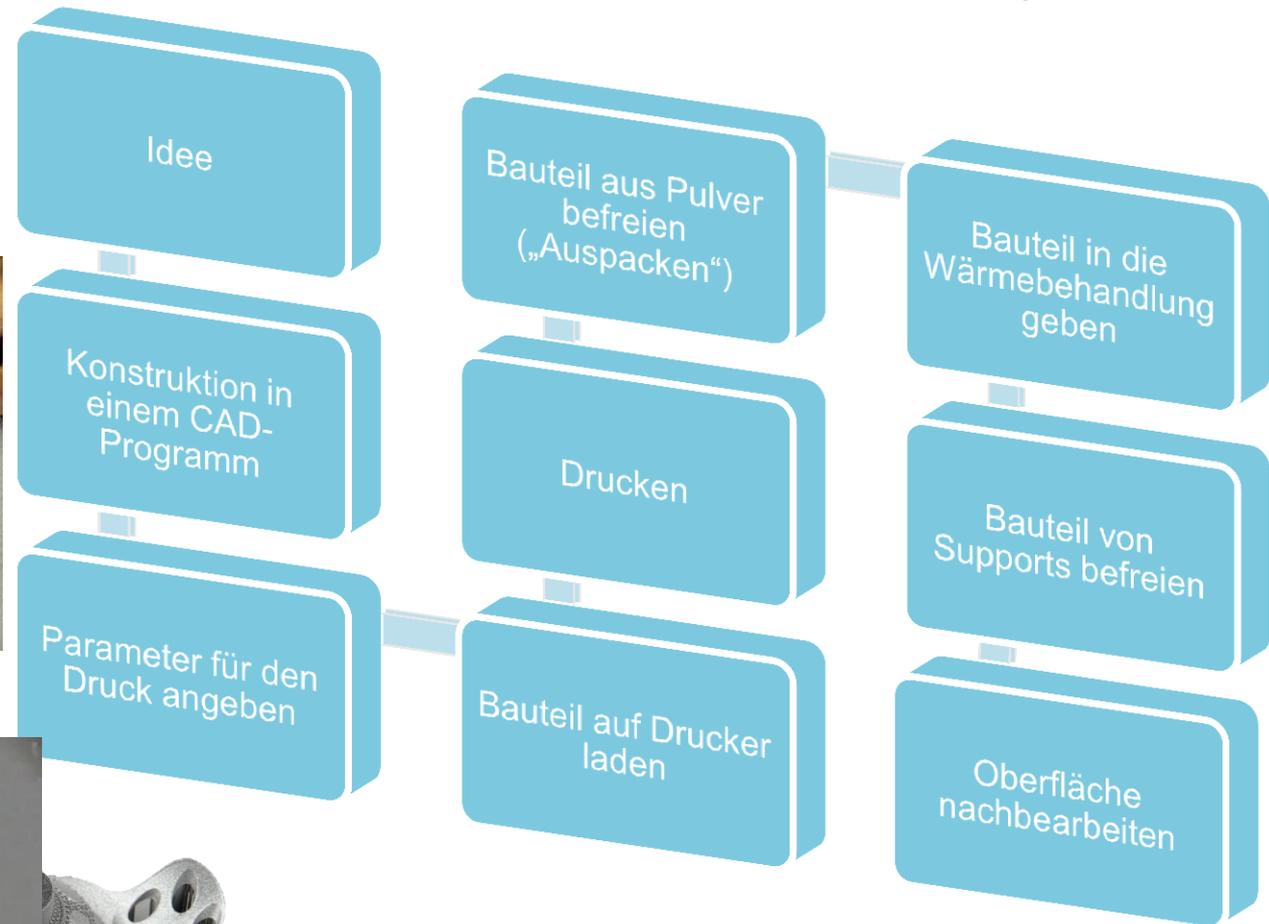
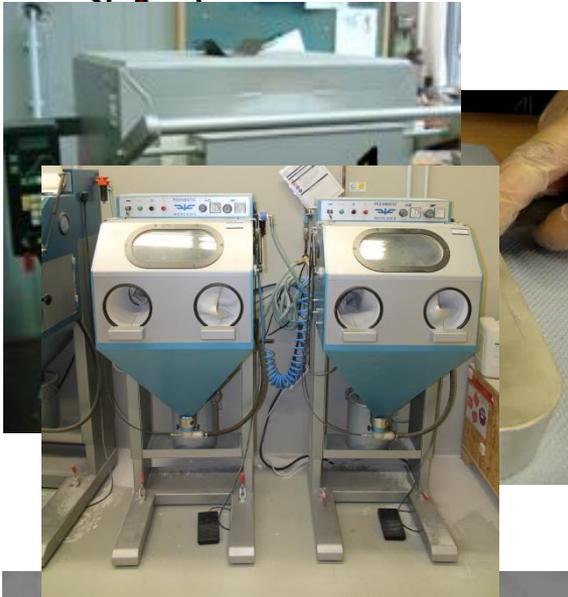


**1** Vorstellung der Light Experts

**2** **Additive Fertigung**

**3** Bionic Smart Factory 4.0

## Wertschöpfungsschritte für den 3D-Druck



# Erfolgsschritte zur effizienten Bauteilauswahl für additive Verfahren

## Auswahlmethodik



### Bauteileigenschaften

- Randbedingungen
- Funktionsanforderungen
- Geometrie

1

### Materialeffizienz

- Mögliche Gewichtsreduktion durch Topologieoptimierung
- Abschätzung des optimierten Bauteilgewichts

Effizienzpotential

2

### Funktionseffizienz

- Schwingungs- und Geräuschkämpfung
- Turbulenzanregung oder Strömungsgleichrichtung
- Angepasste Steifigkeit
- Porösität, Durchlässigkeit

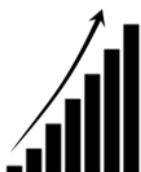
Funktionspotential

3

### Kosten / Zeit

- Entwicklungskosten
- Rohstoffkosten
- Maschinen-, Werkzeug- und Personalkosten
- Vorlauf-/Prozesszeit

Herstellungskosten/-zeit



Businessmodellberatung



Schulung



Part-Screening



Part-Engineering



Materialqualifizierung



Ersatzteilprojekt

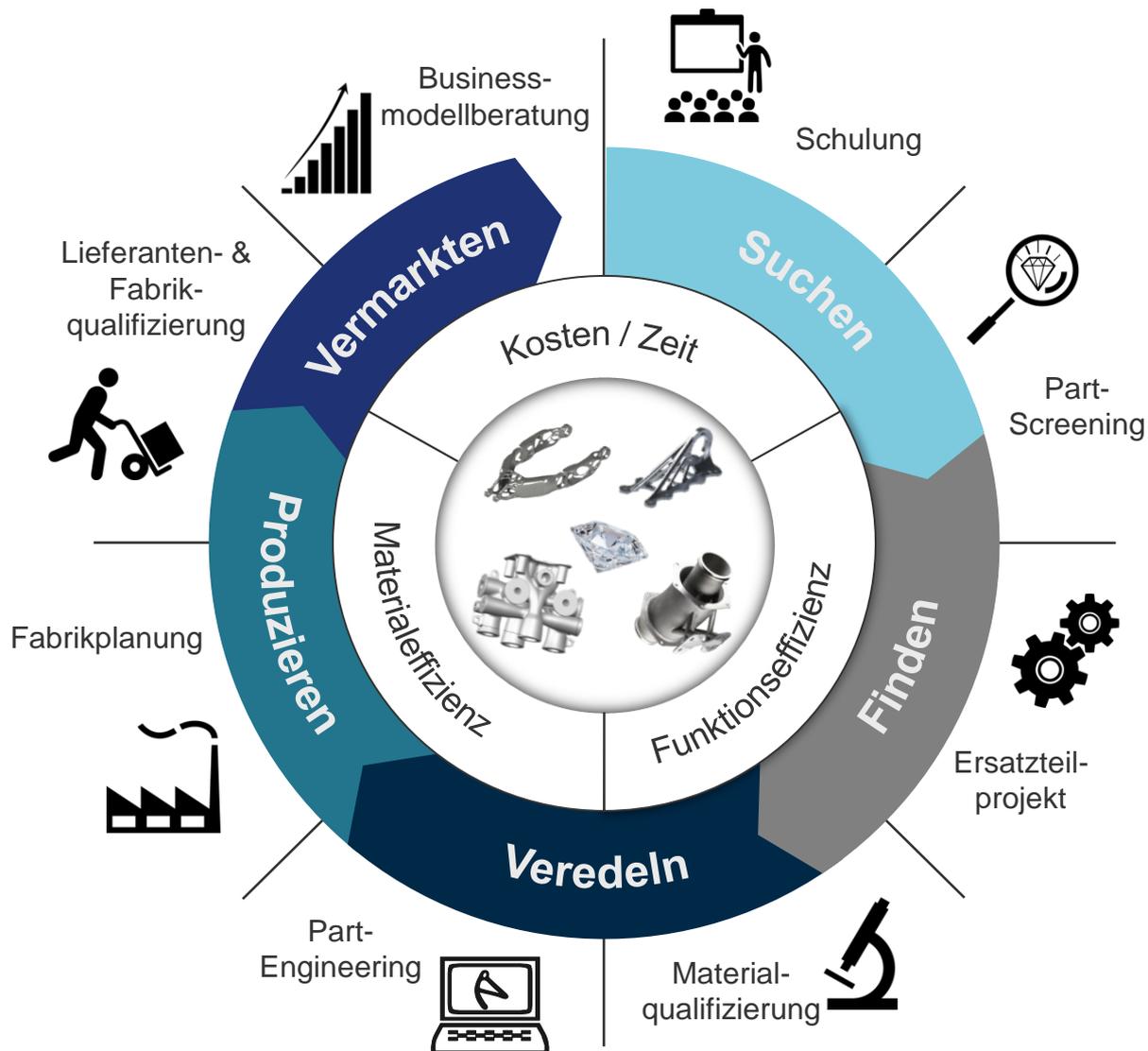


Fabrikplanung



Lieferanten- & Fabrikqualifizierung

# 3D-Druck Einführungsstrategie



## Bionisches Design für den flexiblen Leichtbau in der Automobilkarosserie



2014



### EDAG „Genesis“ - Projekt

- Durch die Natur inspirierte, bionische Designs als Vorbild für die Automobilindustrie



2015



### EDAG Light Cocoon inkl. Next Generation Spaceframe 1.0

- Radikaler Leichtbau-Sportwagen: Tragende Kunststoff-Karosserie mit Textilbespannung
- Flexible Vorderwagenstruktur in Hybridbauweise: Stahl LAM + Profile



CONCEPTLASER



2017



### Next Generation Spaceframe 2.0

- Aluminium-Mehrkammerprofile + topologieoptimierte LAM-Knoten
- 20% Gewichtsersparnis gegenüber Serie
- Validierung verschiedener Fügetechniken



Constellium SIEMENS



EDAG CONCEPTLASER

# Gliederung

1 Vorstellung der Light Experts

2 Additive Fertigung

3 **Bionic Smart Factory 4.0**

# Die additive Produktion muss mit der geeignete Kostenstruktur erfolgen

## Fremdvergabe



z.B.  
BIONIC  
PRODUCTION   
**toolcraft**



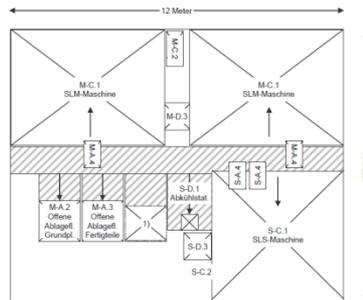
Investment: ab **0,1 Mio. EUR**

- Anbahnung, Schulung und Grundausbildung von Personal
- Engineering-Dienstleistungen

Fremdvergeben werden...

- Alle Bearbeitungstätigkeiten

## Integrierte additive Fertigung



Investment: ab **1,5 Mio. EUR**

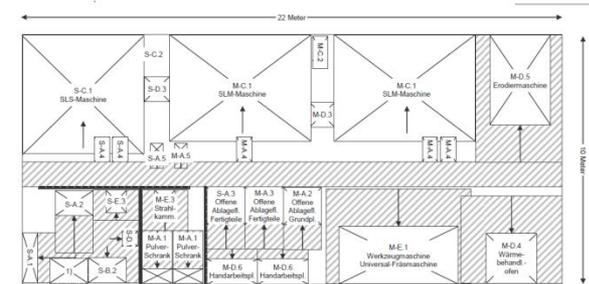
Zusätzlich integriert sind...

- Additive Fertigungsmaschinen für Kunststoff und Metall
- Drahterodieren

Fremdvergeben werden...

- Nachbearbeitungsschritte

## Vollständige additive Fabrik



Investment: ab **5 Mio. EUR**

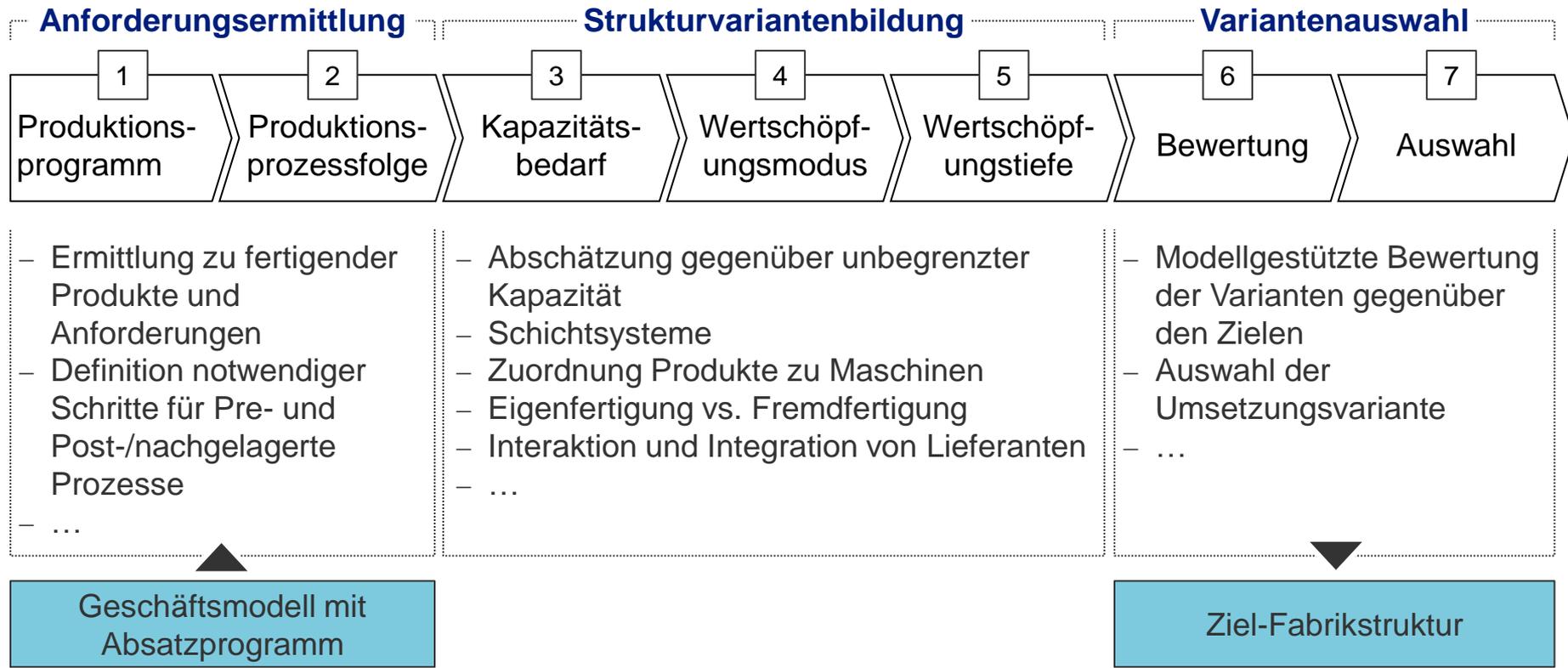
Zusätzlich integriert sind...

- Weitere AM Maschinen
- Wärmebehandlung
- Zerspanende Nachbearbeitung

Fremdvergeben werden...

- Investitionsintensive Nachbearbeitungsschritte (z.B. HIP)

▶ Die vorgestellte Methode leitet in 7 Schritten die Ziel-Fabrikstruktur aus dem Geschäftsmodell ab

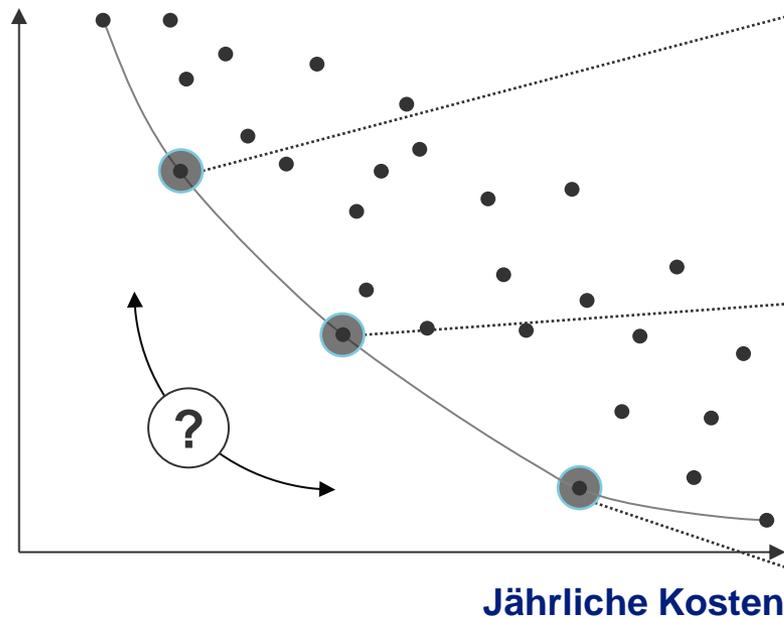


# Zielbild: Simulationsbewertung von Fabrikstrukturen zur Erstellung der Pareto-Front

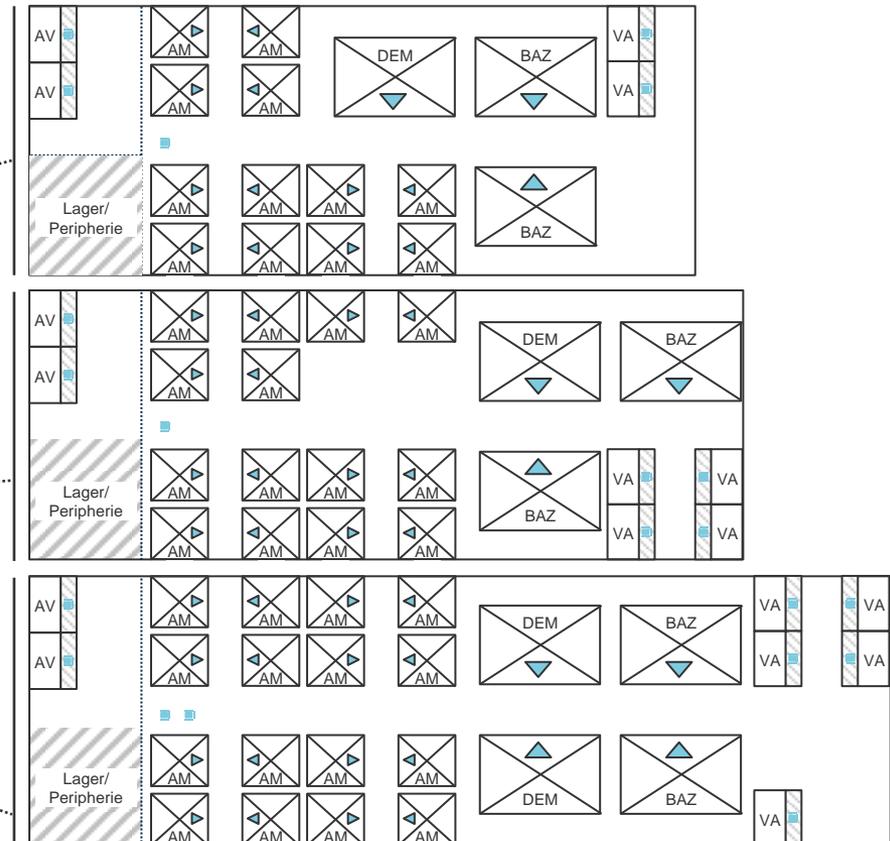
Illustration

## Bewertung der Zielerreichung

### Durchschnittliche Durchlaufzeit



## Skizze der zugehörigen Fabrikstruktur



— Pareto-Front

● Zielerfüllung der Fabrikstruktur

AM: Additive Maschine; HIP: Heißisostatische Presse; DEM: Drahterodiermaschine BAZ: Bearbeitungszentrum; AV: Arbeitsvorbereitung; VA: Vorarbeiter

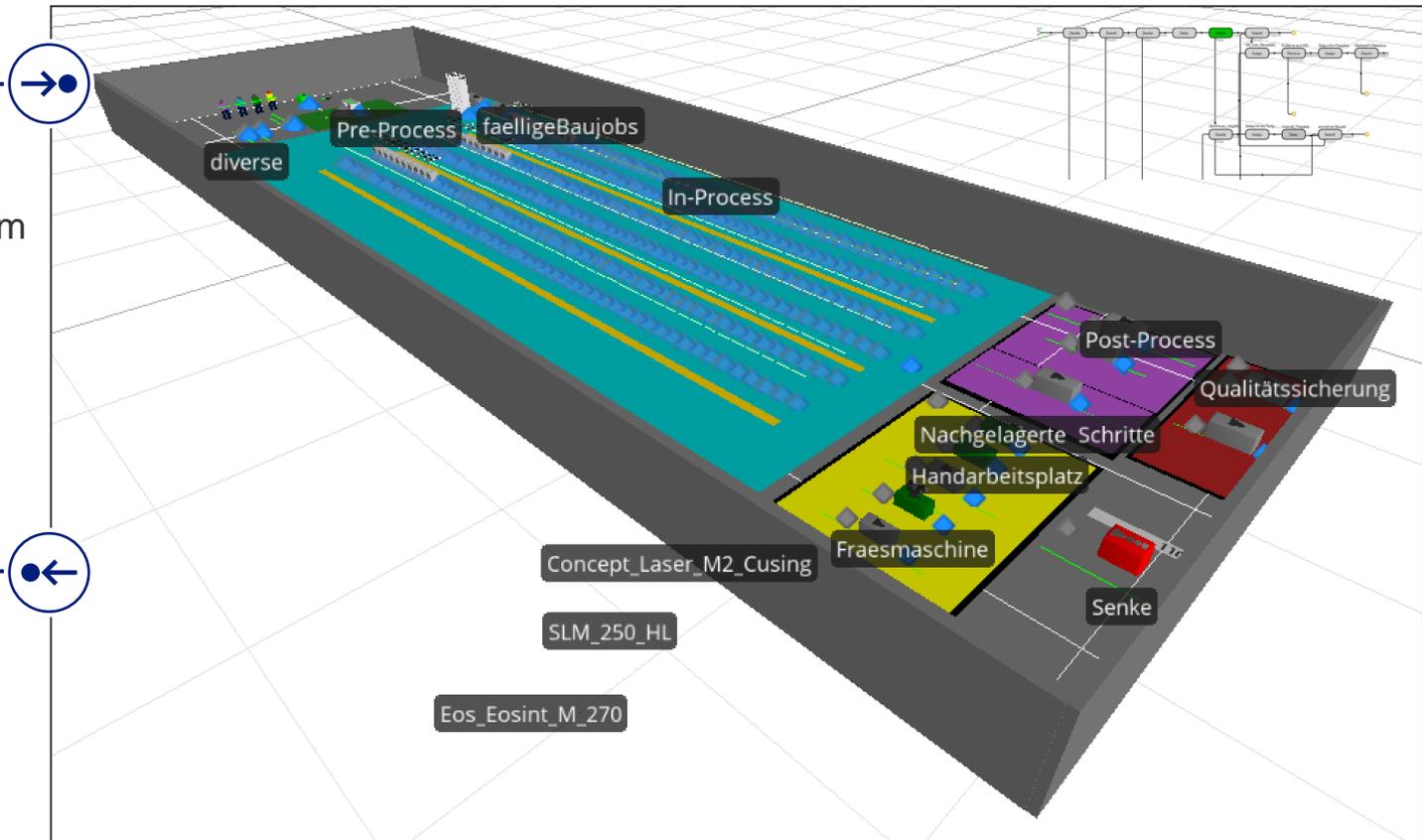
# Das Modell zur Bewertung von Fabrikstrukturen wurde in der Modellwelt von Simio implementiert

## Eingangsgrößen

- Fabrikstruktur
- Leistungsparameter
- Produktionsprogramm

## Ausgangsgrößen

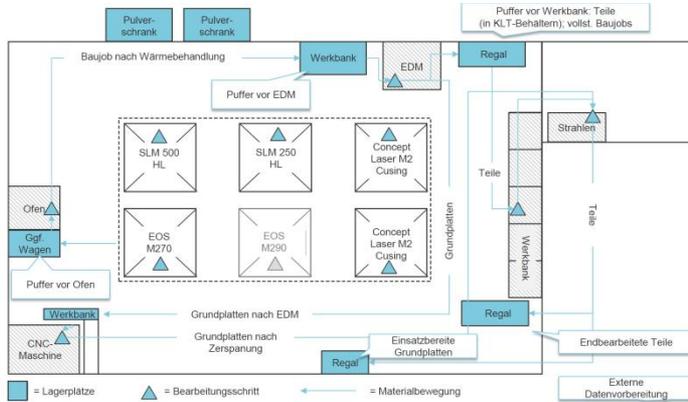
- Fabrikstrukturkosten
- Durchlaufzeiten je Produkt
- weitere logistische Zielgrößen



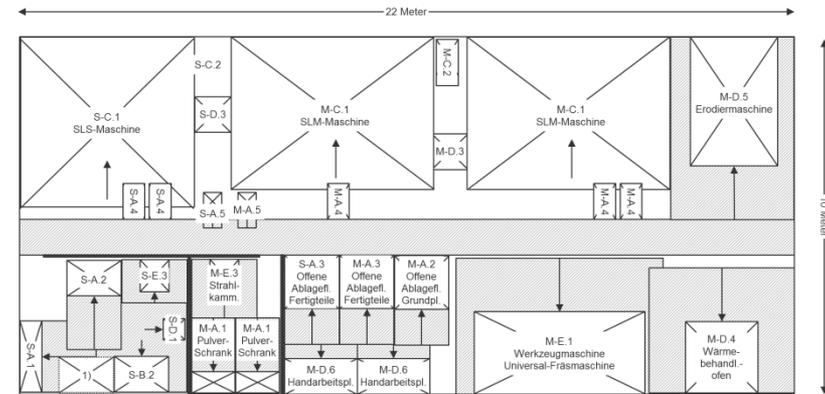
# Fabrikplanung für den industriellen 3D-Druck



## 1 Ideale Fabrikstruktur nach Pflichtenheft



## 2 Reale digitaler und maschineller 3D-Druck



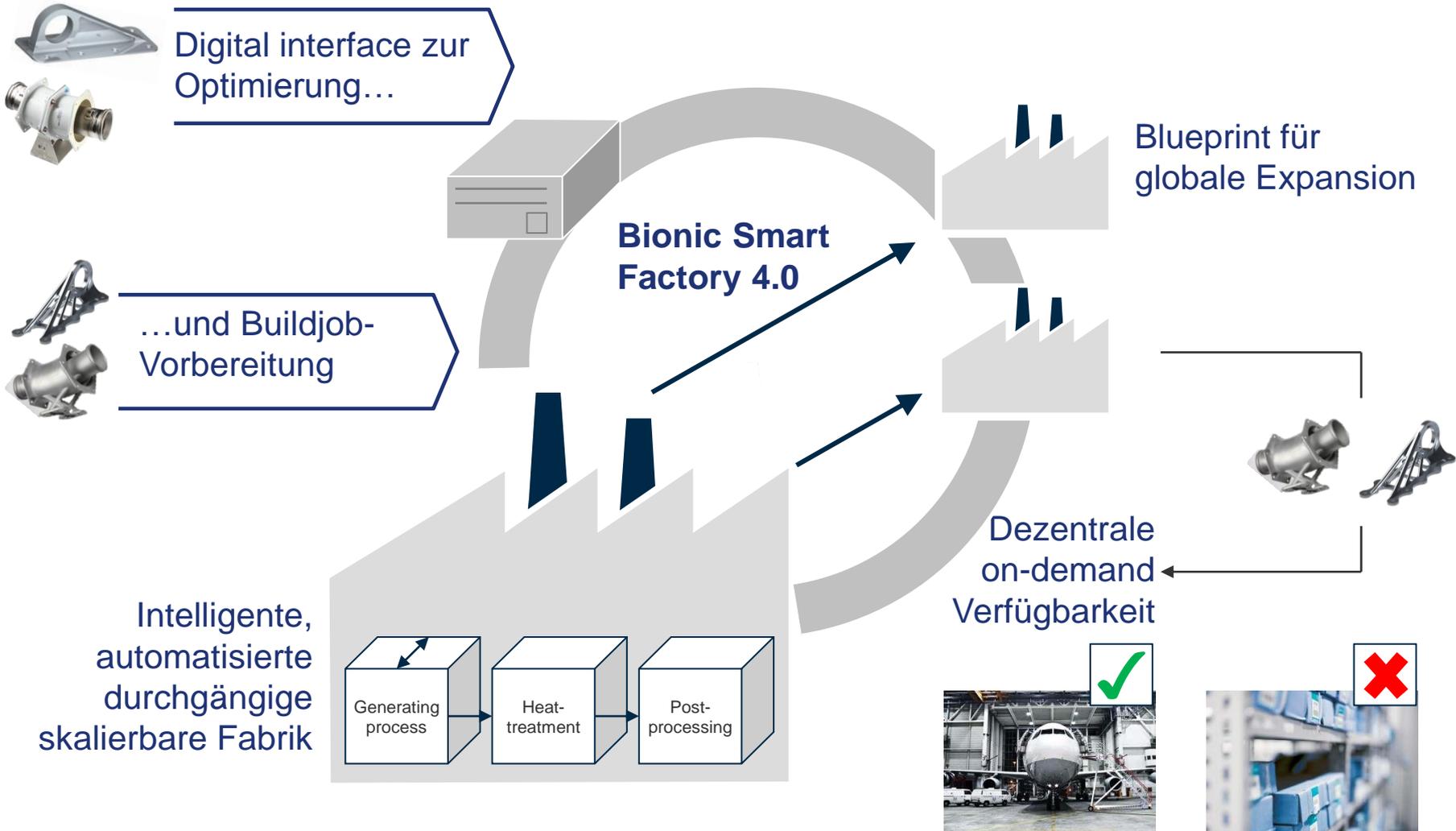
## 3 3D-Visualisation der Fabrik



## 4 Animation der 3D-Druck Operationen

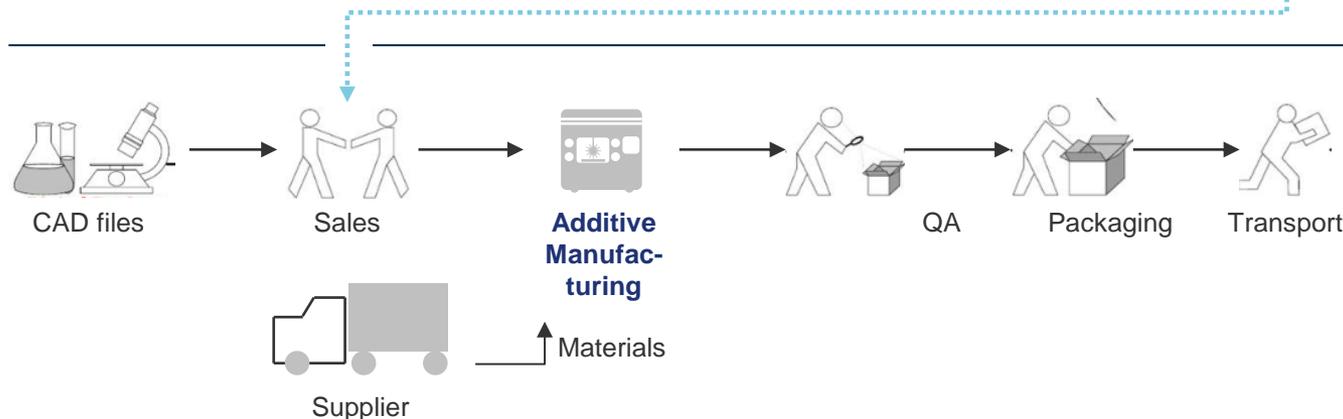
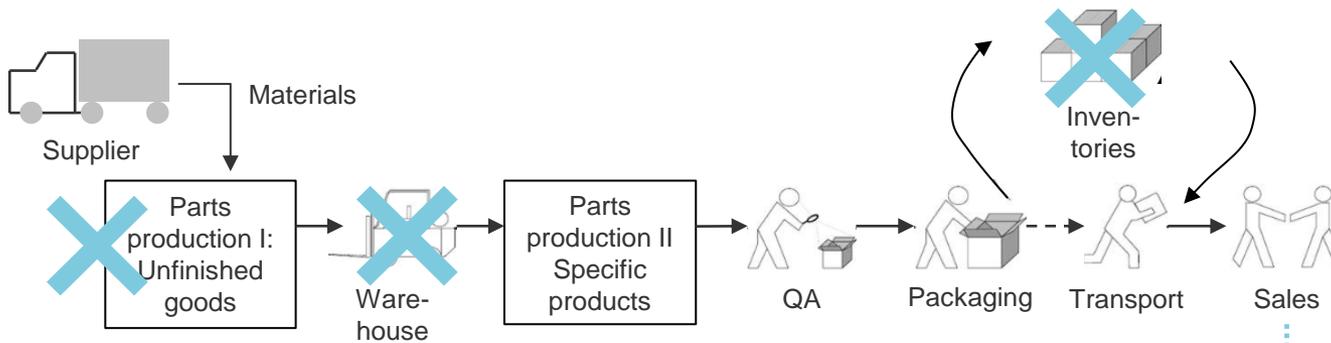


# Bionic Smart Factory: Der Ansatz zu globaler, digitaler Fertigung...



... wird durch die Möglichkeit zur direkten Fertigung aus CAD Daten umgesetzt

## Konventionelle Prozesskette



## AM Prozesskette

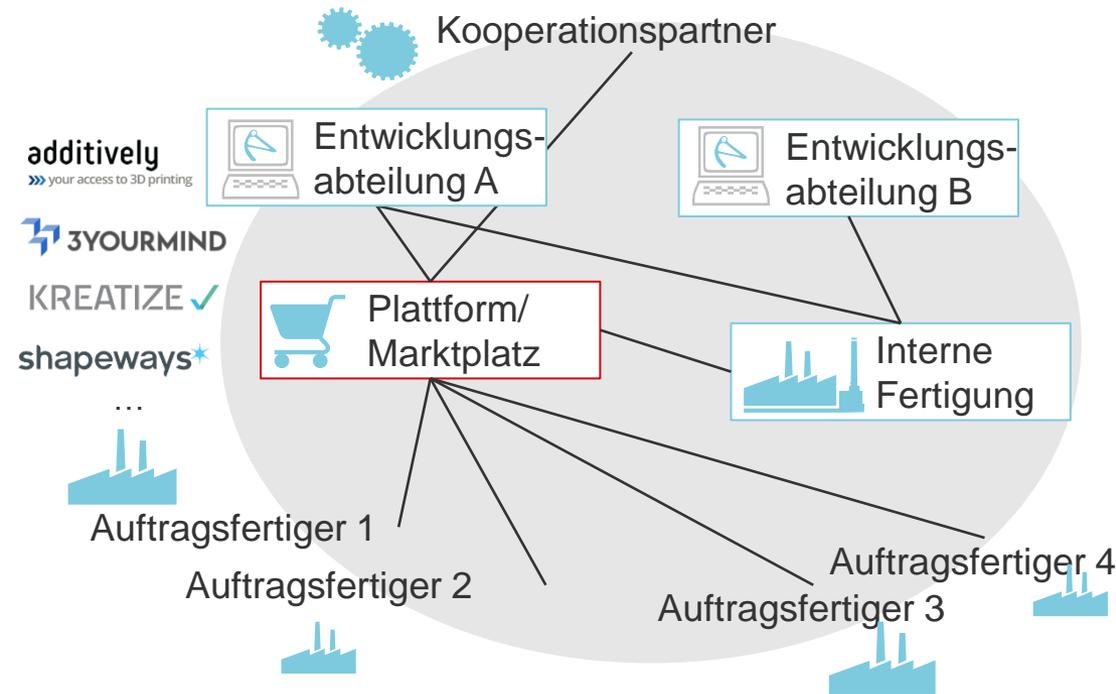
## Implikationen

- Vereinfachen und standardisieren des Fertigungsprozesses
- Sales Vorgang löst die AM Prozesskette aus
- Reduktion von Lagebeständen
  - weniger stock keeping units (SKUs) durch Bauteilintegration
  - Vorräte und work in progress wird reduziert durch on demand Produktion
  - Einkauf und Wareneingang wird durch Pulver vereinfacht

Source: Mavri (2015), LZN Laser Zentrum Nord

## Hypothese: Standardisierte Prozesskette ermöglicht effektive Marktplätze für Teilefertigung

### Industrie 4.0 – Ad-hoc Vergabe und Disposition



### Details

Direkte Fertigung anhand standardisierter DV-Formate ermöglicht **Entfall produktspezifischer Industrialisierung** – Vorteile:

- Einfache **Vergabe und Disposition** von Fertigungsaufträgen über Unternehmensgrenzen hinweg
  - Ausschreibungen
  - Ad-hoc Disposition (Kapazitätsengpässe)
- (Teil-)automatisierte Vorgänge ermöglichen **Marktplatzmodelle mit Brokerfunktion** – Einkaufsfunktion noch notwendig?

# Die **Smart Platform** erlaubt die Automatisierung der Datenprozesskette

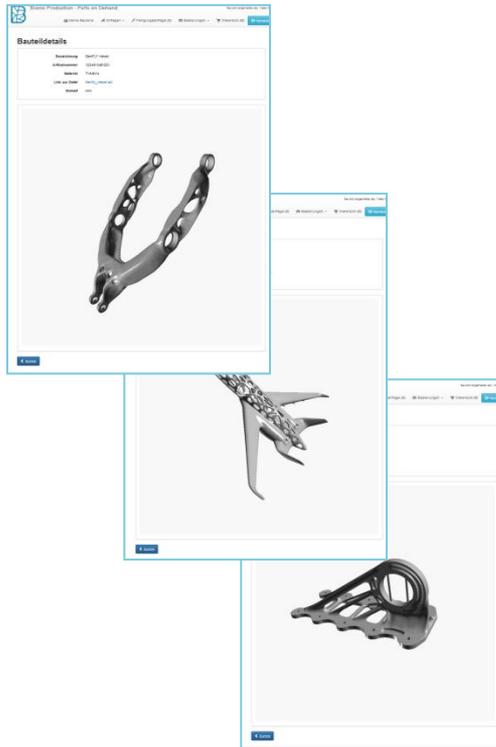
Smart Platform:  
Schnittstelle

Daten-  
vorbereitung

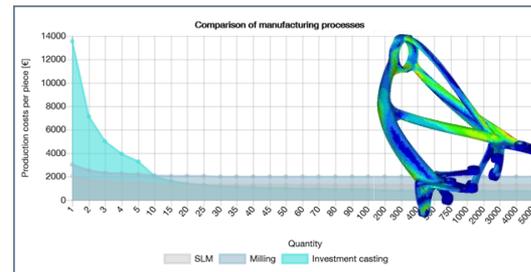
Additive  
Fertigung

Nach-  
bearbeitung

## CAD Dateiupload



## Online-Services



- Parts on Demand
- Angebotskalkulation
- Technologievergleich (additive Fertigung vs. Guss und Zerspanung, stückzahlabhängig)

## Bestellabwicklung in der Cloud

Bauteil	Bezeichnung	Artikelnummer	Material	Stückzahl	Gewünschtes Lieferdatum
	GenFLY Hebel	12345-344-221	TIAD0V4	1	
	Concept Plane	23456-556-778	PA12	1	31.07.2015
	FCRC	23445-567-443	TIAD0V4	1	21.06.2016



## In der **Bionic Smart Factory 4.0** wird die additive Fertigung zur Serienreife geführt



### Bionic Smart Factory 4.0



- Aufbau in drei Ausbaustufen (1.0, 2.0 und 4.0)
- Investition in vollständige, teilautomatisierte Prozesskette
- Standorte: Lüneburg und Hamburg
- Branchen: Mobilität (Luftfahrt, Automobil, Bahn), Medizintechnik, Maschinenbau
- Leistungen: Spare Parts on Demand, Part Screening, Produktion
- Zertifikate: ISO 9001, DIN EN 9100 in Arbeit



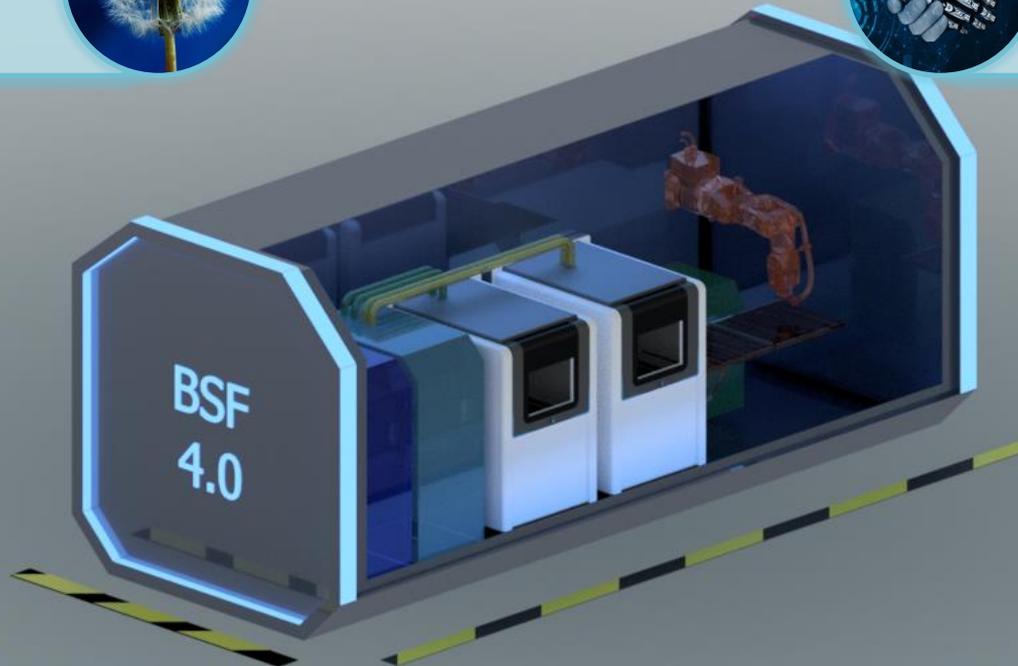
# Bionic Smart Factory 4.0

*Detailierung und Vorstellung auf Formnext 2017*

**Zero Contamination**



**Zero Manual Labour**



**Cloud Production**



**De-Centralized  
& Modular**



## Bionic Smart Factory 4.0

### *Aufteilung in einzelne Fabrikelemente*

#### I) zero contamination facility

- kein offenes Pulver in der Fabrik
- Endprodukt ohne Restpulver
- automatisierte Reinigung der Maschinen

#### II) zero manual labor facility

- keine manuellen Tätigkeiten in Prozesskette
- geringerer Arbeitsschutz zwischen Maschinen
- 24/7 Produktion möglich



#### III) decentralized container facility

- transportierbare Fertigungseinheiten, die direkt ohne Fachpersonal betrieben werden kann
- Standfläche bilden Containereinheiten

#### IV) modular facility concept

- skalierbar durch Kombination mehrerer Fertigungseinheiten
- an Produktionsprogramm anpassbarer Aufbau

▶ **Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



M.Sc. Markus Heilemann

Tel: +49 (0)40 48 40 10 - 627  
Fax: +49 (0)40 48 40 10 - 999  
markus.heilemann@lzn-hamburg.de  
Homepage: [www.lzn-hamburg.de](http://www.lzn-hamburg.de)

