

# PULVERBETT TRIFFT PULVERDÜSE

+ Christoph Machowetz

Pacemaker für  
High-End-  
Präzisions-Bauteile

# TOOLCRAFT-FACTS

# TOOLCRAFT – IN ZAHLEN UND FAKTEN

417 Mitarbeiter    3 Vorstände    54 Auszubildende

2 Standorte    8 Zertifikate

Gründungsjahr  
1989

Umsatzwachstum  
Ø10% p.a.



ADDITIVE FERTIGUNG



ROBOTIK



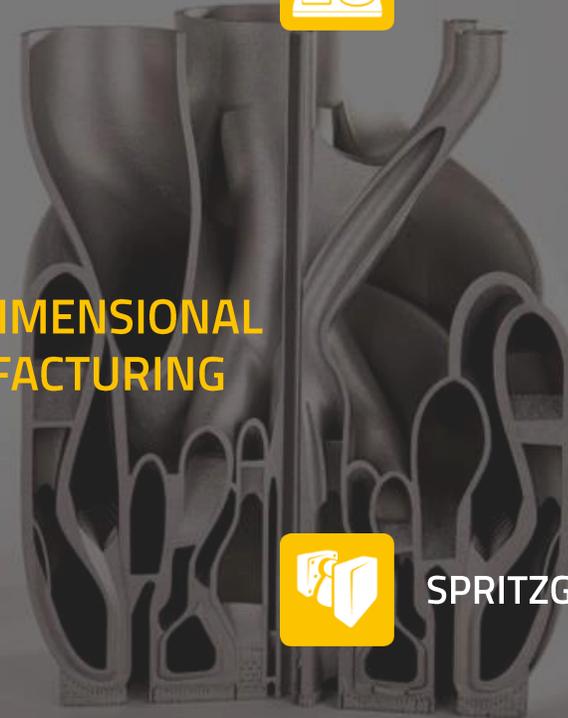
CROSS DIMENSIONAL  
MANUFACTURING



ZERSPANUNG



SPRITZGUSS + FORMENBAU





### ADDITIVE FERTIGUNG

12 PULVERBETTANLAGEN  
1 LMD-ANLAGE  
1 LMD-ROBOTERSYSTEM  
AM-ZENTRUM, AM-LABOR



### ROBOTIK

UNIVERSELL EINSETZBARE  
AUTOMATISIERUNGSLÖSUNGEN  
UND BEARBEITUNGSZELLEN



### ZERSPANUNG

60 CNC-GESTEUERTE BEARBEITUNGSZENTREN  
3 BIS 9 ACHSEN TECHNOLOGIE  
DREH-FRÄSANLAGEN



### SPRITZGUSS + FORMENBAU

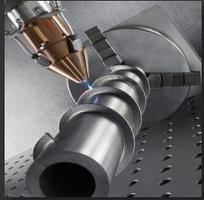
28 SPRITZGUSSANLAGEN  
0,01 – 350 G BAUTEILGEWICHT,  
150 BIS 2.200 KN SCHLIEßKRAFT

# AM-MEILENSTEINE

**2005**  
Nachbearbeitung 3D-Druck Bauteil

**2017**  
Steps zur Industrialisierung

- Bau und Bezug AM-Center
- Etablierung Labor
- Einführung Siemens NX



**Aktuell**  
12 L-PBF-Anlagen  
1 LMD-Anlage  
1 LMD-Robotersystem



**2011**  
Implementierung  
Geschäftsbereich  
Additive Fertigung

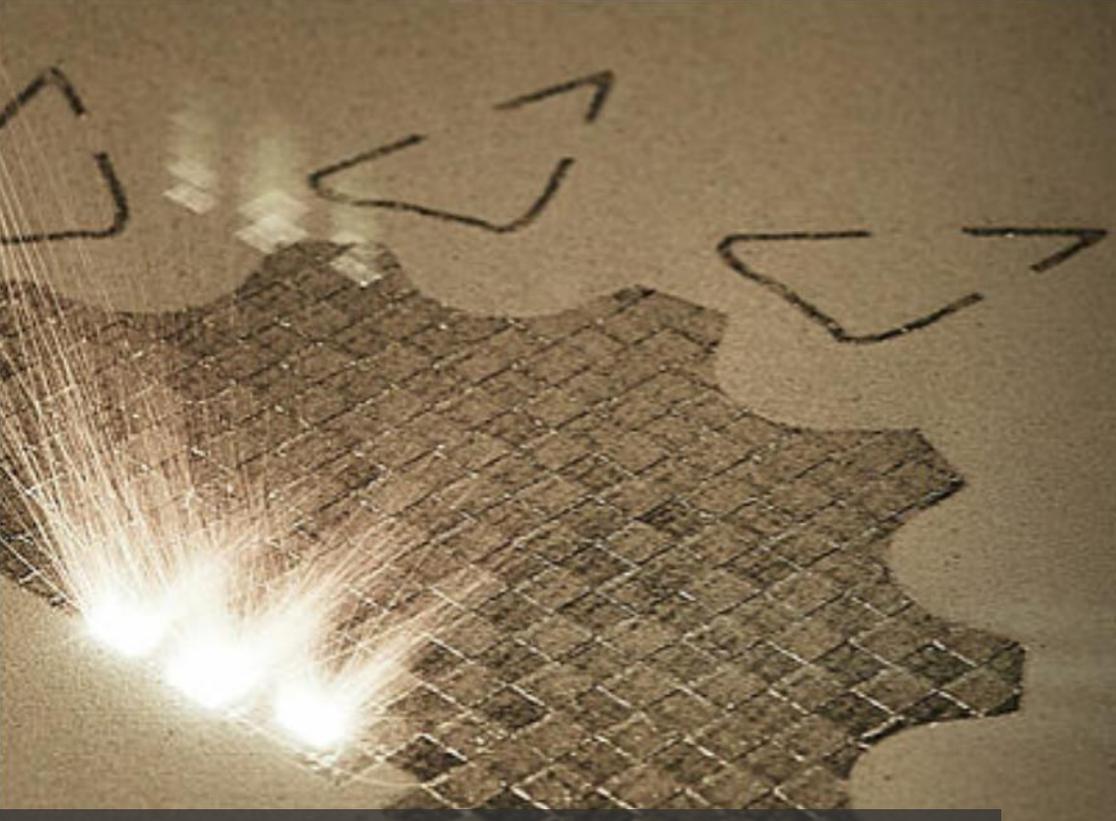
**2017**  
Spezielle Zertifizierungen



- Nadcap
- DIN 2303
- TÜV Süd AM

**2020**  
Start Geschäftsbereich





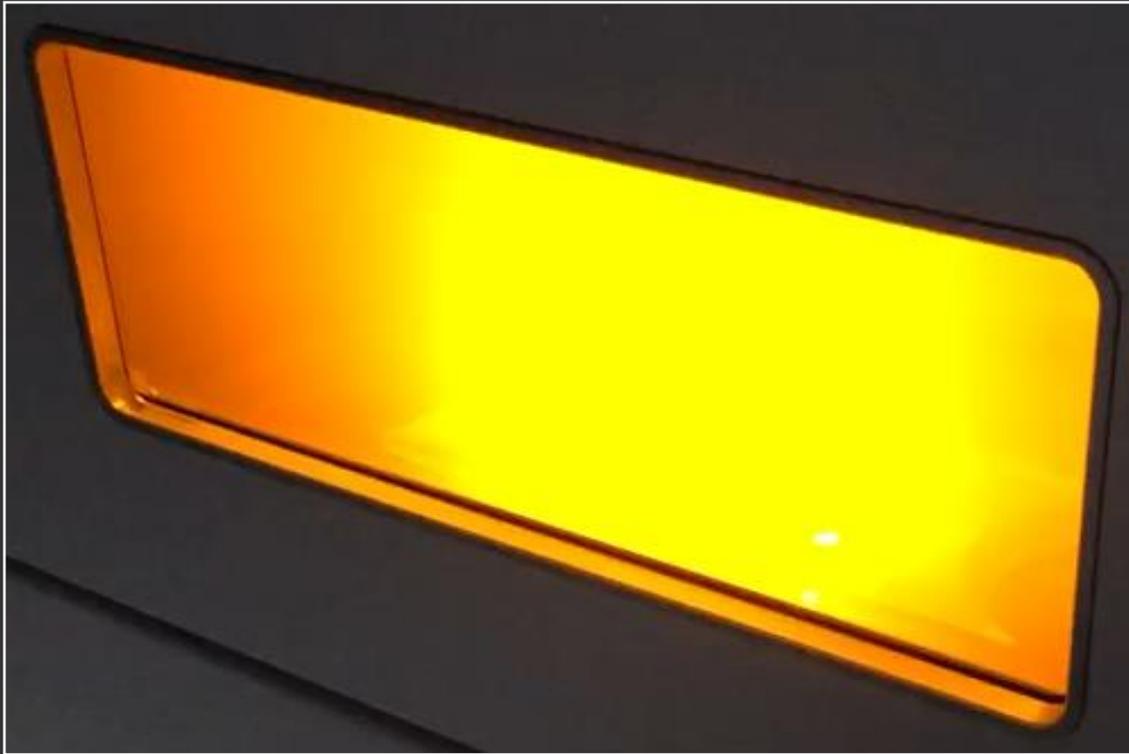
# L-PBF UND LMD

POTENTIALE UND SCHNITTSTELLEN

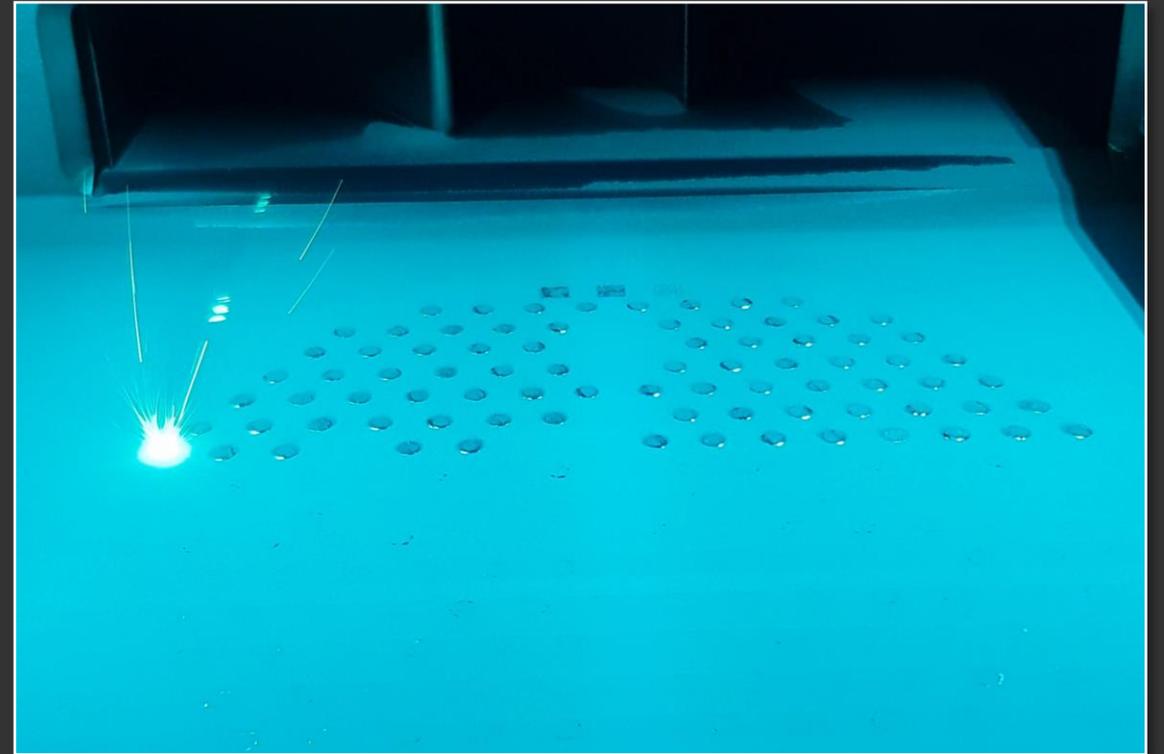


# L-PBF PULVERBETT

Single Laser – hier grün (Kupfer)

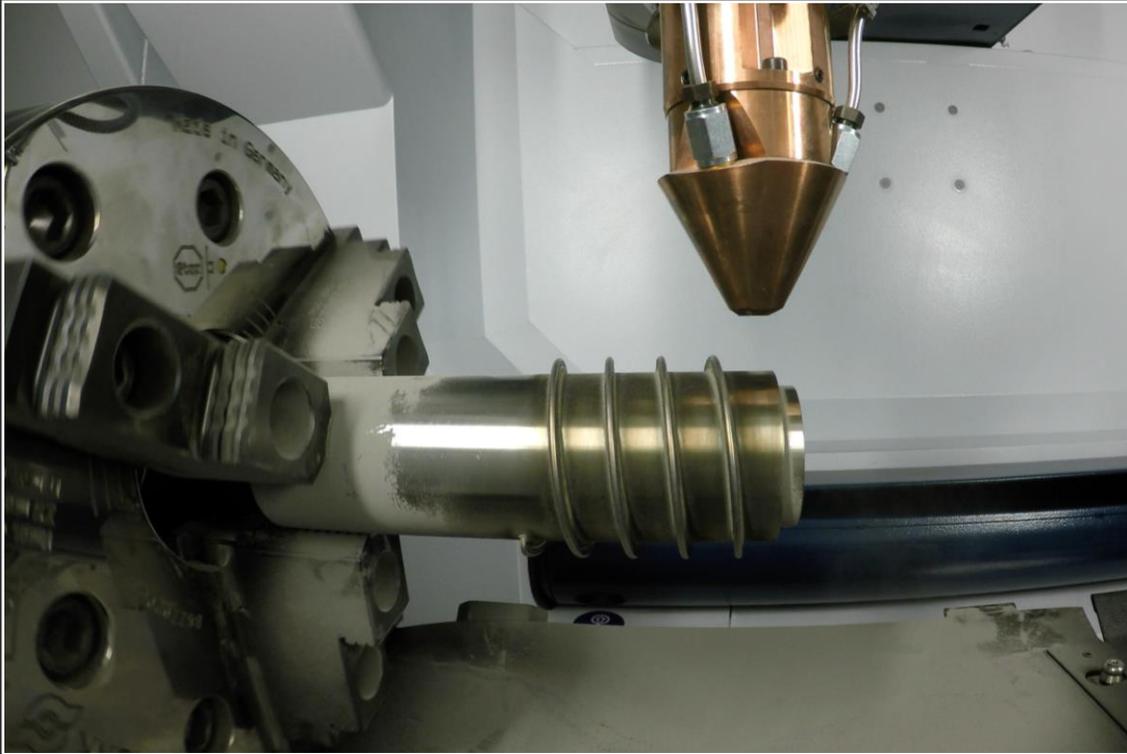


Multi Laser – rot (Titan)

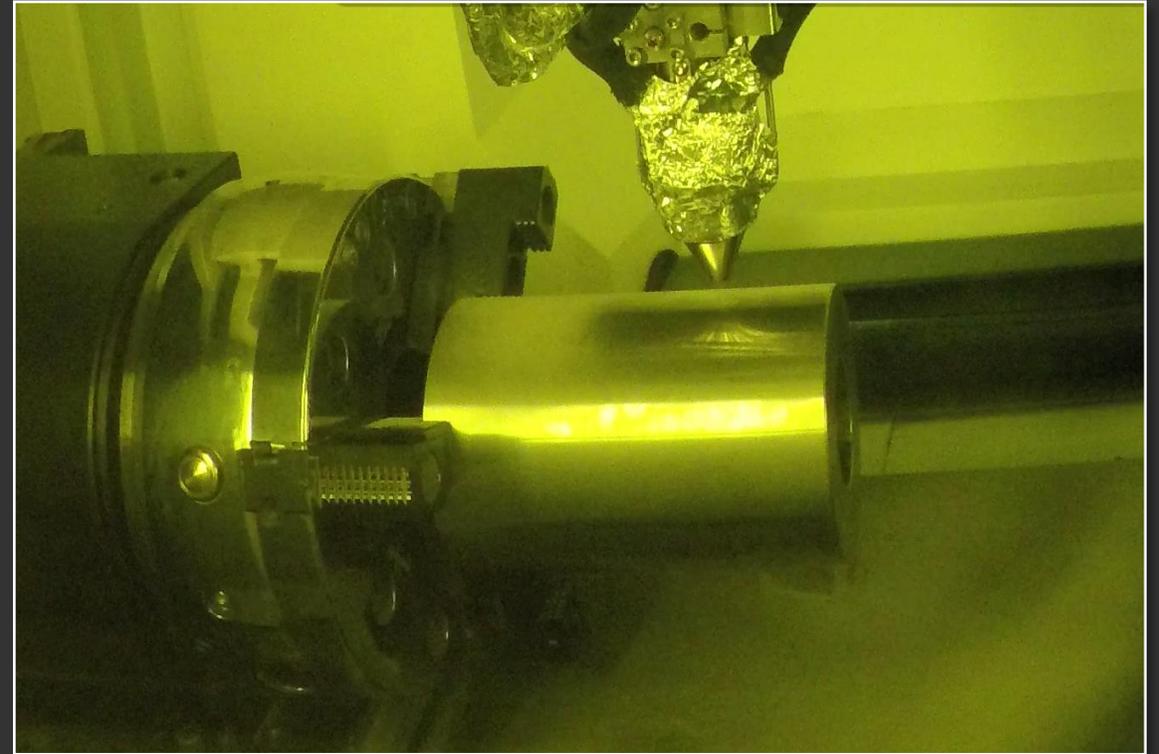


# LMD/PULVERDÜSE

Konventionelles LMD – Verfahren ( Additiv )



EHLA – Verfahren ( Beschichtungen )



# PULVERBETT TRIFFT PULVERDÜSE

VEREINIGUNG DER POTENTIALE



# TECHNOLOGIEN L-PBF UND LMD

## ANWENDUNG UND POTENTIALE

### Laser powder bed fusion (L-PBF)

Leichtbau



Komplexität



Funktionsintegration



Individualisierung



### Laser metal deposition (LMD)

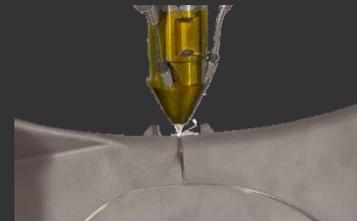
Beschichtung



Reparatur



Fügetechnik



Hybride Bauteile



# CASE-STUDY

## TURBINENSCHAUFEL



+ TECHNOLOGIE:  
Additive Fertigung



+ EINSATZ:  
Lokomotive

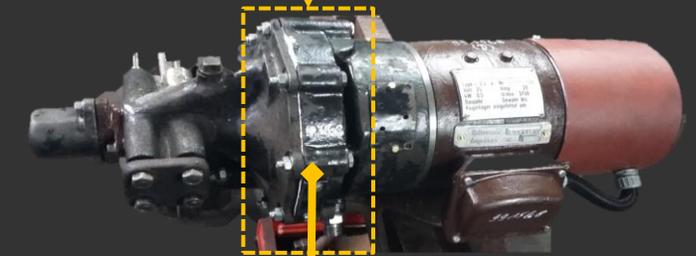
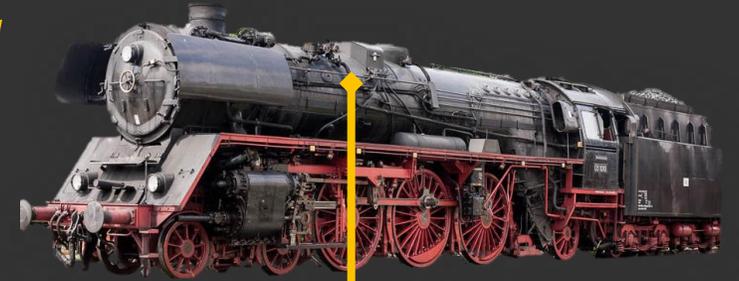


+ INDUSTRIE:  
Fahrzeugtechnik



+ MATERIAL:  
Nickelbasislegierung

# CASE STUDY „TURBINENSCHAUFEL“



## Ausgangssituation

- + Verschleißteil
- + Konventionelle Schweißmontage  
= Vernieten des Außenrings mit Schaufeln
- + Austausch ist teuer und zeitaufwändig
- + Reparationschritte nur durch Demontage der Baugruppe

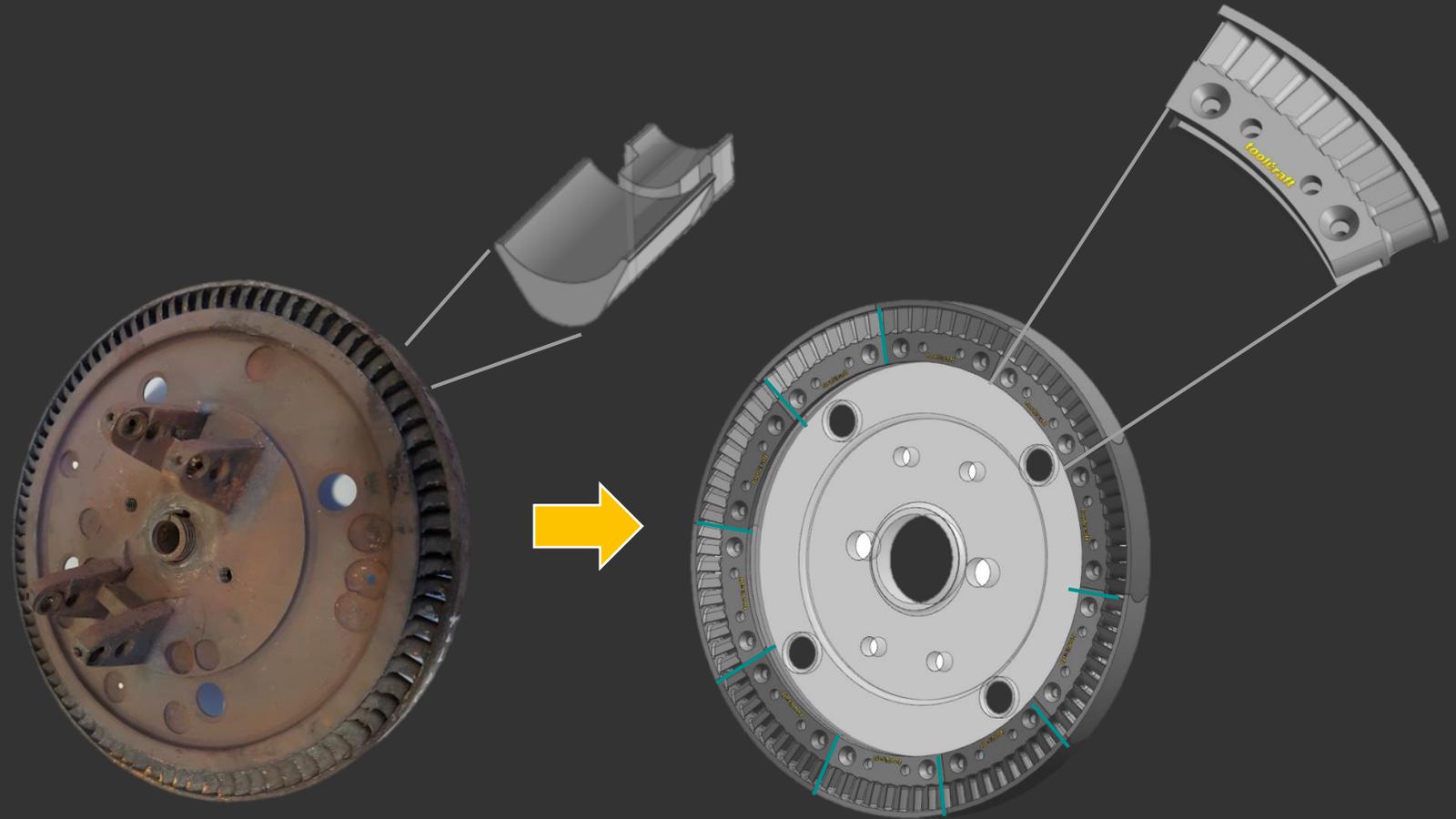
Quelle: Deutsche Bahn

# CASE STUDY „TURBINENSCHAUFEL“

## Mit additiver Fertigung

AM-geeignete Segmentierung durch konstruktive Optimierung

- + Kostenreduktion
- + Lösbare Verbindung
- + Verkürzte Montagezeit
- + Leistungssteigerung von 500 Watt auf 560 Watt





# CASE-STUDY

ADDITIVE LMD-DÜSE AUS KUPFER

# CASE STUDY LMD-KUPFERDÜSE



+ TECHNOLOGIE:  
Additive Fertigung



+ EINSATZ:  
LMD-Anlage



+ INDUSTRIE:  
Maschinenbau



+ MATERIAL:  
Kupfer-Chrom-Zirkon



# CASE STUDY LMD-KUPFERDÜSE

## Ausgangssituation

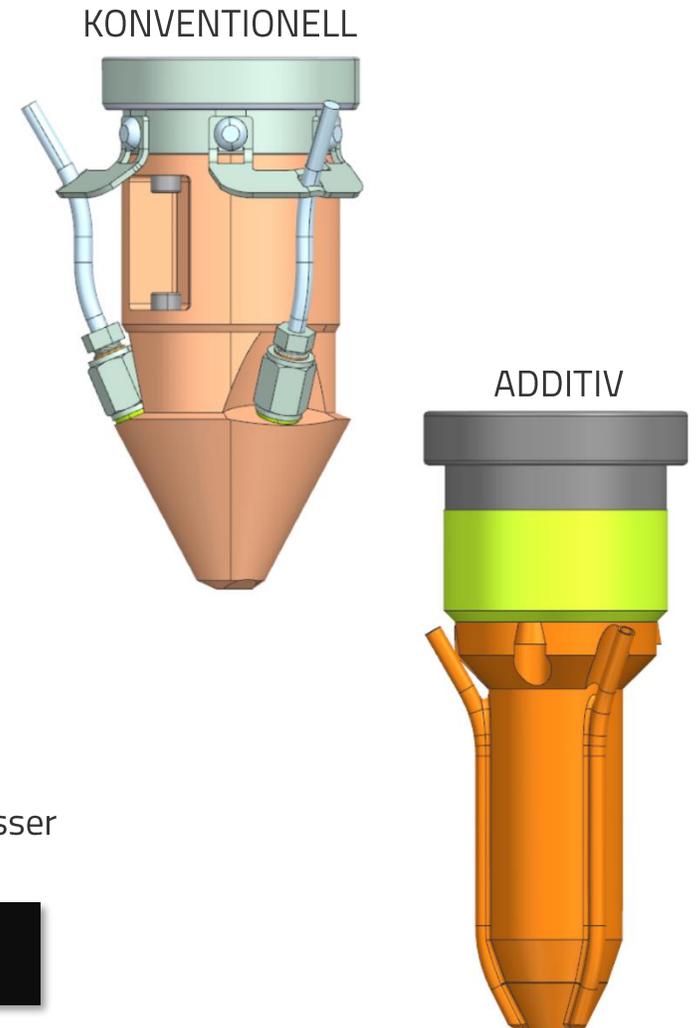
- + Baugruppe aus mehreren Bauteilen:
  - Mehrere Befestigungspunkte
  - Verschiedene Materialien
  - Hohe Anzahl an Schnittstellen und Anschlüssen
  - Begrenzte Kühlleistung
- + Breite Abmessungen und großer Durchmesser

Schweißen von Engstellen nicht möglich

## Mit additiver Fertigung

- + Ein Bauteil
  - Ein Befestigungspunkt
  - Ein Material
  - Eine Schnittstelle und Anschluss
  - Hohe Kühlleistung
- + Schmale Abmessungen und kleiner Durchmesser

Schweißen von Engstellen **möglich**

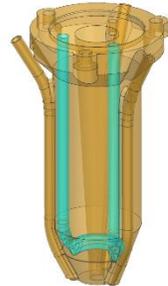


# ADDITIVE PROZESSKETTE LMD-DÜSE AUS KUPFER

CAD DESIGN



KÜHLKANAL



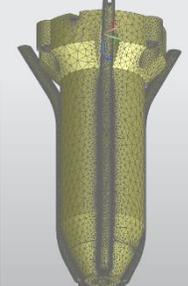
AUFMAß FRÄSEN



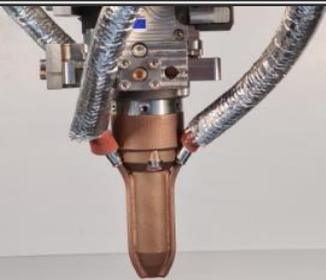
VERGLEICH



MESH DESIGN



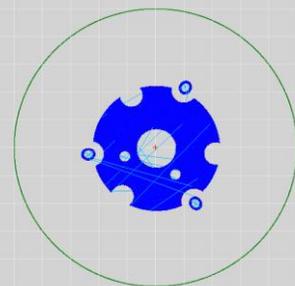
LMD-DÜSE



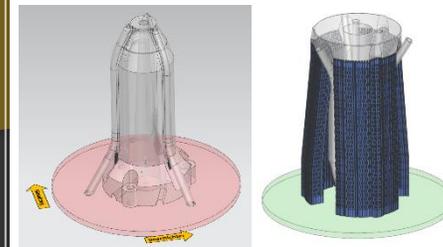
PROZESSFREIGABE L-PBF



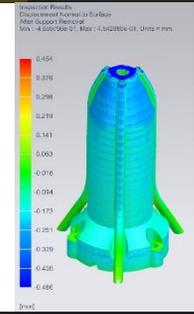
SLICING



BAUJOBAUFBEREITUNG  
INKL. SUPPORT



PROZESS SIMULATION



# DEFENCE-PROJEKT „L-PBF TRIFFT LMD “

## Ausgangssituation

- + Kompaktheit (kleiner Bauraum)
- + Geringes Gewicht
- Konventionelles Design / Fertigung nicht zielführend



## Mit additiver Fertigung

- + Funktionale Kabelzuführungen (konventionell nicht fertigbar)
- + Hohe langfristige Verfügbarkeit von Ersatzteilen
- + hohe Geschwindigkeit bei der Entwicklung des Trägerelements

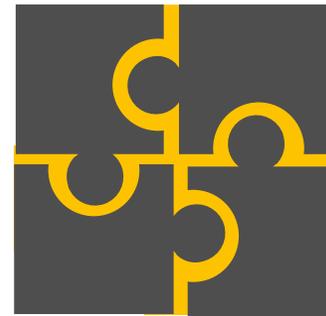
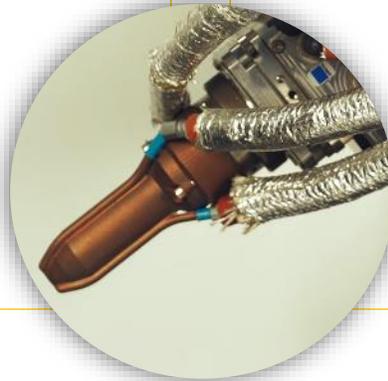
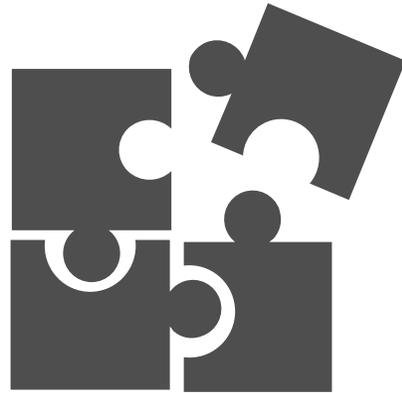


source:  
Tankograd – Militärfahrzeug 1/2022

# DEFENCE-PROJECT „L-PBF TRIFFT LMD“

Einzelbauteile mittels L-PBF

Fügeprozess mittels LMD



# CASE-STUDY

## SERPENTINE COOLER

# DIEHL

Defence

## KÜHLSCHLANGE – FUNKTIONSINTEGRATION DURCH AM



+ TECHNOLOGIE:  
Additive Fertigung



+ EINSATZ:



+ INDUSTRIE:  
Sicherungs- und  
Verteidigungsindustrie



+ MATERIAL:  
Inconel® 718



Quelle ©Diehl Defence GmbH & Co. KG  
UNCLASSIFIED

# KÜHLSCHLANGE – FUNKTIONSINTEGRATION DURCH AM

- + Materialmix wird vermieden
- + Innere Hohlstruktur
- + Kühlschlangen an die Elektronik angepasst (entlang der Wärmepunkte)
- + Hohe Korrosionsanforderungen, insbesondere im Inneren



Quelle ©Diehl Defence GmbH & Co. KG  
UNCLASSIFIED

# WAS FEHLT ZUM ABHEBEN?



# WIR FÜHREN SIE DURCH DAS AM LABYRINTH



- Wissensaufbau additive Fertigung
- Verständnis komplette Prozesskette
- Vermittlung von Informationen in einfacher, direkter und klarer Sprache
- Wissenstransfer auf das eigene Unternehmen
- Softwarenutzung und Datendurchgängigkeit

# PORTFOLIO

NEU:  
IHK Zertifikats-  
lehrgang

AM -  
Schulungen

Siemens  
NX Software

Individuelle  
Projekte

#GemeinsamWeiterbilden

**Industriefachkraft  
für Additive Fertigung –  
Operator:in/Konstrukteur:in (IHK)**  
Potenziale der additiven Fertigung  
erschließen und nutzen

IHK-Zertifikatslehrgang



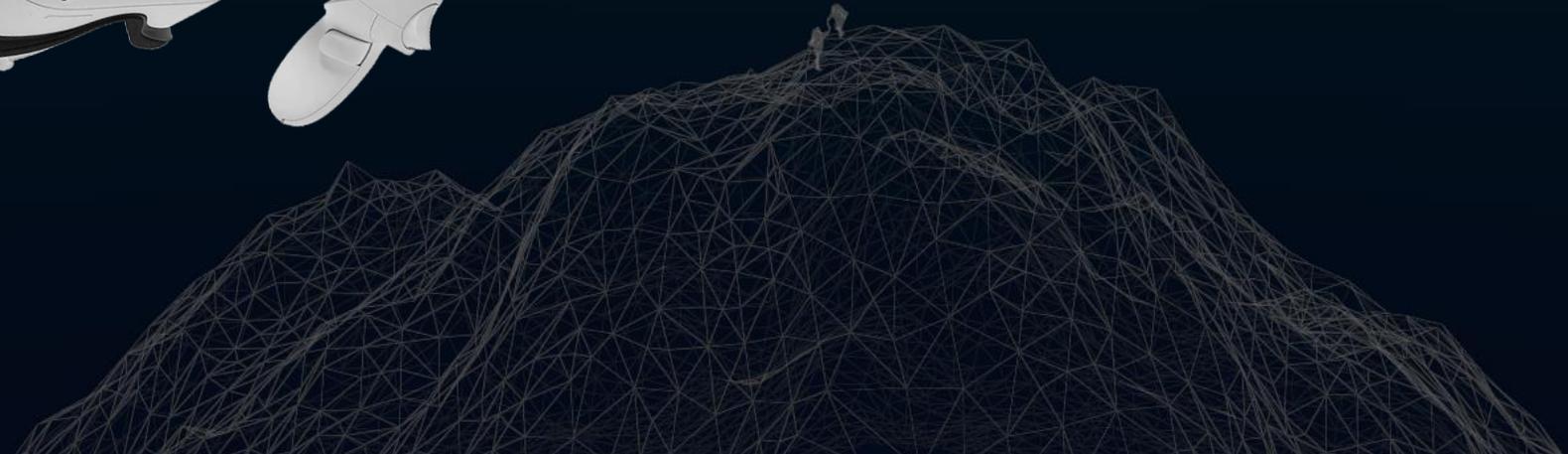
The brochure features a central image of a 3D printer in operation, with a person operating a control panel. The text is in German and includes the IHK logo and the slogan 'IHK - Die Weiterbildung'. The brochure also mentions 'IHK Kompetenz Plus' and 'Konzept Plus'.

IHK  
IHK - Die Weiterbildung

# NEXT LEVEL IN AM

Wird geladen

VIRTUAL INNOVATION AREA



Anlage rüsten ▶

ANLAGE VORBEREITEN ▶

BAUJOB DURCHFÜHREN ▶

ANLAGE ABRÜSTEN ▶

PULVER AUFBEREITEN ▶

BAUTEILE ENTPACKEN ▶

**VIRTUELLES TRAINING STARTEN ▶**



ENTPULVERUNG ▶



SOLUKON AT 800

WÄRMEBEHANDLUNG ▶



SECO WARRICK VAKUUMOFEN

TRENNEN ▶



IP CUT 150

SUPPORTENTFERNUNG ▶



OBERFLÄCHENFINISH ▶



ZERSPANUNG ▶





Die während des Prozesses entstandenen  
Schmutzpartikel müssen an der Tür  
absaugen. Der benötigte Sauger des  
befindet sich in der



Animation Timeline



1x

00:04



TÜREN ENTRIEGELN

KAMMERTÜR ABSAUGEN

TÜRSCHWELLE ABSAUGEN

ERREICHEN SIE IHR  
NEXT LEVEL IN AM!



# Pacemaker für High-End- Präzisions-Bauteile



Christoph Machowetz

toolcraft AG  
Handelsstraße 1  
91166 Georgensgmünd

T +49 9172 6956-0  
F +49 9172 6956-560

[christophmachowetz@toolcraft.d](mailto:christophmachowetz@toolcraft.d)

e