

# 3D-Druck in der Windenergie: Anwendungen für die Entwicklung und Ersatzteilbeschaffung

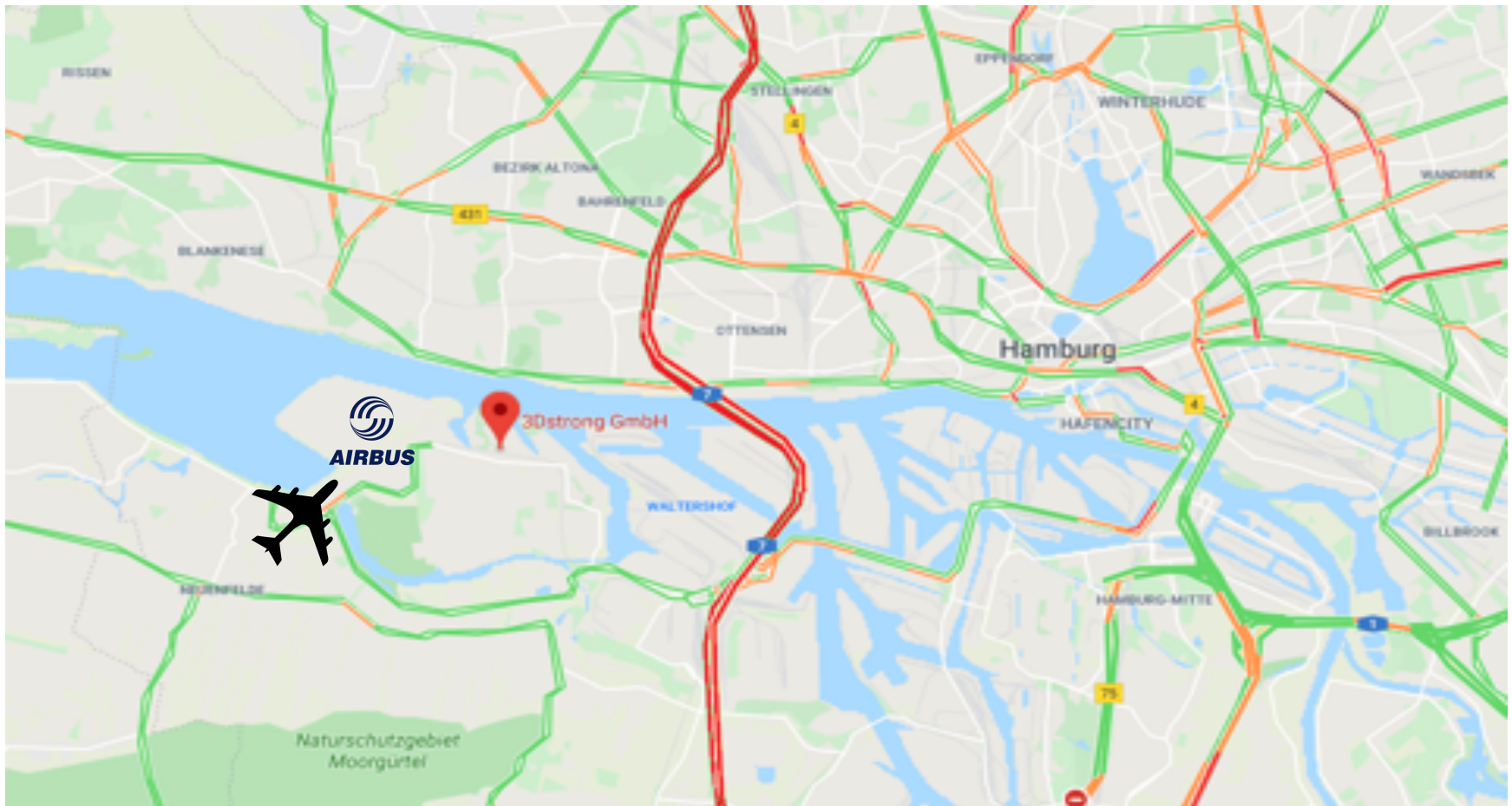
Dipl.-Ing. Alexander Backs, Geschäftsführer  
06.11.2019, Windenergietage 2019, Potsdam, Forum 24



# 3Dstrong GmbH



## Firmensitz Hamburg-Finkenwerder



# 3Dstrong GmbH



## Ausgründung des Ingenieurbüros SPITZNER ENGINEERS



[Home](#) [Ingenieurbüro](#) [Leistungen](#) [Karriere](#) [News](#) [Kontakt](#)



Mit Kompetenz aus Luftfahrt und Windenergie

zu innovativen Produkten

Instandhaltung

Ersatzteile

Reparaturlösungen und Werkzeugentwicklung

Kunststoffe

Metalllegierungen

Faserverstärkungen

CAD Design

Auslegung

Reverse Engineering



# Einordnung 3D Druck



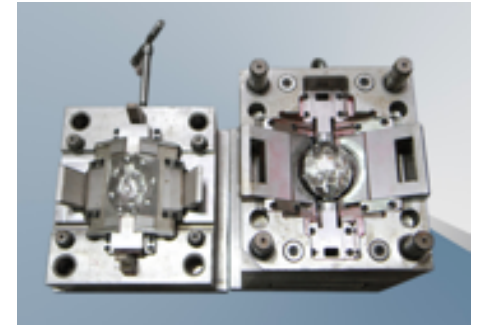
## Mechanische Fertigung

zB Drehen, Fräsen, Schleifen

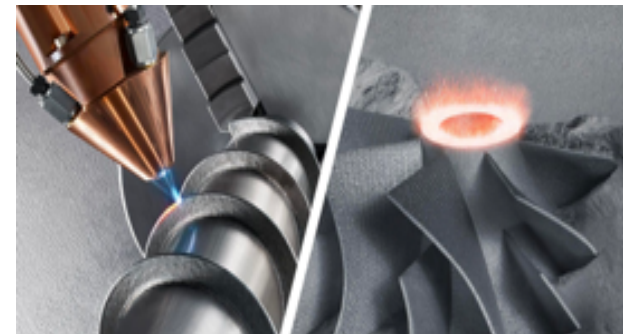


## Form Fertigung

zB Schmieden, Gießen, Spritzguss



## Additive Fertigung



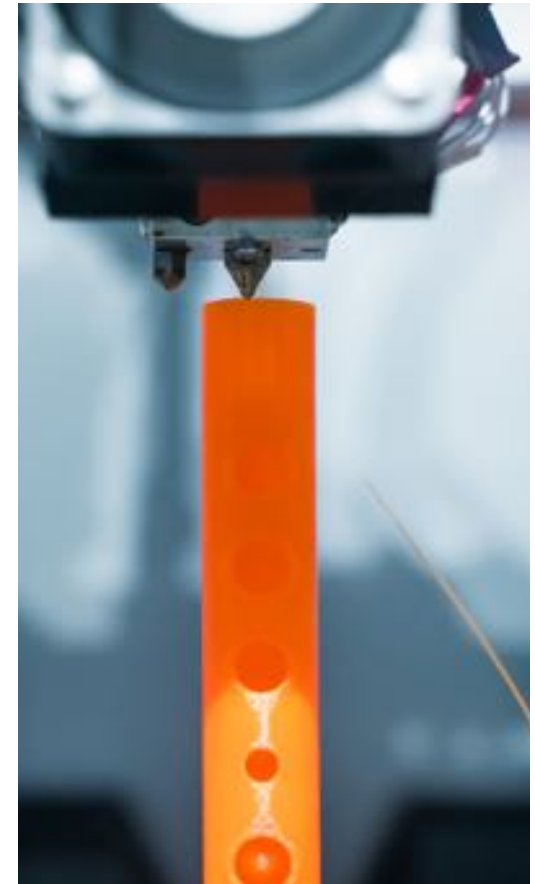
# 3D Druck – Was ist das?



Additive Fertigung, Additive Manufacturing (AM), Generative Fertigung oder Rapid-Technologien

Material Schicht für Schicht aufgetragen, um dreidimensionale Bauteile zu erstellen

Beim Aufbau finden physikalische und chemische Schmelz- und Härtungsprozesse statt



# 3D Druck – Nur Spielzeug?



# 3D Druck – Hausbau



## Beton

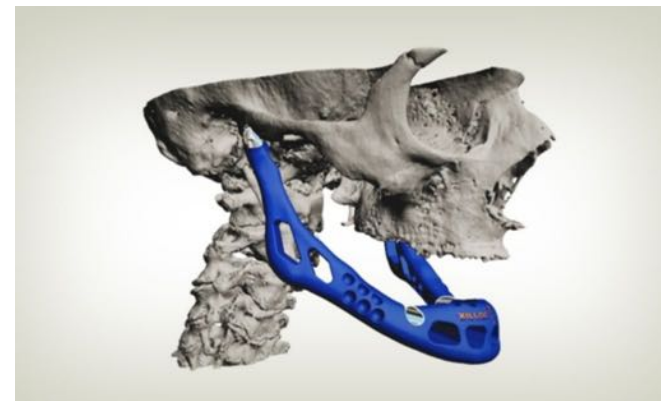




# 3D Druck – Medizin



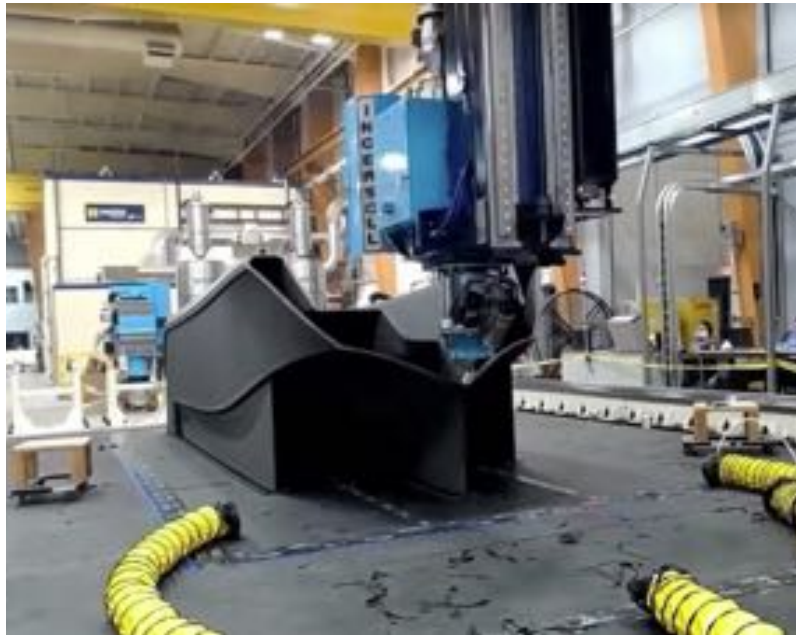
## Implantate – Stand der Technik



# 3D Druck – Großformat



Bootsbau, 8m in einem Stück



# 3D Druck – Aerospace



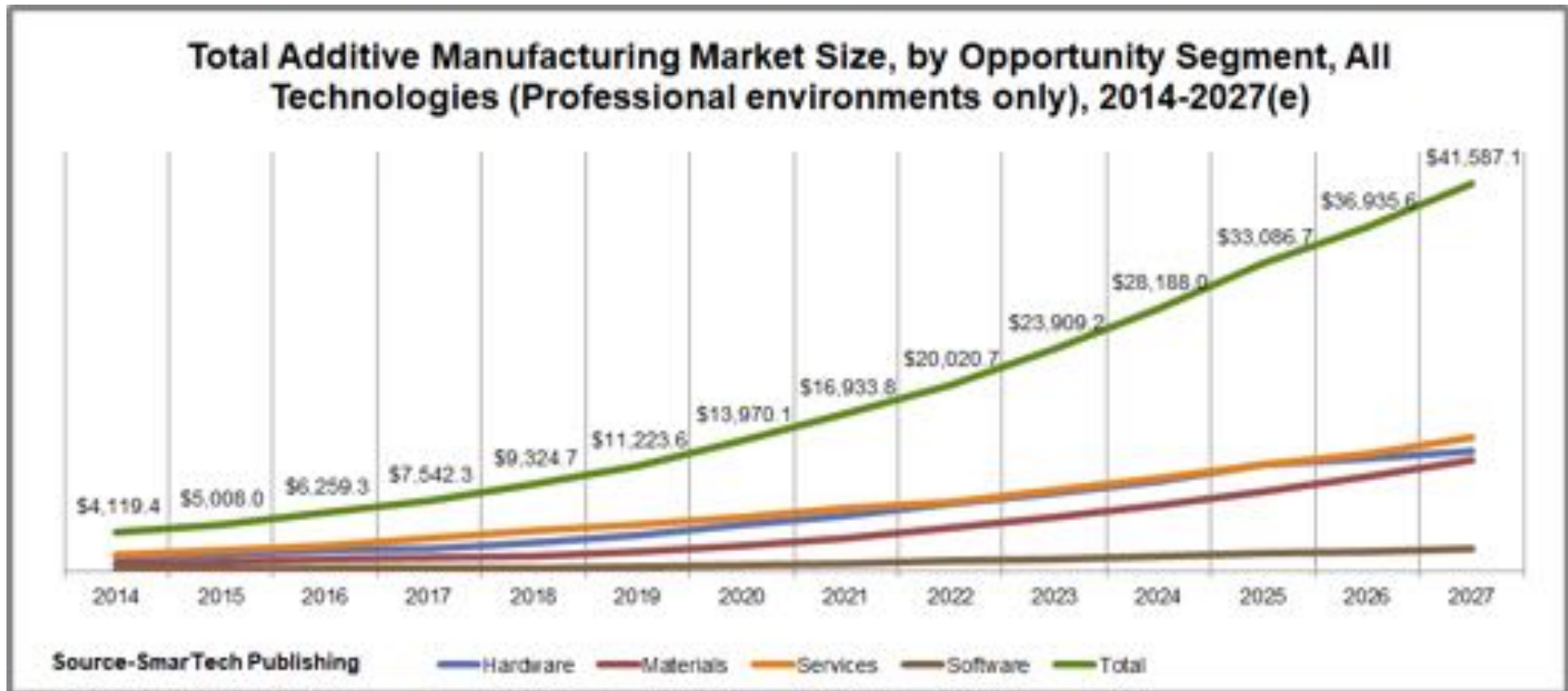
## Raketenteile



# 3D Druck – Marktentwicklung



Kontinuierliches Marktwachstum



# 3D Druck – Verfahren



Was sind die gängigsten Herstellungsverfahren?



# 3D Druckverfahren



## Stereolithographie (SLA)

UV-reaktive Harze werden schichtweise ausgehärtet

geringe Festigkeit

hoher Detailgrad



Quelle: formlabs

# 3D Druckverfahren



## Selective Laser Melting (SLM)

Metallpulver wird schichtweise zusammengesmolzen

Gefügedichte > 99,5%

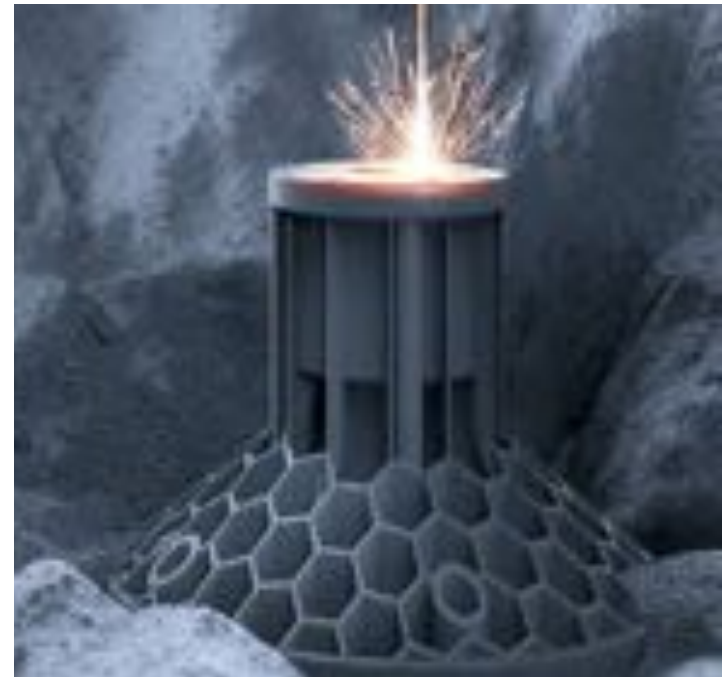
Werkzeugstahl

Edelstahl

Aluminium

Kupfer

Titan



Quelle: dmgmori

# 3D Druckverfahren



## Selective Laser Sintering (SLS)

Kunststoffpulver wird schichtweise zusammengesmolzen

Vergleichbar mit Spritzguss

Polyamide

TPU, elastisch

PEEK, hochtemperatur



Quelle: 3dprintingindustry



# 3D Druckverfahren

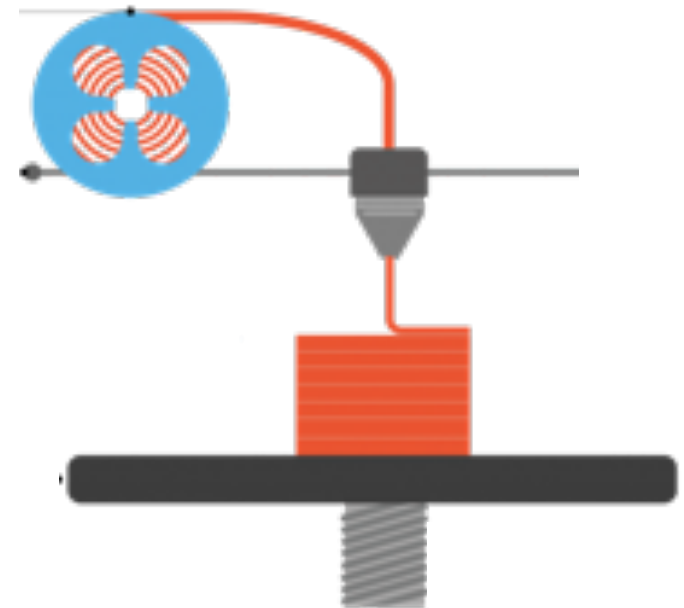


## Fused Deposition Modelling (FDM)

Kunststofffilament wird in einer Düse aufgeschmolzen und schichtweise abgelegt

größtmögliche  
Gestaltungsmöglichkeiten

große Materialvielfalt

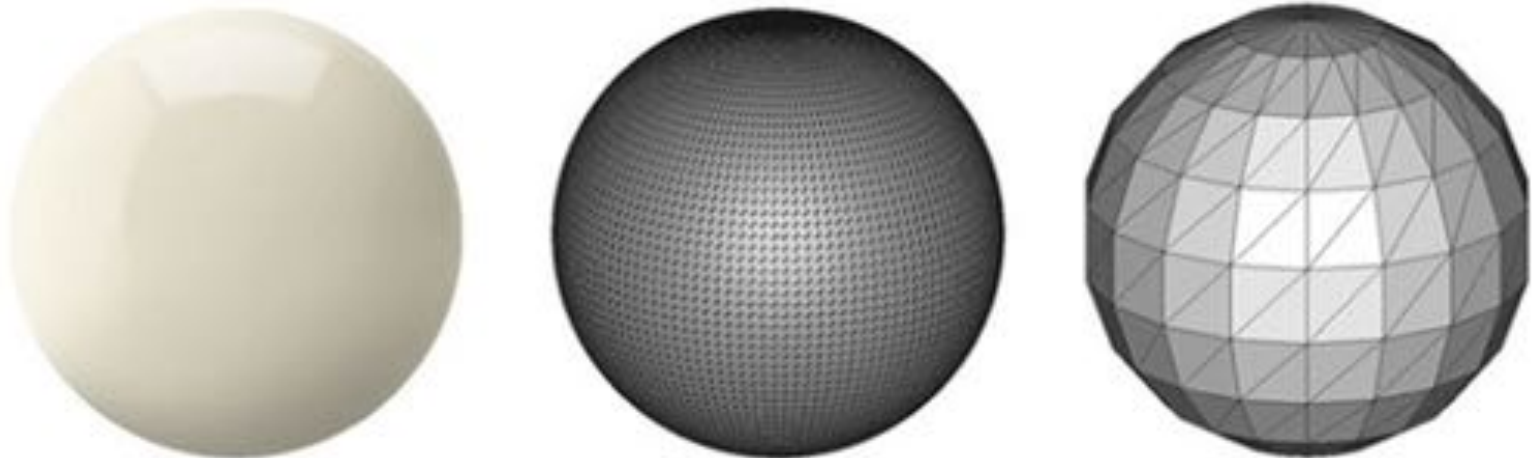


# Prozessablauf



Voraussetzung für 3D Druck ist grundsätzlich ein 3D Modell

CAD-Modell oder 3D Scan im .stl Format



# Prozessablauf



Vorbereitung des 3D Modells für den Druck

Slicer-Software schneidet das Modell in Scheiben

**Design**



**Slice**



**Print**



# Prozessablauf



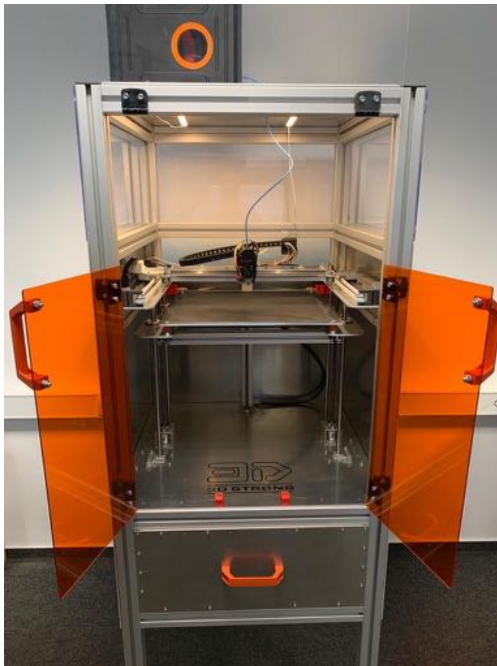
Material- und Maschinenparameter

+

3D Modell

=

G-Code

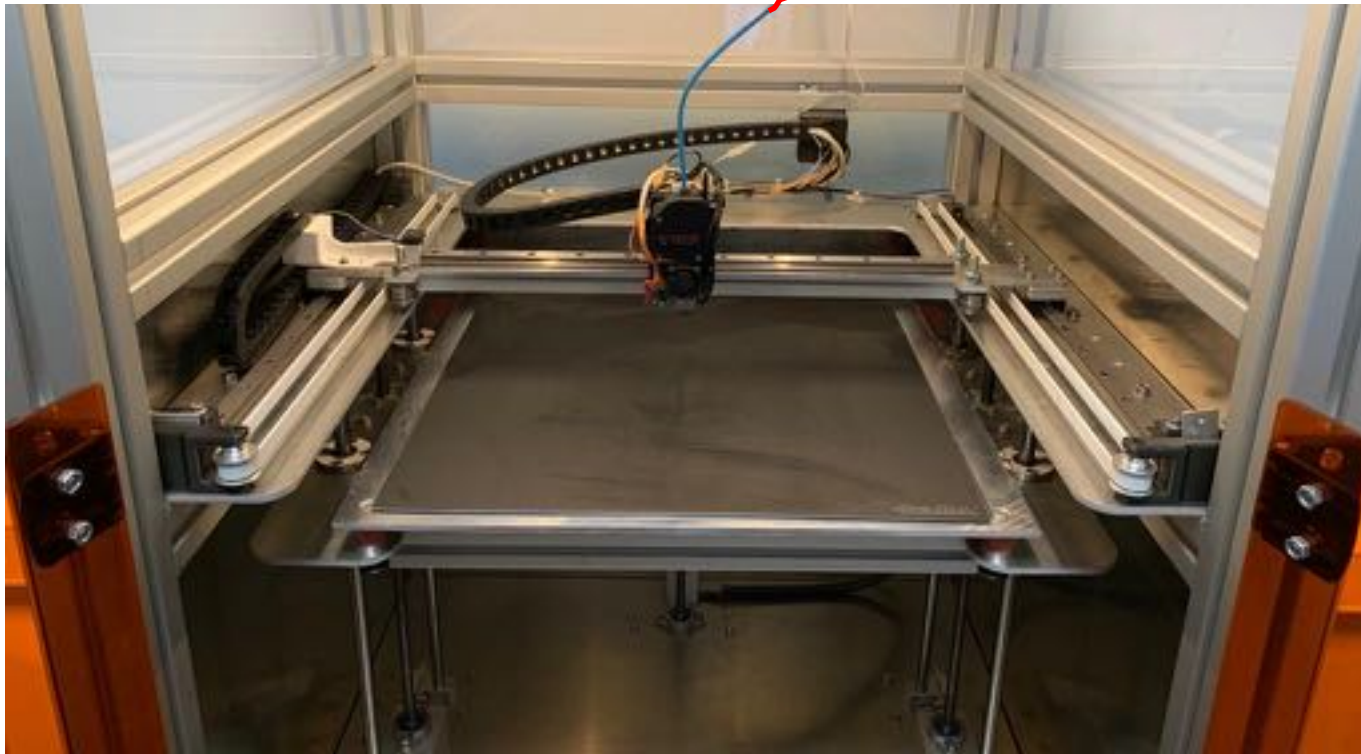


```
G1 F2400 X170.828 Y125.615 E418.32702
G1 X171.463 Y126.75 E418.34431
G1 X170.152 Y126.75 E418.36174
M204 S5000
M205 X30 Y30
G0 F9000 X171.065 Y125.218
M204 S4000
M205 X25 Y25
G1 F2400 X171.29 Y124.84 E418.36758
G1 X171.75 Y124.846 E418.3737
G1 X171.75 Y126.444 E418.39494
G1 X171.065 Y125.218 E418.41361
M204 S5000
M205 X30 Y30
G0 F9000 X171.526 Y124.443
M204 S4000
M205 X25 Y25
G1 F2400 X171.75 Y124.068 E418.41942
G1 X171.75 Y124.446 E418.42444
G1 X171.526 Y124.443 E418.42742
M204 S5000
M205 X30 Y30
G0 F9000 X170.228 Y123.722
M204 S4000
M205 X25 Y25
G1 F2400 X171.008 Y123.723 E418.43779
G1 X171.491 Y123.723 E418.44421
G1 X171.065 Y124.437 E418.45526
G1 X170.624 Y124.431 E418.46112
G1 X170.228 Y123.722 E418.47192
```

gerne auch mal  
über 1.000.000 Zeilen

# Prozessablauf

Druckstart >>



# Prozessablauf



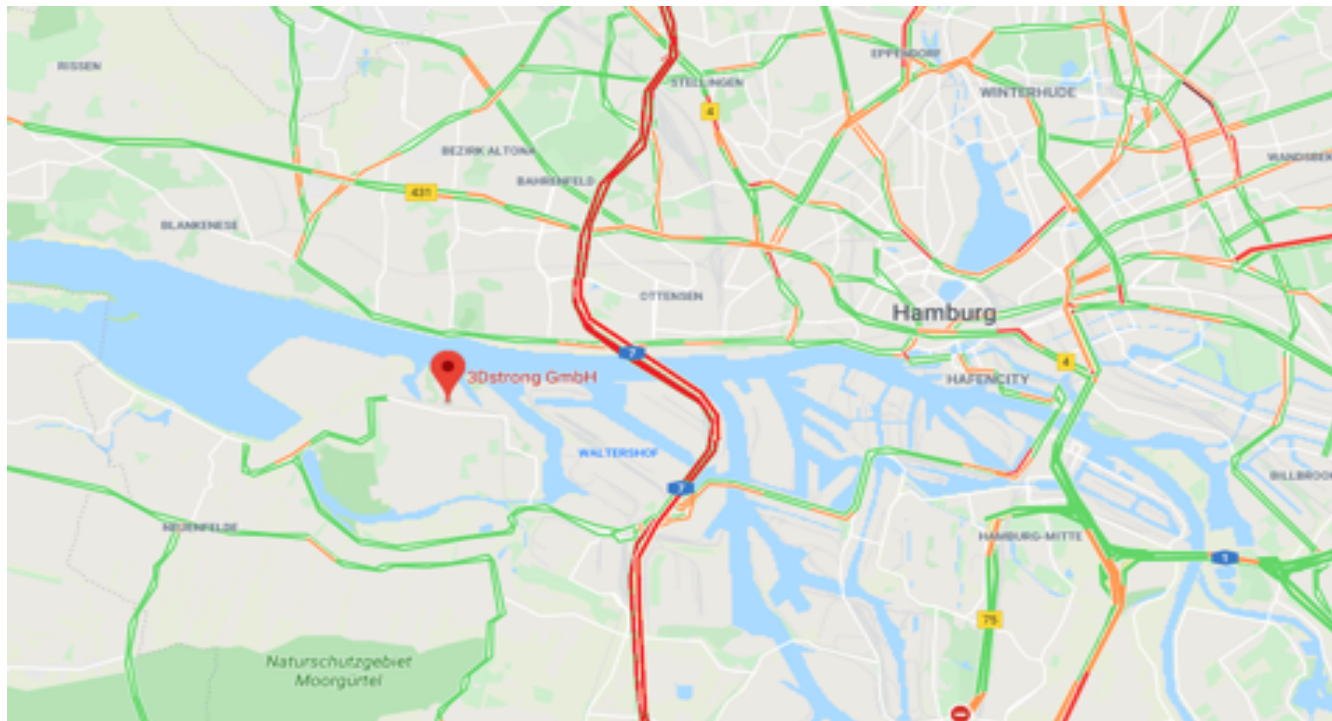
Druckstart >> Kaffee



# Prozessablauf



Druckstart >> Kaffee >> durch den Elbtunnel



# Prozessablauf



Druckstart >> Kaffee >> durch den Elbtunnel >>  
Feierabend

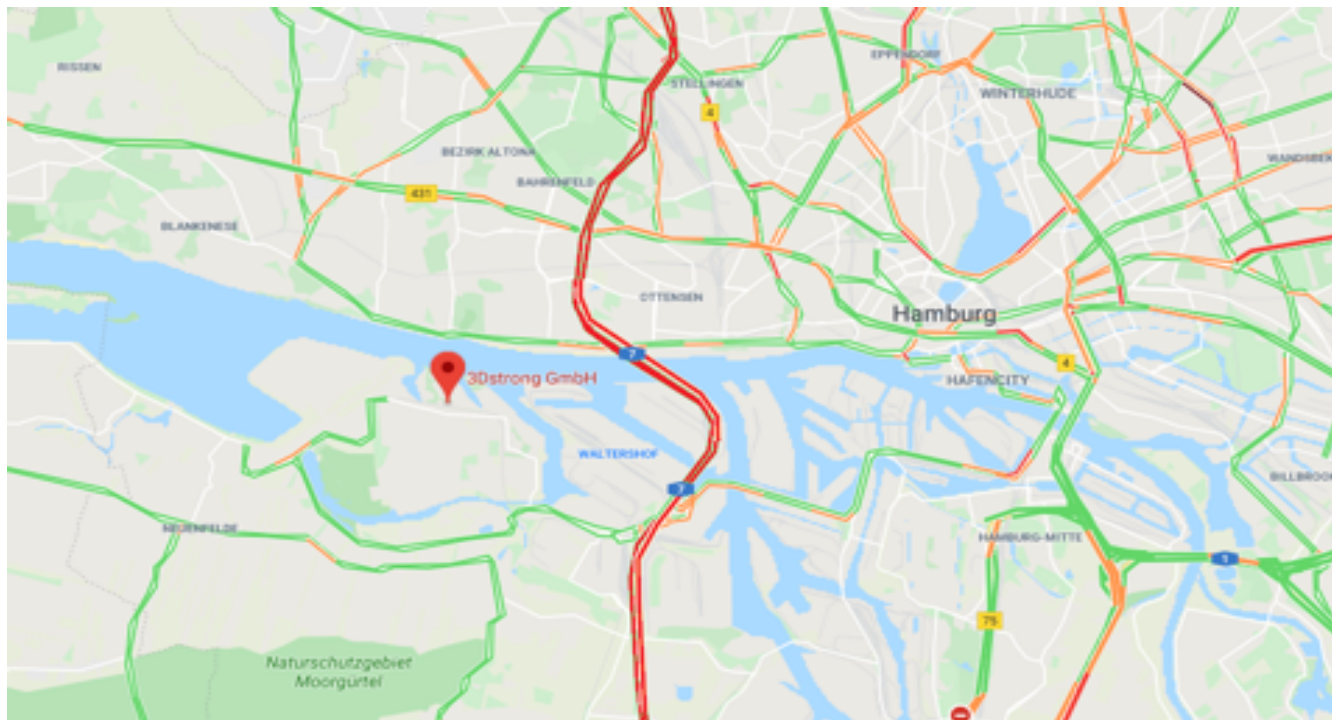




# Prozessablauf



Druckstart >> Kaffee >> durch den Elbtunnel >>  
Feierabend >> durch den Elbtunnel



# Prozessablauf



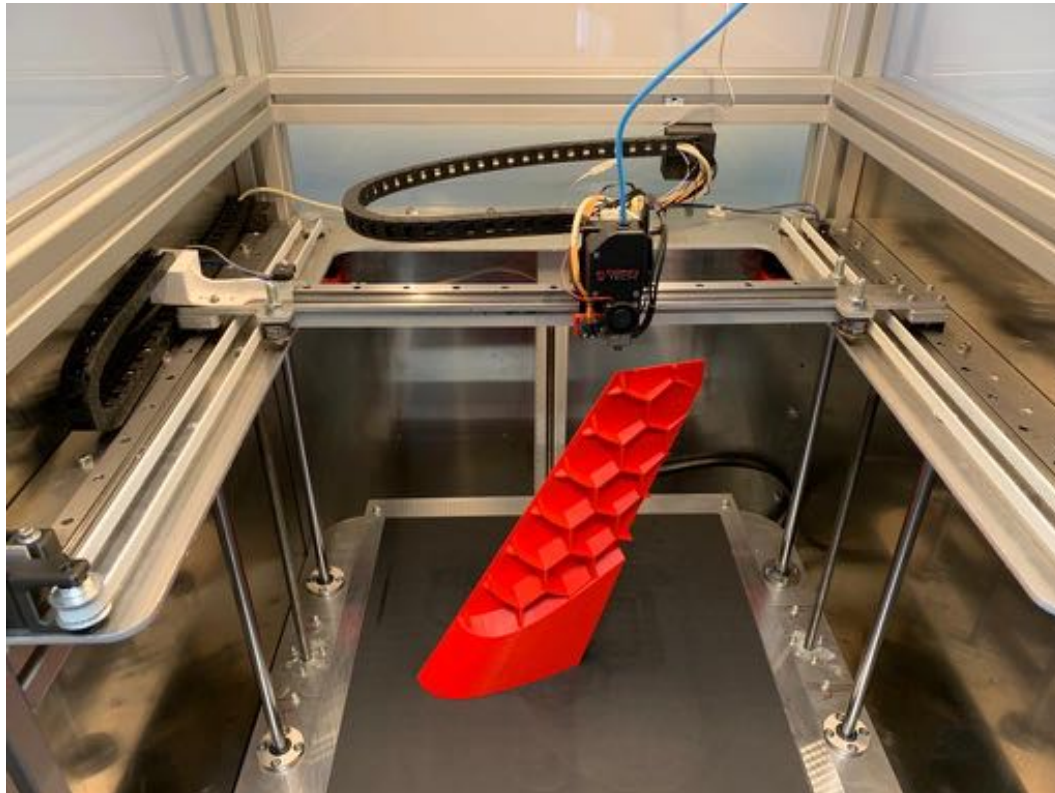
Druckstart >> Kaffee >> durch den Elbtunnel >>  
Feierabend >> durch den Elbtunnel >> Kaffee



# Prozessablauf



Druckstart >> Kaffee >> durch den Elbtunnel >>  
Feierabend >> durch den Elbtunnel >> Kaffee >> fertig



# Prozessablauf

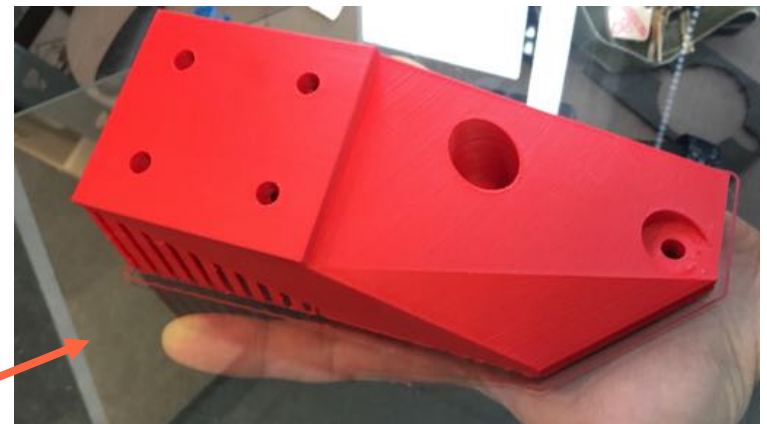


## Nachbearbeitung (Post Processing)

- Schleifen
- Bohren
- CNC Fräsen
- Lackieren
- Kleben
- Endmontage
- Tests



# Anwendungsbeispiele



# Anwendungsbeispiel

## Windkanalmodelle



### Entwicklungsaufgabe

Windkanalmodelle zur Validierung von  
Parameterstudien in CFD Rechnungen

4 Testvarianten

Integrierte Luftführung

Integrierte Punkte zur statischen Druckmessung

PLA Kunststoff

Segmentierte Bauweise

# Anwendungsbeispiel Windkanalmodelle



# Anwendungsbeispiel Windkanalmodelle

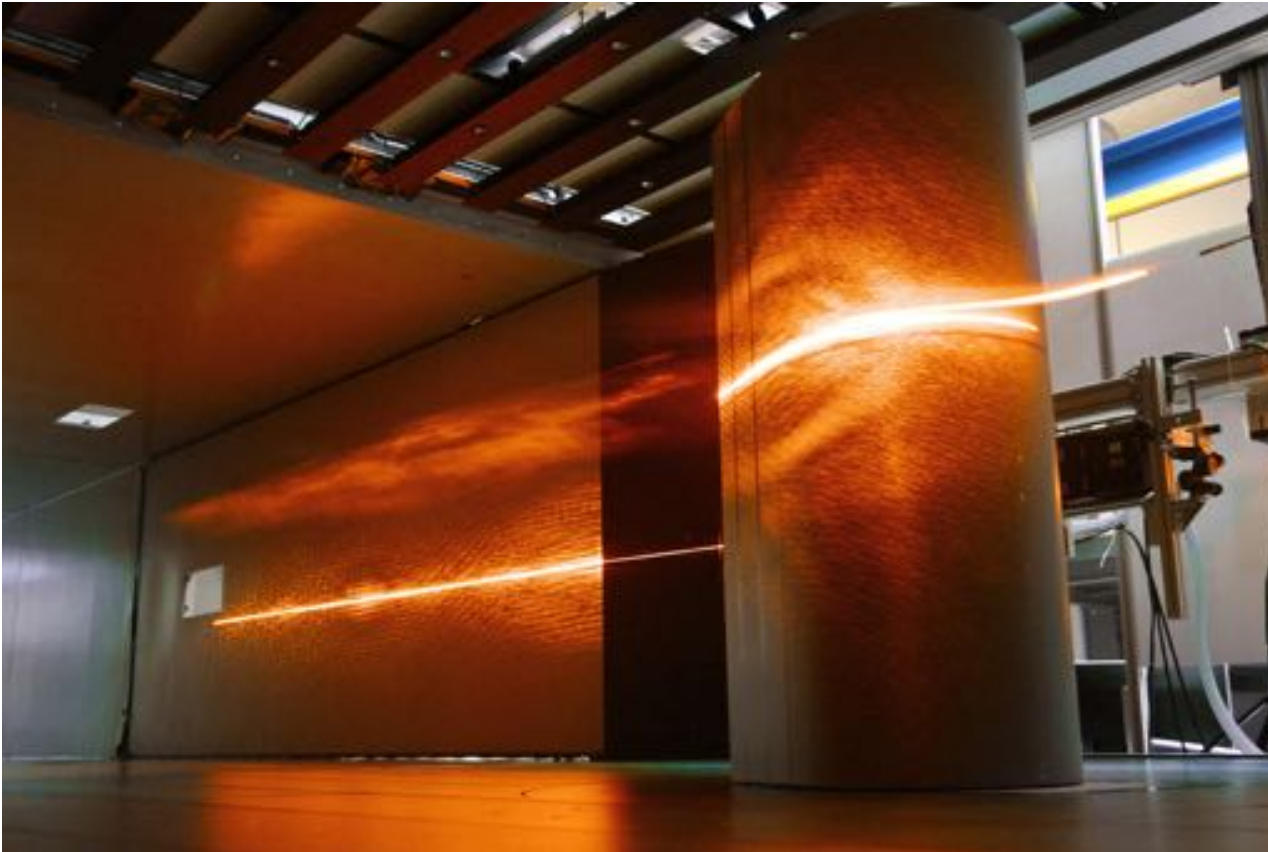




# Anwendungsbeispiel Windkanalmodelle



# Anwendungsbeispiel Windkanalmodelle



# Anwendungsbeispiel

## Serrations



### Entwicklungsaufgabe

Akustische Vermessung neuer Serrations Geometrien

3 Testvarianten

Schnell tauschbar

Ein Jahr Testbetrieb

Montage und Tausch durch Seilkletterer

Polyamid, faserverstärkt

Teilung: Basisplatte und Tauschgeometrie

# Anwendungsbeispiel

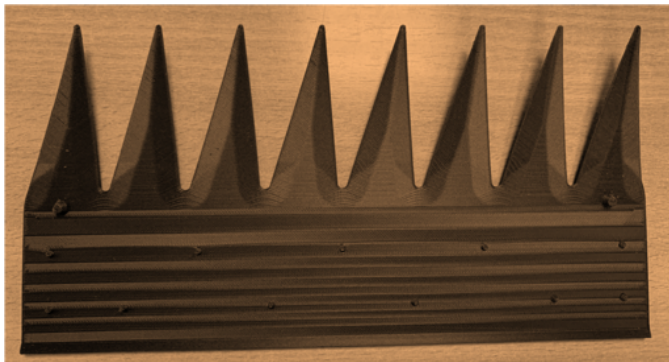
## Serrations



Schnelle Montage und Demontage durch Funktionsintegration von thermoplastischen Nieten in das Bauteil

Keine zusätzlichen Komponenten

Schnelle Designiteration



# Anwendungsbeispiel Spezialwerkzeuge



## Entwicklungsaufgabe

Spezialwerkzeuge aus den 90ern  
Die letzte Stecknuss ist kaputt ...  
Cr-V Stahl

CAD Modell aus alten Zeichnungen

Produktion in Edelstahl, gehärtet



# Ablauf Ersatzteile



Wie könnte der Prozess für Ersatzteile aussehen?

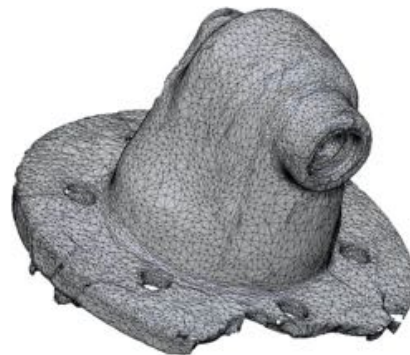


# Ablauf Ersatzteile

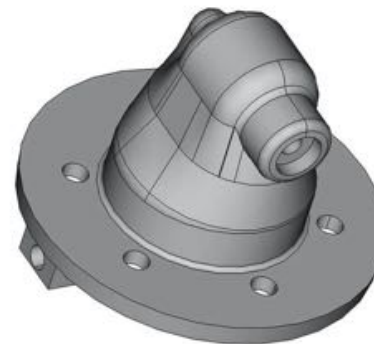


Wie könnte der Prozess für Ersatzteile aussehen?

- Bauteil wird als defekt identifiziert
- Ausbau
- Zeichnung durch Servicepersonal oder Versand
- CAD Konstruktion bei einfachen Geometrien oder 3D Scan für komplexe Bauteile



3D-Scan



Reverse Engineering

# Ablauf Ersatzteile



Wie könnte der Prozess für Ersatzteile aussehen?

- Produktion der Bauteile
- Nachbearbeitung
- Versand zur Baustelle per Overnight-Express
- Einbau



# Anfrage



Anfrage über eine Plattform



Upload von

- Bauteilbezeichnung (Anlagenhersteller, Typ, Baugruppe)
- Bauteilgröße (HxBxT in mm)
- Bauteileigenschaft (Gehäuse/Verkleidung oder massives Bauteil)
- Material (Kunststoff, Metall, etc.)
- Einsatzzweck/-ort
- Fotos, Zeichnungen oder direkt das defekte Bauteil

# Vorteile für 3D Druck in der Ersatzteilbeschaffung



- Produktion von nicht mehr lieferbaren Bauteilen
- Bauteil im Betrieb beschädigt, defekt
- Bauteil während einer Wartung beschädigt
- Lieferzeit von Bauteilen zu lang
- Reduzierung von Lagerkosten
- Optimierung der Bauteile möglich
- Produktion von Standard-Ersatzteilen

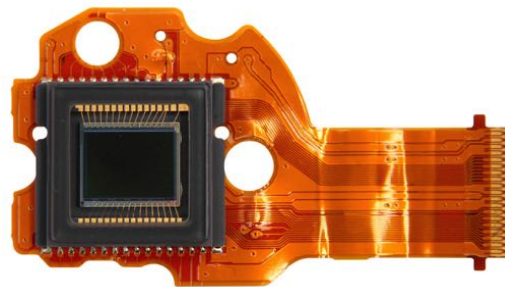


# Was ist möglich?



Imagine a part, strong and smart ...

- Bionisch optimiert
- Funktionsintegration
- Sensorik
- Faserververstärkt
- Strukturell Lasttragend
- Autark
- Wireless





# 3Dstrong GmbH

## Stand 215

