



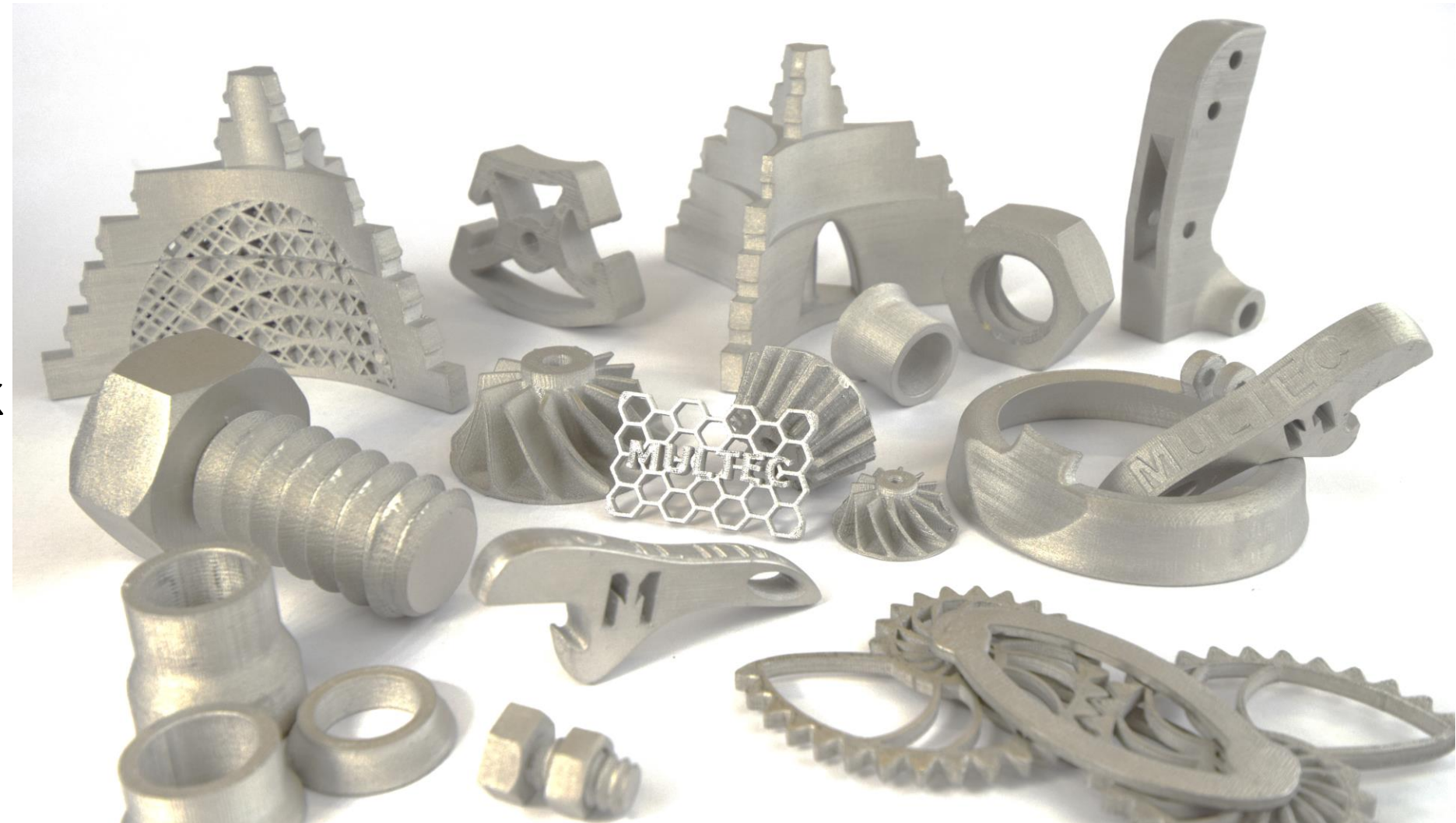
# MULTEC MULTIRAP M4 METAL: DER SPEZIALIST FÜR KUNSTSTOFF UND METALLDRUCK



## 3D-Druck 4.0

4 Materialien • 4 Farben • 4 Düsengrößen

1. Kurzvorstellung Multec GmbH
2. Metalldruck in FFF-Verfahren: Der Prozess von metallgefülltem Filament zum fertigen Bauteil
3. Stärken des FFF-Metalldrucks
4. Anwendungsbeispiele FFF-Metalldruck
5. Grenzen der Technologie
6. Der M4 Metal im Detail





# 1. KURZVORSTELLUNG MULTEC GMBH

**3D-Druck 4.0**  
4 Materialien • 4 Farben • 4 Düsendrößen

# 1. Kurzvorstellung Multec GmbH



- Seit 2011 aktiv im Bereich FFF-3D-Druck
- Seit 2017: Verkauf industrieller Großraumdrucker mit patentiertem 4-Fach-Druckkopf 4Move



- 2019: Umzug an neuen Firmensitz in 88636 Illmensee

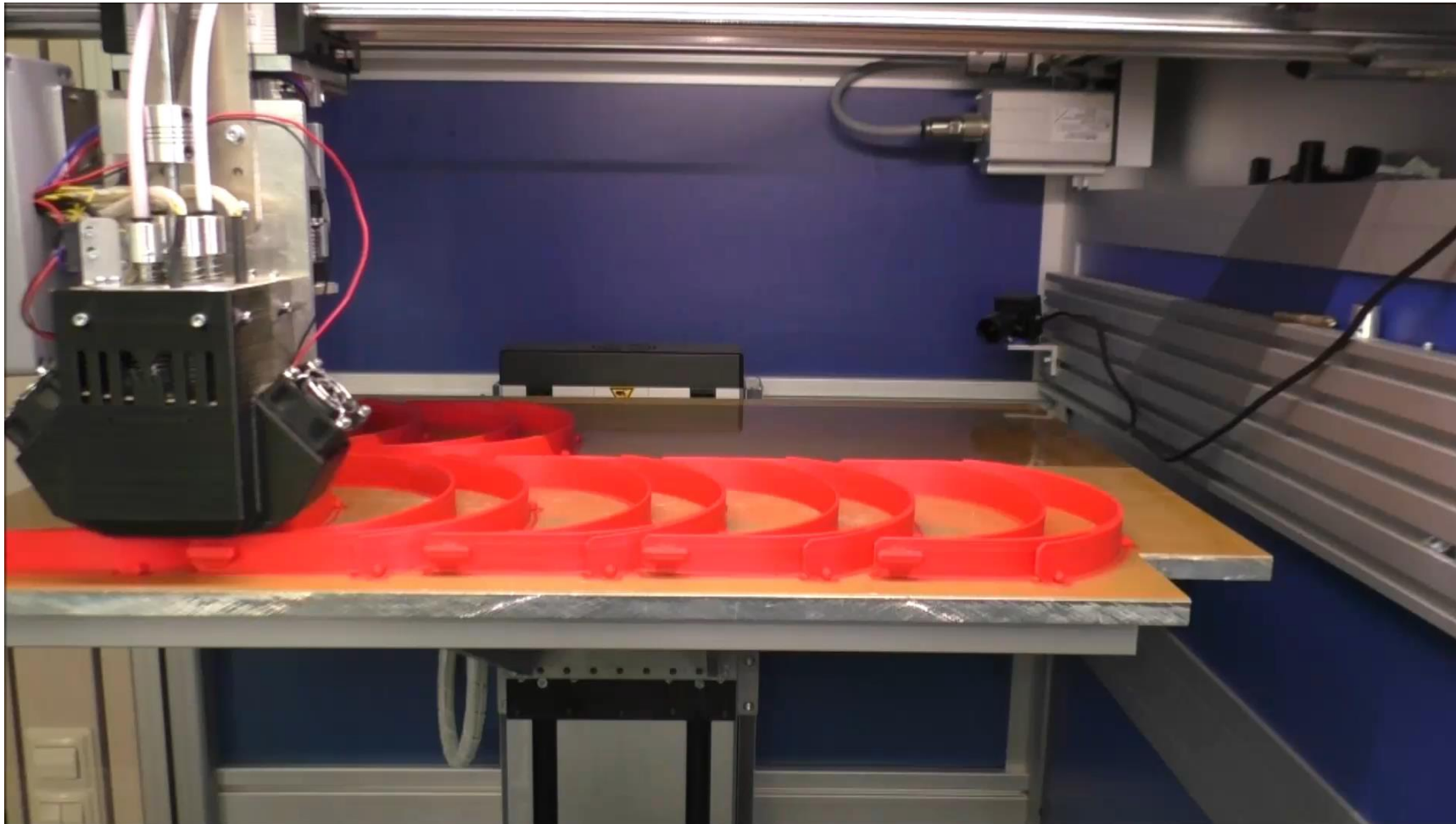


- Schlanke Firmenstruktur mit Fokussierung auf Kernkompetenz: Drucktechnologie / Druckkopf / Filament

# 1. Kurzvorstellung Multec GmbH



Aktueller Anlass: Produktion von FaceShields für Ärzte/Nothelfer/Klinikpersonal



## Prusa Protective Face Shield - RC3

★★★★☆46

You can not rate this print yet. Download it, print it and wait for a notification.

Prusa Research

Add to collection

A prototype face shield that we developed. In three days, we went through dozens of prototypes and two verifications with the Czech Ministry of Health.



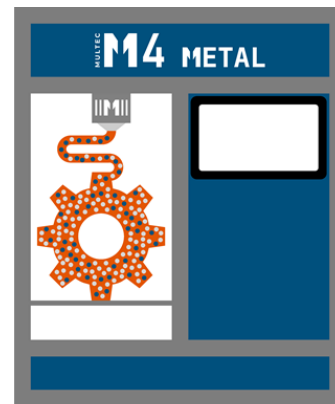
The print does not include a pre-sliced file, which is essential for displaying print times, etc. Share

<https://www.prusa3d.com/covid19/>

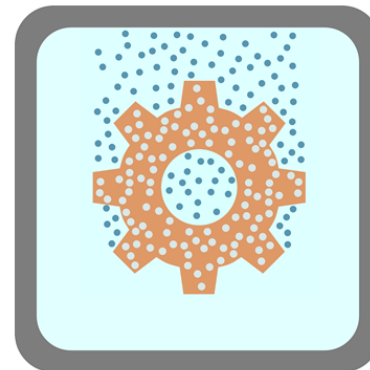
- Multec spendet 150 FaceShields an das Klinikum Friedrichshafen
- **Aufruf:**
  - Andere Krankenhäuser/Organisationen mit Bedarf können sich an Multec wenden
  - Unterstützung/Spenden (z.B. Folienzuschnitte, Gummibänder, finanzielle Unterstützung) möglich



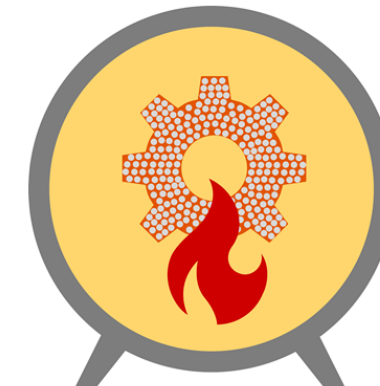
## 2. METALLDRUCK IM FFF-VERFAHREN



3D-Druck



Entbindern

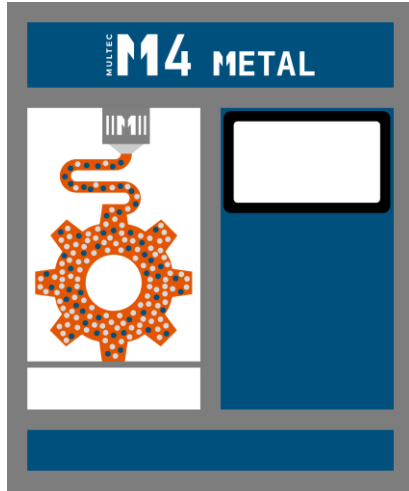


Sintern

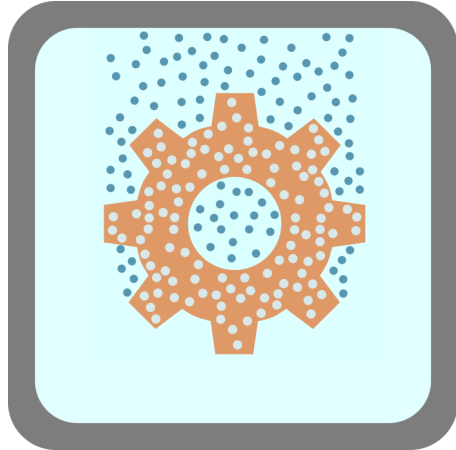
**3D-Druck 4.0**

4 Materialien • 4 Farben • 4 Düsendrößen

# 2. Metalldruck im FFF-Verfahren / Prozesskette



Prozess identisch zu Metallpulverspritzguss (MIM/PIM)



3D-Druck

Entbindern

Sintern



„Grünteil“



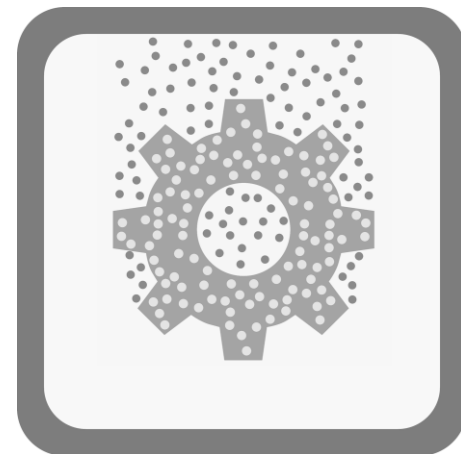
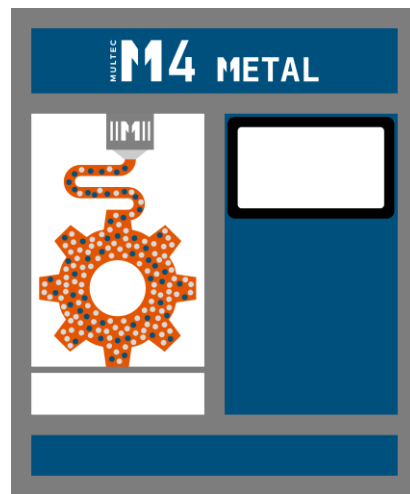
„Braunteil“

Ca. 20% Schrumpfung



Gesintertes Bauteil

## 2. Metalldruck im FFF-Verfahren: 3D-Druck



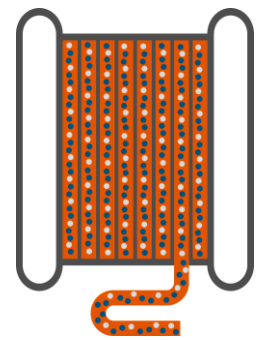
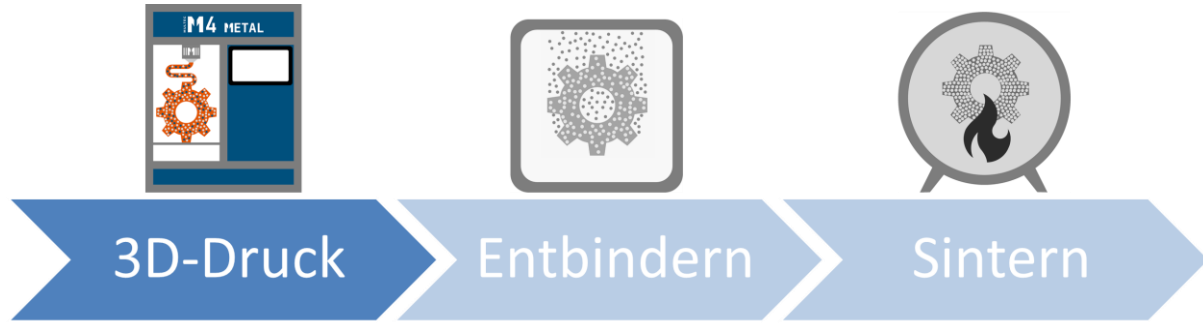
3D-Druck

Entbindern

Sintern



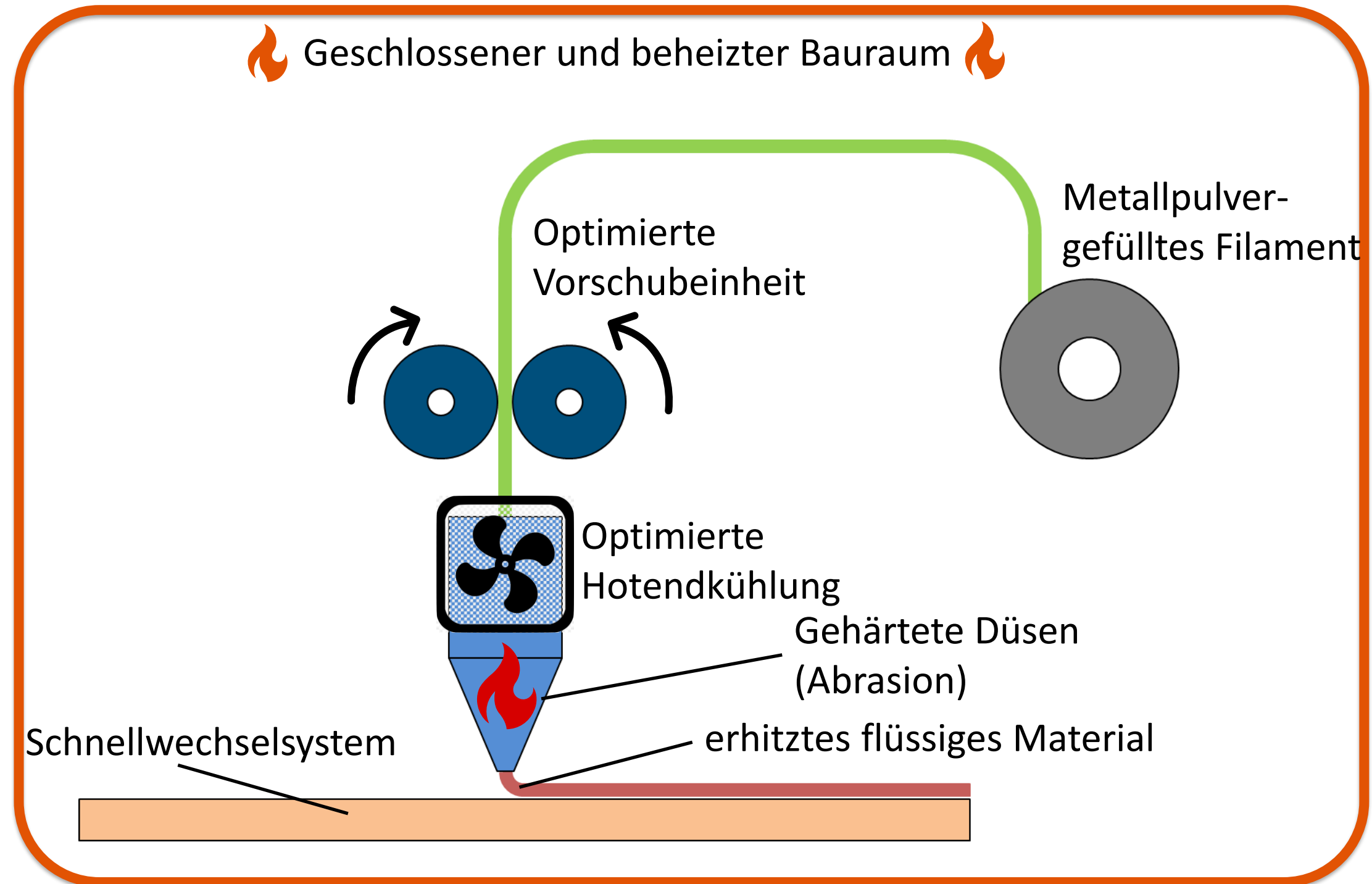
# 2. Metalldruck im FFF-Verfahren: Drucken



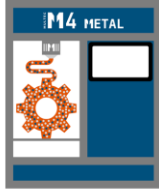
Material:

- Metallpulver-gefülltes Filament (ca. 90% Metallpulver) z.B. Edelstahl 316L
- 10 % Binder (POM und Polyolefin)

## Metalldruck



# 2. Metalldruck im FFF-Verfahren: Drucken



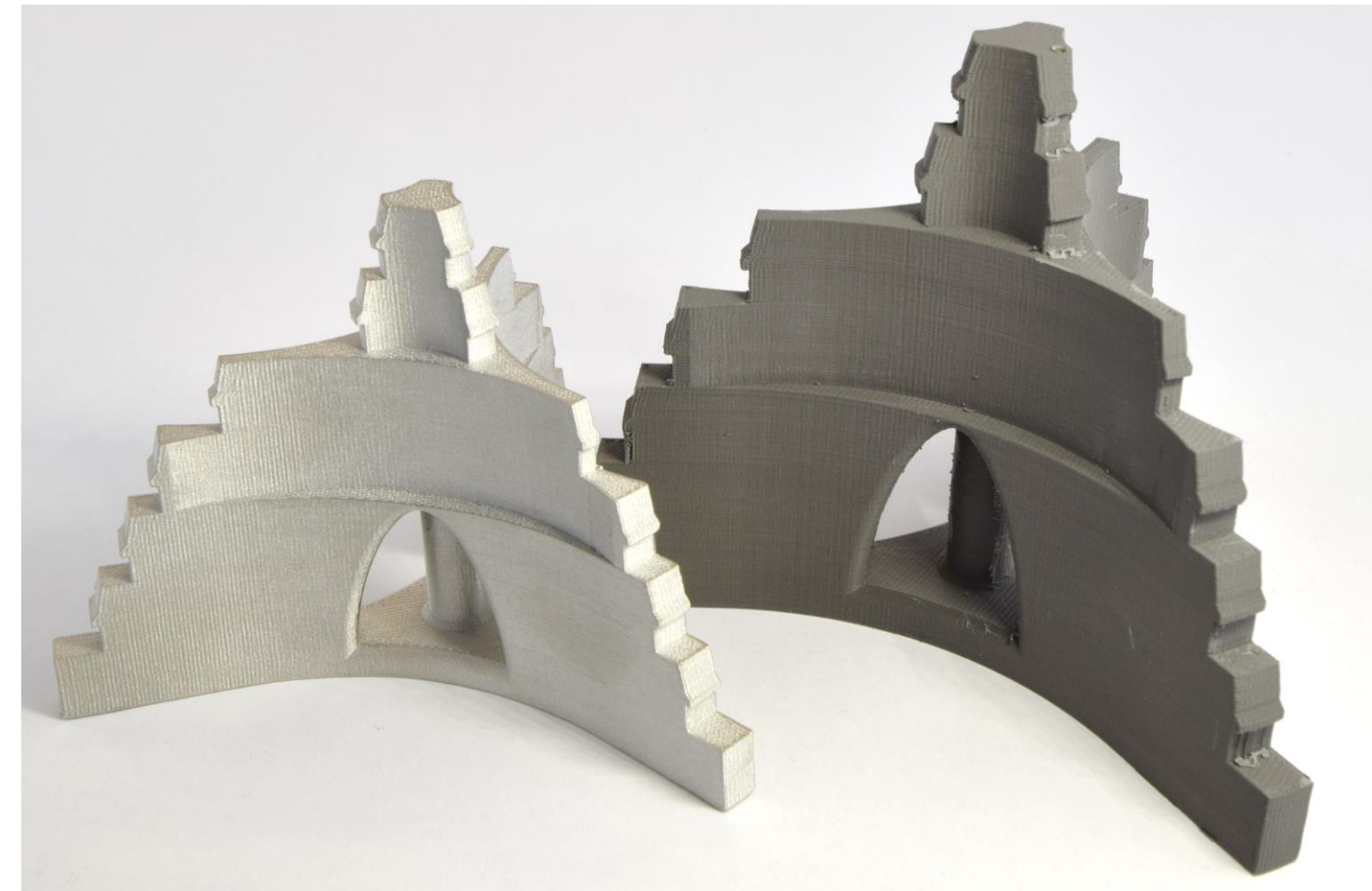
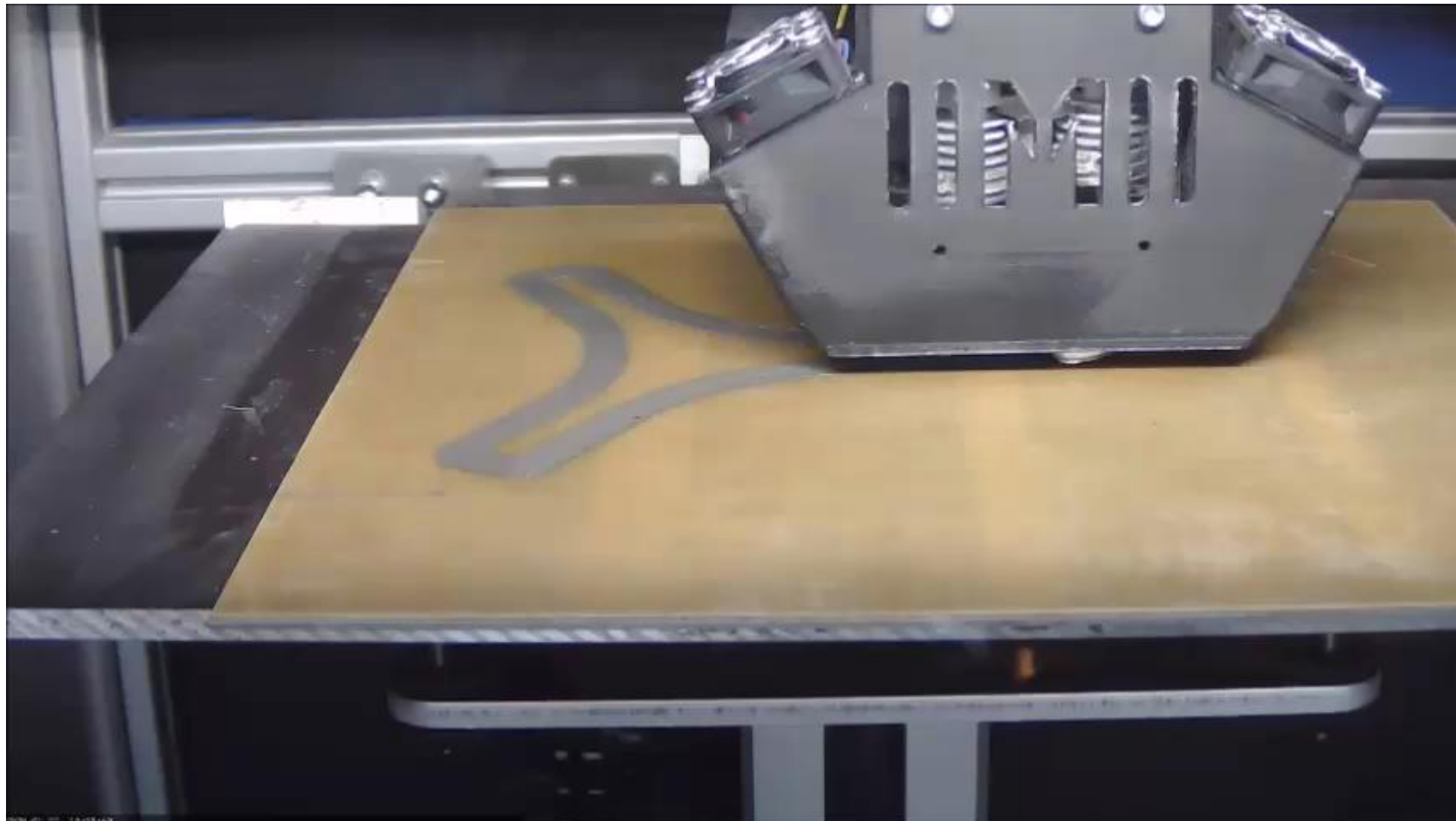
3D-Druck



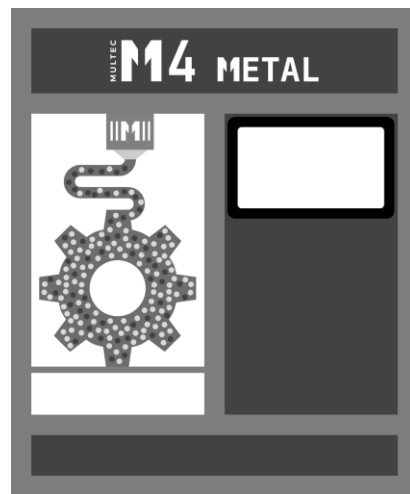
Entbindern



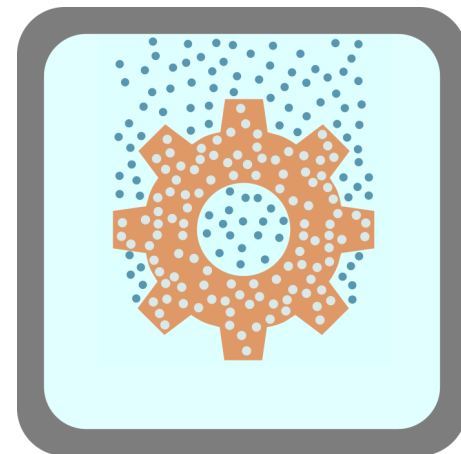
Sintern



## 2. Metalldruck im FFF-Verfahren: Entbindern



3D-Druck

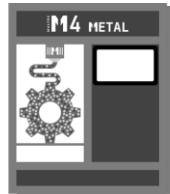


Entbindern



Sintern

# 2. Metalldruck im FFF-Verfahren: Entbindern



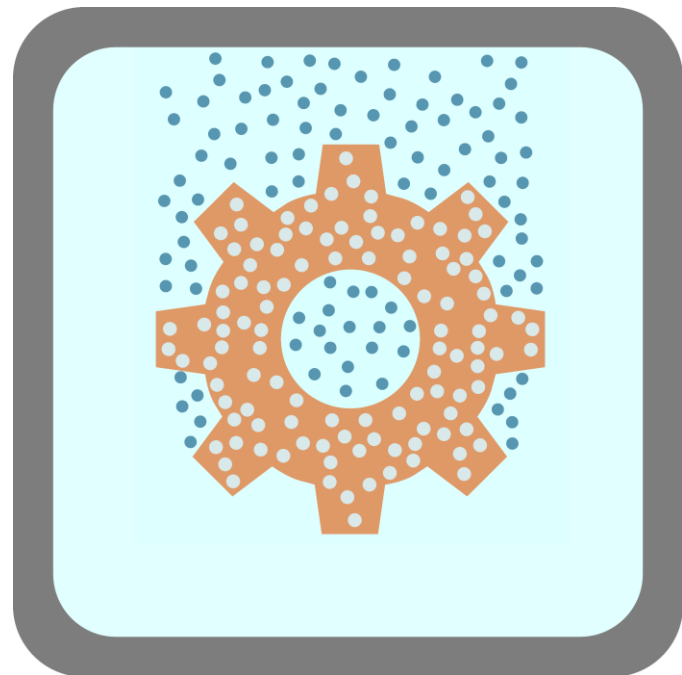
3D-Druck



Entbindern



Sintern



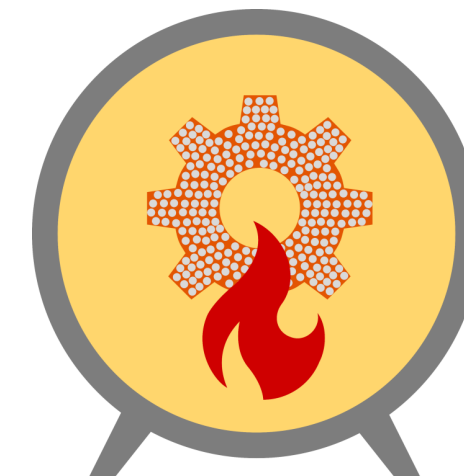
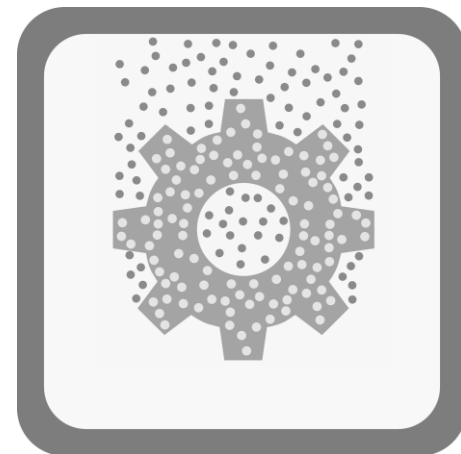
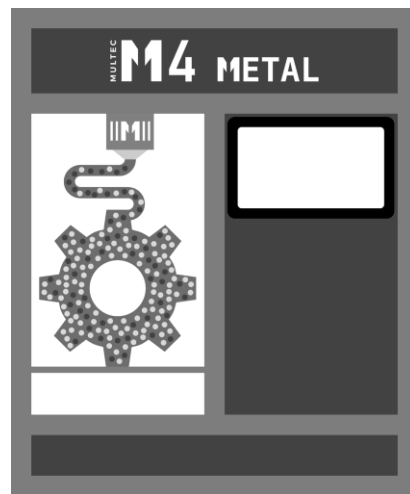
## Entbindern:

- Herauslösen des Kunststoffes vor Sintervorgang
- Entbinderung abhängig von Material thermisch, chemisch oder katalytisch
- BASF-Materialien: katalytische Entbinderung mit Salpetersäure
  - Geschwindigkeit ca. 1-2mm/h -> Dauer hängt ab von Bauteilgeometrie
- Keine Schrumpfung beim Entbindern
- Bauteil nach Entbindern sehr fragil



Source: [www.nabertherm.com](http://www.nabertherm.com)

## 2. Metalldruck im FFF-Verfahren: Sintern

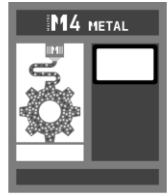


3D-Druck

Entbindern

Sintern

# 2. Metalldruck im FFF-Verfahren: Sintern



3D-Druck



Entbindern



Sintern



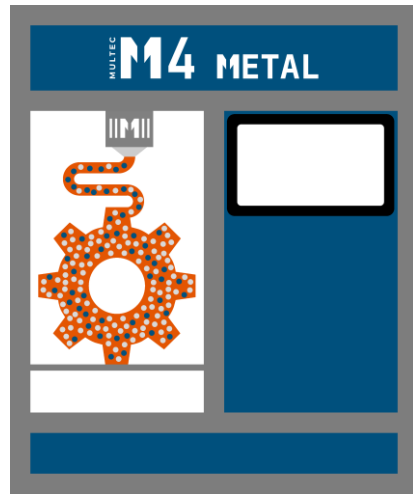
## Sintern:

- Sinterverlauf und Atmosphäre Materialabhängig
  - 316L: Maximal 1360°C, H<sub>2</sub>-Atmosphäre
- Schrumpfung / Skalierungsfaktor:
  - ca. 16,5% in X/Y -> Skalierungsfaktor 1,2
  - ca. 21% in Z -> Skalierungsfaktor 1,26



Source: [www.nabertherm.com](http://www.nabertherm.com)

## 2. Metalldruck im FFF-Verfahren: Ablauf & Kosten



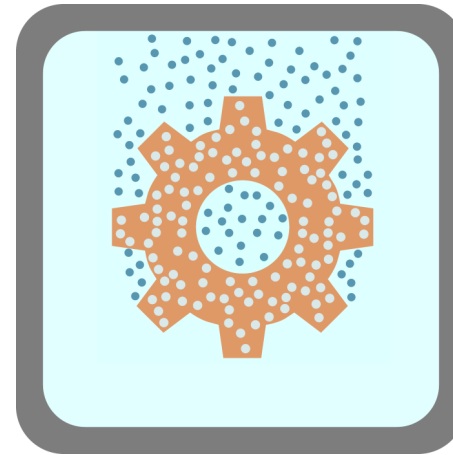
3D-Druck

3D-Druck mit Multirap M4 Metal

- Etablierte Technologie
- KnowHow häufig bereits vorhanden

Kosten:

- Individueller Maschinenstundensatz (z.B. ~3€/h)
- Materialkosten (BASF Ultrafuse 316L: 130€/kg)



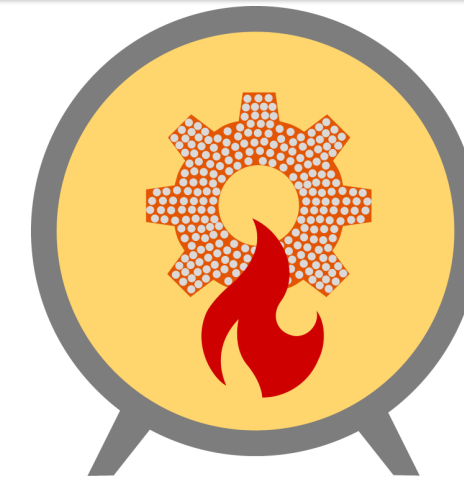
Entbindern

Entbindern und Sintern (D&S) als zugekaufte Dienstleistung

- Teure Anlagen zum entbindern und sintern lohnen sich erst bei sehr hoher Auslastung
- Als Dienstleistung über BASF-Partner. Ziel-Laufzeit: 1-2 Wochen
- Preislich attraktives Komplettsystem: XERION Fusion Factory Compact

Kosten:

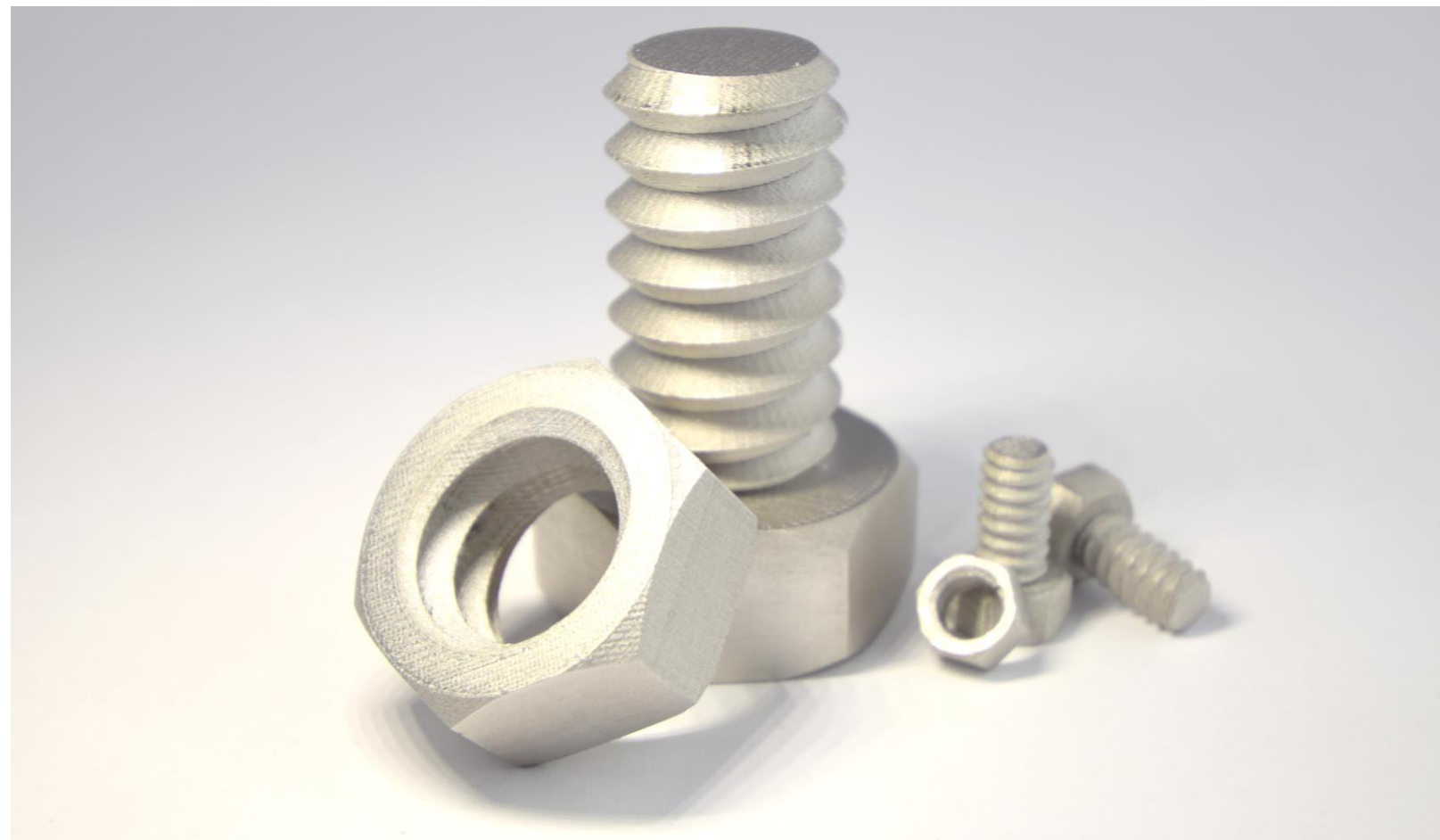
- 40€/kg für entbindern und sintern



Sintern



### 3. STÄRKEN DES FFF-METALLDRUCKS



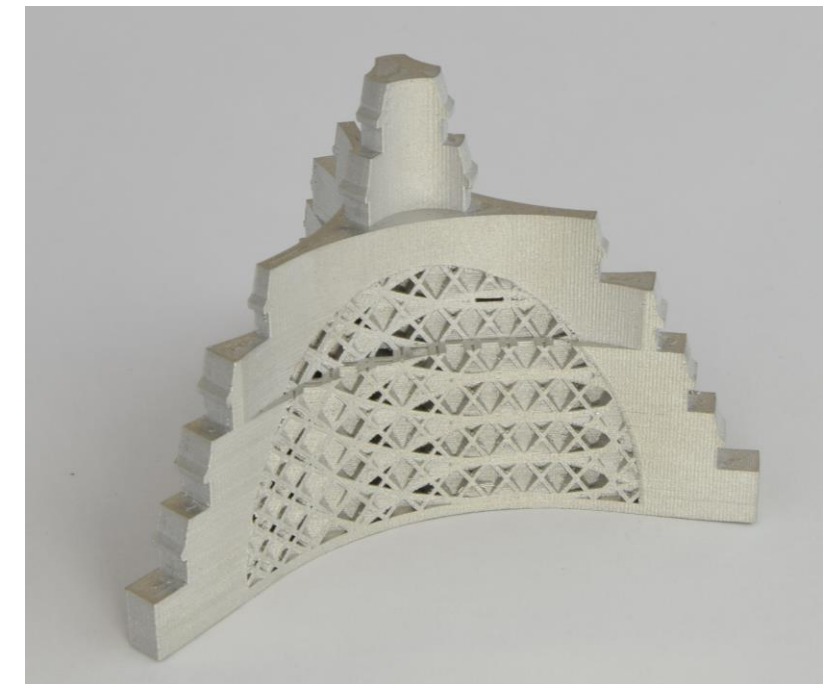
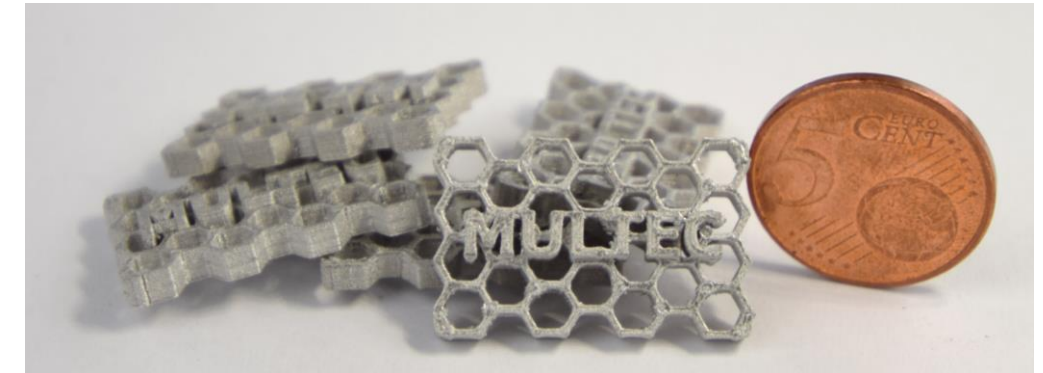
**3D-Druck 4.0**  
4 Materialien • 4 Farben • 4 Düsendrößen



# 3. Stärken des FFF-Metalldrucks

## Stärken der FFF Metalldruck-Technologie

- Wirtschaftlichkeit:
  - Sehr gutes Preis-Leistungsverhältnis
  - Geringe Investitionskosten (Entbindern und Sintern als Dienstleistung möglich)
  - Maschinen auch bei geringer Auslastung wirtschaftlich nutzbar
  - Maschine kann bei geringer Metall-Auslastung auch Kunststoffe drucken
- Geometrische Freiheitsgrade
  - Schwer oder nicht zerspanend herstellbare Geometrien können gedruckt werden
- Gewichtseinsparungen möglich durch Bauteilgeometrie oder Füllgrad <100 %



# 3. Stärken des FFF-Metalldrucks

## Stärken der FFF Metalldruck-Technologie

- Einfaches, unkompliziertes Handling (keine Metallpartikel, Arbeitsschutz, ...)



- Einfache Nachbearbeitung schon am Grünling möglich (z.B. Schleifen)
- Gesintertes Bauteil kann vielfältig nachbearbeitet werden (Fräsen, Drehen, Schweißen, ...)
- Erprobter Entbinder- und Sinterprozess (BASF Catamold Material)



## 4. ANWENDUNGSBEISPIELE



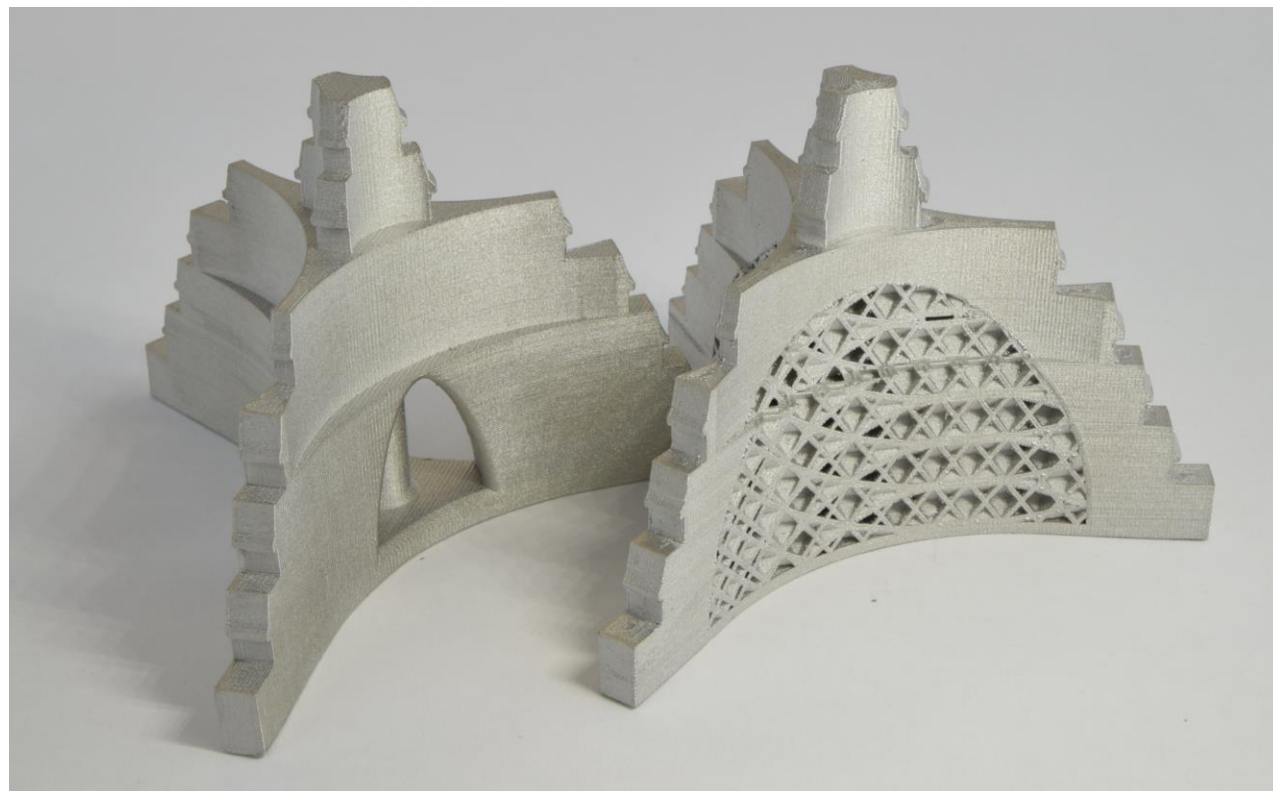
**3D-Druck 4.0**  
4 Materialien • 4 Farben • 4 Düsendrößen

# 4. Anwendungsgebiete

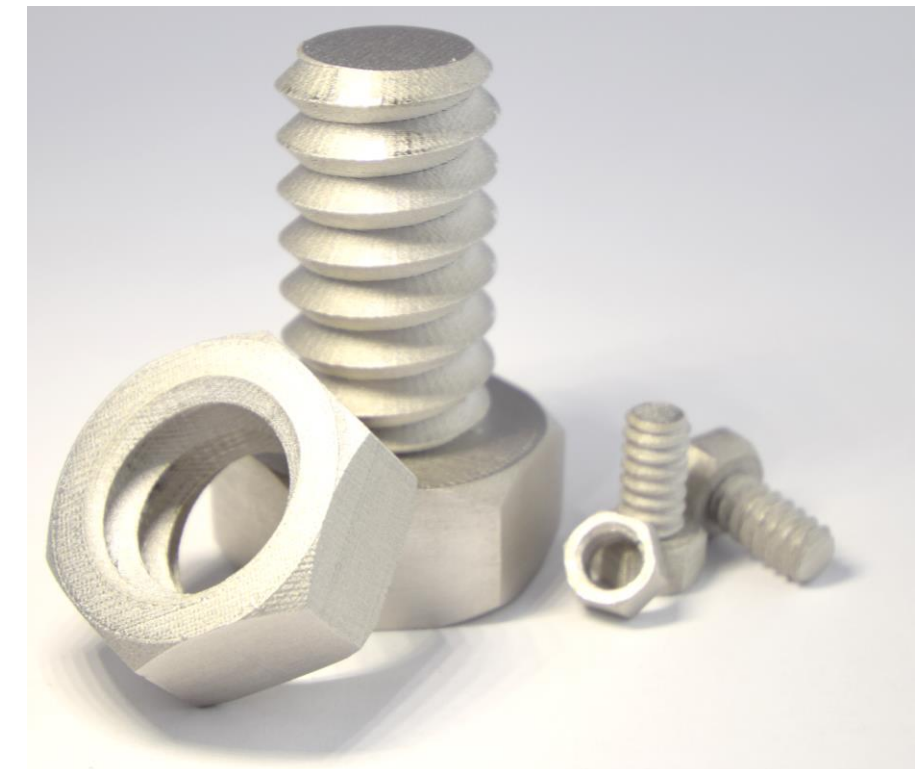
Anschauungsmodelle



Betriebsmittelbau



Funktionsprototypen



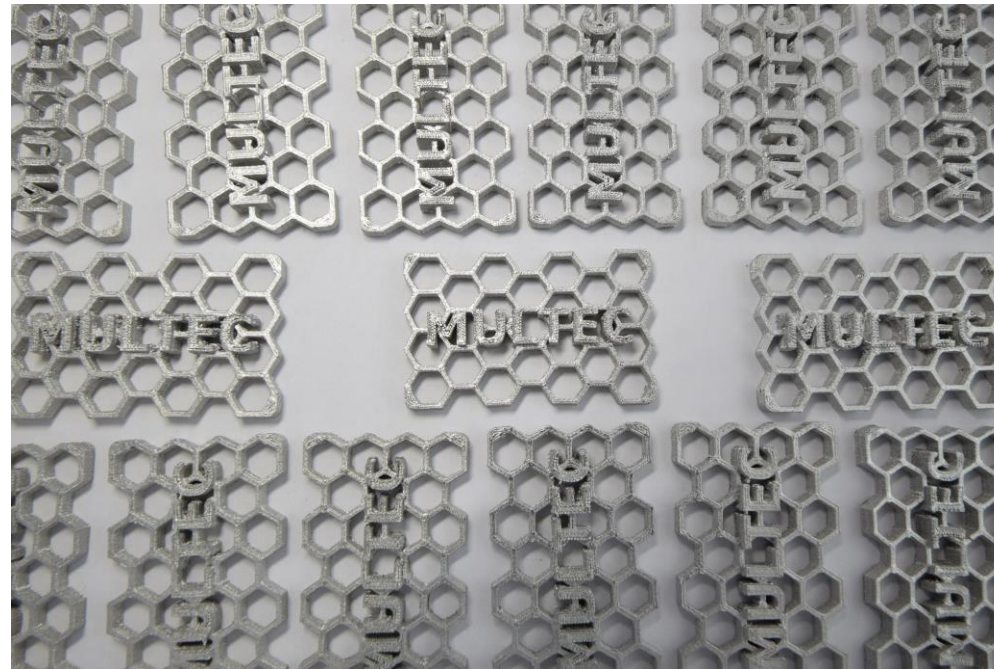
# 4. Anwendungsgebiete

## Kleinserien

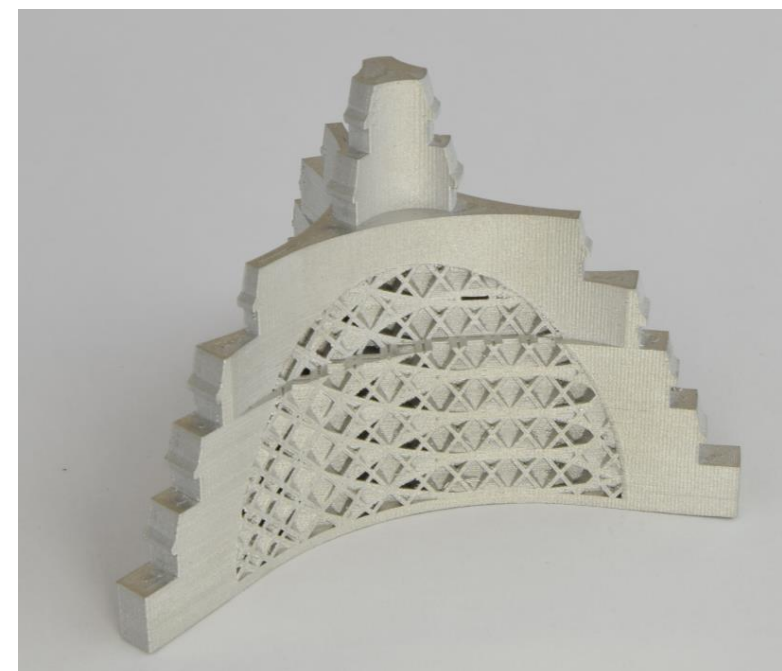
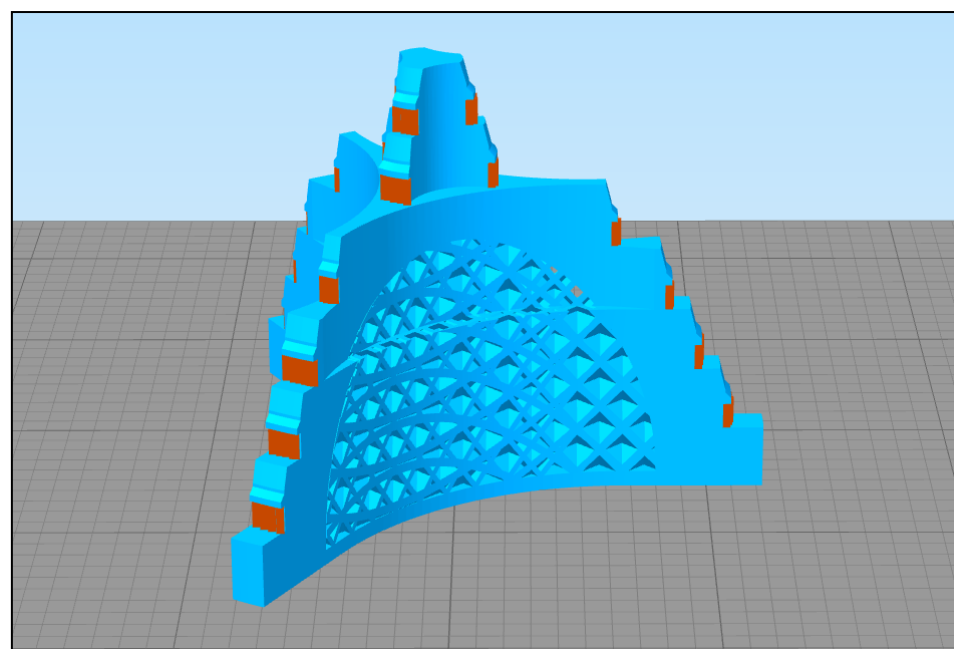
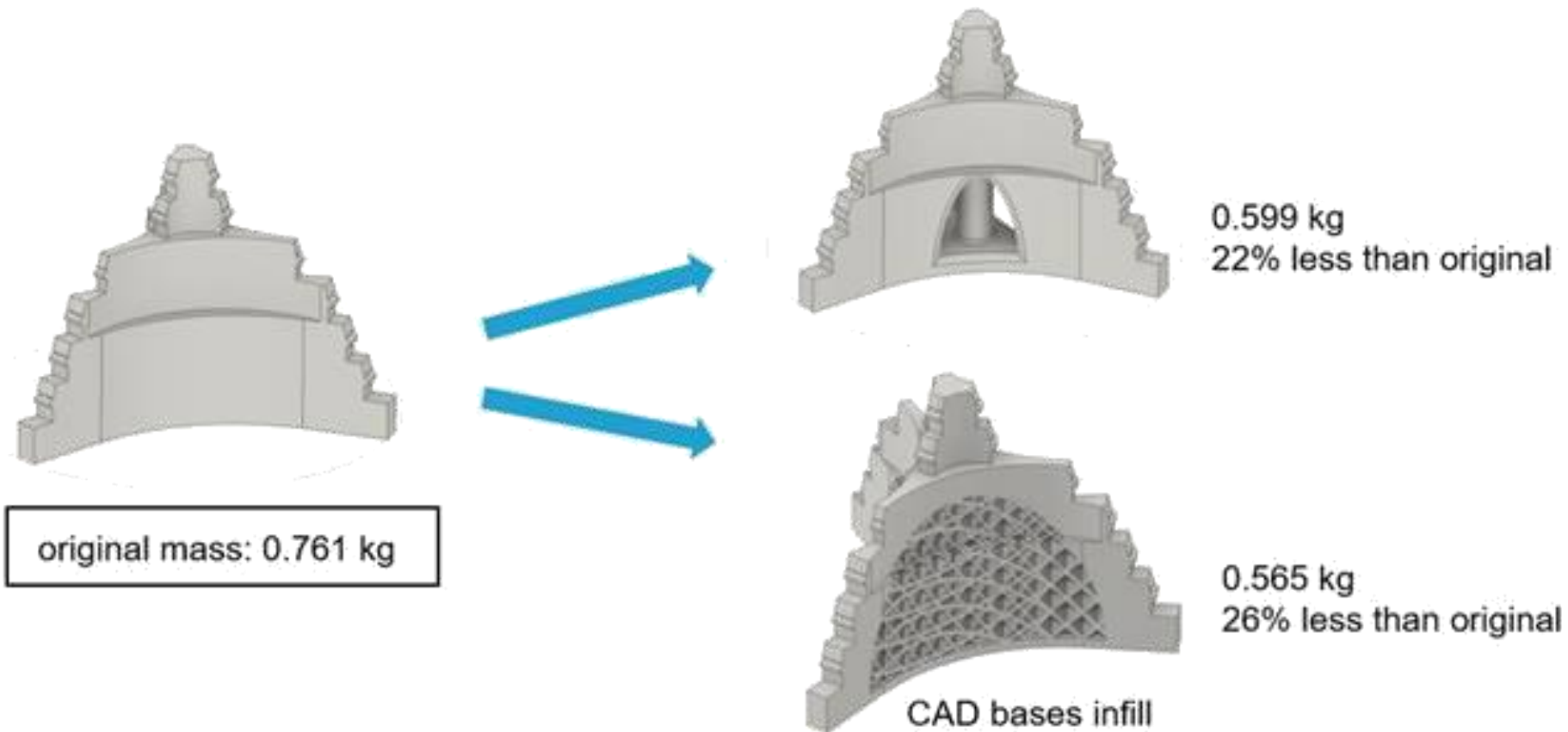


## Weitere Anwendungen:

- Ersatzteile
- Spritzgusswerkzeuge
- ...



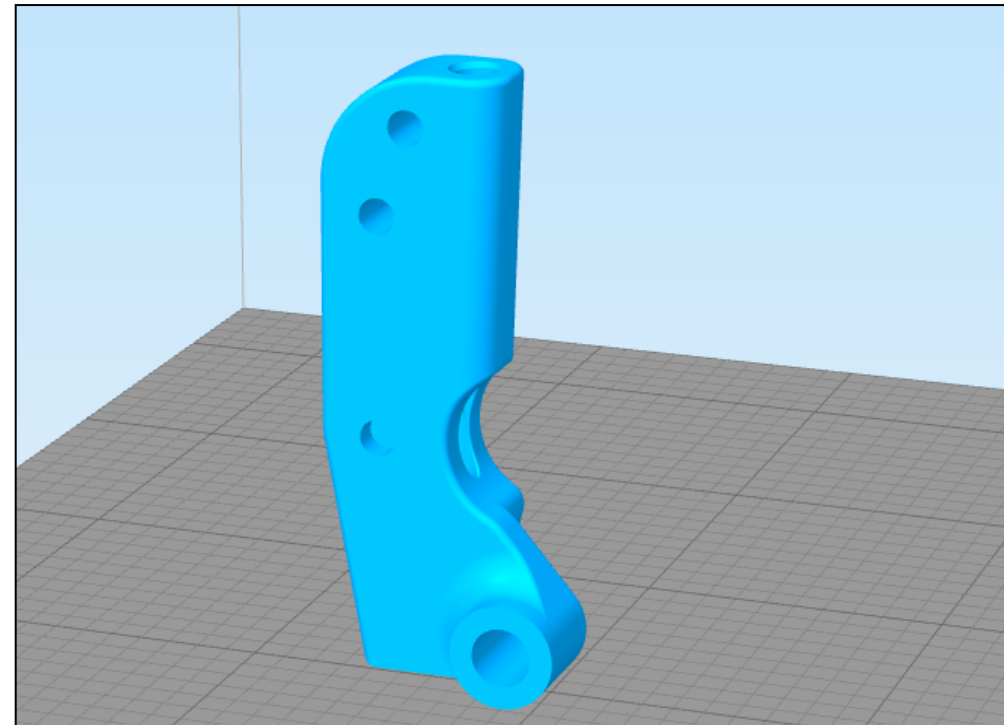
# 4. Anwendungsbeispiel: ZF Zahnrad Aufnahme






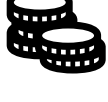



|  |                 |                   |
|--|-----------------|-------------------|
|  | Größe:          | 100 x 100 x 70 mm |
|  | Gewicht:        | 565 g             |
|  | Schichthöhe:    | 0,15 mm           |
|  | Druckzeit:      | ca. 19 h          |
|  | Materialkosten: | 73 €              |
|  | Kosten D&S:     | 22 €              |
|  | Gesamtkosten:   | 95 €              |

03.04.2020

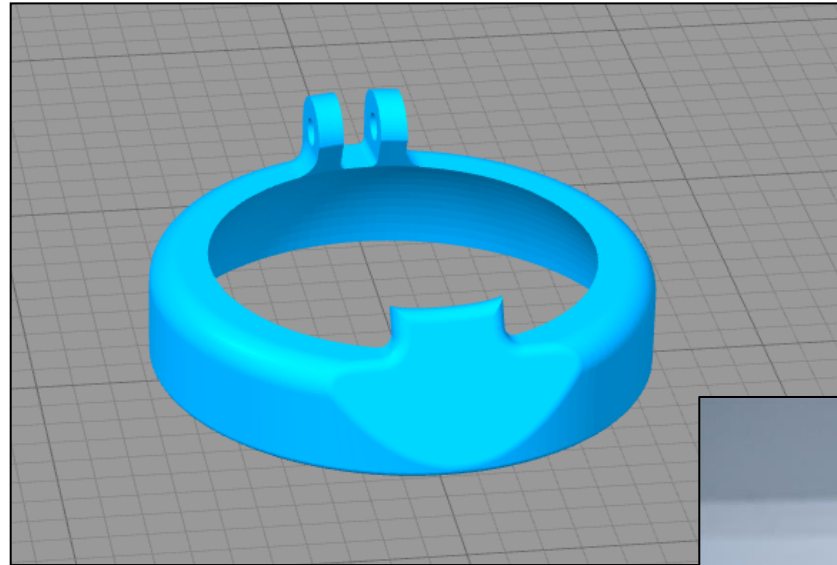
# 4. Anwendungsbeispiel: Kipphebel










|   |                 |                 |
|---|-----------------|-----------------|
|    | Größe:          | 42 x 27 x 97 mm |
|    | Gewicht:        | 170 g           |
|    | Schichthöhe:    | 0,15 mm         |
|  | Druckzeit:      | ca. 8 h         |
|  | Materialkosten: | 22 €            |
|  | Kosten D&S:     | 7 €             |
|  | Gesamtkosten:   | 29 €            |

Kosten bei DL-Druck (rapidobject.com): 399 €

# 4. Anwendungsbeispiel: Plop Ring



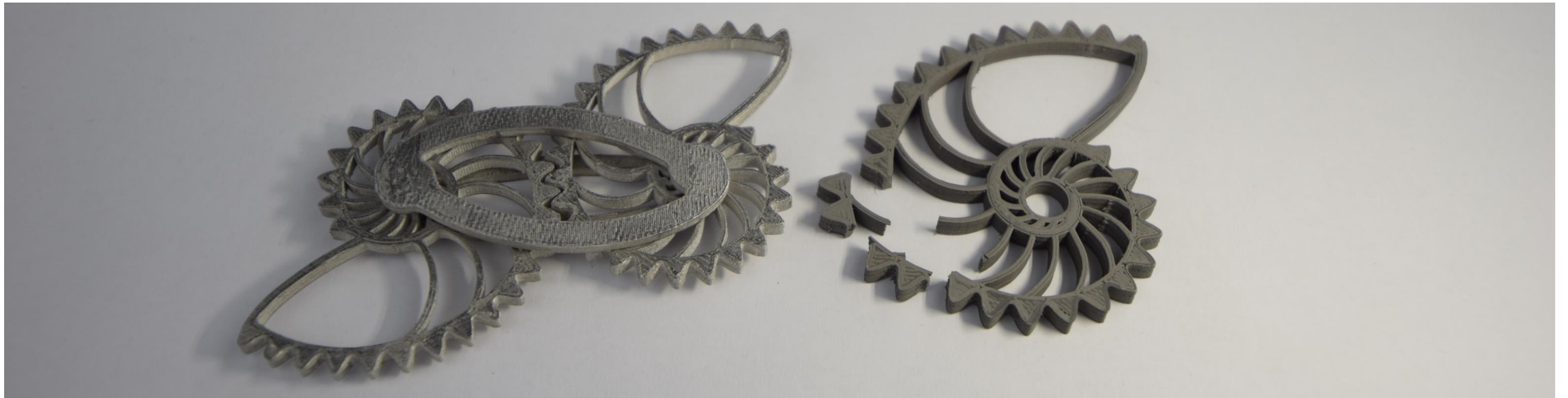
|   |                 |                 |
|---|-----------------|-----------------|
|    | Größe:          | 70 x 70 x 25 mm |
|    | Gewicht:        | 110 g           |
|    | Schichthöhe:    | 0,1 mm          |
|  | Druckzeit:      | ca. 6 h         |
|  | Materialkosten: | 14,3 €          |
|  | Kosten D&S:     | 4,4 €           |
|  | Gesamtkosten:   | 36,7 €          |

Kosten bei DL-Druck (rapidobject.com): 599 €





## 5. GRENZEN DES FFF-METALLDRUCKS

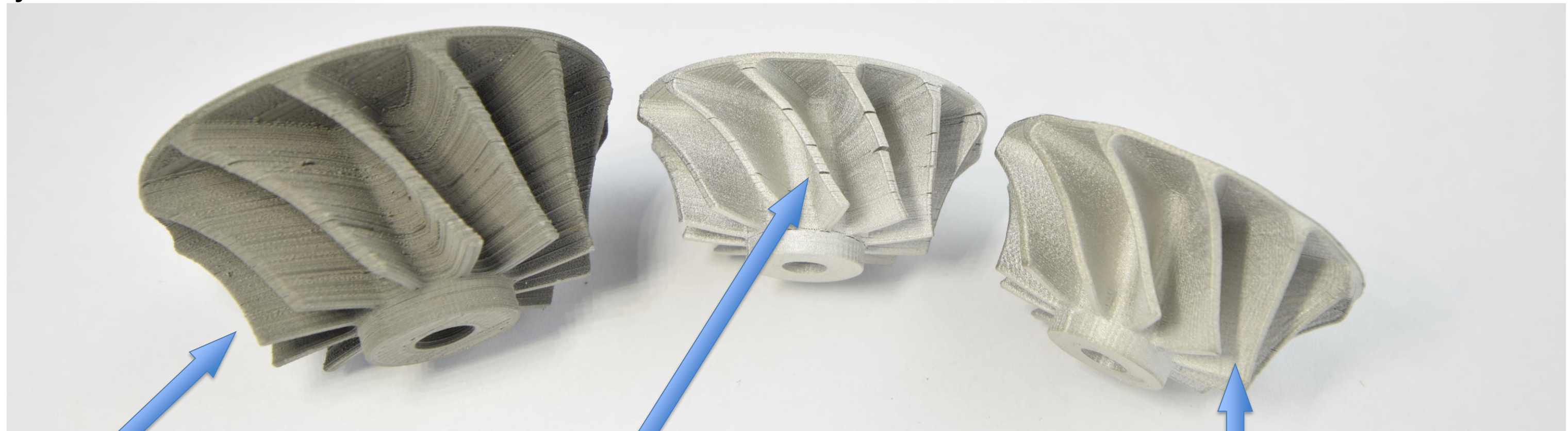


**3D-Druck 4.0**

4 Materialien • 4 Farben • 4 Düsendrößen

# 5. Grenzen des FFF-Metalldrucks

- Grundlage: Limits/Grenzen von Kunststoff-FFF-Druck gelten auch für Metall-FFF-Druck
- Toleranzen durch nachgelagerte Prozesse tendenziell schlechter → Ggf. Nacharbeit erforderlich (Gewinde, Passungen, ...)
- Höchste Priorität auf Qualität des Druckteils (Drucker & Kalibrierung), Sinterprozess verschlimmert jeden Druckfehler



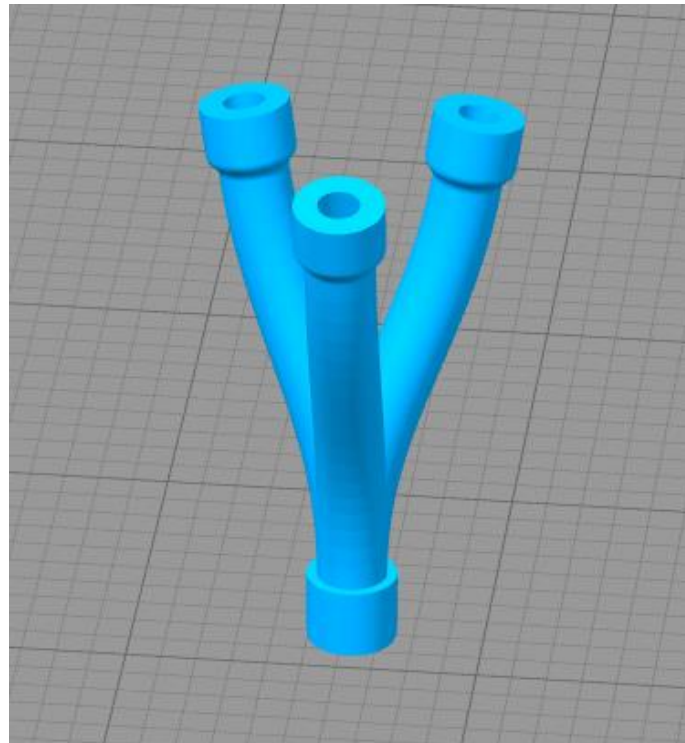
Grünling mit Fehlerstellen  
(Delamination)

Gesintertes Bauteil mit Fehlerstellen  
(Delamination)

Gesintertes Bauteil ohne Fehler

# 5. Grenzen des FFF-Metalldrucks

- Nicht alles was druckbar ist prozesssicher:
  - Sinnvolle Bauteilgröße  $\leq 100 \times 100 \times 100 \text{mm}$  (Ausnahmen möglich)
  - Turmartige Bauteile bedingt prozesssicher



Source: [www.nabertherm.com](http://www.nabertherm.com)

- Möglichst wenig Überhänge, Überhänge  $>45^\circ$  vermeiden, ansonsten Stützmaterial erf. (BASF Keramik)
- Möglichst geringe Wandstärken-Unterschiede im Bauteil (Verzug und Spannungsrisse)
- BASF Design-Guideline/Konstruktionsregeln: [https://www.basf.com/global/en/who-we-are/organization/locations/europe/german-companies/basf-3d-printing-solutions-gmbh/metal-solutions/Ultrafuse\\_316L.html](https://www.basf.com/global/en/who-we-are/organization/locations/europe/german-companies/basf-3d-printing-solutions-gmbh/metal-solutions/Ultrafuse_316L.html)



## 6. DER M4 METAL IM DETAIL

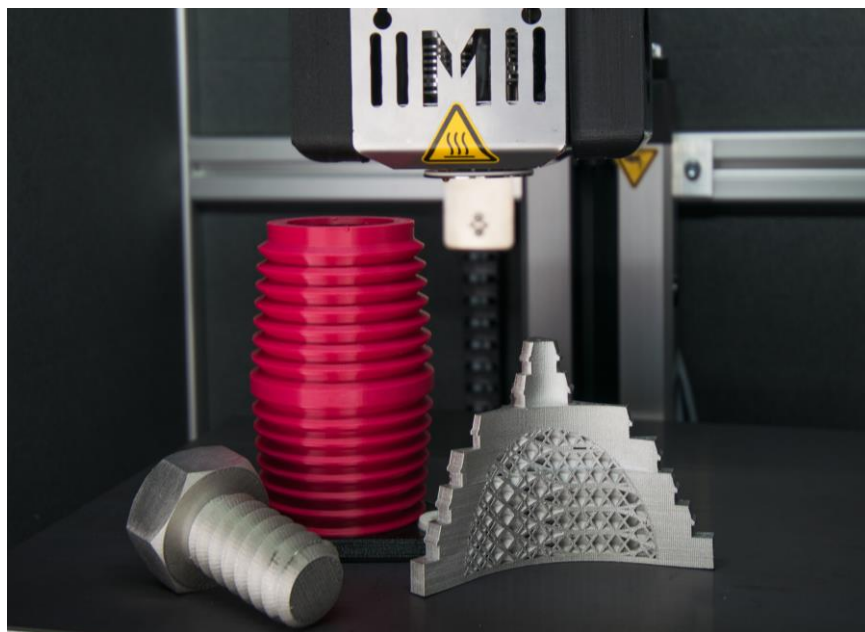
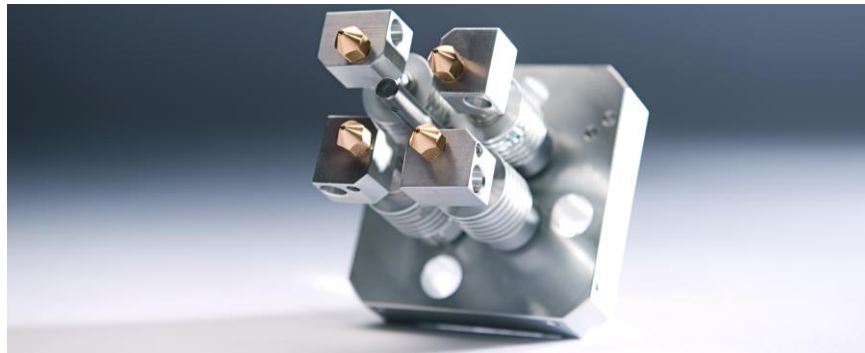


**3D-Druck 4.0**

4 Materialien • 4 Farben • 4 Düsengrößen

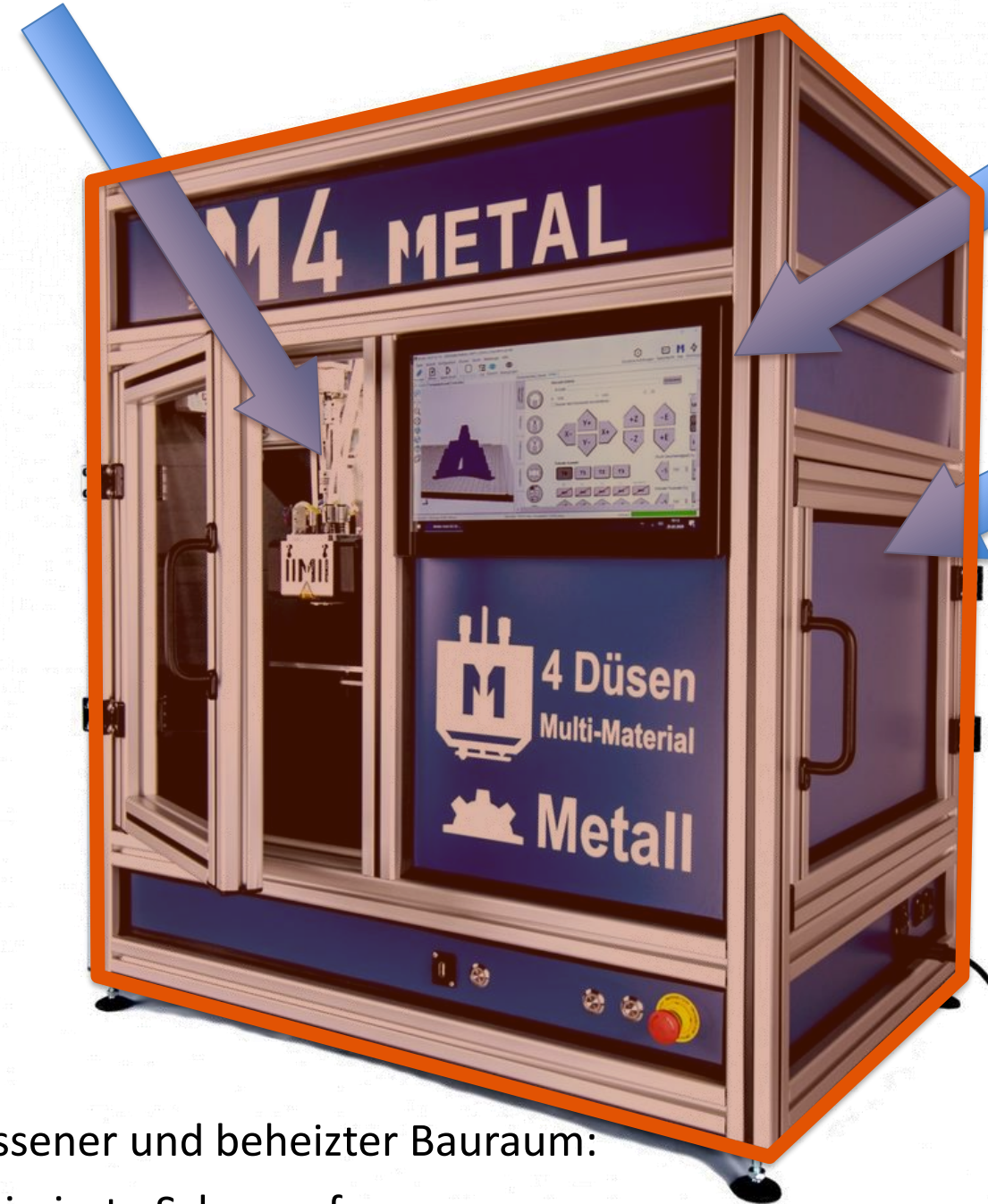
# 6. Der M4 Metal im Detail

Patentierter Mehrfachdruckkopf 4Move mit 4 Düsen:



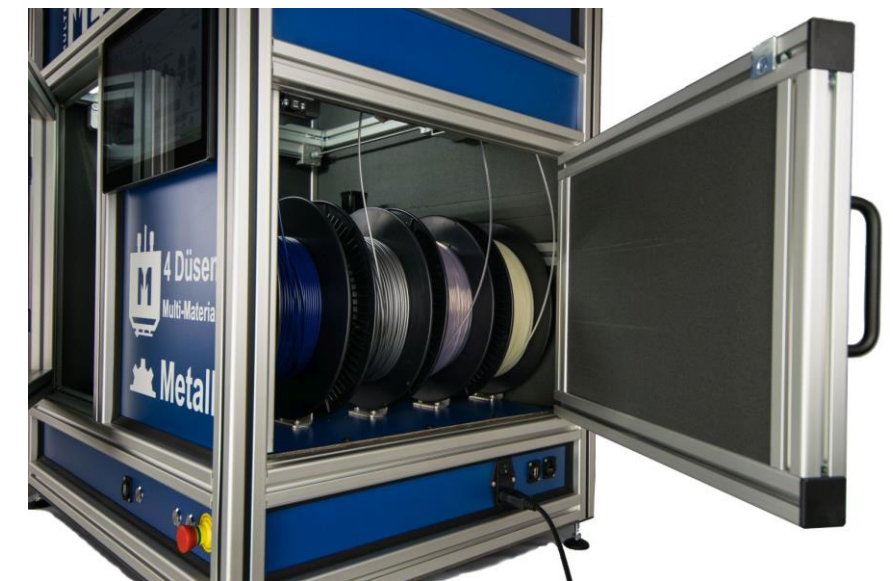
Geschlossener und beheizter Bauraum:

- Minimierte Schrumpfung
- reduzierte Warpingtendenz
- Verhinderung von Delamination



13,3 Zoll FullHD Touchpanel, Betriebssystem Windows 10: komfortable Bedienung, einfache Netzwerkanbindung

Geschlossenes und beheiztes Filamentlager für bis zu 4x 3kg Material

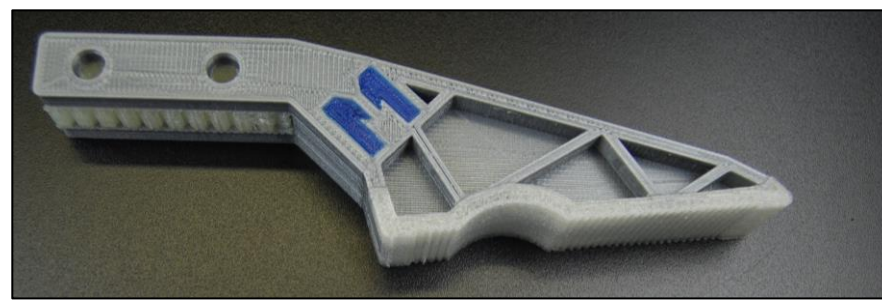
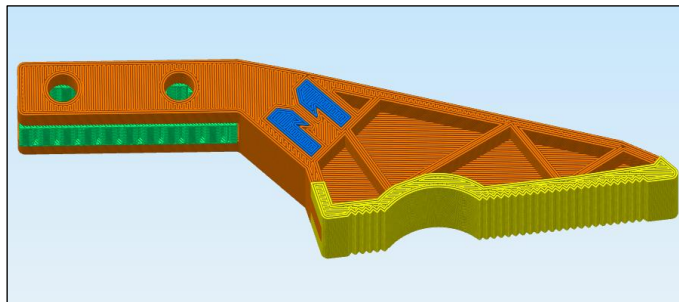


Weitere Eigenschaften:

- Offenes Filamentsystem (Fremdmaterialien nutzbar)
- Filamentüberwachung mit Endlosdruckfunktion
- Matrix-Drucktischvermessung

# 6. Der M4 Metal im Detail: 4Move-Druckkopf

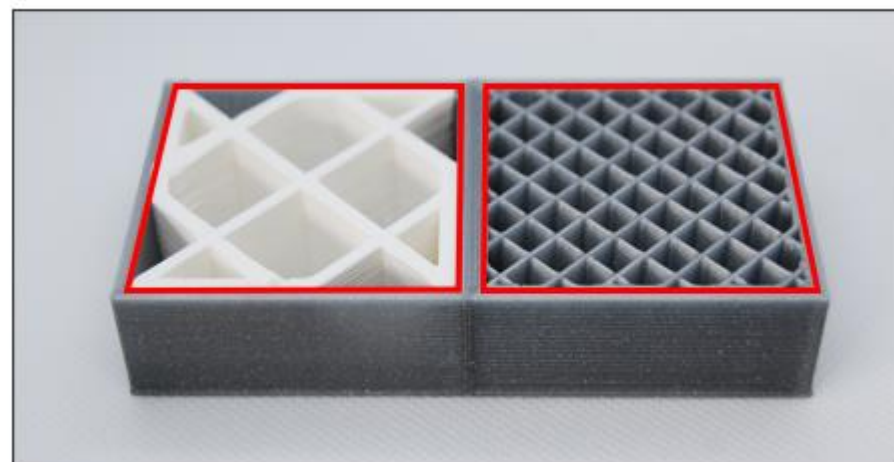
- Weltweit einziges, patentiertes System mit bis zu 4 einzeln angesteuerten Hotends in kompaktem Druckkopf
- Neue Freiheitsgrade als Basis für Technologiesprung im FFF-Druck
  1. Saubere Trennung der eingesetzten Materialien
  2. Kombination von bis zu 4 unterschiedliche Farben und/oder Materialien in einem Druckvorgang



3. Kombination unterschiedlicher Düsendrößen

Dauer: 7 min

Dauer: 35 min



□ 2.0 mm Düse  
■ 0.6 mm Düse

4. Endlosdruck-Feature: Bis zu 4 x 3kg Material in einem unterbrechungsfreien Druckvorgang
5. Intelligentes Thermomanagement: Spart Material, Energie und Druckzeit
6. Weniger Materialwechsel pro Düse notwendig -> Höhere Standzeiten



# Multec als Partner beim FFF-3D-Druck



Multec unterstützt Sie gerne bei allen Themen zur FFF-Technologie

- Anwendungsberatung
- Druckteilanalysen
- Kostenanalysen
- Musterdrucke (Metall/Kunststoff)
- Druckdienstleistung



- Fragen? 3D-Druck Projekte? → [florian.rapp@multec.de](mailto:florian.rapp@multec.de) oder an [webinar@multec.de](mailto:webinar@multec.de)
- Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!