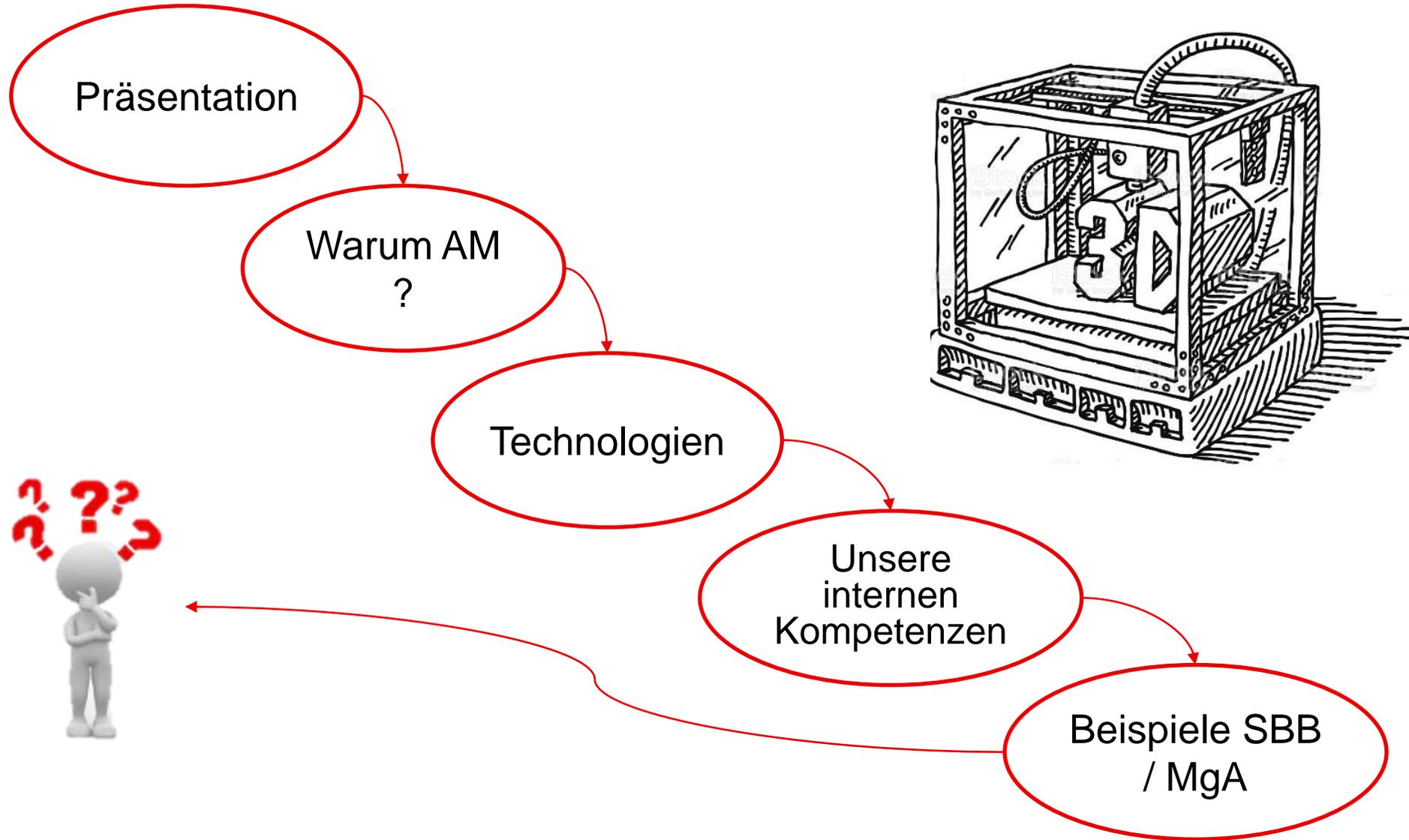


## Additive Fertigung bei SBB PP

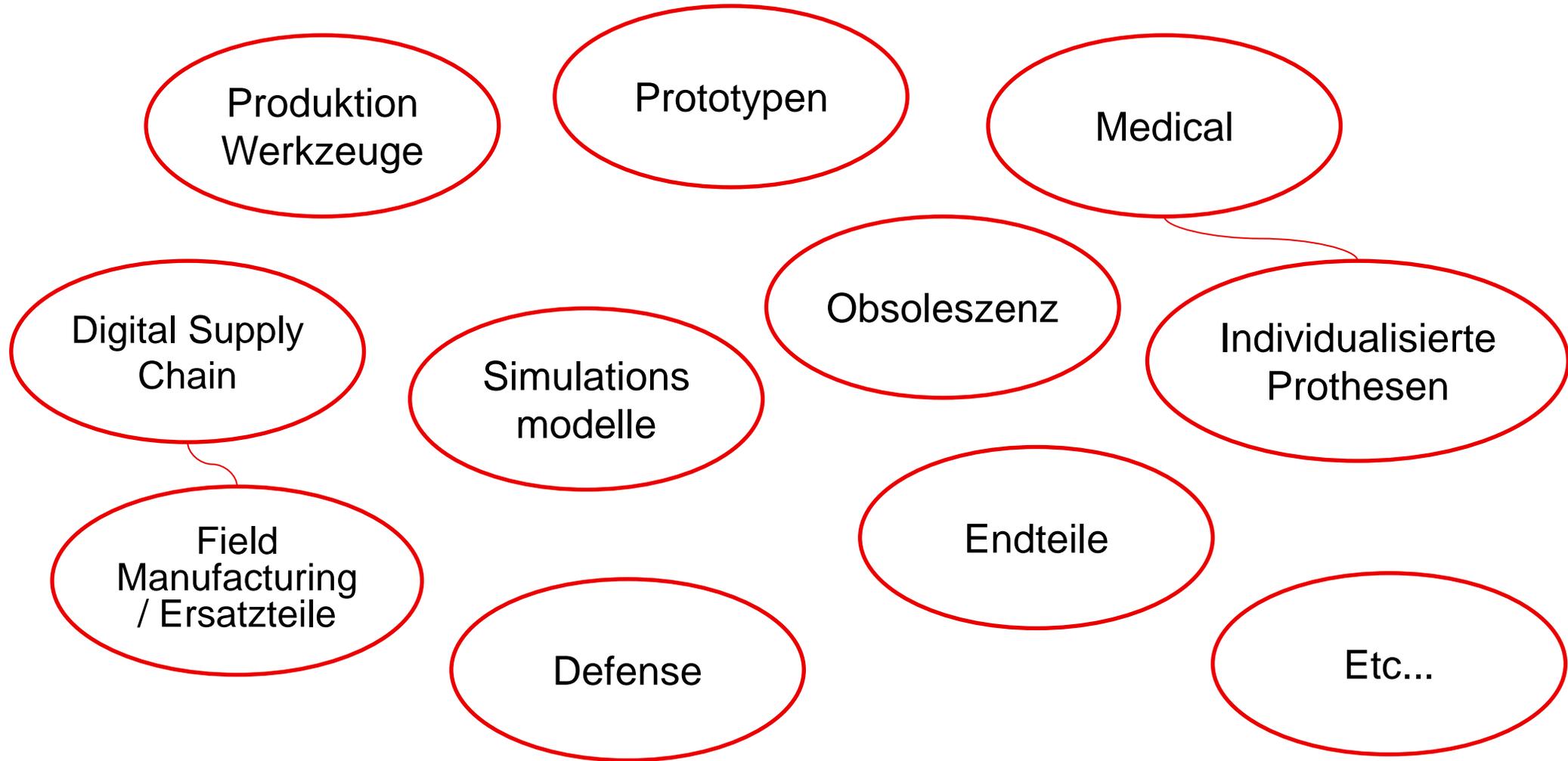
Josquin Bourgeois, 19. Oktober 2023, Bern



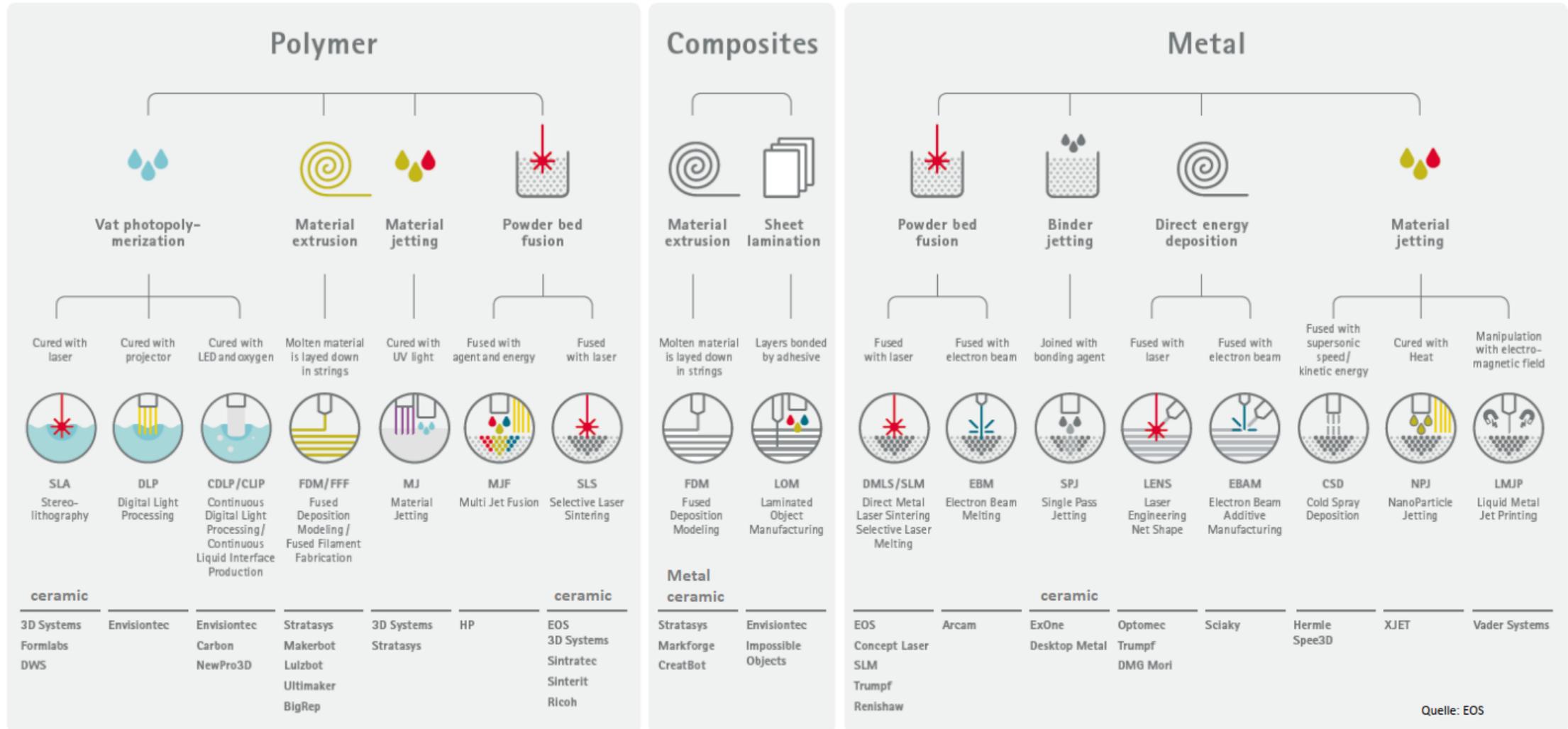
# Programm



# Warum 3D-Druck



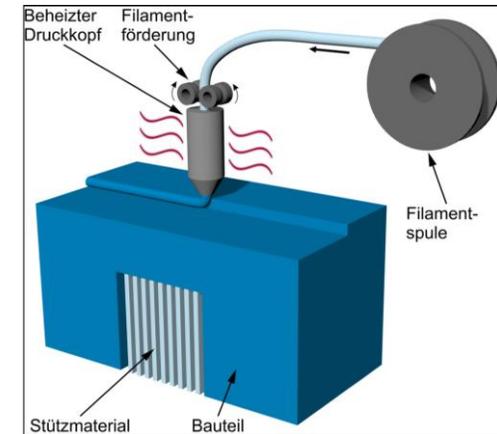
# Technologien Plastik, Metall, Keramik 3D Druckverfahren



Quelle: EOS

# MEX-TRB Material Extrusion – Thermal Reaction Bonding

- Ablegen des geschmolzenen Filaments
- Schichten je nach Maschine
- Drucktemperatur von 150 bis 470 [°C]
- Druckgeschwindigkeit von 20 bis 120 [mm/s]
- Grosse Menge an verfügbaren Werkstoffen:
  - PLA, Tough PLA, PC, PETG, TPU 95A, Nylon, ABS, CPE, CPE+, PP, Ultem 9085 etc.
  - Werkstoffe mit Kohle- oder Glasfaseranteil, PETG CF 15%, PC GF 30%



## Additive Manufacturing for Polymer



Material Extrusion

Material extrusion Filament

FDM Fused Deposition Modeling



POLYMER FILAMENT

HOT

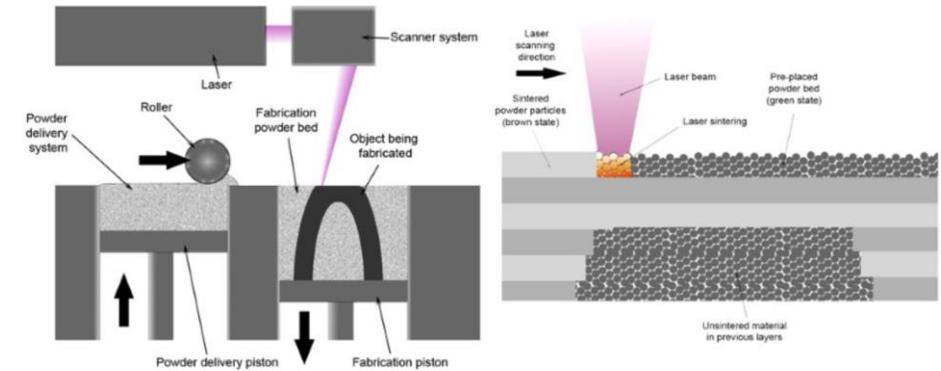
Drahtförmiger Kunststoff: s.g. Filament, wird in einer Düseneinheit plastifiziert und schichtweise selektiv lokal dosiert.

Quelle: formnext 10/2018 / ZPP  
Stratasys, Makerbot, Ultimaker, RepRap

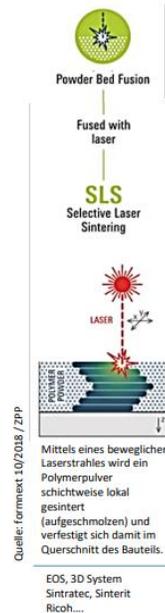
 Airducts (Ultem 9085) Quelle: Materialise	 Gehäuseschale mit Stützstruktur (ABSplus), Quelle: ZPP	 Flexible tube TPU 92A Quelle: Purple PlatyPlus
 Mitnehmer (PAA), Quelle: Ferrag	 Optimierter Mitnehmer (ABSplus), Quelle: ZPP	 Getriebe-Schlüsselanhänger (ABSplus), Stützmaterial: ABS (spröde/abwaschbar), Quelle: ZPP

# PBF-LB/P PowerBed Fusion using Laser Beam Plastics SLS

- Lasersintern des Werkstoffs
- Feines, per Laser verschmolzenes Polymerpulver
- Schichten je nach Maschine
- Werkstoffe:
  - PLA 12 (Nylon 12)
  - Flex
  - TPU

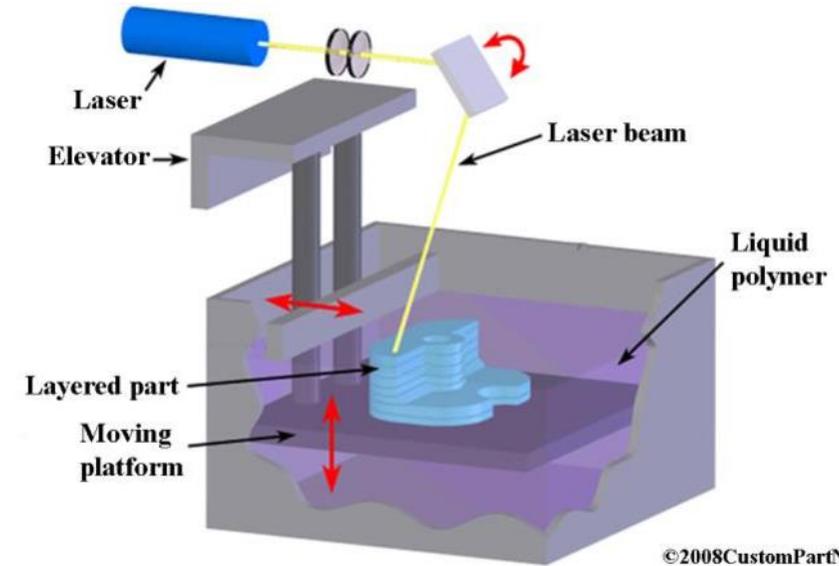


## Additive Manufacturing for Polymer



# VPP VAT Photopolymerization SLA

- > Polymerisation von Harz durch Laser
- > Schichten je nach Maschine
- > Werkstoffe:
  - > Nie klar beschrieben, da
  - > Lieferantenverfahren
  - > Flex
  - > Steif
  - > Transparent
  - > EN 45545-2
- > Evolution FR Cubicure



©2008CustomPartNet

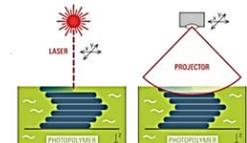
□

## Additive Manufacturing for Polymer

**zhaw** School of Engineering  
ZPP Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung

**Photopolymerization**

- Cured with laser → **SLA** Stereolithography
- Cured with projector → **DLP** Direct Light Processing



Mittels eines beweglichen Laserstrahles wird ein Photopolymer selektiv lokal auspolymerisiert und verfestigt sich dort.

Mittels eines Projektors wird ein Photopolymer schichtweise beleuchtet. Wo Licht hinfällt polymerisiert das Material lokal aus und verfestigt sich dort.



Quelle: Sauber F1 Team  
Anwendungen: Fahrzeugmodelle für den Luftkanal  
Material: SL = Resin Accura Bluestone mit Keamipartikel



Hydraulikblock, Quelle: Econolyst



Designstudie Fahrradschloss, Quelle: Stereolithografie.net



Injektion, Quelle: ZPP



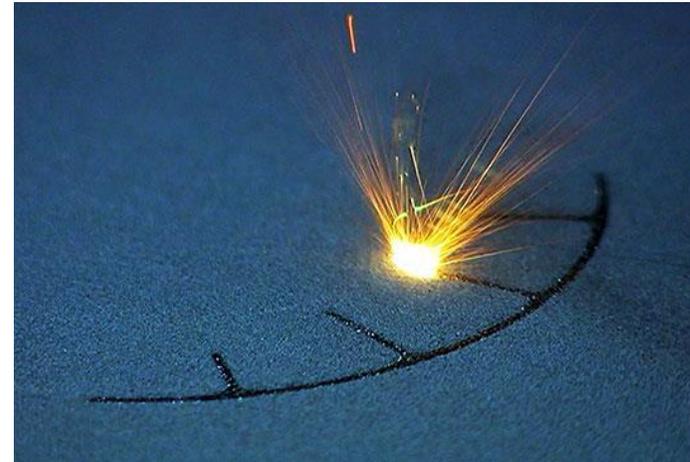
Div. Verschaltungen SL (SL-Epoxidharz) 0,1 mm Schichtstärke geglättet, gestrahlt, lackiert  
Scheinwerfer-Scheibe SL (SL-Harz transparent) 0,1 mm Schichtstärke geglättet, gestrahlt, poliert

3D System  
FormLabs, DWS

Envisontec

# PBF-LB/M PowerBed Fusion / Laser Beam / Metals SLM

- Feines, per Laser verschmolzenes Metallpulver
- Schichten je nach Maschine
- Werkstoffe: Stahl, Edelstahl, Aluminium, Titan. Etc...
- Mechanische Festigkeit beträgt 99% im Vergleich zu einem Werkstoff aus herkömmlicher Fertigung
- WAAM (Arc Wire AM)



an Angewandte Wissenschaften  
**zhaw** School of Engineering  
ZPP Zentrum für Produkt- und Prozessentwicklung

### Powder bed Fusion by Laser Laser Beam Melting

**Strahlschmelzen (SLM):**

- 1 X-Y Scanner,
- 2 Verfestigungszone,
- 3 generiertes Bauteil,
- 4 Supportstrukturen
- 5 Bauplatte,
- 6 Bauplattform mit Hubtisch,
- 7 Beschichter mit Pulvervorrat

Quelle: VDI 3405  
(Wiedergegeben mit Erlaubnis des Verein Deutscher Ingenieure e. V.)

**Verfahrensprinzip**

- Schichtweises lokales Verschmelzen von Pulverpartikeln mittels Laserstrahlung bis 2000W (u.a. Multi-Laser)
- Ausrichtung Laser mittels Scanner/Spiegel

Quelle: Formnet 10/2018 / ZPP

Mittels eines beweglichen Laserstrahles wird ein Metallpulver schichtweise lokal aufgeschmolzen und verfestigt sich damit im Querschnitt des Bauteils.

Reichow, SLM  
EOS, Trumpf  
GE (Concept Laser)

1-4-2 CAS ADF Verfahren\_Metall.pptx, A. Kirchheim, ©ZPP

**Charakteristika**

- Hohe Dichte (>99.8%),
- hohe Festigkeit
- Supportstruktur

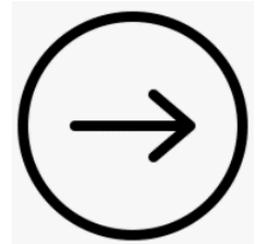
**Metallpulver**

- Werkzeug- und Vergütungsstähle
- Ti-, Al-, Ni-, Co-Basislegierungen
- ....

**Post-Prozess**

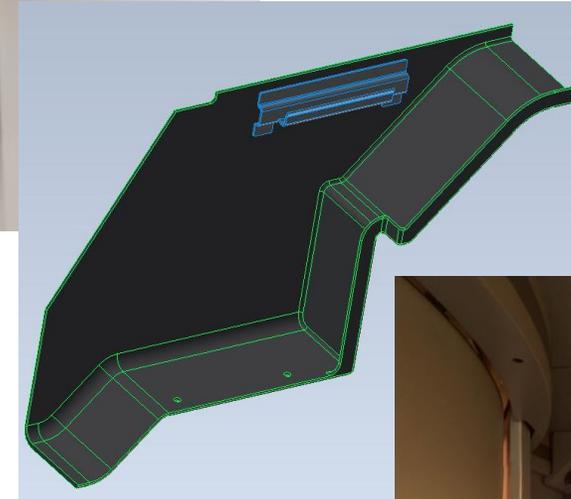
- Kontrolliertes Abkühlen, Reinigen vom Pulver
- Entfernen Stützen, Bauplatte
- Wärmebehandlung unter Vakuum bzw. Schutzgas oder Hot Isostatic Pressing (HIP)
- Verbesserung der Bauteiloberflächen durch:
  - Strahlen, Trowalisieren ...
  - Zerspanen (Fräsen, Schleifen, Polieren...)
  - Laserstrahlabtragen

# Anwendungsfälle für 3D-Druck



# Nachbauen / kopieren

- Kriterien
  - Bauteil ist vorhanden
  - Keine Form- und Funktionsanpassungen notwendig
  - Patente sind abgelaufen
- Wann ist es ratsam, ein Teil zu kopieren?
  - Keine oder bald keine Teile mehr verfügbar
  - Standardmässige Ersatzlösung ist zu teuer
  - Jährliche Bedarfsmenge ist niedrig
  - Bauteil hat eine komplexe Form
  - Lieferzeit zu lang
  - Das Bauteil kann nicht einzeln gekauft werden, sondern ist Bestandteil einer grösseren Baugruppe



# Rapid manufacturing / Optimierung

- Kriterien
  - Bauteil ist vorhanden
  - Formanpassung gewünscht
- Wann ist es ratsam, ein Teil zu optimieren?
  - Durch eine Optimierung der Schwachpunkte die Lebensdauer erhöhen
  - Gewichtsreduktion
  - Verbesserung der Ergonomie
  - Verbesserung der Sicherheit
  - Weniger Teile



# Neuerung

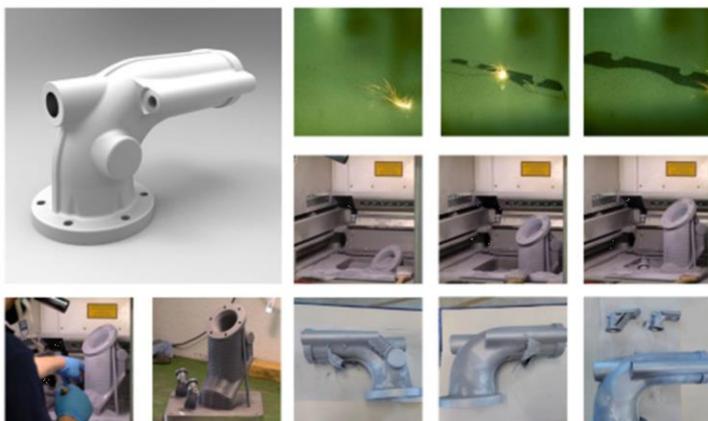
- Kriterien
  - Bauteil ist nicht in dieser Form vorhanden
- Wann ist es ratsam, ein Teil neu zu entwickeln ?
  - Bauteil hat eine komplexe Form
  - Jährliche Bedarfsmenge ist niedrig
  - Personalisierte Teile / Ergonomie
  - Kurze Lieferzeit gewünscht



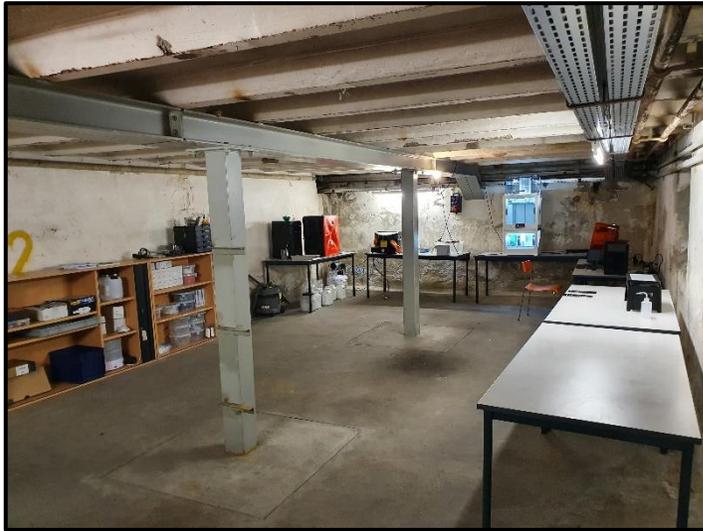
## Möglichkeiten und Einsatzgebiete

Die Digitalisierungstechnologie und der 3D-Druck werden von der SBB seit 2017 eingesetzt. Mehr als 300 Anwendungen wurden bereits gedruckt und 2700 Teilen wurden hergestellt.

- Reproduktion von nicht mehr verfügbaren Ersatzteilen, z.B. Halterungen für Überwachungskameras oder Diesel-Einfüllstutzen
- Prototypenbau für schnelle, unkomplizierte, relativ kostengünstige Lösungen
- Produktionswerkzeuge für einfachere und effizientere Arbeitsprozesse
- Für Simulation von Bahnhofsanlagen oder eines Eisenbahnwagens



# Drucker bei uns im Einsatz bei der SBB



## Ultimaker-S5-Team:

- Yverdon
- Olten
- Bern Wankdorf
- Bern Hilfikerstrasse
- Bellinzona
- Biel
- BTC Hägendorf

8 Ultimaker S5 mit und ohne (avec et sans) Material station und Air Manger (FFF=fused filament fabrication)



UM S5 Pro Bundle

Volume d'impression : 330 x 240 x 300 mm  
Impression avec 2 matériaux possible

### Materialen / Matériaux

PLA, Tough PLA PC, PETG, TPU 95A, Nylon, PETG CF15%, PC GF30%, ABS, Breakaway, PVA, CPE, CPE+, PP, .....

1 Sinterit Lisa (SLS=selective laser sintering)



LISA

PA12 Smooth, FLEXA Grey, .....

### Materialen / Matériaux

1 Formlabs Form 3 (SLA=Stereolithography)



Form 3

Volume d'impression : 145 x 145 x 185 mm

### Materialen / Matériaux

Clear, Riigid, Flexible.....

# Lieferanten und Partner

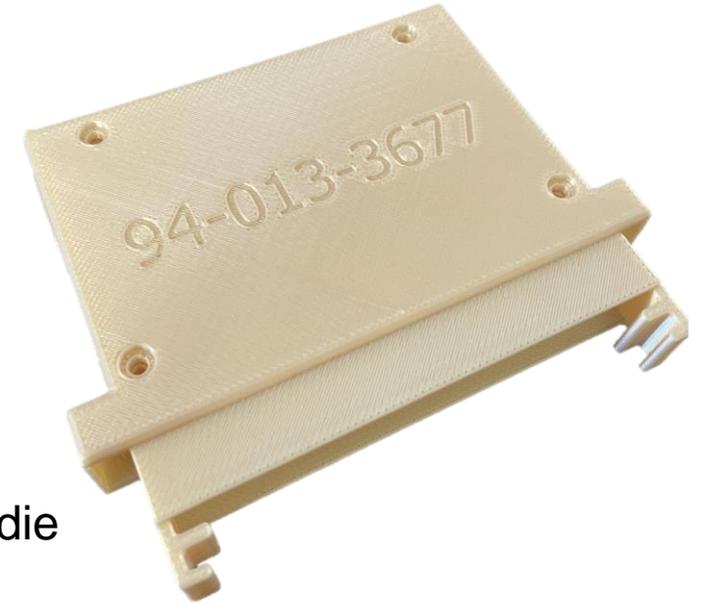
<b>Faigle 3D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matériel d'impression (filaments,...)</li> <li>- Petites séries surtout plastique impression</li> <li>- Découpage laser plastique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckmaterial (Filamente,...)</li> <li>- Kleine Serien vor allem Kunststoff druck</li> <li>- Laserschneiden Kunststoff</li> </ul>
<b>Alphacam</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impressions plastique Stratasys (Ultem 9085, poudre plastique, grandes pièces,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffdruck Stratasys (Ultem 9085, Kunststoffpulver, grosse Teilen,...)</li> </ul>
<b>Ecoparts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impression métallique PBF (acier, inox, alu, titane,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metalldruck PBF (Stahl, Edelstahl, Alu,...)</li> </ul>
<b>1zu1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impression plastique PBF</li> <li>- Plastique moulé sous vide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffdruck PBF</li> <li>- Vakuumguss Kunststoff</li> </ul>
<b>Hachtel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impression plastique VPP (Cubicure Evolution FR,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffdruck VPP (Cubicure Evolution FR,...)</li> </ul>



## Brandschutzverordnung EN 45545-2 : 2020

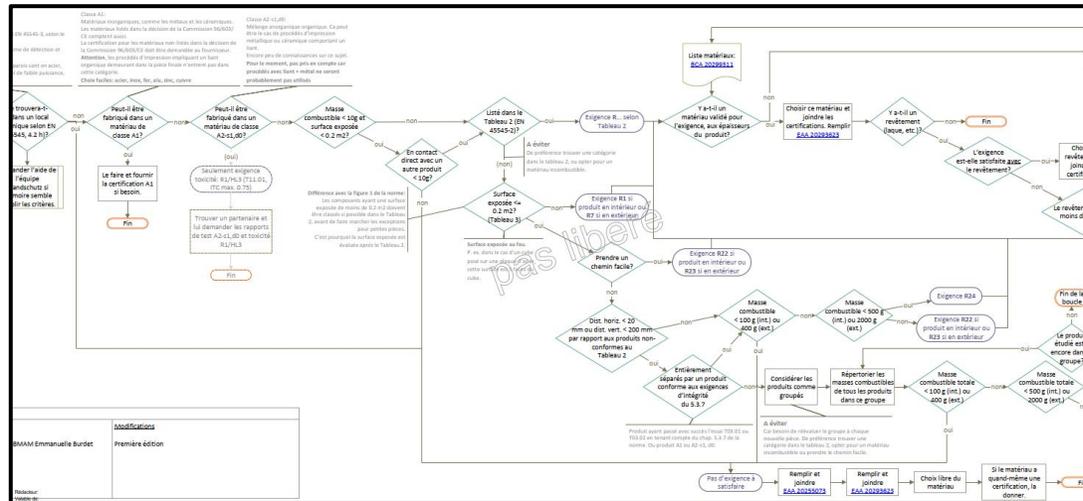
Alle Fahrzeugteile unterliegen der Brandschutznorm EN 45545-2  
in Kürze :

- 28 Anforderungen (R1 bis R28)
  - Die Funktion der Komponente und ihre Position im Zug bestimmen die Anforderung.
  - 1 Anforderung = eine Testreihe
  - Nur der getestete Bereich von Materialstärken darf verwendet werden
- Risikoniveau: HL2 bei der SBB, ausser für Schlafwagenzüge (HL3)



# Brandschutzverordnung EN 45545-2 : 2020

➤ Auszug aus dem Schema BAA 20299322: Wahl der Anforderung (R1-R28) gemäss EN 45545-2, für 3D-Druck.



Document: EAA  
Version: 01

Freigeber: UZ 15079  
Documentnummer: 20255073

Prüfer: UZ 15079  
Gültig bis: 01.04.2025

Ersteller: UZ 15079  
Gültig ab: 01.04.2020

## Technischer Bericht Nachweisfreie Komponente / Material gemäss SN prEN 45545:2018 §4.3.4

Klassierung	
<input checked="" type="checkbox"/> P-OP	<input checked="" type="checkbox"/> vertraulich
<input checked="" type="checkbox"/> Auftragnehmer von P-OP	<input checked="" type="checkbox"/> SBB intern
<input type="checkbox"/> Lieferanten Fahrzeuge / Systeme	<input type="checkbox"/> öffentlich

**Autor(en)** Daniel Mallow  
**Urheberrecht** Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche weitere Nutzung bedarf einer vorgängigen, ausdrücklichen Genehmigung des Freigebers.  
**Dateiname** CAA-20255073-BerNachweisfrei-md200303.docx

**Vertraulichkeit** Vertraulich

**Erstellt:** \_\_\_\_\_ **Geprüft / Freigegeben:** \_\_\_\_\_

**Name:** \_\_\_\_\_

**Id:** \_\_\_\_\_

**Datum:** \_\_\_\_\_

Rollmaterial Personenverkehr SBB

**DIN Code**  
M-AB08 (Brandsicherheit / Rettung)

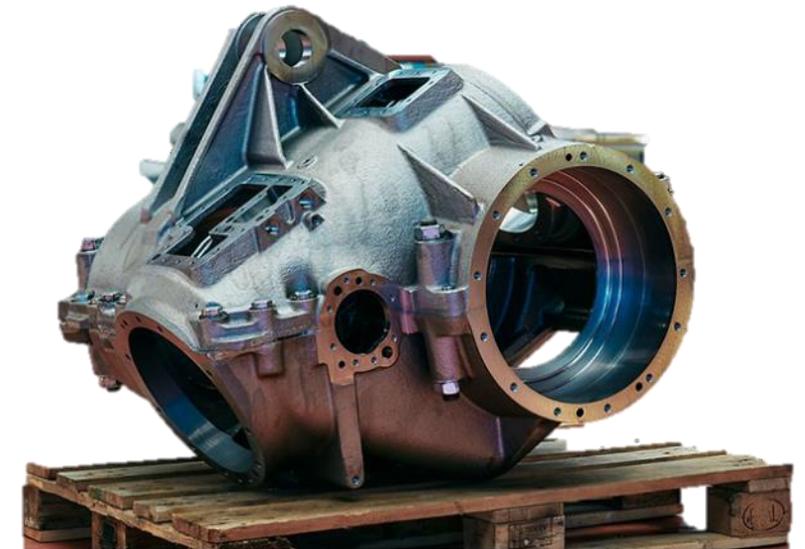
**Inhaltsverzeichnis**

1. Ziel und Zweck .....	2
2. Gültigkeit .....	2
3. Beschreibung der Komponente .....	2
4. Klassierung der Komponente .....	2
5. Kriterien zur Klassierung .....	3
6. Diagramm nach SN EN 45545 §4.3.4 nicht nachweispflichtiger Komponenten .....	4

➤ **Materialliste**

# Mobility Goes Additive (MgA)

- MgA tauscht sich mit europäischen Eisenbahnen zum Thema 3D-Druck aus.
- Monatliche virtuelle Sitzung und jährliches Präsenztreffen.
- DB hat gegenwärtig 500 verschiedene Artikel gedruckt und 100'000 Teilen im ganzen hergestellt.
- Einbeziehung von Werkstofflieferanten und Berücksichtigung unserer spezifischen Anforderungen.



Transmission housing - manufactured using indirect 3D printing - Credit: Deutsche Bahn AG / Dominic Dupont



## Die Zukunft bei uns

- Ein Kubikmeter Drucker zu beschaffen ?
- Zertifiziertes internes Druckzentrum für die Produktion von Kunststoff-Fahrzeugteilen ?
- Drucker für Metall ?
- Netzwerk von Druckern an jedem Standort mit Bauteil Katalog ?





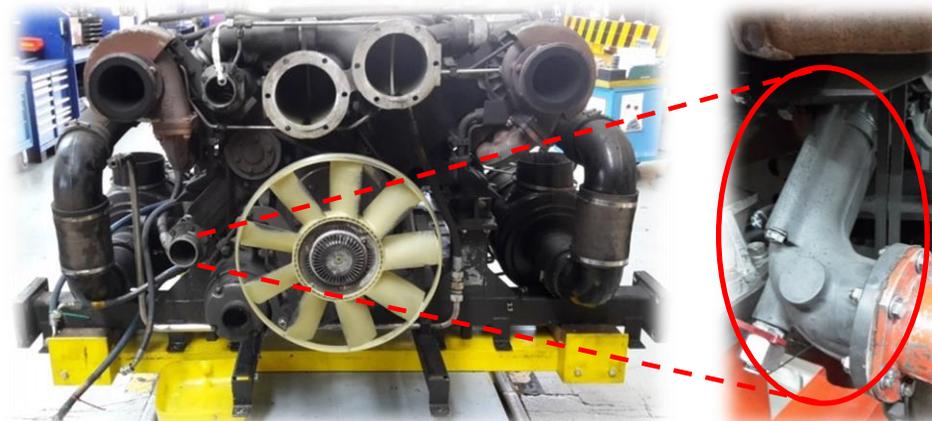
# Von Obsoleszenz betroffenen Baufahrzeug Tm 234 und Kostenvergleich des «3D-Drucks» mit der herkömmlichen Fertigung.

Tätigkeiten / Etappen in CHF	Klassische Ausführung	3D-Druck
CAD-Zeichnung*	1400	
3D-Modellierung*		1860
Form* + Giessen	2500	
Druck		1500
Mechanische Nacharbeitung	420	465
<b>Gesamtkosten</b>	<b>4320</b>	<b>3825</b>
<b>Frist</b>	<b>10 Wochen</b>	<b>10 Tage</b>

- Einmalige Kosten sind mit einem \* gekennzeichnet.
- Es wurden verschiedene Angebote von «3D-Druckdienstleistern» eingeholt.
- Die geografische Nähe des ausgewählten «3D-Druck-Dienstleisters» ist zumindest in der Anfangsphase sehr vorteilhaft.



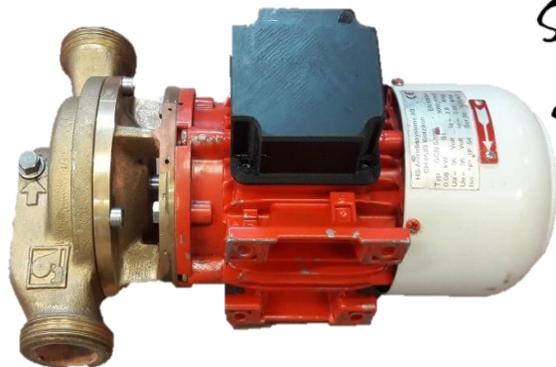
124 Fahrzeuge Tm 234 von SBB Infra



Dieselmotor MTU 12V183 für Tm 234

## Klemmbrettdeckung für Wasserpumpe 94-000-7295A.

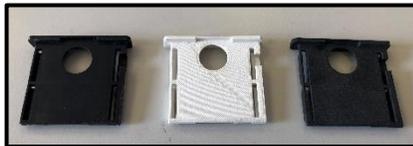
- **Ausgangslage**
- Die Abdeckungen zum Klemmgehäuse sind oft defekt.
- Ein Defekt bedeutete bisher den kompletten Ersatz der Pumpe, da keine Ersatzteile zur Verfügung standen.



### Einsparung

- Kosten komplette Pumpe: CHF 2473.–
- Kosten Klemmgehäuse: CHF 25.–
- **Einsparung pro Pumpe: CHF 2448.–**
- **Einsparungen bis 2020: CHF ~50 000.–**

# CoC Additive Manufacturing



<b>4096 SIM-Kartenhalter</b>	
<u>Beschreibung:</u> 	<u>Menge / Jahr:</u> 
Sim-Kartenhalter für Alstom ETCS	10 Stück / Jahr
<u>Abmessungen (mm) / Gewicht (kg):</u> 	<u>Grund / Warum: Preis / Stuck:</u> 
42 x 37 x 7 [mm] < 10 [g]	Nicht vom Lieferanten vertrieben 105.-
<u>Technologie / Werkstoffe : Anforderungen:</u> 	<u>Status: Einsparung / Jahr:</u> 
VAT (SLA), Cubicure FR	Fertiggestellt

## Zusätzliche Informationen :

Das Gerät muss als Ganzes zum Austausch des Teils durch den Lieferanten ausgebaut werden. Ausserdem ist keine stückweise Lieferung möglich.

Entwurf und Prototyp bei der SBB gefertigt, externe Serienfertigung.

# CoC Additive Manufacturing.



## 4146 3D-Prototyp-Teil

<u>Beschreibung:</u>		<u>Menge / Jahr:</u>	
Prototyp zur Montage		2 Stück	
<u>Abmessungen (mm):</u>		<u>Ursache / Warum:</u>	
275 x 200 x 103 / 275 x 200 x 250		Test vor dem Einbau in die Flotte	
<u>Technologie:</u>		<u>Status:</u>	
MEX (FDM) / PLA		Fertiggestellt	

### Weitere Informationen:

Teil, mit dem überprüft wird, dass es zu keinen Platzproblemen mit dem neuen Teil kommt.

# CoC Additive Manufacturing



3718 Vorderseite Steckkarte 11LX13			
<u>Beschreibung:</u>		<u>Menge / Jahr:</u>	
Kartenhalterung für Rack ZMS Re 450		50 [Stk.]	
<u>Abmessungen (mm) / Masse (g):</u>		<u>Ursache / Warum:</u>	
128x20x24 [mm] 8 [g]		Veraltetes Teil. Keine Form mehr 22.8 [CHF]	
<u>Technologie / Werkstoffe Anforderungen:</u>		<u>Status:</u>	
Mex (FDM) Ultem		<u>Ersparnisse / Jahr:</u>	
		Fertiggestellt	

### Weitere Informationen:

M2,5-Gewindeinsatz in den Teilen integriert. Preis für konventionelle Nachfertigung 374 [CHF]  
 Lieferzeit für externen herkömmlichen Lieferanten: 19 Wochen  
 Zeitaufwand für Studie und Entwicklung: 30,5 Stunden

# CoC Additive Manufacturing



## Verkleidung für Notbremse

<u>Beschreibung:</u>		<u>Menge / Jahr:</u>	
Gehäuse hinter dem Hebel der Notbremse.		5	
<u>Abmessungen (mm):</u>		<u>Ursache / Warum:</u>	
175x117x102 mm		Defektes Teil, Plastikeinspritzung zu teuer, weil die Form neu gefertigt werden muss.	
<u>Technologie / Materialien / Anforderungen:</u>		<u>Status:</u>	
FDM / Ultem 9085 / R26/HL3 Lackierung: R1/HL2 auf Aluminium		Fertiggestellt	

Weitere Informationen:

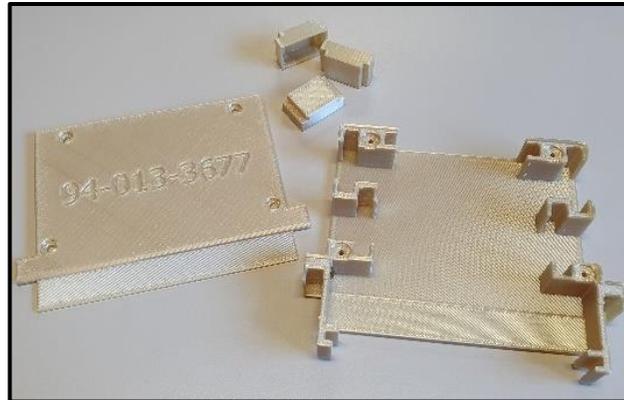
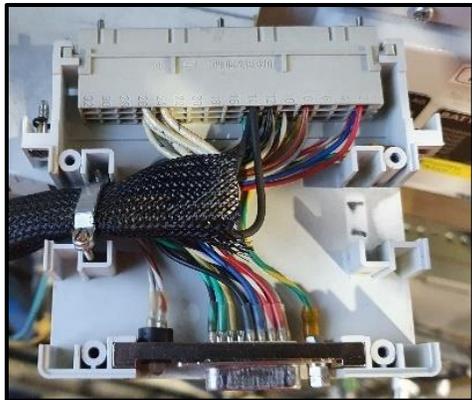
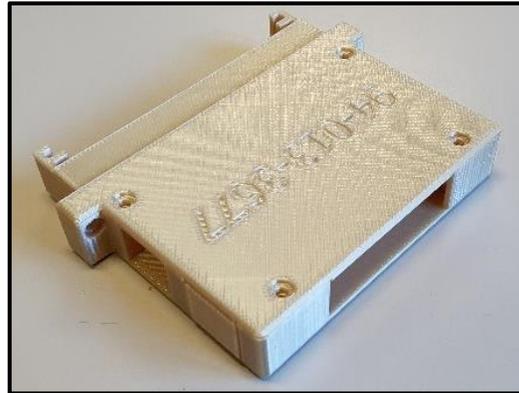
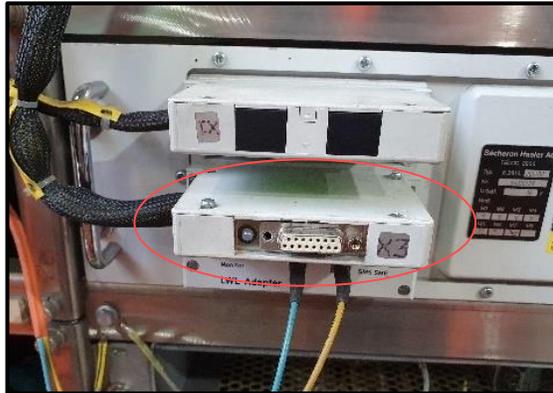
Herausforderungen:

- EN 45545-2 (Brandschutznorm) verstehen und anwenden, da das Teil zu gross ist, um eine Ausnahme zu bilden
- Auch für die Lackierung verwenden

Verbesserungen:

- Neue, widerstandsfähigere Konstruktion (Gewindeeinsätze anstelle von vor dem Giessen angebrachter Teile)
- Flexibilität bei Versorgung, geringerer Lagerbestand

# CoC Additive Manufacturing



Ursprüngliches Modell

3D-gedrucktes Modell

## AM1008 Steckergehäuse Re 460 - 94-013-3677

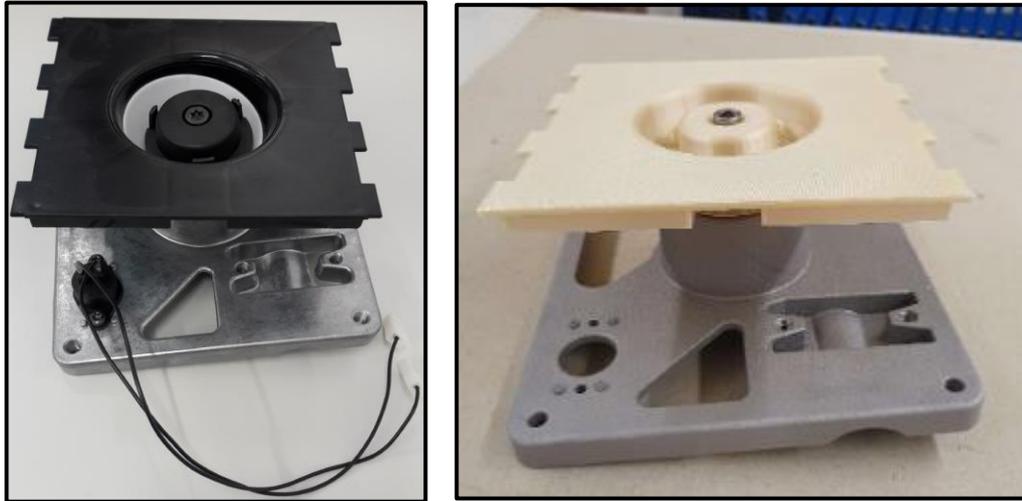
<b>Beschreibung:</b>		<b>Menge / Jahr:</b>	
Kunststoffgehäuse, das zum Halten der Hasler Teloc 2200 Stecker dient		5 Stück / Jahr	
<b>Abmessungen (mm) / Gewicht (g):</b>		<b>Grund / Warum: Preis / Stück:</b>	
114 x 93 x 20 mm 55 g		Obsolet CHF 167.- / Stück	
<b>Technologie / Werkstoffe : Anforderungen:</b>		<b>Status: Einsparung / Jahr:</b>	
MEX (FDM) / Ultem 9085 EN 45545-2 (Brandschutznorm) R26/HL2		Fertiggestellt	

### Zusätzliche Informationen :

Für den X1 (siehe erstes Foto links) wurde ein Ersatzteil gefunden, nicht aber für den X3. Dieser wird von nun an im 3D-Druckverfahren hergestellt.

Jeder Artikel besteht aus fünf Kunststoffteilen: dem Gehäuseboden, dem Deckel und drei kleinen, abnehmbaren Abdeckungen. Das Ganze ist mit Schrauben befestigt.

# CoC Additive Manufacturing



## Rückspiegel DTZ Obsolte BG (Usecase)

<b>Beschreibung:</b>	<b>Menge / Jahr:</b>
Rückspiegel-Halterung RABe 514 bestehend aus: 4 Kleinteilen GFK 1x Metalteil aus ALU 1x Grosses Teile Kunststoff	2021: ca. 10 Stück
<b>Abmessungen (mm) / Masse (kg):</b>	<b>Ursache / Warum: Preis:</b>
170x140x75 0,5 Kg	Obsolete Baugruppe:
<b>Technologie / Werkstoffe Anforderungen:</b>	<b>Status: Ersparnisse / Jahr:</b>
Kleinteile GFK 3D Druck Brandschutz Metalhalterung: ALU 3D Druck Grosses Kunststoffteil 3D Druck Brandschutz	Fertiggestellt Serie wurde getestet (März 2021)

### Weitere Informationen:

Alternative Fertigungsverfahren werden geprüft, weil kosten für 3D Druck vom Metallteil sind sehr hoch (ca. 850 CHF/Stück)



# High Performance Polymers

Rail application – ÖBB use cases

## Battery filler tube

<b>ÖBB</b>	R – Class	: R22
	Hazard Level	: HL2
	Location	: Batterybox motorail
	Dimension	: 30 x 30 x 70 mm

Material requirements: chemical resistant to battery acid  
Currently prototype made in PP



## Dish washer device

<b>ÖBB</b>	R – Class	: R22
	Hazard Level	: HL2
	Location	: Dish washer
	Dimension	: 120 x 120 x 70 mm

Material requirements: temperature resistant up to 90°C,  
chemical resistant to tensides and food residues





# High Performance Polymers

Rail application – SNCF & SJ use cases

## Headlamp Housing



R – Class : 23 / 26  
 Hazard Level : 2  
 Location : Exterior  
 Dimension : TBC  
 [Original Material : PA Glass Fiber

Obsolete part. Produced in AM as infrequently required. Aim to be a 'produce on demand' non-stocked item



## Driver Seat rail end protection



R – Class : R24  
 Hazard Level : HL2  
 Location : interior – drivers cab  
 Dimension : 46 x 38 x25 mm  
 Original Material : PU FR (UL94 Resin)

Requires high quality finish in contrasting color.  
 Printed in HP 3D High Reusability PA12





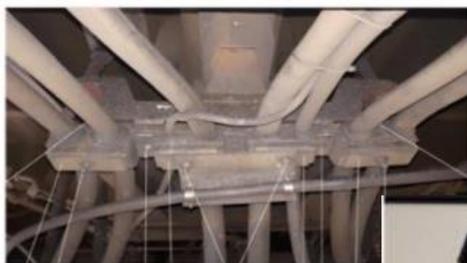
# High Performance Polymers

Rail application – NS use cases

## Cableholder



R – Class : R7  
Hazard Level : HL2  
Location : exterior-behind coupler  
Dimension : 580 x 70 x 43 mm  
[Original Material : wood (impregnated)]



## Table



R – Class : R1  
Hazard Level : HL 2  
Location : interior  
Dimension : -  
Original Material : HPL





# High Performance Polymers

Rail application – DB use cases

## Headrest



R – Class : R1  
 Hazard Level : HL2  
 Location : interior - seats  
 Dimension : 590 x 170 x 250 mm  
 Original Material : Aluminium

Material requirements e.g. visual, UV resistant,



## Air outlet



R – Class : R1  
 Hazard Level : HL2  
 Location : interior – drivers cabin  
 Dimension : 110 x 26 x 20 mm

Material requirements e.g. visual, temperature resistant,  
 UV resistant





# High Performance Polymers

Rail application – DB use cases

## Roof voute



R – Class : R1  
Hazard Level : HL2  
Location : interior  
Dimension : 650 x 754 x 136 mm

Material requirements e.g.: Visual, UV resistant, surface finish



## Clip

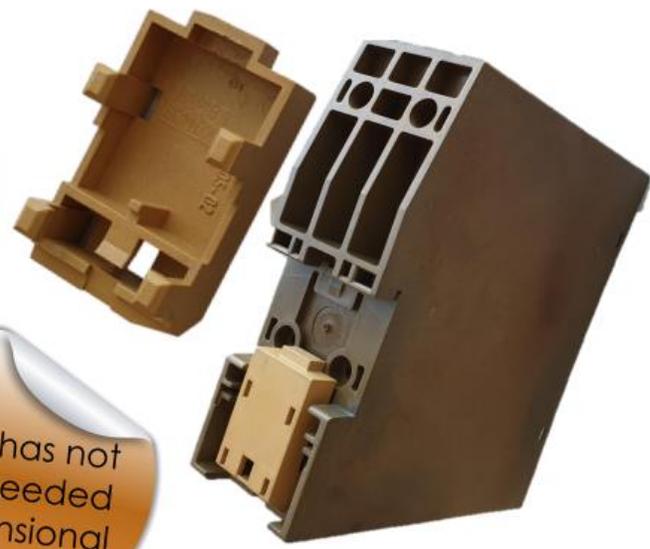


R – Class : R26  
Hazard Level : HL2  
Location : interior  
Dimension : 40 x 20 x 10 mm

Material requirements e.g.: flexible, high geometric accuracy

Current Materials for Laser Sintering are to brittle

FDM has not the needed dimensional accuracy



**Wir drucken auch sicherheitsrelevante Fahrzeugteile. Im Moment gibt es nur noch eine Grössenbeschränkung!**

**Additive Manufacturing, 3D Printing**

PP-UHR-FSY-VTK-BMAM

Josquin Bourgeois / 079 256 30 57

Betriebsmessmittel und additive manufacturing

DE-Jörg Hess / 079 623 02 33

FR-Emmanuelle Bailod / 079 842 30 83

[am@sbb.ch](mailto:am@sbb.ch)

