

Kunststoff 3D-Druck: Effiziente Lösungen für moderne Fertigung



Sandra Schulnig
s.schulnig@fh-kaernten.at

26.11.2025



© FH Kärnten, ADMiRE Research Center

Agenda



Von – bis

15:00 – 15:15

Inhalte

Kurze Vorstellungsrunde

15:15 – 16:15

Theoretischer Teil:

- Warum Additive Fertigung? Geschichte, Trends, Märkte und Beweggründe für die Einführung des 3D-Drucks
- Einführung in den Kunststoff 3D-Druck: Materialien, Verfahren und jeweilige Vor-/Nachteile

16:15 – 16:45

Pause

16:45 – 17:45

Praktischer Teil:

- Anschauungsbeispiele
- Vorgehensweise direkt vor Ort
- Wie setze ich Kunststoff 3D-Druck in meinem eigenen Betrieb um?

17:45 – 18:00

Vorstellung Micro Credential Filamentbasierter 3D-Druck

Agenda



Von – bis

15:00 – 15:15

Inhalte

Kurze Vorstellungsrunde

15:15 – 16:15

Theoretischer Teil:

- Warum Additive Fertigung? Geschichte, Trends, Märkte und Beweggründe für die Einführung des 3D-Drucks
- Einführung in den Kunststoff 3D-Druck: Materialien, Verfahren und jeweilige Vor-/Nachteile

16:15 – 16:45

Pause

16:45 – 17:45

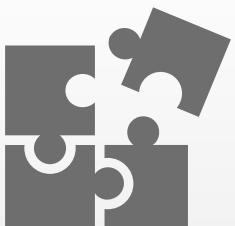
Praktischer Teil:

- Anschauungsbeispiele
- Vorgehensweise direkt vor Ort
- Wie setze ich Kunststoff 3D-Druck in meinem eigenen Betrieb um?

17:45 – 18:00

Vorstellung Micro Credential Filamentbasierter 3D-Druck





ADMiRE - ADditive Manufacturing, intelligent Robotics and Embedded Sensors

Team:

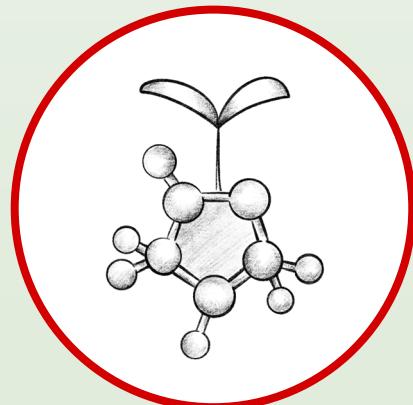
- 12 Mitarbeiter (Dissertanten, Junior & Senior Researcher)
- assoziierte Professoren und studentische Mitarbeiter (Studierendenprojekte, Bachelor- & Masterarbeiten)

Fokus:

- extrusionsbasierte Additive Fertigung
- Verbindung von Robotik & additiver Fertigung
- biobasierte & biologisch abbaubare und recycelte Materialien
- Wissensvermittlung

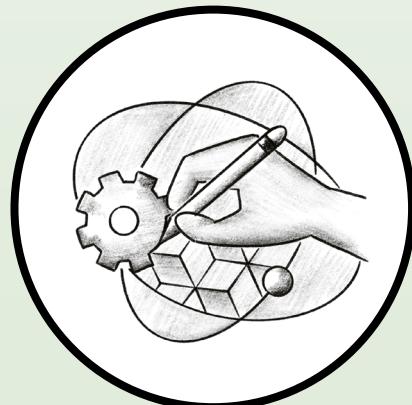
Material

innovative Materialien
Recycling & Wiederverwendung
Auswahl & Prüfung



Design

Topologieoptimierung & generatives Design
Pfadplanung
Prozesssimulation



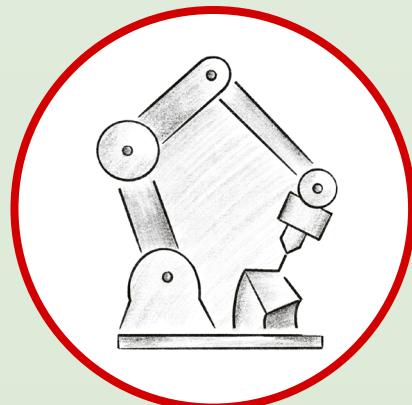
Anwendung

Nachhaltigkeit
Funktionalisierung
Modularisierung



Prozess

Optimierung & Qualifizierung
3D- & Multi-Achsen-Druck
Materialextrusion mit Kunststoffen



Agenda



Von – bis

15:00 – 15:15

Inhalte

Kurze Vorstellungsrunde

15:15 – 16:15

Theoretischer Teil:

- Warum Additive Fertigung? Geschichte, Trends, Märkte und Beweggründe für die Einführung des 3D-Drucks
- Einführung in den Kunststoff 3D-Druck: Materialien, Verfahren und jeweilige Vor-/Nachteile

16:15 – 16:45

Pause

16:45 – 17:45

Praktischer Teil:

- Anschauungsbeispiele
- Vorgehensweise direkt vor Ort
- Wie setze ich Kunststoff 3D-Druck in meinem eigenen Betrieb um?

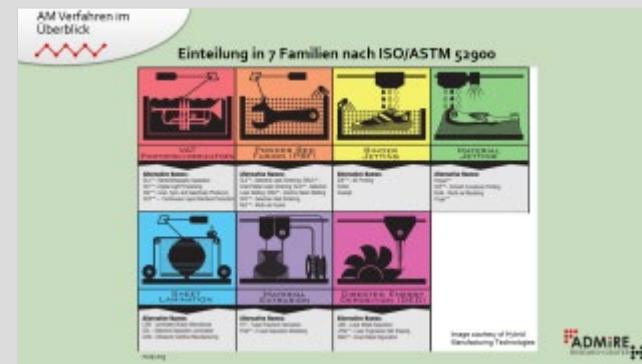
17:45 – 18:00

Vorstellung Micro Credential Filamentbasierter 3D-Druck

Inhalt



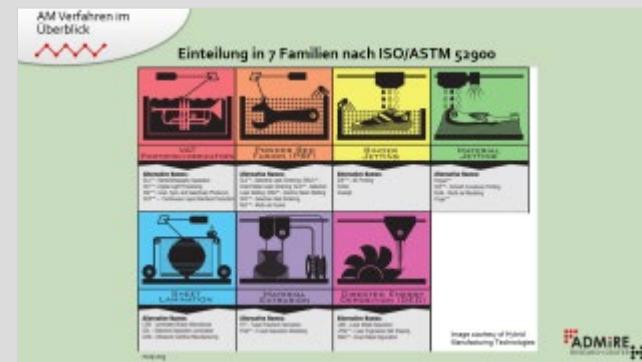
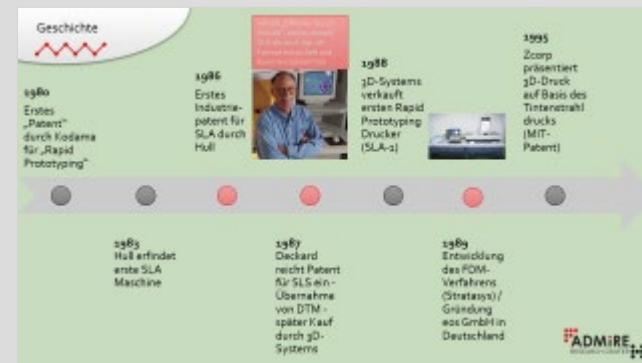
- Was ist Additive Fertigung und Schritte der Additiven Fertigung
- Geschichte und wirtschaftliche Betrachtung
- Typen von AM Verfahren mit Fokus auf Polymere / Kunststoffe
- Material Extrusion



Inhalt



- Was ist Additive Fertigung und Schritte der Additiven Fertigung
- Geschichte und wirtschaftliche Betrachtung
- Typen von AM Verfahren mit Fokus auf Polymere / Kunststoffe
- Material Extrusion

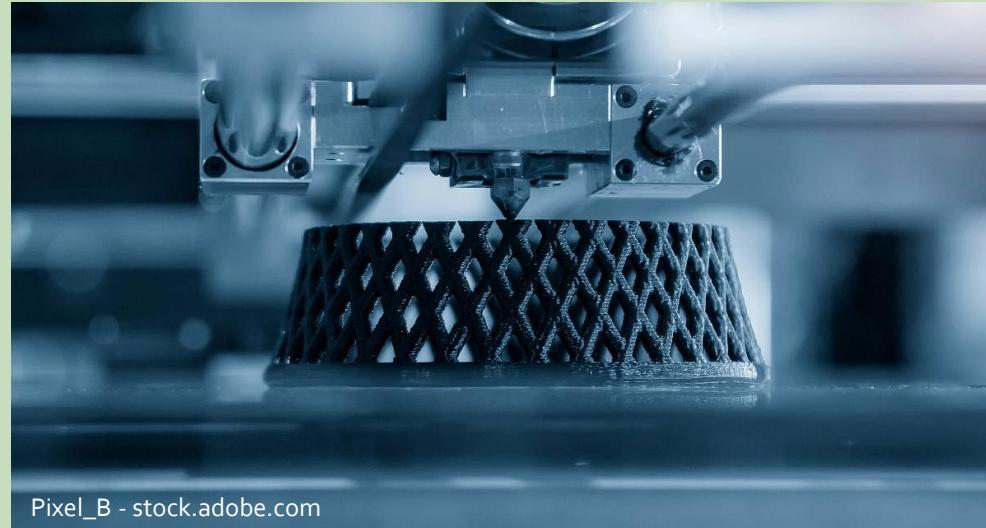


Additive Fertigung



→ *Schichtweise Herstellung von Produkten durch Hinzufügen von Material*

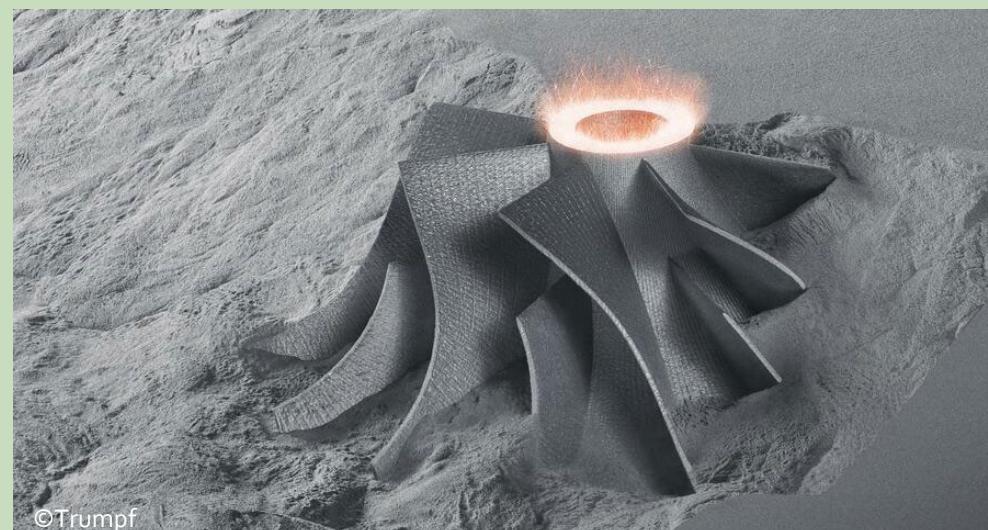
- Hohe Designflexibilität - komplexe Geometrien
- Geringer Materialverschnitt - weniger Abfall
- Geeignet v.a. für die Herstellung von Prototypen und Kleinserien und personalisierten Gegenständen
- Leichtbauanwendungen
- Integrierte Funktionalität



Pixel_B - stock.adobe.com



3dnatives.com



©Trumpf

Additive Fertigung



Prozesskette

CAD
Design

Konvert-
ierung in
STL Datei

Slicing /
G-code
Erstellung

Druck-
prozess

Ent-
fernung

Nachbe-
arbeitung

Anwendung



Prozesskette



- Wie erhält man ein 3D-Modell?
 - Download
 - 3D-Scan
 - Konstruktion mit CAD (Computer-aided design) Programm → **Material, Prozess und Anwendung verstehen → Design entwickeln (kein Kopieren!)**
 - CAD-Formate wie STEP und IGES beinhalten zahlreiche Detail-Informationen, aber Slicer-Programme benötigen Meshformate
 - Meshformate erlauben direkten Druck (STL, OBJ/3mf, WRL/VRML und PLY)



Prozesskette



- STL-Dateien
 - Von 3D Systems entwickelt
 - Beschreiben Oberfläche eines Teils, indem Sie diese in Dreiecke unterteilen
 - Bevorzugter und standardmäßiger Dateityp zur Verwendung beim 3D-Druck
 - Tesselation ist das Verfahren zur Unterteilung der Oberfläche eines Teils in Dreiecke (zu geringe Auflösung → gekrümmte Oberflächen erscheinen facettenartig – auch am gedruckten Teil)



Prozesskette



- CAM (computer-aided manufacturing) Programm (Slicer)
 - fügt Prozessparameter wie Drucktemperatur, Füllgrad, Druckgeschwindigkeit und stützendee Strukturen zur STL Datei hinzu
 - Zerlegung des Objekts unter Einflussnahme eingestellter Parameter in einzelne Schichten → Erzeugung eines G-Codes (Maschinencode für 3D-Drucker)
 - Slicer-Programm muss mit 3D-Drucker kompatibel sein, um optimal zu funktionieren (oft wird Software kostenlos zum Drucker mitgeliefert)



Prozesskette



- Bauteil wird dreidimensional gedruckt
 - Bei manchen Druckern kann man während des 3D-Drucks noch eingreifen und kleine Einstellungen vornehmen
 - Automatische Fehlerdetektion
 - Kameraaufnahme



Prozesskette



- Nach Fertigstellung kann das gedruckte Bauteil aus dem Druckraum entnommen werden
 - Oftmals Wartezeit vor Entnahme
 - Druckplattform sollte nicht beschädigt werden
 - Reinigung des Systems nach dem Drucken



Prozesskette

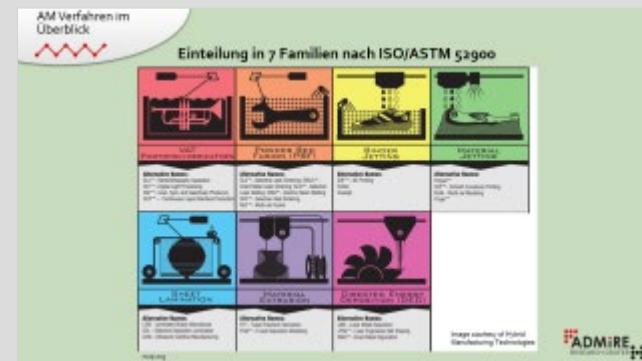
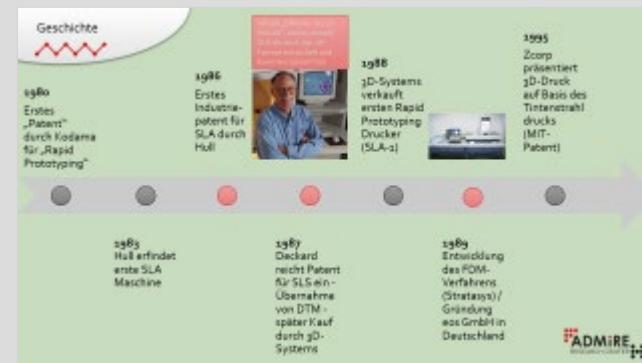


- Mechanische, thermische oder chemische Nachbearbeitung
 - Stützstrukturen entfernen
 - Qualitätskontrolle
 - Veredelung (Strahlen, Schleifen, Polieren, Einfärben, Lackieren, Beschichten, etc.)

Inhalt



- Was ist Additive Fertigung und Schritte der Additiven Fertigung
- Geschichte und wirtschaftliche Betrachtung
- Typen von AM Verfahren mit Fokus auf Polymere / Kunststoffe
- Material Extrusion



Geschichte



1980

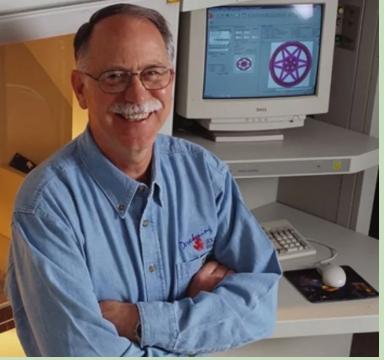
Erstes „Patent“ durch Kodama für „Rapid Prototyping“



1983
Hull erfindet
erste SLA
Maschine

1986
Erstes Industrie-patent für SLA durch Hull

Gilt als „Erfinder des 3D-Drucks“, weil er sowohl SLA als auch das .stl-Format entwickelt und kommerzialisiert hat



1988

3D-Systems verkauft ersten Rapid Prototyping Drucker (SLA-1)



1995

Zcorp präsentiert 3D-Druck auf Basis des Tintenstrahl drucks (MIT-Patent)



1987
Deckard reicht Patent für SLS ein - Übernahme von DTM - später Kauf durch 3D-Systems

1989
Entwicklung des FDM-Verfahrens (Stratasys) / Gründung eos GmbH in Deutschland

Geschichte



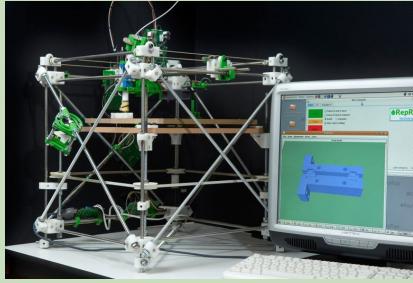
1999

Erstes 3D-gedrucktes Organ (Harnblase)



2008

Erster 3D-Drucker („Darwin“) der mit Hilfe des RepRap-Konzepts entwickelt wurde kommt auf den Markt



2013

Stratasys kauft Makerbot auf



"[RepRap] has been called the invention that will bring down global capitalism, start a second industrial revolution and save the environment..."

2005
Bowyer entwickelt RepRap open-source Konzept für einen selbst-replizierenden 3D-Drucker

2009
FDM Patent läuft aus / Makerbot bringt Thingverse ins Leben

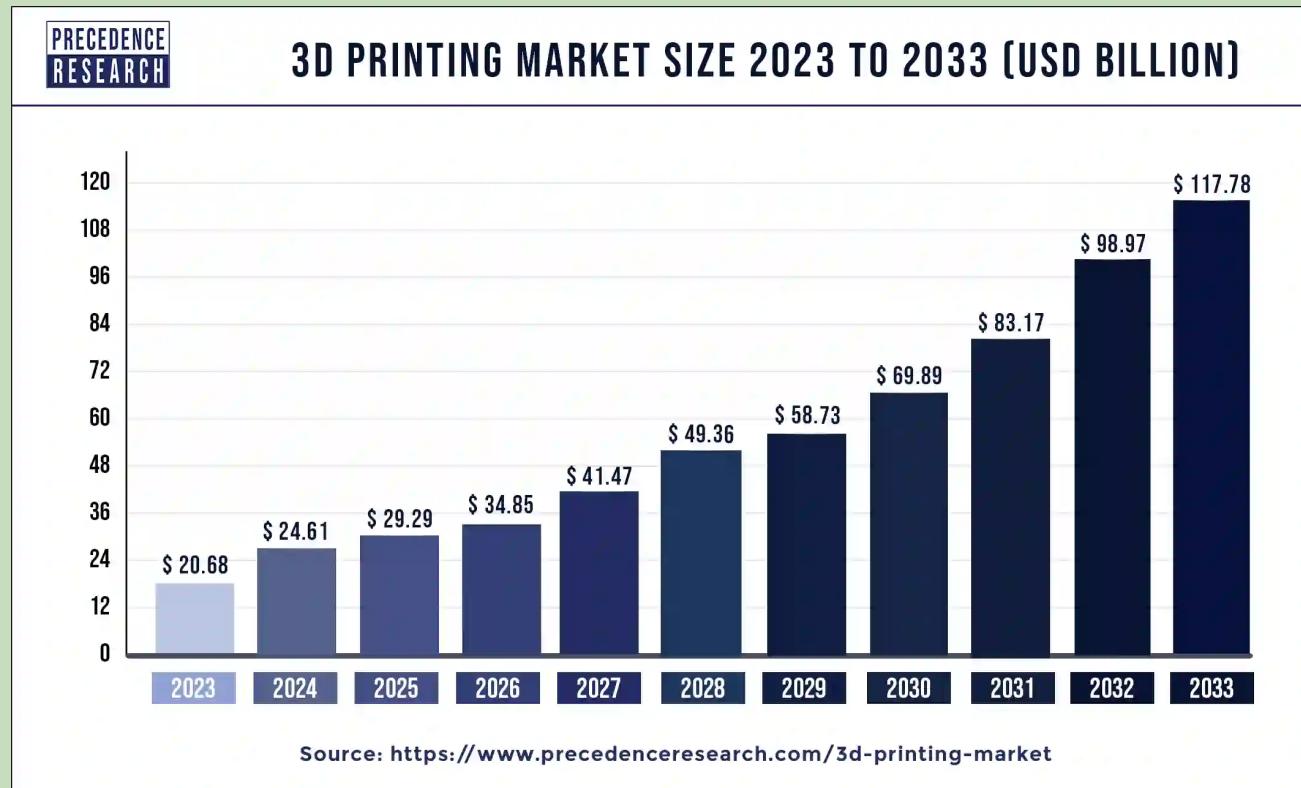
2015
Cellink bringt Bio-Ink (Algen) und Bioprinter auf den Markt



Wachstum



Die Größe des globalen 3D-Druckmarktes lag 2023 bei 20,68 Mrd. USD, 2024 bei 24,61 Mrd. USD und wird bis 2033 voraussichtlich 117,78 Mrd. USD erreichen, mit einer CAGR von 19% von 2024 bis 2033.



Die zunehmenden Fortschritte in Technologien wie

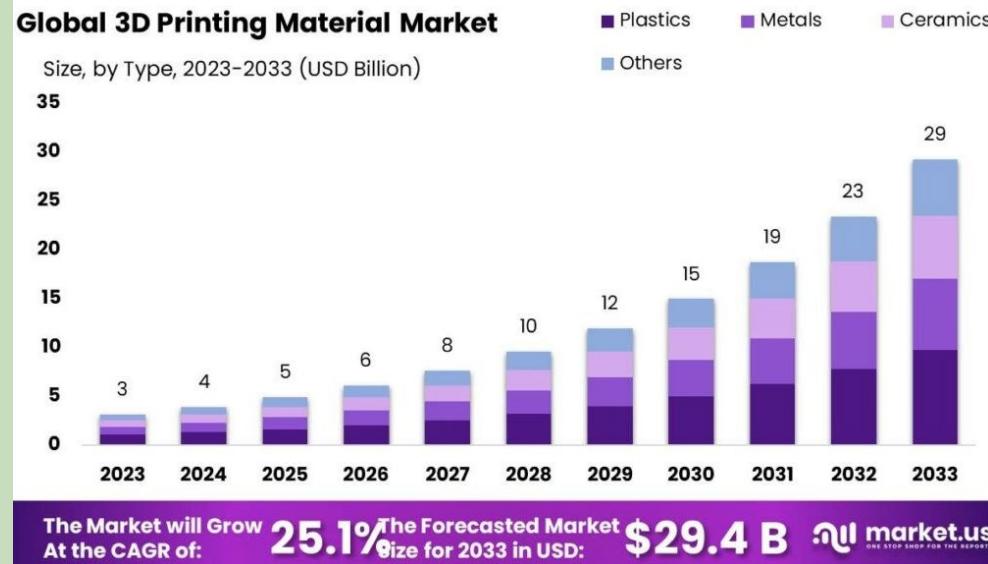
- KI
- Machine Learning
- Automatisierung
- Effiziente Produktion

wirken sich positiv auf den 3D-Druck-Markt aus.

Wachstum



Wachstum in allen Typen an 3D-Druck Materialien

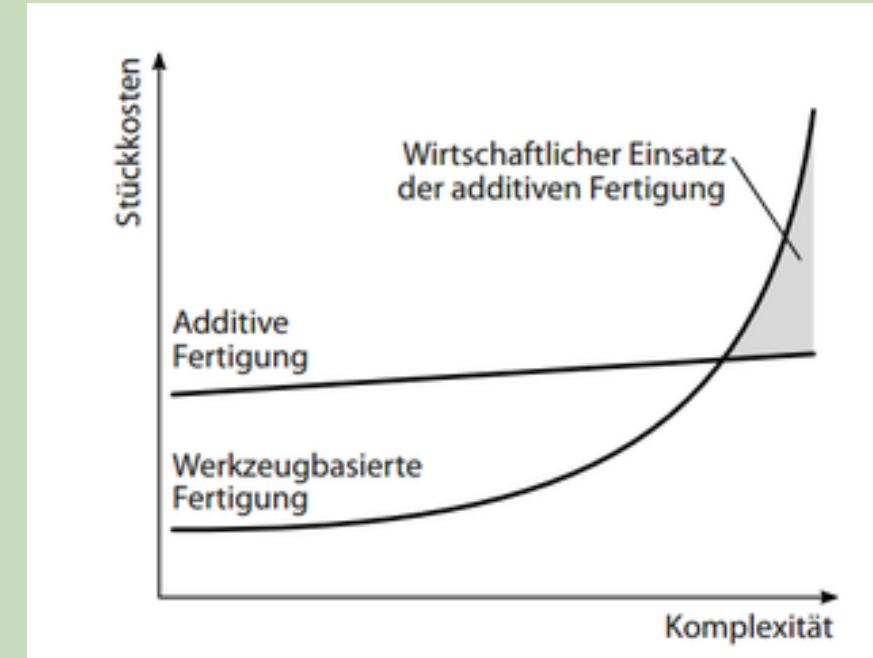
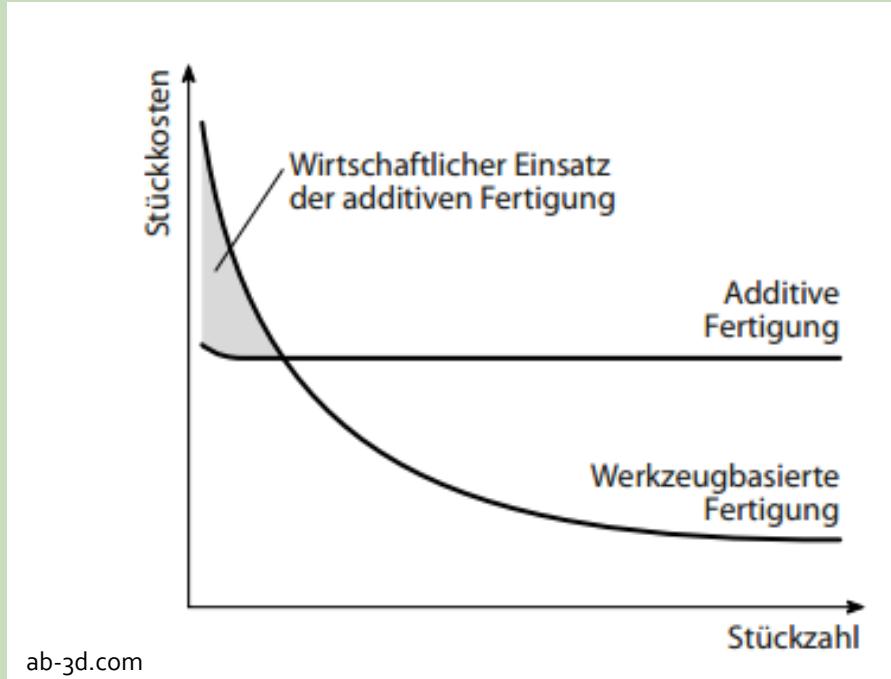


Wachstum der Anwendungsbereiche

	Research and Development	Prototyping	Jigs, Fixtures and Tooling	Bridge Production	Production Parts	Repair and Maintenance
2017	-	69%	30%	23%	27%	14%
2019	53%	66%	37%	39%	52%	38%
2021	73%	72%	57%	56%	62%	46%

JABIL

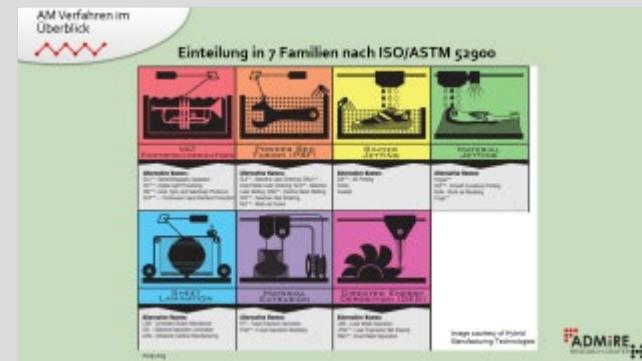
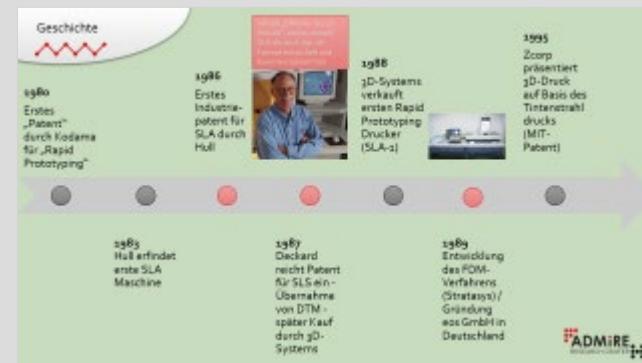
Vergleich zu konventionell



Inhalt

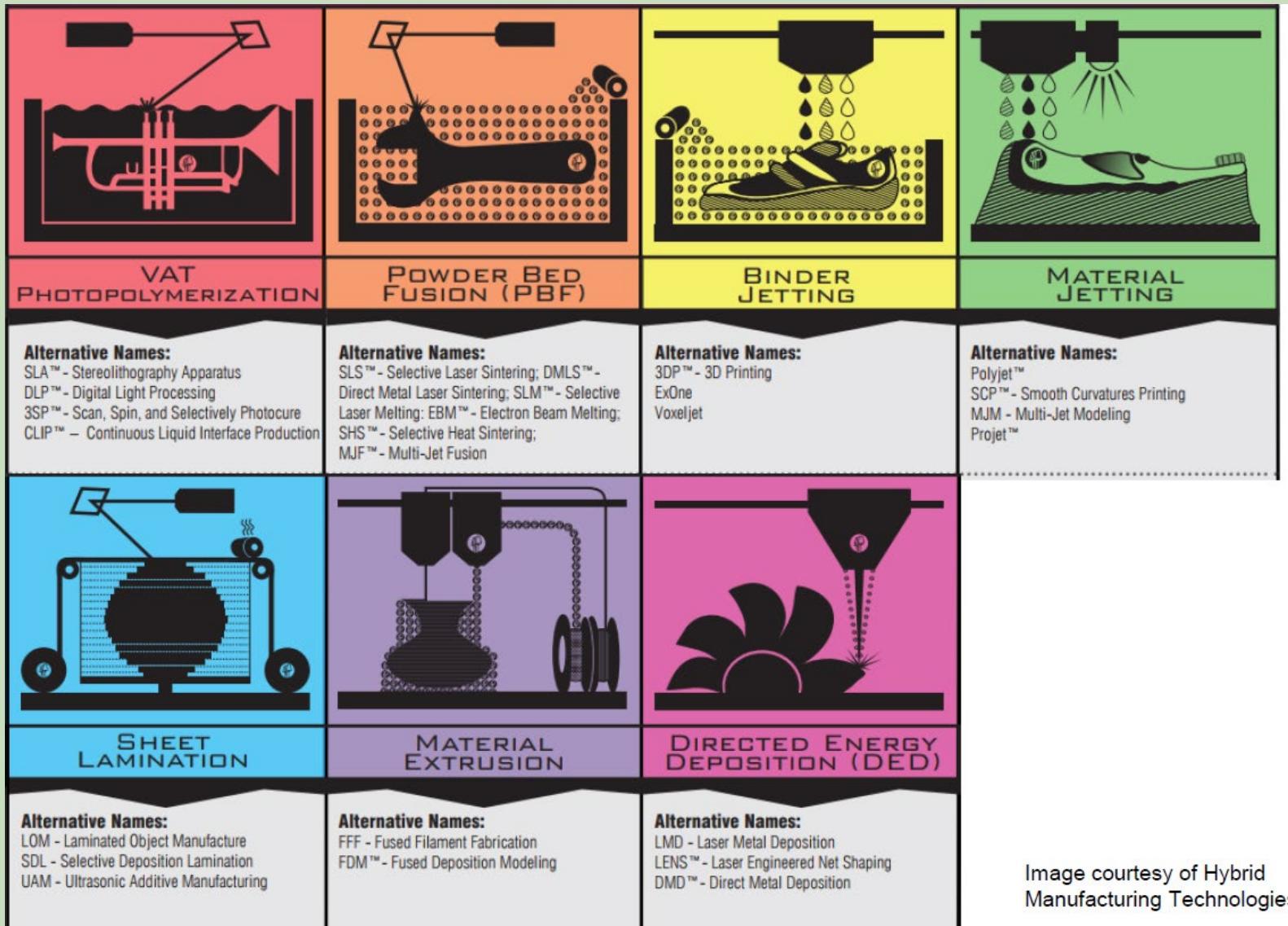


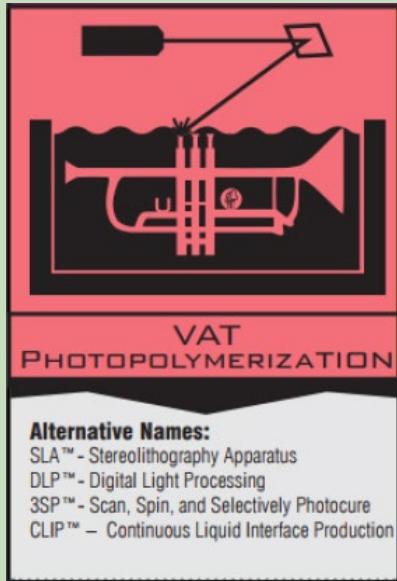
- Was ist Additive Fertigung und Schritte der additiven Fertigung
- Geschichte und Wirtschaftliche Betrachtung
- Typen von AM Verfahren mit Fokus auf Polymere/Kunststoffe
- Material Extrusion





Einteilung in 7 Familien nach ISO/ASTM 52900





Aushärtung eines Photopolymerharzes in einem Behälter (VAT) mit Hilfe einer Lichtquelle

Materialien:

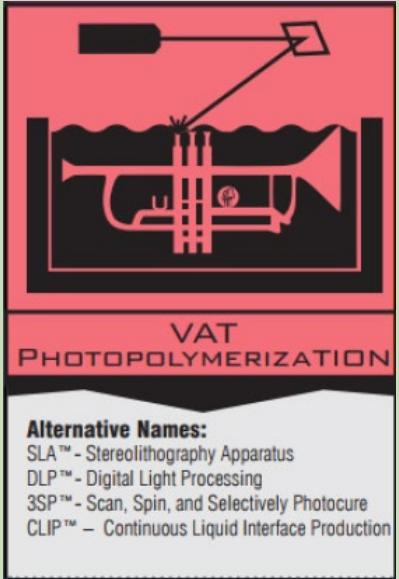
- Acrylate
- Epoxide
- Vinylether

Vorteile:

- Hoher Präzision und glatte Oberfläche
- Relativ hohe Geschwindigkeit

Nachteile:

- Beschränkte Materialauswahl
- Materialien sind schwer zu recyceln, meist toxisch und relativ teuer
- Nachbearbeitung notwendig (Härten, Entfernung von Stützstrukturen, etc.)



Wichtigste Parameter:

- Belichtungszeit
- Schichtdicke
- Intensität des verwendeten Lichts
- Materialwahl
- Design der Stützstrukturen

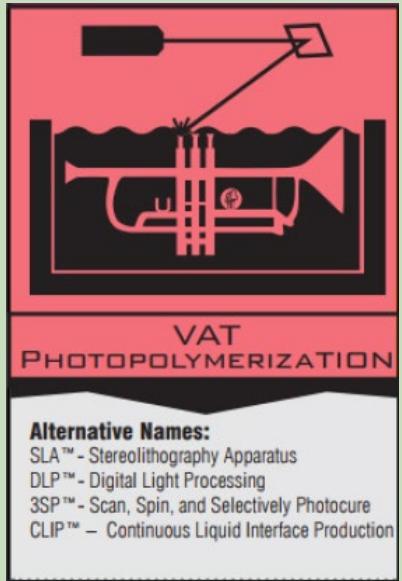
Global Players:

- Formlabs
- 3D Systems
- Stratasys
- Carbon

Anwendungsbeispiele:

- Schmuck
- Medizinische Modelle

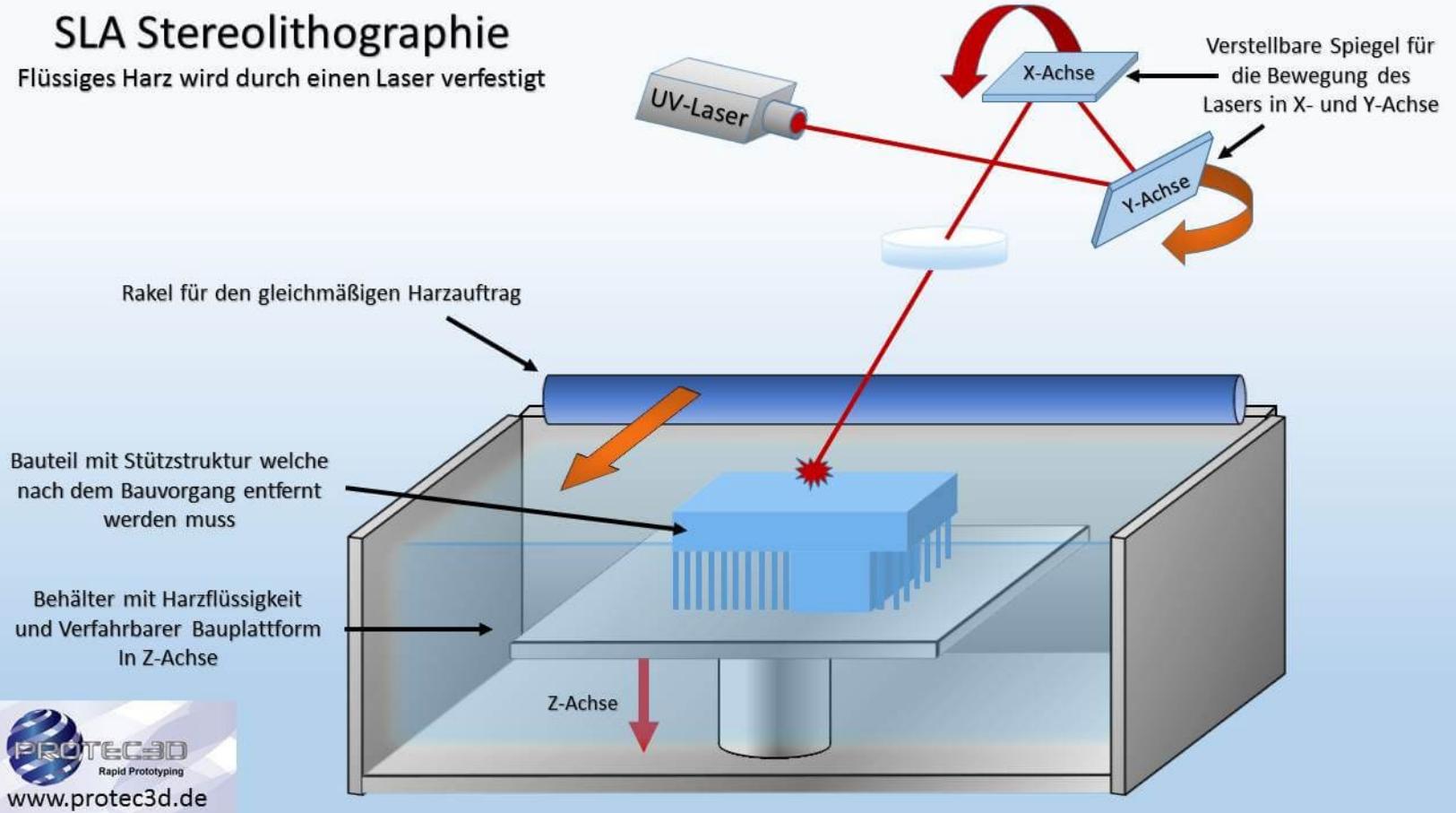
VAT Photopolymerisation



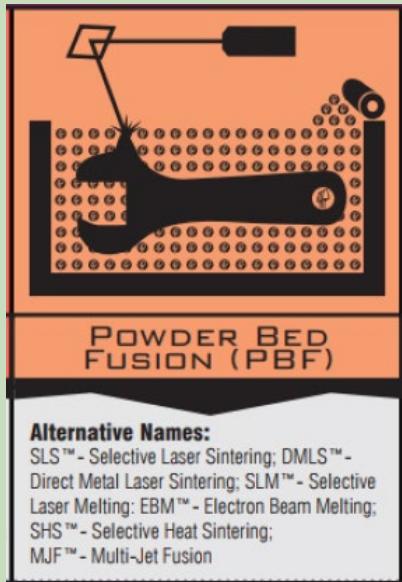
Stereolithographie (SLA™)

SLA Stereolithographie

Flüssiges Harz wird durch einen Laser verfestigt



Pulverbettfusion



Pulverbett aus Metall- oder Kunststoffmaterialien wird schichtweise aufgetragen und dann mit Energiequelle verschmolzen

Materialien:

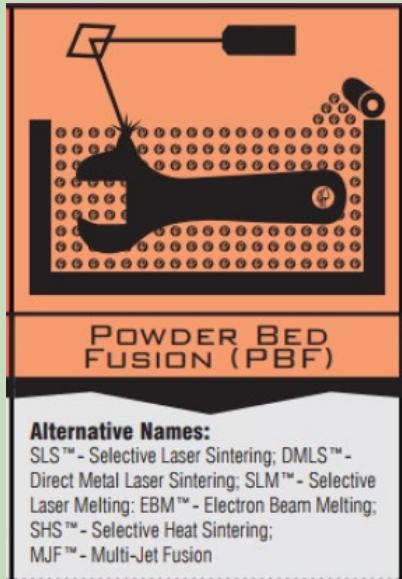
- Metalle
- Polymere (v.a. Polyamid, PA)
- Polymerbeschichtete Keramiken

Vorteile:

- Breite Palette an verfügbaren Materialien
- Hohe Präzision und Wiederholbarkeit
- Pulver, das nicht verschmolzen wird, kann recycelt werden
- Kürzere Produktionszeiten

Nachteile:

- Anschaffung und Betriebskosten sowie Materialkosten hoch
- Oberflächenrauheit erfordert oft Nachbearbeitung



Wichtigste Parameter:

- Lasereinstellungen (Leistung, Geschwindigkeit)
- Schichtdicke
- Pulverdichte
- Temperaturkontrolle

Global Players:

- EOS
- SLM Solutions
- 3D Systems

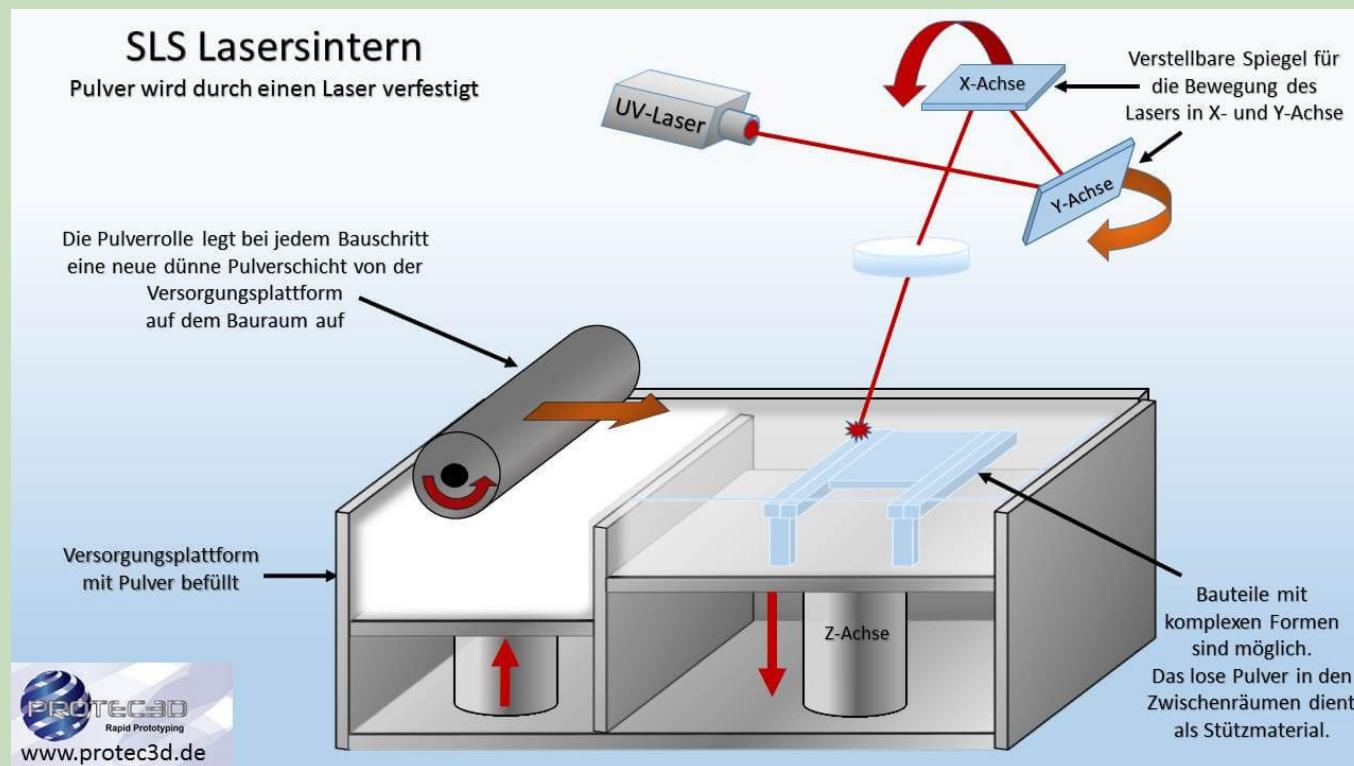
Anwendungsbeispiele:

- Herstellung von komplexen, leichten Teilen für die Luft- und Raumfahrt (z.B. Triebwerkskomponenten und Strukturteilen)
- Kundenspezifischen Implantate, Prothesen und chirurgische Instrumente
- Herstellung von Gehäusen, Kühlkörpern und anderen elektronischen Komponenten

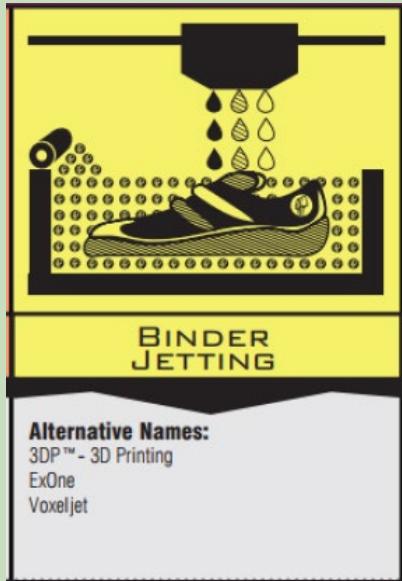
Pulverbettfusion



Selektives Laser-Sintern (SLS)



Binder Jetting



Pulverbett aus Metall, Kunststoff oder Keramik wird schichtweise aufgetragen und Druckkopf setzt Binder selektiv auf das Pulver, um die Partikel miteinander zu verkleben

Materialien:

- Metalle und Keramiken
- Glass und Sand
- Polymere

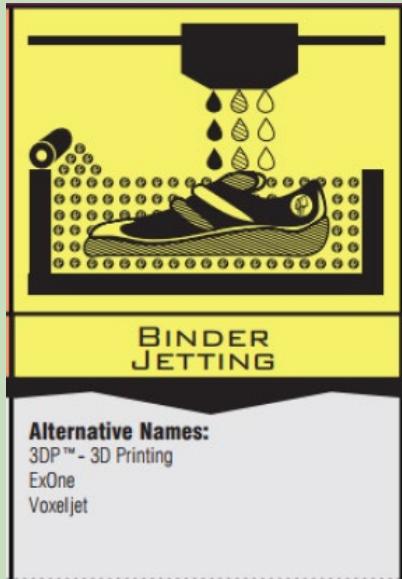
Vorteile:

- Mehrfarbige Teile möglich
- Hohe Produktivität und Materialvielfalt
- Keine Stützstrukturen erforderlich

Nachteile:

- Nachbearbeitung notwendig

Binder Jetting



Wichtigste Parameter:

- Binderzusammensetzung
- Schichtdicke
- Binderdruckgeschwindigkeit
- Pulverdichte
- Sintertemperatur (falls erforderlich)

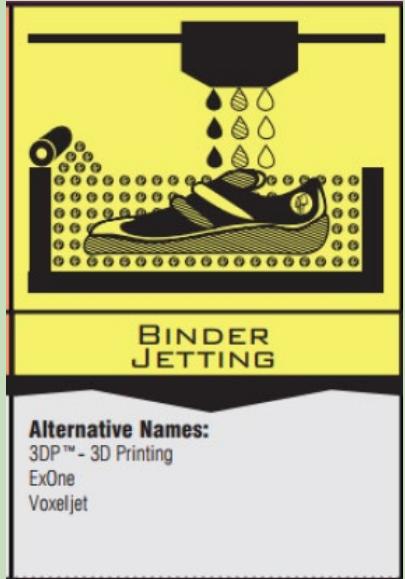
Global Players:

- HP
- Voxeljet
- Desktop Metal
- GE Additive

Anwendungsbeispiele:

- Herstellung von Sandformen und -kernen für den Metallguss
- Produktion von keramischen Bauteilen für Elektronik, Medizin und Luft- und Raumfahrt

Binder Jetting



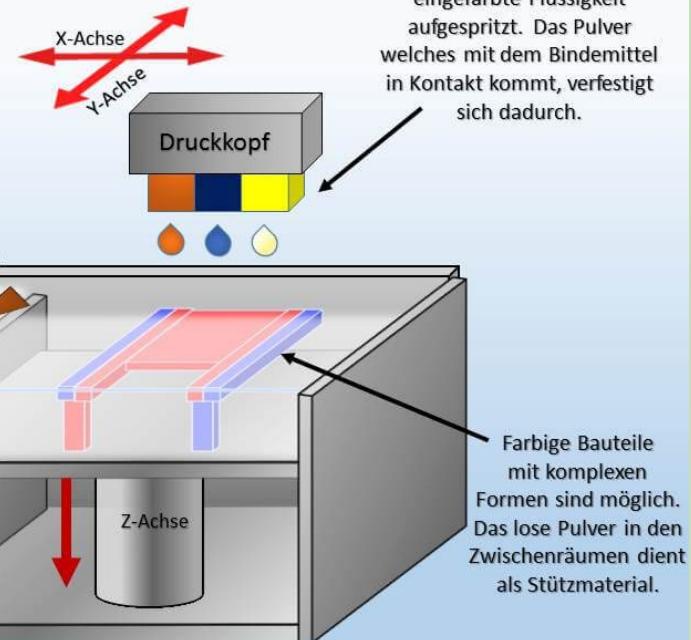
3D-Druck (3DP™)

3DP Pulverdrucken

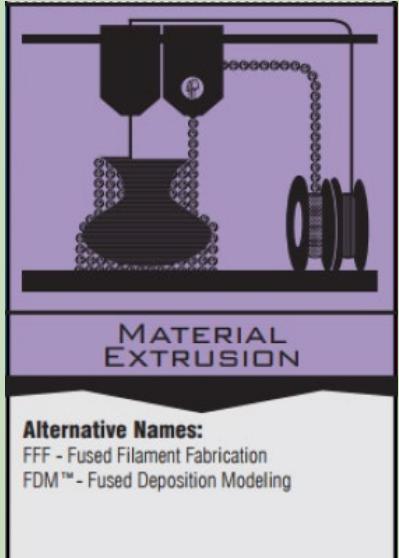
Pulver wird durch Bindemittel verfestigt

Die Pulverrolle legt bei jedem Bauschritt eine neue dünne Pulverschicht von der Versorgungsplattform auf dem Bauraum auf

Versorgungsplattform mit Pulver befüllt



Material Extrusion



Material wird selektiv durch eine Düse oder Öffnung extrudiert

Materialien:

- Thermoplastische Pellets oder Filamente
- Hochgefüllten Druckfarben mit hoher Viskosität

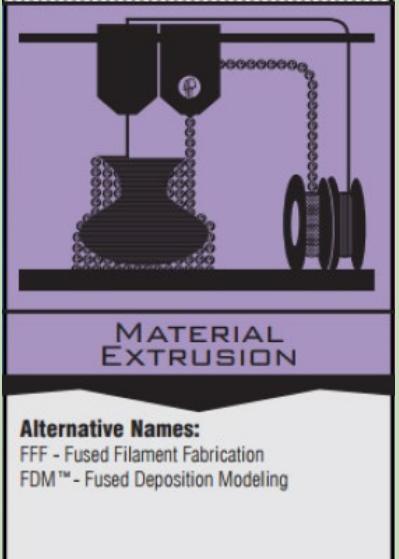
Vorteile:

- Materialien und Maschinen relativ günstig
- Breite Materialauswahl
- Einfachheit und Zugänglichkeit
- Multi-Material möglich

Nachteile:

- Sichtbaren Schichten auf der Oberfläche
- Eingeschränkte Detailgenauigkeit
- Längere Druckzeiten

Material Extrusion



Wichtigste Parameter:

- Drucktemperatur
- Druckgeschwindigkeit
- Schichthöhe
- Bauplattform- und Bauraumtemperatur

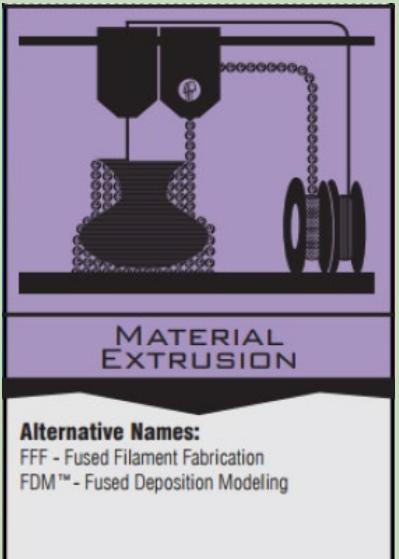
Global Players:

- Stratasys
- Ultimaker
- Prusa Research

Anwendungsbeispiele:

- Prototypenbau
- Herstellung von maßgeschneiderten Bauteilen und Gehäusen
- Häufig für Bildungszwecke eingesetzt
- Fertigung von Konzeptmodellen

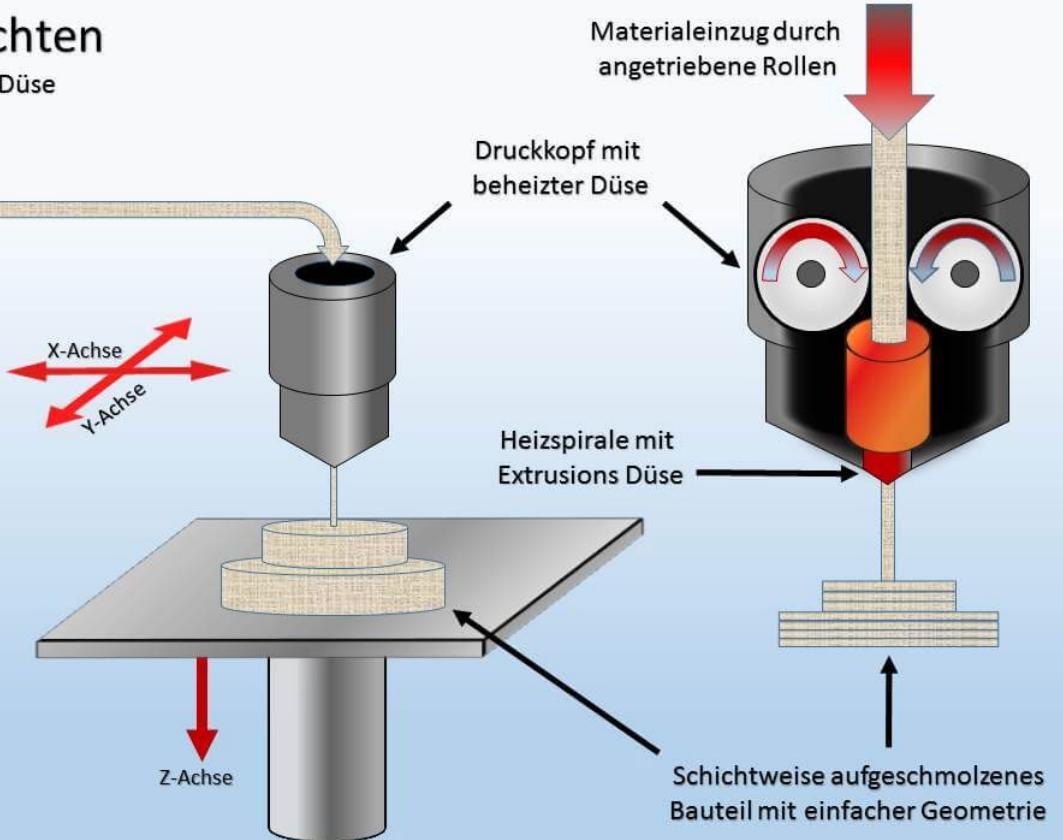
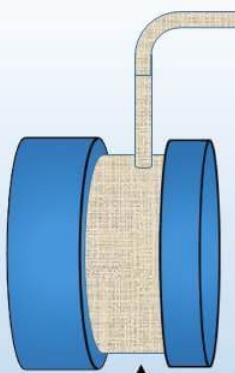
Material Extrusion



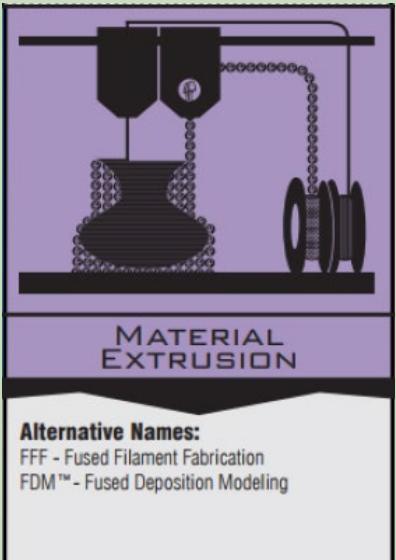
Fused Filament Fabrication (FFF) / Fused Deposition Modelling (FDM™)

FDM – Schmelzschichten

Druckkopf mit einer beheizten Düse



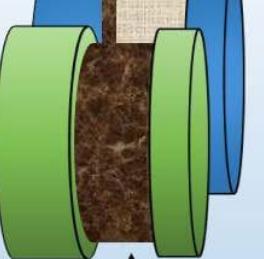
Material Extrusion



Fused Filament Fabrication (FFF) / Fused Deposition Modelling (FDM™)

FDM – Schmelzschichten

Druckkopf mit zwei beheizten Düsen

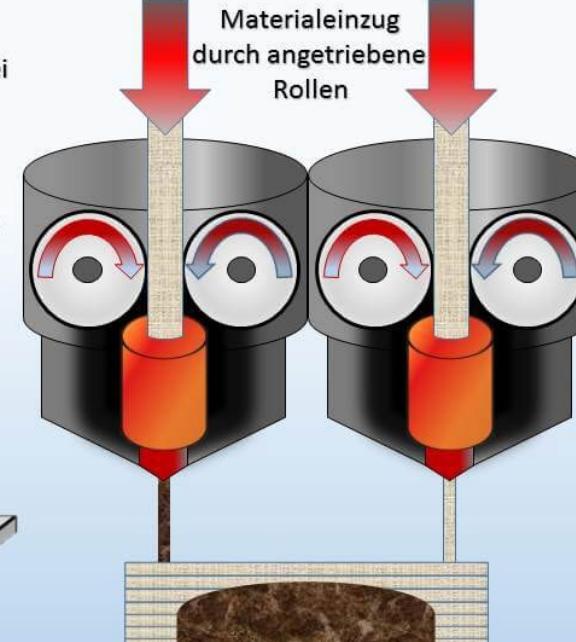
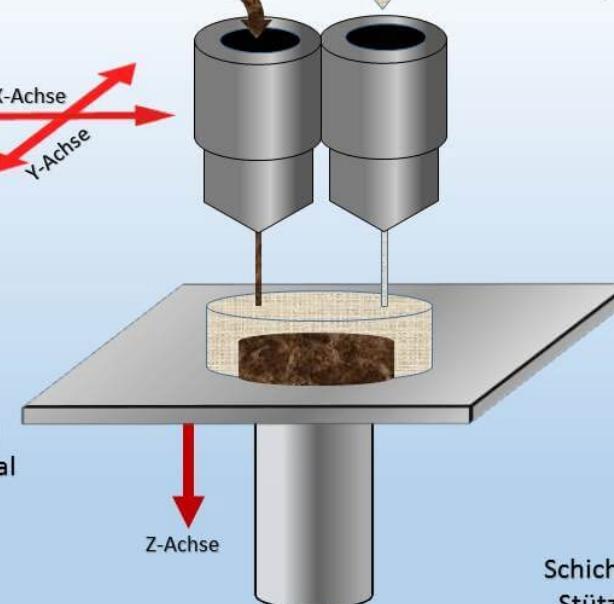


Zwei Filamentspulen,
Baumaterial ABS/PLA und
wasserlösliches Stützmaterial



Druckkopf mit zwei
Beheizten Düsen

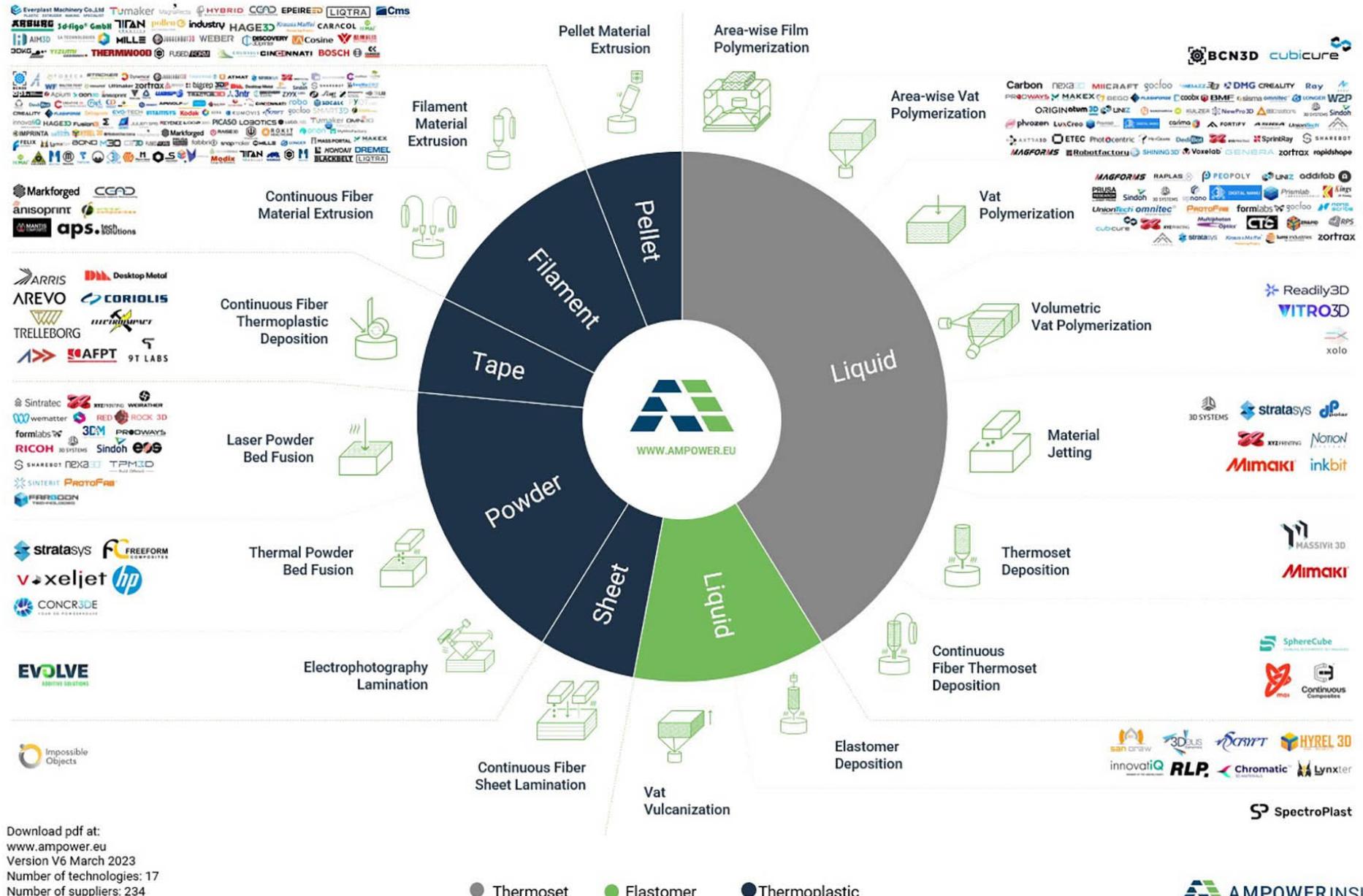
X-Achse
Y-Achse



Materialeinzug
durch angetriebene
Rollen

Schichtweise erstelltes Bauteil. Durch das verwendete
Stützmaterial sind komplexere Geometrien möglich.

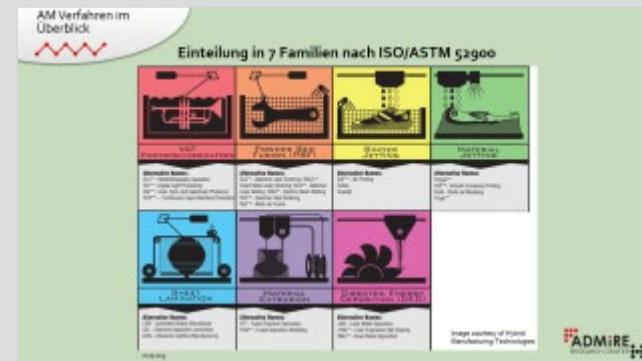
Polymer Additive Manufacturing technology landscape



Inhalt



- Was ist Additive Fertigung und Schritte der additiven Fertigung
- Geschichte und Wirtschaftliche Betrachtung
- Typen von AM Verfahren mit Fokus auf Polymere/Kunststoffe
- Material Extrusion



Drucker



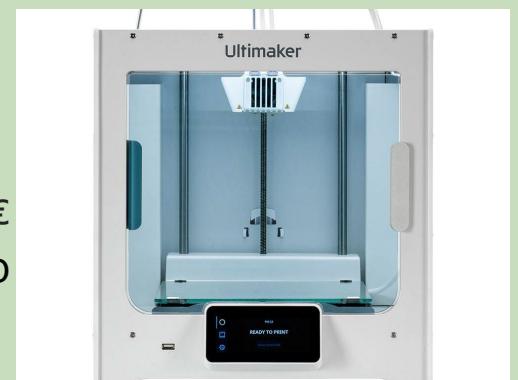
Prusa MK4S MMU3 Enclosure Bundle – 1.641 € (montiert)
Bauvolumen: 250 x 210 x 220

Prusa XL – 4.246 € (montiert, Einhausung, 5 Düsen)
Bauvolumen: 360 x 360 x 360



Bambulab X1C Combo – 999 €
Bauvolumen: 256 x 256 x 256

Ultimaker S3 – 2.260 €
Bauvolumen: 230 x 190 x 200



Drucker



Stratasys F170 – 25.000 €
Bauvolumen: 254 x 254 x 254
Einstellmöglichkeiten im Slicer begrenzt
Filamente und Slicer von Stratasys muss verwendet werden

Industrial 3D printer
N200 – 79.980 €
Bauvolumen: 800 x 500 x 500



Druckparameter



Qualität und Eigenschaften über Druckparameter steuern

- Düsendurchmesser: 0,25 mm bis 1,00 mm
 - Maximale Schichthöhe = $0,75 * \text{Düsendurchmesser}$
 - Minimale Schichthöhe = $0,25 * \text{Düsendurchmesser}$
- Temperatur: Düse, Druckbett, Bauraum
- Druckgeschwindigkeit



Materialübersicht



FDM Filamente: Ein sich ständig weiterentwickelnder Markt

Vielfalt der Materialien

Innovationen und Zukunftstrends

Preis- und Markttrends

The image displays a grid of 12 filament samples, each with a color swatch and price information. The samples are arranged in three rows of four. Each sample includes an 'RFID' logo in the top left corner.

Material	Color Options	Price (From)	Original Price (Strikethrough)	Discount
PLA-CF	Green, Red, Blue, Grey, Black, Purple	€35,99 EUR	€35,99 EUR	-
PETG-CF	Purple, Teal, Blue, Black, Grey	€35,99 EUR	€35,99 EUR	-
PAHT-CF	Black	€48,59 EUR	€53,99 EUR	10% OFF
PA6-CF	Black	€38,24 EUR	€44,99 EUR	15% OFF
PET-CF	Black	€44,09 EUR	€48,99 EUR	10% OFF
PA6-GF	Blue, Orange, Yellow, Green, Brown, Grey, Black	€56,69 EUR	€62,99 EUR	-
ABS-GF	Orange, Green, Red, Yellow, Blue, White, Grey, Black	€30,39 EUR	€31,99 EUR	5% OFF
ASA-CF	Black	€37,04 EUR	€38,99 EUR	5% OFF

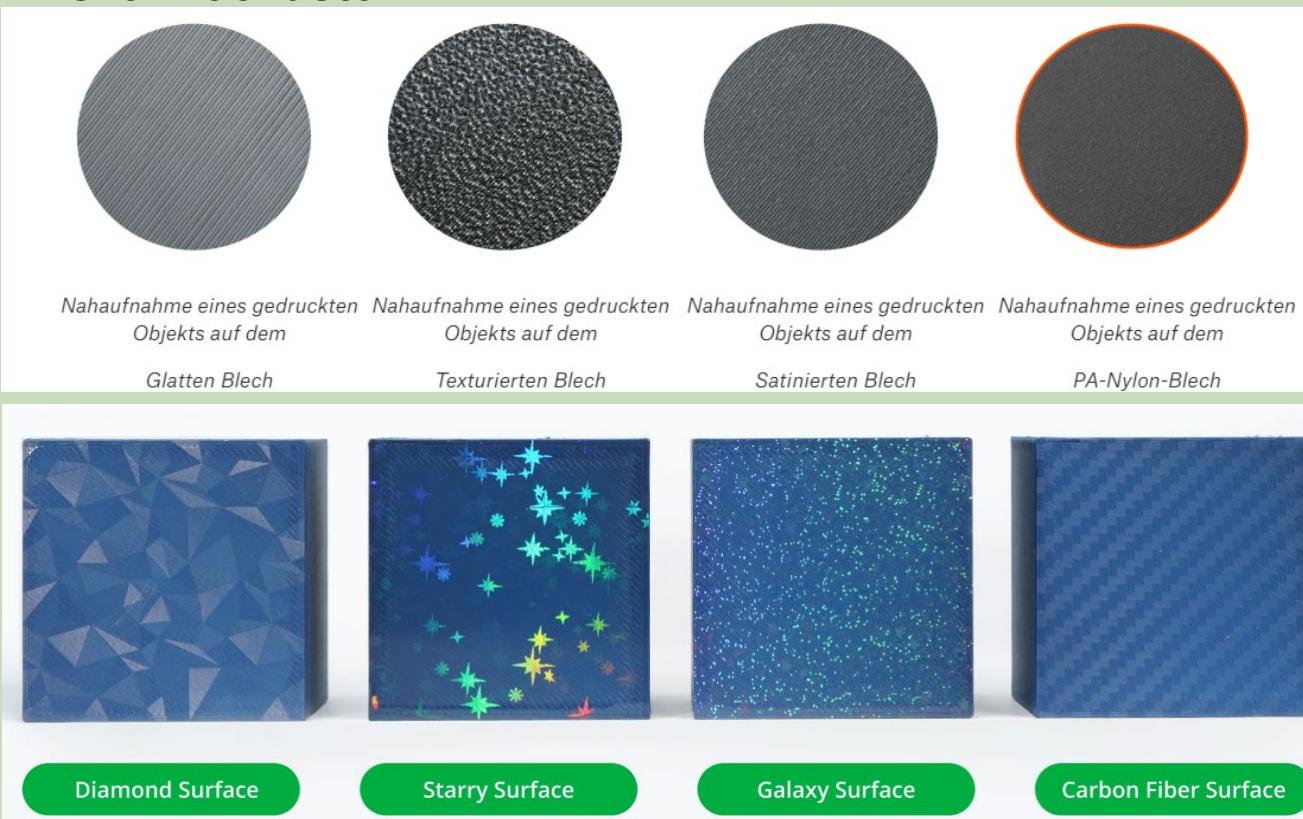
Möglichkeit zum Vergleich von Filamenten bei
Bambu Lab

[3D Printer Filament Comparison Guide | Bambu Lab](#)



Verwendung unterschiedlicher Druck Oberflächen

- Glas
- Kunststoff Druckbett
- Flexible Stahlbleche mit verschiedenen Beschichtungen und Strukturen
- 3D Effekt Druckbett





Reinigen der Druckfläche

- Reste vom vorherigen Druck entfernen
- Reinigen – mit Glasreiniger oder Isopropanol



Vorbereitung der Druckfläche

- Blue-Tape, Kapton Klebeband
- Klebestift, Haftstift und Haftspray



Bauteil vom Druckbett entfernen

- Spachtel als Hilfsmittel verwenden
- Druckbett nicht zerkratzen
- Druckbett abkühlen lassen zum leichteren entfernen





Support Material entfernen

- Gleiches Material
- PVA - Polyvinylalkohol (Wasserlöslich)
- Ultimaker Breakaway (Stützmaterial)

PLA und PETG haften nicht aufeinander und sind eine preiswerte alternative zu Breakaway



Nachbearbeitung



Subtraktive Nachbearbeitung

Material von der Werkstückoberfläche entfernt wird, um diese gleichmäßiger und glatter zu machen



Additive Nachbearbeitung

Wird zusätzliches Material direkt auf gedruckte Bauteile aufgebracht



Veränderung der Stoffeigenschaft

Durch Material-Verlagerung werden die Moleküle eines 3D-Drucks umverteilt. Durch thermische und chemische Behandlungen werden glattere und festere Bauteile erreicht

Agenda



Von – bis

15:00 – 15:15

Inhalte

Kurze Vorstellungsrunde

15:15 – 16:15

Theoretischer Teil:

- Warum Additive Fertigung? Geschichte, Trends, Märkte und Beweggründe für die Einführung des 3D-Drucks
- Einführung in den Kunststoff 3D-Druck: Materialien, Verfahren und jeweilige Vor-/Nachteile

16:15 – 16:45

Pause

16:45 – 17:45

Praktischer Teil:

- Anschauungsbeispiele
- Vorgehensweise direkt vor Ort
- Wie setze ich Kunststoff 3D-Druck in meinem eigenen Betrieb um?

17:45 – 18:00

Vorstellung Micro Credential Filamentbasierter 3D-Druck

Agenda



Von – bis

15:00 – 15:15

Inhalte

Kurze Vorstellungsrunde

15:15 – 16:15

Theoretischer Teil:

- Warum Additive Fertigung? Geschichte, Trends, Märkte und Beweggründe für die Einführung des 3D-Drucks
- Einführung in den Kunststoff 3D-Druck: Materialien, Verfahren und jeweilige Vor-/Nachteile

16:15 – 16:45

Pause

16:45 – 17:45

Praktischer Teil:

- Anschauungsbeispiele
- Vorgehensweise direkt vor Ort
- Wie setze ich Kunststoff 3D-Druck in meinem eigenen Betrieb um?

17:45 – 18:00

Vorstellung Micro Credential Filamentbasierter 3D-Druck

Agenda



Von – bis

15:00 – 15:15

Inhalte

Kurze Vorstellungsrunde

15:15 – 16:15

Theoretischer Teil:

- Warum Additive Fertigung? Geschichte, Trends, Märkte und Beweggründe für die Einführung des 3D-Drucks
- Einführung in den Kunststoff 3D-Druck: Materialien, Verfahren und jeweilige Vor-/Nachteile

16:15 – 16:45

Pause

16:45 – 17:45

Praktischer Teil:

- Anschauungsbeispiele
- Vorgehensweise direkt vor Ort
- Wie setze ich Kunststoff 3D-Druck in meinem eigenen Betrieb um?

17:45 – 18:00

Vorstellung Micro Credential Filamentbasierter 3D-Druck

Filamentbasierter 3D-Druck

Micro Credential



KURSINHALTE

Tag 1: Materialgrundlagen, Technologieüberblick und Hands-on Polymer 3D-Druck (8 LE)

- Begrüßung, Einführung und Vorstellungsrunde
- Materialien im Filament-3D-Druck
- Druckerarten, Modelle und Preise
- Druckparameter verstehen
- Wartung und Troubleshooting

Tag 2: Konstruktion & 3D-Scan (8 LE)

- CAD-Grundlagen für den Filament-3D-Druck
- 3D-Scan – Funktionsweise und Anwendung

Tag 3: Hands-on & Projektstart (8 LE)

- Gemeinsame Druckbeispiele
- Definition der Projekte
- Eigenständiges Scannen, Konstruieren und 3D-Drucken

Tag 4: Show & Discuss (8 LE)

- Keynote: Aus der Perspektive eines industriellen Anwenders
- Präsentation und Diskussion der Projekte
- Feedbackgespräch und Verleihung

Termine: 26., 23. und 30. Jänner sowie 27. Feber 2026 (jeweils von 9-16 Uhr)

Ort: Karnische Werkstätte (Kötschach-Mauthen)

Abschluss: Zertifikat, Transcript of Records und das MC, 1.5 ECTS

Website FH: <https://www.fh-kaernten.at/en/weiterbildung/microcredentials-and-degrees/mc-filamentbasierter-3d-druck>

Website Karnische Werkstätte:
<https://www.karnische-werkstaetten.at/event/beginn-micro-credential-filamenbasiert-3d-druck>

Anmeldung bis zum 07.01.2026

100 % Förderung für KMUs üb DIH SÜD

Agenda



DANKE