

# Rapid Prototyping Einführung

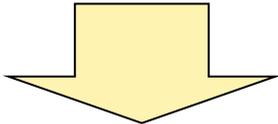
Prof. Dr.-Ing. Andreas Brenke  
Krefeld, 21.02.2013



# Rapid Prototyping – Inhalte

1. RP in der Produktentwicklung
2. Verfahrensüberblick

# RP – Rapid Prototyping in der Produktentwicklung: Problemstellung und Intention

- Verkürzung der **Produktentwicklungszeiten** bei gleichzeitiger **Steigerung der Produktkomplexität**
  - Trotz zunehmenden Einsatzes von **virtuellen Produktentwicklungstools hoher Bedarf an realen Modellen**
  - **Hoher Zeitaufwand** für konventionelle, oft auch manuelle Fertigung der Modelle
  - Häufig entfallen **mehr als 25 %** der Produktentwicklungszeit auf die Herstellung von Prototypen und Mustern
- 
- Entwicklung von Verfahren zur **generativen Herstellung** von Mustern und Prototypen **direkt aus CAD-Daten**



Quelle: Prof. Dr.-Ing. F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT

# RP – Rapid Prototyping in der Produktentwicklung: Begriffsdefinitionen

## Rapid Prototyping (RP):

- **Generativer, schichtweiser Aufbau** von Bauteilen direkt aus CAD-Daten
- i.d.R. **kein Einsatz von Formen** und Werkzeugen
- Erschließung von hohen wirtschaftlichen Potentialen bei Fertigung komplexer Geometrien in kleiner Stückzahl

## Rapid Tooling (RT):

- **Gleiche Prinzipien** und charakteristischen Merkmale wie beim Rapid Prototyping
- Schichtweiser Aufbau von **formgebenden Werkzeugen** (direktes RT)
- **Abformende Herstellung** von Werkzeugen anhand schichtweise aufgebauter Urmodelle (indirektes RT)

Quelle: Prof. Dr.-Ing. F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT

# RP – Rapid Prototyping in der Produktentwicklung: Prototypen-Bedarf in der Produktentwicklung

Produktentwicklungsphase	Ideenphase	Verentwicklungsphase	Funktionsmusterphase	Prototypenphase	Vorserienphase	Markteinführungsphase
Prototypenart		Designmodell 	Funktionsprototyp 	technischer Prototyp 	Vorserie 	
primäre Anforderung		optisch und haptisch	funktional/geometrisch	Anforderungen serien-nah abbilden	serienident. Abb. aller Anforder.	
Werkstoff		i.d.R. Modellbauwerkstoff	Modellbau-/seriennaher Werkstoff	seriennaher Werkstoff	Serienwerkstoff	
Fertigungsverfahren		manuelle/Modellbauverfahren	manuelle/Modellbauverfahren	seriennah mit Vorserienwerkzeugen	serienident. mit Serienwerkzeugen	
Stückzahl		1	2-5	3-20	bis 500	

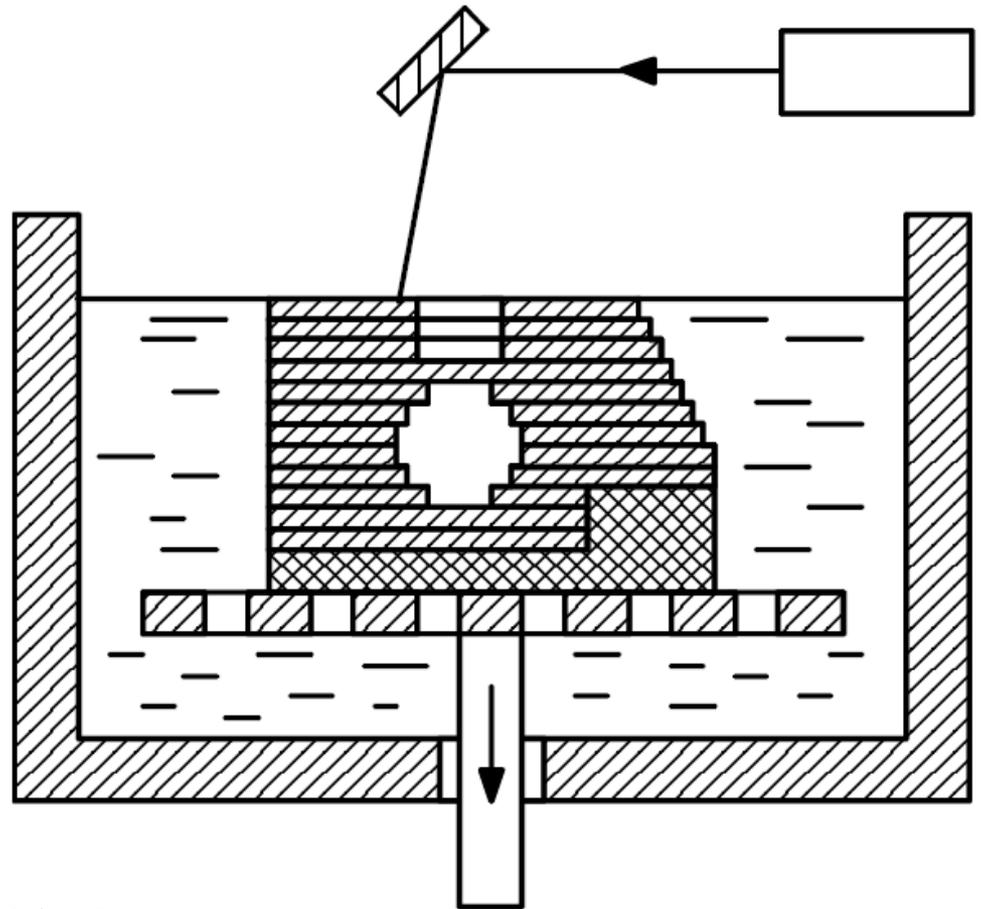
Quelle: Prof. Dr.-Ing. F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT

# Rapid Prototyping – Inhalte

1. RP in der Produktentwicklung
2. Verfahrensüberblick

# RP – Verfahrensüberblick: Stereolithographie / Stereolithography (STL)

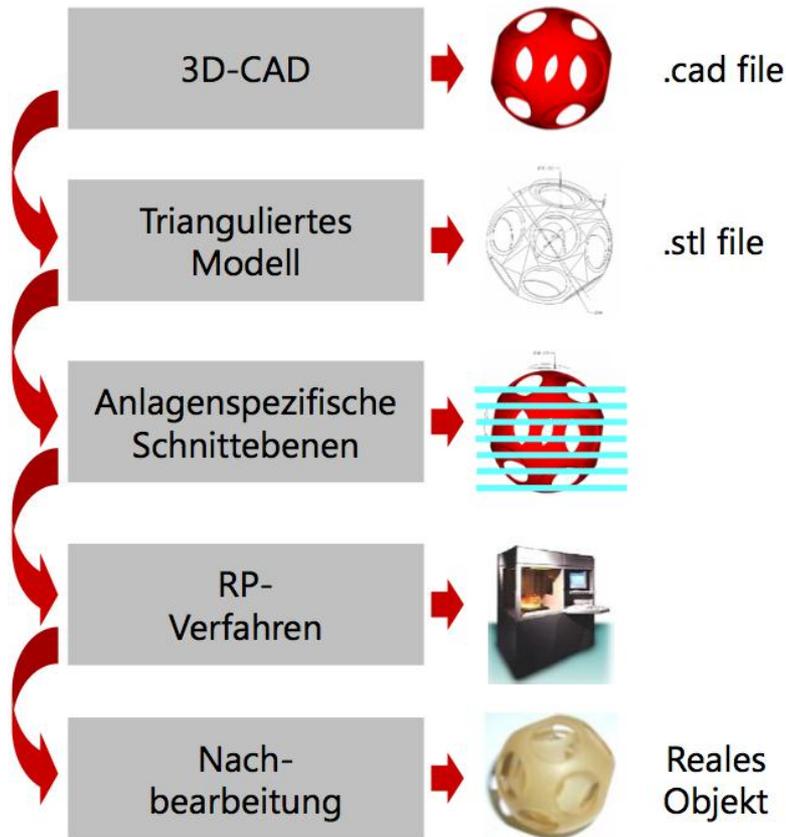
- **Ältestes Verfahren**, hohe **Detaillierung**, höchste **Genauigkeit**
- Modelle entstehen durch **lokale Verfestigung eines flüssigen Monomers** mittels **ultraviolettes Laserstrahles** (Photopolymerisation)
- **Wo Laserstrahl auftritt, verfestigt sich das Harz**
- Verfahren der Plattform in **Z-Richtung** für nächste Schicht
- Wenn Modell fertig, **reinigen und in UV Kammer nachvernetzen**



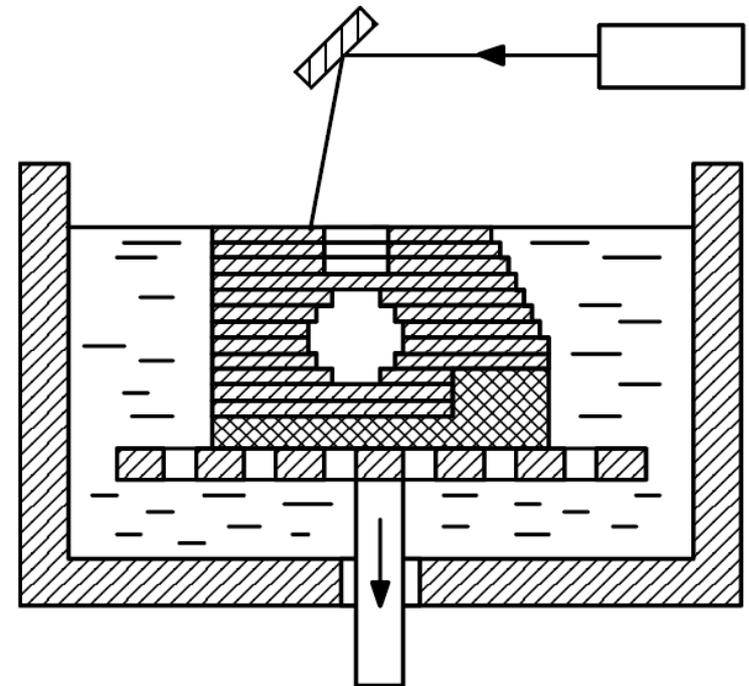
Quelle: Dr.-Ing. J. Röttger, FH Hannover / Prof. Dr.-Ing. F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT

# RP – Verfahrensüberblick: Stereolithographie / Stereolithography (STL)

## Entstehung eines Schichtenmodells



## Prinzip der Stereolithographie



Quelle: Röttger, FH Hannover / F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT / Feldhusen, RWTH Aachen

# RP – Verfahrensüberblick: Stereolithographie / Stereolithography (STL)

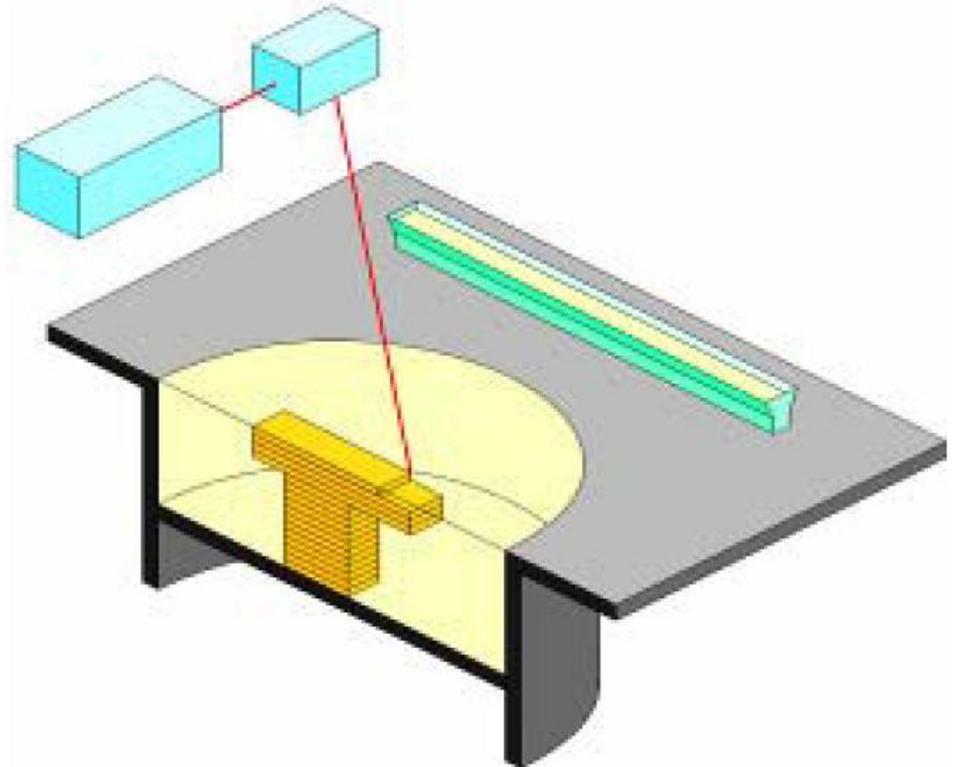
<b>Verfahren</b>	<b>Lokale Verfestigung von flüssigem Monomer durch UV-Strahlung (Laser, Lampe), Stützen oder Stützmaterial erforderlich</b>
<b>Materialien</b>	<b>Epoxydharze, Acrylate</b>
<b>Vorteile</b>	<b>Hoher Detaillierungsgrad, sehr gute Oberflächen</b>
<b>Nachteile</b>	<b>Geringere mechanische und thermische Belastbarkeit als Lasersintern und Extrusionsverfahren</b>



Quelle: Dr.-Ing. J. Röttger, FH Hannover / Prof. Dr.-Ing. F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT

# RP – Verfahrensüberblick: Lasersintern / Selective Laser Sintering (SLS)

- 20-50 µm große Partikel in Pulverbett
- Laserstrahl schmilzt lokal auf
- Partikel erstarren und bilden feste Schicht
- Nach jeder Schicht wird um eine Schichtdicke abgesenkt
- Neue Pulverschicht wird aufgetragen



Quelle: Dr.-Ing. J. Röttger, FH Hannover / Prof. Dr.-Ing. F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT

# RP – Verfahrensüberblick: Lasersintern / Selective Laser Sintering (SLS)

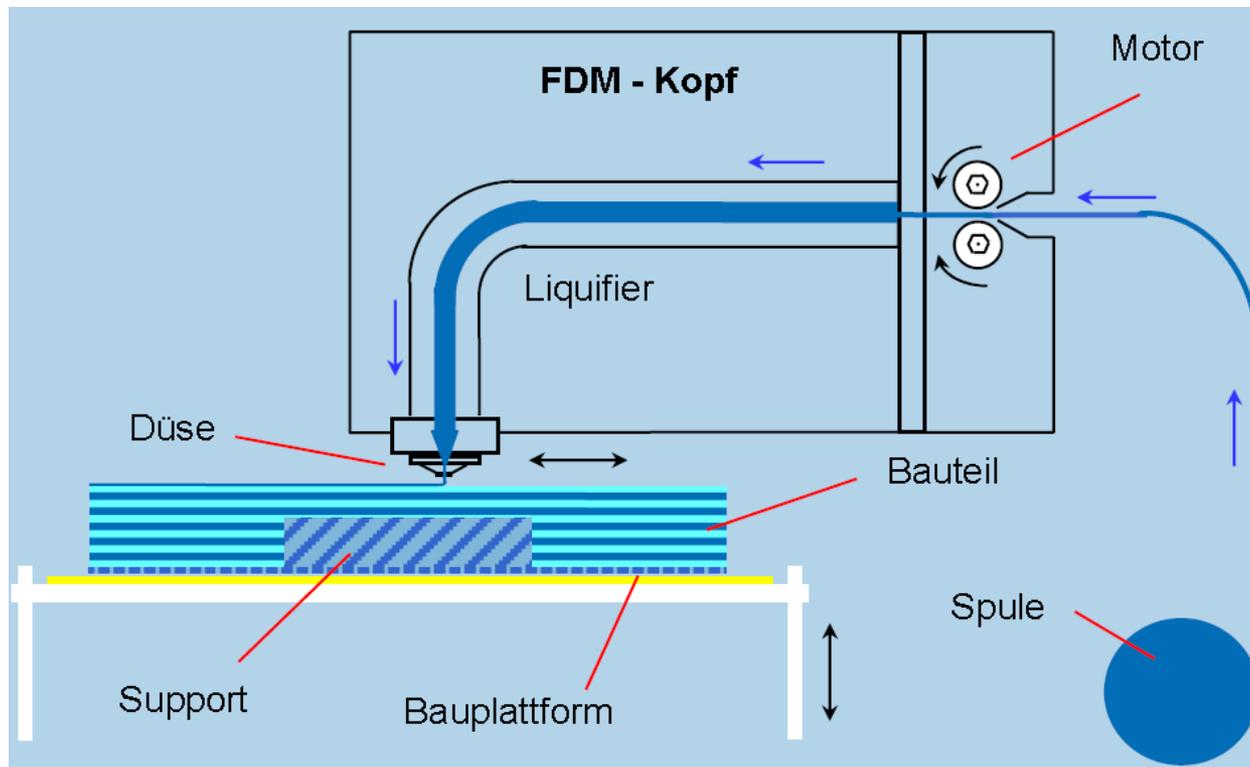
<b>Verfahren</b>	<b>Lokales Aufschmelzen von pulverförmigem thermoplastischem Material, Schichtbildung nach Erstarrung. Keine Stützen erforderlich</b>
<b>Materialien</b>	<b>Kunststoffe (Polyamid, Polystyrol), Metalle, Sande, Keramiken</b>
<b>Vorteile</b>	<b>Kunststoff: Höhere mechanische und thermische Belastbarkeit als Stereolithographie</b>
<b>Nachteile</b>	<b>Rauere Oberflächen, geringerer Detaillierungsgrad als Stereolithographie</b>



Quelle: Dr.-Ing. J. Röttger, FH Hannover / Prof. Dr.-Ing. F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT

# RP – Verfahrensüberblick: Extrusions-Verfahren / Fused Deposition Modeling (FDM)

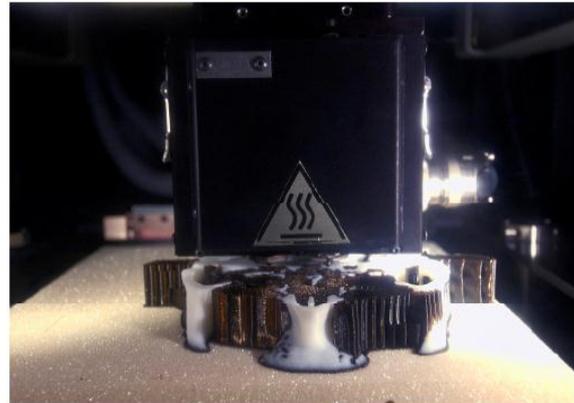
- Modelle durch lokales Anschmelzen und anschließendes **Extrudieren** erzeugt
- Thermoplastisches **Material in Drahtform**



Quelle: Dr.-Ing. J. Röttger, FH Hannover / Prof. Dr.-Ing. F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT

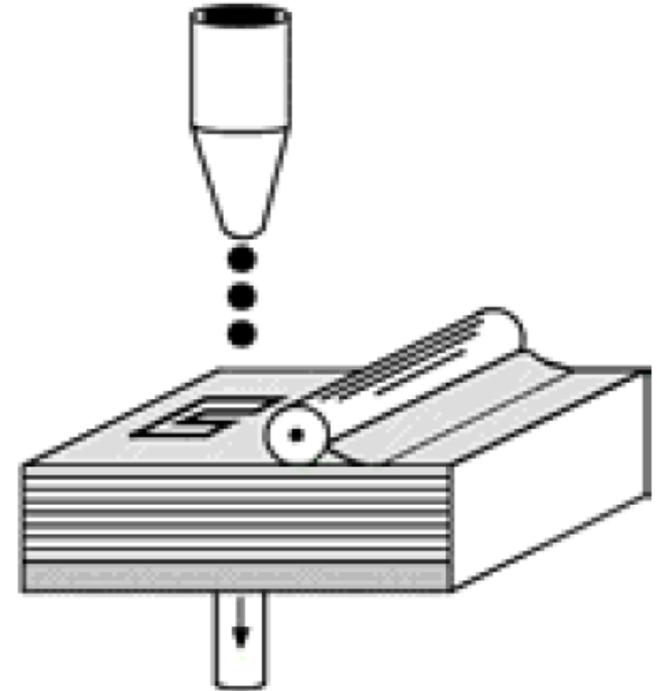
# RP – Verfahrensüberblick: Extrusions-Verfahren / Fused Deposition Modeling (FDM)

<b>Verfahren</b>	<b>Aufschmelzen von festen Kunststoffen (Draht oder Block) in einer beheizten Düse. Schichtaufbau durch Extrusion. Verfestigung durch Abkühlung. Stützen erforderlich.</b>
<b>Materialien</b>	<b>Unterschiedliche Kunststoffe, z.T. nominell serienidentisch (ABS, PP)</b>
<b>Vorteile</b>	<b>Höhere mechanische und thermische Belastbarkeit als Stereolithographie</b>
<b>Nachteile</b>	<b>Rauere Oberflächen, geringerer Detaillierungsgrad als Stereolithographie</b>



# RP – Verfahrensüberblick: 3D-Printing / Three Dimensional Printing (3DP)

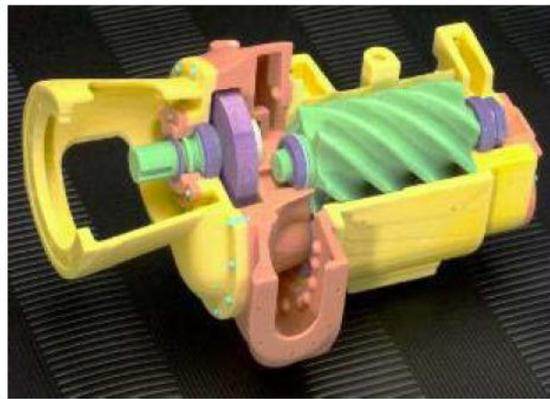
- **Pulver-Binderverfahren**
- **Vom Druckkopf wird flüssiger Binder in Pulverbett eingespritzt**
- **Selektive Verfestigung Schicht für Schicht**
- **Vielzahl von Materialien (Keramik, Kunststoffe, Metalle) möglich**
- **Modelle müssen nachbehandelt werden (Infiltration mit Epoxidharz)**



Quelle: Dr.-Ing. J. Röttger, FH Hannover / Prof. Dr.-Ing. F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT

# RP – Verfahrensüberblick: 3D-Printing / Three Dimensional Printing (3DP)

<b>Verfahren</b>	<b>Einspritzen von Binderflüssigkeit in ein Pulverbett. Mechanische Belastbarkeit durch Infiltrieren. Keine Stützen erforderlich.</b>
<b>Materialien</b>	<b>Stärke/ Wasser, Gips-Keramik/Wasser, Metall</b>
<b>Vorteile</b>	<b>Schnell und preiswert, kalter Prozess, farbige Modelle möglich</b>
<b>Nachteile</b>	<b>Geringe Detaillierung, raue Oberflächen. Stärke und Gips + Infiltration: geringe Belastbarkeit, undefinierte mechanische Eigenschaften</b>



Quelle: Dr.-Ing. J. Röttger, FH Hannover / Prof. Dr.-Ing. F. Klocke, WZL/Fraunhofer IPT