

3D-Druck ist nicht neu!



3D-Druck ist nicht neu!

- Erfindung Stereolithographie Mitte der 1980er
- Chuck Hull - Gründet 1986 3D Systems
- FDM-3D-Druck - Stratasys Anfang 1990er

→ Kostengünstige Verfügbarkeit schon!

Die wichtigsten 3D-Druck-Technologien

- FFF/FDM/Schmelzschicht
- SLA/DLP/UV LED
- SLS
- SLM
- Material/Binder Jetting

FFF/FDM/Schmelzschicht

- Steven Scott Crump: 1989
- Stratasys
- Makerbewegung - RepRap 2005
- Auslaufen zahlreicher Patente 2009
- Medialer Hype nach Obama Rede 2013

FFF/FDM/Schmelzschicht

- Additives Verfahren
- Trägt erhitztes verflüssigtes Filament
bahnen- & schichtweise auf
- Material: Thermoplastische
Kunststoffe

Filamente aus:

- PLA
- ABS
- ASA
- PP
- PC
- PETG
- Nylon
- TPU
- TPE
- PVC
- Carbon
- Glasfaserverstärkt
- Holz
- Cevlar
- Ultem
- PEEK
- Filament mit Metall-
Partikeln

FFF/FDM/Schmelzschicht



FFF/FDM/Schmelzschicht

Vorteile

- Günstige Geräte
- Preiswerte Materialien (Filament)
- Einfacher Einstieg
- Große Materialauswahl

Nachteile

- Geschwindigkeits-Limitationen
- Gerillte Oberfläche
- Support-Struktur nötig
- Trade-Off zwischen Qualität & Geschwindigkeit

Anwendungen

- Prototypen
- Werkzeuge
- Endbauteile

Resin-3D-Druck

- Erste Resin-3D-Druck-Technologie: Stereolithographie
- Erfinder SLA Chuck Hull
- Patentiert 1986
- 3D Systems
- SLA/DLP/UV LED/LCD

Resin-3D-Druck

SLA

- UV-Laser
- Mechanik steuert Laser (Galvanometer)
- UV Wellenlänge: ~380 nm

DLP/UV LED

- Lichtprojektor/UV-Lichtquelle
- Filterung des Lichts direkt im Projektor/Display als Filter
- DLP/UV LED: ~405 nm

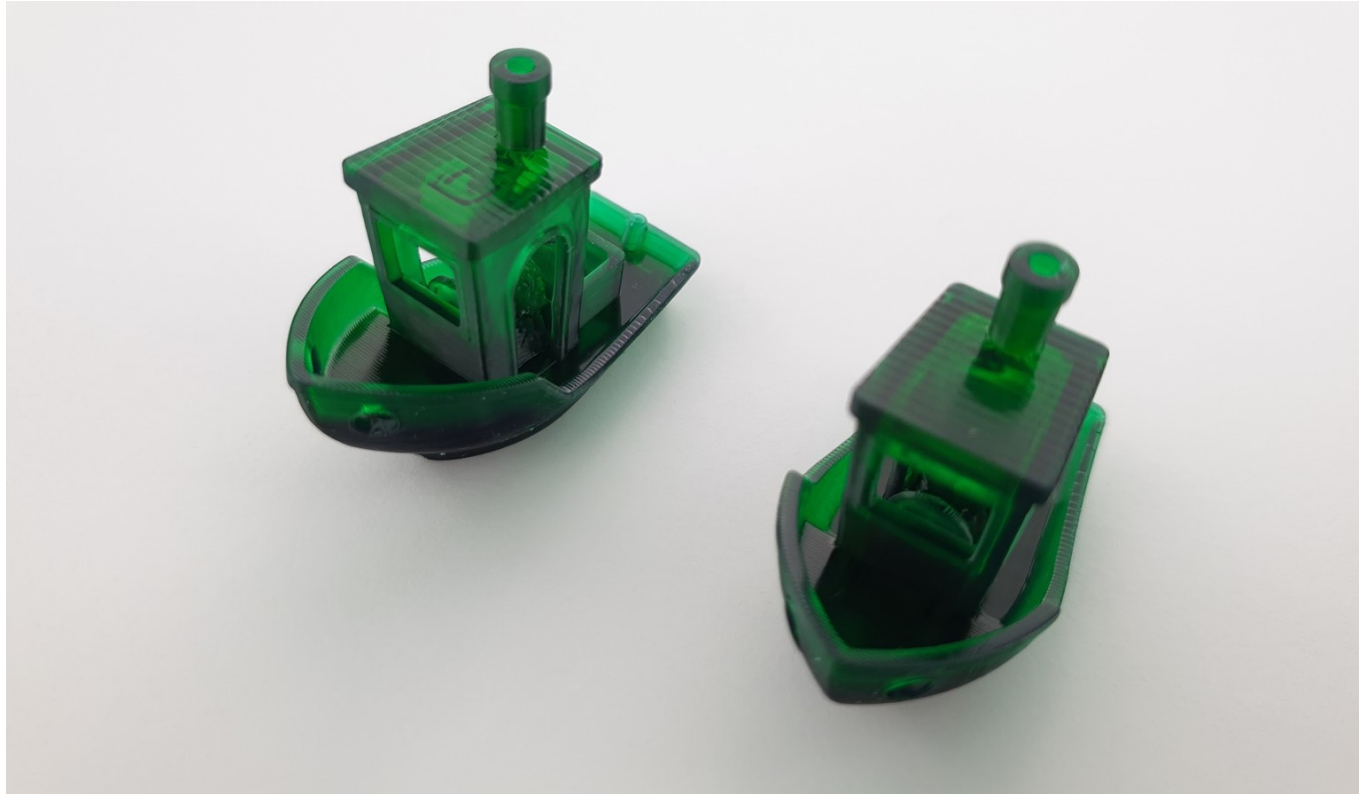
LCD

- Licht zur Polymerisation geht von LCD-Display aus
- Günstige Technologie
- Displays halten lange
- Wellenlänge: ~460nm

Resin-3D-Druck

- Additive Fertigungsverfahren
- Punktueller oder schichtweises Belichten
- Polymerisation durch Belichtung angestoßen
- Material: Photopolymer
 - Hart
 - Flexibel
 - Hitzebeständig
 - Sehr widerstandsfähig
 - Technische Materialien
 - Ausschmelzbar (Schmuck)
 - Dental

Resin-3D-Druck



Resin-3D-Druck

Vorteile

- Preiswerte Geräte
- Zunehmend bezahlbare Materialien (Resin)
- Große Materialauswahl
- Hohe Oberflächengüte
- Sehr feine Auflösung

Nachteile

- Aufwendige Reinigung/Nachbearbeitung
- Einfarbige Bauteile
- Stützstrukturen erforderlich
- Kein Multi-Material-3D-Druck
- Härtet nach durch UV-Licht → Nachbehandeln

Anwendungen

- Prototypen
- Werkzeugbau

SLS - Selektives Laser Sintern

- 1989 Patent Carl Deckard
- Additives Verfahren
- Erhitzen des Bauraums knapp unter Schmelzpunkt
- Punktueller Erhitzen durch Laser
- Sintern der Kunststoff-Partikel

SLS - Selektives Laser Sintern

- Materialien: Thermoplaste als Pulver
 - Polyamide (PA)
 - Polystyrol (PS)
 - Thermoplastische Elastomere

SLS - Selektives Laser Sintern



SLS - Selektives Laser Sintern

Vorteile

- Keine Stützstruktur nötig
- Komplexe Formen möglich
- Mechanisch & thermisch belastbare Bauteile
- Schnelles Verfahren

Nachteile

- Leicht raue Oberflächen
- Nur einfarbige Modelle möglich

Anwendungen

- Prototypen
- Werkzeuge
- Endbauteile

SLM - Selektives Laserschmelzen

- Auch Laser Powder Bed Fusion
- Additive Fertigung mit Metall
- Entwickelt in den 1990er Jahren von Forschern des Fraunhofer Instituts

SLM - Selektives Laserschmelzen

- Bahnen- und schichtweises Aufschmelzen
- Materialien: Pulverförmige Werkstoffe
 - Edelstahl
 - Werkzeugstahl
 - Aluminiumlegierungen (Al)
 - Titan und Titanlegierungen (Ti)
 - Kobalt-Chrom-Legierungen (CoCr)
 - Bronzelegierungen
 - Edelmetalllegierungen
 - Nickelbasislegierungen

SLM - Selektives Laserschmelzen



SLM - Selektives Laserschmelzen

Vorteile

- Effiziente Materialnutzung
- Hybride Fertigungsweise möglich
- Additive Fertigung komplexer belastbarer Bauteile

Nachteile

- Extrem hohe Temperaturen erforderlich
- Sehr hohe Systemkosten
- Erfahrenes Personal notwendig
- Sicherheitsvorkehrungen beachten
- Viele Prozessschritte nötig

Anwendungen

- Prototypen
- Werkzeuge
- Endbauteile

Jetting-Verfahren

Binder Jetting

- Bindemittel werden aufgesprüht - ähnlich Tintenstrahldrucker
- Materialien: Pulverförmige Werkstoffe
 - Metalle
 - Sand
 - Ceramic

Material Jetting

- Flüssiges Material wird aufgesprüht
- Materialien
 - Resin
 - Wachse

Material Jetting



Material Jetting

Vorteile

- Hohe Genauigkeit der Modelle
- Präzise Details & feinste Strukturen
- Stützmaterial einfach entfernbar

Nachteile

- Schlechte mechanische Eigenschaften
- Sehr hohe Materialkosten
- Geringe Materialvielfalt

Anwendungen

- Prototypen
- Werkzeuge

Binder Jetting

Vorteile

- Schnelle Additive Fertigung
- Günstige Bauteile
- Sehr große 3D-Drucke
- Keine Stützstruktur
- Vollfarbige Modelle
- Komplexe Formen
- Verschiedene Materialien

Nachteile

- Raue Oberflächen
- Unbearbeitet geringe Belastbarkeit
- Mechanische Belastbarkeit nur nach Nachbehandlung

Anwendungen

- Prototypen
- Werkzeuge
- Endbauteile bedingt

Vorteile des 3D-Drucks

- Wirtschaftliche Kleinserienfertigung
- Optimierte Bauteile
- Signifikante Gewichtsreduktion
- Hohe Designfreiheit
- Neue Materialkombinationen
- Reduktion der einzelnen Komponenten eines Bauteils
- Effiziente Produktion

3D-Druck/Additive Fertigung

Vorteile

- Gestaltungsfreiheit
- Gewichtseinsparungen
- Iterative Produktentwicklung
- Potentiell disruptiver Charakter
- Losgröße 1

Verbreitung heute

- F+E in führenden Unternehmen
- Begrenzt durch mangelnde Kenntnisse + Prozessrobustheit
- Nur wenige KMUs nutzen Technologie

Ziel: Additive Fertigung wird etablierte
Fertigungstechnologie in:

Forschung + Entwicklung, Lehre & industrieller Produktion

Management Additive Fertigung

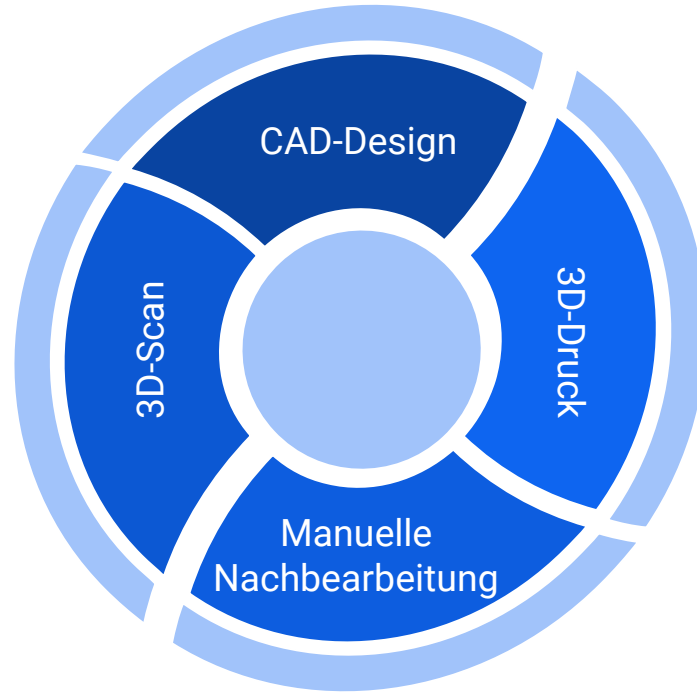
- Anwendungen - Wo ist Potential in meinem Unternehmen?
- Integration in Entwicklungs- & Fertigungs-Prozess
- Angepasste Konstruktion & Design
- Ausbildung von qualifiziertem Personal

Erfolgreiche Einführung Additive Fertigung

- Kooperation mit erfahrenen Partnern
- Iterative Einführung in Unternehmen
- Erste Leuchtturmprojekte

→ Additive Fertigung bildet neue Instrumente der
Fertigungsverfahren

Iterative Produktentwicklung mittels CAD, 3D-Scan & 3D-Druck



Häufige Fehler bei Integration der Additiven Fertigung

- Zu hohe Erwartungen
- Keine Erfahrung
- Mangel an Fachkräften
- Nicht bereit Zeit zu investieren

Herausforderungen aus Sicht eines 3D-Druck-Händlers

- Guter Support
- Ersatzteilverfügbarkeit
- Prozessstabilität/Wiederholbare Ergebnisse
- Anwender Training/Schulungen
- Ermitteln von Einsatzgebieten im Unternehmen
- Geschultes & erfahrenes Personal

Wohin entwickelt sich der 3D-Druck?

- Technologie
 - Geschwindigkeit
 - Zuverlässigkeit
 - Oberflächengüte
 - Nachbehandlung
 - Prozessautomatisation

- Materialien
 - Materialkombinationen
 - Eigenschaften

- Komplementäre Technologie
 - Software
 - 3D-Scan

- Rahmenbedingungen
 - Sinnvolle Integration in Fertigung
 - Ausbildung Fachkräfte

Vielen Dank

