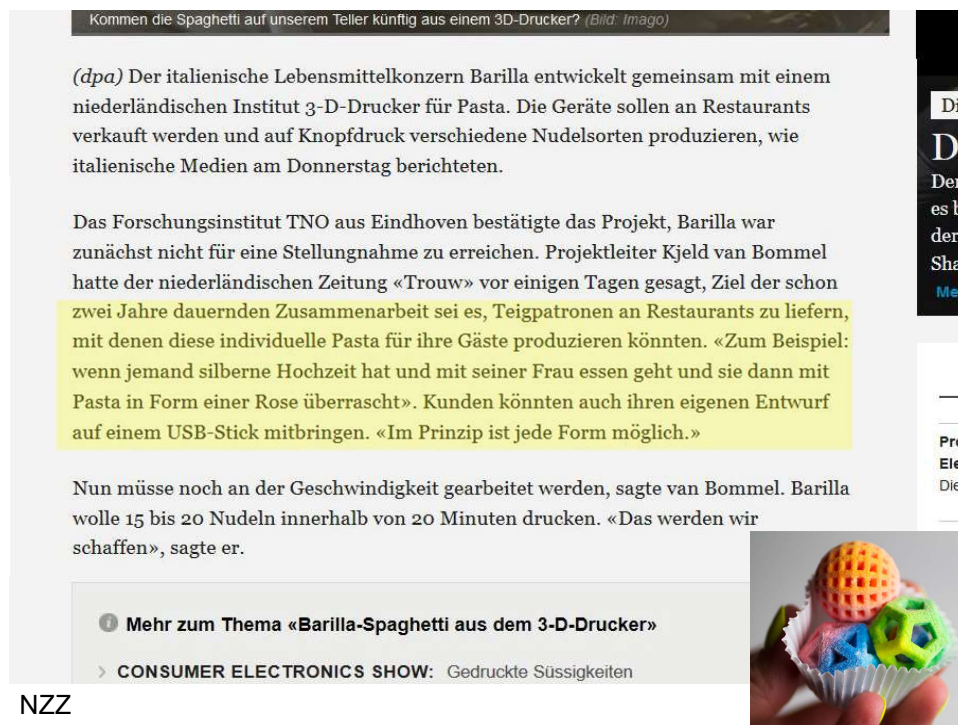




NZZ

1



NZZ

2

## Massgeschneiderte Ski-Schuhe aus dem 3D-Drucker

Die Kombination von additiver Fertigung, 3D-Scanning und innovativer Customization-Software ermöglicht es der Tailored Fits AG, individuelle Skischuhe herzustellen. Eine Anwendung, welche im Swiss AM Guide 18 abgebildet und an der AM Expo 18 prämiert wurde.

4. Oktober 2018



Weicher Innenschuh aus TPU mit Fused Deposition Modeling (FDM) ©Tailored Fits AG

Luzerner Nachrichten

4

### Herstellung des individualisierten Skischuhs

Für die Individualisierung von Skischuhen muss zunächst die Fußgeometrie des Kunden erfasst werden. In einem Sportgeschäft scannt der Verkäufer den Fuß eines Kunden mit einem 3D-Scanner. Der 3D-Scanner ist ein einfach zu bedienendes, tragbares Tablett, an dem ein strukturierter Lichtsensor angebracht ist.

Der berührungslose Scanvorgang, der die Fußgeometrie des Kunden mit ausreichender Genauigkeit erfasst, dauert nur wenige Minuten. Durch Ziehen der Zehenzinken bringt der Kunde die Fußsohle in eine gestreckte Position, wie es bei einer aktiven Skibewegung der Fall ist. Zusätzlich zu den Scandaten übermittelt der Händler das Gewicht, die Sohlenlänge und andere Präferenzen des Kunden an die Tailored Fits AG.

Nachdem der Scan der Fußgeometrie an die Tailored Fits AG übergeben wurde, erfolgt eine Qualitätskontrolle. Anatomische Merkmale dienen zur Orientierung des Scans im Raum. Ein virtuelles Knochengerüst wird in den gescannten Fuß eingeführt, um die Geometrie zu morphen und um den Knöchel in verschiedene Richtungen zu drehen. So können die Ausrichtung der Beinposition und der Neigungswinkel gezielt eingestellt und korrigiert werden. Dieser modifizierte Scan des Fußes dient als Input für die Designgenerierung des inneren Skistiefels.

### Historie der Ideenfindung und Umsetzung

Der oben beschriebene Individualisierungsprozess ist in Bezug auf Design, Produktion und Geschäftsmodell sehr komplex.

Luzerner Nachrichten

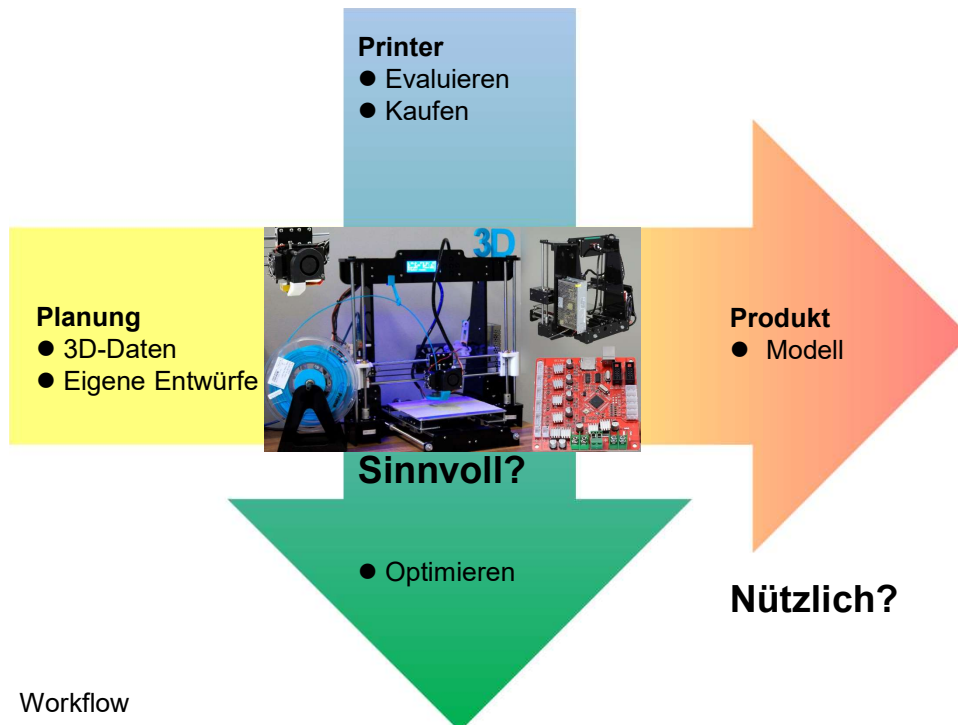
5

sinnvoll – nutzlos  
sinnvoll – nützlich  
sinnlos – nützlich  
sinnlos – nutzlos

für ...

Ziel: 3D-Druck besser einschätzen können

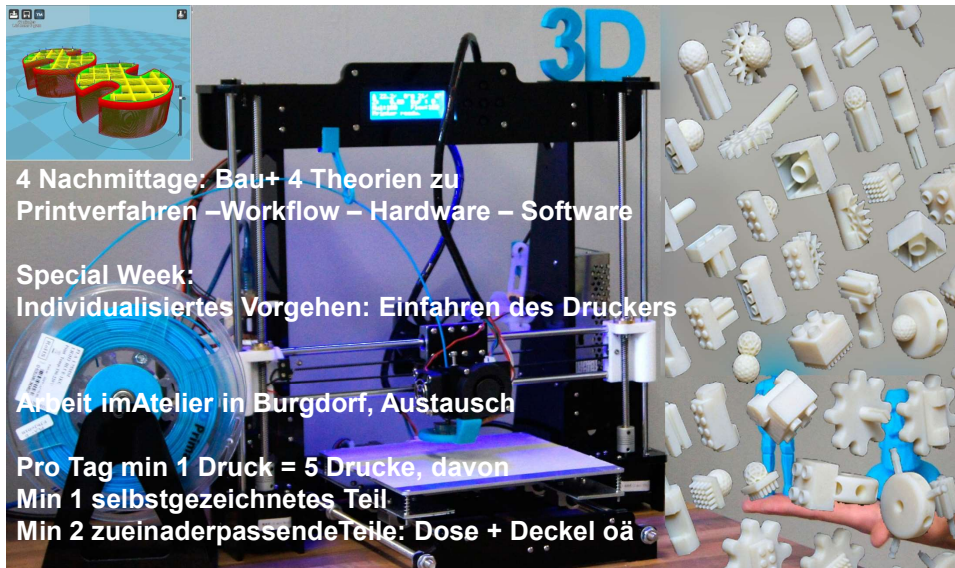
6



7

Inhalt	Position
<b>1</b> 3D Drucken – Was ist das?	1976 Masterausbildung zum Vermittler in Kunst und Design
<b>2</b> Modellbau Voraussetzungen: Datengüte Workflow Kulturen der Genauigkeit	1983 Professor für Bildnerisches Gestalten an der Abteilung Architektur der damaligen Ingenieurschule Burgdorf
<b>3</b> Roboter: Hardware	Ab 1990 Auseinandersetzung mit digitalen Planungsmedien
<b>4</b> Roboter: Software	Ab 2000 Aufbau einer digitalen Werkstatt
Kalibrieren, Anwenden.....	2003 3D-Drucker + NC-Fräse 2008 Schneidplotter 2010 Lasercutter 2011 Tiefziehgerät, Antrag für ein SimLab 2013 Ersatz 3D-Drucker, Laserröhre 2015 Ersatz Laser-Cutter Seit 2017 aLab, 3D-Druckerkurs, Zeichenmaschinen
Inhalt/Position	<b>Der neue Zeichenstift muss mehr können!</b>

8



**4 Nachmittage: Bau+ 4 Theorien zu Printverfahren –Workflow – Hardware – Software**

**Special Week:**  
**Individualisiertes Vorgehen: Einfahren des Druckers**

**Arbeit im Atelier in Burgdorf, Austausch**

**Pro Tag min 1 Druck = 5 Drucke, davon**  
**Min 1 selbstgezeichnetes Teil**  
**Min 2 zueinanderpassende Teile: Dose + Deckel oä**

Betreuung  
Jacques Wüthrich, André Marti

Material  
<http://skript.wuthri.ch/prom/3ddruck.htm>

Bau + Betrieb eines 3D-Druckers

9



## 3D Druck = Additives Verfahren

**3DP** 3-D-Druck mit Pulver - ohne Stützkonstruktion

**FDM** Fused Deposition Modelling - wie Heissklebepistole, mit Stützkonstruktion

**CC** Contour Crafting - Beton (Behrokh Khoshnevis)

**LOM** Laminated Object Manufacturing - Modell aus Papierschichten aufgebaut

**SLM** Selective Laser-Melting - unter Schutzgas, Metall, Kunststoffe, Keramiken

**SLS** Selective Laser-Sintering - Pulver mit Bindemittel gedruckt + anschliessend gebacken: Keramiken, Metall

**SLA** Stereolithografie - flüssige Duromere oder Elastomere + Laser + Eintaucher

**PolyJet** STL-Variante: Auftrag mit Düse + UV-Härtung

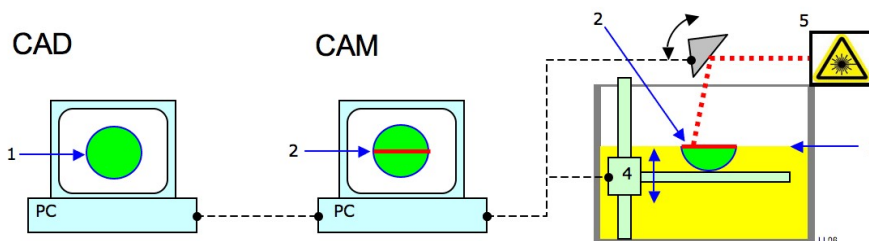
**CLIP** Continuous Liquid Interface Production

Übersicht

10

Das Werkstück befindet sich bei diesem Vorgang in einer Flüssigkeit, in die es nach und nach tiefer abgesenkt wird. Ein Laser fährt Schicht für Schicht über den Ausgangsstoff. Die jeweiligen Flächen werden ausgehärtet und in Form gebracht. So entsteht schrittweise das 3D Modell. Überhängende Teile brauchen ein Stützgerüst.

Nach dem Abtropfen des nicht gehärteten Harzes wird das Modell von der Plattform entfernt, von den Stützstrukturen befreit, mit Lösungsmitteln gewaschen und in einem Schrank unter UV-Licht vollständig ausgehärtet.



Carbon-Demo

<http://3d-drucker-portal.de/>

SLA Stereo Lithografy Apparatus flüssige Duromere oder Elastomere + Laser

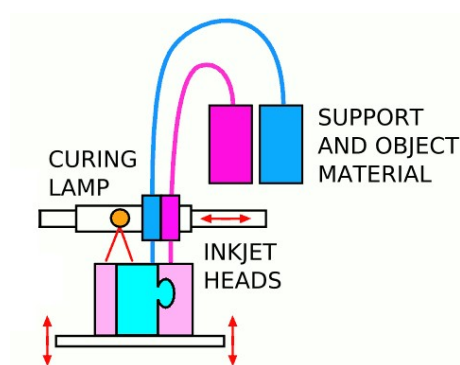
11



Venus vom Hohle Fels, Original (Mammut-Elfenbein) + Replik in SLA

12

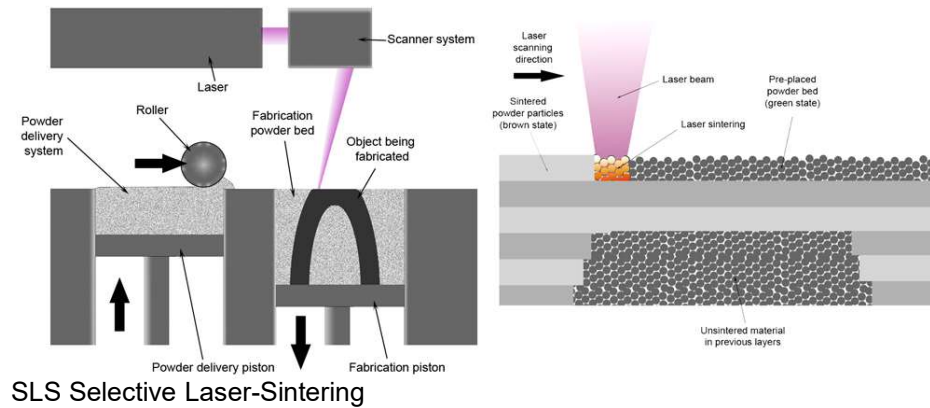
Das Photopolymer wird mit der Düse aufgetragen und mit einer UV-Lampe gehärtet.  
Stützgerüst notwendig



PolyJet Photopolymer Phase Change Inkjets

13

Beim Sintern werden zumeist körnige oder pulverige Stoffe vermischt und dann durch Erwärmung miteinander verbunden oder verdichtet. Im Gegensatz zur reinen Schmelze werden hierbei jedoch keine oder zumindest nicht alle Ausgangsstoffe aufgeschmolzen. Die Ausgangsstoffe werden also, umgangssprachlich formuliert, „zusammengebacken“. Das Brennen von Porzellan zählt hierbei zu den ältesten Anwendungen. Durch Oberflächenfinish haben wir die Möglichkeit die offenporige Struktur der Kunststoff Laser Sinterteile zu glätten und Ihren Prototypen ein optisch ansprechendes Aussehen zu verleihen.



14

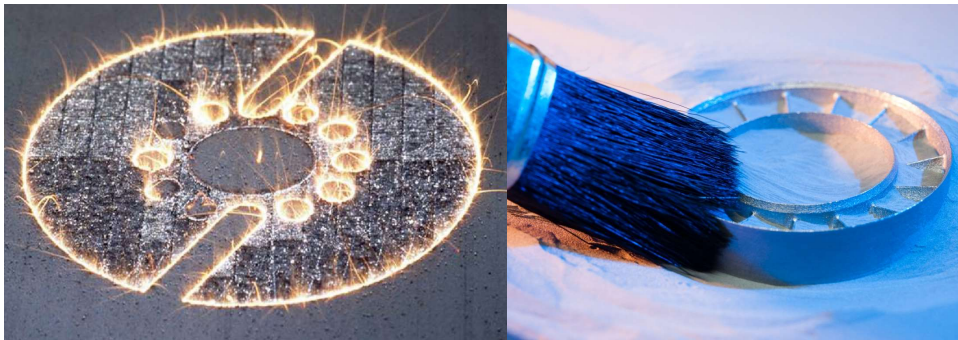


SLS Selective Laser-Sintering (Ton brennen = Sintern)

15



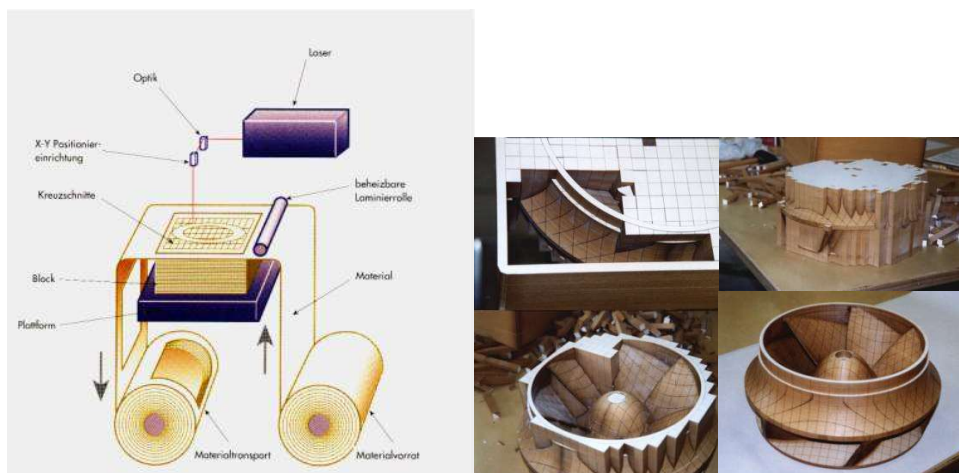
Beim Selektiven Laserschmelzen wird der zu verarbeitende Werkstoff in Pulverform in einer dünnen Schicht auf einer Grundplatte aufgebracht. Der pulverförmige Werkstoff wird mittels Laserstrahlung lokal vollständig umgeschmolzen und bildet nach der Erstarrung eine feste Materialschicht. Anschließend wird die Grundplatte um den Betrag einer Schichtdicke abgesenkt und erneut Pulver aufgetragen. Das fertige Bauteil wird vom überschüssigen Pulver gereinigt, nach Bedarf bearbeitet oder sofort verwendet. Um die Kontaminierung des Werkstoffs mit Sauerstoff zu vermeiden, findet der Prozess unter Schutzgasatmosphäre mit Argon oder Stickstoff statt.



SLM Selective Laser-Melting

16

Die Form wird aus Papierschichten (experimentiert wird auch mit Folien aus Keramik, Kunststoff oder Aluminium) aufgebaut. Jede neue Schicht wird auf die vorhandene Schicht laminiert und dann die Kontur geschnitten (mittels Messer, Heißdraht oder Laser). Danach wird die nächste Schicht aufgebracht usw



LOM Laminated Object Manufacturing

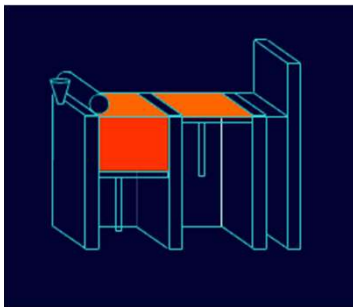
17



In einem 3D Drucker verteilt eine Walze eine hauchdünne Schicht gipsartiges Pulver auf der Druckplatte. Tintenstrahldruckköpfe drucken mit (farbigem) Binder eine erste Schicht auf das Pulver, wobei sich Pulver und Tinte vermischen und zusammen verhärten.

In einem nächsten Schritt senkt sich die Trägerplatte um 0,1 mm und macht Platz für eine neue Schicht, die wieder bedruckt wird. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis das 3D Modell fertig im 3D Drucker liegt. Das überschüssige Pulver wird vorsichtig abgesaugt und wird beim nächsten Herstellungsvorgang im 3D Druck wieder verwendet.

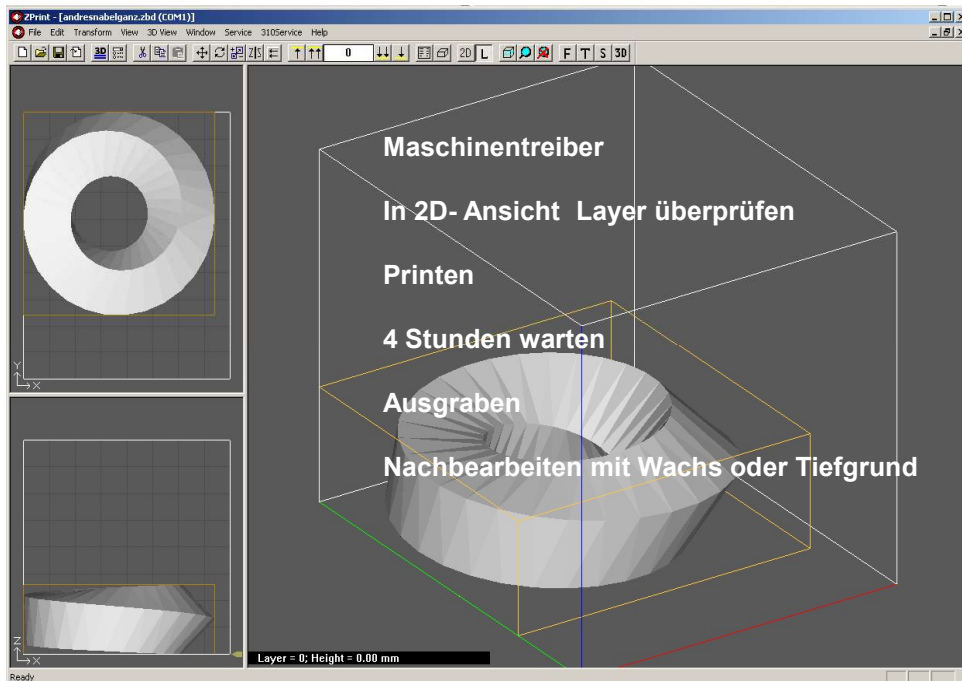
Nach der Fertigung erhält das 3D Modell mit Infiltraten, Lacken und weiteren Beschichtungen die gewünschte Oberflächengüte.



3DP 3-D-Druck mit Pulver

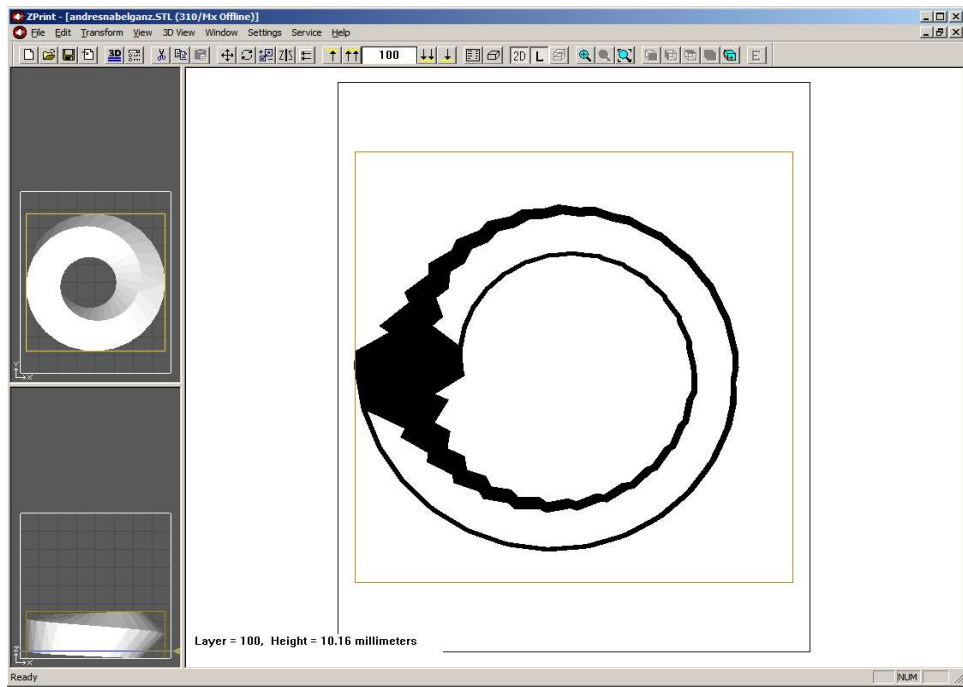


18



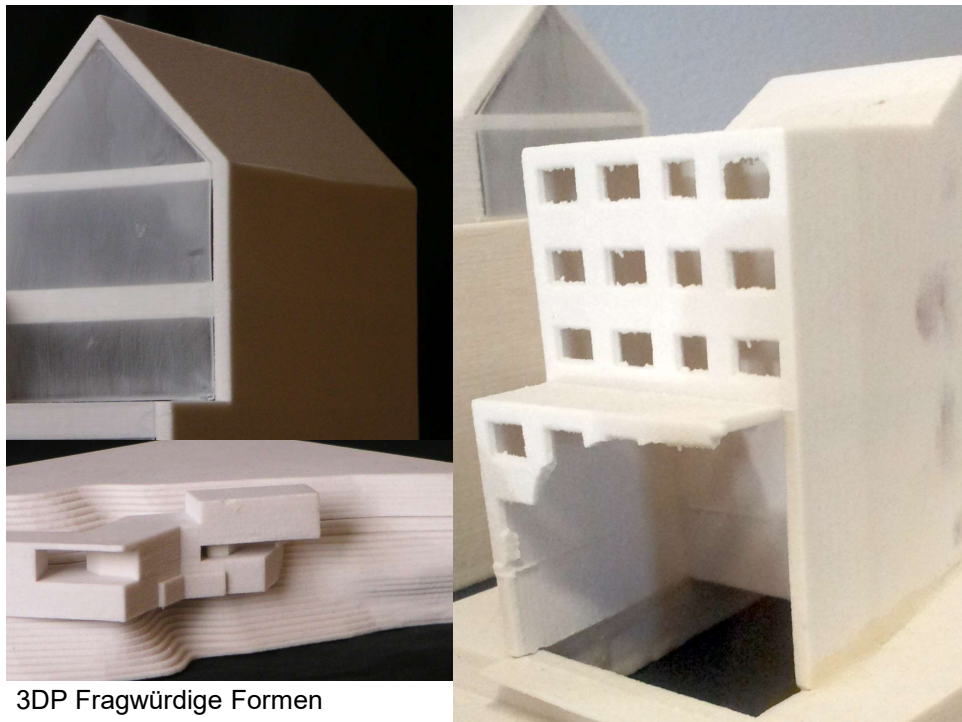
3DP Druckertreiber

19



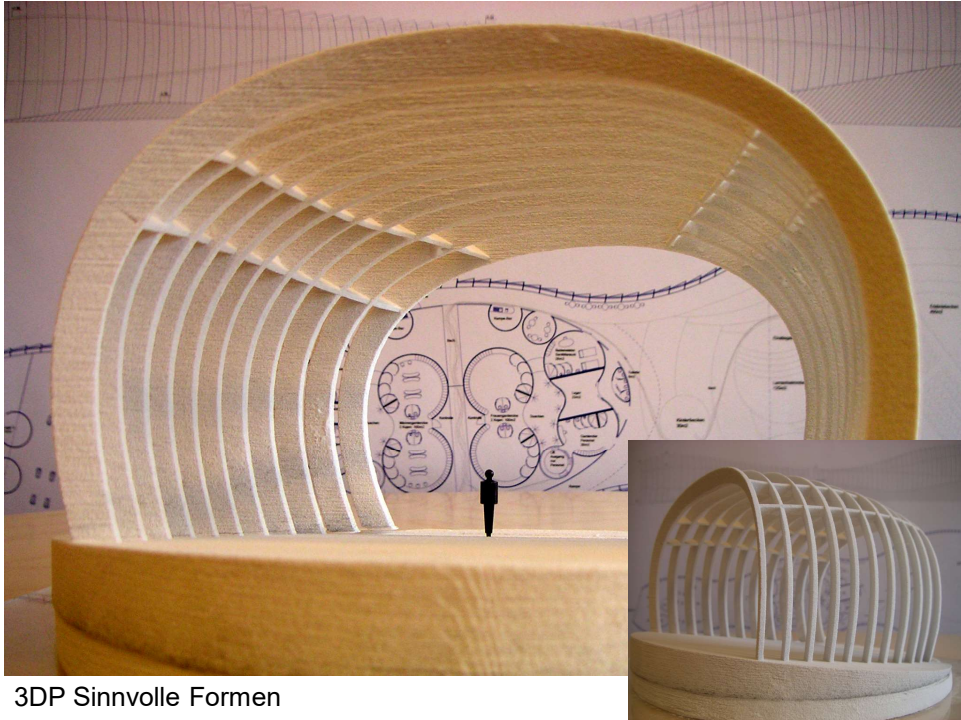
3DP Druckertreiber

20



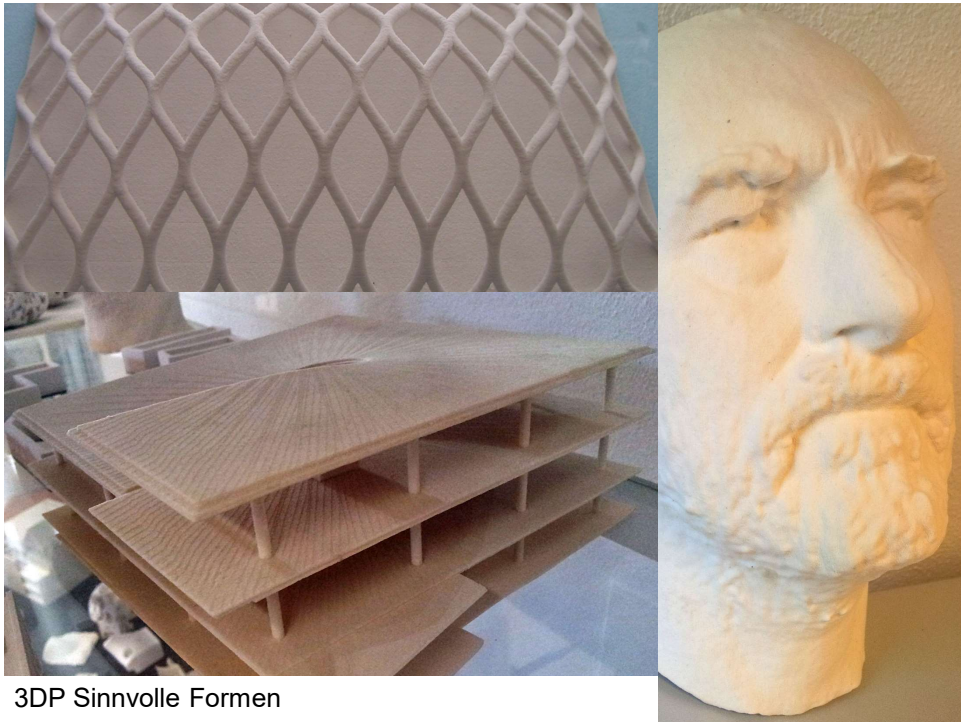
3DP Fragwürdige Formen

21



3DP Sinnvolle Formen

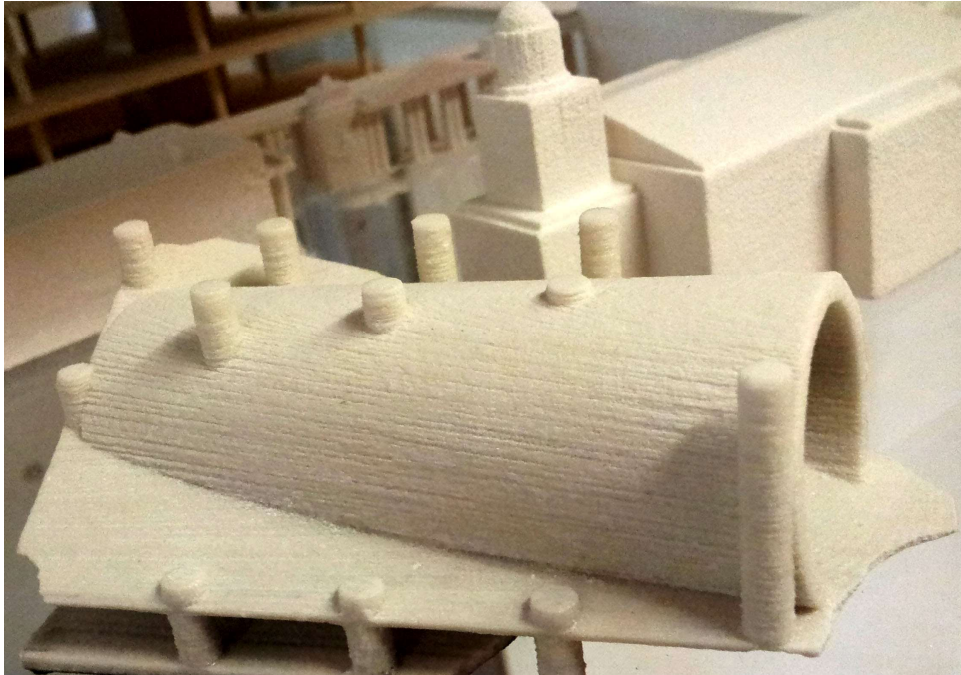
22



3DP Sinnvolle Formen

23





Typisch: deutliche Schichtung durch abgenützte Düse

24

Bautrog: 20x25x20cm  
 Pulver auf Gipsbasis  
 Fr. 36'500.-  
 Binder Fr. 280.-/l  
 Pulver Fr. 1200.-/8kg  
 Bürotauglich  
 Printkopf HP11  
 Bürotauglich, aber  
 erfordert Unterhalt:  
 Putzen!!!  
 Druckkopf wechseln  
 Schmieren der Achsen

Beschaffung:  
[3d-model.ch](http://3d-model.ch)

Modelle zur  
 Darstellung

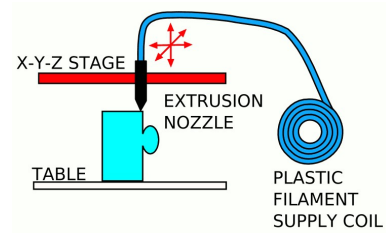


3DP Heutiger Drucker

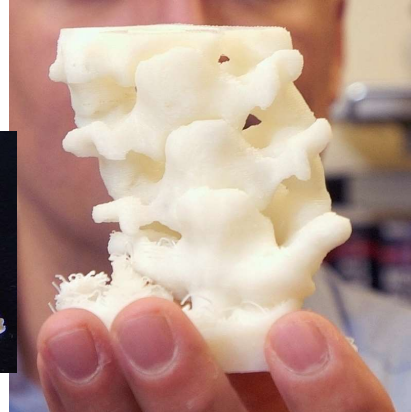
27



In der Herstellung wird der Fadenförmige Kunststoff erhitzt, bis er einen fast flüssigen Aggregatzustand erreicht und somit durch feine Düsen gepresst werden kann. Der entstehende extrem feine Faden dient dann zur Erstellung der einzelnen Modellschichten. Um die Vorteile additiver Fertigungstechniken in Bezug auf Formfreiheit in diesem Verfahren nutzen zu können, wird parallel ein zweiter Kunststoff verarbeitet. Dieser dient zum Aufbau von Stützkonstruktionen für das Modell und wird nach der Fertigstellung entfernt.



FDM Fused Deposition Modelling



28

## Ultimaker

Bausatz EUR. 1200.-  
/1800.- montiert  
Mit Workshop (2,5 Tage)  
EUR. 2300.-

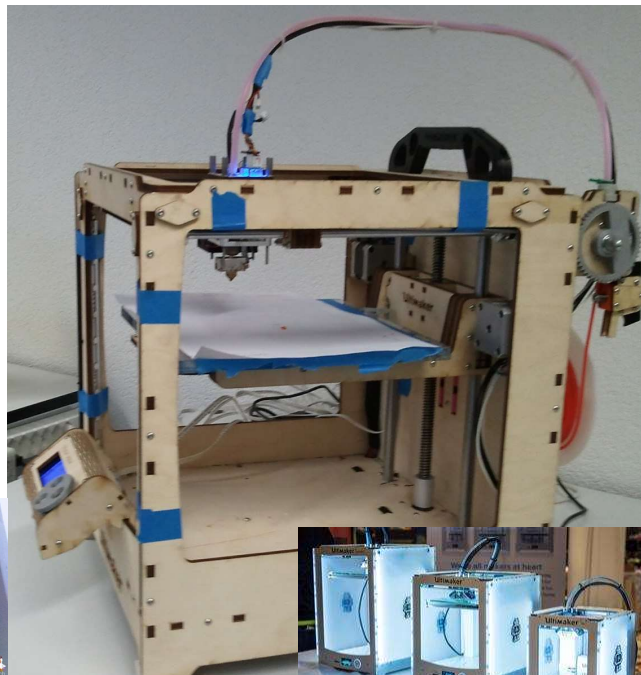
Kartusche EUR. 32.-

Bauraum 20x20x20cm

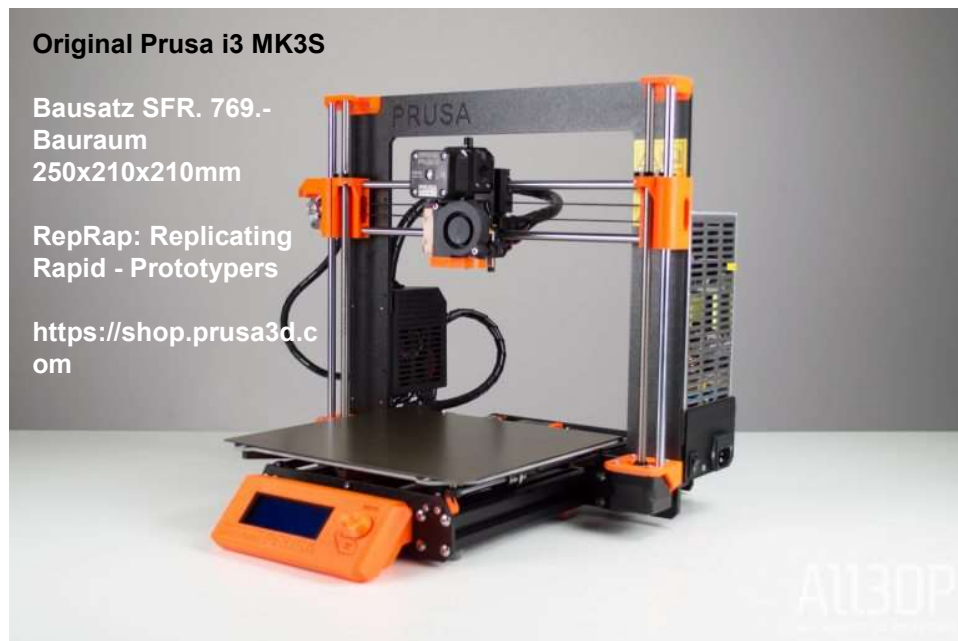
[www.ultimaker.com](http://www.ultimaker.com)  
[www.luzern.fablab.ch](http://www.luzern.fablab.ch)  
[www.fablab-bern.ch](http://www.fablab-bern.ch)



FDM Ultimaker



29



FDM Prusa MK3 (Joseph Prusa)

31

### Anet A8

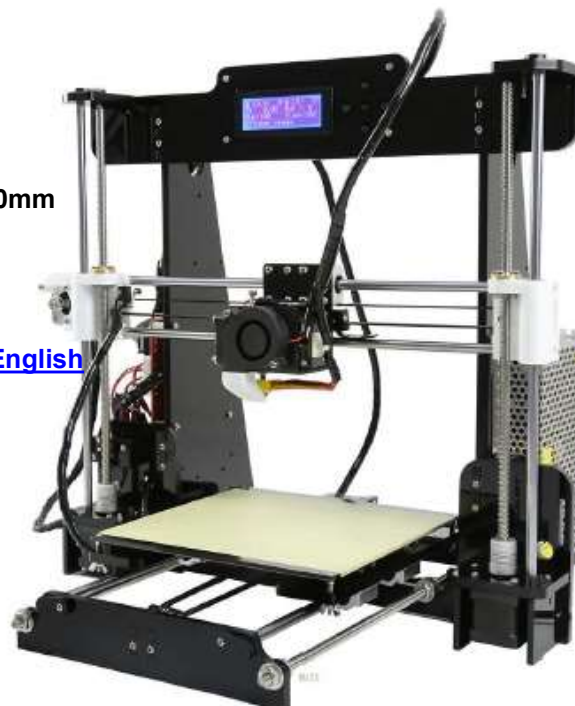
Kit SFR. 200.- /  
Inkl. Rolle PLA 0.5Kg

Arbeitsraum 220x220x240mm

[www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com)

10 Tage

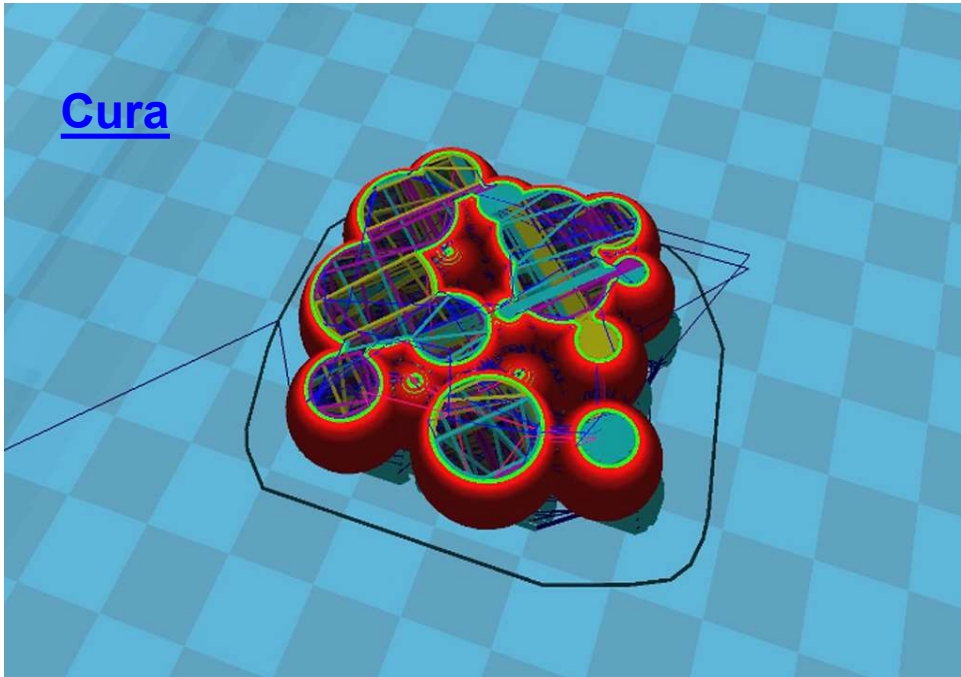
[http://www.anet3d.com/English/3D\\_Printer/](http://www.anet3d.com/English/3D_Printer/)



A8 Anet (Aliexpress.com)

32

Cura



FDM-Software für Ultimaker/Prusa

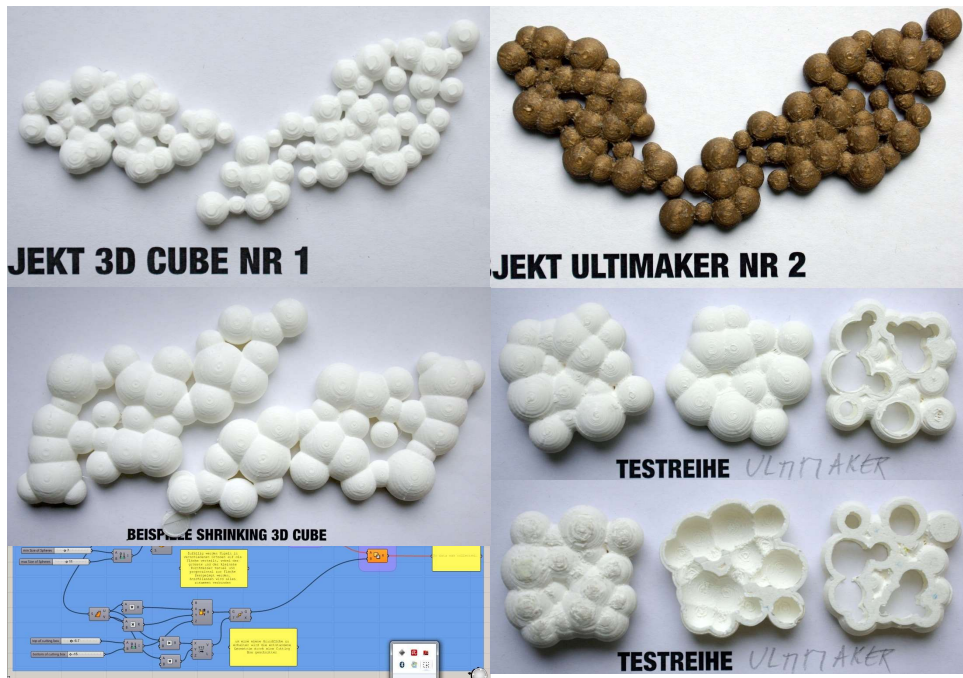
33



FDM Ultimaker + Lasercut: Thesis 2013 Für Würfel sinnvoll? – sieht gut aus?

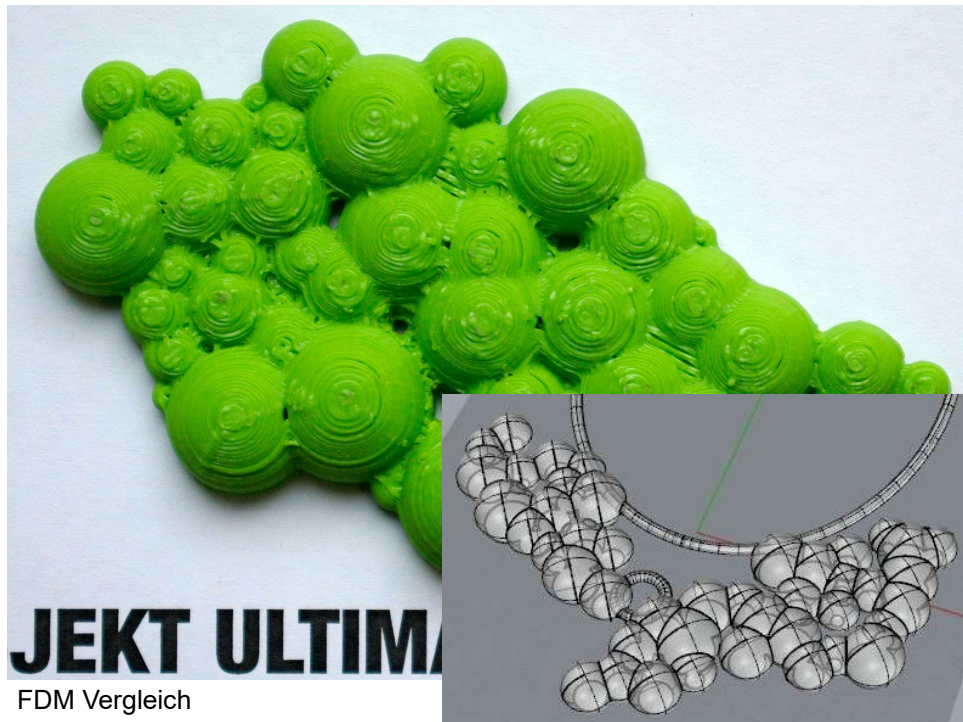
34





FDM Vergleich von programmiertem Schmuck, Indie-Projekt

35



FDM Vergleich

36





FDM Vergleich

38



FDM Tüftler - Schmuck

39

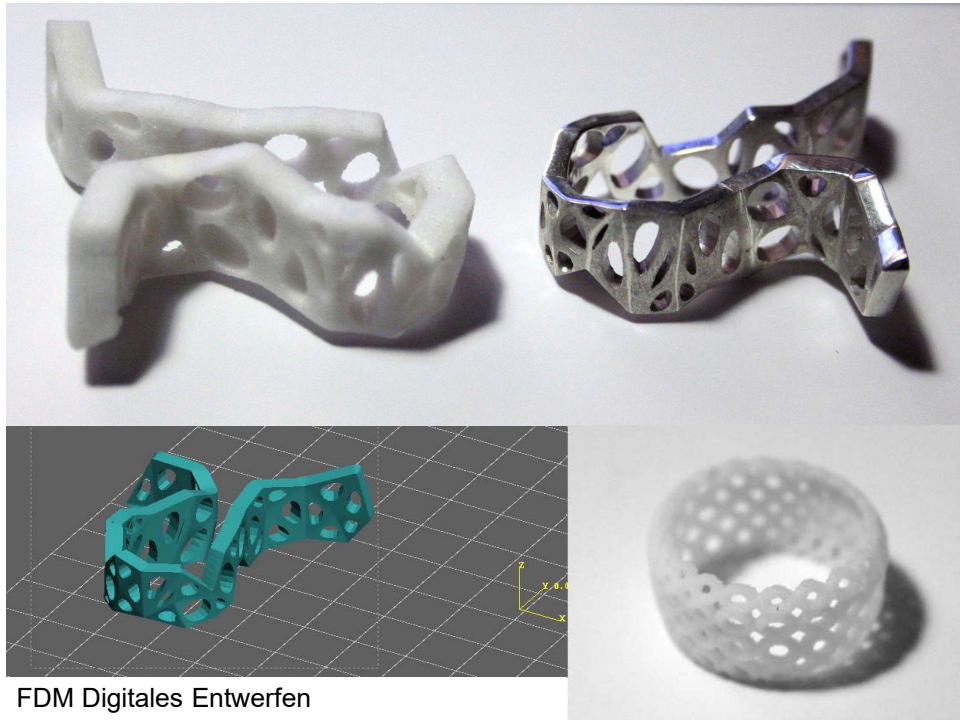


Schnell und in bester Qualität fertigen wir komplexe und detaillierte Gussteile im Metal-Cast-System. Hierzu werden die nach 3D-Daten hergestellten Lasersintererteile aus Polystyrol oder Wachsmodele aus dem Vakuumgießen in eine Keramikmasse eingebettet.

Aus der in einem Ofenprozess getrockneten Einbettmasse schmelzen wir die Modelle aus. In die so gewonnene Form gießen wir dann unter Vakuum das im Induktionsofen verflüssigte Nichteisenmetall. Nach dem Abkühlen entfernen wir die Keramikform und erhalten Ihr Gussstück.

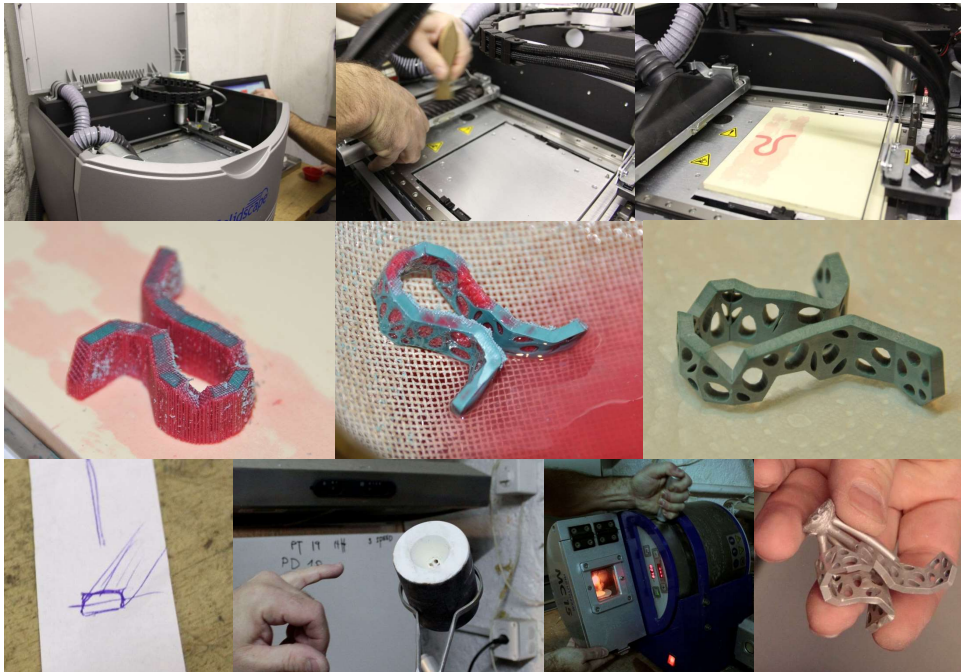
Cire-Perdue-Verfahren auch für technische Stücke

40



FDM Digitales Entwerfen

41



FDM SolidScape Cire-Perdue-Verfahren 25 Std

42



FDM mit Wachs Profi - Schmuck

43





FDM klein: Nivea - City 2012 mit BFH-TI

44



CLIP ganz klein: „Continuous Liquid Interface Production“

45





CC Contour Crafting Beton (Behrokh Khoshnevis) [www.bkhoshnevis.com](http://www.bkhoshnevis.com)

46

Replizieren wie in «Star Trek»  
Mehr als einen Computer, ein CAD-Programm, Rohmaterial und einen Drucker braucht er nicht...

... beschreibt eine noch fiktive Gesellschaft, die sich **vor Ort alles druckt**, was sie benötigt. Vielleicht teilen sich Quartiere grössere Maschinen, **Baupläne gibt es im Internet**. Lagerhallen braucht es nicht mehr, weil alles druckfrisch entsteht. **Ressourcen werden geschont** und die **Billigarbeit** in fernen Ländern **abgeschafft**.

Damals gab er (der amerikanische Physiker und 3-D-Druckpionier Neil Gershenfeld vom MIT) zum ersten Mal ein Seminar mit dem Titel «Wie man (fast) alles selber herstellen kann». Der Kurs führte später zur Gründung der ersten «**Fab Labs**», Tüftelstätten, Open-Source-Hardware-Projekten.

Utopie

47

Drucker bezahlen (Fr 200.-??) + Lieferadresse mitteilen, **dann wird er zugeschickt**

**Inhalt checken:**

USB-Adapter mit MicroSDKarte öffnen:

A8 3D Printer Installation Instructions.pdf

Dort hat's eine Checkliste – zusätzlich

Glasscheibe 30x30, Polyetherimidfolie mit Klebefolie,  
Induktiver Sensor mit Stecker

**Elektrisch/elektronische Bauteile montieren,  
Funktionskontrolle**

<https://www.youtube.com/watch?v=6W2GuwgPkl&feature=youtu.be>

Z-Endstop: Schalter für Test benutzen Induktiver  
Sensor später löten/testen

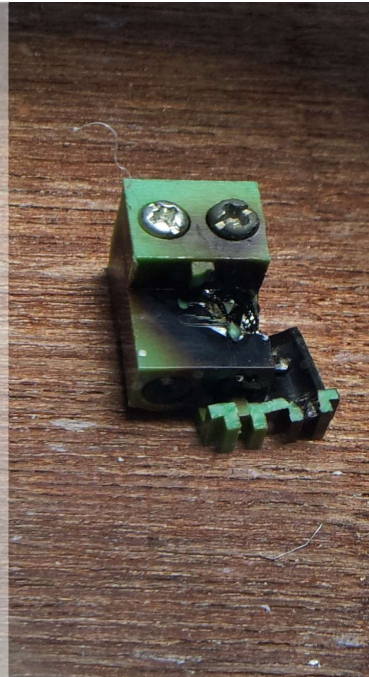
Rückmeldung an mich: Ich möchte dem  
«Seller» eine Rückmeldung machen können

**Schutzfolie abziehen** (gibt ganz schön zu tun)

**Evtl Löcher bohren 3mm Ø** für Verstärkung

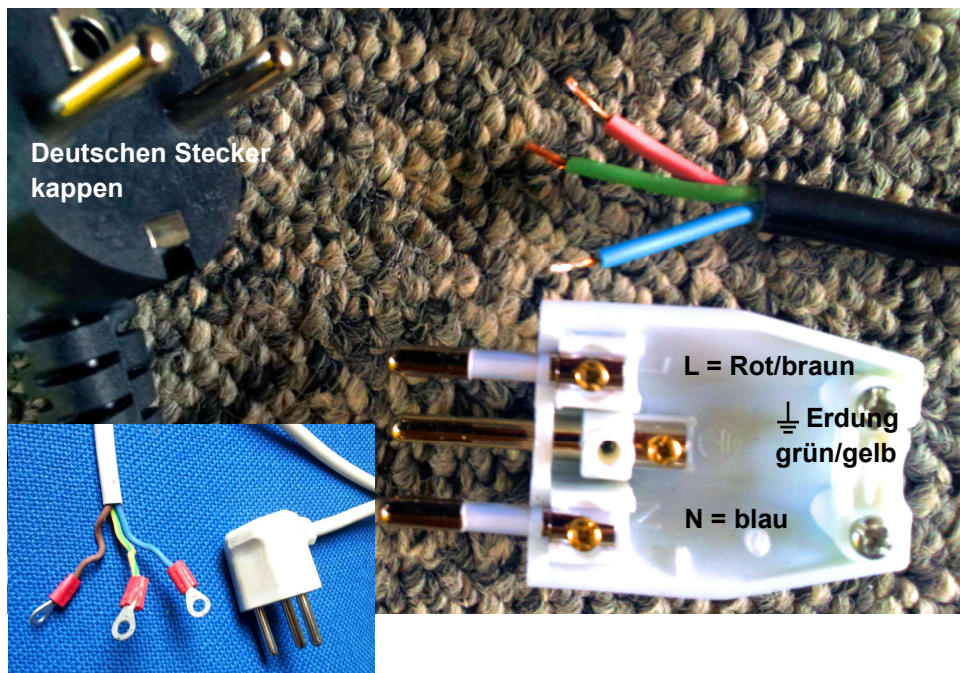
**Montagetips studieren**

<http://skript.wuthri.ch/prom/3ddruck.htm>



Aktivitäten

48



Netzteil mit Kabelschuhen anschliessen, Kabel korrekt zuordnen

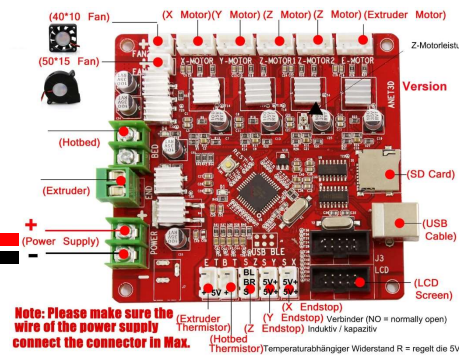
49



DC = Gleichstrom  
unbedingt auf korrekte  
Polarität achten



AC = Wechselstrom  
L = Rot/braun  
⏏ Erdung  
grün/gelb  
N = blau



Kabel korrekt zuordnen: 4-Augenprinzip anwenden!!

50