

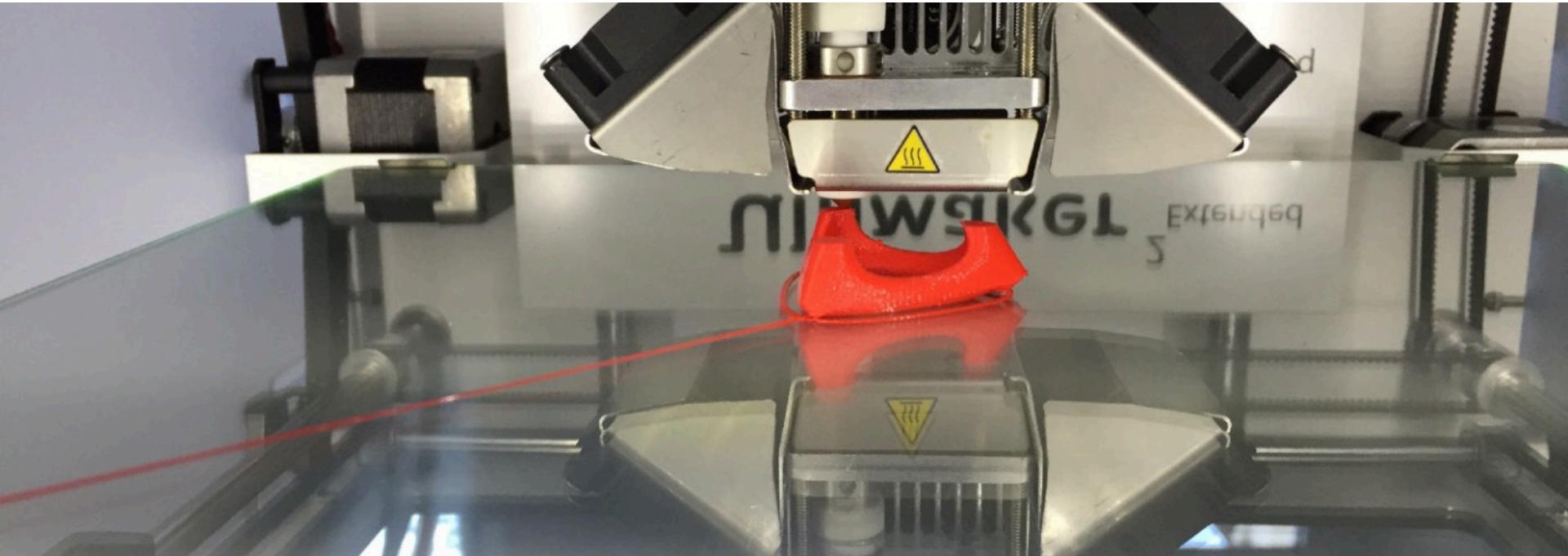
3D-DRUCK

Seminar, Universität Siegen, WS15/16
Professur CSCW & Social Media
in Kooperation mit dem Fab Lab Siegen

fablab-siegen.de/lv-3d-druck-1516



3D-DRUCK: Lage für Lage für Lage...



Vielzahl von sehr(!) verschiedenen Technologien, die alle ein Objekt Schicht für Schicht aufbauen. Immer günstiger, leichter benutzbar. Sowohl in Industrie als auch im Privatbereich extrem im Aufschwung.

Synonyme: Additive / generative Fabrikation.
Kontext: Digitale und verteilte Fabrikation
(Soziale) Innovation, Industrie -?- BürgerInnen?

Das Seminar: Übersicht

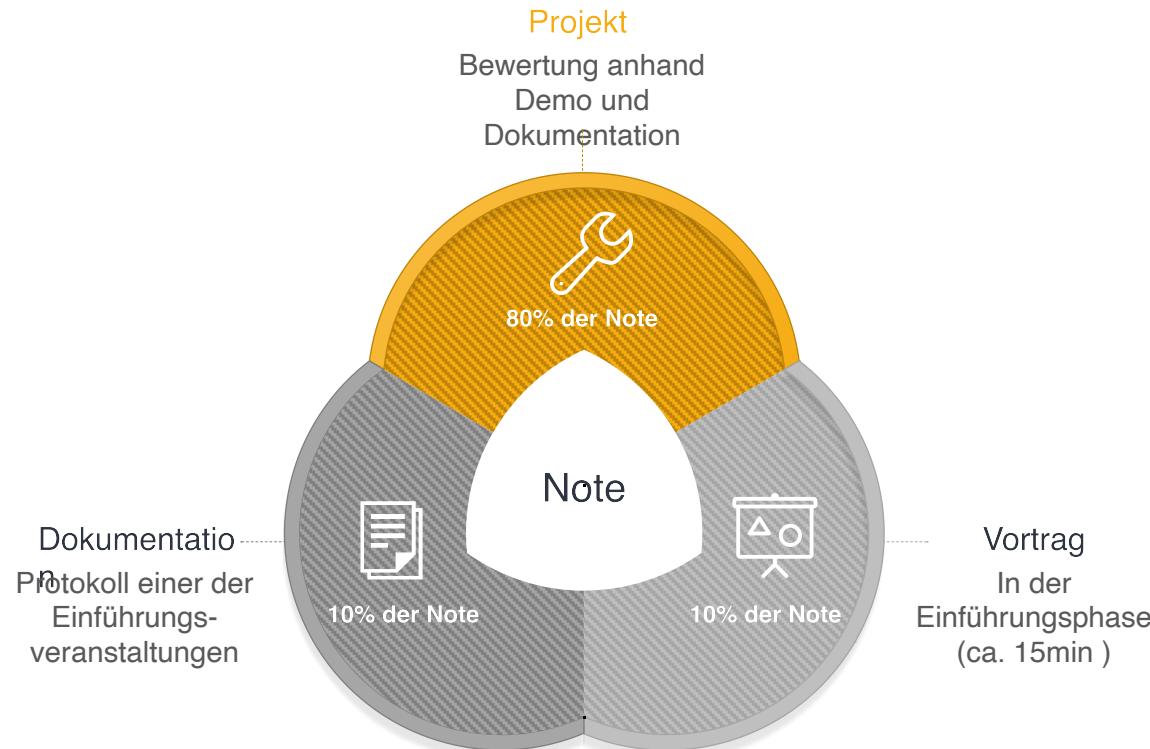


(Prüfungs-)Leistung

Theorie und Praxis...

Das Gruppenprojekt ist für die Note mit 80% zentral. Format der Dokumentation nach Absprache(!) und Projekt. Grundsatz: Soviel wie nötig, so wenig wie möglich. Keine Blanko-Vorgaben.

20% der Note durch Vortrag am Anfang des Seminars sowie der Dokumentation (Protokoll, Wiki-Artikel) des jeweils zugehörigen Veranstaltungstermins. Kriterien: Vollständigkeit & Verständlichkeit. In Zweier-Teams.



Zeit- / Vortragsplanung



22.10.2015

Rahmen,
Formalia, Termine,
etc.



29.10.2015

Intro & Kontext
*Technologien &
Materialien*
Tutorial: FDM-
Druck (Plastik-
Drucker)



05.11.2015

*Vom Modell zum
Druck: Slicer*
Übersicht: 3D-
Modellierung
Tutorial:
3D-Modellierung



19.11.2015

*Design for
Fabrication*
Maker...Culture?
Projektbesprechu-
ng



Bis Ende des
Semesters

Gruppenprojekt
ohne feste
Termine. Tutoring /
Termine für
Spezialthemen auf
Abruf!

Zu vergebende Vortragsthemen sind *kursiv*

Vorträge und Dokumentation

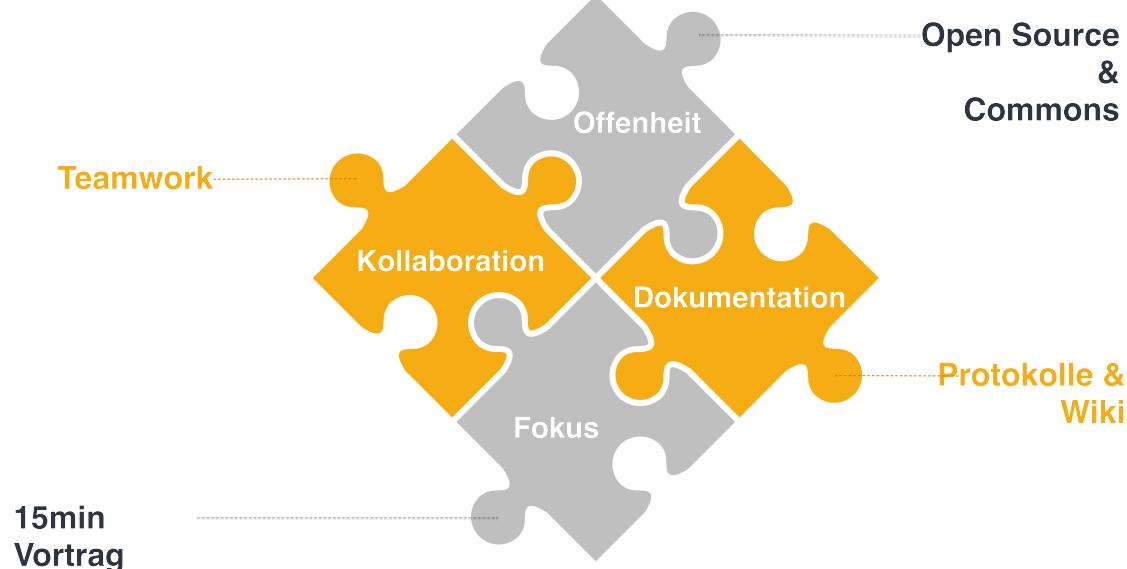
Ansprüche an uns selbst

Keiner möchte ewige Vorträge hören... Für alle gilt: 15min reden plus 10min Diskussion.

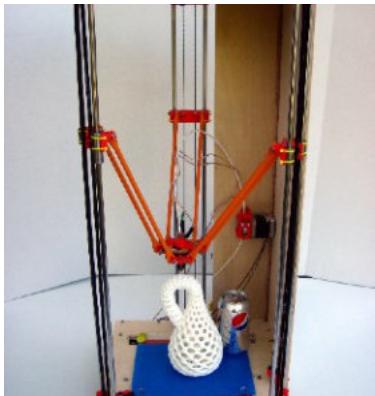
Dokumentation ist ein Teil unserer Arbeit. Jeder der drei Einführungs-termine wird in Text und Bildern protokolliert. Die Protokolle werden später zu Wiki-Einträgen.

Kollaborativ ist besser. Teams bilden, jedes Team ist für einen Vortrag plus Doku (google doc, wird bereitgestellt) und Wiki-Eintrag des jeweiligen Termins verantwortlich.

Wir legen Wert auf Fairness und Offenheit. Nur Abbildungen mit CC-Lizenzen / public domain sowie vollständiger Quellenangabe.



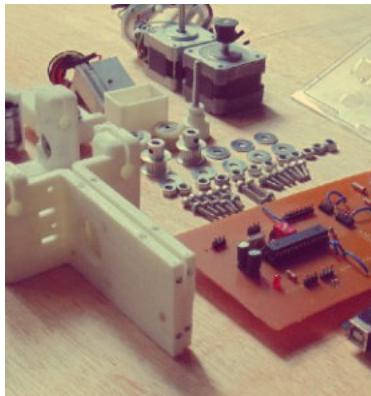
Gruppenprojekte: Ideen



Delta Printer

(Bau / Weiterentwicklung)

Alternatives Design für FFM-Drucker (schneller, leichter, günstiger?). Bau, Dokumentation, Evaluation und ggf. Weiterentwicklung.



Resha

(DIY-Lasercutter)

Bau, Dokumentation, Evaluation und ggf. Weiterentwicklung eines Open Hardware Lasercutters unter Verwendung von 3D-Druck.



Ökonomie / Impact

(Forschungsarbeit)

Literatur-/ empiriebasierte Arbeit, z.B. über veränderte Wertschöpfungsketten durch verteilte Fabrikation / andere sozio-politische Auswirkungen.



DIY-Prothesen

(Forschung und Verantwortung)

3D-gedruckte, günstige Open-Source-Prothesen verändern Menschenleben. Bau, Evaluation und Weiterentwicklung einer DIY-Prothese.



3D-DRUCK

Nächster Termin: 29.10.2015

Kontakt zum Dozenten **im Büro US-D105** / oliver.stickel@uni-siegen.de

Bitte reichlich in Anspruch nehmen – **Kollaboration ftw!**



3D-DRUCK

29.10.2015

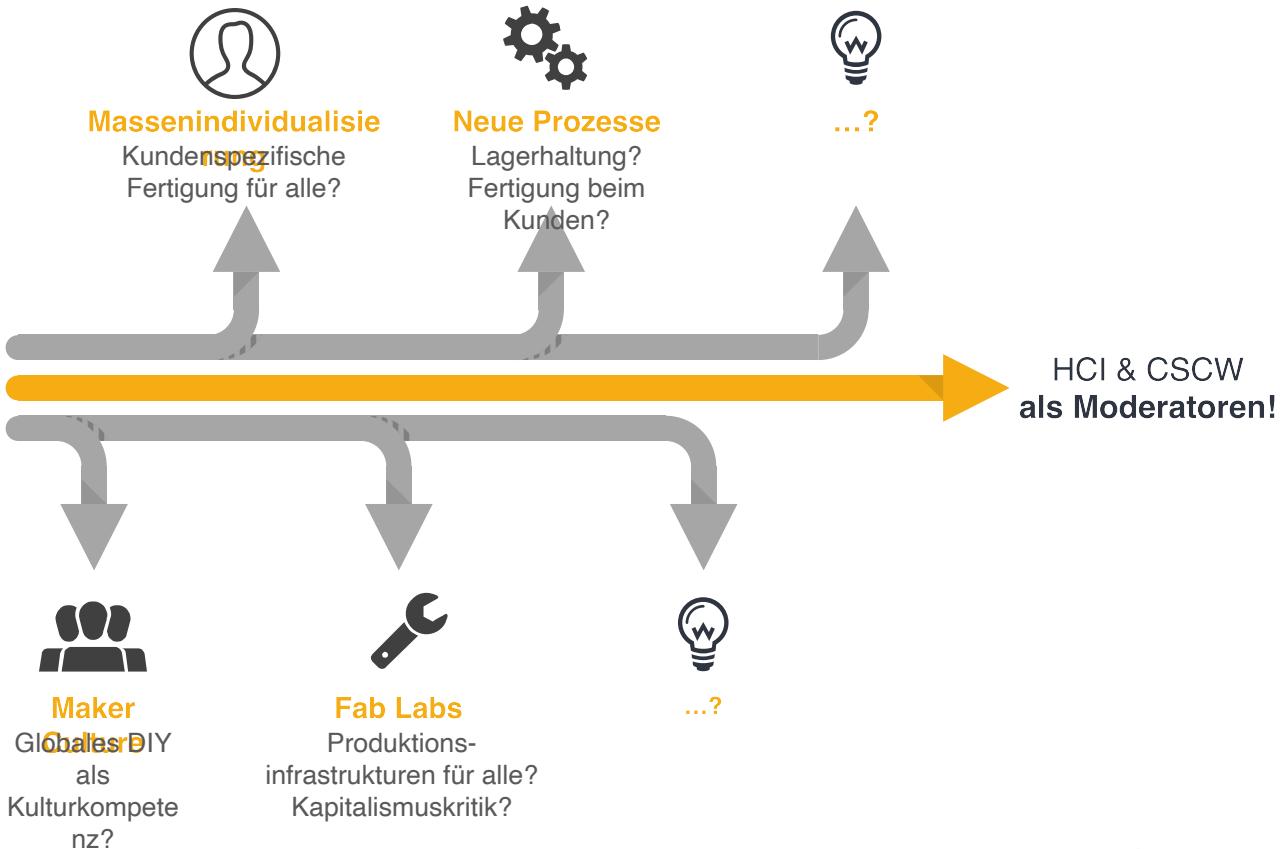
1. Intro & Kontext
2. Technologien und Materialien
3. Tutorial: Erster eigener Druck



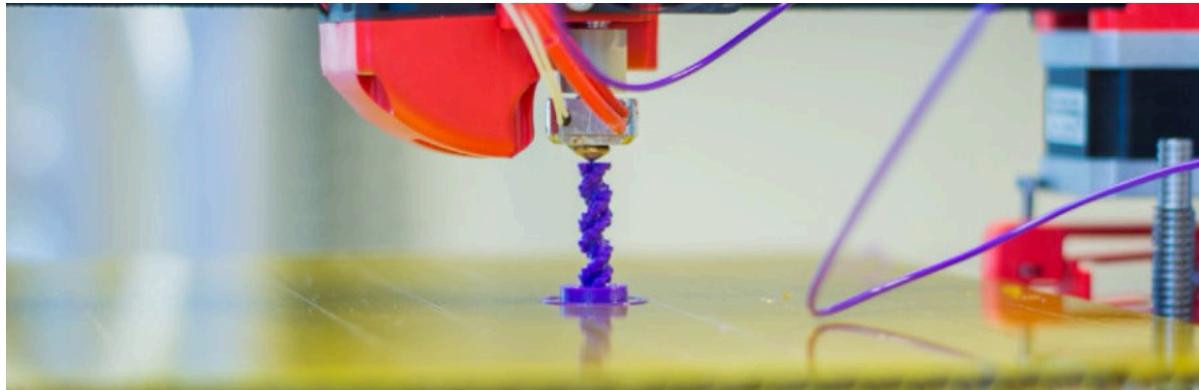
3D-Druck in HCI/CSCW?

Digitale & verteilte Fabrikation, also auch 3D-Druck, ermöglicht leichteres rapid prototyping von (Interaktions-)Systemen. Das ist notwendig, da HCI überall in der Entwicklung zunehmend nötig und gefordert ist (nicht nur auf Ebene von Software).

Außerdem: Sowohl in Industrie als auch in (semi-)privaten Communities wird digitale & verteilte Fabrikation betrieben. HCI agiert als eine der wenigen Disziplinen stark in beiden dieser Sektoren. Wir haben also die Chance, sinnvoll zu moderieren und mit als erste in und an neuen Marktgefügen zu arbeiten.



Technologien und Materialien



FFF – Fused Filament Fabrication ist das bekannteste Verfahren (Plastik aufschmelzen). Aber: Die Vielfalt ist riesig! Laser-Sintering, chemische Verfahren, Papier-schichten aufeinanderkleben,...

Gemeinsamkeit: Aufbau eines Modells Schicht für Schicht (additiv).



Auch die Materialvielfalt ist riesig. Bekanntestes Plastik für FFF: PLA und ABS. Aber auch: Nylon, Glasfaser, flexibles Material, leitfähiges Material,...

Bei anderen Drucktechnologien: Unzählige Plastiksorten, Metalle, Beton, Gips, Ton, Nahrungsmittel, Papier, Kohlefaser, Kevlar,...

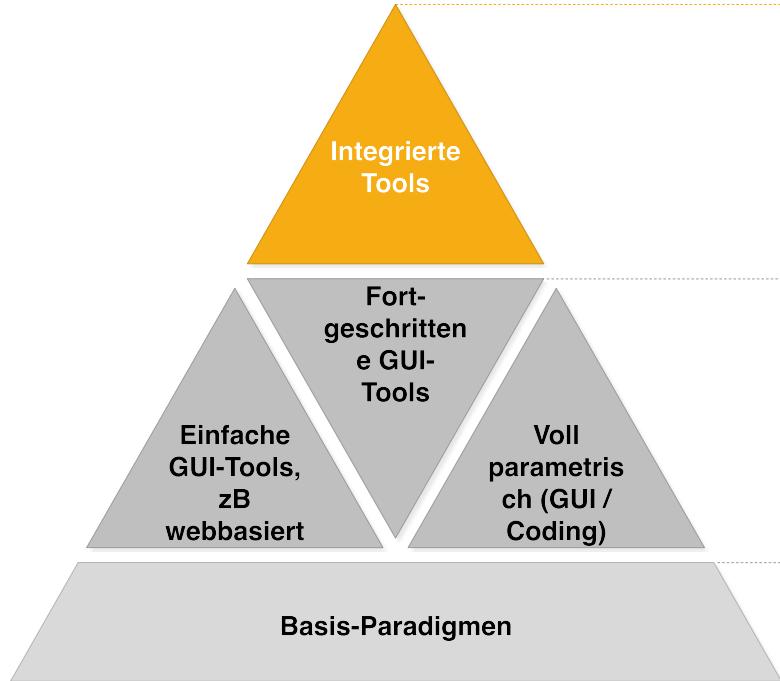
3D-Modellierung

Jeder 3D-Druck hat ein digitales 3D-Modell als Grundlage (entweder aus dem Internet oder selbst erstellt).

Übliches Format: *.STL

Für 3D-Modellierung muss man kein Ingenieur sein! Wir halten regelmäßig Workshops mit Kindern zum Thema... Tools, nach Komplexität:

3dslash.
tinkercad.com
sketchup.com
blender.org
openscad.org
fusion360.autodesk.com



**Integrierte CAD/CAM-
TOOLS**
Computer Aided Design & Manufacturing (3D-Modellierung & Slicing) in einem Werkzeug. Selten... Fusion 360 z.B.

**Werkzeug-
Welt**
Es gibt unendlich viele Modellierungs-Tools. Sogar Minecraft lässt sich verwenden... Wahl des Tools mit gesundem Menschenverstand, nicht einfach blind irgendetwas verwenden!

Paradigmen
Solid Modelling, Surface Modelling,... Für 3D-Druck am besten geeignet: Tools, die auf Basis von einfachen Formen (Primitiven) und Kombinationen dieser arbeiten.

Vom 3D-Modell zum 3D-Druck

01

Modell aus dem Netz

<http://youmagine.com>
<https://www.myminifactory.com>
<http://thingiverse.com>

...

Teilweise auch direkt online
individualisierbar!

Eigenes Modell

02

Mittels der vorgestellten Tools
erstellen. Oder, oft sinnvoller: Modell
aus dem Netz erweitern / umbauen.
Es gibt unglaublich viel zu finden!



Drucken und Teilen

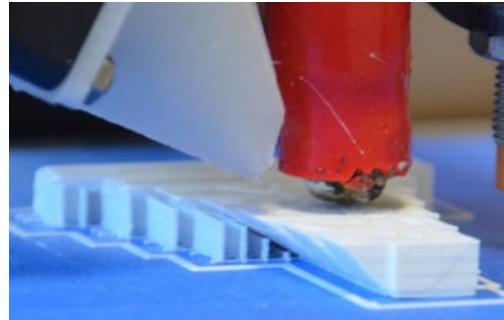
1. Slicing (Modell in Werkzeugpfade überführen, später mehr)
2. Drucken
3. Ggf. Weiterentwickeln
4. Teilen! Stellt eure Designs online, z.b. auf youmagine.com!

Design for Fabrication

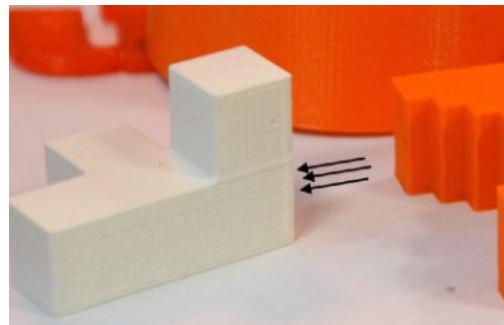
Unterschiedliche Drucker haben unterschiedliche Einschränkungen. FFF hat z.B. Schwierigkeiten mit großen Überhängen. Dann: „Support“ nötig - kann im Slicer generiert werden). Aber: Wenn möglich so designen, dass Support unnötig ist (keine Überhänge größer 45°)

Thermischer Verzug kann zu „Warping“ führen. Bei Problemen kann man z.B. größere Auflageflächen an sein Modell designen, die man nach dem Druck manuell entfernt.

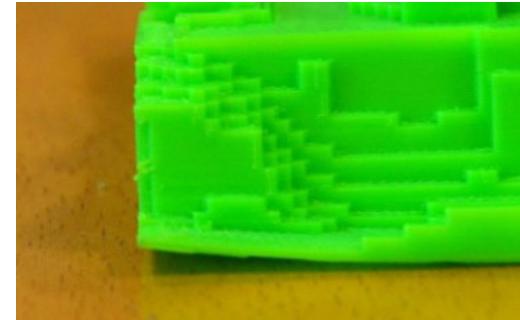
Layer height beeinflusst vertikale Detailgenauigkeit. Breite einer Lage (ca. 2x Nozzle Diameter) die vertikale. Kann man im Design berücksichtigen, z.B. Wandstärke als Vielfaches des Nozzle



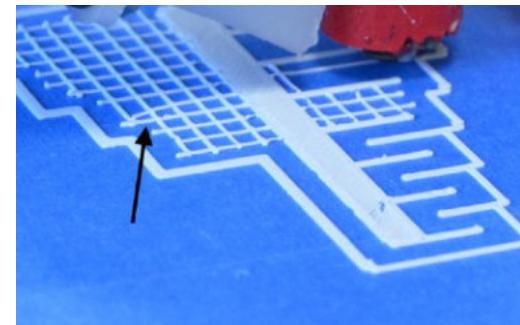
Vorne kein Support, hinten stärkere Überhänge mit Support („Stützmaterial“)



Layer Height



„Warping“ (Ecken ziehen sich hoch)



Breite einer Lage („thread width“) und Nozzle Diameter

Maker...Culture?



Screenshot: Oliver Stickel (Fab Lab Siegen)

Eigene (Sub-)Kultur rund um digitale, verteilte Fabrikation, Open Source / Open Hardware, Do-It-Yourself, ...

Viele, viele MakerFaires (Messen / Happenings), Make Magazine, unzählige Webseiten, ...

In gewissem Maße Kapitalismus-kritik, andererseits kostet z.B. das Label MakerFaire Geld und ist an klare Bedingungen gebunden...

Sozio-Ökonomische Veränderungen? (Wieder) mehr lokale Produktion?

Analogie zum PC, der den Zugang zu digitaler (Content-)Produktion für jeden ermöglicht. Erweiterung der digitalen Revolution nun auch auf physikalische Produkte?

3D-DRUCK

1. Intro & Kontext
- 2. Technologien und Materialien**
3. Tutorial: Erster eigener Druck

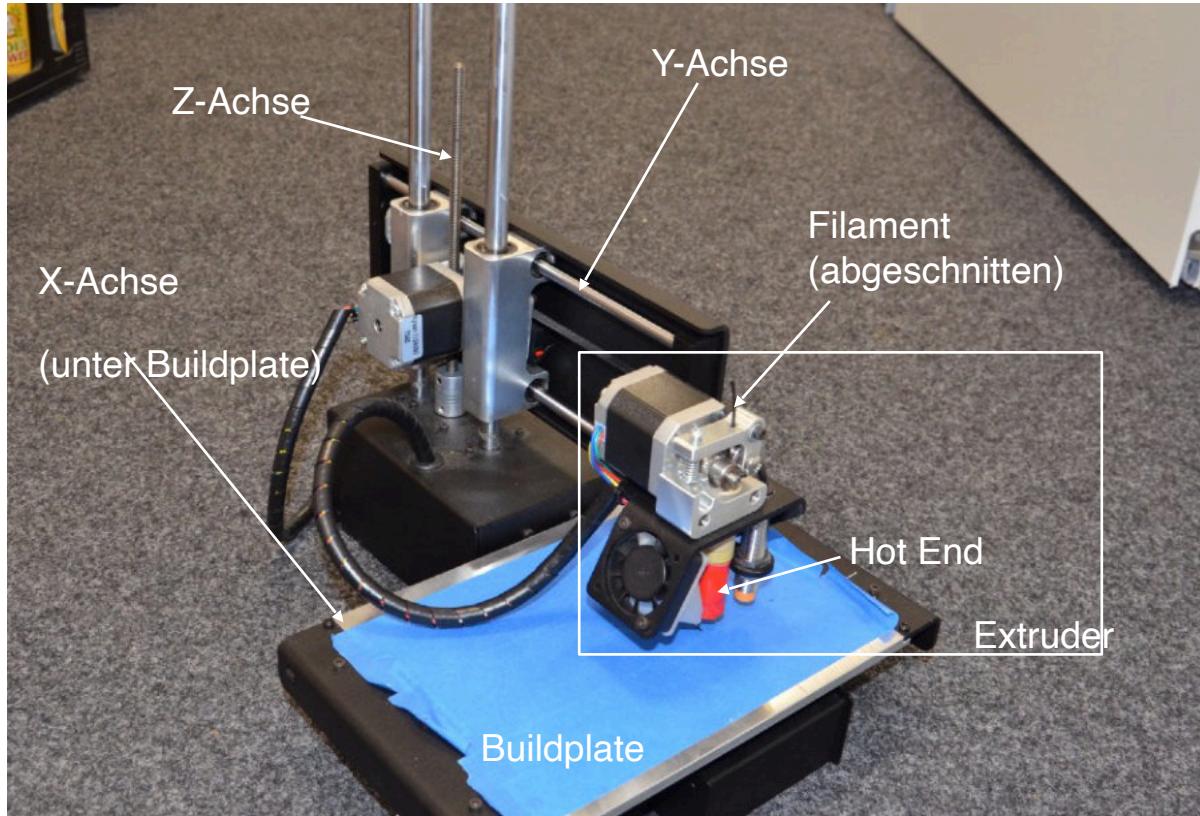


3D-DRUCK

1. Intro & Kontext
2. Technologien und Materialien
- 3. Tutorial: Erster eigener Druck**



Terminologie: Vokabeln lernen...



Buildplate: Platte, auf der das Modell aufgebaut wird (Alu / Glas). Idealerweise beheizt (verhindert Spannungen im Material).

Filament: Rohmaterial, Plastik-Draht. 1.75 oder 2.85mm dick.

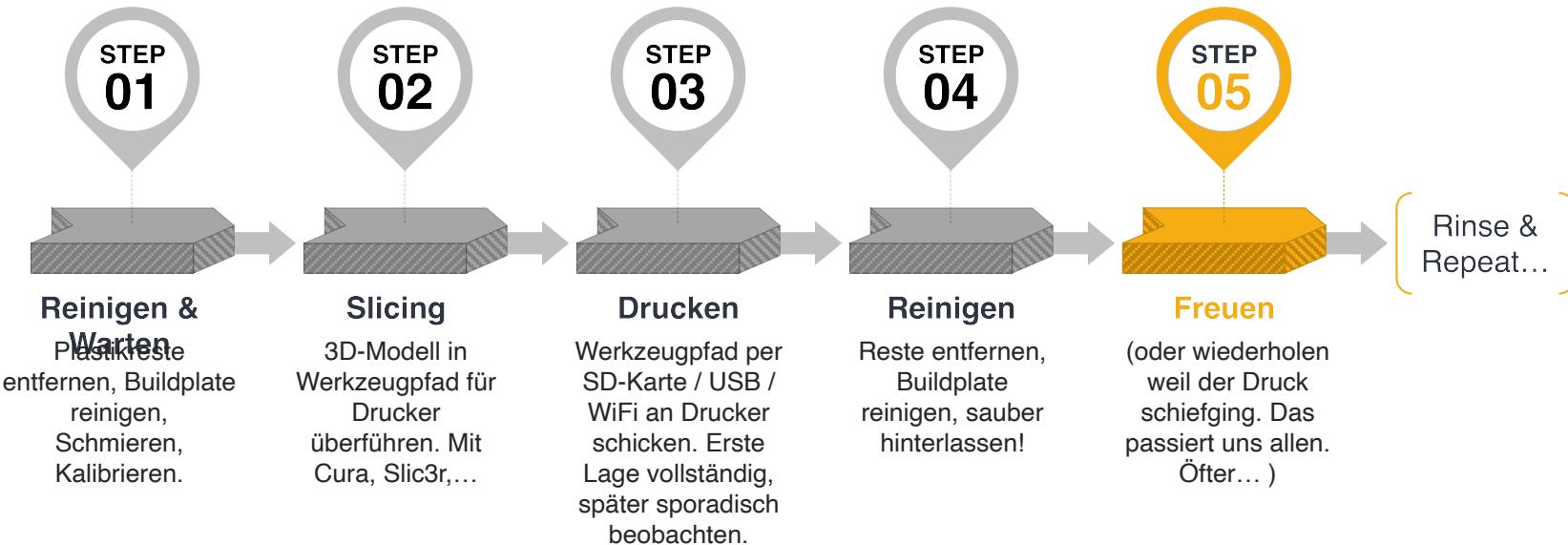
Hot End: Erhitzter Teil des Extruders (um die 200°C).

Extruder: Die ganze Einheit, die für Transport und Aufschmelzen von Filament sorgt. Es gibt unterschiedliche Extruder (Direct Drive, Bowden,...). Ultimaker hat z.B. einen Bowden-Extruder: Filamentvorschub sitzt weit vom Hotend entfernt, was schnellere Verfahrgeschwindigkeiten ermöglicht.

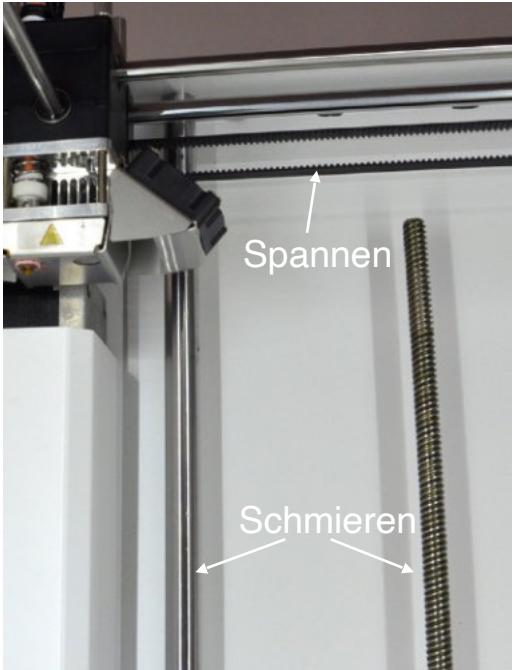
Ablauf & Regeln

3D-Drucker brauchen mehr Aufmerksamkeit als Office-Drucker. Reinigung und Wartung gehört für alle NutzerInnen dazu! Es gibt keinen Servicetechniker, wir sind alle für die Geräte verantwortlich!

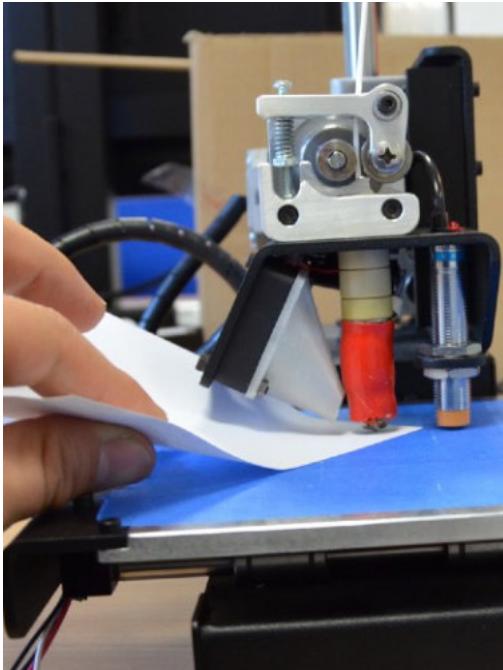
Gesunden Menschenverstand benutzen! Merkwürdiges Verhalten des Druckers? Komische Geräusche? Quietschen? ABBRECHEN, Fehlersuche (google), ggf. Zuständige informieren!



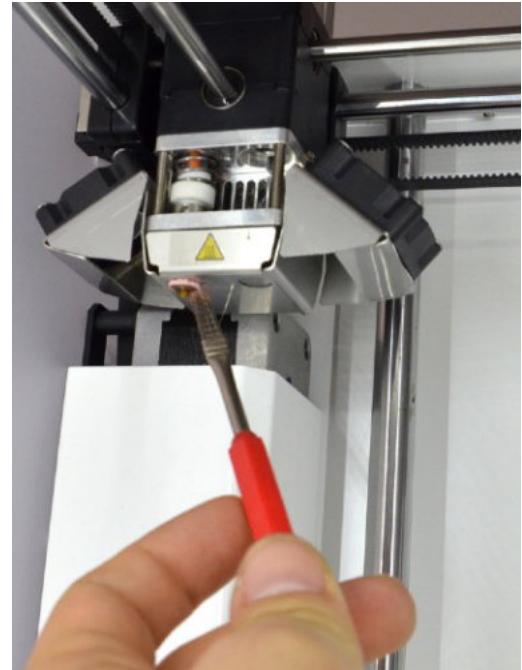
Reinigung und Wartung



Sichtprüfung: Alle Riemen halbwegs gespannt?
Lose Kabel? Mechanische Defekte? Wenn ja:
NICHT benutzen. Diagnose und Reparatur oder
Zuständige informieren! Warnschild erstellen!

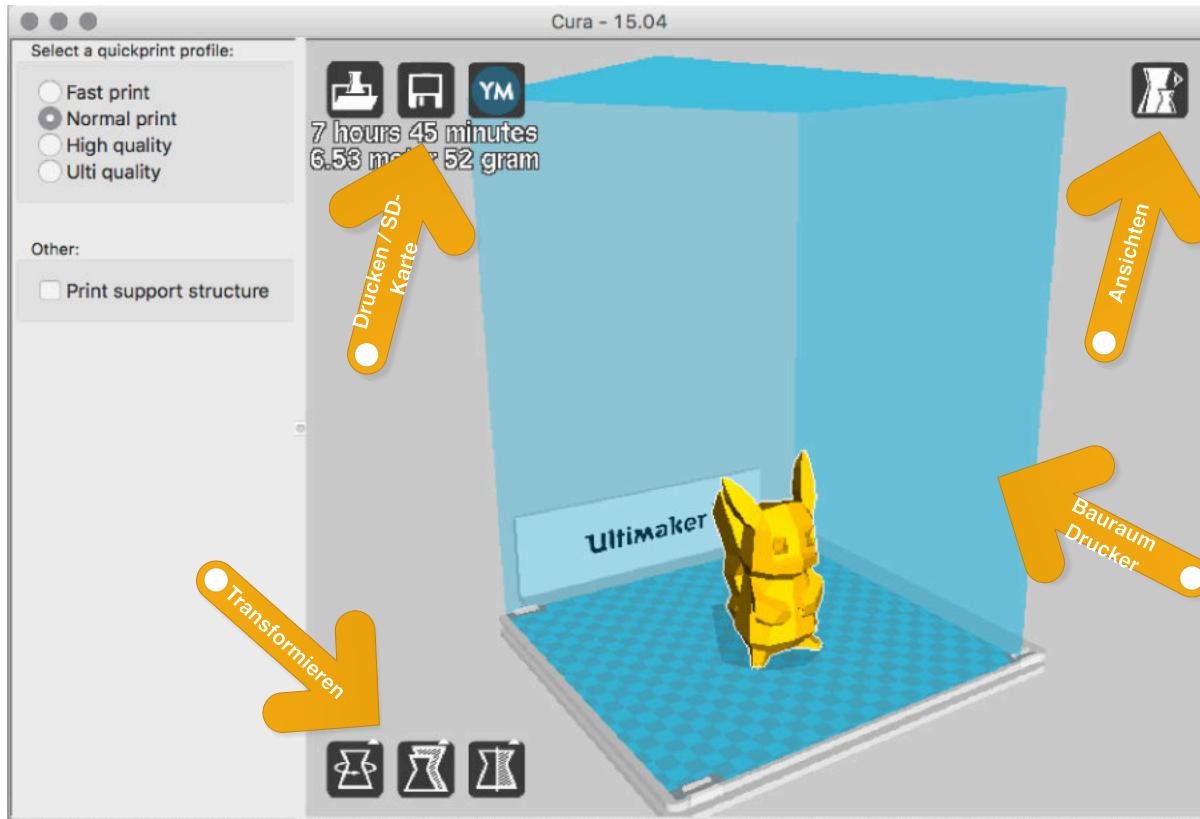


Kalibrierung: Abstand Düse <> Buildplate.
Entscheidet über Druckerfolg! Optimaler Abstand =
Dicke Papierblatt. Drucker-spezifisch
(Handbücher!). Buildplate aus Alu bekleben:
Bluetape (PLA), Kapton-Tape (ABS).



Düse (Nozzle) sollte sauber sein (Drahtbürste.
NICHT in die Öffnung stechen). Druckraum von
Müll befreien. Buildplate entfetten (Aceton /
Alkohol. Ungesundes Zeug! Hand- / Augenschutz
beachten!)

Slicing: 3D-Modell zum Werkzeugpfad



Slicer überführen ein 3D-Modell in Werkzeugpfade. Üblicherweise sieht man eine Repräsentation des Bauraumes und kann darin Modelle laden, skalieren, verschieben, drehen,...

Hier auch Einstellung der Druck-Parameter wie Druckgeschwindigkeit, Detailgrad, Infill ("Füllung" des Druckes. Von hohl bis 100% massiv möglich).

Die meisten Slicer haben unterschiedliche, nützliche Ansichten z.B. Ansicht Lage für Lage, für problematische Geometrien, Blick ins Modell, ...

Dann: Entweder Druck direkt (per USB), oder besser: Werkzeugpfad auf SD-Karte speichern und diese in den Drucker einlegen.

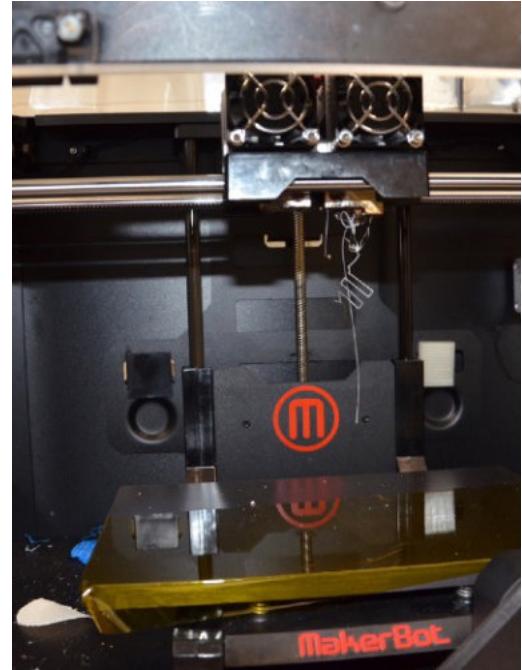
Drucken



Druck starten (meist am Drucker, ggf. über Software). Bitte nicht Vorheizen, das geschieht automatisch. Vorheizen schadet dem Drucker (Plastik im Extruder backt fest).

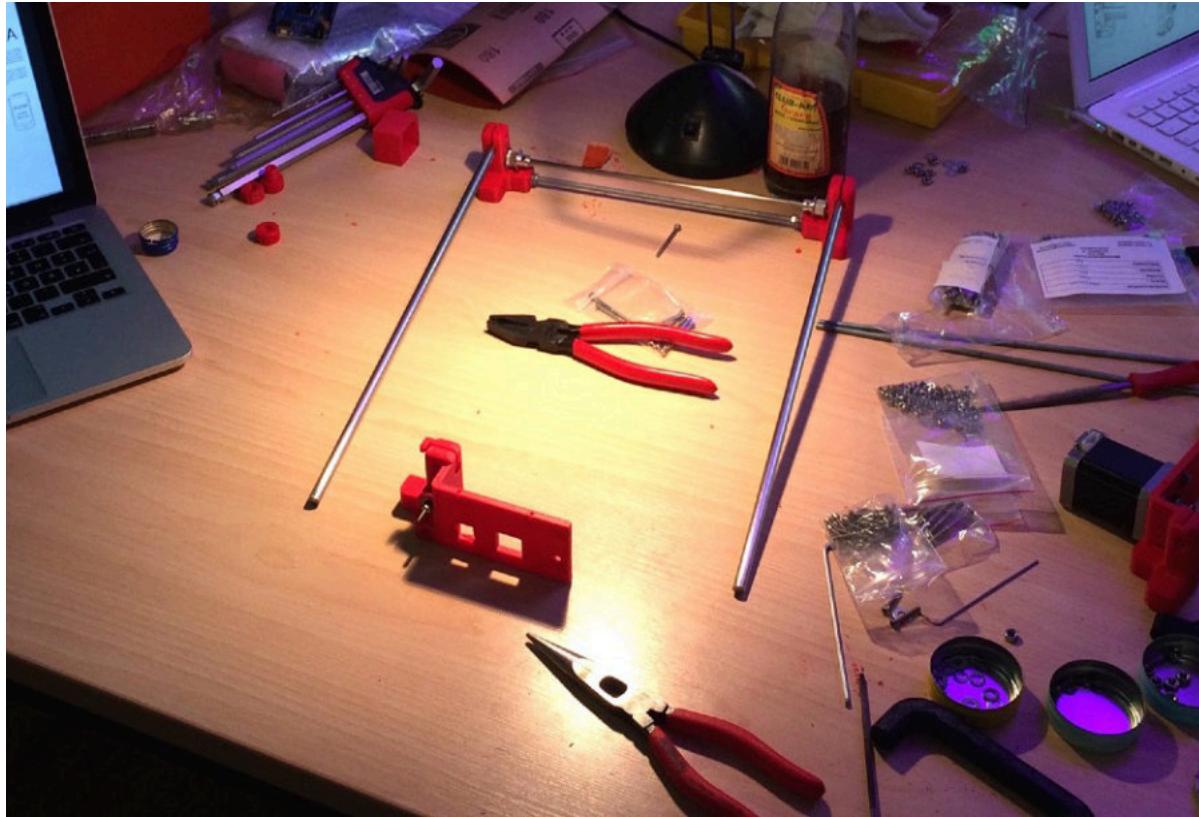


Insbesondere erste Lage beobachten. Links zu wenig angedrückt, Mitte gut, rechts zu plattgedrückt! Erste Lage ist entscheidend für den (Miss-)Erfolg des ganzen Druckles! Ggf. Lieber neu Kalibrieren! Druck regelmäßig kontrollieren / beobachten.



Saubermachen! Auf dem Foto ist unser Replicator 2X zu sehen. Warum das Gerät wohl dauernd außer Betrieb ist...?

Wenn nötig: Nachbearbeitung



Bei ABS ist Glätten per Aceton möglich. Nicht eintauchen, sondern mit ein paar Tropfen Aceton in einen geschlossenen Behälter geben. Die Dämpfe reichen völlig aus.

Mechanische Nachbearbeitung (Schleifen, Lackieren, Polieren, Kleben, etc.) ist möglich. Bestimmte Filamente kommen so erst richtig zur Geltung (Copperfill, Bronzefill,...)

Tipps und Tricks im Netz suchen! Es ist z.B. möglich, Gewinde in vor gedruckte Löcher zu schneiden. Anleitungen hierzu und zu viel, viel (!) mehr im Internet!



3D-DRUCK

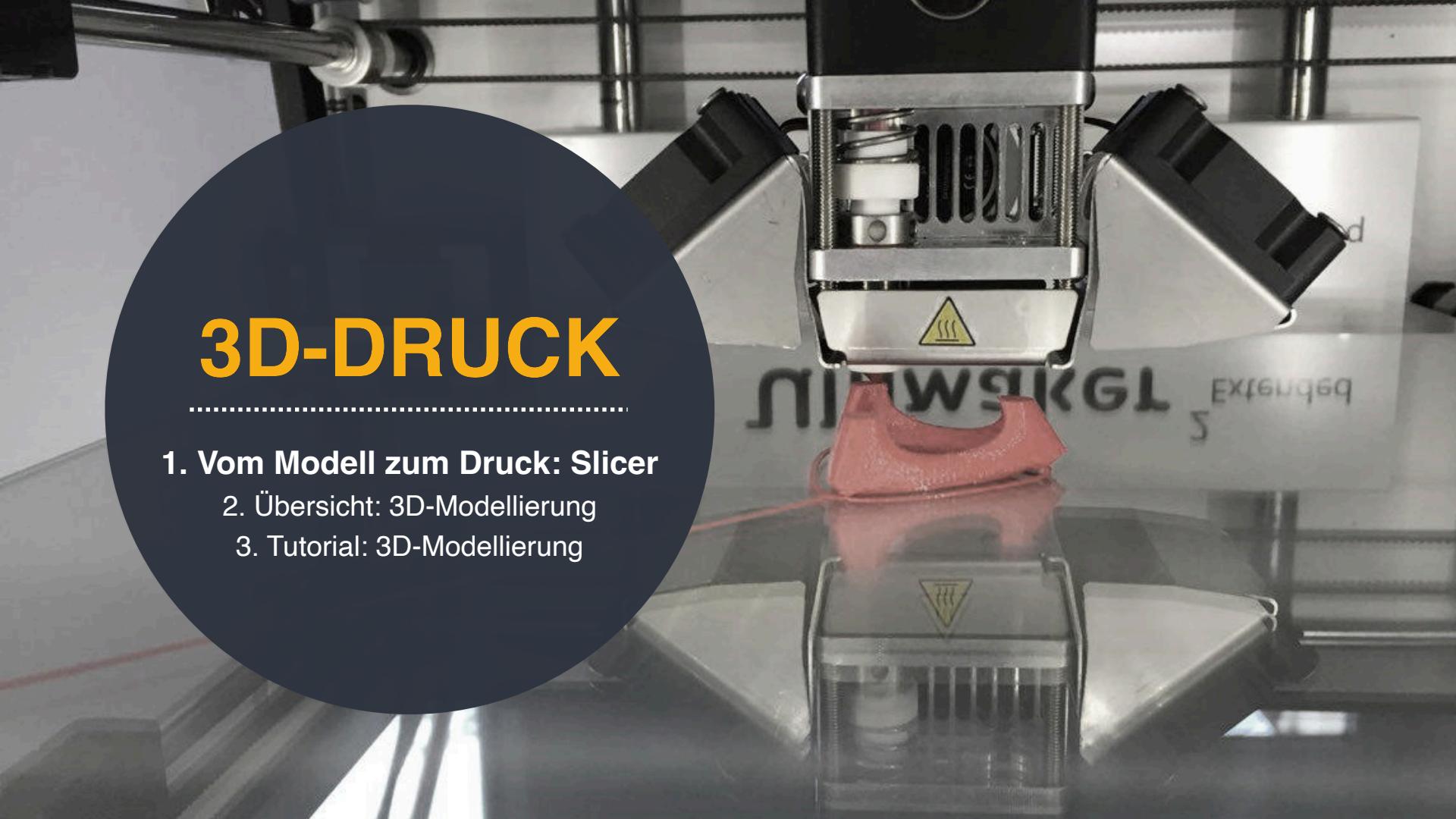
Nächster Termin: 05.11.2015

Themen dann: Vom Modell zum Druck: Slicer //
Übersicht: 3D-Modellierung // Tutorial: 3D-Modellierung



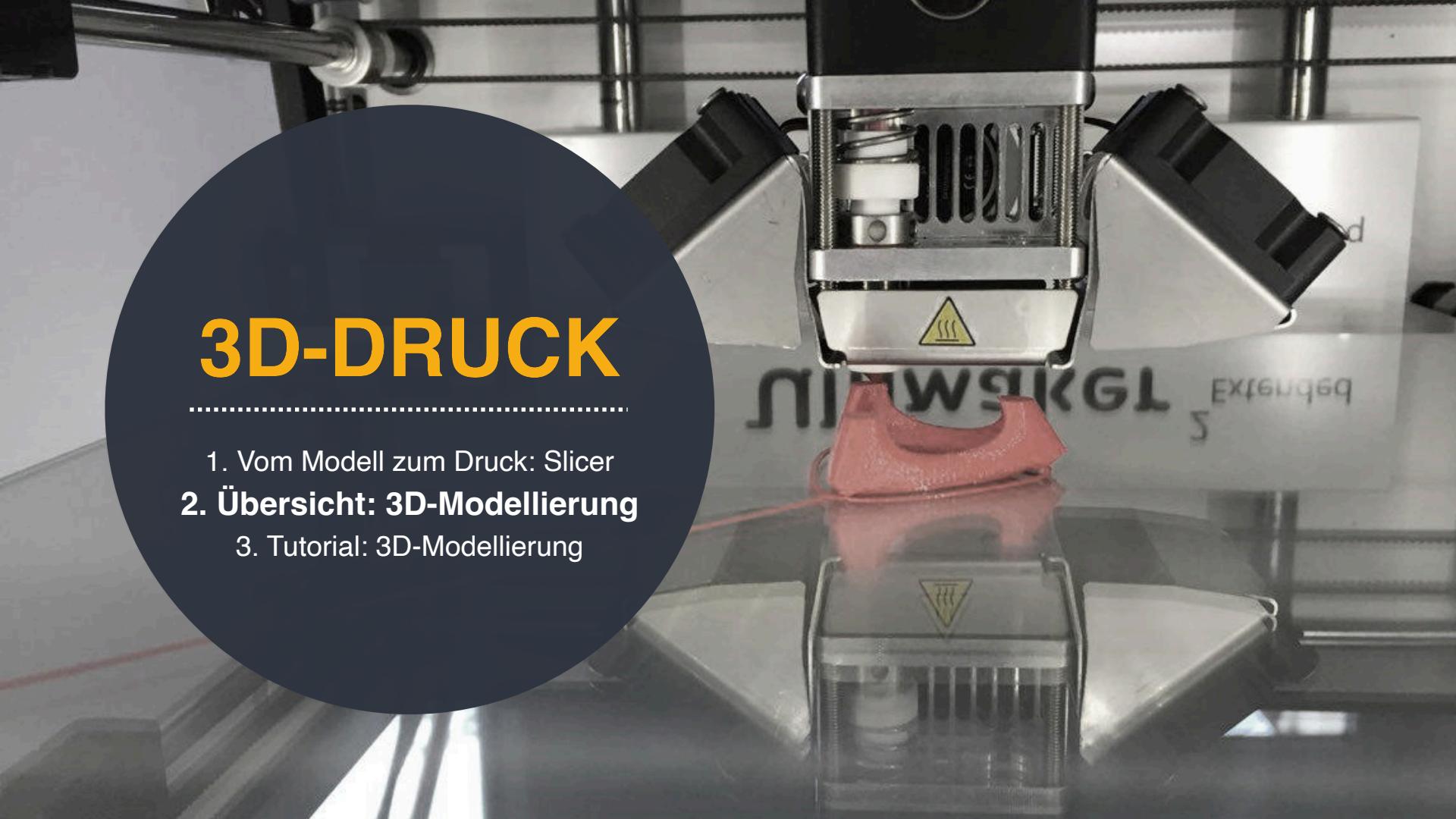
3D-DRUCK

1. Vom Modell zum Druck: Slicer
2. Übersicht: 3D-Modellierung
3. Tutorial: 3D-Modellierung



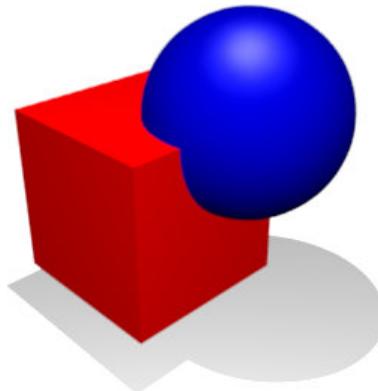
3D-DRUCK

1. Vom Modell zum Druck: Slicer
- 2. Übersicht: 3D-Modellierung**
3. Tutorial: 3D-Modellierung

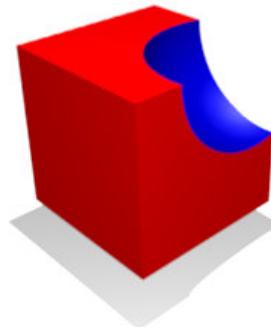


Solid Modeling

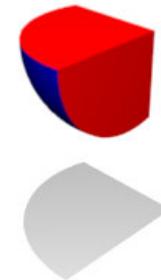
- Modellierung anhand von geometrischen Grundkörpern



Addition



Subtraktion



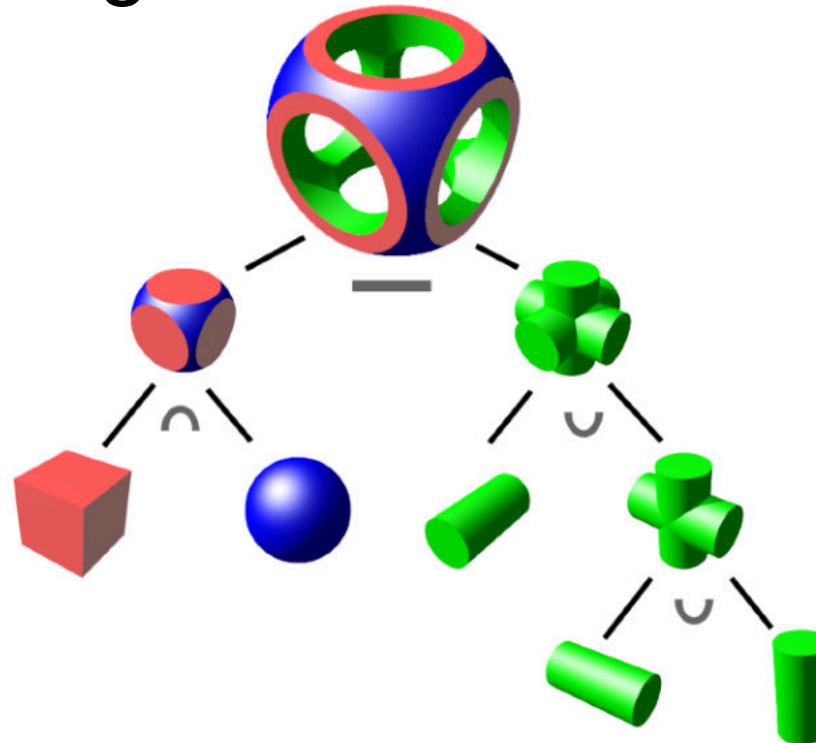
Schnittmenge

Addition - https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Boolean_union.PNG

Subtraktion - https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/86/Boolean_difference.PNG

Schnittmenge - https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Boolean_intersect.PNG

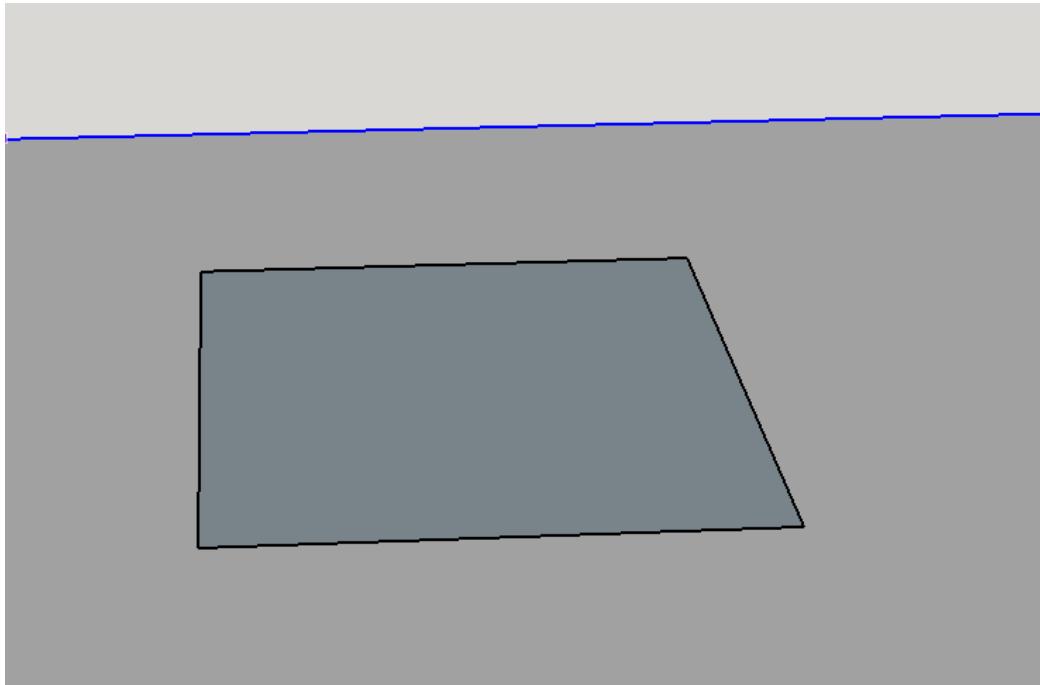
Solid Modeling



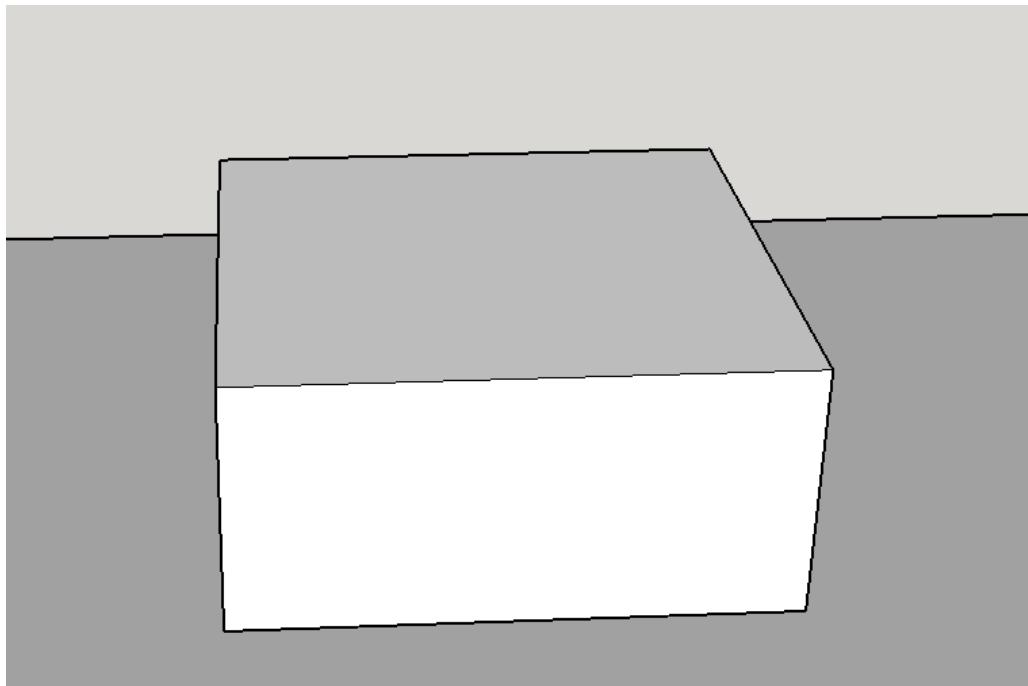
Surface Modeling

- Beschreibung eines Objekts anhand der Flächen, die ein Objekt begrenzen
- Formen werden aus Flächen extrudiert

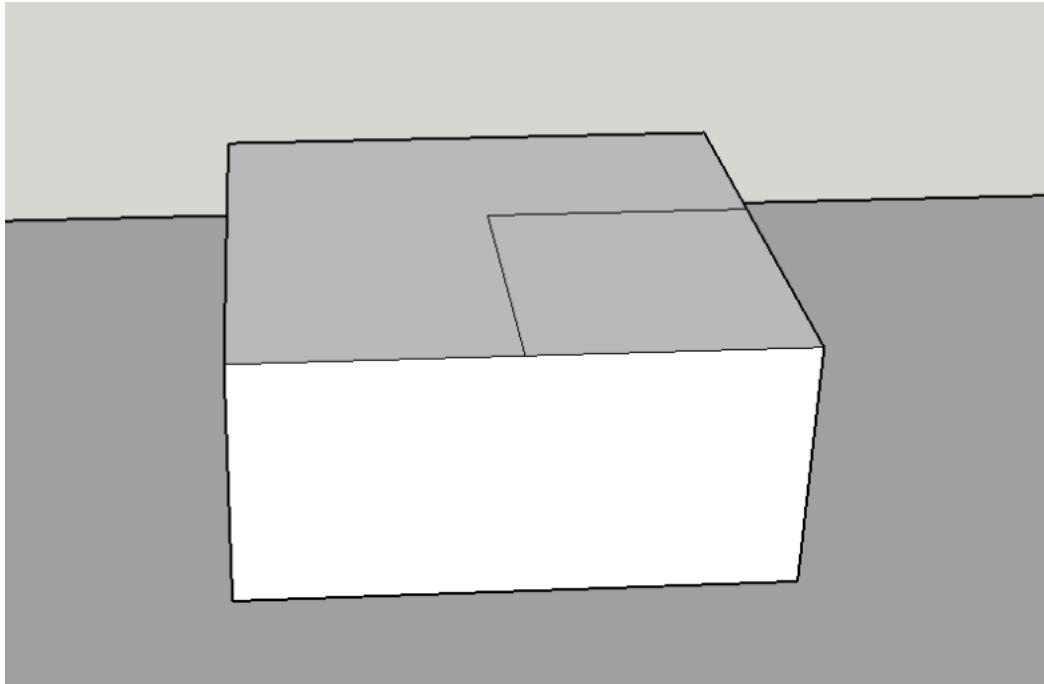
Beispiel SketchUp - 1



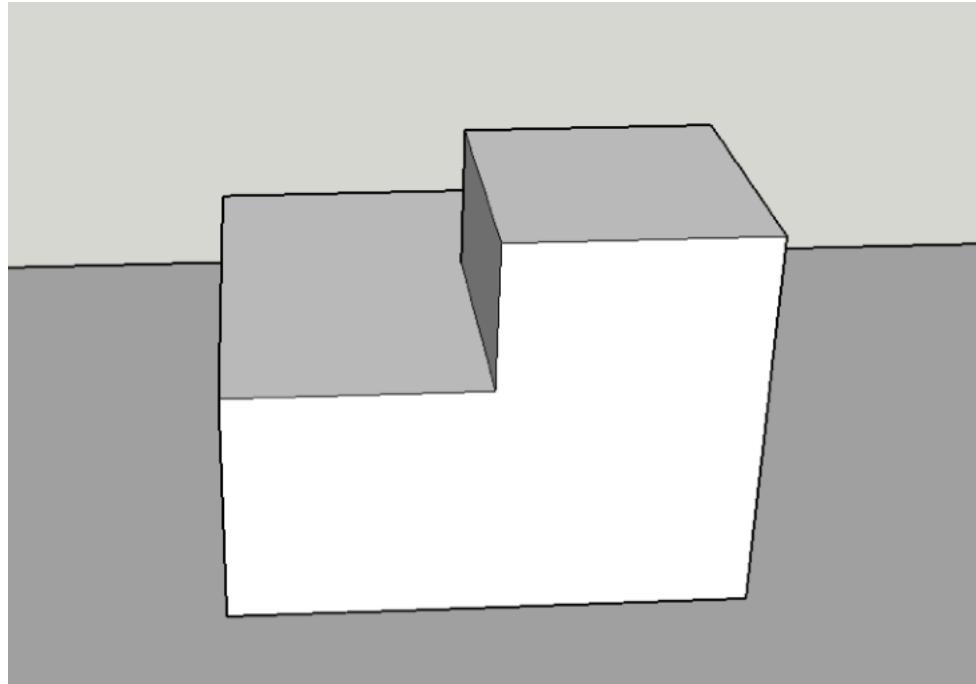
Beispiel SketchUp - 2



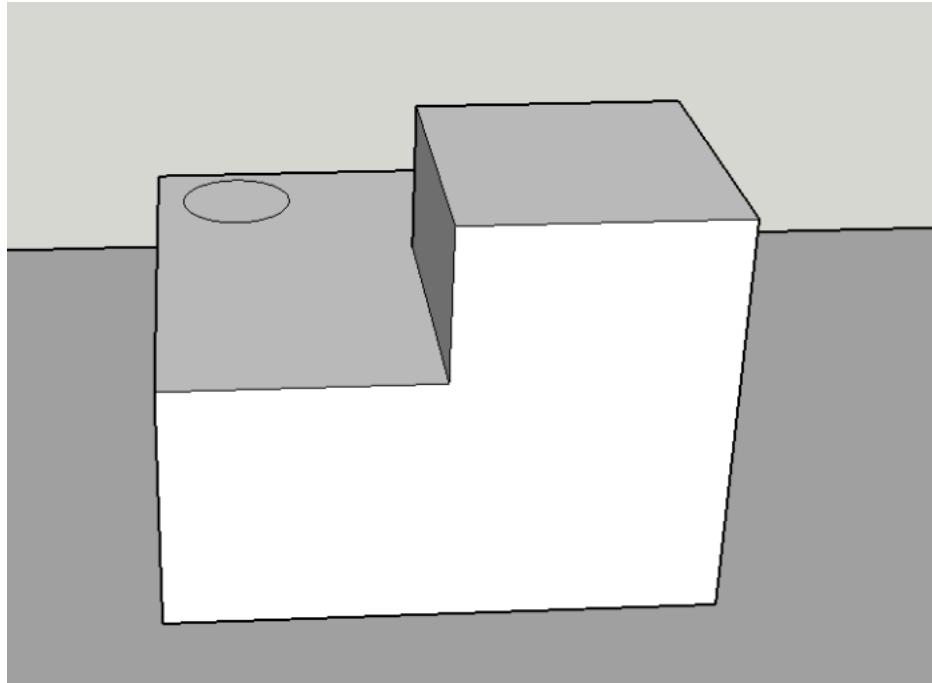
Beispiel SketchUp - 3



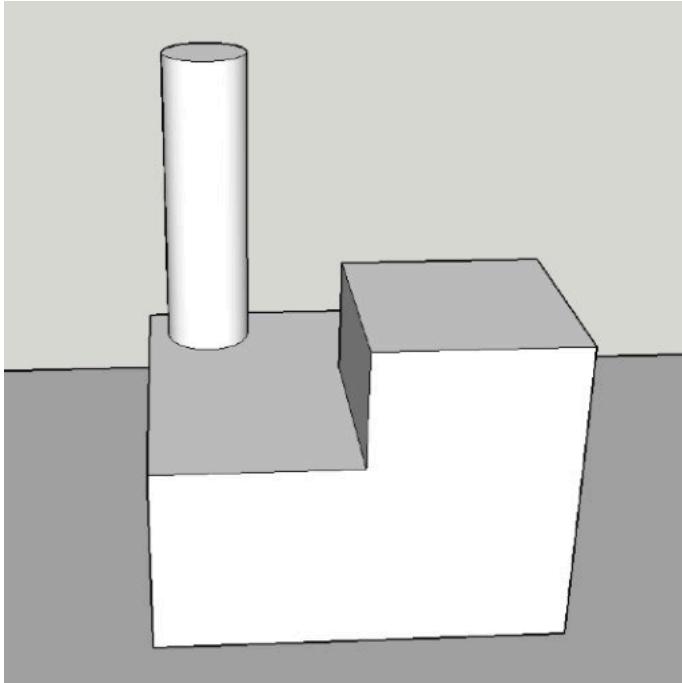
Beispiel SketchUp - 4



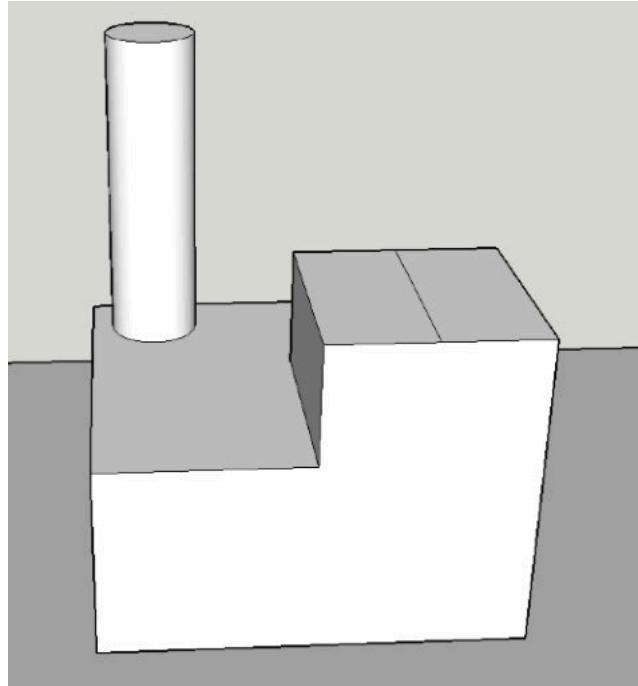
Beispiel SketchUp - 5



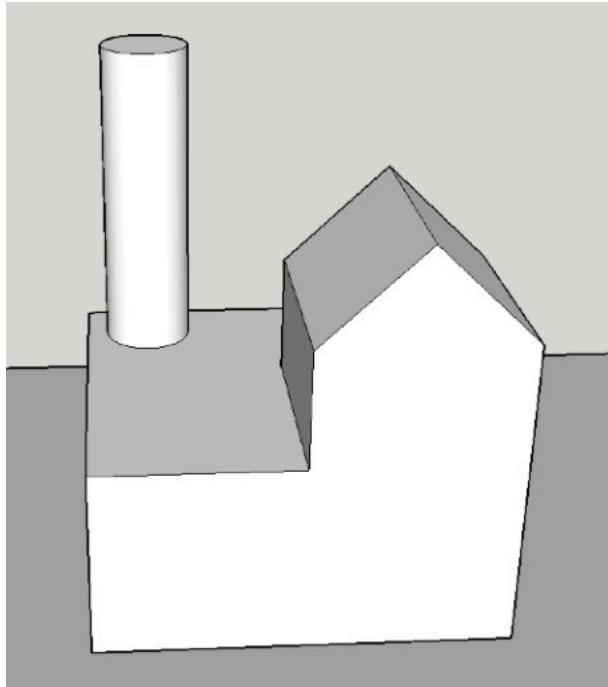
Beispiel SketchUp - 6



Beispiel SketchUp - 7



Beispiel SketchUp - 8



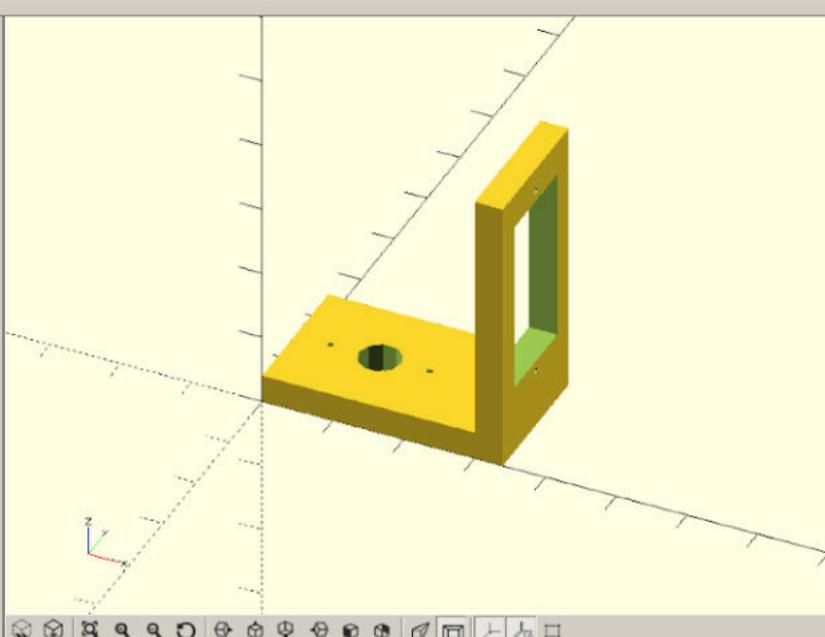
Sculpting

- Modellierung durch Verformung einer Grundform



http://seithcg.com/wp-content/uploads/2010/12/scuptrisStrip_002.jpg

Textbasierte Modellierung



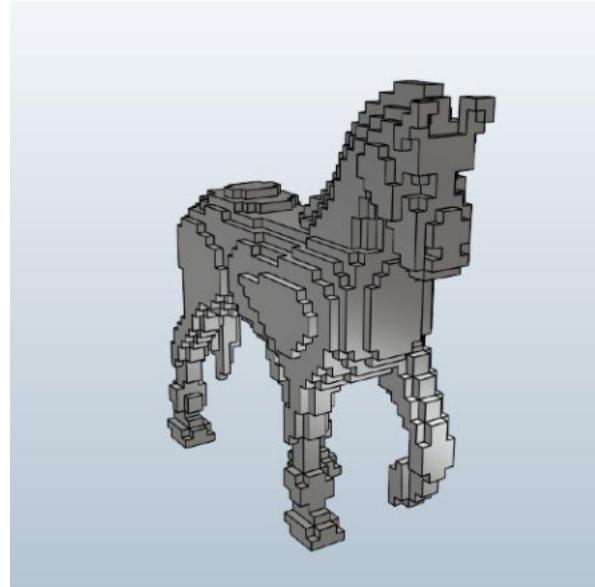
The screenshot shows a 3D modeling application interface. On the left is a code editor window titled "Editor" containing the following text-based modeling code:

```
1 Union(){
2     difference(){
3         cube([30, 20, 4]);
4         translate([5, 10, -1]) cylinder(h=6, r=0.5);
5         translate([19, 10, -1]) cylinder(h=6, r=0.5);
6         translate([12, 10, -1]) cylinder(h=6, r=3);
7     }
8     difference(){
9         translate([30, 0, 0]) cube([4, 20, 40]);
10        translate([29, 3.5, 10]) cube([6, 13, 25]);
11        translate([29, 10, 8.5]) rotate([0, 90, 0]) cylinder(h=6, r=0.5);
12        translate([29, 10, 36.5]) rotate([0, 90, 0]) cylinder(h=6, r=0.5);
13    }
14 }
```

The main window displays the resulting 3D model. It features a yellow rectangular block with a central hole and a green rectangular base. The model is set against a light blue background with a 3D coordinate system (x, y, z) visible at the bottom left.

Voxel

- Voxel = 3D Pixel (volumetric und pixel)
- Ein Voxel kann leer oder gefüllt sein

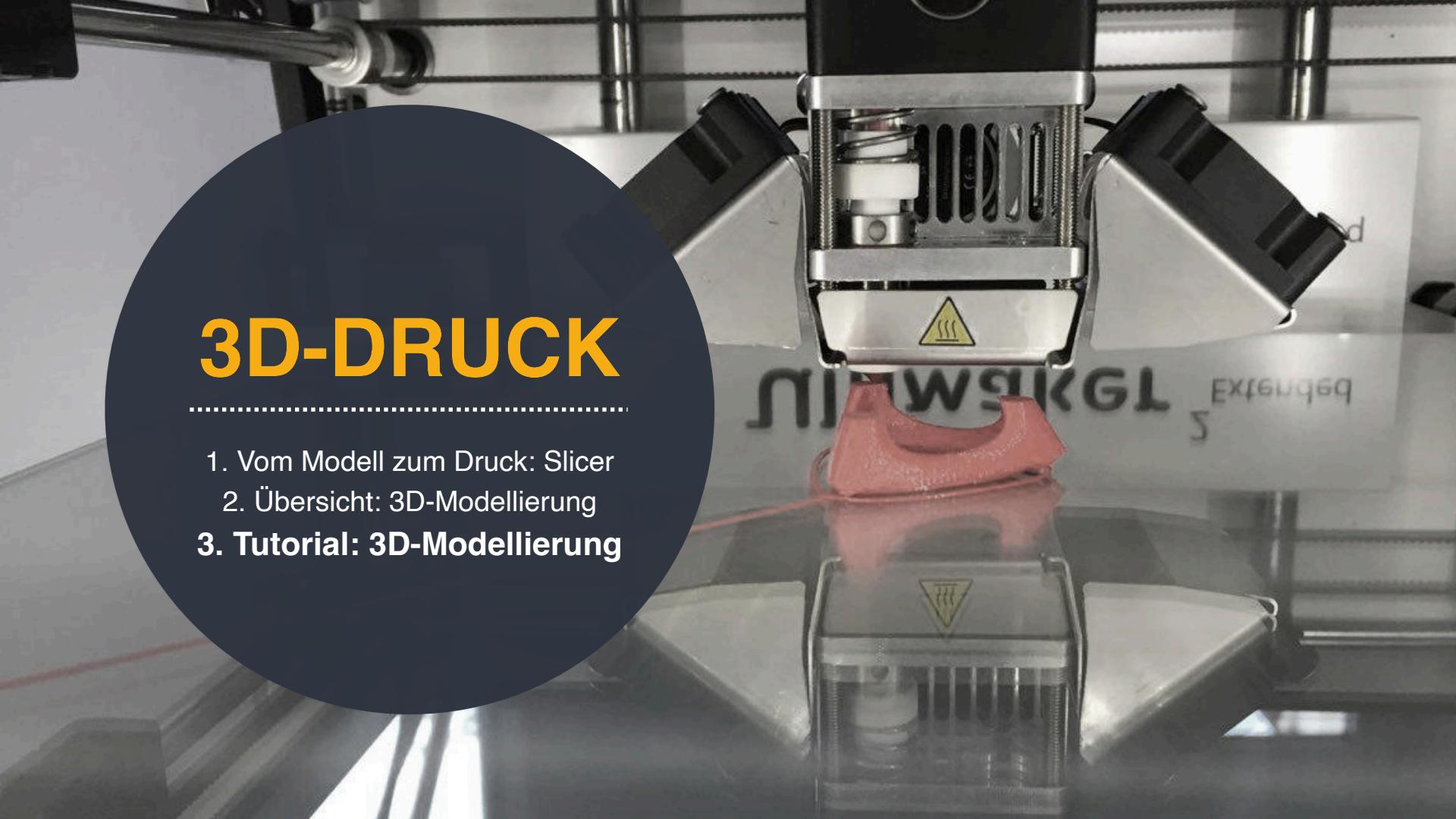


VoxelHorse- http://static.spark.autodesk.com/2013/06/28__13_09_13/21781_VoxelHorse.png38d06796-56b0-4169-a1f8-4cfb5a38b936Large.jpg

Vielen Dank für eure
Aufmerksamkeit

3D-DRUCK

1. Vom Modell zum Druck: Slicer
2. Übersicht: 3D-Modellierung
- 3. Tutorial: 3D-Modellierung**



Hands-on-time! Tool aussuchen und basteln!



Tinkercad

Webbasiert, gute Tutorials, erstaunlich
mächtig. Einfach ausprobieren!
Alternative Empfehlung für den ersten
Kontakt, insb. für Arbeiten mit Kindern:
3DSlash (Lego-Style).

<https://www.tinkercad.com/quests/>



Sketchup
Fokus auf gute Benutzbarkeit für Laien, mächtig genug für fast alles in unserem Bereich,
daher gute Empfehlung als Allround-Tool. Sehr viele Tutorials.

<http://www.sketchup.com/learn>



OpenSCAD / Fusion 360

Empfehlungen für Fortgeschrittene. OpenSCAD: Voll parametrisch & extrem mächtig aber kompliziert. Fusion360: Kann alles, kompliziert aber noch relative handhabbar. Für beide gibt es sehr viele Tutorials.

<http://www.openscad.org/documentation.html>
<http://enablingthefuture.org/resources/getting-started-in-fusion-360/>

Design for fabrication

3D-Druck Seminar, Universität Siegen, WS15/16
Johannes Bade und Sibylle Wollender



GRUNDLAGEN

Beschränkungen im 3D-Druck

Details

Fortgeschrittenere Technologien

MATERIAL: Design guidelines vor Modellierung



Design Guidelines der unterschiedlichen Materialien

Vergleich verschiedener Materialien

Shop (mit Filter) – Wie machen's andere?

Bildquelle: Creative Tools, **Universal stand-alone filament spool holder**, 2014,
CC2

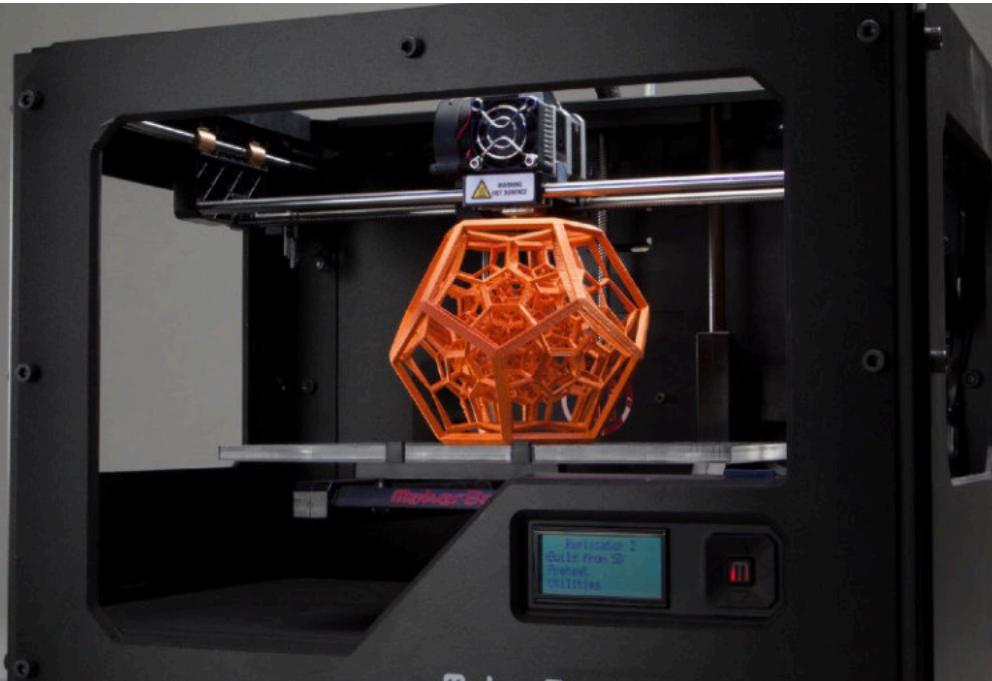
<https://i.materialise.com/materials/design-guides>

<https://i.materialise.com/materials/compare>

<https://i.materialise.com/shop/category/all-categories>

https://www.flickr.com/photos/creative_tools/15591161602

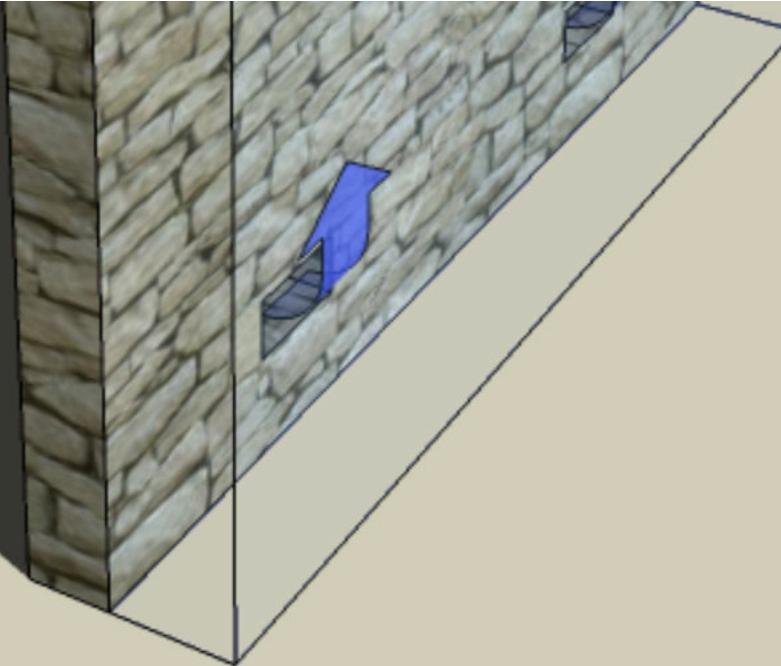
TECHNOLOGIE: Unterschiedliche drucker und druckverfahren



Überblick über unterschiedlichen Druckverfahren
Überblick über maximale Druckgröße der Drucker
Limitationen des Druckers (Ausgießer + Faserdicke)
Bildquelle: Creative Tools, Makerbot Industries, 2012, CC2

<https://i.materialise.com/materials/printing-sizes>
<https://i.materialise.com/materials/printing-sizes>
<http://makezine.com/2013/12/11/top-ten-tips-designing-models-for-3d-printing/>
https://www.flickr.com/photos/creative_tools/8080028846

Wanddicke: Ideale Wanddicke



Tipps für ideale Wanddicke

Design Guidelines der unterschiedlichen Materialien

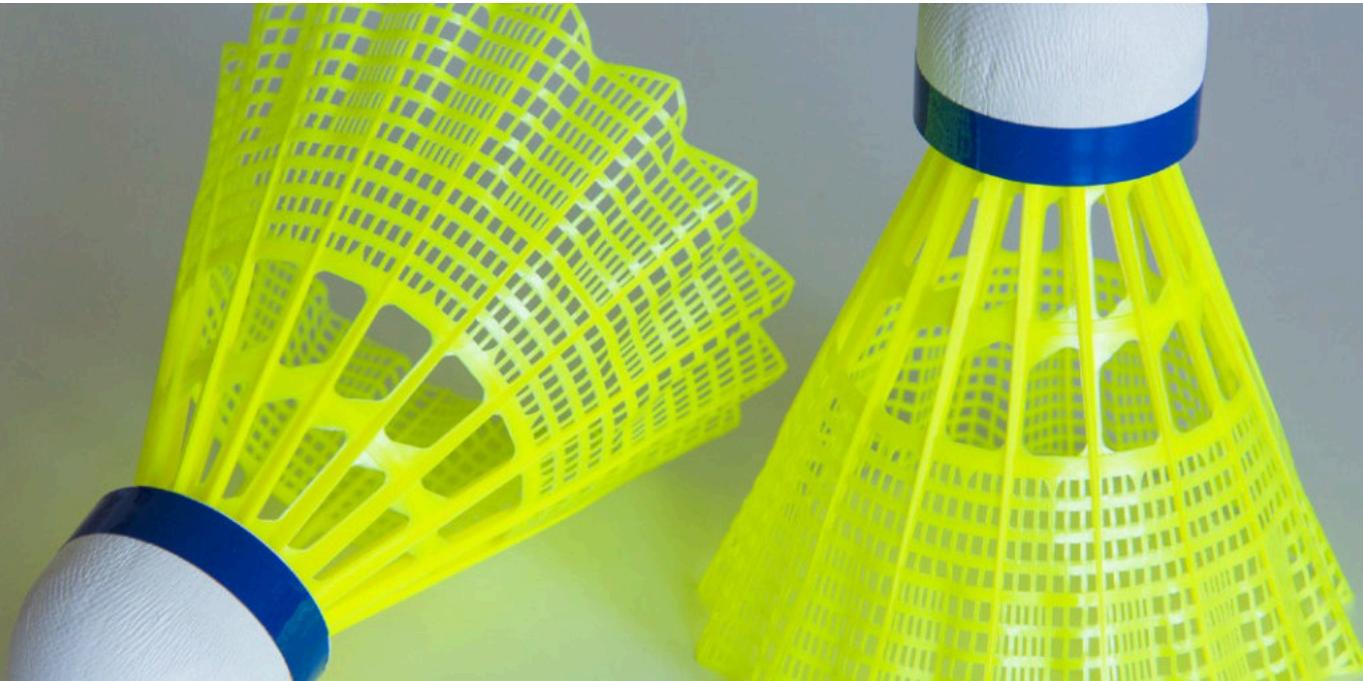
Bildquelle: D. Bodine, Air flow in a vented Trombe wall, 2012,
CC-SA3

<https://i.materialise.com/blog/entry/how-to-get-the-perfect-wall-thickness-when-turning-your-3d-model-into-a-3d-print>

<https://i.materialise.com/materials/design-guides>

https://en.wikipedia.org/wiki/Trombe_wall#/media/File:Trombe_Wall_flow.png

ORIENTIERUNG: optimale ausrichtung



Optimale Ausrichtung für beste Ergebnisse (Last auf Modell vermeiden, evtl. teilen)

z.B. Plated Okapi

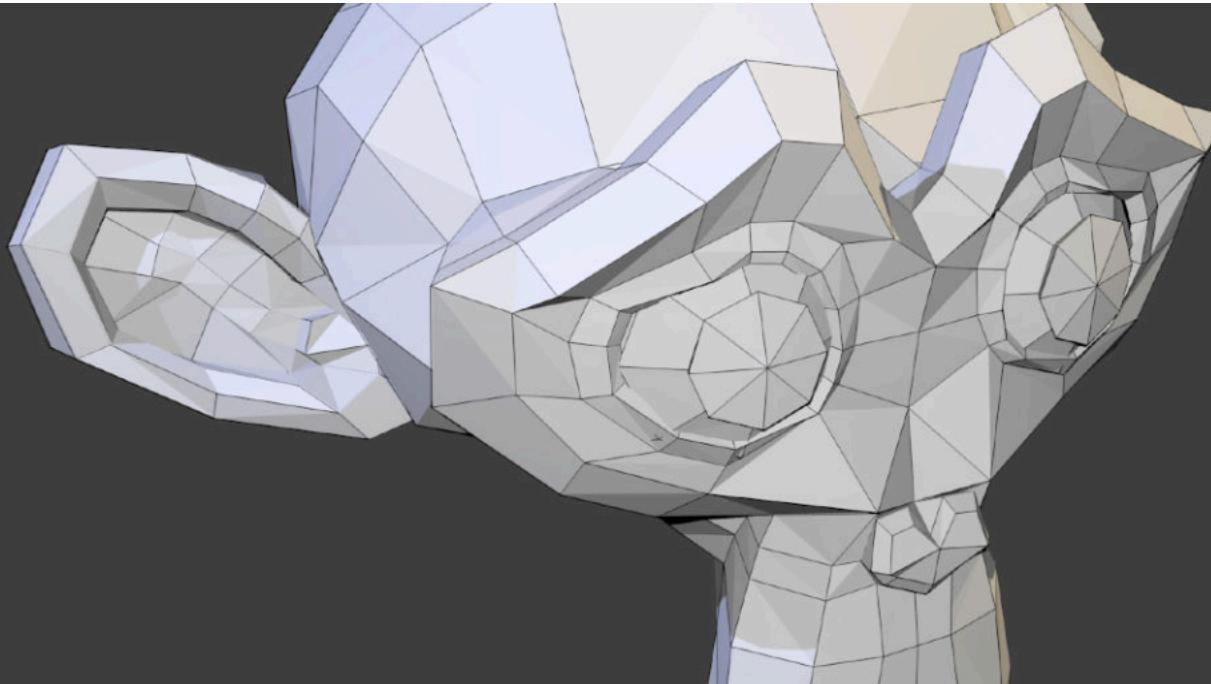
Bildquelle: Tataffe, Kunsstofffederbälle, 2014, CC-SA3

<http://makezine.com/2013/12/11/top-ten-tips-designing-models-for-3d-printing/>

<http://www.thingiverse.com/thing:98598>

https://de.wikipedia.org/wiki/Badminton#/media/File:Shuttlecocks_Nylon_Gelb.jpeg

Auflösung: STL (standard triangle language) format



Tipps für gute Auflösung (Toleranz beim Export: 0.01 mm)

Interlocking Parts (Toleranz: 0.02 mm (tight fit), 0.04 mm (loose fit))

Bildquelle: Taliclan-ast, Suzanne, 2011, CC-SA3

<https://i.materialise.com/blog/entry/how-to-choose-the-perfect-file-resolution-when-turning-your-3d-model-into-a-3d-print>
<http://makezine.com/2013/12/11/top-ten-tips-designing-models-for-3d-printing/>
[https://de.wikipedia.org/wiki/Blender_\(Software\)#/media/File:Suzanne.png](https://de.wikipedia.org/wiki/Blender_(Software)#/media/File:Suzanne.png)

Software: software guidelines



Unterschiedliche Software mit unterschiedlichen (Vor-)Einstellungen

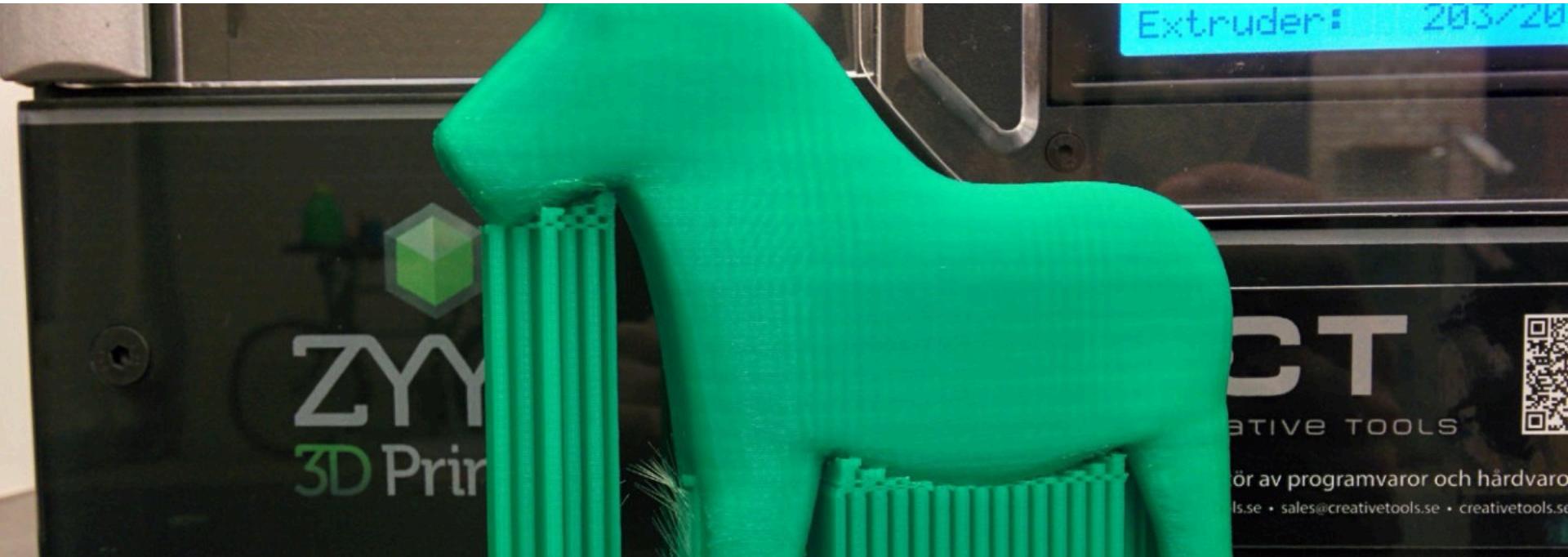
z.B. Tinkercad, Mashmixer, Blender, SketchUp, ZBrush

Bildquelle: Creative Tools, VIUscan handheld 3D scanner in use, 2010, CC-SA3

<https://i.materialise.com/blog/5-mistakes-to-avoid-when-designing-a-3d-model-for-3d-printing>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:VIUscan_handheld_3D_scanner_in_use.jpg

Support: unterstützungsmaterial



Unterstützungsmaterial vermeiden (45-Grad-Regel) o. maßgeschneidertes Unterstützungsmaterial („mouse ears“, helper disks, cones)

z.B. Mouse Eared Rocket Fincan

z.B. Widnsor Chairs

Bildquelle: Creative Tools, 3D-printed Dalahäst, 2015, CC2

<http://makezine.com/2013/12/11/top-ten-tips-designing-models-for-3d-printing/>

<http://www.thingiverse.com/thing:9241>

<http://www.thingiverse.com/thing:21999>

https://www.flickr.com/photos/creative_tools/16239467926

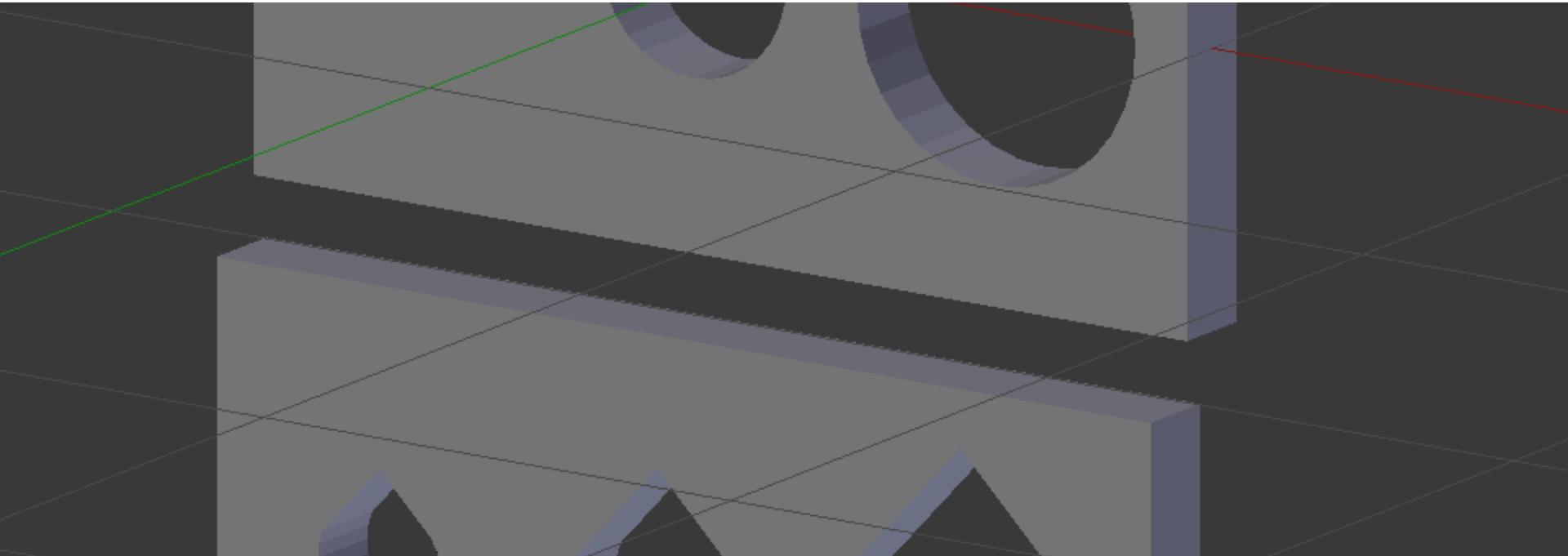
GRUNDLAGEN

Beschränkungen im 3D-Druck

Details

Fortgeschrittenere Technologien

Overhangs: Vermeidung von Support

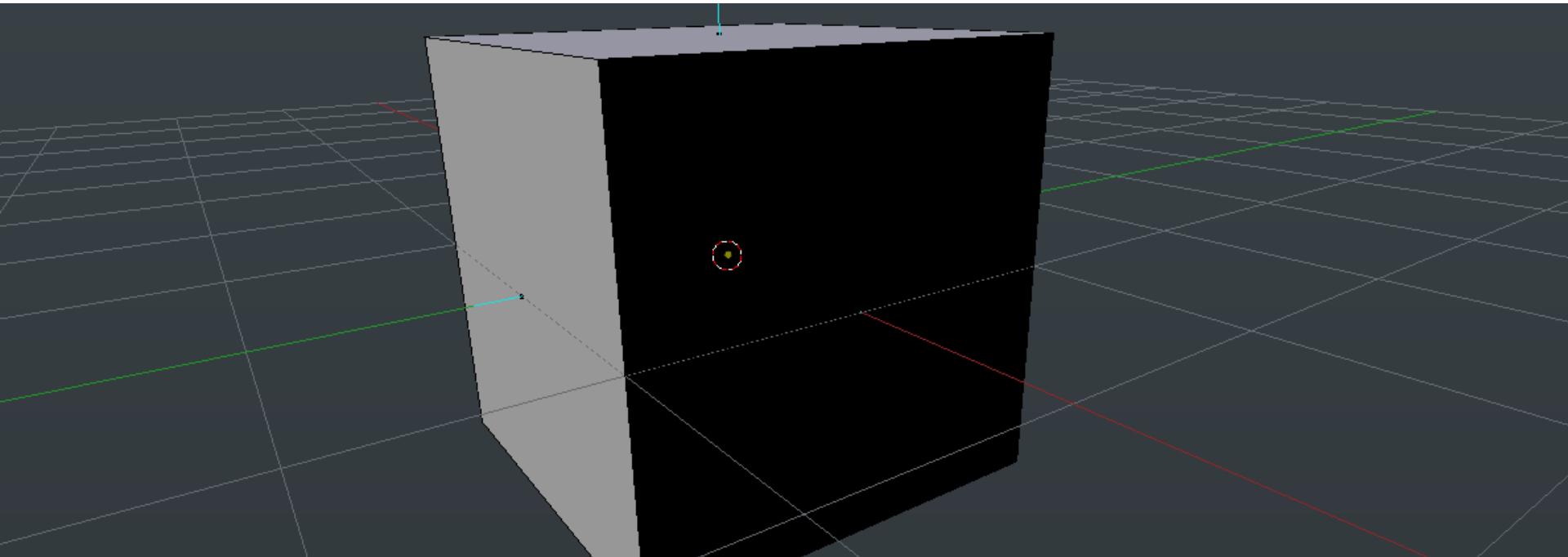


Überhänge können bis zu gewissen Winkeln und Längen ohne Support gedruckt werden. Löcher ohne Support lassen sich durch Tränenförmige Annäherungen vertikal aufbauen.

Bildquelle: Johannes Bade, 2015, CC0 (in eigener Darstellung)

[http://www.instructables.com/id/3D-Design-For-3D-Printing/
step2/Overhangs-Part-1-Holes/](http://www.instructables.com/id/3D-Design-For-3D-Printing/step2/Overhangs-Part-1-Holes/)

Wasserdicht: Normalen überprüfen

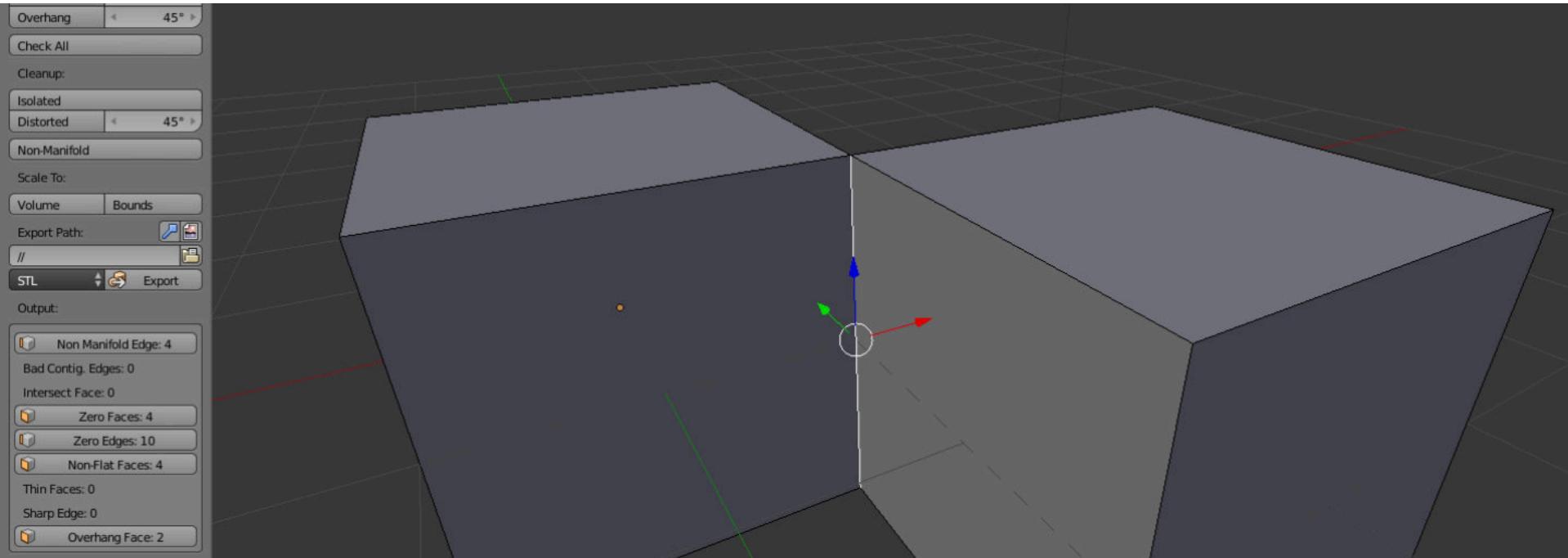


Sind die Normalen umgekehrt, werden diese teils als Löcher behandelt

Bildquelle: Johannes Bade, 2015, CC0 (in eigener Darstellung)

<http://www.shapeways.com/tutorials/things-to-keep-in-mind>

NON-Manifold: Erkennen und entfernen

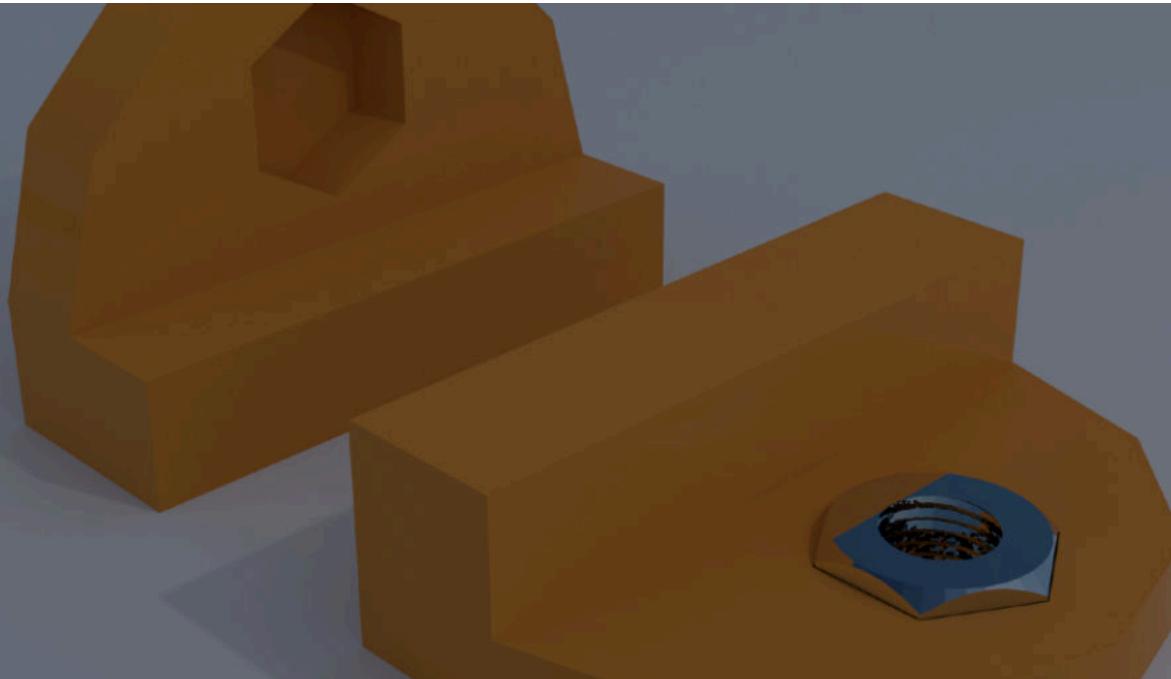


Wenn eine Kante von mehreren Flächen geteilt wird, kann dies zu Problemen beim Druck führen. Blender bietet bei den mitgelieferten 3D-Printing-Tools Werkzeuge zur Überprüfung an.

Bildquelle: Johannes Bade, 2015, CC0 (in eigener Darstellung)

<http://www.shapeways.com/tutorials/things-to-keep-in-mind>

Gewinde, Gestänge, Hülsen UVM.: Materialien Mischen



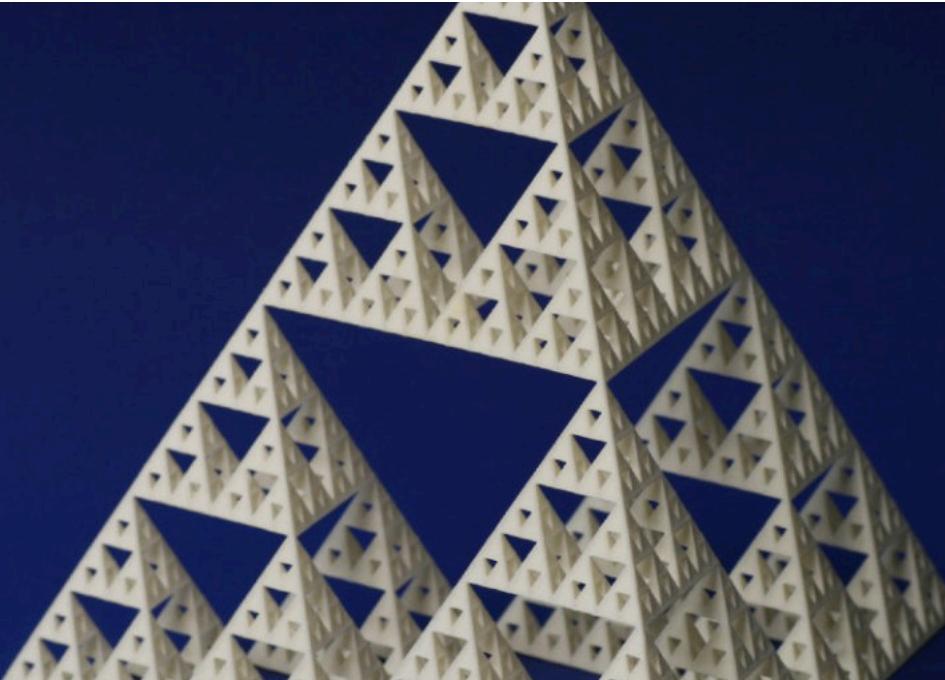
Gewinde können je nach Größe direkt gedruckt, ins Material geschnitten (eher bei ABS) oder durch eingesetzte Muttern (nehmen Last vom Druckmaterial) fabriziert werden.

Bildquelle: Johannes Bade, 2015, CC0 (in eigener Darstellung)

[http://www.instructables.com/id/3D-Design-For-3D-Printing/
step4/Set-Screws-and-Threading/](http://www.instructables.com/id/3D-Design-For-3D-Printing/step4/Set-Screws-and-Threading/)

[http://blog.shop.23b.org/2013/12/adding-fasteners-to-3d-
printed-parts.html](http://blog.shop.23b.org/2013/12/adding-fasteners-to-3d-printed-parts.html)

Selective Laser Sintering: Eingegebauter Support



Beim SLS besteht eine art natürlicher Support durch das überschüssige Pulver, so sind Überhänge usw. leichter zu realisieren

Bildquelle: George W. Hart, Sierpinski tetrahedron, 2008 (public domain)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/
File:Sierpinski_tetrahedron_by_George_W._Hart.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sierpinski_tetrahedron_by_George_W._Hart.jpg)

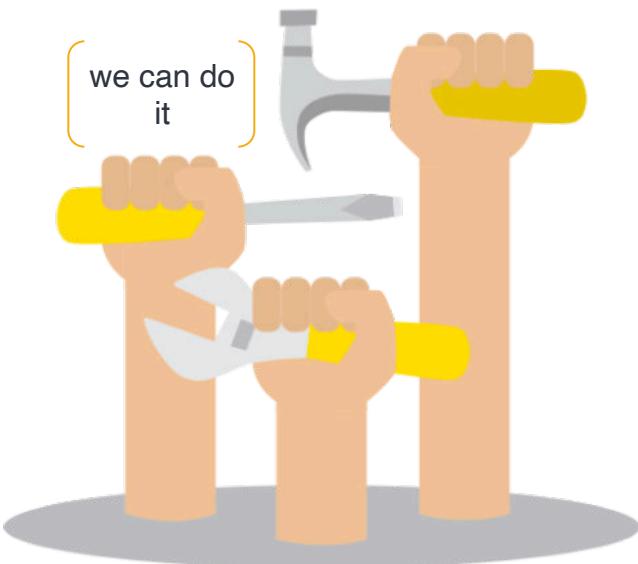
Maker Culture

Von Individualismus, Goldgräberstimmung und
versuchter Einflussnahme

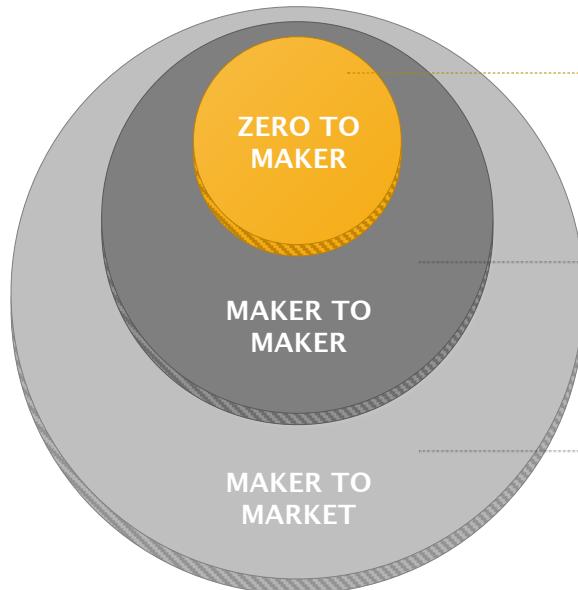
Simon Gruseck und Margarita Grinko



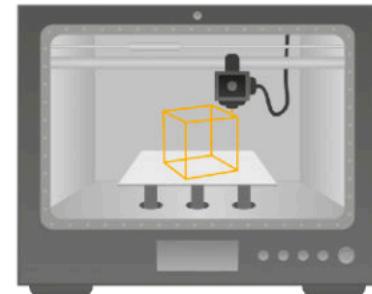
This is Maker Culture



Unterschiedliche Skills und Beziehungen



- ZERO TO MAKER**
Du startest von Null und erlangst die Fähigkeiten eines Makers
- MAKER TO MAKER**
Du tauschst Deine Skills mit anderen Makern aus – auch wenn einer mehr kann als der andere.
- MAKER TO MARKET**
Du baust Beziehungen zum Markt auf.



Designed by Freepik

Hintergedanken



Zwischenspiel



Designed by Freepik

Critical Making

Was ist Critical Making?

“Critical making refers to the hands-on productive activities that link digital technologies to society. It is invented to bridge the gap between creative physical and conceptual exploration.” (*Wikipedia*)

„...my work on critical making has been to try to figure out the conceptual discrepancy between critical thinking and critical making.“ (*Matt Ratto, Professor an der University of Toronto und Namensgeber*)

„...it's also about how ways of technology-building bring in particular assumptions about the way the world is...“ (*Phoebe Sengers, Professorin an der Cornell University und Vertreterin des Critical technical practice*)

Was ist Critical Making?

Soziologie und Technik

- Inspiration durch Soziologen wie Latour
- Oft politische Motivation
- Konzept und Prozess im Vordergrund



https://farm4.static.flickr.com/3865/14514587306_58c6da811a.jpg



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d5/Day_14_Occupy_Wall_Street_September_30_2011_Shankbone_49.JPG

Konstruktivismus und Konstruktionismus

- Lernen und Lehren
- Forschung

Die Community

Regeln

Maker's Bill of Rights:

Prinzip der offenen,
zugänglichen und
nachbaubaren Designs
und Materialien

Events

MakerFaire

In Deutschland (Hannover)
zuerst 2013
Beginn in den USA 2006
→ In immer mehr Städten

Medien

- „Make:“-Magazin
- Foren
- Blogs
- Bücher

Gegensätze

Notwendigkeit gegen Hedonismus

- Machen, um zu überleben (Asien, Afrika...)
- Aber: auch hier ist Spaß erlaubt



“Thai Flood Ducks” 2011

https://c1.staticflickr.com/1/108/306290032_f55ef49421_b.jpg



William Kamkwambas selbstgebaute Windmühle

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/William_Kamkwambas_old_windmill.jpg

Gegensätze

Unabhängigkeit und Open Source gegen Institutionen

- Zusammenarbeit mit NASA, Militär, Regierung
- Aufkaufen von Start-ups (MakerBot!)

Gründe:

- Finanzierungsquellen
- Veränderung der Bildung ohne politische Arbeit nicht möglich



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Makerbot_Thing-O-Matic_Assembled_Printing_Blue_Rabbit.jpg

Gegensätze

Bedeutung gegen Technikfetischismus

Kritischer Fokus

Maker wie Natalie Jeremijenko
(Künstlerin und Ingenieurin)



Technischer Fokus

Journalisten &
„Mainstream“



„I'd be developing the conceptual ideas, but all people were interested in was that I actually made these things and designed the electronics.“

Beispielprojekte

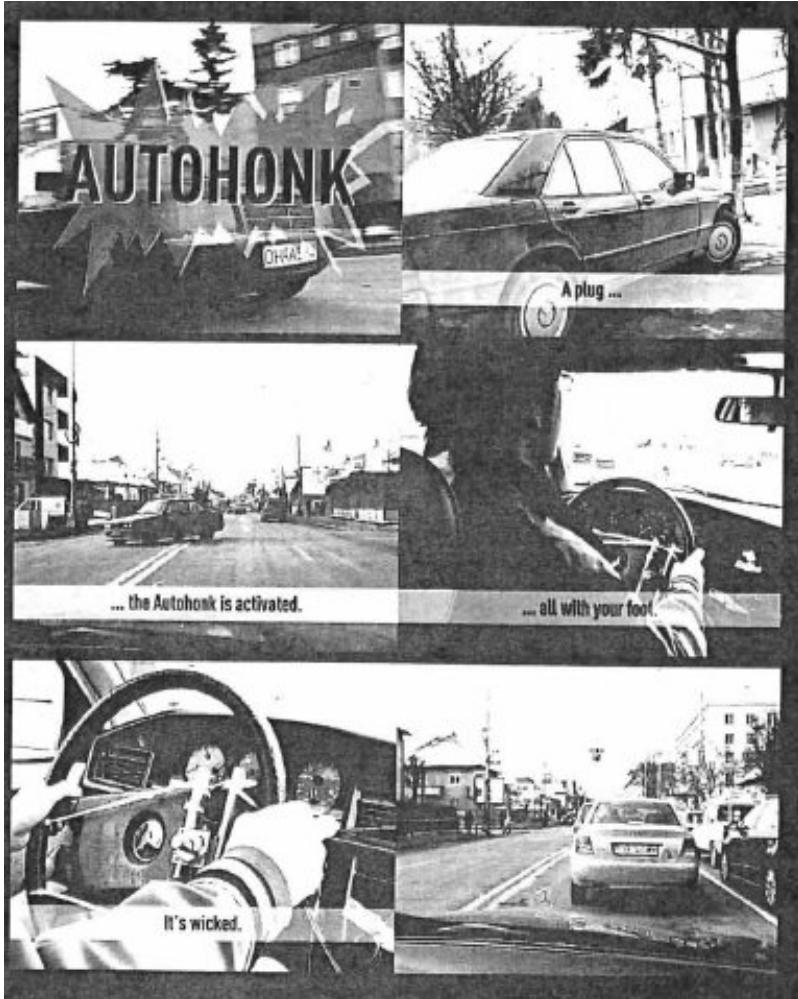


<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/72/TuxPhone.jpg>

TuxPhone
Open-Source-DIY-Linux-Handy-Projekt

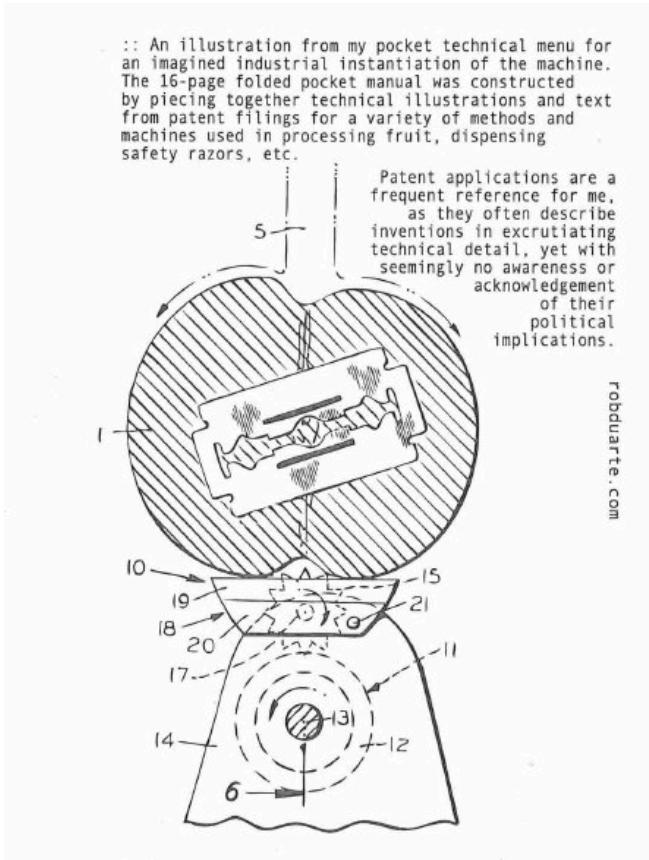
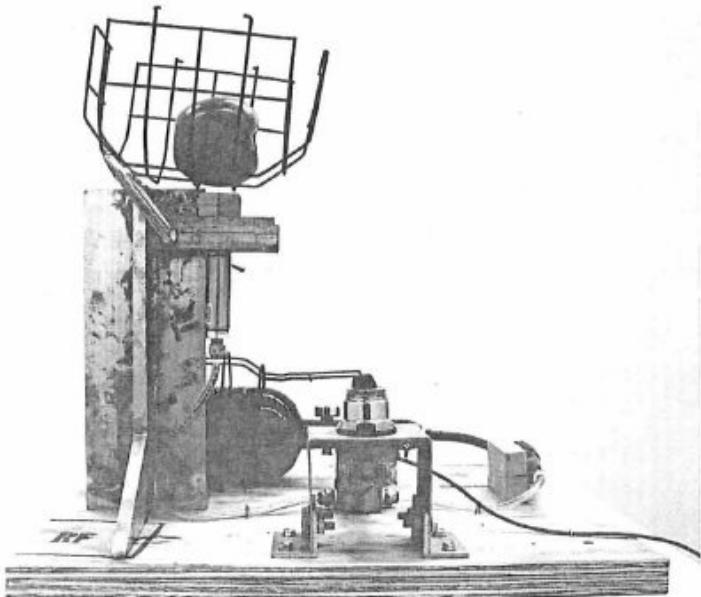
Beispielprojekte

AutoHonk
Automatische Hupe für
rumänische Autofahrer



Beispielprojekte

Maschine zum Einsetzen von Rasierklingen in Äpfel Wie unsinnig darf Technik sein?



Rob Duarte: <http://conceptlab.com/criticalmaking>

Beispielprojekte

QR-Hobo

Geheimcodes mithilfe von Graffiti-Schablonen



https://c2.staticflickr.com/8/7185/6884601609_830795fe1a_b.jpg

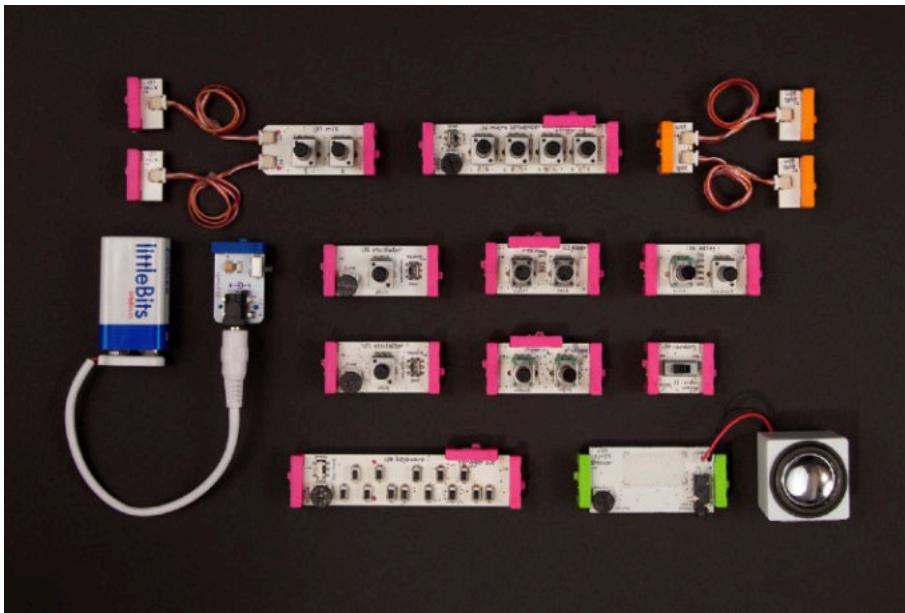


<https://www.flickr.com/photos/golanlevin/6884602147>



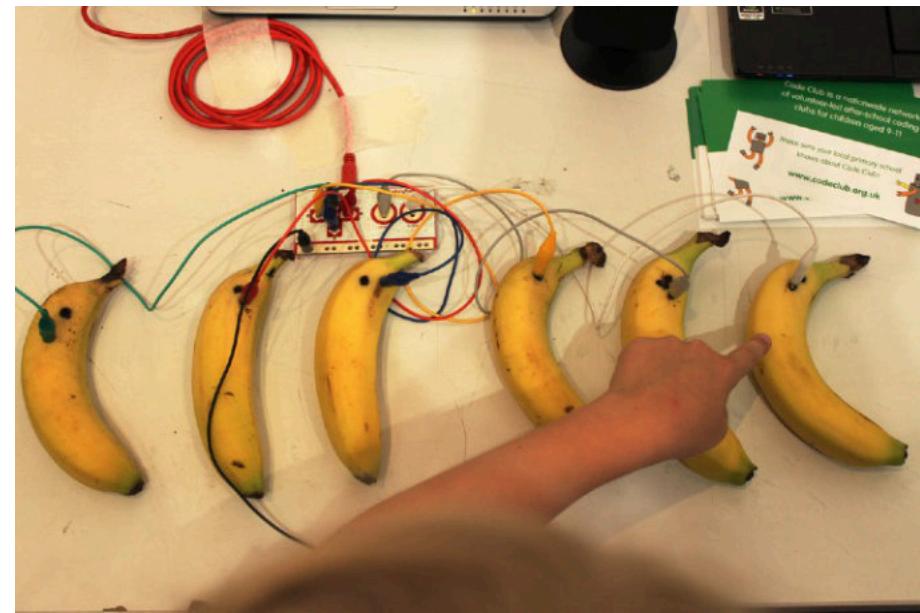
https://c2.staticflickr.com/6/5112/7173319206_685a76d9af_b.jpg

Material und Ressourcen



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/42/LittleBits_Synth_Kit.jpg

littleBits
DIY-Elektronik-Verkauf



https://c2.staticflickr.com/8/7396/9236913299_1cd4f337fa_b.jpg

MaKey MaKey
Tool zum Verbinden von Objekten mit Programmen

Referenzen

- <http://criticalmaking.com/matt-ratto/>
- <http://makezine.com/2006/12/01/the-makers-bill-of-rights/>
- <http://www.movingwindmills.org>
- <http://makerbridge.si.umich.edu>
- http://www.huffingtonpost.com/brit-morin/what-is-the-maker-movement_b_3201977.html
- <http://www.forbes.com/sites/williamcraig/2015/02/27/what-is-maker-culture-and-how-can-you-put-it-to-work/>
- <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/04/the-dilemmas-of-maker-culture/390891/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Maker_culture
- https://en.wikipedia.org/wiki/Critical_making
- <http://conceptlab.com/criticalmaking/>
- <http://opendesignnow.org/index.php/article/critical-making-matt-ratto/>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Maker>