LogideeBlue
LogideeBlue
LogideeBlue
LogideeBlue

Einfuehrung zum 3D Druck unter Linux

Alle Rechte vorbehalten.

Trainings Handbuch

Einfuehrung zum 3D Druck unter Linux

Author : Bruno Boettcher, Bruno Böttcher, bboett@gmail.com.

Die Darstellung von registrierten Namen, Trademarks, Produktnamen, etc. gibt keinerlei Rechte über diese; noch sollte deren Darstellung, sofern nicht anders explizit angegeben, zur Annahme führen, daß diese Namen für Trademarks oder Produktnamen frei und zur Benutzung durch dritte freigegeben wären.

Dieses Dokument wurde mit LaTeXformatiert. Diese Seiten wurden aus XML Dateien unter zu Hilfenahme von **xsltproc** aufgebaut. **xsltproc** wurde von *Daniel Veillard* (**http://xmlsoft.org/XSLT/**) geschrieben. Das Tux-Logo wurde von *Larry Ewing* unter zu Hilfenahme von *The Gimp* erstellt.

Die style sheets, die DTD und die zugehörigen Werkzeuge wurden von *Logidée* (**http://www.logidee.com**) entwickelt. Dieses System dient zur Erstellung und Verwaltung von Kursunterlagen. Diese Werkzeuge stehen als Freie Software auf oben gennannter Website zum herunterladen bereit.

Die Erlaubnis ist erteilt dieses Dokument zu kopieren, verteilen und/oder zu verändern unter den Aussagen der GNU Free Documentation License (**http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html**), Version 1.1 oder einer beliebigen späteren Version welche von der Free Software Foundation veröffentlicht werden sollte.

Bitte entnehmen sie dem XML-Source dieses Dokuments (welchen Sie vom Author anfordern können) um die Details über die Lizenz bezüglich der invarianten Sektion, Deckblatt -und Rückentext wahrzunehmen.

Inhaltsverzeichnis

1 Willkommen in der Welt der dezentralen Fertigung!! **4**
Einführung 4
2 . . . . . **6**
3 . . . . . **7**
Funktionsdiagram 7
Referenzen/bibliographie 8
4 openscad vorbereiten **9**
Bevor wir zeichnen können 9
5 . . . . . **11**
3D modellierung mit openscad 11
6 . . . . . **12**
7 . . . . . **13**
8 . . . . . **14**
Philosophie 14
9 . . . . . **16**
Ausblick 16
10 . . . . . **17**

Beschreibung

3D Drucker sind sehr geläufig geworden, Einstiegsmodelle findet man leicht um 200€, allerdings stehen diese Drucker, nach einer ersten Euphoriephase, oft ungenutzt in einer Ecke, denn fertige Modelle zu drucken ist eine Sache, diese Modelle selbst zu entwerfen, eine andere.

Da meistens Zeichenprogramme wie Blender oder FreeCad angeworfen werden, scheitern die meisten an der (sehr steilen) Einstiegshürde die das meistern dieser Programme darstellt.

Dabei gibt es eine sehr einfach zu meisternde Alternative mit Openscad!

Speziell Personen mit dyspraxie-Problemen, werden mit Openscad gleich in den Himmel des mauslosen Zeichnens befördert, und der ganze Frust mit Meshverzerrungen per Maus vergessen werden.

Der Vortrag wird die Designphase von der Idee über die Zeichnung, der Herstestellung der Netzdarstellung, der Schichtdarstellung (slicing) bis zum aktuellen Druck vorstellen.

Am Beispiel von Blasrohrpfeilen, wird gezeigt, wie mit openscad unkompliziert, und schnell komplexe Strukturen aufgebaut werden können, das ganze entweder im eingebauten Editor, oder, vorzugsweise, mit einem komfortablen Editor wie vim

Zielsetzungen

- ❏ Konzepte
- ❏ Geschichtsabriß
- ❏ Etappen des 3D Drucks
- ❏ Problematik des 3D Zeichnens

- Einführung
  - Was ist 3D Druck?
  - Additive Fertigungs-Technik: sintern, sel. Aushärtung, FDM
  - FDM: vom Filament, zum (Bowden/direkt) Extruder zum Hotend aufs Druckbett
  - Drucker Geometrie/Ansteureung: Galgendrucker, CoreXY, Delta, Scara

Einführung

Was ist 3D Druck?

In unserem Fall, sprechen wir über rapid prototyping, denn 3D-Druck ist an sich sehr weit gefasst und beinhaltet sehr viele verschiedene Technologien. Wir können das noch weiter eingrenzen mit dem Begriff additive Fertigung. Diese kommt ohne Formen, etc aus.

Additive Fertigungs-Technik: sintern, sel. Aushärtung, FDM

Es gibt sehr viele verschiedene Verfahren wie gedruckt werden kann, wir konzentrieren uns auf die FDM (fusion deposition method) genannte, schichteweise Auflagerung von geschmolzenen Kunststoff.

FDM: vom Filament, zum (Bowden/direkt) Extruder zum Hotend aufs Druckbett

Das Material kommt als 1.75 oder 3mm dicker Strang der üblicherweise auf Rollen aufgerollt ist, _Filament genannt. Diese Filamente gibt es in einer, immer größer werdenden, mannigfaltigkeit, über das anfänglich populäre ABS, das jetzt populäre PLA, PETG, Polycarbonat, mit Metallen, Keramik oder Carbon versetzten Filamenten für alle möglichen Anwendungen.

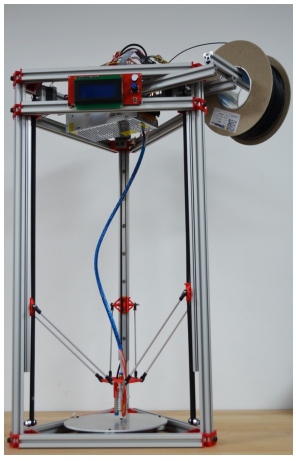
Diese Filamente werden auf hautpsächlich 2 Arten in den Schmelzblock geführt :

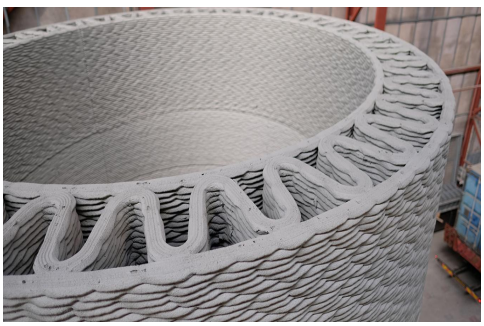
Bowedeneinzug: der Extruder, ein Schrittmotor der mit Zahnkränzen das Filament vorschiebt, sitzt am Rahmen, und schiebt über ein PTFE Rohr das Filament in den Schmelzblock. Der Druckkopf kann damit sehr leicht sein, und damit, verschleissfrei, schnell, aber man muss mit der Flexibilität des Rohres und des Filaments kämpfen, z.B. beim schnellen zurückziehen, oder flexiblen Filamenten, und selbst PTFE hat Reibung.

Direkteinzug: der Weg zwischen Schmelzblock und Extruder ist sehr gering, der Materialfluss kann sehr präzise, zuverlässig und schnell geregelt werden.

Drucker Geometrie/Ansteureung: Galgendrucker, CoreXY, Delta, Scara

Alle Rechte vorbehalten.





Alle Rechte vorbehalten.

2 : Geschichte

- 1980, erste Patente,
- 1981 Stereolithografie
- 1988 SLS Laser Sinter Verfahren
- 1992 FDM Patent
- 2004 RepRap erblick das Licht der Welt
- 2004/5 Hernando Barragan macht wiring, Massimo Banzi kopiert es = Arduino
- 2009 Verfall des FDM Patentes (Makebot+thingieverse,RepRap Arduino Mega Pololu Shield, or RAMPS ,
- 2011 Marlin, Ultimaker
- 2012 Prusa(ex reprap), octoprint
- 2014 Cults3D

2 : Funktionsdiagram

Alle Rechte vorbehalten.

3 :

- Funktionsdiagram
  - die Idee!
  - das 3D Mdoell
  - Netz Umwandlung
  - "Slicing" : Scheibenschnitt
  - Drucken
- Referenzen/bibliographie

Funktionsdiagram

die Idee!

Als erstes steht die Idee! Diese Idee wird, anhand von computergestütztem Zeichnen in eine Form gebracht. Diese Form kann, mit geeigneten Werkzeugen, auf funktionsfähigkeit, Belastbarkeit und machbarkeit untersucht werden.

das 3D Mdoell

Fertigungsmaschinen allgemein, und seit den Anfängen mit CNC Maschinen, brauchen allerdings weniger ein 3D Modell, als eine Beschreibung welches werkzeug wann und wie eingesetzt wird.

Netz Umwandlung

Als erstes wird nun unser Modell, sofern nicht schon gemacht, als eine Oberfläche beschrieben, das ist wie wenn ein Netz über unser Objekt gezogen würde, und unser Objekt verwandelt sich in eine Wolke von Punkten die mit polyedern verbunden sind.

Dieser Schritt stellt eine der Herausforderungen an den 3D Druck an, denn hier erscheint das Problem der "Nicht-mannigfaltigkeit"

Mannigfaltigkeit berschreibt die Beschaffenheit unserer Oberfläche: wenn wir uns eine flache Ballonhaut vorstellen, und wir ziehen diese über ein Objekt, dann hat sich an der planarität der Ballonhaut nichts verändert, wir haben nur Falten und Konstriktionen hinzugefügt.

was passiert allerdings, wenn wir z.B. mehrere Falten kreuzen lassen, mit Überhang? Das läuft darauf hinaus, dass wir in unsere Ballonhaut ein Loch an dieser Stelle machen! Und so etwas, mag unser 3D Drucker gar nicht! Dies passiert häufiger als gedacht, z.B. mit einem spitzen Kegel! die Spitze, damit sie mannigfaltig ist, besteht aus einem, sehr kleinen, Kreis. Unser drucker hat allerdings eine endliche Auflösung, in diesem Falle, würden alle Punkte dieses kleinen Kreises auf das Auflösungsraster des Druckers abgebildet werden, und haben damit die exakt gleichen Koordinaten: nicht mannigfaltig!

Ein anderes Beispiel, wenn ich ein Teilstück habe das neben meinem Objekt schwebt, um es drucken zu können, muss es verbunden sein, in die Luft können wir nicht drucken.

Zeichenprogramme erlauben vieles, auf dem Bildschirm ist alles mehr oder weniger darstellbar,

Alle Rechte vorbehalten.

also z.B. auch 2D Flächen, wenn ich meine Ballonhaut teilweise nach innen stülpe und diese dann umdrehe, wo ist Innen und Aussenfläche? Für ein Zeichenprogramm irrelevant, für einen Drucker vital...

"Slicing" : Scheibenschnitt

Nachdem wir jetzt unser, hoffentlich gültiges, Netzmodell haben, müssen wir es, mit einem "Slicer" genannten Programm, in eine Serie von Anweisungen für die Fertigungsmaschine umwandeln.

dieses Programm zerschneidet unser Netz jetzt in Scheiben, und entscheidet wann und wo welches Werkzeug benutzt wird.

Drucken

Im Falle unseres Druckers, ist das weniger komplex als bei einer CNC Maschine, grob gesehen müssen wir das Bett und Schmelzblock vorheizen, und dann eine Serie von Bewegungen, vor zurück, hoch runter, und Materialvorschub erzeugen.

Nach einer Weile, können wir unseren Druck bewundern, nachbearbeiten und Testen, und falls dieser nicht zufriedenstellend ist, das ganze nochmal wiederholen.

Referenzen/bibliographie

https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing_marketplace

https://arduinohistory.github.io/

https://all3dp.com/history-of-the-reprap-project/

https://www.reprap.org/wiki/Ramps

https://en.wikipedia.org/wiki/Marlin_(firmware)

https://www.klipper3d.org/

https://en.wikipedia.org/wiki/OctoPrint

https://3d-drucker-test.eu/3d-drucker-arten-und-eigenschaften/

https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura

https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/create-3d-file/fix-non-manifold-ge

https://blender.stackexchange.com/questions/7910/what-is-non-manifold-geometry

https://airwolf3d.com/comparing-bowden-vs-direct-drive-3d-printer/

Alle Rechte vorbehalten.

4 : openscad vorbereiten

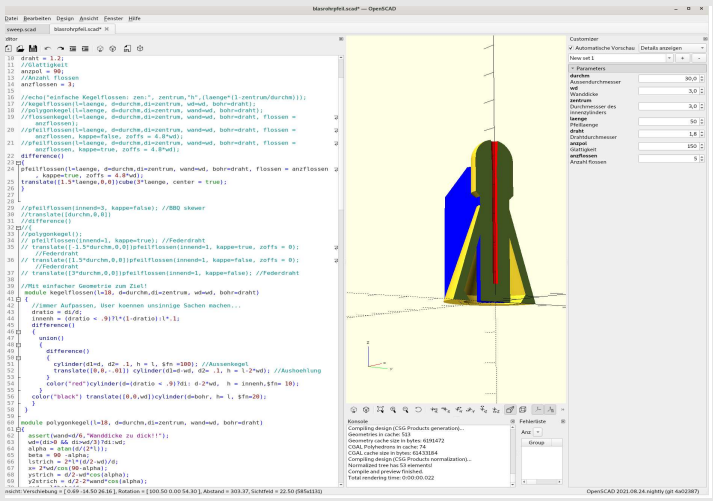
Paket-, AppImage- oder Snap-Installation

Aufruf: Menu, shell: openscad

Code Editor, Modell Darstellung, Customizer, Konsole

Maus links: drehen, mitte : zoomen, rechts: verschieben

4 : openscad Fenster



Bevor wir zeichnen können

Installation

Für die die nicht das Glück haben im Rahmen ihrer Distribution ein openscad Paket zu haben, müssend von openscad.org ein passendes Image runterladen, die gibt es als Source, Appimage und als Snapimage.

Aufruf (x-display/Konsole)

Aufgerufen wird das wie üblich über die Desktop-Menüs, oder auf der Kommandozeile mit **`openscad`**. Nach dem Aufruf, öffnet sich das openscad Fenster, welches in code Editor (links), Objekt Darstellung (Mitte oben), Konsole (Mitte unten) und ev. Konfigurator (rechts) strukturiert ist. Welche Optionalen Fesnterbereiche offen sind, kann über das Menu **Fenster**, unten, angepasst werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Soll openscad von der Kommandozeile aus aufgerufen werden, also z.B. über eine ssh Verbindung ohne Xsession, muss ein bisschen aufgepasst werden: sollen bitmap Bilder, wie png erzeugt werden, braucht openscad openGL, und damit einen Xserver, den man allerdings wie folgend mit einem X framebuffer zur Verfügung stellen kann:

```
DISPLAY=:5
export DISPLAY
Xvfb :5 -screen 0 800x600x24 {amp}
openscad -o test.png test.scad
```

externer Editor

Um bequem und effizient zu arbeiten, empfehle ich natürlich vi(m). Dafür gibt es dann mit

```
git clone git@github.com:sirtaj/vim-openscad.git
```

automatische scad Erkennung und Syntaxeinfärbung. Der eingebaut Code-Editor kann dann weggekplappt werden, und sobald in vi abgespeichert wird, macht openscad automatisch eine Auffrischung!

Alle Rechte vorbehalten.

5 :

- 3D modellierung mit openscad
  - Das cheatsheet!
  - Erweiterungsbibliotheken
  - Programmiersprache? oder nicht?

3D modellierung mit openscad

Das cheatsheet!

Unter **`http://openscad.org/cheatsheet/`** findet man eine sehr praktische Zusammenfassung der openscad Primitiven.

Wir derden uns hier Hauptsächlich mit den Blöcken Syntax, 3D, Transformations und Boolean operations befassen

Syntax

3D

Transformations

Boolean operations

Erweiterungsbibliotheken

Viele geläufige Problem wurden schon behandlet, es lohnt sich oft, in diese Bibliotheken reinzuschauen bevor das rad neuerfunden wird.

Programmiersprache? oder nicht?

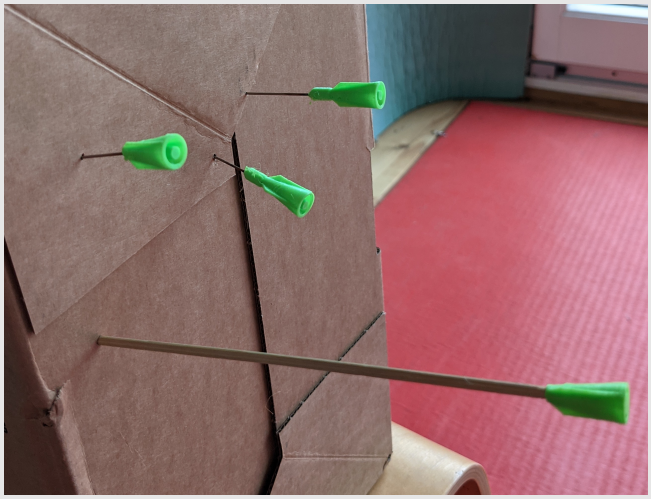
Ein Blick ins Cheatsheet, zeigt uns, dass die Beschreibungssyntax sehr C ähnlich ist, aber, aufgepasst! Es ist keine Programmiersprache, sondern eine Beschreibungssprache, Variablen sind keine Variablen, sondern nur eine Bequeme Konvetion um Werte expliziter zu beschreieben.

Es ist Fakt, dass die meisten openscad-Anfänger an dieser Hürde stolpern, und sich wundern, warum ihre Variablen systematisch immer nur den letzten zugewiesenen Wert beinhalten...

Der Eindruck einer Programmiersprache wird noch dazu verstärkt, da es ja Test- und Kontrollanweisungen gibt. Verständlicher wird, wenn man sich den openscad Code als einen Baum (in der CSG Sprache) vorstellt, dieser Baum verändert sich nicht, und damit können "Variablen" sich auch nicht verändern, Schleifen und Tests fügen dem Baum weitere Blätter hinzu, sind aber in sich selbst statisch!

Alle Rechte vorbehalten.

6 : Blasrohrpfeile



Alle Rechte vorbehalten.

7 : Blasrohrpfeile

Code

- `touch blasrohrpfeil.scad`
- `openscad blasrohrpfeil.scad &`
- `vim blasrohrpfeil.scad`

Alle Rechte vorbehalten.

8 :

- Philosophie
  - Gleichheit für Alle, bauen reparieren kann jeder!
  - Für alle Einkommensklassen
  - Raus aus der Zwangsmühle
  - Lernen/Bauen macht Spass!
  - Makerspaces: man braucht nicht unbedingt seinen eigenen Drucker!

Philosophie

Gleichheit für Alle, bauen reparieren kann jeder!

Als Maker hört man das oft, ja du... du bist ja sowieso Ingenieur... ich habe keine technischen/informatischen etc. Kenntnisse, so etwas ist nichts für mich, und am Computer zeichen, das geht schon gar nicht...

Wie wir gesehen haben, kommt man in der Regel mit den Grundbausteinen in openscad schon sehr weit, wenn das nicht reicht, wurde gezeigt wie mit Polygonen und Schleifen, komplexe Struktur hergestellt wurden. Jeder kann sich darin einarbeiten, und schnell zu Resultaten kommen, alle die ich bisher in openscad eingeführt habe, haben danach zugegeben, dass der einstige viel einfacher als erwartet, und Resultate sehr schnell gekommen sind!

Aber ja, jeder Anfang ist schwer!

Für alle Einkommensklassen

Einen Rechner, kann man schon für ein paar Euro bekommen, (Raspberry reicht nicht ganz), Linux kostet nichts, openscad auch nicht, Slicer gibt es auch kostenlos, kommt dann nocht der Drucker ab 150€....

Natürlich kann man viel mehr Geld reinstecken, aber mit dieser Basiskonfiguration kann man schon loslegen!

Raus aus der Zwangsmühle

wer hat noch nicht einen Mixer/Staubsauger/anderes Haushaltsgeärt gekauft, Punkt nach der Garantiezeit ein Ersatzteil gebraucht, dass fast soviel wie ein Neugerät kostet? Viele firmen halten ihre Kunden in einem System gefangen, wo neugekauft und weggeschmissen wird obwohl nicht nötig.

Gerade im Adapter-Sektor, kann 3D Druck enorm etwas bringen, Beispiel: Regenrinnen verbinden von rechteckigem Querschnitt zu ovalem!

Ganze Geschäftsideen können damit aus der Taufe gehoben werden, eine Idee umsetzen, malen, durcken testen, schauen ob es ankommt, und dann kann man immer nocht es "professionnell" (in China??) produzieren lassen.

Alle Rechte vorbehalten.

Lernen/Bauen macht Spass!

In der Firma sollen wir produktiv sein, aber wie viel Spass hat man dran ein kleines Zahnrad in einem Koloss zu sein, vor allem wenn Fehler Geld kosten, und uns Belehrungen von Chef einbringen?

Als Maker, hat man dieses Problem nicht, streng nach Ingenieur-Motto: probieren geht über studieren, und wenns nicht funktioniert, können wir immer noch schauen warum, und es das nächste mal besser machen!

Während man bei den Kollegen oft in Konkurrenz steht, ist es in der Maker-Gemeinde Kollegial, wenn jemand stecken bleibt. gibt es immer jemanden der rettend zur Hand kommt! Und man vergeesse nicht was die Makergemeine während der ersten covid-Krise gestemmt hat!

Makerspaces: man braucht nicht unbedingt seinen eigenen Drucker!

Makerspaces, und damit auch Makerfairs und andere Veranstaltungen bringen Maker unter die Leute, wer einfach nur reinschnuppern will, kann das auf einfache Art und Weise dort machen!

Alle Rechte vorbehalten.

9 :

- Zusammenfassung
  - Extrem schneller und flexibler Prototypenbau
  - Kein mehrwert für komplexe Geometrien
  - geringe Einstiegshürde
- Ausblick
  - Einsatz in Schwellenländern
  - Einsatz in der Medizin
  -
  - Drucken im Weltall

Zusammenfassung

Extrem schneller und flexibler Prototypenbau

Plastikteile werden üblicherweise in Formen gegossen, das macht sie billig, die formen sind aber kompliziert zu produzieren, und können schlecht später angepasst werden, und damit teuer. Pressguß lohnt sich nur für große Stückzahlen! (min 100, eher 500 Stück)

Kein mehrwert für komplexe Geometrien

Enifache geometrien oder komplizierte, für den 3D Drucker ist das einerlei!

geringe Einstiegshürde

Wir hatten schon gesagt, dass der Prei und die Materialien rel. gering sind.

Ausblick

Einsatz in Schwellenländern

Dank dem Preis, der Einfachheit der Produktionskette, ersetzen jetzt schon oft 3D Drucker traditionelle Produktionsmethoden in Krisengebieten und Schwellenländern, die keine Infrastruktur für herkömmliche Industrie haben.

Einsatz in der Medizin

Die Möglichkeiten im Medizin Sektor sind schier unendlich, und wir haben gerade die SPitze vom eisberg gesehen, denn Angefangen bei Prothesen, die jetzt immer ausgefeilter werden, über druckbare Zellen, die zu Ersatzorganen zusammengedruckt werden, hat man den gesamten Bereich der in Körper Messung, sowie lokalisierter Medikamentenauschüttung, noch sehr viele ausbaubare, Anwendungsgebiete.

Als vor ung. 10 Jahren die ersten Beton-drucker erschienen, wurden sie belächelt. Heute schon bauen sie Häuser, Kühltürme von Elektrischen Zentralen u.v.m. ! Nicht nur drucken die heutigen Drucker, schneller, billiger, besser, da hohe betonersparnisse durch Geometrie erwirtschaftet wer-

Alle Rechte vorbehalten.

den, und damit ökologisch gespart wird, sonder es werden mit anderen Materialien getestet, und z.B. die Uralte Pise Technik, mit Stroch und Löserde erscheinen wieder.

Drucken im Weltall

Z.B. China spricht davon km lange Raumschiffe und Basen zu bauen, in traditioneller Technik unmöglich denn wir haben keine Raketen um solche gigantischen Strukturen in den Orbit zu befördern. Wenn jetzt allerdings nur die, kompakten, Baumaterialien hoschgeschossen werden müssen, und vor Ort durch 3D Drucker in Form gebracht werden, ändert es dramatisch, die Situation.

Alle Rechte vorbehalten.

10 : Referenzen/bibliographie

Alle Rechte vorbehalten.