

Abschlusspräsentation: ToyRep 3D-Drucker

Alexander Preis, Christian Spangler, Eduard Frank

10.08.2018



Vorstellung des Projektes
Meilensteine
Lizensierung des Projektes
DMU
Druck der Teile
Herstellung geriffelter Bolzen
Zusammenbau des Druckers
Platine
Firmware
Fertiger Drucker
Ablöseerkennung
Budget
Rückblick
Ausblick



- Bau eines FDM-Druckers auf ToyRep-Basis
- Teil des RepRap-Projektes (**Re**plication **R**apid-Prototyping)
- ToyRep als vergleichsweise billiger und kleiner Demonstrator
- Erweiterung des Druckers um eine Ablöseerkennung der ersten gedruckten Schichten

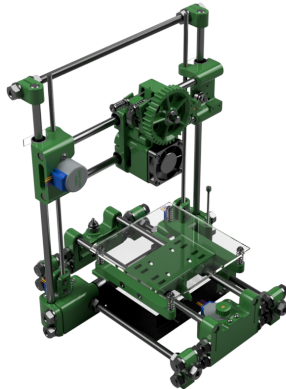


- ToyRep Digital Mock-Up
- 3D-Druck aller benötigten Bauteile
- Kauf der restlichen Teile im Baumarkt oder im Internet
- Zusammenbau des Druckers
- Wahl und Installation einer Firmware
- Kalibrierung
 - Ansteuerung der x-, y- und z-Achsen
 - Ansteuerung des Feeders
 - Ansteuerung des Hotends
 - Ansteuerung der Endstops
- Funktionierenden 3D-Drucker gebaut
- Ablöseerkennung implementieren



- RepRap-Projekt als Ganzes unter GPLv2
- ToyRep unter CC BY-SA 3.0
⇒ GPLv3 (GPL ist eine zu CC SA kompatible Lizenz)

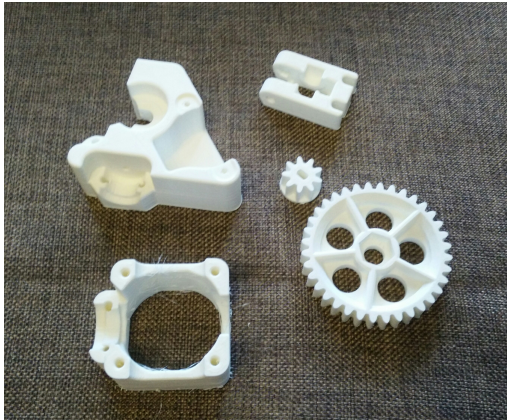




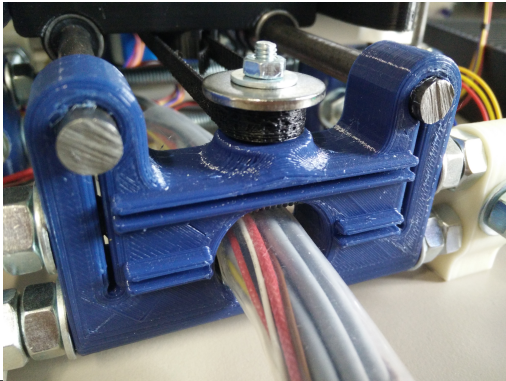
- Druck auf FABtotum Core
- Verschiedenste verwendete Materialien
- Zusätzlich zu Gerüstteilen auch Funktionsteile gedruckt (Zahnriemen)



- Teile: Gerüstteile, Zahnräder
- Gründe: Billig, einfache Handhabung
- Settings: Schichtdicke: , Hotendtemperatur: , Betttemperatur: 0 °C
, Bauteillüfter: 100%



- Teile: Gerüstteile
- Gründe: Eigentlich in fast allen Punkten besser als PLA – hitzestabiler, höhere mechanische Belastbarkeit, einfach zu Drucken; Bei uns: Weil wir es konnten!
- Settings: Schichtdicke: , Hotendtemperatur: , Betttemperatur: ? °C, Bauteillüfter: 100%



- Teile: Hotendhalterung
- Gründe: Vergleichsweise hohe Hitzebeständigkeit; aber: schwere Handhabung, hohe Verformungs- / Ablösegefahr
- Settings: Schichtdicke: , Hotendtemperatur: , Betttemperatur: ? °C, Bauteillüfter: 0%



- Teile: Zahnriemen, Schläuche zur Z-Achsen-Fixierung
- Gründe: Flexibles (gummiartiges) Material; aber: schwer mit Bowden-Extruder zu Drucken, höhere Faden- / Tröpfchenbildung
- Settings: Schichtdicke: , Hotendtemperatur: , Betttemperatur: ? °C, Bauteillüfter: %



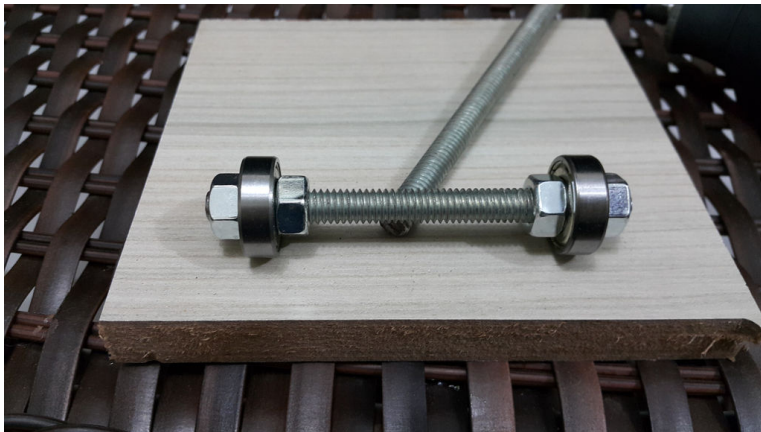
- Teile: Eck- bzw. Außenteile
- Gründe: Wegen der Arbeitssicherheit, ähnliche Eigenschaften wie normales PLA (nur etwas schlechter)
- Settings: Schichtdicke: , Hotendtemperatur: , Betttemperatur: 0 °C , Bauteillüfter: 100%



- Um Geld zu sparen \Rightarrow Eigenfertigung
- Benötigte Teile: M8 Gewindestange passender Länge, zwei Kugellager (6082Z), etwas zur Fixierung (z.B. Muttern), M4 Gewindbohrer



Schritt 1: Befestigung der Kugellager



Quelle: <https://www.instructables.com/id/Craft-a-Hobbed-Bolt/>



Schritt 2: Fräsen der Riffelung



Quelle: <https://www.instructables.com/id/Craft-a-Hobbed-Bolt/>



Schritt 3: Fertiger Bolzen



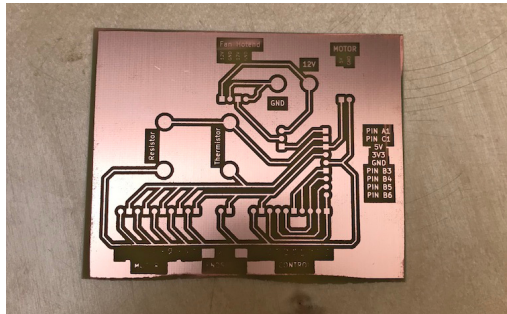
- Einhaltung der Anleitung aus dem Internet
- Allerdings Improvisation bei nicht verfügbaren bauteilen
 - ⇒ Kürzere Schrauben für Buildplate
 - ⇒ Schläuche und Zahnriemen aus TPU gedruckt
 - ⇒ Größerer Lüfter
 - ⇒ Entwurf und Bau einer Platine für übersichtliches und stabileres Kabelmanagement



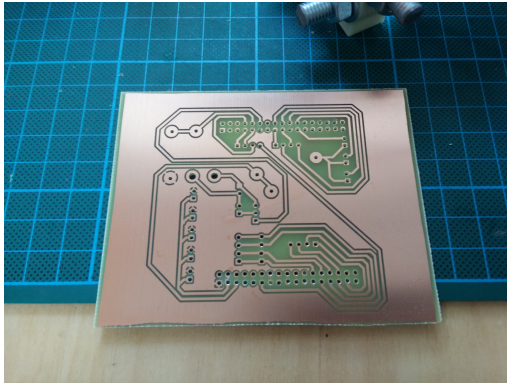
- Grund:
 - Verteilen der 5V- und 3V3-Leitungen
 - Zwei Motoren auf Z-Achse – Signal teilen
 - Eliminieren des Jumper-Kabel-Waldes
- Bau:
 - Entworfen im OpenSource-Programm KiCAD
 - Platine und das Ätzenbad im FabLab
- Anmerkungen:
 - Belichtungszeit muss an gewählten Drucker / gewähltes Papier angepasst werden
 - Leiterbahnen sollten sehr dick gewählt werden, da sie sonst leicht beim Ätzen beschädigt werden



- Eine GND-Leiterbahn ist beim Ätzen verloren gegangen
- 3V3 für Thermistor mit 5V vertauscht
- Überflüssige GND-Anschlüsse

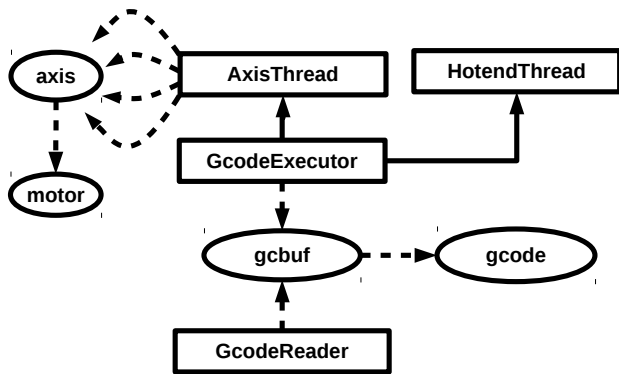


- Bessere Kabelführung für größere Übersichtlichkeit
- Alle Datenpins mit auf der Platine
- Ausführung als "Shield" \Rightarrow weniger fehleranfällig



- Schaltung mit Transistor nicht funktionsfähig
⇒ Benutzen von zwei L298N-Bausteinen
- PC13 zu PC4 überbrückt, da PC13 nur als Input funktioniert





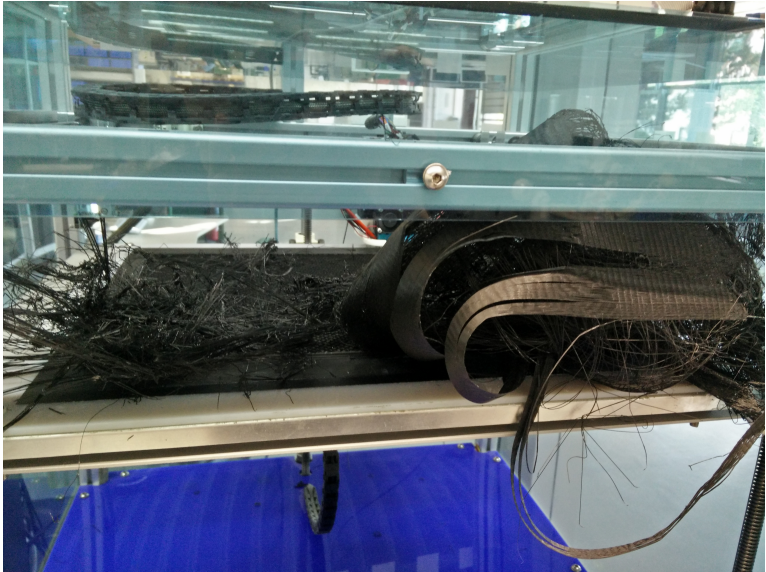
- Abweichungen zur Vorlage:
 - Kein Arduino, eigene Firmware
 - Zahnriemen aus TPU sind günstiger
 - Befestigungslöcher für Endstops zu weit auseinander \Rightarrow Verwendung von Heißkleber
 - Eigene Platine verwendet



- Problem: Erste Druckschichten können sich von Buildplate lösen
⇒ Drucker erkennt diesen Fehler nicht und macht einfach weiter!



Motivation für die Ablöseerkennung



- Diesem kann teilweise durch ein beheiztes Druckbett entgegengewirkt werden, kann jedoch trotzdem noch passieren!
- Idee: Implementierung einer Überwachung, die bei Erkennung eines Ablösens den Druckprozess anhält (und ggf. jmd. darauf hinweist)



Welche Möglichkeiten gibt es?

- Idee 1: Lichtschrankenarray? \Rightarrow Nein!
- Idee 2: Entfernungsmessung? \Rightarrow Nein!
- Idee 3: Kamera? \Rightarrow Ja!



- Erstens: Ansteuerung einer Kamera über das Board
 - Parallel zur Verarbeitung und Ausführung von G-Code
 - Konfiguration von Bildeinstellungen
 - Mögliche Auflösung und Bildrate?
- Zweitens: Möglichkeiten für das Erkennen von sich ablösenden Teilen
 - Prototypisch implementiert, abseits vom Board
 - Analyse von Bildern der Board-Kamera
 - Drei mögliche Ansätze zur Erkennung von Ablösen



Ein detaillierterer Budgetplan findet sich auf unserem Wiki

- Einige Sachen wurden vom Lehrstuhl zur Verfügung gestellt:
 - EZS-Board
 - Hotend
 - Lüfter
 - Schrittmotoren und deren Treiberbausteine
- Auswahl einiger der teureren Zukaufteile:
 - Netzteil \Rightarrow 14 €
 - Kugellager \Rightarrow 14 €
 - Kameramodul \Rightarrow 6 €
 - Gewindestangen und Schrauben \Rightarrow 19 €
- Kosten aus dem FabLab:
 - Lasercutter \Rightarrow 4.50 €
 - Platinenfertigung x3 \Rightarrow 9 €
 - Spende zwecks Kabelbinder, Heißkleber und alte Kabel \Rightarrow 2 €



- Gesamtkosten: etwas über 90 €
- Kosten der (billigsten) Zukaufteile allein schon bei 70 €
- Unmöglich im Budget zu bleiben, evtl durch Verwendung und Ausschachtung von alten Maschinen oder Teile die man daheim hat



- Früher Anfangen!
- Bauteile aus China sind nicht immer zuverlässig!
- Firmware kann man selber schreiben
- Sehr zeitaufwändig
- Lösung eines Problems führt zu einem neuen Problem
- Implementierung der Kamera war keine gute Idee, lieber Lichtschranke, da simpler (oder bessere Kamera)



Was haben wir gelernt in dieser Veranstaltung?

- Echtzeitprogrammierung
- Platinenfertigung
- Teamarbeit
- Kleinigkeiten können sehr aufwendig und nervig sein
- Zeitmanagement
- Git



Und wie geht es jetzt weiter?



- Spindel statt Gewindestangen für die z-Achse
⇒ So könnte eine schnellere und effizientere Bewegungen realisiert werden
- Einige Druckteile können modifiziert werden um eine bessere Fixierung zu erreichen
⇒ Würde Kosten reduzieren, da weniger Muttern erforderlich
- Das Druckbett durch ein beheizbares Bett aus einem anderen Material wie Glas oder ALuminium ersetzen
⇒ Würde größere Temperaturen erlauben
- Glattere Linearführungen bzw. Schmierung wären möglich, sind aber nicht unbedingt notwendig da keine Gleitlager sondern Kugellager verwendet werden



- Durch eine Kühlung der Motoren könnte evtl. eine längere Nutzungsdauer bzw. höhere Geschwindigkeit erreicht werden
- Verwendung von schnelleren Motoren
- Ablöseerkennung durch Kamera wäre vielleicht mit einer USB-Kamera die über einen PC ausgewertet wird besser?
- Bessere Treiberbausteine, die nicht ständig kaputt gehen



- Lesen von mehr G-Codes
- Drucken ohne PC



Vielen Dank für eure Fragen!
Gibt es noch Aufmerksamkeit?

