

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	Seite 2
2. Recherche .....	Seite 4
3. Sicherheit .....	Seite 6
3.1. Brandgefahr.....	Seite 6
3.2. Stromausfall .....	Seite 10
4. Gesundheit.....	Seite 11
4.1. Lärm.....	Seite 11
4.2. Luft.....	Seite 13
5. Optimierung.....	Seite 14
5.1. Verbinden verschiedener Bauteile / Materialien .....	Seite 14
5.2. Slicing Software.....	Seite 15
5.3. Filamenthalterung .....	Seite 15
6. Nachhaltigkeit .....	Seite 16

# 1. Einleitung

Viele lässige Maschinen stehen in unserem Fablab in der Schule, am längsten und am öftesten benutzt werden unsere 3D Drucker. Als ein Schulkollege uns erzählte, dass er gelesen hat, ein 3D Drucker hätte einen Brand verursacht, ging es für uns an die Recherche .... und an unser Projekt.

Wir stellten uns die Frage:

## *Wie kann man sicher, gesund und nachhaltig 3D-drucken?*

Nach einer gründlichen Recherche zu 3D Druckern, aufgeteilt auf alle SchülerInnen, gestaffelt nach verschiedenen Themen, haben wir unsere Ergebnisse zusammengetragen und in einem Brainstorming verschiedene Ideen entwickelt. Wir haben Lösungen gesucht und diese umgesetzt, um den 3D Druck besser zu machen.

So haben wir in diesem Projekt unsere 3D Drucker für einen bessern Einsatz optimiert.

Wir haben den 3 D Druck in unserer Schule

- sicherer
- gesünder
- optimaler
- nachhaltiger

gemacht.

Unsere 3D-Drucker haben jetzt eine elektronische Abschaltautomatik und eine Fernüberwachung.

Dank „Powerbank“ sind sie für kurze Stromausfälle gerüstet.

Giftige Dämpfe werden abgesaugt und gefiltert, den Lärm der Drucker hören wir nicht mehr, weil wir sie in einen leer stehenden Raum schieben können.

Wir können Filament sparen, da wir die 3D Teile mit anderen Materialien verbinden können sowie Fehldrucke vermeiden, weil wir die Slicing Software richtig einstellen können und das Filament nicht mehr klemmt, da wir eine neue Filamenthalterung gedruckt haben; wir verwenden jetzt auch nachhaltiges, umweltfreundliches Filament.

Alles in allem sind unsere 3D Drucke jetzt

***sicher – gesund – optimiert – nachhaltig***

## 2. Recherche

Nachdem wir uns gefreut hatten, ein sehr interessantes Thema für unser „kleiner Albert“-Projekt gefunden zu haben hat uns Corona in unsere Jugendzimmer zum Unterricht geschickt.

Wir konnten die Zeit aber gut nutzen, unser Betreuer, Direktor Kromp, hat uns eine Recherchevorlage geschickt und wir haben dann im Home-Schooling Internet-Recherchen gemacht und diese dokumentiert. Wir haben verschiedene Themen bekommen und uns so die Arbeit aufgeteilt.

Die wesentlichsten Erkenntnisse waren:

- 3D Drucker, besonders die billigen aus China, können beim Drucken defekt werden und sogar Brände auslösen.

Online-Artikel: [Magazin: 3D Druck - ein brandgefährliches Hobby? - SELBSTgedruckt](#)

*Erkenntnis: auf CE und ÖVE bzw. VDE Sicherheitskennzeichnung achten und den Drucker nie länger unbeaufsichtigt lassen.*

- Zum 3D-Druck gehört viel Know-How, besonders die richtigen Einstellungen in der „Slicing Software“ können vieles bewirken.

Online-Artikel: [16 typische Probleme beim 3D-Druck und ihre Lösung. \(just3dp.com\)](#)

*Erkenntnis: Gutes Filament und die richtigen Einstellungen für den Druck verwenden*

- Beim 3D-Druck entstehen Feinstaub, Rauchgase und gesundheitsschädliche Dämpfe.

Online-Artikel: [Die Zukunft im Blick: 3D-Druck \(umweltbundesamt.de\)](#)

*Erkenntnis: Lüften oder Abluft Filtern*

- 3D Drucke lassen sich schlecht kleben und so mit anderen Materialien verbinden.

Online Artikel: [3D-Drucke clever kleben | Make Magazin | Heise Magazine](#)

*Erkenntnis: Bei unseren Zugversuchen hat Heißkleber deutlich besser gehalten als im Artikel beschrieben, wirklich feste Verbindungen kann man durch Schrauben herstellen.*

## 2 Beispiele unserer Recherchen sind in den folgenden Abbildungen zu finden:

**Sicherer 3D Druck – Recherchedokumentation**

Recherchiert von: **Jennifer Knoll**

Thema: **Gefahren und Sicherheitsrisiken beim 3D Druck**

**Wichtigste Erkenntnisse:**

Neben den offensichtlichen Gefahrenquellen wie die hohe Stromstärke die das Gerät zum Drucken verwendet, und der erhöhten Temperatur die benötigt wird um das Plastik zu erhitzen, stellt der 3D Druck laut verschiedenen Studien auch ein Gesundheitsrisiko dar: Beim Drucken mit verschiedenen Materialien werden ultrafine Partikel (kleiner als 100 Nanometer) freigesetzt und können aufgrund der potentiellen Ablagerung in den Lungen für Personen mit Atembeschwerden schnell zu einem Problem werden.

\*ABS (Acrylonitril-Butadien-Styrol), gefolgt von PC (Polycarbonat), PC/PE, T-Gläse, HIPS, Nylon, **Laqueol**, **Laubrick** und PLA.

„Die Filamente aus ABS und HIPS zeigten wesentlich höhere **Strombelastbarkeit** als die normalerweise freigesetzten Werte (bis zu 2,1µg/l höher). Somit gilt: der internationalen Agentur für Krebsforschung nach, als krebsregend. PLA-Druckvorgänge erzeugten **Laqueol** Ausatmosphäre, das keine Gefahr für Menschen darstellt.“ (<https://www.schulweis.com/de/3d-druck-gefahren-3d-drucken-02202019/>)

Eine gute Alternative zu ABS sollen jedoch PLA (**Polylactide**) und PET-G darstellen. Diesweilern sollte man darauf achten, dass die Räume in denen gedruckt wird gut belüftet sind.

Bei einem mit ABS betriebenen Drucker war die Emission von UFP 10-mal höher als bei einem **Drucker** der mit PLA betrieben wurde.

Weitere Gefahrenquellen beim 3D Druck können sein:

- \*Fehler bei der Herstellung des Gerätes.
- \*Mangelnde Erfahrung oder Qualifikation des Anwenders.
- \*Nicht geerdete Schaltkreise. (im Fehlerfall liegt dann Spannung auf dem Gehäuse.)
- \*Ungezügelt Kühlen für des Netzteil.

Wie schon oben erwähnt stellt auch die Stromstärke eine potenzielle Gefahrenquelle dar. Jedoch die Stromstärke am sich nicht lebensgefährlich ist. (ca.10A)

Unter folgenden Umständen kann es jedoch zu Verbrennen oder Beschädigungen kommen:

- \*Geringer Kabelquerschnitt.
- \*Zu lockere Verbindung an Lötstellen, Schraubklemmen oder Stecker.

**Sicherer 3D Druck – Recherchedokumentation**

Recherchiert von: **Noah Rosenau**

Thema: **Probleme und Fehler beim 3d druck**

**Wichtigste Erkenntnisse:**

Die Basis des 3D-Drucks biegt sich nach oben, bis sie nicht mehr auf der Druckplattform aufliegt. Dies kann dazu führen, dass im oberen Bereich des 3D-Druck-Objekts horizontale Risse auftreten.

Es kann sein, dass sehr kleine Schriftzüge/Logos oder Details nicht lesbar sind.

Verstopfte Düse

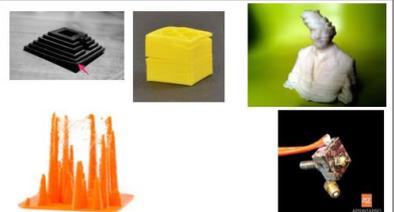
Die oberen Schichten sind verschoben.

An den Seiten des 3D-Druckobjekts sind Risse, insbesondere bei größeren Modellen.

Zwischen den Bestandteilen des 3D-Objekts ziehen sich Fäden aus Filament.

**Quellen:** <https://www.just-3dp.com/blog/post/probleme-beim-3d-druck-und-ihre-loesung/>  
<https://3faktor.com/fehler-beim-3d-druck-vermeiden/>  
<https://www.oeg3d.at/index.php/troubleshooting.html#duese>

**Bilder:**



**Sicherer 3D Druck – Recherchedokumentation**

Recherchiert von: **Jennifer Knoll**

Thema: **Gefahren und Sicherheitsrisiken beim 3D Druck**

**Wichtigste Erkenntnisse:**

Neben den offensichtlichen Gefahrenquellen wie die hohe Stromstärke die das Gerät zum Drucken verwendet, und der erhöhten Temperatur die benötigt wird um das Plastik zu erhitzen, stellt der 3D Druck laut verschiedenen Studien auch ein Gesundheitsrisiko dar: Beim Drucken mit verschiedenen Materialien werden ultrafine Partikel (kleiner als 100 Nanometer) freigesetzt und können aufgrund der potentiellen Ablagerung in den Lungen für Personen mit Atembeschwerden schnell zu einem Problem werden.

\*ABS (Acrylonitril-Butadien-Styrol), gefolgt von PC (Polycarbonat), PC/PE, T-Gläse, HIPS, Nylon, **Laqueol**, **Laubrick** und PLA.

„Die Filamente aus ABS und HIPS zeigten wesentlich höhere **Strombelastbarkeit** als die normalerweise freigesetzten Werte (bis zu 2,1µg/l höher). Somit gilt: der internationalen Agentur für Krebsforschung nach, als krebsregend. PLA-Druckvorgänge erzeugten **Laqueol** Ausatmosphäre, das keine Gefahr für Menschen darstellt.“ (<https://www.schulweis.com/de/3d-druck-gefahren-3d-drucken-02202019/>)

Eine gute Alternative zu ABS sollen jedoch PLA (**Polylactide**) und PET-G darstellen. Diesweilern sollte man darauf achten, dass die Räume in denen gedruckt wird gut belüftet sind.

Bei einem mit ABS betriebenen Drucker war die Emission von UFP 10-mal höher als bei einem **Drucker** der mit PLA betrieben wurde.

Weitere Gefahrenquellen beim 3D Druck können sein:

- \*Fehler bei der Herstellung des Gerätes.
- \*Mangelnde Erfahrung oder Qualifikation des Anwenders.
- \*Nicht geerdete Schaltkreise. (im Fehlerfall liegt dann Spannung auf dem Gehäuse.)
- \*Ungezügelt Kühlen für des Netzteil.

Wie schon oben erwähnt stellt auch die Stromstärke eine potenzielle Gefahrenquelle dar. Jedoch die Stromstärke am sich nicht lebensgefährlich ist. (ca.10A)

Unter folgenden Umständen kann es jedoch zu Verbrennen oder Beschädigungen kommen:

- \*Geringer Kabelquerschnitt.
- \*Zu lockere Verbindung an Lötstellen, Schraubklemmen oder Stecker.

**Sicherer 3D Druck – Recherchedokumentation**

Recherchiert von: **Jennifer Knoll**

Thema: **Gefahren und Sicherheitsrisiken beim 3D Druck**

**Wichtigste Erkenntnisse:**

Neben den offensichtlichen Gefahrenquellen wie die hohe Stromstärke die das Gerät zum Drucken verwendet, und der erhöhten Temperatur die benötigt wird um das Plastik zu erhitzen, stellt der 3D Druck laut verschiedenen Studien auch ein Gesundheitsrisiko dar: Beim Drucken mit verschiedenen Materialien werden ultrafine Partikel (kleiner als 100 Nanometer) freigesetzt und können aufgrund der potentiellen Ablagerung in den Lungen für Personen mit Atembeschwerden schnell zu einem Problem werden.

\*ABS (Acrylonitril-Butadien-Styrol), gefolgt von PC (Polycarbonat), PC/PE, T-Gläse, HIPS, Nylon, **Laqueol**, **Laubrick** und PLA.

„Die Filamente aus ABS und HIPS zeigten wesentlich höhere **Strombelastbarkeit** als die normalerweise freigesetzten Werte (bis zu 2,1µg/l höher). Somit gilt: der internationalen Agentur für Krebsforschung nach, als krebsregend. PLA-Druckvorgänge erzeugten **Laqueol** Ausatmosphäre, das keine Gefahr für Menschen darstellt.“ (<https://www.schulweis.com/de/3d-druck-gefahren-3d-drucken-02202019/>)

Eine gute Alternative zu ABS sollen jedoch PLA (**Polylactide**) und PET-G darstellen. Diesweilern sollte man darauf achten, dass die Räume in denen gedruckt wird gut belüftet sind.

Bei einem mit ABS betriebenen Drucker war die Emission von UFP 10-mal höher als bei einem **Drucker** der mit PLA betrieben wurde.

Weitere Gefahrenquellen beim 3D Druck können sein:

- \*Fehler bei der Herstellung des Gerätes.
- \*Mangelnde Erfahrung oder Qualifikation des Anwenders.
- \*Nicht geerdete Schaltkreise. (im Fehlerfall liegt dann Spannung auf dem Gehäuse.)
- \*Ungezügelt Kühlen für des Netzteil.

Wie schon oben erwähnt stellt auch die Stromstärke eine potenzielle Gefahrenquelle dar. Jedoch die Stromstärke am sich nicht lebensgefährlich ist. (ca.10A)

Unter folgenden Umständen kann es jedoch zu Verbrennen oder Beschädigungen kommen:

- \*Geringer Kabelquerschnitt.
- \*Zu lockere Verbindung an Lötstellen, Schraubklemmen oder Stecker.

Abb. 1 – Recherchedokument von Jenny Knoll zum Thema „Gefahren beim 3D-Druck“

Abb. 2 – Recherchedokument von Noah Rosenau zum Thema „Probleme und Fehler beim 3D-Druck“

## 3. Sicherheit

### 3.1. Brandgefahr

Um die Brandgefahr zu beseitigen haben wir folgende Maßnahmen ergriffen:

#### 3.1.1. *CE und ÖVE/VDE Kennzeichnung*

Mit diesen Kennzeichen entspricht ein 3D-Drucker den Mindestanforderungen in Sachen Sicherheit. Mit dem CE-Kennzeichen werden Mindestanforderungen von der EU erfüllt. Das ÖVE/VDE ist ein Prüfzeichen des Elektroverbandes in Österreich/Deutschland. Auch dieses Prüfzeichen sollte unbedingt auf dem Drucker vorhanden sein.

Unsere 3 3D-Drucker besitzen diese Zeichen zum Glück.

[▷ CE-Kennzeichen als Qualitätsgarantie? \(elektrofachkraft.de\)](#)

#### 3.1.2. *Überwachung von zu Hause*

Ein 3D Druck dauert meistens mehrere Stunden, oft auch 10 Stunden und mehr. So lange ist aber niemand an der Schule.

Daher haben wir eine Überwachung für den 3D Drucker installiert:

Ein RaspberryPi mit einer Kamera nimmt einen Live-Stream auf.

Per Fernwartungstool können wir von einem Computer oder dem Handy auf den RaspberryPi zugreifen und das Kamerabild sehen.

Sollte der Druck nicht ordentlich verlaufen, muss der Drucker ausgeschaltet werden. Wir haben eine Steckdose gefunden und gekauft, welche über ein Webinterface oder auch über die Amazon Alexa auszuschalten geht. So schalten wir per Fernwartung auf dem RaspberryPi die Kamera am Webinterface aus, oder über die Alexa App ganz einfach direkt.

Wir mussten auf eine SD-Karte das Betriebssystem für den Raspberry Pi downloaden und installieren. Im Internet haben wir die Anleitung gefunden wie wir einen Live-Stream von der Kamera erzeugen können. Mit der Anleitung der Steckdose haben wir diese in unser Schulnetz eingebunden und mit Alexa verbunden. Der Raspberry Pi hat eine fixe IP-Adresse (Adresse in unserem Netzwerk) bekommen und unser Regionalbetreuer hat uns einen VPN-Tunnel durch die

Schul-Firewall gelegt, damit wir per Remote-Desktopverbindung den Raspberry bedienen können.

Auf der Raspberry Pi Oberfläche sehen wir nun daheim wie der Drucker druckt. Passt etwas nicht, so können wir über das Webinterface der Steckdose, diese einfach ausschalten und der Druck ist beendet.

Für den Raspberry Pi haben wir eine Halterung aus Metall gebaut und am 3D-Drucker befestigt. Die Kamera des 3D-Druckers haben wir mit einer selbst gezeichneten und 3D gedruckten Halterung an der RaspPi Halterung befestigt.

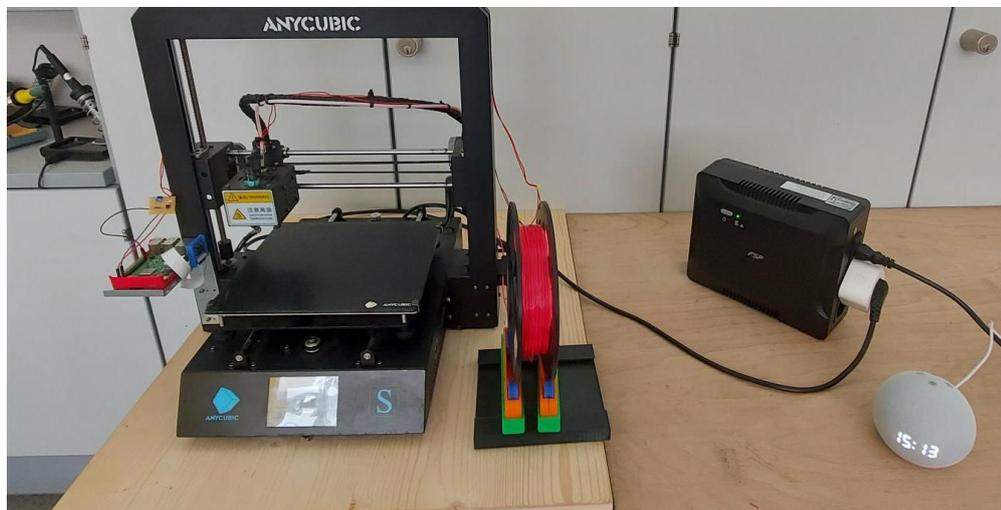


Abb. 3 – 3D Drucker mit Überwachung und Abschaltautomatik

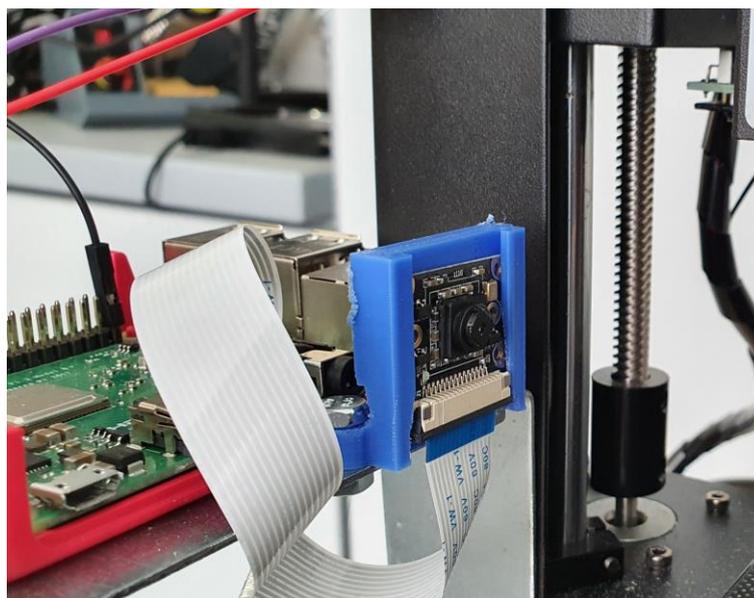


Abb. 4 – Raspberry Pi mit Kamera und selbstgedruckter Halterung

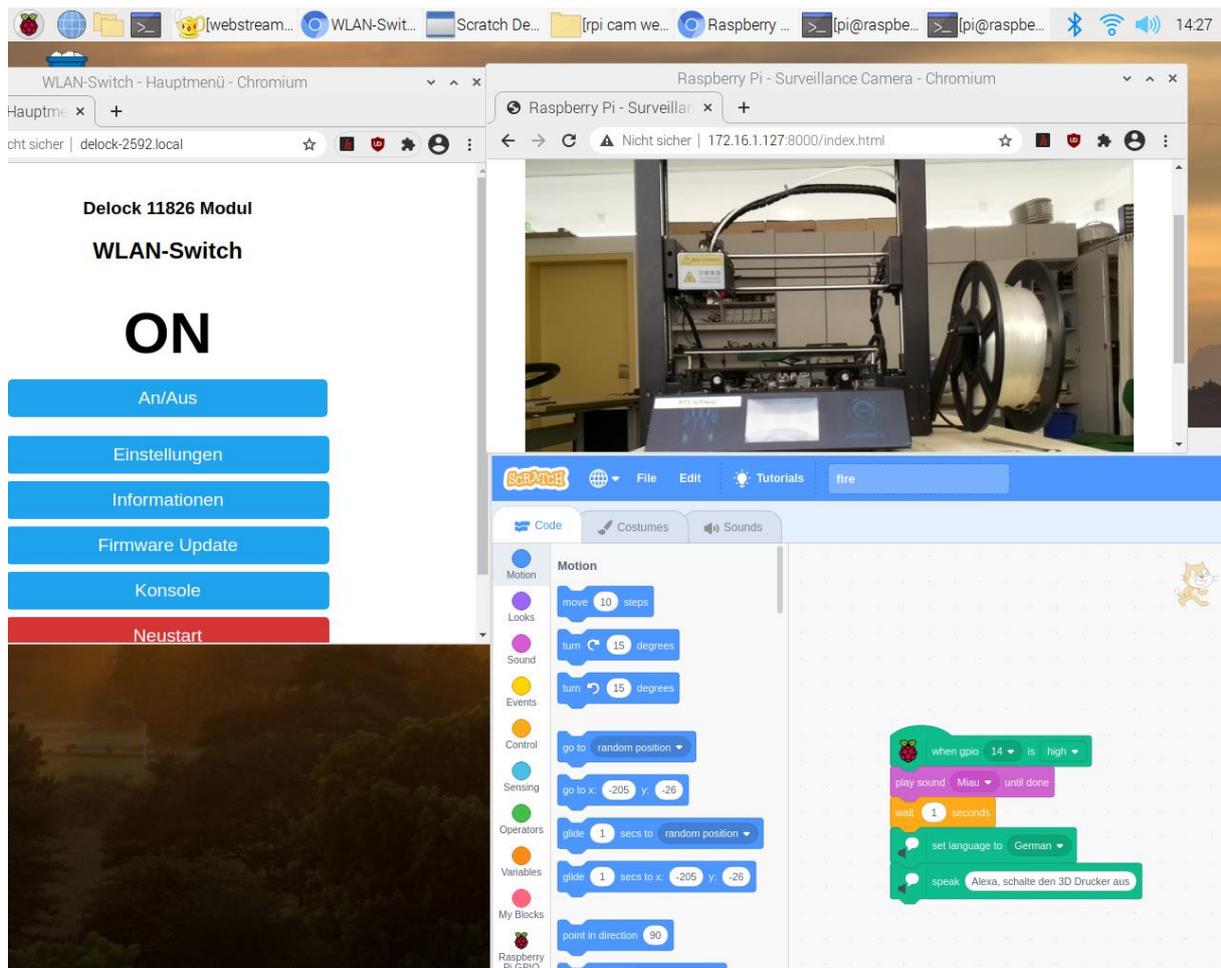


Abb.5 – Screenshot am Fernwartungslaptop

### 3.1.3. *Automatische Abschaltung bei großer Hitze*

Da wir keine Lust haben, über Stunden ständig den Drucker zu überwachen, haben wir uns überlegt, dass bei einem Brand eine automatische Abschaltung eine große Erleichterung ist.

Mit unserem Elektrolehrer, Dir. Kromp, haben wir diese Idee besprochen. Er hat uns erklärt wie man mit einer Wheatstonschen Messbrücke und einem temperaturabhängigen Widerstand ein Signal an den Raspberry Pi senden kann.

Gesagt getan. Wir haben die elektronische Schaltung aufgebaut, auf eine Platine gelötet und über die GPIO-Schnittstelle an den Raspberry PI angeschlossen. Den Sensor haben wir über dem Druckkopf angebracht.

Wir haben dann mit der Programmiersprache Scratch ein Programm geschrieben, welches den Zustand der Messbrücke abfragt. Bei hoher

Temperatur (über 60° Celsius) liegt an der Schnittstelle des Raspberry Pi 2,6V an, also Schaltzustand „1“, sonst weniger als 2,6V, also Schaltzustand „0“. In dem Moment, in dem der Schaltzustand auf „1“ geht startet das Programm eine Sprachausgabe: „Alexa schalte 3D-Druck aus“. Mit dieser Sprachausgabe wird über Alexa die Steckdose des 3D-Druckers ausgeschalten.

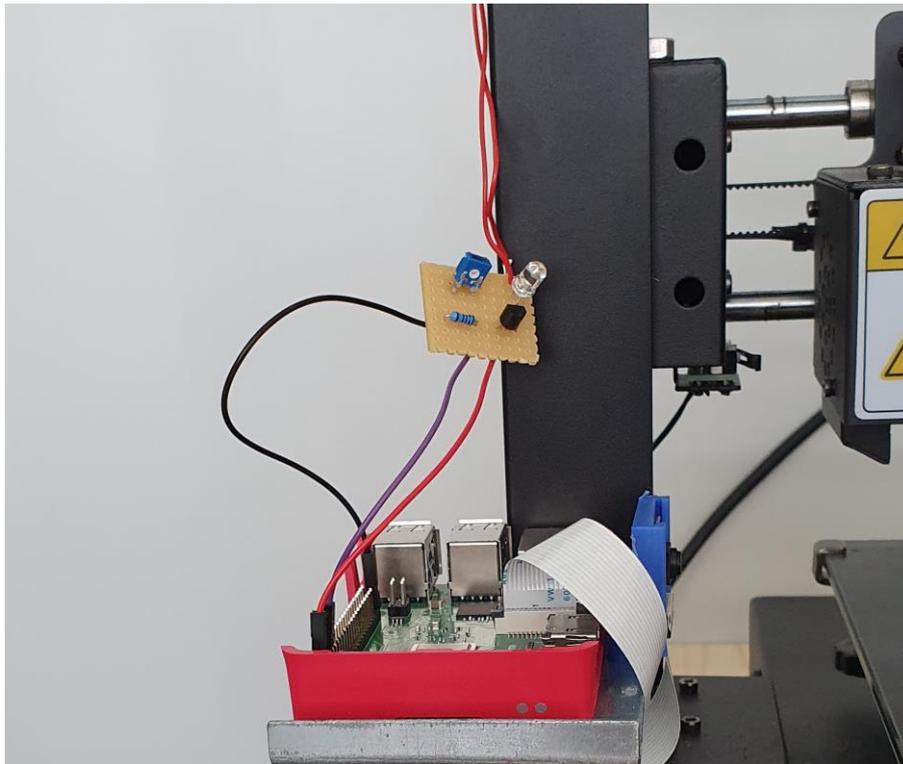


Abb.6 – Elektronische Überwachung am RaspPi angeschlossen

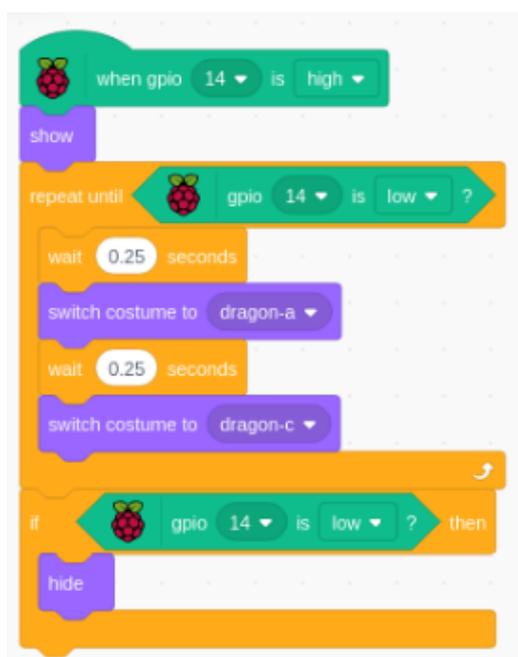


Abb.7 – Scratch Programm zur Überwachung der Temperatur

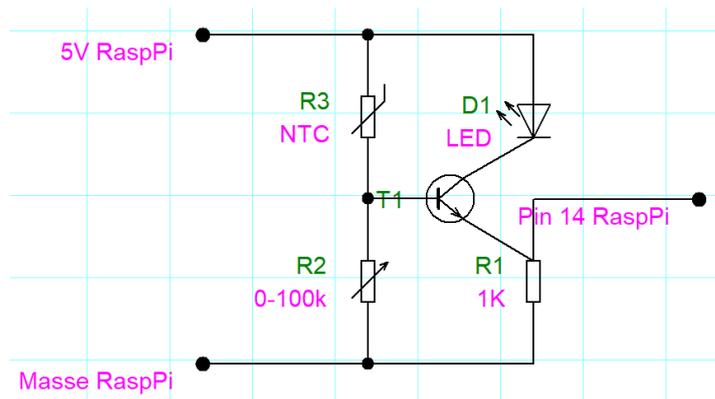


Abb.8 – Schaltplan der Elektronik

### 3.2. Stromausfall

Sollte der Strom, auch nur kurz, ausfallen, so wird der Drucker ausgeschaltet. Ist der Strom zurück, schaltet sich der Drucker wieder ein und im besten Fall ist der Druck beendet. Die schlechtere Variante ist, dass der Drucker falsch weiterdruckt und die Gefahr der Überlastung und des Brandes besteht, da der Drucker so gut wie nie richtig weiter druckt. Bei 10 Versuchen mit unseren 2 Druckermodellen, hat 1 Druckermodell (Anycubic I3) 4mal nicht weiter gedruckt, 6mal falsch. Das andere Druckermodell (Makerbot Replicator Mini) hat 4mal den Druck angehalten und 3mal falsch weiter gedruckt.

Als Lösung ist uns sofort eine „Powerbank“ eingefallen. Unser Lehrer, Dir. Kromp hat uns gesagt, dass die Profi-Lösung im IT-Bereich eine USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung) ist. Also haben wir den Stromverbrauch der beiden Druckermodelle gemessen und den Stromverbrauch des RaspberryPi, um eine sinnvolle USV zu kaufen. Der Anycubic benötigt im Mittel 140W, der Makerbot 155W. Der RaspberryPi gerade mal 7W. Sollten wir also 2 3D-Drucker mit dem RaspberryPi überwachen benötigen wir ca.200W. Unsere USV speichert elektrische Arbeit von 360Wh.

die elektrische Arbeit  $W$  berechnet sich durch Leistung mal Zeit.

$$W=P \cdot t$$

Wie lange kommen unsere Drucker also ohne Strom aus?

Wir stellen die Formel um:



entschieden, dass in Räumen gedruckt wird, in denen nicht gearbeitet wird und die Drucker mobil sein sollen. Daher haben wir 3D-Drucker-Wagen gebaut. Wir konnten unsere alten Overhead Wagen „upcyclen“ und zu 3D-Drucker Wagen umbauen.

Jeder Drucker steht auf einem eigenen Wagen mit brandsicherer Oberfläche und Schublade für Zubehör mit eingebauter Magnethalterung.



Abb.11 – „upgecycler“ 3D-Druckerwagen mit Magnethalter

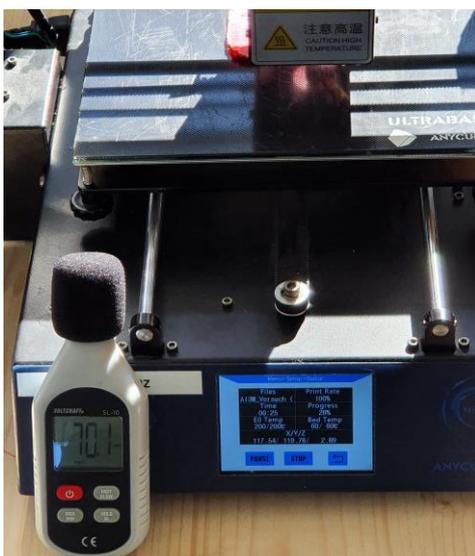


Abb.12 – Lärmmessung während des Drucks

## 4.2. Luft

Beim 3D Druck entstehen giftige Dämpfe, Rauchgas und Feinstaub.

Unsere Internet-Recherche hat ergeben, dass diese „Abluft“ sehr gut mit Aktivkohle gefiltert werden kann.

Daher haben wir für unseren Makerbot Drucker eine Absaugung gebaut, die die Luft durch Aktivkohle bläst und so reinigt.

Beim Bau der Absaugung kam auch der Upcycling Gedanke nicht zu kurz. Die Wände haben wir aus Sperrholzresten mit unserem Lasercutter ausgeschnitten und mit recyceltem Filament gedruckt und mit Heißkleber verbunden. Darauf haben wir einen alten PC-Lüfter und schließlich eine Aktivkohlematte aufgebracht um so die Luft zu filtern.



Abb.13 – Absaugung mit Aktivkohlefilter

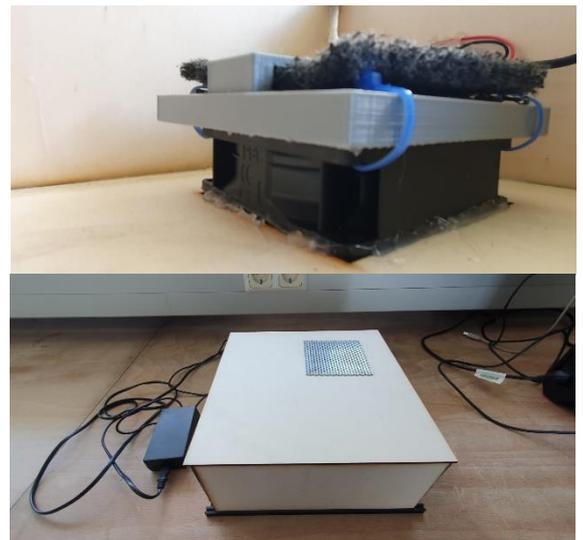


Abb.14 – verbesserte Absaugung Innen- und Außenansicht

## 5. Optimierung des 3D Drucks

### 5.1. Verbinden verschiedener Bauteile/Materialien

Bei unserer Recherche haben wir festgestellt, dass es scheinbar schwierig ist, 3D gedruckte Teile zusammenzukleben, bzw. mit anderen Materialien zu verkleben.

Wir haben daher Bauteile aus dem 3D Drucker mit einer Kontaktfläche von 2cm<sup>2</sup> verbunden und anschließend einen Zugtest mit einer Federwaage durchgeführt.

Zu unserer Überraschung hielt der Heißkleber recht gut, wohingegen der 2-Komponentenkleber gar nicht aushärtet und die Klebeleistung wirklich schwach ist. Als dritte Verbindungsart haben wir dann noch eine Schraubverbindung getestet. Diese hält sehr gut und die gedruckten Teile brechen auch bei 100N nicht.

Erkenntnis: Teile mit geringer Belastung können wir mit Heißkleber kleben, bei hoher Belastung können die Teile sehr gut geschraubt werden.

Belastungstest									
	5 min			1h			24h		
	10N	50N	100N	10N	50N	100N	10N	50N	100N
Heißkleber	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗
2 Komponentenkleber	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
geschraubt	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Abb.15 – Belastungstesttabelle

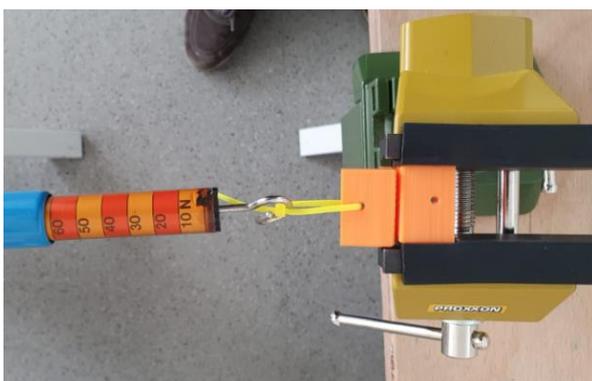


Abb.16 – Zugtest

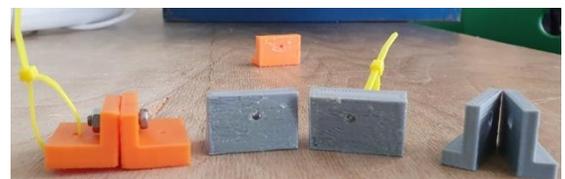


Abb.17 – Modelle für den Zugtest

## 5.2. Optimierung in der Slicing-Software

Die Slicing-Software bereitet die 3D-Datei aus dem CAD-Programm für den 3D-Drucker vor. Wir verwenden „Cura“, eine gratis Slicing Software von Ultimaker.

In der Recherche haben wir herausgefunden, dass die Qualität des 3D-Drucks sehr stark von den Einstellungen beeinflusst wird und wir haben viele gute Tipps im Internet gefunden.

Die wichtigsten Einstellungen, die wir verändern sind:

Druckgeschwindigkeit, Einstellungen für die ersten Schichten,

Temperatur des Filaments und Druckbettes, Kühlung des Drucks.

Bei unserem Drucker mit unserem Filament haben wir die besten Ergebnisse mit einer Druckbetttemperatur von 65°, Drucktemperatur von 210°, die ersten 3 Schichten mit 20mm/s und ausgeschalteter Lüftung erzielt.

Wir werden die wichtigsten Drucktipps noch zusammenfassen und eine „Merktafel mit Tipps“ für alle Benutzer zur Verfügung stellen.

Die besten Tipps haben wir hier gefunden:

[16 typische Probleme beim 3D-Druck und ihre Lösung. \(just3dp.com\)](https://just3dp.com)

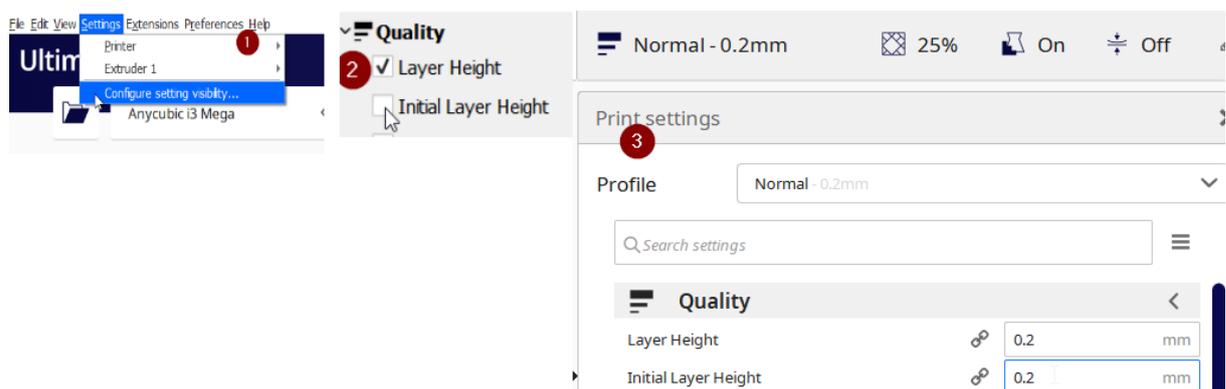


Abb. 18 – Einrichten der Einstellungen in Cura am Beispiel der Schichthöhe

## 5.3. Filamenthalterung

Die Filamenthalterung unserer 2 Anycubic Drucker ist nicht optimal. Das Filament klemmte öfter und der Drucker hat ohne Filament weiter gedruckt. Auf „Thingiverse“ gibt es sehr viele 3D-Modelle zum gratis

Download. Dort haben wir einen tollen Filamenthalter gefunden, ausgedruckt und eingesetzt.

Der Makerbot-Drucker hat den Filamenthalter direkt im Drucker eingebaut. Dort passen leider nur kleine Filamentrollen hinein, welche nur vom Original-Hersteller sehr teuer vertrieben werden.

Wir haben den 3D-Drucker etwas umgebaut und mit einer selbstgezeichneten und -gedruckten Führung das Filament umgeleitet, so dass das Filament von unseren Filamenthaltern eingezogen wird. So können wir das günstigere und nachhaltigere Filament von „Extrudr“ verwenden. (Siehe 6.)



Abb.19 – selbstgedruckte Filamenthalterung

## 6. Nachhaltigkeit

3D-Filament ist in der Herstellung und später auch in der Entsorgung nicht gerade ein Umweltfreundliches Material.

Der Hersteller „Extrudr“ aus Voralberg hat Filament im Angebot, welches zu 100% aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt wird und nicht wesentlich teurer ist als billiges Filament aus China.

Eine Alternative ist Filament des Händlers 3DJake, welcher die Reste bei der Filamentherstellung „upcycelt“ und dann als vollwertiges Filament verkauft. Das Filament ist zwar bei der Entsorgung nicht umweltfreundlicher, aber es müsste sowieso entsorgt werden.

[Extrudr - High Quality Filament](#)

[Filament online kaufen - 3DJake Österreich](#)