

Hochschule Flensburg

SmartCars

Maker's Lab - Things that Think

Abschlussbericht

vorgelegt von:

Simon Hauck

660158

Hochschule Flensburg

simon.hauck@stud.hs-flensburg.de

Nils Jensen

670758

Hochschule Flensburg

nils.jensen2@stud.hs-flensburg.de

February 20, 2020

Contents

1	Einleitung	3
1.1	Motivation	3
1.2	Projektidee	3
2	Konzept	4
2.1	Umsetzung	4
3	Komponenten	5
3.1	Hardware	5
3.1.1	Fahrzeuge	5
3.1.2	Visualisierung	5
3.2	Software	5
3.2.1	Modellierung und Slicing	5
3.2.2	Entwicklungsumgebung	6
3.3	Werkzeuge	6
4	1. Design-Iteration	6
4.1	Fahrzeuge	6
4.2	Hardware	9
4.3	Software	9
4.4	Darstellung	9
4.5	Ergebnis	10
5	2. Design-Iteration	11
5.1	Fahrzeuge	11
5.2	Hardware	13
5.3	Software	13
5.4	Darstellung	13
5.5	Ergebnis	14
6	3. Design-Iteration	15
6.1	Fahrzeuge	15
6.2	Hardware	15
6.3	Software	15
6.4	Darstellung	15
6.5	Ergebnis	15
7	4. Design-Iteration	15
7.1	Fahrzeuge	15
7.2	Hardware	15
7.3	Software	15
7.4	Darstellung	15
7.5	Ergebnis	15

8	Ergebnis	15
9	Ausblick	16

1 Einleitung

Im Zuge der Veranstaltung "Maker's Lab - Things that Think" wurde die Entwicklung interaktiver Systeme, bestehend aus Hard- sowie Software, thematisiert.

Neben dem Fokus auf der Verwendung von Raspberry Pi bzw. Arduino als Hardware Komponenten für mögliche Projekte, lag ein weiterer Schwerpunkt auf der Verwendung von Techniken und Praktiken aus den Bereichen *making* und *rapid prototyping*.

Unter Berücksichtigung dieser Punkte galt es, eine "anfassbare" Schnittstelle zwischen Mensch und Computer zu schaffen, welche gleichzeitig thematisch dem Klimapakt Flensburg und seiner Mission entspricht.

Nachfolgend soll einerseits die Motivation und andererseits die daraus resultierende Projektidee umschrieben werden.

1.1 Motivation

Mit dem Ziel, die Folgen alltäglichen Handelns des Einzelnen für die Umwelt besser veranschaulichen zu können, nahmen wir es uns vor, die tägliche Verwendung des eigenen PKWs zu thematisieren.

Bei der späteren Interaktion mit dem fertigen Prototypen soll für uns vor allem der Fokus darauf liegen, jeder Generation eine möglichst intuitive und zugängliche Bedienung zu bieten.

Zu diesem Zweck sollen bereits bekannte Konzepte und Komponenten aufgegriffen werden und auf spielerische Art und Weise zur Erzielung eines Lerneffekts genutzt werden. Durch eben diese Kombination erhoffen wir uns, einen Lerneffekt für jedermann, vom Vorschüler bis zum Rentner, zu erzielen.

1.2 Projektidee

Es soll eine Kombination aus Eingabegerät und Darstellung geschaffen werden, die sich grob an der Bewegung von Spielzeug-Autos auf einem, mit einer abstrakten Stadt und ihrer Verkehrsinfrastruktur bedruckten Teppich orientiert. Gleichzeitig soll maßstabsgetreu die Bewegung der Fahrzeuge aufgenommen und in ihre entsprechende CO2 Emmission übersetzt werden. Die so anfallende Belastung für die Umwelt wollen wir auf einem Display optisch ansprechend aufbereiten und mit anschaulichen, zusätzlichen Informationen zusammen bringen. Hierdurch sollen die Konsequenzen des eigenen Handelns verdeutlicht werden, und so einem Nutzer näher gebracht werden können, als es durch das Auflisten von Statistiken oder Ähnlichem möglich wäre.

2 Konzept

Im Folgenden soll nun umrissen werden, wie wir unsere in 1.2 formulierte Idee realisieren wollen.

Als Kontaktpunkt des Nutzers mit dem System sehen wir ein oder mehrere der erwähnten Fahrzeuge. Diese sollen händisch bewegt werden. Im Gegensatz hierzu stünde eine Umsetzung, in der die Fahrzeuge zum Beispiel mit Hilfe einer App fern gesteuert werden können. Hiervon erhoffen wir uns zum Einen eine einfachere, vor allem aber auch kostengünstigere Umsetzung und zum Anderen ein intuitiveres Bedienerlebnis

Um hierauf aufzubauen und den thematischen Schwerpunkt des Klimapakt Flensburg aufzugreifen, soll die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, anstelle eines generischen Teppichs eine maßstabsgetreue Darstellung der Flensburger Innenstadt sowie eventuell des Umlands zu verwenden. Auf diesem Wege wäre es weiter möglich, die Konsequenzen auch kleinerer Fahrten zu verdeutlichen.

Die Darstellung mittels des Displays könnte neben rohen Zahlen weiter um eine Repräsentation der Emissionen in weniger abstrakter Form, wie eine Menge an bestimmten Lebensmitteln, deren Produktion und Transport gleiche Werte verursachen, ergänzt werden. Weiter könnte das Display um eine zusätzliche Luftpumpe ergänzt werden, welche Ballons entsprechend der Emissionen aufpumpt.

2.1 Umsetzung

Um unsere Anforderungen an die Fahrzeuge erfüllen zu können, wurde einerseits evaluiert, fertige Spielzeugautos zu erwerben und um die elektronischen Komponenten zu erweitern, die zur Messung der zurück gelegten Distanz und der Kommunikation benötigt werden. Allerdings hätte sich vorab nicht klar genug sagen lassen können, ob der für diese Erweiterungen erforderliche vorhanden ist, oder sich schaffen lässt, ohne das Auto seiner Funktion zu berauben. Andererseits sahen wir die Option, die Fahrzeuge von Grund auf selbst herzustellen. Auf diese Weise kann sicher gestellt werden, dass genug Platz für die erforderliche Technik vorhanden ist.

An dieser Stelle entsteht ein Konflikt zwischen dem Platzbedarf der zu ermittelnden Komponenten und den von uns gewünschten Dimensionen der Fahrzeuge.

Weiter sollen die Fahrzeuge in einer Form geschaffen werden, die es erlaubt, ohne weitere Konfiguration "los zu fahren", sobald eine initiale Konfiguration von uns durchgeführt und die Stromversorgung hergestellt ist. Die Stromversorgung der Fahrzeuge soll mit Hilfe von Akkus umgesetzt werden, damit keine Kabel etwaiger Netzteile bei den Bewegungen der Fahrzeuge berücksichtigt werden müssen oder diese gar behindern.

Ein Verzicht auf Kabel soll auch in der Kommunikation der Fahrzeuge mit der Steuerung der Darstellung gewahrt bleiben. Hierdurch entsteht die Anforderung beide Seiten des Systems mit solchen Bauteilen auszustatten, die eine drahtlose Kommunikation erlauben. Die erforderlichen Komponenten sollen so gewählt und installiert werden, dass eine Wartung ohne unverhältnismäßigen Aufwand möglich ist. Weiter soll durch die Durchführung der Montage gewährleistet werden, dass kostspieligere Bauteile entfernt und anderweitig erneut eingesetzt werden können.

3 Komponenten

hello from components

3.1 Hardware

Das Projekt besteht aus zwei Teilen, den Fahrzeugen und der Visualisierung, für welche die benötigte Hardware in diesem Kapitel vorgestellt wird. Die vorgestellten Komponenten beziehen sich dabei auf das Konzept und ändern sich im Verlauf des Projektes.

3.1.1 Fahrzeuge

Die Hardware für die Fahrzeuge wird mit folgenden Anforderungen ausgewählt: Das Fahrzeug soll klein und kompakt sein, sodass auch kleine Kinder mit diesem spielen können. Die Elektronik des Fahrzeugs soll über einen wiederaufladbaren Akku betrieben werden. Somit ist kein ständiger Batteriewechsel nötig und es behindern keine Kabel das Spielvergnügen. Das Fahrzeug soll die gefahrene Distanz selbstständig erfassen können und hierfür keine externe Hardware, wie zum Beispiel Kameras, benötigen. Der Aufbau soll unkompliziert und schnell sein. Insgesamt soll der Prototyp eine Plug&Play Erfahrung bieten.

Dies Basis für die Fahrzeuge sollen Microcontroller sein. Diese benötigen sehr wenig Strom und ermöglichen so ein längeres Spielvergnügen. Für die Fahrzeuge soll der Arduino MKR Wifi 1010 verwendet werden. Dieser ist ca. 62mm lang und 25mm breit und somit bedeutend kleiner als der Arduino Uno. Zusätzlich ist der Arduino besonders für IoT Projekte geeignet, da ein Low Power Prozessor (SAMR21) verwendet wird. Das Board besitzt zudem eine integrierte Ladeschaltung und einen Anschluss für einen Lithium polymer Akku. Hierfür wird ein Modell mit einer Kapazität von 1000mAh verwendet, welcher einen Kompromiss zwischen Größe des Akkus und dem Formfaktor bietet. Des weiteren besitzt der verwendete Arduino ein integriertes Wifi Modul, welches zu späteren Kommunikation mit der Visualisierung verwendet wird.

Neben dem Microcontroller wird jedes Fahrzeug mit ein paar Magneten und einem Hall Sensor ausgestattet. Der Hall Sensor gibt ein Signal an den Arduino, wenn ein Magnet sich in dessen Nähe befindet. Diese werden später zur Erkennung von Radumdrehungen verwendet. Zuletzt werden zwei LEDs mit den dazugehörigen Widerständen als Scheinwerfer verwendet.

3.1.2 Visualisierung

3.2 Software

3.2.1 Modellierung und Slicing

Um die für die Herstellung der Fahrzeuge mit Hilfe von 3D-Druck benötigten Modelle anfertigen zu können, war es erforderlich eine geeignete Software zur Modellierung

auszuwählen.

Zweierlei Lösungen wurden hierfür in Betracht gezogen. Zum Einen *Blender*, da das nach eingangs erfolgter Recherche erforderliche Dateiformat *stl* nativ unterstützt wird und derartig weit verbreitete Open Source Lösungen oft eine entsprechend große Community vorweisen können. Zum Anderen *SketchUp*, welches zwar nur mit verringertem Funktionsumfang frei verfügbar ist, aber besonders durch seine einfache Bedienung überzeugen kann.

Die Wahl fiel darauf, zunächst erste Gehversuche mit *Blender* zu unternehmen und im Fall größerer Schwierigkeiten in der Bedienung auf *SketchUp* zurück zu greifen, da mit dieser Software bereits Erfahrungen gesammelt wurden. Die Unterstützung für das *stl* Format muss in diesem Fall jedoch über Erweiterungen sichergestellt werden.

Zur Vorbereitung etwaiger Modelle für den Druck war es weiter nötig eine geeignete Software für den *Slicing*-Vorgang zu finden. Nach erfolgter Recherche und auf Anraten des *FabLab* der Hochschule Flensburg fiel die Wahl auf *Cura*. Neben einfacher Handhabung überzeugt *Cura* durch die Unterstützung der zur Durchführung des Projekts verfügbaren Drucker und dem *stl*-Format.

3.2.2 Entwicklungsumgebung

3.3 Werkzeuge

hello from tools

4 1. Design-Iteration

4.1 Fahrzeuge

Vor Beginn erster Modellierungsarbeiten wurden zunächst bemaßte Skizzen, zu sehen in Abbildung 1, angefertigt. Hierdurch war es möglich den ermittelten Platzbedarf der Hardware Komponenten abzuschätzen und einen ersten Eindruck der Dimensionen der Fahrzeuge zu erhalten.

die untere, als auch die obere Hälfte wurde nun eine rechteckige Aussparung eingearbeitet, die der Skizze entsprechend ausreichend Platz bietet. Hierbei galt es zu beachten Änderungen an den Dimensionen der einen Hälfte präzise auf die andere anzuwenden. Die hier beschriebenen Arbeitsschritte sind in den Abbildungen 2 und 3 zu sehen.

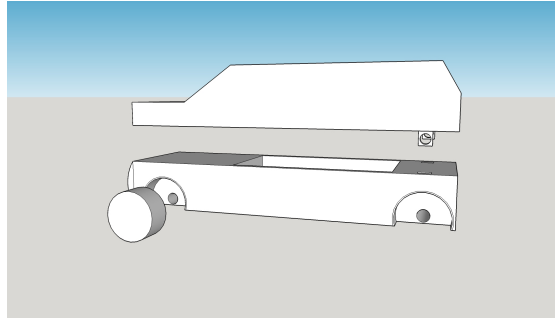


Figure 2: Seitenansicht des ersten Modells

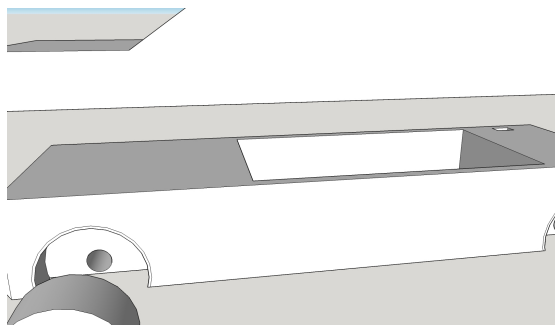


Figure 3: Aussparung im ersten Modell

Abbildung 2 zeigt weiter einen ersten Ansatz um beide Fahrzeughälften miteinander verbinden und so fixieren zu können. In der unteren Hälfte werden Aussparungen vorgesehen in die entsprechende Elemente der oberen eingelassen werden können. Diese zeichnen sich durch eine ösenartige Form aus. Somit ist es möglich entsprechend bemessene Bolzen durch beide Hälften zur gleichen Zeit zu führen, um diese zu fixieren.

Um zu gewährleisten, dass die aus der Skizze übernommenen Maße zufriedenstellend sind, wurde an dieser Stelle mit einem ersten Druck begonnen. Die in *Cura* verwendeten Einstellungen wurden unter Anleitung des *FabLab* Personals an den jeweiligen Drucker angepasst. Abbildung 4 zeigt das Ergebnis dieses Drucks.

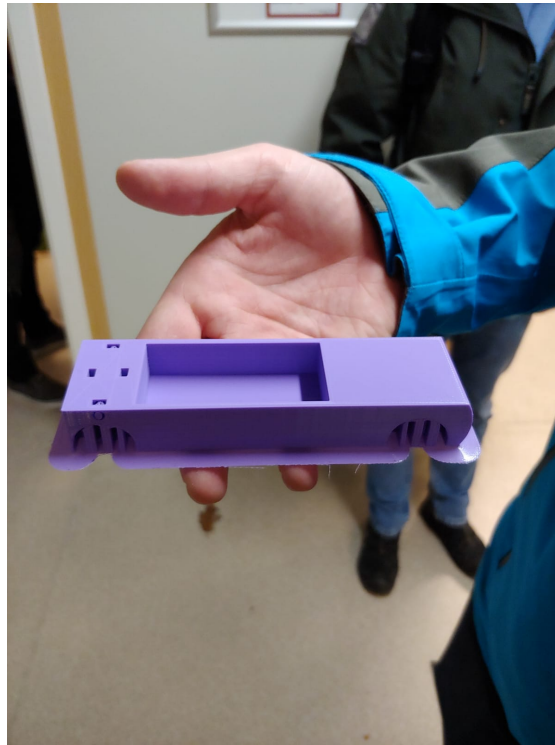


Figure 4: Druck des ersten Modells

4.2 Hardware

4.3 Software

4.4 Darstellung

Da bereits vor der ersten Materialbestellung deutlich wurde, dass geeignete Displays den finanziellen Rahmen des Projekts sprengen würden, wurden Konzepte für alternative Formen der Visualisierung erarbeitet.

Obwohl die Machbarkeit zu diesem frühen Zeitpunkt der Durchführung nicht abschließend geklärt werden konnte, fiel die Wahl auf eine abstraktere Art der Darstellung in Form eines Baums mit beweglichen Ästen.

Bei zunehmenden Emissionen sollen diese Äste nun mit Hilfe von Servomotoren abgesenkt und gleichermaßen nach einer Zeit wieder angehoben werden können. Um das so entstehende Bild weiter ausprägen zu können, soll der gesamte Baum in einer Kiste montiert werden, welche in ihrem inneren mit LEDs umrandet ist. Diese sollen, abhängig von der Position der Äste, ihre Farbe von grün zu rot wechseln. Abbildung 5 zeigt eine frühe Konzeptskizze der Umsetzung dieses Baums.

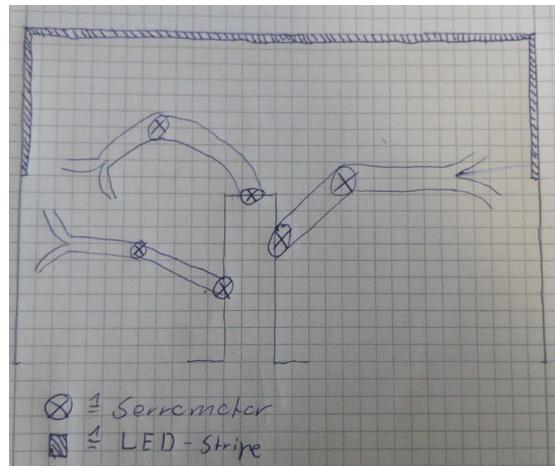


Figure 5: Erste Skizze des neuen Visualisierungskonzepts

4.5 Ergebnis

Obwohl die in 4.1 gezeigte Skizze die Dimensionen der zu installierenden Komponenten genau berücksichtigte, war der im Inneren des Fahrzeugs vorgesehene Platz nicht ausreichend bemessen. Zu sehen ist diese Abweichung in Abbildung 6. Der Grund hierfür war, dass die Spezifikationen des gewählten Akkus nicht berücksichtigten, dass der Akku selbst zusätzlich in einer schützenden Hülle verpackt ist.

Um diese Hülle nicht entfernen zu müssen, wurde es also erforderlich, die Maße der Aussparung im Inneren des Fahrzeugs anzupassen. Dadurch ergab sich weiter der Bedarf diesen Zuwachs auch auf die Außenmaße anzuwenden.

Außerdem wurde deutlich, dass das beispielsweise für die Radkästen benötigte Stützmaterial auch in den Hohlräumen der Befestigungsvorrichtung eingesetzt wurde. Cura verfügt nicht über die Option Stützmaterial nur punktuell einzusetzen. Es wird entweder an jeder ermittelten Stelle verwendet oder an keiner.



Figure 6: Abweichende Maße des Akkus durch Hülle

Durch die Wahl einer abstrakteren Art der Darstellung für die anfallenden Emissionen hätte der persönliche Bezug zu diesen, durch die Bewegung der Fahrzeuge auf der in 2 zur Sprache gekommenen Unterlage, seine Wirkung verlieren können. Obwohl also durch die Umsetzung mit Hall Sensoren eine recht präzise Messung der zurückgelegten Distanz möglich gewesen wäre, fiel an dieser Stelle die Entscheidung auf jedwede Art von Untergrund für die Fahrzeuge zu verzichten.

5 2. Design-Iteration

5.1 Fahrzeuge

Um die in 4.5 identifizierten Probleme hinsichtlich des Platzbedarfs zu lösen, wurden die Maße des Fahrzeugs angepasst. Da der erste Eindruck der Beschaffenheit des in Abbildung 4 gezeigten Drucks hinsichtlich seiner Stabilität die anfänglichen Erwartungen übertroffen hat, wurden zunächst die zu den Seiten des Fahrzeugs gelegenen Außenwände der Aussparung in ihrer Stärke halbiert. Weiter wurde das gesamte Modell in der Länge erweitert, und der Hohlraum im Fahrzeug so weit wie möglich in diese Richtung vergrößert. Hierdurch soll zukünftigen Platz-Engpässen vorgebeugt werden.

An dieser Stelle wurde ein weiterer Druck durchgeführt, um das Zusammenspiel mit Reifen und Befestigung zu prüfen. Hierbei wurden alle Einzelteile für den Druck in einem einzigen Drucker arrangiert.

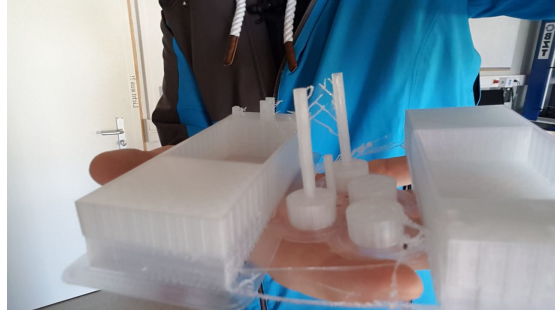


Figure 7: Alle Komponenten eines Fahrzeugs aus einem Druck

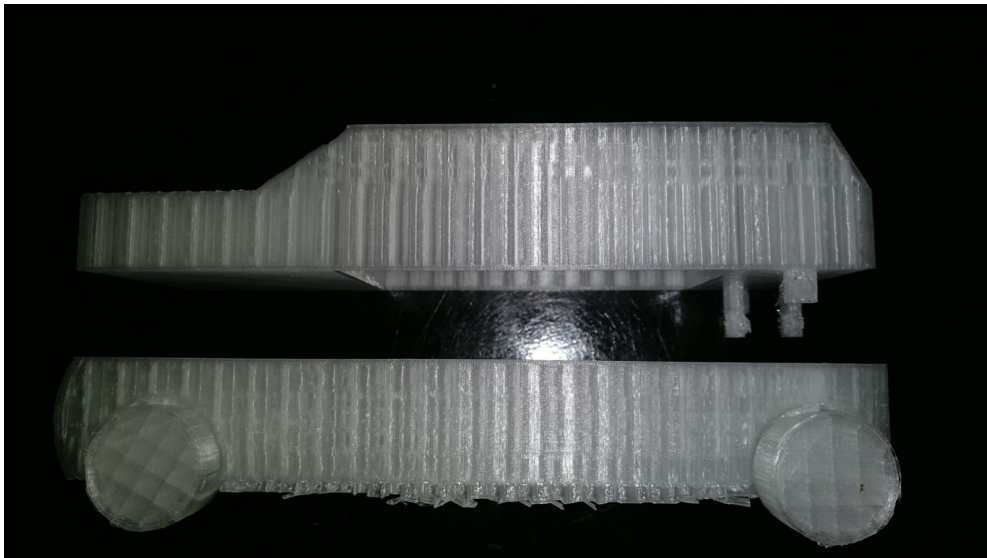


Figure 8: Fahrzeughälften mit montierten Rädern

Während Abbildung 7 das Ergebnis dieses Drucks zeigt, vermittelt Abbildung 8 einen Eindruck von Form und Dimensionen des fertigen Produkts.

5.2 Hardware

5.3 Software

5.4 Darstellung

Die, während 4.4 erdachte, Umsetzung einer abstrakteren Darstellungsweise wurde in diesem Arbeitsschritt hinsichtlich ihrer Umsetzung vorangetrieben.

Anhand eines ersten Papierprototypen, zu sehen in Abbildung 9, wurde begonnen, das bereits bei der Herstellung der Fahrzeugprototypen gewonnene Wissen auf die Schaffung eines druckfähigen Baummodells anzuwenden.



Figure 9: Papierprototyp des Baums

Mit den Maßen der Servomotoren als Referenz wurde mit den Modellierungsarbeiten begonnen. Eben diese Maße führten jedoch dazu, dass die geplante Umsetzung des

Baums zu verhältnismäßig dicken Ästen führt. Die daraus resultierenden Dimensionen, insbesondere in die Tiefe, zeigt Abbildung 10.

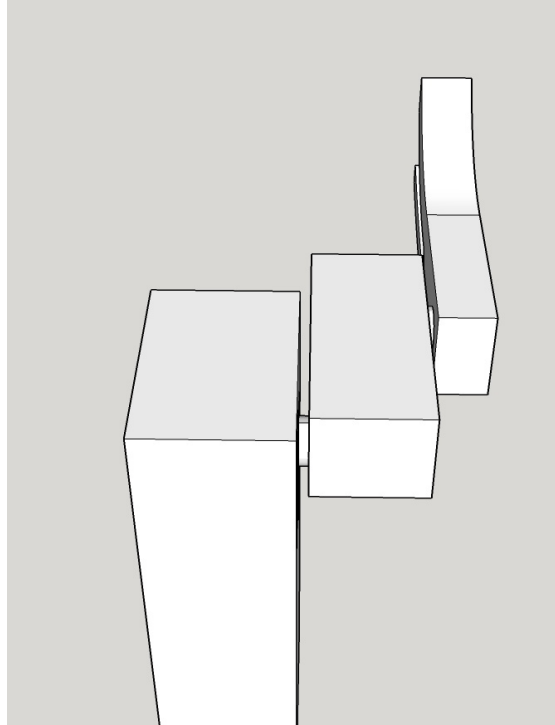


Figure 10: Dimensionen des Baummodells

5.5 Ergebnis

Während das in 4 zum Vorschein gekommene Problem des Platzmangels im Fahrzeuginneren gelöst werden konnte, wurde deutlich, dass es nicht möglich ist, wie in 5.1 beschrieben, alle Komponenten in einem Druckvorgang herzustellen. Obwohl die beiden Hälften des Fahrzeugs mit einer Füllmaterialdichte von 30% eine ausreichende Stabilität erreichen, ist dies bei den Achsen und Bolzen zur Befestigung nicht der Fall. Bereits bei der zweiten Montage sind die an den Rädern befindlichen Achsen, wie in Abbildung 11 gezeigt, gebrochen.

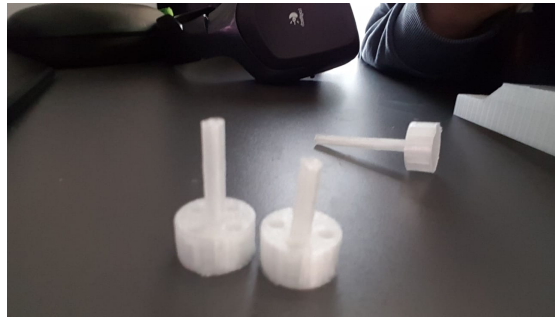


Figure 11: Achsbruch durch Mangel an Füllmaterial

Darüber hinaus konnte auch das Problem des Stützmaterials in eigentlich dringend benötigten Hohlräumen zur Befestigung noch nicht behoben werden. Auch die in 5.4 beschriebene Lösung zur Darstellung der Verschmutzung ist in dieser Form noch nicht zufriedenstellend.

6 3. Design-Iteration

6.1 Fahrzeuge

6.2 Hardware

6.3 Software

6.4 Darstellung

6.5 Ergebnis

7 4. Design-Iteration

7.1 Fahrzeuge

7.2 Hardware

7.3 Software

7.4 Darstellung

7.5 Ergebnis

8 Ergebnis

Hello from result

9 Ausblick

hello from outlook