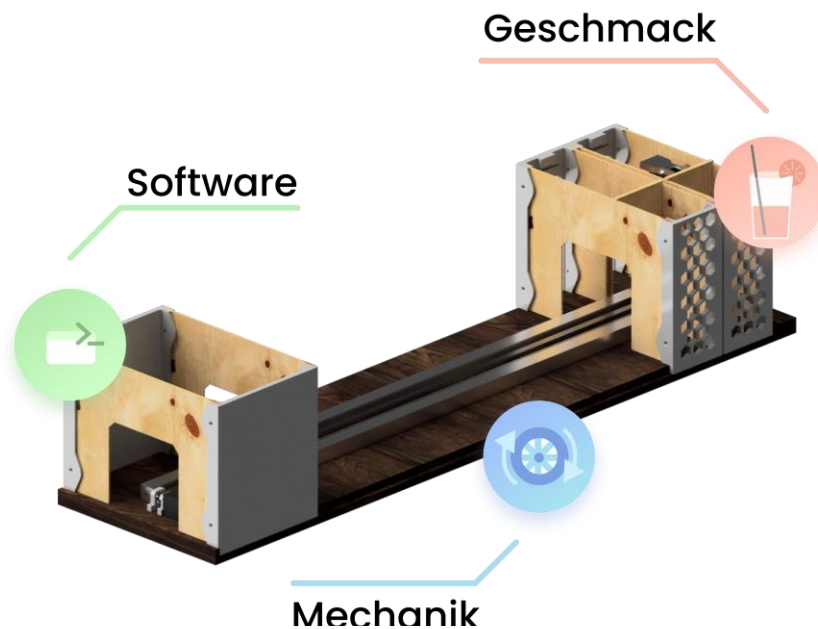


Projektbericht zu:

Cocktailmaker - JuRobotics

Jugend forscht 2023 – Fachgebiet Technik
Baden-Württemberg



Ein Projekt von
Luca Neuner (17 Jahre, 21.03.2005)
(Gruppensprecher)
Hamza Huber (18 Jahre, 26.12.2004)
Erik Schürch (18 Jahre, 16.12.2004)

Berichtautor: Luca Neuner
lucaneuner441@gmail.com
Wiesloch, den 14. Januar 2023

Inhalt

1	Projektbeginn	1
2	Analyse bestehender Projekte	1
2.1	Hygiene.....	1
2.2	Anpassungsfähigkeit.....	1
3	Planung und Konstruktion (Gedankenprozess).....	2
3.1	Führungsschiene und Antrieb	2
3.2	Grundaufbau der Module.....	2
3.3	Funktionen der Module.....	3
4	Umsetzung.....	4
4.1	3D-Modellierung:	4
4.2	Bau.....	5
4.2.1	Holz.....	5
4.2.2	3D Druck	5
4.2.3	Elektrotechnik & Technische Informatik	7
5	Software	8
5.1	Schritt 0: Konfiguration	8
5.2	Schritt 1: Bestellung wird aufgegeben	8
5.3	Schritt 2: Verarbeitung der Bestellung.....	9
5.4	Schritt 3: Fahrplan wird an Controller gesendet	9
5.5	Schritt 4: Fahrplan wird abgearbeitet	10
5.6	Verwendete Frameworks, Technologien	10
6	Was macht unseren Cocktailmaker so besonders?.....	11
7	Ausblick in die Zukunft	11
8	Erklärung	11
9	Danksagung.....	12
10	Partner.....	12

1 Projektbeginn

Den Cocktailmaker haben wir zu dritt vollständig geplant, konstruiert und schließlich umgesetzt. Hierbei mussten wir uns in für uns bis dahin vollkommen neue Bereiche einarbeiten, wie beispielsweise das CAD-Konstruieren und das modulare Designen von Soft- und Hardware.

Leider leben wir in unterschiedlichen Städten, so dass sich die Zusammenarbeit aufgrund der räumlichen Trennung schwierig gestaltet. Dennoch haben wir es durch gute Organisation und viel Einsatz geschafft, uns zusammen zu finden und mit viel Freude an unserem Projekt zu arbeiten.

Wir haben versucht, die komplette Soft- und Hardware ohne ständige Zwischentests lediglich anhand unserer Pläne und Vorgaben zu bauen. Den finalen Zusammenbau hatten wir auf den Science Days 2022 durchgeführt. In diesem Rahmen haben wir alle Komponenten zusammengesetzt und getestet und konnten Erfolg verzeichnen. Inzwischen sind wir dabei unseren Prototypen auf verschiedenen Events zu Testen.

Wir freuen uns Ihnen unser Projekt im nachfolgenden Bericht vorstellen zu können.

2 Analyse bestehender Projekte

In unserem Projekt haben wir uns zunächst intensiv mit der Idee eines Cocktailmakers auseinandergesetzt und dabei auch andere Projekte, wie den Cocktailmaker der Hochschule Karlsruhe (HKA), betrachtet. Dieser ist ein vollautomatisierter Cocktailmixer, der mit Hilfe von Dosierpumpen über Silikonschläuche die verschiedenen Flüssigkeiten zu einem Cocktail mischt. Wir waren zu Besuch bei der HKA und haben uns ihren Cocktailmaker vor Ort angeschaut. Abgesehen von der professionellen Umsetzung des Geräts, sind wir auf Designentscheidungen gestoßen, die wir nicht gut fanden. Nachfolgend unsere Kritikpunkte und was diese für unser Projekt bedeuten.

2.1 Hygiene

Ein Problem, das wir bei diesem Konzept gesehen haben, ist, dass die Flüssigkeiten in Kontakt mit den Silikonschläuchen kommen und sich die Schläuche im Laufe der Zeit verfärben, unhygienisch aussehen und es unnötig viel Kontaktfläche zwischen dem Getränk und der Maschine gibt. Diese große Kontaktfläche sorgt für einen großen Putzaufwand und viel Fläche, auf der sich Bakterien ansiedeln können. Aus diesem Grund haben wir uns entschieden, eine andere Lösung für den Transport der Flüssigkeiten zu entwickeln, die hygienischer ist. Somit war der Fokus auf die Hygiene eine unserer ersten Vorgaben für das gesamte Projekt.

2.2 Anpassungsfähigkeit

Bei unserer Recherche nach anderen Cocktailmakern stellten wir ebenso fest, dass viele dieser Geräte statisch aufgebaut sind. Sie haben z.B. eine feste Anzahl an Flaschen im System oder sind ausschließlich mit einer Bechergröße kompatibel.

Diese Systeme bieten somit keine Möglichkeit, ihre Funktionalität zu erweitern oder anzupassen. Wir denken, dass ein Cocktailmaker flexibel sein sollte. Genauso wie jedes Fest, Restaurant oder Bar ein anderes Angebot und unterschiedliche Ansprüche hat. Manche müssen viele verschiedene Getränke mischen können. Andere haben evtl. weniger Auswahl, dafür muss der Cocktail hingegen mit Eis befüllt oder mit Beeren garniert werden.

Daraus ergab sich die zweite Voraussetzung, die wir an uns selbst gestellt haben: Die Fähigkeiten des Cocktailmakers sollen anpassbar sein.

3 Planung und Konstruktion (Gedankenprozess)

Nachdem wir erste Anforderungen an unseren Cocktailmaker festgelegt hatten, begannen wir mit der Planung des Konzeptes. Wir haben in der Gruppe verschiedene Ideen besprochen und diese zu unserem ersten Konzept (siehe Skizze) zusammengeführt. Dabei war die Idee eine Art Förderband (hellblau markiert) zu verwenden, welches einen Becher transportiert. Die blaue Box auf der linken Seite war als Technikhaus gedacht, in dem die Elektronik sitzen sollte. Die „Blöcke“, die oberhalb des Förderbandes platziert sind, waren Prototypen für Module. Die Grundidee ist, dass über das Grün markierte Loch die Flüssigkeit in den Becher gelangt. Die Technik zum Dosieren der Flüssigkeiten soll sich im Kasten dahinter befinden. Diese Module werden dann in Löcher eingesteckt, die sich in einem festen Abstand befinden.

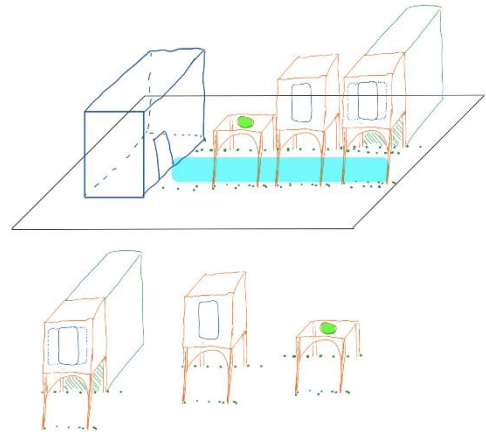


Abbildung 2-1 Erste Entwürfe

Was wir uns bei den Komponenten des ersten Konzepts genau gedacht haben und wie sich unsere Ideen entwickelt haben, wird nachfolgend beschrieben.

3.1 Führungsschiene und Antrieb

Unsere Grundplatte besteht aus einer Siebdruckplatte aus Holz. Wir haben uns für dieses Material entschieden, da es beschichtet ist und sich somit leicht reinigen lässt. Auf dieser Siebdruckplatte sind zwei Aluminiumprofile parallel zueinander in einem Abstand von ca. 15 cm angebracht. An diesen Aluminiumprofilen ist der Becherhalter befestigt. Dieser ist, wie man es von 3D-Druckern kennt, mit Rädern in die Vertiefung der Aluprofile eingespannt. An die Unterseite des Becherhalters ist ein Riemen befestigt. Dieser Riemen wird von einem Schrittmotor angetrieben und auf der anderen Seite durch eine Umlenkrolle umgelenkt. So ist es uns möglich den Becherhalter auf der Schiene linear und mit hoher Genauigkeit hin und her zu bewegen.



Abbildung 3-2 - Aluprofil als Schiene für den Becherhalter

3.2 Grundaufbau der Module

Wir haben uns überlegt, wie wir den Cocktailmaker anpassungsfähiger machen können. Dazu haben wir beschlossen, das System modular zu gestalten. Das bedeutet, dass das Grundgerüst aus Schiene und Becher lediglich die Grundlage liefert, während die tatsächlichen Funktionen in sogenannten Modulen untergebracht sind. Diese Module ermöglichen es, Flüssigkeiten zu dosieren, feste Zutaten hinzuzufügen oder das Getränk zu mischen. Auf diese Weise kann unser System schnell an neue Anforderungen angepasst werden, defekte Module können einfach ausgetauscht werden und es ist beliebig erweiterbar.

In der ersten Version eines Moduls haben wir noch keine richtige Vorstellung von der genauen Umsetzung gehabt. Wie man auf der Skizze (Abbildung 2-1) sehen kann, wollten wir die Technik größtenteils

hinter der Schiene platzieren. Die Schiene war ganz vorne an der Platte. Bei dieser ersten Idee wären wir in die Situation gekommen, dass wir einen Weg gebraucht hätten die z.B. Flüssigkeiten von der Technik hinter der Schiene nach vorne, zu der Schiene zu Transportieren. Dann hätten wir Schläuche oder sonstige Hilfsmittel benutzen müssen. Dies hätte gegen unser Grundprinzip der Hygiene verstößt. Daher haben wir uns dazu entschieden die Technik über der Schiene zu platzieren und die Schiene eher Richtung Mitte der Grundplatte anzubringen. Allgemein wurde so Platz eingespart und wir konnten die Tiefe des Cocktailmakers, im Vergleich zu unserem ersten Konzept, deutlich reduzieren. Wie ein Modul aufgebaut ist, sieht man in Abbildung (Abbildung 4-2) am Beispiel eines Moduls zum Dosieren von Flüssigkeiten.

Anfangs war geplant die Module in feste Löcher der Grundplatte einzustecken. Die Module würden so fest verankert und stabil in der Grundplatte sitzen. Zudem wäre es durch das Loch in der Platte möglich gewesen Kabel unter der Platte entlang zu führen. Dieses Konzept hätte allerdings ein Problem aufgeworfen: Die Platzierung der Module ist nicht frei möglich, somit muss es auch eine festgelegte Modulbreite geben. Dann wäre nur diese Breite oder Vielfache der Breite möglich. Dadurch könnte man Module nie Passgenau auf die benötigte Breite bauen, sondern müsste immer zum nächstmöglichen Vielfachen des Standardabstandes aufrunden, was viel Platz verschwendet hätte, den man auch für weitere Module nutzen könnte. Zum lösen dieses Problems sind wir auf die Idee gekommen, statt Löchern eine in der Grundplatte eingesenkte Aussparung zu realisieren, in die die

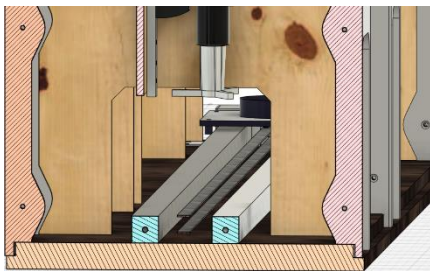


Abbildung 3-3

Module geklämmt werden können. Im linken Bild (Abbildung 3-3) kann man dieses einstecken des Moduls in die Aussparung in einem Querschnitt erkennen. Die Aussparung befindet sich ganz unten am Rand der Grundplatte, was wiederum einen Vorteil zu unserem ersten Konzept bietet. Dort wäre durch die Löcher Platz außerhalb der Module übrig geblieben, der nicht nutzbar wäre. Da die Befestigung nun ganz außen platziert ist, gewinnen wir diesen Platz in Form einer Reduzierung der Tiefe des Geräts.

Auf dem Bild auf der rechten Seite erkennt man wie die Platzierung der Module auf der Grundplatte realisiert wird. Sie werden einfach eingesetzt. Wir hatten anfangs bedenken, ob die Module dadurch ausreichend befestigt sind. Deshalb haben wir die Abstände so bemessen, dass das Modul millimetergenau in die Aussparung passt. So entsteht Haftreibung, da die Module die Grundplatte etwas einklemmen. Zudem haben reale Tests gezeigt, dass durch das Gewicht der Flasche genug Druck nach unten herrscht, welcher den Halt zusätzlich verstärkt.



Abbildung 3-4

3.3 Funktionen der Module

Wie bereits erwähnt, sollen die Module die Funktionen des Cocktailmakers realisieren. Für unseren ersten Prototypen haben wir uns auf die Kernfunktionalität konzentriert: das Mischen der Flüssigkeiten. Später werden wir weitere Module entwickeln, um weitere Funktionen hinzuzufügen, wie bspw. Das Mischen des Getänks oder das zugeben fester Zutaten. Es war uns jedoch erstmal



Abbildung 3-5

wichtig, einen ersten Machbarkeitsnachweis zu erhalten. Aus diesem Grund haben wir uns für das Modul zum Dosieren entschieden. Um unseren Anspruch an Hygiene zu erfüllen sind wir auf die Idee gekommen, Dosierer zu verwenden, wie sie in der Gastronomie üblich sind. Wir haben uns für den Dosierer der Marke Beaumont entschieden, da diese Dosierer einen breiten Druckbereich haben und das Dosieren von unten ausgelöst werden kann. Auf diese Dosierer kann eine Flasche, mit der Öffnung nach unten, aufgesteckt werden. Der Dosierer befindet sich genau über der Transportschnecke des Bechers. Dadurch gelangt die Flüssigkeit direkt aus der Flasche, über den Dosierer in den Becher. So kommt es zu keiner unnötigen Möglichkeit der Verschmutzung. Um den Dosierer auszulösen muss das untere Stück ca. 3 cm nach oben gedrückt werden. In der nachfolgenden Infografik wird deutlich gemacht, wie wir das Hochdrücken mechanisch realisiert haben.

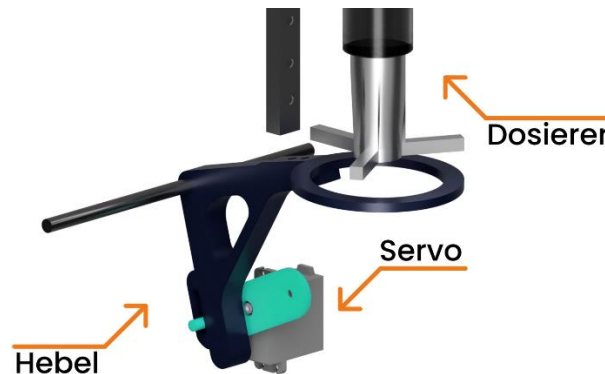


Abbildung 3-6

Der hellblaue Aufsatz auf dem Servo dreht sich und bewegt den hellblauen Bolzen durch eine Schiene in dem dunkelblauen Hebel. Der Hebel ist beweglich an einer festen Achse befestigt. Die Rotation des Servos wird dadurch in eine aufwärtsbewegung umgewandelt. Der Hebel drückt dann gegen den Dosierer und löst diesen aus. Durch den Hebel erzielen wir eine Kraftverstärkung des Servos und machen die Kreisbewegung nutzbar, indem sie in eine Bewegung nach oben übersetzt wird.

4 Umsetzung

4.1 3D-Modellierung:

Unseren Gedankenprozess hat stetig die genaue Planung der technischen Umsetzung begleitet. Dafür haben wir uns in die Software „Fusion 360“ eingearbeitet, um 3D-Modelle zu erstellen. Zu Beginn des Projekts hatten wir keine Kenntnisse im Bereich der 3D-Modellierung oder dem 3D-Druck. Unsere Modelle wurden über die Zeit aber so gut, dass wir die Modelle als sichere Grundlage unserer Konstruktionen nutzen konnten und in der Bauphase einen gut durchdachten Plan hatten. Viele Modellierungen haben wir durch 3D-Druck Wirklichkeit werden lassen. Beispielhaft für diese Art der Konstruktion und Planung möchten wir das Modell für ein Modul zur Dosierung zeigen:

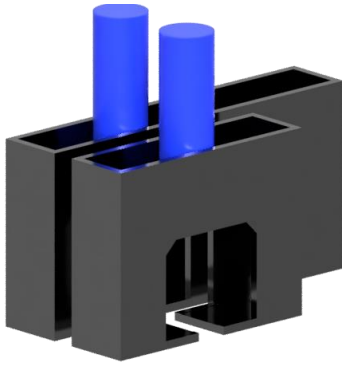


Abbildung 4-3



Abbildung 4-1 Fertiges 3D Model eines



Abbildung 4-2

Was als grobes Konzept begann (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**Abbildung STYLERE 1 \s 4-4) wurde nach und nach immer detaillierter, bis schlussendlich eine produktionsfertige Version des Modells geschafft war (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Abbildung 4-2).

Durch unser genaues 3D-Modell haben wir die Möglichkeit in der späteren Produktion des Cocktailmachers Teile mithilfe von CNC-Fräsmaschinen, Lasercuttern oder Plasmaschneidern schneller und genauer herzustellen. Diese Maschinen ermöglichen eine präzisere Fertigung der Teile und können die Produktionszeit deutlich verkürzen. Für den ersten Prototypen haben wir uns jedoch für die klassischen Holzbearbeitungsmethoden entschieden, da es um einen ersten Machbarkeitsnachweis ging. Dennoch haben wir uns die Möglichkeiten offen gelassen und sind aktuell im Prozess den Umgang mit Lasercuttern und CNC-Fräsen zu erlernen. Erste Versuche mit diesen Methoden zu arbeiten sind bereits konkret geplant.

4.2 Bau

Als unsere Gedanken sortiert, Modelle erstellt und die Funktionsweise durchdacht war, haben wir mit dem Bau begonnen. Durch die sorgfältige Planung konnten wir gut abschätzen wie viel von welchem Material wir brauchen. Dadurch mussten wir kaum Material entsorgen, das übriggeblieben ist oder nicht gepasst hat. Nachfolgend gehen wir auf die verwendeten Fertigungsmethoden ein.

4.2.1 Holz

Für unseren ersten Prototypen haben wir uns entschieden, Holz als Hauptwerkstoff zu verwenden, da es leicht zu bearbeiten ist und uns Standardmethoden der Holzbearbeitung zur Verfügung stehen. Verwendet haben wir beispielsweise die folgenden Methoden: Sägen, Feilen, die Verwendung einer Kreissäge, Stichsäge und eines Dremel-Werkzeugs.

Aus Holz haben wir die Grundplatte, die Seitenwände der Module und die Halterung des Dosierers gefertigt.

4.2.2 3D Druck

Die Technik des 3D-Drucks hat in unserem Projekt eine große Rolle gespielt. Durch die Verwendung dieser Technik konnten wir schnell und einfach Ideen umsetzen und komplexe Formen Millimetergenau herstellen. Wir haben, um Teile für den Cocktailmaker zu fertigen, sogar einen eigenen 3D-Drucker gebaut (Dieser Selbstbau wäre wahrscheinlich genug Inhalt für einen eigenen Projektbericht). Als Druckmaterial haben wir PLA verwendet, da es eine hohe Festigkeit bietet, günstig und leicht druckbar ist und keine giftigen Stoffe abgibt.

Genauso wie mit der 3D-Modellierung wussten wir zu Beginn des Projektes nicht wie man mit 3D-Druckern arbeitet. Wir haben uns von Grund auf an die Technologie herangetastet und den Umgang mit ihr gelernt. Über unseren Lernprozess hinweg sind wir auf Probleme und Limitationen gestoßen.

Ein Beispiel hierfür ist das Drucken der Rückseite eines Moduls (siehe Abbildung 4-9). Uns steht ein Ultimaker 5 zum Drucken der Teile bereit. Dieser Drucker bietet eine sehr hohe Zuverlässigkeit. Allerdings ist die Rückseite eines Moduls mit 30 cm Höhe zu groß, um in diesem Drucker gedruckt werden zu können. Daher mussten wir auf einen anderen Drucker ausweichen. Wir haben es also mit einem

Ender 5 Pro versucht. Die Druckfläche dieses Druckers ist groß genug, allerdings arbeitet er nicht so zuverlässig wie der Ultimaker. Leider kam es beim Versuch die Teile mit dem Ender 3 Pro zu drucken immer wieder zu Problemen. Nach der Hälfte des Drucks ist meist sogenanntes „layer shifting“ () aufgetreten. Dabei wird eine Schicht des Drucks unvorhergesehen verschoben, wodurch das Druckergebnis unbrauchbar wird. Des Weiteren kam es oft dazu, dass sich der Druck von der Druckplatte gelöst hat, wodurch er ebenfalls nutzlos wurde. Wir haben durch Anpassungen der Druckeinstellungen versucht diese Probleme zu lösen. Beispielsweise haben wir versucht die

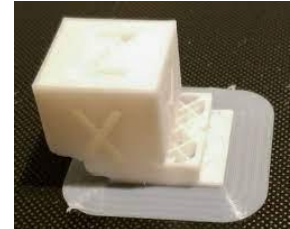


Abbildung 4-7 - Beispiel Layer Shifting

Temperatur des Druckbetts zu erhöhen und den Drucker in einen Schrank zu bauen, damit die Umgebungstemperatur höher bleibt. Das ist eine Methode, um unter anderem zu verhindern, dass sich der



Abbildung 4-6 - Zerstörter Ender 5 Plus

Druck von der Grundplatte löst. Da es mit dem Ender 5 pro nicht geklappt hat das Modell zu drucken haben wir im nächsten Schritt einen Ender 5 Plus umgebaut. Durch ein besseres Mainboard sollte er zuverlässiger werden. Nach vielen Stunden tüfteln lief der Drucker schlussendlich. Auch mit diesem Drucker haben wir versucht das Modell der Rückseite eines Moduls zu Drucken. Zu unserem Bedauern hat sich der Drucker während eines Drucks selbst zerstört (siehe). Der Stand war also: Ein Drucker ist zu klein, einer nicht

Zuverlässig genug und der dritte hat sich selbst zerstört. Was nun? Wir mussten eine andere Möglichkeit finden das Modell zu Drucken. Bei der Recherche sind wir auf die Creality Printmill gestoßen. Das ist ein 3D-Drucker, der auf ein Laufband druckt. Dadurch ist eine Dimension unendlich, also stellt die Höhe des Modells kein Problem mehr da. Nach wenigen Anläufen haben wir es endlich geschafft ein guten Druck anzufertigen.



Abbildung 4-5 - Creality Printmill

Kurz gefasst steht diese Geschichte beispielhaft für den Entwicklungsprozess, den wir mit der Technologie des 3D-Drucks hatten. Wir sind fortlaufend auf Probleme gestoßen und haben durch das Lösen dieser dazugelernt.

Viele Teile unseres Cocktailmakers wurden 3D gedruckt, auch das zuvor beschriebene Modell der Rückseite des Dosierers. Weitere Beispiele sind die Vorderseite der Module, der Becherhalter mit der Befestigung an der Führungsschiene oder den Hebel zum Auslösen des Dosierers. In den Abbildungen (Abbildung 4-8 & Abbildung 4-9) sieht man das 3D-Modell für die Rückseite eines Moduls und den Hebel für das Auslösen des Dosierers. In Abbildung (Abbildung 4-10) kann man diese Teile dann ausgedruckt und zusammgebaut sehen.

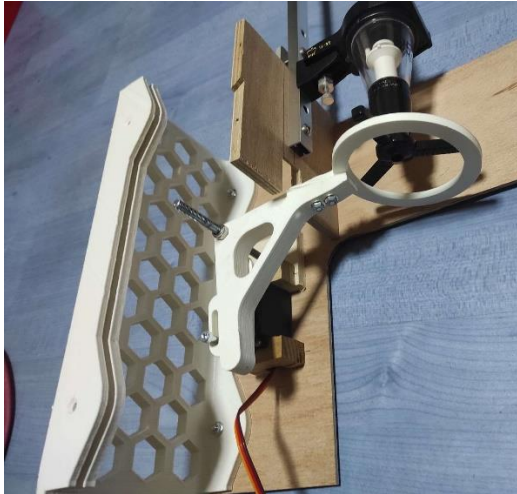


Abbildung 4-8

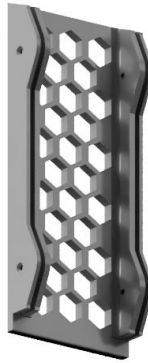


Abbildung 4-9



Abbildung 4-10

4.2.3 Elektrotechnik & Technische Informatik

Bist du der Elektrotechnik gehören alle Komponenten, die im Cocktailmaker verbaut sind. dazu gehören alle beweglichen Teile, wie die Servos und Schrittmotoren. die Komponenten werden über ein Arduino UNO gesteuert. Dieser Mikrocontroller übernimmt vollständig die Ansteuerung der Komponenten. nachfolgend wird aufgelistet welche Bauteile wir verwendet haben und wofür diese gebraucht werden.

Servos: Zum Auslösen des Dosierer über den selbstdesignten Hebel (siehe Abbildung 4-8).

Schrittmotor: Dieser treibt einen Riemen an, an dem der Becherhalter befestigt ist. Der Schrittmotor hat einen eigenen Controller, über den er angesteuert wird. Dieser Controller wird wiederum mit dem Arduino UNO verbunden und somit gesteuert.

Endstop Knopf: Dabei handelt es sich um einen kleinen Knopf am Ende der Führungsschiene für den Becherhalter. Dieser Knopf wird verwendet, um die Position des Becherhalters am Anfang jeder Bestellung zu erfassen. Dadurch ist eine automatische Kalibration der Bewegung des Schrittmotors und somit des Becherhalters möglich.

Für die Stromversorgung verwenden wir einstellbare Netzteile, die wir auf 12 Volt eingestellt haben. Dabei hat der Schrittmotor eine eigene Stromversorgung, sowie der Arduino UNO. Die Servos werden über den Arduino mit Strom versorgt.

Im weiteren Projektverlauf möchten wir LEDs hinzufügen, um das Aussehen des Cocktailmakers aufzuwerten. Wir möchten dabei smarte, einzeln ansteuerbare LEDs verwenden. Dadurch könnte man Ideen umsetzen, wie das immer das aktuell handelnde Modul beleuchtet wird und man so die Zubereitung der Bestellung besser verfolgen kann.

5 Software

Die Software ist einer der wichtigsten Komponenten im gesamten System. Ohne eine für den Nutzer verständliche und funktionierende Steuerung, bringt der ganze Cocktailmaker nichts.

Wir haben eine Website entwickelt, über die man den Cocktailmaker steuern kann. Unser Anspruch hierbei war es dem Nutzer so viel Arbeit wie möglich abzunehmen. Gedacht ist die Website als Web-Interface des Geräts zu nutzen und das Gerät so steuern zu können. Aktuell wird die Website Lokal auf einem Laptop neben dem Cocktailmaker gehostet. Später möchten wir die Website veröffentlichen und nur noch QR-Codes zum Bestellen vor Ort aushängen, das die Nutzer über ihr Gerät bestellen können. Je nach Situation ist es jedoch denkbar ausschließlich ein Gerät zur Steuerung zuzulassen. Dank der Flexibilität, durch die Website, kann dann einfach ein Tablet am Gerät angebracht werden, auf dem die Website angezeigt wird.

In der folgenden Abbildung sieht man grob skizziert den Aufbau unserer Software. Der User gibt über sein Gerät eine Bestellung über die Website ab. Die Bestellung wird auf dem Raspberry Pi (unserem Backend) weiterverarbeitet und an den Arduino gesendet. Dieser steuert die beweglichen Bauteile im Cocktailmaker und bereitet so den Cocktail vor.

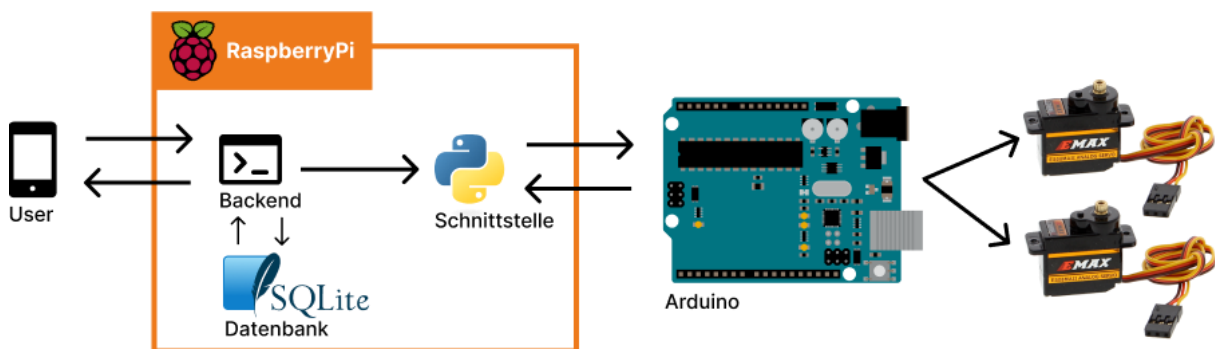


Abbildung 5-1

Nachfolgend wird anhand eines Bestellvorgangs die Funktionsweise der Software genauer beschrieben.

5.1 Schritt 0: Konfiguration

Bevor bestellt werden kann, muss der Cocktailmaker eingerichtet werden. D.h. es muss eingegeben werden welche Module (z.B. Dosierer) es im System gibt und was für Flüssigkeiten (z.B. Orangensaft) in dem Modul eingesetzt sind. Diese einmalige, initiale Konfiguration des Systems soll ebenfalls über die Website möglich sein. Dieses Feature befindet sich aktuell noch in der Entwicklung.

Nachdem angegeben wurde mit welchen Flüssigkeiten der Cocktailmaker bestückt ist, kann mit dem Mischen der Cocktails begonnen werden. Doch woher bekommt man die Rezepte? Anfangs hatten wir gedacht, dass der Nutzer die Rezepte selbst eingeben soll. Das würde zwar viel Personalisierung bieten, aber auch sehr lange dauern. Also wollten wir die Möglichkeit bieten vorgefertigte Rezepte zu nutzen. Dafür haben wir uns eine Datenbank mit Rezepten angelegt. Wenn man nun angegeben hat welche Zutaten in die Maschine geladen wurden, wird automatisch ermittelt welche Rezepte mit den Zutaten möglich sind. Diese Rezepte werden dann auf der Website angezeigt und können bestellt werden.

5.2 Schritt 1: Bestellung wird aufgegeben

Der User wählt auf der Website den gewünschten Cocktail aus und klickt auf „Bestellen“. Die ID des Cocktails wird dann an unser Backend gesendet. Das Backend und die Website wird aktuell lokal auf einem Raspberry Pi oder Laptop gehostet.

5.3 Schritt 2: Verarbeitung der Bestellung

Unser Backend fängt die ID der Bestellung ab und verarbeitet diese weiter. Über die ID wird auf das Rezept in der Datenbank zugegriffen. Ziel hierbei ist es aus dem Rezept (Abbildung 5-2) einen „Fahrplan“ für den Cocktailmaker zu machen.

```
{
  recipe: [
    {
      id: 42,
      name: "JuFo premium",
      beschreibung: "Der Jugend Forscht Siegertrunk",
      zubereitung: "Vorher Eiswürfel in das Glas geben",
      bild: "images/cocktails/JuFoPremium_siegertrunk.png"
    }
  ],
  ingredients: [
    { name: "bananensaft", amount: 25, uses: 2, pumpSize: 25, position: 1 },
    { name: "kirschsafft", amount: 150, uses: 5, pumpSize: 50, position: 2 }
  ]
}
```

Abbildung 5-2

```
[
  {
    "servo_id": 1,
    "pumps": 1
  },
  {
    "servo_id": 2,
    "pumps": 3
  }
]
```

Abbildung 5-3

Die Daten unter „recipe“ werden verwendet, um sie auf der Website anzuzeigen. Dort kann man den Namen, die Beschreibung, Zubereitungshinweise und das Bild sehen. Die Daten unter „ingredients“ werden zum Fahrplan für die Maschine umgewandelt.

Der Name der Zutat und die benötigte Menge (unter „amount“ gespeichert) kommt aus der Datenbank mit den Cocktail Rezepten. Unter „position“ wird die Position des Dosierers auf der Grundplatte mit der Dosierergröße („pumpSize“) gespeichert. Diese Daten werden aus der vorherigen Konfiguration gezogen.

Der Wert unter „uses“ wird bei jedem Auslösen des Dosierers hochgezählt. Dadurch lässt sich berechnen wie viel Flüssigkeit bereits aus der Flasche entnommen wurde. Man sieht bspw., dass bereits 250 ml Kirschsafft entnommen wurde. $50(\text{pumpSize}) \cdot 5(\text{uses}) = 250 \text{ ml}$. Bei jeder Bestellung wird validiert, ob die benötigte Menge an Flüssigkeiten noch im System vorhanden ist. Anfangs hatten wir gedacht, einen Sensor nutzen zu müssen, der den Füllstand der Flasche überprüft. Durch diese Softwarelösung konnten wir Kosten und Komplexität verringern.

In dem Obigen Beispiel haben wir einen Cocktail mit dem Namen „JuFo premium“. Dieser Cocktail hat die Zutaten „Bananensaft“ mit 25 ml und „Kirschsafft“ mit 150 ml. Die Software ermittelt nun, dass das Modul in dem Bananensaft enthalten ist, einen Dosierer mit der Größe von 25ml hat. Der Dosierer aus dem Modul mit Kirschsafft hat 50ml. Es wird ebenfalls ermittelt, dass das Modul mit Bananensaft an Position 1 ist und das Modul mit Kirschsafft an Position 2. Daraus wird der Fahrplan zusammengestellt. Dieser lässt sich lesen als: Fahre zu Modul 1 (Servo 1 ist in Modul 1) und löse den Dosierer einmal aus. Fahre dann zu Modul 2 und löse den Dosierer 3 Mal aus.

Dieses so weiterverarbeitete Rezept kann nun an den Controller des Cocktailmakers weitergegeben werden.

5.4 Schritt 3: Fahrplan wird an Controller gesendet

Unser Raspberry Pi Server ist mit einem USB-Kabel mit dem Microcontroller verbunden, der den Cocktailmaker steuert. Wir haben eine eigene Python Schnittstelle programmiert, um die serielle Kommunikation (UART) zwischen Server und Controller zu realisieren. Diese Schnittstelle bekommt den fertigen Fahrplan vom Backend und steuert die Serielle Kommunikation zum Controller.

5.5 Schritt 4: Fahrplan wird abgearbeitet

Auf dem Microcontroller läuft C++ Code, der die Informationen aus der JSON-Datei ausliest und den Cocktailmaker entsprechend steuert. Hier der Code für die Steuerung der Servos und des Steppermotors, nachdem die JSON-Datei erfolgreich empfangen wurde:

```
1 Serial.println("Start");
2 for (JsonObject item : doc.as<JsonArray>()) {
3
4   Serial.println("Extracting data from JSON");
5   int servo_id = item["servo_id"];
6   int pumps = item["pumps"];
7
8   Serial.println("Going to module" + servo_id);
9   goToModul(servo_id);
10
11  Serial.println("Pump " + pumps + " times");
12  for(int i = 0; i < pumps; i++) {
13    pump(servos[servo_id - 1]);
14  }
15
16 }
17
18 serveCocktail();
19 goToHome();
```

Abbildung 5-4

Nach der Ausführung des Codes mit der Funktion `serveCocktail` der Cocktail in eine Position gefahren aus der er entnommen werden kann.

5.6 Verwendete Frameworks, Technologien

Nachfolgend wird aufgelistet, welche Frameworks wir genutzt haben. Hier müssen wir leider eine gewisse Fachkenntnis voraussetzen, jedoch ist das Verständnis dieses Teils nicht zwingend notwendig, um unsere Projektarbeit zu verstehen. Um weitere Funktionen leichter implementieren zu können, Wartungen leichter durchführen zu können und die gesamte Produktivität zu steigern, ist es wichtig von Anfang an guten Code zu schreiben. Eine gut funktionierende und leicht Nutz- und wartbare Software ist wichtig, besonders für so ein großes Projekt wie unseres.

Unser Frontend nutzt das JavaScript Framework VueJS 3.0 und für das Styling wird aktuell noch Bootstrap 5 genutzt, was aber durch Tailwind ersetzt werden soll. Grund für den Wechsel ist, dass die an den Client gesendeten Pakete bei Tailwind kleiner sind. Dadurch lässt sich unter anderem die Ladezeit der Website optimieren.

Das Backend wurde anfangs in TypeScript programmiert mit der Deno Runtime. Aktuell sind wir dabei das gesamte Backend in der Programmiersprache „Go“ neu zu schreiben. Das bietet uns einen zentralen Vorteil: Go-Code wird kompiliert und liefert uns eine binäre Datei, die auf unserem Raspberry Pi Server sehr effizient läuft. JavaScript Code muss hingegen stetig von einer Engine interpretiert werden. Dadurch, dass wir dann keine Engine mehr brauchen, sparen wir uns auch die Runtime. Also wird Rechenleistung des Servers eingespart und die Verarbeitungsgeschwindigkeit wird erhöht.

Für die Datenbank der Cocktailrezepte nutzen wir SQLite, da diese Bibliothek als Standard anerkannt ist, da sie schnell, verlässlich und nicht speicherintensiv ist.

6 Was macht unseren Cocktailmaker so besonders?

Klar. Er mischt leckere Cocktails! Gut, das auch. Aber er ist in unseren Augen viel mehr als das.

Das Konzept des Cocktailmakers ist mehr als nur eine Maschine zum Mischen von Flüssigkeiten. Es handelt sich vielmehr um ein flexibles und vielseitiges Prinzip des Mischens, das in vielen Bereichen eingesetzt werden kann. Unser Projekt hat sich auf Cocktails fokussiert, jedoch kann das gleiche System auf andere Bereiche angepasst werden.

Denkbare Einsatzgebiete für das Cocktailmaker-Konzept sind:

- Futtermittel für Tiere genau zu vermischen, um eine optimale Gesundheit des Tieres sicherzustellen
- schnell und präzise Medikamente in richtiger Anzahl in eine Medikamentendose füllen
- bei der Herstellung von Farben verschiedene Komponenten zu mischen
- Dosierung von Zutaten in der Lebensmittelherstellung (z.B. Nahrungsergänzungsmittel oder Backmischungen)

Durch das modulare Design des Cocktailmakers und die Möglichkeit, verschiedene Module zu entwickeln und zu wechseln, kann das System flexibel an die Anforderungen verschiedener Anwendungen angepasst werden. Das eröffnet ein großes Potential für die Automatisierung und Optimierung von Prozessen in unterschiedlichen Branchen. Je nach Anwendungsbereich muss auch die Größe der Grundplatte und der Transportschiene variiert werden.

7 Ausblick in die Zukunft

Für die Zukunft planen wir die Weiterentwicklung unseres Konzeptes und die Ergänzung weiterer Funktionen durch Module. Wir sind zuversichtlich, dass wir bereits bei der Projektvorstellung unser Konzept weiterentwickelt haben werden.

8 Erklärung

Hiermit bestätigen wir, dass wir den Projektbericht selbstständig angefertigt haben. Die verwendeten Bilder haben wir selbst aufgenommen und Grafiken selbst erstellt, daher haben wir auf die Angabe einer Bildquelle verzichtet.

9 Danksagung

Wir möchten uns bei allen unseren Unterstützern bedanken. Für ihren Rat, ihre Expertise, ihr Interesse. Für das „ins Projekt reindenken“ und wertvolles Feedback geben. Besonders möchten wir uns Bedanken bei:

Johannes Bier (Student am KIT und Vorstand der Hochschulgruppe Kamaro Engineering e.V.), der uns bei Fragen von Elektrotechnik, über Softwareentwicklung und Bauteilauswahl, bis hin zur Teamstruktur mit Rat und Tat zur Seite steht.

Stephan Kallauch (MINT-Koordinator beim Cyberforum e.V.), der uns in der Projektführung, Ideenfindung und Organisation unterstützt und für jede Art Anliegen immer ein offenes Ohr hat.

Peter Gilbert (Vorstand der Schülerakademie e.V.), der uns wertvolles Feedback gibt, kluge Fragen stellt, uns motiviert und für jedes Problem die passende Antwort oder Ansprechperson kennt.

Eric Linxweiler (COO von INIT Innovations in Transportation, Inc.), der uns einen faszinierenden Einblick in die Arbeit von INIT ermöglicht hat. Wir haben bei einem Besuch viel zur Kommunikation von Bauteilen in Modularen Systemen dazugelernt.

Petra Reinicke und Rüdiger Schröder (NExT Lehrer der Hubert-Sternberg-Schule Wiesloch), für ihr Vertrauen uns eigenständig in die Technik des 3D-Drucks einzuarbeiten und uns Drucker und Teile bereitzustellen.

Martin Stöckel (NExT Lehrer der Carl-Engler-Schule Karlsruhe), der uns passende Unterstützer vermittelt hat und den Austausch zwischen verschiedenen Projekten organisiert.

10 Partner

