



Hochschule für Technik,
Wirtschaft und Kultur Leipzig

FAKULTÄT INGENIEURWISSENSCHAFTEN

E469 - AUSGEWÄHLTE THEMEN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Cocktailmaschine V3

Autoren Isabel Hansen
Julien Knäbel
Johannes Reitmeier
Philipp Schaarschmidt
Niklas Scharf
Andreas Wagner
Simon Wagner

Betreuer Prof. Dr.-Ing. Jens Jäkel
M.Sc. Marco Braun

19. September 2024

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	iv
Abbildungsverzeichnis	v
1 Bedienungsanleitung	1
2 Betrieb	3
2.1 Übersicht	3
2.2 Reinigungskonzept	7
2.3 Pfandsystem	8
2.3.1 Stückliste	8
2.3.2 Funktion	8
2.3.3 Betrieb	8
2.3.4 Aufbau	9
2.3.5 Besonderheiten	9
3 Allgemeine Konstruktion	11
3.1 Rahmen- und Stützstrukturen	11
3.1.1 Stückliste	11
3.1.2 Funktion	11
3.1.3 Aufbau	12
3.1.4 Besonderheiten	13
3.2 Containerhalter	14
3.2.1 Stückliste	14
3.2.2 Funktion	14
3.2.3 Besonderheiten	15
3.2.4 Montage	15
4 Stückliste	16
5 Energieversorgung	16
5.1 Stückliste	17
5.2 Aufbau des Versorgungssystems	17
6 Module	20
6.1 Förderband	20
6.1.1 Stückliste	20

6.1.2	Funktion	20
6.1.3	Betrieb	21
6.1.4	Aufbau	21
6.1.5	Besonderheiten	22
6.2	Getränkeschlitten	23
6.2.1	Stückliste	25
6.2.2	Druckanweisung	25
6.2.3	Zusammenbau der einzelnen Komponenten	26
6.2.4	Allgemeine Erläuterung	27
6.2.5	Programmablauf	28
6.3	Hallsensoren	31
6.3.1	Stückliste	31
6.3.2	Funktion	31
6.3.3	Betrieb	31
6.3.4	Aufbau	31
6.3.5	Besonderheiten	32
6.4	Ablaufschiene	34
6.4.1	Stückliste	34
6.4.2	Funktion	34
6.4.3	Betrieb	34
6.4.4	Aufbau	34
6.4.5	Besonderheiten	35
6.5	Ausschankarm	35
6.5.1	Stückliste	37
6.5.2	Druckanweisung	37
6.5.3	Zusammenbau der einzelnen Komponenten	38
6.5.4	Schnittmuster des Schwammes	39
6.5.5	Allgemeine Erläuterungen	39
6.6	Beleuchtung	40
6.6.1	Schaltplan Licht	40
6.6.2	Platine	40
6.6.3	Programmablauf	41
6.7	Endlagenschalter	47
6.7.1	Stückliste	48
6.7.2	Druckanweisung	48
6.7.3	Zusammenbau der einzelnen Komponenten	49

6.7.4	Allgemeine Erläuterungen	51
6.8	Schaltpanel	51
6.8.1	Stückliste	51
6.8.2	Funktion	52
6.8.3	Betrieb	52
6.8.4	Aufbau	53
6.9	Becherspender	54
6.9.1	Stückliste	54
6.9.2	Aufbau	54
6.9.3	Vorstellung einzelner Bauteile	55
6.9.4	Montage	56
6.9.5	Platine	57
6.9.6	Programmablauf Becher- und Eisspender	58
6.9.7	Becherspender Deckel	63
6.9.8	Beleuchtung	67
6.10	Eisspender	71
6.10.1	Stückliste	71
6.10.2	Eiswürfelmaschine EM12E	72
6.10.3	Eiswürfelrutsche	72
6.10.4	Lichtschranke	74
6.10.5	Auslösemechanismus	77
6.11	Zitronenspender	79
6.11.1	Stückliste	79
6.11.2	Aufbau	79
6.11.3	Platine des Zitronenspenders	82
6.11.4	Programmablauf	84
6.12	Shotspender	86
6.12.1	Funktionsweise	86
6.12.2	Stückliste	87
6.12.3	Skizzen der Bauteile	88
6.12.4	Aufbau	92
6.12.5	Programmierung	94
6.12.6	Platine	98
6.12.7	Fazit	98
6.13	Bestelltafel	99
6.13.1	Stückliste	99

6.13.2 Funktion	99
6.13.3 Betrieb	99
6.13.4 Aufbau	100
6.13.5 Besonderheiten	100
7 Programmierung der SPS	101
7.1 Technische Rahmenbedingungen	101
7.1.1 B&R Firma generell	101
7.1.2 Verwendete Hardware-Komponenten	102
7.1.3 Automation Studio	102
7.1.4 Strukturierter Text	102
7.1.5 Netzwerkeinstellungen	103
7.2 Website	103
7.2.1 B&R Website generell - MappView	103
7.2.2 Praktische Umsetzung der Weboberfläche	103
7.3 Hauptnavigation	104
7.3.1 Reinigungsprogramm	105
7.3.2 Die Auswahl für den Endnutzer	106
7.3.3 Der Ladebalken	106
7.3.4 Eventbindings	107
7.4 Code	107
7.4.1 Unterprogramme	107
7.4.2 Benennung der Variablen	108
7.4.3 Program - Grundlegender Ablauf	108
7.4.4 Program1 - Logik zum Cocktailmischen	112
7.4.5 Zufall - Zufallscocktail	115
8 Literaturverzeichnis	120

Tabellenverzeichnis

1	Stückliste Pfandsystem	8
2	Stückliste Rahmen	11
3	Stückliste Containerhalter	14
4	Stückliste Versorgung	17
5	Schaltschränke	18
6	Befestigungsverfahren	18

7	Spannungsebenen	19
8	Stückliste Förderband	20
9	Pinbelegung Förderband	23
10	Stückliste Getränkeschlitten	25
11	Funktionen der Schalter	28
12	Stückliste Hallsensoren	31
13	Pinbelegung Hallsensoren	34
14	Stückliste Ablaufschiene	34
15	Stückliste Ausschankarm	37
16	Stückliste Endlagenschalter	48
17	Stückliste Schaltpanel	51
18	Stückliste Becherspender	54
19	Stückliste Becherspender Deckel	63
20	Stückliste Eisspender	71
21	Stückliste Zitronenspender	79
22	Stückliste Shotspender	87
23	Stückliste Bestelltafel	99
24	Flussraten der Schlauchpumpen	113

Abbildungsverzeichnis

1	Cocktailmaschine Vorderseite	3
2	Cocktailmaschine Rückseite	4
3	Cocktailmaschine von rechts	5
4	Cocktailmaschine von links	6
5	Schaltschrank 1	7
6	Schaltschrank 2	7
7	Testgravur	9
8	Lasercutter	9
9	Marke	9
10	Rahmen aus Aluprofilen	12
11	Rahmen von vorne-rechts	12
12	Rahmen von vorne-links	12
13	Grundlagen für Rahmen	13
14	Alurohrendkappe	20
15	Versorgungspanel	21

16	Datenpanel	21
17	D-Sub-Terminal	21
18	Förderband von vorne (vor Umbau)	22
19	Förderband von hinten (vor Umbau)	22
20	Förderband von vorne (nach Umbau)	22
21	Förderband von hinten (nach Umbau)	22
22	Förderbandhalterungen und -anschlüsse	22
23	Getränkeschlitten mit S1 und Neodym Magnet	24
24	Getränkeschlitten mit Wippschalter und S3	24
25	Getränkeschlitten mit S2	24
26	Getränkeschlitten Seitenansicht	24
27	Getränkeschlitten mit geöffneter Grundplatte	25
28	3D-gedruckte Komponenten des Getränkeschlittens	26
29	Position für Gewindeeinsätze und M2,5 Muttern	26
30	Zuordnung der Öffnungen im Getränkeschlittengehäuse	27
31	Grundprogramm Getränkeschlitten	29
32	Unterprogramm Helligkeit und Animation	30
33	Hallsensor	32
34	Hallsensor Halterung	32
35	Hallsensor Halterung auf Förderband	32
36	Hallsensor Datenpanel M12 Stecker	33
37	D-Sub-Terminal	33
38	Ablaufschiene in Förderband	35
39	Ablaufschiene von der Seite	35
40	Ablaufschiene von oben	35
41	Ausschankarm in Wartestellung	36
42	Ausschankarm in Ausgabestellung	36
43	Gedruckte Komponenten des Ausschankarmes	38
44	Schaubild Verschraubung des Ausschankarms	39
45	Schnittmuster des Schwammes	39
46	Schaltplan Licht	40
47	Ansicht der Platine mit ESP	40
48	Ansicht der Platine ohne ESP, Spannungsteiler zu erkennen	40
49	Animationsrichtung	41
50	Grundprogramm Beleuchtung	42
51	Unterprogramm Helligkeit und Regenbogeneffekte	43

52	Unterprogramm Pumpenlicht und Zufallsmodus	45
53	Unterprogramm Polizeifarben, Warmweiß Pulsierend, Grün, Blau	47
54	3D-gedruckte Komponenten des Becherspendersensor	49
55	3D-gedruckte Komponenten des Entnahmestationssensor	49
56	Sensor für die Becherregistrierung aus dem Becherspender	50
57	Sensor für die Registrierung der Becherentnahme	51
58	Schaltpanel vorne	53
59	Schaltpanel hinten	53
60	Becherspender	56
61	verkabelte Platine	57
62	Rückseite Platine	57
63	Hilfsplatine Relais	57
64	Schaltplan Becher-/Eisspender	58
65	Grundprogramm Becher-/Eisspender	59
66	Unterprogramm Becherausgabe und Eisspender SPS	61
67	Unterprogramm Eisausgabe Becherausgabe Knopf	62
68	Becherspender Deckel innerer Aufbau	64
69	Becherspender Deckel Außen	64
70	Becherspender Deckel Taster	65
71	Becherspender Deckel offener Deckel	66
72	Becherspender Deckel Alarmleuchte	66
73	Becherspender Deckel auf Röhre	67
74	Grundprogramm Beleuchtung Becherspender	68
75	Unterprogramm Helligkeit und Modus	70
76	Eiswürfelmaschine EM12E	72
77	Eiswürfelrutsche	73
78	Zusammenbau-Schema Eiswürfelrutsche	73
79	3D-gedruckte Befestigungsplatten	74
80	3D-gedruckte Unterlegscheibe	74
81	Laserbefestigung in Laserhaltung	75
82	Fotozellenbefestigung in Fotozellenhalterung	75
83	Abgedichtetes Loch der Fotozelle	75
84	Steckverbindung	76
85	3D-gedruckte Lichtschrankenkomponenten	76
86	Ausgabeknopf	77
87	Auslösemechanismus von vorne	77

88	Auslösemechanismus von der Seite	77
89	3D-gedruckte Komponenten des Auslösemechanismus	78
90	Aufbau der Alu-Profile	80
91	Schrittmotor von hinten	80
92	Schrittmotorkabel	80
93	Ansicht mit Schrittmotor	80
94	Halterung des Plexiglasrohres	81
95	Plexiglasrohr	81
96	Gesamtansicht	81
97	Platine Zitronenspender und Ausschankarm	82
98	Kabelanschluss	82
99	Kabelanschluss Tabelle	82
100	Schaltplan Zitronenspender und Ausschankarm	83
101	Gesamter Programmablaufplan	84
102	Unterprogramm Zitronenspender und Schalter	85
103	Unterprogramm Ausschankarm und Schalter	86
104	Anzeige- und Displayfassung	88
105	Anzeige- und Displayhalterung	88
106	Anzeigefassung	89
107	Arduinohalterung	89
108	Ausschankarm	90
109	Becherhaltung	90
110	Servohalterung	91
111	Servofassung	91
112	Pumpenhalterung	92
113	Aufbau des Shotspenders	92
114	Grundaufbau Vierquadrantensteller	93
115	Programmablauf Shotspender	94
116	Unterprogramm Bestellvorgang	95
117	Messwerte der Sensoren ohne Becher	96
118	Messwerte der Sensoren mit Bechern	97
119	Shotspender-Platine	98
120	Menü Monitor	100
121	Rückseite Monitor	100
122	Aufbau vorne	100
123	Aufbau hinten	100

124	Löcher im Profil	101
125	Hauptnavigation	104
126	Code Passwortabfrage	104
127	Website Reinigungsprogramm	105
128	Website Auswahl für den Endnutzer	106
129	Website Ladebalken	106
130	Website Eventbindings	107
131	Programmablaufplan Program	109
132	Programmablaufplan Becherspender	109
133	Programmablaufplan Eisspender	110
134	Programmablaufplan Zitronenspender	111
135	Programmablaufplan Cocktailmixstation	111
136	Programmablaufplan Becherausgabe	112
137	Code Pumpenlaufzeiten	113
138	TOF-Übergabeparameter	113
139	TOF-Zeitdiagramme	113
140	Code Flankenerzeugung Anfang	114
141	Code Flankenerzeugung Ende	114
142	TOF Programmcode	114
143	Code Cocktailauswertung	114
144	Watch Cocktailauswertung	115
145	Programmablaufplan Zufall	116
146	Codeausschnitt Zufallsberechnungen	116
147	Programmablaufplan Zutatenbestimmung	117
148	Programmablaufplan Mengenbestimmung	118
149	Programmablaufplan Ergänzen der Mengen	119
150	Programmablaufplan Prüfen der Werte	120

1 Bedienungsanleitung

Vorbereitung

- Vor Inbetriebnahme auf äußere Schäden überprüfen
- Monitor ausklappen
 - Monitor mithilfe von M8 Schraube am Gelenk fixieren
- Auf Verunreinigungen der Getränkebehälter und Schläuche prüfen
 - Falls verunreinigt: nach Anleitung im Reinigungskonzept spülen

Eiswürfelmaschine vorbereiten:

- Stöpsel in Ablauföffnung unterhalb der Maschine stecken
- Füße der Maschine auf vorgesehene Ablagepunkte platzieren
- Seitenklappe öffnen und Wasser bis zur Markierung füllen (auf Dichtigkeit achten)
- Schutzkontaktstecker in Steckdose stecken und Maschine einschalten
- Eiswürfelgröße wählen: Größe S empfehlenswert
 - Produziert neun Eiswürfel in ca. sieben Minuten
 - Bei Größe L verklemmen sich Eiswürfel
- Beim Befüllen und Entleeren darauf achten, dass die Maschine immer gerade steht oder gehalten wird, da sonst Wasser austritt

Becherspenderdeckel und Becherhalter einschalten (Wippschalter):

- Helligkeit einstellen (siehe Dokumentation)
- Falls notwendig 9V-Blöcke wechseln (siehe Dokumentation)
- Sollte Becherhalter in Ausgangsposition leuchten, Reset-Knopf drücken
- Becherhalter mit Wippschalter nach rechts auf Förderband platzieren

Getränkecontainer befüllen:

- Container fest in Halterungen platzieren
- Schläuche so einführen, dass diese bis in die untere Ecke reichen
- Getränke in vorgesehene Behälter schütten (siehe Beschriftungen)
- Alle Schalter am Schaltpanel ausschalten (zeigen nach unten)
- Maschine mit Stromnetz verbinden
- Becher in Becherspender füllen
- Schalter „Becherspender öffnen“ aktivieren
- Kleinen Becherstapel von unten in Becherspender schieben, sodass oberer Rand von unterem Becher knapp über dem Greifarm liegt
- Schalter „Becherspender öffnen“ deaktivieren

-
- Becher nach und nach von oben einfüllen

Schläuche befüllen:

- Auf Touchscreen Passwort „student42“ eingeben, um Reinigungsmodus freizugeben („student“ steht schon da)
- Gefäß unter Ausschankarm stellen
- Alle Pumpen mithilfe des Reinigungsprogrammes kurz anschalten, bis aus jedem Schlauch Flüssigkeit läuft
- Passwort löschen (z.B. nur die „42“) um Reinigungsmodus zu deaktivieren

Laptop mit Bildschirm verbinden, um Menü anzuzeigen.

Betrieb

- Bestellung über Touchscreen
- Auswahl zwischen alkoholischen Getränken oder Softdrinks
- Ausgabeprozess vollautomatisch
- Getränk erst entnehmen, wenn Becher am rechten Ende angekommen ist

Funktion Schaltpanel:

- Notstop: friert Förderband und Pumpen ein
- Licht EIN / AUS: Beleuchtung der Getränkecontainer aktivieren/deaktivieren
- Modi der Beleuchtung:
 - Position 1: Regenbogeneffekt
 - Position 2: Pumpenlicht (aktive Pumpen beleuchtet)
 - Position 3: Zufallsmodus
 - Position 4: Blau-Rot-Beleuchtung
 - Position 5: Warmweiß pulsierend
 - Position 6: Licht Grün
 - Position 7: Licht Blau
- Helligkeit: in 10%-Schritten einstellbar
- Becherspender öffnen: öffnet Greifarme zum Beladen/Entladen
- Eisausgabe 1x drücken: Eisausgabezyklus
- 1x Becher: gibt einen Becher aus
- Zitronenspender EIN / AUS: aktiviert Zitronenspender
- Ausschankarm hoch / runter: Position des Arms bestimmen
- Shotspender Stromversorgung: ein/aus schalten

Becher nachfüllen:

- Wenn Rundumleuchte am Becherspender angeht

- Nicht überfüllen (Überlastung des Becherspenders vermeiden)

Eis nachfüllen:

- Eis in obere Klappe der Eismaschine nachfüllen
- Eismaschine kann vorher eingeschaltet werden, Eiswürfel in Gefrierbeuteln lagern

Nach der Verwendung

- Reinigung gemäß Reinigungskonzept
- Maschine von Strom trennen

2 Betrieb

2.1 Übersicht

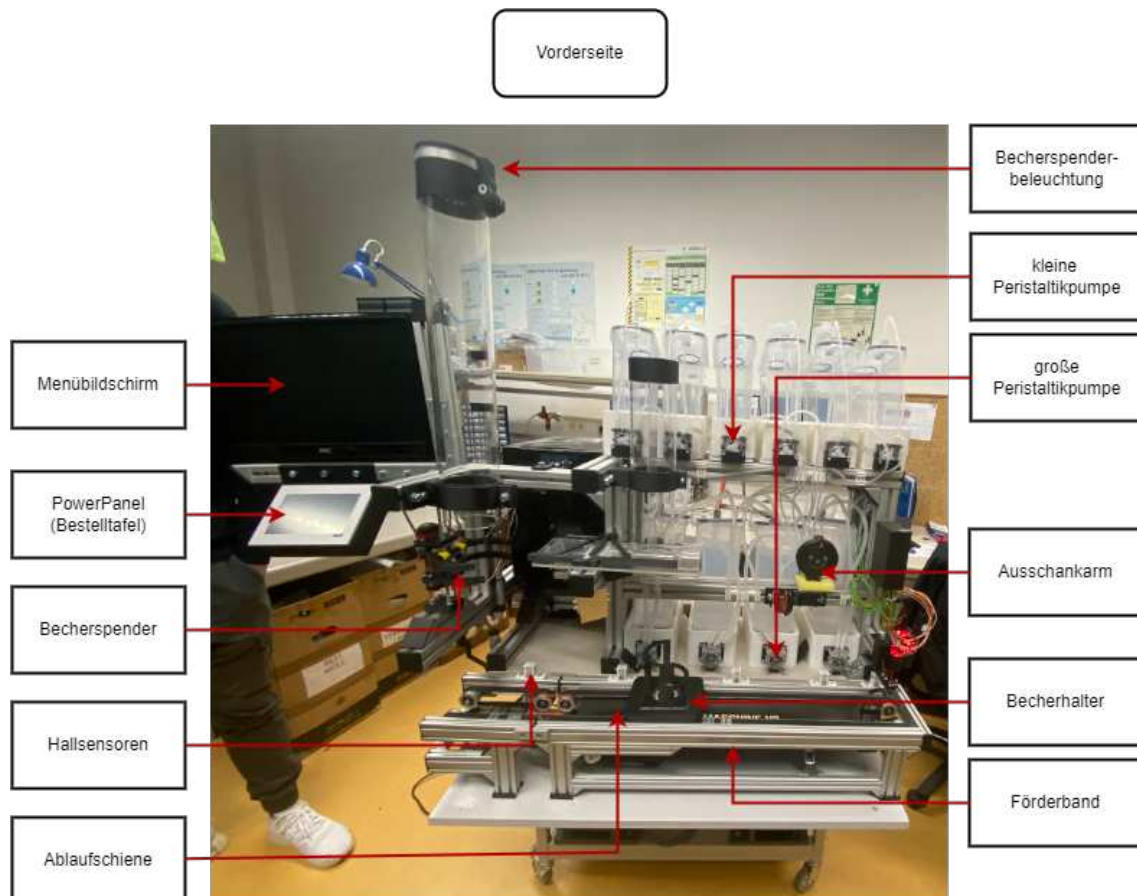


Abbildung 1: Cocktailmaschine Vorderseite

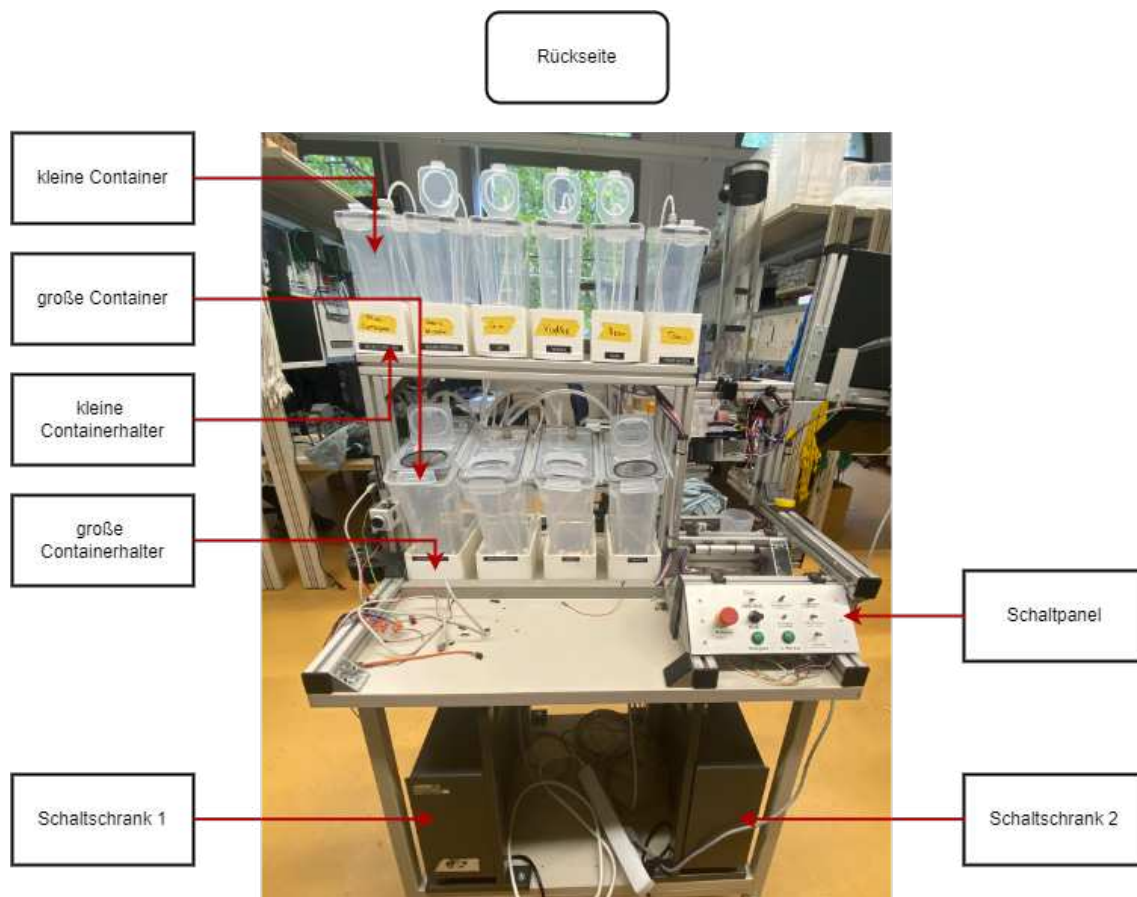


Abbildung 2: Cocktailmaschine Rückseite

rechte Seite

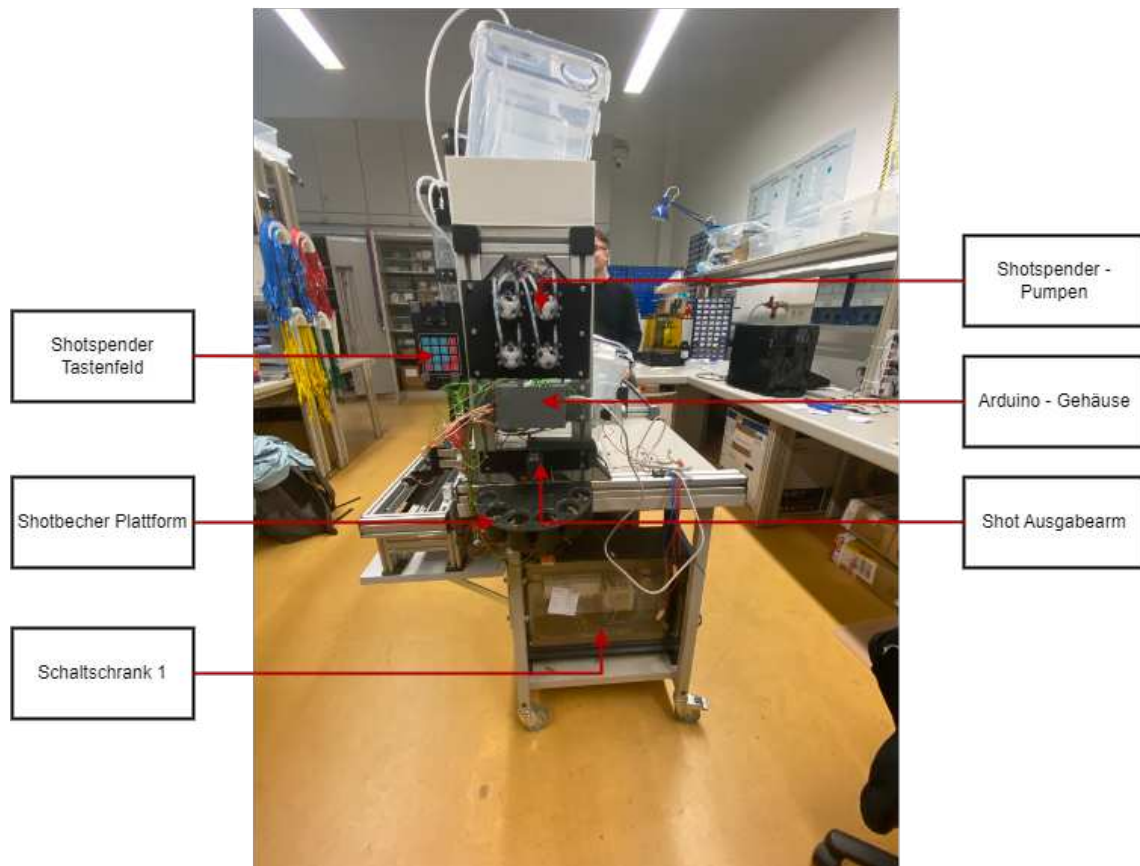


Abbildung 3: Cocktailmaschine von rechts

linke Seite

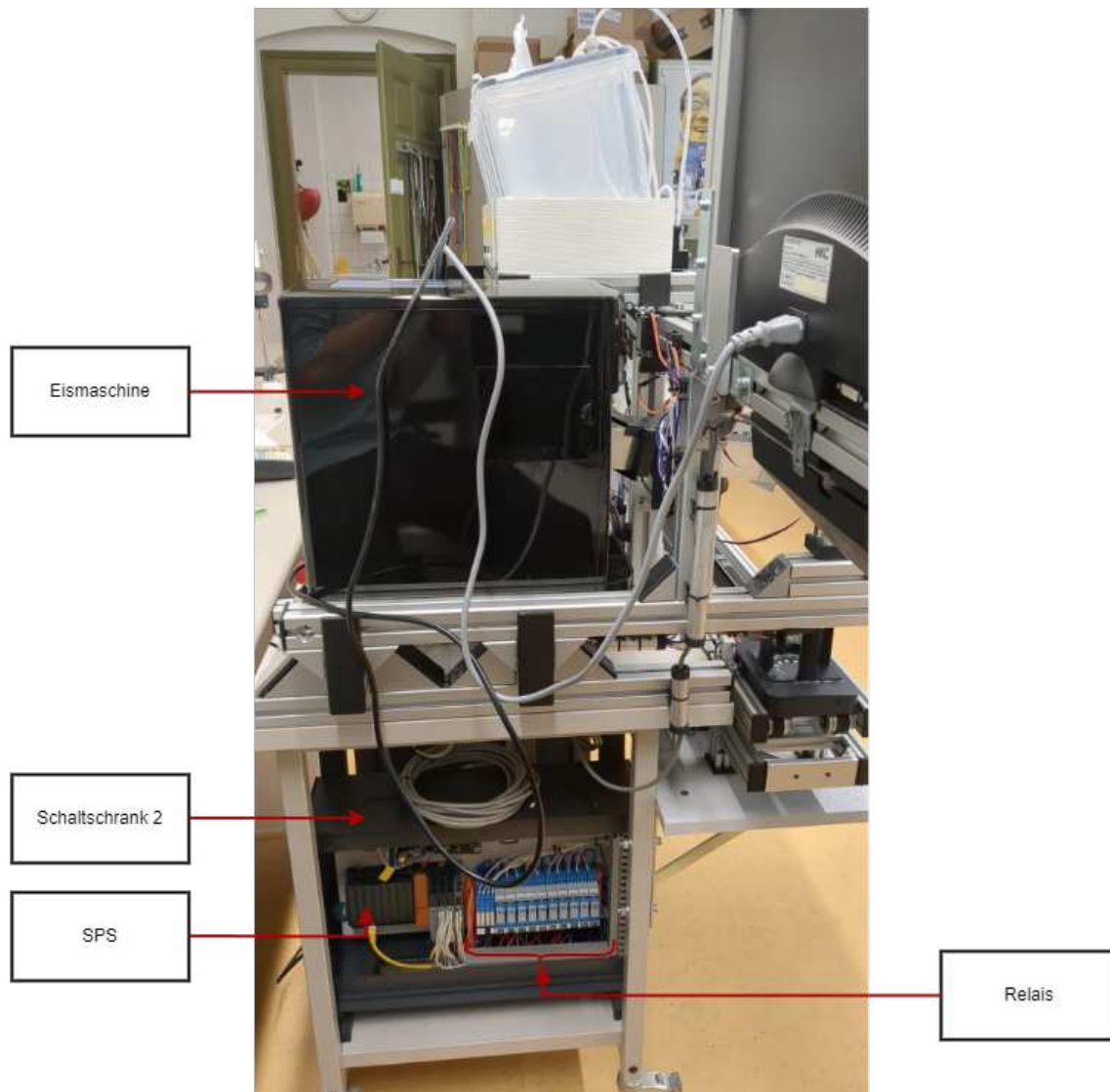


Abbildung 4: Cocktailmaschine von links

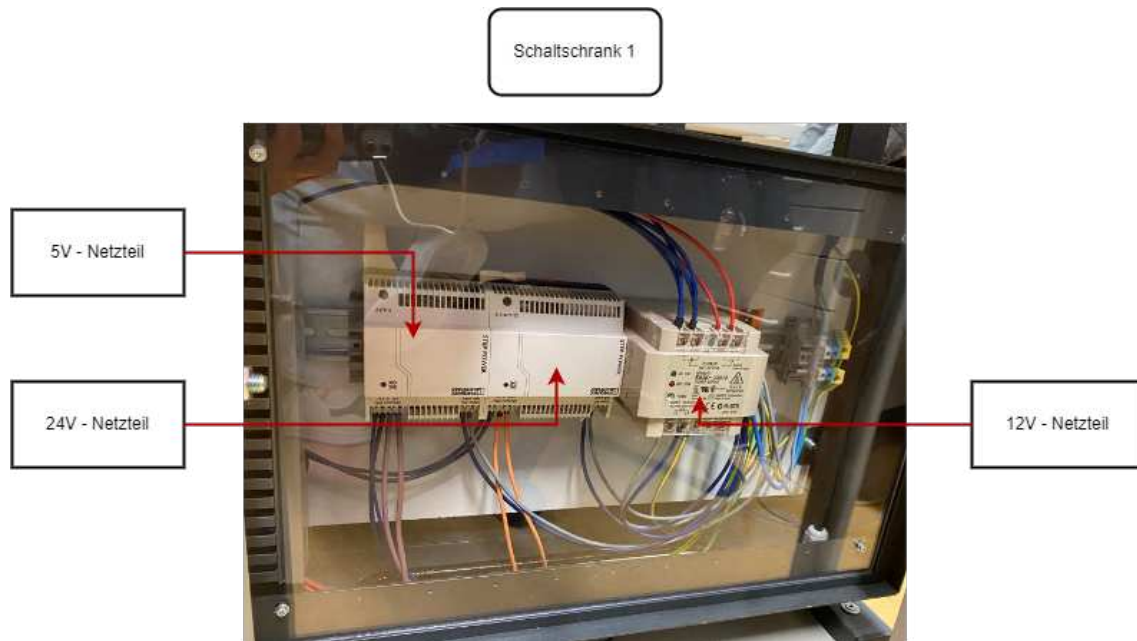


Abbildung 5: Schaltschrank 1

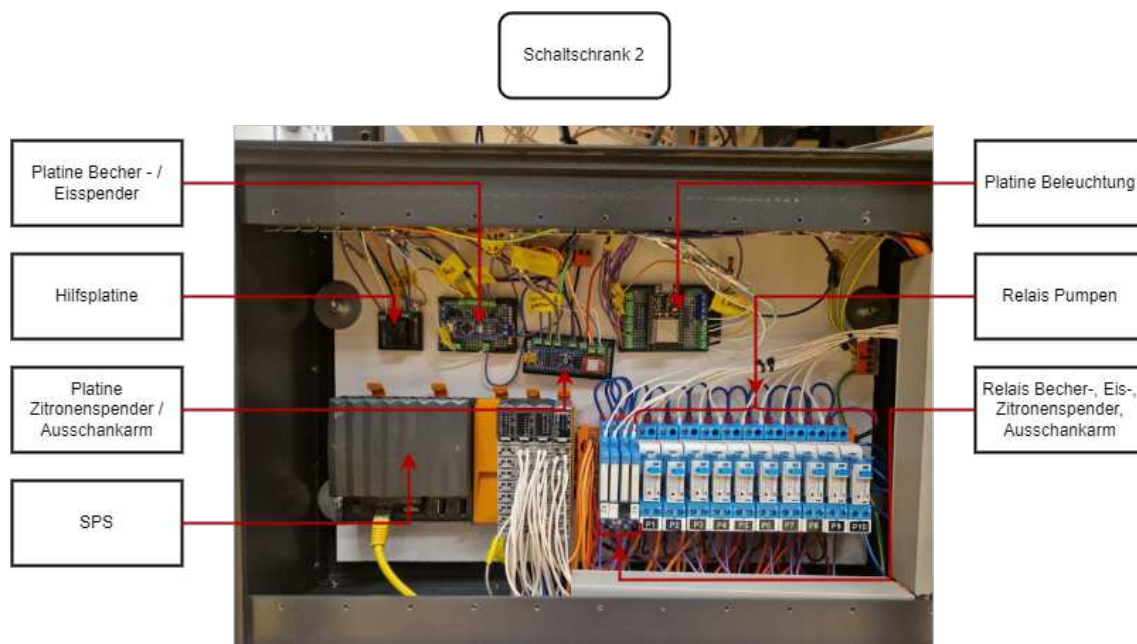


Abbildung 6: Schaltschrank 2

2.2 Reinigungskonzept

Diese Reinigungsschritte sollen nach jeder Nutzung durchgeführt werden.

Getränkebehälter

1. Getränke aus den Behältern entfernen.
2. Topf unter Ausschankarm stellen und leeren, wenn er zu voll wird.

-
3. Mit kaltem Wasser Schläuche durchpumpen.
 4. Warmes Wasser mit Spülmittel nachfüllen und Schläuche durchpumpen.
 5. Danach klares Wasser hinzugeben, um restliche Spülmittelreste aus den Schläuchen zu entfernen.
 6. Behälter trocknen lassen (unverschlossen).

Nach längerer Nichtnutzung der Maschine die Schläuche entfernen und reinigen.

Eismaschine

1. Restliches Wasser und Eis entfernen.
2. Eismaschine reinigen.

Zitronenspender

1. Plexiglasplatte abschrauben sowie das Plexiglasrohr aus der Halterung entnehmen.
2. Alle Plexiglasplatten sowie das Plexiglasrohr mit Spülmittel und warmem Wasser reinigen.
3. Bauteile abtrocknen.

Sonstiges

- Ablaufrinne und den Auffangbehälter leeren und reinigen.
- Förderband reinigen, falls notwendig.
- Becherhalterung reinigen, falls notwendig.

2.3 Pfandsystem

2.3.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Furnier Pappel Platten 30,5x36,5cm (ges. 0,445m ²)	4

Tabelle 1: Stückliste Pfandsystem

2.3.2 Funktion

- Pfandmarken für Becher

2.3.3 Betrieb

- Bei Kauf eines Cocktails erhält Kunde zusätzlich eine Pfandmarke
- Bei Abgabe von Marke und Becher erhält der Kunde den, durch den Pfand entstandenen Aufpreis zurück

2.3.4 Aufbau

- Größe der Platten abgestimmt auf maximale Fläche des im Labor vorhandenen Lasercutters
- Logo zunächst auf die Vorderseite der Platten eingebrannt
- Platten umgedreht, Wert der Marke eingebrannt sowie ausgeschnitten



Abbildung 7: Testgravur

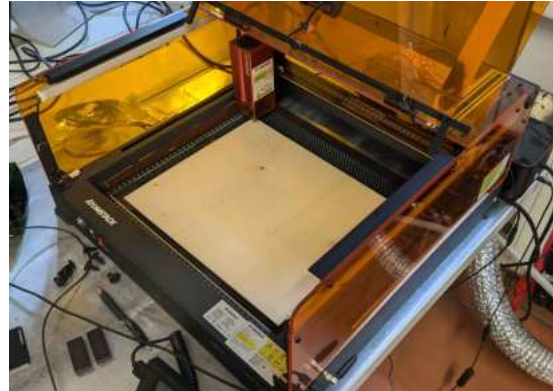


Abbildung 8: Lasercutter

2.3.5 Besonderheiten

Design

- Vorderseite mit Logo graviert (Oktopus)
- Rückseite spiegelt Wert der Marke wieder (zwei Euro)



Abbildung 9: Marke

Preisanpassung

- Preis für einen Cocktail auf drei Euro gesetzt
- Pfandmarke (zwei Euro) erhöht Gesamtpreis auf fünf Euro
- Getränk leicht mit einem Schein zu bezahlen

StuRa-Pfandsystem

- Marken bisher nicht genutzt
- Nur Veranstaltungen von Studentischer Selbstverwaltung (StuRa, FSR) begleitet
- Hier ist bereits Pfandsystem integriert, hat bisher ausreichend funktioniert

3 Allgemeine Konstruktion

3.1 Rahmen- und Stützstrukturen

3.1.1 Stückliste

Bauteil (Nutenprofil Aluminium, M8 Nut)		Menge	
Größe Querschnitt [mm]	Länge [mm]		Bezeichnung
40x40	70	1	Halterung Endlagenschalter
40x40	93	1	Becherspender Längshalterung unten
40x40	110	1	Querstrebe Eisrutsche
40x40	145	3	Längsstreben oben
40x40	170	1	Zitronenspender quer unten
40x40	200	1	Zitronenspender längs oben
40x40	225	1	Becherspender Längshalterung oben
40x40	230	1	Zitronenspender längs unten
40x40	250	1	Becherspender Hochkantstütze
40x40	295	1	Querstrebe Eisservo
40x40	310	1	Stütze Monitor hochkant
40x40	390	1	Querstrebe Monitor
40x40	410	4	Stützen hochkant
40x40	560	1	Querstrebe unten
40x40	590	3	Fundament längs auf Tisch
40x40	640	2	Querstreben oben
40x40	690	1	Längsstrebe Umrandung Eismaschine
40x80	295	1	Eismaschine Fundament quer vorne
40x80	335	1	Eismaschine Fundament quer hinten
Aluminium Profilwinkel 40x40		37	
Aluminium Profilwinkel 80x80		6	
Profilabdeckkappen 40x40		15	
Profilabdeckkappen 40x120		3	
Winkelabdeckkappen 40x40		37	
Winkelabdeckkappen 80x80		6	

Tabelle 2: Stückliste Rahmen

3.1.2 Funktion

Dient als generelle Struktur und Halterung vieler Baugruppen.

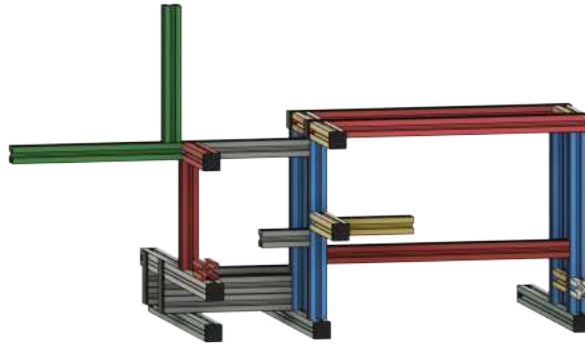


Abbildung 10: Rahmen aus Aluprofilen

3.1.3 Aufbau

- Drei Längsprofile auf Tisch montiert
 - Fundament des restlichen Aufbaus
 - Sehr stabile Bauteile
 - Einfache aber effektive und flexible Montage durch Schraubverbindungen, Nutensteine und Profilwinkel
- Benötigt wurden Halterungen für:
 - Pumpen und Schläuche
 - Kleine Flüssigkeitscontainer
 - Ausschankarm
 - Zitronenspender
 - Eistrutsche
 - Eismaschine
 - Becherspender
 - Monitor und Bestellpanel
 - Controlpanel
 - Shotspender
 - Endlagenschalter
 - Kabelführungen



Abbildung 11: Rahmen von vorne-rechts



Abbildung 12: Rahmen von vorne-links



Abbildung 13: Grundlagen für Rahmen

3.2 Containerhalter

3.2.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Großer Containerhalter	4
Kleiner Containerhalter	6
Plexiglasplatte 245x98x5 mm	4
Plexiglasplatte 195x80x5 mm	6
M8x50 Maschinenbauschrauben	12
M8 Unterlegscheiben	24
M8 Federringe	12
M6x16 Maschinenbauschrauben	24
M6 Nutensteine	24
Kleine Peristaltikpumpe	6
Große Peristaltikpumpe	4
M2,5x16 Maschinenbauschraube	12
M2,5 Mutter	12
M3x20 Maschinenbauschrauben	16
M3 Unterlegscheiben	16
M3 Federringe	16
M3 Muttern	16
300 Ohm Resistor	6
680 Ohm Resistor	4
Weißer LED	10
Lichtblende kleine Schlauchpumpe	6
Lichtblende große Schlauchpumpe	4

Tabelle 3: Stückliste Containerhalter

3.2.2 Funktion

Sowohl die großen als auch kleinen Containerhalter erfüllen die gleichen Funktionen. Mithilfe dieser lassen sich die Container fest an der Maschine montieren. Die Container werden in Schräglage befestigt, damit sämtliche Flüssigkeiten an einem Ende zusammenlaufen und vollständig herausgepumpt werden können. Durch die Schräge können die Peristaltikpumpen unterhalb der Container mithilfe des gleichen Druckes montiert werden. Zudem können LED-Panel unterhalb der Container befestigt werden, um die Getränke zu beleuchten. Am unteren Ende der Aussparung für die Pumpenmotoren befinden sich kleine Vertiefungen, durch welche LEDs durchgeführt werden können, um die Pumpen beleuchten zu können.

Druckanweisungen

- Kein Unterstützungsmaterial notwendig.
- Niedrige Füllhöhe verwenden.
- Auf gute Bodenhaftung achten, um Verformungen zu vermeiden.
- PLA eignet sich besonders gut aufgrund guter Druckeigenschaften bei großen Drucken.

3.2.3 Besonderheiten

großer Containerhalter

- Bauteil zu groß für die meisten 3D-Drucker.
 - Druck in zwei Teilen.
- Verkleben beider Teile nach Druck.
 - UHU Hart Kunststoff gut geeignet.
 - Zu flüssige Klebstoffe ziehen in Poren von 3D-Druck ein.
 - Beachten, dass einige Klebstoffe PLA auflösen können.

kleiner Containerhalter

- Klein genug, um auf Ender 3 in einem Stück gedruckt zu werden.
 - Im Labor vorhandener Bambulab X1 Carbon könnte Probleme haben, da Kalibrierungslinien im Weg sein könnten.
 - In diesem Fall Bauteil halbieren.

3.2.4 Montage

- Große Container mit M8 Maschinenbauschrauben an der Tischplatte verschrauben.
 - Möglichst große Unterlegscheiben verwenden, um Krafteinwirkungen zu verteilen.
 - Schrauben nicht zu fest anziehen.
- Kleine Containerhalter mit M6 Maschinenbauschrauben in M6 Nutensteinen im Aluprofil verschrauben.
- Kleine Peristaltikpumpen mit M2,5 Maschinenbauschrauben in kleinen Containerhaltern verschrauben.
- Große Peristaltikpumpen mit M3 Maschinenbauschrauben in großen Containerhaltern verschrauben.
- Weiße LEDs parallel zu den Pumpen schalten.
 - Bei kleinen Containerhaltern LEDs 300 Ohm Widerstand vorschalten.
 - Bei großen Containerhaltern LEDs 680 Ohm Widerstand vorschalten.
 - Siehe Stromlaufplan.
- Lichtblenden für kleine und große Pumpen anbringen.
 - Bei großen Pumpen werden Blenden nur festgeklebt.

-
- Bei kleinen Pumpen müssen die unteren zwei Schrauben, welche die Glasabdeckung befestigen, entfernt und mit längeren ersetzt werden.
 - Kleine Container an der langen Seite des oberen Randes mit Schaumstoffstreifen bekleben, um Container zu stabilisieren.
 - Schaumstoffstreifen nicht über die gesamte Länge der oberen Kante ziehen, damit Plexiglasplatten noch eingeschoben werden können.
 - Plexiglasscheiben schützen die darunter liegende Elektronik vor überlaufenden Flüssigkeiten.

4 Stückliste

Die Stückliste der Cocktailmaschine V3 ist aus dem folgenden Link zu entnehmen.

https://github.com/UniversityMasarum/Cocktail-Mix-Maschine-V3/blob/master/Cocktailmaschine_V3_Stückliste.pdf

5 Energieversorgung

Die Energieversorgung der Cocktailmaschine muss robust gegen äußere Einflüsse, optisch ansprechend und vor allem sicher für den Anwender sein. Dazu kommt noch eine möglichst schnelle und verfügbare Art und Weise des Anschlusses an Energiequellen zu gewährleisten.

5.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Sperrholzplatten	2
Siemens Schaltschrank 32x48x10cm	2
Plexiglasscheiben Breite=45cm, Höhe=29,5	2
Hutschiene ca. 40cm	2
WAGO 221-2411 Durchgangsverbinder max. 4 mm ² , 2 Leiter	8
WAGO 221-412 Verbindungsklemme, 2-Leiteranschluss	8
WAGO 221-413 Verbindungsklemme, 3-Leiteranschluss	24
WAGO 221-415 Verbindungsklemme, 5-Leiteranschluss	25
Befestigungsadapter WAGO 221-500 (Hutschienenadapter)	4
UT 4 GR Universal-Terminal 0,14-4mm ² , grau (Reinklemme)	1
UT 6 BL Universal-Terminal 0,2-6mm ² , blau (Reinklemme)	1
UT 4 PE Universal-Terminal 0,14-4mm ² , grün/gelb (Reinklemme)	1
Installationskanal CK 30x30 PVC lichtgrau ca. 60cm	1
Verdrahtungskanal mit Deckel 25x37,5mm, 1m	3
Verdrahtungskanal 10mm	Länge: 50cm
Alurohr Durchmesser 20mm, Wandstärke 2mm, ca. 1,5m	1
Alurohrendkappen (3D gedruckt)	8
Kabelhalter Nut 8	20
Aderendhülsen 0,5mm ² , 1mm ² , 1,5mm ² , 2,5mm ²	70
Kabelverschraubung M20	1
Schutzkontaktstecker mit Kabel NYY-J 3x1,5mm ² , Länge: 1,8m	1
LiYv, 0,5 mm ² , 25 m, rot	1
LiYv, 0,5 mm ² , 25 m, blau	1
LiYv, 0,5 mm ² , 25 m, grün	1
LiYv, 0,5 mm ² , 25 m, violett	1
LiYv, 0,5 mm ² , 25 m, orange	1
LiYv, 0,5 mm ² , 25 m, weiß	1
Cat.7 Netzkabel 1000 MHz S/FTP PIMF orange, ca. 8m	1
H05V-K, 1,0 mm ² , blau, ca. 6m	1
H05V-K, 1,0 mm ² , rot, ca. 22m	1
H07V-K 1,5 mm ² blau ca. 15m	1
H07V-K 1x1,5 grün/gelb Ring, ca. 5m	1
H07V-K 1,5mm ² grau, ca. 1,5m	1
H07V-K 1,5 mm ² orange, ca. 14m	1
H07V-U 1x2,5 mm ² violett, ca. 11m	1
H07V-U 2,5 mm ² grün/gelb ca. 0,20cm	1
5V-Netzteil: Phoenix Contact	1
24V-Netzteil: Phoenix Contact	1
12V-Netzteil: omron S82K-03012	1

Tabelle 4: Stückliste Versorgung

5.2 Aufbau des Versorgungssystems

Vorbereitung für die Verkabelung der Cocktailmaschine und Schaltschränke

- Schaltschränke auf der unteren Auflagefläche montieren (z.B. Löcher in Fußgestell bohren und mit Holzschrauben fixieren)
- Kabelverschraubung in Loch im Boden des Schrank 1 anbringen
- Holzplatten zurechtschneiden und Bereich für den Schutzleiteranschluss am Schrankgehäuse

aussägen, anschließend mit M5 Maschinenschrauben und großen Unterlegscheiben anschrauben

- Eine Hutschiene in beide Schränke mittels Holzschrauben anbringen

Aufteilung der Komponenten in den Schränken

Schaltschrank 1	Schaltschrank 2
Aufrasten auf Hutschiene: <ul style="list-style-type: none"> - Reihenklemme: Phase, Neutralleiter und Schutzleiter - WAGO-Befestigungsadapter - 5V-Netzteil - 12V-Netzteil - 24V-Netzteil Ankleben mit doppelseitigem Klebeband: <ul style="list-style-type: none"> - Verdrahtungskanal rechts 	Aufrasten auf Hutschiene: <ul style="list-style-type: none"> - SPS - 2x WAGO-Befestigungsadapter - 14x Koppelrelais Ankleben mit doppelseitigem Klebeband: <ul style="list-style-type: none"> - Platine für Becher- und Eisspender - Platine für Zitronenspende und Ausschankarm - Beleuchtungssteuerungsplatine - Shotspendesteuerungsplatine - Verdrahtungskanal unten, rechts und oben - 3x 5er WAGO-Verbindungsklemme

Tabelle 5: Schaltschränke

- Installationskanal zusägen und auf der Oberseite der oberen Platte, hinter den unteren Getränkehalter anschrauben.
- Verdrahtungskanal so an Unterseite der oberen Platte und an den Schränken mit doppelseitigem Klebeband fixieren, dass eine durchgehende Kanalstrecke entsteht.
- Kleiner Verdrahtungskanal hinter Aluprofil der oberen Getränkehalter kleben.
- Für Kabelverlegung entlang der Alu-Profile Alurohr mit Endkappen mittels Kabelbinder an Kabelhalter befestigen (Endkappen können 3D gedruckt werden).
- WAGO-Verbindungsklemmen mittels doppelseitigem Klebeband an Unterseite der oberen Platte für Abzweigungen vorbereiten.

Anschluss der Kabel und Verlegung

Für den Anschluss der Leiterenden, an einen Kontakt, müssen diese vom Isoliermaterial befreit werden.

Befestigungsverfahren	Hinweis
Direktes Lötten	Verbindung durch Aufschmelzen von Lötzinn unter Verwendung von Flussmittel und anschließendes Erstarren (falls nötig, anschließend Schrumpfschlauch zur Isolation darüber ziehen und erwärmen)
Schraubklemme	auf abisoliertes Ende eine Aderendhülse pressen (auch bei Eingängen der SPS nötig)
WAGO-Verbindungsklemme	abisoliertes Ende wird in Klemme eingeführt

Tabelle 6: Befestigungsverfahren

- Stromversorgung der Maschine erfolgt über einen Schutzkontaktstecker, der in eine herkömmliche Schuko-Steckdose (230 V, Typ F) eingesteckt wird (Die Eismaschine und der Monitor für die Getränkekarte müssen separat über einen Schukostecker an eine Schukosteckdose des Typs F angeschlossen werden).
- Kabel des Schuko-Steckers durch die Unterseite in den Schrank 1 führen, dort mittels Kabelverschraubung zugentlasten und an die Reihenklemmen für Phase, Neutraleiter und Schutzleiter anschließen.
- Von Reihenklemmen mittels H07V-K Brücken zu WAGO-Klemmen und anschließend zu den 5V-, 12V- und 24V-Netzteilen.
- Grün-gelber Schutzleiter mit dem Gehäuse von Schrank 1 und Schrank 2 sowie mit dem WAGO-Switch 852-111 und dem Förderband verbinden.

Spannungsebenen und die dazugehörigen Verbraucher

5V	12V	24V
<ul style="list-style-type: none"> - Platine für Becher- und Eisspender - Platine für Zitronenspende und Ausschankarm - Beleuchtungssteuerungsplatine - Shotspendersteuerungsplatine - Servomotoren in Becherspende, Eisspender, Ausschankarm und Shotspender - fokussierbares Lasermodul - Beleuchtung der Getränke und der Shotgläser 	<ul style="list-style-type: none"> - kleine Peristaltikpumpen und parallel geschaltene Widerstände und Leuchtdioden - Schrittmotor des Zitronenspenders 	<ul style="list-style-type: none"> - speicherprogrammierbare Steuerung - große Peristaltikpumpen und parallel geschaltene Widerstände und Leuchtdioden - WAGO-Switch 852-111 - B&R Touchscreen

Tabelle 7: Spannungsebenen

Hinweis: Der Maximalbetrieb der RGB-LED-Panels für die Getränkebehälter ist nicht möglich, da dies das 5V-Netzteil überlasten würde. Um dies zu verhindern, werden Helligkeitsanpassungen und geeignete Lichteffekte eingesetzt, bei denen nicht immer alle Leuchtdioden gleichzeitig weißes Licht abstrahlen. Dies wird softwaretechnisch realisiert.

Die Masse der 5-V-Spannungsebene ist separat zur zusammengefassten Masse der 12-V- und 24-V-Spannungsebene geführt, um „zitternde“ Servomotoren und flackernde Lichter zu vermeiden.

- Weitere Informationen zur Verkabelung können dem Stromlaufplan entnommen werden.

Auswahl des Leiterquerschnittes:

- Querschnitt der Kupferleiter für die Komponentenvorsorgung beträgt mindestens 1 mm² und ist damit mit bis zu 15 A belastbar (Die höchste Stromstärke im Normalbetrieb wird mit 6,5 A in der Versorgungsleitung der Getränkebehälterbeleuchtung erwartet).
- Signalübertragungsverbindungen haben einen Leiterquerschnitt von 0,5 mm² oder bestehen aus Aderpaaren eines CAT-7-Netzkabels, das durch geerdete Schirmung eine störungsfreie Signalübertragung ermöglicht.

Schutzvorrichtungen:

- Alle selbst entwickelten Module der Cocktailmaschine arbeiten mit Sicherheitskleinspannung
- Zum Schutz vor Berührung, Fremdkörpern und Flüssigkeiten sind die Schränke durch angeschraubte Plexiglasscheiben abgeschirmt
- Kabelkanäle und Alurohre schützen die Kabel

Informationen zu der Alurohrendkappe:

- Material: PLA
- Kein Unterstützungsmaterial nötig
- Nutzen: Schützt Leiter vor scharfen Kanten am Alurohr

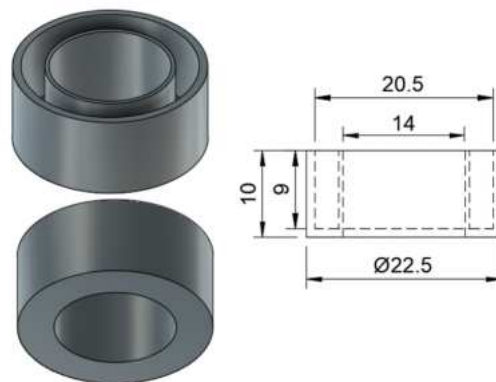


Abbildung 14: Alurohrendkappe

6 Module

6.1 Förderband

6.1.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Transfersystem 24V DC	1
D-Sub 25-Kabel	1
Bananenstecker	3

Tabelle 8: Stückliste Förderband

6.1.2 Funktion

- Transfer des Bechers zwischen den einzelnen Stationen

6.1.3 Betrieb

- Motor innerhalb des Förderbandes ist über Achse mit zwei Bändern verbunden
- Im Betrieb benötigt Motor 24V / 1,1A
- Drehrichtung kann über entsprechende Pin-Ansteuerung geändert werden

6.1.4 Aufbau

- Am Rahmen sind zwei Paneele angebracht
 - Versorgungspanel mit Bananenbuchsen
 - Datenpanel mit acht M12-Buchsen und einer D-Sub 25-Buchse



Abbildung 15: Versorgungspanel



Abbildung 16: Datenpanel

- Pinbelegung von Datenpanel und Versorgungspanel intern verschalten
- Nach ausgiebiger Durchgangsprüfung Pinbelegung festgestellt
- Möglichkeit des Austausches zwischen Links- und Rechtslauf des Förderbandes sowie sechs externer Geräte und SPS über D-Sub 25-Anschluss



Abbildung 17: D-Sub-Terminal

- Anschluss der Betriebsspannung mit 24V, Masse und PE über Bananenstecker am Versorgungs-panel
- Für Nutzung der Richtungssteuerung per D-Sub 25-Anschluss muss der Schalter "SPEED CTRL. INT." auf INT. (intern) gestellt werden



Abbildung 18: Förderband von vorne (vor Umbau)



Abbildung 19: Förderband von hinten (vor Umbau)

6.1.5 Besonderheiten

Umbau Förderband

- Förderband besitzt zwei Panele (Versorgungspanel, Datenpanel)
- Jeweils eines der beiden auf einer Seite
- Umbau so, dass beide Panele auf einer Seite sind
- Vorteile:
 - Unbefugte Personen kommen nicht an Schaltungen
 - Schaltung nicht von außen zu sehen
 - Kürzere und unumständlichere Verkabelung zwischen Förderband, Sensorik und SPS



Abbildung 20: Förderband von vorne (nach Umbau)



Abbildung 21: Förderband von hinten (nach Umbau)

Halterung

- Sechs kleine Halterungen an Tischplatte unter Förderband angeschraubt
- Füße des Förderbandes können dort hineingestellt werden
- Kein Verrutschen des Förderbandes möglich

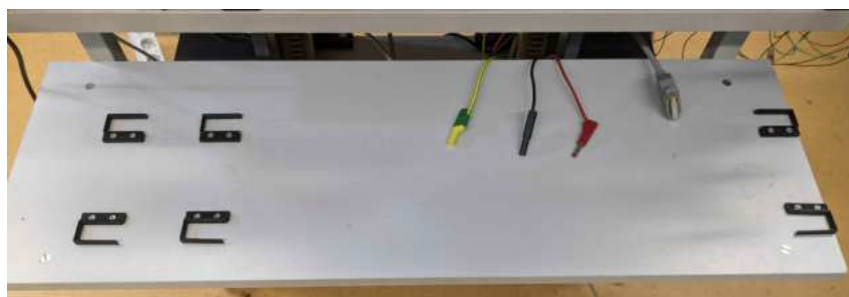


Abbildung 22: Förderbandhalterungen und -anschlüsse

Pinbelegung

D-Sub 25 Pin	M12 Pin	Bezeichnung/Belegung
1	X5 1.4	<i>nicht verwendet</i>
2	X5 2.1	<i>nicht verwendet</i>
3	X5 3.4	<i>nicht verwendet</i>
4	X5 4.1	<i>nicht verwendet</i>
5	X5 5.4	<i>nicht verwendet</i>
6	X5 6.1	<i>nicht verwendet</i>
7	X5 7.4	Band Rechtslauf
8	X5 8.1	Band Linkslauf
9	-	nicht verwendet
10	X5 1.1 / 2.2 / 3.1 / 4.2 / 5.1 / 6.2 / 7.1 / 8.2	Spannungsversorgung 24V
11	-	<i>keine interne Verschaltung</i>
12	-	<i>keine interne Verschaltung</i>
13	X5 1.3 / 2.4 / 3.3 / 4.4 / 5.3 / 6.4 / 7.3 / 8.4	Masse 1
14	X5 1.2	Datenpin Hallsensor 1
15	X5 2.3	Datenpin Hallsensor 2
16	X5 3.2	Datenpin Hallsensor 3
17	X5 4.3	Datenpin Hallsensor 4
18	X5 5.2	Datenpin Hallsensor 5
19	X5 6.3	<i>nicht verwendet</i>
20	X5 7.2	Reserve Band Linkslauf
21	X5 8.3	Reserve Band Linkslauf
22	-	<i>nicht verwendet</i>
23	X5 1.1 / 2.2 / 3.1 / 4.2 / 5.1 / 6.2 / 7.1 / 8.2	Intern mit Pin 10 gebrückt
24	-	<i>nicht verwendet</i>
25	X5 1.3 / 2.4 / 3.3 / 4.4 / 5.3 / 6.4 / 7.3 / 8.4	Masse 2

Tabelle 9: Pinbelegung Förderband

6.2 Getränkeschlitten

Der Getränkeschlitten hat die Aufgabe einen Becher zuverlässig aus dem Becherspender aufzunehmen, diesen sicher zu den einzelnen Stationen entlang des Förderbandes zu transportieren und eine leichte Entnahme durch den Kunden zu ermöglichen. Ebenso soll der Getränkeschlitten entlang des Förderbandes für die SPS lokalisierbar sein und selbst den Fortschritt der Cocktailherstellung registrieren.



Abbildung 23: Getränkeschlitten mit S1 und Neodym Magnet



Abbildung 24: Getränkeschlitten mit Wippschalter und S3



Abbildung 25: Getränkeschlitten mit S2



Abbildung 26: Getränkeschlitten Seitenansicht

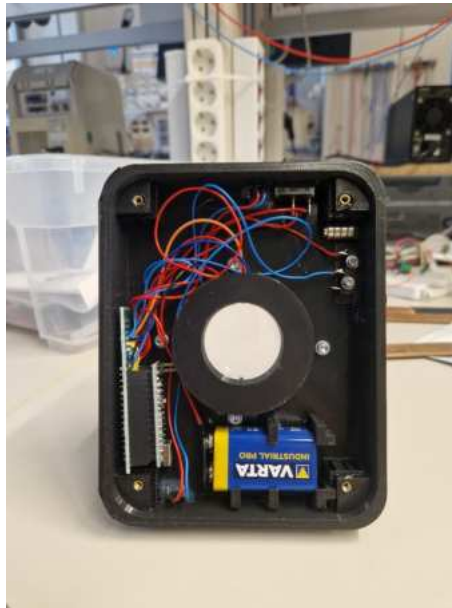


Abbildung 27: Getränkeschlitten mit geöffneter Grundplatte

6.2.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Neodym Magnet (D=7mm/ Höhe=3mm)	1
Mikro Rollhebelschalter	1
Wippschalter 1802	1
Kurzhubtaster	2
Plexiglasscheibe (Durchmesser=60mm/ Höhe=3mm)	1
Arduino Nano	1
LED-Ring RGB WS2812B	1
Lochplatine (Länge=70mm/ Breite=20mm)	1
Widerstand R= 10k Ω	3
9V Block	1
9V Block Batterieclip	1
M3x6 Maschinenschrauben	4
M3x12 Maschinenschrauben + Unterlegscheibe	4
M3x5,7 Gewindeeinsatz	8
M2,5x10 Maschinenschrauben + Unterlegscheibe	2
M2,5 Mutter	2
LiYv 1x0,5mm ² blau (ca. 50cm)	1
LiYv 1x0,5mm ² rot (ca. 50cm)	1
LiYv 1x0,5mm ² orange (ca. 10cm)	1
Buchsenleiste (15 Buchsen)	2

Tabelle 10: Stückliste Getränkeschlitten

6.2.2 Druckanweisung

- mit Unterstützungsmaterial
- keine hohe Fülldichte nötig
- Material: PLA

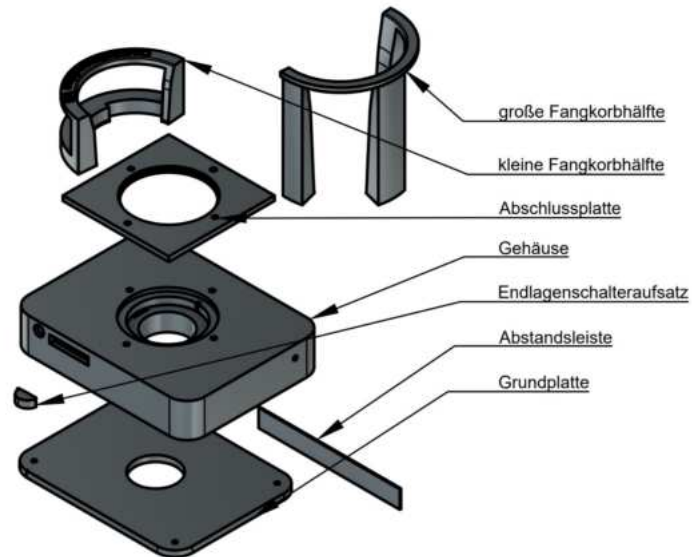


Abbildung 28: 3D-gedruckte Komponenten des Getränkeschlittens

6.2.3 Zusammenbau der einzelnen Komponenten

- 3D gedruckte Teile vom Unterstützungsmaterial befreien

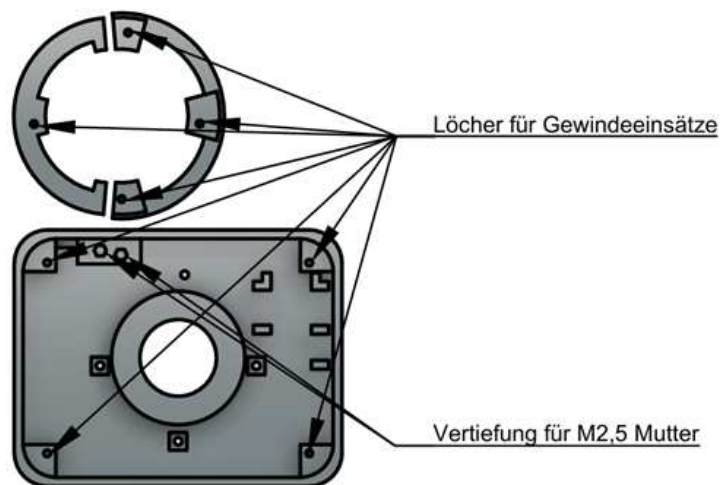


Abbildung 29: Position für Gewindeeinsätze und M2,5 Muttern

- Gewindeeinsätze mittels Gasbrenner erhitzen und mit einer geeigneten Zange in die angegebenen Löcher drücken (schmelzen)
- M2,5 Mutter mit einem stumpfen Gegenstand (Holzstiel eines Hammers) in die Vertiefung pressen
- an Taster- und Wippschalterkontakte Leiter (LiYv) löten, anschließend in vorgesehene Öffnungen schieben und mit Heißkleber von innen fixieren
- Leiter an Rollhebelschalter anlöten (wird als Schließer verwendet)

- Endlagenschalteraufsatz auf Schalterarm drücken und mit Sekundenkleber sichern (dieser ermöglicht die beidseitige Betätigung beim Links- und Rechtslauf des Förderbandes)
- Rollhebelschalter mittels M2,5x10 Maschinenschrauben und Unterlegscheiben fixieren

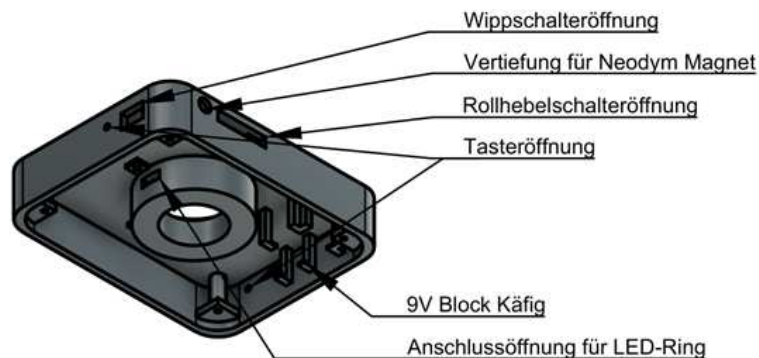


Abbildung 30: Zuordnung der Öffnungen im Getränkeschlittengehäuse

- Neodym Magnet mit einem stumpfen Gegenstand in Öffnung pressen
- LED-Ring von Oberseite so einschieben, dass Kontakte durch die Anschlussöffnung frei zugänglich sind und Leiter anlöten
- auf Lochplatine Buchsenleisten in Passgröße des Arduino Nano, sowie 10k Ω - Pulldown-Widerstände anlöten
- 9V Block Batterieclip, sowie Leiter der Schalter und Taster an Platine anlöten und nach Schaltplan verschalten (siehe „Schaltplan_Becherhalter“) Hinweis: vor Inbetriebnahme Leiterbahnen auf der Platine durchmessen, um Kurschlüsse zu vermeiden
- Programm „Becherhalterbeleuchtung“ auf Arduino laden
- 9V Block in Käfig einschieben und mit Batterieclip verbinden
- Plexiglasscheibe über den LED-Ring einlegen, darüber die Abschlussplatte so positionieren, dass von der Unterseite des Gehäuses, die M3x12 Schrauben, mit Unterlegscheibe, durch die Löcher gefädelt und mit den Fangkorbhälften verschraubt werden kann (dabei werden Abschlussplatte und Plexiglasscheibe verklemmt und fixiert)
- Für Feuchtigkeitsschutz alle Kanten auf der Gehäuseoberseite mittels Heißklebernaht abdichten
- Grundplatte mittels M3x6 Maschinenschrauben mit Gehäuse verschrauben

6.2.4 Allgemeine Erläuterung

Positionsübermittlung des Becherhalters an die SPS

Entlang des Förderbandes befinden sich Hallsensoren, welche das vom verbauten Neodym Magneten erzeugte Magnetfeld registrieren und ein Signal an die SPS schicken.

Positionserkennung des Becherhalters

Beim Vorbeifahren des Becherhalters an den Hallsensoren wird der Endlagenschalter betätigt. Jede Betätigung wird vom Arduino erfasst und gezählt, sodass passend zur Station ein Lichteffekt wiedergegeben werden kann. Nachdem der Becherspender an der Getränkeausgabe angekommen ist, wird

das Licht auf dem Rückweg ausgeschaltet. Dies verlängert die Lebensdauer der Batterie. Weitere Informationen können dem Programmablaufplan entnommen werden.

Hinweis: Der Becherhalter muss an der Ausgangsposition, an dem Becherspender eingeschalten, oder zurückgesetzt werden. Andernfalls kommen nicht die gewünschten Lichtanimationen an den jeweiligen Stationen.

Batterielaufzeit

Der maximale Strombedarf der Schaltung liegt bei 46mA (Helligkeitseinstellung → alle LEDs sind weiß).

Batterielaufzeit bei einem 9V-Block mit 640mAh*:

Batterielaufzeit $t = \text{Kapazität 9V-Block} / \text{max. Strombedarf} = 640\text{mAh} / 46\text{mA} = 13,9\text{h}$

Im Ruhemodus hat die Schaltung einen Strombedarf von 21 mA. (Diese Werte wurden messtechnisch mit einem Digital-Multimeter VC-125 ermittelt.)

Der Wippschalter unterbricht den Stromkreis zur Batterie. Dies verhindert eine schnelle Entladung der Batterie bei Nichtnutzung.

*https://www.varta-ag.com/fileadmin/varta/industry/images/products/Industrial_Pro/VM_Folder_Industrial_Pro_2023_Web.pdf

Hinweis zum Stromlaufplan

Schaltojekt	Pin	Funktion
Rollhebelschalter (S1)	D03	Stationserkennung
Taster (S2)	D03	Zurücksetzen
Taster (S3) neben dem Wippschalter	D04	Helligkeitseinstellung

Tabelle 11: Funktionen der Schalter

6.2.5 Programmablauf

Grundprogramm

- LEDs ausschalten, um vorherige Zustände zu löschen
- Auf Inputs warten
 - Knopf „Helligkeit“ gedrückt
 - Taster „Station“ betätigt
 - Knopf „Reset“ gedrückt

Taster „Station“ betätigt

- Dieser Taster befindet sich an der Seite des Becherhalters und wird während der Fahrt betätigt, indem dieser gegen die Hallsensoren drückt
 - Becherhalter kennt die Station, an der er sich befindet
- Variable `counterStation` zählt mit, an welcher Station der Becherhalter sich befindet
 - Hin und zurück sind 7 Klicks
- Aktionen bei Werten von `counterStation`:

- 1: LEDs aus → Startposition, es wird Energie gespart, wenn Becherhalter nicht in Benutzung
- 2: LED Animation Blau
- 3: LED Animation Gelb
- 4: LED Animation Magenta
- 5 – 7: LED Animation Rot (Becherhalter ist auf dem Rückweg), wenn an Startposition angekommen, counterStation = 1 → LEDs aus

Knopf „Reset“ gedrückt

- Setzt Variable counterStation auf 1, um Programm von vorne beginnen zu lassen

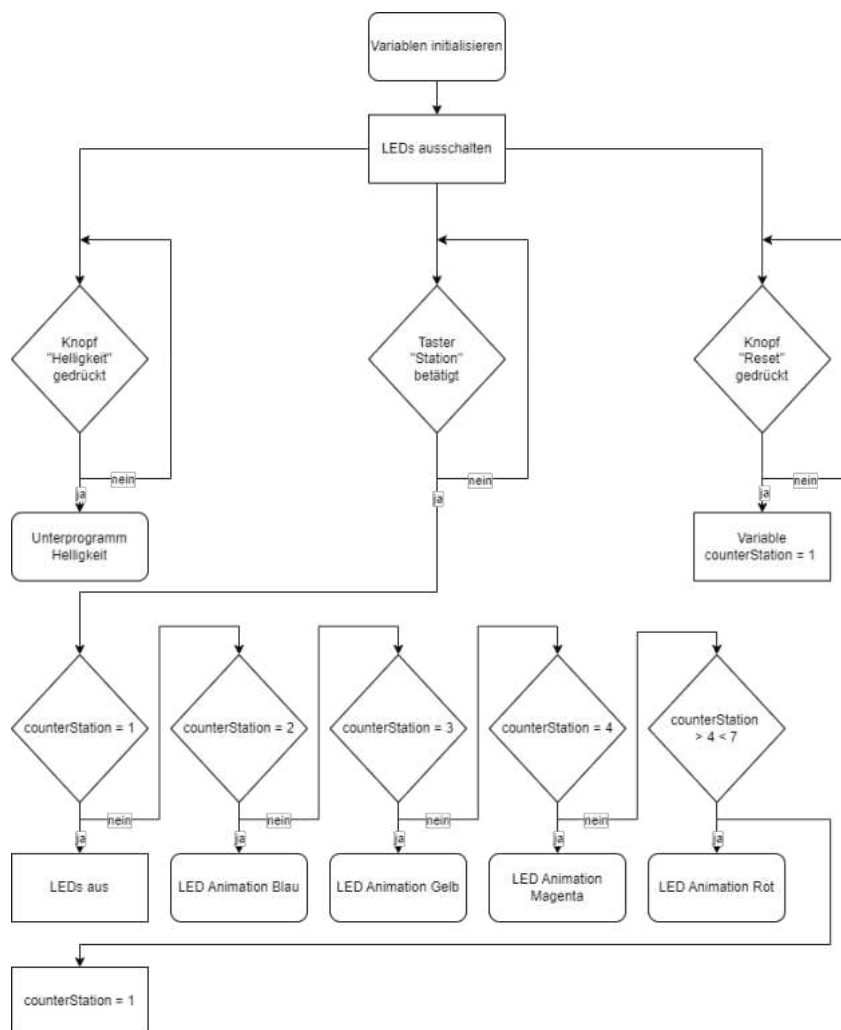


Abbildung 31: Grundprogramm Getränkeschlitten

Unterprogramm Animation

- for-Schleife von $i = 0$ bis $i < 12$ laufen lassen
 - LED(i) auf Farbe der Station schalten
 - Pause von Animationsdauer / 12 (Anzahl LEDs auf LED-Ring)

Unterprogramm Helligkeit

- Variable `count` zählt die Anzahl der Tastendrücke
- 6 Helligkeitsstufen
 - Helligkeit berechnet mit Formel: $\text{Helligkeit} = 255 / 6 * \text{count}$
- LED-Ring füllt sich mit zunehmender Helligkeit
 - Berechnet mit Formel: $\text{LEDs an} = 2 * \text{count}$

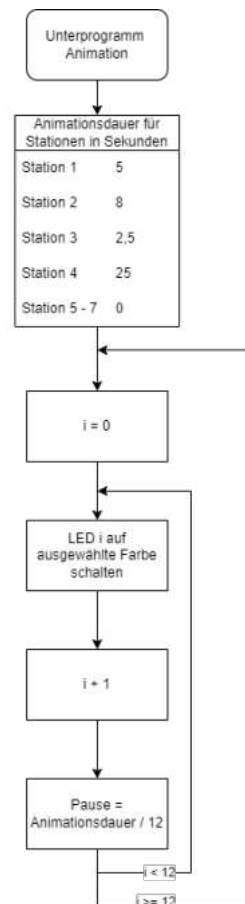
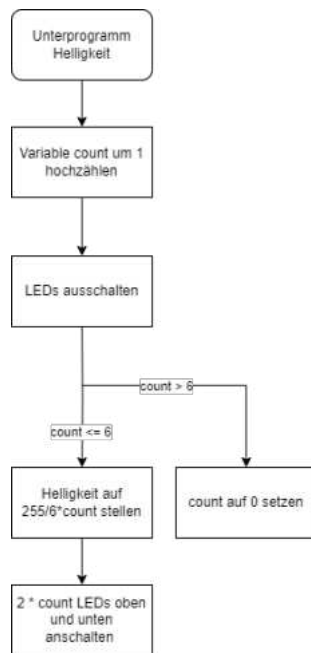


Abbildung 32: Unterprogramm Helligkeit und Animation

6.3 Hallsensoren

6.3.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Hallsensor	5
Halterung Hallsensor	5
M12 Stecker gewinkelt	5
D-Sub 25 Terminalblock	1
Aderendhülsen 0,5 mm ²	15
M3x25 Maschinenbauschraube	10
M3x10 Maschinenbauschraube	6
M3 Unterlegscheibe	14
M3 Mutter	10
M3 Nutenstein	6
M4x10 Maschinenbauschraube	4
M4 Unterlegscheibe	4
M4 Nutenstein	4
Kabelkanal	50cm

Tabelle 12: Stückliste Hallsensoren

6.3.2 Funktion

Feststellung der Position des Schlittens und Festlegung der Stationen.

6.3.3 Betrieb

- Sensorkopf detektiert Magnetfelder in kleinem Bereich vor ihm
- Im Betrieb benötigt der Sensor 24V / 0,2A
- Schlitten für Transport des Bechers beinhaltet im Gehäuse einen kleinen Neodym Magneten
 - Sensor erkennt Magneten und gibt HIGH-Signal an SPS
 - SPS hält daraufhin Förderband an und löst Ablauf der entsprechenden Station aus

6.3.4 Aufbau

- Fünf Hallsensoren einzeln auf dem Rahmen des Förderbandes montiert
 - Jeder Sensor dient einer Station:
 - * Startposition und Becherausgabe
 - * Ausgabe Eis
 - * Ausgabe Zitrone
 - * Ausgabe Getränke

* Endposition

- Halterung auf Förderband über 3D-Druck realisiert und mit Nutensteinen und Schraubverbindung befestigt
- Abstand zum Schlitten kann durch Schraubverbindung im geringen Maß angepasst werden

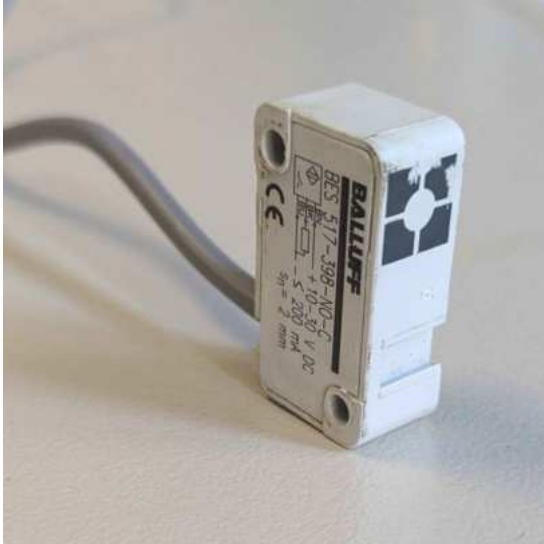


Abbildung 33: Hallensensor



Abbildung 34: Hallensensor Halterung



Abbildung 35: Hallensensor Halterung auf Förderband

6.3.5 Besonderheiten

Verkabelung über Förderband

- Jeder Sensor verfügt über drei Anschlussleitungen (Spannung, Masse, Datenausgang)
- Sowohl Spannungsversorgung als auch Datenausgänge können über Ein- und Ausgänge des Förderbands mit SPS verbunden werden

-
- Sensoren sind über M12-Stecker an das Förderband angeschlossen
 - Spannungsversorgung und Kommunikation mit SPS erfolgt über D-Sub 25-Kabel
 - Geringer Verkabelungsaufwand, da D-Sub 25-Kabel ebenfalls für die Steuerung des Förderbands dient
- D-Sub 25-Kabel wird an Terminal angeschlossen

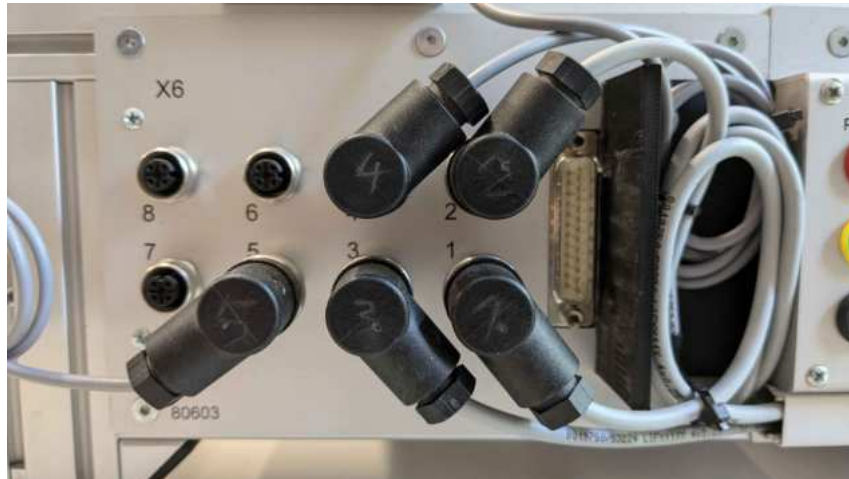


Abbildung 36: Hallsensor Datenpanel M12 Stecker



Abbildung 37: D-Sub-Terminal

Pinbelegung

D-Sub 25 Pin	M12 Pin	Bezeichnung / Belegung
10	X5 1.1 / 2.2 / 3.1 / 4.2 / 5.1 / 6.2 / 7.1 / 8.2	Spannungsversorgung 24V
13	X5 1.3 / 2.4 / 3.3 / 4.4 / 5.3 / 6.4 / 7.3 / 8.4	Masse 1
14	X5 1.2	Datenpin Hallsensor 1
15	X5 2.3	Datenpin Hallsensor 2
16	X5 3.2	Datenpin Hallsensor 3
17	X5 4.3	Datenpin Hallsensor 4
18	X5 5.2	Datenpin Hallsensor 5

Tabelle 13: Pinbelegung Hallsensoren

6.4 Ablaufschiene

6.4.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Aluminiumblech 60x11cm	1
Profilwinkel 20x20mm	5
M5x8 Maschinenbauschraube	5
M5 Nutenstein	5

Tabelle 14: Stückliste Ablaufschiene

6.4.2 Funktion

Schutz der Bauteile vor Getränkeüberresten / umgeschütteten Flüssigkeiten.

6.4.3 Betrieb

- Getränkereste in Schläuchen tropfen gelegentlich von Arm auf Förderband oder dazwischen
- Blech fängt diese zu großen Teilen ab
- Kann in Sammelschale abgeführt werden

6.4.4 Aufbau

- Alu-Blech leicht gewölbt und Kanten nach oben geknickt
- Ohne weiteren Schutz sammelt sich viel Rost auf Blech
- Mit schwarzer Sprühfarbe eingefärbt
- Mit Papier abgedeckt und ausgeschnittenen Schriftzug weiß angesprüht

- Für langen Halt der Farben dreimal mit Klarlack übersprüht
- Über 20x20 mm Profile innerhalb des Förderbandes eingeklemmt
- Klemmt genau so, dass keine Förderbandrolle am Blech schleift



Abbildung 38: Ablaufschiene in Förderband



Abbildung 39: Ablaufschiene von der Seite

6.4.5 Besonderheiten

- Schriftzug wurde mit Lasercutter in Papier geschnitten
- Stellt „Cocktailmaschine V3“ dar, da dritte Version der Maschine



Abbildung 40: Ablaufschiene von oben

6.5 Ausschankarm

Der Ausschankarm dient der spritzminimierten Ausgabe der Getränke, indem er mittels Absenkens der Ausgabeöffnungen den Abstand zwischen Becherrand und Getränkeausgabeelement verringert. Zusätzlich soll er die, zwischen den Ausgaben, austretenden Flüssigkeiten zuverlässig sammeln, um eine Verschmutzung der restlichen Maschine zu verhindern.

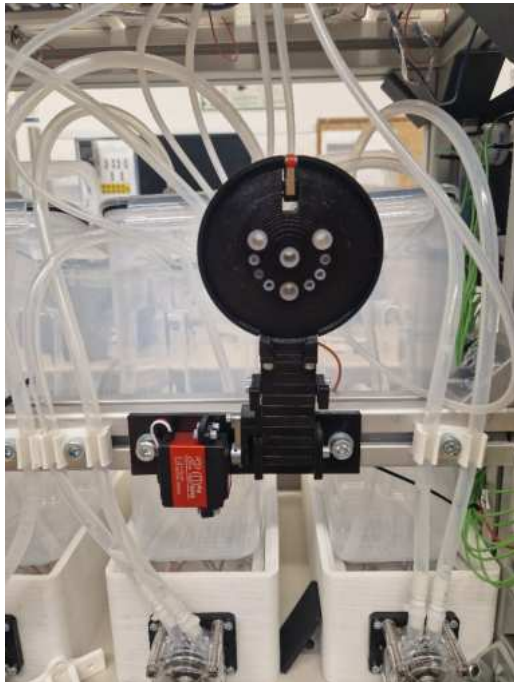


Abbildung 41: Ausschankarm in Wartestellung



Abbildung 42: Ausschankarm in Ausgabestellung

6.5.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Nutenstein P40 M8	2
M2,5x10 Maschinenschraube	1
M2,5 Mutter	1
M2,7 Unterlegscheibe	1
M3x10 Maschinenschraube	9
M3x16 Maschinenschraube	2
M3,2 Unterlegscheibe	15
M3 Federring	1
M3x5,7 Gewindeeinsatz	11
M4x6 Maschinenschraube	1
M4x40 Maschinenschraube	1
M4,3 Unterlegscheibe	1
M4 Mutter	1
M8x16 Maschinenschraube	2
M8,4 Unterlegscheibe	2
Servomotor DS3218	1
Micro Rollen Hebel Schalter	1
Widerstand 11k Ω	1
LiYv 1x0,5mm ² orange (ca. 20cm)	1
LiYv 1x0,5mm ² weiß (ca. 20cm)	1
Buchsenleiste 2,45mm (5 Buchsen)	1
Stiftleiste 2,45mm (5 Anschlüsse)	1
Schrumpfschlauch ca. 2cm	7
Druckfeder aus Kuli	1
Reinigungsschwamm	1

Tabelle 15: Stückliste Ausschankarm

6.5.2 Druckanweisung

- mit Unterstützungsmaterial
- keine hohe Füllichte
- Material: PETG

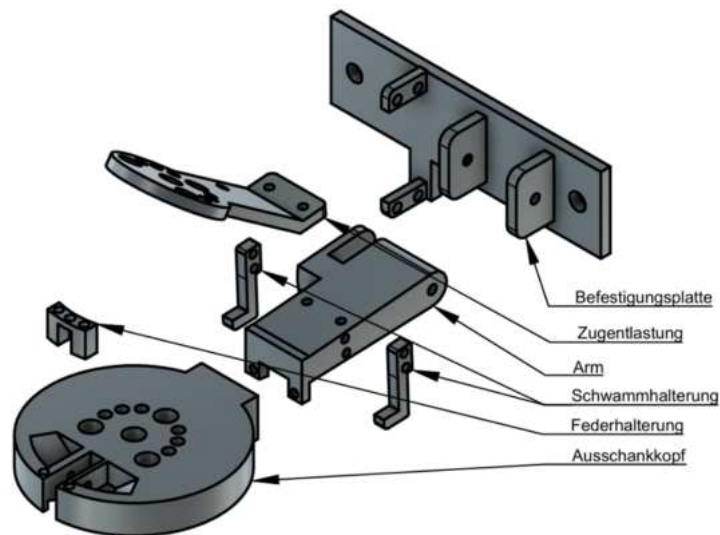


Abbildung 43: Gedruckte Komponenten des Ausschankarmes

6.5.3 Zusammenbau der einzelnen Komponenten

- Unterstützungsmaterial aus der Vertiefung am Ausschankkopf und allen Löchern entfernen
- M3x5,7 Gewindeeinsatz mit Gasbrennerflamme erwärmen und in gekennzeichnete Löcher drücken
- alle 3D gedruckten Teile nach nachfolgendem Bild verschrauben
- Leiter an Rollhebelschalterkontakte löten (wird als Schließer genutzt) und mittels Schrumpfschlauch überdecken (auch hinteren freien Kontakt mit Schrumpfschlauch versehen)
- Rollhebelschalter am Ausschankkopf so befestigen, dass dieser sich um die Verschraubung drehen kann
- Druckfeder auf das Gewinde der M4x6 Maschinenschraube aufdrehen und die Feder mittels Seidenschneider so kürzen, dass der Rollhebelschalterarm unterhalb der Unterkante des Ausschankkopfs gedrückt wird
- Druckfeder über hinteren, mit Schrumpfschlauch abgeschirmten, Kontakt stecken
- Servomotor mit mitgelieferten Servoarm verschrauben, anschließend an Befestigungsplatte verschrauben
- Servoarm mit Arm verschrauben (Beachtung des Drehbereiches des Servomotors erforderlich!)
- Nutensteine in Aluprofil klemmen, und Befestigungsplatte anschrauben
- Verbindung zwischen Versorgung / Steuerplatine mittels Buchsenleiste und Stiftleiste herstellen
 - Verdrahtung kann dem Stromlaufplan entnommen werden
- Schläuche werden zuerst durch die Zugentlastung und dann in Löcher des Ausschankarmes geschoben

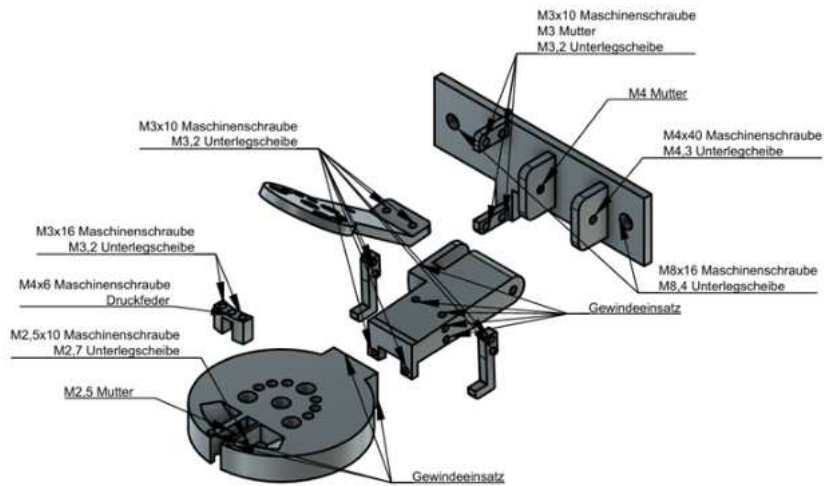


Abbildung 44: Schaubild Verschraubung des Ausschankarms

6.5.4 Schnittmuster des Schwammes

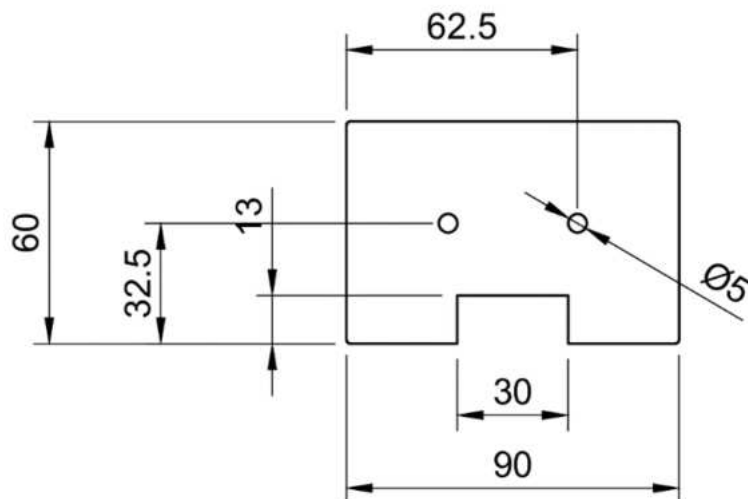


Abbildung 45: Schnittmuster des Schwammes

Da die Schwammhalterungen den Schwamm auch ohne einen extra Zuschnitt fixieren können, ist dieser nicht zwingend notwendig.

6.5.5 Allgemeine Erläuterungen

Die Zugentlastung soll verhindern, dass durch die Auf- und Abwärtsbewegung des Ausschankarmes die Schläuche aus den Löchern im Ausschankkopf rutschen. Besonders im Moment des Tropfen-Abschüttelns ist diese zusätzliche Befestigung von großer Bedeutung.

6.6 Beleuchtung

6.6.1 Schaltplan Licht

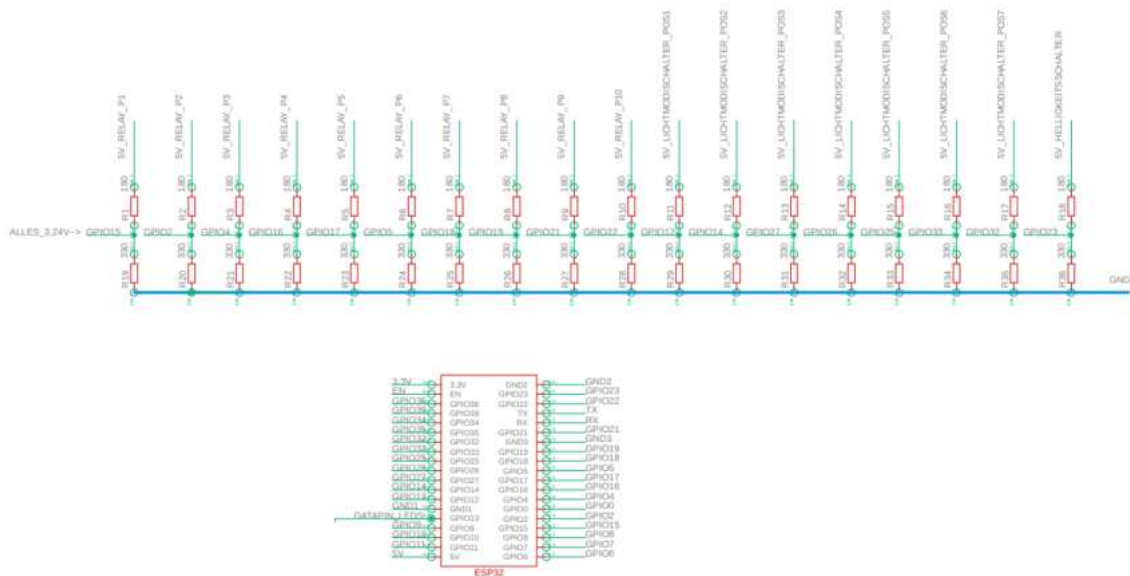


Abbildung 46: Schaltplan Licht

- Die Relais, welche die Pumpen steuern, schalten zusätzlich eine 5V-Leitung durch, welche an die Eingänge des ESP32s führen
 - Der ESP32 erkennt dadurch, welche Pumpen aktiviert sind
- Auch vom Drehschalter auf dem Steuerpanel zum Steuern der Lichtmodi kommen 5V an die Eingänge des ESP32
- Der ESP32 benötigt nur eine Eingangsspannung von 3,3 Volt
 - Es wird ein Spannungsteiler an jedem Eingang verwendet
 - Widerstände: 180 Ohm : 330 Ohm, um eine Eingangsspannung von 3,24 V zu erreichen
- Zur Steuerung von 640 LEDs wird nur ein Datenpin benötigt
 - GPIO13

6.6.2 Platine

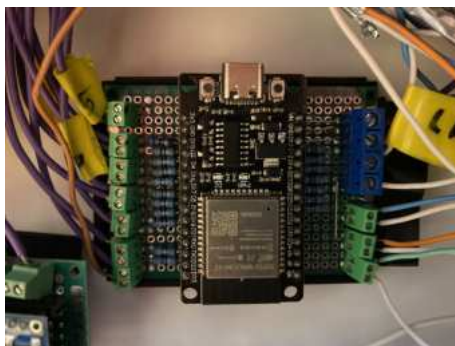


Abbildung 47: Ansicht der Platine mit ESP

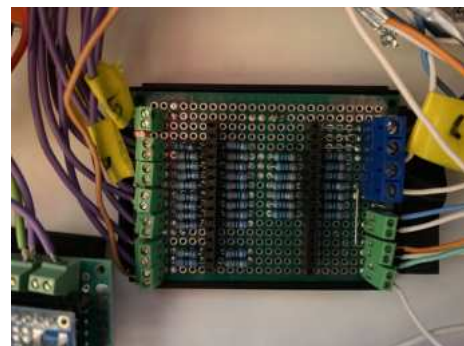


Abbildung 48: Ansicht der Platine ohne ESP, Spannungsteiler zu erkennen

- Kabel auf der linken Seite der Platine:
 - Dateneingänge von Pumpen
 - Eingang für Helligkeitstaster
- Kabel auf der rechten Seite der Platine:
 - Ausgang zur Lichtsteuerung
 - Eingänge für Drehschalter

6.6.3 Programmablauf

Um die LEDs so anzusteuern, dass die Animation in die richtige Richtung verläuft, ist es notwendig einige Umrechnungen durchzuführen. Im Normalfall werden die LEDs in der Reihenfolge 1, 2, 3, 4, 5, ... angesteuert. In diesem Fall ist es jedoch notwendig, die LEDs in der Reihenfolge 0, 8, 16, 24, ... anzusteuern. Diese Umrechnung passiert im Unterprogramm „Regenbogeneffekt“. Aufgrund von Begrenzungen im Netzteil kann die maximale Helligkeitseinstellung nur 100 von 255 betragen, da sonst das Netzteil nicht genug Strom bereitstellen kann.

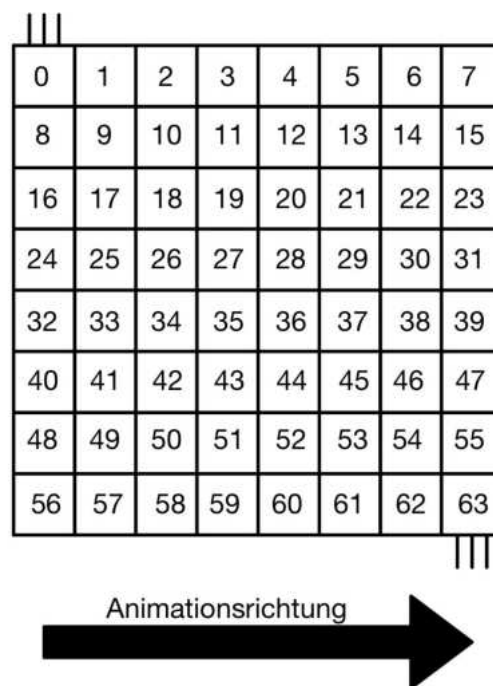


Abbildung 49: Animationsrichtung

Grundprogramm

- Variablen werden initialisiert
- Sämtliche LEDs ausschalten, um vorherige Zustände zu löschen
- Zustand des Helligkeitstasters abfragen
- Zustand des Drehschalters abfragen
 - 7 Positionen \Rightarrow 7 Modi

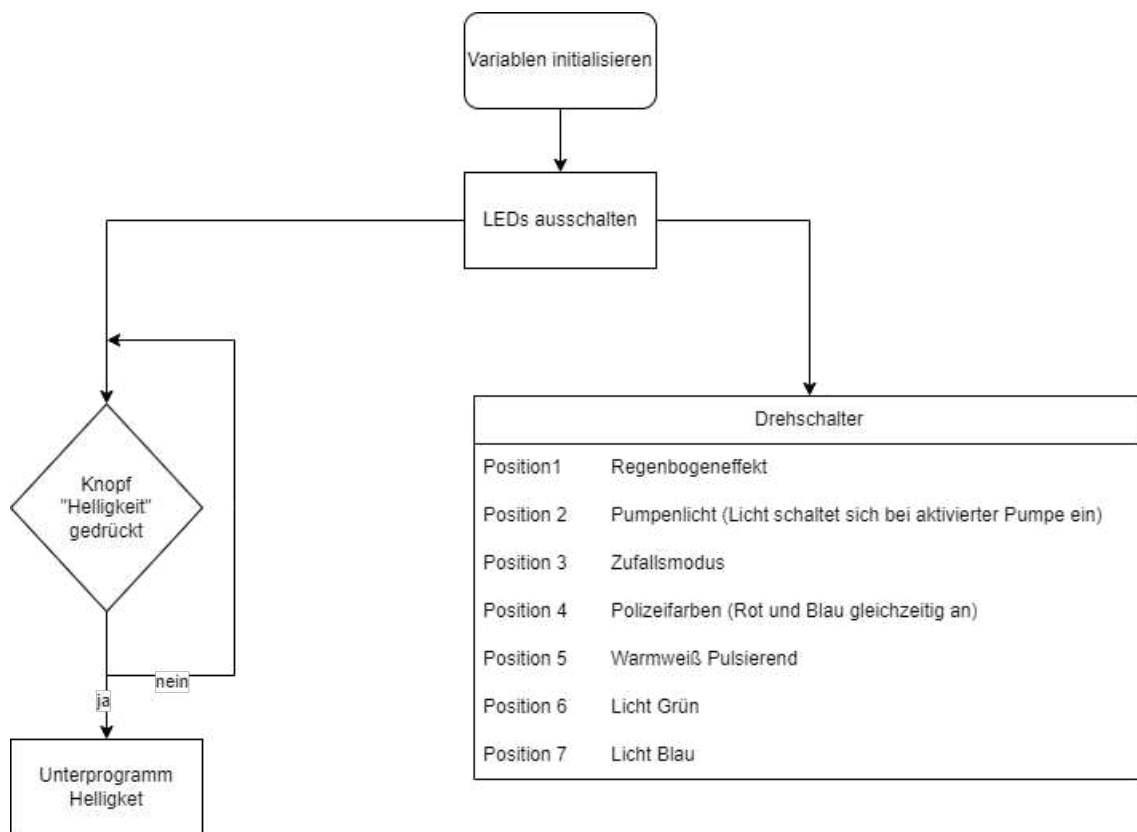


Abbildung 50: Grundprogramm Beleuchtung

Unterprogramm Helligkeit

- 10 Helligkeitsstufen
 - Pro Knopfdruck wird die Variable `counterHelligkeit` um 1 erhöht, solange `counterHelligkeit` ≤ 10 ist
 - Wenn `counterHelligkeit` > 10 , wird `counterHelligkeit` = 0 gesetzt
- Pro Helligkeitsstufe wird ein LED-Panel zur Visualisierung angeschaltet

Regenbogeneffekt

- Drei Farben zur Auswahl
 - Die Farbe wird abhängig vom Wert der Variablen `colour` gewählt
- Drei ineinander verkoppelte for-Schleifen:
 - `c` füllt eine Spalte an LEDs
 - `x` springt in die nächste Spalte
 - `i` springt auf das nächste LED-Panel
 - Formel: angesteuerte LED = `i + 8c` erlaubt es, eine Spalte der LED-Matrix nach der anderen anzuschalten
- Wenn alle LEDs mit einer Farbe gefüllt wurden, springt das Programm auf den Anfang zurück und erhöht die Variable `colour`, wodurch die nächste Farbe abgespielt wird

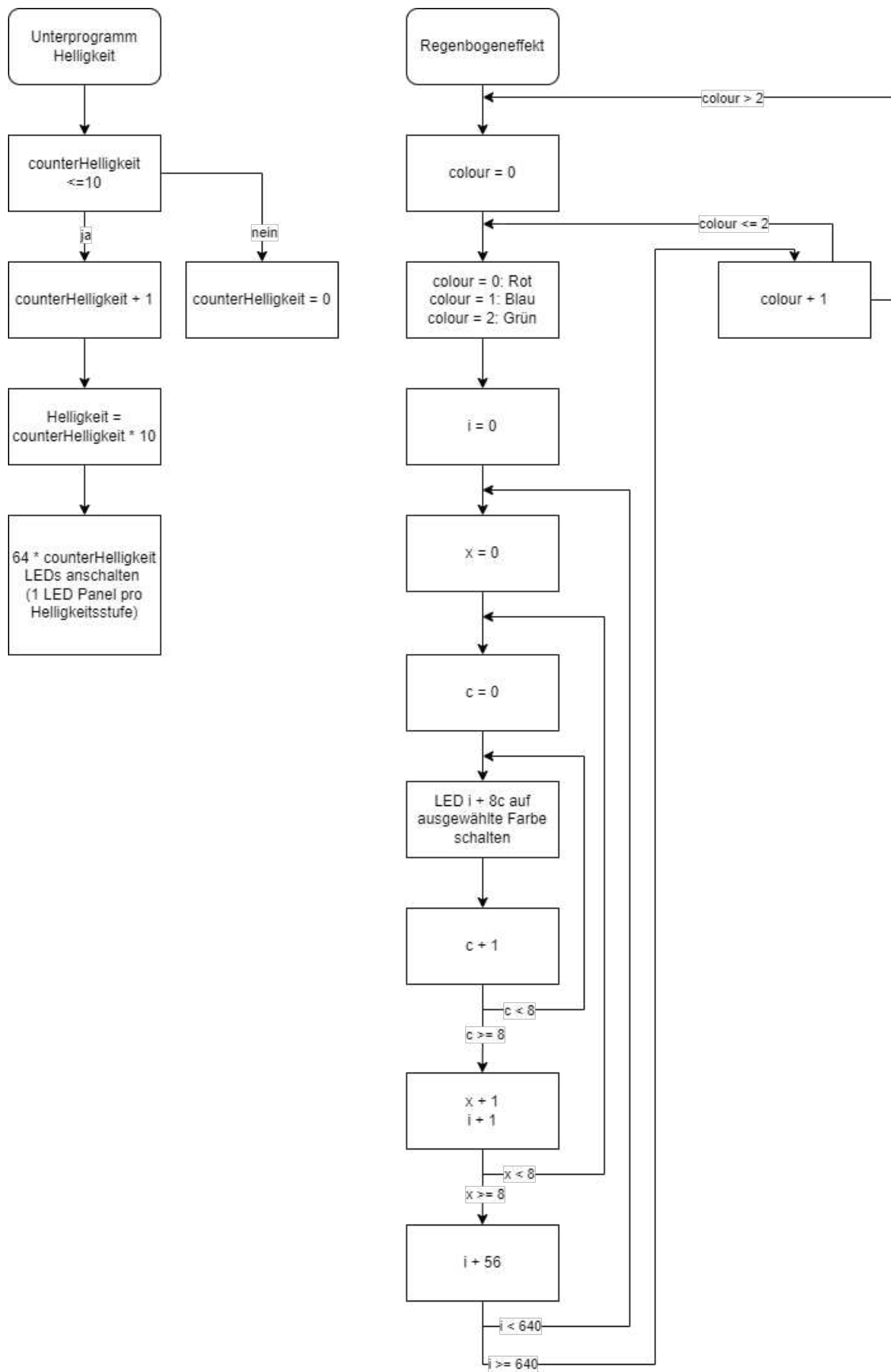


Abbildung 51: Unterprogramm Helligkeit und Regenbogeneffekte

Pumpenlicht

- Alle LEDs ausschalten, um den vorherigen Zustand zu löschen
- Wenn eine Pumpe angeht, wird ein Multiplikator m entsprechend der Pumpe aus einer Tabelle ausgewählt
- LEDs in einem Bereich von $64 \times m \leq i < 64 \times (m + 1)$ werden angeschaltet
 - Diese Formel schaltet das zu der angeschalteten Pumpe dazugehörige LED-Panel an

Zufallsmodus

- Zufallszahl Z im Bereich von 1 bis 10 mithilfe der C++ `<random>` Bibliothek generieren
- Eine Farbe entspricht einer Zahl
- Angeschaltetes LED-Panel entspricht der Zufallszahl Z
 - Formel: $64 \times (Z - 1) \leq i < 64 \times Z$
- Der Delay wird mit der Formel $(10 \text{ ms}) \times Z$ berechnet
 - Pause bis zur nächsten Farbänderung kann zwischen 10 ms und 100 ms betragen

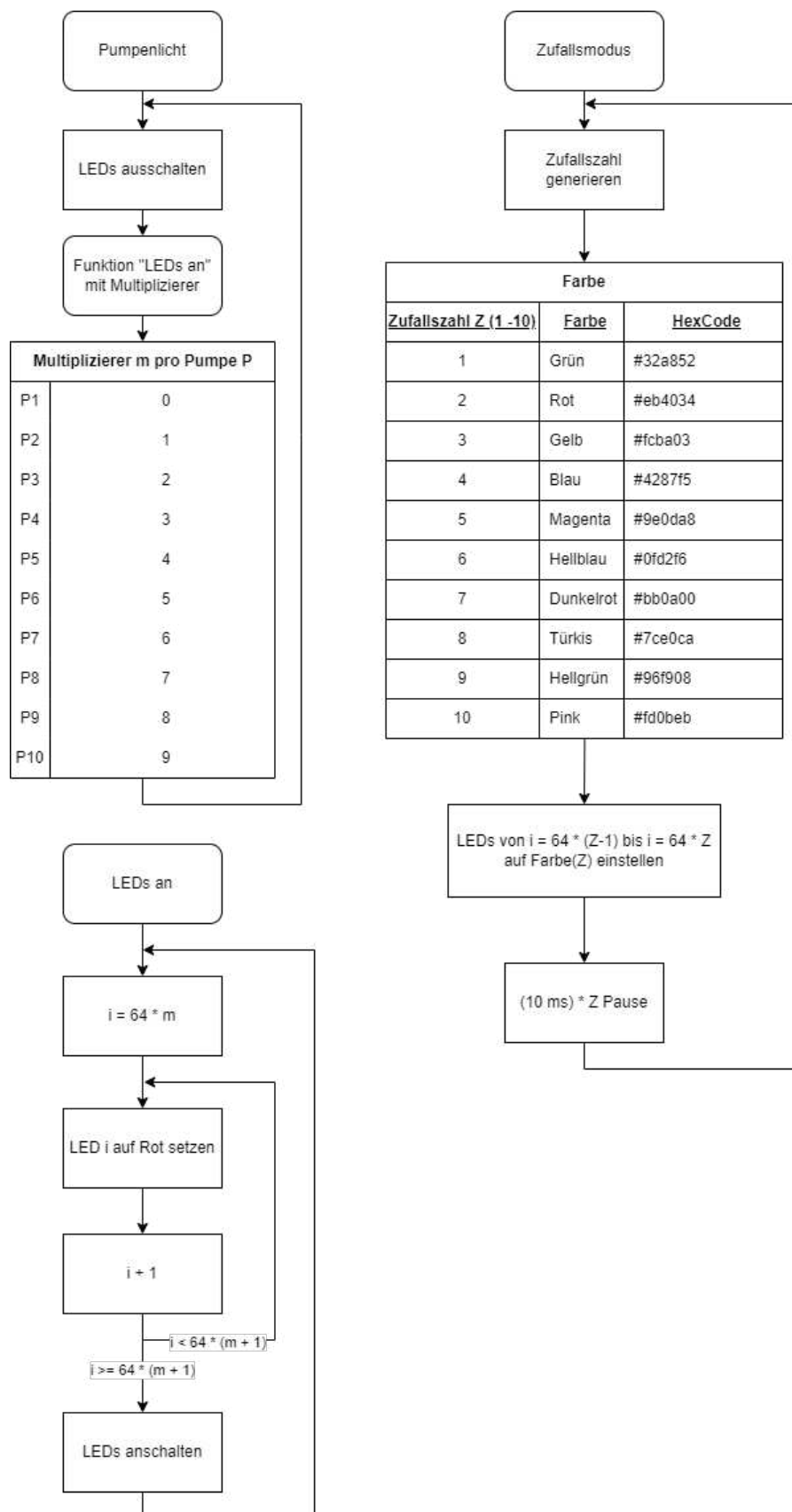


Abbildung 52: Unterprogramm Pumpenlicht und Zufallsmodus

Polizeifarben

- Spalten leuchten abwechselnd Blau und Rot (Spalte 1 Blau, Spalte 2 Rot, Spalte 3 Blau, ...).

Warmweiß pulsierend

- Warmweiße Beleuchtung mit pulsierendem Effekt:
 - Die Helligkeit erhöht sich dauerhaft und wird anschließend wieder dunkler
- `for`-Schleife von $i = 20$ bis $i = 100$:
 - Helligkeit wird auf i gestellt
- Wenn die erste `for`-Schleife bei 100 angekommen ist, zählt die zweite `for`-Schleife von 100 zurück auf 20:
 - Helligkeit wird erneut auf i gestellt

Licht Blau/Grün

- `for`-Schleifen, die von $i = 0$ bis $i = 639$ laufen:
 - Jede `LED(i)` wird auf Grün oder Blau gestellt

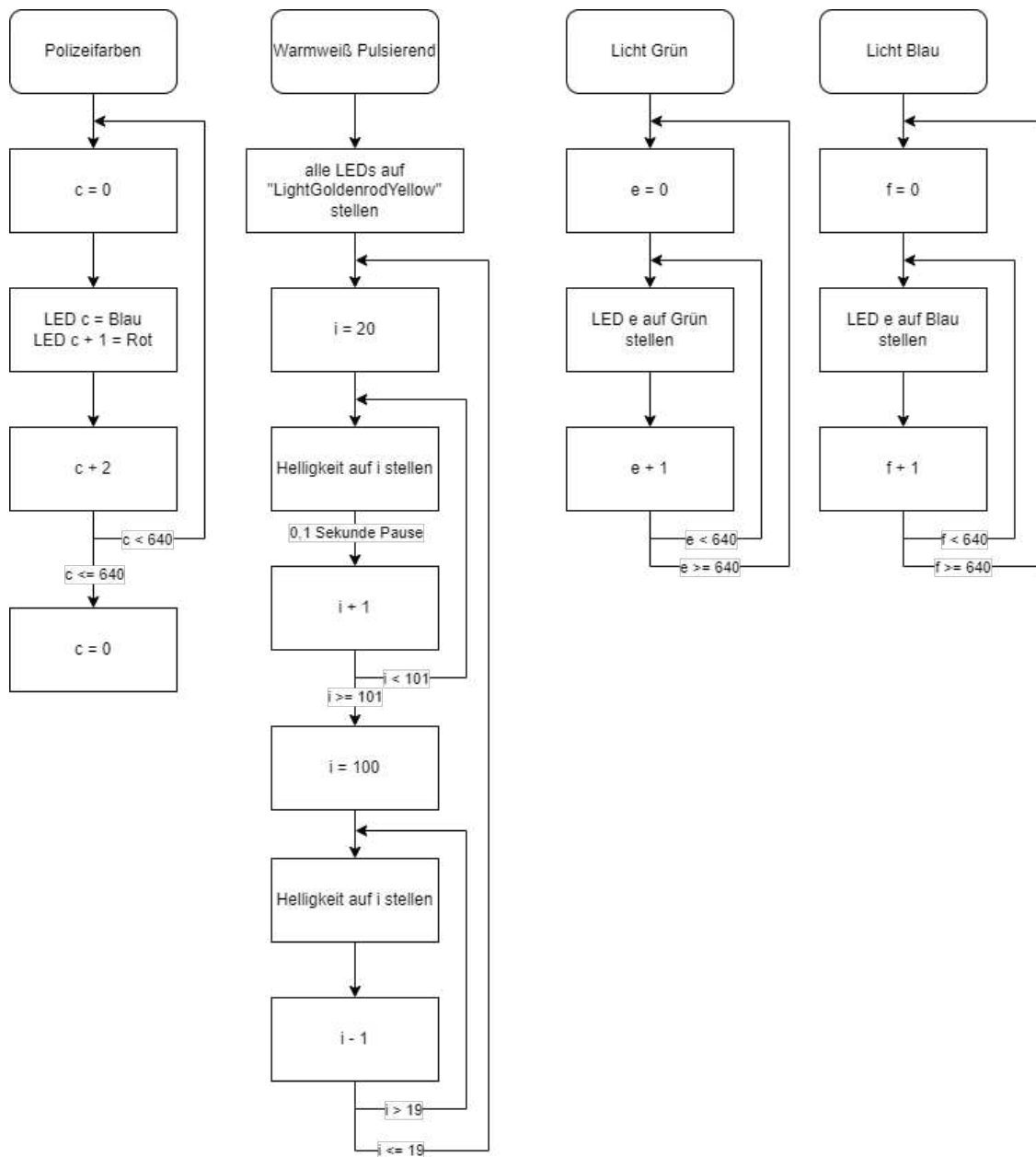


Abbildung 53: Unterprogramm Polizeifarben, Warmweiß Pulsierend, Grün, Blau

6.7 Endlagenschalter

Zum Registrieren des vom Becherspender ausgegebenen Bechers, sowie die Entnahme des fertig gemischten Cocktails an der Ausgabe, benötigt die Cocktailmixmaschine Sensoren. Diese Sensoren sollten möglichst robust gegen mechanische Einwirkung (fallende Becher) und Wasserresistent (verschüttete Getränke) sein.

6.7.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Rollhebelschalter	2
Nutenstein M8	1
Nutenstein M6	2
M2,5x16 Maschinenschraube	2
M2,5x20 Maschinenschraube	1
M2,7 Unterlegscheibe	4
M2,5 Federring	1
M2,5 Mutter	3
M3x10 Maschinenschraube	2
M3x20 Maschinenschraube	2
M3,2 Unterlegscheibe	4
M3 Mutter	4
M3 Federring	1
M4x10 Maschinenschraube	1
M4,3 Unterlegscheibe	1
M4 Mutter	1
M6x10 Maschinenschraube	2
M6,4 Unterlegscheibe	2
M8x10	1
M8,4 Unterlegscheibe	1
LiYv 1x0,5mm ² orange (ca. 20cm)	1
LiYv 1x0,5mm ² blau (ca. 20cm)	1
Widerstand 10k Ω	2
Schrumpfschlauch ca.2cm	8
Druckfeder	1

Tabelle 16: Stückliste Endlagenschalter

6.7.2 Druckanweisung

- mit Unterstützungsmaterial
- keine hohe Fülldichte nötig
- Material: PLA

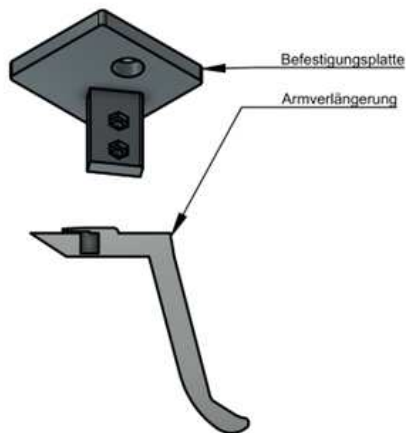


Abbildung 54: 3D-gedruckte Komponenten des Becherspendersensor

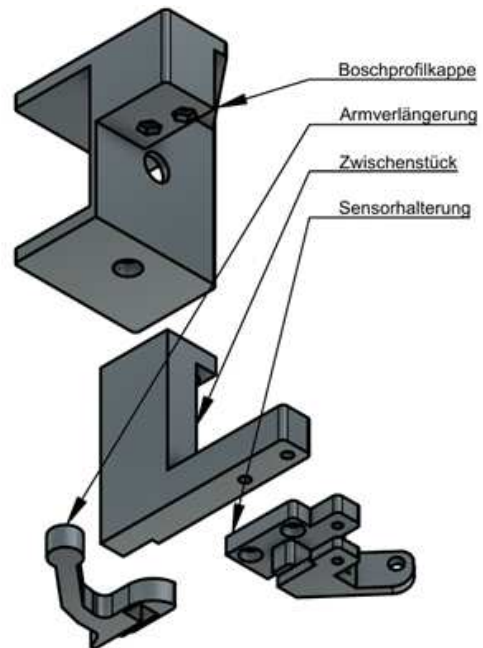


Abbildung 55: 3D-gedruckte Komponenten des Entnahmestationssensor

6.7.3 Zusammenbau der einzelnen Komponenten

- Leiter an Rollhebelschalterkontakte löten (wird als Schließer genutzt) und mittels Schrumpfschlauch überdecken (auch hinteren freien Kontakt mit Schrumpfschlauch versehen)
- 10k Ω Widerstände so verlöten, dass diese als Pulldown-Widerstände fungieren
→ Weitere Informationen dem Stromlaufplan entnehmen

Sensorik am Becherspender

- zwei M2,5 Muttern in vorgesehene Vertiefung pressen und den Rollhebelschalter von der anderen Seite mit M2,5x16 Maschinenschrauben und Unterlegscheiben verschrauben
- Armverlängerung seitlich über den Rollhebel schieben und mit Sekundenkleber fixieren
- M8 Nutenstein in Unterseite des Aluprofils einschieben und Befestigungsplatte mit einer M8x16 Maschinenschraube und Unterlegscheibe befestigen

Hinweis:

Der Sensorarm muss so ausgerichtet werden, dass er in den Fallbereich des Bechers gelangt, ohne dabei sich mit dem bewegenden Becherhalter zu verklemmen.



Abbildung 56: Sensor für die Becherregistrierung aus dem Becherspender

Sensorik an der Entnahme

- 3D gedruckte Teile von Unterstützungsmaterial befreien
- Rollhebelschalter mittels einer M2,5x20 Maschinenschraube, zwei Unterlegscheiben und einer M2,5 Mutter drehbar an der Sensorhalterung befestigen
- M4x10 Maschinenschraube mit Unterlegscheibe und M4 Mutter nutzen, um Druckfeder an Sensorhalterung zu befestigen (Druckfeder anschließend auf geeignete Länge mit Seidenschneider kürzen und am hinteren isolierten Rollhebelschalterkontakt verkleben)
- Armverlängerung über den Rollhebel schieben und mit Sekundenkleber fixieren
- Sensorhalterung mit M3x20 Maschinenschrauben, Unterlegscheiben, Federringe und Muttern mit Zwischenstück verschrauben
- M3 Muttern in Vertiefung der Aluprofilkappe pressen
- Zwischenstück mit M3x10 Maschinenschrauben an Aluprofilkappe schrauben
- M6 Nutensteine auf Ober- und Unterseite des Aluprofils einschieben und Aluprofilkappe verschrauben



Abbildung 57: Sensor für die Registrierung der Becherentnahme

6.7.4 Allgemeine Erläuterungen

Um den Rollhebelschalter an der Entnahmestation mittig über dem Förderband zu platzieren, kommt ein 7cm langes Aluprofilstück zum Einsatz.

6.8 Schaltpanel

6.8.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Aluminiumplatte 29x11,5 cm	1
Profilwinkelabdeckung 80x80mm	2
M5x10 Maschinenbauschraube	6
M5 Federring	6
M5 Unterlegscheibe	6
22 FS+ Not-Knopf	1
Knebelknopf bzw. Stufendrehschalter	1
Mini PBS-110 Taster	1
ZB5AA3	2
Miniatur Kippschalter	5

Tabelle 17: Stückliste Schaltpanel

6.8.2 Funktion

Schnelles Stoppen der Maschine und Möglichkeit manueller Eingaben (insbesondere bei Fehlfunktionen).

6.8.3 Betrieb

- **Notausschalter:**

- „Notstop“ betitelt
- Betätigen lässt Schalter in gedrückter Position
- SPS erhält übergestelltes HIGH-Signal
- Jeglicher von SPS gesteuerter Prozess (Pumpen, Förderband) wird sofort angehalten
- Durch Drehen des Schalters geht dieser zurück in die Ausgangslage
- Programm läuft an dem Punkt weiter, an dem es angehalten wurde

- **Lichtschalter:**

- „Licht EIN/AUS“ betitelt
- Schalter ist direkt mit der Spannungsversorgung des ESP32 (P3) und der LED-Matrizen verbunden
- Bei Betätigung werden Prozessor und LED-Matrizen vom Strom genommen
- Entsprechend ist das Licht bei Betätigung deaktiviert
- Häufige und schnelle Betätigung sollte unterlassen werden, da mögliche Schäden bei ESP32 (P3) auftreten könnten

- **Stufenschalter:**

- „Modi“ betitelt
- Verfügt über acht Ausgänge, unser Modell kann jedoch nur zwischen sieben Positionen wechseln (stammt aus alter Apparatur)
- Jede Position ist mit einem einzelnen Pin des ESP32 (P3) verbunden
- Ausgewählte Position gibt entsprechendes HIGH-Signal an ESP32 (P3)
- Je nach Programmierung führt jede Schalterstellung zu anderen Lichteffekten

- **Taster für Helligkeit:**

- „Helligkeit“ betitelt
- Bei Betätigung erhält ESP32 (P3) HIGH-Signal
- Helligkeit wird pro Signal um 10% heller gestellt
- Minimale Stufe startet bereits bei 10%
- Nach Erreichen des Maximums (100%) wird zurück auf Minimum gesprungen

- **Becherspender öffnen:**

- „Becherspender öffnen“ betitelt
- Bei Betätigung erhält Arduino Nano (P1) HIGH-Signal
- Beide Greifarme des Becherspenders fahren in äußerste Position
- Becherspender ist entsprechend geöffnet

- **Eisabgabe:**

- „Eisabgabe 1x drücken“ betitelt
- Bei Betätigung erhält Arduino Nano (P1) HIGH-Signal

- Ablauf für Eisausgabe wird manuell gestartet
- **Zitronenspender:**
 - „Zitronenspender EIN/AUS“ betitelt
 - Bei Betätigung erhält Arduino Nano (P2) HIGH-Signal
 - Stepper-Motor führt fortlaufend Vor- und Rückwärtsbewegung aus, bis Schalter in Ausgangsposition gesetzt wird
- **Ausschankarm:**
 - „Ausschankarm hoch/runter“ betitelt
 - Bei Betätigung erhält Arduino Nano (P2) HIGH-Signal
 - Servo-Motor am Ausschankarm fährt diesen nach unten
 - Bei Ausgangsposition fährt der Arm wieder nach oben
- **Shotspender:**
 - „Shotspender Stromversorgung“ betitelt
 - Direkt mit Spannungsversorgung verbunden
 - Bei Betätigung wird die Platine des Shotspenders (P4) vom Strom genommen bzw. mit Strom versorgt

6.8.4 Aufbau

- Aluminiumplatte mit sechs integrierten M5 Muttern vorhanden gewesen
- Auf Größe von 29x11,5 cm gebracht
- Größe und Anordnung passend zu 80x80 mm Profilwinkeln an Hinterseite der Eismaschine
- Mithilfe von Profilwinkelabdeckkappen an Winkeln befestigt
- Bohrungen für Schalter und Taster angefertigt
- Schalter eingesetzt, verschraubt und mit Heißkleber verstärkt
- Jedes Schaltelement mit Etikettenband beschriftet



Abbildung 58: Schaltpanel vorne

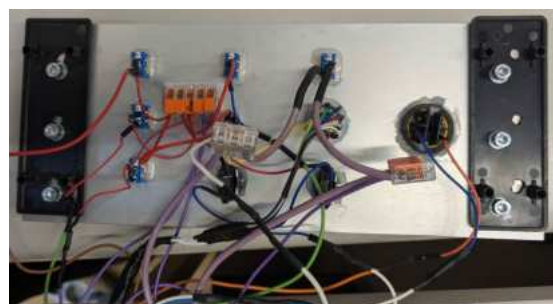


Abbildung 59: Schaltpanel hinten

6.9 Becherspender

6.9.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Greifarm (linker und rechter Teil, befindet sich in einer Datei)	2
Verbindungsstück	2
Servohalterung	2
Endkappe oben	1
Endkappe unten	1
Manschette Rohr Dichtung (zwei Teile, in einer Datei)	1
Manschette Rohr	1
696Z Kugellager	8
20kg Servomotor	2
M6 Gewindestangen, ca. 200mm	2
M6 Mutter	28
M6 Unterlegscheibe	20
M6 Federring	6
M3 Gewindeeinsätze, 5,7 mm lang	8
M6 x 25 mm Maschinenbauschraube	2
M6 x 16 mm Maschinenbauschraube	2
M6 Nutensteine	4

Tabelle 18: Stückliste Becherspender

6.9.2 Aufbau

Der Becherspender besteht aus zwei übereinander montierten Greifarmen. Diese Greifarme werden je über einen 20kg Servomotor gesteuert, welcher über ein Verbindungsstück mit einer Seite des Greifarms verbunden ist. Durch Zahnkränze am Ende des Greifarms sind beide Arme miteinander verbunden und bewegen sich dadurch gespiegelt. Die zwei Greifarme werden mithilfe zweier M6 Gewindestangen übereinander montiert.

Druckanweisung

- kein Unterstützungsmaterial notwendig
- Füllichte = 100%
- starkes Material wie ABS+ oder PLA+

6.9.3 Vorstellung einzelner Bauteile

Greifarm

Der Greifarm besteht aus zwei Armen, deren Bewegung durch Zahnkränze gespiegelt zusammenhängen. Dadurch ist es nur nötig, einen der beiden Arme zu bewegen, um den gesamten Greifarm zu schließen oder zu öffnen.

Benötigte Arbeitsschritte nach dem 3D-Druck:

- an vorgesehenen Stellen Kugellager mithilfe von Schraubstock einpressen
 - Kugellager: 696Z (6x15x5 mm)
 - kein Klebstoff verwenden
- in Vertiefungen an Oberseite nahe Kugellager M3 Gewindeeinsatz einschmelzen
- in rechteckige Vertiefungen in Innenseite des Armes eine 3D-gedruckte TPU-Dichtung einkleben

Verbindungsstück

Das Verbindungsstück stellt die Verbindung zwischen dem Servo und dem Greifarm her.

Benötigte Arbeitsschritte nach dem 3D-Druck:

- Gewindeeinsätze mit M3-Bohrer aufbohren, um Gewinde zu entfernen
 - Gewindeeinsätze müssen 5,7 mm lang sein
 - schützen Löcher in Verbindungsstück vor Abrieb
 - beim Aufbohren der Gewindeeinsätze mit Zange die Gewindeeinsätze nicht zu stark zu drücken, verformen sich sonst

Servohalterung

- Servohalterung verbindet Servo mit Gewindestangen
- Montage nach Bild unten

Endkappen oben und unten

- Verbinden Gewindestangen mit Aluprofil und somit Maschine
- Gewindestangen mit M6 Muttern am Ende in Endkappen einpressen

Manschette Rohr und Manschette Rohr Dichtung

- erlaubt Montage von Acrylglas Rohr an Alurahmen
 - Dimensionen Rohr: Außendurchmesser 90 mm, Innendurchmesser 84 mm, Länge 500 mm
- TPU-Dichtung verhindert Zerkratzen des Rohres, erhöht Stabilität
- Spannschraube nicht zu stark anziehen um Materialbruch zu verhindern

6.9.4 Montage

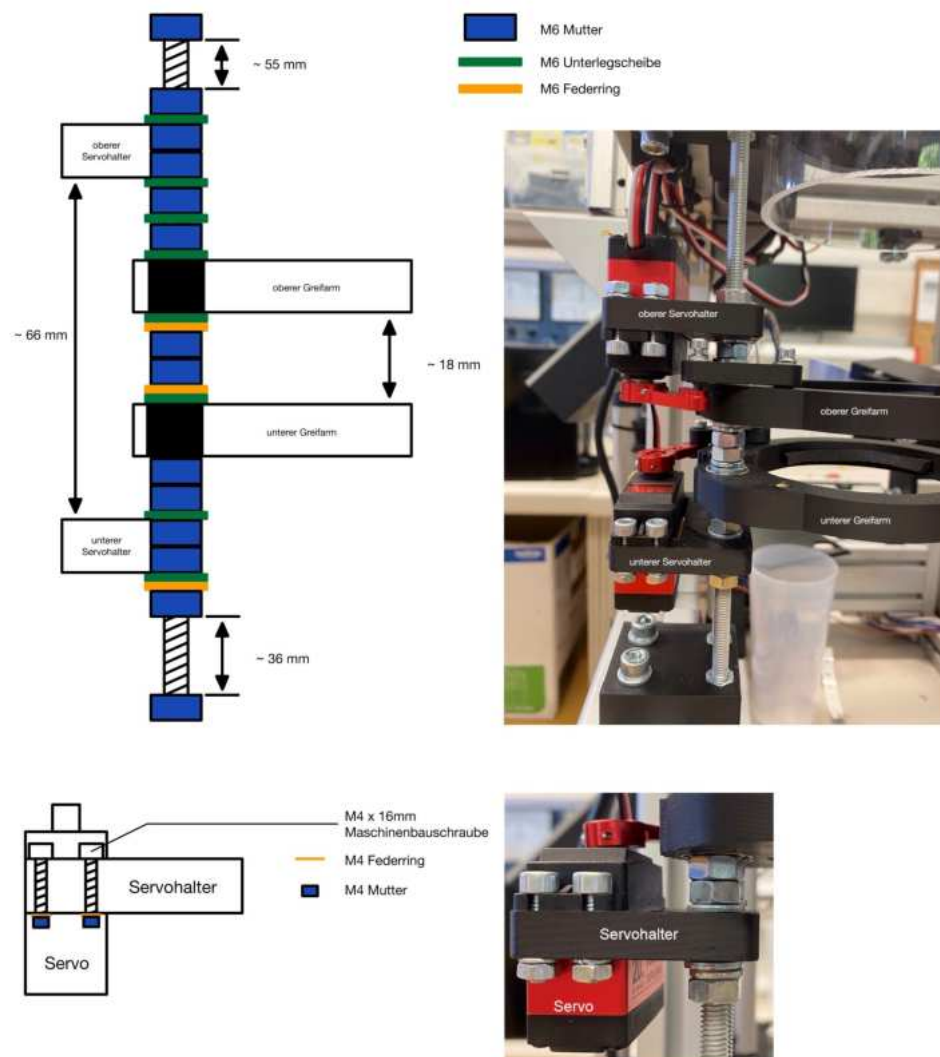


Abbildung 60: Becherspender

6.9.5 Platine



Abbildung 61: verkabelte Platine

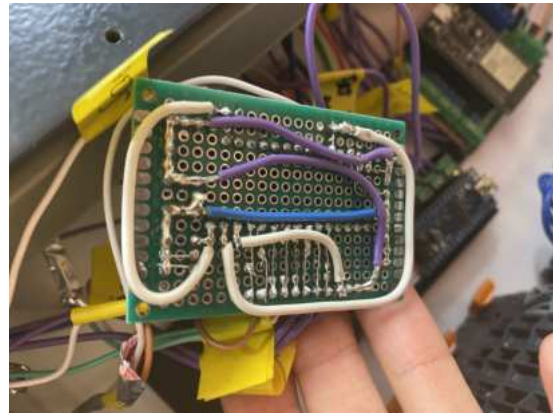


Abbildung 62: Rückseite Platine



Abbildung 63: Hilfsplatine Relais

Eingänge

- Digitale Eingänge benötigten einen Pull-Down Widerstand von 220 Ohm, um Strom auf ca. 20mA zu begrenzen
- Analoger Eingang benötigt 1,2k Ohm Pull-Down-Widerstand

Hilfsplatine

- Ausgangsspannung des Arduino-Pins zur Steuerung des Relais war nicht groß genug, um dieses zu aktivieren
 - Transistorverstärker mittels eines Transistors der Bauart BC548
- Arduino schaltet hiermit 24V Signal zur SPS, wenn Eis fertig ausgegeben wurde

Schaltplan

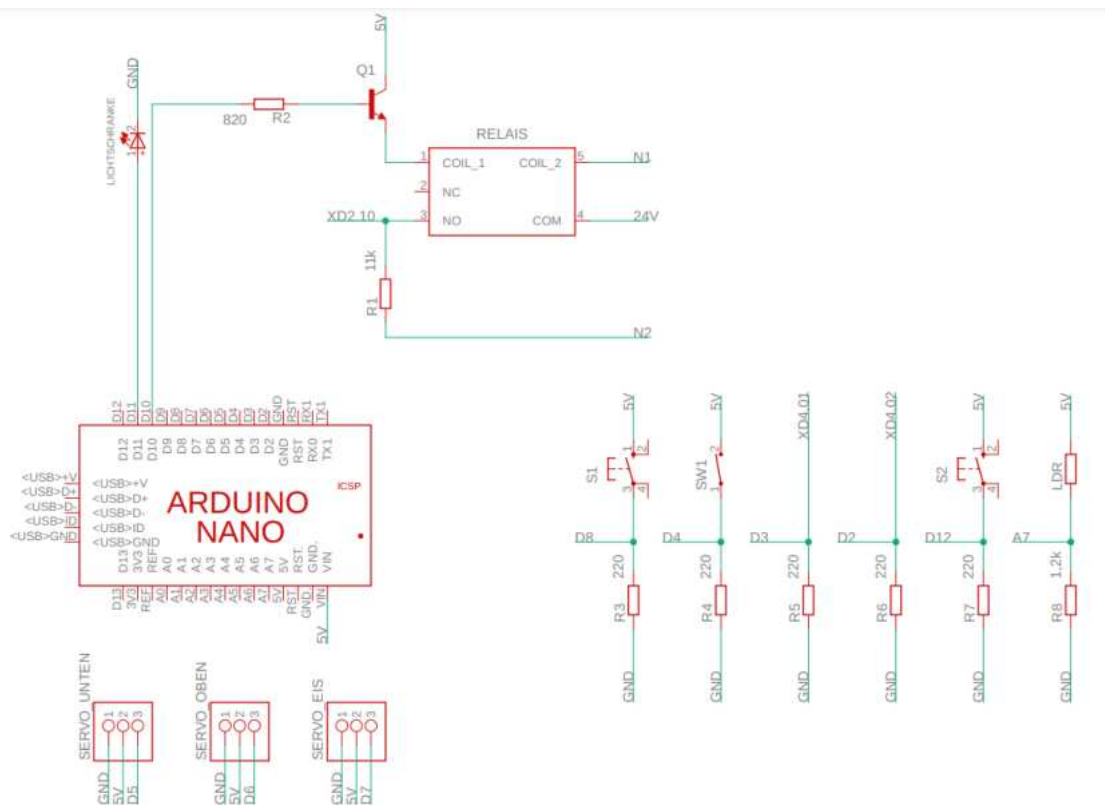


Abbildung 64: Schaltplan Becher-/Eisspender

6.9.6 Programmablauf Becher- und Eisspender

Grundprogramm

- Variablen initialisieren
- Greifarme in Ausgangsposition fahren
- auf Inputs warten wie:
 - Becheranfrage von SPS
 - Eisanfrage von SPS
 - Schalter „Becherspender öffnen“ wird umgelegt
 - Knopf „Eisabgabe“ wird gedrückt
 - Knopf „1x Becher“ wird gedrückt

Becherspender öffnen

- beide Greifarme öffnen

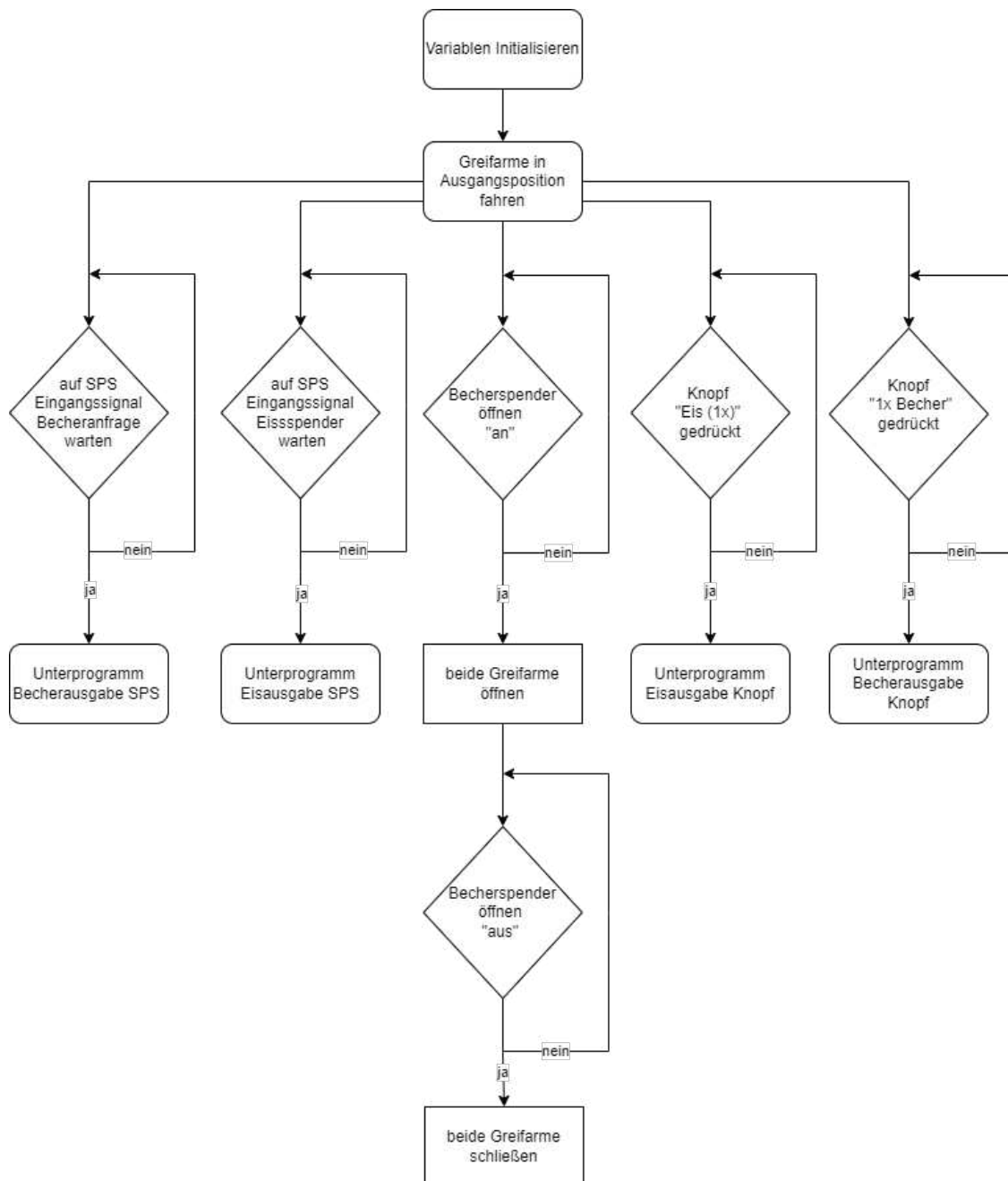


Abbildung 65: Grundprogramm Becher-/Eisspender

Unterprogramm Becherausgabe SPS

- Oberer Greifarm schließt sich ein wenig, um Becherstapel stabiler zu halten
- Unterer Greifarm öffnet sich, lässt einen Becher in den Becherhalter fallen
- Unterer Greifarm schließt sich wieder
- Becher rutschen erst in den unteren Greifarm nach, wenn das Eisprogramm aktiviert wurde
 - Andernfalls ist der Arduino mit dem Nachladen der Becher beschäftigt, während er die Eisausgabe aktivieren sollte

Unterprogramm Eisausgabe SPS

- Lichtschranke aktivieren, um Eiswürfel zu erkennen
- Servomotor auf Eisausgabeknopf drücken lassen
- Helligkeitssensor der Lichtschranke abfragen, um zu erkennen, ob ein Eiswürfel durchgerutscht ist
 - Kein Eiswürfel: Eisausgabe laufen lassen
 - Eiswürfel erkannt: Servomotor erneut auf Eisausgabeknopf drücken lassen, um Eisausgabe zu stoppen
- Lichtschranke ausschalten
- 2 Sekunden Pause, um Eiswürfel von der Ausgaberutsche in den Becher rutschen zu lassen
- Relais für eine Sekunde aktivieren, um ein Signal an die SPS zu geben, dass die Eisausgabe beendet ist und der Becherschlitten weiterfahren kann
- Becher in den Becherspender vom oberen Greifarm in den unteren Greifarm rutschen lassen (Nachladen)
 - Unteren Greifarm etwas schließen, damit der Becherstapel nicht durchrutschen kann
 - Oberen Greifarm öffnen, damit der Becherstapel in den unteren Greifarm rutscht
 - Unteren Greifarm etwas öffnen, um den Becherstapel in die Endposition rutschen zu lassen
 - Beide Greifarme in die Ausgangsposition fahren lassen

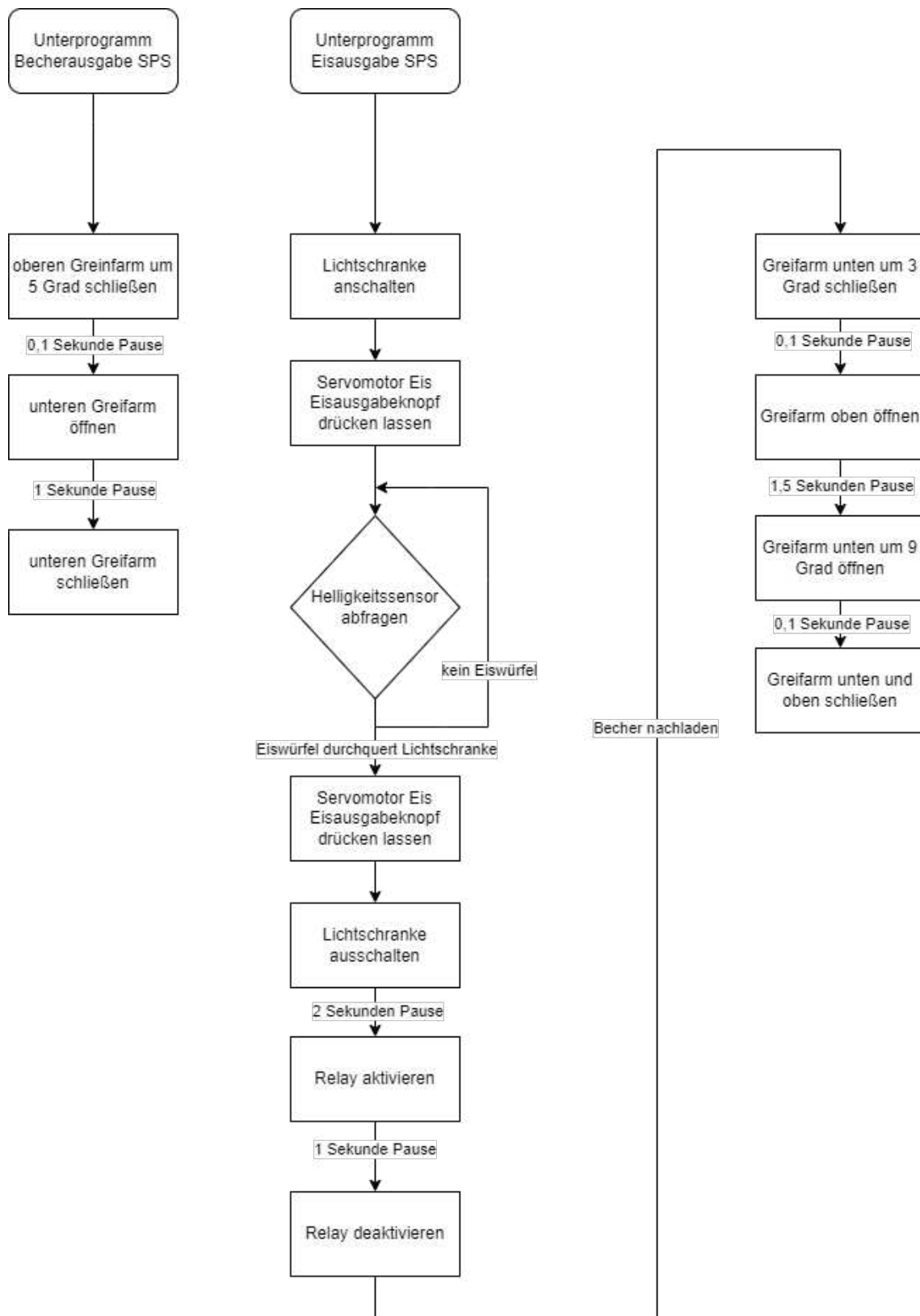


Abbildung 66: Unterprogramm Becherausgabe und Eisspender SPS

Unterprogramm Becherausgabe Knopf

- gleiche Abfolge wie bei Becherausgabe SPS
- Nachladen passiert diesmal direkt im Anschluss und nicht erst nach Eisausgabe

Unterprogramm Eisausgabe Knopf

- gleiche Abfolge wie bei Eisausgabe SPS
- kein Bechernachladen für Becherspender

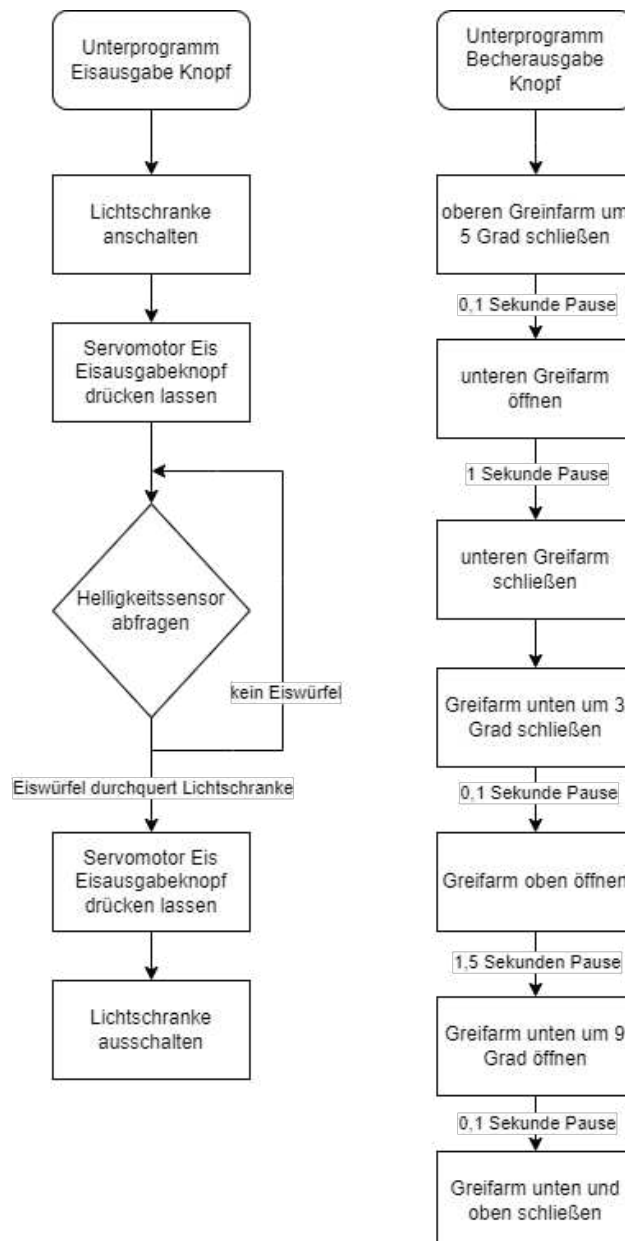


Abbildung 67: Unterprogramm Eisausgabe Becherausgabe Knopf

6.9.7 Becherspender Deckel

Stückliste

Bauteil	Anzahl
Time-Of-Flight (ToF) Laser-Abstandssensor	1
RGB-LED-Ring	2
Arduino Nano ATmega328	1
Lochrasterplatine doppelseitig 70x50mm	1
Kurzhubtaster 6x7mm	2
Wippschalter	1
9V Blockbatterie	1
9V Batterieclip	1
10 k Ω Widerstand	2
M2x5 Maschinenbauschraube	2
M2x35 Maschinenbauschraube	4
M2 Mutter	14
M3x6 Maschinenbauschraube	9
M3x10 Maschinenbauschraube	2
M3 Mutter	8
M3x5,7 Gewindeeinsatz	5
M8x40 Maschinenbauschraube	1
M8 Unterlegscheibe	3
M8 Mutter	1
Kupferklebeband	12 Streifen

Tabelle 19: Stückliste Becherspender Deckel

Funktion

Beleuchtung der Becher und Alarmierung bei unzureichendem Bechervorrat.

Betrieb

- Beleuchtung auf Unterseite strahlt Becher in Plexiglasröhre an
- Im maximalen Betrieb benötigen die Bauteile 5V / 0,3A
- Der ToF-Sensor misst durchgehend den Abstand zum höchsten Becher in der Röhre
- Wenn der Abstand einen gewissen Grenzwert erreicht:
 - Licht auf Unterseite wird ausgeschaltet
 - LED-Ring auf Oberseite wird aktiviert und spielt fortlaufende Animation ab

- Der Grenzwert beträgt aktuell 55cm (entspricht ca. 8 Bechern)
 - Der Grenzwert kann einfach im Code angepasst werden
- Über die Betätigung von Taster 1 wird die Helligkeit geregelt
- Über die Betätigung von Taster 2 können verschiedene Farben auf der Unterseite ausgegeben werden

Aufbau

- Beidseitige Nutzung der Lochrasterplatine
 - Hauptkomponenten (Arduino, Batterie, usw.) sowie Verkabelung auf Oberseite
 - Nur notwendige Komponenten auf Unterseite (LED-Ring, ToF-Sensor)
- Für die Fixierung der LED-Ringe und des ToF-Sensors werden dünne PLA-Plättchen verwendet
- Der innere „Schaltkorpus“ wird anschließend in ein rundes Gehäuse eingesetzt
- Das Gehäuse ist auf die Plexiglasröhre angepasst und mit einem Scharnier ausgestattet
- Möglichkeit des Öffnens, um Becher nachzufüllen
- Ausschalter und Taster sind an der Scharnierhalterung montiert



Abbildung 68: Becherspender Deckel innerer Aufbau



Abbildung 69: Becherspender Deckel Außen



Abbildung 70: Becherspender Deckel Taster

Besonderheiten

Umsetzung Alarmbeleuchtung

- Wechsel zwischen roten und blauen Lichtern, die sich im Kreis drehen
- LEDs zeigen auf die Unterseite des Deckels
- Für bessere Sichtbarkeit der Lichter wurden drei Anpassungen vorgenommen:
 - Durchsichtiges PETG als Lichtdiffusor
 - Angewinkelte Deckelinnenseite
 - Kupferklebeband für bessere Reflexion

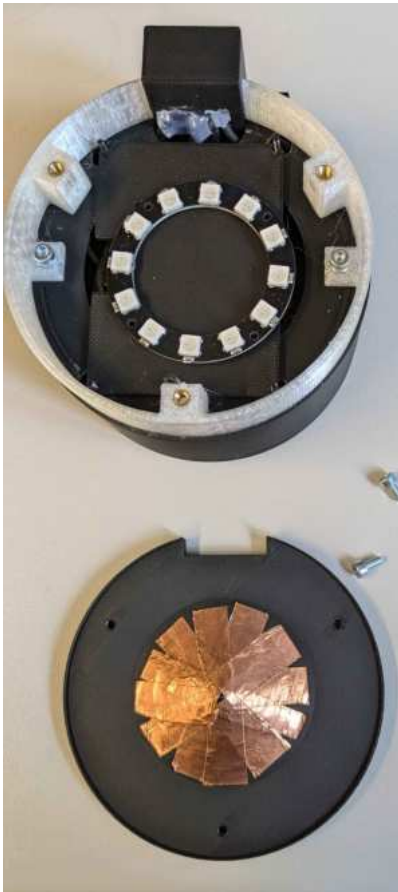


Abbildung 71: Becherspender Deckel offener Deckel



Abbildung 72: Becherspender Deckel Alarmleuchte

Inselbetrieb

- Schaltkreis läuft als autarkes und alleinstehendes System
- Dient vor allem der Ästhetik
- Betrieb über 9V Blockbatterie
- Kapazität von 0,6 Ah
- Verbrauch bei maximaler Helligkeit 0,3 A
- Volle Batterie hält bei maximaler Helligkeit für etwa zwei Stunden
 - Austausch mit Akku in Planung



Abbildung 73: Becherspender Deckel auf Röhre

6.9.8 Beleuchtung

Grundprogramm

- Variablen initialisieren
- Time of Flight Sensor initialisieren
- Alle LEDs ausschalten, um den vorherigen Zustand zu löschen
- Auf Inputs warten:
 - Knopf „Helligkeit“
 - Knopf „Modus“
- Abstandsmessung durchführen

Abstandsmessung

- Wenn der Abstand kleiner als 55 cm ist:
 - Variable `Modus` wird abgefragt, je nach `Modus` werden verschiedene Animationen oder Farben auf dem unteren LED-Ring abgespielt
 - Modus 0: LEDs leuchten weiß
 - Modus 1: LEDs leuchten blau
 - Modus 2: LEDs leuchten rot
 - Modus 3: LEDs leuchten grün
 - Modus 4: Unterprogramm RGB-Modus wird ausgeführt
- Wenn der Abstand größer als 55 cm ist:
 - Oberer LED-Ring leuchtet Blau-Rot zur Warnung, dass die Becher fast leer sind
 - Rundumleuchte funktioniert ähnlich wie der RGB-Modus

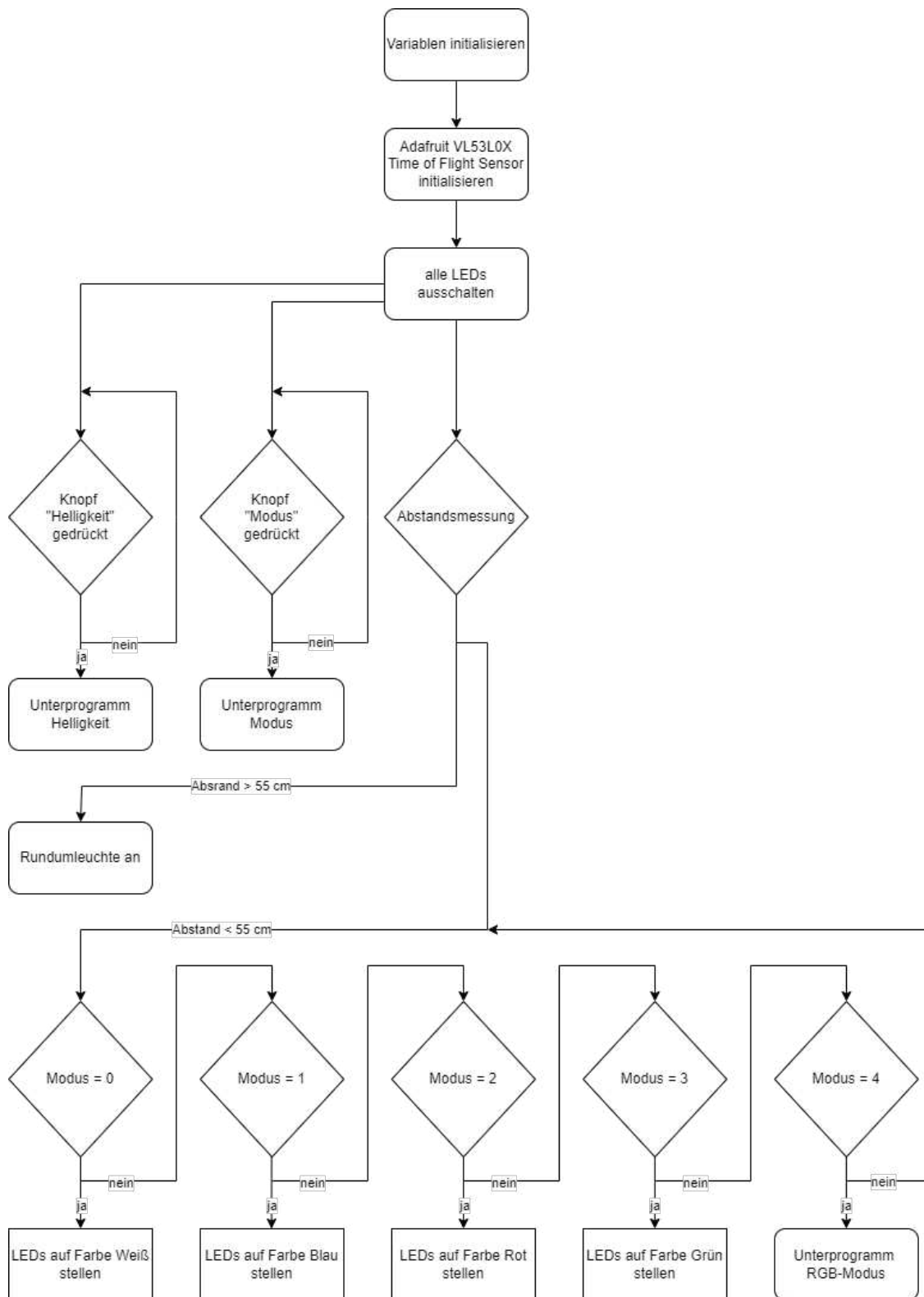


Abbildung 74: Grundprogramm Beleuchtung Becherspender

Unterprogramm Helligkeit

- Variable count zählt die Anzahl der Tastendrücke
- 6 Helligkeitsstufen:

-
- Helligkeit wird berechnet mit der Formel: $\text{Helligkeit} = 255 / 6 * \text{count}$
 - LED-Ring füllt sich mit zunehmender Helligkeit:
 - Berechnet mit der Formel: $\text{LEDs an} = 2 * \text{count}$

Unterprogramm Modus

- Variable `Modus` um 1 hochzählen
- Wenn `Modus > 4`, dann `Modus = 0`

Unterprogramm RGB-Modus

- Drei nacheinander ablaufende `for`-Schleifen:
 - Schalten den LED-Ring Stück für Stück an
 - 1. Schleife: LEDs werden rot
 - 2. Schleife: LEDs werden grün
 - 3. Schleife: LEDs werden blau
- Der LED-Ring füllt sich nacheinander mit verschiedenen Farben

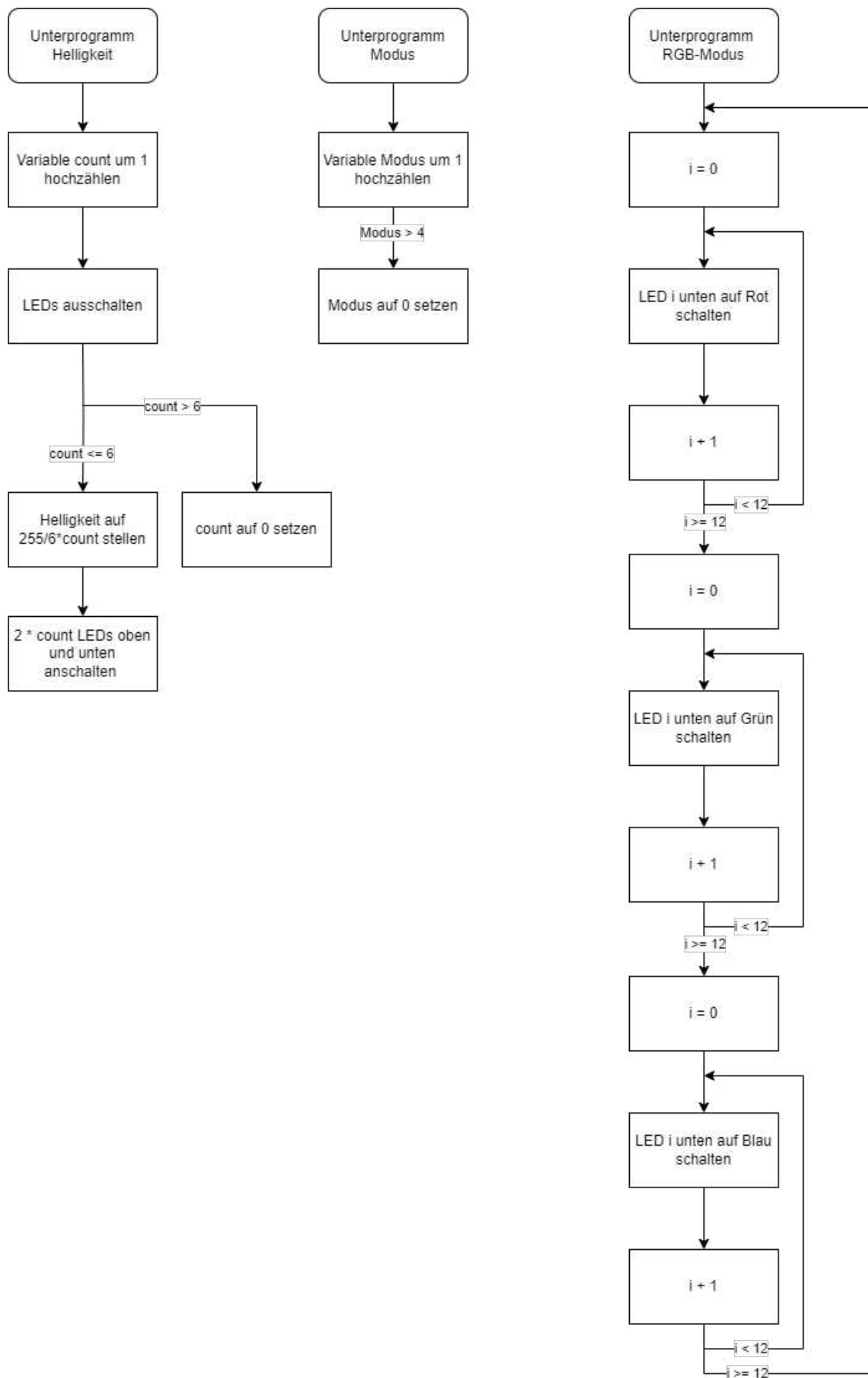


Abbildung 75: Unterprogramm Helligkeit und Modus

6.10 Eisspender

Der Eisspender setzt sich aus der Eiswürfelmaschine EM12E, einem Auslösemechanismus, einer Eiswürfelrutsche und einer Lichtschranke zusammen.

6.10.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
M8 Nutenstein	2
M5 Nutenstein	1
50x50x500mm U-Profil aus Aluminium	1
M8x16 Flachschrabe mit Innensechskant	4
M8x16 Maschinenschraube	3
M8,4 Unterlegscheibe	4
M8 Mutter	5
M5x16 Maschinenschraube	5
M5,3 Unterlegscheibe	9
M5 Mutter	5
M4x16 Maschinenschrauben	11
M4,3 Unterlegscheibe	22
M4 Federring	11
M3x16 Maschinenschraube	4
M3,2 Unterlegscheibe	5
M3 Mutter	1
M2x10 Maschinenschrauben	2
M2,2 Unterlegscheibe	4
M2 Mutter	1
Fotozelle	1
Widerstand $1k\Omega$	1
Laser	1
Servomotor DES 577	1
LiYv 1x0,5mm ² blau (ca. 20cm)	1
LiYv 1x0,5mm ² rot (ca. 20cm)	1
LiYv 1x0,5mm ² weiß (ca. 20cm)	1
Buchsenleiste (5 Buchsen)	1
Stiftleiste (5 Leisten)	1

Tabelle 20: Stückliste Eisspender

6.10.2 Eiswürfelmaschine EM12E



Abbildung 76: Eiswürfelmaschine EM12E

- 230V Versorgung
- zwei Eiswürfelgrößen S (B/H=20mm/24mm) und L (B/H=23mm/25mm)
- Zubereitungszeit 6min-13min je 9 Eiswürfel
- Erkennt, wenn der Wasserbehälter leer ist und wenn das Eisfach voll ist
- Arbeitsbereich 10 °C-43 °C
- Kann mit externen Eiswürfeln durch obere Klappe im Gehäuse befüllt werden
- Maße: B/T/H = 424mm x 353mm x 330mm
- Gewicht: 9,5kg

Hinweis: Beim Einsatz in der Cocktailmaschine wird die Eiswürfelgröße S genutzt, da die Produktion schneller geht und eine kleinere Verklemmungsgefahr in der Eistrutsche besteht. Die Gummifüße der Eiswürfelmaschine werden auf vier Kabelhalterungen (in Nut verdreht) gestellt. Damit ist die richtige Positionierung in der Eismaschine gewährleistet.

6.10.3 Eiswürfelrutsche

Bearbeitungsschritte

- Mit Stahlmaßstab Länge abmessen, gerade Linie um das U-Profil mittels Anschlagwinkel und Bleistift zeichnen
- Bügelsäge mit Metallsägeblatt zum Durchtrennen nutzen
- Scharfe Kanten mit einer Metallpfeile entgraten
- Um Biegungen durchzuführen, das Werkstück in den Schraubstock einspannen und mit einem stumpfen Gegenstand (Holzbrett) die Schläge eines Hammers übertragen
- Angezeichnete Bohrlöcher mit Körner körnen

- Für die Bohrung Metallbohrer nutzen, anschließend Loch mit Rundpfeile entgraten
- Bearbeitung des Alu-Profils der folgenden Skizzen entnehmen:

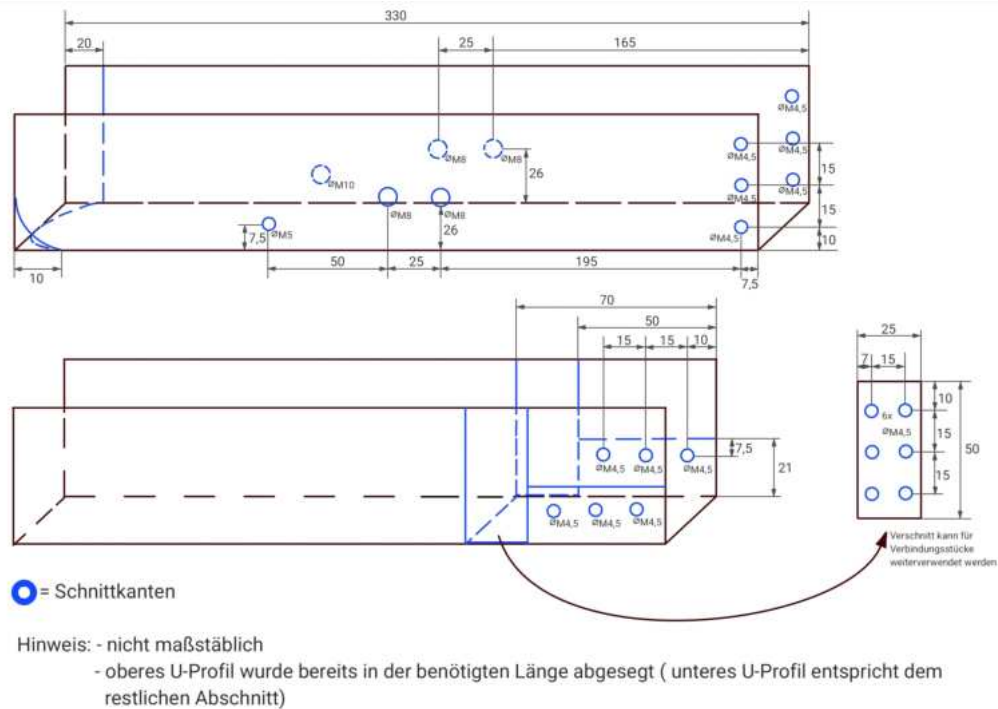


Abbildung 77: Eiswürfelrutsche

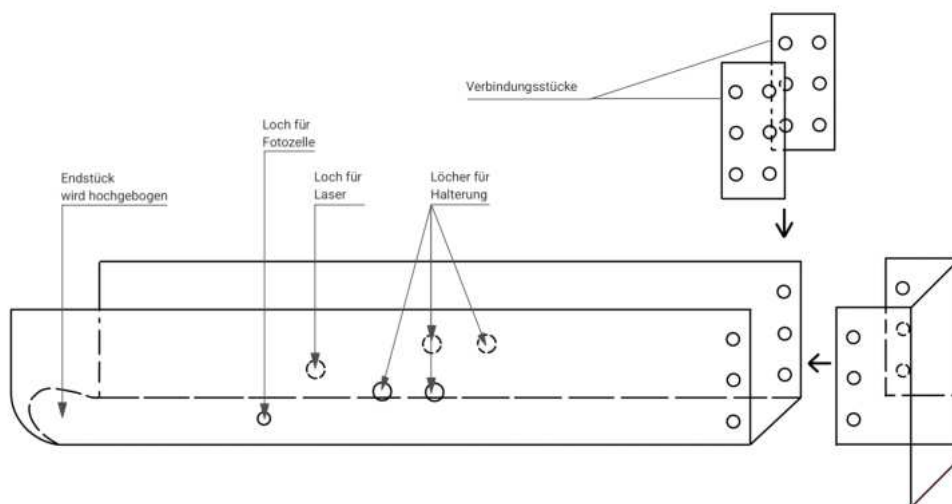


Abbildung 78: Zusammenbau-Schema Eiswürfelrutsche

Hochgebogenes Endstück muss so gebogen werden, dass ein Vorbeifallen der Eiswürfel verhindert wird.

- Verbindungsstücke an Außenwand der Eistrutschen-Segmente positionieren und mit elf M4x16 Maschinenschrauben, Unterlegscheiben und Federringen verschrauben
- Aluprofilausleger (110mm lang) für Halterung für Eiskwürfelrutsche vorbereiten: M8 Gewinde in mittleres Loch schneiden und M5 Nutenstein in obere Nut einschieben
- Halterung, welche auf dem Aluprofil liegt, mit M5 Maschinenschraube und Unterlegscheibe befestigen
- Halterung an Stirnseite des Profils mit M8x16 Maschinenschraube und Unterlegscheibe anschrauben
- Mittels M8 Flachschrauben, Unterlegscheibe und Mutter die Alurutsche am Aluprofil befestigen (an der Stirnseite kommen die schrägen Unterlegscheiben zum Einsatz, da so die Kraft der Mutter gleichmäßig auf die Halterung verteilt wird)

Halterung für die Eiskwürfelrutsche

Druckanweisung:

- Kein Unterstützungsmaterial nötig
- Keine hohe Füllhöhe nötig
- Material: PLA

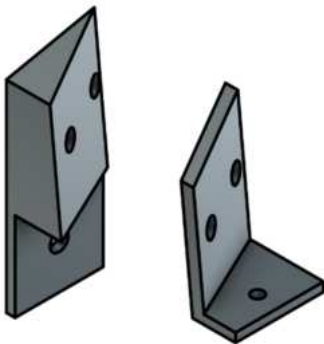


Abbildung 79: 3D-gedruckte Befestigungsplatten



Abbildung 80: 3D-gedruckte Unterlegscheibe

6.10.4 Lichtschranke

Bearbeitungsschritte

- Zwei Gewindeeinsätze in vorgesehene Löcher des Laserhalters und ein Gewindeeinsatz in das obere Loch des Fotozellenhalters schmelzen
- Laser in Laserhalterung mittels Heißkleber fixieren, Anschlusskabel zum unteren Loch herausführen
- Fotozelle mit Leitern, Pulldown-Widerstand und Schrumpfschlauch versehen und in Fotozellenhalterung mittels Heißkleber fixieren
- Leiter der Fotozelle ebenfalls durch das untere Loch führen

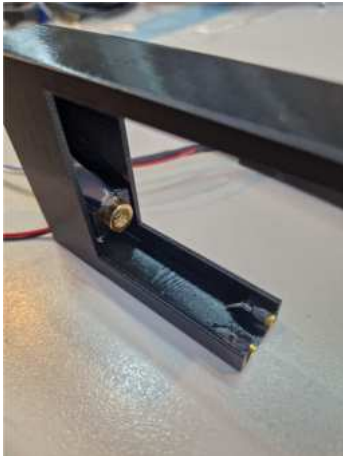


Abbildung 81: Laserbefestigung in Laserhaltung



Abbildung 82: Fotozellenbefestigung in Fotozellenhalterung

- Lichtschanke wird oberhalb der Eismwürfelrutschen-Halterung montiert (der Laser muss durch die Löcher auf die Fotozelle scheinen)

Hinweis: Zum Schutz der Fotozelle gegen Feuchtigkeit, ist das Loch mittels Heißkleber abgedichtet. Dabei wurde in die Innenseite der Eisrutsche Malerklebeband über das Loch geklebt und von der Außenseite mit Heißkleber verfüllt.

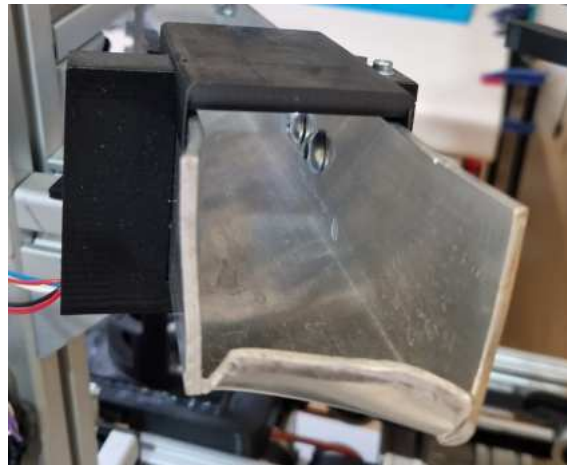


Abbildung 83: Abgedichtetes Loch der Fotozelle

- Gegen äußere Lichteinflüsse wird über die Lichtschanke mit doppelseitigem Klebeband der Deckel geklebt
- Leiterenden an Stifteleiste löten
- Leiter der Cocktailmaschine an Buchsenleiste löten (diese Steckverbindung ist mit Isolierband umwickelt, um unbeabsichtigtes Trennen zu vermeiden).

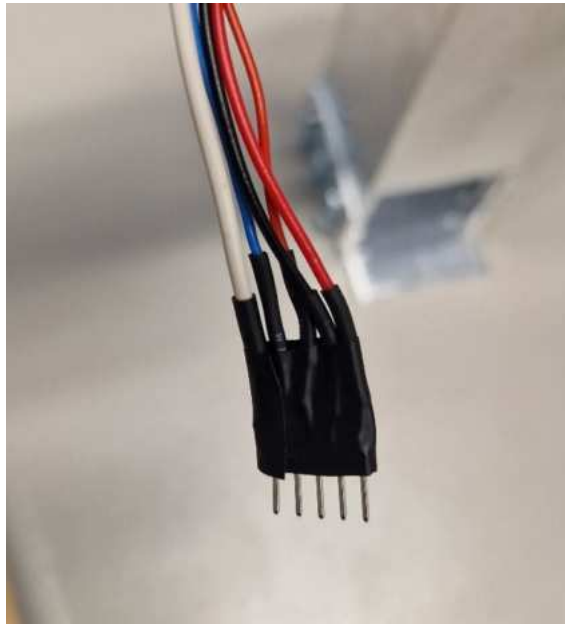


Abbildung 84: Steckverbindung

3D-gedruckte Lichtschrankenkomponenten

Druckanweisung:

- Kein Unterstützungsmaterial nötig
- Keine hohe Füllichte nötig
- Material: PLA

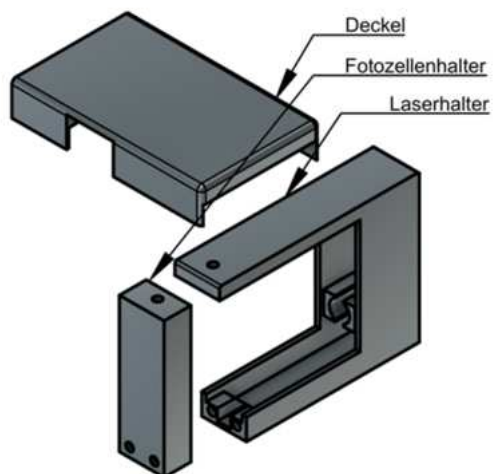


Abbildung 85: 3D-gedruckte Lichtschrankenkomponenten

6.10.5 Auslösemechanismus

Bearbeitungsschritte

- M8 Nutenstein in Ober- und Unterseite des Aluprofils einsetzen und Servohalterungen mittels M8x16 Maschinenschraube befestigen
- Servoarmadapter mit M2x10 Maschinenschrauben, Unterlegscheiben und Muttern am Servomotor befestigen
- Rolle mit M3x16 Maschinenschraube, Unterlegscheiben und Mutter drehbar im Servoarmadapter lagern
- Servo-Anschlusskabel mittels Stiftleiste mit Cocktailmaschine verbinden und den Servoarm so ausrichten, dass dieser den Ausgabeknopf der Eismaschine betätigt



Abbildung 86: Ausgabeknopf



Abbildung 87: Auslösemechanismus von vorne



Abbildung 88: Auslösemechanismus von der Seite

3D-gedruckte Komponenten des Auslösemechanismus

Druckanweisung:

- Unterstützungsmaterial nötig
- Keine hohe Füllichte nötig
- Material: PLA

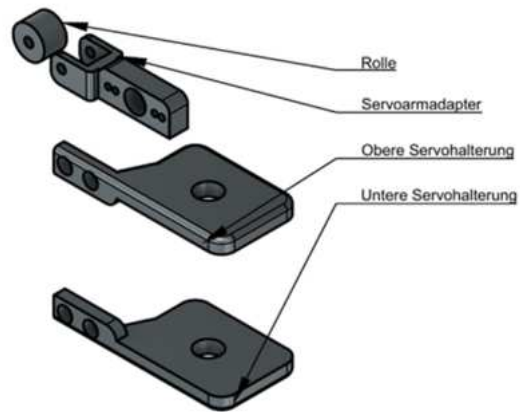


Abbildung 89: 3D-gedruckte Komponenten des Auslösemechanismus

6.11 Zitronenspender

6.11.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Nema 17 Bipolar 42 Ncm(59,49 oz. In) 1,5A 42x42x38mm 4 Drähte	1
Plexiglas 280x170mm	1
Plexiglas 250x100mm mit Zahnrad	1
Plexiglas 330x74mm	1
Plexiglasrohr 80/74mm mit 330mm Länge	1
M8 Schrauben	11
M8 Nutenstein	11
M6 Schraube	1
M6 Mutter	1
Winkel für Alu-Profil	4
Alu-Profil 200x40x40mm	1
Alu-Profil 232x40x40mm	1
Alu-Profil 170x40x40mm	1
Plexiglasrohr Halterung	1
Plexiglas Halterung	1
Schrittmotor Halterung	1
Rohr Deckel	1
Zahnrad für Stepper	1
längliches Zahnrad (l=250mm)	1

Tabelle 21: Stückliste Zitronenspender

Druckanweisung

- PETG eignet sich am besten für den Druck der Bauteile
- Unterstützungsmaterial bei Plexiglasrohr und Schrittmotorhalterung notwendig

6.11.2 Aufbau

Folgende Bauteile sind mit M8 Schrauben zu befestigen, falls nicht anders beschrieben.

- Aluprofile an die Cocktailmaschine wie im Bild mit Winkel befestigen
- Querstrebe wird im Abstand von 9cm zum Hauptrahmen an das untere Profil befestigt

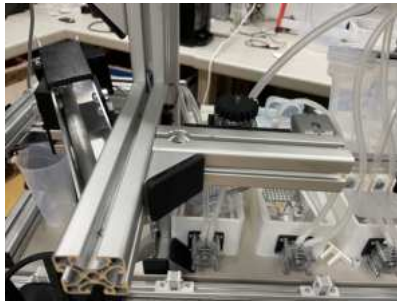


Abbildung 90: Aufbau der Alu-Profile

- Auf die Rückseite des befestigten Aluprofils wird die Schrittmotorhalterung festgeschraubt und der Schrittmotor reingestellt

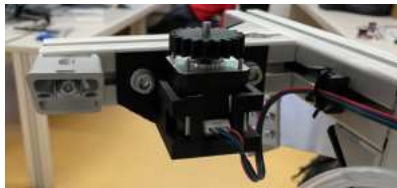


Abbildung 91: Schrittmotor von hinten

- Die vorgesehenen Kabel sind an die Buchse anzuschließen



Abbildung 92: Schrittmotorkabel

- Auf den Stepper wird das 4cm große Zahnrad gesteckt
- Darauf wird die große Plexiglas Platte mit den 2 Löchern gelegt und mit der Halterung befestigt



Abbildung 93: Ansicht mit Schrittmotor

-
- Danach wird das obere Aluprofil angebracht
 - Ganz außen wird die Halterung des Plexiglasrohres befestigt

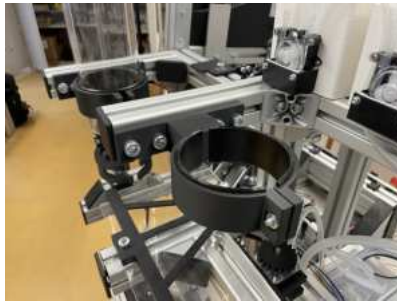


Abbildung 94: Halterung des Plexiglasrohres

- Nun wird das Plexiglasrohr in die Halterung gesteckt und mit einer M6 Schraube sowie Mutter festgeschraubt

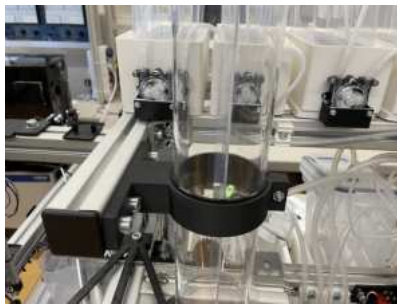


Abbildung 95: Plexiglasrohr

- Das Plexiglasrohr sollte so weit nach unten gehen, dass 5mm Platz zwischen der Platte und dem Rohr sind
- Zuletzt wird die dünne Plexiglastrennwand in das Plexiglasrohr geschoben und der Deckel auf das Rohr gesteckt



Abbildung 96: Gesamtansicht

Für die Nutzung des Zitronenspenders werden 6mm bis 10mm große Zitronenscheiben benötigt

6.11.3 Platine des Zitronenspenders

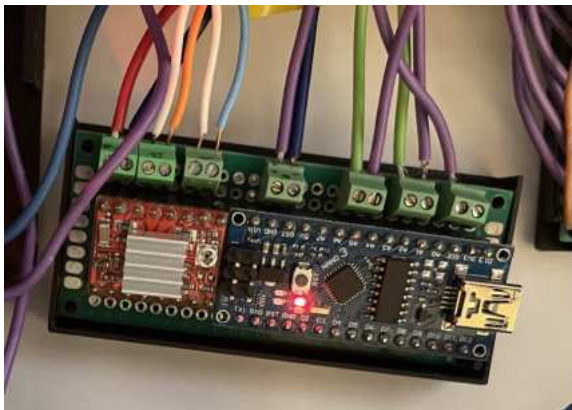


Abbildung 97: Platine Zitronenspender und Ausschankarm

- Auf der Platine befindet sich ein **Arduino Nano** und ein Schrittmotortreiber **A4988**.
 - Können bei Defekt ausgetauscht werden
- Zudem wird der Ausschankarm mit der Platine gesteuert
- Die Pinbelegung und der Anschluss der Kabel sind aus den folgenden Grafiken zu entnehmen.

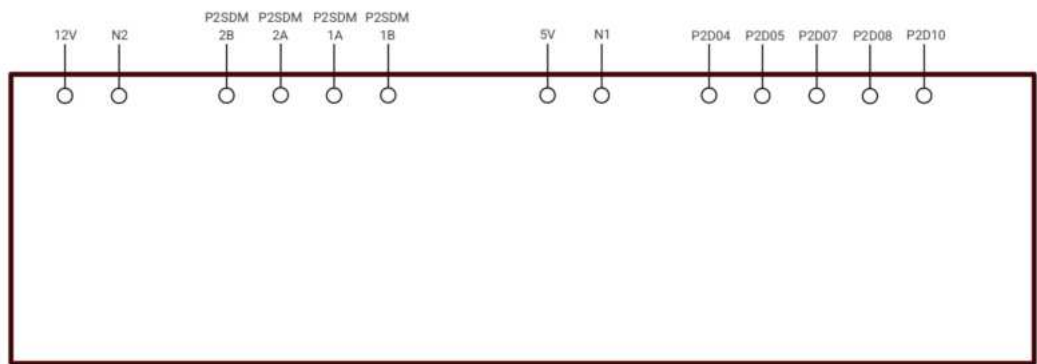


Abbildung 98: Kabelanschluss

Klemme	IN/ OUT/ V+ /GND	Kabeltyp/ Farbe	Bemerkung
P2D04	OUT	H05V-K/ grün	Steuerleitung Servo Getränkearm
P2D05	IN	H05V-K/ violett	Signal von SPS Servo Getränkearm
P2D07	IN	H05V-K/ grün	Signal von Schalter Servo Getränkearm
P2D08	IN	H05V-K/ violett	Signal von SPS Steppermotor Zitronenausgabe
P2D10	IN	H05V-K/ violett	Signal von Schalter Steppermotor Zitronenspender
P2SDM1A		STP/ blau	Stepper Driver Module
P2SDM1B		STP/ weiß blau	Stepper Driver Module
P2SDM2A		STP/ orange	Stepper Driver Module
P2SDM2B		STP/ weiß orange	Stepper Driver Module

Abbildung 99: Kabelanschluss Tabelle

Schaltplan

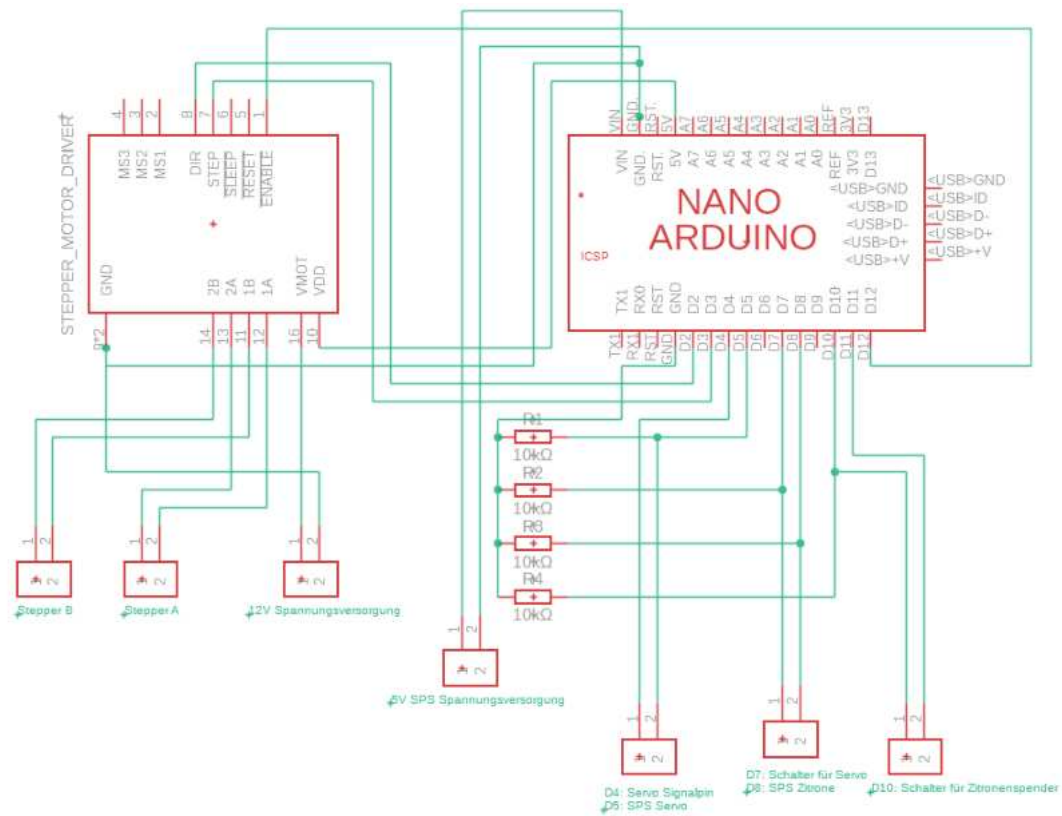


Abbildung 100: Schaltplan Zitronenspender und Ausschankarm

6.11.4 Programmablauf

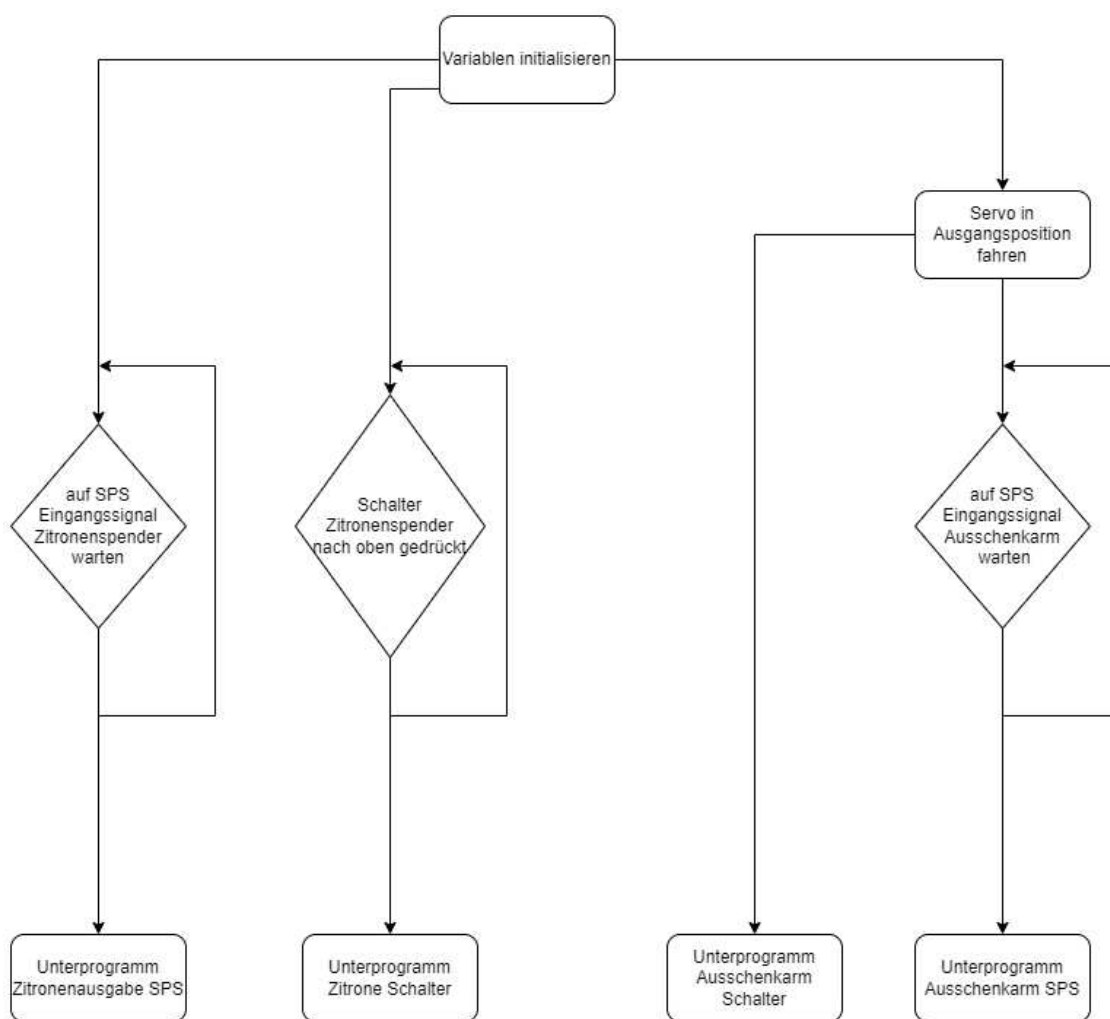


Abbildung 101: Gesamter Programmablaufplan

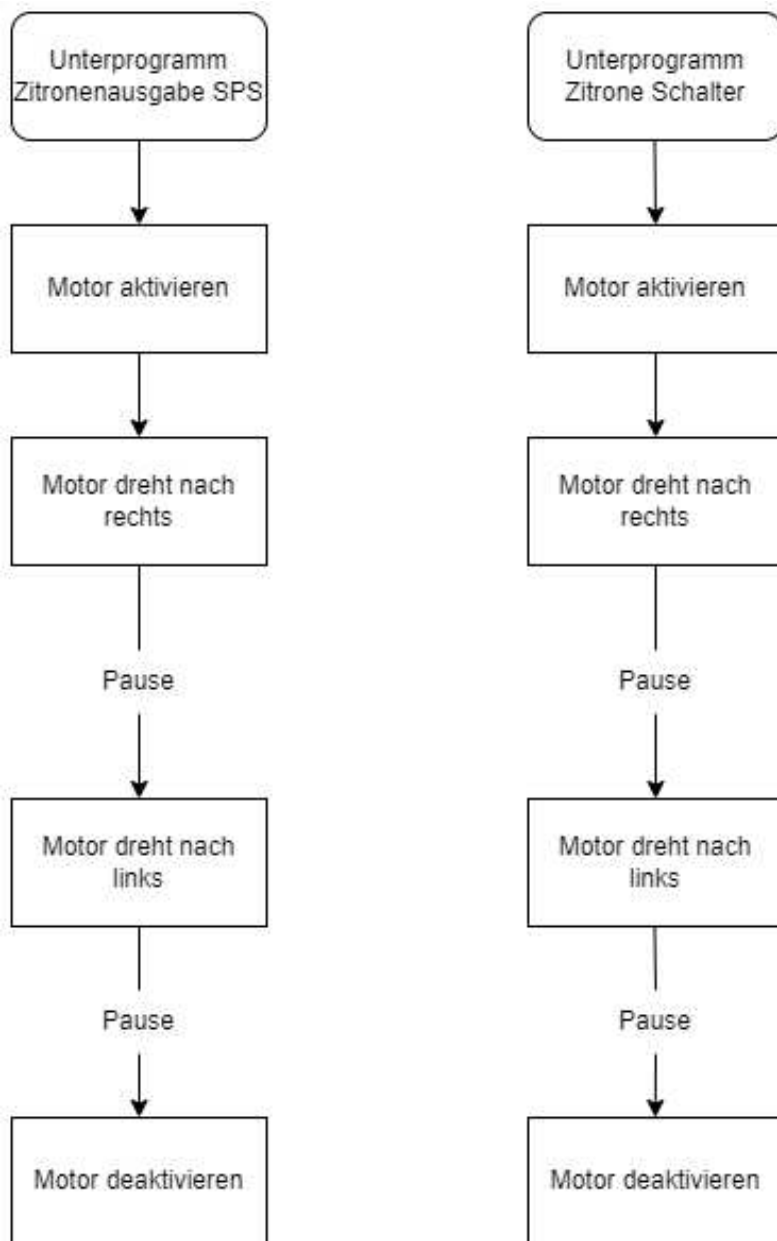


Abbildung 102: Unterprogramm Zitronenspender und Schalter

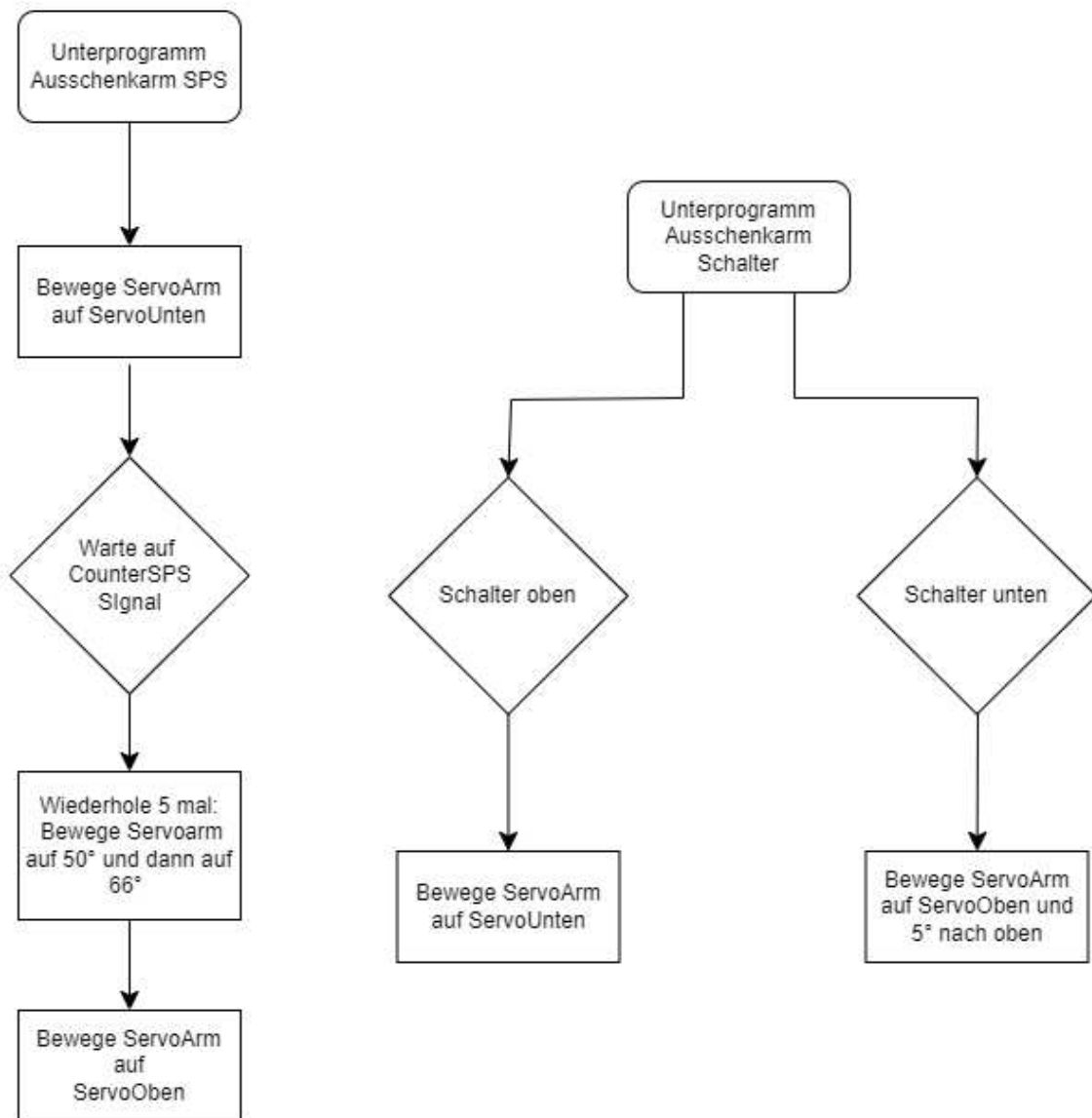


Abbildung 103: Unterprogramm Ausschankarm und Schalter

6.12 Shotspender

Die Cocktailmaschine wird um eine weitere Funktion ergänzt: Der Kunde / die Kundin kann zusätzlich zu einem gemischten Cocktail aus einer Auswahl von vier der sechs vorhandenen Alkoholika einen „Shot“ in ein bis sechs „Schnaps-Becher“ befüllen lassen.

6.12.1 Funktionsweise

Die Bestückung der Becherhalterung erfolgt manuell. Nach Auswahl der Anzahl an Bechern und des Getränkes auf dem Tastenfeld, wird zunächst durch sechs Fotowiderstände (in jeder Becherhalterung befindet sich einer) überprüft, ob sich die Anzahl an ausgewählten Bechern in den Halterungen befindet. Falls zu wenige Becher hineingestellt wurden, leuchten die noch zu besetzenden Halterungen rot. Alle bereits besetzten leuchten grün.

Wenn ausreichend Becher vorhanden sind, dreht der Servo sich auf seine Startposition (22,5°) und die Pumpe zum ausgewählten Getränk wird gestartet. Der erste Becher wird vollgefüllt und anschließend dreht die Pumpe 100 Millisekunden zurück, um nicht zu tropfen. Danach wird der Servomotor gestartet

um den Ausschankarm um 22,5° nach links zu drehen. Hier wird der nächste Becher befüllt. Je nach ausgewählter Becheranzahl, wird dieser Vorgang bis zu sechsmal wiederholt. Nach dem letzten Mal wird der Ausschankarm wieder zur Ausgangsposition gedreht.

Die Bedienung ist weitgehend selbsterklärend und wird Menü-geführt:

1. Getränk wählen
2. Anzahl Becher wählen
3. Becher reinstellen
4. Auswahl bestätigen

6.12.2 Stückliste

Bauteil	Anzahl
Anzeige- und Displayfassung	1
Anzeige- und Displayhalterung	1
Anzeigefassung	1
Arduinohalterung	1
Ausschankarm	1
Becherhalterung	1
Servohalterung	1
Servofassung	1
Pumpenhalterung	1
Fotowiderstand	6
L298N Motor Driver Controller Board Module	2
4 x 4 Matrix Tastenfeld	1
Klappräger B 47 x H 60 x T 200 mm verzinkt	2
Mini Schlauchpumpe 12V	4
Arduino mega-2560-R3	1
Servo C 5077	1
WS2812 ECO LEDs RGB Individuell adressierbar	1
M8 Nutenstein	2
M8x16 Maschinenbauschraube	2
M6 Nutenstein	10
M6x10 Maschinenbauschraube	10
M4 Nutenstein	4
M4x10 Maschinenbauschraube	4
M2x5 Maschinenbauschraube	8
M2 Mutter	8

Tabelle 22: Stückliste Shotspender

6.12.3 Skizzen der Bauteile

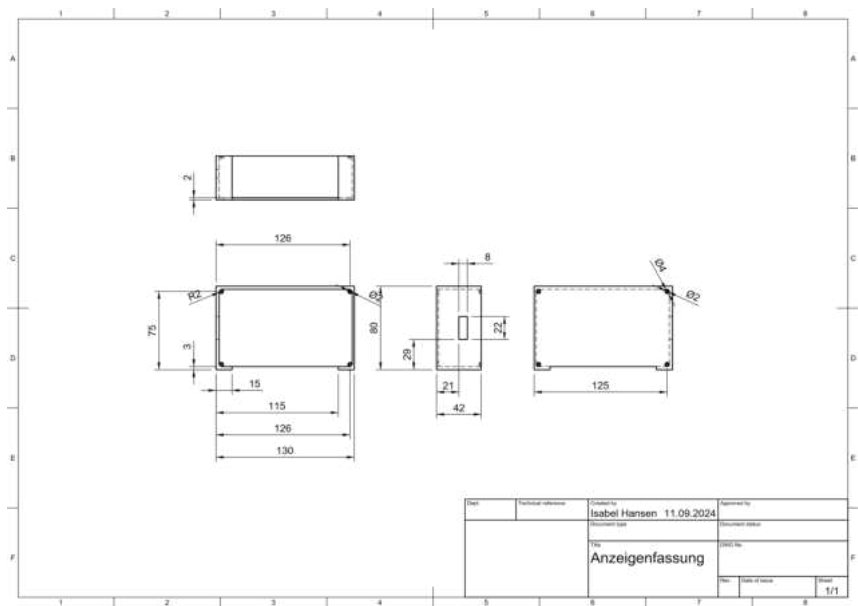


Abbildung 104: Anzeige- und Displayfassung

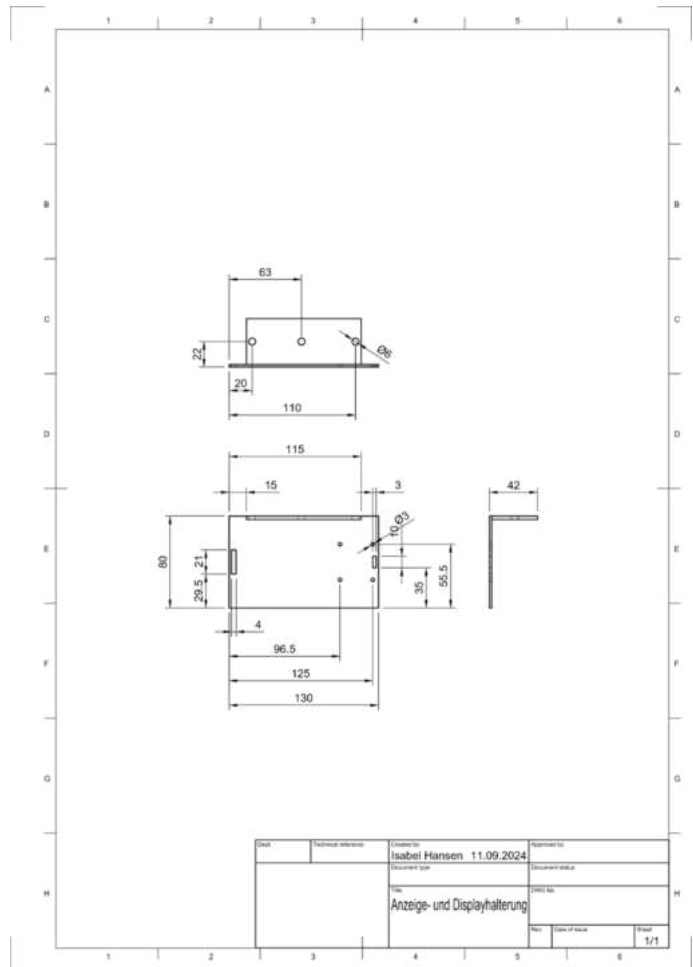


Abbildung 105: Anzeige- und Displayhalterung

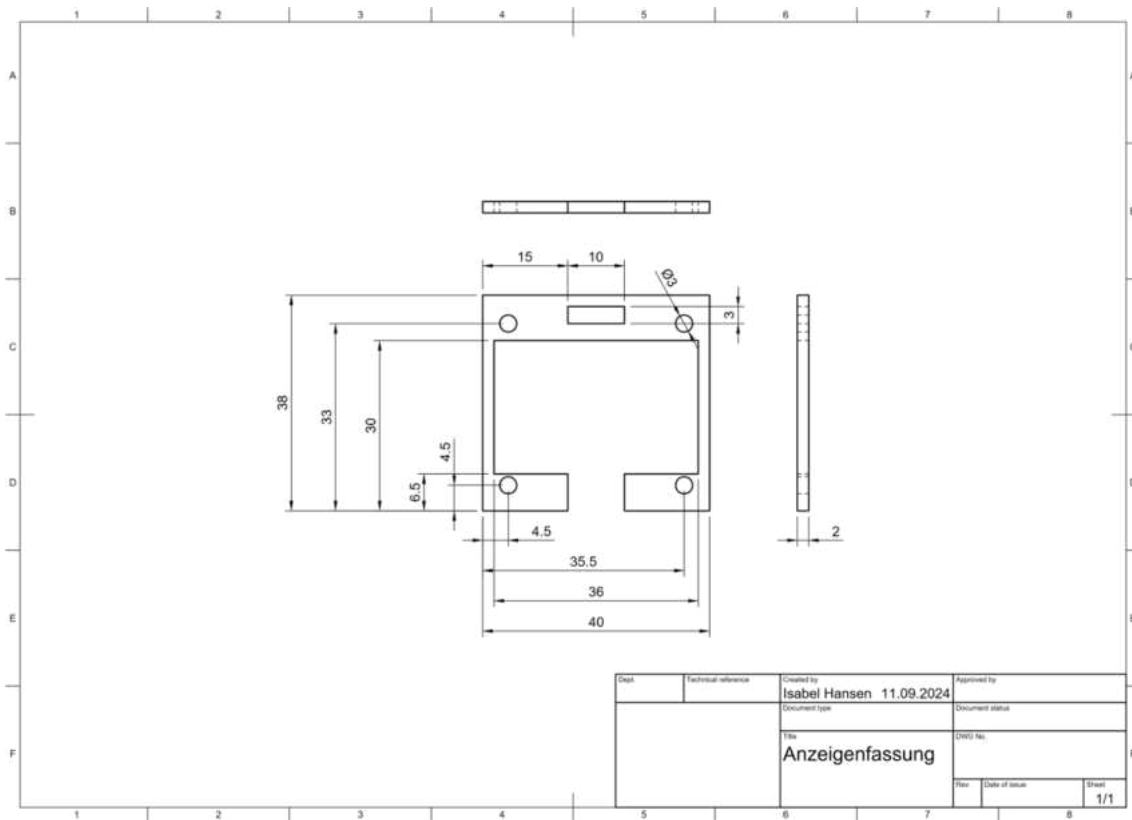


Abbildung 106: Anzeigefassung

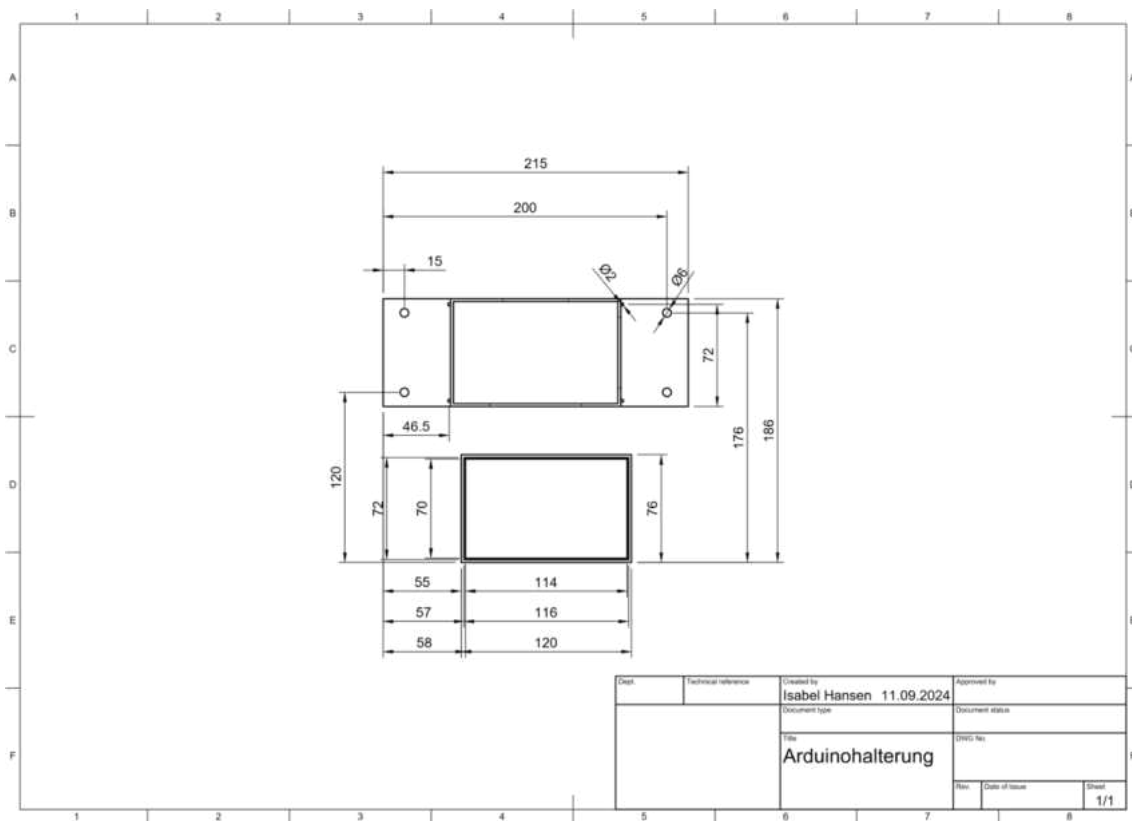


Abbildung 107: Arduinohalterung

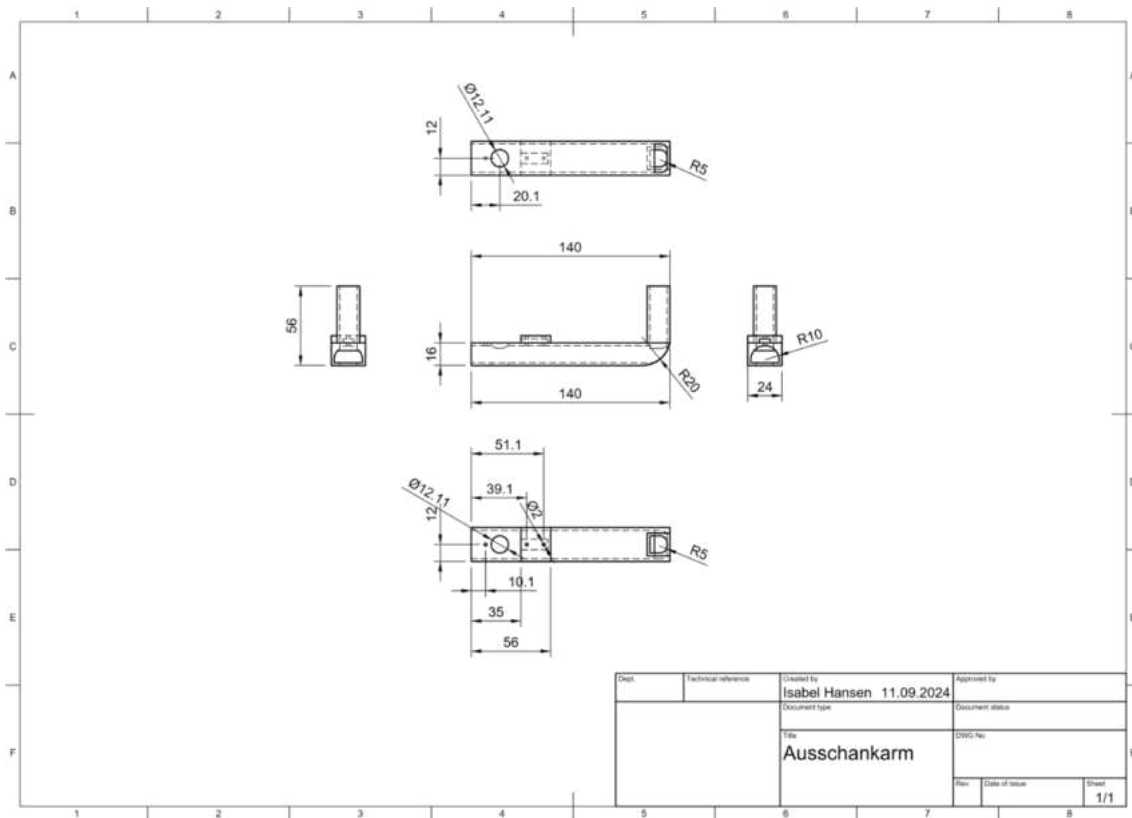


Abbildung 108: Ausschankarm

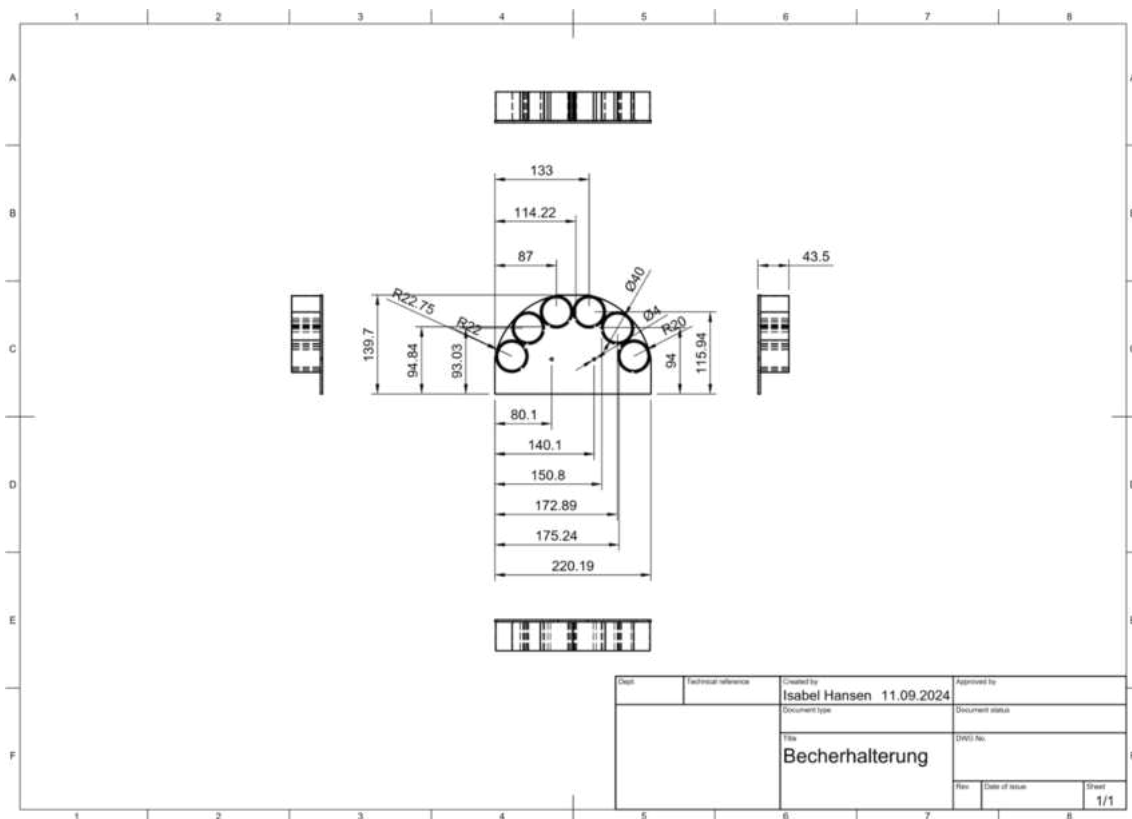


Abbildung 109: Becherhalterung

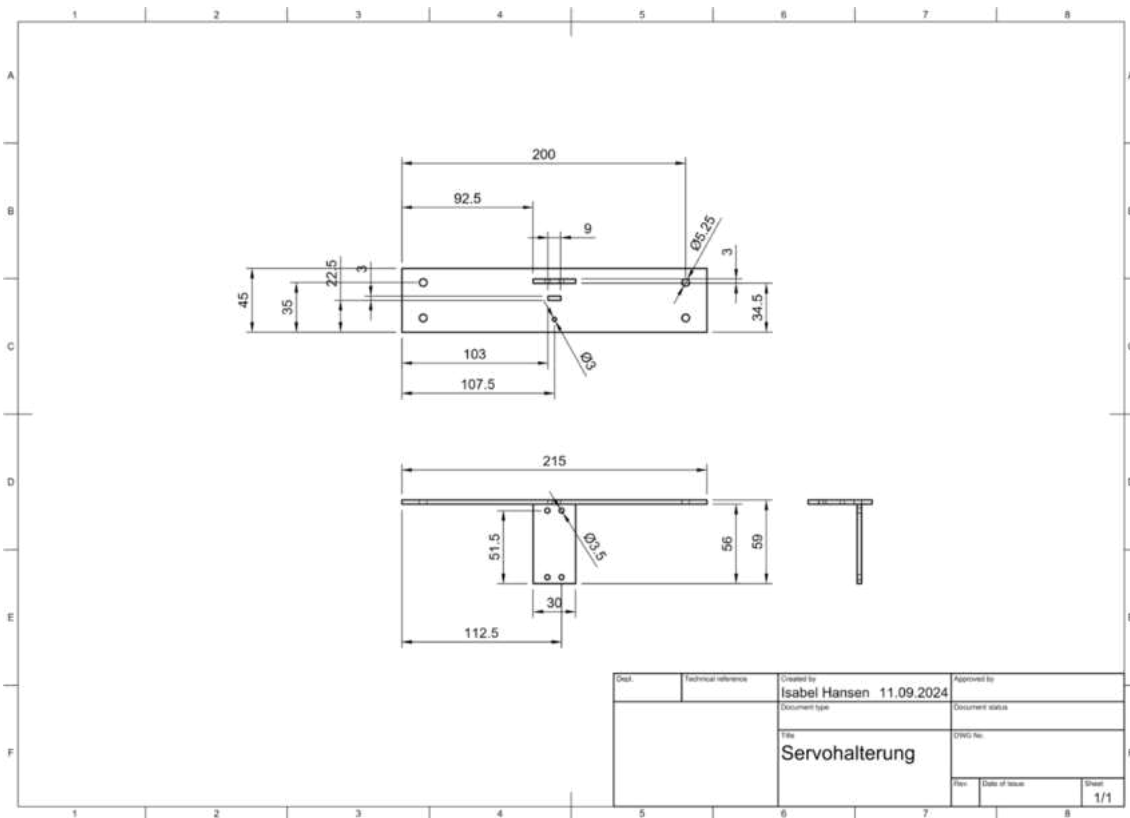


Abbildung 110: Servohalterung

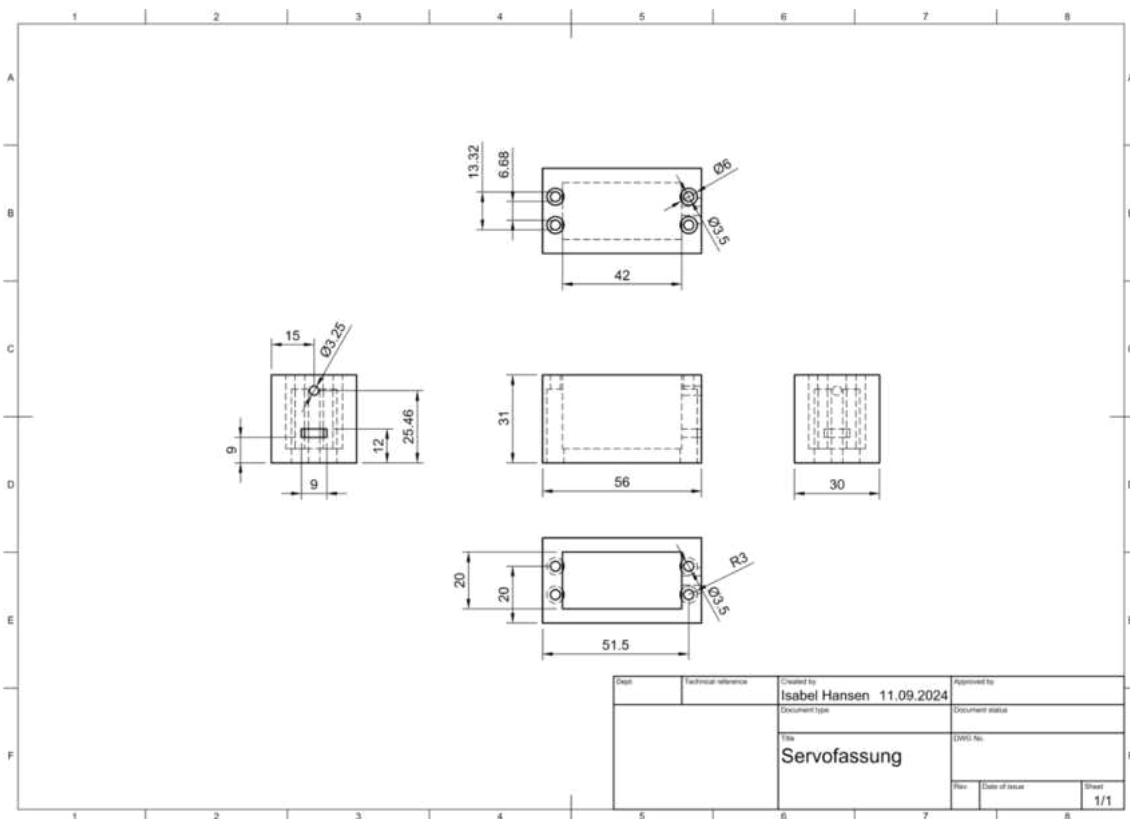


Abbildung 111: Servofassung

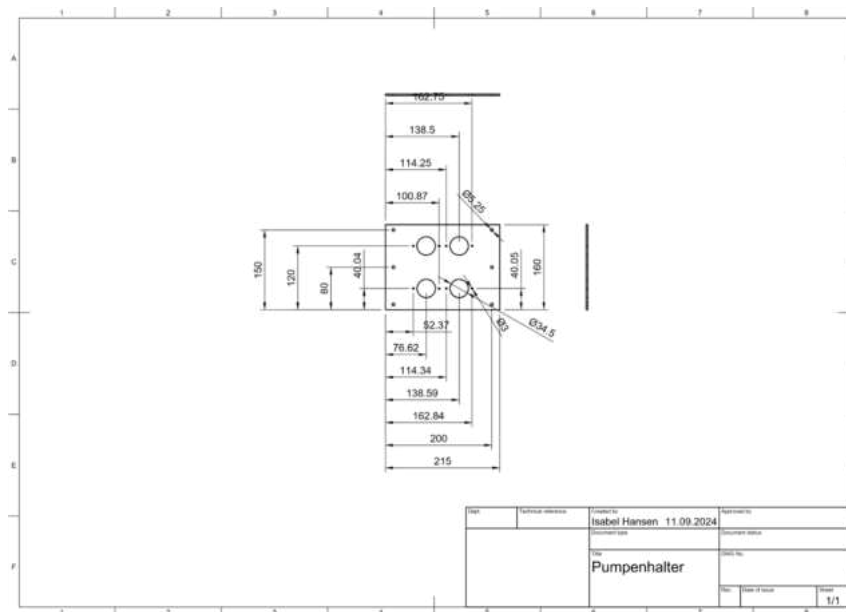


Abbildung 112: Pumpenhalterung

6.12.4 Aufbau



Abbildung 113: Aufbau des Shotspenders

- Steuerung der Cocktailmaschine über SPS.
 - Funktionsanteile auf verschiedene Arduino-Mikrocontroller ausgelagert.
- Steuerung des Shotspenders über Arduino Mega 2560 R3 Board.
- Kompatibilität der Apparatur des Shotspenders mit dem Arduino erforderlich.

- Tastenfeld (4x4 Matrix) zur Eingabe der Becheranzahl und Getränkeauswahl sowie zur Bestätigung.
 - Über acht Datenpins mit dem Arduino verbunden.
- Anzeige zur Bedienungshilfe auf SSD1306 I2C OLED Graphic Display.
 - Display-Anschlüsse: SDA, SCL, VCC (5V), GND.
- Bechererkennung durch Fotowiderstände im Boden der Becherhalterung.
 - Fotowiderstände ändern elektrischen Widerstand entsprechend der Lichtmenge.
 - Fotowiderstände für Maximalspannung von 150 V ausgelegt.
- Kalibrierung der Grenzwerte des Lichtsensors durch separaten Taster.
- LEDs an den Becherhalterungen gehören zu „LED RGB individuell adressierbaren Lichtstreifen“.
 - LED-Farben abhängig vom Becherstatus (grün/rot).
- LED-Streifen benötigt nur einen Daten-Pin, GND und 5V
 - platzsparend am Arduino
- Vier Minischlauchpumpen für Flüssigkeitsbeförderung von Behältern zu den Bechern
 - Pumpen werden mit 12V Gleichspannung betrieben
- Steuerung der Pumpen über zwei doppelte H-Brücken
 - Pumpen drehen kurz zurück, um Tropfen zu verhindern
 - Flüssigkeitsmenge auf 30 ml eingestellt
 - H-Brücke besteht aus vier MOSFETs und vier Sperrdioden
 - T1 und T4 offen: Strom fließt durch Motor (Pumpe) in eine Richtung
 - T3 und T2 offen: Strom fließt in entgegengesetzte Richtung
 - Durch Umdrehen der Stromrichtung: Rückdrehen der Pumpen nach Pumpvorgang (Flüssigkeitsreste werden zurückgepumpt)
- Servo C5077 für Drehung des Ausschankarms
 - Servo hat bei 5V ein Stellmoment von ca. 50 N/cm
- Gesamter Shotspender (außer Pumpen) wird mit 5V betrieben
- Mechanische Bauteile der Shotspender-Halterung mittels 3D-Druck hergestellt

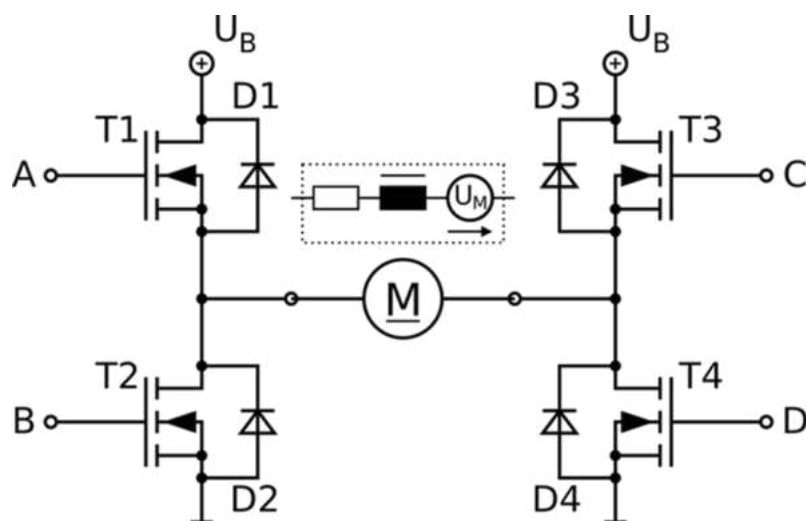


Abbildung 114: Grundaufbau Vierquadrantensteller

6.12.5 Programmierung

Programmablaufplan

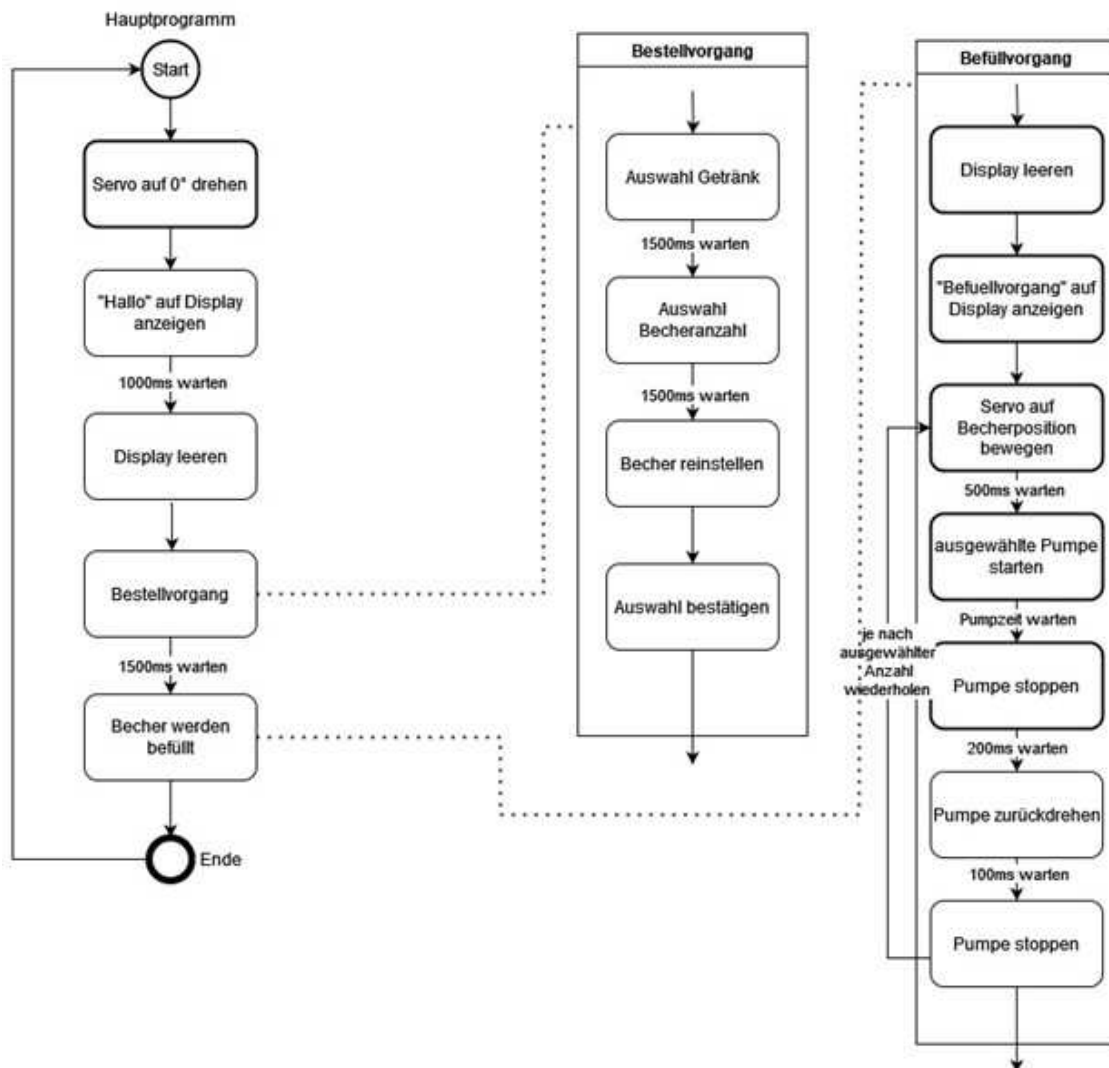


Abbildung 115: Programmablauf Shotspender

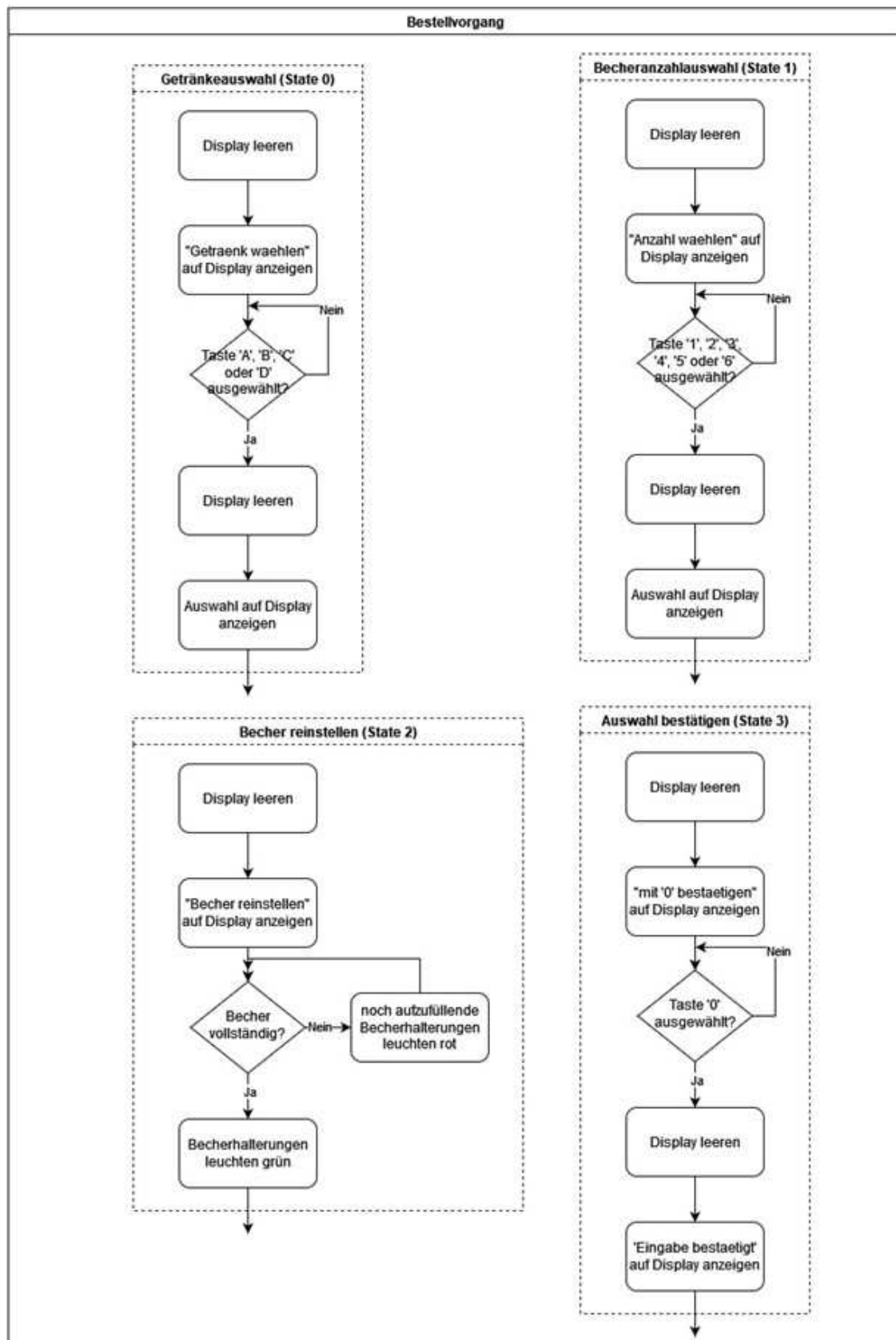


Abbildung 116: Unterprogramm Bestellvorgang

Anforderungen

- Pumpenansteuerung per Arduino Mega 2560 R3 für vier Pumpen, mit zwischengeschalteten H-Brücken zur Steuerung von Drehrichtung und Geschwindigkeit.
- Einbettung und Eingabeverarbeitung eines Matrix-Eingabefeldes.
- Anzeigemöglichkeit auf OLED Display.
- Verarbeitung der angeschlossenen Lichtsensoren.
 - Dadurch soll erkennbar sein, ob und wo sich Becher in der Halterung befinden.
- Einbettung eines Tasters zur Kalibrierung des Sensor-Schwellwerts.
- Einbettung und Steuerung des individuell adressierbaren LED-RGB-Lichtstreifens (vier LEDs pro Becherhalter).
- Servoansteuerung.

Durchführung

- Programmierung mithilfe der Arduino IDE
- Aktualisierung und Einbettung des OLED-Displays mithilfe der Bibliothek Adafruit_SH110X
 - Ergänzt durch Adafruit_GFX zur Pixelsteuerung, um Größe, Position der Buchstaben und Zahlen sowie die Textfarbe festzulegen
- Steuerung des LED-RGB-individuell-adressierbaren Lichtstreifens mithilfe der Bibliothek Adafruit_NeoPixel
 - Farbe, Helligkeit, Leuchtzeitpunkt und -raum jeder einzelnen LED regelbar
- Für den Servomotor: Bibliothek Servo
- Kommunikation zwischen Matrix-Eingabefeld und Arduino mithilfe der Bibliothek Keypad
- Kalibrierung der Sensoren erfolgt durch Ermittlung des gleitenden Durchschnitts der letzten zwanzig Sensormessungen
 - Neuer Sensorwert == Durchschnitt - 15 \Rightarrow Becher wurde reingestellt
 - Neuer Sensorwert == Durchschnitt + 15 \Rightarrow Becher wurde wieder rausgenommen
- Der gesamte restliche Ablauf wird durch eine State-Machine gesteuert

Messwerte der Sensoren:

```
Sensor 0: 991 Sensor 1: 991 Sensor 2: 981 Sensor 3: 999 Sensor 4: 981 Sensor 5: 980
Sensor 0: 991 Sensor 1: 991 Sensor 2: 982 Sensor 3: 998 Sensor 4: 981 Sensor 5: 978
Sensor 0: 991 Sensor 1: 990 Sensor 2: 983 Sensor 3: 998 Sensor 4: 981 Sensor 5: 978
Sensor 0: 991 Sensor 1: 989 Sensor 2: 983 Sensor 3: 997 Sensor 4: 980 Sensor 5: 978
Sensor 0: 991 Sensor 1: 989 Sensor 2: 983 Sensor 3: 998 Sensor 4: 982 Sensor 5: 979
Sensor 0: 990 Sensor 1: 989 Sensor 2: 982 Sensor 3: 998 Sensor 4: 980 Sensor 5: 980
Sensor 0: 990 Sensor 1: 990 Sensor 2: 982 Sensor 3: 999 Sensor 4: 980 Sensor 5: 980
Sensor 0: 991 Sensor 1: 991 Sensor 2: 981 Sensor 3: 999 Sensor 4: 979 Sensor 5: 979
Sensor 0: 991 Sensor 1: 991 Sensor 2: 982 Sensor 3: 998 Sensor 4: 979 Sensor 5: 979
Sensor 0: 990 Sensor 1: 990 Sensor 2: 982 Sensor 3: 999 Sensor 4: 980 Sensor 5: 979
```

Abbildung 117: Messwerte der Sensoren ohne Becher

```
Sensor 0: 853 Sensor 1: 698 Sensor 2: 712 Sensor 3: 780 Sensor 4: 839 Sensor 5: 573
Sensor 0: 852 Sensor 1: 699 Sensor 2: 712 Sensor 3: 781 Sensor 4: 838 Sensor 5: 570
Sensor 0: 851 Sensor 1: 696 Sensor 2: 708 Sensor 3: 779 Sensor 4: 839 Sensor 5: 570
Sensor 0: 850 Sensor 1: 696 Sensor 2: 708 Sensor 3: 780 Sensor 4: 838 Sensor 5: 573
Sensor 0: 851 Sensor 1: 698 Sensor 2: 708 Sensor 3: 781 Sensor 4: 838 Sensor 5: 574
Sensor 0: 851 Sensor 1: 699 Sensor 2: 707 Sensor 3: 781 Sensor 4: 839 Sensor 5: 576
Sensor 0: 850 Sensor 1: 700 Sensor 2: 708 Sensor 3: 783 Sensor 4: 838 Sensor 5: 576
Sensor 0: 850 Sensor 1: 700 Sensor 2: 707 Sensor 3: 783 Sensor 4: 838 Sensor 5: 576
Sensor 0: 850 Sensor 1: 700 Sensor 2: 708 Sensor 3: 783 Sensor 4: 839 Sensor 5: 577
Sensor 0: 851 Sensor 1: 701 Sensor 2: 710 Sensor 3: 783 Sensor 4: 840 Sensor 5: 576
```

Abbildung 118: Messwerte der Sensoren mit Bechern

6.12.6 Platine

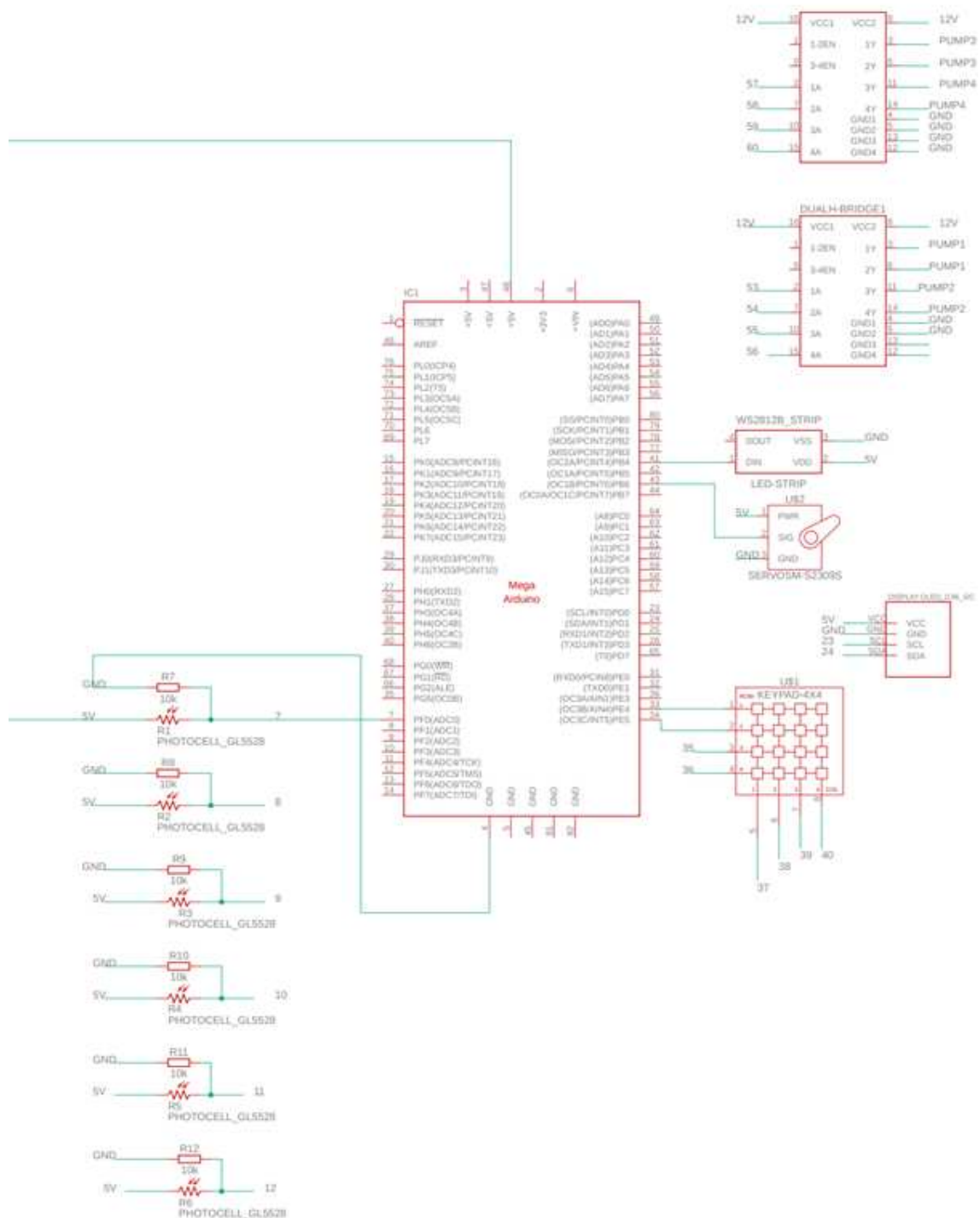


Abbildung 119: Shotsperder-Platine

6.12.7 Fazit

Der Shotsperder erweitert den bestehenden Cocktailspender um eine neue Funktion, die es ermöglicht, verschiedene Getränke präzise in mehrere Shot-Becher abzufüllen. Die Umsetzung erfolgte mit Hilfe des Arduino-Mega-2560-R3, der durch seine zahlreichen Ein- und Ausgänge den Anforderungen gerecht wird. Der Einsatz eines adressierbaren LED-Lichtstreifens verringerte die benötigte Pin-Anzahl

erheblich und steigerte so die Effizienz des Systems.

Anfängliche Probleme, wie die Erkennung der Becher aufgrund der Nutzung durchsichtiger Becher, konnten durch den Wechsel zu schwarzen Bechern und eine angepasste Positionierung der Sensoren behoben werden. Dies stellt sicher, dass belegte und freie Halterungen zuverlässig unterschieden werden können.

6.13 Bestelltafel

6.13.1 Stückliste

Bauteil	Anzahl
PowerPanel für SPS 7 Zoll	1
HKC LED Monitor 18,5 Zoll	1
Ethernetkabel	1
Kaltgerätekabel	1
VGA-Kabel	1
flacher Winkel 90°, 16x16cm	2
M6x16 Maschinenbauschraube	12
M6 Unterlegscheibe	12
M6 Nutenstein	12
M8x16 Maschinenbauschraube	4
M8x25 Maschinenbauschraube	1
M8 Nutenstein	4

Tabelle 23: Stückliste Bestelltafel

6.13.2 Funktion

Eingabe der Bestellung und Anzeige des Bestellmenüs.

6.13.3 Betrieb

Eingabe der Bestellung

- PowerPanel über Ethernetkabel mit SPS verbunden
- Verschiedenste Eingaben möglich
- Anzeige des aktuellen Status der Bestellung
- Im Betrieb benötigt Panel 24V / 20W

Anzeige des Bestellmenüs

- Anzeige wird über HKC LED Monitor realisiert
- Zusätzliche Anzeige zum Bestellmenü, für simultane Nutzung beider Medien

- Über VGA mit externen Rechner verbunden, welcher Bildschirm dupliziert
- Im Betrieb benötigt Monitor 230V / 1,1A



Abbildung 120: Menü Monitor



Abbildung 121: Rückseite Monitor

6.13.4 Aufbau

- Monitor über eigene Aufhängung mit Alu-Profilen verbunden
- Wird zusätzlich durch Profilendkappen in Position gehalten
- PowerPanel in 3D-gedruckter Struktur versenkt
 - Ist um 45° nach oben gehoben
 - Dient der leichteren Interaktion mit Panel
- Alu-Profile über zwei Flachwinkel miteinander verbunden



Abbildung 122: Aufbau vorne



Abbildung 123: Aufbau hinten

6.13.5 Besonderheiten

Rotierbares System

- Gesamter Aufbau der Bestelleinheit ist über eine Schraube mit einem Profilwinkel verbunden

-
- Da nur eine Schraube eingeführt wurde, ist System einklappbar
 - Verringert bei Transport die Länge der Maschine
 - Bei längerer Nutzung sollte Schraube jedoch angezogen werden

Zugang zu Monitoreinstellung

- Manuelle, interne Einstellungen des Monitors (Ein/Aus, Quelle, Helligkeit, usw.) unterhalb am Rahmen angebracht
- Für Interaktion sind fünf Löcher durch das Alu-Profil gebohrt
- Bisher genutzte Methode: Inbusschlüssel als Tastverlängerung nutzen

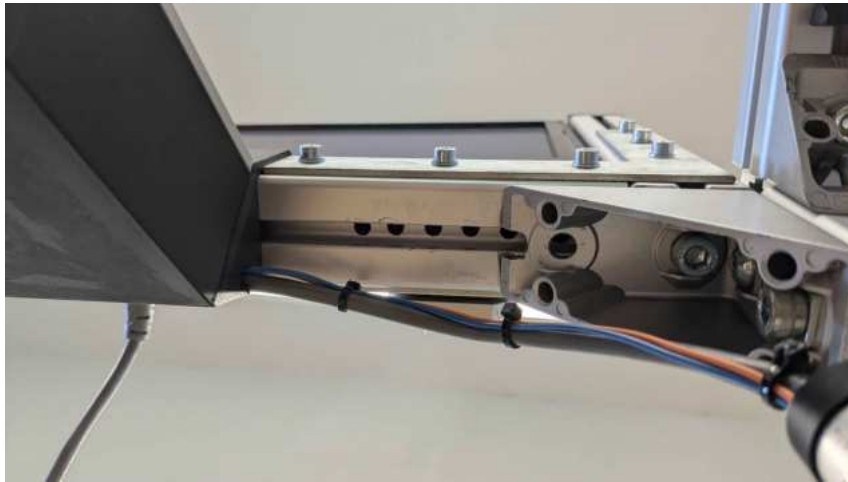


Abbildung 124: Löcher im Profil

Externes Bestellmenü

- Anzeige für Monitor durch externen Laptop und Powerpoint-Präsentation realisiert
- Bei weiterführender Entwicklung ggf. durch anderes, internes Medium ersetzen und mit SPS koppeln

7 Programmierung der SPS

7.1 Technische Rahmenbedingungen

7.1.1 B&R Firma generell

In dem folgendem Abschnitt werden Produkte von B&R verwendet. Die B&R Industrial Automation GmbH ist ein österreichisches Technologieunternehmen der Automatisierungstechnik und Teil der ABB-Gruppe mit Hauptsitz in Eggelsberg bei Braunau in Oberösterreich und wurde 1979 gegründet. Das Unternehmen bietet Gesamtlösungen in den Bereichen Maschinen- und Fabrikautomation, Antriebs- und Steuerungstechnik, Visualisierung und integrierte Sicherheitstechnik sowie Lösungen für die Kommunikation im Industrial IoT – allen voran OPC UA, POWERLINK und der offene Standard openSAFETY an.

7.1.2 Verwendete Hardware-Komponenten

Zur Programmierung der Cocktailmaschine wurde eine B&R SPS X20CP1382 verwendet.

Weitere Komponenten:

- Zusatzmodul: X20CDO8322 (für weitere Digitale Outputs)
- Display: 6PPT30.0702-20W (zur Bedienung der Maschine)
- Hall Sensor: BALLUFF - BES 517-351-NO-C-03 (zur Erkennung der Einzelstationen)

7.1.3 Automation Studio

Zur Programmierung wurde das von B&R entwickelte Automation Studio verwendet. Diese Entwicklungsumgebung bietet neben der Programmierumgebung auch die Möglichkeit, eine SPS lokal zu simulieren sowie durch mehrere Diagnosewerkzeuge auf SPS-interne Informationen zuzugreifen.

Der in den folgenden Abschnitten besprochene Code kann unter <https://github.com/UniversityMasarum/Cocktail-Mix-Maschine-V3> heruntergeladen werden. Dieser ist in dem Unterverzeichnis Programmierung zu finden und kann in Automation Studio durch das Projektfile, X20CP1382.apj, geladen werden.

Zum grundlegenden Einfinden in Automation Studio sowie zum Bearbeiten des Projekts ist es zu empfehlen, sich die Bilderdokumentation unter Nextcloud anzusehen. Hier sind viele verwendeten Konzepte und deren Umsetzung in Automation Studio näher beschrieben.

Eine umfänglichere Dokumentation ist in Automation Studio intern zu finden. Diese nennt sich B&R Help Explorer – Automation Help. Diese kann über den Reiter Hilfe/Zeige Help Explorer gefunden werden.

Logical View

Die Logical View stellt die hardwareunabhängige Ansicht der Anwendung dar. Darin werden die Programme, sowie deren zugehörige Elemente wie Variablendeklarationen und Bibliotheken verwaltet.

Configuration View

Die Configuration View stellt die hardwareabhängige Sicht der Anwendung dar. Darin werden unter anderem die Hardwarekonfiguration und die Zykluszeiten der Programme verwaltet.

Physical View

In der Physical View wird die aktive Konfiguration des Hardwareaufbaus verwaltet. Darin wird unter anderem die Anordnung der Module und die Konfiguration der Inputs und Outputs festgelegt.

7.1.4 Strukturierter Text

Strukturierter Text ist eine textuelle Programmiersprache der Norm IEC 61131-3.

In diesem Projekt wurde ausschließlich Strukturierter Text zur Programmierung der SPS verwendet.

7.1.5 Netzwerkeinstellungen

Zum Verbinden der Cocktailmaschine müssen folgende Änderungen an den Netzwerkeinstellungen an der Ethernet Schnittstelle des Rechners durchgeführt werden:

- IP-Adresse: 192.168.10.99
- Subnetzmaske: 255.255.255.0

7.2 Website

7.2.1 B&R Website generell - MappView

Bei B&R gibt es die Möglichkeit zusätzlich zu den einzelnen generischen analogen- sowie digitalen Inputs auch Eingänge über eine, in die B&R Automatisierungsumgebung integrierte Website zu schalten. Diese Website heißt MappView.

Der Vorteil bei der Nutzung von MappView ergibt sich durch die Schnittstelle, Ethernet. Diese ermöglicht es mehrere Variablen beinahe nahtlos und parallel zu verändern.

Ein weiterer Vorteil ist, dass sich der Automatisierer voll auf seine Kernkompetenz konzentrieren kann, da die Umsetzung möglichst effizient und einfach gestaltet wird. Technisch funktioniert die Website mit HTML5, CSS3 und JavaScript. Die Seiten & Widgets werden in der gewohnten Umgebung von Automation Studio erstellt. Dort stehen integrierte Visualisierungs-Bausteine, sogenannte Widgets, zur Verfügung, die alle Funktionen einer Maschinen-Benutzeroberfläche abdecken. Die Widgets werden per Drag-and-drop auf die gewünschte Seite gezogen und dort einfach parametrisiert.

Hierbei ist es allerdings nicht möglich die Funktionen und das Aussehen der einzelnen Widgets & Seiten über die vorgegebenen Parameter hinaus individuell umzuschreiben. Deshalb müssen für umfangreichere Events mit mehreren Änderungen parallel Eventbindings verwendet werden.

opcUA Variablen

opcUA sind Variablen, die zur Laufzeit von der Weboberfläche verändert werden können. Dafür müssen diese Variablen aktiviert werden. Diese können in der Datei AS\Physical\Config1\X20CP1382\Connectivity\OpcUA\OpcUaMap.uad als opcUA Variable gekennzeichnet werden.

7.2.2 Praktische Umsetzung der Weboberfläche

Die Hauptaufgabe der Website ist die Bestellung von alkoholischen Getränken sowie von Softdrinks. Allerdings können über die Schaltfläche zusätzlich noch allgemeine Informationen zur Cocktailmaschine über das Wiki aufgerufen werden. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit durch die Eingabe des Passworts „student42“ in das Reinigungsprogramm zu kommen, auf welcher weitere Funktionen, Debugging und Reinigung verfügbar sind.

In den folgenden Abschnitten wird auf die einzelnen Webpages und deren Struktur im Detail eingegangen.

7.3 Hauptnavigation

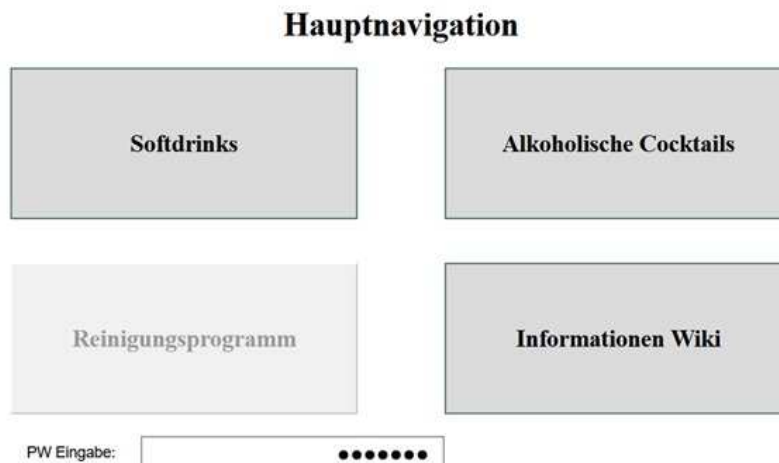


Abbildung 125: Hauptnavigation

Die Hauptnavigation ist für die grundlegende Navigation der einzelnen Pages zuständig. Hierbei handelt es sich bei den vier Buttons um `widgets.brease.navigationButton`. Diese Buttons sind in dem B&R Werkzeugkasten für eine Navigation zwischen den Webseiten möglich. Die Hauptnavigation hat die `pageID(page_0)`. Eine `pageID` ist ein eindeutiger Verweis auf eine spezifische Seite.

Hierbei verweist die Schaltfläche:

„Softdrinks“ auf `pageID(page_1)`

„Alkoholische Cocktails“ auf `pageID(page_2)`

„Reinigungsprogramm“ auf `pageID(page_3)`

„Informationen Wiki“ auf `pageID(page_4)`

Wie auf dem Bild zu sehen ist, ist das Reinigungsprogramm standardmäßig ausgeblendet. Dieses Widget kann eingeblendet werden, indem in das Passwortfeld das Passwort „student42“ eingegeben wird.

Dieses eingegebene Passwort wird in einer Variable abgespeichert, welche dauerhaft im Hauptprogramm überprüft wird. Wenn diese dem gesetzten Passwort entspricht, wird die Seite eingeblendet, da diese an den Parameter `enable` des `NavigationButtons` weitergegeben wird. Das bedeutet allerdings auch, dass bei einer erneuten Veränderung diese Schaltfläche wieder ausgeblendet wird. Im Hauptprogramm ist diese Funktion wie Folgt implementiert.

```
// Visualisierung Passwordeingabe
IF passwordVisu_st = "student42" THEN
    passwordVisuCorrect_var := TRUE;
ELSE
    passwordVisuCorrect_var := FALSE;
END_IF
```

Abbildung 126: Code Passwortabfrage

Dieses Passwort verhindert, dass Unbefugte auf die interne Steuerung zugreifen können. Im nächsten Absatz gebe ich an, auf welche Funktionen ein Facharbeiter über diese Schaltfläche Zugriff hat. Zum Anpassen des Passworts kann dieses unter `variables.var`, im program, durch verändern des Standardwerts angepasst werden.

7.3.1 Reinigungsprogramm

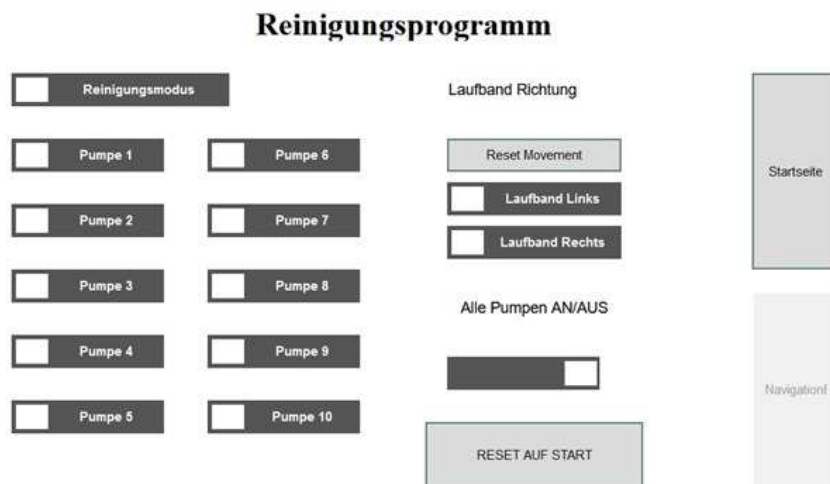


Abbildung 127: Website Reinigungsprogramm

Durch das Reinigungsprogramm können Ausgänge und Variablen zum Reinigen sowie zum Debuggen der Maschine geschaltet werden.

Für alle Funktionen auf der Seite muss der Reinigungsmodus aktiviert werden. Das soll als eine Art Zweifaktor-Überprüfung dienen. Das bedeutet, dass sich nur durch Aktivierung zweier Schalter die ausgewählte Funktion ausführen lässt.

Hierbei lassen sich die Funktionen in folgende Kategorien unterscheiden:

- Pumpensteuerung
- Laufbandsteuerung
- Reset

Im Folgenden wird die Funktion der einzelnen ToggleSwitch Widgets näher erklärt. In unserem Fall sind `Widget.brease.ToggleSwitch` Schalter, die Variablen verändern und gleichzeitig Feedback über die veränderte Variable an den Nutzer geben. Das heißt, über den Anschlag des einzelnen Knopfes kann der Nutzer direkt sehen, welche Eingänge geschaltet sind und welche wiederum deaktiviert sind.

Pumpensteuerung

Die Pumpensteuerungswidgets, Pumpe 1 bis 10, dienen als eine manuelle Ansteuerung der einzelnen Pumpen für die Zutatenbehälter. Das Pumpensteuerungswidget „Alle Pumpen AN/AUS“ Schaltet alle Pumpen gleichzeitig AN bzw. AUS.

Laufbandsteuerung

Die Laufbandsteuerung besteht aus drei Widgets. Zwei `SwitchButtons`, welche die Richtung des Laufbands bestimmt und einen `ToggleButton` der die `SwitchButtons` zurücksetzt. Eine Aktivierung eines `SwitchButtons` führt zum Rücksetzen des jeweils anderen `SwitchButtons`, sodass nie beide Laufbandrichtungen gleichzeitig auftreten können.

RESET AUF START

Wenn dieser Knopf aktiviert wird, wird die Switch Case im Hauptprogramm verändert und die in den Variablen erhaltenen Informationen auf die letzte Station gesetzt.

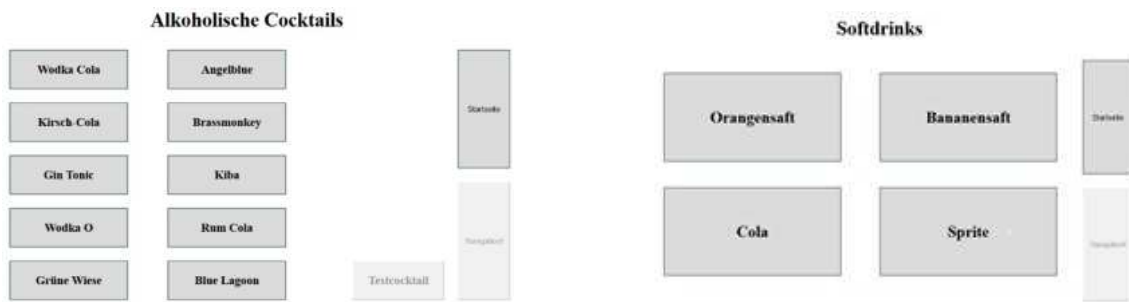


Abbildung 128: Website Auswahl für den Endnutzer

7.3.2 Die Auswahl für den Endnutzer

Die relevanten Seiten für den Nutzer beschränken sich auf die Seiten Softdrinks, `pageID(page_1)` und Alkoholische Cocktails, `pageID (page_2)`. Hier können mithilfe der einzelnen `ToggleButtons` Cocktails ausgewählt werden. Wenn der gewünschte Cocktail ausgewählt wurde, wird über ein Eventbinding die Cocktailvariable umgeschaltet, d.h. der Cocktail wird gestartet und der Monitor schaltet auf den Wartebalken um.

Die auf die einzelnen `ToggleButtons` angewandten Eventbindings werden im Unterkapitel Eventbindings erklärt.

7.3.3 Der Ladebalken



Abbildung 129: Website Ladebalken

Nach der Bestellung eines Getränkes, gibt es für den Kunden noch einen Ladebalken. Er dient als Feedback, dass der Bestellvorgang funktioniert hat. Dieser zeigt den Fortschritt an, bis das Getränk bereit zur Ausgabe ist. Diese Seite hat die `PageID(page_5)`.

Falls es während des Ausgabevorganges zu einem Fehler kommt, kann über das Passwort „student42“ der navigationButton `Zur Startseite` aktiviert werden. Von dort kann über das Reinigungsprogramm das Programm wieder zurückgesetzt werden.

7.3.4 Eventbindings

Eventbindings sind an Ereignisse gebunden. Diese Eventbindings können damit Variablen setzen, ändern oder auch die Website umschalten, ohne in die festen Taktzeiten der SPS einzugreifen. Dadurch konnte in dem Fall der Cocktailmaschine gleichzeitig eine Variable gesetzt werden sowie auf eine andere Website gewechselt werden. Mit Eventbindings können Limitationen der MappView ausgeglichen werden. Die Eventbindings befinden sich im Projekt Explorer in der ConfigurationView unter dem Verzeichnis mappView.

Während die Widgets in MappView durch eine begrenzte Anzahl an, für den Nutzer veränderbaren Parametern umschalten können (meistens nur eine Variable anpassen oder eine Website umschalten), können mit den Eventbindings gleichzeitig mehrere Events ausgelöst werden.

Im folgenden Bild sieht man ein Eventbinding, wie es auch bei der Cocktailmaschine genutzt wird. Hierbei ist zu beachten, dass alle im Projekt verwendeten Eventbindings eine ähnliche Struktur besitzen.

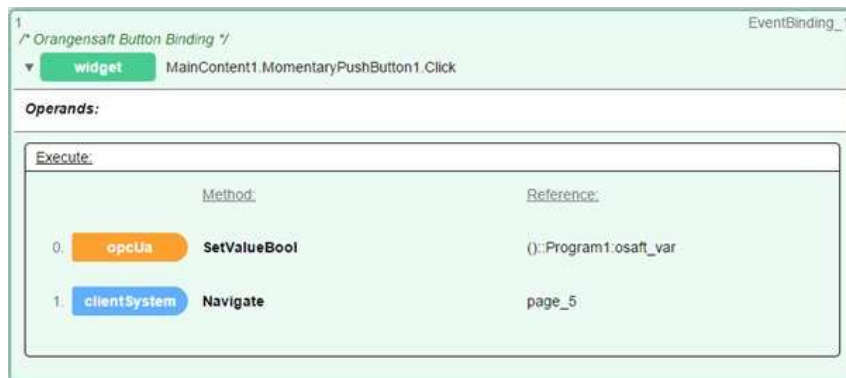


Abbildung 130: Website Eventbindings

Source: B&R Help Explorer

7.4 Code

7.4.1 Unterprogramme

Der Code teilt sich in drei Unterprogramme, welche sich ausschließlich im Cyclic-Teil des Programmes befinden. *Program*, *Program1* und *Zufall*.

Program

Ist für die Funktionsweise, d.h. die Automatenlogik zuständig sowie für Funktionen, die für die Fehlerbehebung notwendig sind.

Program1

Ist für das Mischen der einzelnen Cocktails zuständig.

Zufall

Führt die zur Ausgabe des Zufallscocktails nötigen Berechnungen durch.

Zykluszeiten der Unterprogramme

- Program – 100ms
- Program1 – 100ms
- Zufall – 1000ms

7.4.2 Benennung der Variablen

Die Variablen findet man unter dem Unterverzeichnis Variablen.var des jeweiligen Programms. Außerdem befinden sich in Global.var, Variablen, auf die aus jedem Programm zugegriffen werden kann.

Die Variablen und deren Funktion im Programm sind gut erkenntlich durch ihre zumeist intuitiven Namen. Darüber hinaus wurde auch jede Variable durch ihre Endung einem bestimmten Zweck zugeteilt, was in der folgenden Auflistung der einzelnen Endungen ersichtlich wird.

- `_DO` → Eine Variable, die einen digitalen Ausgang schaltet.
- `_DI` → Eine Variable, die einen digitalen Eingang schaltet.
- `_var` → Eine Variable, die nicht auf einen Eingang geschaltet ist.

Alle Variablen ohne spezifische Endung werden auch nicht direkt auf einen Eingang geschalten.

Darüber hinaus gibt es zu jeder Variable in der Spalte Description zusätzlich noch eine detailliertere Erklärung zur Funktion der Variable.

7.4.3 Program - Grundlegender Ablauf

Die Cocktailmaschine hat grundlegend 5 Stationen.

- Becherstation
- Eisstation
- Zitronenstation
- Cocktailstation
- Becherausgabe

Diese werden während der Laufzeit durch ein Laufband angefahren. Zur Detektion der einzelnen Stationen wird ein Hallsensor verwendet. Dieser Hallsensor reagiert auf einen Magneten, der an den Schlitten angebracht wird. Der gewählte Hallsensor war hierbei der BALLUFF - BES 517-351-NO-C-03. Dieser Sensor wurde aufgrund seiner guten Kompatibilität mit der SPS ausgewählt, da dieser direkt mit 24 Volt von der SPS versorgt werden kann sowie zusätzlich noch direkt von dieser ausgelesen werden kann.

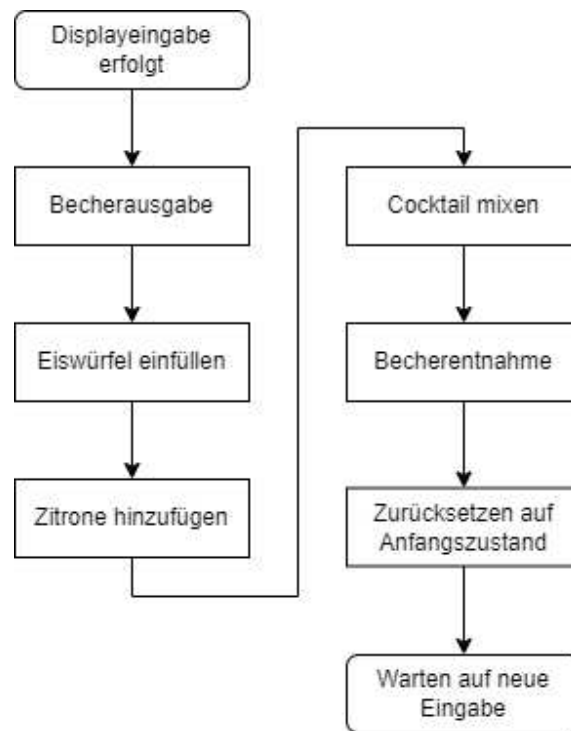


Abbildung 131: Programmablaufplan Program

Becherspender

Die Becherstation ist für die Ausgabe des Bechers zuständig. Zu Beginn der Station wird ein digitaler 24 Volt Impuls von 100ms von der SPS an den Arduino des Becherspenders gegeben. Sobald dieser einen Becher fallen gelassen hat und detektiert wird, wird ein Signal zurück an die SPS gesendet. Nun wird die nächste Station angefahren, bzw. der nächste State betreten.

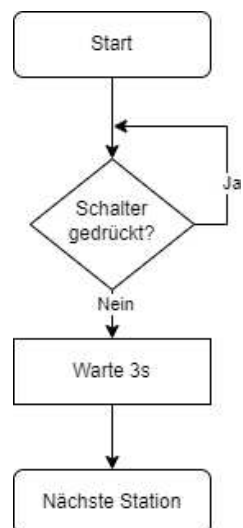


Abbildung 132: Programmablaufplan Becherspender

Eisspender

Die Eisspenderstation ist für die Ausgabe der Eiswürfel zuständig. Wenn der Hallsensor den Schlitten erkennt, wird ein 24 Volt Digitalsignal von 300ms an den Eiswürfel Arduino weitergegeben. Sobald ein Eiswürfel detektiert wird, bekommt die SPS ein Signal. Ab hier startet ein Delay von drei Sekunden. Diese drei Sekunden reichen aus, damit zuverlässig alle Eiswürfel, die noch auf der Eiswürfelrutsche sind, in den Becher fallen. Sobald der Delay vorbei ist, wird die nächste Station angefahren, bzw. der nächste State betreten.

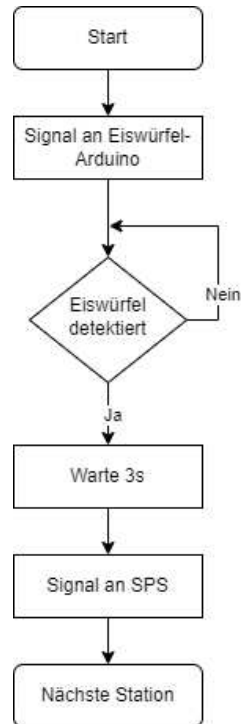


Abbildung 133: Programmablaufplan Eisspender

Zitronenspender

Der Zitronenspender ist für die Ausgabe einer einzelnen Zitronenscheibe zuständig. Wenn der Hallsensor den Schlitten erkennt, wird ein 300 Millisekunden 24 Volt Digitalsignal an den Arduino des Zitronenspender geschickt. Währenddessen läuft ein Timer von drei Sekunden ab. Dieser ergibt sich aus der maximalen Zeit, die der Zitronenspender in Testläufen benötigt hat. Sobald der Timer beendet ist, wird die nächste Station angefahren.

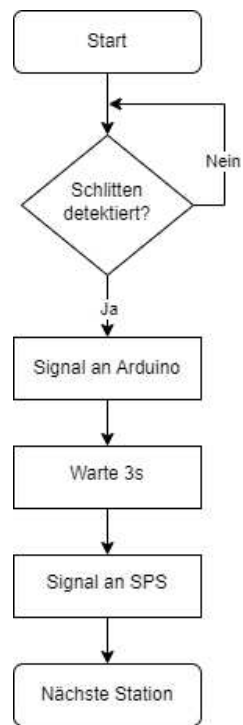


Abbildung 134: Programmablaufplan Zitronenspender

Cocktailstation

Die Cocktailstation ist für das Mischen der Cocktails zuständig. Dieser State wurde durch eine weitere State Machine realisiert, wie in folgender Grafik ersichtlich wird:

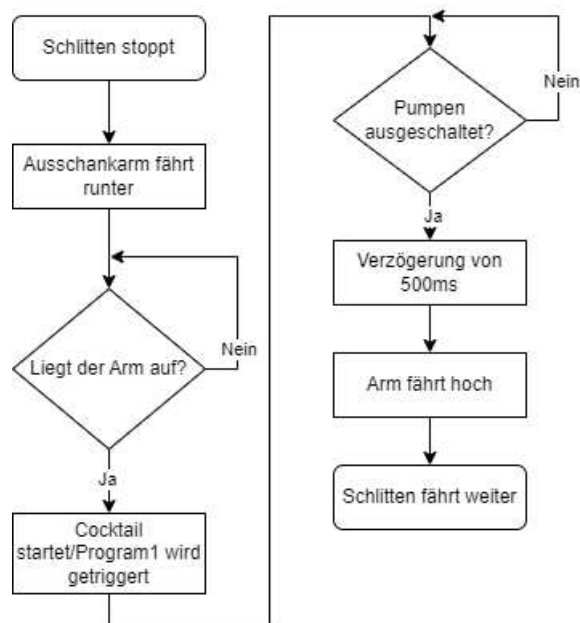


Abbildung 135: Programmablaufplan Cocktailmixstation

Becherausgabe

Die Becherausgabe ist für die Ausgabe des Bechers bzw. der Annahme des Bechers durch den Kunden zuständig. Dieser State wurde durch eine weitere State Machine realisiert, wie in folgender Grafik ersichtlich wird:

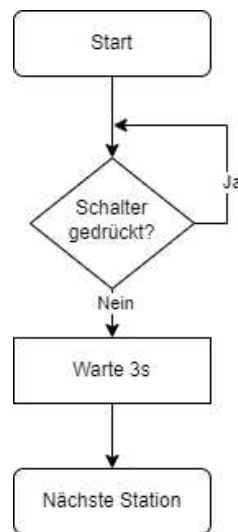


Abbildung 136: Programmablaufplan Becherausgabe

7.4.4 Program1 - Logik zum Cocktailmischen

Dieses Unterprogramm ist für das Mixen der Cocktails zuständig. Befindet sich das Programm nicht im Reinigungsmodus, wird über eine Switch-Case-Anweisung der jeweilige Cocktail eingestellt. Die Namen der Cocktails sind in einem zusätzlichen Datentyp "cocktail_name" definiert. Für jeden Cocktail werden unterschiedliche Pumpen für eine unterschiedliche Laufzeit aktiviert, wie in den folgenden Abschnitten am Beispiel Wodka-Cola erklärt wird.

Festlegen der Pumpenlaufzeiten über die Flussraten

Zuerst werden die Laufzeiten der Pumpen festgelegt.

Um genaue Mengen der jeweiligen Getränke einfüllen zu können, wurden die Flussraten der Pumpen aufgenommen, da diese wie in der folgenden Tabelle einsehbar erheblich variieren.

Pumpe	Variable	Zutat	Flussrate[ms/ml]	Flussrate[ml/min]
01	PumpeBig1_DO	Sprite	111	540
02	PumpeBig2_DO	Cola	108	555
03	PumpeBig3_DO	Bananansaft	105	571
04	PumpeBig4_DO	Orangensaft	118	508
05	Pumpesmall1_DO	Tonic	390	154
06	Pumpesmall2_DO	Rum	420	143
07	Pumpesmall3_DO	Wodka	330	182
08	Pumpesmall4_DO	Gin	300	200
09	Pumpesmall5_DO	Kirschlikör	390	154
10	Pumpesmall6_DO	Blue Curacao	350	171

Tabelle 24: Flussraten der Schlauchpumpen

Die gemessenen Flussraten in [s/l] werden daraufhin einheitslos als Faktor im Code verwendet, um die Pumpenlaufzeiten zu bestimmen.

Wie im unteren Codeabschnitt zu sehen ist, werden die Laufzeiten berechnet, indem die, in den MengenvARIABLEN enthaltenen, Mengen der Komponenten über eine UINT_TO_TIME-Funktion in eine Zeit in Millisekunden konvertiert und daraufhin mit dem Faktor bzw. der Flussrate multipliziert werden.

```
//Laufzeiten der Pumpen aus Flussraten und benötigten Mengen berechnen
pumptime_01 := UINT_TO_TIME(ml_wodkacola_cola)*108;
pumptime_02 := UINT_TO_TIME(ml_wodkacola_wodka)*330;
```

Abbildung 137: Code Pumpenlaufzeiten

Aktivierung der Pumpen über TOF-Funktionsblöcke

In Automation Studio ist über die "standard"-Bibliothek ein TOF-Funktionsblock definiert. Dieser bewirkt, dass, nachdem die Eingangsvariable IN ihren Wert von TRUE auf FALSE ändert, die gleiche Wertänderung der Ausgangsvariable mit einer Ausschaltverzögerung geschieht.

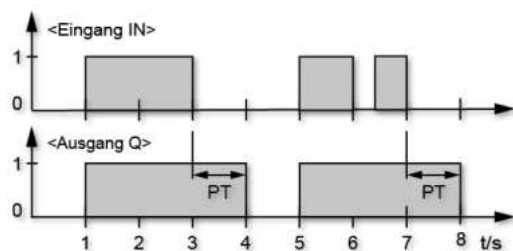


Abbildung 138: TOF-Übergabeparameter

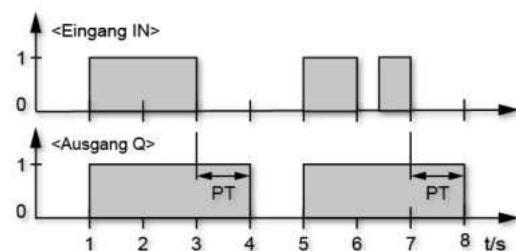


Abbildung 139: TOF-Zeitdiagramme

Im Programmcode wird das Eingangssignal des Funktionsblocks mit der Variable "cocktail_start" belegt. Bei dieser wird über zwei IF-Anweisungen eine fallende Flanke erzeugt, um die Ausschaltverzögerung zu aktivieren. (Siehe Codeausschnitte unten)

```

IF (cocktail_start = FALSE AND cocktail_started = FALSE) THEN
    cocktail_start := TRUE;
END_IF

```

Abbildung 140: Code Flankenerzeugung Anfang

```

IF (cocktail_start = TRUE AND cocktail_started = FALSE) THEN
    cocktail_start := FALSE;
    cocktail_started := TRUE;

    // Variable, dass Cocktail beendet wurde
    cocktailFinished_var := TRUE;
END_IF

```

Abbildung 141: Code Flankenerzeugung Ende

Die Verzögerungszeiten werden mit den Laufzeiten der Pumpen und das Ausgangssignal mit den Output-Variablen der Pumpen belegt (Siehe Codeausschnitt).
Dadurch werden die Pumpen für die festgelegte Laufzeit angeschalten.

```

//Pumpen über TOF für errechnete Laufzeit anschalten
TOF_01(IN:= cocktail_start , PT:= pumptime_01 );
pumpeBig2_DO:=TOF_01.Q;

TOF_02(IN:= cocktail_start , PT:= pumptime_02 );
pumpeSmall3_DO:=TOF_02.Q;

```

Abbildung 142: TOF Programmcode

Ausnahme Zufallscocktail

Zur Ausgabe des Zufallscocktails wird mithilfe des global angelegten Arrays "zutat_janein_ok[]" für jede Komponente geprüft, ob diese im Cocktail enthalten ist. Für jede enthaltene Komponente wird daraufhin die Pumpenlaufzeit mit der zugehörigen, im globalen Array "zutat_menge_ok" gespeicherten Menge ermittelt. Mit Hilfe von TOF-Funktionen werden die nötigen Pumpen aktiviert.

Auswertung der Ausgabe

Nach dem ersten Test der Cocktailmaschine gab es leider keine verlässliche Datenlage zur Menge der ausgegebenen Cocktails. Deshalb musste eine verlässliche Protokollierung der einzelnen Cocktails erfolgen.

Für das Auswerten der einzelnen Cocktails wird folgende Abfrage verwendet:

```

// Setzt den Schalter zurück
IF wodka_cola_var = TRUE THEN
    cocktail_var := wodka_cola;
    wodka_cola_var := FALSE;
    Anzahl_Cocktails [wodka_cola] := Anzahl_Cocktails [wodka_cola] + 1;
END_IF

```

Abbildung 143: Code Cocktaिलाuswertung

Diese können am Ende über die Watch ausgelesen werden.

Name	Typ	Force	Wert
[-] Anzahl_Cocktails	INT[0..19]		
[-] Anzahl_Cocktails[0]	INT		7
[-] Anzahl_Cocktails[1]	INT		2
[-] Anzahl_Cocktails[2]	INT		4
[-] Anzahl_Cocktails[3]	INT		1
[-] Anzahl_Cocktails[4]	INT		14
[-] Anzahl_Cocktails[5]	INT		6
[-] Anzahl_Cocktails[6]	INT		12
[-] Anzahl_Cocktails[7]	INT		9
[-] Anzahl_Cocktails[8]	INT		17
[-] Anzahl_Cocktails[9]	INT		3
[-] Anzahl_Cocktails[10]	INT		5

Abbildung 144: Watch Cocktaileauswertung

In der Tabelle kann man unter der Spalte "Wert" die Anzahl der ausgegebenen Cocktails auslesen. Um diese zurückzusetzen, muss die SPS kaltgestartet werden, da die Variable als Retain hinterlegt wurde. Das bedeutet, dass selbst nach einem Stromausfall die Variable weiterhin gespeichert wird. Das ist vor allem hilfreich, wenn es vor Ort keine Möglichkeit gibt die SPS auszulesen. Dies wäre auch mehrere Tage nach einer Veranstaltung möglich.

Mit der nachfolgenden Tabelle kann ein einfacher Abgleich der Arrayvariablen zum Namen des Cocktails realisiert werden.

Variable im Array	Name des Cocktails
Anzahl_Cocktails[0]	kirschcola
Anzahl_Cocktails[1]	wodka_cola
Anzahl_Cocktails[2]	testcocktail
Anzahl_Cocktails[3]	wodka_osaft
Anzahl_Cocktails[4]	gruenewiese
Anzahl_Cocktails[5]	angelblue
Anzahl_Cocktails[6]	brassmonkey
Anzahl_Cocktails[7]	kiba
Anzahl_Cocktails[8]	rumcola
Anzahl_Cocktails[9]	gintonic
Anzahl_Cocktails[10]	bluelagoon
Anzahl_Cocktails[11]	cola
Anzahl_Cocktails[12]	osaft
Anzahl_Cocktails[13]	banane
Anzahl_Cocktails[14]	tonic
Anzahl_Cocktails[15]	sprite
Anzahl_Cocktails[16]	zufallscocktail

7.4.5 Zufall - Zufallscocktail

Dieses Unterprogramm ist dafür zuständig, zyklisch Cocktail-Prototypen zu erstellen, welche aus zufälligen Zutaten mit zufälligen Mengen bestehen. Diese können daraufhin gemixt werden.

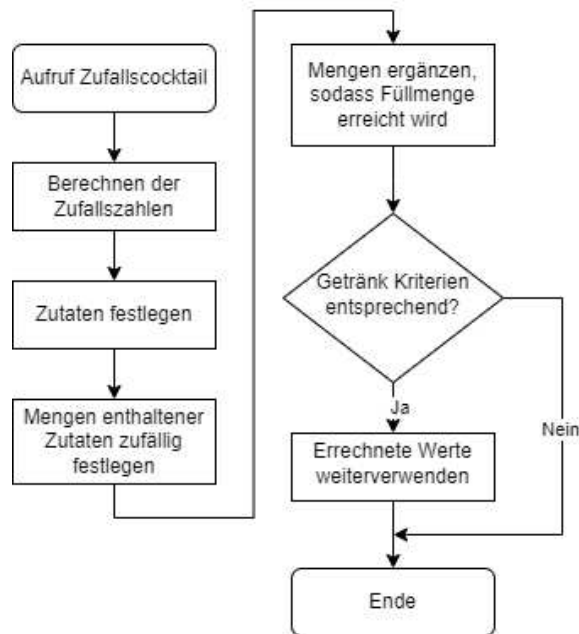


Abbildung 145: Programmablaufplan Zufall

Für Structured Text sind in Automation Studio keine Zufallsfunktionen implementiert. Deshalb war es nötig, in diesem Unterprogramm einen eigenen Zufallsmechanismus zu erstellen.

Zufallsmechanismus

Grundsätzlich wird der Zufallsmechanismus realisiert, indem in jedem Zyklus 20, in einem Array gespeicherte Zahlen über verschiedene Rechenoperationen miteinander verrechnet werden. Jede Zahl übernimmt in jedem neuen Zyklus einen Wert, welcher über Addition, Multiplikation sowie einer Modulo-Operation aus zwei anderen Zahlen des Arrays gebildet wird. Der Wert der Modulo-Operation sowie die Auswahl der anderen Zahlen sind dabei vollkommen willkürlich ausgewählt.

```

//willkürliches Verrechnen zum Erstellen eines Zufalls
Random_Number[01] := (Random_Number[01] + 73) * ((Random_Number[17] + 1) MOD 14);
Random_Number[02] := (Random_Number[09] + 73) * ((Random_Number[12] + 1) MOD 16);
Random_Number[03] := (Random_Number[13] + 73) * ((Random_Number[20] + 1) MOD 11);
Random_Number[04] := (Random_Number[18] + 73) * ((Random_Number[09] + 1) MOD 17);
Random_Number[05] := (Random_Number[08] + 73) * ((Random_Number[16] + 1) MOD 19);
Random_Number[06] := (Random_Number[20] + 72) * ((Random_Number[09] + 1) MOD 13);
  
```

Abbildung 146: Codeausschnitt Zufallsberechnungen

Bestimmung der Zutaten

Über Modulo-Operationen werden nun aus den Zufallszahlen weitere Zufallszahlen innerhalb eines bestimmten Bereiches erzeugt. Durch deren auswählbaren Bereich ist es möglich, die nachfolgenden Operationen mit einer gewünschten Wahrscheinlichkeit auszuführen.

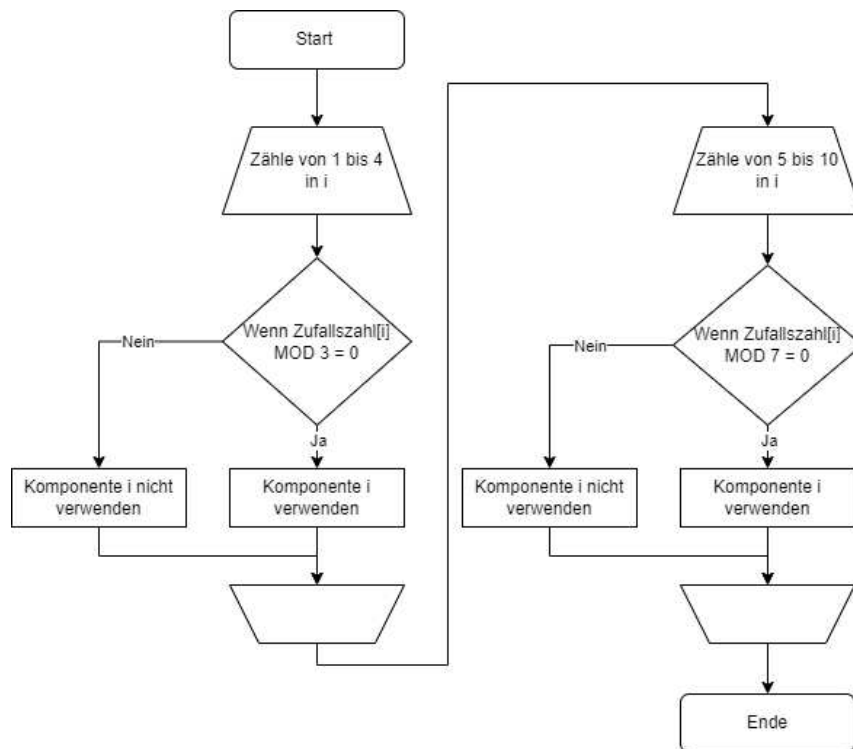


Abbildung 147: Programmablaufplan Zutatenbestimmung

Bestimmung der Mengen

Im nächsten Schritt werden die jeweiligen Mengen der Zutaten festgelegt, indem über eine Modulo-Operation eine Zufallszahl zwischen Null und der verbleibenden Füllmenge erzeugt wird. Dies wird so oft ausgeführt, bis die erwünschte Füllmenge erreicht ist.

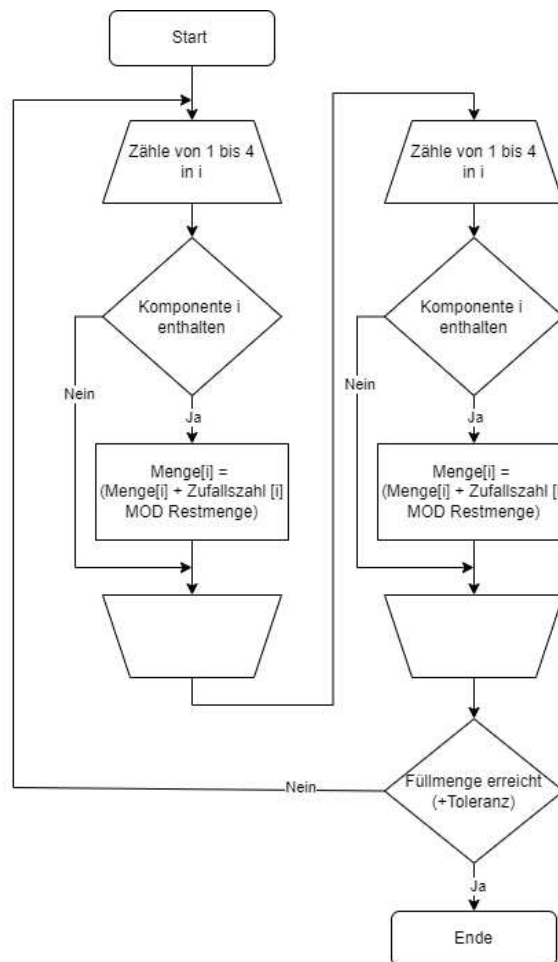


Abbildung 148: Programmablaufplan Mengenbestimmung

Zusätzlich werden über mehrere Variablen die Berechnungen der Mengen jeden Zyklus verändert, sodass die Wahrscheinlichkeit verringert wird, dass das Programm die fußgesteuerte Schleife nicht mehr verlässt. Um diesen Fall zu verhindern, wird die Schleife ebenfalls verlassen, wenn zu viele Iterationen stattfinden.

Ergänzen der Mengen

Im vorherigen Schritt werden über eine fußgesteuerte Schleife die Mengen der Zutaten festgelegt. Da diese Schleife sich häufig "aufhängt" und somit lediglich verlassen wird, da zu viele Iterationen stattgefunden haben, ergeben die einzelnen Mengen am Ende des Schrittes häufig kein vollständig gefülltes Getränk.

Um in diesem Fall dennoch eine angemessene Füllmenge zu garantieren, werden die Mengen der Zutaten zyklisch ergänzt, bis die gewünschte Füllmenge erreicht ist.

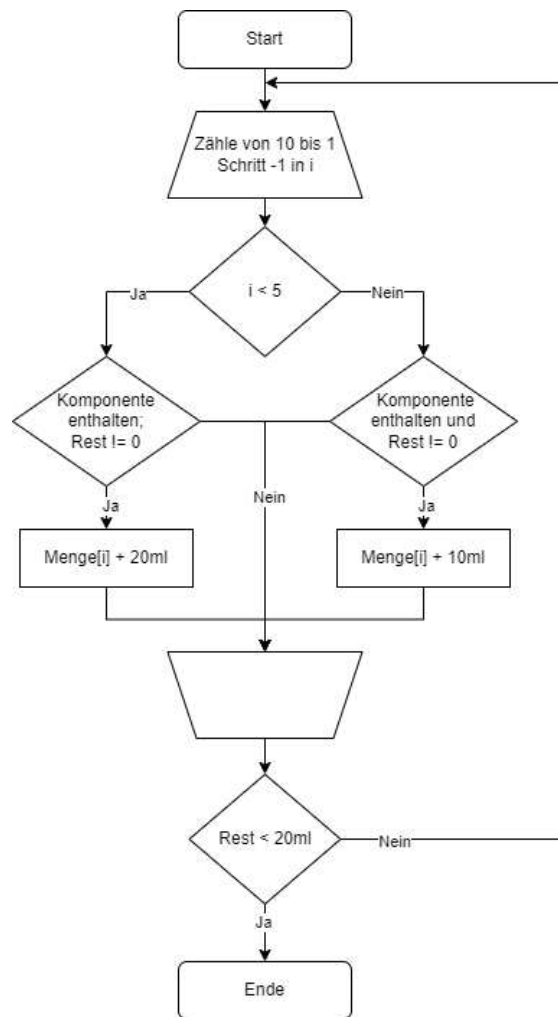


Abbildung 149: Programmablaufplan Ergänzen der Mengen

Prüfen der Werte

Der ausgegebene Zufallscocktail darf nicht:

- Nur aus alkoholischen Zutaten bestehen
- Nur aus nicht-alkoholischen Zutaten bestehen
- Keine Zutat enthalten

Deshalb werden am Ende des Programmes die Mengen der Zutaten addiert und anhand dieser Kriterien überprüft. (Siehe Programmablaufplan)

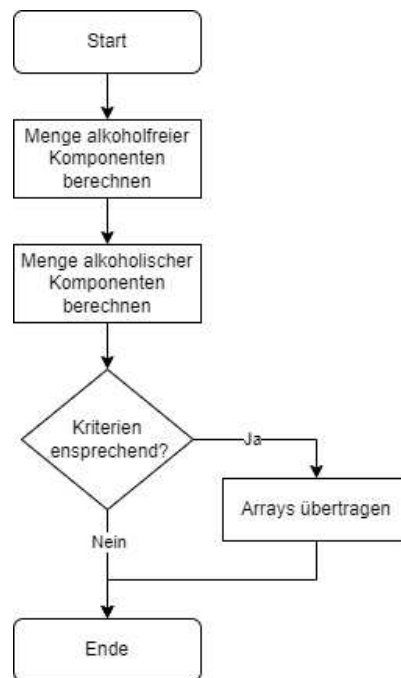


Abbildung 150: Programmablaufplan Prüfen der Werte

Nur wenn der Cocktail mit den berechneten Mengen den Kriterien entspricht, werden diese Werte in zwei weitere, global definierte Arrays übertragen, sodass mit diesen der Zufallscocktail erstellt werden kann.

8 Literaturverzeichnis

AZ-Delivery: Fotowiderstand

Abgerufen am 15.08.2024 von <https://www.az-delivery.de/products/fotowiderstand-photo-resistor-dioden-150v-5mm-ldr5528-gl5528-5528-50pcs>

Phillip Burgess: Adafruit GFX Graphics Library

Abgerufen am 17.08.2024 von <https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-gfx-graphics-library.pdf>

RC-Network Wiki: Graupner C 5077 BB

Abgerufen am 15.08.2024 von https://wiki.rc-network.de/wiki/Graupner_C_5077_BB

Abbildung 114: AZ-Delivery, Grundaufbau Vierquadrantensteller, von Wikipedia Biezl

Abgerufen am 15.08.2024 von <https://www.az-delivery.de/blogs/azdelivery-blog-fur-arduino-und-raspberry-pi/die-h-brucke-motor-controller>