

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden
Fakultät Elektrotechnik, Medien und Informatik

Studiengang Medieninformatik

Physical Computing

Projekt **Wire & Warriors**

von

Berkay **Yurdagül**

Manuel Pickl

Bearbeitungszeitraum: von 26. April 2023
bis 14. März 2024

1. Prüfer: Prof. Dipl.-Des. Martin Frey

2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Schäfer

3. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Gerald Pirkl

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung und Idee	1
1.1 Spielkonzept eines Escape-Room	1
1.2 Spielkonzept vom Heißen Draht-Spiel	2
1.3 Spielkonzept von Wire & Warriors	2
1.3.1 Spielregeln	3
2 Konzeptionierung des Systems	4
2.1 Modellierung des 3D-Design	7
3 Hardware Umsetzung	11
3.1 Prototypen	12
3.2 Realisierung des Projekts	15
4 Software Umsetzung	18
5 Zusammenfassung und Ausblick	19
Literaturverzeichnis	20
Abbildungsverzeichnis	20
Tabellenverzeichnis	22

Symbol, Formelzeichen und Einheiten

Kapitel 1

Einführung und Idee

Das Spiel 'Wire & Warriors' ist ein innovative Spiel, dass die Intensität eines Escape Rooms mit der Geschicklichkeit eines 'Heißen Draht'-Spieles vereint. Dieses Spiel ist eine neue Herangehensweise an das klassische Konzept dar, indem es Teamarbeit und Geschicklichkeit miteinander verbindet.

1.1 Spielkonzept eines Escape-Room

Ein Escape-Room basiert auf dem Prinzip der Live-Action-Rätselspiele, bei denen Spieler in einem speziell gestalteten Raum oder einer Umgebung eingeschlossen sind. In diesem Raum müssen verschiedene Rätsel gelöst werden, um zu entkommen. Im folgenden werden die Schlüsselkomponenten aufgelistet:

- **Thematische Umgebung:** Ein Escape-Room besitzt ein Thema und zusätzlich eine Geschichte. Das Thema sowie die Geschichte bilden den Rahmen für die Rästel und Aufgaben.
- **Rätsel und Aufgaben:** Die Spieler im Escape-Room müssen eine Reihe von Rätseln lösen, um zu entkommen. Die Rästel bzw. Aufgaben können aus Beobachtungsaufgaben, Geschicklichkeit oder auch Teamarbeit bestehen. Häufig sind die Rästel thematisch in die Umgebung eingebettet und tragen zur Gesamtgeschichte bei.
- **Zeitlimit:** Die Spieler haben eine festgelegte Zeit (oftmals eine Stunde), um alle Aufgaben zu lösen und aus dem Raum zu entkommen. Dadurch soll Druck erzeugt werden und die Spannung des Spiels erhöhen.
- **Teamarbeit:** Escape-Rooms sind oft auf Teamarbeit ausgelegt, um gemeinsam zu rästeln und zu entkommen.
- **Interaktive Elemente:** Escape-Rooms nutzen technologische und mechanische Vorrichtungen, um das Spielerlebnis zu bereichern.

1.2 Spielkonzept vom Heißen Draht-Spiel

Das Heiße Draht-Spiel ist ein klassisches Geschicklichkeitsspiel, bei dem die Spieler einen Metallstab entlang eines gewundenen Metalldrahtes führen müssen, ohne diesen zu berühren. Die Hauptelemente dieses Spiels sind:

- **Grundkonzept:** Es wird einen Metallstab oder eine Schlaufe verwendet, um ihn entlang des geformten Drahtes zu bewegen. Berührt der Stab den Draht, gibt es in ein Signal (oft ein Geräusch oder Licht), das einen Fehler anzeigt.
- **Geschicklichkeit und Konzentration:** Das Spiel erfordert eine ruhige Hand und Präzision, um den Draht nicht zu berühren. Die Herausforderung besteht darin, den Stab gleichmäßig entlang des Drahtes zu führen.
- **Verschiedene Schwierigkeitsgrade:** Das Design des Drahtes kann variieren, um verschiedene Schwierigkeitsgrade zu bieten oder zusätzlich erhöht werden durch eine kleinere Schlaufen.
- **Wettbewerbs- und Zeitfaktor:** Es ist möglich die Spielzeit zu messen, um zu sehen, wie schnell ein Spieler das Ende erreicht hat. Dadurch ist es möglich den Wettbewerbsaspekt hinzuzufügen.
- **Einfachheit und Zugänglichkeit:** Eines der Hauptmerkmale des Heißen Draht-Spiels ist seine Einfachheit in Bezug auf die Regeln und die leichte Zugänglichkeit, was es zu einem beliebten Spiel für alle Altersgruppen macht.

1.3 Spielkonzept von Wire & Warriors

Das Spielkonzept von Wire & Warriors stellt eine Fusion der zwei Spielarten dar: des Escape-Rooms und des Heißen Draht-Spiels. Dadurch konnte ein innovatives Spielprinzip entwickelt werden, dass sowohl die kognitiven als auch die feinmotorischen Fähigkeiten der Spieler auf die Probe stellt. Die Hauptelemente des Spieles sind:

- **Integration von Escape-Room-Elementen:** Im Spiel Wire & Warriors müssen die Spieler dem Heißen Draht-Spiel entkommen. Dies ist nur möglich, indem sie durch die verschiedenen Levels fortschreiten.
- **Einbindung des Heißen Draht-Prinzips:** Im Kern des Spiels steht das Konzept des Heißen Draht-Spiels, bei dem Spieler einen Metallstab entlang eines verwickelten Drahtes führen müssen, ohne diesen zu berühren.
- **Innovative Levels und Herausforderungen:** Das Spiel erhöht den Schwierigkeitsgrad mit fortschreitenden Levels und einer Brücke die gemeinsam überwunden werden muss. Jedes Level bringt neue, komplexere Drahtkonfigurationen, was die Spieler dazu zwingt, ihre Geschicklichkeit zu verbessern.
- **Interaktive und immersive Erfahrung:** Durch Technologische Elemente wie Licht- und Soundeffekte verstärken die Gesamterfahrung.
- **Anpassungsfähigkeit und Vielfalt:** Das Spiel ist so konzipiert, dass es variable Schwierigkeitsgrade gibt und dadurch die Schwierigkeit erhöht werden kann indem z.B. es eine kleinere Schlaufen zum spielen nutzen. Auch ist das gesamte Spiel modular gestaltet, sodass alle Spielemente jederzeit ausgetauscht werden können, um das Spielerlebnis anzupassen.

1.3.1 Spielregeln

Das Spiel beginnt, wenn beide Spieler ihre Schlaufen in der Startposition haben. Die Startposition ist erreichbar, indem beide Spieler ihre Schlaufe durch den Draht am Turm fädeln. Die Positionen sind gültig, wenn die Platten am Turm berührt werden und das grüne Licht am Turm aufleuchtet. Die erfolgreiche Positionierung wird durch einen Sound signalisiert, daraufhin können die Spieler mit dem Spiel beginnen.

Ziel des Spiels: Das Hauptziel ist es, die gegenüberliegende Seite zu erreichen, ohne dabei den Draht zu berühren. Sobald ein Spieler den gegenüberliegenden Turm erreicht, muss er die Platten am Turm erneut mit seiner Schlaufe berühren. Die erfolgreiche Positionierung wird erneut durch ein grünes Licht am Turm signalisiert.

Level und Herausforderung

- **Level 1:** Im ersten Level bewegt sich nur die zentrale Brücke des Spiels, während die Drähte auf der linken und rechten Seite statisch bleiben.
- **Level 2:** Im zweiten Level beginnen alle Drähte sich zu bewegen, allerdings in einer langsameren Geschwindigkeit.
- **Level 3:** Im dritten Level erhöht sich die Geschwindigkeit der Drähte an den beiden Türmen.

Lebenspunkte und Herzsystem: Das Spiel verfügt über ein Herzsystem, dass insgesamt aus sechs Herzen besteht. Jedes Mal, wenn ein Spieler einen Draht berührt, verliert das Team ein Herz. Die Herzen sind auf dem Spielbrett zusehen und werden durch rote LEDs signalisiert. Verliert man ein Herz, erlischt die entsprechende LED. In jedem neuen Level werden die Herzen zurückgesetzt auf sechs Herzen.

Fehler und Konsequenzen: Wenn die Schlaufe mit einem Draht in Berührung bleibt, zieht das Spiel kontinuierlich Herzen ab. Sind alle Herzen verloren, muss das Spiel neu gestartet werden.

Spielabschluss: Ist das Spiel erfolgreich abgeschlossen worden, erhalten die Spieler am Ende einen geheimen Code als Belohnung.

Kapitel 2

Konzeptionierung des Systems

Im Rahmen der Konzeptionierung des Systems wurden verschiedene Ideen entwickelt, um das Konzept vom Escape-Room und die Geschicklichkeit des Heißen Draht-Spiels zu kombinieren. Im folgenden werden sechs Konzept vorgestellt, die entwickelt und evaluiert wurden sind.

Erste Konzept: Die Spieler des System konnten in verschiedene Rollen schlüpfen. Ein Spieler konnte die Schlaufe nutzen, um das Heiße Draht-Spiel zu spielen und der andere Spieler konnte das gesamte System um die x-Achse sowie die Drähte um die y-Achse rotieren lassen. Zusätzlich hat das System eine Stoppuhr, um die Zeiten zu messen, wie schnell das Spiel durchgespielt werden konnte. Dies sollte für den Wettbewerbsaspekt sorgen. In der Mitte des Systems wurde ein Chip angebracht, um das gesamte System zu steuern. Die Schwierigkeit für den Spiel mit der Schlaufe konnte durch die Größe der Schlaufe angepasst werden. Dieses Konzept wurde jedoch verworfen da sie das Wesen eines Escape Rooms nicht widerspiegeln konnte. Der Entwurf des Systems sah wie folgt aus:

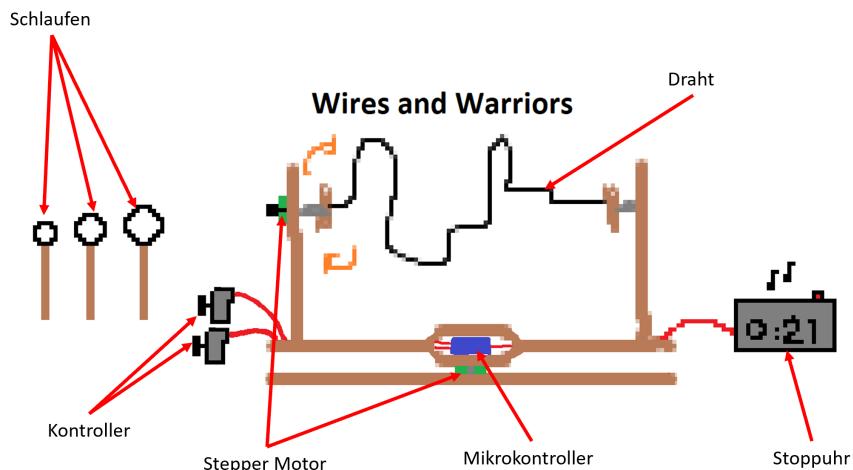


Abbildung 2.1: Visualisierung des ersten Konzepts

Zweite Konzept: Dieses System sollte drei separate Drähte nutzen: einer rechts, einer links und einer in der Mitte als Brücke. Die äußeren Drähte sollten sich um die Y-Achse und das Mittelstück um die X-Achse drehen können. Das Ziel ist es gewesen, die gegenüberliegende Seite zu erreichen. Die Herausforderung bestand darin, dass die Spieler sich koordinieren mussten, um das Spiel zu beenden. Dieses Konzept war nicht ausgereift, jedoch bietet sie ein vielversprechendes Grundkonzept für die weitere Entwicklung. Der Entwurf des Systems sah wie folgt aus:

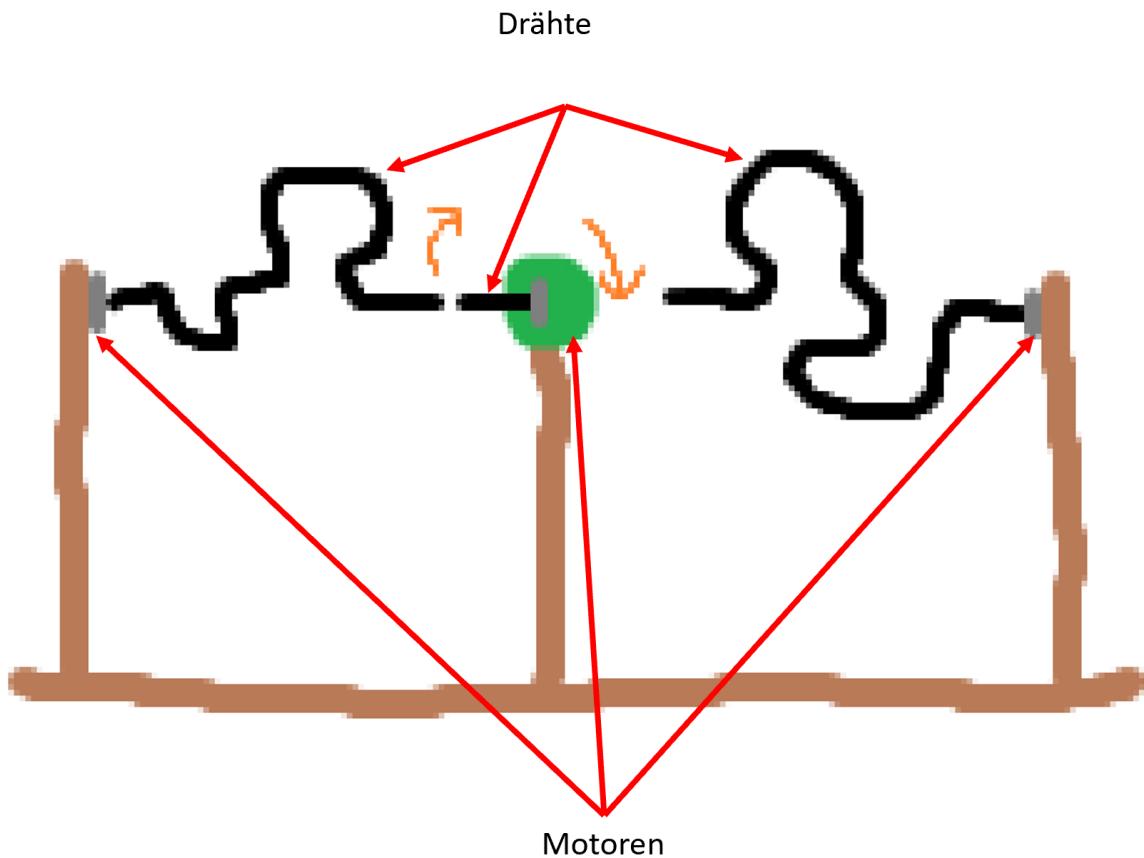


Abbildung 2.2: Visualisierung des zweiten Konzepts

Dritte Konzept: Das dritte Konzept sollte zwei Drähte besitzen. Diese wurden von den Seiten bis zur Mitte gespannt und am Mittelturm befestigt werden. Beide Spieler mussten, jeweils von den äußeren Seiten in die Mitte gelangen. Es zusätzlich möglich gewesen das ein dritter Spieler das System kontrollieren konnte über Kontroller. Diese Kontroller haben es ihm ermöglicht, die zwei Drähte rotieren zu lassen. Dieses Konzept entsprach nicht dem Charakter eines Escape-Rooms und wurde verworfen. Der Entwurf des Systems sah wie folgt aus:

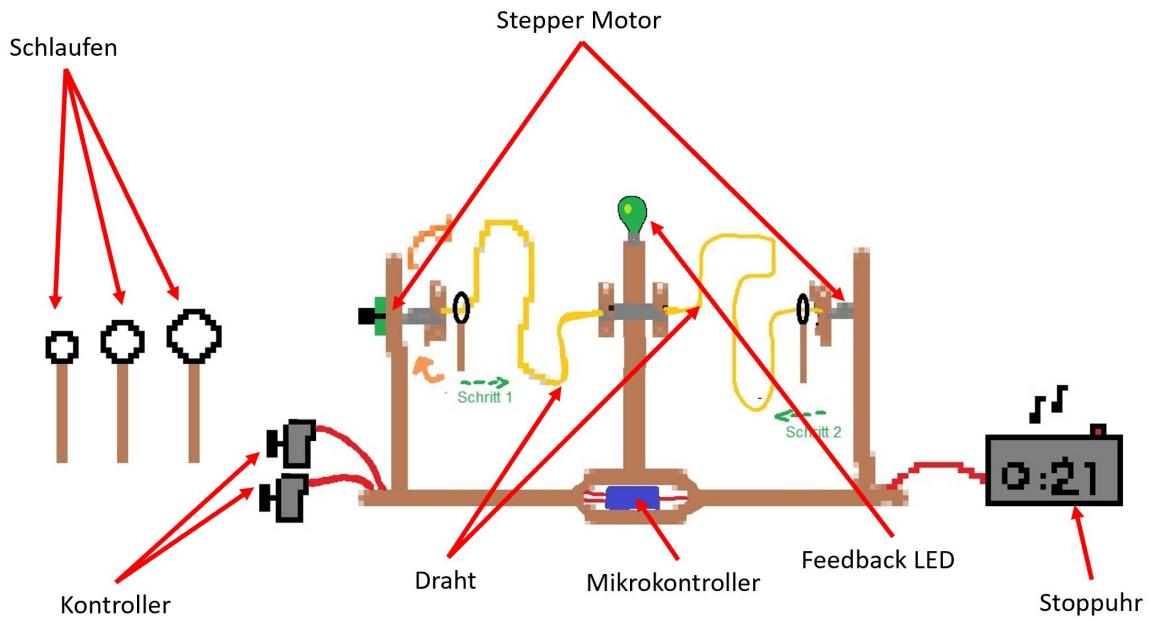


Abbildung 2.3: Visualisierung des dritten Konzepts

Vierte Konzept: Dieses Mal wurden die Türme auf einer Seite und die Brücke gegenüber platziert. Die Drahttürme rotieren um die Y-Achse und die Brücke um die X-Achse. Diese Idee wurde aufgrund mangelnder Nutzerfreundlichkeit schnell verworfen, jedoch wurde das Konzept des äußeren Gerüsts für das finale Design als Basis genutzt. Der Entwurf des Systems sah wie folgt aus:

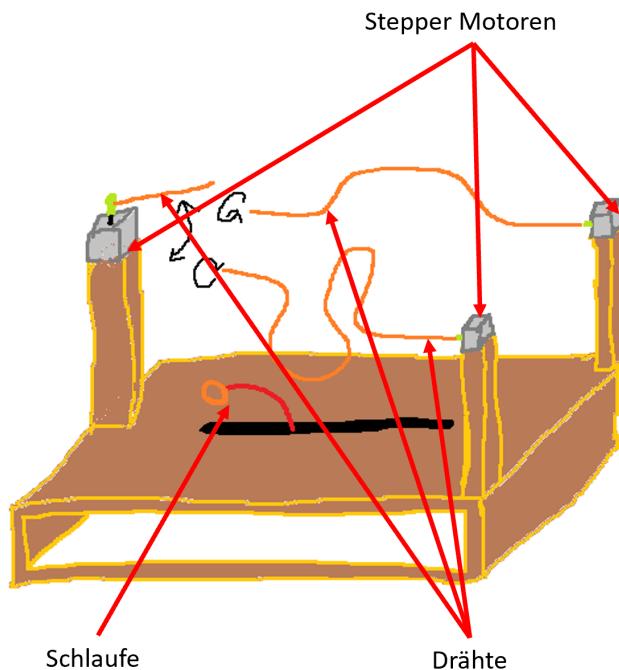


Abbildung 2.4: Visualisierung des vierten Konzepts

Fünfte Konzept: Das letzte Konzept ist eine Kombination aus dem dritten und zweiten Ansatz gewesen. Es gibt zwei Spieler, die gegen das System antreten, mit drei Drähten: links, rechts und ein Mittelstück. Die äußeren Drähte drehen sich um die Y-Achse, das Mittelstück um die X-Achse. Das System sollte ein Startknopf, Fehler-LEDs und Herzen zur Spieler-Rückmeldung besitzen. Die Spieler starten an den äußeren Türramen und müssen auf die andere Seite gelangen. Dieses Konzept war erfolgversprechend und wurde als Grundkonzept genommen und ausgearbeitet. Der Entwurf des Systems sah wie folgt aus:

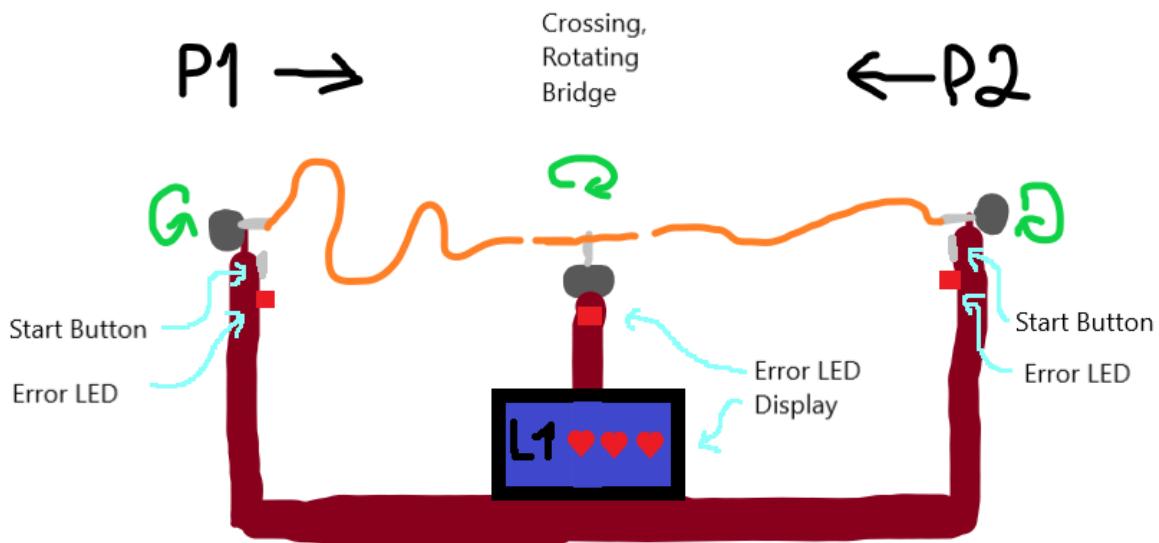


Abbildung 2.5: Visualisierung des fünften Konzepts

2.1 Modellierung des 3D-Design

Bei der Modellierung des 3D-Designs für Wire & Warriors wurde auf ein modulares System geachtet. Die Modularität war ein zentraler Aspekt des Designs, denn dadurch war es möglich die Komponenten für Wartung und Upgrade leicht zugänglich zu machen.

Das gesamte Gerüst des Spieles musste aufgrund der Größenbeschränkung der Holzplatten, jeweils 30x60 Zentimeter groß, durchdacht werden. Die Verwendung von Verzahnung im Modell war ein wichtiger Bestandteil. Diese Bauweise ermöglicht es, dass einzelne Platten fest ineinander greifen konnten, wodurch eine stabile Struktur ohne zusätzliche Verbindungselemente wie Schrauben oder Nägel zu schaffen. Diese Verzahnung sahen wie folgt aus:

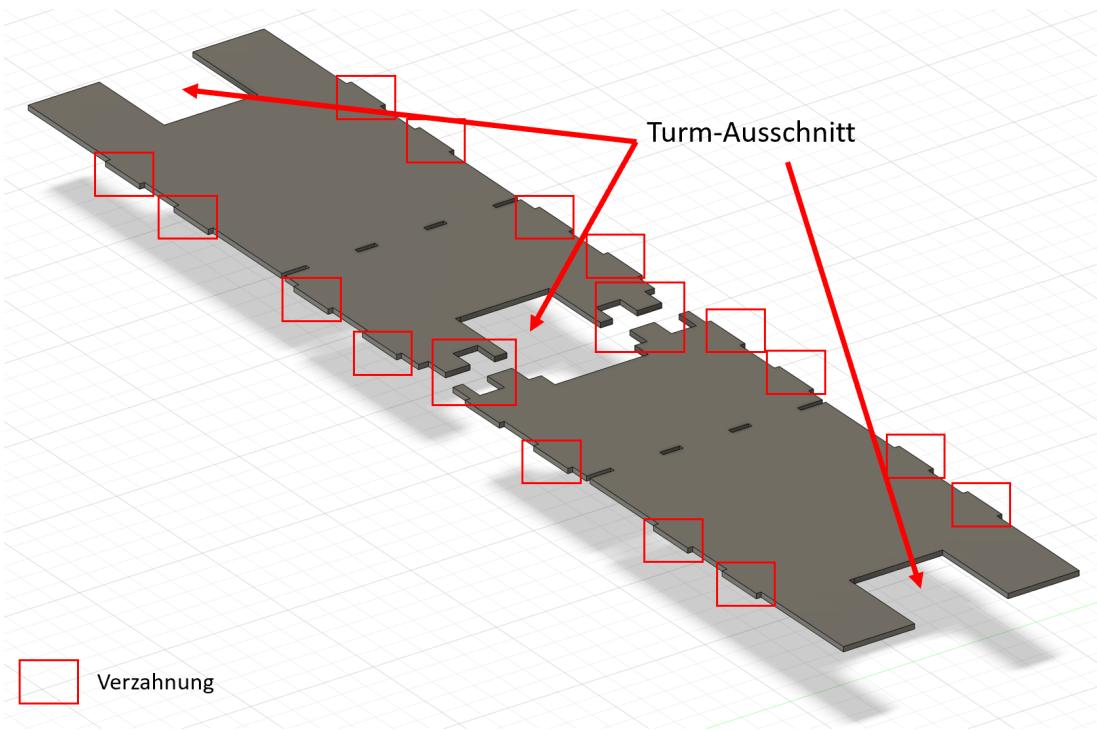


Abbildung 2.6: Verzahnung am Deckel

Zusätzlich wurde des gesamt Gerüst durch die Mittelstücke, die auch als Kabelführung gedient haben, verstärkt. Die Mittelstücke wurden im Deckel, in den Wänden und am Boden angebracht. Diese Mittelstücke sehen wie folgt aus:

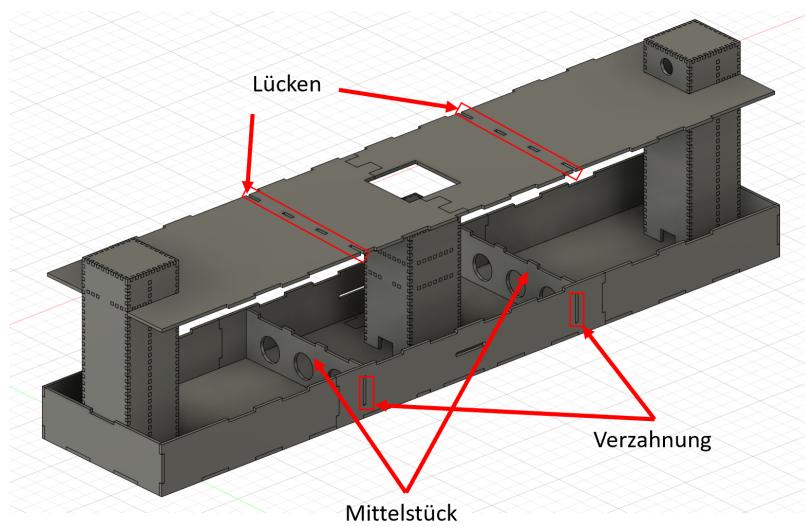


Abbildung 2.7: Stabilisierung des Gerüsts durch Mittelstücke

Die Türme des Spieles wurden in das Gerüst eingesetzt und wurden durch die Deckel befestigt. Jeder Turm hatte einen Ausschnitt für den Stepper-Motor und eine Ablage. Die Türme sahen wie folgt aus:

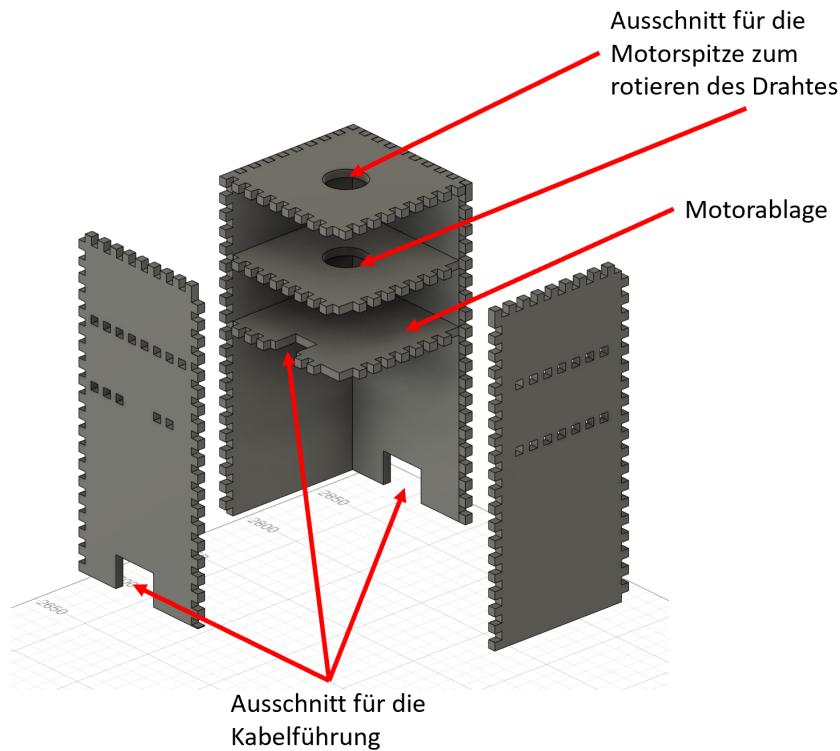


Abbildung 2.8: Einblick in den mittleren Turm

Das gesamte Design diente als Vorlage für die Laserauschnitte, die später aus den Holzplatten gefertigt wurden. Diese Vorbereitung ist entscheidend gewesen, damit alle Teile Präzise zusammenpassen.

Die Modularität und die leichte Zugänglichkeit der Komponenten sorgt für eine einfache Wartung bzw. Upgrades. Das hat den Vorteil, dass eine schnelle Anpassung z.B. an neue Spielvarianten möglich wäre. Das Endresultat ist ein durchdachtes und funktionales 3D-Design und sieht wie folgt aus:

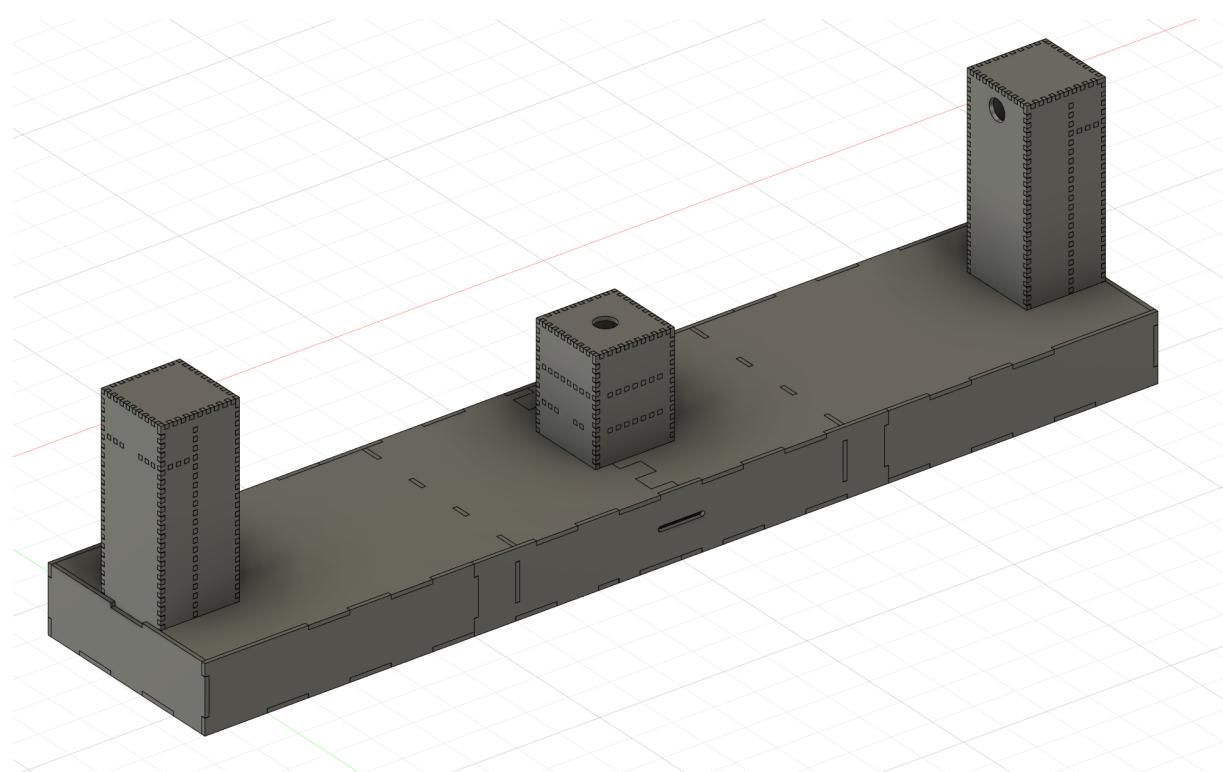


Abbildung 2.9: Das gesamte Design für Wire & Warriors

Kapitel 3

Hardware Umsetzung

Für die Umsetzung von Wire & Warriors wurden verschiedene Hardwarekomponenten ausgewählt und integriert. Es sind folgende Komponenten genutzt für die Realisierung:

Stepper-Motoren: Diese Komponenten wurden für die präzisen Bewegungen der Drähte genutzt. Es sind drei Motoren[Tro, 2023] zum Einsatz gekommen: linker Turm, rechter Turm und mittlerer Turm. Dadurch ist es möglich gewesen, die Drähte rotieren zu lassen und die Geschwindigkeit anzupassen.

Messingdrähte: Die Drähte[Hagebau, 2023] sind ein Meter lang gewesen und hatten einen Durchmesser von 6 Millimetern. Die Messingdrähte wurden gewählt, da sie eine gute Balance zwischen Flexibilität und Festigkeit bieten. Zusätzlich besitzt Messing eine gute elektrische Leitfähigkeit, dass ist wichtig gewesen um Berührungen von Spielern zu detektieren.

Stepper-Treiber TB6600: Um die Motoren zu steuern, wurden drei TB6600 Stepper-Treiber[DFROBOT, 2023] eingesetzt. Die Treiber ermöglichen die präzise Steuerung der Motoren. Dadurch ist es möglich gewesen, die Motoren gleichmäßig und kontrolliert zu bewegen. Ein enormer Vorteil dieser Treiber ist gewesen, dass sie einfach konfigurierbar durch seitliche Schalter sind. Somit ist es möglich gewesen, die Treiber einfach und schnell auf die Motoren einzustellen.

Soundmodul: Ein Soundmodul ist hinzugefügt worden, um akustisch Feedback für die Spieler zu geben. Dies sollte zur Spielatmosphäre beitragen und die Benutzer-freundlichkeit erhöhen.

Netzteil: Es wurde ein Netzteil verbaut, um die Mobilität des Spiels zu gewährleisten. Dadurch kann das Spiel jederzeit flexible an verschiedenen Orten genutzt werden.

LEDs: Es wurden acht LEDs integriert, um visuelles Feedback zu geben. Damit konnten wichtige Spielinformationen wie Spielstatus und die verbleibende Herzen den Spielern angezeigt werden.

Arduino Uno-Einsatz: Dieser Mikrocontroller diente als zentrale Steuereinheit des Spiels. Der Arduino Uno ermöglicht die Steuerung der Stepper-Motoren, das Detektie-

ren von Berührungen und die Ansteuerung der visuellen und akustischen Rückmeldungen durch LEDs und das Soundmodul.

3.1 Prototypen

Mit diesen Komponenten ist es möglich gewesen, das Spiel Wire & Warrios zu realisieren. Für die ersten Annäherung zur Realisierung des Spieles wurde Prototypen entwickelt. Der erste Prototype sah wie folgt aus:

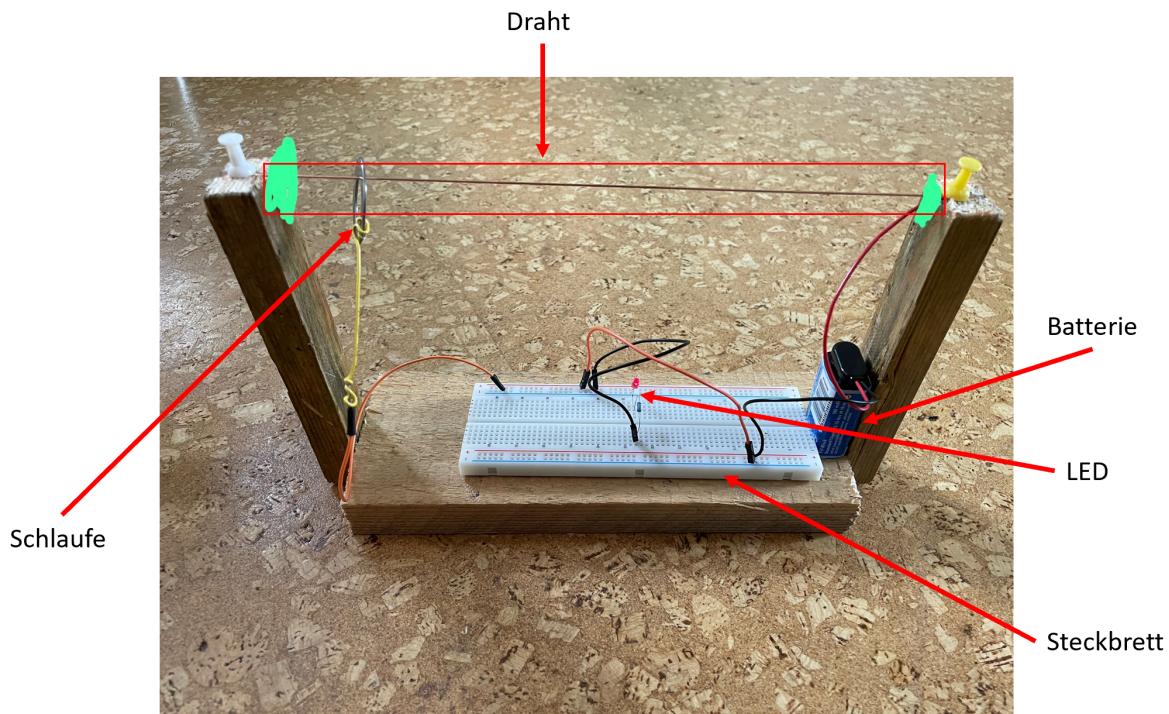


Abbildung 3.1: Die Umsetzung des Prototypens zum detektieren von Berührungen

Der erste und simpelste Prototype, wie in der Abbildung 3.1 zu sehen, ermöglichte die Detektierung von Berührungen. Die Berührungen wurden durch die rote LED signalisiert. Der nächste Schritt ist gewesen einen Motor einzubauen, um den Draht zu bewegen. Dieser Prototyp sah wie folg aus:

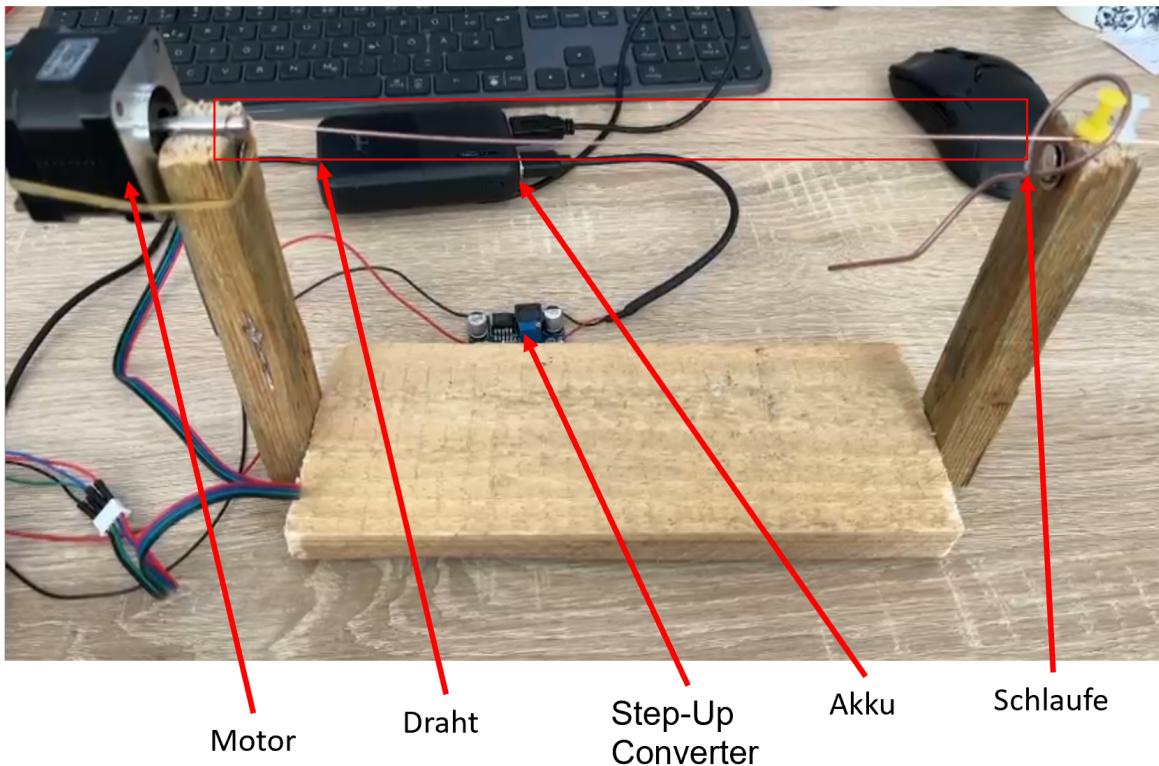


Abbildung 3.2: Die Umsetzung des Prototypens

Mit dem zweiten Prototype, in der Abbildung 3.2 zu sehen, ist es möglich gewesen, den Draht zu drehen und Berührungen zu detektieren. Der Step-Up Converter wurde genutzt, um die notwendige Spannung für den Stepper-Motor zu erreichen. Dieser konnte nicht allein durch die Ausgangsspannung vom Akku erreicht werden. Der Step-Up Converter wurde im Endprodukt durch das Netzteil ersetzt.

Zusätzlich musste der Stepper Motor Driver integriert werden, um den Motor zu steuern. Das Schaltbild für die Integrierung sah wie folgt aus:

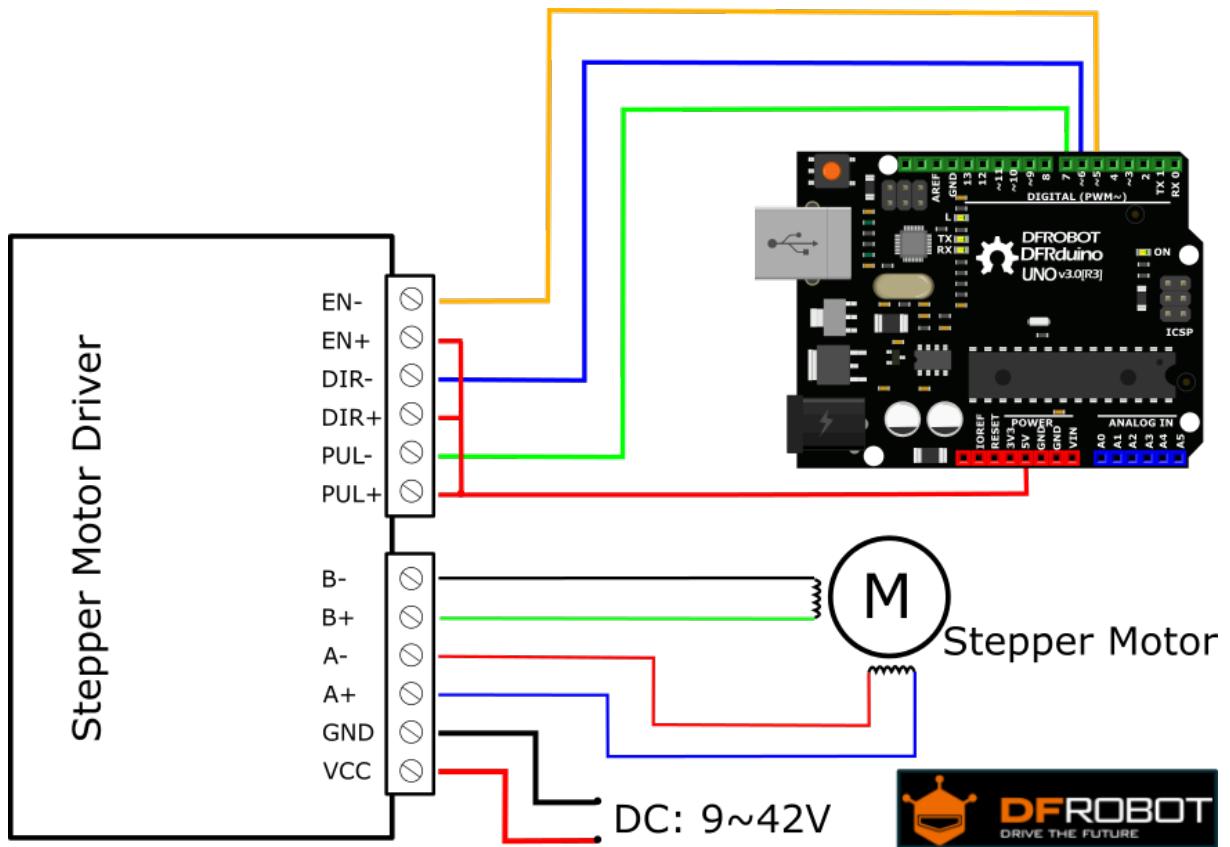


Abbildung 3.3: Schaltplan des Stepper Motor Drivers

Quelle: TB6600 Stepper Motor Driver

Der Schaltplan, wie in der Abbildung 3.3 zu sehen, gibt die Verkabelung des Steppers vor. Bevor der Stepper Motor Driver genutzt werden konnte, musste die Stromstärke Konfiguration angepasst werden. Die Stepper Motoren haben eine Stromstärke von 1A benötigt und deshalb mussten die Schalter vier und sechs umgelegt werden. Die Konfigurationen stehen auf dem Stepper Motor Driver und sahen wie folgt aus:



Abbildung 3.4: Konfigurationen auf dem Driver

Quelle: TB6600 Stepper Motor Driver

Die Ausgänge vom Stepper Driver Motor ‘EN’ und ‘DIR’ wurden nicht genutzt, da die Drähte sich nur eine Richtung drehen sollen. Die Drehung wurde durch Ausgang ‘PUL’ ermöglicht. Die Kabel aus ‘PUL’ wurden am Arduino Uno angebracht.

3.2 Realisierung des Projekts

Das gesamte Gerüst hat eine Länge von einem Meter und eine Breite von 30 Zentimeter. Diese Größe ist kompakt und bietet eine ausreichend große Spielfläche. Das zusammengebaute Gerüst sieht wie folgt aus:

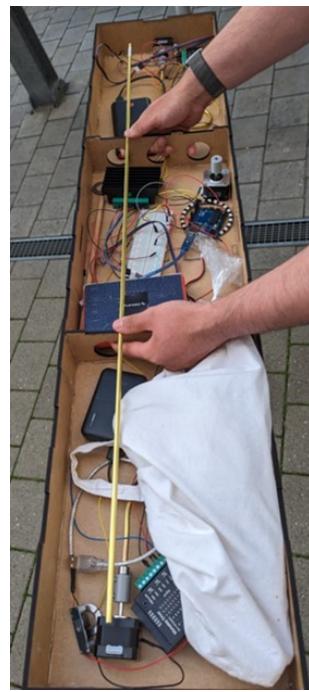


Abbildung 3.5: Gerüst ohne Deckel

Nachdem das Gerüst stand wurden die Türme fertiggestellt und sahen wie folgt aus:

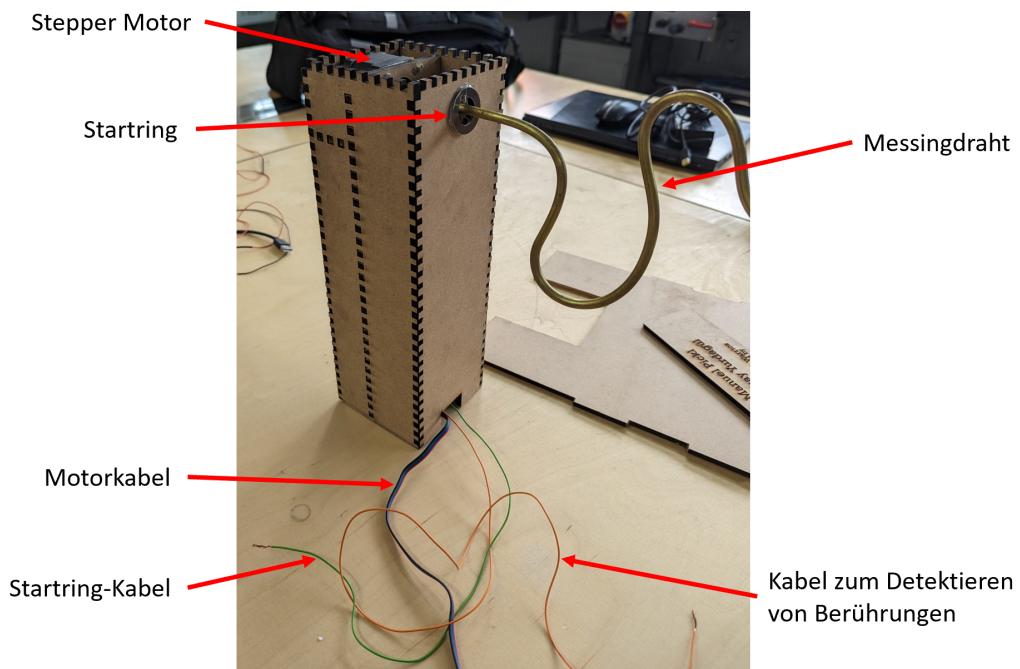


Abbildung 3.6: Veranschaulichung des fertiggestellten Turms

Die Abbildung 3.6 veranschaulicht einen der fertiggestellten Türme. Jeder Turm hat ein Kabel, welches verbunden ist mit dem Draht und eine Ausschnitt am Fuß des Turms für die Kabelführung. Durch die Verbindung mit dem Draht ist es möglich

Berührungen zu detektieren. Zusätzlich besitzen die äußeren Türme ein grünes Kabel, welches verbunden ist mit dem Ring am Turm. Damit kann der Spieler signalisieren, dass er sich in der Startposition befindet bzw. das Spiel beenden möchte.

Für die Herz-Anzeige wurden sechs LEDs an einem Gerüst in Reihe montiert und fixiert. Diese Gerüst wurde so konstruiert, sodass es die LEDs direkt unter dem Deckel angebracht werden. Damit ist es möglich gewesen, die herzförmigen Ausschnitt im Deckel des Gerüst optimal zu beleuchten. Dadurch konnten die Spieler genau die verbleibenden Leben sehen und visuelles Feedback erhalten. Das Gerüst sieht wie folgt aus:

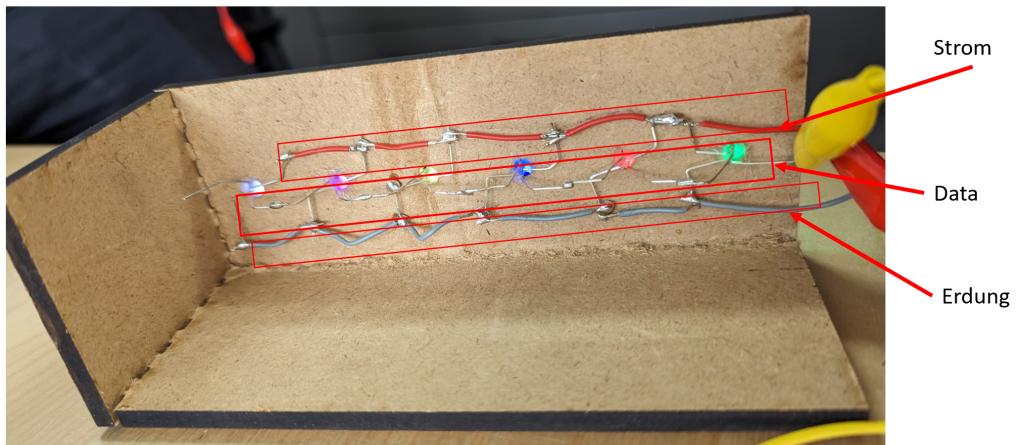


Abbildung 3.7: Zusammenlöten der LEDs

Mit dem erfolgreichen Aufbau der Prototypen und der Implementierung des finalen Gerüsts ist eine solide Basis für das spannende Spielerlebnis von Wire & Warriors geschaffen worden.

Kapitel 4

Software Umsetzung

Kapitel 5

Zusammenfassung und Ausblick

Literaturverzeichnis

[Tro, 2023] (2023). Tronxy 3D Printer SL42STH40-1684A 1.8A 78Oz-in 42 Stepper Motor. <https://tronxyglobal.com/products/tronxy-3d-printer-sl42sth40-1684a-1-8a-78oz-in-42-stepper-motor>.

[DFROBOT, 2023] DFROBOT (2023). TB6600_Stepper_Motor_Driver_SKU__DRI0043- DFRobot. https://wiki.dfrobot.com/TB6600_Stepper_Motor_Driver_SKU__DRI0043.

[Hagebau, 2023] Hagebau (2023). GAH ALBERTS Rundstange, Braun, Messing - hagebau.de. <https://www.hagebau.de/p/gah-alberts-rundstange-braun-messing-anP7000155175/>.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Visualisierung des ersten Konzepts	4
2.2	Visualisierung des zweiten Konzepts	5
2.3	Visualisierung des dritten Konzepts	6
2.4	Visualisierung des vierten Konzepts	6
2.5	Visualisierung des fünfte Konzepts	7
2.6	Verzahnung am Deckel	8
2.7	Stabilisierung des Gerüsts durch Mittelstücke	8
2.8	Einblick in den mittleren Turm	9
2.9	Das gesamte Design für Wire & Warriors	10
3.1	Die Umsetzung des Prototypens zum detektieren von Berührungen	12
3.2	Die Umsetzung des Prototypens	13
3.3	Schaltplan des Stepper Motor Drivers	14
3.4	Konfigurationen auf dem Driver	15
3.5	Gerüst ohne Deckel	16
3.6	Veranschaulichung des fertiggestellt Turms	16
3.7	Zusammenlöten der LEDs	17

Tabellenverzeichnis