

# Diplomarbeit



## Interaktiver Spieletisch

Faires und effizientes Spielen von  
Strategiespielen

Diplomand: Bettschart Lukas

Schule: TEKO Luzern

Klasse: L-TEL-20-Mo-a

Ausbildung: Techniker HF / Elektrotechnik

Jahr: 2023

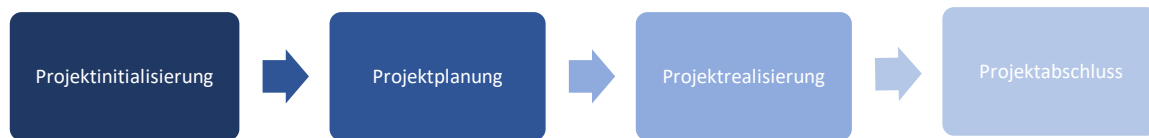
## 1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis.....	2
2	Management Summary .....	4
3	Beruflicher Lebenslauf.....	5
4	Projektinitialisierung .....	6
4.1	Themenbeschreibung .....	6
4.2	Pflichtenheft – Interaktiver Spieletisch.....	6
4.3	Zielscheibe .....	8
5	Projektplanung .....	9
5.1	Vorgehensmodell.....	9
5.2	Projektstrukturplanung.....	9
5.3	Projektablaufplanung .....	10
5.4	Kommunikationsplan .....	11
6	Projektrealisierung.....	12
6.1	Analyse der Ausgangslage .....	12
6.2	Ideenfindung durch Skizzen.....	13
6.3	Variantenbildung mit dem morphologischen Kasten .....	14
6.3.1	Kurzbeschreibung des Aluminiumtisches (Variante grün) .....	15
6.3.2	Kurzbeschreibung des Holztisches (Variante rot).....	15
6.3.3	Kurzbeschreibung des Metalltisches (Variante gelb).....	15
6.4	Evaluation der geeignetsten Variante.....	16
6.4.1	Bewertungskriterien bestimmen mit der Kreativtechnik Mindmap.....	16
6.4.2	Präferenzmatrix.....	17
6.4.3	Nutzwertanalyse .....	17
6.4.4	Resultat der Variantenevaluation.....	18
6.5	Phasen- und Aktivitätenplan zur Erarbeitung der Variante Holztisch.....	19
6.6	Konstruktion des Endproduktes .....	20
6.6.1	Geeigneter Tisch suchen und erwerben .....	20
6.6.2	Konstruktion der Spielerboards .....	20
6.6.3	Darstellung des Endproduktes.....	21
6.7	Technische Unterlagen erstellen .....	22
6.7.1	Verdrahtungsschema der Spielerboards.....	22
6.7.2	Kurzer Beschrieb des ESP32 und PIN-Definition für mein Projekt.....	23
6.7.3	VIPS-Struktogramm für Programmablauf.....	24
6.7.4	Programmcode erstellen und laufend testen.....	28
6.7.5	Benötigte Bibliotheken inkludieren.....	28
6.7.6	I-O Mapping erstellen.....	29
6.7.7	Arrays festlegen .....	30
6.7.8	HTML-Code für Webseite erstellen.....	30
6.7.9	WLAN initialisieren .....	31

6.7.10	Setup initialisieren .....	32
6.7.11	Loop initialisieren .....	33
6.8	Tests inkl. Testberichte .....	35
6.8.1	Test der Spielerboards .....	35
6.8.2	Test des Interaktiven Spieltisches .....	36
6.9	Fertigstellung des Endproduktes .....	39
6.9.1	Bearbeitung der Tischplatte.....	39
6.9.2	Spielerboards zusammenbauen, mit Kabel verlöten und einbauen .....	40
6.9.3	Abzweigdose mit ESP-32 und Summer montieren.....	40
6.9.4	Testdurchlauf des fertigen Endproduktes.....	41
6.9.5	Bedienungsanleitung – Interaktiver Spieletisch.....	42
7	Projektabschluss .....	43
7.1	Projektüberwachung Soll-Ist-Vergleich .....	43
7.2	Evaluation der Zielerreichung.....	44
7.3	Reflexion Weg zum Ziel .....	45
7.4	Lessons Learnt .....	45
7.5	Ausblicke.....	45
8	Verzeichnisse.....	46
8.1	Abbildungsverzeichnis .....	46
8.2	Tabellenverzeichnis .....	46
8.3	Quellenverzeichnis .....	47
9	Eigenständigkeitserklärung.....	48
10	Anhang .....	49
10.1	Materialliste .....	49
10.2	Projektstatusberichte .....	50

## 2 Management Summary

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit dem Thema, faires und effizientes Spielen von Strategiespielen zu ermöglichen. Da die Länge der Bedenkzeit für den nächsten Spielzug bei solchen Spielen oft von Person zu Person massiv variiert, kam man auf die Idee einen interaktiven Spieletisch zu entwerfen. Dieser enthält eine integrierte Spieluhr für 4 Personen, welcher faires und effizientes Spielen ermöglicht und die definierten Ziele dieser Arbeit erfüllt.



Dieses Projekt wird nach dem 4-Phasen-Modell erarbeitet und dokumentiert. In der ersten Phase, der Projektinitialisierung, wird das Thema beschrieben, ein Pflichtenheft erstellt sowie die zu erreichenden Ziele definiert. In der zweiten Phase, der Projektplanung, werden alle auszuführenden Aufgaben in einem Strukturplan aufgelistet und in einem Ablaufplan mit Zeitachse visualisiert. Ebenfalls werden die Kommunikationskanäle in einem Plan zusammengetragen. Der Hauptteil dieser Dokumentation bildet die Projektrealisierung, bei welchem das Projekt bzw. Endprodukt mit dem Fokus auf die Zieldefinition erarbeitet wird. Durch eine Kopfskizze werden Ideen ausfindig gemacht, welche durch die Kreativmethode «morphologischer Kasten» zu Varianten gebildet werden und die geeignetste Variante durch die Anwendung einer Nutzwertanalyse evaluiert wird. Als Projektabschluss wird der Projektverlauf sowie die Erreichung der Endergebnisse genauer untersucht. Zum Schluss wird das ganze Projekt reflektiert, Lessons Learnt gebildet und einen Ausblick erstellt.

Durch die Evaluation der geeignetsten Variante hat sich ergeben, dass der interaktive Spielertisch aus einem quadratischen Holztisch mit je einem Spielerboard pro Tischseite ausgestattet sein soll. Die gesamte Steuerung soll über den durch die Schule bereits vorhandenen Mikrokontroller ESP-32 laufen, welcher mit der Software Arduino IDE programmiert wird. Die Spielerboards, welche aus kleinen rechteckigen Allzweckgehäusen bestehen, sind mit je einem 4-stelligen 7-Segment-Display für die Zeitanzeige, einem Blinker für die Signalisation der letzten zehn Sekunden, einem Taster für den frühzeitigen Spielzugabbruch sowie 4 Spieler-LEDs zur Anzeige des aktuellen Spielers ausgestattet. Die gewünschte Anzahl an Spielern sowie die Bedenkzeit soll über eine Webseite eingestellt werden. Durch den Phasen-/Aktivitätenplan wird das strukturierte Vorgehen der Erarbeitung des Endproduktes garantiert. Bei der Konstruktion des Endproduktes wird ein geeigneter Tisch gesucht, der interaktive Spieletisch mit allen Einzelkomponenten visuell auf Papier dargestellt und das benötigte Material bestellt. Die im Anschluss erarbeiteten technischen Unterlagen vereinfachen den Zusammenbau der Spielerboards, das Löten der Drähte am Mikrokontroller sowie das Schreiben und Testen des Programmcodes. Beim Programmcode werden alle Abschnitte kurz erklärt und jede relevante Zeile mit einem Kommentar versehen. Das Testen der Funktionen wird Schritt für Schritt durchgeführt und die Ergebnisse in einem Testbericht festgehalten. Die Fertigstellung des Endproduktes beinhaltet die Bearbeitung der Tischplatte, das Zusammenbauen der Spielerboards, das Aufschalten des ESP-32 sowie den Abschlusstest mit angefügter Bedienungsanleitung.

In den letzten acht Wochen wurde ein Produkt entwickelt, welches den Vorstellungen entspricht und den Richtlinien einer solchen Diplomarbeit gerecht wird. Daher wird kein weiteres Vorgehen angestrebt.

### 3 Beruflicher Lebenslauf



#### Persönliche Daten

Bettschart Lukas  
 Buchboden 2, 8836 Bennau  
 23. Juli 1995  
[l.bettschart@hotmail.com](mailto:l.bettschart@hotmail.com)  
 079 854 93 91

#### Kenntnisse

##### *IT-Kenntnisse*

Microsoft Office:	Anwendungskennt- nisse
Arduino DIE:	Grundkenntnisse
Codesys:	Grundkenntnisse

##### *Sprachkenntnisse*

Deutsch:	Muttersprache
Englisch:	Schulkenntnisse
Französisch:	Schulkenntnisse

#### Interessen

##### *Sport*

Eishockey beim EHC Einsiedeln  
 Mountainbike  
 Bouldern

##### *Kultur*

Fasnacht  
 Hockey Club Davos

#### Beruflicher Werdegang

01/ 2019 – heute

##### **HFC-Techniker Netzbau**

TelcomCablenet AG, 6023 Rothenburg  
 Gebietsverantwortlicher im Glasfaser- und  
 Koaxialnetzbau.

01/ 2018 – 12/ 2018

##### **Schaltanlagenbauer**

RLC Automation AG, 6314 Unterägeri  
 Schaltanlagen im Bereich Steuerungstechnik  
 und Hausverteilung aufbauen und montieren.

04/ 2011 – 12/ 2017

##### **Elektroinstallateur EFZ inkl. Berufslehre**

Elektro Schönbächler AG, 8840 Einsiedeln  
 Neu- und Umbau im Schwachstrom- sowie  
 Starkstrombereich

#### Weiterbildungen

11/ 2020 – heute

##### **Techniker HF/ Elektrotechnik**

TEKO Schweizerische Fachschule  
 6003 Luzern

01/ 2019 – 12/ 2020

##### **Diverse kleine HFC-/ FTTH Basiskurse**

Signum Engineering GmbH  
 6034 Inwil

#### Andere Tätigkeiten

06/ 2015 – 04/ 2016

##### **Militärdienst Schweizer Armee**

Übermittlungspionier  
 Rekrutenschule/ Unteroffiziersschule  
 8500 Frauenfeld

## 4 Projektinitialisierung

### 4.1 Themenbeschreibung

Meine Freunde, meine Familie und ich spielen oft und gerne Rummikub, Brändi-Doc und viele andere Strategiespiele. Bei der Bedenkzeit für den nächsten Spielzug vergehen oft einige Minuten; das variiert von Spieler zu Spieler. Um dieser Ungerechtigkeit entgegen zu wirken und das Spielen effizienter zu gestalten, habe ich mich entschlossen, ein Produkt zu entwerfen, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.

Es soll ein interaktiver Spieletisch entstehen, welcher mit Tasten, einer Blinklampe, einem Tonsignalerzeuger, einer Zeitanzeige sowie einem Bedienelement ausgestattet ist. Über das Bedienelement soll die zur Verfügung stehende Zeit pro Spieler eingestellt werden können. Die laufende Zeit des Spielers, welcher momentan an der Reihe ist, soll über die Zeitanzeige immer ersichtlich sein. In den letzten zehn Sekunden der Spielerzeit soll eine Lampe blinken und bei Ablauf der Zeit ein Signalton ertönen. Zum gleichen Zeitpunkt wie das Tonsignal, soll der Timer des nächsten Spielers gestartet werden. Benötigt der Spieler jedoch nicht die ganze Zeit, kann er seinen Spielzug über das Drücken eines Tasters beenden, und die Spielzeit des nächsten Spielers beginnt automatisch zu laufen.

### 4.2 Pflichtenheft – Interaktiver Spieletisch

Damit die Realisierung der Diplomarbeit speditiv startet und der Diplomaltehrer die Arbeit optimal begleiten kann, wird im Rahmen der Vorbereitungsarbeiten ein Pflichtenheft gemäss Vorgaben erarbeitet.

#### 1. Einleitung:

Timer, welche für Strategiespiele einfach auf den Tisch gestellt werden können, sind in diversen Grössen, Designs und Ausführungen erhältlich. Nach ausführlicher Recherche im Internet wird festgestellt, dass es momentan kein vergleichbares Produkt eines Tisches mit integriertem Zeitsystem für vier Spieler gibt.

Da meine Freunde, meine Familie und ich oft und gerne Rummikub, Brändi-Doc und viele andere Strategiespiele spielen, vergehen oft einige Minuten Bedenkzeit für den nächsten Spielzug; das variiert von Spieler zu Spieler. Um dieser Ungerechtigkeit entgegen zu wirken und das Spielen effizienter zu gestalten, kam ich auf die Idee einen interaktiven Spieletisch zu entwerfen. Meiner Meinung nach macht es Sinn, das Zeitsystem in einem Tisch zu verbauen. Dadurch unterscheidet sich mein Projekt von den Produkten auf dem Markt.

#### 2. Fachexperte:

Da ich mein Projekt über einen Mikrokontroller steuern möchte, habe ich mich für die folgende Person als Fachexperten entschieden:

Andreas Holzer  
Dozent  
Dorfstrasse 16  
6275 Ballwil  
079 428 00 70  
Andreas.holzer@edu.teko.ch

**3. Inhalt:**

Der Tisch soll mit Tasten, Blinklampen, Spieler-LED's, Zeitanzeigen, einem Tonsignalerzeuger sowie einem Bedienelement ausgestattet sein. Über das externe Bedienelement soll die Anzahl Spieler (2-4 Spieler) sowie die zur Verfügung stehende Zeit pro Spieler (1, 2 oder 3 Minuten) eingestellt werden können. Über das Spieler-Board kann der momentan spielende Teilnehmer seine laufende Zeit sehen. In den letzten zehn Sekunden der Spielerzeit blinkt eine Lampe, und bei Ablauf der Zeit ertönt ein Signalton. Zum gleichen Zeitpunkt wie das Tonsignal soll der Timer des nächsten Spielers gestartet werden. Benötigt der Spieler jedoch nicht die ganze Zeit, kann er seinen Spielzug über das Drücken eines Tasters am Spieler-Board beenden; die Spielzeit des nächsten Spielers beginnt automatisch zu laufen.

**Richtziel:** Faires und effizientes Spielen von Strategiespielen soll ermöglicht werden.

**Endergebnisse:**

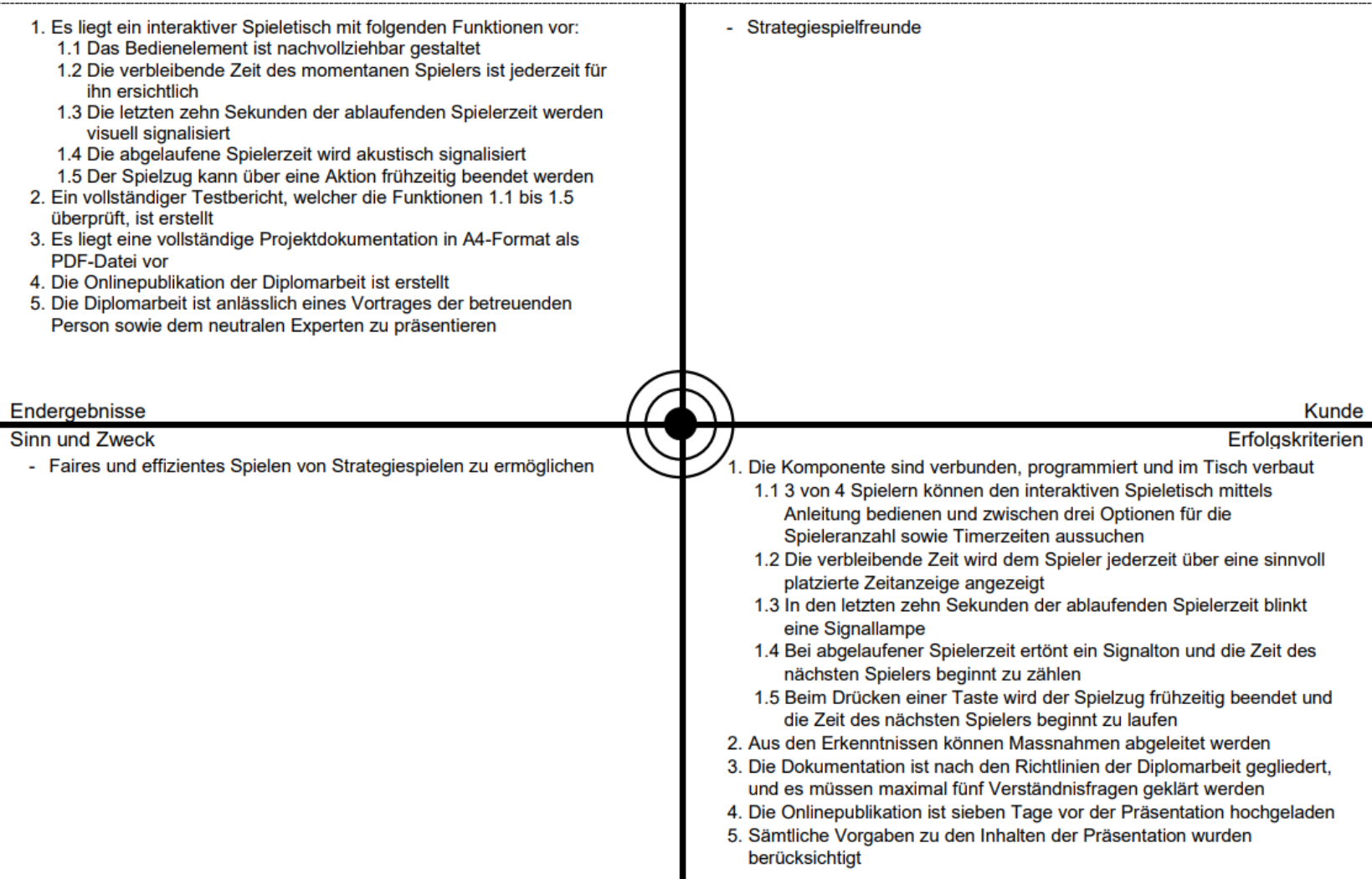
1. Es liegt ein interaktiver Spieletisch mit folgenden Funktionen vor:
  - 1.1 Das Bedienelement ist nachvollziehbar gestaltet
  - 1.2 Die verbleibende Zeit des momentanen Spielers ist jederzeit für ihn ersichtlich
  - 1.3 Die letzten zehn Sekunden der ablaufenden Spielerzeit werden visuell signalisiert
  - 1.4 Die abgelaufene Spielerzeit wird akustisch signalisiert
  - 1.5 Der Spielzug kann über eine Aktion frühzeitig beendet werden
2. Ein vollständiger Testbericht, welcher die Funktionen 1.1 bis 1.5 überprüft, ist erstellt
3. Es liegt eine vollständige Projektdokumentation in A4-Format als PDF-Datei vor
4. Die Onlinepublikation der Diplomarbeit ist erstellt
5. Die Diplomarbeit ist anlässlich eines Vortrages der betreuenden Person sowie dem neutralen Experten zu präsentieren

**Erfolgskriterien:**

1. Die Komponente sind verbunden, programmiert und im Tisch verbaut
  - 1.1 3 von 4 Spielern können den interaktiven Spieletisch mittels Anleitung bedienen und eine beliebige Anzahl Spieler sowie eine Timerzeit einstellen
  - 1.2 Die verbleibende Zeit wird dem Spieler über eine sinnvoll platzierte Zeitanzeige angezeigt
  - 1.3 In den letzten zehn Sekunden der ablaufenden Spielerzeit blinkt eine Signallampe
  - 1.4 Bei abgelaufener Spielerzeit ertönt ein Signalton und die Zeit des nächsten Spielers beginnt zu zählen
  - 1.5 Beim Drücken eines Tasters wird der Spielzug frühzeitig beendet und die Zeit des nächsten Spielers beginnt zu laufen
2. Aus den Erkenntnissen können Massnahmen abgeleitet werden
3. Die Dokumentation ist nach den Richtlinien der Diplomarbeit gegliedert, und es müssen maximal fünf Verständnisfragen geklärt werden
4. Die Onlinepublikation ist sieben Tage vor der Präsentation hochgeladen
5. Sämtliche Vorgaben zu den Inhalten der Präsentation wurden berücksichtigt

### 4.3 Zielscheibe

**Richtziel:** Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.



## 5 Projektplanung

### 5.1 Vorgehensmodell

Die Planung der vorliegenden Diplomarbeit richtet sich nach dem Vier-Phasen-Modell, welches aus der Projektinitialisierung, der Projektplanung, der Projektrealisierung sowie einem Abschluss besteht. Die zweite Phase, welche aus einem Projektstruktur-, einem Projektablauf- sowie einem Kommunikationsplan besteht, bildet die Gliederung und Vorgehensweise über das gesamte Projekt mit den vier Phasen und umfasst die Projektplanung. In der Projektrealisierung und somit der dritten Phase, wird die gesamte Entwicklung des interaktiven Spieleisches inklusive Ideenfindung und Prüfung dokumentiert. Bei der letzten Phase, dem Abschluss, nimmt jeder Projektbeteiligte Stellung zum Projekt und bildet seine persönlichen Lessons Learnt.

Da bereits die letzten drei Jahre an der TEKO die Semesterarbeiten mit diesem Modell umgesetzt wurden, hat man sich auch diesmal wieder dafür entschieden.

### 5.2 Projektstrukturplanung

Gesamtauftrag	Aufgabenebene 1	Aufgabenebene 2	Aufgabenebene 3		
Interaktiver Spieleisch - Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.	Vorphase Diplomarbeit	Orientierung Diplomarbeit			
		Themeneingabe			
	Projektinitialisierung	Start Diplomarbeit	Themenbeschreibung		
			Pflichtenheft erstellen		
			Zielerarbeitung		
	Projektplanung	Projektstrukturplan			
			Projektablaufplan		
			Kommunikationsplan		
	Projektrealisierung	Analyse der Ausgangslage	Recherche		
			Informationssammlung		
			Ideenfindung durch Skizze		
			Variantenbildung		
			Evaluation der geeignetsten Variante		
			Erarbeitung der geeignetsten Variante	Phasen- und Aktivitätenplan zur Erarbeitung der geeignetsten Variante	
				Konstruktion des Endproduktes	
	Technische Unterlagen erstellen				
	Projektabschluss	Projektüberwachung	Programmcode erstellen und laufend testen		
Tests inkl. Testberichte					
Fertigstellung des Endproduktes					
Reflexion			Soll-Ist-Vergleich		
			Evaluation der Zielerreichung		
			Weg zum Ziel		
Abgabe	Präsentation	Lessons Learnt			
		Präsentation durchführen			
		Schriftliches Dokument übergeben			
		Onlinepublikation			
Präsentation	Durchführung	Vorbereitung			
		Durchführung			

### 5.3 Projektablaufplanung

Projektablaufplanung:			KW17 WK 18-24 KW25 WK26-37 KW38 KW39 KW40 KW41 KW42 KW43 KW44 KW45 KW46 KW 47 KW48													
	Start	Ende	24.04.23	19.06.23	18.09.23	25.09.23	2.10.23	9.10.23	16.10.23	23.10.23	30.10.23	6.11.23	13.11.23	20.11.23	27.11.23	
<b>Vorphase Diplomarbeit:</b>	24.04.2023	24.04.2023														
<b>Orientierung Diplomarbeit</b>	24.04.2023	24.09.2023														
Themenfindung	24.04.2023	19.06.2023														
<b>Themeneingaben</b>	19.06.2023	19.06.2023														
<i>Ø MS1: Diplomarbeitsthema ist bewilligt</i>																
<b>Projektinitialisierung:</b>																
<b>Kick-Off / Start Diplomarbeit</b>	18.09.2023	24.09.2023														
Themenbeschreibung	18.09.2023	24.09.2023														
Pflichtenheft erstellen	18.09.2023	24.09.2023														
Zielerarbeitung	18.09.2023	24.09.2023														
<b>Projektplanung:</b>																
Projektstrukturplan	25.09.2023	29.09.2023														
Projektablaufplan	25.09.2023	29.09.2023														
Kommunikationsplan	25.09.2023	29.09.2023														
<i>Ø MS2: Realisierbare Projektplanung abgeschlossen</i>																
<b>Projektrealisierung</b>	02.10.2023	05.11.2023														
<b>Analyse der Ausgangslage</b>	02.10.2023	08.10.2023														
Recherche	02.10.2023	08.10.2023														
Informationssammlung	02.10.2023	08.10.2023														
<b>Ideenfindung</b>	02.10.2023	08.10.2023														
Ideenfindung durch Skizze	02.10.2023	08.10.2023														
Variantenbildung	02.10.2023	08.10.2023														
Evaluation der geeignetsten Variante	02.10.2023	08.10.2023														
<b>Erarbeitung der geeignetsten Variante</b>	02.10.2023	29.10.2023														
Phasen- und Aktivitätenplan zur Erarbeitung der geeignetsten Variante	09.10.2023	15.10.2023														
Konstruktion des Endproduktes	02.10.2023	08.10.2023														
Technische Unterlagen erstellen	16.10.2023	29.10.2023														
Programmcode erstellen und laufend testen	23.10.2023	29.10.2023														
Tests inkl. Testberichte	23.10.2023	29.10.2023														
Fertigstellung des Endproduktes	23.10.2023	29.10.2023														
<i>Ø MS3: funktionstüchtiges Endprodukt vorhanden</i>																
<b>Projektabschluss</b>	30.10.2023															
<b>Projektüberwachung</b>	30.10.2023	05.11.2023														
Soll-Ist-Vergleich	30.10.2023	05.11.2023														
<b>Reflexion</b>	30.10.2023	05.11.2023														
Zielerreichung	30.10.2023	05.11.2023														
Weg zum Ziel	30.10.2023	05.11.2023														
Lessons Learnt	30.10.2023	05.11.2023														
<b>Dokumentation erstellen</b>	06.11.2023	12.11.2023														
<b>Abgabe</b>	13.11.2023	13.11.2023														
schriftliches Dokument	13.11.2023	13.11.2023														
<i>Ø MS4: Abgabedokumente am 12.11.2023 bereit für Übergabe</i>																
Onlinepublikation	13.11.2023	23.11.2023														
<b>Präsentation</b>	13.11.2023	01.12.2023														
Vorbereitung	20.11.2023	01.12.2023														
Durchführung	01.12.2023	01.12.2023														

geplant ausgeführt

### 5.4 Kommunikationsplan

<b>Projekttitlel:</b>	Interaktiver Spieletisch
<b>Diplomant:</b>	Bettschart Lukas

Verantwortlicher	Empfänger	Inhalt	Wann und wie oft?	Form	Grund
Wer?	An wen?	Was?	Wann?	Wie?	Warum?
Schulleitung/ Abteilungsvorstand	Diplomanden	Orientierung Diplomarbeit	KW 17/18 2023	Online via Microsoft Teams	Klarheit über Rahmenbedingungen der Diplomarbeit schaffen
Diplomand	Schulleitung/ Abteilungsvorstand	Themeneingabe	19. Juni 2023 16:00	Schriftlicher Upload im TEKO-Extranet	Eignung prüfen für Diplomarbeitsthema
Diplomlehrer	Diplomanden	KickOff/ Start Diplomarbeit	18. September 2023 18:00 - 18:30	Online via Microsoft Teams	Bestätigung des gewählten Diplomthemas
Diplomand	Diplomlehrer	Pflichtenheft	18. September 2023 18:30	Schriftlich via Mail	Für optimale Realisation und Begleitung der Diplomarbeit
Diplomand	Diplomlehrer	Projektstatusbericht	Wöchentlich KW 38 - 45: am Ende der Woche	Schriftlich via Mail	Dokument zur Beurteilung des Projektfortschrittes
Diplomand/ Diplomlehrer	Diplomlehrer/ Diplomand	Vorzeigetermin	29. September 2023 17:20-17:40 20. Oktober 2023 17:45-18:00	Online via Microsoft Teams	Zielbesprechung, Projektplanung, Besprechung allfälliger Probleme, Standortbestimmung, Aufbau und Struktur Dokumentation, Fragen
Diplomand	Schulleitung/ Abteilungsvorstand	Abgabe Diplomarbeit	13. November 2023 16:00	Schriftlicher Upload im TEKO-Extranet	Beschreibung des kompletten Projektes
Diplomand	Schulleitung/ Abteilungsvorstand	Upload Onlinepublikat	23. November 2023 24:00	Schriftlicher Upload auf vorgesehener Plattform	Arbeit dem breiten Publikum zugänglich machen
Diplomand	Diplomlehrer/ neutraler Experte	Präsentation Diplomarbeit	1. Dezember 2023 09:30 - 09:55	Online via Microsoft Teams	Präsentation des erarbeiteten Projektes bzw. Produktes

## 6 Projektrealisierung

Die beiden abgeschlossenen Phasen «Projektinitialisierung» sowie «Projektplanung» bilden die Basis für die Phase ‚Projektrealisierung‘.

In diesem Kapitel werden die Endergebnisse auf dem Weg zum Ziel mit einem roten Faden erarbeitet.

### 6.1 Analyse der Ausgangslage

Durch diverse Recherchen über Spieluhren für Strategiespiele auf unterschiedlichen Webseiten haben sich folgende Informationen angesammelt:

Spieluhren für Strategiespiele wie Schach oder Go gibt es in verschiedenen Formen und Ausführungen, von welchen die Bekanntesten nun kurz beschrieben werden:

**Analoge Spieluhren:** Diese Art von Spieluhren besteht aus zwei mechanischen Uhren, die nebeneinander platziert sind. Jeder Spieler hat seine eigene Uhr, die er nach seinem Zug stoppt und die des Gegners startet. Die Zeit wird durch Drücken eines Knopfes gestoppt und gestartet.



Abbildung 1: analoge Spieluhr



Abbildung 2: digitale Spieluhr

**Digitale Spieluhren:** Diese Spieluhren verwenden elektronische Technologie, um die Zeit zu messen. Sie haben oft ein digitales Display, auf dem die verbleibende Zeit für jeden Spieler angezeigt wird. Die Bedienung erfolgt über Tasten oder Touchscreens.

**App-basierte Spieluhren:** Mit dem Aufkommen von Smartphones und Tablets gibt es auch zahlreiche Apps, die als Spieluhren für Strategiespiele dienen können. Diese Apps bieten oft zusätzliche Funktionen wie verschiedene Zeitkontrollmodi, Alarmer und Statistiken.

**Online-Spieluhren:** Für Spieler, die gerne online spielen, gibt es auch spezielle Websites oder Plattformen, die integrierte Spieluhren anbieten. Diese ermöglichen es den Spielern, ihre Partien online zu spielen und gleichzeitig ihre Zeit zu messen.

Ein vergleichbares Produkt, bei welchem ein Spieluhrsystem für zwei bis vier Spieler direkt in einer Tischplatte verbaut ist, hat man nirgends gefunden. Somit ist die Recherche beendet.

## 6.2 Ideenfindung durch Skizzen

Da es eine Einmann-Projektgruppe ist, wird die Vorstellung eines solchen interaktiven Spieletisches mit integriertem Spieluhrsystem in einer Skizze auf das Papier gebracht. Mit dieser Skizze wagt man sich im Anschluss an die Priorisierungsmethode, welche die Variantenbildung beinhaltet.

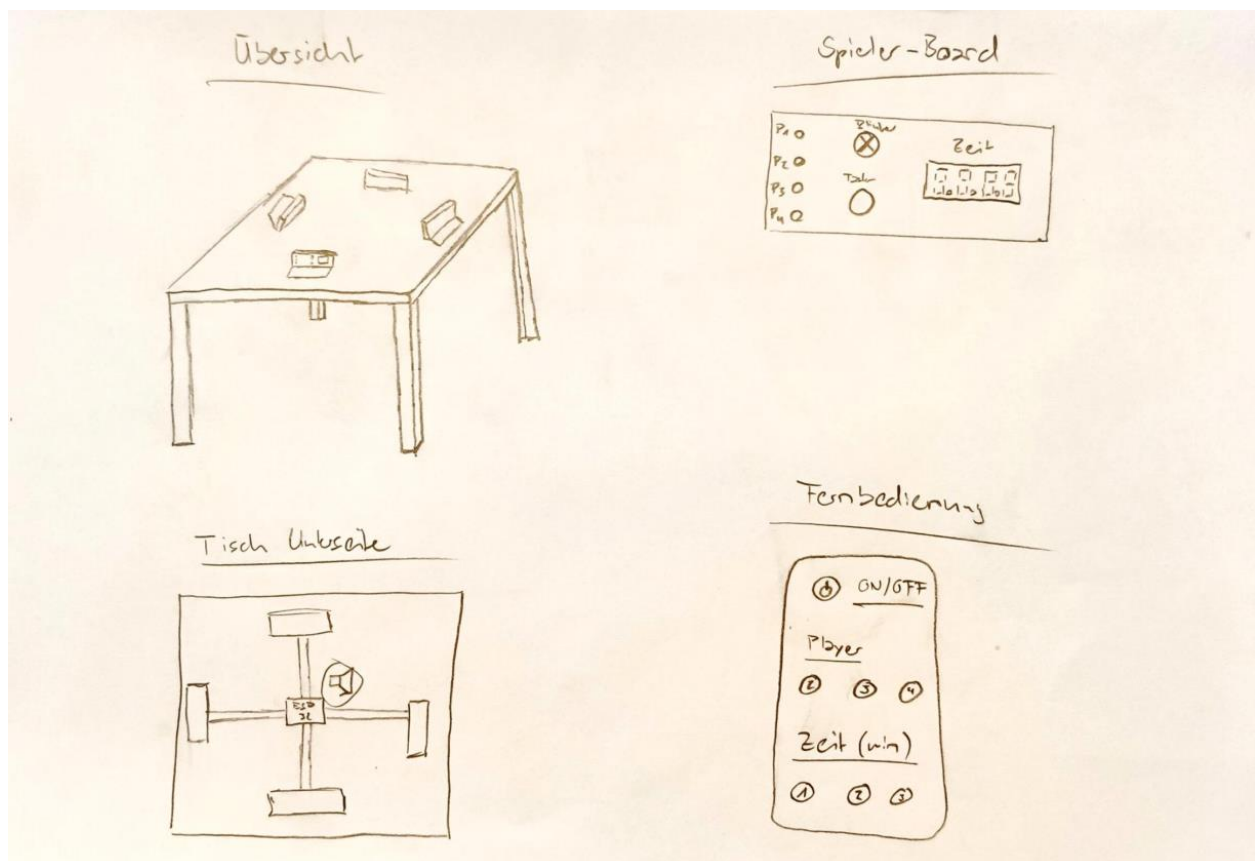


Abbildung 3: Skizze der ersten Ideen

### 6.3 Variantenbildung mit dem morphologischen Kasten

Für das Priorisieren der gesammelten Ideen durch die Skizze hat man sich für den morphologischen Kasten entschieden. Bei dieser Methode handelt es sich um eine zweidimensionale Entscheidungsmatrix. Als Kreativitätstechnik dient er der systematischen Analyse komplexer, also mehrdimensionaler Problemstellungen, um die sich bietenden Alternativen aufzuzeigen und unter diesen die geeignetste auszuwählen. Aufgaben, Vorgänge oder Prozesse werden dazu in Merkmale und dazugehörige Anforderungen untergliedert. Durch die Kombination verschiedenster Faktoren lassen sich so zielgerichtet innovative Lösungen finden.

Morphologischer Kasten - Interaktiver Spieletisch			
Parameter	Ausprägungen		
Tischform	rund	quadratisch	rechteckig
Material	Holz	Stahl	Aluminium
Tischbeine	drei	vier	sechs
max. Anzahl Spieler	zwei	vier	sechs
Microkontroller	M5-Stack	Arduino-Board	ESP-32
Software	Arduino IDE	Blockly	
Speisung	Akku	Netzgerät	Batterien
Spielerboard	fest verbaut	aufgelegt	
Zeitanzeige	LCD-Display	7-Seg-Anzeige	Zeigeruhr
Anzeige "aktueller Spieler"	LED's	LCD-Display	
Spielzug frühzeitig beenden	Taster		
Signal "letzte 10 Sekunden"	Summer	Blink-LED	
Signal "Zeit abgelaufen"	Summer	LED	
Bedienelement	LapTop	IR-Fernbedienung	Handy
Kommunikation Microkontroller - Bedienelement	Kupfer	W-LAN	Funk

Tabelle 1: morphologischer Kasten

### **6.3.1 Kurzbeschreibung des Aluminiumtisches (Variante grün)**

Es soll ein runder Tisch aus Aluminium mit drei Tischbeinen erstellt werden, bei welchem maximal vier Personen spielen können. Der angewendete Mikrokontroller M5-Stack wird über die Software Arduino DIE programmiert und über Batterien mit Energie versorgt. Die vier Spielerboards werden auf dem Tisch aufgelegt, auf welchen die Spielerzeit über eine Zeigeruhr und der aktuelle Spieler über ein LCD-Display angezeigt wird. Die letzten zehn Sekunden werden durch ein Piepsen hörbar und bei abgelaufener Zeit leuchtet eine LED auf. Der Spielzug kann über einen Tasterdruck frühzeitig beendet werden. Das Bedienelement, mit welchem die Spieleinstellungen vorgenommen werden können, bildet der Laptop. Dieses wird durch ein Kabel mit dem Mikrokontroller verbunden.

### **6.3.2 Kurzbeschreibung des Holztisches (Variante rot)**

Es soll ein quadratischer Tisch aus Holz mit vier Tischbeinen erstellt werden, bei welchem maximal vier Personen spielen können. Der angewendete Mikrokontroller ESP-32 wird über die Software Arduino DIE programmiert und über ein Netzteil mit Energie versorgt. Die vier Spielerboards werden im Tisch verbaut, auf welchen die Spielerzeit über eine 7-Segment-Anzeige und der aktuelle Spieler über das jeweils leuchtende LED angezeigt wird. Die letzten zehn Sekunden werden durch ein Blink-LED signalisiert und bei abgelaufener Zeit ertönt ein Piepston. Der Spielzug kann über einen Tasterdruck frühzeitig beendet werden. Das Bedienelement, mit welchem die Spieleinstellungen vorgenommen werden können, bildet das Smartphone. Dieses wird durch das WLAN mit dem Mikrokontroller verbunden.

### **6.3.3 Kurzbeschreibung des Metalltisches (Variante gelb)**

Es soll ein rechteckiger Tisch aus Stahl mit vier Tischbeinen erstellt werden, bei welchem maximal sechs Personen spielen können. Der angewendete Mikrokontroller Arduino-Board wird über die Software Blockly programmiert und über einen aufladbaren Akku mit Energie versorgt. Die sechs Spielerboards werden im Tisch verbaut, auf welchen die Spielerzeit über ein LCD-Display und der aktuelle Spieler das über jeweils leuchtende LED angezeigt wird. Die letzten zehn Sekunden werden durch ein Blink-LED signalisiert und bei abgelaufener Zeit erleuchtet eine weitere LED. Der Spielzug kann über einen Tasterdruck frühzeitig beendet werden. Das Bedienelement, mit welchem die Spieleinstellungen vorgenommen werden können, bildet eine Infrarot-Fernbedienung. Dieses wird über Funk mit dem Mikrokontroller verbunden.

## 6.4 Evaluation der geeignetsten Variante

Um die geeignetste Variante ausfindig zu machen, reicht eine Beschreibung der verschiedenen Lösungsvarianten nicht aus. Daher werden diese einem Bewertungsprozess unterzogen. Durch die Kreativitätstechnik Mindmap werden Bewertungskriterien zusammengetragen, mit welchen sich die drei gebildeten Varianten untereinander vergleichen lassen.

Die sieben wichtigsten Kriterien werden im Anschluss in die Präferenzmatrix eingetragen, durch welche die Gewichtung der einzelnen Bewertungskriterien bestimmt wird.

In der darauffolgenden Nutzwert-Analyse werden die drei Lösungsvarianten anhand der gewichteten Kriterien bewertet und die geeignetste Ausführung eines interaktiven Spieltisches evaluiert.

### 6.4.1 Bewertungskriterien bestimmen mit der Kreativtechnik Mindmap

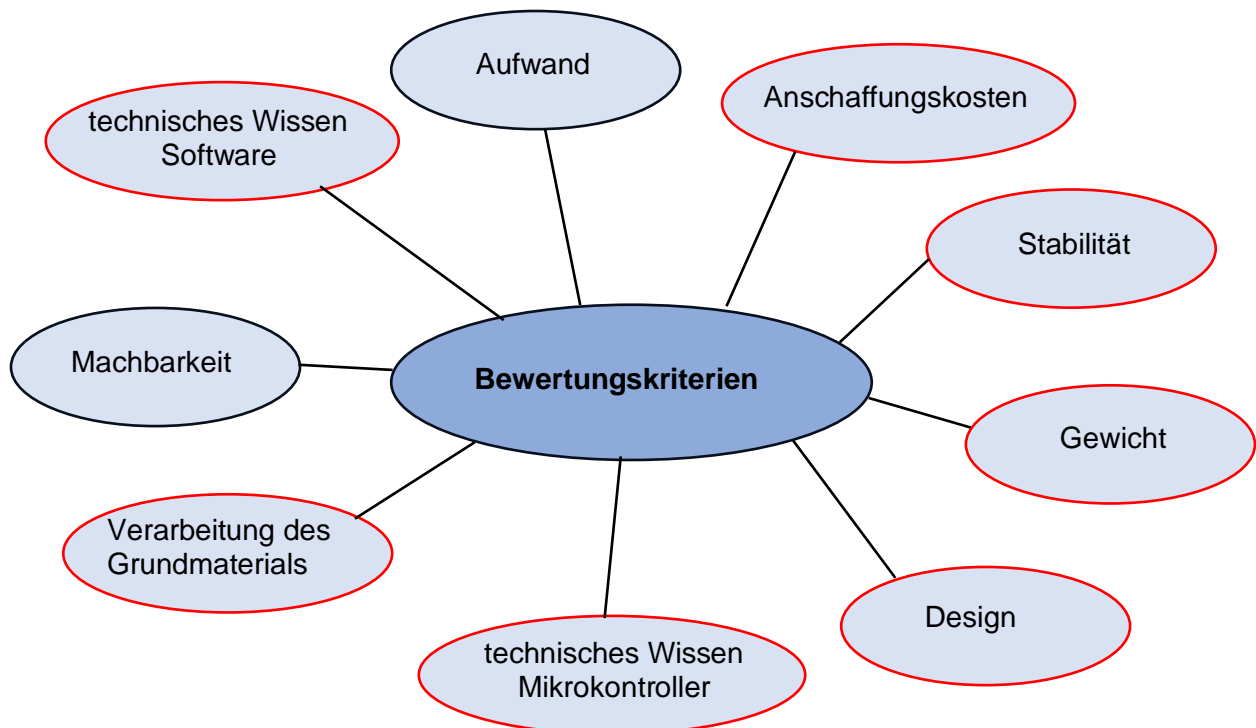


Abbildung 4: Mindmap Bewertungskriterien

### 6.4.2 Präferenzmatrix

- a. Stabilität
- b. Gewicht
- c. Anschaffungskosten
- d. Verarbeitung des Grundmaterials
- e. Design
- f. technisches Wissen Software
- g. technisches Wissen Mikrokontroller

	a	b	c	d	e	f	g	Anzahl
a		a	c	d	e	f	g	6
b			c	d	e	f	g	5
c				c	c	f	g	4
d					e	f	g	3
e						f	g	2
f							f	1
g								0
Nennungen	1	0	4	2	3	6	5	21
Rang	6	7	3	5	4	1	2	
Prozent	4.76%	0%	19.05%	9.52%	14.29%	28.57%	23.81%	100%

Tabelle 2: Präferenzmatrix

### 6.4.3 Nutzwertanalyse

Kriterien	Gewichtung	Variante Aluminiumtisch		Variante Holztisch		Variante Metalltisch	
		TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN
Stabilität	4.76%	2	9.52	2	9.52	3	14.28
Anschaffungskosten	19.05%	2	38.10	3	57.15	1	19.05
Verarbeitung des Grundmaterials	9.52%	2	19.04	3	28.56	1	9.52
Design	14.29%	2	28.58	3	42.87	1	14.29
Technisches Wissen Software	28.57%	1	28.57	3	85.71	3	85.71
Technisches Wissen Mikrokontroller	23.81%	2	47.62	3	71.43	1	23.81
Gesamtnutzen			171.43		295.24		166.66

Tabelle 3: Nutzwertanalyse

#### 6.4.4 Resultat der Variantenevaluation

In der Nutzwertanalyse hat sich die Variante Holztisch, mit über 100 Punkten mehr, ganz klar von den anderen beiden Lösungsvarianten abgesetzt. Der Holztisch ist sicherlich nicht ganz so stabil wie der Stahltisch, kann jedoch einiges einfacher bearbeitet werden und hat viel geringere Anschaffungskosten. Dies bezieht sich ebenfalls auf den Mikrokontroller, denn der ESP-32 ist bereits vorhanden durch den Unterricht an der TEKO. Ebenfalls im Design hat der Holztisch grossen Vorteil, da dieser in einem Wohnraum stehen soll, zum Rest der Einrichtung passt und allenfalls bei Nichtgebrauch der Spieluhr als normaler Tisch gebraucht werden kann. Da das technische Wissen mit der Software Arduino IDE wie auch mit dem Mikrokontroller ESP-32 der Variante Holztisch am grössten ist, hat dies einen wesentlichen Teil zum Sieg beigetragen.

## 6.5 Phasen- und Aktivitätenplan zur Erarbeitung der Variante Holztisch

Nachdem anhand relevanter Bewertungskriterien die optimale Lösungsvariante Holztisch evaluiert wurde, kann daraus eine konkrete Lösung zur Umsetzung eines interaktiven Spieletisches erarbeitet werden, welcher faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht. Der im nächsten Schritt erstellte Phasen- und Aktivitätenplan beschreibt, welche Phasen die Umsetzung der favorisierten Variante durchlaufen muss und welche Aktivitäten in den jeweiligen Phasen ausgeführt werden, um das definierte Ziel zu erreichen.



Abbildung 5: Phasen- und Aktivitätenplan

## 6.6 Konstruktion des Endproduktes

Bereits im Kapitel «6.2 Ideenfindung durch Skizzen» sind Gedanken über das Endprodukt gemacht und dazu eine mögliche Idee eines interaktiven Spieltisches skizziert worden. Diese Skizze zusammen mit dem Beschrieb der Variante Holztisch sind die Anhaltspunkte für das weitere Vorgehen.

### 6.6.1 Geeigneter Tisch suchen und erwerben

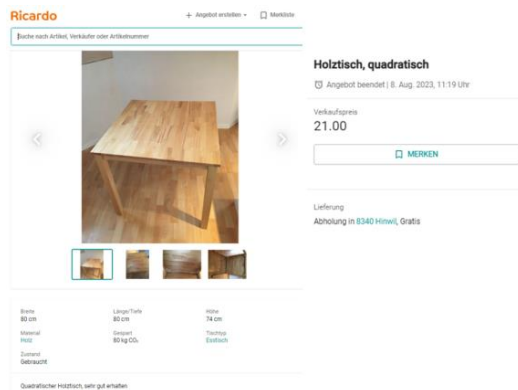


Abbildung 6: Ricardo Holztisch 80x80cm

In der auszuarbeitenden Variante wird ein quadratischer Holztisch bevorzugt, in welchen die ganzen elektronischen Bauteile eingebaut werden. Daher wird über Google nach quadratischen Holztischen gesucht. Man stösst auf diverse Designerwebseiten mit wunderschönen Tischen, welche meist weit über CHF100 kosten, nicht quadratisch sind oder zu grosse Durchmesser aufweisen. Somit versucht man sein Glück auf der Online-Auktionsplattform Ricardo.ch und wird nach kurzer Zeit fündig. Ein Herr, unweit vom Wohnort, hatte einen 80 x 80cm Buchen-Holztisch für den Startpreis von CHF14 auf seinem Profil inseriert. Man bot auf dieses Angebot mit einem Mitstreiter über zwei Tage und gewann die Auktion schliesslich mit dem letzten Gebot von CHF21. Da die Dimensionen des zu bearbeitenden Tisches nun bekannt sind, kann mit der Konstruktion der Spielerboards begonnen und der Tisch bei Gelegenheit abholt werden.

### 6.6.2 Konstruktion der Spielerboards



Abbildung 7: Konstruktion Spielerboards

Mit diesen Informationen werden im Internet auf diversen Elektronikhandel-Webseiten passende Artikel gefunden und bestellt.

Durch die Data-Sheets der bestellten Artikel auf den Webseiten kann bereits die Konstruktion der Spielerboard-Gehäuse gemacht werden. Zuerst sollen die Gehäuse durch einen 3D-Drucker eines Schulkameraden selbst hergestellt werden, und man zeichnet ein CAD-File. Durch die Anfrage einer Offerte bei ihm, wird darauf verwiesen, dass es im Elektrofachhandel Allzweckgehäuse in etwa den gleichen Dimensionen gäbe und dies bestimmt preisgünstiger käme.

Somit sucht man nach 2-teiligen Allzweckgehäusen und findet sofort ein Objekt in der vorgestellten Grösse, welche definitiv günstiger ist als ein 3D-Druck. Da die Masse 120 x 66 cm der Gehäuse auf der Webseite entnommen werden können, muss man nicht auf die Lieferung warten und kann sofort das Einmass für die zu bohrenden Löcher bzw. den Ausschnitt auf den Spielerboard-Gehäusen erstellen.

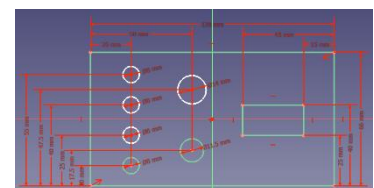


Abbildung 8: Einmass Gehäusedeckel

Nach Erhalt der Gehäuse werden die Deckel mit Malerlebeband abgeklebt und mit einem Winkel sowie einem feinen Filzstift die zu entfernenden Stellen darauf eingezeichnet. Die Löcher für die Spieler-LED, die Blink-LED sowie für die Taster können mit einfachen Metallbohrern und einem Stufenkonus ausgebohrt werden. Für die Ausschnitte der TM1637-Displays bohrt man kleine aneinander liegende Löcher, welche im Nachhinein mit einem Messer durchgeschnitten und mit einer feinen Metallfeile zu vier geraden Kanten geschliffen werden. Die Spielerboards baut man jedoch noch nicht zusammen, da die Elektronikkomponenten für das Programmieren zuerst auf dem Steckbrett aufgebaut werden, um allfällige Anpassungen leicht vorzunehmen.



Abbildung 9: Bearbeitung Allzweckgehäuse

### 6.6.3 Darstellung des Endproduktes

Durch das Wissen der Tisch- sowie der Spielerboard-Dimensionen kann nun die exakte Darstellung des Endproduktes «Interaktiver Spieletisch» erstellt werden. Wie man sehen kann, werden die vier Spielerboard-Deckel an je einer der vier Tischkanten mittig versenkt.

Auf der Unterseite des Tisches werden die Spielerboard-Unterteile lediglich durch die vier Schrauben vom Deckel an die Tischplatte gezogen und somit befestigt. Der Mikrokontroller ESP-32 sowie der Summer, der das Spielzugende ankündigt, soll sich in einer AP-Abzweigdose bei der Tischmitte befinden, in welcher dann auch die Kabel zu den Spielerboards verlötet werden sollen.

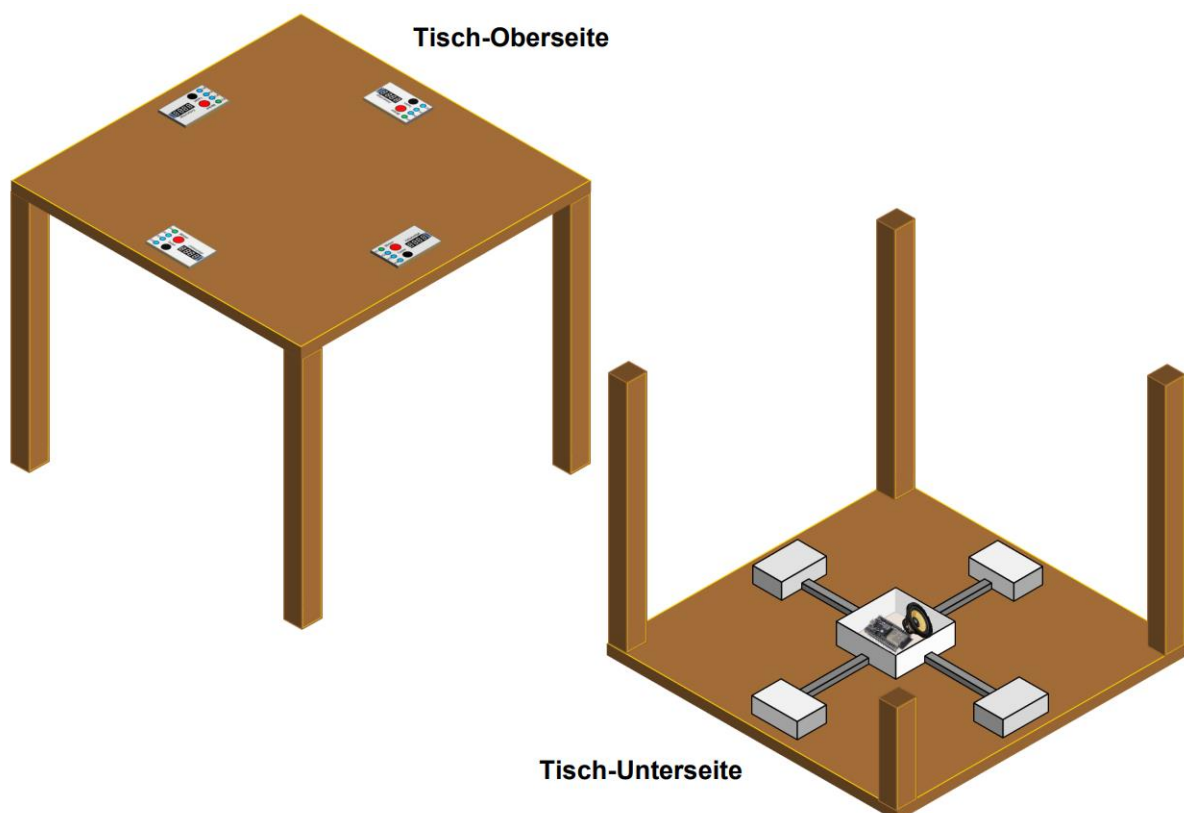


Abbildung 10: Konstruktion des Endproduktes

## 6.7 Technische Unterlagen erstellen

### 6.7.1 Verdrahtungsschema der Spielerboards

Da die Spielerboards nun konstruiert sind und somit definiert ist, welche Elektronikkomponente verbaut werden, kann man sich mit dem Verdrahtungsschema zwischen ESP-32 und Spielerboards auseinandersetzen. Als erstes beschäftigt man sich mit dem TM 1637-Display und erkennt sofort, dass dieses einen +5V- sowie einen GND-Anschluss für die Grundversorgung besitzt. Der CLK- und der DIO-Anschluss sind Teil einer seriellen Kommunikationsschnittstelle, die zur Steuerung von 7-Segment-LED-Anzeigen verwendet werden und brauchen je einen separaten Draht vom Mikrokontroller.

Die vier Spieler-LEDs, über welche der aktuelle Spieler ersichtlich ist, leuchten nie zusammen und benötigen daher nebst dem GND je einen Draht zum ESP-32. Auch die Blink-LED ist ein eigenständiges Element der Schaltung und braucht einen Zubringer sowie den GND. Über den Taster, welcher mit der Pullup-Schaltung verknüpft ist, soll der Spielzug abgebrochen werden. Sobald sich das Signal am bestimmten Eingang des Mikrokontrollers durch den Tasterdruck verändert, wird eine Aktion ausgelöst. Somit wird auch hier nebst der +5V-Speissung und dem GND ein separater Draht benötigt. Der dem Taster vorgeschaltete Pullup-Widerstand dient dazu, dass der Eingangs-Pin nicht "schwebt" und unerwünschte Zustände oder Fehlfunktionen verursacht werden.

Aus den obigen Erkenntnissen hat sich folgendes Schema ergeben und herausgestellt, dass insgesamt zehn Adern vom Mikrokontroller bis zu jedem einzelnen Spielerboard benötigt werden. Es wird beschlossen für die Verbindungen U72-Kabel 3x4x0.5 einzusetzen. Diese stellt mein ehemaliger Lehrbetrieb gratis zur Verfügung.

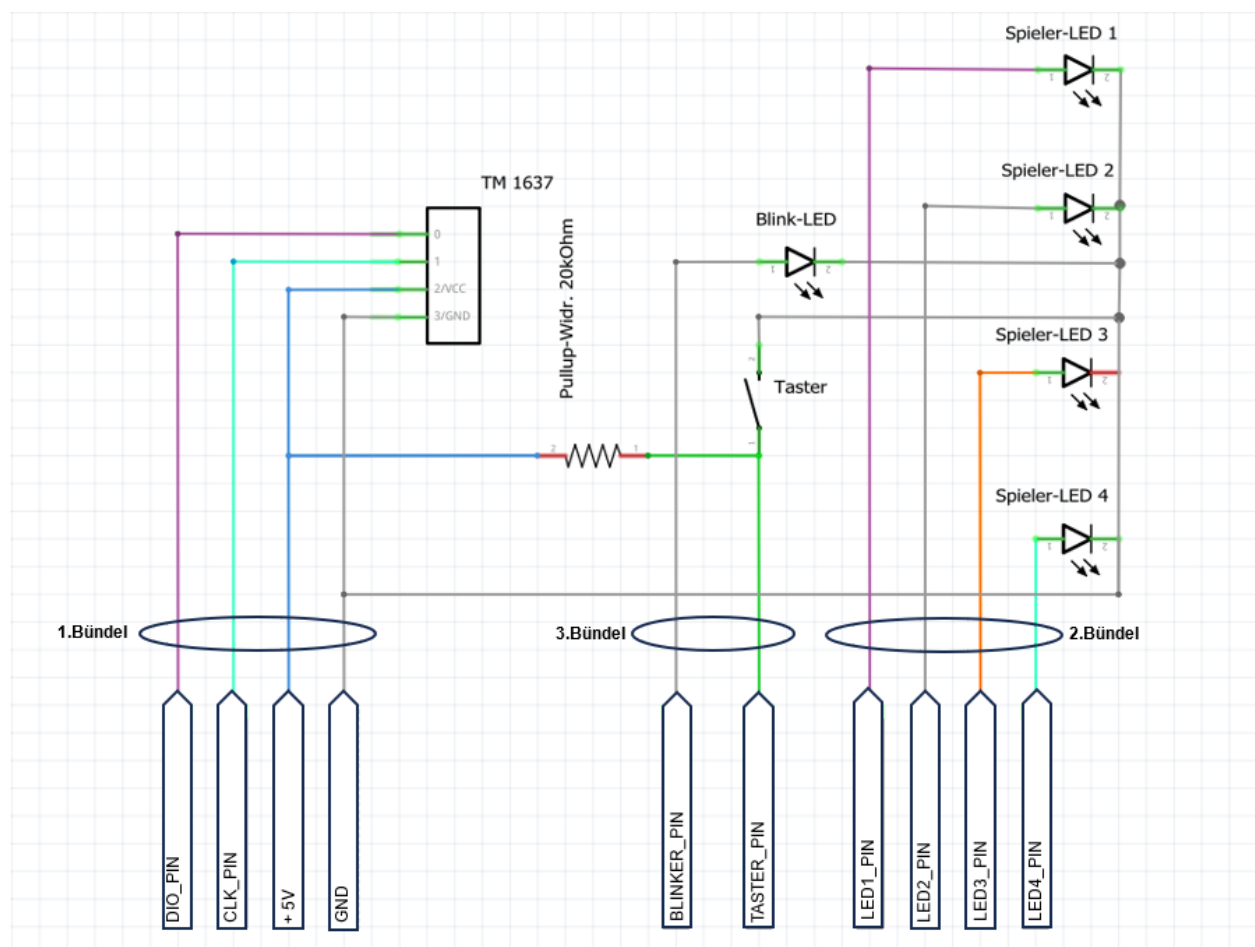


Abbildung 11: Verdrahtungsschema der Spielerboards

### 6.7.2 Kurzer Beschrieb des ESP32 und PIN-Definition für mein Projekt

Der ESPRESSIG ESP32 WROOM ist ein leistungsstarker Mikrokontroller, der auf dem ESP32-Chip basiert. Er verfügt über eine Dual-Core-CPU mit einer Taktfrequenz von bis zu 240 MHz und bietet eine Vielzahl von Funktionen und Schnittstellen für die Entwicklung von IoT-Anwendungen.

Dieser Mikrokontroller unterstützt sowohl WLAN als auch Bluetooth-Konnektivität, was ihn ideal für drahtlose Kommunikationsszenarien macht. Er verfügt über integrierte Antennen und kann problemlos mit anderen Geräten kommunizieren.

Darüber hinaus bietet er eine Vielzahl von GPIO-Pins, die es ermöglichen verschiedene Sensoren, Aktoren und andere Peripheriegeräte anzuschließen. Er verfügt auch über mehrere UART-, SPI- und I2C-Schnittstellen für die Kommunikation mit externen Geräten.

Der Mikrokontroller unterstützt verschiedene Programmiersprachen wie C++ und MicroPython, was die Entwicklung von Anwendungen erleichtert. Es gibt auch eine umfangreiche Entwicklungsplattform mit einer breiten Palette von Bibliotheken und Beispielen, die den Einstieg in die Programmierung erleichtern.

Insgesamt ist der ESPRESSIG ESP32 WROOM ein vielseitiger Mikrokontroller, der sich ideal für die Entwicklung von IoT-Anwendungen eignet. Mit seiner leistungsstarken CPU, den drahtlosen Konnektivitätsfunktionen und den zahlreichen Schnittstellen bietet er eine solide Grundlage für die Umsetzung verschiedener Projekte.

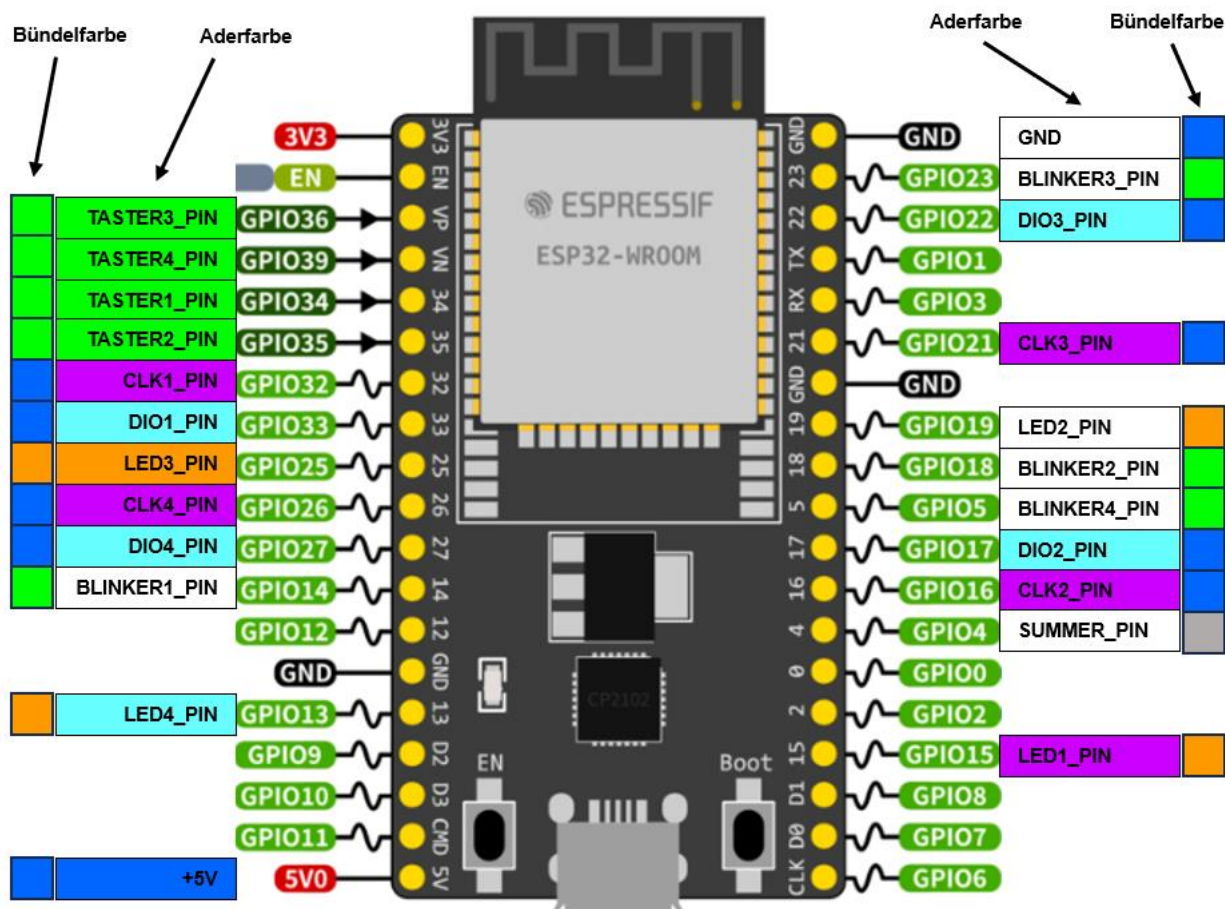


Abbildung 12: ESP-32 mit definierten Pins

### 6.7.3 VIPS-Struktogramm für Programmablauf

Als erstes nimmt man sich der Grundfunktion des Programmablaufes an. Über aufpoppende Fenster kann zu Beginn die Spieleranzahl zwischen 2-4 Spielern und die zur Verfügung stehende Bedenkzeit pro Spieler zwischen 1-3 Minuten eingestellt werden. Diese Angaben werden jeweils in den Variablen «Spieler\_Anz» sowie «Spielerzeit» gespeichert und die Variable «Startzeit» wird mit der Ganzzahl 0 initialisiert.

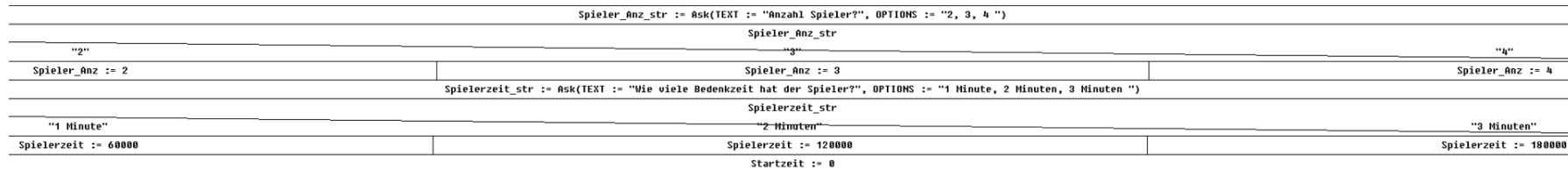


Abbildung 13: VIPS Spieler\_Anz und Spielerzeit auswählen

Durch die darauffolgende für-Schleife wird definiert, wie und wie oft die Anweisungen bzw. Blöcke in der Schleife wiederholt werden sollen. Die für-Schleife besteht aus drei Teilen: der Initialisierung, der Bedingung und dem Inkrement. Bei der Initialisierung wird ein Zähler aktiviert, in der Bedingung wird überprüft, ob die Schleife weiterhin ausgeführt werden soll, und im Inkrement wird der Zähler nach jeder Iteration aktualisiert. In dem Fall wird nun die Initialisierung «i» mit der oben ausgewählten «Spieler\_Anz» verglichen und solange wiederholt, bis «i» nicht mehr kleiner ist als «Spieler\_Anz». In der anstehenden Fallauswahl wird durch den Wert «i» evaluiert, welche Aktionen ausgeführt werden sollen.

Die Aktionen, welche sich nun auf die Spielerboards beziehen, sind in allen vier Fällen gleich. Lediglich die Bezeichnungen der Displays, der Taster, der Blinker sowie der LED unterscheiden sich.

Die LED des aktuellen Spielers wird eingeschaltet und die während-Schleife wird so oft wiederholt bis die «Startzeit» nicht mehr kleiner ist als die eingestellte «Spielerzeit». Als erstes wird abgefragt, ob der Taster für das frühzeitige Spielzugende gedrückt wurde. Ist dies der Fall, springt das Programm mit dem «break» aus der während-Schleife, ansonsten wird die Restzeit berechnet. Da die Zeitangaben in Millisekunden initialisiert wurden, muss nun für die Ausgabe der Restzeit auf der 4-stelligen 7-Segment-Anzeige in Minuten und Sekunden umgerechnet werden. Dies passiert durch eine ganzzahlige Division (div) für die Minuten sowie durch eine Division mit Rest (mod) für die Sekunden, welche im Anschluss ausgegeben werden. Ist die Restzeit bereits kleiner als die Blinkzeit von 10000 Millisekunden, schaltet der Blinker ein. Ob dieser nun eingeschaltet ist oder nicht, wird die «Startzeit» um 1000 erhöht und die während-Schleife beginnt von vorne.

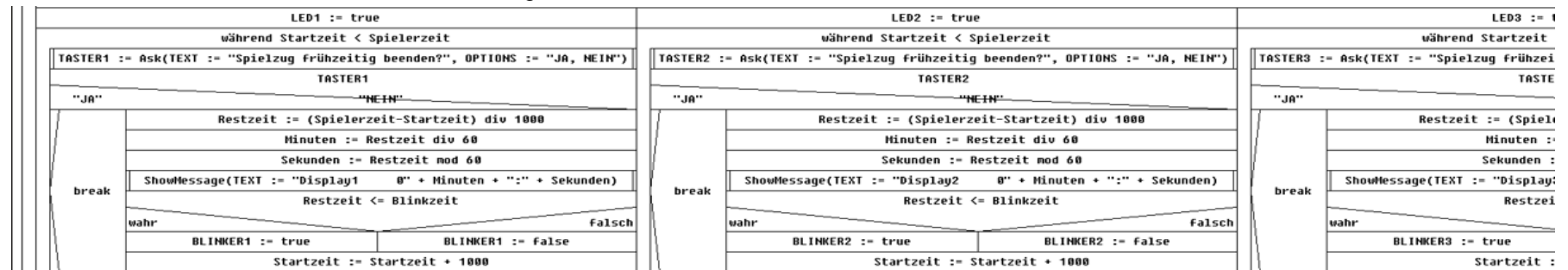


Abbildung 14: VIPS während-Schleife

Ist die «Startzeit» nun gleich oder grösser als die eingestellte «Spielerzeit» oder der Taster wird gedrückt, ist die Schleife beendet. Die Anzeige zeigt «00:00» an, der Summer ertönt für kurze Zeit und der Blinker sowie die LED des aktuellen Spielers schalten aus. Zum Schluss wird die «Startzeit» wieder auf 0 gesetzt.

ShowMessage(TEXT := "Display1 " + "00:00")	ShowMessage(TEXT := "Display2 " + "00:00")	ShowMessage(TEXT := "Disp
SUMMER := true	SUMMER := true	SUMMER :=
SUMMER := false	SUMMER := false	SUMMER :=
LED1 := false	LED2 := false	LED3 := f
BLINKER1 := false	BLINKER2 := false	BLINKER3 :=
Startzeit := 0	Startzeit := 0	Startzeit

Abbildung 15: VIPS Spielzug beendet

Um Anpassungen an der Spieleinstellung während laufendem Programm vorzunehmen oder das Programm nun endlos lang laufen zu lassen, wird das Struktogramm nochmals überarbeitet. Die boolesche Variable «neueEinstellungen» dient zur Abfrage, ob neue Spieleinstellungen gewünscht werden. Diese Abfrage geschieht neu am Anfang der oben beschriebenen während-Schleife. Werden «neueEinstellungen» gewünscht, wird die während-Schleife sowie die Fallauswahl für «neueEinstellungen» in der für-Schleife durch die «break» verlassen.

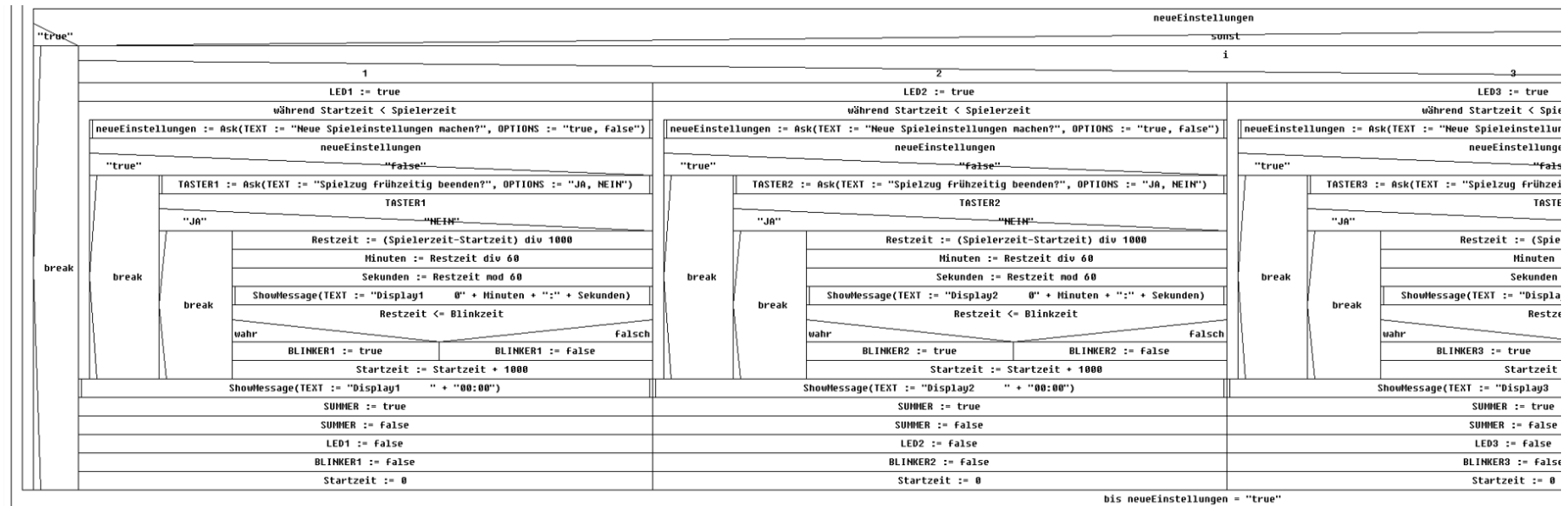


Abbildung 16: VIPS neue Einstellungen speichern

Das Programm beginnt nun von vorne und die «Spieler\_Anz» sowie die «Spielerzeit» können neu initialisiert werden. Ebenfalls werden im Anschluss alle Displays auf «00:00» zurückgesetzt und alle Blinker sowie LEDs der Spieler werden ausgeschaltet. Das Programm fährt weiter mit der für-Schleife und den neuen Werten der «Spieler\_Anz» sowie der «Spielerzeit». Die ganz am Schluss eingefügte bis-Schleife dient dazu, die für-Schleife endlos laufen zu lassen, bis «neueEinstellungen» gewünscht werden. Ist dies der Fall, wird das Programm beendet, und es kann von vorne gestartet werden.

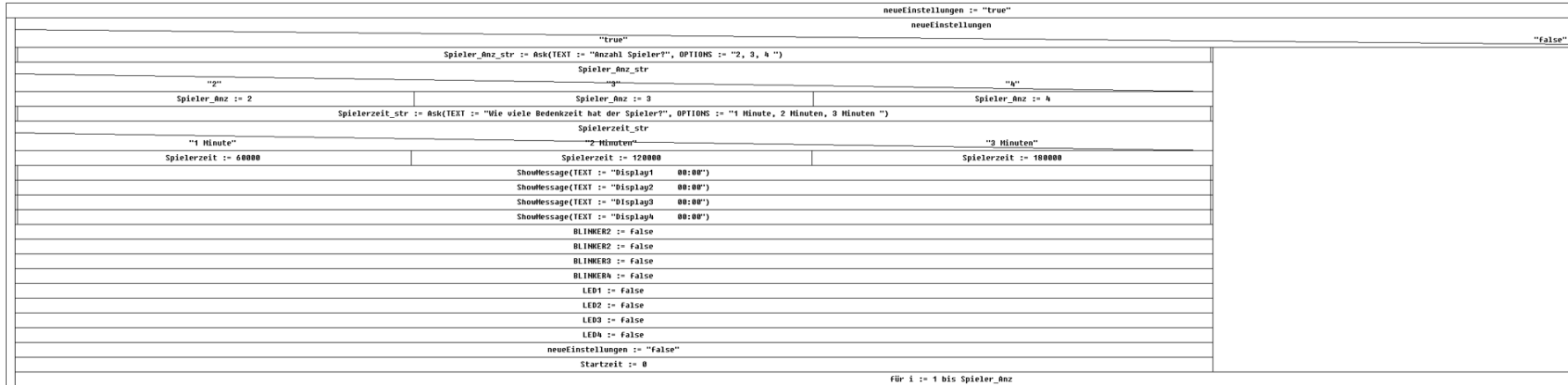


Abbildung 17: VIPS Neuinitialisierung der Variablen

### Gesamtübersicht Struktogramm «Interaktiver Spieletisch»

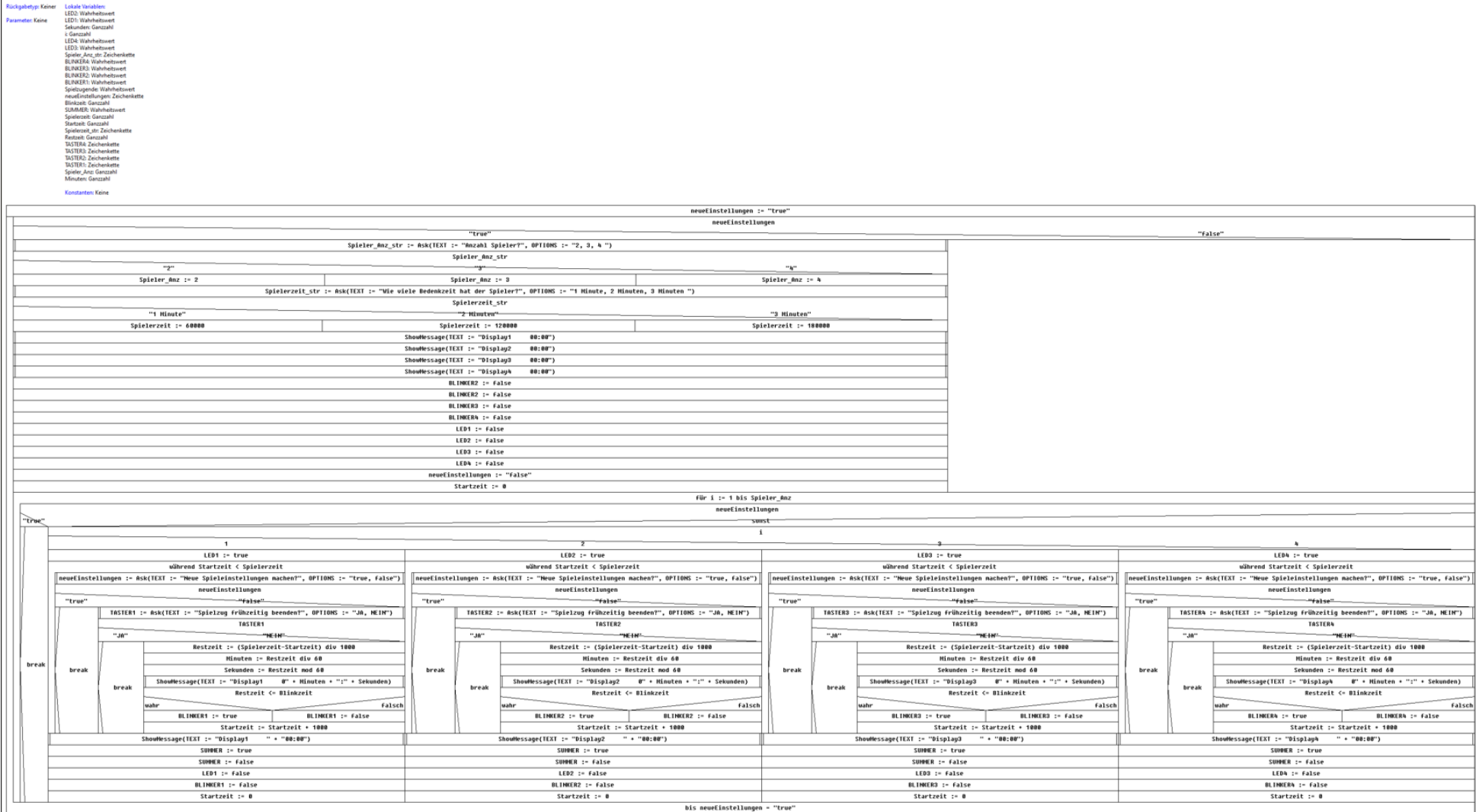


Abbildung 18: VIPS komplettes Struktogramm



## 6.7.6 I-O Mapping erstellen

Das I/O-Mapping im Arduino IDE ermöglicht, physische Pins des Mikrokontrollers mit den entsprechenden digitalen Ein- und Ausgängen im Programm zu verbinden.

Durch das Mapping kann festgelegt werden, welche Pins für bestimmte Aufgaben verwendet werden, wie in diesem Beispiel für Lesen der Tasterzustände oder das Steuern der LEDs und Blinker. Dies ist besonders wichtig, da Mikrokontroller unterschiedliche Mengen sowie Positionen der Pins haben können. Anhand des I/O-Mapping kann sichergestellt werden, dass der Programmcode auf die richtigen Pins zugreift und die gewünschten Aktionen ausführt. Es erleichtert auch die Wartung und den Austausch von Hardwarekomponenten, da einfach das Mapping geändert werden kann, anstatt den gesamten Code anzupassen.

```
29 ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////  
30  
31 //I-O MAPPING  
32  
33 //Allgemein  
34 #define SUMMER_PIN 4 // Pin für das Tonsignal  
35  
36 //Spieler 1  
37 #define CLK1_PIN 32 // CLK-Pin des TM1637-Moduls  
38 #define DIO1_PIN 33 // DIO-Pin des TM1637-Moduls  
39 #define BLINKER1_PIN 14 // Pin für die Blink-LED  
40 #define TASTER1_PIN 34 // Pin für den Bestätigungstaster  
41 #define LED1_PIN 15// Pin für die Spieleranzeige-LED  
42  
43 //Spieler 2  
44 #define CLK2_PIN 16 // CLK-Pin des TM1637-Moduls  
45 #define DIO2_PIN 17 // DIO-Pin des TM1637-Moduls  
46 #define BLINKER2_PIN 18 // Pin für die Blink-LED  
47 #define TASTER2_PIN 35 // Pin für den Bestätigungstaster  
48 #define LED2_PIN 19 // Pin für die Spieleranzeige-LED  
49  
50 //Spieler 3  
51 #define CLK3_PIN 21 // CLK-Pin des TM1637-Moduls  
52 #define DIO3_PIN 22 // DIO-Pin des TM1637-Moduls  
53 #define BLINKER3_PIN 23 // Pin für die Blink-LED  
54 #define TASTER3_PIN 36 // Pin für den Bestätigungstaster  
55 #define LED3_PIN 25// Pin für die Spieleranzeige-LED  
56  
57 //Spieler 4  
58 #define CLK4_PIN 26 // CLK-Pin des TM1637-Moduls  
59 #define DIO4_PIN 27 // DIO-Pin des TM1637-Moduls  
60 #define BLINKER4_PIN 5 // Pin für die Blink-LED  
61 #define TASTER4_PIN 39 // Pin für den Bestätigungstaster  
62 #define LED4_PIN 13// Pin für die Spieleranzeige-LED  
63 ///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```

Abbildung 21: Arduino I-O Mapping



## 6.7.9 WLAN initialisieren

Dieser Code erstellt eine Verbindung zu meinem WiFi-Netzwerk zu Hause und konfiguriert eine statische IP-Adresse, ein Gateway und eine Subnetzmaske für den Mikrokontroller.

```
127
128 // WLAN initialisieren
129 const char* ssid = "xir-45236"; //Name des gewünschten WLANs
130 const char* password = "2nux-5dggf-1ejc-qkra"; //Passwort des gewünschten WLANs
131
132
133 void initWiFi() {
134     WiFi.mode(WIFI_STA); //setzt WIFI-Mode auf Station= verbinden mit vorhandenem WIFI-Netzwerk
135     WiFi.begin(ssid, password); //Startet den Verbindungsprozess zum WiFi-Netzwerk
136     Serial.print("Connecting to WiFi .."); //Meldung bei Start des Verbindungsaufbau zum WiFi-Netzwerk
137     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) { //Wartet bis Verbindung vorhanden
138         Serial.print('.');
139         delay(1000);
140     }
141     //Statisches IP-Adresse-Objekt für den Mikrokontroller
142     IPAddress ip(192,168,1,117); // Die gewünschte IP-Adresse hier eintragen
143     IPAddress gateway(192,168,1,1); // Die IP-Adresse des Gateways hier eintragen
144     IPAddress subnet(92,104,202,148); // Die Subnetzmaske hier eintragen
145
146     WiFi.config(ip, gateway, subnet); //Konfiguriert das statische IP-Adresse-Objekt für den Mikrocontroller.
147
148     Serial.println(WiFi.localIP()); //Gibt die zugewiesene lokale IP-Adresse des Mikrocontrollers aus.
149 }
150 //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```

Abbildung 24: Arduino WLAN Initialisierung



## 6.7.11 Loop initialisieren

Der Loop ist eine spezielle Funktion im Arduino-Code, welcher kontinuierlich wiederholt wird, nachdem das Setup einmalig ausgeführt wurde. Der Loop bildet den Hauptteil des Arduino-Codes und wird immer wieder ausgeführt, solange der Mikrokontroller eingeschaltet ist.

```
192 |
193 | void loop () {
194 | //Abfrage, ob neue Einstellungen getätigt wurden
195 | if(neueEinstellungen){
196 |     Reset:
197 |
198 |     //Setzt alle Displays au "00:00" und schaltet alle Spieler-LEDs sowie Blinker aus
199 |     for (int i = 0; i < 4; i++) {
200 |         displays[i].showNumberDecEx(0, 0b01000000, true);
201 |         digitalWrite (ledPins[i], LOW);
202 |         digitalWrite (blinkPins[i], LOW);
203 |     }
204 |
205 | // Initialisierung der Pins und Displays
206 | for (int i = 0; i < Spieler_Anz; i++) {
207 |     pinMode(clkPins[i], OUTPUT);
208 |     pinMode(dioPins[i], OUTPUT);
209 |     pinMode(blinkPins[i], OUTPUT);
210 |     pinMode(tasterPins[i], INPUT_PULLUP);
211 |     pinMode(ledPins[i], OUTPUT);
212 |     pinMode(SUMMER_PIN, OUTPUT);
213 |     displays[i].setBrightness(7);
214 | }
215 |
216 | neueEinstellungen=false;
217 | Startzeit=millis();
218 |
219 | }else{
220 | for (int i = 0; i < Spieler_Anz; i++) {
221 |
222 |     //aktueller Spieler-LED wird eingeschalten
223 |     digitalWrite (ledPins[i], HIGH);
224 |
225 |     //Zählschleife für verstreichende Spielerzeit
226 |     //...ansonsten zählt die Schleife weiter
227 |     } else {
228 |         // Berechne verbleibende Zeit in Sekunden
229 |         unsigned long Restzeit = (Spielerzeit - (millis() - Startzeit)) / 1000;
230 |
231 |     }
232 |
233 |     //Überprüfung der Taster
234 |     int Tasterstatus = digitalRead(tasterPins[i]);
235 |     if (Tasterstatus != Tasterstatuse[i]) {
236 |         Tasterstatuse[i] = Tasterstatus;
237 |         if (Tasterstatus == LOW) {
238 |             Spielzugende = true;
239 |         }
240 |     }
241 |
242 |     //Wurde der Taster gedrückt, wird die Zählschleife unterbrochen...
243 |     if (Spielzugende == true) {
244 |         goto Spieler_fertig;
245 |
246 |         // Berechne Minuten und Sekunden
247 |         int Minuten = Restzeit / 60;
248 |         int Sekunden = Restzeit % 60;
249 |
250 |         // Zeige die verbleibende Zeit auf dem Display an
251 |         displays[i].showNumberDecEx(Minuten * 100 + Sekunden, 0b01000000, true); // true für führende Nullen
252 |
253 |         // Warte für eine Sekunde
254 |         delay(1000);
255 |
256 |         //Ist die Restzeit kleiner/gleich die Blinkzeit, blinkt die rote LED
257 |         if (Restzeit <= Blinkzeit / 1000) {
258 |             digitalWrite (blinkPins[i], HIGH);
259 |         }
260 |     }
261 | }
262 | }
```

```
268 Spieler_fertig:
269 // Zeige "00:00" auf dem Display an, wenn die Zeit abgelaufen ist
270 displays[i].showNumberDecEx(0, 0b01000000, true);
271
272 //Singalton ertönt eine halbe Sekunde
273 digitalWrite(SUMMER_PIN, HIGH);
274 delay(500);
275 digitalWrite(SUMMER_PIN, LOW);
276
277 //aktueller Spieler_LED sowie dessen Blink-LED wird ausgeschaltet
278 digitalWrite (ledPins[i], LOW);
279 digitalWrite (blinkPins[i], LOW);
280 Spielzugende = false;
281 Startzeit = millis();
282 }
283 }
284 }
```

Speichern abgeschlossen.

Abbildung 26: Arduino Loop

## 6.8 Tests inkl. Testberichte

Im kommenden Kapitel werden die Spielerboards sowie das ganze Programm des interaktiven Spieltisches Schritt für Schritt auf den Ablauf der Funktionen getestet und in je einem Testbericht mit folgenden Aspekten festgehalten:

- Nummer des Tests
- Was wird getestet?
- Was wird erwartet?
- Was ist passiert?
- Status
- Massnahmen / Ursachen

### 6.8.1 Test der Spielerboards

Im Test der Spielerboards, überprüft man die Verdrahtung der einzelnen Boards, die PIN-Belegung am ESP-32 sowie die für-Schleife von Zeile 219 bis 283 aus dem Arduino-Code. Für diesen Test werden alle Komponenten auf dem Steckbrett zusammengebaut, um allfällige Fehler in der Verdrahtung vor dem Zusammenlöten der Spielerboards ausfindig zu machen und zu korrigieren.

#### Testbericht: Spielerboards

Testmethode: Schritt für Schritt

Nr.	Was wird getestet?	Was wird erwartet?	Was ist passiert?	Status	Massnahmen / Ursachen
1	4-stelliges 7-Segment-Display	Die eingestellte Zeit der Variable Spielzeit zählt auf der Anzeige in Minuten und Sekunden ("00:00") korrekt drunter.	dito	● ○ ○ ○	-
2	Blinker	In den letzten zehn Sekunden der ablaufenden Spielzeit blinkt sie rote LED.	dito	● ○ ○ ○	-
3	Taster	Wird der Taster gedrückt, wird der Spielzug frühzeitig beendet, die Anzeige springt auf "00:00" und die Anzeige-LED des Spielers sowie allenfalls der Blinker schalten aus.	dito	● ○ ○ ○	-
4	Anzeige-LED Spieler 1	Solange die Zeit auf dem Spielerboard 1 runterzählt, leuchtet auf jedem Spielerboard die oberste Anzeige-LED.	dito	● ○ ○ ○	-
5	Anzeige-LED Spieler 2	Solange die Zeit auf dem Spielerboard 2 runterzählt, leuchtet auf jedem Spielerboard die zweitoberste Anzeige-LED.	dito	● ○ ○ ○	-
6	Anzeige-LED Spieler 3	Solange die Zeit auf dem Spielerboard 1 runterzählt, leuchtet auf jedem Spielerboard die zweitunterste Anzeige-LED.	dito	● ○ ○ ○	-
7	Anzeige-LED Spieler 4	Solange die Zeit auf dem Spielerboard 1 runterzählt, leuchtet auf jedem Spielerboard die unterste Anzeige-LED.	dito	● ○ ○ ○	-

Abbildung 27: Testbericht Spielerboard

### 6.8.2 Test des Interaktiven Spieltisches

Beim folgenden Test wird das gesamte Programm, welches im Arduino IDE geschrieben wurde, auf das Verhalten und die Korrektheit bei der Inbetriebnahme, der Bedienung über die Webseite sowie dem gesamten Spielverlauf überprüft.

#### Testbericht: Interaktiver Spieltisch

Testmethode: Schritt für Schritt

		Nr.	Was wird getestet?	Was wird erwartet?	Was ist passiert?	Status	Massnahmen / Ursachen
Webseite	In Betriebnahme	1	Initialisierung des ESP32 bei Anschluss ans Stromnetz.	Es soll nichts passieren, alle LED und Anzeigen bleiben aus.	dito	● ○ ○	-
		2	Aufruf der Webseite, über welche Spieleinstellungen getätigt werden können.	Wird die zugewiesenen IP-Adresse "192.168.1.117" im Browser aufgerufen, erscheint die Spieleinstellungs-Webseite.	dito	● ○ ○	-
	2 Spieler	3	Folgende Einstellungen über Webseite vornehmen: Spieleranzahl: 2 Spieler Spielerzeit: 1 Minute	Die Variable Spieler_Anz soll den Wert 2 und die Variable Spielerzeit den Wert 60000 bekommen. Das Programm beginnt mit Spieler 1 zu laufen.	dito	● ○ ○	-
		4	Folgende Einstellungen über Webseite vornehmen: Spieleranzahl: 2 Spieler Spielerzeit: 2 Minute	Die Variable Spieler_Anz soll den Wert 2 und die Variable Spielerzeit den Wert 120000 bekommen. Das Programm beginnt mit Spieler 1 zu laufen.	dito	● ○ ○	-
		5	Folgende Einstellungen über Webseite vornehmen: Spieleranzahl: 2 Spieler Spielerzeit: 3 Minute	Die Variable Spieler_Anz soll den Wert 2 und die Variable Spielerzeit den Wert 180000 bekommen. Das Programm beginnt mit Spieler 1 zu laufen.	dito	● ○ ○	-
	3 Spieler	6	Folgende Einstellungen über Webseite vornehmen: Spieleranzahl: 3 Spieler Spielerzeit: 1 Minute	Die Variable Spieler_Anz soll den Wert 3 und die Variable Spielerzeit den Wert 60000 bekommen. Das Programm beginnt mit Spieler 1 zu laufen.	dito	● ○ ○	-
		7	Folgende Einstellungen über Webseite vornehmen: Spieleranzahl: 3 Spieler Spielerzeit: 2 Minute	Die Variable Spieler_Anz soll den Wert 3 und die Variable Spielerzeit den Wert 120000 bekommen. Das Programm beginnt mit Spieler 1 zu laufen.	dito	● ○ ○	-
		8	Folgende Einstellungen über Webseite vornehmen: Spieleranzahl: 3 Spieler Spielerzeit: 3 Minute	Die Variable Spieler_Anz soll den Wert 3 und die Variable Spielerzeit den Wert 180000 bekommen. Das Programm beginnt mit Spieler 1 zu laufen.	dito	● ○ ○	-
	4 Spieler	9	Folgende Einstellungen über Webseite vornehmen: Spieleranzahl: 4 Spieler Spielerzeit: 1 Minute	Die Variable Spieler_Anz soll den Wert 4 und die Variable Spielerzeit den Wert 60000 bekommen. Das Programm beginnt mit Spieler 1 zu laufen.	dito	● ○ ○	-
		10	Folgende Einstellungen über Webseite vornehmen: Spieleranzahl: 4 Spieler Spielerzeit: 2 Minute	Die Variable Spieler_Anz soll den Wert 4 und die Variable Spielerzeit den Wert 120000 bekommen. Das Programm beginnt mit Spieler 1 zu laufen.	dito	● ○ ○	-
		11	Folgende Einstellungen über Webseite vornehmen: Spieleranzahl: 4 Spieler Spielerzeit: 3 Minute	Die Variable Spieler_Anz soll den Wert 4 und die Variable Spielerzeit den Wert 180000 bekommen. Das Programm beginnt mit Spieler 1 zu laufen.	dito	● ○ ○	-
	2 Spieler	12	Was passiert, wenn Zeit von Spieler 1 abgelaufen ist oder er seinen Taster drückt.	<b>Spielerboard 1:</b> Die Anzeige springt auf "00:00", es ertönt ein Signalton, Anzeige-LED Spieler1 sowie allenfalls der Blinker schalten aus, Anzeige-LED Spieler2 schaltet ein. <b>Spielerboard 2:</b> Anzeige-LED Spieler1 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler2 schaltet ein, eingestellte Spielerzeit beginnt auf Display runter zu zählen.	dito	● ○ ○	-
		13	Was passiert, wenn Zeit von Spieler 2 abgelaufen ist oder er seinen Taster drückt.	<b>Spielerboard 2:</b> Die Anzeige springt auf "00:00", es ertönt ein Signalton, Anzeige-LED Spieler2 sowie allenfalls der Blinker schalten aus, Anzeige-LED Spieler1 schaltet ein. <b>Spielerboard 1:</b> Anzeige-LED Spieler2 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler1 schaltet ein, eingestellte Spielerzeit beginnt auf Display runter zu zählen.	dito	● ○ ○	-

Interaktiver Spieletisch	3 Spieler	14	Was passiert, wenn Zeit von Spieler 1 abgelaufen ist oder er seinen Taster drückt.	<p><b>Spielerboard 1:</b> Die Anzeige springt auf "00:00", es ertönt ein Signalton, Anzeige-LED Spieler1 sowie allenfalls der Blinker schalten aus, Anzeige-LED Spieler2 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 2:</b> Anzeige-LED Spieler1 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler2 schaltet ein, eingestellte Spielerzeit beginnt auf Display runter zu zählen.</p> <p><b>Spielerboard 3:</b> Anzeige-LED Spieler1 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler2 schaltet ein.</p>	dito		-	
		15	Was passiert, wenn Zeit von Spieler 2 abgelaufen ist oder er seinen Taster drückt.	<p><b>Spielerboard 2:</b> Die Anzeige springt auf "00:00", es ertönt ein Signalton, Anzeige-LED Spieler2 sowie allenfalls der Blinker schalten aus, Anzeige-LED Spieler3 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 3:</b> Anzeige-LED Spieler2 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler3 schaltet ein, eingestellte Spielerzeit beginnt auf Display runter zu zählen.</p> <p><b>Spielerboard 1:</b> Anzeige-LED Spieler2 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler3 schaltet ein.</p>	dito		-	
		16	Was passiert, wenn Zeit von Spieler 3 abgelaufen ist oder er seinen Taster drückt.	<p><b>Spielerboard 3:</b> Die Anzeige springt auf "00:00", es ertönt ein Signalton, Anzeige-LED Spieler3 sowie allenfalls der Blinker schalten aus, Anzeige-LED Spieler1 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 1:</b> Anzeige-LED Spieler3 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler1 schaltet ein, eingestellte Spielerzeit beginnt auf Display runter zu zählen.</p> <p><b>Spielerboard 2:</b> Anzeige-LED Spieler3 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler1 schaltet ein.</p>	dito		-	
	Spielverlauf	4 Spieler	17	Was passiert, wenn Zeit von Spieler 1 abgelaufen ist oder er seinen Taster drückt.	<p><b>Spielerboard 1:</b> Die Anzeige springt auf "00:00", es ertönt ein Signalton, Anzeige-LED Spieler1 sowie allenfalls der Blinker schalten aus, Anzeige-LED Spieler2 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 2:</b> Anzeige-LED Spieler1 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler2 schaltet ein, eingestellte Spielerzeit beginnt auf Display runter zu zählen.</p> <p><b>Spielerboard 3:</b> Anzeige-LED Spieler1 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler2 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 4:</b> Anzeige-LED Spieler1 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler2 schaltet ein.</p>	dito		-
			18	Was passiert, wenn Zeit von Spieler 2 abgelaufen ist oder er seinen Taster drückt.	<p><b>Spielerboard 2:</b> Die Anzeige springt auf "00:00", es ertönt ein Signalton, Anzeige-LED Spieler2 sowie allenfalls der Blinker schalten aus, Anzeige-LED Spieler3 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 3:</b> Anzeige-LED Spieler2 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler3 schaltet ein, eingestellte Spielerzeit beginnt auf Display runter zu zählen.</p> <p><b>Spielerboard 4:</b> Anzeige-LED Spieler2 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler3 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 1:</b> Anzeige-LED Spieler2 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler3 schaltet ein.</p>	dito		-
			19	Was passiert, wenn Zeit von Spieler 3 abgelaufen ist oder er seinen Taster drückt.	<p><b>Spielerboard 3:</b> Die Anzeige springt auf "00:00", es ertönt ein Signalton, Anzeige-LED Spieler3 sowie allenfalls der Blinker schalten aus, Anzeige-LED Spieler4 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 4:</b> Anzeige-LED Spieler3 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler4 schaltet ein, eingestellte Spielerzeit beginnt auf Display runter zu zählen.</p> <p><b>Spielerboard 1:</b> Anzeige-LED Spieler3 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler4 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 2:</b> Anzeige-LED Spieler 3 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler4 schaltet ein.</p>	dito		-



<b>neue Einstellungen</b>	20	Was passiert, wenn Zeit von Spieler 4 abgelaufen ist oder er seinen Taster drückt.	<p><b>Spielerboard 4:</b> Die Anzeige springt auf "00:00", es ertönt ein Signalton, Anzeige-LED Spieler4 sowie allenfalls der Blinker schalten aus, Anzeige-LED Spieler1 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 1:</b> Anzeige-LED Spieler4 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler1 schaltet ein, eingestellte Spielerzeit beginnt auf Display runter zu zählen.</p> <p><b>Spielerboard 2:</b> Anzeige-LED Spieler4 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler1 schaltet ein.</p> <p><b>Spielerboard 3:</b> Anzeige-LED Spieler 34 schaltet aus, Anzeige-LED Spieler1 schaltet ein.</p>	dito		-
	21	Was passiert, wenn während laufendem Programm neue Einstellungen über die Webseite gemacht werden.	Es werden alle Displays auf "00:00" gesetzt, alle Anzeige-LED der Spieler sowie die Blinker werden ausgeschaltet und das Programm wird mit den neuen Variablen initialisiert.	dito		-

Abbildung 28: Testbericht interaktiver Spieletisch

## 6.9 Fertigstellung des Endproduktes

Im letzten Kapitel der Projektrealisation geht es nun um die Fertigstellung des Endproduktes. Die Tischplatte muss so bearbeitet werden, dass die vier Spielerboards an je einer Tischseite versenkt montiert werden können. Die Spielerboards müssen zusammengebaut bzw. gelötet werden und die U72-Kabel auf Seiten Spielerboard sowie ESP-32 mit den Komponenten verbunden werden. Zum Schluss wird das ganze Endprodukt «Interaktiver Spieletisch» noch einmal einem Testlauf unterzogen.

### 6.9.1 Bearbeitung der Tischplatte

Um die vier Spielerboards wie in der Darstellung des Endproduktes im Kapitel 6.6.3 im Tisch zu versenken und lediglich durch die vier Befestigungsschrauben an den Ecken der Gehäusedeckel zusammenzuziehen, werden exakte Ausschnitte in der Tischplatte benötigt.



Abbildung 29: Frässhablone

Da mein jüngerer Bruder Samuel als Zimmermann tätig ist und über ein grosses Sortiment an Holzbearbeitungswerkzeug besitzt, wendet man sich für diese Arbeiten an ihn. Man trifft sich an einem Abend bei der Firma Kälin HolzTechnik AG in Trachslau, bei welcher mein Bruder momentan angestellt ist.

Zuerst nimmt man die genauen Masse der Spielerboards auf und erstellt eine rechteckige Schablone, welche im Anschluss mit Schraubzwingen an der Tischplatte befestigt werden. Zur gleichen Zeit zeichnet man die Ausschnitte auf der Tischplatte an, um die Richtigkeit der Schablone zu überprüfen.

Nach einem Testausschnitt an einer anderen Holzplatte, wagt man sich an die originale Tischplatte des interaktiven Spieletisches. Samuel fräst mit einer Oberfräse die vier Spielerboardsausschnitte nacheinander aus. Da die Gehäuse extrem geringe Auflageflächen aufweisen, werden die Ausschnitte eher etwas knapp gehalten um danach das überschüssige Holz mit Handschleifpapier abzutragen. Die Allzweckgehäuseteile können nun oben und unten platziert werden und durch die Deckelschrauben exakt in den Ausschnitten zusammengezogen werden.



Abbildung 30: Ausschnitte fräsen

Ich bedanke mich bei meinem Bruder Samuel sowie bei der Firma Kälin HolzTechnik AG für die Mithilfe und die zur Verfügung gestellten Elektromaschinen, was heutzutage nicht mehr selbstverständlich ist.



Abbildung 31: Bruder Samuel mit fertiger Tischplatte

### 6.9.2 Spielerboards zusammenbauen, mit Kabel verlöten und einbauen

Spielerboard um Spielerboard klebt man die TM1637-Displays mit Sekundenkleber an der Innenseite des Allzweckgehäusedeckels fest, befestigt die vier Spieler-LEDs sowie die Blink-LED mit den Durchsteckhalterungen in den vorgesehenen Löchern und zieht den Taster mit der passenden Mutter von hinten an den Gehäusedeckel. Nachdem alle Elektronikbauteile an ihrem Platz verankert sind, schneidet man die Leiterplatten, auf welchen Leitbahnen vorhanden sind, zu. Die gebrochenen Plattenteile werden auf der Innenseite der Gehäusedeckel auf die Pins der LEDs gesteckt und zusammengelötet. Die vorgefertigten Kabel mit Stecker für die TM1637-Displays steckt man auf der



Abbildung 32: Spielerboard verbaut

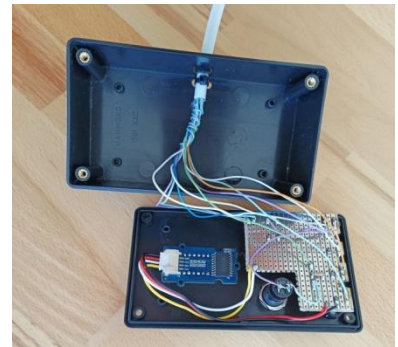


Abbildung 33: Spielerboard innen

einen Seite am Gerät ein und schneidet auf der andern den Stecker ab, um die Litzen auf die Leiterplatte zu löten. Der 20kOhm Pullup-Widerstand wird fest auf die Leiterplatte gelötet und die Verbindungsbrücken zum Schalter mit Drahtresten erstellt. Vor dem Einbau in den Tisch lötet man die zehn Adern des U72-Kabels nach Schema im Kapitel 6.7.1 «Verdrahtungsschema der Spielerboards» auf die Leiterbahnen sowie den Schalter. Für die Befestigung des Kabels am Gehäuse werden zwei Löcher in dessen Boden gebohrt und das Kabel mit einem Kabelbinder daran festgezogen. Nun können die je zwei Gehäuseteile mit vier langen M4-Schrauben von hinten und vorne an die Tischplatte gezogen werden.

### 6.9.3 Abzweigdose mit ESP-32 und Summer montieren

Auf der Unterseite der Tischplatte misst man die genaue Tischmitte ein, auf welche die Aufputz-Abzweigdose mit kleinen Holzschrauben befestigt wird. Die Kabel der Spielerboards führt man auf je einer Seite in die Dose und befestigt diese mit je einem Kabelbinder an den dafür vorgesehenen Laschen. Nun wird am ESP-32 auf beiden Seiten Leiterbahnen an die Pins gelötet. Diese Leiterbahnen dienen dazu, die vierzig Adern der Spielerboards an den Mikrokontroller zu binden. Durch strukturiertes Vorgehen nach der Abbildung im Kapitel 6.7.2 «Kurzer Beschrieb des ESP32 und PIN-Definition für mein Projekt» lötet man die Drähte an der jeweiligen Leiterbahn des zutreffenden Pins auf.

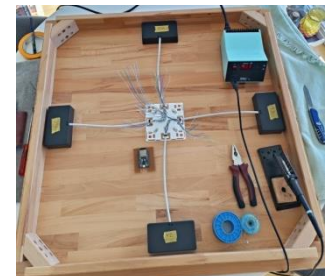


Abbildung 34: Bearbeitung Abzweigdose

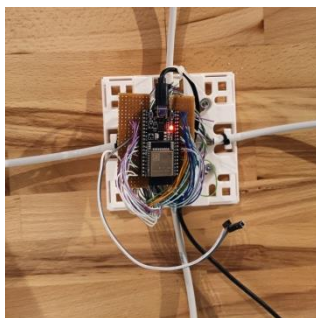


Abbildung 35: Fertig verdrahteter ESP-32

Zum Schluss schneidet man im Abzweigdosendeckel die vier Ausschnitte für die Kabel aus und bohrt ein kleines Loch für den Summer. Dieser wird an der Innenseite festgeklebt und man stellt die Verbindung mit festgelöteten Steckbrückenjumper zwischen Leiterbahn und Summer her. Nun muss vor der Schliessung der Abzweigdose nur noch das Speisungskabel mit Mikro-USB am ESP-32 angeschlossen und die Steckbrückenjumper am Summer eingesteckt werden.

### 6.9.4 Testdurchlauf des fertigen Endproduktes

Da das Programm bereits im Kapitel 6.8.2 «Test des Interaktiven Spieltisches» einwandfrei durchgetestet wurde, geht es in diesem Testdurchlauf lediglich darum, ob alle Elektronikkomponente richtig angeschlossen und sauber verlötet sind. Dafür stellt man über die Webseite die Spieleranzahl auf vier und die Spielerzeit auf 1 Minute ein. Beim Drücken des «Einstellungen speichern»-Button beginnt das Programm bei Spieler 1 zu laufen. Zuerst lässt man das Programm einfach mal durchlaufen und überprüft, ob die Zeit auf dem Display runter zählt, ob der Blinker in den letzten zehn Sekunden blinkt, der Summer bei abgelaufener Zeit ertönt und ob jeweils die richtigen Spieler-LEDs auf den vier Spielerboards leuchten. Wenn dies alles zutrifft, testet man im zweiten Durchgang, ob bei Tasterdruck der Spielzug beendet wird und der Vorgang beim nächsten Spieler startet. Auch das ist der Fall. Zum Schluss erstellt man, währenddessen das Programm läuft, neue Einstellungen über die Webseite. Das erwartete Zurücksetzen mit neuer Initialisierung der Variablen «Spieleranzahl» sowie «Spielerzeit» wird ausgeführt.



Abbildung 36: Endprodukt interaktiver Spieltisch



## 6.9.5 Bedienungsanleitung – Interaktiver Spieltisch

Damit auch andere Personen den interaktiven Spieltisch in Betrieb nehmen und bedienen können, wird eine Bedienungsanleitung hergestellt, in welcher das Vorgehen Schritt für Schritt beschrieben wird.

### Bedienungsanleitung - Interaktiver Spieltisch

Der interaktive Spieltisch soll faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglichen. Die auf dem Display ablaufende Zeit ist die Bedenkzeit, welche der Spieler pro Runde zur Verfügung hat, um seinen Spielzug auszuführen. Die letzten zehn Sekunden der ablaufenden Zeit werden jeweils mit Blinken einer roten LED signalisiert. Braucht ein Spieler nicht die komplette Bedenkzeit, kann er seinen Spielzug frühzeitig über das Drücken des Tasters beenden. Ist die Zeit abgelaufen oder der Spieler hat den Taster gedrückt, ertönt ein Signalton. Seine Anzeige springt auf „00:00“ und der Spielzug des nächsten Spielers beginnt automatisch.

#### Inbetriebnahme:

1. Stecke das schwarze Kabel mit USB-Stecker über einen Adapter am 230V-Netz an.
2. Verbinde dein Smartphone mit dem lokalen WLAN-Netzwerk.  
SSID: xir-45236      Passwort: 2nux-5dgf-1ejc-qkra
3. Öffne auf deinem Smartphone den gewünschten Internet-Browser.
4. Gib in der Adresszeile des Internet-Browsers folgende IP-Adresse ein:  
192.168.1.117
5. Es öffnet sich folgende Webseite:



#### Spieleranzahl:

- 2 Spieler  
 3 Spieler  
 4 Spieler

#### Spielerzeit:

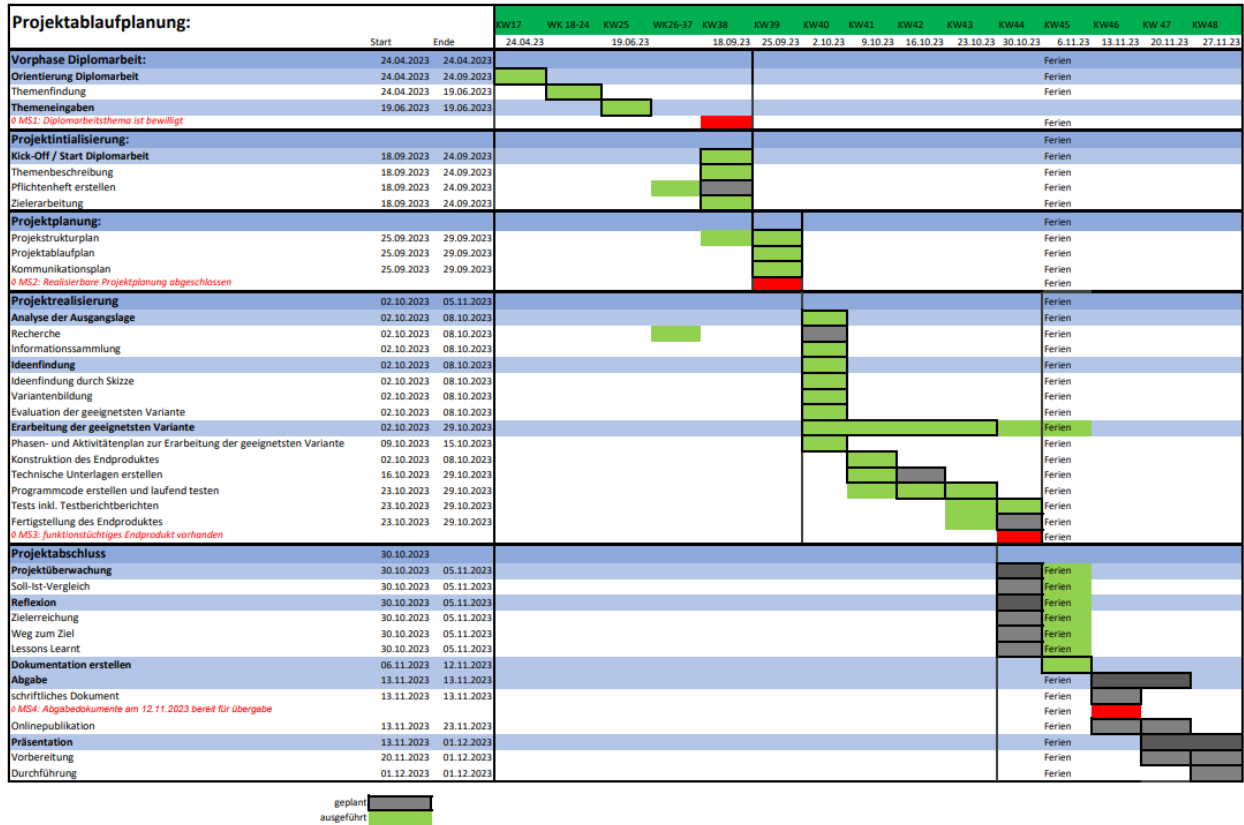
- 1 Minute  
 2 Minuten  
 3 Minuten

6. Wähle nun über die Radio-Button die gewünschte Spieleranzahl sowie die Spielerbedenkzeit aus.
7. Durch das Drücken der „Einstellungen speichern“-Taste wird die Spieleranzahl sowie die Spielerbedenkzeit gespeichert und das Programm beginnt zu laufen.
8. Wird zum Beispiel während des Programmverlaufes bei 3 oder 4 Spielern ein Spieler beim Strategiespiel fertig, kann die Spieleranzahl und allenfalls auch die Spielerbedenkzeit jederzeit angepasst werden.
9. Um den interaktiven Spieltisch auszuschalten, den Stecker kurz vom Netz ziehen und sofort wieder einstecken, um die gespeicherten Daten aufrechtzuerhalten.

**Viel Glück und Spass beim Spielen 😊**

## 7 Projektabschluss

### 7.1 Projektüberwachung Soll-Ist-Vergleich



Grundsätzlich konnte man sich über das ganze Projekt relativ gut an den vorgegebenen Projekttablaufplan halten. Die Recherche musste man gar vorziehen, da die bereits im Pflichtenheft erwartet wurde. Mit den technischen Unterlagen wurde man ebenfalls bereits eine Woche früher als geplant fertig und gewann dadurch Zeit beim Codeschreiben im Arduino. Beim Programmcodeschreiben kam man etwas in Zeitdruck, da die Kommunikation zwischen Webseite und Mikrokontroller nicht auf Anhieb funktionierte. Doch auch diese Herausforderung konnte man im Rahmen der Zeit durch eine Erklärung auf einer Webseite bewältigen. Lediglich die Tests und das Testberichts schreiben wurden etwas unterschätzt, was einen Zeitverlust mit sich zog. Dadurch hat sich das erstellen des Projektabschlusses um eine Woche nach hinten verschoben.

## 7.2 Evaluation der Zielerreichung

**Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.**

- ✓ Dieses Ziel wurde erreicht, da ein Tisch mit integrierter Spieluhr für vier Spieler entwickelt wurde und dieser das faire bzw. effiziente Spielen von Strategiespielen ermöglicht.

**Die Komponente sind verbunden, programmiert und im Tisch verbaut.**

- ✓ Alle elektronischen Bauteile wurden im Tisch verbaut, durch Kabel oder Leiterbahnen verbunden und der Mikrokontroller mit der Software Arduino IDE programmiert.

**3 von 4 Personen können den interaktiven Spieletisch mittels Anleitung in Betrieb nehmen und die gewünschte Spieleranzahl sowie die Spielerbedenkzeit einstellen.**

- ✓ 4 von 4 befragten Personen konnten den interaktiven Spieletisch mit der Bedienungsanleitung ohne Rückfragen bedienen. Das Ziel gilt als erreicht.

**Die verbleibende Zeit wird dem Spieler jederzeit über eine sinnvoll platzierte Zeitanzeige angezeigt.**

- ✓ Da jeder Spieler auf seinem Spielerboard ein eigenes TM1637-Display hat, kann der Spieler, welcher momentan an der Reihe ist, seine runterzählende Zeit sehen. Die anderen Spieler haben auf ihrer Anzeige «00:00». Ziel ist somit erreicht.

**In den letzten zehn Sekunden der ablaufenden Spielerzeit blinkt eine Signallampe.**

- ✓ Auch hier besitzt jeder Spieler eine eigene Blink-LED, welche anfängt zu blinken, wenn die Zeit auf seinem Display kleiner als 10 Sekunden ist. Diese schaltet sich bei abgelaufener Zeit wieder aus. Das Ziel gilt als erreicht.

**Bei abgelaufener Spielerzeit ertönt ein Signalton und die Zeit des nächsten Spielers beginnt zu zählen.**

- ✓ Das Ziel wird erreicht, da der in der Abzweigdose montierte Summer bei Ablauf der Zeit piepst und zur gleichen Zeit der Spielzug des nächsten Spielers beginnt.

**Beim Drücken des Tasters wird der Spielzug frühzeitig beendet und die Zeit des nächsten Spielers beginnt automatisch zu laufen.**

- ✓ Auch hierfür besitzt jeder Spieler einen Taster auf seinem Spielerboard, um seinen Spielzug zu beenden. Der Zeitzähler des nächsten Spielers startet automatisch. Das Ziel wird erreicht.

**Aus den Erkenntnissen des Testberichtes können Massnahmen abgeleitet werden.**

- ✓ Die Tests funktionierten alle einwandfrei. Aus dem Testprotokoll ist ersichtlich, dass keine weiteren Änderungen vorgenommen werden müssen. Das Ziel gilt als erreicht.

**Die Dokumentation ist nach den Richtlinien der Diplomarbeit gegliedert und es müssen maximal fünf Verständnisfragen geklärt werden.**

- ✓ Das Erfolgskriterium kann erst nach Abgabe der Dokumentation beurteilt werden.

**Die Onlinepublikation ist sieben Tage vor der Präsentation hochgeladen.**

- ✓ Das Erfolgskriterium kann erst nach Abgabe der Dokumentation beurteilt werden.

**Sämtliche Vorgaben zu den Inhalten der Präsentation wurden berücksichtigt.**

- ✓ Das Erfolgskriterium kann erst nach Abgabe der Dokumentation beurteilt werden.

### 7.3 Reflexion Weg zum Ziel

Um die gestellten Ziele zu erreichen, wurde hauptsächlich auf die letzten drei Weiterbildungsjahre an der TEKO Luzern zurückgegriffen. Das Erlernen des ganzen Projektmanagements und das Erstellen von technischen Unterlagen wie Struktogramme lag aber bereits eine Weile zurück. Durch das jährliche Wiederholen der diversen Prozesse bei Projekt- sowie Semesterarbeiten wurde das ganze immer wieder vertieft und konnte stetig leichter umgesetzt werden. Das Wissen für den Aufbau der elektronischen Schaltung und das Programmieren des Mikrokontrollers war allerdings noch sehr präsent, da die Fächer «Elektronik» sowie «Regelungstechnik» im letzten Bildungsjahr geschult wurden. Die handwerklichen Fähigkeiten, den Rohstoff des Tisches zu bearbeiten oder die Spielerboards zu konstruieren und zusammenzubauen, verdankt man den diversen Tätigkeiten des beruflichen Werdeganges in der Elektrobranche. Alles in allem war die Zielerreichung durch jede einzeln investierte Minute der letzten drei Jahre zu verdanken.

### 7.4 Lessons Learnt

Die Erarbeitung der vorliegenden Diplomarbeit brachte mir teilweise fast schlaflose Nächte. Ich war so sehr in dieses Projekt vertieft, dass ich schlecht abschalten konnte und bereits an den nächsten Schritten herumgrübeln musste. Ebenfalls baute ich oft zu wenig Arbeitspausen in den Tag ein, welche ich voll und ganz der Diplomarbeit widmete. Dadurch war ich Gedanken oft blockiert. Ich verlor dadurch wichtige Zeit beim Erstellen der Dokumentation. Das Programmieren, vor allem die Webseite für die Spieleinstellungen, war eine grosse Herausforderung für mich.

Ich bin mit dem Resultat meiner Diplomarbeit zufrieden und konnte ein Endprodukt erschaffen, welches meiner Vorstellung von solch einem interaktiven Spieletisch fast zu hundert Prozent gerecht wird. Lediglich das Verschwindenlassen der Spielerboards auf der Tischplattenoberfläche lag im zeitlich nicht drin. Bereits bei den ersten Testspielversuchen mit Personen, welche den Tisch mit der Bedienungsanleitung in Betrieb nahmen, war faires und effizientes Spielen ersichtlich. Ein solches Projekt würde ich auch ein zweites Mal im gleichen Rahmen mit demselben Vorgehensmodell erarbeiten. Bei der Expertenwahl würde ich jedoch eine mir nächstehende Person auswählen, welche mir mehr Unterstützung bezüglich Mikrokontroller und Programmieren geben würde.

### 7.5 Ausblicke

Wie bereits im Lessons Learnt erwähnt, hätte ich die Spielerboards gerne bei Nichtgebrauch der Spieluhr von der Tischplatte verschwinden lassen. Mein Gedanke war es, die Allzweckgehäuse nicht in der Platte zu versenken, sondern von unten auf dreh- oder aufklappbare Ausschnitte zu montieren. Dies erfordert jedoch wegen der Kabelführung, welche teils in der Tischplatte sein muss, als grossen zeitlichen Aufwand und wäre somit eine Idee für ein späteres Projekt.

## 8 Verzeichnisse

### 8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: analoge Spieluhr.....	12
Abbildung 2: digitale Spieluhr .....	12
Abbildung 3: Skizze der ersten Ideen .....	13
Abbildung 4: Mindmap Bewertungskriterien.....	16
Abbildung 5: Phasen- und Aktivitätenplan .....	19
Abbildung 6: Ricardo Holztisch 80x80cm.....	20
Abbildung 7: Konstruktion Spielerboards.....	20
Abbildung 8: Einmass Gehäusedeckel .....	20
Abbildung 9: Bearbeitung Allzweckgehäuse .....	21
Abbildung 10: Konstruktion des Endproduktes.....	21
Abbildung 11: Verdrahtungsschema der Spielerboards .....	22
Abbildung 12: ESP-32 mit definierten Pins .....	23
Abbildung 13: VIPS Spieler_Anz und Spielerzeit auswählen.....	24
Abbildung 14: VIPS während-Schleife .....	24
Abbildung 15: VIPS Spielzug beendet .....	25
Abbildung 16: VIPS neue Einstellungen speichern .....	25
Abbildung 17: VIPS Neuinitialisierung der Variablen .....	26
Abbildung 18: VIPS komplettes Struktogramm .....	27
Abbildung 19: Arduino Programmkopf .....	28
Abbildung 20: Arduino inkludierte Bibliotheken .....	28
Abbildung 21: Arduino I-O Mapping.....	29
Abbildung 22: Arduino Arrays.....	30
Abbildung 23: Arduino HTML-Code für Webseite .....	30
Abbildung 24: Arduino WLAN Initialisierung.....	31
Abbildung 25: Arduino Setup.....	32
Abbildung 26: Arduino Loop .....	34
Abbildung 27: Testbericht Spielerboard.....	35
Abbildung 28: Testbericht interaktiver Spieletisch.....	38
Abbildung 29: Frässchablone .....	39
Abbildung 30: Ausschnitte fräsen .....	39
Abbildung 31: Bruder Samuel mit fertiger Tischplatte .....	39
Abbildung 32: Spielerboard verbaut.....	40
Abbildung 33: Spielerboard innen.....	40
Abbildung 34: Bearbeitung Abzweigdose .....	40
Abbildung 35: Fertig verdrahteter ESP-32 .....	40
Abbildung 36: Endprodukt interaktiver Spieletisch .....	41

### 8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: morphologischer Kasten .....	14
Tabelle 2: Präferenzmatrix .....	17
Tabelle 3: Nutzwertanalyse .....	17

### 8.3 Quellenverzeichnis

Abbildung 1: analoge Spieluhr	Seite 13	<a href="http://apfelkiste.ch">Schach Uhr Wettbewerb Countdown Brettspiel Timer (apfelkiste.ch)</a>
Abbildung 2: digitale Spieluhr	Seite 13	<a href="https://www.ebay.com">Digitale Schachuhr Game Timer Schwarz   eBay</a>
Abbildung 12: ESP-32 mit definierten Pins	Seite 24	<a href="https://www.espressif.com">esp32-devkitC-v4-pinout.png (1600x1091) (espressif.com)</a>
Abbildung 23: Arduino HTML-Code für Webseite	Seite 31	<a href="https://www.electrorules.com">ESP32 Web Server: Control Stepper Motor (HTML Form) - Electrorules</a>
Abbildung 24: Arduino WLAN Initialisierung	Seite 32	<a href="https://www.wolles-elektronikkiste.de">WLAN mit ESP8266 und ESP32 • Wolles Elektronikkiste (wolles-elektronikkiste.de)</a>

## 9 Eigenständigkeitserklärung

Der Verfasser bestätigt mit seiner Unterschrift, dass die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als die angegebenen Hilfsmittel erstellt wurde.

Die aus fremden Quellen (einschliesslich elektronischer Quellen) direkt oder indirekt übernommenen Inhalte sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht vorgelegt worden.

Unterschriften:



Lukas Bettschart

Datum/Ort:

12.11.2023, Bennau

## 10 Anhang

### 10.1 Materialliste

Material	Stückzahl	Lieferant	Data-Sheets	Gesamtpreis in CHF
Holztisch 800x800mm	1 Stück	Ricardo	-	21.00
Allzweckgehäuse	4 Stück	Distrelec Schweiz AG	<a href="https://media.distrelec.com/Web/Downloads/aw/e/cd1591XXC_draw_e.pdf">https://media.distrelec.com/Web/Downloads/aw/e/cd1591XXC_draw_e.pdf</a>	40.15
LED 10mm rot	4 Stück	Farnell AG	<a href="#">3820139.pdf (farnell.com)</a>	02.90
LED-Halter 10mm	4 Stück	Farnell AG	<a href="#">RTF-1090(Ver.1) (farnell.com)</a>	03.07
LED 5mm grün	4 Stück	Farnell AG	<a href="#">3820134.pdf (farnell.com)</a>	01.02
LED 5mm blau	12 Stück	Farnell AG	<a href="#">3820134.pdf (farnell.com)</a>	02.78
LED-Halter 5mm	16 Stück	Farnell AG	<a href="#">RTF-5010(Ver.11) (farnell.com)</a>	07.31
Drucktaster	4 Stück	Farnell AG	<a href="#">2972990.pdf (farnell.com)</a>	03.80
Widerstand 20kOhm	4 Stück	-	-	00.00
TM1637-Display	4 Stück	Farnell AG	<a href="#">3759160.pdf (farnell.com)</a>	23.92
Leiterbahnen 100x160mm	2 Stück	Farnell AG	<a href="#">1998176.pdf (farnell.com)</a>	05.66
U72-Kabel 3x4x0.5	3m	Elektro Schönbächler AG	-	00.00
ESP-32	1 Stück	-	<a href="https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf">https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf</a>	00.00
Summer 5V	1 Stück	-		00.00
				CHF 111.61

## 10.2 Projektstatusberichte

### Projekt: Interaktiver Spieletisch

Statusbericht: KW 38

<b>Projektleiter</b> Lukas Bettschart	<b>Projektziele</b> Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.	<b>Verteiler</b> • Josef Räber			
<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ □ □	<b>Projektklima</b> ■ □ □	<b>Termine</b> ■ □ □	<b>Risiken</b> ■ □ □	<b>Ressourcen</b> ■ □ □
<b>Tendenz</b>	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zielscheibe erstellt</li> <li>• Erarbeitung Projektstrukturplan</li> <li>• Erarbeitung Ablaufplan</li> </ul>			<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grosse Motivation ein brauchbares Produkt zu erstellen.</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Momentan noch keine Probleme vorhanden</li> </ul>		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zielbesprechung mit Diplomlehrer</li> <li>• Projektplanung Abschiessen</li> <li>• Start Projekt Realisierung</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

### Projekt: Interaktiver Spieletisch

Statusbericht: KW 39

<b>Projektleiter</b> Lukas Bettschart	<b>Projektziele</b> Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.	<b>Verteiler</b> • Josef Räber			
<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ □ □	<b>Projektklima</b> ■ □ □	<b>Termine</b> ■ □ □	<b>Risiken</b> ■ □ □	<b>Ressourcen</b> ■ □ □
<b>Tendenz</b>	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektplanung abgeschlossen</li> </ul>			<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhaltung des Zeitplans</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Momentan noch keine Probleme vorhanden</li> </ul>		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variantenbildung und <u>-auswertung</u></li> <li>• Material bestellen</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

**Projekt: Interaktiver Spieletisch**
**Statusbericht: KW 40**

<b>Projektleiter</b> Lukas Bettschart	<b>Projektziele</b> Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.	<b>Verteiler</b> • Josef Räber			
<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ □ □	<b>Projektklima</b> ■ □ □	<b>Termine</b> □ ■ □	<b>Risiken</b> □ ■ □	<b>Ressourcen</b> ■ □ □
<b>Tendenz</b>	⇒	⇒	↘	↘	⇒
<b>Aktueller Projektstand</b>			<b>Was läuft gut?</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Ausgangslage abgeschlossen</li> <li>• Favorisierte Variante bestimmt</li> <li>• Material bestellt und bereits geliefert</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhaltung der Materiallieferfristen</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitaufwand der folgenden Schritte <u>evt.</u> etwas unterschätzt</li> </ul>		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenbau der einzelnen Spielerboards</li> <li>• Programmcode schreiben und fortlaufend testen</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

**Projekt: Interaktiver Spieletisch**
**Statusbericht: KW 41**

<b>Projektleiter</b> Lukas Bettschart	<b>Projektziele</b> Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.	<b>Verteiler</b> • Josef Räber			
<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ □ □	<b>Projektklima</b> ■ □ □	<b>Termine</b> □ ■ □	<b>Risiken</b> □ ■ □	<b>Ressourcen</b> ■ □ □
<b>Tendenz</b>	⇒	↘	⇒	⇒	⇒
<b>Aktueller Projektstand</b>			<b>Was läuft gut?</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spielerboards zusammengebaut und gelötet</li> <li>• Programmcode für Spielablauf erstellt</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation durch Erfolge im <u>Programmieren</u></li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mühe mit der Erstellung des Arduino-Codes</li> </ul>		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmcode für Spielbedienung über Smartphone und WLAN</li> <li>• Holzbearbeitung für Einbau der Komponenten</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

**Projekt: Interaktiver Spieletisch**











Statusbericht: KW 42

<b>Projektleiter</b> Lukas Bettschart	<b>Projektziele</b> Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.	<b>Verteiler</b> • Josef Räber			
<b>Gesamtbeurteilung</b>  <b>Tendenz</b>	<b>Projektverlauf</b>  	<b>Projektklima</b>  	<b>Termine</b>  	<b>Risiken</b>  	<b>Ressourcen</b>  
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmcode für Spielbedienung über Smartphone und WLAN erstellt</li> <li>• Termin für Tischbearbeitung mit Bruder (Fachmann) am 24.10.2023</li> </ul>		<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenstand über Inhalt der Dokumentation</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übermittlung der der Daten von der Webseite auf den Mikrokontroller</li> </ul>			
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übermittlungsprobleme zwischen Webseite und Mikrokontroller beheben</li> <li>• Holzischibearbeitung für Einbau der Komponenten</li> <li>• Produkt testen, Testergebnisse auswerten und Massnahmen ableiten</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

**Projekt: Interaktiver Spieletisch**

Statusbericht: KW 43

<b>Projektleiter</b> Lukas Bettschart	<b>Projektziele</b> Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.	<b>Verteiler</b> • Josef Räber			
<b>Gesamtbeurteilung</b>  <b>Tendenz</b>	<b>Projektverlauf</b>  	<b>Projektklima</b>  	<b>Termine</b>  	<b>Risiken</b>  	<b>Ressourcen</b>  
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaktiver Spieletisch fertig programmiert und zusammengebaut</li> <li>• Erste Tests ausgeführt mit positiven Ergebnissen</li> </ul>		<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übermittlungsprobleme der Daten von der Webseite an den Mikrokontroller erfolgreich gelöst</li> <li>• «Meilenstein 3: funktionstüchtiges Endprodukt vorhanden» ist erreicht</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleiner Rückstand im Terminplan</li> </ul>			
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produkt fertig testen, Testergebnisse auswerten und Massnahmen.</li> <li>• Projektabschluss mit Projektüberwachung und Reflexion erstellen</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

**Projekt: Interaktiver Spieletisch**

Statusbericht: KW 44

<b>Projektleiter</b> Lukas Bettschart	<b>Projektziele</b> Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.	<b>Verteiler</b> • Josef Räber			
<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ □ □	<b>Projektklima</b> ■ □ □	<b>Termine</b> ■ □ □	<b>Risiken</b> ■ □ □	<b>Ressourcen</b> ■ □ □
<b>Tendenz</b>	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produkt fertig getestet und Testbericht erstellt</li> <li>• Evaluation der Zielerreichung durchgeführt</li> <li>• Projektüberwachung und Reflexion erstellt</li> </ul>			<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückstand im Terminplan aufgeholt</li> <li>• Durch Ferien genügend Restzeit zur Fertigstellung der Dokumentation</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b>		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlende Unterlagen erarbeiten</li> <li>• Dokumentation zusammenstellen und vorbereiten für Abgabe.</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

**Projekt: Interaktiver Spieletisch**

Statusbericht: KW 45

<b>Projektleiter</b> Lukas Bettschart	<b>Projektziele</b> Es liegt ein Produkt vor, welches faires und effizientes Spielen von Strategiespielen ermöglicht.	<b>Verteiler</b> • Josef Räber			
<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ □ □	<b>Projektklima</b> ■ □ □	<b>Termine</b> ■ □ □	<b>Risiken</b> ■ □ □	<b>Ressourcen</b> ■ □ □
<b>Tendenz</b>	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplette Diplomarbeit fertiggestellt</li> </ul>			<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b>		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onlinepublikation erstellen</li> <li>• Präsentation vorbereiten und halten</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber