

SEITE
03 -

MIT WAS
MATERIAL

SEITE
05 -

WIE
KONSTRUKTION

SEITE
09 -

WIE
PROGRAMMIERUNG

PHÔS²

DAS ULTIMATIVE DIY TUTORIAL

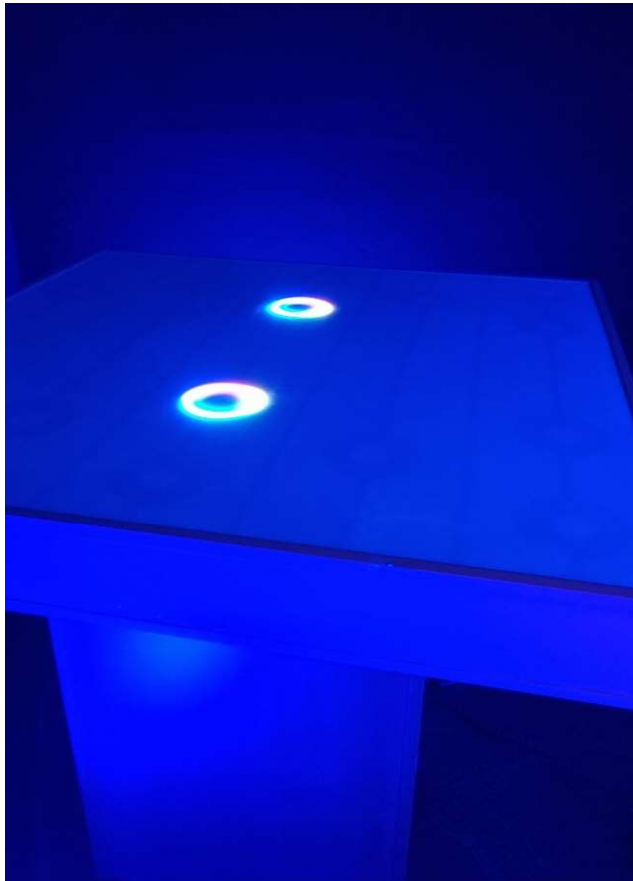
DEIN SPIEL.
DEINE REGELN.
DEIN PHÔS²

FEBRUAR 2025



INHALT

Follow us on @PHÔS²



ÜBER MICH & SWH 02

MATERIAL 03

Alle Bauteile von MDF bis Arduino auf einen Blick.

WERKZEUG 04

Alles, was du für den Bau brauchst – von Fräse bis Lötkolben.

KONSTRUKTION 05

Schritt-für-Schritt vom Zuschnitt bis zur Lackierung.

VERKABELUNG 07

LEDs, Sensoren, Arduino und Netzteil richtig anschließen.

PROGRAMMIERUNG 09

Code von GitHub laden, ESP flashen, Arduino programmieren.

HAPPY HACKING! 11

Projekt abgeschlossen
Zeit für kreative
Erweiterungen!



/ WER UND WAS

ÜBER MICH

Mein Name ist **Georgie**, und ich studiere derzeit Medieninformatik im Master an der Universität Ulm. Ich stehe kurz vor meinem Abschluss und habe im Rahmen des Universitätsprojekts Sketching With Hardware II das interaktive Reaktionsspiel **PHÔS²** entwickelt. Das Projekt wurde während des Wintersemesters 2024/25 als Teil eines universitären Praxisprojekts realisiert. Mein Ziel war es, Sensortechnologie mit digitaler Steuerung zu kombinieren und eine interaktive Spielplattform zu erschaffen, die sich flexibel an verschiedene Anforderungen anpassen lässt. Dabei wurden verschiedene Technologien kombiniert, um ein innovatives interaktives System zu entwickeln, das sowohl technisches als auch gestalterisches Know-how erfordert und einen praxisnahen Einblick in die Entwicklung hardwarebasierter Interaktionssysteme bietet.

SKETCHING WITH HARDWARE

Die Veranstaltung Sketching With Hardware ist eine zweisemestrige Projektreihe, die sich mit Digital Fabrication, Rapid Prototyping und der Entwicklung interaktiver Systeme beschäftigt. Studierende lernen, eigene hardwarezentrierte Prototypen zu kreieren und ihr Wissen in einem umfangreichen Praxisprojekt anzuwenden.

Im ersten Teil erhalten die Teilnehmer eine Einführung in verschiedene Design-Werkzeuge (3D-Modellierung, CAD, Simulation), additive und subtraktive Fertigungsverfahren (3D-Druck, CNC, Laserschnitt) sowie Mikrocontroller-Programmierung (Arduino). Diese Kenntnisse werden dann im zweiten Teil, dem Projektsemester, zur Entwicklung eines eigenen innovativen Systems genutzt. Dabei werden Konzepte zur Realisierung neuer technischer Lösungen erarbeitet und praktisch umgesetzt.

Das Projekt **PHÔS²** entstand genau in diesem Kontext und vereint technisches Know-how aus der Medieninformatik mit physischer Interaktion, um ein vollständig anpassbares Reaktionsspiel zu schaffen. Die Ergebnisse wurden ausführlich dokumentiert, präsentiert und in dieser DIY-Anleitung für die Nachwelt festgehalten.



GEORGIE

Student Master
Medieninformatik



/ MIT WAS

MATERIAL

Die Auswahl der richtigen Materialien ist entscheidend für den stabilen Aufbau und die langfristige Nutzung des interaktiven Reaktionstisches. In dieser Anleitung werden ausschließlich bewährte Bauteile verwendet, die für eine zuverlässige Funktion sorgen. Es wird empfohlen, hochwertige MDF-Platten und Plexiglas zu verwenden, um eine robuste Konstruktion zu gewährleisten. Zudem sollten langlebige elektronische Komponenten wie kapazitive Touchsensoren und LED-Ringe gewählt werden, um eine präzise und störungsfreie Erkennung zu garantieren.

Material

1. MDF-Platten (6 x 3mm, 1m x 1m)

Für die Struktur und Verkleidung des Spielfelds.

2. Plexiglas opal (2,5mm, 1m x 1m)

Schutzabdeckung für die Sensoren.

3. Konstruktionsholz

Für den Rahmen.

4. Arduino Mega 2560 mit WiFi

Mikrocontroller zur Steuerung.

5. 16 x Kapazitive Touchsensoren (F47-A)

Für die Berührungserkennung.

6. 16 x LED-Ringe (WS2812B, 35 LEDs/Ring)

Beleuchtung der Spielfelder

7. 9 x LED-Streifen (WS2812B, 60 LEDs/m)

Zusätzliche Lichteffekte

8. Step-Up Modul (5V zu 7V)

Versorgung des Arduino Mega

9. 5V Netzteil (70A, 350W)

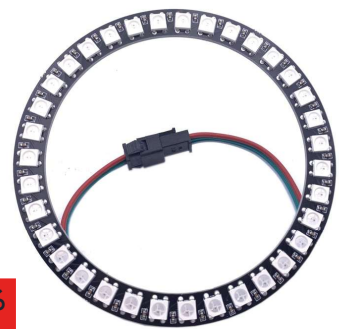
Stromversorgung für LEDs und Steuerung.

10. Sonstiges

Arduino Shield, Schrauben, Kleber, Kabel, Lötzubehör, Schraubklemmen usw.



02



06



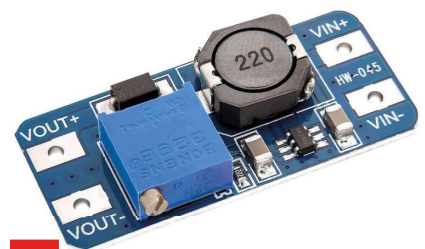
03



07



04

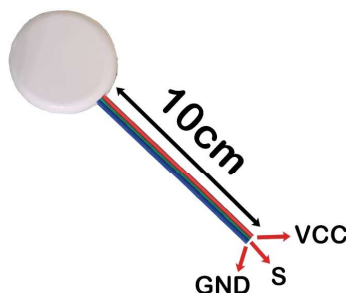


08



01

F47-A



05



09

/WOMIT WERKZEUG

Um PHÔS² erfolgreich nachzubauen, sind einige spezialisierte Werkzeuge erforderlich. Während einige Arbeitsschritte mit einer CNC-Fräse vereinfacht werden können, bietet sich alternativ die Verwendung einer Lochsäge an, um die notwendigen Aussparungen für Sensoren und LEDs präzise herzustellen. Neben gängigen Werkzeugen wie Schraubenziehern und Bohrmaschinen ist auch ein Lötkolben für die elektrische Verbindung notwendig. Präzises Arbeiten mit diesen Werkzeugen stellt sicher, dass alle Komponenten korrekt montiert und miteinander verbunden werden können.

1. Lochsäge 100MM

Für die Löcher der LED Ringe

2. Lochsäge 50MM

Für die Löcher der Sensoren.

3. Akkubohrer/Schrauber

Für Lochsäge, Schraubarbeiten und schnelle Bohrungen.

4. Stichsäge

Zum exakten Zuschneiden der MDF-Platten und des Rahmens.

5. Lötkolben

Zum verlöten des Arduinos mit dem Shield und sonstigen Lötarbeiten

6. Oberfräse

Für Kabeldurchführungen und Rillen der LEDStripes

7. Multimeter

Zum einstellen des Netzteils und des Step up Moduls

8. Schleifmaschine

Für glatte Flächen nach dem sägen .

9. Phasenprüfer

Für verschraubung der Schraubklemmen und übrerrüfung.

10. Sonstiges Kabelzange etc.



01



02



03



04



06



07



08



05



09

KONSTRUKTION

Diese Schritt-für-Schritt-Anleitung führt dich durch den Bau eines interaktiven Spieltisches mit kapazitiven Sensoren und LED-Technologie. Falls du eine CNC-Fräse (1m x 1m) zur Verfügung hast, kannst du einige Arbeitsschritte erheblich vereinfachen. Eine 9 mm dicke MDF-Platte ermöglicht es, alle Vertiefungen direkt zu fräsen, sodass das Bohren mit einer Lochsäge und das Verleimen mehrerer Platten entfallen. Wer mit herkömmlichen Werkzeugen arbeitet, folgt einfach der klassischen Methode (siehe Bilder) mit Lochsäge, Oberfräse und verleimten Platten.

1. Raster auf MDF-Platten zeichnen

Beginne mit zwei MDF-Platten in der gewünschten Größe. Zeichne mit einem Bleistift ein präzises Raster auf jede Platte. Die Abstände sollten 10 cm betragen, sodass insgesamt 100 gleichmäßige Kästchen entstehen. Dieses Raster hilft dir später, die Position der Bohrungen genau festzulegen.

2. Erste MDF-Platte – 16 x 100 mm Löcher sägen

Orientiere dich an deinem Raster und markiere die Positionen (siehe bild 2) für die großen Löcher mit einem Durchmesser von 100 mm. Diese Löcher sind für die LED-Ringe vorgesehen. Verwende eine Lochsäge um die Bohrungen präzise auszuführen. Achte darauf, sauber zu arbeiten, damit die LEDs später problemlos eingesetzt werden können.

3. Zweite MDF-Platte – 50 mm Löcher sägen

Auf der zweiten MDF-Platte werden kleinere Löcher mit einem Durchmesser von 50 mm gebohrt. Diese sind für die Sensoren vorgesehen. Auch hier ist eine exakte Positionierung wichtig, damit die Technik später perfekt integriert werden kann.

4. Verleimen der drei MDF-Platten

Nachdem die Löcher gebohrt wurden, werden die beiden gelochten MDF-Platten mit einer dritten, stabilen MDF-Platte verleimt. Diese dritte Platte dient als Basis und sorgt für die notwendige Stabilität. Trage den Holzleim gleichmäßig auf und presse die Platten gut zusammen. Nutze gegebenenfalls Schraubzwingen, um die Verleimung sauber aushärten zu lassen.

5. Vertiefungen für LED-Stripes fräsen

Damit die LED-Streifen später bündig in der Platte liegen, müssen in der oberen MDF-Schicht neun Fräsrillen mit einer Tiefe von mindestens 2 mm eingefräst werden. Dies kann mit einer Oberfräse erfolgen. Diese Vertiefungen ermöglichen eine saubere Lichtverteilung und verhindern, dass die Streifen überstehen.

6. Kabeldurchführungen bohren

Nun werden gezielt kleine Bohrungen für die Kabel der Sensoren, LED-Ringe und LED-Stripes gesetzt. Diese sorgen dafür, dass die gesamte Verkabelung später ordentlich verlegt werden kann und keine Kabel im Weg sind. Die Bohrungen sollten so platziert werden, dass alle elektronischen Komponenten optimal miteinander verbunden werden können.

7. Lackieren nach Bedarf

Bevor die Technik eingebaut wird, kann die Oberfläche der MDF-Platten nach Belieben gestaltet werden. Eine Lackierung in Weiß sorgt beispielsweise für eine gute Lichtreflexion, während dunkle Farben für einen edleren Look sorgen können. Wichtig ist, dass der Lack gut trocknet, bevor mit der nächsten Bauphase fortgefahren wird.

8. Komponenten platzieren und Plexiglas befestigen

Nun werden alle Bauteile eingesetzt. Die LED-Ringe, Sensoren und LED-Stripes werden in die vorbereiteten Löcher und Fräsrillen eingesetzt. Anschließend wird die Plexiglasscheibe über der

/ WIE

KONSTRUKTION

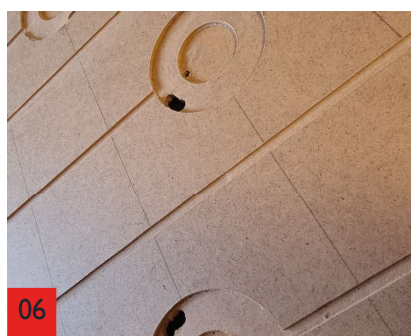
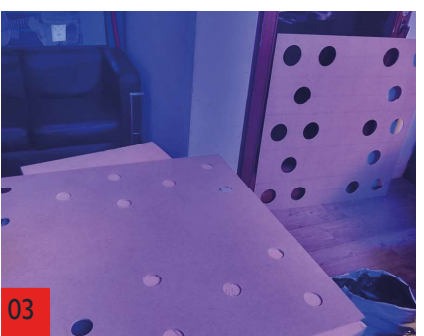
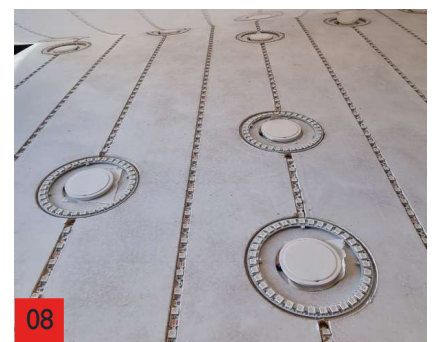
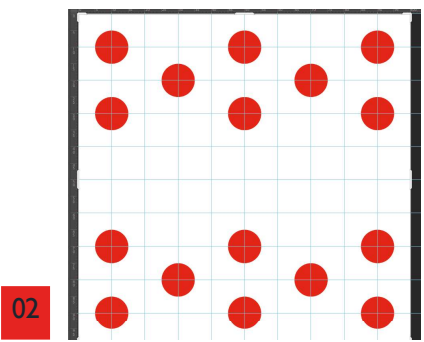
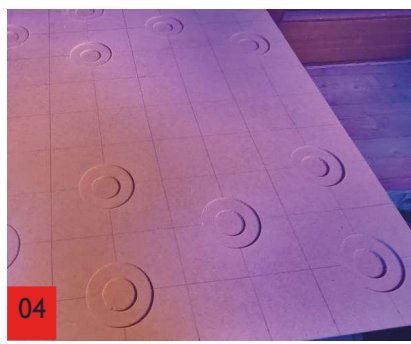
Spielefläche fixiert. Diese dient als Schutz und ermöglicht eine reibungslose Interaktion mit den kapazitiven Sensoren. Verwende einen starken, transparenten Kleber, um das Plexiglas sicher zu befestigen.

9. Verkabelung der Elektronik

Im nächsten Schritt wird die gesamte Elektronik miteinander verbunden. Der Arduino-Controller wird mit den Sensoren, LED-Stripes und LED-Ringen verkabelt. Verwende hierfür Lötzubehör, Schraubklemmen und hochwertige Kabel, um eine zuverlässige Verbindung sicherzustellen. Achte darauf, dass alle Lötstellen sauber ausgeführt sind, um spätere Wackelkontakte zu vermeiden. Dazu mehr auf der nächsten Seite.

10. Rahmen und Deckel bauen

Zum Abschluss wird das Gehäuse des Spieltisches vervollständigt. Dazu gehören ein stabiler Rahmen aus Konstruktionsholz sowie eine Abdeckung auf der Unterseite für die Elektronik. Der Arduino, die Netzteile und weiteren Komponenten werden sicher im Inneren des Gehäuses untergebracht. Schrauben, Kabelbinder und Kleber helfen dabei, alles ordentlich zu fixieren.



/ WIE VERKABELUNG

Nachdem die mechanische Konstruktion des Spieltisches abgeschlossen ist, folgt nun die korrekte Verkabelung aller elektronischen Komponenten. Dazu gehören die kapazitiven Sensoren, LED-Ringe, LED-Stripes, das Netzteil, das Step-Up-Modul und der Arduino Mega als zentrales Steuerungselement.

Um eine stabile und zuverlässige Verkabelung sicherzustellen, wird vor dem eigentlichen Anschließen der Komponenten der Arduino Mega mit dem Shield verlötet. Dies ermöglicht es, alle Signalkabel sicher an Schraubklemmen zu befestigen und verhindert lose Verbindungen oder Wackelkontakte.

1. Stromversorgung und Step-Up-Modul

Anschluss des Netzteils (5V, 70A):

- | | | |
|----------------|---|---|
| - 230V Eingang | - | Stromnetz |
| - +5V Ausgang | - | Versorgt LED-Ringe, LED-Stripes, Sensoren |
| - GND Ausgang | - | Gemeinsame Masse für alle Komponenten |
| - 5V Ausgang | - | Step-Up-Modul, um Spannung für den Arduino zu erhöhen |

Step-Up-Modul (5V auf 7V):

- | | | |
|--------------|---|--|
| - IN+ (5V) | - | Netzteil |
| - IN- (GND) | - | Netzteil |
| - OUT+ (7V) | - | VIN des Arduino Mega (über das Shield) |
| - OUT- (GND) | - | GND des Arduino Mega (über das Shield) |

2. Anschluss der kapazitiven Sensoren

Versorgung:

- | | | |
|------------|---|------------------|
| - VCC (5V) | - | Netzteil |
| - GND | - | Gemeinsame Masse |

Signale an den Arduino Mega (über das Shield):

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 32, 31, 16, 17, 18, 19, 20, 21

3. Anschluss der LED-Ringe (Pro Spieler jeweils die Rings in Reihe miteinander verbinden)

Versorgung:

- | | | |
|------------|---|------------------|
| - VCC (5V) | - | Netzteil |
| - GND | - | Gemeinsame Masse |

Daten-Pins am Arduino Mega (über das Shield):

Spieler 1: Pin 9

Spieler 2: Pin 10

4. Anschluss der LED-Stripes

Versorgung:

- | | | |
|------------|---|------------------|
| - VCC (5V) | - | Netzteil |
| - GND | - | Gemeinsame Masse |

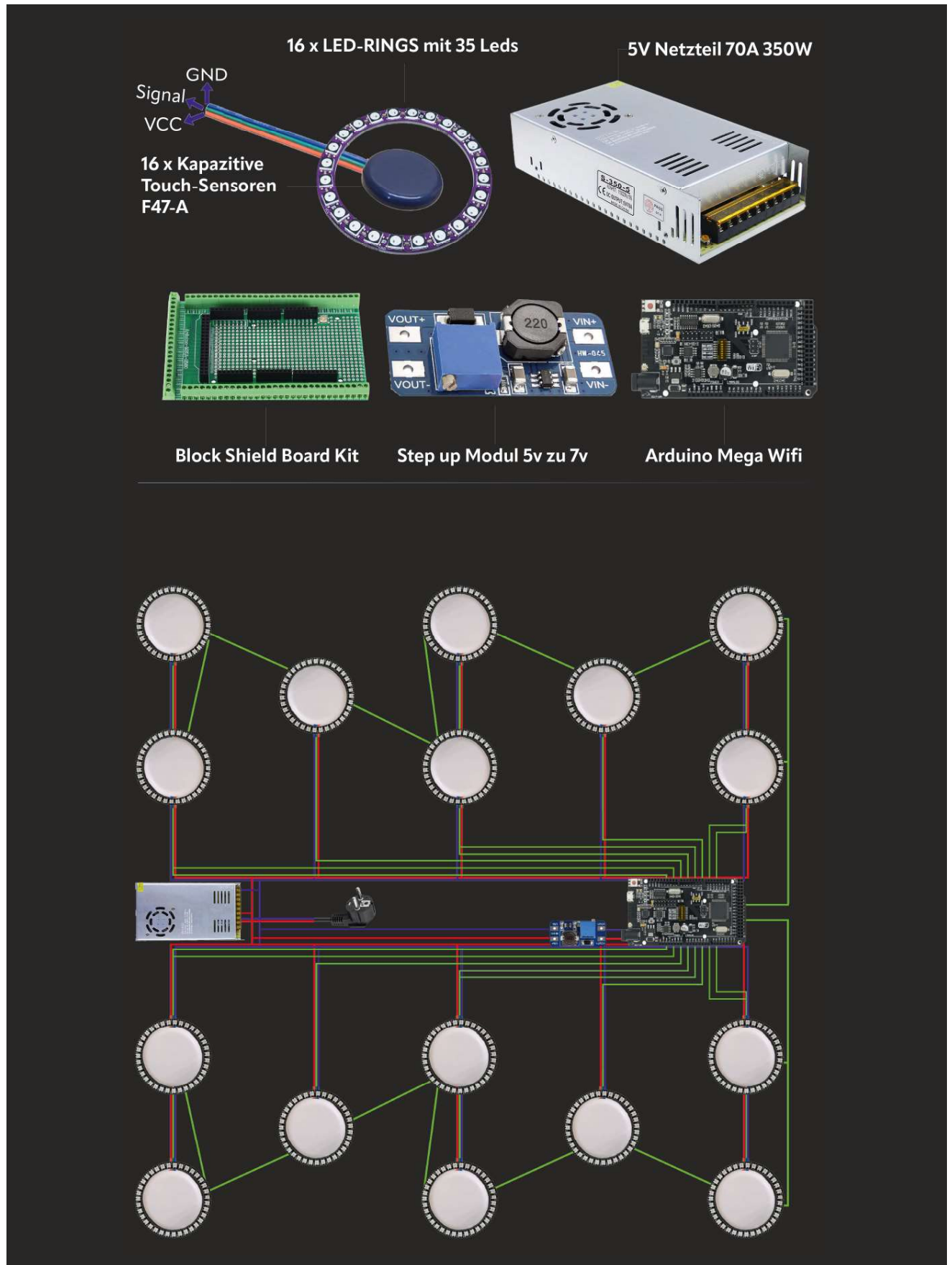
Daten-Pins am Arduino Mega (über das Shield):

22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

Funktionen der LED-Stripes:

- | | | |
|------------------------|---|---|
| Pin 22, 24, 26, 28, 30 | - | Schuss-Effekte |
| Pin 23, 29 | - | Punkteanzeige (Spieler 1: Rot, Spieler 2: Blau) |
| Pin 25, 27 | - | Zufallslichteffekte |

/WIE VERKABELUNG



PROGRAMMIERUNG

Damit dein interaktiver Spieltisch funktioniert, muss der Code auf den Arduino Mega geladen werden. In dieser Anleitung erfährst du, wie du meinen Code von GitHub herunterlädst, die benötigten Bibliotheken installierst, das ESP8266 Modul flashst und den Code schließlich auf den Arduino Mega überträgst.

Folge einfach den Schritten, dann ist dein System in wenigen Minuten einsatzbereit!

1. Code von GitHub herunterladen

Lade den Code von GitHub herunter:

<https://github.com/DRGN420/PHOS>

1. Öffne den Link und klicke auf „Code“ - „Download ZIP“.
2. Entpacke die Datei auf deinem PC.
3. Öffne die Arduino IDE und lade die .ino-Datei aus dem entpackten Ordner.

2. Benötigte Bibliotheken installieren

Damit der Code funktioniert, müssen einige Bibliotheken in der Arduino IDE installiert werden:

1. Öffne die Arduino IDE.
2. Gehe zu Werkzeuge > Bibliotheken verwalten.
3. Suche nach folgenden Bibliotheken und installiere sie:
 - Adafruit NeoPixel (für die LED-Ringe)
 - WiFiESP (für das WLAN-Modul)

3. ESP8266 Unterstützung in der Arduino IDE installieren

Weil der Code ein ESP8266 WLAN-Modul nutzt, muss zuerst die ESP8266-Unterstützung in der Arduino IDE installiert werden.

1. Öffne die Arduino IDE.
2. Gehe zu Datei > Voreinstellungen.
3. Füge im Feld Zusätzliche Boardverwalter-URLs diese URL ein:

https://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

4. Klicke auf OK.
5. Öffne Werkzeuge > Board > Boardverwalter.
6. Suche nach ESP8266 und installiere das ESP8266 Board-Paket.

4. ESP8266 WLAN-Modul flashen

Damit dein Arduino das WLAN nutzen kann, muss das ESP8266 Modul zuerst geflasht werden, damit kann es AT-Befehle empfangen.

- Hier siehst du eine Videoanleitung, wie du das ESP8266 mit esptool flashen kannst:
- YouTube-Link: <https://www.youtube.com/watch?v=E250CVUWNBO>

Kurzfassung:

1. Am Arduino die Schalter so umlegen, dass man Zugriff zum ESP hat.
2. esptool installieren und Firmware flashen.
3. AT-Befehle testen (AT - OK).

/ WIE

PROGRAMMIERUNG

5. WLAN-Daten in den Code eintragen

Damit du das WLAN nutzt, musst du deine WLAN-Zugangsdaten in den Code eintragen:

1. Öffne die .ino-Datei in der Arduino IDE.
2. Suche die folgende Stelle im Code:

```
const char* ssid = "DEIN-WLAN";  
const char* password = "DEIN-PASSWORT";
```

3. Ersetze "DEIN-WLAN" mit deinem WLAN-Namen und "DEIN-PASSWORT" mit deinem WLAN-Passwort.
4. Speichere die Datei.

6. Arduino Mega mit PC verbinden

1. Schließe den Arduino Mega per USB-Kabel an.
2. Öffne die Arduino IDE.
3. Wähle unter Werkzeuge > Board - „Arduino Mega 2560“.
4. Wähle unter Werkzeuge > Port den richtigen COM-Port (z. B. COM3).

7. Code auf den Arduino Mega hochladen

1. Kompiliere den Code.
2. Lade ihn hoch.
3. Falls Fehler auftreten, prüfe:
 - Ob der richtige Port gewählt ist.
 - Ob alle Bibliotheken installiert sind.
 - Falls WLAN nicht funktioniert, teste das ESP-Modul mit AT-Befehlen.

8. Serielle Konsole zur Fehleranalyse nutzen

Falls der Code nicht richtig läuft, öffne die serielle Konsole zur Diagnose:

1. Werkzeuge > Serielle Konsole in der Arduino IDE öffnen.
2. Baudrate auf 115200 setzen.
3. Prüfen, ob Debug-Meldungen ausgegeben werden.

Falls das ESP-Modul nicht reagiert, sende AT – es sollte OK zurückgeben.

8. Funktionstest & Optimierung

- Leuchten die LEDs richtig?
- Reagieren die kapazitiven Sensoren?
- Verbindet sich das WLAN-Modul?

VIEL GLÜCK!



Herzlichen Glückwunsch! Du hast es geschafft – dein interaktiver Spieltisch ist fertig programmiert und einsatzbereit. Durch die Kombination aus präziser Holzbearbeitung, intelligenter Elektronik und cleverer Programmierung hast du ein einzigartiges Projekt erschaffen, das sowohl optisch als auch technisch beeindruckt.

Dieses DIY-Projekt hat dir gezeigt, wie du mit Arduino, LED-Technologie und kapazitiven Sensoren ein interaktives Reaktionsspiel entwickeln kannst. Du hast gelernt, wie man eine MDF-Konstruktion anfertigt, eine saubere Verkabelung durchführt, den Arduino Mega programmiert und sogar ein ESP8266-Modul flasht, um WLAN-Funktionen zu integrieren.

Nun liegt es an dir, das Spiel weiter anzupassen oder zu erweitern! Vielleicht möchtest du neue Spielmodi hinzufügen, eine App-Anbindung integrieren oder das Design noch weiter individualisieren? Nutze GIT Deiner Kreativität sind keine Grenzen gesetzt.

Viel Spaß mit deinem selbstgebauten Spieltisch – und vergiss nicht, deine Erfahrungen und Erkenntnisse mit anderen DIY-Begeisterten zu teilen!

HAPPY HACKING!