

# Pinball-Modul B V1.1

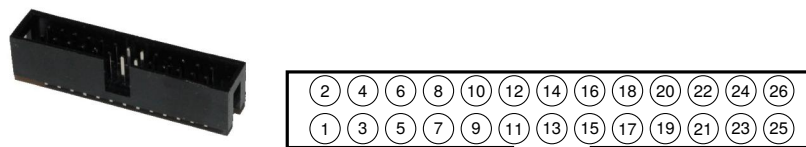
## 1 Anschlüsse

### 1.1 Stromversorgung

Die Stromversorgung wird über das USB-Kabel sichergestellt.

### 1.2 Automat

Der Automat wird über ein 26-poliges Flachbandkabel angeschlossen. Für das Kabel ist auf der Platine eine 2×13-polige Wannensteckleiste vorhanden (siehe *Abbildung 1*).



**Abbildung 1** Wannenstiftleiste mit Pinbezeichnung

Auf den Pins 3 bis 9 stehen Eingänge für den Anschluss von Schaltern zu Verfügung. Wenn einer dieser Pins durch Schliessen eines Schalters mit der Masse verbunden wird, löst dies eine oder mehrere konfigurierbare Aktionen aus.

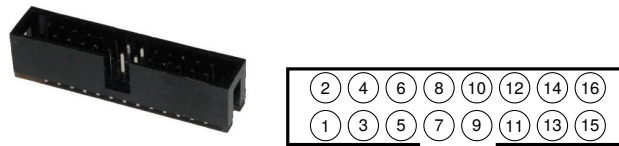
An den Pins 17 bis 24 können Leuchtdioden angeschlossen werden.

Pin	Bezeichnung	Bedeutung	Pin	Bedeutung	Anschluss an
1	VIN	(nicht benötigt)	14	GND	Masse (0 V)
2	GND	Masse (0 V)	15	GND	Masse (0 V)
3	IN1	Eingang 1	16	GND	Masse (0 V)
4	IN2	Eingang 2	17	LED1	LED-Ausgang 1
5	IN3	Eingang 3	18	LED2	LED-Ausgang 2
6	IN4	Eingang 4	19	LED3	LED-Ausgang 3
7	IN5	Eingang 5	20	LED4	LED-Ausgang 4
8	IN6	Eingang 6	21	LED5	LED-Ausgang 5
9	IN7	Eingang 7	22	LED6	LED-Ausgang 6
10		(Reserve)	23	LED7	LED-Ausgang 7
11		(Reserve)	24	LED8	LED-Ausgang 8
12		(Reserve)	25	GND	Masse (0 V)
13	GND	Masse (0 V)	26	GND	Masse (0 V)

**Tabelle 1** Anschluss Flachbandkabel

### 1.3 LED-Matrixanzeige

An das Steuerungsmodul können bis zu vier 32x8-LED-Matrizen von SURE Electronics angeschlossen werden. Diese Anzeigen werden über ein 16-poliges Flachbandkabel in Serie geschaltet. Die erste Matrix wird am Steuerungsmodul angeschlossen. Für das Kabel ist auf der Platine eine 2×8-polige Wannensteckleiste vorhanden (siehe *Abbildung 2*).



**Abbildung 2** Wannenstiftleiste mit Pinbezeichnung

Da alle Matrizen über den gleichen Anschluss angesteuert werden, wird die Matrix, mit welcher kommuniziert werden soll, über ein sogenanntes *chip select*-Signal ausgewählt. Die Pins 1 bis 4 dienen diesem Zweck.

Damit das funktioniert, muss auf jeder Matrix eine entsprechende, eindeutige Adresse eingestellt werden.

Zur Kommunikation mit der Matrix werden die Pins 5 und 7 benötigt.

Die Spannungsversorgung von 5 V und die Masse (GND) können auf mehreren Pins angeschlossen werden. Es spielt keine Rolle, welcher Pin gewählt wird.

Pin	Bezeichnung	Bedeutung	Pin	Bezeichnung	Bedeutung an
1	CS2	Auswahl Matrix 2 ( <i>chip select 2</i> )	9	OSC	(nicht benötigt)
2	CS3	Auswahl Matrix 3 ( <i>chip select 3</i> )	10	SYNC	(nicht benötigt)
3	CS1	Auswahl Matrix 1 ( <i>chip select 1</i> )	11	GND	Masse (0 V)
4	CS4	Auswahl Matrix 4 ( <i>chip select 4</i> )	12	VCC	Spannungsversorgung 5 V
5	WR	Schreibtakt ( <i>write clock</i> )	13	GND	Masse (0 V)
6	RD	Lesetakt ( <i>read clock</i> , nicht benötigt)	14	VCC	Spannungsversorgung 5 V
7	DATA	Datenleitung	15	GND	Masse (0 V)
8	GND	Masse (0 V)	16	VCC	Spannungsversorgung 5 V

**Tabelle 2** Anschluss LED-Matrixanzeige

## 1.4 Lautsprecher

Die Lautsprecher werden an der 3.5 mm-Klinkenbuchse auf der Platine angeschlossen. Es müssen Aktivboxen verwendet werden, da der Audioausgang unverstärkt ist.

## 2 Konfiguration

Das Steuerungsmodul kann über die SD-Karte konfiguriert werden.

### 2.1 SD-Speicherkarte

Die SD-Speicherkarte muss mit dem FAT16-Dateisystem formatiert sein. Dateinamen müssen alle **klein** geschrieben werden, Dateinamen dürfen höchstens acht Zeichen lang sein. Die Dateierweiterung darf aus höchstens drei Zeichen bestehen.

### 2.2 Programmierung

Für jeden Eingang kann auf der Speicherkarte eine Datei mit Befehlen abgelegt werden. Für den Eingang **IN1** heisst die Datei `0001.txt` (analog für die anderen Eingänge).

Eine Befehlsdatei kann mehrere Befehle enthalten, wobei sich jeder Befehl auf einer eigenen Zeile befinden muss. Jeder Befehl besitzt einen **Parameter**, welcher den Befehl genauer beschreibt. Befehlsname und Parameter werden durch ein Leerzeichen getrennt. *Tabelle 3* zeigt alle möglichen Befehle.

Befehl	Parameter	Bedeutung
+	Zahl	Erhöhe den Punktestand um die angegebene Zahl
=	Zahl	Setze den Punktestand auf die angegebene Zahl
++	Zahl	Erhöhe den Punktestand langsam um die angegebene Zahl
play	Dateiname	Spiele die entsprechende Sounddatei ab.
show	Text	Zeige den Text als Laufschrift an.

**Tabelle 3** Befehle

Ein Beispiel für eine solche Befehlsdatei ist:

```
play ding.wav
++ 1000
show Great shot!!!
```

Zusätzlich kann eine Befehlsdatei mit dem Namen `0000.txt` erstellt werden. Die in dieser Datei aufgeführten Befehle werden ausgeführt, wenn das Steuerungsmodul neu gestartet wird (nach Anschalten der Stromversorgung).

### 2.3 Audiodateien

Das Steuerungsmodul kann nur Audiodaten im PCM-Format (Puls-Code-Modulation) abspielen. Die Dateien müssen im WAV-Format (Waveform Audio File Format) mit einem Kanal (Mono), einer Bit-Tiefe von 8 und einer Abtastfrequenz von 16000 Hz vorliegen.

Mit dem frei verfügbaren Programm **Audacity** kann jede Audiodatei mit kleinem Aufwand in das geeignete Format umgewandelt werden:

1. Audiodatei öffnen.
2. Menüpunkt **Spuren / Stereosput in Mono umwandeln** auswählen.
3. Projektfrequenz auf 16000 Hz stellen (unten links).
4. Exportieren als **Andere unkomprimierte Dateien** mit Optionen:
  - Header: WAV (Microsoft)
  - Codec: Unsigned 8 bit PCM

## 3 Interna

### 3.1 Bauteile

Für die Realisierung des Steuerungsmoduls werden folgende Bauteile benötigt:

Bauteil	Lieferant	Preis	Anzahl	Total
Arduino Duemilanove	Play-Zone	25.00	1	25.00
74HC595 Shift Register IC	Conrad	0.60	1	0.60
IC-Sockel 2×8-Pol	Conrad	0.30	1	0.30
Lötplatine 100×160 mm, Punktraster	Conrad	5.00	1	5.00
Wannenstiftleiste 2×13-Pol (Anschluss Automat)	Conrad	0.70	1	0.70
Wannenstiftleiste 2×8-Pol (Anschluss Display)	Conrad	0.50	1	0.50
Buchsenleiste 2×8-Pol (Anschluss SD-Kartenleser)	Conrad	0.60	1	0.60
Stiftleiste 1×6-Pol (Anschluss Arduino)	Conrad	0.30	2	0.60
Stiftleiste 1×8-Pol (Anschluss Arduino)	Conrad	0.35	2	0.70
Klinkenstecker	Conrad	1.50	1	1.50
SD-Kartenleser	Play-Zone	8.00	1	8.00
SD-Karte 2 GB	Conrad	6.00	1	6.00
USB-Netzteil	Conrad	11.00	1	11.00
USB-Kabel A-B 80 cm	Play-Zone	3.00	1	3.00
SURE Electronics LED-Matrix 32x8 3mm Rot	Boxtec	21.00	3	63.00
Hama Sonic Mobil 80 Lautsprecher	Conrad	12.00	1	12.00
<b>Total</b>				<b>138.50</b>

**Tabelle 4** Bauteile

### 3.2 LED-Matrix-Anzeige

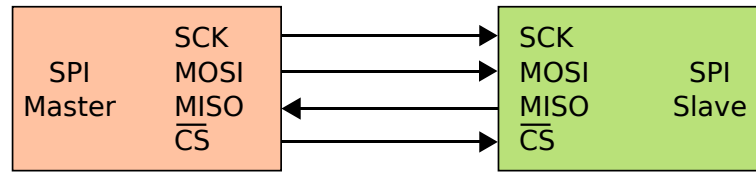
Für die Ansteuerung der LED-Matrix-Anzeige müssen die benötigten *chip select*-Pins, die zwei Datenübertragungsleitungen (**WR** und **DATA**) und die Stromversorgung (**VCC** und **GND**) mit dem Arduino verbunden werden. *Tabelle 5* zeigt, wie die Verbindungen realisiert werden müssen.

Steckleiste	Arduino
1 (CS2)	6
2 (CS3)	7
3 (CS1)	5
5 (WR)	4
7 (DATA)	8
12, 14 oder 16 (VCC)	5V
8, 11, 13 oder 15 (GND)	GND

**Tabelle 5** Anschluss LED-Matrix

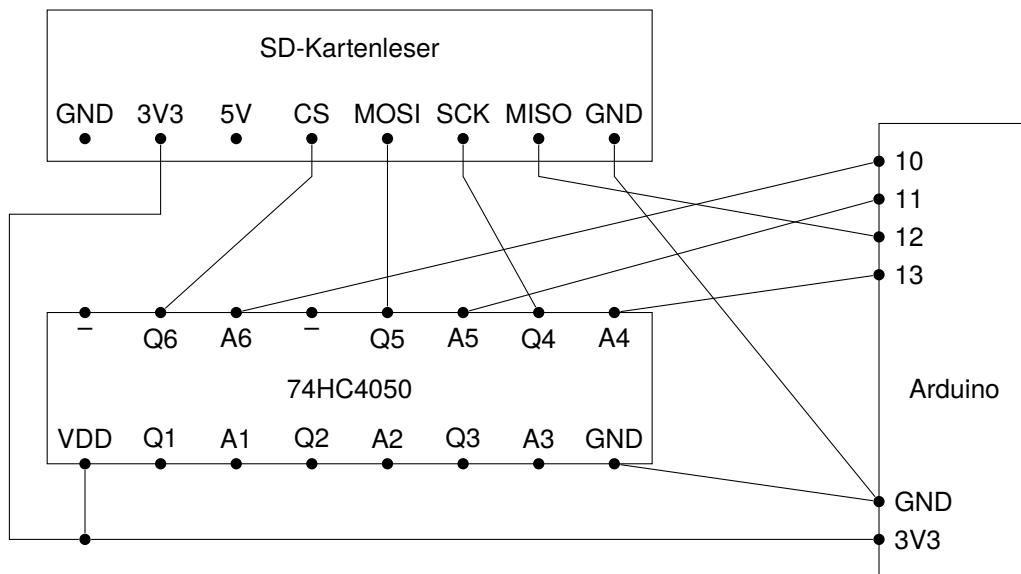
### 3.3 SD-Kartenleser

Zum Lesen der Befehls- und Audiodateien von der SD-Karte wird ein SD-Kartenleser benötigt. SD-Karten werden über das Serial Peripheral Interface (SPI) angesteuert (siehe *Abbildung 3*). Diese Schnittstelle benötigt vier Datenleitungen.



**Abbildung 3** Serial Peripheral Interface (SPI)

SD-Karten werden mit 3.3 V betrieben, der Arduino jedoch mit 5 V. Deshalb muss die Spannung der drei Busleitungen **SCK**, **MOSI** und **CS** heruntertransformiert werden. Dazu wird ein **74HC4050**-Chip eingesetzt. Dieser IC ist mit sechs Operationsverstärkern bestückt. **Abbildung 4** zeigt, wie der SD-Kartenleser mit dem 74HC4050-Chip und dem Arduino verdrahtet wird.



**Abbildung 4** Anschluss SD-Kartenleser

Für den Dateizugriff wird die Arduino-SD-Bibliothek verwendet. Zuerst muss die Bibliothek initialisiert werden. Dabei wird der **CS**-Pin angegeben. Die anderen Pins sind durch den Arduino fix vorgegeben.

```
if (!SD.begin(10)) {
    // Fehlermeldung ausgeben
}
```

Anschliessend kann mit folgenden Befehlen eine Textdatei zeichenweise gelesen werden:

```
File file = SD.open(_fileName, FILE_READ);
while (file.available()) {
    char ch = file.read();
    // Zeichen verarbeiten
}
file.close();
```

### 3.4 Audioausgabe

Für das Abspielen von Audiodateien wird die **TMRpcm**-Bibliothek verwendet. Dazu reicht ein einfache Anweisung:

```
TMRpcm audio;
audio.play("ding.wav");
```

Damit die Bibliothek die Datei lesen kann, muss erst die **SD**-Bibliothek initialisiert worden sein.

Die Bibliothek verwendet für die Ausgabe den Pin 9. Dieser muss mit den entsprechenden Pins der Klinkenbuchse verbunden werden.

### 3.5 Arduino

Die folgende Tabelle zeigt, wie die Anschlüsse des Arduino belegt sind:

Pin Arduino	Funktion	Anschluss an
A0	Eingang 1	Steckleiste 2×13
A1	Eingang 2	Steckleiste 2×13
A2	Eingang 3	Steckleiste 2×13
A3	Eingang 4	Steckleiste 2×13
A4	Eingang 5	Steckleiste 2×13
A5	Eingang 6	Steckleiste 2×13
0	LED-Animation Datenausgang	74HC595
1	LED-Animation Schiebetakt	74HC595
2	LED-Animation Speichertakt	74HC595
3	Eingang 7	Steckleiste 2×13
4	LED-Matrix-Anzeige WR	Steckleiste 2×8
5	LED-Matrix-Anzeige CS1	Steckleiste 2×8
6	LED-Matrix-Anzeige CS2	Steckleiste 2×8
7	LED-Matrix-Anzeige CS3	Steckleiste 2×8
8	LED-Matrix-Anzeige DATA	Steckleiste 2×8
9	Audioausgang	Klinkenbuchse
10	$\overline{CS}$ SD-Kartenleser	74HC4050
11	SPI MOSI (Master Out Slave In)	74HC4050
12	SPI MISO (Master In Slave Out)	SD-Kartenleser
13	SPI SCK (Serial Clock)	74HC4050

**Tabelle 6** Anschluss des Arduino