Stromversorgung

In diesem Kapitel werden alle Fragen rund um die Themen Stromversorgung, Spannungsebenen 5V und 12V, Vorwiderstände und Ähnliches beantwortet.

Bitte unbedingt die Hinweise zu Netzteilen und Stromversorgung im Stummi-Forum beachten, insbesondere Beitrag #343 „Tabu“. Der entscheidende Satz lautet:
„Es ist ganz wichtig, dass Ihr genau wisst was Ihr macht. Wenn Ihr euch unsicher seid, dann lasst die Finger davon.“

Abschnitte

Für die LEDs, welche mit der MobaLedLib angesteuert werden sollen, werden 5V benötigt. Eine RGB LED verbraucht maximal 60mA (3x 20mA). Mit der Bibliothek können aber bis zu 256 RGB LEDs angesteuert werden. In Summe können diese über 15A verbrauchen (0,06A x 256)!

Einzelne Abschnitte bilden:
Darum ist es sinnvoll, wenn man die Versorgung der LEDs in einzelne Abschnitte unterteilt. Jeder Bereich sollte mit einem eignen kleinen Netzteil versorgt werden. Mit 2A kann man 36 RGB LEDs bei voller Helligkeit betreiben. Normalerweise werden nicht alle LEDs gleichzeitig aktiv sein. Das ist ja gerade der Sinn der MobaLedLib. Wenn man davon ausgeht, dass höchstens die Hälfte der LEDs gleichzeitig leuchten dann reicht ein 2A Netzteil für 66 RGB LEDs. Bei der Bestimmung der Abschnitte sollte man auch berücksichtigen, dass die LEDs meistens nicht mit voller Helligkeit betrieben werden. Auf der anderen Seite gibt es auch stromhungrige Verbraucher wie Servos. Diese können kurzzeitig bis zu ein Ampere ziehen.

In den Abschnitten sollte eine ausreichende Reserve für Erweiterungen eingeplant werden.

Zur Unterteilung der Bereiche ist auf der Verteilerplatine 200, der mit schmalem Steg verbundene Lötjumper „J_Power“ vorgesehen. Wenn dieser Jumper mit einem scharfen Messer getrennt wird, dann trennt man damit den Bereich vom vorangegangenen. Die Versorgung aller an diesen und die folgenden Verteiler angeschlossenen LEDs muss über ein eigenes Netzteil erfolgen. Diese Trennung wiederholt man bei Bedarf bei den nachfolgenden Verteilern und erhält so verschiedene Abschnitte welche mit kleineren und damit weniger gefährlichen Netzteilen versorgt werden können.
Dieses Konzept wird ab Herbst 2024 mit dem Universal Verteiler Pro geändert. Ab dann ist der Lötjumper J_Power (hier dann SJ.5V und SJ.12V) ab Werk offen und muss aktiv geschlossen werden. Damit soll die Sicherheit rund um die Stromversorgung verbessert werden. Schnell hat man mal vergessen, den Jumper aufzukratzen. Wenn man vergessen hat, ihn zu schließen, merkt man das sofort und handelt bewusster.

Aber Achtung: Auch 1.5A können großen Schaden anrichten.

Zum Anschluss eines Netzteils sind auf allen Verteilerplatinen Schraubklemmen vorgesehen. Die untere Klemme ist für die 5V Einspeisung gedacht, die obere für die zweite Spannung, die im Wannenstecker auf Pin 6 ausgegeben wird. Am Flexibelsten ist man, wenn man hier die maximalen 12 Volt einspeist.

Strombelastbarkeit der Flachkabel und Wannenstecker

Die Strombelastbarkeit eines Standard-Flachbandkabels mit dem Querschnitt AWG 28 (ca. 0,08mm² bis 0,09mm²) liegt unter normalen Betriebsbedingungen bei maximal 1 Ampere pro Ader.
Da Flachbandkabel durch ihre Geometrie alle Adern direkt nebeneinander führen, gilt hier das Prinzip der gegenseitigen Erwärmung besonders stark. Für die sichere Auslegung müssen folgende Faktoren beachtet werden:

1. Abhängigkeit von der Anzahl belasteter Adern

Die Angabe von 1 A gilt, wenn nur ein Teil der Leitungen gleichzeitig Strom führt (z. B. bei Datenleitungen mit einzelnen Steuerströmen).
Werden alle Adern gleichzeitig voll belastet, muss der Strom massiv reduziert werden, da die Wärme im Zentrum des Flachbandkabels nicht entweichen kann:

- 1 Ader belastet: Bis zu 1,4 A bis 1,8 A möglich (Einzelader-Maximum in freier Luft).
- Wenige Adern belastet: 1,0 A pro Ader (Standardwert der Hersteller).
- Alle Adern belastet (Dauerstrom): Reduzierung auf 0,4 A bis 0,5 A pro Ader empfohlen, um eine Überhitzung (über 105°C) zu vermeiden.

2. Technisches Nadelöhr: Die Schneidklemmtechnik

Flachbandkabel werden fast ausschließlich mit IDC-Steckverbinder (Pfostensteckern im 2,54 mm Raster) verpresst. Die winzigen Metallgabeln im Stecker durchschneiden die Isolierung und kontaktieren die Litze.
Diese Kontaktpunkte besitzen einen erhöhten Übergangswiderstand. Bei Strömen deutlich über 1 A erwärmt sich primär der Steckverbinder, was langfristig zu Kontaktschwäche oder Verschmelzungen führen kann.

3. Der Spannungsabfall bei AWG 28

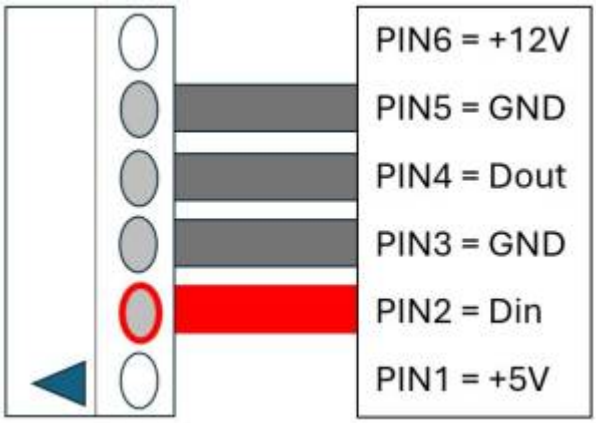
Wegen des sehr geringen Querschnitts hat AWG 28 einen hohen Leiterwiderstand von etwa 215 bis 230 Ohm pro km bzw. ca. 0,23 Ohm pro Meter. Belastet man eine Ader mit 1 A, fallen pro Meter Kabel rund 0,23 V Spannung ab.
Bei empfindlichen 3,3 V- oder 5 V-Logikschaltungen führt dies bereits bei kurzen Strecken zu Funktionsstörungen.

Flachbandkabel eignen sich daher nicht zum Transport großer Ströme über weite Strecken, die Flachbandkabel sollten im Idealfall nur den Strom vom Verteiler zum Objekt (z. B. belebten Haus) führen. Der Universal Verteiler sollte im Idealfall immer über eine zweiadrige Litze mit 0.75mm² mit Strom versorgt werden. Diese wird über die Schraubklemmen mit der Verteilerplatine verbunden. Die unteren Klemmen sind für 5V vorgesehen. Die oberen Schraubklemmen des Universal Verteilers Pro (201) können für eine zusätzliche Spannung (z.B. 12 V) benutzt werden. Die zusätzliche Spannung kann allerdings nur in Verbindung mit 6-poligen Kabeln und Wannensteckern an ein Haus weitergegeben werden.

Auch wenn es technisch möglich ist, den Strom von einer Verteiler-Platine zur nächsten durchzuschleifen, so raten wir dringend davon ab. Diese Option ist die „Quick and Dirty-Variante“ für die Werkbank. Unter der Anlage raten wir dringend zu einer separaten Einspeisung der Potentiale 5V und 12V.
Das Durchschleifen der Versorgungsspannung birgt eine Reihe von Risiken, über die man sich bei Verwendung im Klaren sein muss. Wer auf Nummer sicher gehen will, versorgt jeden Verteiler mit

einzeln abgesicherten Kreisen an der 5V und der 12V Klemme. Am Einfachsten umgeht man diese Risiken, wenn man die sechspoligen Pfostenbuchsen nur mit vierpoligen Flachkabeln verbindet, die man mittig in die Buchsen crimpt.

Das Ganze sieht so aus:



Die Vorteile dieser Lösung:

- Zwischen den Verteilern werden nur Daten weitergeleitet, kein Strom
- Die gemeinsame Masse wird mit zwei Leitungen versorgt
- Der Jumper J_Power am Universal Verteiler 200 muss nicht aufgekratzt werden
- Es können daher keine benachbarten Leiterbahnen beim Trennen von J_Power zerstört werden
- Beide Lötjumper bleiben im Auslieferungszustand. Alle möglichen Optionen lassen sich auch bei fest verschraubter Platine von außen lösen.

Auswahl der Netzteile

Jetzt komme ich endlich zu dem Tabu Thema. Es gibt sehr viele 5V Steckernetzteile die für die Versorgung der LEDs geeignet sind. Allerdings kann man auch, wie das Video mit dem Kondensator zeigt (siehe Stummi-Forum, Beitrag # 343), Komponenten bekommen die nicht das halten was die Beschreibung verspricht. Hier kann ich keinen Rat geben. Die meisten Netzteile werden vermutlich in China produziert. Wenn man einen europäischen Lieferanten auswählt, dann kann man hoffen, dass dieser das Netzteil entsprechend geprüft hat. In jedem Fall muss das Netzteil Schutzisoliert sein ⧈ und ein CE Zeichen CE besitzen. Das entsprechende Logo kann natürlich auch einfach so aufgedruckt werden. Darum sollte man diese kritischen Teile nicht direkt in China erwerben. Die Netzteile sollten wie oben erläutert einen Strom von ein bis zwei Ampere liefern.

Parallelschaltung mehrerer Netzteile

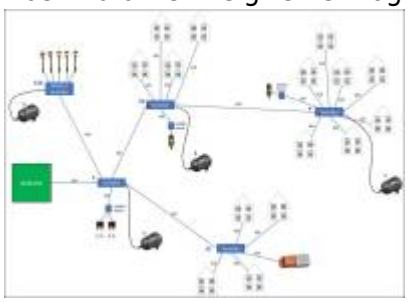
Bei der Parallelschaltung mehrerer Schaltnetzteile kommt es zu einer Addition der Entstörkondensatoren. Das wird in dem Thread von Jürgen ausgiebig diskutiert (https://wiki.mobaledlib.de/redirect/forum/entstoerkondensator). Trotz der Trennung über den Jumper „J_Power“ auf den Verteilerplatinen sind die Minus Pole der Netzteile miteinander verbunden. Das ist auch unbedingt nötig damit die Daten übertragen werden können. Damit addieren sich die Ableitströme auch hier. Darum darf man die Anschlüsse nicht berühren wenn Spannung anliegt. Diese Forderung ist nicht so wirklichkeitsfremd wie die Anweisung, das die Schienen nicht berührt werden dürfen weil die meisten Verbindungen nicht so offen zugänglich sind wie die Schienen. Zum Schutz der Bauteile (und des Menschen) sollte auf keinen Fall an den LEDs gearbeitet werden wenn die

Versorgungsspannung angeschaltet ist. Achtung: Wenn die MobaLedLib mit der Steuerung per CAN Bus oder LocoNet™ verbunden ist, dann werden beide Stromkreise galvanisch miteinander verbunden. Bei der Anbindung per DCC ist das nicht der Fall.

Sicherheit

Generell sollte man einen Hauptschalter vorsehen mit dem die gesamte Anlage abgeschaltet wird. Diesen sollte man immer betätigen wenn man an der Anlage Arbeitet oder den Raum verlässt.
Ein zusätzlicher FI-Schalter im Eisenbahnzimmer kann im Fehlerfall Leben retten! Denkt daran: Spannung und Strom können sehr gefährlich sein!

Das Bild unten zeigt eine mögliche Unterteilung in verschieden Bereiche.



Die Unterteilung kann sich auch an der Anordnung der LEDs auf der Anlage orientieren. Man kann für jeden Bereich ein eigenes kleines Netzteil vorsehen. Im Bild oben versorgt das Steckernetzteil A den Arduino und den Verteiler I und II. Die Straßenlaternen sollen mit 12-16V versorgt werden. Sie bekommen ihre Versorgungsspannung über das 12V Netzteil D. Die Häusergruppe an Verteiler IV werden von der Spannungsquelle B gespeist. Das rote X auf der Verteilerplatine symbolisiert das der Jumper „J_Power“ hier getrennt wurde. Auch der Verteiler V ist getrennt. Damit wird die dritte „Stadt“ separat versorgt. Die LEDs auf den Verteilerplatinen leuchten, wenn die Versorgungsspannung anliegt. Sie sind hinter dem Jumper „J_Power“ angeschlossen.

Die 12 Volt Spannungsebene

Mit Nutzung der zusätzlichen 12V-Ebene kann die MobaLedLib so viel mehr als mit reiner 5 Volt Versorgung. Dabei haben wir den Pin 6 der schwäbischen Sparsamkeit zu verdanken. Der ursprünglich vierpolige Wannenstecker ist nicht nur teurer, sondern auch schlechter verfügbar.
Zur Nutzung dieser beiden zusätzlichen Leitungen im Flachbandkabel gibt es bis heute zwei Möglichkeiten:

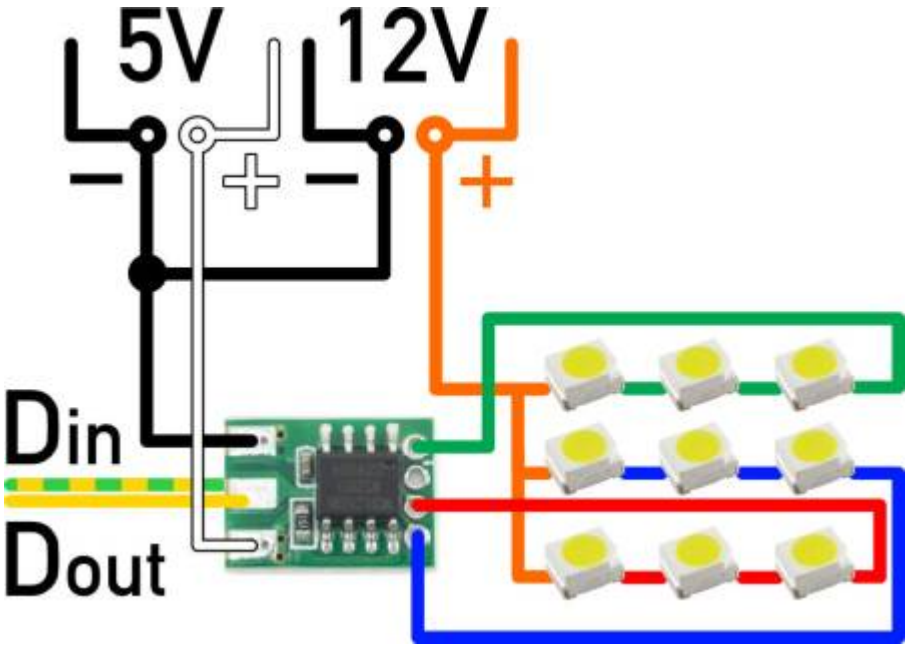
1. Bündelung zweier Kabelpaare zur Erhöhung der Belastbarkeit des Flachbandkabels zwischen Verteiler und Objekt.
2. zusätzliche 12 Volt Versorgung

Die Erfahrung der letzten fünf Jahre hat deutlich gezeigt, dass die Nutzung der 12 V Ebene viel häufiger im Forum hinterfragt wird, als die Bündelung zweier Kabelpaare. Die wenigsten unter uns werden ein Objekt auf der Modellbahnanlage haben, das in Summe dauerhaft mehr als 1 A Strom benötigt. In diesem seltenen Fall lässt sich durch eine separate Stromversorgung des Objekts leicht Abhilfe schaffen. Die Anwendungen für 12 V hingegen sind vielfältiger:

- Fertig konfektionierte 12V Straßenlampen mit integriertem Widerstand
- Reihenschaltung in Kraftfahrzeugen (z. B. zwei Frontscheinwerfer)

- Reihenschaltung an schwer zugänglichen Stellen (z. B. frei hängende Lichterketten)
- Reihenschaltung in großen Zimmern (z. B. von drei Deckenlampen)
- Micro Stepper zum Schließen von Toren
- Getriebemotoren in bewegten Modellen

Reihenschaltung am WS2811:



Einzel-LEDs und Reihenschaltungen können wie im oberen Beispiel gezeigt, im Mischbetrieb an einem WS2811 betrieben werden. Dabei sollten Einzel-LEDs aber nach wie vor mit 5 Volt versorgt werden und nur die Reihenschaltungen, die 12 Volt erfordern mit 12 Volt. Erforderlich werden 12 Volt bei mehr als einer blauen/weißen LED, bei mehr als zwei grünen/gelben LEDs oder bei mehr als drei roten LEDs. Bei nur zwei weißen/blauen bzw. drei roten LEDs an 12 Volt ist ein zusätzlicher Widerstand innerhalb der Reihe erforderlich.

Dieselbe Schaltung lässt sich selbstverständlich auch an einem Ausgang eines Single LED Connectors verwirklichen.

Konstantstrom

Während WS2812 RGB LEDs ihren eigenen Chip an Bord haben, müssen Straßenlaternen, KFZ-Scheinwerfer, Ampeln, Bahnübergänge und vieles mehr mit Einzel-LEDs betrieben werden. Um diese anzusteuern, benötigt man WS2811 Bausteine.
Der WS2811 liefert an jedem seiner drei negativen Ausgänge exakt 18,5mA. Das hat den großen Vorteil, dass LEDs direkt und ohne Widerstand angeschlossen werden können. Auch die verwendete Spannung mit 5V ändert daran nichts. Theoretisch würde das sogar mit 12V funktionieren, jedoch müsste der WS2811 dann sehr viel Energie vernichten, was ihn heiß werden lässt.
Für einzelne LEDs verwendet die MobaLedLib daher überall 5V (Single LED Connector, MultiUse Platine, Schokoladentafel). Allerdings lassen sich auch ganz einfach Reihenschaltungen von bis zu sieben LEDs an jeden Kanal des WS2811 anschließen. Wie viele LEDs maximal in Reihe funktionieren, hängt von den Durchlassspannungen der verwendeten LEDs ab. Rote LEDs beispielsweise haben eine

Durchlassspannung von 1,6V. Bei sieben roten LEDs sind das in Summe 11,2V. Durch alle sieben LEDs fließen immer noch 18,5mA, wenn man diese Reihenschaltung mit 12V betreibt.

Bei der Anzahl der LEDs pro Reihenschaltung ist die Durchlass-Spannung je LED zu beachten, deren Summe 12 Volt nicht überschreiten sollte. Steht kein Datenblatt zur Verfügung, kann man sich an folgenden Werten orientieren. Der Strom, der durch jede Reihe fließt, wird auch hier auf die spezifischen 18,5 mA des WS2811 begrenzt, sodass kein Widerstand benötigt wird.

LED-Farbe	Farbe	LED-Stromfluss	LED-Spannung normal (spezifisch)
Rot		20 mA	2,3 Volt (1,6–2,2 V)
Grün		20 mA	2,1 Volt (1,9–2,5 V)
Blau		30 mA	3,3 Volt (2,7–3,5 V)
Gelb		20 mA	2,1 Volt (1,9–2,5 V)
Amber		40 mA	2,0 Volt
Weiß		20 mA	3,6 Volt (2,7–3,5 V)
Pink		20 mA	3,6 Volt
Türkis		20 mA	3,8 Volt
Violett		20 mA	3,6 Volt

Somit kann man eine Lichterkette mit den Farben
(9,8V) oder
(12,1V) oder
(10,9V) oder
(9,9V)
bedenkenlos an einem 12 Volt-Ausgang betreiben.

Nicht vergessen darf man dabei, dass gerade in beleuchteten Kraftfahrzeugen bereits die 5 Volt Reihenschaltung von Vorteil ist:
(3,2V für zwei Rück- bzw. Bremsleuchten) oder
(3,8V für zwei Blinker links oder rechts)

Konstantstrom verstärken

Es gibt zahlreiche Anwendungen, bei denen die 18,5mA nicht reichen. Ein schönes Beispiel sind die COB LEDs. Sie sind mit einer Aufnahme von 50-100mA angegeben. Der WS2811 stellt auch diesen LEDs maximal 18,5mA zur Verfügung, sodass die maximale Leistung der LEDs nicht ausgereizt wird. In den meisten Fällen reicht das aber, um mit den Filamenten ganze Bahnsteige zu beleuchten. Schließlich sind COB LEDs ja dafür gedacht, ganze Wohnzimmer mit ausreichend Licht zu versorgen. Im Modellbahnbereich müssen sie stark gedimmt werden. Wer aber beispielsweise seinen Schattenbahnhof damit beleuchten möchte, braucht die volle Helligkeit. Genau hier muss man nun verstärken. Dafür gibt es drei Möglichkeiten.

1. PNP Transistoren
2. MOSFET Bausteine
3. Relaiskarten

Die PNPs und die MOSFETs haben gegenüber den Relais einen entscheidenden Vorteil:

Das Relais kennt nur zwei Zustände: an und aus. Das macht seine Anwendung für viele von uns sehr einfach, schränkt aber die Anwendungsgebiete auf Szenarien mit exakt zwei Zuständen ein:

- Herzstück-Polarisation
- elektrisches Trennen von Abstellgleisen
- Schalten von Wechselspannung

Transistoren hingegen verstärken exakt das, was man ihnen liefert. Selbst das Flackern einer Leuchtstoffröhre wird exakt an den verstärkten Ausgang weitergegeben. Dabei ist der Anschluss eines Transistors nicht komplizierter als der eines Relais.

PNP Transistor BC327-25

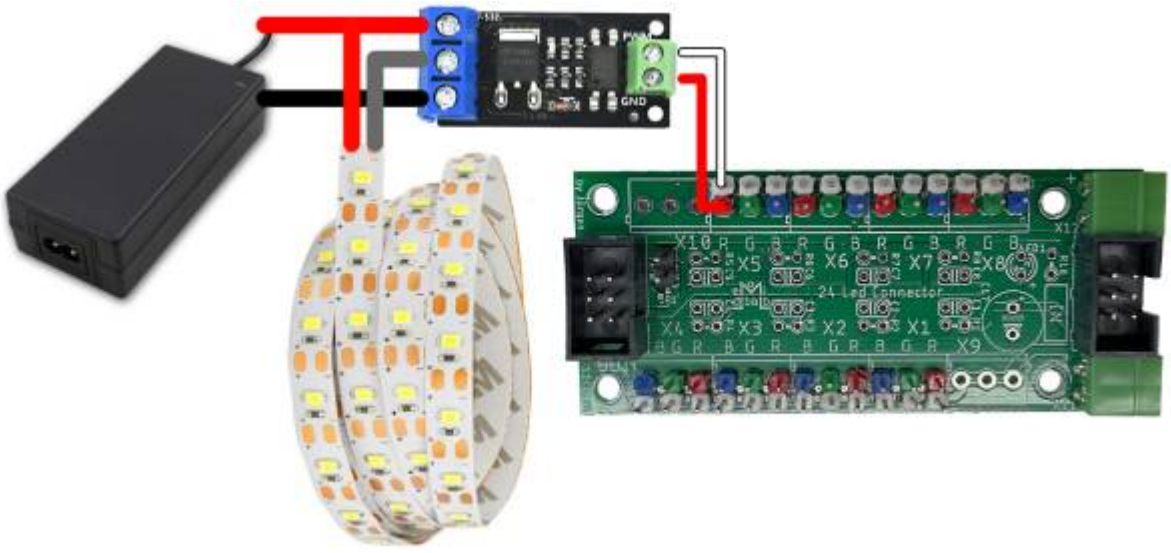
Der BC327-25 verstärkt das PWM Signal des WS2811 auf bis zu 800mA. Wenn man ihn einsetzt, hat man selbstverständlich keine Konstantstromquelle mehr. In diesem Fall werden LEDs und andere Verbraucher ganz klassisch mit Vorwiderstand angeschlossen.

Angeschlossen wird er wie folgt:

MOSFET Baustein HW 532

Wenn die 800mA des PNP Transistors nicht reichen, kann man Mosfet Bausteine einsetzen. Diese bekommt man in unterschiedlichen Ausführungen. Der hier empfohlene Baustein bietet einen Ausgang. Es gibt aber auch Platinen mit 4 oder 8 Kanälen.
Arbeitsspannung und Steuerspannung sind galvanisch per Optokoppler getrennt, sodass die Sekundärseite auch mehr als 12 Volt schalten kann (hier bis max. 40 Volt).

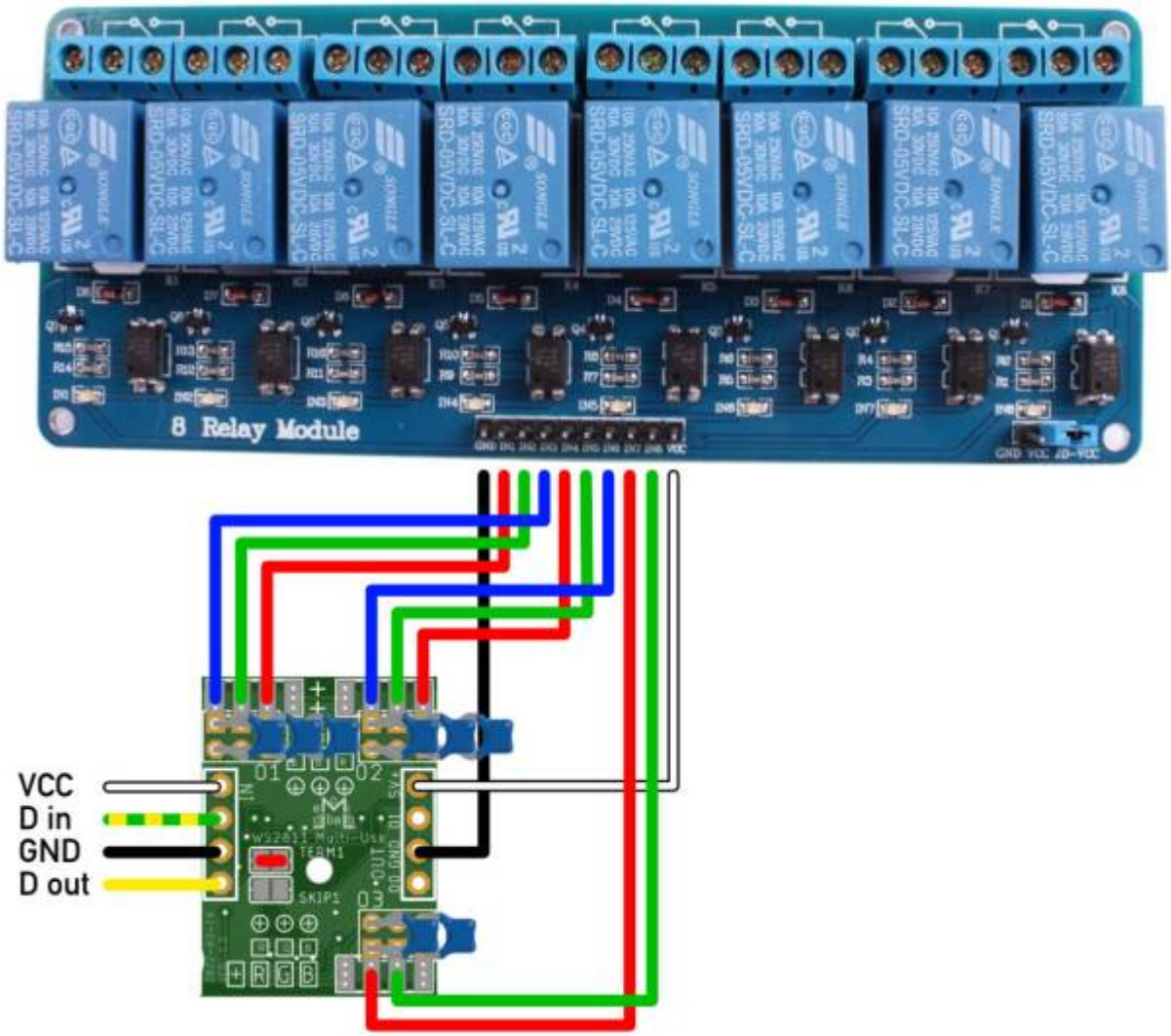
Angeschlossen wird er wie folgt:



Arduino Relais-Karten

Die fertigen Arduino Relaiskarten sind der einfachste Weg, um Abstellgleise oder Wechselstrom-Motoren zu schalten. Arbeitsspannung und Steuerspannung sind auch hier galvanisch per Optokoppler getrennt, sodass die Sekundärseite mehr als 12 Volt schalten kann.

Angeschlossen werden die Relais wie folgt:



Bei Verwendung der Multi-Use-Platine in Zusammenhang mit den Arduino Relais Modulen ergibt sich ein entscheidender Vorteil gegenüber WS2811 Schokoladentafeln. Die 100 nF-Keramikkondensatoren können als THT-Bauteile direkt in die Multi-Use-Platinen eingelötet werden. Somit wird das lästige Summen der Relais eliminiert.

From:
https://wiki.mobaledlib.de/ - **MobaLedLib Wiki**

Permanent link:
https://wiki.mobaledlib.de/anleitungen/stromversorgungmll

Last update: **2026/05/26 07:07**