

3V Netzteile und LED-Betrieb

Die Idee eines AFOLs in seinem MOC anstatt 3V Batterieversorgungen die bereits verbauten LEDs an 3V Netzteile anzuschließen hat die Frage aufgeworfen, ob dies möglich ist und welche Netzteile in Betracht kommen.

Betriebs man LEDs mit einer Durchlassspannung von 3V bzw. 3,1V an Batterien funktioniert dies, da der Spannungsabfall gering und durch den Innenwiderstand der Batterien eine natürliche Strombegrenzung für die LEDs vorhanden ist. Ausführliches dazu in meinem Buch „LEGO® Modelle beleuchten“.

Ersetzt man nun die Batterien durch ein Netzteil, muss einiges beachtet werden, da die LEDs sonst unmittelbar oder auch langfristig Schaden nehmen können. Batterien liefern eine sehr gleichförmige Gleichspannung, hingegen haben Netzteile immer Schwankungen oder ggf. auch Spannungsspitzen, die eine Überlastung der LED verursachen kann. Zudem besitzen LEDs selten absolut identische Werte, vor allem wenn in einem großen MOC viele verschiedene LEDs verbaut wurden und diese zudem auch noch aus verschiedenen Produktionschargen kommen. Teilweise selbstblinkende oder flackernde LEDs können ebenfalls unterschiedliche Spannungswerte besitzen.

Bei Vorwiderständen orientieren wir uns an der angegebenen Restwelligkeit des Netzteils und legen noch etwas Sicherheit bei möglichen Spannungsspitzen oben drauf. Wichtig ist dabei die höchste mögliche Spannung die am Ausgang des Netzteils auftreten kann. Rechnen wir einmal mit 100mV, d.h. der Ausgang kann 3,1V führen und am Vorwiderstand müssen 100mV abfallen.

$$R_V = (U_B - U_F) / I_F = 0,1V / 20mA = 5 \text{ Ohm}$$

Wir gehen bei den Berechnungen vom Mittelwert der Durchlassspannung und dem angegebenen Durchlassstrom von 20mA aus.

Bei der Recherche nach möglichen Netzteilen hat sich jedoch gezeigt, dass es mehr 3,3V Netzteile mit annehmbaren Werten gibt. 3,0V Netzteile gibt es häufig als Steckernetzteil, aber ohne Angaben der Restwelligkeit. Daher sind bei den Berechnungen von einem Spannungsabfall von 0,4V auszugehen, was einen Vorwiderstand von 20 Ohm ergibt.

Für 5V Netzteile gibt es bereits eine Veröffentlichung unter:

<https://www.dpunkt.de/material/LEGObeleuchten/>.

Dort finden sich auch weitere Grundlagen und Informationen zum Thema Netzteile.

3V Netzteile und LED-Betrieb

Netzteile gibt es in unterschiedlichen Bauformen: Steckernetzteile, Tischnetzteile und Einbaunetzteile. Viele basieren heute in aller Regel auf Schaltnetzteilen, damit diese möglichst klein und leicht sind. Die nachfolgenden Tabellen liefern eine Auswahl an verschiedenen Netzteilen mit möglichst niedriger Restwelligkeit der 3V bzw. 3,3V Spannung. Viele Produkte auf dem Markt sind nach Kundenwunsch gelabelte Netzteile aus asiatischer Massenfertigung. Hier wissen die Händler, die das Netzteil mit einem Namen bedrucken lassen auch nicht, welche Qualität das Ausgangssignal hat. Bei Steckernetzteilen gibt es kein Modell mit entsprechender Angabe. Diverse Anfragen haben häufig keine weiteren Erkenntnisse geliefert. Lediglich die Firma Ansmann hat mitgeteilt, dass aufgrund der Restwelligkeit des Steckernetzteils ein Betrieb von LEDs abgesehen werden sollt. Ich führe dennoch die ermittelten Netzteile auf, um einen kleinen Überblick zu bekommen.

Typ	Hersteller	Leistung	Spannung	Restwelligkeit	Anschluss
MW3IP25GS/6XC8	Minwa	2,2A	3V	k.A.	6 Adapter
APS 1500	Ansmann	1,5A	3V	k.A.	7 Adapter
SMP-27WME	Vanson	2,2A / 27W	3V	k.A.	7 Adapter
NTS 1000	Goobay	1,5A	3V	k.A.	6 Adapter
USPS-2250	Voltcraft	2,2A	3V	k.A.	8 Adapter
PS2250	conecto	2,2A	3V	k.A.	9 Adapter

Tabelle 3: Steckernetzteile (Schaltnetzteile)

Typ	Hersteller	Leistung	Spannung	Restwelligkeit	Anschluss
RS-15-3.3	Mean Well	3A / 9,9W	2,9 - 3,6V	80mVp-p	Klemmen
RS-25-3.3	Mean Well	6A / 20W	2,9 - 3,6V	80mVp-p	Klemmen

Tabelle 4: Offene Netzteile (Schaltnetzteile)

Mean Well hat mit den Einbaunetzteilen in puncto Restwelligkeit die Nase vorne. Allerdings muss dieses Netzteil in ein Gehäuse montiert und eine Kaltgerätebuchse mit Schalter für den Anschluss verbaut werden. Der Ausgang kann auf beliebige Buchsen geführt werden.

Achtung: Da hier mit Netzspannung hantiert wird, müssen entsprechende Kenntnisse vorhanden sein und Vorschriften beachtet werden. Es besteht Lebensgefahr durch Stromschlag, weshalb der Anschluss der Primärseite des Netzteils nur von einer fachlich ausgebildeten Person durchgeführt werden darf.

3V Netzteile und LED-Betrieb

Netzteil für die Burgbeleuchtung auf der LEGO® Ausstellung „Burg Guttenberg“

Für das besagte Projekt haben wir ein 3V-Netzteil aus Standardkomponenten zusammengesetzt. Zur Bearbeitung der Aluminium Platten der Vorder- und Rückseite muss gebohrt, gesägt und gefeilt werden.

Die Rückseite bekommt einen Ausbruch für den Kaltgeräteanschluss. Hierzu müssen die Breite und Höhe am Gehäuse der Buchse gemessen werden. Dieses Maß dann auf der Aluplatte aufzeichnen. In der Regel haben die Komponenten einen Einrastmechanismus, der die Buchse arretiert, daher sollte die Öffnung nicht zu groß werden. Wir haben in Ermangelung eines passenden Sägeblatts (Aluminium) in kleinen Abständen am inneren Rand weitere Bohrungen erstellt und dann die Stege mit einer Kneifzange durchgeschnitten und mit einer Feile die Überstände bearbeitet, bis die Kanten eben und glatt waren.

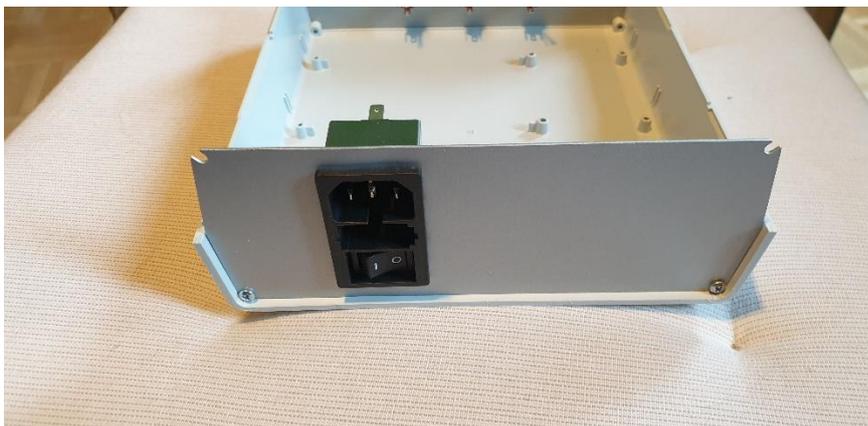


Abb 1: Gehäuse-Rückseite mit eingebautem Kaltgeräteanschluss (mit Netzschalter + Sicherung)

Die Front ist etwas einfacher, da wir hier lediglich 3 Bohrungen für die Buchsen und 3 Bohrungen für die Kippschalter anfertigen mussten. Diese haben wir mit 3 cm Abstand zueinander positioniert. Je nach Gehäuse kann man hier variieren.



Abb 2: Gehäuse-Vorderseite mit Ausgangsbuchsen und Wippschaltern

3V Netzteile und LED-Betrieb



Abb 3: Abstandshalter zur Befestigung des Schaltnetzteils

Um das Netzteil zu befestigen, haben wir die Löcher von zwei Abstandshaltern durchbohrt und auf der Unterseite mit einem Kegelbohrer etwas vertieft. Die Abstände der Halter am Gehäuse entsprechen den Abständen der Bohrungen auf der Unterseite des Netzteils (55mm). Die Schrauben dürfen allerdings nicht so lang sein, da diese sonst im Inneren Kontakt mit der Platine bekommen. Laut Angabe im Datenblatt sollte die Eindringtiefe nicht mehr als 4mm betragen. Hinzukommt der Abstandhalter und die Gehäusewand (ca. 4mm).

Alternativ kann auch eine Alu-Lochplatte verwendet werden, auf welche das Netzteil geschraubt wird und dann die Platte wiederum mit den Löchern des Gehäusebodens. Die Platte sollte dann mit der Schutzterde (gelb-grün) verbunden werden.

3V Netzteile und LED-Betrieb

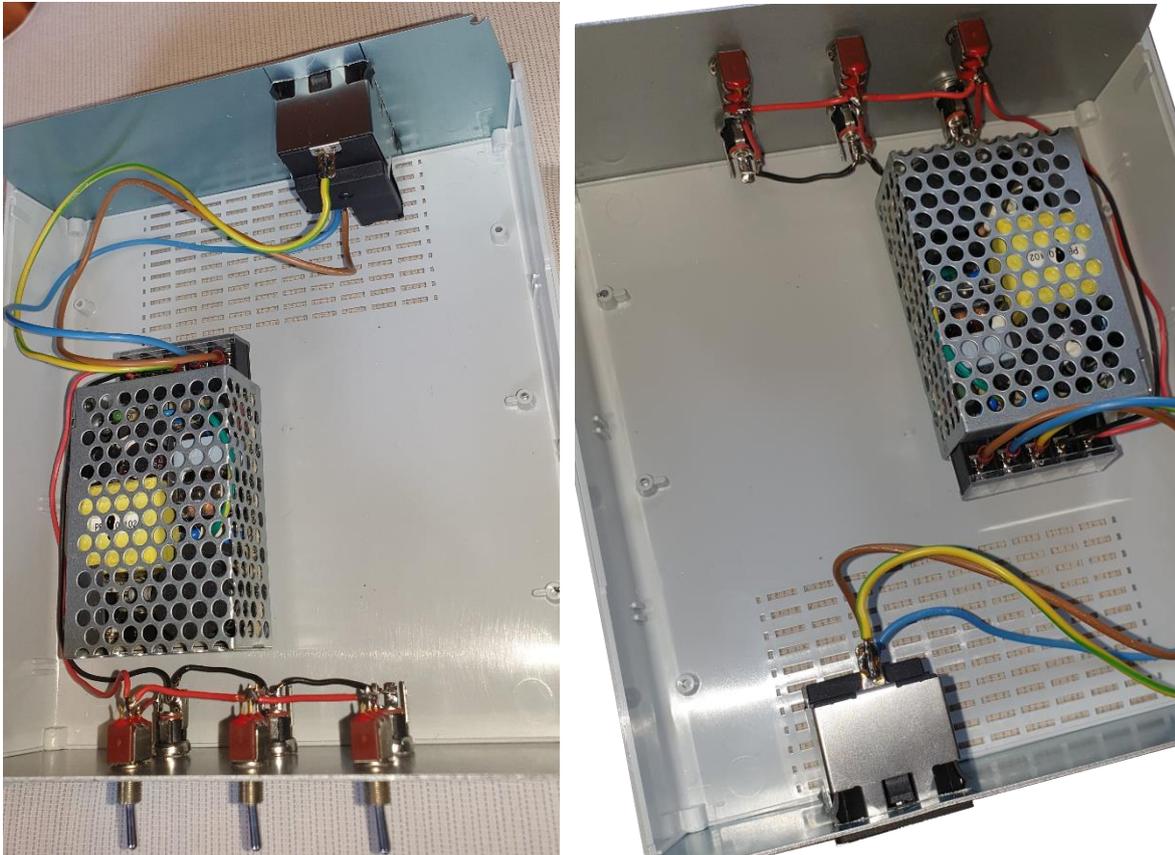


Abb 4: Innenaufbau mit eingebautem Schaltnetzteil und Verdrahtung.

Zum Anschluss an den Klemmen des Schaltnetzteils sollten bei mehradrigen Kabeln Aderendhülsen verwendet werden. Bei Kabeln mit einem starren Kern können diese direkt verschraubt werden. An den Fahnen des Kaltgeräteanschlusses kann mit passenden Kabelschuhen oder die Drähte werden angelötet und isoliert.

Den Masse-Ausgang des Netzteils haben wir direkt auf die Buchsen geführt und den Pluspol auf die Kippschalter (mittlerer Anschluss / Eingang). Den jeweiligen Ausgang der Kippschalter werden dann mit der zugeordneten Buchse verbunden. Hier sind wir mit dem Pluspol auf den Kontakt der in der Mitte der Buchse mit dem Inneren Kontakt des Steckers verbunden wird.

Mit einem Messgerät sollte man am abschließend alle Ausgänge messen und mit dem Regler am Netzteil (rechts neben dem Anschlussblock) die 3V einstellen.

3V Netzteile und LED-Betrieb

Wichtig bei der Wahl der einzusetzenden Feinsicherungen ist der sog. Einschaltstrom (Inrush Current) aus dem Datenblatt. Dieser beträgt bei dem gewählten Netzteil laut Datenblatt 30A/230V. D.h. die Sicherung darf im Einschaltfall nicht ansprechen. Dabei ist das Schmelzintegral relevant, welches die Dauer und die Höhe des Einschaltstroms darstellt. Eine gute weiterführende Information zum Thema bietet das folgende Whitepaper:

<https://ch.schurter.com/data/download/676304>

Die Holstecker zum Anschluss von LEDs etc. gibt es einzeln mit Knickschutz zum Anlöten von Kabeln oder auch fertig konfektioniert als Adapterkabel auf z.B. USB-A. Damit es kein Kabelwirrwarr gibt, sollten 0,14mm² Zwillingslitzen verwendet werden.

Wer noch eine Anzeige für die drei Ausgänge bevorzugt, kann passende Einbau-LEDs und Vorwiderstand verwenden, die am Ausgang der Kippschalter und Masse angeschlossen werden. Ebenso wäre noch eine generelle Betriebsanzeige möglich.

In Abbildung 4 sieht man, das noch genügend Platz im Gehäuse ist. Theoretisch könnte man ein zweites Schaltnetzteil mit 5V einbauen und an der Vorderseite eigene Buchsen und Schalter einbauen. Das sollte man jedoch vorher planen und die Positionierung der Buchsen und Kippschalter anpassen.

Die folgende Einkaufsliste zeigt, was wir für das Netzteil besorgt hatten. Das reine Netzteil ohne Anschlusskabel kostet insgesamt ca. 46 EUR.

Produkt	Hersteller	Menge	Stk-Preis ca.
KM 01.1205 Kaltgerätestecker mit Schalter, Snap-In	Schurter	1	7,20
KM 01SH-1 Sicherungshalter für 2 Sicherungen	Schurter	1	1,30
2A Feinsicherung 5x20mm, Träge, Sandfüllung		2	0,50
SNT RS 25 3.3 Schaltnetzteil, geschlossen, 20 W, 3,3 V, 6 A, Einstellbar zwischen 2.85 und 3.6V. 80mV Restwelligkeit	Mean Well	1	10,40
AUS22 Gehäuse, 198 x 178 x 72 mm (alternative)	TEKO	1	10,60
AUS12 Gehäuse, 198 x 178 x 54 mm (alternative)	TEKO	1	9,80
89910 DC 5,5 x 2,1 x 9,5 mm Buchse mit Lötanschlüssen.	DELOCK	3	2,80
Kippschalter, SPDT, Ein-Ein	RND	3	2,00
M3 Schrauben mit Senkkopf, 7mm			
Draht Primäranschluss (Kaltgerätestecker zum Netzteil) 1,5mm ² in blau/braun/grün-gelb		0,5m	0,24/m
Draht Sekundär (Netzteil zu Schalter, Schalter zu Buchsen) 1mm ² in rot und schwarz		1m	0,24/m
Hohlstecker mit Knickschutz. Ø außen: 5,5 mm, Ø innen: 2,1 mm	-	-	0,21

3V Netzteile und LED-Betrieb

Netzkabel mit Schutzkontaktstecker		1	3,50
------------------------------------	--	---	------

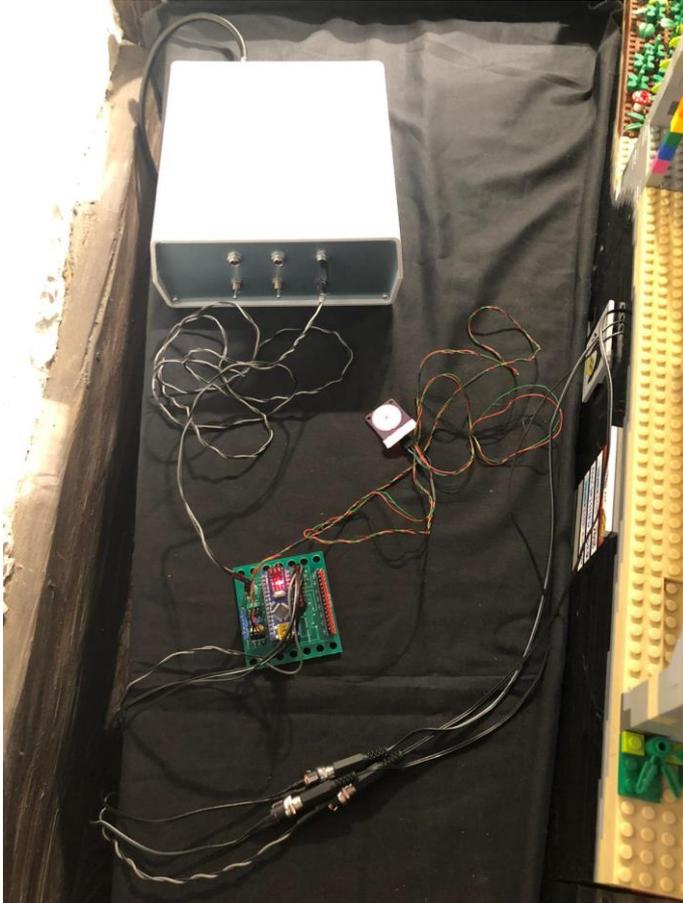


Abb 5: Verwendung des Netzteils zusammen mit einer Nano V3 Lösung

Im vorliegenden Anwendungsfall wurde das Netzteil zum Betrieb eines Nano V3 Microcontroller-Boards und einem Shield mit LED-Treiber eingesetzt. Der Treiber-Baustein verursacht allerdings einen Spannungsabfall, den wir durch Anpassung der Ausgangsspannung des Netzteils ausgeglichen haben. Hierzu haben wir die Steuerplatine mit einer Test-LED sowie ein Voltmeter angeschlossen und vorsichtig die Spannung erhöht, bis an der LED wieder 3V ankommen. Ihr solltet aber darauf achten, dass nicht einfach LEDs direkt am Netzteil angeschlossen werden, da sonst die ca. 3,8V die LEDs zerstören, sofern kein entsprechender Vorwiderstand vorhanden ist.

Hinweise

Alle Geräteangaben ohne Gewähr. Diese wurde aus den Datenblättern entnommen bzw. bei Herstellern durch Anfrage ermittelt.

Diese Anleitung unterliegt der [Creative Commons Lizenz 3.0 \(by-nc-sa\)](#).

LEGO® ist eine Marke der LEGO Gruppe, durch die der vorliegende Beitrag weder gesponsert noch autorisiert oder unterstützt wird. Weitere Informationen [LEGO® Unser gutes Recht Fairplay](#).