



## 3-Kanal-Niedervolt- Lichtorgel LO 12

**Statt einer üblichen Lichtorgel, die mit Netzspannung (230 V) arbeitet, wird die ELV LO 12 mit Niederspannung betrieben. Somit entfallen aufwändige Sicherheitsvorkehrungen, wodurch diese Schaltung unter anderem auch für Anfänger geeignet ist. Am Ausgang lassen sich Leuchtdioden, kleine Glühlampen usw. anschließen, die Ansteuerung erfolgt über eine externe Audioquelle.**

### Sicheres Partyvergnügen

Lichtorgeln sind einer der Evergreens der Elektronik, bereichert der Lichteffekt doch jede Party oder lädt einfach nur zur Entspannung bei der Lieblingsmusik ein. Will man nicht zum käuflichen Fertiggerät greifen, ist die Realisierungsmöglichkeit oft eingeschränkt, denn nicht jeder darf (und vermag) mit der gefährlichen Netz-

spannung in Form eines Selbstbauprojektes umgehen. Um übliche 230-V-Glühlampen ansteuern zu können, kommt man aber nicht darum herum, entweder befugt zu sein, an der Netzspannung zu arbeiten, oder man beauftragt einen Berechtigten mit Aufbau und Inbetriebnahme, wobei dann der Weg zum Fertiggerät kürzer ist.

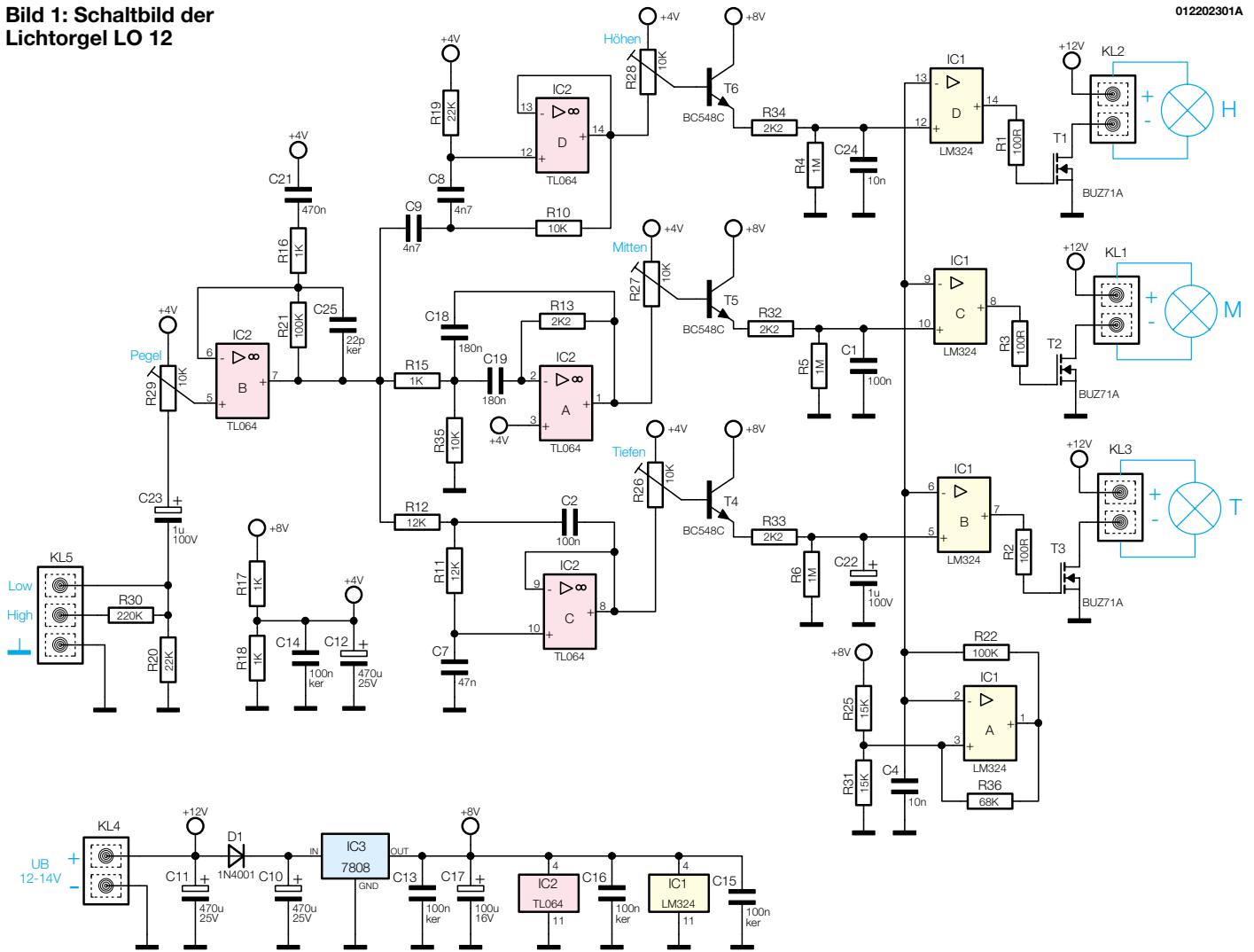
Folgt man jedoch dem allgemeinen Trend in der Heim-Beleuchtungstechnik, so trifft man auf immer mehr 12-V-Anwendungen.

Bekanntestes Beispiel sind die Niederspannungs-Halogenlampensysteme aller Art,

#### Technische Daten: LO 12

Spannungsversorgung: 12 V - 14 V / DC  
 Stromaufnahme (ohne Last): .. 15 mA  
 Schaltleistung pro Kanal: .... max. 5 A  
 NF- Eingang: ... Low- und High-Pegel  
 Abmessungen: ..... 80 x 100 mm

**Bild 1: Schaltbild der Lichtorgel LO 12**



ob als Stangen-, Seil- oder Einzelsystem. Zunehmend findet man diese im Umgang problemlose Niederspannungsbeleuchtungen auch im Garten, als Hofbeleuchtung, Wegmarkierung usw.

Ihr größter Vorteil ist die problemlose Verlegung durch die Speisung mit der ungefährlichen Niederspannung. Auch werden neue Anwendungsbereiche, die dem Do-it-yourself-Installateur bisher verschlossen blieben, möglich, so etwa die stimmungsvolle Unterwasserbeleuchtung im Gartenteich.

Die zugehörigen Halogenlampen haben bereits eine enorme Ausführungsvielfalt erreicht, die von der taghell leuchtenden weißen Lampe über unzählige Farbversionen bis hin zu Speziallampen für die Pflanzbeleuchtung geht.

Genau in diese Tendenz reiht sich unsere hier vorgestellte Niederspannungs-Lichtorgel ein. Ihr Hauptvorteil liegt darin, dass sie von Jedermann aufgebaut und problem- und gefahrlos betrieben werden kann, denn sie arbeitet ebenfalls mit ungefährlichen 12 bis 14 V Niederspannung. Damit kann man sie an jeder (genügend leistungsfähigen) 12-V-Gleichstromquelle betreiben.

Da kommt der mobile Betrieb an einer 12-V-Autobatterie, etwa auf dem Campingplatz, genau so in Betracht wie der am meist in der Garage herumstehenden Batterielader für die Autobatterie oder an einem anderen 12-V-Netzteil. Die Ausgangsbeschaltung kann dabei äußerst variabel gestaltet werden: Es sind sowohl Glüh- bzw. Halogenlampen, etwa die beliebten 12-V-Reflektorstrahler im Bereich zwischen 10 und 50 W, als auch kleine Glühlämpchen, etwa für die Anwendung auf der Modellbahnanlage oder den Einbau des gesamten Gerätes in ein besonders kompaktes Gehäuse möglich. Aber auch der Anschluss von LEDs ist eine sehr interessante Anwendung, da hier durch die leistungsfähige Steuerstufe sehr viele dieser Mini-Leuchtquellen anschließbar sind und man bei geschickter Anordnung die tollsten Lichteffekte erzeugen kann. Im Abschnitt „Installation“ geben wir dazu spezielle Hinweise.

Anhand dieser günstigen Rahmenbedingungen ist die LO 12 auch sehr gut als besonders einfach und bezüglich der anliegenden Spannungen ungefährlich aufzubauendes Einsteigerobjekt geeignet.

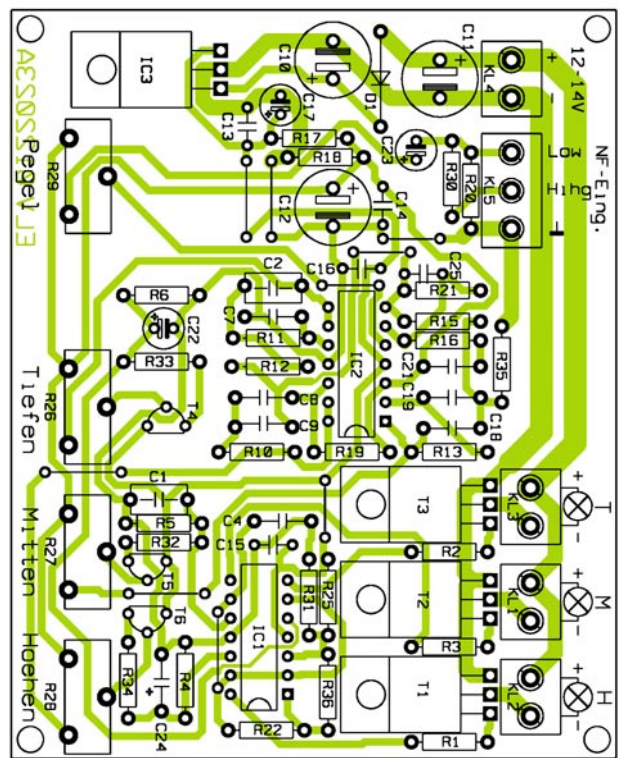
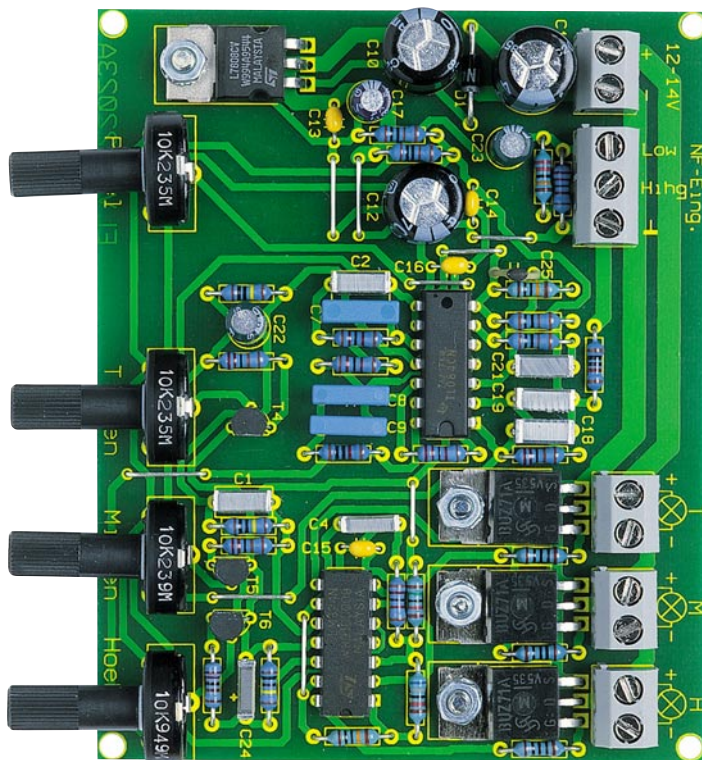
Bevor wir zur Schaltungsbeschreibung kommen, sei noch der ausdrückliche Hinweis gegeben, dass die Lichtorgel nicht im Geltungsbereich der Straßenverkehrszulassungsordnung, also im oder am Fahrzeug, betrieben werden darf.

## Schaltung

Das Schaltbild der Lichtorgel ist in Abbildung 1 dargestellt.

Es stehen zwei Audio-Eingänge zur Verfügung, die wahlweise für niedrige NF-Spannungen KL 5 (Low) oder für hohe NF-Spannungen KL 5 (High) ausgelegt sind. Damit kann die Lichtorgel sowohl von einem Mikrofon als auch (mit entsprechendem Adapter) über einen Line- oder Lautsprecher-Ausgang etwa eines Mixers oder Verstärkers, ja sogar vom portablen CD-Player angesteuert werden.

Das von KL 5 (Low) kommende Signal gelangt direkt über den Koppelkondensator C 23 auf den Pegelregler R 29. Die vom Eingang KL 5 (High) kommenden Signale passieren zuvor einen Spannungsteiler R 30 und R 20, sodass dieser Eingang auch direkt zum Anschluss an einen Lautspre-



Fertig bestückte Platine der Lichtorgel LO 12 mit zugehörigem Bestückungsplan

cherausgang eines Verstärkers geeignet ist. Dem Pegelregler R 29 ist eine Pufferverstärker (Impedanzwandler) IC 2 B nachgeschaltet.

Jeweils ein aktives Filter sorgt für die übliche Aufteilung des Gesamtfrequenzspektrums in drei Kanäle. Der Operationsverstärker IC 2 C und seine Zusatzbeschaltung (C 2, C 7, R 11 und R 12) bilden ein Tiefpass-Filter mit einer Grenzfrequenz von 200 Hz. Das Filter für die mittleren Frequenzen (1 kHz bis 2 kHz) besteht aus

einem Bandpass (IC 2 A, R 15, R 13, R 35, C 18 und C 19). Für das Hochpass-Filter, das nur Frequenzen über 3 kHz passieren lässt, sind IC 2 D, C 8, C 9, R 10 und R 19 zuständig.

Mit je einem Poti (R 26 bis R 28) lässt sich die Empfindlichkeit der nachfolgenden Lampensteuerstufe jedes Kanals einstellen.

Die nachfolgenden Schaltungsteile sind für alle drei Kanäle im Wesentlichen identisch aufgebaut, weshalb wir uns bei der

Beschreibung nur auf den Hochtonkanal beschränken wollen.

T 6, R 34, R 4 und C 24 stellen einen Spitzenwertgleichrichter dar, der das NF-Signal kommend von R 28 gleichrichtet. Die dann am Elko C 24 stehende Gleichspannung ist also direkt abhängig von der Signalamplitude des NF-Signals im jeweiligen Frequenzbereich. Diese Spannung gelangt auf den Eingang (Pin 12) des Komparators IC 1 D.

Die Ansteuerung der Schalttransistoren T 1 bis T 3 erfolgt über eine Pulsweitensteuerung, die eine unaufwändige Helligkeitssteuerung der angeschlossenen Lampe erlaubt. Dies hat darüber hinaus den Vorteil, dass die auftretende Verlustleistung an den Endstufentransistoren minimiert wird.

Die Pulsweitensteuerung funktioniert wie folgt:

IC 1 A stellt mit Zusatzbeschaltung einen Rechteckoszillator dar, der auf einer Frequenz von ca. 2 kHz schwingt. Da wir für einen Pulsweitenmodulator eine sägezahnförmige Spannung benötigen, greifen wir nicht das Rechtecksignal am Ausgang Pin 1 des OPs IC 1 A ab, sondern die Sägezahnspannung am frequenzbestimmenden Kondensator C 4. Der maximale Wert dieser Signalspannung liegt bei 4,5 V, der minimale Wert bei 3,8 V.

Der Komparator IC 1 D bildet den eigentlichen Pulsweitenmodulator (PWM), der über R 1 den Ausgangstransistor T 1 ansteuert.

Ohne ein NF-Signal am Eingang liegt

### Stückliste: 3-Kanal-Lichtorgel LO 12

**Widerstände:**

100Ω .....	R1-R3
1kΩ .....	R15-R18
2,2kΩ .....	R13, R32-R34
10kΩ .....	R10, R35
12kΩ .....	R11, R12
15kΩ .....	R25, R31
22kΩ .....	R19, R20
68kΩ .....	R36
100kΩ .....	R21, R22
220kΩ .....	R30
1MΩ .....	R4-R6
PT15, stehend, 10kΩ .....	R26-R29

180nF .....	C18, C19
470nF .....	C21
1µF/100V .....	C22, C23
100µF/16V .....	C17
470µF/25V .....	C10-C12

**Halbleiter:**

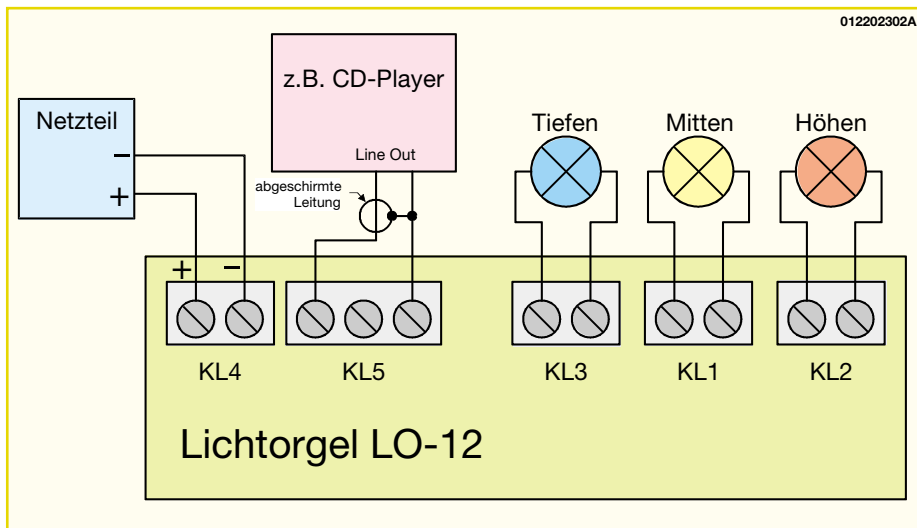
LM324 .....	IC1
TL064 .....	IC2
7808 .....	IC3
BC548C .....	T4-T6
BUZ71A .....	T1-T3
1N4001 .....	D1

**Sonstiges:**

- Schraubklemmen, 2-polig .. KL1-KL5
- 4 Kunststoff-Steckachsen, 6 x 23 mm
- 4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm
- 4 Muttern, M3
- 4 Fächerscheiben, M3
- 27 cm Schalt draht, blank, versilbert

**Kondensatoren:**

22pF/ker .....	C25
4,7nF .....	C8, C9
10nF .....	C4, C24
47nF .....	C7
100nF .....	C1, C2
100nF/ker .....	C13-C16



**Bild 2: Anschlusschema der Lichtorgel LO 12. Als Signalquelle dient in diesem Beispiel ein CD-Player.**

die Gleichspannung am Kondensator C 24 unterhalb des niedrigsten Wertes der Sägezahnspannung, wodurch der Ausgang des Komparators Pin 14 Low-Pegel führt und der Transistor T 1 gesperrt ist.

Kommt nun ein NF-Signal von der Filterstufe, steigt die Spannung an C 24 in Abhängigkeit von der Lautstärke an. Steigt diese Spannung über die momentane Sägezahnspannung an Pin 12 (IC 1 D) hinaus an, so führt der Ausgang (Pin 14) kurzzeitig High-Pegel. Die High-Phasen werden dabei um so länger, je höher die Spannung an Pin 12 (bzw. C 24) ist. Während der High-Phasen wird der Transistor T 1 durchgesteuert

und die angeschlossene Lampe leuchtet auf. Je nach Puls-Pausenverhältnis ist die Helligkeit der Lampe zwischen 0 und Maximum stufenlos steuerbar. In gleicher Weise arbeiten die Ausgangsstufen für die beiden anderen Kanäle.

Die Versorgungsspannung wird der Schaltung über KL 4 zugeführt. Diese Spannung sollte im Bereich von 12 V bis 14 V liegen, sie wird zunächst direkt zur Steuerung der Ausgänge verwendet. Für die Steuerelektronik hingegen erfolgt mit dem Spannungsregler IC 3 die Erzeugung einer stabilisierten Betriebsspannung von 8 V.

Der Spannungsteiler R 17 und R 18 erzeugt eine Spannung von 4 V, die als „virtuelle Masse“ für die Operationsverstärker dient.

### Nachbau

Die Schaltung der 3-Kanal-Lichtorgel ist auf einer einseitigen Platine mit den Abmessungen 100 x 80 mm untergebracht.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans

durchzuführen. Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der Brücken und der Widerstände, gefolgt von den Kondensatoren und den Halbleitern. Nach dem Verlöten der Anschlussbeine auf der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden vorsichtig mit einem Seitenschneider abgeschnitten. Wie immer muss natürlich auf die richtige Polung der Elkos bzw. Einbaulage der Halbleiter geachtet werden.

Eine gute Orientierungshilfe gibt hierzu

**Die Lichtorgel LO 12 arbeitet mit Niederspannung und kann somit ohne aufwändige Sicherheitsvorkehrungen in Betrieb benommen werden.**

auch das Platinenfoto. Während die Elkos meist am Minuspol markiert sind, muss der Katodenring der Diode mit der Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren. Die ICs sind durch eine Einkerbung oder einen Farbpunkt gegenüber Pin 1 gekennzeichnet. Die Bestückungsrichtung der Transistoren ist anhand ihrer Anschlussbein-Anordnung im Bestückungsdruck vorgegeben.

Der Spannungsregler IC 3 und die drei MOSFETs T 1 bis T 3 werden liegend montiert. Sie sind nach dem Abwinkeln der Anschlüsse im Abstand von 2 mm vom Gehäuse nach unten mit einer M3 x 8 mm-Schraube, Fächerscheibe und Mutter auf der Platine festzuschrauben. Das Verlöten der Anschlüsse erfolgt erst nach dem Verschrauben.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die größeren Bauteile (Potis, Klemmleisten usw.) bestückt und verlötet.

Nachdem nun alle Bauteile montiert sind, ist der Nachbau der Platine abgeschlossen. Der Einbau der Platine kann nun entweder in ein eigenständiges Gehäuse oder in das

Lampengehäuse der Lichtorgel je nach eigenem Wunsch erfolgen.

### Hinweise zur Installation

Die Betriebsspannung muss **unbedingt** eine **Gleichspannung** im Bereich von 12 V bis 14 V sein. Es darf auf keinen Fall eine Wechsellspannung (z. B. direkter Anschluss eines Halogentrafos) verwendet werden. In Abbildung 2 ist ein Anschlussbeispiel der Lichtorgel LO 12 dargestellt.

Die notwendige Leistung des Netzteils richtet sich nach der angeschlossenen Last. Jeder der drei Ausgangskanäle kann einen maximalen Dauerstrom von 5 A, also bei 12 V eine Leistung von bis zu 60 VA liefern. Die

verwendeten Schalttransistoren BUZ 71 sind in der Lage, Ströme von bis zu 13 A zu schalten. Jedoch ist es hierfür erforderlich, die Transistoren mit jeweils einem eigenen Kühlkörper zu kühlen und die Leiterbahnen in dem entsprechenden Platinenbereich durch Auflöten von Silberdraht zu verstärken. Außerdem sollte man beachten, dass Glühlampen einen 5- bis 7fachen Einschaltstrom im Vergleich zum Nennbetriebsstrom benötigen. Dies bedeutet, dass nur Lampen angeschlossen werden dürfen, deren Nennstrom max. 5 A beträgt. Hier bieten sich als schon sehr lichtstarke Bestückung die bekannten 12-V-/50-W-Halogen-Spiegellampen an.

Sollen dagegen Leuchtdioden angesteuert werden, sind entsprechende Vorwiderstände in Reihe zu schalten. Will man z. B. eine LED bei 12 V Betriebsspannung mit einem Strom von 20 mA betreiben, ist ein Vorwiderstand von 470  $\Omega$  zu verwenden. Es können auch mehrere LEDs in Reihe geschaltet werden, wobei dann der Vorwiderstand entsprechend zu verringern ist.