

# LED-Set

## Inhalt des Sets:

4 x	3mm LED weiß klar, Fahr- und Fernlicht
2 x	3mm LED weiß klar, Begrenzung vorne
8 x	3mm LED rot klar, Brems- und Rücklicht
2 x	3mm LED rot diffus, Begrenzung hinten
6 x	3mm LED gelb klar, Blinker
6 x	2mm x 5mm LED gelb diffus, Begrenzung seitlich
4m	Litze, zweiadrig
je 10 x	150, 220, 330 Ohm 1 Watt
je 10 x	470, 560 Ohm 0.25 Watt

## 1. Schritt: Einbau vorbereiten

Alle klaren runden LEDs strahlen ihr Licht relativ eng gebündelt ab. Die 3mm weißen Typen für Fahr- oder Fernlicht können gut ohne zusätzliches Scheinwerferglas verwendet werden. Für die 3mm LEDs für Bremslicht und Blinker sind dagegen Gehäuse mit farbiger Streuscheibe sinnvoll. Die Montage erfolgt von hinten in entsprechenden 3mm Bohrungen. Der Abstand von LED zur Scheibe verändert das Aussehen - deshalb vor dem festen Einbau erst ausprobieren. Verspiegelungen im Scheinwerfer sind bei LEDs nutzlos, da das Licht nur nach vorne abgestrahlt wird. Die diffusen LEDs für die Begrenzungslampen können auch gut ohne Gehäuse verwendet werden. Die 3mm weißen Typen für das Begrenzungslicht liefern allerdings wieder stark gebündeltes Licht, deshalb unser Tipp, diese beiden LEDs vorsichtig mit weißem Lack abzudecken. Damit wird auch die für ein Begrenzungslicht viel zu große Helligkeit vermindert.

## 2. Schritt: Verdrahtung planen

Für den Betrieb der LEDs sind Vorwiderstände unverzichtbar. Eine LED mit Vorwiderstand kann dann genau wie eine Glühlampe an jeder handelsüblichen elektrischen Anlage betrieben werden. Um Widerstände einzusparen können je nach Bordspannung auch mehrere LEDs in Serie mit nur einem Vorwiderstand kombiniert werden. Dies ist aber nur möglich, wenn die LEDs auch gleichzeitig aufleuchten sollen - man kann also z.B. die Blinker auf einer Seite vorne und hinten so zusammenfassen oder die Bremsleuchten links und rechts. Bei 7,2V können von den weißen LEDs je nur eine, von allen anderen maximal zwei mit einem Vorwiderstand arbeiten. Bei 12V können von den weißen LEDs jeweils zwei, von allen anderen bis zu 4 kombiniert werden. Siehe dazu auch Abbildung 1 und Tabelle 1. Die Widerstände können direkt an den LEDs oder an einer beliebigen Stelle im Zuleitungskabel eingefügt werden. Bei zwei oder mehreren LEDs in Serie kann sich der Vorwiderstand auch zwischen den LEDs befinden.

## 3. Schritt: Widerstände auswählen

Aus der Tabelle 1 können nun die passenden Vorwiderstände entnommen werden. Die angegebenen Werte sind für maximale Helligkeit und sicheren Betrieb berechnet (Ausnahme: weißes Begrenzungslicht) und sollten nicht unterschritten werden. Generell gilt: Kleinere Widerstandswerte führen zu höheren Strömen und mehr Helligkeit, grössere Werte zu weniger Strom und Helligkeit. Mit dem beiliegenden Widerstandssortiment ist eine individuelle Anpassung leicht möglich. Vor dem festen Einbau besser bei

verschiedenen Beleuchtungssituationen, auch bei Tageslicht, ausprobieren! Sollte mal ein Widerstandswert öfter benötigt werden, zeigt Tabelle 3 Ersatzmöglichkeiten durch Parallel- oder Serienschaltung von zwei anderen Werten. LEDs sind gepolt, sie verhalten sich wie Dioden und leuchten nur bei Stromfluss in einer Richtung. Ihr Minuspol, die Kathode, ist am kürzeren Draht zu erkennen. Dieser Pol muss mit dem Minus-Pol des Akkus oder dem minus-schaltenden Ausgang der elektrischen Anlage verbunden werden. Entsprechend wird der Anschluss mit dem langen Draht, die Anode, mit dem Plus-Pol verbunden. In einer der beiden Zuleitungen muss der Vorwiderstand eingeschleift sein.

## Die Servonaut-Anlagen K30T und K60T

Die Servonaut-Anlagen verfügen als Besonderheit auf jeder Anschlussplatine über je zwei Konstantstromquellen von 15mA. Damit ist der Betrieb von 4 LED-Stromkreisen auch ohne Vorwiderstand möglich. Verbinden Sie die LEDs dann statt mit dem Pluspol mit den Anschlüssen R1..R4 und entfernen Sie die Jumper auf den Anschlussplatinen. Bei diesen Anlagen kann die LED-Helligkeit leicht später über die Dimmung eingestellt werden, es ist also sinnvoll, die Vorwiderstände für maximale Helligkeit auszuwählen.

## Was ist eine LED überhaupt?

Light Emitting Diodes oder Leuchtdioden sind moderne elektronische Halbleiter-Bauelemente. Sie sind in der Lage, elektrische Energie direkt in Licht umzuwandeln und bieten einige Vorteile gegenüber Glühlampen:

- Sie haben einen hohen Wirkungsgrad und werden nicht nennenswert warm
- Sie bieten eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer
- Sie geben gerichtetes, gebündeltes Licht ab

Die Farbe hängt bei LEDs vom verwendeten Halbleiter-Material ab. Sie kann deshalb nicht sinnvoll durch nachträgliche Lackierung verändert werden. (einzige Ausnahme: LEDs mit weißem Licht) Im Unterschied zu Glühlampen sind LEDs gepolt, d.h. ein Strom kann nur fließen, wenn die LED mit ihrer Anode am Pluspol und der Kathode am Minuspol des Akkus angeschlossen wird. Und der wichtigste Punkt: Eine LED benötigt grundsätzlich immer einen Vorwiderstand zur Strombegrenzung! LEDs verhalten sich elektrisch ganz anders als Glühlampen. Wird bei einer Glühlampe die Betriebsspannung langsam erhöht, nimmt die Helligkeit, angefangen mit kaum sichtbarem Glühen, genauso langsam zu. Erst bei deutlicher Überspannung wird eine Glühlampe "durchbrennen". Erhöht man dagegen die Spannung an einer LED, passiert zunächst bis zum Erreichen einer gewissen Schwelle von 1,5 bis 3 Volt nichts. Dann nimmt der Strom jedoch rasant zu und erreicht sehr schnell Werte, die die LED zerstören. Um eine LED an einer Spannungsquelle betreiben zu können, ist deshalb immer ein Widerstand nötig, der den Strom begrenzt. Der Widerstand wird so gewählt, dass der Strom durch die LED je nach Anwendung ca. 2 bis 30 mA beträgt. Die Helligkeit ist vom Strom abhängig, nicht jede LED darf jedoch mit 30mA betrieben werden.

The logo for Servonaut is written vertically in a stylized, blue, 3D-effect font. The letters are bold and have a slight shadow, giving it a modern, technical appearance.

Abbildung 1: LED Anschluss

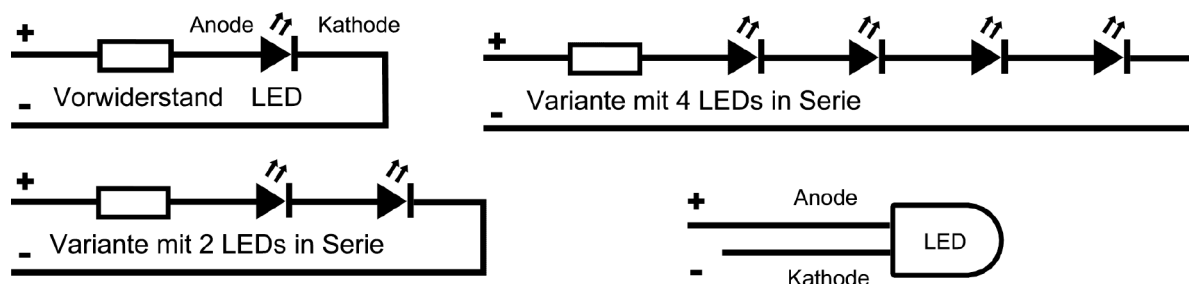


Tabelle 1: Empfehlungen zur Auswahl der Vorwiderstände

LED-Typ	U	I max	7,2V/1LED	7,2V/2LED	12V/1LED	12V/2LED	12V/4LED
3mm weiß, Fahrlicht	3,5V	20mA	<b>220</b>	-	470	<b>330</b>	-
3mm weiß, Begrenzung	3,5V	20mA	<b>470</b>	-	470+330	<b>560</b>	-
3mm rot klar	2V	30mA	220	<b>150</b>	470	<b>330</b>	150
3mm rot diffus	2V	15mA	470	<b>220</b>	330+330	<b>560</b>	330
3mm gelb klar	2V	30mA	220	<b>150</b>	470	<b>330</b>	150
2x5mm gelb	2V	15mA	470	<b>220</b>	330+330	560	<b>330</b>

Tabelle 2: Farbcodierung der Widerstände

Widerstand	1.Ring	2.Ring	3.Ring	4.Ring/Toleranz
150 Ohm	braun	grün	braun	silber/gold
220 Ohm	rot	rot	braun	silber/gold
330 Ohm	orange	orange	braun	silber/gold
470 Ohm	gelb	lila	braun	silber/gold
560 Ohm	grün	blau	braun	silber/gold

Markieren Sie die Kathode, also den Minuspol der LED, vor dem Kürzen der Anschlüsse mit einem geeigneten Filzstift. Dann können die Anschlüsse beim Löten nicht vertauscht werden.

Der wichtigste Punkt beim Löten: Das im Löttraht enthaltene Flussmittel muss an der Lötstelle wirken können. Verdampft es am Lötcolben, ist es wirkungslos. Deshalb: Erst die Lötstelle erwärmen und nach ca. 1 bis 2 Sekunden Lötzinn auf die Kontaktstelle geben. Unzuverlässige sog. "kalte" Lötstellen erkennt man leicht an ihrer matten Oberfläche.

Tabelle 3: Fehlende Widerstände ersetzen

Fehlender Wert	entspricht etwa Parallelschaltung von	entspricht etwa Serienschaltung von
150 Ohm	330//330	-
220 Ohm	470//470	-
330 Ohm	-	150+150
470 Ohm	-	220+220
560 Ohm	-	220+330

Zum Testen einer LED auf Farbe und korrekte Polung auch im eingebauten Zustand ist eine kleine 9V-Blockbatterie sehr praktisch. Die Batteriepole sind immer mit "+" und "-" eindeutig beschriftet. Vorwiderstand von 560 Ohm trotzdem nicht vergessen!