



## LED-Beleuchtung einfach dimmen – HomeMatic-PWM-Dimmer für 12-V- und 24-V-LEDs

Energiesparende LED-Beleuchtungen mit 12-/24-V-Systemen erfreuen sich zunehmender Beliebtheit, sind sie doch genauso ungefährlich von jedermann installierbar wie Niedervolt-Halogen-Systeme. Dazu eröffnen sich dem Anwender neue Möglichkeiten für das Lichtdesign. Der neue HomeMatic-LED-Dimmer macht die Beleuchtung nun auch bequem vom Sofa aus bedienbar und bietet die für das HomeMatic-System typische große Funktionsvielfalt.

### LED statt Glühlampe

Seit die alte Glühlampe nach und nach vom Markt verschwindet, befindet sich der Markt für Leuchtmittel im Umbruch. Neben den klassischen Energiesparlampen verbreiten sich besonders LED-Leuchtmittel immer weiter. Während der Kauf eines passenden Leuchtmittels für eine Lampe früher sehr einfach war, stehen die meisten heute eher ratlos vor der großen Vielfalt in den Regalen, denn es muss einiges berücksichtigt werden, um das man sich früher keine Gedanken zu machen brauchte. Jetzt sollte man den Einsatzort und den Einsatzzweck seines Leuchtmittels vorher genau kennen, um die richtige Wahl zu treffen. Dabei ist neben Lichtfarbe, Schalthäufigkeit, Startverhalten,

Temperaturbereich, Spannung, Sockel usw. auch noch die Frage der Dimmbarkeit zu klären. Ist bereits ein Dimmer verbaut, sollte man wissen, ob es sich um einen Anschnitt- oder Abschnittdimmer handelt, denn die wenigsten der modernen Leuchtmittel sind überhaupt dimmbar und wenn, dann meist nur mit einer und nicht mit beiden Techniken.

Wenn man vom direkten Ersatz der E27-Leuchtmittel weggeht und sich für eine ganz neue Beleuchtungstechnik mit LEDs entscheiden will, wird es aber auch nicht unbedingt einfacher. So gibt es einzelne LEDs oder Reihenschaltungen, die je nach verwendeter Technik mit Konstantspannung oder Konstantstrom betrieben werden und sich entweder in Reihe oder parallel schalten lassen. Hierzu passend muss dann noch das richtige Vorschaltgerät bzw. Netzteil ausgewählt werden.

Dabei ist es übrigens nicht erlaubt, für den Betrieb von 12-V-LEDs z. B. einfach ein Computer-Netzteil zu verwenden. Die für LED-Beleuchtungen einsetzbaren Netzteile müssen neben den EMV-Normen EN 55015, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3 und EN 61547 auch

Spannungsversorgung:	12–24 V <sub>DC</sub>
Stromaufnahme ohne Last:	45 mA
Ausgangsbelastbarkeit:	max. 5 A / max. 60 VA
Funksystem:	BidCoS (868,3 MHz)
Abm. Gehäuse (B x H x T):	49 x 34 x 148 mm

die Sicherheitsnorm EN 61347-2-13 einhalten. Wir bieten deshalb passend zu dem hier vorgestellten Dimmer zwei professionelle LED-Netzteile an, die all diese Normen erfüllen (12 V: CLG-100-12, ELV-Best.-Nr. JK-10 05 08; 24 V: CLG-100-24, ELV-Best.-Nr. JK-10 05 09).

Da sich die auch von uns vertriebenen 12-V- und 24-V-LED-Stripes großer Beliebtheit erfreuen, lag der Gedanke nahe, auch einen hierzu passenden Dimmer für das HomeMatic-System zu entwickeln. Somit können die Vorteile der LED-Beleuchtung mit denen der intelligenten Haussteuerung geschickt kombiniert werden. Die technische Basis für den HomeMatic-LED-Dimmer bietet der schon vor einiger Zeit vorgestellte LED-Dimmer für das FS20-System. Auch der HomeMatic-Dimmer kann eine Last bis 5 A (12 V) und somit eine Last von bis zu 60 W bewältigen. Er ist im flachen und praktischen Zwischendeckengehäuse untergebracht, das besonders einfach und platzsparend auch in oder auf Möbeln, Holzdecken usw. installierbar ist.

Bei der Spannungsversorgung haben wir uns für ein externes Netzteil entschieden. So kann man zum einen ein vielleicht schon vorhandenes Netzteil einsetzen bzw. ein genau an die zu bewältigende Leistung angepasstes und somit nicht überdimensioniertes Netzteil, das idealerweise auch primärseitig anschlussfertig ausgeführt ist. Zum anderen werden der Aufbau und der Umgang mit dem Dimmer einfacher, da hier keine gefährliche Netzspannung im Spiel ist.

Der Dimmer ist für die ausschließliche Funk-Fernbedienung durch einen HomeMatic-Sender (Fernbedienung, Sensor) bzw. eine HomeMatic-Zentrale vorgesehen. Damit eröffnen sich zahlreiche Möglichkeiten zur Nutzung der Dimmeigenschaften wie spezielle Lichtszenen usw.

## Schaltung

Die Schaltung des HomeMatic-PWM-LED-Dimmers (Bild 1) basiert, wie erwähnt, im Wesentlichen auf dem bewährten FS20-DC-LED-Dimmer und wurde nur minimal modifiziert. Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über das 12-V- bzw. 24-V-Netzteil, über das die LEDs betrieben werden sollen. Die beiden Spannungsregler IC 1 und IC 2 generieren hierzu stabilisierte Spannungen von 10 V für die Ansteuerung des Leistungs-MOSFETs und 3,3 V für den Mikrocontroller IC 3 und seine Peripherie. Während bei der FS20-Variante noch ein sehr kleiner Controller und dessen internes EEPROM zur Auswertung des Funkprotokolls und Speicherung der angelernten Adressen ausreichen, werden für die umfangreichen Komfortfunktionen der HomeMatic-Variante bereits ein Controller mit 8facher Speichergröße und ein zusätzliches externes EEPROM IC 4 benötigt. Da das FS20-Funkprotokoll mit ASK-Modulation gesendet wird, das HomeMatic-System jedoch bidirektional und mit der deutlich störfesteren FM-Modulation arbeitet, ist auch ein anderes Funkmodul verbaut. Mit dem Transceiver TRX1 kann der Dimmer seine Funkbefehle empfangen und die Bestätigung über den Erhalt selbiger an den Absender schicken. Der Controller erzeugt in Abhängigkeit von der gewünschten Helligkeit ein PWM-Signal an seinem Port PD 5. Über eine Treiber-Stufe mit T 2 und IC 5 wird für eine steilflankige Ansteuerung des Leistungs-MOSFETs T 1 gesorgt, damit an diesem wenig Verlustleistung entsteht. Die Induktivität L1 mit den beiden Kondensatoren C 8 und C 7 sorgt dabei als Filter für eine Reduzierung der bei dieser steilflankigen Ansteuerung entstehenden Störungen. Sollte der Dimmer einmal außerhalb des spezifizierten Temperaturbereichs betrieben werden, kann über den mit R 10 und Temperatursensor R 12 gebildeten Spannungsteiler im internen AD-Wandler ein kritischer Temperaturanstieg an der Endstufe erkannt und diese in der Leistung begrenzt oder ganz abgeschaltet werden. Wenn dies aufgrund eines Defekts des MOSFETs nicht mehr möglich ist, sorgt die Temperatursicherung TSI 1 für zusätzliche Sicherheit und unterbricht die Spannungsversorgung von Dimmer und LEDs.

## Bedienung

Der PWM-LED-Dimmer lässt sich zwar auch über den internen Taster ein- und ausschalten, seine eigentliche Aufgabe ist jedoch der Aufruf des An-

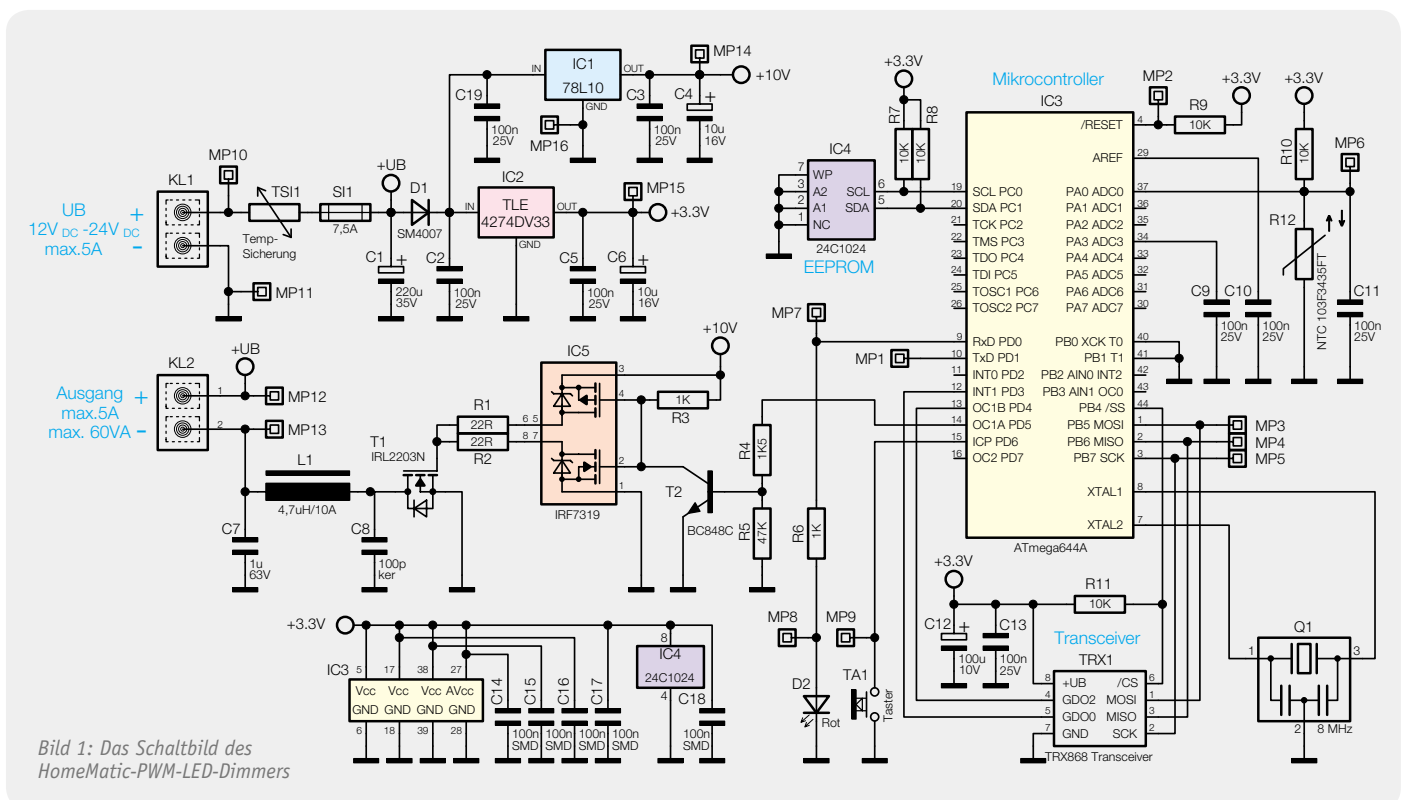


Bild 1: Das Schaltbild des HomeMatic-PWM-LED-Dimmers

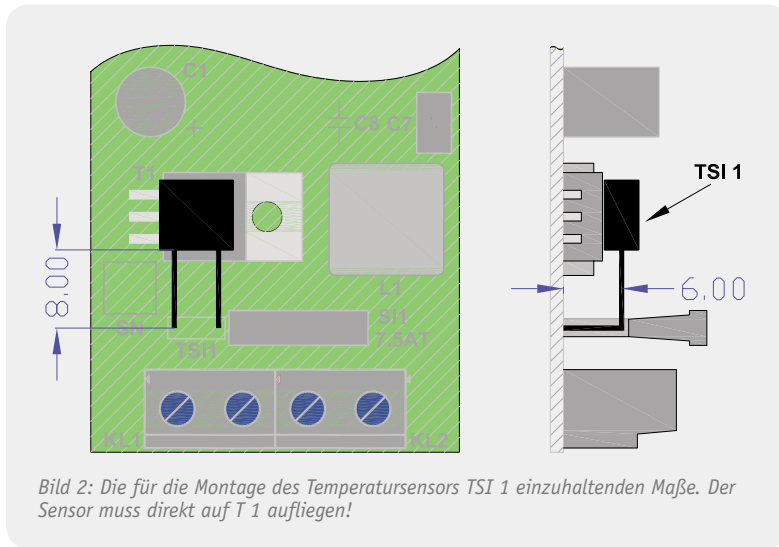


Bild 2: Die für die Montage des Temperatursensors TSI 1 einzuhaltenden Maße. Der Sensor muss direkt auf T 1 aufliegen!

lernmodus, um ihn z. B. mit einer Fernbedienung zu verknüpfen. Hierzu wird der Taster etwa 4 s gedrückt gehalten, bis die LED daneben zu blinken beginnt. Jetzt hat man 20 s Zeit, auch die Fernbedienung in den Anlernmodus zu versetzen und eine Taste bzw. ein Tastenpaar auszuwählen. Nun ist der Dimmer bereits bequem per Funk in seiner Grundfunktion bedienbar. Hat man die HomeMatic-Komponenten an ein Konfigurationstool oder die CCU angelernt, lassen sich komfortabel Mindest- und Maximalhelligkeit, Einschaltdauer, Rampenzeiten, Einschalthelligkeit usw. konfigurieren. Über eine CCU sind zudem zeitgesteuerte Aktionen oder das Einschalten des Dimmers in Abhängigkeit von verschiedenen Sensoren und/oder deren logischen Verknüpfungen möglich. Über einen entsprechend eingerichteten Zugriff auf die CCU sind sogar das Kontrollieren und das Schalten des Dimmers über das Internet oder ein Smartphone möglich.

## Nachbau

Der Aufbau erfolgt auf einer doppelseitigen Platine in gemischter SMD- und konventioneller Bestückung. Die SMD-Bauteile sind bereits vorbestückt, sodass hier lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf eventuelle Bestückungsfehler, Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig ist.

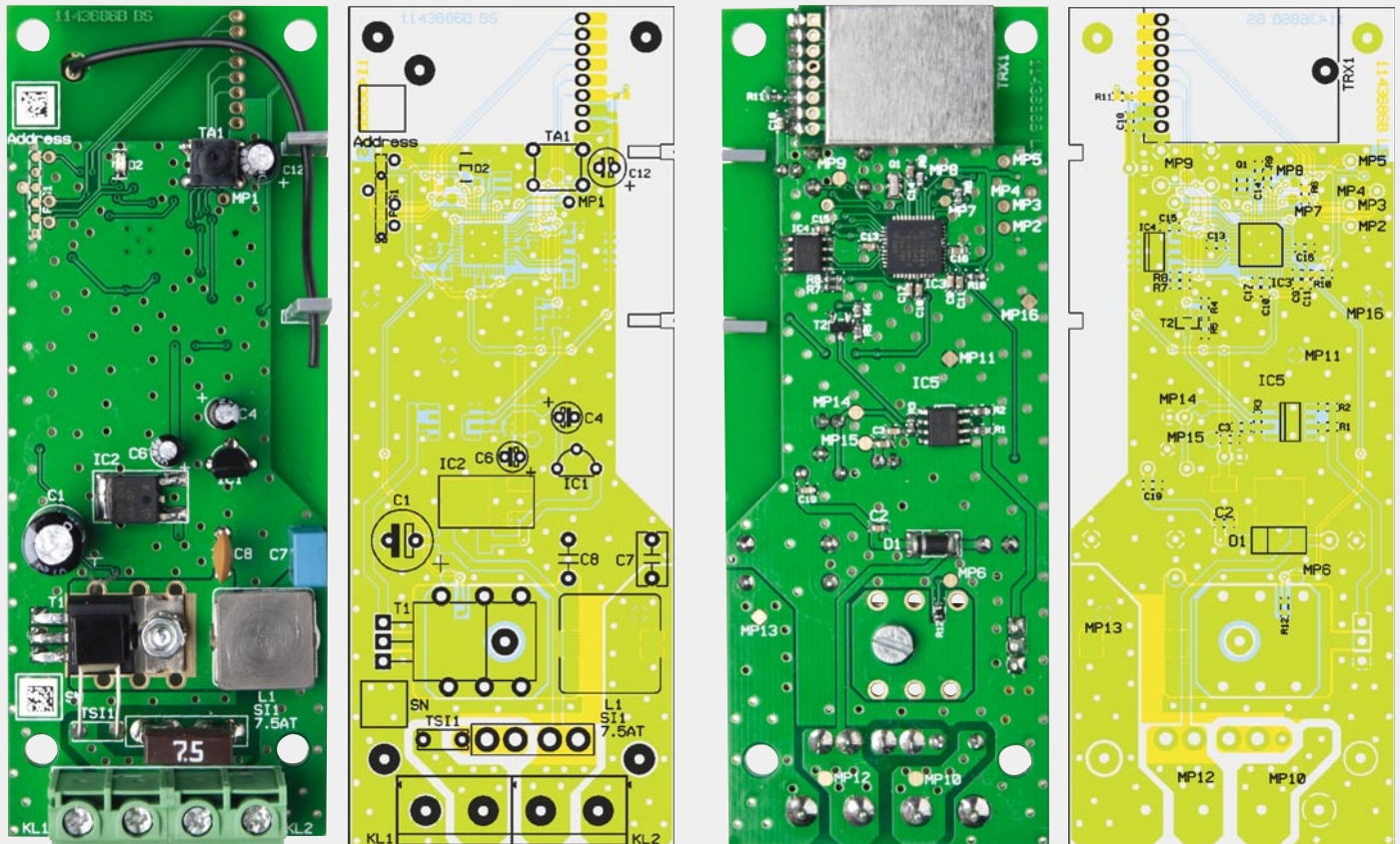
Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste, des Bestückungsdrucks und des Schaltbilds. Auch das Platinenfoto kann als Hilfe herangezogen werden. Die Bauteilanschlüsse werden auf der Platinenunterseite verlötet und überstehende Drahtenden mit dem Seitenschneider gekürzt.

Bei den Elkos (C 1, C 4, C 6, C 12) muss auf die richtige Polung bzw. Einbaulage geachtet werden. Der Minuspol ist in der Regel auf dem Elko-Gehäuse gekennzeichnet, während auf der Platine der Pluspol (+) markiert ist.

Der Leistungstransistor T 1 wird liegend montiert und mit einer Schraube M3 x 8 mm, Fächerscheibe und Mutter auf der Platine befestigt (siehe auch Platinenfoto). Die Anschlüsse sind zuvor entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln.

Danach wird der Temperatursensor TSI 1 bestückt. Dessen Anschlüsse sind zunächst, wie in Bild 2 gezeigt, ca. 8 mm vom Gehäuse entfernt rechtwinklig abzuwinkeln. Danach wird der Sensor so in die Platine eingesetzt, dass sein Gehäuse direkt auf T 1 aufliegt, dann erst sind die Anschlüsse zu verlöten.

Die Sicherung SI 1 ist eine Mini-Kfz-Sicherung, für die zwei Sicherungshalter auf der Platine einzulöten



Ansicht der fertig bestückten Platine des LED-Dimmers mit zugehörigem Bestückungsplan, links Oberseite, rechts die Unterseite mit dem Transceiver-Modul



Bild 3: Hier ist die Führung der Transceiver-Antenne ebenso zu sehen wie der gekürzte erste Antennenhalter.

sind. Anschließend wird die Sicherung (7,5 A) in diese Halterung eingesetzt.

Wenn alle bedrahteten Bauteile bestückt und verlötet sind, wird das Transceivermodul TRX 1 auf der Unterseite der Platine an seinem Bestückungsplatz aufgelegt, nachdem die Antenne durch die zugehörige Platinenöffnung auf die Platinenoberseite geführt wurde. Nach dem Ausrichten des Transceiver-Moduls ist dieses über die Lötflächen mit den korrespondierenden Löt pads auf der Platine zu verlöten, siehe Platinenfoto. Die Antennenleitung ist wie in Bild 3 dargestellt zu verlegen und mit zwei seitlich in die Platine eingesetzten Kunststoffhaltern zu fixieren. Dabei ist der Halter, der an C 12 sitzt, an seiner Sollbruchstelle zu kürzen, und die Antenne ist durch die jeweils oberen Löcher der Antennenhalter zu führen.

Nach einer letzten Kontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler ist die Platine in das Gehäuse einzubauen. Hierzu wird die Platine in die Unterschale des Gerätegehäuses gelegt. In die Bohrung der Gehäuseoberschale, die sich später über der LED befindet, wird

von unten (Gehäuse-Innenseite) ein Lichtleiter eingesetzt, der das LED-Licht von der Platine nach oben zur Gehäusebohrung leitet. Danach wird die Oberschale aufgelegt und mit den beiliegenden Schrauben mit der Gehäuseunterschale verschraubt. Zur Kennzeichnung der Anschlüsse dient die Gehäusebedruckung (siehe Bild 4) und die Klemmenkennzeichnung.

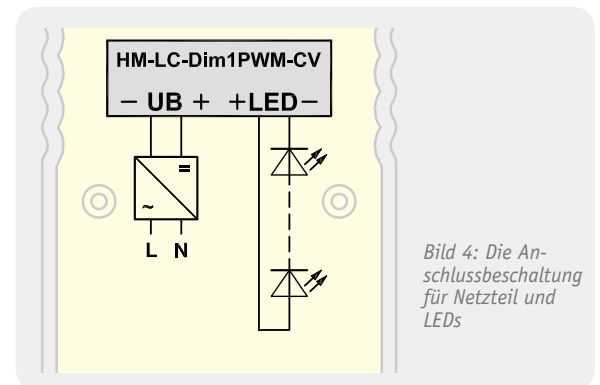


Bild 4: Die Anschlussbeschriftung für Netzteil und LEDs

#### Widerstände:

22 $\Omega$ /1 %/SMD/0603	R1, R2
1 k $\Omega$ /SMD/0603	R3, R6
1,5 k $\Omega$ /SMD/0603	R4
10 k $\Omega$ /1 %/SMD/0603	R7–R11
47 k $\Omega$ /1 %/SMD/0603	R5

#### Kondensatoren:

100 pF/ker	C8
100 nF/SMD/0603	C2, C3, C5, C9–C11, C13–C18, C19
1 $\mu$ F/63 V/MKT	C7
10 $\mu$ F/16 V	C6
100 $\mu$ F/10 V	C12
220 $\mu$ F/35 V	C1

#### Halbleiter:

78L10	IC1
TLE4274DV33/SMD	IC2
ELV111035/SMD	IC3
24C1024/SMD	IC4
IRF7319PBF/SMD	IC5
IRL2203	T1
BC848C	

1N4007	D1
LED/Rot/SMD/0805, superhell	D2

#### Sonstiges:

Keramikschwinger, 8 MHz, SMD	Q1
Speicherdrossel, 4,7 $\mu$ H, 10 A, SMD	L1
Sender-/Empfangsmodul TRX868, 868 MHz	TRX1
Temperatursensor, ECTH 160808	
103F3435FST, SMD	TS1
Schraubklemmenleiste, 2-polig, 24 A/500 V	KL1, KL2
Mini-Drucktaster, 1x ein, 12,8 mm Tastknopflänge	TA1
Kfz-Sicherungshalter für Mini-Flachstecksicherung, print	SI1
Mini-Flachstecksicherung für Kfz, 7,5 A	SI1
Temperatursicherung 110 $^{\circ}$ C	TSI1
2 Antennenhalter für Platinen	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Mutter, M3	
1 Gehäuse HM-LC-Dim1PWM-CV, komplett, bedruckt, Lichtgrau	

## Installation

In Bild 5 ist ein typisches Anschlussbeispiel für den LED-Dimmer dargestellt.

Da die Schaltung ein externes Netzteil benötigt, ist dieses entsprechend der Anschlussleistung der

LEDs, wie eingangs beschrieben, auszuwählen. Dabei ist, wie ebenfalls beschrieben, darauf zu achten, dass nur Netzteile eingesetzt werden dürfen, die neben den EMV-Normen EN 55015, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3 und EN 61547 auch die Sicherheitsnorm

The screenshot shows the HomeMatic web interface for configuring a device. At the top, there are navigation tabs: 'Startseite', 'Status und Bedienung', 'Programme und Verknüpfungen', and 'Einstellungen'. The 'Einstellungen' tab is active. Below the navigation, there are buttons for 'Alarmmeldungen (0)', 'Servicemeldungen (0)', and 'Abmelden'. A table lists device parameters:

Name	Typenbezeichnung	Bild	Bezeichnung	Seriennummer	Interface	Firmware
HM-LC-Dim1T-FM GEE0000267	HM-LC-Dim1T-FM		Funk-Dimmaktor 1fach Phasenabschnitt Unterputzmontage	GEE0000267	BidCos-RF	Version: 1.2

Below the table, there are sections for 'Geräteparameter' and 'Kanalparameter'. The 'Kanalparameter' section is expanded to show configuration options for channel 1:

Name	Kanal	Parameter
HM-LC-Dim1T-FM GEE0000267:1	Ch.: 1	Trägheit Überstromerkennung: 1.00 s (0.00-2.55)
		Abschaltswelle Übertemperatur: 80 °C (30-100)
		Reduzierpegel Übertemperatur: 40 % (0-100)
		Reduzierschwelle Übertemperatur: 75 °C (30-100)
		Max. Sendeveruche: 6 (0-10)
		<b>Programmierung der internen Gerätetaste</b>
Dimmer Ein / Aus		
Mit Betätigen der Gerätetaste wechselt das Licht zwischen der eingestellten Helligkeit und "Aus".		
Rampenzeit beim Einschalten: 0.5s		
Verweildauer im Zustand "Ein": unendlich		
Pegel im Zustand "Ein": 100%		
Ausschaltverzögerungszeit: keine		
Blinken in der Ausschaltverzögerung: ein		
Rampenzeit beim Ausschalten: 0.5s		

At the bottom of the configuration section, there is a 'Simuliere Tastendruck' button and 'OK' / 'Abbrechen' buttons.

## HomeMatic-Statusmeldungen

Viele HomeMatic-Komponenten sind in der Lage, Statusmeldungen zu versenden. Diese Meldungen informieren eine vorhandene CCU im Regelfall über folgende Parameter eines Gerätes bzw. dessen Kanäle (sofern beim jeweiligen Gerät vorhanden): Ist-Pegel, Pegel-Tendenz (gleichbleibend, fallend, steigend, unbekannt), zeitlich begrenzter Zustand, Batteriestatus und einige weitere gerätespezifische Status wie z. B. Übertemperatur, Überstrom, Lastausfall und Sabotage. Diese Informationen lassen sich in der Web-Bedienoberfläche anzeigen und für die Triggerung von Programmabläufen auf der CCU verwenden. Bei den meisten Komponenten ist für das Versenden von Statusmitteilungen eine Filterzeit mit Zufallsanteil (Standardwert 2–3 s) eingebaut. Durch die Filterzeit verhindert man, dass durch ständige Zustandswechsel nicht unnötig oft Funktelegramme versendet werden, die das System sonst in der Funktion stark einschränken würden. Der Zufallsanteil sorgt dafür, dass die Statusmeldungen mehrerer gleichzeitig geschalteter Ak-

toren möglichst gleich beim ersten Versuch ihr Ziel erreichen, ohne mit denen der anderen Aktoren zu kollidieren. Um diese Problematik weiter zu entzerren, lassen sich bei einigen Komponenten teils die Anzahl der Sendeveruche und/oder die Filterzeit sowie ihr Zufallsanteil für solche Meldungen einstellen. Viele Aktoren antworten auf einen Schaltbefehl einer Fernbedienung mit einer Mischung aus Bestätigung (ACK) und Statusmeldung. Die 19-Tasten-Fernbedienung zeigt deshalb beispielsweise nach dem Einschaltbefehl an einen Dimmer zuerst 10,5 % und einen Pfeil nach oben an, weil der Dimmer sich zum Sendezeitpunkt bereits in der Einschalttrampe befindet. 2–3 s nach Erreichen des Ziel-Pegels wird dann nochmals ein Telegramm vom Dimmer mit dem dann eingestellten Ist-Pegel gesendet. Wird dabei noch ein Sanduhr-Symbol angezeigt, so wird hiermit eine aktivierte maximale Einschaltdauer signalisiert – der Dimmer geht also nach einer gewissen Zeit (die man für die entsprechende Fernbedienungstaste als Verknüpfungsp parameter konfiguriert hat) automatisch wieder aus. Wird kein Sanduhr-Symbol angezeigt, bleibt der Aktor auf unbestimmte Zeit in dem aktuellen Zustand.

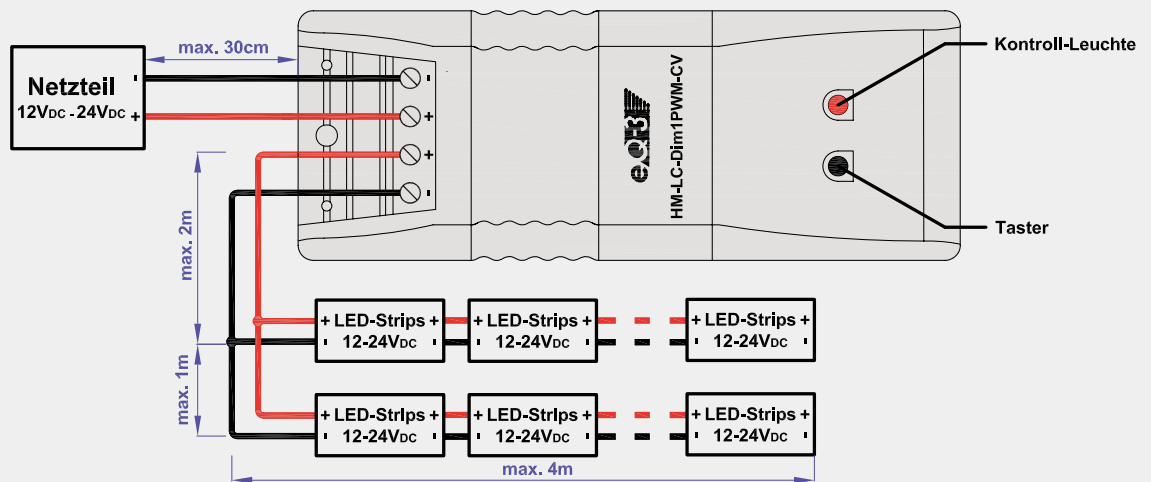


Bild 5: Eine typische Anschlussbeschriftung für den LED-Dimmer. Die hier angegebenen maximalen Leitungslängen sind unbedingt einzuhalten!

EN 61347-2-13 einhalten. Die mit dem Dimmer mitgelieferte Bedienungsanleitung gibt genaue Hinweise zur sicheren Installation des Netzteils.

Die Ausgangsleistung des Netzteils sollte immer höher als die benötigte Leistung sein, um unnötige Erwärmung zu vermeiden und Leistungsreserven zur Verfügung zu haben. Und natürlich sollte auch das Netzteil die gleiche Zulassungsstufe bezüglich der Einbauzeichnung (F/MM) besitzen wie der Dimmer, denn es wird ja meist in dessen Nähe verbaut.

Eine wichtige Rolle spielen auch die Leitungen, sowohl die, die vom Netzteil kommen, als auch die, die zu den LEDs führen. Die Leitungslängen, die im Anschluss-Schema gekennzeichnet sind, dürfen nicht überschritten werden. Ebenso sind die Leitungen ausreichend zu dimensionieren, um einen unnötigen Spannungsabfall über die Leitungen sowie ein Überhitzen der Leitungen zu vermeiden. Maximal sind die Schraubklemmen für Leitungen mit einem Querschnitt von 2,5 mm<sup>2</sup> ausgelegt.

Beim Anschluss der Last (LED-Beleuchtung) ist unbedingt auf die richtige Polarität zu achten. Es dürfen nur Konstantspannungs-LED-Anordnungen eingesetzt werden, die zur eingesetzten Betriebsspannung passen, also ist z. B. für 12-V-Stripes ein 12-V-Netzteil einzusetzen. Ein Anschluss einzelner LEDs ist nur über einen entsprechenden Vorwiderstand möglich, der den LED-Strom begrenzt!

Nach dem Verdrahten wird die Abdeckkappe des Gehäuses aufgesetzt und mit dem Gehäuse verschraubt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Leitungen durch die als Zugentlastung dienenden Klemmrippen des Gerätegehäuses sicher erfasst und fixiert sind.

Bild 6 zeigt ein komplett montiertes Gerät, das am Einbauort über die Befestigungslaschen sicher zu verschrauben ist. Die Anschlussleitungen sollten im Zuge ihrer Verlegung fixiert werden, z. B. durch Nagel- oder Klemmschellen.

Bei der Auswahl des Montageortes ist zu beachten, dass dieser trocken, staubfrei und ausreichend

belüftet sein sollte, um eine ausreichende Luftzirkulation zu gewährleisten.

Auch eine Wärmebelastung, etwa durch direkte Sonneneinstrahlung, Heizungsrohre etc., ist zu vermeiden. Bei ausreichender Luftzirkulation um das Gerät herum ist ein Einbau in Möbel oder Holzdecken möglich, das Gerät trägt die Einbauzeichnungen F (Montage an oder auf schwer entflammaren Baustoffen) und MM (Montage auf Materialien, deren Entflammeigenschaften nicht bekannt sind, wobei im Normalfall 95 °C und sowohl im anormalen Betrieb wie auch im Fehlerfall 115 °C nicht überschritten werden).

Zum Abschluss noch ein Betriebshinweis: Erwärmt sich das Gerät, etwa durch fehlende Luftzirkulation, im Betrieb zu stark, sorgt eine Temperaturüberwachung zunächst für eine Leistungsreduzierung in Form einer Helligkeitsabsenkung, bei anhaltender Überetemperatur erfolgt ein Abschalten der Last. **ELV**



Bild 6: Das fertige Gerät