Best.-Nr.: 152226
Version: 1.1
Stand: August 2018

MONTAGE VIDEO

Tagesverlauf nachgebildet

LED-Aquarium-Beleuchtung

Infos zum Bausatz
im ELV Shop
#10200

Hält man Tiere und Pflanzen in Terrarien und Aquarien, gehört zur artgerechten Haltung auch eine dem Ablauf in der Natur gerechte Umgebungshelligkeit. Diese folgt am Tag dem Sonnenlauf und in der Nacht dem monatlichen Mondzyklus.
Die hier vorgestellte LED-Mondlicht-Steuerung realisiert dies durch zeitgesteuerte Ansteuerung von warm- und kaltweißen LEDs. Zusätzlich bzw. alternativ kann über den Anschluss roter und blauer LEDs ein für das Pflanzenwachstum geeigneter Farbmix eingestellt werden. Umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten machen einen vielseitigen Einsatz möglich.

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	LED-MA1
Versorgungsspannung:	12–24 VDC
Stromaufnahme:	6 A max.
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	0,1 W (24 V)
Maximale Schaltleistung:	72 W je Kanal (24 V) 144 W gesamt ⚠ max. Gesamtstrom beachten
Dimmverfahren:	Pulsweitenmodulation (PWM)
Lastart:	Konstantspannungs-LED (ohmsche Last)
Schutzklasse:	III
Verschmutzungsgrad:	2
Länge der Anschlussleitungen:	3 m max.
Leitungsart:	starre und flexible Leitung
Leitungsquerschnitt:	0,75–1,5 mm²
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Lagertemperatur:	-10 bis 60 °C
Abmessungen (B x H x T):	100 x 89 x 26 mm
Gewicht:	80 g

Das richtige Licht ...

... für Tiere und Pflanzen bereitzustellen ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass sich Tiere wohlfühlen und Pflanzen gedeihen. Dabei werden je nach Tier- und Pflanzenart sehr unterschiedliche Anforderungen an die künstliche Beleuchtung gestellt. Zunächst leben auch diese unter dem natürlichen Lauf von Sonne und Mond, und insbesondere Pflanzen gedeihen besonders gut unter bestimmten Lichtspektren. Der Fachhandel hält hierfür seit jeher Leuchtmittel mit speziellen Lichtspektren für Fische, Reptilien, Pflanzen und weiteren Heimtieren wie Ziervögel bereit.

Und der Tageslichtablauf einschließlich der Mondphasen ist für die Tiere, die im Haus gehalten werden, ein wichtiges Kriterium für deren Tagesrhythmus. Bei Vögeln kommt dazu, dass ein wenig Restlicht („Mondlicht") die Verletzungsgefahr senkt, falls die Tiere nachts aufgeschreckt werden und umherfliegen. Mit bereits wenig Licht können sie sich aber schnell ori-

ELV Elektronik AG · Maiburger Straße 29–36 · 26789 Leer · Germany
Telefon 0491/6008-88 · Telefax 0491/6008-7016 · www.elv.de

Bild 1: Durch entsprechendes zeitgesteuertes Dimmen der kaltweißen LEDs wird der monatliche Mondzyklus nachempfunden.

entieren. Hier hat sich seinerzeit auch besonders der vor vielen Jahren entwickelte ELV Mondlichtdimmer LMD1 bewährt.

Der hier vorgestellte LED-MA1 ist allerdings eine ganz andere Klasse. Er kann nicht nur LED-Anordnungen bis 72 W ansteuern, also für die Tagesbeleuchtung schon sehr kräftiges Licht, das auch große Areale sehr gut beleuchten kann, er kann auch wahlweise Dual-White-Stripes (CCT) oder RGB-Stripes (hier werden in der Praxis aber meist nur die relevanten Farben Rot und Blau bzw. deren Mischung eingesetzt) ansteuern und jede Lichtfarbe einzeln einstellen und dimmen. So kann man z. B. den Übergang von Tag zu Nacht oder umgekehrt mit entsprechenden Lichtfarbeneinstellungen gestalten, ob nun Warm zu Kaltweiß für Tiere oder Blau zu Rot für Pflanzen.

Für die gesamte Tagesverlaufsnachbildung werden auf zwei Ausgängen mittels PWM-Signal warmweiße und kaltweiße LEDs angesteuert. Am Tag wird so erst einmal der Sonnenlichtverlauf mit warmweißer Beleuchtung simuliert.

Eine besondere Rolle spielt bei der Nachtbeleuchtung für Tiere zum einen die kaltweiße Beleuchtung für die Mondlichtsimulation und zum anderen der monatliche, genauer 28-tägige Helligkeitsverlauf der Mondphasen bzw. des Mondyklus (Bild 1).

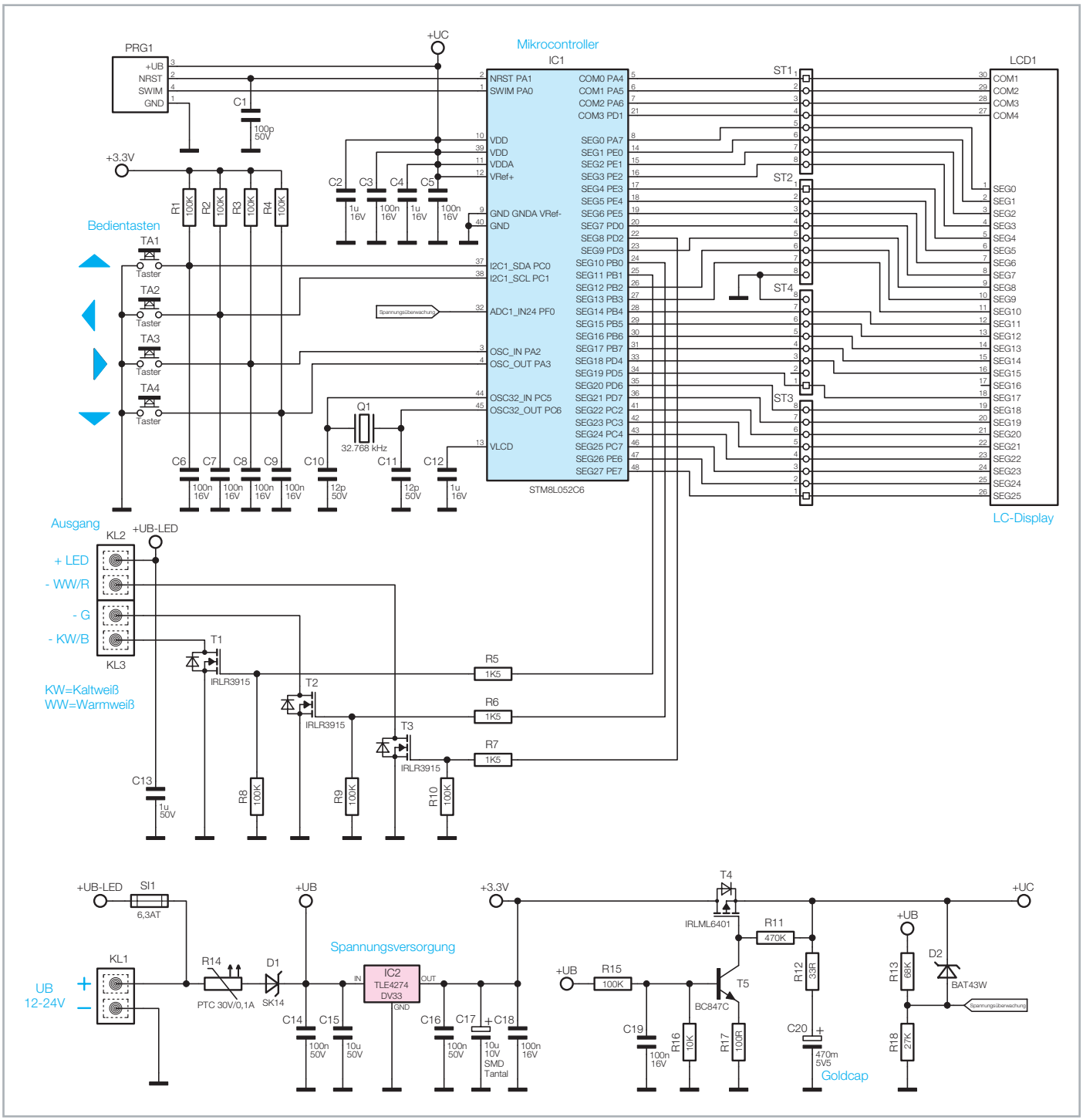


Bild 2: Das Schaltbild des LED-MA1

Die Helligkeit bei Nacht wird also im Verlauf von 28 Tagen entsprechend dem Mondzyklus Neumond, zunehmender Mond, Vollmond und abnehmender Mond nachgebildet.

Für die nächtliche Beleuchtung sind, je nach Bedarf, Mondzyklus, Dauerbeleuchtung oder Aus wählbar.

Insgesamt stehen zahlreiche Einstellmöglichkeiten wie z. B. eine Tages-/Nachtlängenanpassung bis zu genau definierbaren Helligkeiten und Lichtfarben für die Tag- und Nachteinstellung zur Verfügung.

Der LED-Controller verfügt über drei Ausgänge für RGB- oder Dual-White-Stripes, je Kanal steht eine Schaltleistung bis 72 W zur Verfügung, wobei die Gesamtleistung aller Kanäle 144 W beträgt. Das muss beachtet werden, falls man beim Anschluss von RGB-Stripes tatsächlich alle drei Farben nutzt.

Das Dimmen erfolgt durch Pulsweitenmodulation und der Betrieb der LEDs mit Konstantspannung.

Für die Zeitsteuerung läuft ein interner RTC, welcher mittels Goldcap über eine Gangreserve von ca. drei Tagen verfügt, um kurzzeitige Netz-Unterbrechungen überbrücken zu können.

Als LED-Stripes können 12- oder 24-V-LED-Stripes eingesetzt werden, also RGB-Stripes, Dual-Color-Stripes („Dual-White", CCT) oder Single-Stripes in Warmweiß und Kaltweiß.

Schaltung

Im Schaltbild (Bild 2) betrachten wir im unteren Teil zunächst die Spannungsversorgung des Geräts.

Die an der Spannungsversorgungsklemme KL1 angeschlossene Betriebsspannung von 12 bis 24 V wird einerseits über eine Sicherung zu den Plus-Anschlussklemmen für die Stripes auf KL2 geführt. Andererseits wird diese Betriebsspannung über den als reversible Sicherung arbeitenden PTC R14 und die Verpolungsschutz-Diode D1 auf den Linearregler IC2 geführt, dessen Eingangsspannung mit C14 und C15 geblockt wird und eine stabilisierte Spannung von 3,3 V für die restliche Schaltung erzeugt.

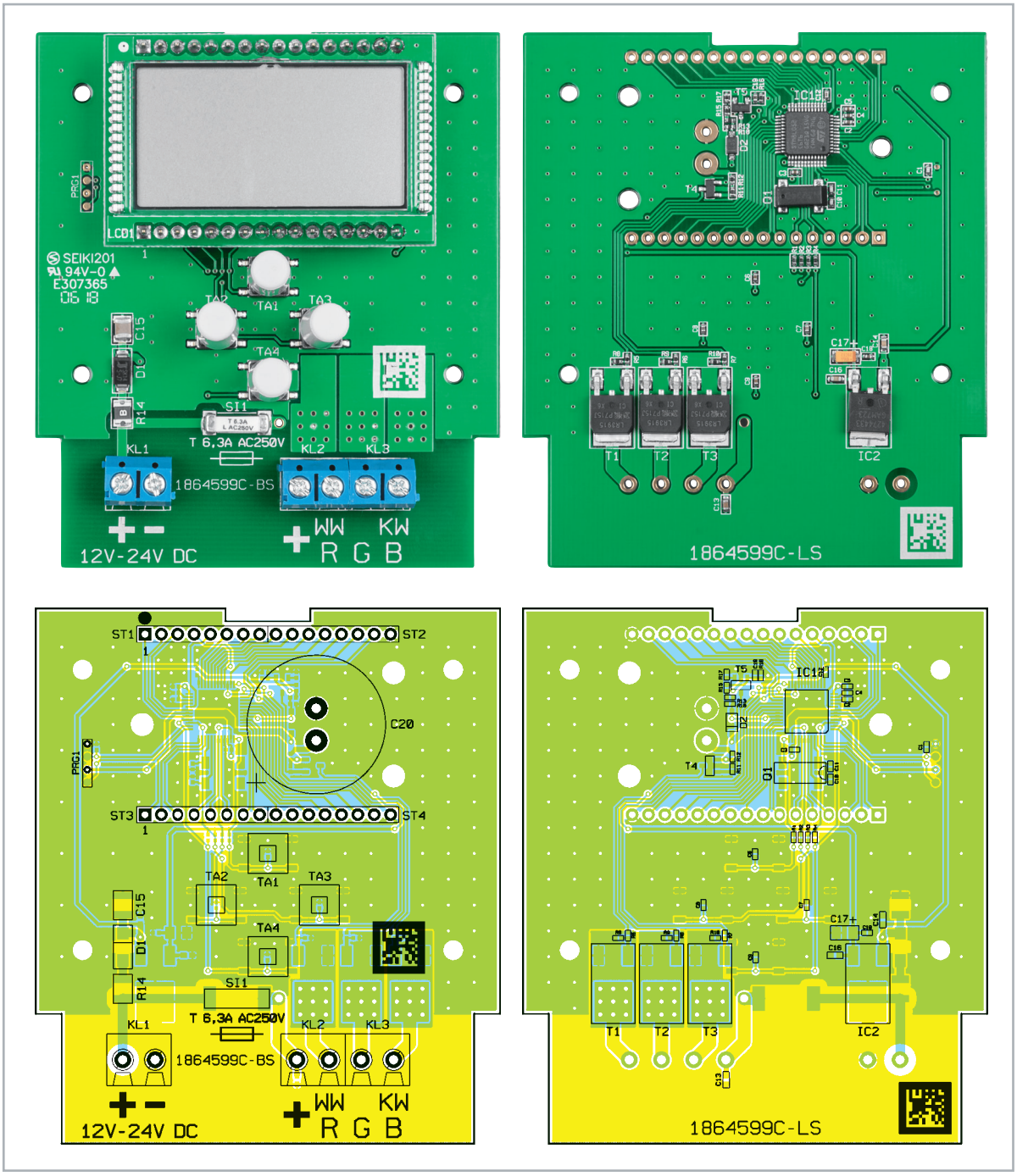


Bild 3a: Die Platinenfotos und Bestückungspläne der Hauptplatine

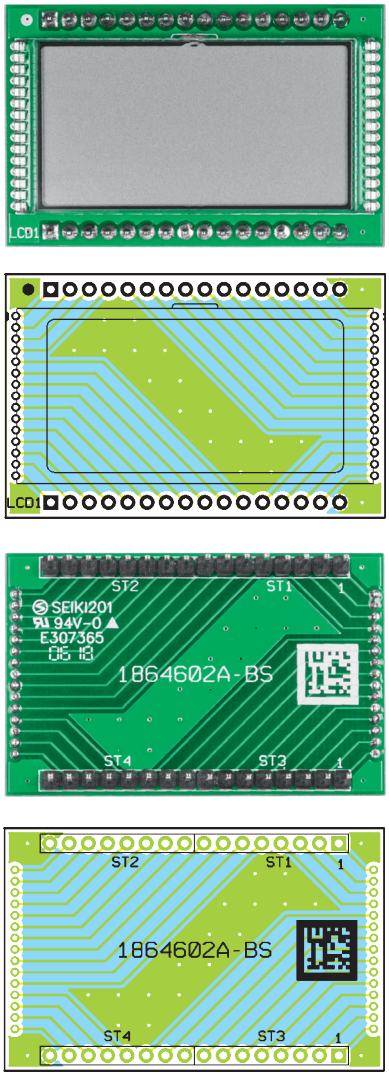


Bild 3b: Die Platinenfotos und Bestückungspläne der Displayplatine

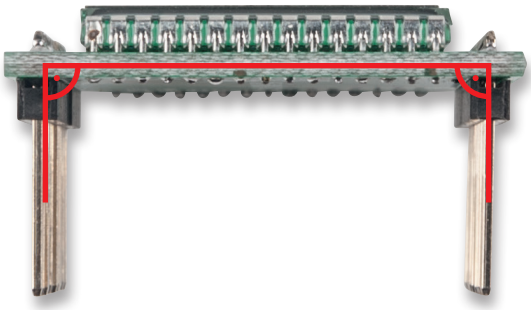


Bild 4: Die Stiftleisten müssen genau parallel zueinander und rechtwinklig zur Displayplatine eingesetzt werden.

Bild 5: Zwei zweipolige Schraubklemmen sind lückenlos ineinanderzustecken, um eine durchgehende vierpolige Klemme zu erhalten.

Montagevideo

#10210

QR-Code scannen oder Webcode im ELV Shop eingeben

Nachfolgend kommt ein MOSFET (T4) zur Abtrennung des Controllers von der restlichen Versorgungsspannung, um bei Spannungsausfall den RTC im Controller über den Goldcap C20 gepuffert weiterlaufen zu lassen. Bei Ausfall der Versorgungsspannung sperrt der Transistor T5, infolgedessen sperrt auch der MOSFET T4.

Der Spannungsteiler R13, R18 mit der Schutzdiode D2 dient für den Controller zur Erkennung, ob die externe Spannungsversorgung vorhanden ist oder ob er seine Funktion auf den RTC reduzieren muss.

Die vier Bedientasten TA1 bis TA4 sind mit Pull-up-Widerständen versehen und direkt mit dem Mikrocontroller verbunden. Q1, ein 32,768-kHz-Quarz, stellt den Takt für den RTC im Mikrocontroller zur Verfügung.

Das Display ist direkt an den Controller angeschlossen, der hier eingesetzte Controller verfügt bereits über einen integrierten LCD-Treiber, sodass kein extra Displaycontroller notwendig ist.

Die drei PWM-Ausgänge sind über die MOSFETs T1 bis T3 gegen Masse geschaltet und werden über Timerausgänge vom Mikrocontroller gesteuert.

Nachbau

Der Aufbau des Geräts erfolgt auf zwei Platinen, der Hauptplatine, die bereits mit allen SMD-Bauteilen vorbestückt ist, und der Displayplatine. Die Platinenfotos und Bestückungspläne (Bild 3a und 3b) erlauben wie der Bestückungsdruck und die Stückliste eine genaue Vorabkontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler und unterstützen bei der weiteren Bestückung.

Diese beginnt mit der Displayplatine. Zunächst sind die Stiftleisten, wie in Bild 4 zu sehen, von der Unterseite her in die Displayplatine einzusetzen, dabei ist darauf zu achten, dass die Stiftleisten gerade zueinander und exakt im 90-Grad-Winkel zur Platine stehen. Als Hilfe dazu können die Stiftleisten mit den langen Stiften in die Basisplatine gesteckt und dann die Displayplatine darauf aufgesetzt werden. Nun drückt man beide Platinen etwas aufeinander, dadurch richten sich die Stiftleisten von allein richtig aus. Nun sind die Stiftleisten mit der Displayplatine zu verlöten.

Dem folgt das Einsetzen und Verlöten des Displays auf die Displayplatine, wobei dessen richtige Lage anhand der Glasnase am oberen Displayrand (siehe Bild 3b) zu beachten ist.

Der nächste Montageschritt wird vorbereitet, indem man zwei der zweipoligen Schraubklemmen zu einer vierpoligen Klemme ineinanderschiebt (Bild 5) und dann diese Kombination und die verbliebene zweipolige Schraubklemme in der richtigen Lage (Öffnungen zur Platinenaußenseite) bestückt und mit reichlich Lötzinn verlötet. Als nächstes Bauteil folgt der Goldcap, der polrichtig entsprechend Gehäusemarkierung und Bestückungsdruck einzusetzen ist.

Mit dem Aufsetzen und Verschrauben der drei Abstandhalter für die Displayplatine, sie werden mittels dreier Kunststoffschrauben von der Unterseite der Platine her verschraubt, ist die Bestückung/Montage der Hauptplatine soweit komplett. Bild 6 zeigt die so bestückte und montierte Platine von beiden Seiten.

Die Abstandhalter sorgen bei der jetzt folgenden Montage der Displayplatine für den erforderlichen Abstand von 10 mm zwischen den Platinen, dabei ist darauf zu achten, dass die Displayplatine auch richtig auf den Abstandhaltern aufliegt. Pin 1 ist auf beiden Platinen mit weißen Punkten markiert. Ist die Displayplatine sauber eingesetzt, sind die Stiftleisten von der Unterseite der Hauptplatine aus zu verlöten. In Bild 7 ist die so montierte und verlötete Platinenkombination zu sehen.

Nach dem Aufsetzen der Tasterkappen (so weit aufstecken, dass von der Unterseite der Tasterkappe bis zur Tasteroberseite ca. 1 mm frei bleibt) und der abschließenden Kontrolle der Platine auf Bestückungs- und Lötfehler kann die Einheit, wie in Bild 8 gezeigt, mit 4 Schrauben im Gehäuseunterteil verschraubt werden.

Zum Abschluss der Montage wird der Gehäusedeckel aufgesetzt und mit den beiden schwarzen Schrauben mit dem Unterteil verschraubt (Bild 9).

Damit ist der Aufbau abgeschlossen und das Netzteil und die LED-Stripes können angeschlossen werden.

Anschluss/Montage

Bild 10 zeigt den Anschluss von Netzteil und LED-Stripes in den verschiedenen Varianten. Der Anschluss des Netzteils erfolgt an der Klemme KL1 und die LEDs werden an den Klemmen KL2/3 angeklemmt.

Die LED-Stripes müssen vom Typ „gemeinsame Anode“, also mit einem gemeinsamen Plus-Anschluss für die LED-Kreise ausgeführt sein.

Bei Verwendung eines RBG-Stripes sind die LEDs entsprechend an den Ausgängen R, G und B anzuschließen, wobei die gemeinsame Anode an Plus angeklemmt wird.

Stückliste

Widerstände:

33 Ω/SMD/0402	R12
100 Ω/SMD/0402	R17
1,5 kΩ/SMD/0402	R5–R7
10 kΩ/SMD/0402	R16
27 kΩ/SMD/0402	R18
68 kΩ/SMD/0402	R13
100 kΩ/SMD/0402	R1–R4, R8–R10, R15
470 kΩ/SMD/0402	R11
PTC/0,1 A/30 V/SMD/1210	R14

Kondensatoren:

12 pF/50 V/SMD/0402	C10, C11
100 pF/50 V/SMD/0402	C1
100 nF/16 V/SMD/0402	C3, C5–C9, C18, C19
100 nF/50 V/SMD/0603	C14, C16
1 µF/16 V/SMD/0402	C2, C4, C12
1 µF/50 V/SMD/0603	C13
10 µF/10 V	C17
10 µF/50 V/SMD/1210	C15
0,47 F/5,5 V	C20

Halbleiter:

ELV171606/SMD	IC1
TLE4274DV33/SMD	IC2
IRLR3915/SMD	T1–T3
IRLML6401/SMD	T4
BC847C/SMD	T5
SK14/SMD	D1
BAT43W/SMD	D2

Sonstiges:

LC-Display TH1816TR-P-A1	LCD1
Quarz, 32,768 kHz, SMD	Q1
Sicherung, 6,3 A, träge, SMD	SI1
Mini-Drucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	TA1–TA4
Tastkappen	TA1–TA4
Schraubklemmleisten, 2-polig, print	KL1–KL3
Stiftleisten, 1x 8-polig, 16,5 mm, gerade, print	ST1–ST4
Distanzrollen mit Innengewinde, M3 x 10 mm	
Kunststoffschrauben, M3 x 6 mm	
Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	
Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	

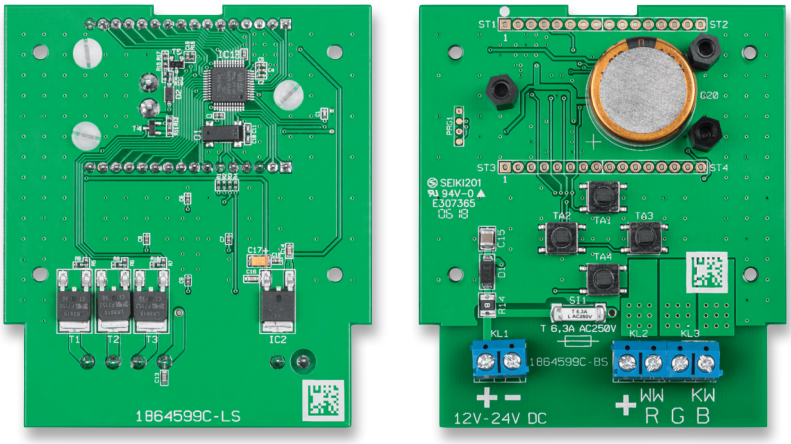


Bild 6: Die mit Schraubklemmen, Goldcap und Abstandhaltern bestückte Platine. Links sieht man die von unten eingesetzten Kunststoffschrauben.

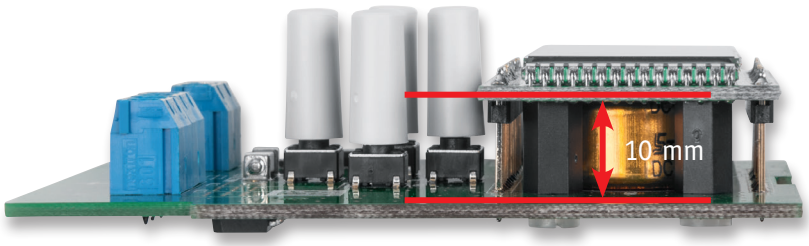


Bild 7: Die Displayplatine ist mithilfe der Abstandhalter so einzulöten, dass sie genau 10 mm Abstand zur Hauptplatine hat. Hier sind auch die aufgesetzten Tasterkappen zu sehen.

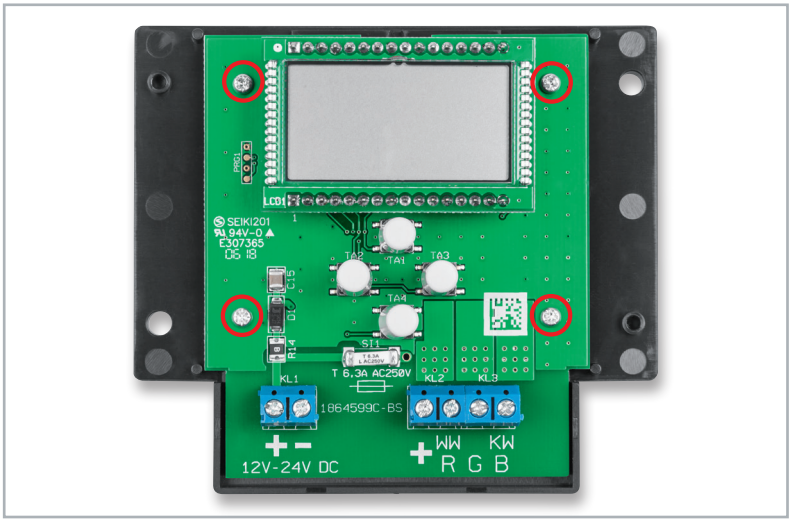


Bild 8: So wird die Hauptplatine mit vier Schrauben im Gehäuseunterteil verschraubt.

Bild 9: Mit dem Aufsetzen des Gehäuseoberteils und dessen Verschrauben mit den beiden diagonal versetzten Gehäuseschrauben ist die Montage abgeschlossen.

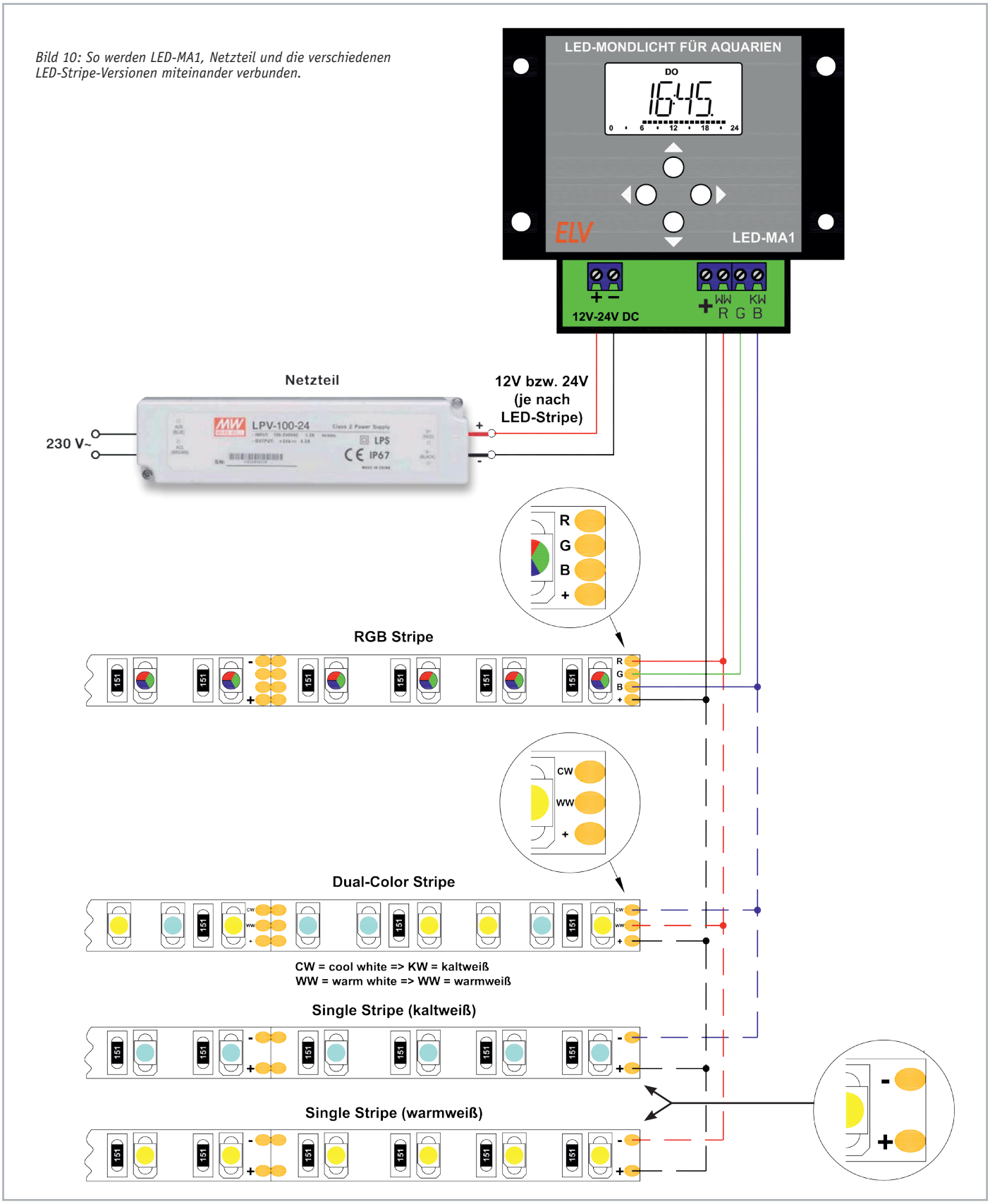
Bei Dual-White-Stripes CCT (correlated color temperature) werden die Anschlüsse WW (Warmweiß) und KW (Kaltweiß, am LED-Stripe meist mit CW bezeichnet) verwendet.

Es besteht auch die Möglichkeit, zwei getrennte LED-Stripes für Warmweiß und Kaltweiß einzusetzen, dabei muss nur darauf geachtet werden, dass diese aus dem gleichen Netzteil versorgt werden können, dazu muss die Versorgungsspannung identisch sein. Zu beachten ist auch, dass keine LEDs ohne entsprechenden Vorwiderstand angeschlossen werden dürfen.

In der Regel besitzen LED-Stripes mit mehreren Farben nur einen gemeinsamen Anodenanschluss. Daher ist der Plus-Anschluss nur einmal vorhanden.

Bei der Montage muss außerdem beachtet werden, dass die LED-Stripes so wie das Gerät und das Netzteil vor Feuchtigkeit geschützt montiert werden, z. B. in einem geschlossenen Deckel des Aquariums, wo sie auch nicht u. U. entstehendem Kondenswasser ausgesetzt werden können.

Bild 10: So werden LED-MA1, Netzteil und die verschiedenen LED-Stripe-Versionen miteinander verbunden.



Wichtiger Hinweis:

Beim speisenden Netzteil muss es sich um ein Betriebsgerät mit Schutzkleinspannung (SELV) für LED-Module gemäß EN 61347-1, Anhang L handeln! Das Netzteil muss kurzschlussfest (bedingt oder unbedingt) oder fehlersicher (fail-safe) sein!

Bild 11: In der Tagdarstellung erscheinen ein Sonnensymbol und in der Balkenleiste die eingestellten Zeitbereiche für den Tagmodus.

Bild 12: In der Nachtdarstellung erscheint die Balkenleiste entsprechend der Verlaufsrichtung der aktuellen Mondphase: Im oberen Bild wird zunehmender Mond angezeigt, im mittleren Bild Vollmond und im unteren Bild abnehmender Mond.

Bedienung:

Beim ersten Starten bzw. nach längerem Spannungsausfall des Geräts, der über den Pufferkondensator (Goldcap) nicht abgefangen werden konnte, wird automatisch das Set-up aufgerufen und Uhrzeit und Datum müssen eingestellt werden. Alle anderen Einstellungen bleiben auch nach Spannungsausfall gespeichert.

Menü/Set-up:

- Über einen langen Tastendruck (> 2 s) von Taste ▲ lässt sich das Set-up-Menü aufrufen.
- Mit den Tasten ▲ und ▼ kann der Wert bzw. die Einstellung geändert werden.
- Die Taste ▶ dient zur Bestätigung und der nächste Schritt wird aufgerufen bzw. es wird gespeichert und man kehrt zum Menü zurück.
- Mit der Taste ◀ kann einen Schritt zurückgesprungen bzw. das Menü beendet werden.

Erst erfolgt die Einstellung für die Uhrzeit, beginnend mit den Stunden, die einzustellenden Stellen blinken jeweils im Display. Nach dem Einstellen der Minuten und Bestätigung (▶) wird die Uhrzeit gespeichert.

Die Einstellung des Datums folgt dann in gleicher Vorgehensweise. Zuerst muss das Jahr, dann der Monat und dann der Tag eingestellt werden.

Unter „Programm" können Startzeit und Endzeit eines Tageszyklus und eine Tagesdauer eingestellt werden. Ab der Startzeit wird der Tagmodus mit Tageslichtfarbe zur Beleuchtung verwendet, ab der Endzeit der Nachtmodus mit entsprechender Nachtfarbe.

Unter „Duration/Dauer" kann ein verkürzter/verlängerter Tagesrhythmus eingestellt werden, dadurch läuft die interne Uhr schneller/langsamer und ein Tagesverlauf (normal 24 h) wird in z. B. 20 h durchlaufen.

Unter dem Menüpunkt „Moon" kann man die Mondlichtsimulation aktivieren oder deaktivieren, bei aktivierter Mondlichtsimulation wird die Helligkeit entsprechend der Mondphase in der Nachtbeleuchtung berücksichtigt. Ansonsten werden die fest eingestellte Lichtfarbe und Helligkeit verwendet.

Mittels „Ramp" ist ein sanfter Wechsel zwischen Tages- und Nachtlicht aktivierbar.

Unter „Colour" können nun die Tages- und Nachtfarbe eingestellt werden, dabei gibt es zwei mögliche Einstellmodi:

RGB: Hier sind drei Werte von 0 bis 255 einstellbar, welche den Ansteuerungen der drei Ausgänge R, G, und B entsprechen, dabei ist 0 = aus und 255 maximal an.

CCT: Hier werden zwei Werte eingestellt, die Helligkeit und Deviation, d. h. die Verteilung von Warmweiß und Kaltweiß, bestimmen. Die Helligkeit entspricht wie bei RGB 0 = aus bis 255 = Maximum, bei Deviation ist 0 = nur Warmweiß und 255 = Kaltweiß, in diesem Modus ist der dritte Ausgangskanal immer inaktiv.

Bei „Reset" können die Werkseinstellungen wiederhergestellt werden.

Normalmodus:

Im Tag- und Nachtmodus wird jeweils die Uhrzeit im Wechsel mit dem Datum angezeigt.

Im Tagmodus (Bild 11) wird zusätzlich das Sonnensymbol angezeigt.

Während des Tagmodus wird in der Balkenleiste der Zeitbereich, in dem der Tagmodus aktiv ist, dargestellt, während im Nachtmodus (Bild 12) der Balken zum Anzeige der Mondphase verwendet wird.

Der Balken wird bei zunehmendem Mond von links nach rechts aufgefüllt, bis er bei Vollmond komplett angezeigt wird. Während des abnehmenden Mondes erlischt der Balken von links nach rechts, bis er bei Neumond ganz verschwunden ist.

Über die Taste ▼ kann die Beleuchtung jederzeit manuell deaktiviert werden, dabei wird im Display „Off" angezeigt und die Ausgänge sind deaktiviert.

ELV

Wichtiger Hinweis:

Bei dem Aktor handelt es sich um ein Betriebsgerät für LED-Lampen. Der Aktor darf auch im Leerlauf betrieben werden.

Wichtiger Hinweis:

Das Gerät selber, das Netzteil sowie die LED-Stripes müssen vor Feuchtigkeit geschützt montiert werden!

Hinweis zu den vorbestückten Bausatz-Leiterplatten

Sehr geehrter Kunde,

das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroG) verbietet (abgesehen von wenigen Ausnahmen) seit dem 1. Juli 2006 u. a. die Verwendung von Blei und bleihaltigen Stoffen mit mehr als 0,1 Gewichtsprozent Blei in der Elektro- und Elektronikproduktion.

Die ELV-Produktion wurde daher auf bleifreie Lötzinn-Legierungen umgestellt und sämtliche vorbestückte Leiterplatten sind bleifrei verlötet.

Bleihaltige Lote dürfen im Privatbereich zwar weiterhin verwendet werden, jedoch kann das Mischen von bleifreien- und bleihaltigen Loten auf einer Leiterplatte zu Problemen führen, wenn diese im direkten Kontakt zueinander stehen. Der Schmelzpunkt an der Übergangsstelle kann sich verringern, wenn niedrig schmelzende Metalle, wie Blei oder Wismut, mit bleifreiem Lot vermischt werden. Das unterschiedliche Erstarren kann zum Abheben von Leiterbahnen (Lift-Off-Effekt) führen. Des Weiteren kann der Schmelzpunkt dann an der Übergangsstelle unterhalb des Schmelzpunktes von verbleitem Lötzinn liegen. Insbesondere beim Verlöten von Leistungsbauelementen mit hoher Temperatur ist dies zu beachten.

Wir empfehlen daher beim Aufbau von Bausätzen den Einsatz von bleifreien Loten. ELV

Technischer Kundendienst
Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV · Technischer Kundendienst · Postfach 1000 · 26787 Leer · Germany
E-Mail: technik@elv.de
Telefon: Deutschland 0491/6008-245 · Österreich 0662/627-310 · Schweiz 061/8310-100

Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produktes finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELV Shop: www.elv.de ...at ...ch

Nutzen Sie bei Fragen auch unser ELV Techniknetzwerk: www.netzwerk.elv.de

---

Reparaturservice
Für Geräte, die aus ELV Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: **ELV · Reparaturservice · 26787 Leer · Germany**

Entsorgungshinweis

Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!
Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!

Verbrauchte Batterien gehören nicht in den Hausmüll! Entsorgen Sie diese in Ihrer örtlichen Batteriesammelstelle!

Bevollmächtigter des Herstellers:
eQ-3 eQ-3 AG · Maiburger Straße 29 · 26789 Leer · Germany