



# Tast-Dimmer für Hutschienenmontage

**Der TDH 1 dient als elektronischer Lichtdimmer/Schalter, der speziell für den Einbau in die Elektroverteilung (Hutschiene) geeignet ist. Er kann gegen ein herkömmliches Stromstoßrelais unter Beibehaltung der üblichen Lichttasterfunktion ausgetauscht oder bei Neuinstallation eingesetzt werden. Die angeschlossene Last schaltet oder dimmt man über normale, in der Elektroinstallation übliche Taster. Die Helligkeit wird über die Druckdauer auf dem Taster gesteuert. Beim Ausschalten speichert der Dimmer die zuletzt gewählte Helligkeit und stellt diese beim Einschalten automatisch wieder ein.**

## Dimmen: sparsames Licht nach Stimmung

Der Tast-Dimmer für Hutschienenmontage (TDH 1) dient als elektronischer Lichtdimmer/Schalter, der speziell für den Einbau in herkömmliche Elektroverteiler (Hutschiene) geeignet ist und dort Stromstoßrelais-Steuerungen ersetzen kann.

Da stellt sich sicherlich zunächst die Frage, wozu Lampen eigentlich gedimmt werden sollen.

Zum einen verändert das Dimmen die Lichtatmosphäre und erlaubt eine Anpassung an unterschiedliche Raumnutzungen

(Lesen, Fernsehen). Durch Dimmen wird zu jeder Stimmung schnell die passende Beleuchtung gefunden. Das Licht wird somit zum Gestaltungsmittel.

Zum anderen erhöht das Dimmen die Lampenlebensdauer. Wird beispielsweise die Betriebsspannung nur um 5 % verringert, was sich in der Helligkeitswahrnehmung kaum bemerkbar macht, so verdoppelt sich die Lebensdauer der Lampen. Weiterhin bringt die Helligkeitssteuerung auch einen Energiespareffekt, da im Dimmbetrieb dem Netz nur die wirklich benötigte Energie, also stets weniger als die Maximalleistung der Lampe, entnommen wird.

Der hier vorgestellte Tast-Dimmer ist

gegen ein herkömmliches Stromstoßrelais unter Beibehaltung der üblichen Lichttasterfunktion austausch- oder auch bei Neuinstallation einsetzbar. Die angeschlossenen Glühlampen werden dabei weiterhin über normale, in der Elektroinstallation übliche Taster geschaltet oder gedimmt. Dabei steuert man die Helligkeit ganz einfach über die Druckdauer auf den Taster. Da man mit einem einfachen Taster nicht ohne weiteres eine Richtungssteuerung vornehmen kann, erfolgt zunächst bei einem dauernden Tastendruck ein Heraufdimmen bis zur maximalen Helligkeit. Danach sinkt die Helligkeit wieder kontinuierlich ab. So ist man ganz einfach in der Lage, die gewünschte Helligkeit einzustellen.

Nach dem Loslassen hält der Dimmer die hier eingestellte Helligkeit.

Auch beim Ausschalten wird die zuletzt gewählte Helligkeit gespeichert und beim Einschalten automatisch wieder eingestellt. So muss man nicht immer wieder für die gleiche Lichtsituation erneut die gewünschte Helligkeit einstellen.

Der TDH 1 arbeitet als Phasenanschnitt-Dimmer. Damit können Glühlampen und Halogenlampen (230 Volt) sowie an gewickelten Transformatoren (keine elektronischen Halogenlampen-Netzteile!!) betriebene Niedervolt-Halogenlampen gedimmt werden.

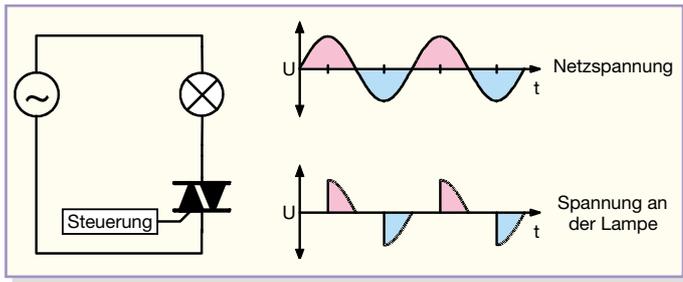
## Phasenanschnittsteuerung

Die einfachste und preiswerteste Möglichkeit zum Dimmen einer Lampe ist die Variation des Stromflusswinkels, z. B. mit Phasenanschnitt per Triac. Dabei gilt: Je größer der Stromflusswinkel, desto heller die Lampe. In Abbildung 1 ist die vereinfachte Grundschaltung einer Phasenanschnittsteuerung dargestellt. Nach diesem Prinzip wird die Helligkeit der Lampe am Ausgang des TDH 1 eingestellt.

Der vordere Teil jeder Sinushalbwellen der Netzspannung wird bei diesem Verfahren abgeschnitten. Beim Nulldurchgang ist er gesperrt und wird erst durch einen von einer Triggerdiode ausgelösten Schaltimpuls durchgeschaltet. Der Schaltzeit-

### Technische Daten:

Betriebsspannung: ..... 230 V/AC  
 Max. Anschlussleistung: ..... 200 W  
 Gehäuse-Abmessungen  
 (B x H x T): ..... 86 x 36 x 64 mm  
 Dimmerkennzeichnung: ..... RL  
 Betriebsart: ..... Phasenanschnittsteuerung  
 Lastarten: ..... Glühlampen,  
 Halogenlampen,  
 Niedervolt-Halogenlampen mit konventionell gewickeltem induktivem Trafo



**Bild 1: Das Prinzip der Phasenanschnittsteuerung**

punkt wird von der Triac-Steuerung eingestellt. Bei erneutem Nulldurchgang der Sinuswelle wird der Triac wieder gesperrt. Der Vorgang wiederholt sich bei jeder Halbwelle. Bei einer Netzfrequenz von 50 Hz wird der Verbraucher 100 Mal pro Sekunde ein- und ausgeschaltet. Aufgrund der Trägheit des menschlichen Auges, aber auch aufgrund der Trägheit des Leuchtmittels wird ein flackerfreies Licht gesehen.

**Bedienung**

Die Bedienung des Tast-Dimmers erfolgt über die in der Elektroinstallation vorhandenen Taster (siehe auch Kapitel „Installation“). Der Tast-Dimmer wird über ein 230-V-Steuersignal, welches mit einem oder mehreren an der gleichen Phase angeschlossenen Taster erzeugt wird, bedient. Ein kurzes Betätigen des Tasters bewirkt ein sanftes Einschalten der Lampe. Durch ein nochmaliges kurzes Tasten erfolgt das Ausschalten der Lampe. Das Festhalten des Tasters bewirkt ein unentwegtes Auf- und Abdimmen der Lampe. Nach dem Loslassen wird die Helligkeit gehalten. Beim Ausschalten speichert der Dimmer die zuletzt gewählte Helligkeit und stellt sie beim erneuten Einschalten automatisch wieder ein.

**Schaltung**

Die Schaltung des Tast-Dimmers ist

übersichtshalber in zwei Teilen, dem Leistungssteil (Abbildung 2) und dem Steuerteil (Abbildung 3), dargestellt.

Die 230-V-Netzspannung wird über die Klemmen KL 1 (Phase, L) und KL 2 (Nullleiter, N) zugeführt. An der Klemme KL 1/T wird der Taster als Bedienelement angeschlossen. Die Klemme KL 2/L' ist der Ausgang der Schaltung, hier wird die jeweilige Last angeschlossen. Die Netzspannungszuführung ist über die von außen zugängliche Sicherung SI 1 abgesichert. Die Sicherung befindet sich auf der Steuerplatine, wurde aber zum besseren Verständnis der Schaltung im Schaltbild des Leistungssteils integriert. Der Netzanschluss L ist mit der Schaltungsmasse der gesamten Dimmerschaltung verbunden – bildet also das Bezugspotenzial für alle weiteren Betriebsspannungen und Steuersignale.

Die Versorgungsspannung der Schaltung wird über ein Kondensatornetzteil im Nullleiter-Zweig der Schaltung gewonnen. Dieses besteht aus dem Kondensator C 3, dem Elko C11, den Widerständen R 3 - R 6 und den Dioden D 1 und D 2. Der Widerstand R 6 dient der Strombegrenzung, da der Kondensator C 3 im Einschaltmoment einen hohen Strom verursacht, der die Schaltung zerstören könnte. Der Elko C 11 sorgt für eine Glättung der unstabilierten Ausgangsspannung des Kondensatornetzteiles, welche in Bezug auf die Schaltungsmasse -15 V beträgt.

Die für den Steuerteil benötigte stabili-

sierte Betriebsspannung wird mit dem als Längsregler arbeitenden Transistor T1 mit den Vorwiderständen R 13, R 14, R 15, der Z-Diode D 3, den Elko C 8 und den Kondensator C 9 erzeugt. Diese Stabilisierung gibt an dem Emitter des Transistors T 1 eine negative Spannung (-UB) aus, die 3 V kleiner als die Bezugsmasse (GND) ist.

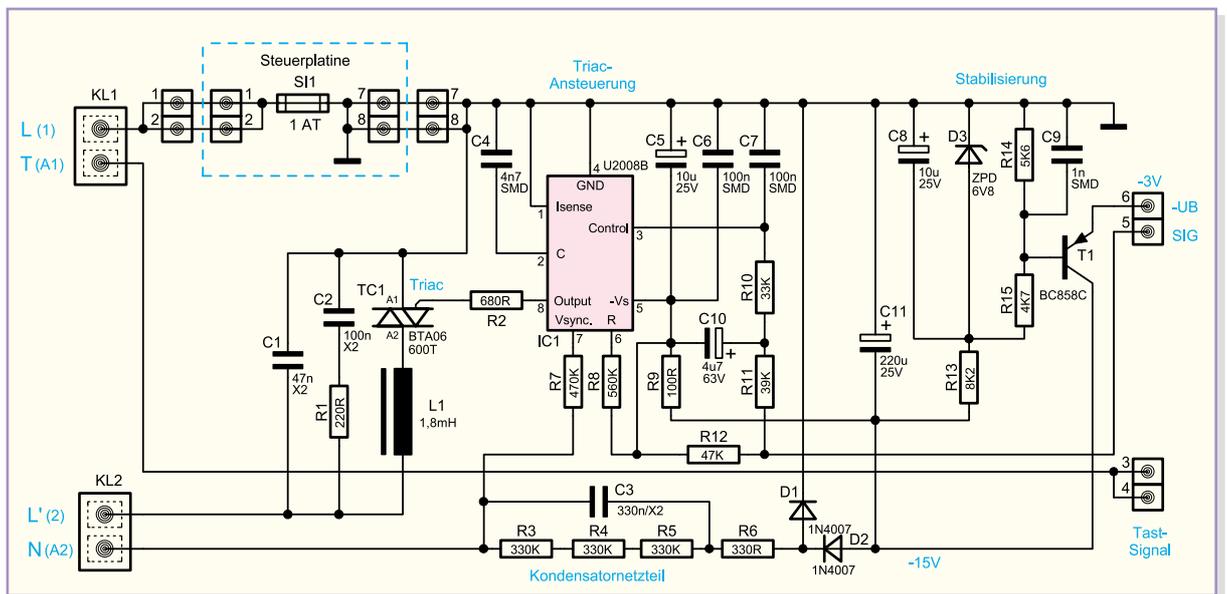
Das zentrale Bauelement des Leistungssteils ist der Baustein U2008B (IC 1), der die wesentlichen Funktionen für die Triac-Ansteuerung beinhaltet und ein einfaches, nur wenige Bauelemente umfassendes Schaltungsdesign ermöglicht. Im folgenden wird die Funktion dieses ICs kurz dargestellt.

Als Versorgungsspannung wird die unstabilierte Spannung (-15 V) des Kondensatornetzteiles über den Widerstand R9 auf den Pin 5 (-Vs) des IC 1 gelegt. IC 1 verfügt über eine eigene interne Spannungsstabilisierung. Weiterhin kontrolliert eine interne Spannungsüberwachung die Betriebsspannung und sorgt für ein definiertes Hochfahren des IC 1 nach dem Einschalten oder nach Unterbrechungen der Betriebsspannung.

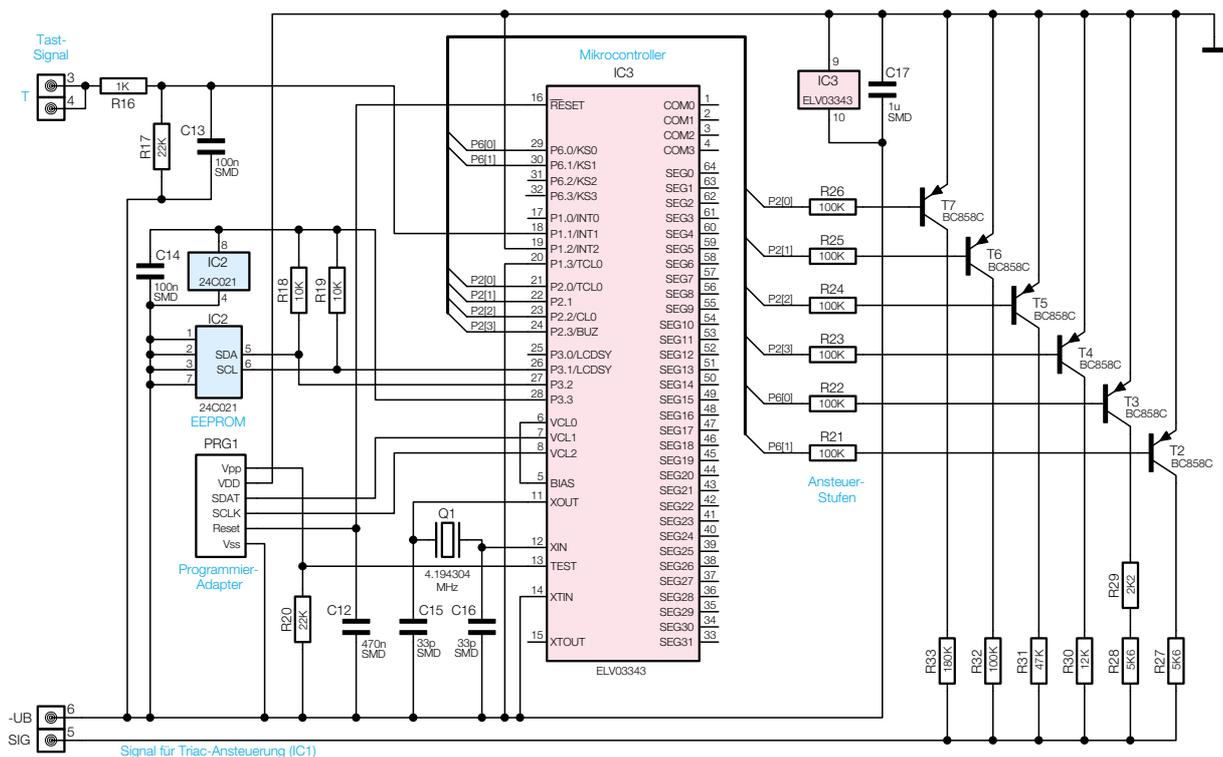
Die Ansteuerung des Triac wird durch den Vergleich der an Pin 2 anliegenden Rampenspannung mit der an Pin 3 anliegenden Steuerspannung, wodurch die Bestimmung des Phasenwinkels des Triac-Zündimpulses erfolgt, realisiert.

Die Widerstände R 10 und R 11, der Kondensator C 7 und der Elko C 10 am Control-Eingang des IC 1, bewirken eine Störunterdrückung des Steuersignales (SIG) vom Mikrocontroller. Außerdem sorgen diese Bauteile für ein sanftes Umschalten der Helligkeitsstufen.

Die an Pin 2 anliegende Rampenspannung wird durch einen internen Rampengenerator erzeugt, wobei die Steigung dieser Spannung durch einen externen Kondensator von Pin 2 nach Masse (C 4 im



**Bild 2: Schaltbild des Leistungssteils**



**Bild 3:**  
Schaltbild  
des Steuer-  
teils

Schaltbild Leistungsteil) und dem intern erzeugten Ladestrom festlegt wird. Die Größe des Ladestroms selbst bestimmt der von Pin 6 gegen die Versorgungsspannung geschalteter Widerstand R 8. Mit diesem Widerstand wird ebenfalls der maximale Phasenwinkel festgelegt. Erreicht die Rampenspannung an Pin 2 den Wert der eingestellten Steuerspannung an Pin 3 (Signal für Triac-Ansteuerung vom Steuerteil), wird über die Ausgangsstufe (Pin 8) ein Zündimpuls ausgegeben. Dieser bewirkt ein Durchschalten des Triac TC 1 und somit das Einschalten der angeschlossenen Last. Der Anschluss Pin 8 hat eine Doppelfunktion: Zum einen wird hier der Zündimpuls ausgegeben und zum anderen die Spannung am Gate des Triacs gemessen. Nach der Triggerung des Triacs erfolgt die Spannungsmessung am Gate, die Aufschluss darüber gibt, ob der Triac auch wirklich durchgeschaltet hat. Diese Stromauswertung stellt sicher, dass beim Betrieb induktiver Last kein neuer Zündimpuls ausgegeben wird, wenn der Strom aus der vorangegangenen Halbwelle noch fließt. Es erfolgt dann eine Verschiebung des Zündimpulses. Dies verhindert den so genannten „Halbwellenbetrieb“, der zur Zerstörung induktiver Lasten führen kann. Des Weiteren stellt der Messvorgang sicher, dass der Triac überhaupt gezündet wurde. Falls nicht, wird ein weiterer Zündimpuls auf den Triac ausgegeben.

Die Kondensatoren C 1, C 2 der Widerstand R 1 und die Spule L 1 dienen zur Unterdrückung des beim Zünden des Triacs entstehenden Störspannungen.

Kommen wir damit zum in Abbildung 3

gezeigten Steuerteil. Hier befindet sich der Mikrocontroller IC 3, der die Steuerung des Tast-Dimmers übernimmt. Der Quarz Q 1 mit den Kondensatoren C 15 und C 16 stabilisiert den Hauptoszillator auf eine Frequenz von 4,1943 MHz. Der Kondensator C 12 sorgt für einen Reset-Impuls beim Zuschalten der Betriebsspannung und damit für definierte Zustände beim Einschalten oder nach einem Spannungsausfall. Der Programmieradapter PRG 1 und der Widerstand R 20 ermöglichen die Programmierung des Mikrocontrollers in der Serienproduktion.

In dem EEPROM (IC 2) werden die eingestellten Daten des TDH 1, wie beispielsweise zuletzt eingestellte Helligkeitsstufe, abgespeichert, so dass die zuletzt gewählte Helligkeit nach dem Wiedereinschalten sofort eingestellt ist.

Das Tast-Signal der Schaltung ist direkt auf den Mikrocontroller geschaltet. Im Ruhezustand des Taster-Einganges (T) liegt über den Pull-down Widerstand R 17 das -UB Potential an dem Mikrocontroller-Eingang P 1.1 an. Dieser wertet dies als „High“-Signal aus. Bei Betätigung des Tasters wird das Tast-Signal auf Bezugsmasse geschaltet und der Mikrocontroller erkennt dies als „low“-Signal. Der Kondensator C 13 dient zur Entprellung des Tastereinganges. Wie bereits beschrieben, übernimmt der Mikrocontroller die eigentliche Steuerung des Tast-Dimmers und somit auch die Steuerung des Leistungsteils. Mit den Ausgängen P 2.0 – P 2.3, P 6.0 und P 6.1 lassen sich die nachgeschalteten Transistoren (T 2 bis T 7) schalten und somit unterschiedliche Triac-Ansteuerungsstufen

einstellen. Diese Transistoren schalten bei jeweiliger Ansteuerung die Widerstände R 27 bis R 33 durch. Dies bewirkt einen unterschiedlichen Spannungsabfall über den Widerstand R 12 (siehe Schaltbild des Leistungsteils), der in Reihe mit den jeweilig zugeschalteten Widerständen liegt. Diese Spannung liegt an dem Control-Pin (Pin 3) des U2008B an. Aus der Differenz zwischen der Spannung an Pin 3 und der Referenzspannung an Pin 2 wird der Phasenwinkel bestimmt und somit der Triac gezündet. Durch den eingestellten Phasenwinkel ergibt sich die Helligkeit der Lampe.

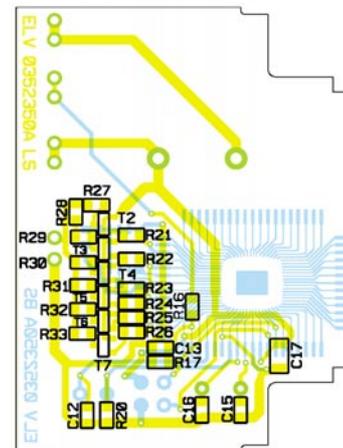
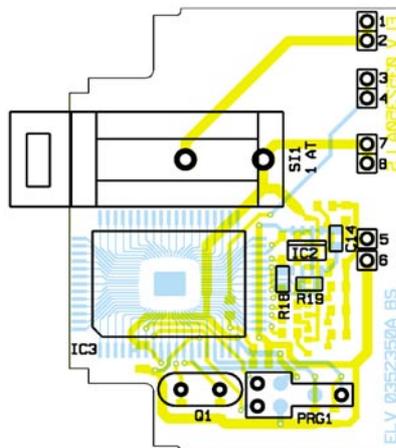
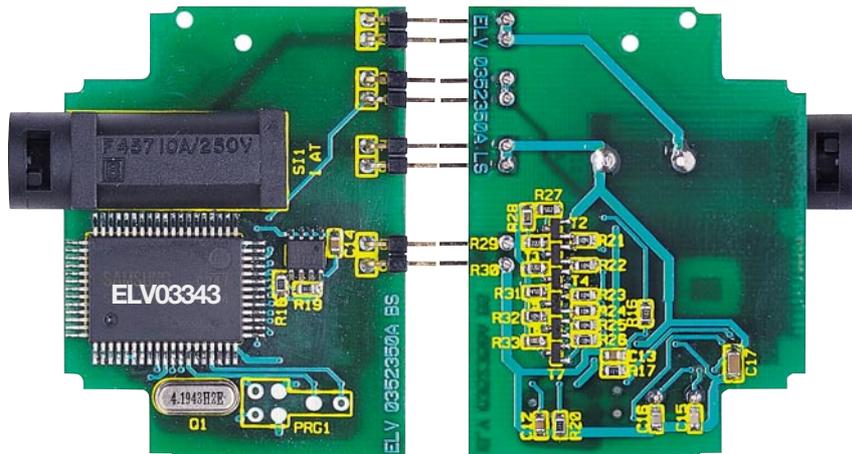
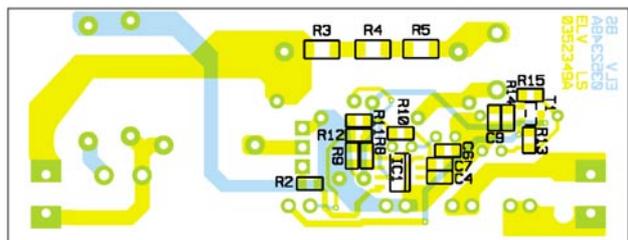
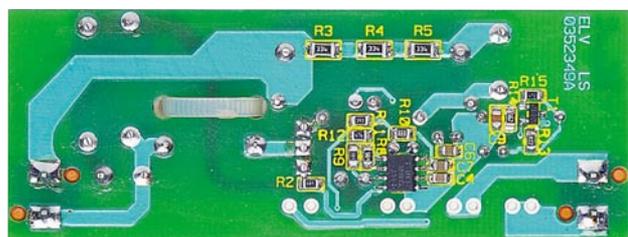
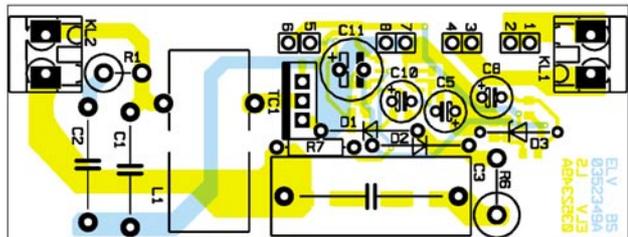
## Nachbau

Der Aufbau des TDH 1 erfolgt auf zwei Platinen, wobei die Bestückung gemischt mit SMD- und bedrahteten Bauteilen anhand des Bestückungsplans, der Stückliste und dem Bestückungsdruck auf den Platinen vorzunehmen ist.

Deshalb gehören zur erforderlichen Werkstattausrüstung ein regelbarer LötKolben mit sehr schlanker Spitze, eine feine Pinzette, feines Lötzinn und ebensolche Entlötlitze für das einfache Beseitigen von unerwünschten Lötbrücken. Auch eine starke und möglichst beleuchtbare Standlupe leistet hier gute Dienste.

Begonnen wird mit der Bestückung der SMD-Bauteile auf der Löt- (LS) und Bestückungsseite (BS) der Steuerplatine und auf der Lötseite der Leistungsplatine.

Zuerst sind die ICs IC 1, IC 2 und IC 3 zu bestücken. Bei diesen ist sehr sorgfältig auf die korrekte Einbaulage zu achten. Am Mikrocontroller (IC 3) ist die Pin 1 zuge-



Ansicht der fertig bestückten Leistungsplatine mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

Ansicht der fertig bestückten Steuerplatine mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

### Stückliste: Tast-Dimmer-Hutschiene TDH 1

**Widerstände:**

100Ω/SMD .....	R9
220Ω/2W .....	R1
330Ω/2W .....	R6
680Ω/SMD .....	R2
1kΩ/SMD .....	R16
2,2kΩ/SMD .....	R29
4,7kΩ/SMD .....	R15
5,6kΩ/SMD .....	R14, R27, R28
8,2kΩ/SMD .....	R13
10kΩ/SMD .....	R18, R19
12kΩ/SMD .....	R30
22kΩ/SMD .....	R17, R20
33kΩ/SMD .....	R10
39kΩ/SMD .....	R11
47kΩ/SMD .....	R12, R31
100kΩ/SMD .....	R21-R26, R32
180kΩ/SMD .....	R33
330kΩ/SMD/ 1206 .....	R3-R5
470kΩ .....	R7
560kΩ/SMD .....	R8

**Kondensatoren:**

33pF/SMD .....	C15, C16
1nF/SMD .....	C9
4,7nF/SMD .....	C4
47nF/275V~/X2/MKP .....	C1
100nF/SMD .....	C6, C7, C13, C14
100nF/250V~/X2 .....	C2
330nF/275V~/X2 .....	C3
470nF/SMD .....	C12
1µF/SMD/Bauform 1206 .....	C17
4,7µF/63V .....	C10
10µF/25V .....	C5, C8
220µF/25V .....	C11

**Halbleiter:**

U2008B/SMD .....	IC1
24C201/SMD .....	IC2
ELV03343/SMD .....	IC3
BTA06-600T .....	TC1
BC858C .....	T1-T7
1N4007 .....	D1, D2
ZPD6,8V/0,4W .....	D3

**Sonstiges:**

- Quarz, 4,1943 MHz, HC49U4 ..... Q1
- Ringkern-drossel, 1,8 mH ..... L1
- Schraubklemmleiste,  
2-polig ..... KL1, KL2
- Sicherung, 1A, träge ..... SI1
- Sicherungshalter,  
liegend, print ..... SI1
- 4 Stiftleisten, 1 x 2-polig, winkelprint
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm
- 1 Kunststoffschraube, 2,5 x 8 mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Fächerscheibe, M3
- 1 Kühlkörperblech, bearbeitet
- 1 Kabelbinder, 90 mm
- 1 Isolierplatte, bearbeitet
- 1 Gehäuse-oberteil, hellgrau
- 1 Gehäuse-unterteil, hellgrau
- 1 Gehäusedeckel, bearbeitet und bedruckt
- 6 Klemmenabdeckungen, hellgrau
- 1 Rasterschieber, weiß



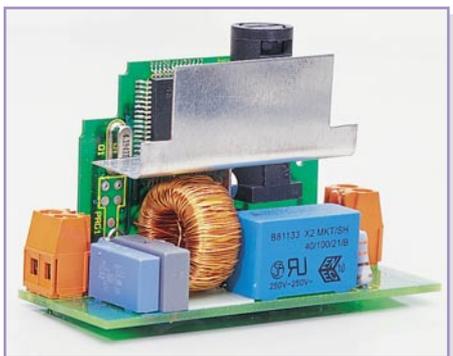
**Bild 4: Die Montage des Kühlkörpers**

ordnete Ecke entweder angeschrägt oder durch eine tiefe kreisförmige Ausfräsung des Gehäuses gekennzeichnet, die sich auch als Markierung im Bestückungsdruck wiederfindet. Bei IC 1 und IC 2 ist die Pin 1 zugeordnete Seite abgeflacht bzw. durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet. Bei den ICs wird zunächst jeweils ein Lötpad vorverzinnt und anschließend verlötet. Im Anschluss daran ist ein zweiter Pin an der diagonal gegenüberliegenden Seite anzulöten. Nach nochmaliger Kontrolle der korrekten Position des jeweiligen ICs sind die weiteren Anschlüsse mit der Leiterplatte zu verlöten.

Danach setzt sich die Bestückung mit den SMD-Widerständen und SMD-Kondensatoren fort. Hier wird zunächst jeweils ein Lötpad auf der Leiterplatte vorverzinnt, bevor man das Bauteil mit der Pinzette erfasst, positioniert und an dem vorverzinnten Pad anlötet. Nach Kontrolle der korrekten Position des Bauteils ist der zweite Anschluss zu verlöten. Die Kondensatoren sollten erst direkt und einzeln vor dem Bestücken aus der Verpackung genommen werden, da sie keinen Aufdruck tragen, der über den Wert informiert.

Im Anschluss daran sind die SMD-Transistoren in gleicher Weise mit der Leiterplatte zu verlöten. Hier ist jedoch besonders auf die richtige Polung zu achten, die sich bei den Transistoren aus der Pinkonfiguration ergibt.

Nachdem alle SMD-Bauteile verarbeitet sind, erfolgt die Bestückung der konventionell bedrahteten Bauelemente. Bei diesen Bauteilen sind überstehende Drahtenden auf der Lötseite der Platine mit einem Elektronik-Seitenschneider so abzutrennen, dass einerseits die Lötstelle nicht



**Bild 5: Die beiden montierten Platinen des TDH 1**

beschädigt wird, andererseits hervorstehende Drahtenden keine Kurzschlüsse im späteren Betrieb hervorrufen können.

Dabei beginnen wir mit den Widerständen R 1, R 6 und R 7. Es ist darauf zu achten, dass R 1 und R 6 stehend zu bestücken sind. Im Anschluss daran werden der Quarz Q 1, die Dioden und die Elkos bestückt und verlötet. Bei den Elkos ist unbedingt auf polrichtige Bestückung zu achten, da diese sonst im schlimmsten Fall sogar explodieren könnten. Die Elektrolytkondensatoren sind üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet.

Ebenso ist bei den Dioden auf richtige Polung zu achten. Dioden tragen einen Katodenring, der mit der Markierung im Bestückungsdruck korrespondieren muss.

Jetzt sind noch die Kondensatoren C 1, C 2 und C 3, die Klemmen KL 1 und KL 2 und der Sicherungshalter zu bestücken und zu verlöten, gefolgt von der Spule L 1. Unterhalb der Spule ist die beiliegende Isolierplatte einzulegen, die einen Kurzschluss mit den Leiterbahnen verhindern soll. Die Spule wird mit zwischenliegender Isolierplatte mit einem Kabelbinder an der Basisplatte befestigt und verlötet. Im Anschluss daran ist der Triac zu bestücken. Zuerst ist der Triac auf dem dem Bausatz beiliegenden Kühlblech zu befestigen (siehe Abbildung 4). Dazu ist durch das Loch im Kühlblech eine M3x8-mm-Schraube einzulegen, der Triac aufzuschieben, so dass die Rückseite des Triacs „plan“ auf dem Kühlblech aufliegt. Anschließend legt man eine Zahnscheibe ein und verschraubt den Triac mit einer Mutter. Daraufhin ist der an das Kühlblech montierte Triac zu bestücken, so dass das Kühlblech etwa 3 mm über der Spule steht.

Nach abschließender Kontrolle der beiden Platinen auf Lötbrücken sind diese senkrecht miteinander zu verbinden (s. Abbildung 5). Hierzu werden an der Steuerplatine die abgewinkelte Seite der Stiftleisten angelötet und mit der Basisplatte verlötet. In den Sicherungshalter ist eine Sicherung (1 A/träge) einzulegen.

Zum Schluss erfolgt der Einbau in das Hutschienengehäuse (Abbildung 6). Dieses Gehäuse ist für die Montage auf einer DIN-Normschiene (Hutschiene) innerhalb eines Schaltschranks ausgelegt und besteht aus einem Gehäuseober- und -unterteil. In das Gehäuseunterteil wird auf der Unterseite ein Rast-



**Bild 6: Die zusammengesetzten Teile des Hutschienengehäuses**

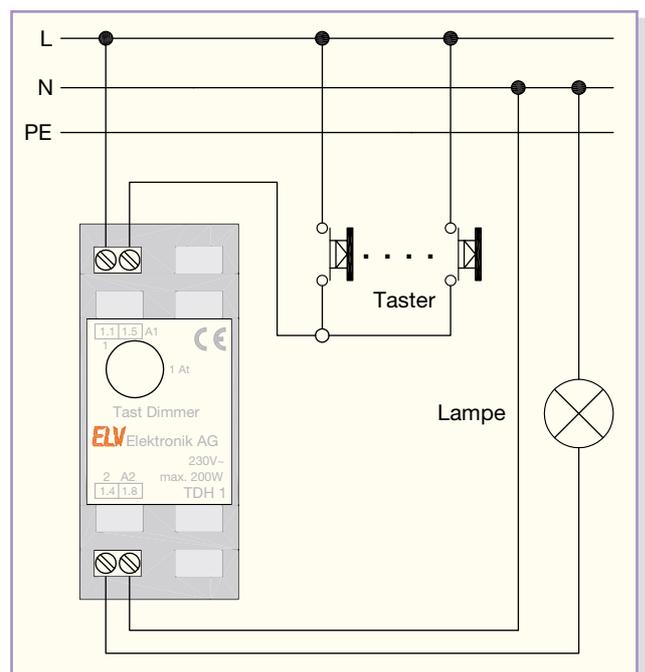
schieber seitlich eingeschoben, bis dieser einrastet. Daraufhin sind die Gehäuseöffnungen, die nicht für die Klemmleisten benötigt werden, mit Abdeckkappen zu verschließen.

Nun wird die Platineneinheit eingesetzt und die beiden Gehäusenhälften mit einer Schraube 2,5 x 8 mm verschraubt. Nach Aufsetzen (Einrasten) des Gehäusedeckels ist der Aufbau abgeschlossen und der fertige Tast-Dimmer bereit zur Installation.

## Installation

Die Installation des Tast-Dimmers erfolgt in der Elektroverteilung (Schaltschrank/Hutschiene). **Achtung!** Sie darf nur von Elektrofachkräften ausgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Ein Anschlussplan für die Installation ist in Abbildung 7 dargestellt. Der Tast-Dimmer kann auch von mehreren, parallel geschalteten Tastern aus bedient werden. Bei der Lastbeschaltung ist die maximale Ausgangsleistung von 200 W unbedingt einzuhalten. **ELV**



**Bild 7: Installationsplan für den TDH 1**