

12-V-Dämmerungsschalter DS 12

Ein Dämmerungsschalter ist eine praktische Sache, schaltet er doch das Licht nur so lange ein, wie es tatsächlich benötigt wird - in der Dunkelheit. Der hier vorgestellte Dämmerungsschalter wartet mit einigen Features auf, die ihn von vielen handelsüblichen Fertigergeräten abheben: Er arbeitet mit 12 V, ist also „camping- und solartauglich“, er vermeidet Fehlschaltungen durch kurzen Lichteinfall, etwa durch vorbeifahrende Autos und die gewünschte Ansprechschwelle ist einstellbar. Durch die 12-V-Technik stellt er auch ein hervorragendes Einsteiger- und Lehrobjekt dar. Durch die Verbindung mit einem 230-V-Schaltinterface sind auch 230-V-Verbraucher schaltbar.

Gezielt schalten

Wer hat nicht schon einmal vergessen, am Morgen die Außenbeleuchtung wieder auszuschalten und somit unnötig Strom verbraucht? Anders herum möchte man, dass die Beleuchtung abends erst dann eingeschaltet wird, wenn es auch wirklich dunkel ist. Und am Wochenende ist dann die Außenbeleuchtung für viele Stunden in der Morgendämmerung umsonst eingeschaltet...

Man kann eine Zeitschaltuhr einsetzen, aber diese ist ja starr programmiert, so dass das Ein- bzw. Ausschalten oft zu früh oder zu spät erfolgt. Denn wer programmiert schon laufend so eine Zeitschaltuhr um?

Die Lösung für all diese Probleme stellt der gute alte Dämmerungsschalter dar. Dieser schaltet einen Verbraucher in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit und bildet somit eine hervorragende Automatisierungsmöglichkeit der Außenbeleuchtung - ganz abgesehen vom Energiespareffekt!

Derartige Dämmerungsschalter gibt es zuhauf in Baumärkten oder in den Elektroabteilungen der Warenhäuser. Nahezu alle haben aber auch Nachteile für bestimmte Nutzungsarten, die wir mit dem hier vorgestellten Dämmerungsschalter ausräumen wollen.

Dieser ist zunächst für den Betrieb mit 12 V dimensioniert. Dies hat mehrere Vorteile. Zum einen steht damit ein Dämmerungsschalter für die Anwendung im

12-V-Bordspannungsbereich von Wohnmobilen, Booten, Wohnwagen oder aber an Solaranlagen (Wochenendgrundstück) zur Verfügung, der automatisch die 12-V-Beleuchtung schalten kann. Da muss man sich etwa beim Ankern außerhalb von Anlegern nicht mehr um das Ein- und Ausschalten der Positionsbeleuchtung kümmern...

Technische Daten: DS 12

Schaltausgang: 1 x UM,
max. 30 V DC, max. 5 A
Max. Stromaufnahme: 80 mA
Spannungsversorgung: ... 9 - 15 V DC
Abm. (B x T x H): .. 58 x 52 x 22 mm

Zum anderen wird durch die ungefährliche Betriebsspannung solch ein Projekt auch für den handhabbar, der nicht mit 230 V umgehen darf oder will. Somit ist der Schalter auch ein hervorragendes Einsteigerobjekt und gut für Lehr- und Experimentierzwecke geeignet.

Wer mit diesem Schalter aber auch 230-V-Verbraucher schalten möchte, kann auf das ELV 230-V-Schaltinterface SI 230 zurückgreifen. Es lässt sich einfach durch den Dämmerungsschalter ansteuern und realisiert einen gefahrlosen Umgang mit der hohen Netzspannung. Das SI 230 kann Netzlasten bis 16 A schalten. Zur Verbindung beider Geräte ist lediglich ein zwei-poliges Kabel mit einem 3,5-mm-Klinkenstecker notwendig.

Ein weiterer Vorteil des DS 12 ist die variable Schaltverzögerung. Viele Dämmerungsschalter haben eine fest eingestellte Schwelle, bei deren Überschreiten der Verbraucher aus- und beim Unterschreiten wieder eingeschaltet wird. Dieser Vorgang erfolgt häufig auch noch ohne jegliche Verzögerung. Bei solchen Geräten kann es also vorkommen, dass ein vorbeifahrendes Auto den Verbraucher kurzzeitig ausschaltet, sobald der Dämmerungssensor vom Autolicht beleuchtet wird.

Der DS 12 hingegen hat eine Ein- bzw. Ausschaltverzögerung, sodass der Schaltvorgang erst nach einer fest eingestellten Verzögerungszeit durchgeführt wird. Damit werden kurze Helligkeitsschwankungen wirkungsvoll „ausgeblendet“.

Schließlich ist die Ansprechschwelle des Dämmerungsschalters über einen weiten Bereich einstellbar. Damit kann man dann z. B. auswählen, ob der Schalter schon bei hereinbrechender Dämmerung oder erst bei völliger Dunkelheit schalten soll.

Die Spannungsversorgung kann aus nahezu beliebigen Gleichstromquellen im Bereich zwischen 9 und 15 V erfolgen, etwa aus dem Wohnwagen-Bordnetz, dem Solar-Akku oder einem ungefährlich handhabbaren Steckernetzteil bei stationärem Einsatz. Mit all diesen Features ist der DS 12 also äußerst vielseitig einsetzbar.

Anschluss und Bedienung

Der Anschluss der Betriebsspannung erfolgt über die Lötstifte ST 1 (+) und ST 2 (-) (siehe Abbildung 1). Der Schaltausgang (1 x UM) ist mit einem Relais realisiert, dessen Schaltkontakte potentialfrei auf die Lötstifte ST 3 – ST 5 geführt sind, d. h., dass die zu schaltende Spannung völlig unabhängig von der Betriebsspannung des Dämmerungsschalters ist. Allerdings sind die Angaben für die Spannungs- und Strombelastung in den technischen Daten einzuhalten. Keinesfalls darf die Baugruppe zum direkten Schalten von

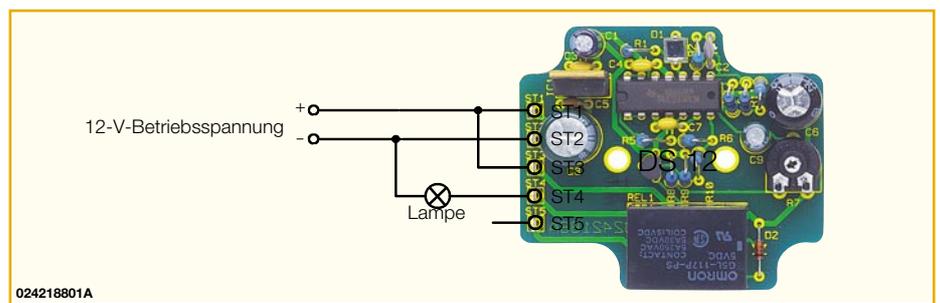


Bild 1: Beispielkonfiguration mit dem Dämmerungsschalter

230-V-Verbrauchern eingesetzt werden!

Ein Vorteil des Schaltrelais gegenüber einem hier auch einsetzbaren Schalttransistor ist der, dass die Spannungsversorgung des DS 12 sehr übersichtlich und einfach gestaltet werden kann. So ist es z. B. möglich, auch Wechsellampen etwa für Niedervolt-Halogenlampen problemlos zu schalten.

Der Schaltausgang kann als Schließer oder Öffner betrieben werden, je nachdem, welche Ausgangspins beschaltet werden. Der „Öffner-Betrieb“ erfolgt über die Anschlüsse ST 3 und ST 5, soll jedoch die „Schließer“-Funktion erfolgen, kommen ST 3 und ST 4 zum Einsatz. Für die normale Anwendung als Dämmerungsschalter für Beleuchtungen wird der Schließkontakt des Relais verwendet. Ein Beispiel für die Beschaltung ist in Abbildung 1 zu sehen.

Wird der Sensor abgedunkelt, schaltet das Relais nach einer Verzögerung von ca. 60 Sekunden durch und somit die angeschlossene Lampe ein. Fällt jetzt wiederum länger als 60 s Licht auf den Sensor, wird die Lampe nach der entsprechenden Verzögerungszeit wieder abgeschaltet.

Bei der praktischen Anwendung des Dämmerungsschalters ist bei der Positionierung darauf zu achten, dass die angeschlossene Lampe den Sensor nicht beleuchten kann. Eine solche Konfiguration bringt das gesamte System wie bei einer Rückkopplung in einen „schwingenden“ Zustand, in dem die Lampe immer wieder ein- und ausgeschaltet wird.

Schaltung

Die komplette Schaltung des Dämmerungsschalters ist in Abbildung 2 zu sehen. Sie ist in recht übersichtlich dargestellten Baugruppen ausgeführt, so dass auch der Elektronik-Einsteiger die Funktionsweise relativ schnell verstehen kann.

Der Sensor des DS 12 besteht aus einer Fotodiode D 1 vom Typ BPW 34, die einen zur Beleuchtungsstärke proportionalen Fotostrom erzeugt. Dieser Strom wird über den als I-U-Wandler geschalteten Operationsverstärker IC 2C in eine proportionale Spannung umgesetzt, die durch die weitere

Elektronik einfacher ausgewertet werden kann als der erzeugte Fotostrom. Die „Weitergabe“ dieser Spannung an die folgende Auswerteelektronik wird durch ein RC-Glied, bestehend aus R 4 und C 6, verzögert, wodurch der bereits beschriebene Verzögerungseffekt auftritt. Über den relativ hochohmigen Widerstand R 4 wird der Elektrolytkondensator C 4 langsam aufgeladen, bis er den Wert der am Ausgang von IC 2C anliegenden Spannung erreicht hat. Entfällt der Fotostrom innerhalb dieser Aufladezeit, wird der Aufladevorgang abgebrochen und es erfolgt kein Schaltvorgang. Der nachfolgende Operationsverstärker IC 2D arbeitet als Impedanzwandler, damit der Elko C 6 durch die folgenden Stufen nicht (vorzeitig) entladen wird und somit das Ergebnis verfälscht. Bei einem Impedanzwandler wird die Eigenschaft des Operationsverstärkers ausgenutzt, dass er einen hochohmigen Eingang, der die vorhergehende Stufe nur sehr wenig belastet, und einen niederohmigen Ausgang aufweist. Es steht also am Ausgang von IC 2D eine zur Beleuchtungsstärke proportionale Spannung zur Verfügung, die von der nachfolgenden Stufe ohne Messwertverfälschung übernommen werden kann. Hier ist mittels des Operationsverstärkers IC 2B ein Komparator mit Hysterese aufgebaut worden. Dieser vergleicht die Messspannung mit einer vorgegebenen Spannung und steuert das angeschlossene Relais REL 1 entsprechend an. Der Vorteil eines Komparators mit Hysterese ist, dass er unterschiedliche Schwellen für das Ein- und Ausschalten realisiert. Bei nur einer festen Schwelle könnte der angeschlossene Verbraucher undefiniert ein- und ausgeschaltet werden, sofern sich die Eingangsspannung dieser Stufe im Bereich des Schwellwertes befindet. Dieser Effekt kann bei der hier verwendeten Schaltung nicht auftreten. Die untere Schwellenspannung wird beim DS 12 über den Trimmer R 7 eingestellt, die obere Schwellenspannung ergibt sich aus der weiteren Beschaltung und liegt stets ca. 100 mV darüber. An der Kennlinie eines Komparators mit Hysterese (Abbildung 3) ist zu erkennen, dass sich die Einschaltschwelle deutlich vom Ausschaltpunkt unterscheidet. Praktisch be-

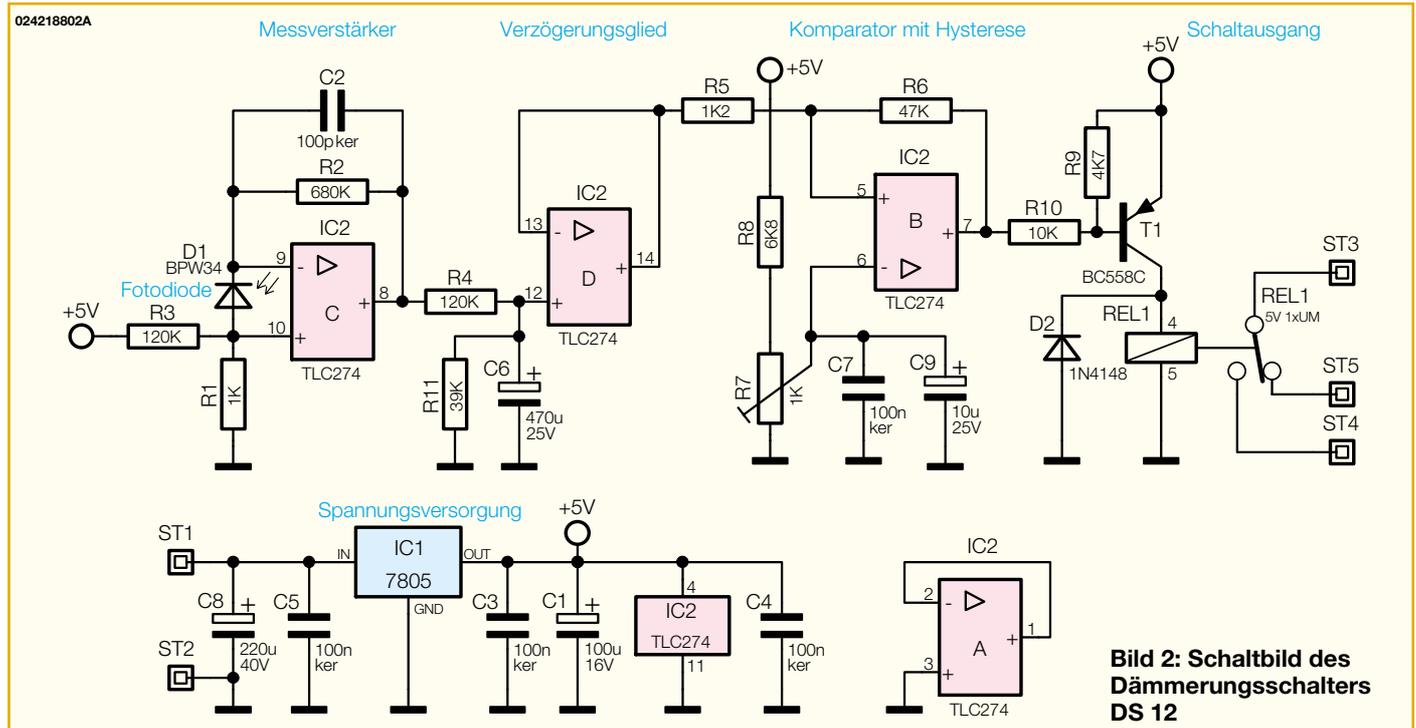


Bild 2: Schaltbild des Dämmerungsschalters DS 12

trachtet, erfolgt das Einschalten bei einem niedrigerem Helligkeitswert als das Ausschalten - logisch an den Helligkeitsverlauf von Dämmerung und Morgengrauen angepasst.

Das dem Komparator nachgeschaltete Relais wird über den Transistor T 1 angesteuert. Die Diode D 2, parallel zur Relaispule geschaltet, begrenzt die Induktionsspannung, die im Ausschaltmoment der Relaispule auftritt. Eine Diode, die diesen Zweck erfüllt, wird auch Freilaufdiode genannt.

Im unteren Teil des Schaltbildes befindet sich die Spannungsversorgung des DS 12. Die Versorgungsspannung wird über die Pins ST 1 und ST 2 zugeführt und über den Spannungsregler IC 1 auf einen Wert von 5 V stabilisiert. Die Beschaltung durch die Kondensatoren C 1, C 3, C 5 und C 8 dient der weiteren Stabilisierung und zur Unterdrückung von Störeinflüssen.

Der Baustein IC 2 vom Typ TLC274 verfügt über insgesamt vier Operationsverstärker, von denen beim DS 12 aber nur drei benötigt werden. IC 2A muss also entsprechend beschaltet werden, um kein undefiniertes Verhalten auszulösen. Bei offenen Eingängen kann der Operationsverstärker eventuell in einen selbstschwingenden Zustand geraten und so einen erhöhten Stromverbrauch, Störungen und Fehlfunktionen zur Folge haben.

Nachbau

Der Nachbau des Dämmerungsschalters DS 12 gestaltet sich durch den ausschließlichen Einsatz von konventionell bedrahteten Bauelementen relativ einfach und ist somit auch für den unerfahrenen Hobby-Elektroniker leicht zu bewältigen. Außerdem sind nur wenige Werkzeuge nötig, die eigentlich in keiner Werkstatt fehlen

sollten. Neben einem Elektronik-Lötkolben mit feiner Spitze sollte ein Seitenschneider sowie eine Flachzange vorhanden sein.

Eine gute Hilfe beim Nachbau bietet das Platinenfoto. Die Bestückung erfolgt anhand des Bestückungsdrucks sowie der Stückliste. Die Bestückung beginnt auf der einseitigen Leiterplatte (Abmessungen 58 x 52 mm) mit dem niedrigsten Bauelement, welches hier durch die Diode D 2 repräsentiert ist. Die Katode von D 2 ist mit einem aufgedruckten Ring am Gehäuse gekennzeichnet. Die Anschlussdrähte werden auf das Rastermaß abgewinkelt, von der Bestückungsseite aus durch die entsprechenden Bohrungen geführt und auf der Lötseite verlötet. Überstehende Drahtenden sind mit dem Seitenschneider zu entfernen, wobei die Lötstellen nicht beschädigt werden dürfen.

Die Katode der nun folgenden Fotodiode D 1 ist durch ein kleines Metallfähnchen am entsprechenden Anschlusspin gekennzeichnet.

Im Anschluss daran wird das IC 2 bestückt, hierbei ist auf polrichtiges Einsetzen zu achten. Die Pin 1 zugeordnete Seite ist durch eine Gehäusekerbe markiert, die mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen muss. Jetzt sind alle Festwiderstände und Keramik Kondensatoren in stehender Position zu bestücken. Darauf folgend werden der Trimmer R 7 sowie der Transistor T 1 mit der Leiterplatte verlötet.

Die Lötstifte mit Lötöse ST 1 – ST 5 presst man mit der Flachzange in die zugehörigen Bohrungen, bevor sie auf der Lötseite festgelötet werden.

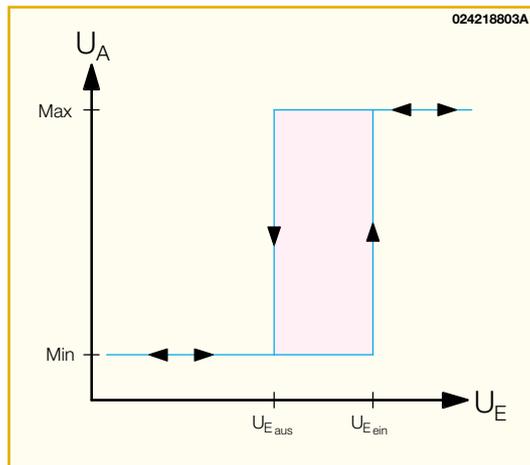
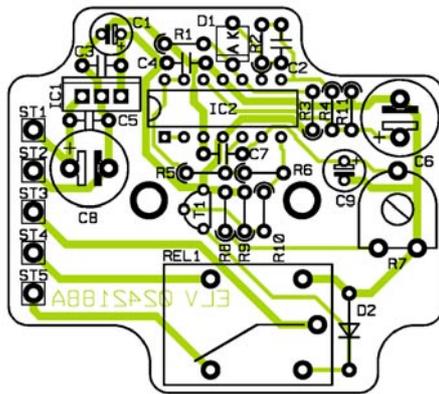
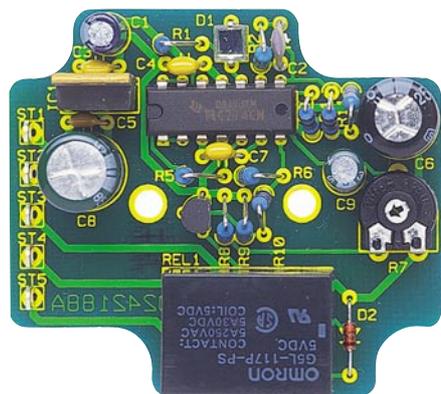


Bild 3: Kennlinie eines Komparators mit Hysterese



Ansicht der fertig bestückten Platine des Dämmerungsschalters mit zugehörigem Bestückungsplan

Bei der Bestückung der jetzt einzusetzenden Elektrolyt-Kondensatoren ist unbedingt auf polrichtigen Einbau zu achten, da verpolte Elkos im schlimmsten Fall sogar explodieren können. Bei diesen Kondensatoren ist üblicherweise der Minuspol durch eine entsprechende Markierung gekennzeichnet.

Der Spannungsregler IC 1 wird in stehender Position bestückt, wobei auch hier auf die Polung zu achten ist. Die Einbaulage ist durch die Markierung der Kühlfahne des Reglers im Bestückungsplan zu erkennen.

Im letzten Schritt erfolgt die Montage des Relais, das mit seinem Körper direkt auf der Platinenoberfläche aufliegen muss, bevor die Anschlüsse verlötet werden.

Inbetriebnahme

Bevor die Betriebsspannung an ST 1 und ST 2 angelegt wird, ist die gesamte Leiterplatte noch einmal auf Bestückungsfehler und Lötzinnbrücken zu untersuchen.

Das Relais kann beim Anlegen der Betriebsspannung für wenige Sekunden anziehen, je nachdem, in welchem Ladezustand sich der Elektrolyt-Kondensator C 6 befindet. Dieser ist bei der ersten Inbetriebnahme normalerweise nicht geladen

und simuliert so für die Schaltung zunächst eine geringe Helligkeit. Er muss erst durch entsprechenden Lichteinfall auf die Fotodiode auf die aktuelle Messspannung aufgeladen werden.

Jetzt wird die Fotodiode anhaltend abgedunkelt und nach einer Verzögerungszeit von ca. 60 Sekunden zieht das Relais an. Wird der Sensor jetzt wieder länger beleuchtet, so fällt das Relais nach kurzer Verzögerungszeit wieder ab.

Hiermit ist die Funktion des Dämmerungsschalters bereits getestet und der DS 12 kann seinem gewünschten Zweck zugeführt werden.

Am Montageort wird dann die Einschalt-schwelle mit R 7 entsprechend den eigenen Wünschen eingestellt.

Für die geschützte Unterbringung der Platine steht ein wetterfestes IP-65-Aufputzgehäuse mit glasklarer Abdeckung zur Verfügung. Durch die durchsichtige Abdeckung braucht der Dämmerungssensor nicht außerhalb des Gehäuses angebracht zu werden.

Die Platine wird, entsprechend den Ausformungen des Gehäuses positioniert, in dieses eingelegt und mit zwei Knippingschrauben befestigt.

Für die Zuleitungen ist je nach Montage-lage des Gehäuses auf dessen Unterseite eine passende Öffnung zu bohren, die nach

**Stückliste:
Dämmerungsschalter
DS 12**

Widerstände:

1 kΩ	R1
1,2 kΩ	R5
4,7 kΩ	R9
6,8 kΩ	R8
10 kΩ	R10
39 kΩ	R11
47 kΩ	R6
120 kΩ	R3, R4
680 kΩ	R2
PT10, liegend, 1 kΩ	R7

Kondensatoren:

100pF/ker	C2
100nF/ker	C3-C5, C7
10µF/25V	C9
100µF/16V	C1
220µF/40V	C8
470µF/25V	C6

Halbleiter:

7805	IC1
TLC274	IC2
BC558C	T1
BPW34	D1
1N4148	D2

Sonstiges:

Leistungsrelais, 1x um, 5 V	REL1
Lötstifte mit Lötöse	ST1-ST5

Durchführen der Kabel mit Silikon o. ä. sorgfältig abgedichtet wird, damit keine Feuchtigkeit eindringen kann.

Für die Wandbefestigung sind keine Löcher in das Gehäuse zu bohren, hierfür stehen außerhalb des durch die Gummidichtung im Deckel abgedichteten Bereichs bereits vorhandene Bohrlöcher zur Verfügung.

In Abbildung 4 ist für den Anwender, der 230-V-Verbraucher ansteuern möchte, die Zusammenschaltung mit dem Schaltinterface SI 230 dargestellt. **ELV**

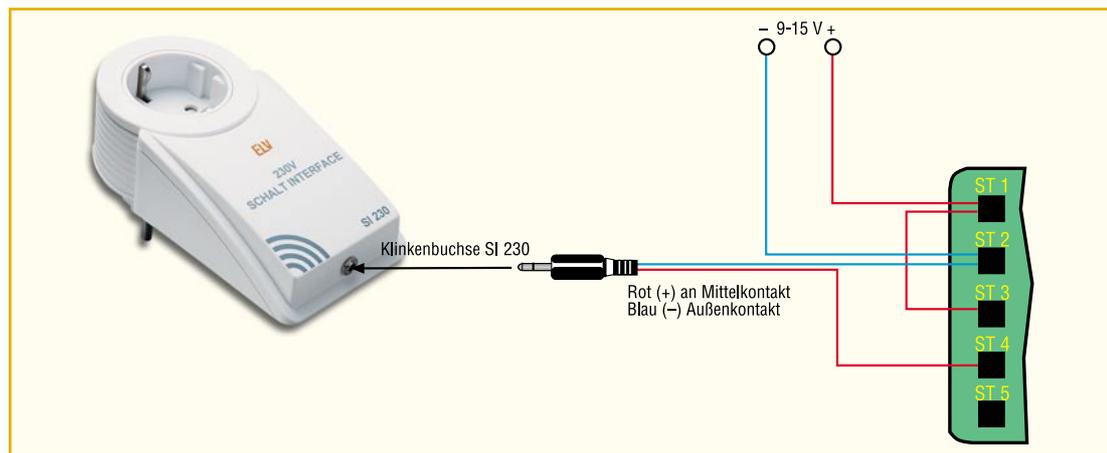


Bild 4: Zusammen-schaltung mit dem SI 230