

# Dimmen per Funk – Halogenlampendimmer FS20 HLD



Bis zu 100 W direkt ohne ein weiteres 12-V-Halogenlampen-Vorschaltgerät bequem per Funk dimmen! Der FS20 HLD kann aber noch mehr: Drei miteinander kombinierbare Timer für den Zeitbereich 1 Sek. bis 4,5 Std. sind ebenso verfügbar wie die Möglichkeit, das Einschaltverhalten des Dimmers zu programmieren. Und kompakt ist er auch – der Dimmer lässt sich bequem über einen Lampenausschnitt auch in beengten Zwischendecken installieren.

## Kompakter All-in-one-Dimmer

Halogenlampen-Dimmer für Niedervolt-Halogenlampen steuern üblicherweise die Vorschaltgeräte auf der Primärseite. Immer wird neben dem Dimmer das Vorschaltgerät, der „Halogenlampen-Trafo“, benötigt. Moderne Schalttechnik ermöglicht es aber wie im hier vorgestellten Funk-Dimmer, Dimmer und Vorschaltgerät in einem kompakten Gerät zu kombinieren. Dazu kommt beim FS20 HLD noch eine bequeme Fernsteuerung per Funk, so dass man keine Leitung zu einem Bedienelement benötigt. Auf diese Weise kann der komplette Dimmer z. B. in der Zwischendecke oder hinter bzw. in einem Möbel verschwinden. Mit einer Breite von nur 51 mm und einer Höhe von 36 mm sowie der speziellen Gehäuseform passt er ganz einfach in die üblichen Halogenspot-Einbauöffnungen und benötigt auch keine große Einbautiefe. Aufgrund

der hoch effizienten Schalttechnik erzeugt der Dimmer auch nur eine sehr geringe Verlustwärme, so dass der Einbau in Zwischendecken oder Möbeln auch thermisch kein Problem darstellt. Die Schaltung des Dimmers verfügt über mehrere Schutzmechanismen, die bei einem Kurzschluss, Überlastung, Über Temperatur oder bei einem defekten Bauteil ansprechen. So ist ein sicherer Betrieb gewährleistet.

Die Fernbedienung erfolgt über einen FS20-Sender – entweder über einen Handsender, einen Bewegungsmelder, eine Zentrale oder jeden beliebigen anderen Sender des FS20-Programms. Und das heißt auch, eben typisch FS20, dass es da noch mehr gibt, als einfach nur herauf- und herabdimmen zu können. Der Dimmer verfügt über drei unabhängig voneinander arbeitende Timer, deren Funktionen auch zu ganzen Beleuchtungsszenarien kombinierbar sind. Und er speichert die letzte eingestellte Dimmstufe vor dem Ausschalten. Das heißt, beim nächsten Einschalten kann man entweder die volle Helligkeit einschalten, die gespeicherte Dimmstufe aufrufen oder wieder ab null heraufdimmen.

Und FS20-Sender, die über entsprechende Sendebefehlssätze verfügen, können das Verhalten noch differenzierter gestalten, als Beispiel soll hier der Funk-Bewegungsmelder mit Helligkeitsregler FS20 PIRI-HR genannt werden, der den Dimmer so ausregelt, dass ein programmierter Helligkeitswert in einem Raum gehalten wird. Die Bedienungsanleitungen der

## Technische Daten: FS20 HLD

Eingangsspannung:	230 VAC/50 Hz
Ausgangsspannung:	12 VAC/20 W bis 100 W
Abmessungen (L x B x H):	195 x 51 x 36 mm
passende Fernbedienungen:	FS20 S4 (U) / -S8 / -S16 / -S20

FS20-Sender geben über viele weitere Steuerungsmöglichkeiten Auskunft.

Die Möglichkeiten eines solchen Dimmers sind also sehr zahlreich. Wir wollen die mit einem FS20-Handesender realisierbaren Betriebsvarianten im Rahmen dieses Artikels näher vorstellen.

## Bedienung mit FS20-Fernbedienung – Grundfunktionen

Wie bei jeder FS20-Gerätekombination ist die Fernbedienung zunächst an den Dimmer anzulernen. Wie das erfolgt, lesen Sie im Kapitel „Programmierung“. Danach stehen sofort die Grundfunktionen „Schalten“ und „manuelles Dimmen“ zur Verfügung:

**Einschalten:** Rechte Taste des programmierten Tastenpaares kurz betätigen.

**Ausschalten:** Linke Taste des programmierten Tastenpaares kurz betätigen.

**Heraufdimmen:** Rechte Taste des programmierten Tastenpaares länger als 0,4 Sekunden betätigen, die Lampe wird heller.

**Herabdimmen:** Bei eingeschalteter Lampe linke Taste des programmierten Tastenpaares länger als 0,4 Sekunden betätigen, die Lampe wird dunkler.

Weitere Bedienvarianten sind im nächsten Kapitel beschrieben.

## Direktbedienung (Notbedienung) am Gerät und weitere Fernbedienfunktionen

Bei Bedarf kann über die versenkte Bedientaste am Dimmer manuell geschaltet und gedimmt werden:

**Ein- und Ausschalten:** Taste am Funk-Dimmer jeweils kurz betätigen.

**Dimmen:** Taste am Funk-Dimmer länger als 0,4 Sekunden betätigen. Solange die Taste gedrückt bleibt, wird die Helligkeit der Lampe verändert. Ist der gewünschte Helligkeitswert erreicht, ist die Taste loszulassen. Mit jedem erneuten Betätigen der Taste kehrt sich die Dimmrichtung um. Bei eingeschaltetem Verbraucher leuchtet die Kontroll-Leuchte am Funk-Dimmer.

Sowohl mit der Fernbedienung als auch mit der Bedientaste am Gerät sind weitere Funktionen erreichbar:

Wurde der Verbraucher auf einen bestimmten Helligkeitswert gedimmt, so wird dieser Wert beim Ausschalten gespeichert und beim Einschalten wiederhergestellt.

Wird im ausgeschalteten Zustand die rechte Taste der Fernbedienung bzw. die Taste des Dimmers für länger als 0,4 Sekunden gedrückt, so schaltet der Dimmer nicht mit der gespeicherten Helligkeit wieder ein, sondern mit niedrigster Helligkeit. Bleibt die Taste gedrückt, dimmt der Dimmer nun langsam hoch!

Wird im ausgeschalteten Zustand die linke Taste der Fernbedienung länger gedrückt, so schaltet der Dimmer die Last mit maximaler Helligkeit ein und dimmt dann langsam dunkler.

Wie bereits gesagt, das ist noch nicht alles. Denn die fol-

gend beschriebenen Timer-Funktionen bieten weitere Möglichkeiten!

## Die Timer-Funktionen

Der Dimmer verfügt über drei getrennt programmierbare Timer für Kurzzeitbetrieb, Slow-on und Slow-off. Sie sind jeweils im Bereich von 1 Sekunde bis 4,5 Stunden programmierbar. Beim Kurzzeitbetrieb schaltet der Dimmer nach dem Einschalten automatisch nach der programmierten Einschaltedauer wieder aus, dabei werden eventuelle Slow-on- und Slow-off-Zeiten nicht der Einschaltedauer zugerechnet. Slow-on bedeutet, dass der Dimmer innerhalb der eingestellten Zeit sanft auf den jeweiligen Endwert hochdimmt. Slow-off bedeutet, dass der Dimmer innerhalb der eingestellten Zeit sanft auf den jeweiligen Endwert herabdimmt. Zu beachten ist hier: Ist ein Timer programmiert, lässt er sich nur durch Deaktivieren der Timer-Funktionen außer Betrieb nehmen! Es ist lediglich ein temporäres Dimmen per Handfernbedienung möglich. Nach dem nächsten Ausschalten sind die Timer wieder aktiv.

## Timer-Programmierung

Zur Timer-Programmierung wird eine Fernbedienung des FS20-Systems benötigt. Mit deren Hilfe sind die drei Timer sehr einfach beherrschbar:

### Kurzzeit-Timer programmieren

Es sind beide Tasten des dem Funk-Dimmer zugeordneten Tastenpaares der Fernbedienung für 1 bis 3 Sekunden gleichzeitig zu drücken, bis die Kontroll-Leuchte des Funk-Dimmers blinkt. Jetzt wird die Zeitmessung gestartet.

Nach Ablauf der gewünschten Zeit sind wiederum beide Tasten an der Fernbedienung kurz gleichzeitig zu betätigen. Damit ist die Timerzeit bereits programmiert.

### Slow-on-Timer programmieren

Die Timer-Programmierung wird wie bei der Kurzzeit-Programmierung gestartet und beendet. Um die Timerzeit der Funktion „Slow-on“ zuzuweisen, betätigt man während der Zeitmessung kurz die Ein-Taste des Tastenpaares an der Fernbedienung.

### Slow-off-Timer programmieren

Die Timer-Programmierung wird ebenfalls wie bei der Kurzzeit-Programmierung gestartet und beendet. Um die Timerzeit der Funktion „Slow-off“ zuzuweisen, betätigt man während der Zeitmessung kurz die Aus-Taste des Tastenpaares an der Fernbedienung.

### Timer-Funktionen deaktivieren

Das dem Dimmer zugeordnete Tastenpaar der Fernbedienung ist für 1 bis 3 Sekunden gleichzeitig zu betätigen, bis die Kontroll-Leuchte des Dimmers blinkt. Jetzt ist der Bedientaster am Dimmer zu betätigen. Die Kontroll-Leuchte des Dimmers erlischt. Damit sind die Timer-Funktionen aufgehoben.

## Dimmer mit aktiviertem Timer bedienen

### Kurzzeit-Timer-Funktion

Schaltet man den Dimmer mit einem kurzen Tastendruck ein, schaltet er mit der vor dem Start des Timers zuletzt eingestellten Helligkeit ein und nach Ablauf der Timerzeit automatisch wieder aus.

### Slow-on- und Slow-off-Funktion

Wird der Dimmer durch einen kurzen Tastendruck ein- oder ausgeschaltet, dimmt das Gerät innerhalb der programmierten Zeit langsam auf den Helligkeitswert herauf, der vor dem Start des Timers zuletzt eingestellt war, oder auf null herab.

Wird während dieses Dimmvorgangs nochmals der gleiche Ein- oder Ausschaltbefehl erteilt, so dimmt das Gerät sofort ohne Timer-Funktion auf den endgültigen Wert.

Dimmt man manuell (Taste lange drücken), so wird der Timer für diesen Dimmvorgang übergangen. Erst beim nächsten „normalen“ Einschaltbefehl (kurzer Tastendruck) steht dann wieder der Timer zur Verfügung.

## Programmierung

### Programmiermodus

Bei Verwendung einer FS20-Funk-Fernbedienung ist zunächst der Fernbedienungscode, bestehend aus der Kombination von Haus- und Adresscode, zu speichern.

Hierzu wechselt man zuerst in den Programmiermodus. Dies erfolgt durch Betätigen der Taste „Prog.“, die sich im Gehäuse befindet, für länger als 15 Sekunden, bis die rote LED blinkt und damit anzeigt, dass sich das Gerät im Programmiermodus befindet.

Die Taste ist gegen versehentliches Betätigen geschützt, indem der Tasterstößel nicht ganz aus dem Gehäuse herausgeführt ist. Ein Betätigen erfolgt mit einem spitzen Gegenstand, wie z. B. einem Kugelschreiber.

Auf die Erläuterung des FS20-Adress- und -Codesystems verzichten wir an dieser Stelle, sie würde den Rahmen des Artikels sprengen. Das System und die Einordnung von Geräten darin ist in der Bedienungsanleitung der FS20-Sender ausführlich erläutert.

### Anlernen eines FS20-Codes

Im Normalfall kann jetzt (im aktiven Programmiermodus) ein Code gespeichert werden, indem man die anzulernende Taste an der Fernbedienung drückt. Wenn der Code gespeichert ist, erlischt die LED.

Im Normalfall erfolgt mit der rechten Taste auf der Fernbedienung das Einschalten bzw. Hochdimmen und mit der linken Taste das Ausschalten bzw. Herunterdimmen.

Ist die Fernbedienung auf den Modus „doppelte Kanalzahl“ programmiert, erfolgt die Bedienung mit nur einer Taste und nicht mit einem Tastenpaar.

Es können insgesamt 4 verschiedene FS20-Codes gespeichert werden. Empfängt bzw. erkennt das Gerät innerhalb von 30 Sekunden kein FS20-Signal, beendet es den Programmiermodus automatisch.

### Weitere Adressen/Adresstypen zuordnen

Dem FS20 HLD können innerhalb des Adress-Systems des FS20-Systems bis zu 4 Adresstypen zugeordnet werden. So ist es z. B. möglich, den Dimmer von mehreren Sendern mit gleichen oder unterschiedlichen Adresstypen aus fernbedienen zu lassen. Ausführliche Erläuterungen zum Adress-System finden Sie in der Bedienanleitung zu jeder Fernbedienung des Systems. Um dem FS20 HLD mehrere Adresstypen zuzuordnen, wiederholen Sie die beschriebene Programmierung. So kann im Speicher des FS20 HLD eine Liste von bis zu vier Adressen bzw. Adresstypen angelegt werden.

### Adressen/Adresstypen löschen

Wollen Sie einen Empfangskanal aus der abgespeicherten Liste löschen, so versetzen Sie das Gerät in den Programmiermodus und betätigen an der entsprechenden Fernbedienung eine der diesem Dimmer zugeordneten Tasten länger als 0,4 s (Dimmfunktion). Danach wird der Programmiermodus automatisch verlassen und der entsprechende Kanal ist aus der Adressliste des Dimmers gelöscht.

### Zurücksetzen in den Auslieferungszustand

Bei Bedarf können Sie sämtliche Programmierungen, die im Funk-Dimmer gespeichert sind, auf einmal löschen.

Betätigen Sie die Bedientaste des FS20 HLD für mind. 15 s. Die Kontroll-Leuchte des FS20 HLD beginnt zu blinken, das Gerät befindet sich im Programmiermodus.

- Betätigen Sie kurz die Bedientaste. Alle gelernten Adressen und der Timer-Mode mit seiner programmierten Timer-Zeit sind gelöscht bzw. deaktiviert, die Kontroll-Leuchte verlischt.
- Der Funk-Dimmer reagiert jetzt auf keinen Fernbedienbefehl mehr und muss für die Nutzung erneut programmiert werden.

## Schaltung

Das Schaltbild (Abbildung 1) gliedert sich in verschiedene Funktionsblöcke:

- das Schaltnetzteil, das eine stabile Spannung von 15 V bereitstellt,
- den Mikrocontroller IC 1 mit seiner Peripherie und
- den Hochspannungsteil, welcher mit IC 2 und Peripherie die Ausgangsspannung erzeugt.

Von der Eingangsklemme KL 1 gelangt die Netzspannung zunächst auf das zweistufige Tiefpass-Filter L 1/C 15 und L 2/C 16. Hiermit werden schaltungsbedingte Störsignale unterdrückt. Die vier Dioden D 8, D 9, D 11 und D 12 bilden einen Brückengleichrichter, so dass eine Spannung  $U_B$  von ca. 320 Vpp (Spitzenspannung) zur Verfügung steht. Über D 5, R 14 und L 3 gelangt diese Spannung auf den Schaltregler IC 3 vom Typ Viper12A. Dieser Schaltregler ist ein Step-down-Wandler, der mit einem hohen Wirkungsgrad (und somit geringer Verlustleistung) eine stabile Spannung von 15 V liefert. Mit dem zweiten Spannungsregler IC 4 wird für den Mikrocontroller IC 1 sowie für das Empfangsmodul eine Spannung von 4,4 V bereitgestellt.

Der eigentliche Spannungskonverter, der aus der Netzein-

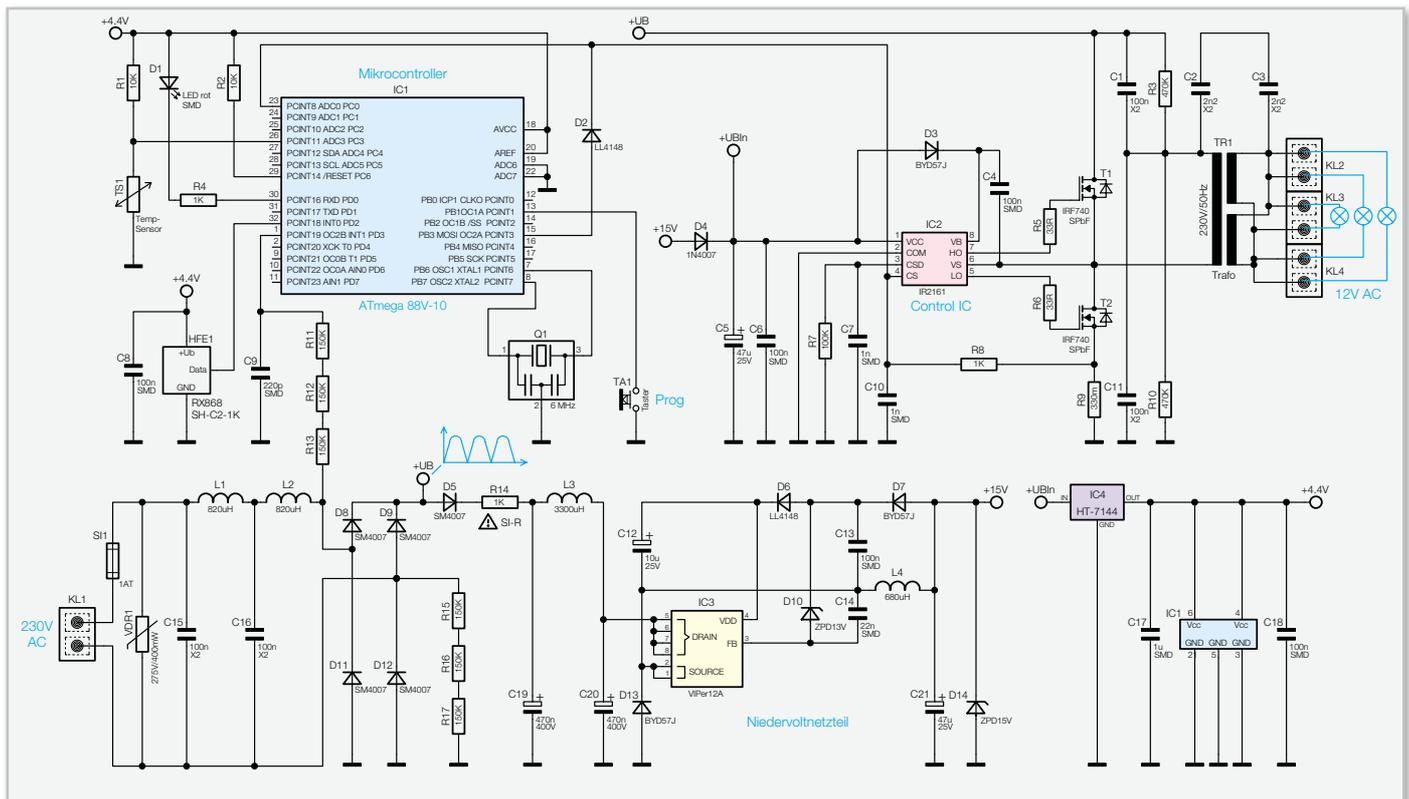


Bild 1: Schaltbild

gangsspannung eine galvanisch getrennte Wechselspannung von 12 V generiert, ist IC 2 vom Typ IR2161 mit Peripherie. IC 2 generiert ein Schaltsignal mit einer Frequenz von ca. 100 kHz für die beiden MOS-Transistoren T 1 und T 2. Diese Transistoren schalten wechselseitig (je nach Halbwelle) durch und lassen jeweils über die Kondensatoren C 1 und C 11 einen Strom durch den Trafo TR 1 fließen. Hierdurch wird eine 12-V-Wechselspannung auf der Sekundärseite des Trafos induziert. Da IC 2 von der Sekundärseite keine Rückmeldung über die tatsächliche Höhe der Ausgangsspannung erhält, handelt es sich um einen nicht geschlossenen Regelkreis. Zur Regelung orientiert sich IC 2 daher nur am primärseitigen Strom, der mit dem Shuntwiderstand R 9 gemessen wird und über R 8 an Pin 4 gelangt. Zum anderen muss der Trafo, was die Windungszahl betrifft, sehr genau bemessen sein, da hiermit auch die Höhe der Ausgangsspannung bestimmt wird.

Um die Helligkeit der angeschlossenen Halogenlampen steuern zu können, kommt eine Phasen-Abschnittsteuerung zur Anwendung. Durch einen High-Pegel am Anschlusspin „CS“ (Pin 4 von IC 2) erfolgt ein Abschalten des Spannungsausgangs. Diese Tatsache wird genutzt, um den Ausgang während einer Netzperiode gezielt ein- und auszuschalten, wodurch das „Puls-/Pausenverhältnis“ der Wechselspannungspakete variierbar ist (siehe Abbildung 2). Die Steuerung übernimmt der Controller IC 1, der über die Widerstände R 11 bis R 13 den Nulldurchgang der Netzspannung erkennt. Über den Controller-Ausgang (Pin 15, IC 1) und die Diode D 2 gelangt das Steuersignal auf den „CS“-Pin von IC 2. Die Schalt- und Helligkeitsinformationen erhält die Schaltung per Funk von einem FS20-Sender. Hierzu wertet der Controller die vom HF-Empfangsteil kommenden Signale (FS20-Protokoll) aus und wandelt diese in entsprechende Steuersignale um.

Die Schaltung verfügt über mehrere Schutzmechanismen, die bei einem Kurzschluss, Überlastung, Übertemperatur oder bei einem defekten Bauteil ansprechen. IC 2 verfügt intern über eine Temperatursicherung, die bei zu hoher Bauteilgehäuse-temperatur die Ausgangsspannung abschaltet. Aus diesem Grund ist IC 2 in der Nähe der Endstufentransistoren T 1 und T 2 positioniert. Die zweite Temperatursicherung ist mit dem Controller IC 1 realisiert, der mit dem Sensor TS 1 die Temperatur im Inneren des Gehäuses misst und ebenfalls bei Über-temperatur mittels der Schaltspannung über D 2 den Ausgang abschaltet. Der Fehlerfall „Überlastung“ wird anhand der Spannung über R 9 festgestellt. Über den Tiefpass R 8/C 10 gelangt diese Spannung auf den AD-Wandlereingang Pin 23 von IC 1. Ist die gemessene Spannung zu hoch und damit der Ausgang überlastet, schaltet IC 1 über D 2 das Gerät ab.

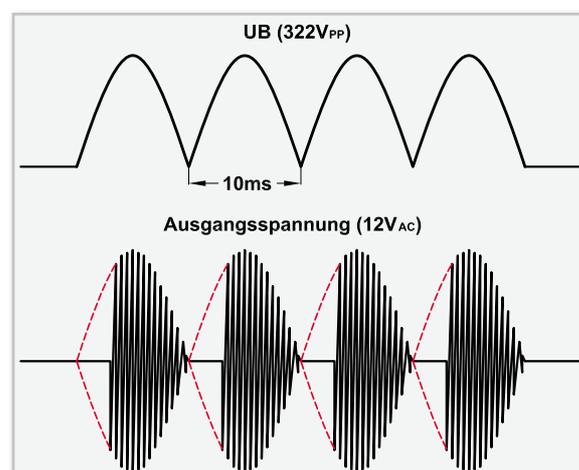
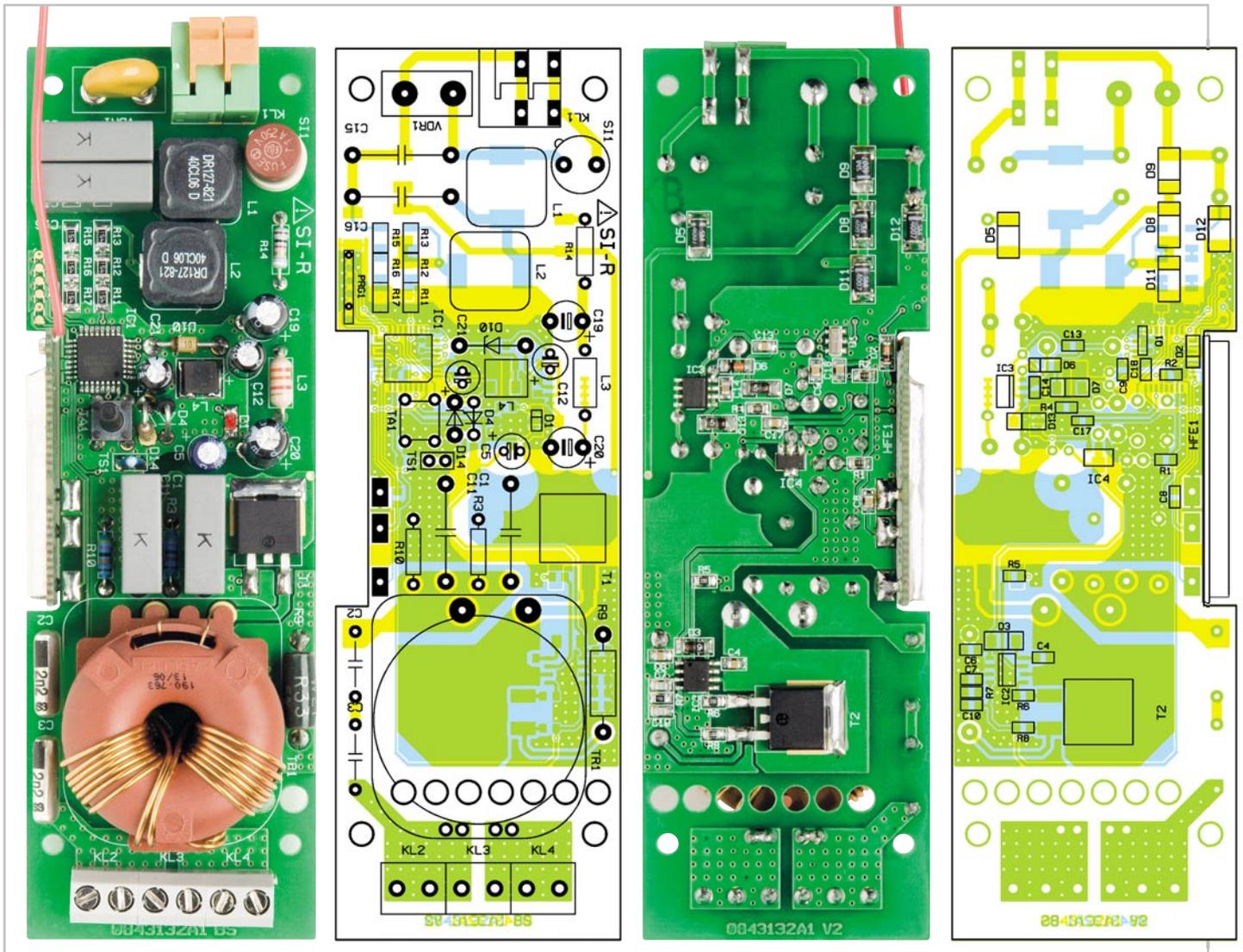


Bild 2: Die Höhe der Ausgangsspannung wird durch eine Variation des Puls-/Pausenverhältnisses der Wechselspannungspakete variiert



Ansicht der fertig bestückten Platine des FS20 HLD mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

## Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer doppelseitigen Platine mit bedrahteten und SMD-Bauteilen. Die SMD-Bauteile sind vorbestückt, so dass hier lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig ist. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste, des Bestückungsdruckes und des Schaltbildes. Die Bauteile werden auf der Platinenunterseite verlötet und überstehende Drahtenden mit dem Seitenschneider gekürzt. Da die Schaltung mit relativ hohen Spannungen arbeitet, ist bei der Bestückung der Bauteile besondere Sorg-

falt nötig. Vor allem muss bei den Elkos C 19 und C 20 sowie den Dioden auf die richtige Polung bzw. Einbaulage geachtet werden. Eine Verpolung würde in sehr kurzer Zeit zu einer explosionsartigen Zerstörung der Elkos führen. Der Minuspol ist in der Regel auf dem Elko-Gehäuse gekennzeichnet, während auf der Platine der Pluspol (+) markiert ist. Die Katode der Dioden ist durch eine Strichmarkierung auf dem Bauteilgehäuse gekennzeichnet. Nachdem die restlichen Bauteile bestückt und verlötet sind, folgt das Einsetzen der Schraubklemmen, deren Platinenanschlüsse mit reichlich Lötzinn zu verlöten sind. Zum Schluss ist das HF-Empfangsmodul zu montieren. Dieses Modul wird seitlich vertikal an die entsprechenden Lötflächen der Basisplatine angelötet, wobei der untere Über-

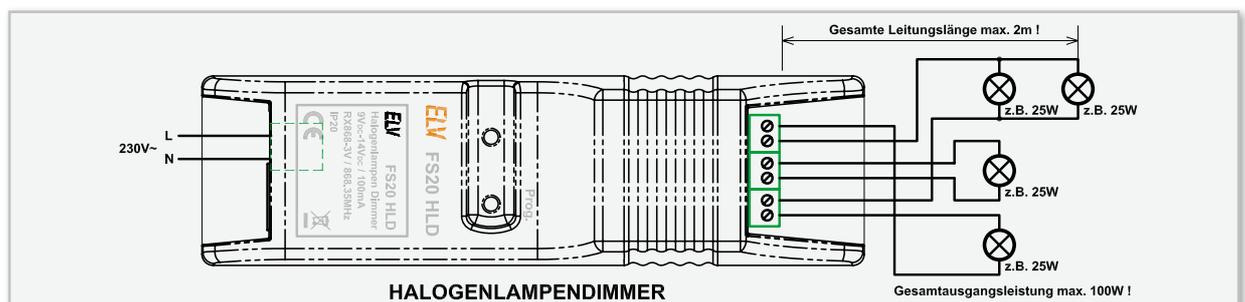


Bild 3: Anschluss-Schema

**Achtung!**

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

- Installationsarbeiten sowohl am primärseitigen Netzanschluss als auch am Sekundäranschluss dürfen nur im stromlosen Zustand erfolgen. Dabei sind alle einschlägigen Vorschriften des Installationshandwerks zu beachten!
- Die Leitungen der sekundärseitigen 12-V-Wechselspannung dürfen nicht direkt mit den netzspannungsführenden Leitungen in Berührung kommen.
- Die sekundärseitige 12-V-Wechselspannung darf nicht zusammen mit 230 V führenden Netzleitungen verlegt werden und es dürfen keine gemeinsamen Abzweigdosens etc. für die weitere Installation verwendet werden.

stand ca. 1,5 mm betragen sollte. Die Antennenleitung verlegt man seitlich neben C 15 und C 16. 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, ist von unten (Gehäuseinnenseite) ein Lichtleiter einzusetzen, 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. Ein Aufkleber, der die Anschlussbelegung der Klemmen zeigt, dient zur Kennzeichnung der Ausgangsspannungsseite.

## Installation

Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass der FS20 HLD ausschließlich für Niedervolt-Halogenlampen geeignet ist. Die Netz- und Lampenleitungen sind bei einer ortsfesten Montage als starre Verdrahtung auszuführen, dabei sind die im Kasten aufgeführten Montagehinweise zu beachten. Dazu gehört auch, dass das Netzteil an seinem Einsatzort über die Befestigungslaschen sicher zu verschrauben ist. Die Leitungsenden werden auf einer Länge von 8 mm abisoliert und sind in den entsprechenden Schraubklemmen fest zu verschrauben bzw. auf der Netzseite in die Klemmleiste einzurasten. Beim Anschluss der Halogenlampen ist darauf zu achten, dass die maximale Last von 100 W nicht überschritten wird. Damit der maximale Strom nicht allein über eine Klemme fließt, stehen drei Klemmen für den Anschluss der Lampen zur Verfügung (s. Abbildung 3). Abschließend werden dann die Abschlusskappen des Gehäuses aufgesetzt und mit dem Gehäuse verschraubt. Dabei ist darauf zu achten, dass sowohl die Netz- als auch die Lampenleitungen durch die als Zugentlastung dienenden Klemmrippen des Gerätegehäuses sicher fixiert sind. Bei der Auswahl des Montageortes ist darauf zu achten, dass das Gehäuse keiner direkten Sonnenbestrahlung oder anderen Wärmequellen ausgesetzt und für ausreichende Luftzirkulation gesorgt ist. Der Dimmer sollte

## Stückliste: FS20-Halogenlampendimmer FS20 HLD

**Widerstände:**

0,33 $\Omega$ /1 W/5 %/Drahtwiderstand	R9
33 $\Omega$ /SMD/0805	R5, R6
1 k $\Omega$ /SMD/0805	R4, R8
Sicherungswiderstand 1 k $\Omega$ /0,5 W/5 %	R14
10 k $\Omega$ /SMD/0805	R1, R2
100 k $\Omega$ /SMD/0805	R7
150 k $\Omega$ /SMD/1206	R11–R13, R15–R17
470 k $\Omega$	R3, R10
Varistor, 275 V, 400 mW	VDR1

**Kondensatoren:**

47 pF/SMD/0805	C23, C24
220 pF/SMD/0805	C9
1 nF/SMD/0805	C7, C10
2,2 nF/250 V~/Y2	C2, C3
22 nF/SMD/0805	C14
100 nF/100 V/SMD/0805	C4, C6, C8, C13, C18, C22
100 nF/250 V~/X2	C1, C11, C15, C16
0,47 $\mu$ F/400 V/105 °C	C19, C20
1 $\mu$ F/SMD/0805	C17
10 $\mu$ F/25 V	C12
47 $\mu$ F/25 V/105 °C	C5, C21

**Halbleiter:**

ELV08765/SMD	IC1
IR2161SPbF/SMD	IC2
VIPer12A/SMD	IC3
HT7144	IC4
IRF740SPbF/SMD	T1, T2
LL4148	D2, D6
BYD57J	D3, D7, D13
1N4007	D4
SM4007/SMD	D5, D8, D9, D11, D12
ZPD13 V/1,3 W	D10
ZPD15 V/1,3 W	D14
LED, SMD, Rot, low current	D1

**Sonstiges:**

Keramikschwinger, 6 MHz, SMD	Q1
SMD-Induktivität, 820 $\mu$ H/0,75 A	L1, L2
Festinduktivität, 3300 $\mu$ H	L3
SMD-Induktivität, 680 $\mu$ H/150 mA	L4
Miniaturklemme, 1-polig, winkelprint	KL1
Miniaturklemme mit Abschluss, 1-polig, winkelprint	KL1
Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL2–KL4
Mini-Drucktaster, 1 x ein, 12,8 mm Tastknopflänge	TA1
Ausgangsübertrager, 19,72 mH, 105 W, print	TR1
Temperatursensor 103AT-2	TS1
Rundsicherung, 1 A, träge, print	SI1
Empfangsmodul RX868SH-C2-1K, 868 MHz	HFE1
1 Aufkleber Lampensymbol (sekundärseitig)	
1 Gehäuse, komplett, bedruckt	

beim Einbau in Zwischendecken deshalb auch nie in Dämmmaterial eingebaut oder unmittelbar neben Lampen positioniert werden. Bei ausreichender Luftzirkulation um das Gerät herum kann der Dimmer problemlos in beliebiger Einbaulage in Holzdecken und in Möbeln montiert werden. **ELV**