

# Infrarot-Lichtschranke für Alarmanwendungen

**In Verbindung mit einer Alarmanlage bietet diese IR-Lichtschranke LS 100 eine Absicherung (Aktiv) von Objekten, z. B. Türen und Fenstern, sowohl im Innen- als auch im Außenbereich. Im Außenbereich ist damit eine Alarmauslösung schon möglich, bevor sich der Eindringling im Haus befindet.**

## Allgemeines

Die Absicherung von Haus und Eigentum ist nach wie vor ein zentrales Thema. Oft ist schon mit relativ geringem Kostenaufwand die Installation einer Alarmanlage möglich. Zur „Außenbereichsabsicherung“ werden dabei meistens für die Türen und Fenster Alarmkontakte und Glasbruchmelder eingebaut, während in Innenräumen Passiv-Infrarot-Melder oder Ultraschall-Sensoren den besten Schutz vor unberechtigtem Zutritt bieten. IR-Bewegungsmelder sind im Außenbereich aufgrund des schwer einzugrenzenden Erfassungsbereichs meistens nicht geeignet. Des Weiteren können freilaufende Tiere wie z. B. Hunde oder Katzen leicht Fehlalarme auslösen.

Die konventionelle Absicherung, wie vorstehend beschrieben, hat jedoch den Nachteil, daß erst Alarm ausgelöst wird, wenn sich der Eindringling schon im Haus befindet. Häufig nur schwer zu beseitigende Schäden an Türen und Fenstern sind die Folge.

Derartige Schäden können mit der von ELV neu konzipierten IR-Lichtschranke vermieden werden, sofern die örtlichen Gegebenheiten eine entsprechende Montage zulassen. Wenn sich keine allgemein zugänglichen Flächen im Erfassungsbe-

reich der Lichtschranke befinden, sind bei ca. 20 m Reichweite ganze Tür- und Fensterfronten einfach und schnell abzuschern. Die Lichtschranke sollte dabei zur zusätzlichen Absicherung und nicht als Ersatz für Tür- oder Fensterkontakte dienen. Die einzige Installationsvoraussetzung für eine Lichtschranke ist der freie „Sichtkontakt“ zwischen Sender und Empfänger.

Neben der Anwendung in Alarmanlagen sind Türöffner, Beleuchtungssteuerungen sowie Zählrichtungen für unterschiedlich große Gegenstände oder Personen weitere interessante Einsatzgebiete für diese IR-Lichtschranke.

Die Empfindlichkeit und somit die Reichweite von allen IR-Empfangssystemen ist abhängig von der Fremdlichtbeeinflussung. Je mehr IR-Fremdlicht auf die Empfangsdiode fällt, desto weiter regelt die automatische Verstärkungsregelung die Empfindlichkeit des Vorverstärkers zurück. Infolgedessen sind dann nur noch entsprechend kürzere Distanzen zu überbrücken. Im Außenbereich hat der wärmende IR-Anteil des Sonnenlichts den größten störenden Einfluß auf die Empfindlichkeit von IR-Vorverstärkern.

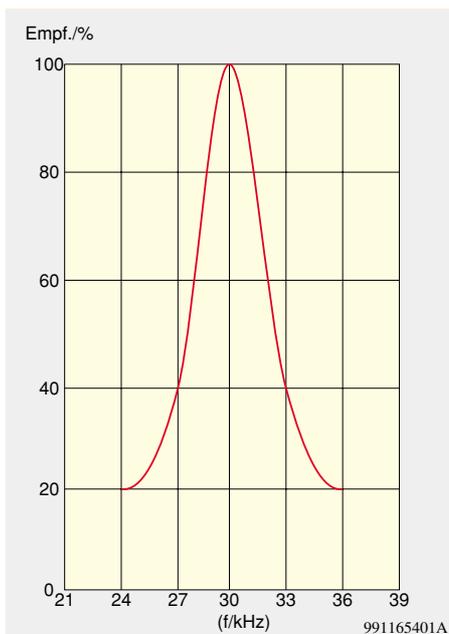
Bei der ELV-Lichtschranke konnte jedoch durch eine entsprechende mechanische Konstruktion des Empfängers dieser Störeinfluß nahezu vollständig verhindert

werden. Außerhalb des IR-Bereichs liegende Lichtanteile haben ohnehin fast keinen Einfluß auf die Empfindlichkeit, da das Gehäuse des Vorverstärkers auf eine Wellenlänge von 950 nm abgestimmt ist und somit gleichzeitig als Tageslichtfilter dient.

Damit möglichst nur die vom zugehörigen Sender kommenden IR-Informationen demoduliert werden, arbeitet der von uns eingesetzte Vorverstärker des Typs SFH 506-30 mit einer Trägerfrequenz von 30 kHz. Abbildung 1 zeigt dazu die spektrale Empfindlichkeit des Bausteins. Weiterhin muß für eine einwandfreie Regelung das Tastverhältnis des IR-Signals  $< 0,4$  sein, d. h., das Sendesignal darf maximal 40 % der Gesamtzeit anliegen.

### Technische Daten: IR-Lichtschranke

Reichweite: .....	20 - 25 m
Trägerfrequenz: .....	30 kHz
Wellenlänge: .....	950 nm
Übertragungsart: .....	moduliert
Gehäuse-Schutzklasse: .....	IP 65 (Sender und Empfänger)
Spannungsversorgung:	
Sender: .....	8 V - 18 V <sub>DC</sub> , max. 80 mA
Empfänger: ..	7 V - 25 V <sub>DC</sub> , max. 50 mA
Gehäuseabmessungen (B x T x H):	
Sender: .....	64 x 58 x 35 mm
Empfänger: .....	115 x 65 x 40 mm



**Bild 1: spektrale Empfindlichkeit des SFH 506-30**

Sowohl der Sender als auch der Empfänger sind mit einer unstabilierten Gleichspannung zu betreiben. Zum Anschluß an eine Alarmzentrale verfügt der Empfänger über einen potentialfreien Relaisausgang (wahlweise als Öffner oder Schließer zu nutzen).

## Schaltung

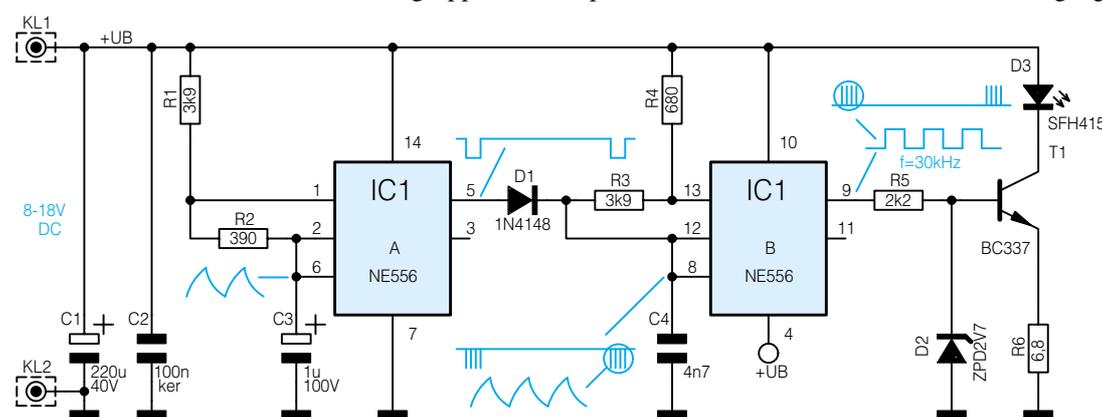
Die Schaltung der ELV-IR-Lichtschranke besteht aus den beiden voneinander unabhängigen Komponenten Sender und Empfänger. Die Sendediode wird über eine Stromquelle gesteuert, so daß auch problemlos eine von der Elektronik abgesetzte Montage der 5mm-Diode möglich ist.

### Schaltung des IR-Senders

Die Schaltung des mit dem weit verbreiteten, universell einsetzbaren Zweifach-Timer-Baustein NE 556 aufgebauten IR-Senders ist in Abbildung 2 dargestellt.

Neben dem Timer-Baustein und der Sendediode sind nur noch wenige externe Komponenten erforderlich.

Die größtmögliche Reichweite wird durch die genaue Anpassung des Senderausgangssignals an die Forderungen des Empfänger-Bausteins erreicht. Das bedeutet, bei dem von uns eingesetzten Empfängermodul des Typs SFH 506-30 ist zunächst eine Trägerfrequenz von 30 kHz die Grundvoraussetzung. Des weiteren muß für eine einwandfreie Regelung ein Tastverhältnis von  $< 0,4$  eingehalten werden, d. h.



**Bild 2: Schaltbild des IR-Senders**

das zu übertragende 30kHz-Burst-Signal darf maximal 40 % der Gesamtzeit abgestrahlt werden.

Doch nun zur Schaltung:

Im wesentlichen besteht die in Abbildung 2 dargestellte Schaltung aus zwei astabilen Multivibratoren, die abgesehen von der Dimensionierung identisch aufgebaut sind. Die mit IC 1 B aufgebaute Kippstufe ist zunächst für die Erzeugung der 30kHz-Trägerfrequenz zuständig, wobei R 3, R 4 und C 4 die frequenzbestimmenden Bauelemente sind.

Der 30kHz-Oszillator wird über D 1 von der ersten Kippstufe gesteuert, wo R 1, R 2 und C 3 die Frequenz festlegen sind. Gleichzeitig wird durch die Dimensionierung von R 1 und R 2 das Puls/Pausenverhältnis des Ausgangssignals auf ca. 1 : 9 eingestellt, so daß die an Pin 5 anstehende Rechteck-Ausgangsspannung 90 % der Zeit „High“ und nur 10 % „Low“ ist. Solange Pin 5 „High“-Pegel führt, wird über D 1 der 30kHz-Oszillator gesperrt. Im Endeffekt liegt dadurch an Pin 9 des IC 1 B ein 30kHz-Burst-Signal mit einem Tastverhältnis von 1 : 9 an.

Die IR-Sendediode befindet sich im Kollektorkreis der mit T 1, R 5, R 6 und D 2 aufgebauten Stromquelle, die vom Ausgang des IC 1 B (Pin 9) gesteuert wird. Aufgrund der Dimensionierung beträgt der Impuls-Spitzenstrom ca. 300 mA.

Zum Betrieb des Senders reicht eine unstabilierte Betriebsspannung von ca. 8 V bis 18 V (z. B. Steckernetzteil), die mit dem Pluspol an KL 1 und mit dem Minuspol an KL 2 anzuschließen ist. C 1 dient zur Pufferung der Betriebsspannung und C 2 unterdrückt hochfrequente Störeinflüsse.

### Schaltung des IR-Empfängers

Wie Abbildung 3 zeigt, hält sich auch der Schaltungsaufwand für den IR-Empfänger in Grenzen. Zentrales Bauelement der Empfängerschaltung ist, wie bereits erwähnt, der IR-Vorverstärker-Baustein SFH 506-30 mit integrierter Empfangsdiode. Die internen Baugruppen dieses 3po-

ligen ICs sind in Abbildung 4 zu sehen. Das gleichzeitig als Tageslichtfilter dienende Kunststoffgehäuse ist für IR-Signale durchlässig und auf eine Wellenlänge von 950 nm abgestimmt. Dadurch ergibt sich eine hohe Störsicherheit gegen Fremdlichtbeeinflussung, da alle außerhalb des IR-Bereichs liegenden Spektralanteile ausgefiltert werden. Lichtsignale unter 800 nm und über 1.150 nm Wellenlänge werden dadurch nahezu vollständig unterdrückt.

Die vom Sender abgestrahlten IR-Burstimpulse (30 kHz) gelangen zunächst auf die integrierte PIN-Fotodiode und werden dann vom nachgeschalteten empfindlichen Vorverstärker aufbereitet.

Das Ausgangssignal des intern abgeschirmten Vorverstärkers gelangt dann zunächst auf eine automatische Verstärkungsregelung (AGC) und danach über einen schmalbandigen Bandpaßfilter auf den Demodulator-Eingang.

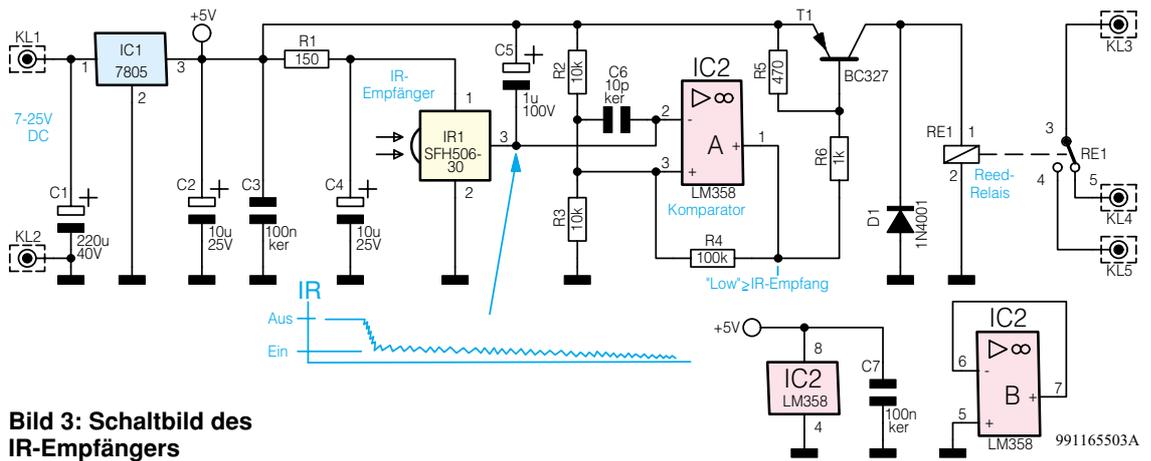
Die Ausgangsstufe des SFH 506-30 besteht aus einem Open-Kollektor-Transistor mit internem 100kΩ-Pull-Up-Widerstand, der vom Ausgang des Demodulators für die Dauer des 30kHz-Burst-Signals durchgesteuert wird.

In unserer Schaltung ist nun parallel zum internen Pull-Up-Widerstand der Elko C 5 geschaltet (Abbildung 3). Solange vom IR-Empfänger Burst-Impulse empfangen werden, lädt sich der Elko nahezu treiberartig über den durchgesteuerten Treiber-Transistor auf. Bei sich ständig wiederholenden Eingangsimpulsen ist ein Entladen des Elkos (C 5) aufgrund der relativ großen Zeitkonstante von 0,1 s nicht möglich. Dadurch erhalten wir an Pin 3 des SFH 506-30 ein ständiges Low-Signal.

Wird hingegen die Übertragungsstrecke zwischen Sender und Empfänger unterbrochen (z. B. durch eine Person im Überwachungsbereich), so wechselt der Pegel am Ausgang von „Low“ nach „High“, da sich C 5 nun über den internen Pull-Up-Widerstand des Bausteins entladen kann.

Der Ausgang des IR-Empfängers (Pin 3) ist direkt mit dem invertierenden Eingang

(Pin 2) des Operationsverstärkers IC 2 A verbunden. Der Op-Amp. arbeitet in unserer Schaltung als Komparator mit Hysterese, wobei die ca. auf halber Betriebsspannung liegende Komparatorschwelle mit dem Spannungsteiler R 2, R 3 am nicht invertierenden Eingang festgelegt wurde. R 4 sorgt in diesem Zusammenhang für die Schalthysterese.



**Bild 3: Schaltbild des IR-Empfängers**

Die Spule des potentialfreien Ausgangsrelais liegt im Kollektorkreis des Treibertransistors T 1. Dieser Transistor wird wiederum über R 6 vom Komparatorausgang (IC 2 Pin 1) gesteuert. Die beim Abfallen des Relais entstehende Gegeninduktionsspannung wird mit Hilfe der Freilaufdiode D 1 nach Masse kurzgeschlossen.

Zur Spannungsversorgung der Empfängerschaltung kann eine unstabilierte Gleichspannung zwischen 7 V und 25 V dienen, die mit dem Pluspol an KL 1 und mit dem Minuspol an KL 2 anzuschließen ist. Während C 1 eine erste Pufferung vornimmt, erfolgt die Stabilisierung auf 5 V mit Hilfe des Spannungsreglers IC 1. Insbesondere der SFH 506-30 benötigt zur einwandfreien Funktion eine stabilisierte Betriebsspannung. Am Ausgang des Spannungsreglers dient dann C 2 zur Schwingneigungs-Unterdrückung, und C 3 verhindert hochfrequente Störeinflüsse. Der IR-Vorverstärker (IR1) erhält die Betriebsspannung zusätzlich über eine mit R 1 und C 4 aufgebaute Siebkette.

An den Klemmen KL 3 bis KL 5 stehen die Kontakte des potentialfreien Ausgangsrelais zur Verfügung.

### Nachbau des Senders

Der praktische Aufbau dieser universell einsetzbaren Lichtschranke ist einfach, da sowohl beim Sender als auch beim Empfänger nur wenige Bauelemente zu bestücken sind. Beim Aufbau halten wir uns genau an die Stücklisten und die Bestückungspläne. Des weiteren wird die Bestückung durch einen Bestückungsaufdruck auf den Leiterplatten erleichtert.

Wir beginnen mit der Senderplatine, wo zuerst 6 Widerstände entsprechend des Bestückungsplanes einzulöten sind. Die Anschlußbeinchen werden auf Rastermaß abgewinkelt, durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte gesteckt, an der Lötseite leicht angewinkelt und nach dem Umdrehen der Platine in einem Arbeitsgang festgelötet.

Danach werden in gleicher Weise die

Z-Diode D 2 und die Diode D 1 eingelötet. Beide Bauelemente sind an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichnet und dürfen nicht verpolt werden.

Wie auch bei den nachfolgend zu bestückenden Bauelementen sind die an der Lötseite überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Während der Keramik-Kondensator C 2 und der Folien-Kondensator C 4 mit beliebiger Polarität einzusetzen sind, ist bei den Elektrolyt-Kondensatoren unbedingt auf die korrekte Polarität zu achten.

Als dann wird der integrierte Schaltkreis entsprechend des Symbols im Bestückungsdruck und der Treiber-Transistor T 1 mit kurzen Anschlußbeinchen eingelötet.

Die 2polige Schraubklemmleiste zum Anschluß der Versorgungsspannung ist mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Nun bleibt als letztes Bauelement nur noch die Sendediode des Typs SFH 414 zu bestücken. Der untere Gehäusekragen dieses Opto-Bauelements ist an der Katodenseite abgeflacht, wie auch beim Symbol im Bestückungsdruck. Nach dem Abwinkeln der Anschlußbeinchen 3 mm hinter dem Gehäuseaustritt wird die Sendediode mit 6 mm Abstand zur Platinenoberfläche eingelötet.

### Nachbau des Empfängers

Auch der IR-Empfänger besteht nur aus einer Handvoll Bauelementen, die einfach und schnell anhand der zugehörigen Stückliste und des Bestückungsplanes zu verarbeiten sind. Wie beim Sender beginnen wir

auch beim Empfänger in der gleichen Weise mit den Widerständen und der Diode D 1.

Danach folgt der 5V-Spannungsregler, der vor dem Verlöten der Anschlußbeinchen mit einer Schraube M3 x 6 mm und zugehöriger Mutter liegend mit Zahnscheibe auf die Platine zu schrauben ist.

Der IR-Vorverstärker mit integrierter Empfangsdiode (IR 1) muß vor dem Anlöten der Anschlußbeinchen direkt mit dem Gehäuse auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Im nächsten Arbeitsschritt sind 3 Keramik-Kondensatoren und die Elkos (Polarität beachten) zu bestücken.

Die Einbaulage des Operationsverstärkers ist durch eine Gehäusekerbe gekennzeichnet und der Relais-Treiber T1 ist mit möglichst kurzen Anschlußbeinchen zu bestücken.

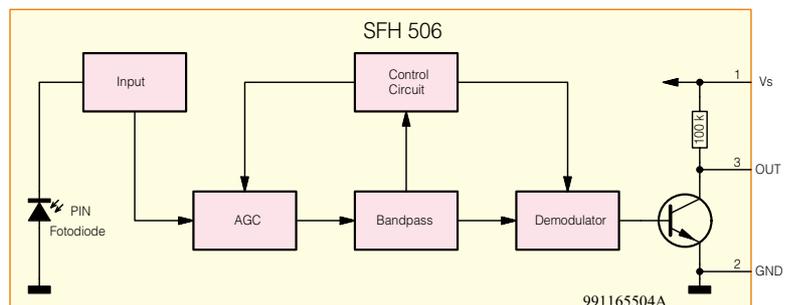
Es folgt das Einlöten des Miniatur-Reed-Relais und der Schraub-Klemmleiste zum Anschluß der Versorgungsspannung und der Relais-Ausgangskontakte.

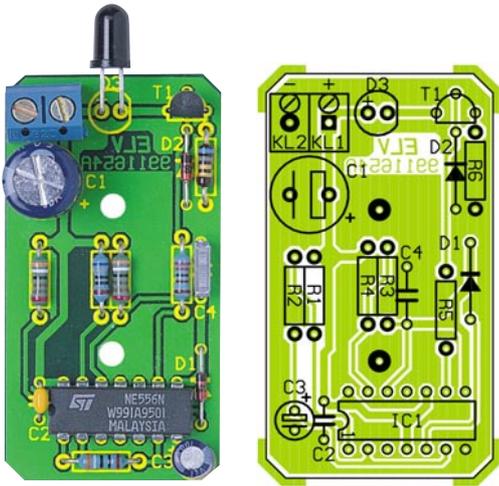
Eine innen schwarz lackierte Blechabschirmhaube sorgt dafür, daß IR-Licht nur durch einen ca. 6 cm langen Kanal auf die Empfangsdiode fallen kann. Somit hat bei korrekter Außenmontage der störende IR-Anteil des Sonnenlichts nahezu keinen Einfluß mehr auf die Empfindlichkeit. Nach dem Bestücken sind die durch die Platine zu führenden Befestigungslaschen der Abschirmhaube an der Platinenunterseite einfach festzulöten.

### Gehäuseeinbau

Zum Einbau der Elektronik stehen

**Bild 4: Interne Baugruppen des IR-Vorverstärker-Bausteins**





**Ansicht der fertig bestückten Sender-Platine mit zugehörigem Bestückungsplan**

staub- und spritzwassergeschützte Gehäuse nach Schutzklasse IP 65 zur Verfügung. Durch eine umlaufende Nut mit Neopren-Dichtung im Gehäusedeckel sind die Einbauten vor Umwelteinflüssen geschützt. Die Wandbefestigung kann ohne Einschränkung der Schutzklasse von der Frontseite erfolgen, da die Befestigungsbohrungen genau wie die Deckelverschraubungen außerhalb des durch die Neopren-Dichtung gesicherten Bereichs angeordnet sind.

Die Senderplatine ist so einzusetzen, daß die 5mm-Sendediode durch die zugehörige Bohrung des Gehäuses ragt. Als dann wird die Platine mit zwei Knippingschrauben 2,9 x 6,5 mm festgesetzt und die Sendediode von der Innenseite wasserdicht verklebt.

Die Zuführung der Versorgungsspannung erfolgt durch eine spritzwassergeschützte Kabelverschraubung.

Beim Empfängergehäuse befindet sich im vorderen Gehäusebereich eine Plexiglas-Scheibe, die zum Sender auszurichten ist.

Die Empfängerplatine wird nun mit vier Schrauben M3 x 5 mm so in das Gehäuse geschraubt, daß die Öffnung der Metallabschirmung zur Plexiglas-Scheibe weist. Auch beim Empfänger erfolgt die Kabelzuführung durch eine spritzwassergeschützte Kabelverschraubung.

**Montage**

Die Montage der Sender- und Empfangseinheit

**Stückliste: Infrarot-Lichtschanke Sender LS 100 S**

**Widerstände:**

- 6,8Ω ..... R6
- 390Ω ..... R2
- 680Ω ..... R4
- 2,2kΩ ..... R5
- 3,9kΩ ..... R1, R3

**Kondensatoren:**

- 4,7nF ..... C4
- 100nF/ker ..... C2
- 1µF/100V ..... C3
- 220µF/40V ..... C1

**Halbleiter:**

- NE556 ..... IC1
- BC337 ..... T1
- 1N4148 ..... D1
- ZPD2,7V ..... D2
- SFH415 ..... D3

**Sonstiges:**

- Schraubklemm-Leiste, 2polig KL1, KL2
- 2 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5mm
- 1 Industrie-Gehäuse, IP65, Modell G201, bearbeitet und bedruckt
- 1 PG7-Verschraubung

ist abhängig von den örtlichen Gegebenheiten, wobei grundsätzlich die Sendediode durch den "Abschirmkanal" der Empfangseinheit zum IR-Vorverstärker strahlen muß.

Die maximale Reichweite des Systems liegt bei über 20 m, wenn kein direktes Sonnenlicht auf die Empfangsdiode fällt. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn der Empfänger in einer geringfügig höheren Position als der Sender montiert wird, d. h. die Lichtöffnung des Empfängers leicht nach unten geneigt ist.

Ist durch Wandbefestigung der Gehäuse keine korrekte Ausrichtung zu erzielen, so kann optional eine in vertikale und horizontale Richtung beliebig einstellbare

Spezialhalterung eingesetzt werden. Mit der Halterung ist eine genaue Ausrichtung möglich. Nach der Installation dieser Lichtschranke werden potentielle Einbrecher bereits in die Flucht geschlagen, bevor es zu Beschädigungen kommt. **ELV**

**Stückliste: Infrarot-Lichtschanke Empfänger LS 100 E**

**Widerstände:**

- 150Ω ..... R1
- 470Ω ..... R5
- 1kΩ ..... R6
- 10kΩ ..... R2, R3
- 100kΩ ..... R4

**Kondensatoren:**

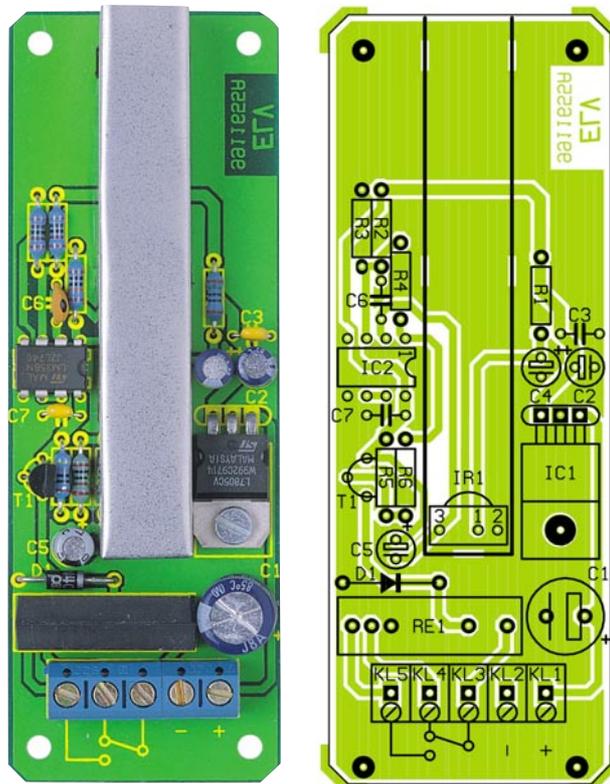
- 10pF/ker ..... C6
- 100nF/ker ..... C3, C7
- 1µF/100V ..... C5
- 10µF/25V ..... C2, C4
- 220µF/40V ..... C1

**Halbleiter:**

- 7805 ..... IC1
- LM358 ..... IC2
- BC327 ..... T1
- 1N4001 ..... D1
- SFH506-30 ..... IR1

**Sonstiges:**

- Schraubklemm-Leiste, 2polig KL1, KL2
- Schraubklemm-Leiste, 3polig KL3-KL5
- Inline-Reed-Relais, 5V, 1 x um ... RE1
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm
- 4 Zylinderkopf-Schrauben M3 x 5 mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Fächerscheibe, M3
- 1 Abschirmblech
- 1 Industrie-Gehäuse, IP65, Modell G203, bearbeitet und bedruckt
- 1 Plexiglasscheibe, klar
- 1 PG7-Verschraubung



**Ansicht der fertig bestückten Empfänger-Platine mit zugehörigem Bestückungsplan**