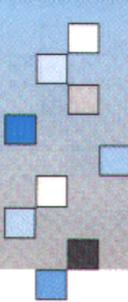


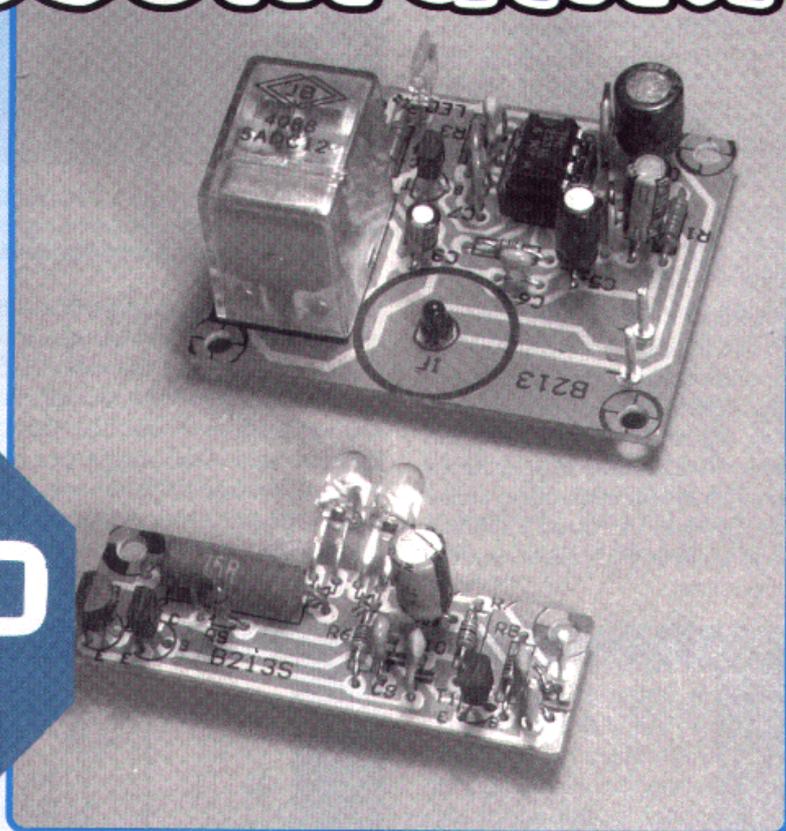
■ Die Bauanleitung für eine Laser-Lichtschranke, die mit sichtbarem Strahl arbeitet, finden Sie ab Seite 31.

IR-Lichtschranke (bis 50 m)



**Berührungsloser Schrankendurchbruch mit nachhaltigen Folgen:**

# Eingeschränkt



- Schützen Sie sensible Bereiche durch Infrarot
- Der Strahl bleibt für den Menschen unsichtbar
- Sobald er unterbrochen wird, schaltet das Relais
- Preiswerte Alternative zur Laser-Lichtschranke
- Unkomplizierter Aufbau, einfache Justierung

Sogenannte Lichtschranken stellen eine einfache Möglichkeit dar, um bestimmte Bereiche abzusichern. Dabei wird die Schranke von einem Lichtstrahl gebildet, den der Eindringling durchbricht. Wenn man diesen Strahl durch eine Optik bündelt, erreicht man einen zuverlässigen Schutz gegen Fremdlichteinfall und Manipulationsmöglichkeiten von außen. Natürlich kann man damit auch einfach nur Stückgut zählen.

## Steckbrief: Für Anfänger geeignet

<b>Funktion:</b>	Aus Sender und Empfänger bestehende Lichtschranke, die mit unsichtbaren Infrarotstrahlen arbeitet bis 50 m (mit optischer Linse)
<b>Reichweite:</b>	potentialfreier Relais-Umschaltkontakt
<b>Ausgang:</b>	Leuchtdiode parallel zum Relais
<b>Anzeigen:</b>	
<b>Abmessungen:</b>	Sender: 55 x 18 mm; Empfänger: 55 x 44 mm Gehäuse (für beide passend): 72 x 50 x 35 mm
<b>Stromversorgung:</b>	Sender: 9...12 V/ max. 70 mA Empfänger: 12 V/ max. 100 mA
<b>Bausatzpreis:</b>	ca. 49,95 DM (kpl. mit Sender, Empfänger und Linse)
<b>Gehäuse:</b>	je 3,95 DM (bei Conrad Electronic)

■ Eine Aufschlüsselung des gesamten Bereichs der elektromagnetischen Strahlung finden Sie im **E•A•M** 1/94.

# IR-Lichtschranke (bis 50 m)

## Vertraute Strahlen

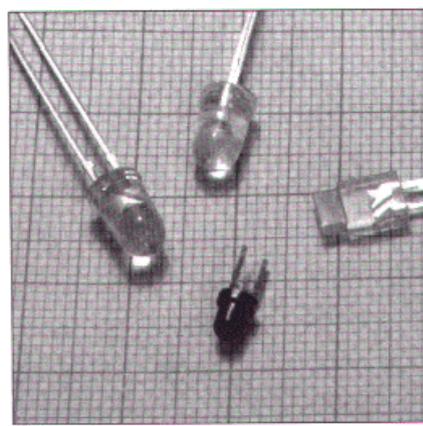
Infrarot, „Licht“ begegnet uns normalerweise überall dort, wo es um die Fernbedienung von Geräten der Unterhaltungselektronik geht, also beim Fernseher, Videorecorder oder der HiFi-Anlage. Dort hat sich dieses Medium längst etabliert und seit ewigen Zeiten den störanfälligen Ultraschall verdrängt. Es ist müßig, in diesem Zusammenhang um den Begriff „Licht“ zu streiten. Wenn wir als Licht nur denjenigen Bereich der elektromagnetischen Strahlung bezeichnen, den wir mit unseren Augen wahrnehmen können, dann hört das bei Wellenlängen von knapp 800 nm auf (dunkelrot).

Noch längerwellige Strahlung kommt dann in den Bereich des Infrarots (IR), den wir nicht mehr sehen, sondern nur noch als Wärme fühlen können. Wegen der engen Nachbarschaft zum sichtbaren Bereich mag man auch das Infrarot noch als Licht ansehen, zumal man die Dioden, die diese Strahlung erzeugen, eindeutig als Licht emittierend bezeichnet.

Das bei LEDs verwendete Halbleitermaterial bevorzugt ohnehin die Wellenlängen im Infrarot-Bereich, und nur mit viel Aufwand ringt man ihnen auch sichtbare Strahlen ab. Im **Bild 1** sehen Sie die vier Leuchtdioden, mit denen wir es hier zu tun haben. Die beiden glasklaren im Bild links dienen zur Erzeugung von Infrarotstrahlen; das durchsichtige Gehäuse hat nichts damit zu tun, daß man diesen Dioden nicht ansehen kann, ob sie gerade aktiv sind oder nicht.

Die winzig kleine im Vordergrund hat nämlich ein völlig undurchsichtiges, schwarzes Gehäuse, das unabhängig davon aber für Infrarot durchlässig ist; hierbei handelt es sich um die IR-Empfangsdiode, die die ausgesendeten Strahlen aufnimmt und in ein elektrisches Signal umwandelt. Am rechten Bildrand sehen Sie schließlich eine Leuchtdiode, die ihrem Namen zweifelsfrei gerecht wird; sie strahlt im sichtbaren Bereich und signalisiert später, daß die Lichtschranke geschlossen und in Betrieb ist.

**Bild 2:** Der Treibertransistor T3 wird von einem Rechteckgenerator angesteuert, der Nadelimpulse erzeugt.



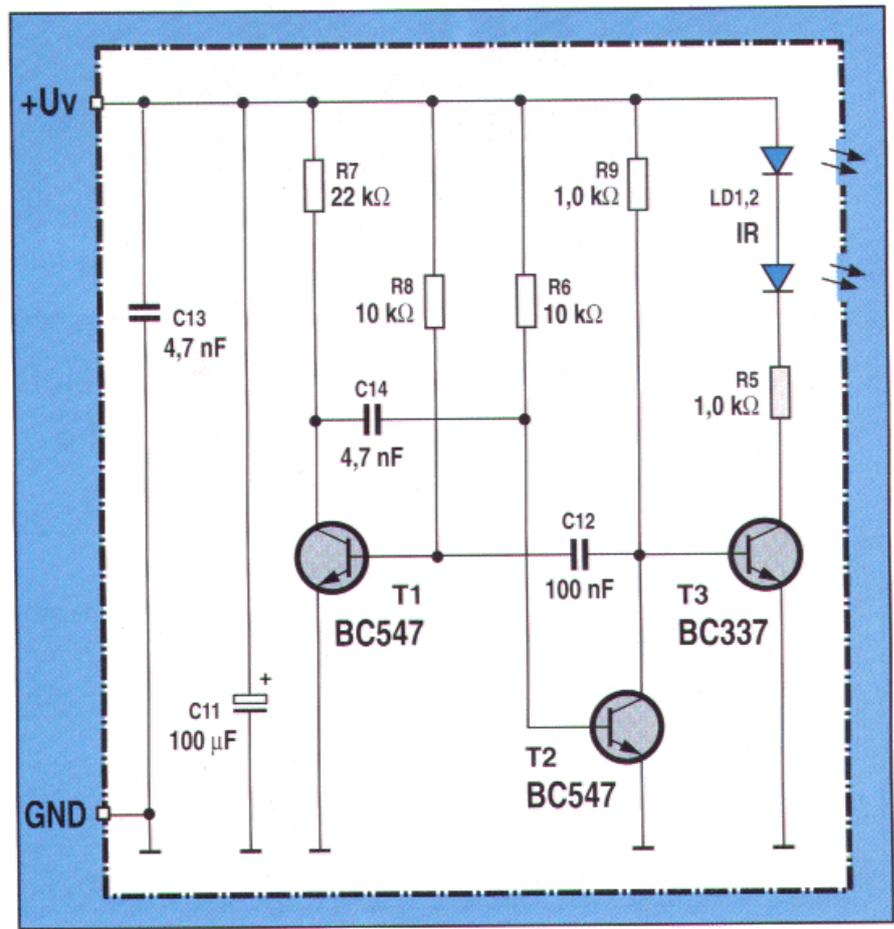
**Bild 1:** Nur die rechte LED emittiert sichtbares Licht; die drei anderen sind Infrarot-Sende- und Empfangsdioden.

Das hier verwendete Infrarot stellt eine Alternative dar zum sichtbaren Laserlicht, das die Lichtschranke ab Seite 31 verwendet; daß man mit einem kleinen Kniff auch mit LED-Strahlen Entfernungen von mehreren 10 m überbrücken kann, macht diese Schaltung zum preiswerten Konkurrenten für die Laser-Version, insbesondere dann, wenn es auf den verdeckten, d.h.

nicht sichtbaren Einsatz ankommt. Natürlich haben alle Lichtschranken mit einem Problem zu kämpfen, das in der Natur der Sache liegt:

Wenn sie nämlich auf Fremdlicht reagieren, dann kann der Nutzstrahl unterbrochen sein, ohne daß der Empfänger etwas davon merkt; konstruiert man den Einbrecher, der eine solche Lichtschranke bemerkt oder auch nur vermutet, dann könnte der den Empfänger mit einer Taschenlampe täuschen und den gesicherten Bereich ungehindert passieren.

Damit so etwas nicht passiert, sollte man den Strahl nicht im „Dauerstrich“ aussenden, sondern ihn so kennzeichnen, daß er vom Empfänger eindeutig zu erkennen ist. In unserem Beispiel passiert das dergestalt, daß die beiden IR-Sendendioden LD1 und LD2 von einem Rechteckgenerator angesteuert werden, der aus dem astabilen Multivibrator T1/T2 besteht (**Bild 2**). Diese Schwingung erzeugt ein unsymmetrisches Rechtecksignal, dessen Schaltzustände von den beiden RC-



■ Die Grundlagen des astabilen Multivibrators finden Sie ausführlich im **E•A•M** 5/94 erläutert.

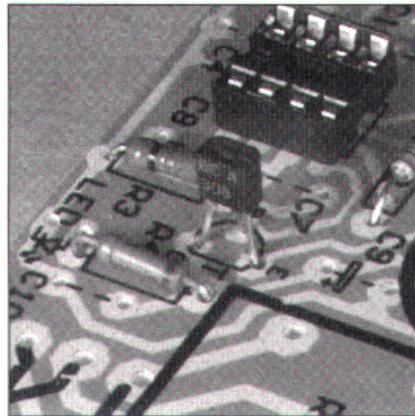
## IR-Lichtschranke (bis 50 m)

Gliedern R6/C14 und R8/C12 bestimmt werden. Bei der gewählten Dimensionierung schwingt die Schaltung auf ca. 12 kHz entsprechend einer Periodendauer von 80 µs; die Einschaltzeit der LEDs ist mit ca. 15 µs aber deutlich kürzer als die Pausendauer, um die Materialbelastung zu reduzieren.

Wenn Sie beim Nachrechnen der Zeitkonstanten auf Unstimmigkeiten stoßen, dann sind die dadurch zu erklären, daß der Kollektor von T2 nur zwischen Masse und +0,7 V hin- und herschalten kann, weil die Basis/Emitter-Strecke von T3 nicht mehr zuläßt; daraus resultiert die Abweichung von der klassischen Multivibrator-Berechnung.

Als Transistoren werden übrigens sogenannte E-Line-Typen eingesetzt; deren Gehäuse ist zwar mit dem altbekannten TO-92 kompatibel, allerdings besteht hier eher die Gefahr des Falscheinsetzens (Bild 3).

**Bild 4:** Die Infrarot-Empfangsdiode liefert das modulierte Signal an den Tondecoder IC1, der nur bei der richtigen Modulationsfrequenz anspricht.



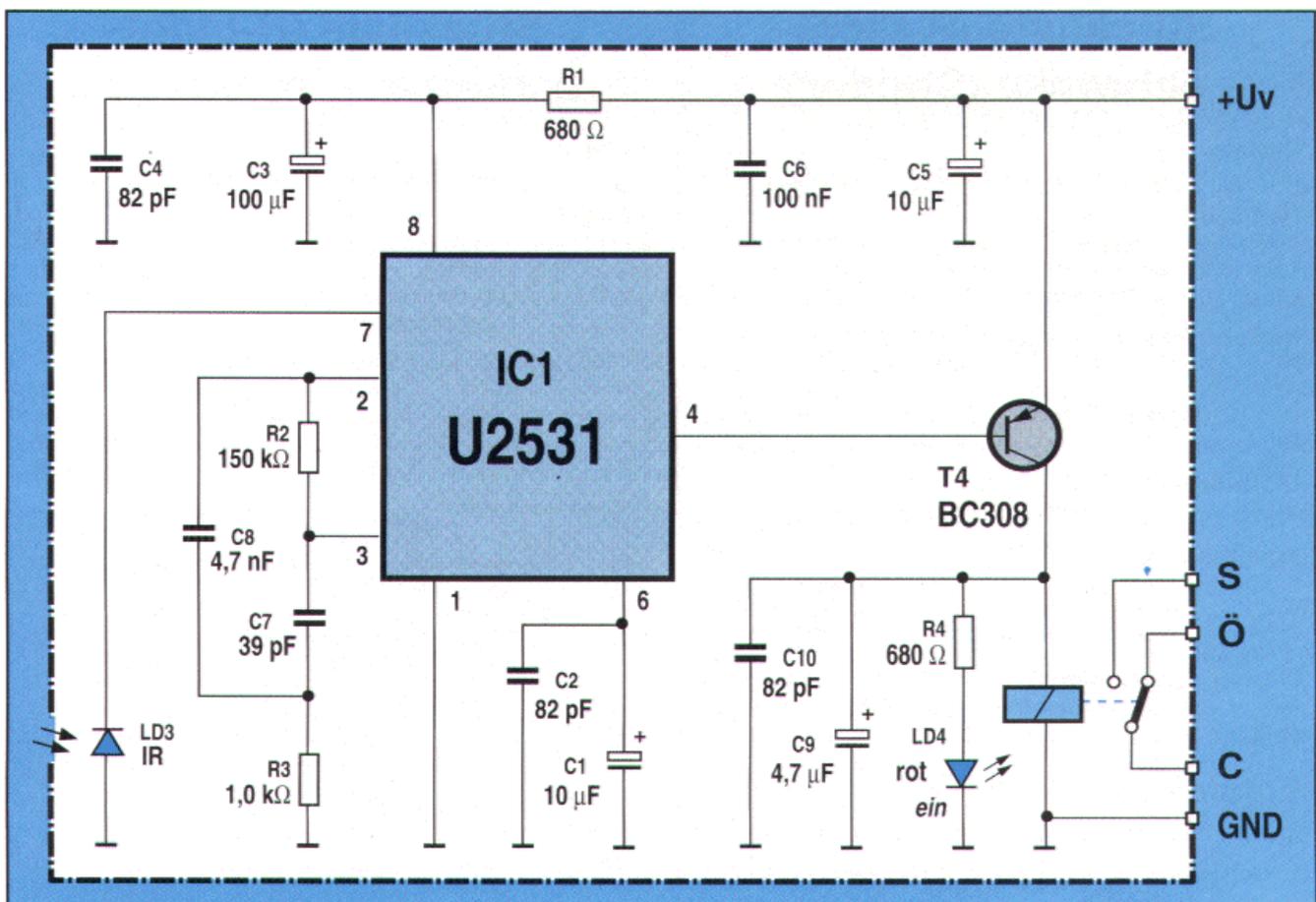
**Bild 3:** Bei den Transistoren im E-Line-Flachgehäuse muß man besonders auf die richtige Einbaulage achten.

Auf der Empfängerseite gelangt der modulierte Strahl an die IR-Diode LD3, die hier im Element-Betrieb arbeitet (Bild 4). Darunter ist zu verstehen, daß sie beim Auftreffen von Strahlung einen Fotostrom erzeugt, der in den U2531 eingespeist wird (Bild 3). Bei diesem IC handelt es sich um einen sogenannten Tondecoder, der folgende Funktion übernimmt:

Ein interner Oszillator schwingt auf einer Frequenz, die von dem Netzwerk an den Pins 2 und 3 bestimmt wird; in diesem Fall sind das ca. 12 kHz.

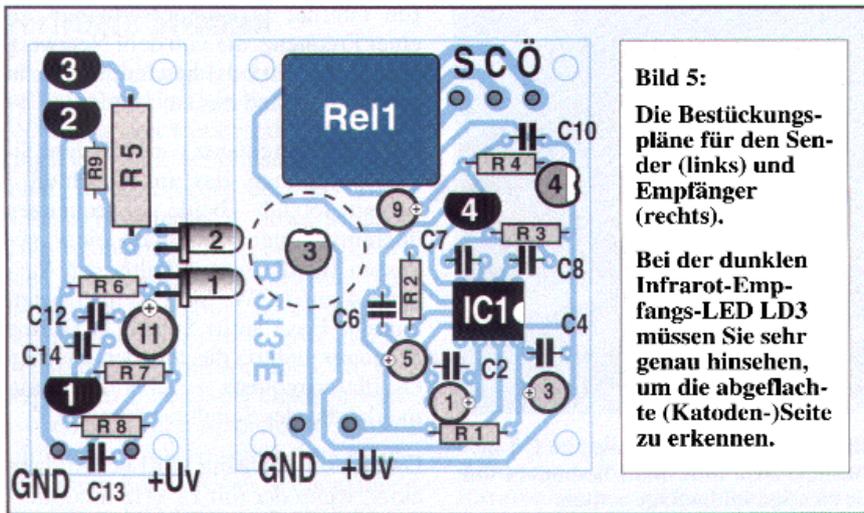
Diese feste Frequenz wird mit dem Signal verglichen, das am Anschluß 7 anliegt; sobald beide Frequenzen übereinstimmen (innerhalb einer gewissen Bandbreite), schaltet der Ausgang 4 auf LOW. Sie erkennen jetzt, wie der Hase läuft: Sobald LD3 eine Frequenz liefert, die mit der internen Oszillatorfrequenz übereinstimmt, meldet das der Schaltausgang 4.

Und dieser Ausgang wird genau dann aktiv, wenn der mit 12 kHz modulierte IR-Strahl vom Sender eintrifft. In diesem Fall schaltet das Relais, und die parallel liegende LD4 zeigt an, daß die Schranke geschlossen ist. Sobald das IR-Signal ausbleibt, weil der Strahl unterbrochen wurde, fällt das Relais ab, und LD4 geht aus. Die LED dient damit gleichzeitig zur Funktionskontrolle, denn bei einem eventuellen Senderausfall fällt das Relais ebenfalls ab.



■ Um die verschiedenen Bauformen und Kennzeichnungsweisen geht es im Mini-Poster von **E•A•M** 6/97.

## IR-Lichtschranke (bis 50 m)



**Bild 5:**  
Die Bestückungspläne für den Sender (links) und Empfänger (rechts).

Bei der dunklen Infrarot-Empfangs-LED LD3 müssen Sie sehr genau hinsehen, um die abgeflachte (Katoden-)Seite zu erkennen.

### Nachbau

Dem Bausatz können – je nach Verfügbarkeit – Widerstände unterschiedlicher Bauformen und geringfügig abweichenden Werten beiliegen (z.B. Miniatur-Metallfilmtypen mit fünf Farbringen; Bild 5). Für die Schaltungsfunktion ist dies ohne Bedeu-

tung, und im Zweifelsfall raten wir dazu, die Werte mit dem Ohmmeter nachzumessen. Ähnliches gilt für die Kondensatoren, bei denen der kodierte Wertaufdruck oft genug Anlaß zu Ratespielchen gibt. Grundsätzlich gilt hier, daß der Buchstabe das Komma ersetzt, so daß '4n7' als 4,7 nF zu verstehen sind. Eine andere Schreibweise

ist als Basiszahl mit Zehnerexponent zu interpretieren: So ist '104' als  $10 \cdot 10^4$  [pF] zu verstehen, was umgerechnet 100 nF ergibt.

Ansonsten müssen Sie auf die richtige Polung der Elkos achten und bei selbst zusammengestellten Bauteilen auch auf die angegebene Spannungsfestigkeit. Bei den Flachtransistoren müssen Sie die Basis nach hinten spreizen und darauf achten, daß die Schriftseite mit der flachen Seite im Bestückungsplan übereinstimmt (vgl. Bild 3).

Besondere Sorgfalt ist bei den Leuchtdioden geboten; der kürzere Anschluß (die Katode) ist im Bestückungsplan durch den weißen Rand gekennzeichnet; in der Regel ist diese Seite am Gehäuse auch abgeflacht, was bei der kleinen Empfänger-Diode LD3 nicht gerade üppig ausfällt; hier sollten Sie also lieber zweimal hinsehen!

Für die externen Anschlüsse (Versorgungsspannung, Relaiskontakte) sind Lötstifte zu empfehlen.

### Stückliste IR-Lichtschranke (Sender)

<b>Platine:</b>			
---	1	IR-Lichtschranke (Sender)	B 213-S
<b>Halbleiter:</b>			
T1,2	2	nnp-Silizium-Transistor	BC 547
T3	1	pnp-Silizium-Transistor	BC 337
LD1,2	2	IR-Sendelede (glasklar)	TSHA 5201
<b>Kohleschichtwiderstände: (250 mW / 5 %)</b>			
R6	1	10 k 0 (braun - schwarz - orange - gold)	
R7	1	22 k 0 (rot - rot - orange - gold)	
R8	1	10 k 0 (braun - schwarz - orange - gold)	
R9	1	1 k 0 (braun - schwarz - braun - braun)	
<b>Lastwiderstand: (1 W / 5 %)</b>			
R5	1	15 R 0 (Keramikkörper mit Aufdruck)	
<b>Kondensatoren:</b>			
C11	1	Elektrolytkondensator	100 µF / 16 V
C12	1	keramischer Kondensator	100 nF
C13,14	2	keramischer Kondensator	4,7 nF

Die hier aufgeführten Bauteile für **Sender und Empfänger** sind als kompletter Bausatz für ca. 49,95 DM bei Conrad Electronic erhältlich.

### Empfohlenes Zubehör:

(gehört nicht zum Lieferumfang des Bausatzes)  
für Sender u. Empfänger passendes Gehäuse 3,95 DM

### Stückliste IR-Lichtschranke (Empfänger)

<b>Platine:</b>			
---	1	IR-Lichtschranke (Empfänger)	B 213-E
<b>Halbleiter:</b>			
IC1	1	IR-Empfänger	U 2531
T4	1	pnp-Silizium-Transistor	BC 308
LD3	1	IR-Empfangsdiode (schwarze Plastik)	
LD4	1	Leuchtdiode, rot	
<b>Kohleschichtwiderstände: (250 mW / 5 %)</b>			
R1	1	680 R (blau - grau - braun - gold)	
R2	1	150 k (braun - grün - gelb - gold)	
R3	1	1 k 0 (braun - schwarz - grün - gold)	
R4	1	680 R (blau - grau - braun - gold)	
<b>Kondensatoren:</b>			
C1	1	Elektrolytkondensator	10 µF / 50 V
C2	1	keramischer Kondensator	82 pF
C3	1	Elektrolytkondensator	100 µF / 20 V
C4	1	keramischer Kondensator	82 pF
C5	1	Elektrolytkondensator	10 µF / 50 V
C6	1	keramischer Kondensator	100 nF
C7	1	keramischer Kondensator	39 pF
C8	1	keramischer Kondensator	4,7 nF
C9	1	Elektrolytkondensator	4,7 µF / 25 V
C10	1	keramischer Kondensator	82 pF

### Mechanisches Zubehör:

(IC1)	1	Fassung	8polig
Rel	1	Relais 12 V	1 x um
---	1	Sammellinse	ø15 mm

**Stichwort:**

## LED-Betrieb

■ Im *E•A•M* 5/96 finden Sie drei kleine Platinen zur unkonventionellen Ansteuerung von LEDs (u.a. an AC).

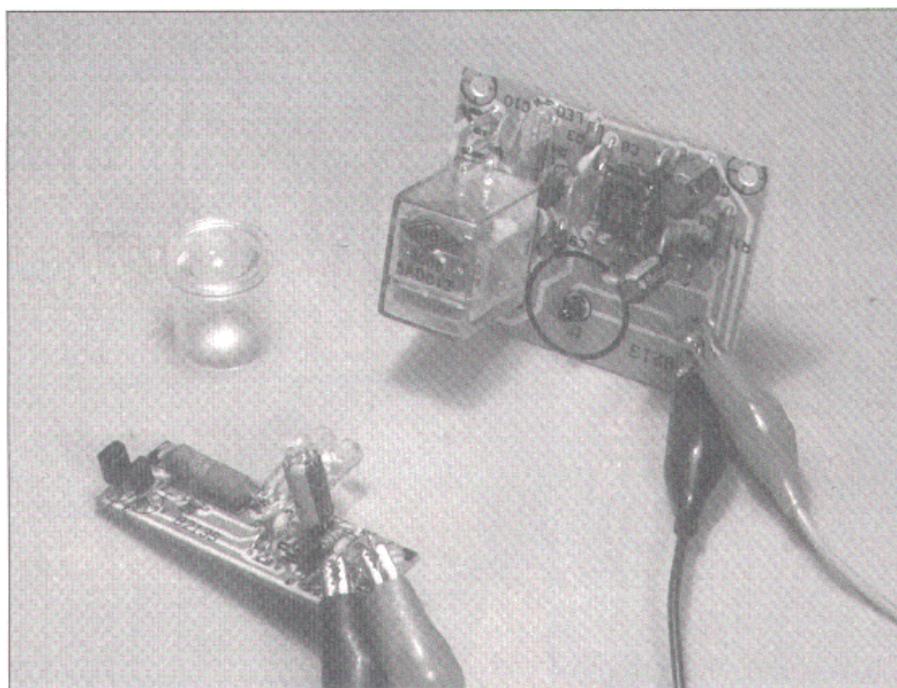
## IR-Lichtschranke/ Konstantstrom-LEDs

**Bild 6:** Zum Test und bei der Inbetriebnahme braucht man die Linse noch nicht aufzusetzen; sie wird erst bei größeren Entfernungen erforderlich.

### Inbetriebnahme

Sobald Sie den **Sender** mit einer Gleichspannung von ca. 9 V versorgen, beginnt der astabile Multivibrator zu schwingen; das erwähnte unsymmetrische Rechtecksignal pulst den Ausgangstransistor T3 mit ca. 15  $\mu$ s langen Nadeln, die sich mit einer Folgefrequenz von ca. 12 kHz wiederholen. Die ordnungsgemäße Funktion kann man wegen der unsichtbaren IR-Strahlen nur meßtechnisch kontrollieren, was entweder mit dem Oszilloskop oder einem Logikprüfstift erfolgt.

Beim Anschluß der Speisespannung tut sich am **Empfänger** noch nichts, solange dort keine Infrarot-Impulse ankommen. Wenn Sie aber die beiden Sende-Dioden in Richtung der Empfangs-Leuchtdiode LD3 richten (frontal draufhalten), wird der Vergleichsrichter in IC1 einrasten, und der Transistor T4 schaltet durch. Erst jetzt haben Sie auch



eine optische Kontrolle darüber, daß die Schaltung arbeitet, denn zusammen mit dem Relais spricht auch die Leuchtdiode LD4 an, die sichtbares Licht erzeugt (**Bild 6**). Bis zu Entfernungen von 3...4 Metern funktioniert

das ohne Linse; wenn Sie aber das Letzte aus der Schaltung herausholen wollen, müssen Sie über LD3 die Sammellinse stülpen und nach optimaler Ausrichtung fixieren; am besten verwenden Sie dazu Sekundenkleber. ■