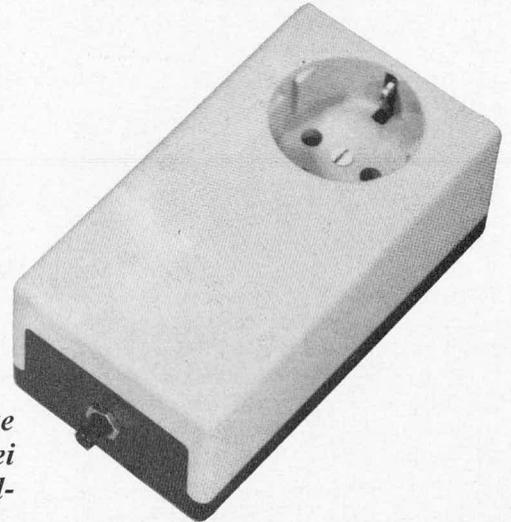
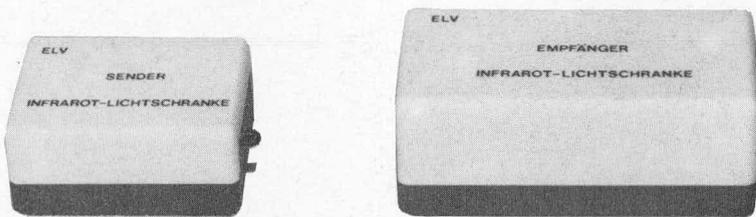
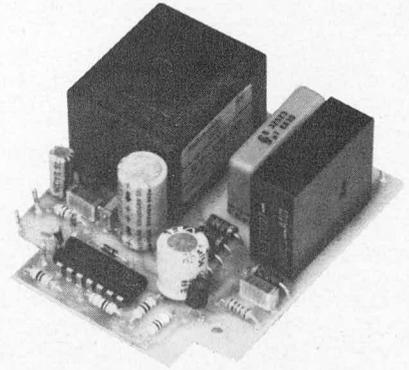
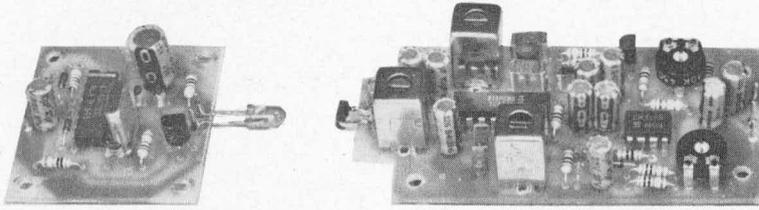


# Störsichere Infrarot-Lichtschranke mit hoher Reichweite



*Mit dieser in professioneller Technik aufgebauten IR-Lichtschranke läßt sich eine Reichweite ohne zusätzliche Optik von über 20 m (!) bei großer Störsicherheit erzielen. Der Aufbau ist trotz der anspruchsvollen Schaltung recht einfach und preiswert durchzuführen.*

## Allgemeines

Bei der Konzeption zu dieser universell einsetzbaren Infrarot-Lichtschranke haben wir auf gute Empfindlichkeit bei hoher Störsicherheit sowie große Nachbausicherheit besonderen Wert gelegt. Das hervorstechendste Merkmal ist jedoch die für Infrarot-Lichtschranken außerordentlich große Reichweite von über 20 m, und zwar ohne jegliche zusätzliche Optik, wie Vorsatzlinsen, Reflektoren u. ä.

Aufgrund der universellen Schaltungsanlegung kann die IR-Lichtschranke sowohl mit getrennt plazierte Sender und Empfänger als auch als Reflexionslichtschranke (bei halbiertes Reichweite) eingesetzt werden.

Für die Anwendungen seien hier stellvertretend nur einige markante Einsatzbeispiele aufgeführt:

- Eines der interessantesten Anwendungsgebiete dürfte wohl der Einsatz als Alarmanlage sein, wobei Fenster, Türen oder andere Durchgänge abgesichert werden können.
- Das Schalten von Türöffnern, Garagentoren, Beleuchtungen o. ä. stellt ein weiteres interessantes Anwendungsfeld dar.
- Durch die große Reichweite können ganze Räume bzw. Hausfronten per Infrarotlichtstrahl überwacht werden.

- Abschließend sei noch der Einsatz als Abtast-Element einer Zählvorrichtung genannt, sei es für kleine Teile, wie Bauelemente oder auch Personen oder Autos.

Vorstehend aufgeführte Beispiele lassen erkennen, wie vielfältig die Einsatzmöglichkeiten einer solchen universell ausgelegten Lichtschranke sind.

## Prinzipielle Funktionsweise

Der Infrarot-Sender strahlt über eine entsprechende leistungsfähige Infrarot-Sendediode IR-Licht mit einer Frequenz von 56 kHz aus. Das Tastverhältnis beträgt hierbei 1 : 8. Zusätzlich wird eine Amplitudenmodulation mit einem Modulationsgrad von 100 % und einer Frequenz von 3,5 kHz bei einem Tastverhältnis von 1 : 2 vorgenommen.

Eine entsprechende Infrarot-Empfängeriode mit integriertem Infrarotfilter empfängt nun die Signale des Senders. Ein nachgeschalteter, hochempfindlicher und schmalbandiger Verstärker bereitet diese Signale so auf, daß sie zur Ansteuerung eines Relais geeignet sind. Über das Relais können dann bei Unterbrechungen des Lichtstrahls vom Sender zum Empfänger beliebige elektrische Geräte mit Strömen bis zu 8 A bei 220 V Wechselspannung betrieben werden (auch Alarm-Sirenen, Steuereinrichtungen usw.).

## Zur Schaltung

### Der IR-Sender

Der IR-Sender besteht aus einer Hochstrom-Impuls-Schaltstufe sowie einem quarzgesteuerten Oszillator/Teiler, der zur Ansteuerung dient.

Mit dem IC 1 des Typs CD 4060 ist in Verbindung mit einem 3,579545 MHz Quarz und Zusatzbeschaltung ein stabiler Oszillator aufgebaut.

Die Quarzfrequenz wird intern im IC 1 heruntergeteilt, und zwar soweit, daß an Pin 15 ein 3,5 kHz Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 1 : 2 ansteht. Dieses Signal wird über R 2 zum Ansteuern des Darlington-Schalttransistors T 1 herangezogen.

Über die weiteren höher frequenten Ausgänge (Pin 4, 5, 7) wird dieses 3,5 kHz Steuersignal mit einer Frequenz von 56 kHz bei einem Tastverhältnis von 1 : 8 getaktet, d. h. es stehen sehr schmale Steuerimpulse an der Basis von T 1 an.

Über die Kollektor-Emitter-Strecke von T 1 wird die IR-Sendediode mit hohen Stromimpulsen angesteuert. Durch die doppelte Taktung ergibt sich ein mittlerer Strom, der nur einem 16tel des Spitzenstromes entspricht, wobei eine hervorragende Effektivität erzielt wird.

R 3 dient in Verbindung mit C 5 zur Entkopplung und Pufferung der hohen Sendestromimpulse, während R 4 zur Strombegrenzung dient.

In der vorliegenden Dimensionierung liegt der Spitzenstrom durch die IR-Sendediode bei ca. 600 mA. Dies ist eine relativ schonende Betriebsweise, sowohl für die Diode als auch für den Steuertransistor. Die Anordnung ist daher für jahrelangen Dauerbetrieb geeignet, wobei die Lebenserwartung der entsprechenden Bauelemente sehr groß ist. Hinsichtlich der Reichweite sind zuverlässig Distanzen von 10 m zu überbrücken, wobei auch Werte darüber bei feinfühler Einstellung (Ausrichtung und Empfängerabgleich) möglich sind.

Noch größere Reichweiten, bis 20 m und mehr, sind durch Erhöhen des Impulsstromes durch die IR-Sendediode möglich. Hierzu ist R 4 zu verkleinern. Ein Wert von  $4,7 \Omega$  entspricht ungefähr einer Verdoppelung des Sendestromes. Dies ist gleichzeitig der Wert, den man der Schaltung guten Gewissens in Dauerbetrieb zumuten kann.

Der Extremfall, bei dem R 4 durch eine Brücke ersetzt wird ( $R 4 = 0 \Omega$ ) ergibt einen Diodenspitzenstrom von ca. 1,5 A. In Verbindung mit dem Gesamttastrhältnis wird die Sendediode damit hart an die Grenze ihrer maximal zulässigen Verlustleistung gefahren. Dies erkennt man allein an der Erwärmung der Sendediode. In dieser Betriebsart sind Reichweiten der Lichtschränke von deutlich über 20 m erreichbar. Für den längerfristigen Dauerbetrieb sollte man davon jedoch Abstand nehmen, da mit einer verkürzten Lebensdauer zu rechnen ist, jedoch eine genaue Aussage darüber nicht gemacht werden kann.

Abschließend sei noch erwähnt, daß bei kurzen Distanzen (z. B. 1 m), zur Reduzierung der Stromaufnahme, R 4 ohne weiteres auf  $100 \Omega$  vergrößert werden kann. Ggf. ist der günstigste Wert (zuverlässige Arbeitsweise bei geringstem Strombedarf des Senders) experimentell zu ermitteln.

### Der IR-Empfänger

Das vom Sender abgestrahlte Signal gelangt auf die IR-Empfängerdiode D 5 des Typs BP 104. Hier ist bereits vom Hersteller ein entsprechender Infrarotfilter vorge-schaltet, so daß die Beeinträchtigung durch das Tageslicht gering ist.

Über R 5/C 7 wird der Diode die entkoppelte Versorgungsspannung zugeführt. Das empfangene IR-Signal moduliert jetzt den durch die Diode D 5 hindurchfließenden Sperrstrom, der anschließend über L 1 nach Masse abfließt.

L 1 stellt in Verbindung mit C 6 einen Schwingkreis dar, der genau auf die Sendefrequenz von 56 kHz abgestimmt wird. Auf die verhältnismäßig einfach durchzuführenden Abgleicharbeiten gehen wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher ein.

L 2 stellt die 2. Wicklung des Übertragers Tr 1 dar, mit deren Hilfe das Empfangssignal ausgekoppelt und auf den symmetrischen Eingang (Pin 1 und 2) des IC 2 gegeben wird.

Durch die gute Selektivität des Eingangsschwingkreises (L 1, C 6) wird eine ausgezeichnete Störunterdrückung in Verbindung mit einer hohen Übertragungszuverlässigkeit erreicht.

Nachdem das im 3,5 kHz Raster getaktete 56 kHz Signal in der im IC 2 integrierten Vorstufe verstärkt wurde, steht es an Pin 15 des IC 2 zur Verfügung. Dieser verhältnismäßig hochohmige Ausgang (Pin 15) arbeitet auf einen weiteren, aus L 3/C 9 bestehenden Schwingkreis, der ebenfalls auf 56 kHz abgestimmt ist.

Die Auskopplung erfolgt mittels L 4. Anschließend gelangt das Signal über C 10 auf die Basis des als Demodulator geschalteten Transistors T 3.

In Verbindung mit R 10 und C 17 folgt die Spannung am Emitter von T 3 der Hüllkurve des amplitudenmodulierten Empfangssignals.

Wie wir uns erinnern, besteht die Amplitudenmodulation des Sendesignals in einer 3,5 kHz Taktung, so daß am Emitter von T 3 jetzt ein 3,5 kHz-Signal anliegt. Da es sich hierbei um sehr kleine Amplituden handelt, ist es erforderlich, einen Demodulator zu verwenden, der bereits entsprechend kleine Signale verarbeiten kann. Eine herkömmliche Diodengleichrichtung kommt hierfür nicht in Betracht.

Zum Erreichen der hohen Ansprechempfindlichkeit wird in Verbindung mit R 7, C 11 und T 2 eine Konstantspannung erzeugt, die ungefähr die gleiche Größe wie der Basis-Emitter-Spannungsabfall an T 3 besitzt. Aus diesem Grunde ist T 2 auch nicht in seiner Funktion als Transistor, sondern als Diode geschaltet. Über R 6 wird diese Vorspannung auf die Basis von T 3 zur Festlegung des Arbeitspunktes gegeben. Bereits sehr kleine Steueramplituden reichen jetzt aus, um am Emitter von T 3 ein demoduliertes Signal zu erhalten.

Über C 18 wird das demodulierte und gleichzeitig gepufferte Signal mit einer Frequenz von 3,5 kHz (Modulationsfrequenz) ausgekoppelt. Anschließend gelangt es auf den Eingang (Pin 12) des im IC 2 integrierten Zwischenfrequenzverstärkers.

Der Ausgang (Pin 7) arbeitet wiederum auf einen Schwingkreis, der in unserem Fall aus L 5 und C 16 besteht. Die Mittenfrequenz wird allerdings nicht auf 56 kHz, sondern auf 3,5 kHz, entsprechend der Modulationsfrequenz abgestimmt. Hierdurch erreicht man eine weitere Empfindlichkeits- und Selektivitätssteigerung.

Über R 11 gelangt das Signal auf den Eingang (Pin 3) des als Spitzenwertgleichrichter geschalteten OP 1. D 7 dient zur Begrenzung der negativen Amplitude.

Am Ladekondensator C 21 steht eine Gleichspannung zur Weiterverarbeitung an, die sich in Abhängigkeit vom Eingangssignal ändert.

Solange der Infrarotlichtstrahl vom IR-Sender ungehindert zum Empfänger gelangt, steht an C 21 eine Spannung von einigen 100 mV bis maximal 2 V an. In gewissen Grenzen hängt diese Spannung von Sendeleistung und Abstand „Sender-Empfänger“ ab.

Über R 15 wird der als Komparator mit geringer Hysterese geschaltete OP 2 angesteuert.

Die mit R 13 einstellbare Ansprechschwelle wird so gewählt, daß im Normalbetrieb der Komparator durchgeschaltet ist, d. h. der Ausgang des OP 2 (Pin 7) liegt auf „high“-Potential (ca. 9 V).

Wird jetzt der Infrarotlichtstrahl vom IR-Sender zum Empfänger unterbrochen, fällt die Spannung an C 21 auf nahezu 0 V ab und der Ausgang des OP 2 (Pin 7) schaltet auf „low“-Potential (ca. 0 V).

Die Ansprechgeschwindigkeit (nicht zu verwechseln mit der Ansprechempfindlichkeit) kann mit R 17 vorgegeben werden. Befindet sich R 17 am Linksanschlag (ca.  $0 \Omega$ ), so reichen bereits sehr kurze Lichtstrahlunterbrechungen aus (ca. 0,1 Sekunde), um einen Schaltvorgang auszulösen. Wird R 17 hingegen auf Rechtsanschlag gedreht (maximaler Widerstand), so muß der Lichtstrahl schon für ca. 1 Sekunde unterbrochen werden, um die Schaltung ansprechen zu lassen.

Mit R 13 wird, wie bereits erwähnt, die Komparatorschaltswelle und damit die Ansprechempfindlichkeit vorgegeben. Die Schaltschwelle sollte so gewählt werden, daß kleine Schwankungen der Lichtintensität, z. B. hervorgerufen durch Netzspannungsschwankungen, Staubwirbel zwischen Sender und Empfänger, Regen o. ä. keinen Alarm auslösen. Experimentell kann dies jedoch im praktischen Einsatzfall sehr leicht ermittelt werden, da die Einstellung insgesamt unkritisch ist.

Abschließend wollen wir noch auf eine Besonderheit des Empfängers hinweisen.

Das an Pin 7 des IC 2 anstehende 3,5 kHz-Signal wird über D 6 und R 8 auf den Pufferkondensator C 15 gegeben. Die hier anstehende, dem Ausgangssignal proportionale Gleichspannung gelangt auf den Steuereingang Pin 9 des IC 2.

Sie dient zur automatischen Verstärkungsregelung des Zwischenfrequenzverstärkers. Hierdurch werden zum einen langsam auftretende Lichtintensitätsschwankungen ausgeglichen und zum anderen wird eine automatische Anpassung an unterschiedliche Entfernungen vorgenommen. R 9 dient zur Festlegung der Entladezeitkonstanten von C 15.

### Stromversorgung und Digitalteil

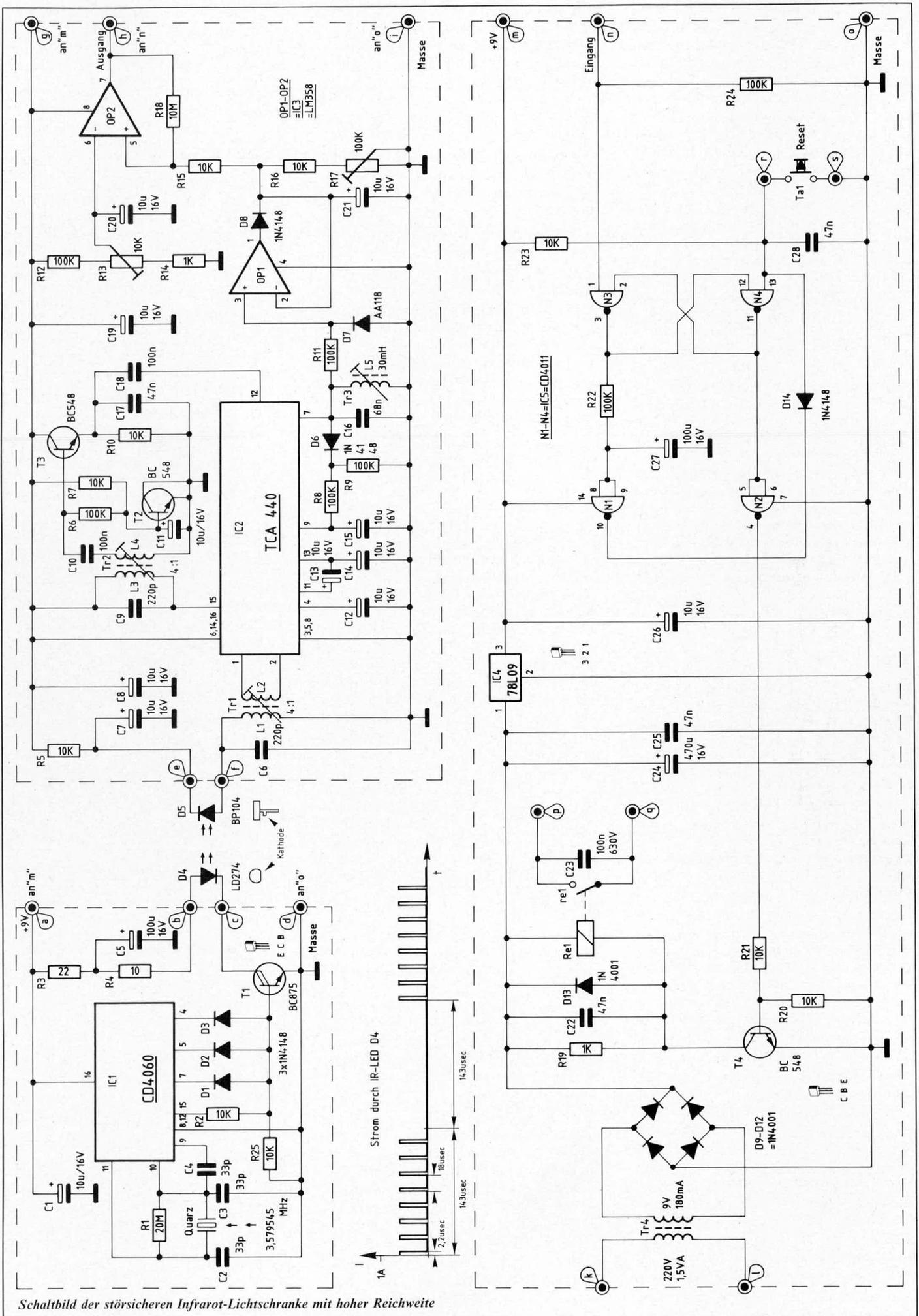
Am Ausgang des OP 2 (Pin 7) liegt bei ungestörtem Betrieb der Lichtschränke ein „high“-Signal (ca. 9 V) an. Im Alarmfall wechselt das Potential kurzzeitig auf „low“ (ca. 0 V).

Dieser Impuls wird auf den Eingang (Pin 1) des Gatters N 3 gegeben.

N 3 stellt in Verbindung mit N 4 einen Speicher dar, der über N 1 und D 14 an seinem zweiten Eingang (Pin 13 von N 4) automatisch nach ca. 10 Sekunden zurückgesetzt wird.

Die Zeitdauer, nach der das automatische Zurücksetzen erfolgt, wird durch R 22/C 27 bestimmt und kann in weiten Grenzen individuellen Erfordernissen angepaßt werden.

Zusätzlich kann über die Taste Ta 1 vorzeitig manuell zurückgesetzt werden, sofern der Alarmgrund nicht mehr vorliegt.



Schaltbild der stör-sicheren Infrarot-Lichtschranke mit hoher Reichweite

Läßt man D 14 entfallen, ist die automatische Zurücksetzung außer Betrieb, d. h. der Alarmzustand wird solange gespeichert, bis über Ta 1 die Anlage manuell zurückgesetzt wird.

Der Ausgang des Gatters N 4 (Pin 11) steuert über den Inverter N 2 den Schalttransistor T 4 an, dessen Kollektor-Emitter-Strecke das Relais Re 1 schalten läßt.

Der Relaiskontakt kann wahlweise potentialfrei die verschiedensten Schaltvorgänge auslösen oder aber auch direkt in den Stromkreis eines 220 V-Wechselspannungsverbrauchers eingefügt werden. Die Schaltleistung liegt bei 8 A/220 V, entsprechend 1760 VA.

Die Stromversorgung der gesamten Schaltung erfolgt direkt aus dem 220 V Netz über einen kleinen 9 V Trafo, in Verbindung mit einem 9 V Festspannungsregler. Das Relais wird direkt aus der unstabilierten Versorgungsspannung, die bei ca. 12 V liegt, versorgt.

### Zum Nachbau

Bei der Bestückung der drei Platinen hält man sich genau an die Bestückungspläne. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet.

Bei den Übertragern Tr 1 bis Tr 3 handelt es sich um identische Typen. Bei Tr 3 wird lediglich die Primärwicklung als Induktivität benutzt, während die Sekundärwicklung unbeschaltet bleibt.

Auf die korrekte Einbaulage muß jedoch sorgfältig geachtet werden. Die Beschriftungsseite des Abschirmgehäuses ist der Sekundärseite zugewandt (L 2, L 4), während die gegenüberliegende Seite die Primärwicklung darstellt (L 1, L 3, L 5).

Die Empfängerdiode wird an 2 Lötstifte gelötet, damit die Frontfläche (bestrahlungsempfindliche Fläche) senkrecht zur Platine weist.

Empfänger- und Senderplatine können in geeignete Kunststoffgehäuse eingebaut werden.

Für den Digitalteil mit dem Netzteil kann entweder ein „normales“ passendes Kunststoffgehäuse oder aber auch ein Steckergehäuse mit integrierter Schutzkontakt-Steckdose Verwendung finden. Für letztgenannten Fall ist dann die Installation besonders einfach, da ein zu schaltender Verbraucher einfach in die Schuko-Steckdose der Anlage gesteckt wird. Das Relais Re 1 schaltet dann diese Steckdose.

Hierzu werden zunächst die Platinenanschlußpunkte „k“ und „l“ über 2 flexible isolierte Leitungen mit den beiden Polen des Schutzkontakt-Steckers verbunden. Außerdem wird an den Schutzkontakt-Stecker der Steckdose ebenfalls eine flexible isolierte Leitung angelötet, deren Länge ca. 10 cm beträgt.

Jetzt kann die Netzteilplatine mit 2 Schrauben M 3 x 5 mm mit dem Gehäuseunterteil fest verschraubt werden.

Als nächstes wird das andere Ende der an den Schutzkontakt des Steckers angeschlossenen Zuleitung mit dem Schutzkon-

takt der im Gehäuseoberteil integrierten Schuko-Steckdose verbunden.

Soll das Relais zum Schalten der im Gehäuseoberteil integrierten Schuko-Steckdose dienen, wird vom Platinenanschlußpunkt „k“ zum Platinenanschlußpunkt „p“ eine kurze Verbindungsleitung gezogen. Anschließend werden die beiden Pole der Schuko-Steckdose mit dem Platinenanschlußpunkt „l“ und „q“ verbunden.

Nachdem das Gehäuseoberteil aufgesetzt und fest verschraubt wurde, wenden wir uns dem Abgleich und der Inbetriebnahme der Gesamtschaltung zu.

### Abgleich und Inbetriebnahme

Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, nimmt man zuerst den Digitalteil mit dem Netzteil in Betrieb.

Mit einem Voltmeter überprüft man die Versorgungsspannung vor und hinter dem Spannungsregler.

Bei ausgeschaltetem Relais liegt die unstabilierte Versorgungsspannung bei 12 bis 15 V und bei angezogenem Relais zwischen 11 bis 13 V.

Die stabilisierte Festspannung muß bei 9 V  $\pm$  0,5 V liegen.

Ist der Eingang (Platinenanschlußpunkt „n“) des Digitalteils unbeschaltet, wird er über R 24 auf Masse gezogen. Dies kommt einer Alarmauslösung gleich, d. h. Relais Re 1 zieht sofort nach Anlegen der Betriebsspannung an. Wird die Reset-Taste Ta 1 betätigt, fällt Re 1 ab, um sofort nach Loslassen von Ta 1 wieder anzuziehen, da der Alarmgrund noch nicht beseitigt ist. Nach Ablauf von ca. 10 sec (Zeitkonstante R 22/C 27) fällt Re 1 endgültig ab (es sei denn D 14 für Auto-Reset ist nicht eingebaut).

Ist diese Überprüfung zur Zufriedenheit verlaufen, wird der Sender über eine 2adrige isolierte, flexible Zuleitung mit der 9 V Stromversorgung des Netzteils verbunden. Beim Empfänger nimmt man als Zuleitung zweckmäßigerweise eine 2adrige abgeschirmte Zuleitung, wobei die Isolierung die Masseverbindung darstellt.

Die Stromaufnahme des Senders liegt bei ca. 50 mA (R 4 = 10  $\Omega$ ) bzw. ca. 100 mA (R 4 = 0  $\Omega$ ) und die des Empfängers bei rund 10 mA.

Zum eigentlichen Abgleich werden jetzt Sender und Empfänger in einem Abstand von ca. 1 m aufgestellt und zueinander ausgerichtet, d. h. die Sendediode muß genau in Richtung Empfängerdiode weisen.

Am Emitter des Transistors T 3 wird mit einem hochohmigen Voltmeter die Spannung gemessen (Meßbereichsendwert 0,2 V oder 2 V).

Durch langsames Verdrehen des Ferritkerns von Tr 1 wird jetzt ein Spannungsmaximum gesucht. Anschließend wird der Kern von Tr 2 ebenfalls soweit verdreht, bis sich die Spannung am Emitter von T 3 nochmals erhöht und sich auf ihrem Maximalwert befindet. Anschließend kann man die Einstellung von Tr 1 und Tr 2 nochmals durch wechselseitiges geringfü-

### Stückliste: Störsichere IR-Lichtschranke Sender

#### Halbleiter

IC 1	CD 4060
T 1	BC 875
D 1-D 3	1 N 4148
D 4	LD 274

#### Kondensatoren

C 1	10 $\mu$ F/16 V
C 2-C 4	33 pF
C 5	100 $\mu$ F/16 V

#### Widerstände

R 1	20 M $\Omega$
R 2, R 25	10 k $\Omega$
R 3	22 $\Omega$
R 4	10 $\Omega$

#### Sonstiges

4 Lötstifte	
1 Quarz 3,579545 MHz	
2 Schrauben M 3 x 5	

### Netz- und Schaltteil

#### Halbleiter

IC 4	78 L 09
IC 5	CD 4011
T 4	BC 548
D 9-D 13	1 N 4001
D 14	1 N 4148

#### Kondensatoren

C 22, C 25, C 28	47 nF
C 23	100 nF/630 V
C 24	470 $\mu$ F/16 V
C 26	10 $\mu$ F/16 V
C 27	100 $\mu$ F/16 V

#### Widerstände

R 19	1 k $\Omega$
R 20, R 21, R 23	10 k $\Omega$
R 22, R 24	100 k $\Omega$

#### Sonstiges

Tr 4	prim. 220 V/1,5 VA sek. 9 V/180 mA
Re 1	Siemens Kartenrelais, 12 V/8 A, stehend
Ta 1	Taster, Schließer
9 Lötstifte	
4 Schrauben M 3 x 5	

### Empfänger

#### Halbleiter

IC 2	TCA 440
IC 3	LM 358
T 2, T 3	BC 548
D 5	BP 104
D 6, D 8	1 N 4148
D 7	AA 118

#### Kondensatoren

C 6, C 9	220 pF
C 7, C 8	10 $\mu$ F/16 V
C 10, C 18	100 nF
C 11-C 15, C 19-C 21	10 $\mu$ F/16 V
C 16	68 nF
C 17	47 nF

#### Widerstände

R 5, R 7, R 10, R 15, R 16, ...	10 k $\Omega$
R 6, R 8, R 9, R 11, R 12	100 k $\Omega$
R 13	10 k $\Omega$ , Trimmer liegend
R 14	1 k $\Omega$
R 17	100 k $\Omega$ , Trimmer liegend
R 18	10 M $\Omega$

#### Sonstiges

Tr 1-Tr 3	CEC D 377
4 Schrauben M 3 x 5	
5 Lötstifte	

giges Verdrehen optimieren. Diese Einstellungen sind insgesamt unkritisch und daher einfach durchzuführen.

Als nächstes wird das Voltmeter an Pin 9 des IC 2 angeschlossen. Gemessen wird immer nach Schaltungsmasse (0 V).

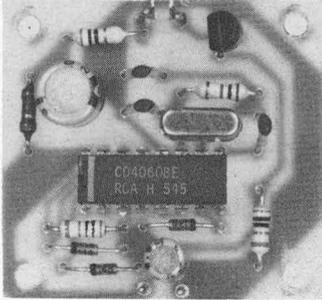
Nun verdrehen wir den Kern von Tr 3 soweit, bis sich auch an Pin 9 des IC 2 eine maximale Spannung einstellt. Sollte sich hier keine eindeutige Position ergeben, kann dies daran liegen, daß aufgrund des

geringen Abstandes (1 m) der Zwischenfrequenzverstärker durch die Steuerspannung an Pin 9 bereits weitgehend zurückgeregelt wurde. In diesem Falle ist der Abstand zwischen Sender und Empfänger auf mehrere Meter zu vergrößern und die Einstellung von Tr 3 zu wiederholen, bis sich ein eindeutiges Spannungsmaximum durch Verdrehen des Ferritkerns erreichen läßt.

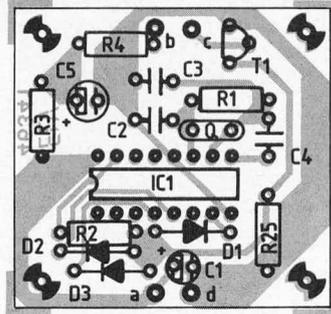
Nachdem die spätere endgültige Einbauposition eingenommen wurde, stellt man mit

R 13 die Schaltschwelle und mit R 17 die Ansprechgeschwindigkeit ein. Auch diese Einstellungen sind sehr einfach den individuellen Erfordernissen angepaßt vorzunehmen.

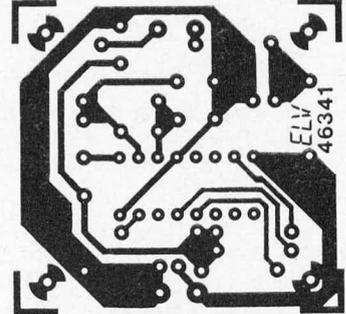
Wichtig ist bei der Installation die exakte Ausrichtung des Senders auf den Empfänger, da der Abstrahlwinkel der Sendediode nur ca. 10° beträgt. Die Ausrichtung ist optimal, bei maximaler Spannung an Pin 9 des IC 2.



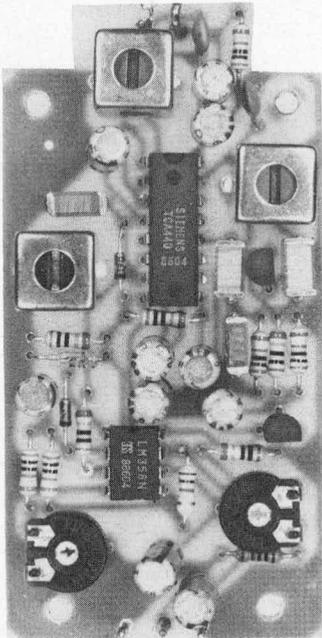
Ansicht der fertig bestückten Senderplatine



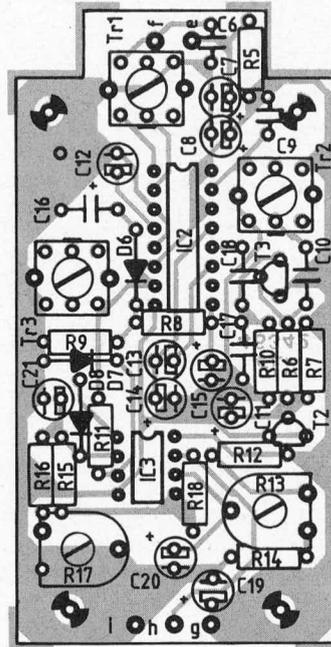
Bestückungsseite der Senderplatine



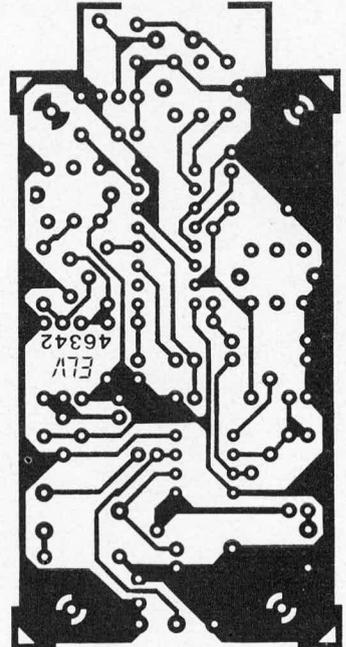
Leiterbahnseite der Senderplatine



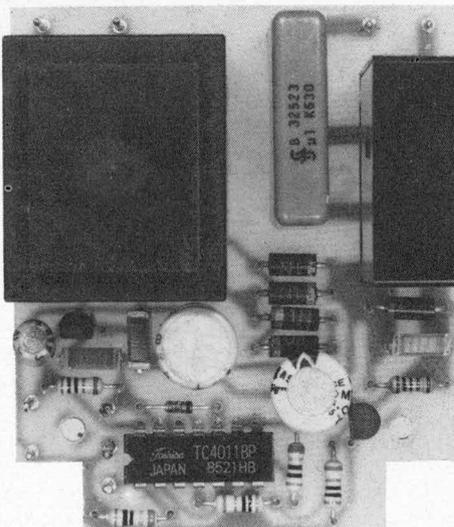
Ansicht der fertig bestückten Empfängerplatine



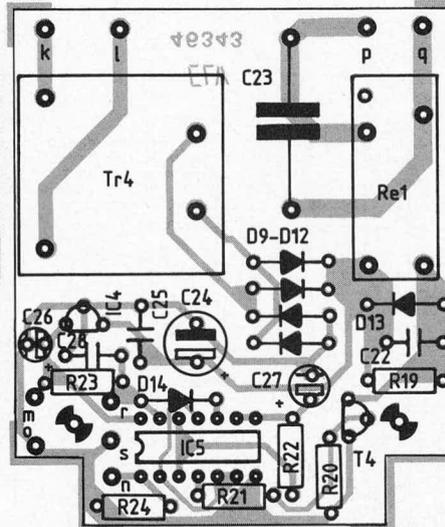
Bestückungsseite der Empfängerplatine



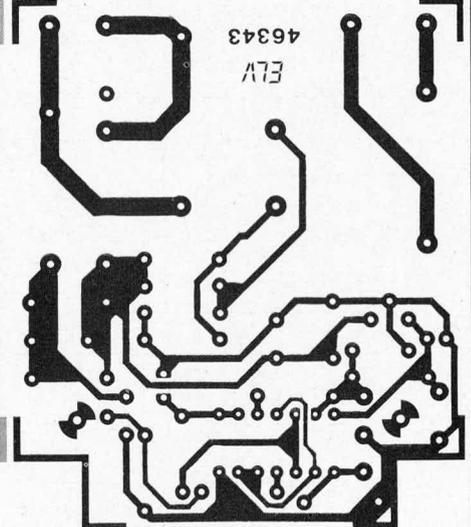
Leiterbahnseite der Empfängerplatine



Ansicht der fertig aufgebauten Netzteilplatine



Bestückungsseite der Netzteilplatine



Leiterbahnseite der Netzteilplatine