

# IR-Fernbedienungs-Verlängerung

**Der Videorecorder steht im Wohnzimmer, ein Zweitfernseher im Schlafzimmer. Mit der IR-Fernbedienungs-Verlängerung kann nun der IR-Sender des Videorecorders vom Schlafzimmer aus zur Steuerung des Recorders im Wohnzimmer dienen. In gleicher Weise sind auch HiFi-Anlagen fernsteuerbar.**

## Allgemeines

Die Videorecorder-Industrie hat in den vergangenen Jahren einen wahren Boom erlebt, so daß inzwischen ein Großteil der bundesdeutschen Haushalte mit einem entsprechenden Gerät ausgerüstet ist. Zweit- und Drittfernseher sind ebenfalls weitverbreitet, so daß der Wunsch naheliegt, aufgezeichnete Videofilme auch in anderen Räumen wiedergeben zu können. Für die Verstärkung und Verteilung sorgt z. B. der Multi-Video-Amplifier MVA 7000, der ausführlich im ELV journal 1/90 beschrie-

ben ist, so daß ein einziger Videorecorder bis zu 5 Fernseher ansteuern kann.

Der Komfort der Fernbedienbarkeit des Recorders von einem anderen Raum aus ist hierbei jedoch nicht automatisch gegeben, da die Infrarot-Signale eine „Sichtverbindung“ benötigen. Hier setzt der Nutzen der von ELV entwickelten Infrarot-Fernbedienungs-Verlängerung ein. Der im Schlafzimmer (oder in anderen Räumen) neben dem Zweitfernseher angeordnete Infrarot-Detektor verstärkt die Signale, transportiert sie per Leitung zum Wohnzimmer und gibt sie dort über eine IR-Sendediode auf den Recorder. So kann z. B. am Sonn-

tagmorgen der am Vorabend aufgezeichnete Krimi im Schlafzimmer angeschaut und der im Wohnzimmer befindliche Recorder so bedient werden, als stünde er ebenfalls im Schlafzimmer.

In gleicher Weise können auch beliebige andere Infrarot-Fernbedienungs-signale z. B. für die HiFi-Anlage von Raum zu Raum transportiert werden.

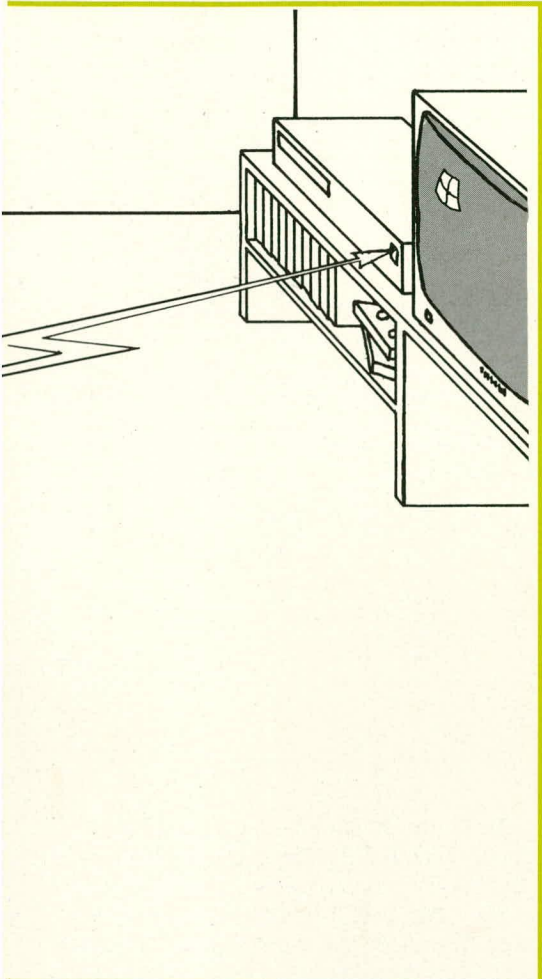
## Der praktische Einsatz

Die Elektronik der IR-Fernbedienungs-Verlängerung findet in einem schwarzen Hochglanz-Gehäuse mit den Maßen 131 mm x 50 mm x 68 mm Platz. Auf der Frontseite ist lediglich die Linse mit der Empfangsdiode zu erkennen, welche die vom IR-Sender kommenden Signale aufnimmt.

Auf der Geräterückseite befinden sich 2 3,5 mm-Klinkenbuchsen. Die rechte, mit „12 V“ gekennzeichnete Buchse dient zur Zuführung der Betriebsspannung durch ein Steckernetzteile (12 V/300 mA).

Die zweite, mit „Ausgang“ bezeichnete Buchse dient zum Anschluß der Infrarot-Sendediode, die über eine bis zu 100 m lange Verbindungsleitung mit dem Gerät verbunden wird.

Als Sendediode kommt eine leistungsfähige Miniatur-Ausführung zum Einsatz,



deren Kopf nur unwesentlich größer ist als der Durchmesser der verwendeten 1adrigen, abgeschirmten Zuleitung. Für das Verlegen der Leitung von Raum zu Raum reichen im Falle von Durchbrüchen kleine Bohrungen mit einem Durchmesser von 6 mm aus, die Leitung mit dem Diodenkopf durchzuführen.

Die im Gerät integrierte stromgesteuerte Leistungs-Endstufe ist in der Lage, die Sendediode auch über eine Verbindungsleitung von bis zu 100 m Länge anzusteuern.

Die Anordnung der Sendediode, die selbstverständlich direkten „Blickkontakt“ zum zu steuernden Empfangsgerät besitzen muß, sollte so vorgenommen werden, daß der Abstand zum Recorder nicht unter 0,5 m und nicht über 5 m beträgt. Videorecorder mit besonders empfindlichen Eingangsverstärkern können teilweise bis zu 10 m von der Sendediode entfernt platziert sein. Hierbei muß die Sendediode jedoch direkt auf den IR-Empfangsteil des Recorders ausgerichtet sein.

Aufgrund des hochwertigen Eingangsverstärkers der Infrarot-Fernbedienungsverlängerung kann der Abstand zwischen dem Basisgerät und dem zur Ansteuerung dienenden Handsender ungefähr in gleicher Größe liegen, wie dies bei direkter

Fernbedienung des Videorecorders über den zugehörigen Handsender möglich ist.

## Zur Schaltung

Fragt man nach dem Sinn eines diskret aufgebauten Infrarot-Verstärkers, wo es doch im Zeitalter der ICs auch entsprechend hochwertige integrierte Verstärker gibt, so ist zu sagen, daß übliche Schaltungen im allgemeinen mit selektiven Eingangs- und Filterkreisen arbeiten, die auf die jeweilige Frequenz des zugehörigen Infrarot-Handsenders optimal abgestimmt sind. Beim hier vorliegenden Konzept der Infrarot-Fernbedienungsverlängerung hingegen besteht die Forderung nach größtmöglicher Flexibilität, d. h. alle gängigen Infrarot-Fernbedienungen sollen unabhängig von ihrem Arbeits-Frequenzbereich mit dieser Verlängerung zusammenarbeiten können. Hierzu müssen Frequenzen von 30 kHz bis hin zu 455 kHz in unterschiedlicher Weise verstärkt werden, wodurch sich besondere Anforderungen an die Schaltung ergeben, die von der vorliegenden diskret aufgebauten Version in hervorragender Weise erfüllt werden.

Die Versorgung der Schaltung erfolgt über ein 12 V/300 mA-Steckernetzteil, dessen 3,5 mm-Klinkenstecker mit der Buchse BU 2 verbunden wird. Im Ruhezustand wird das Steckernetzteil nur geringfügig von der Schaltung belastet, so daß Spannungen zwischen 15 V und 20 V anstehen, die im Sendebetrieb auf 13 V bis 15 V absinken. In Verbindung mit einem integrierten Festspannungsregler können jedoch entsprechende Spannungsschwankungen zwischen 13 V und 20 V verarbeitet werden, so daß ein handelsübliches unstabiliertes Steckernetzteil, dessen Spannungswahlschalter auf 12 V zu schalten ist, eingesetzt werden kann.

Die vom Steckernetzteil kommende Versorgungsspannung, deren Wert zwischen 13 V und 20 V schwanken darf, gelangt über die Klinkenbuchse BU 2 auf die Schaltung. Von dort führt der Weg über die als Verpolungsschutz dienende Diode D 4 zum Festspannungsregler IC 1 des Typs 7810. C 8 und C 9 nehmen eine Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung vor.

Die Leistungsendstufe T 6 mit der vorgeschalteten Treiberstufe T 5 wird mit der unstabilierten Versorgungsspannung betrieben, während für die gesamte übrige Schaltung eine stabilisierte 10 V-Festspannung bereitsteht.

Das von einem nahezu beliebigen Infrarot-Handsender kommende IR-Signal wird von der Empfangsdiode D 1 detektiert. Hierbei handelt es sich um eine Fotodiode mit integriertem Tageslicht-Filter und vorgeschalteter Optik (Sammellinse) zur opti-

malen Signalausbeute. Die Empfangssignale werden von D 1 in entsprechende Spannungssignale umgesetzt, die von der Impedanzwandlerstufe T 2 und dem nachgeschalteten, bei niedrigen Frequenzen wirkenden Emitterfolger T 3 gepuffert werden. R 2 dient der Vorspannung der Eingangsstufe T 2.

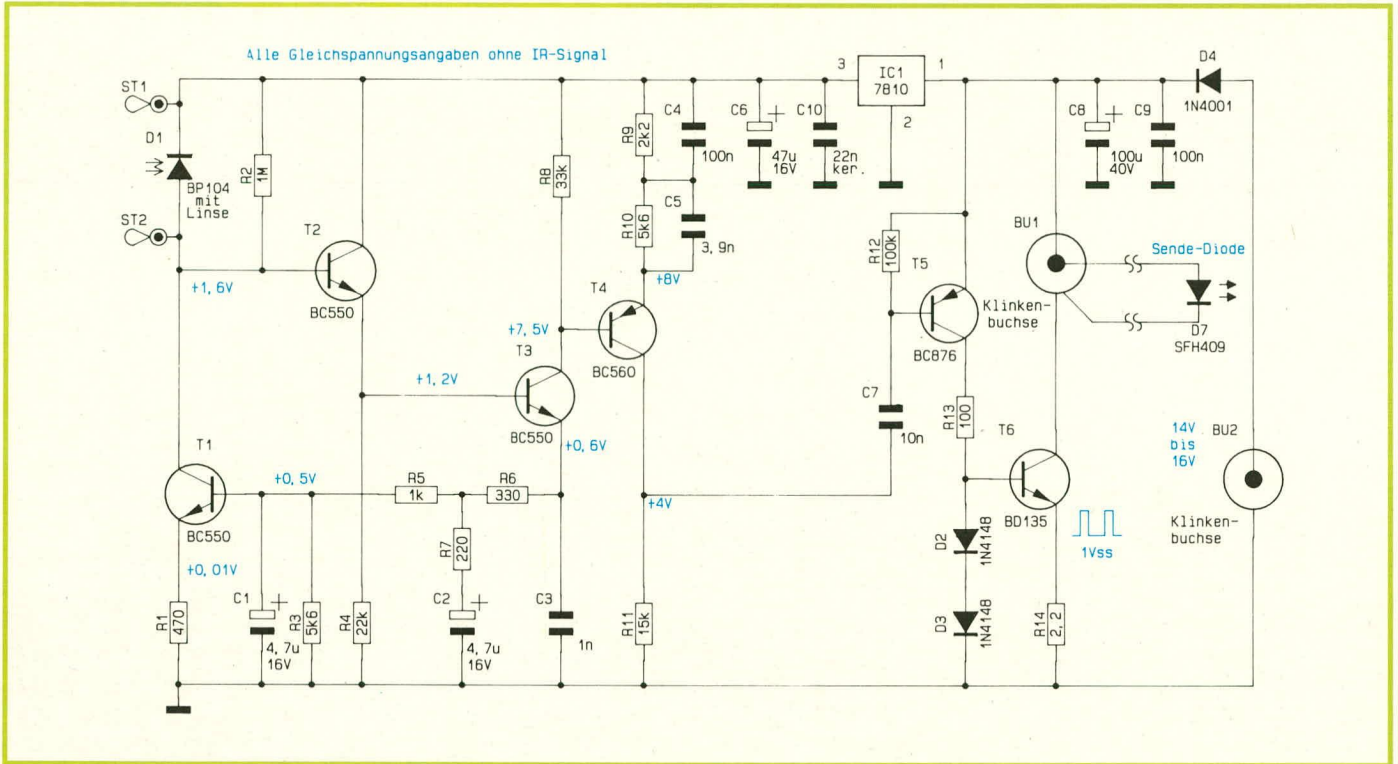
Der Gleichspannungs-Arbeitspunkt der Eingangsschaltung wird den sich ändernden Lichtverhältnissen in sehr weiten Grenzen automatisch angepaßt. Dies geschieht mit Hilfe der Regelschaltung, aufgebaut aus T 1 und Zusatzbeschaltung. Hierzu wird am Emitter von T 3 das gepufferte Eingangssignal abgenommen und über R 6 und R 5 auf die Basis des als Stromquelle geschalteten Transistors T 1 gegeben.

Erhöht sich durch eine stärkere Beleuchtung die Spannung an ST 2, tritt dieser Spannungsanstieg auch am Emitter von T 3 auf. Über R 6, R 5 wird T 1 weiter durchgesteuert, und der Kollektor dieses Transistors zieht somit die Eingangsspannung an ST 2 auf einen kleineren Wert herunter. Die Folge ist ein weitgehend stabiles Eingangspotential zur Erzielung einer optimalen Eingangsempfindlichkeit sowohl bei geringer als auch bei höherer Umgebungshelligkeit sowie bei unterschiedlichen Bestrahlungsstärken durch den Infrarot-Handsender. Sehr hohe Umgebungshelligkeiten (z. B. Lichtkegel einer starken Lampe) können zu Störungen führen und sollten daher vermieden werden.

C 3 hebt bei hohen Frequenzen die Nutzsignalverstärkung der Stufe T 3 an, und R 7, C 2 legen die untere Grenzfrequenz fest. C 1, R 3 bestimmen die maximale Ausregelgeschwindigkeit bei Eingangsschwankungen, und R 1 beeinflusst den Stromverstärkungsfaktor der mit T 1 aufgebauten Stromquelle.

Nachdem wir uns mit der wichtigen Eingangsstufe ausführlich befaßt haben, kommen wir zur weiteren Signalverarbeitung. Am Kollektor von T 3 steht das durch T 2 gepufferte und mit T 3 verstärkte Empfangssignal an. T 4 nimmt eine weitere Verstärkung vor. Die Gleichspannungsverstärkung dieser Stufe wird mit R 9, R 10 im Verhältnis zu R 11 festgelegt und beträgt ca. 6 dB. Für Frequenzen oberhalb 1 kHz wird C 4 wirksam und erhöht die Verstärkung auf rund 10 dB, während ab ca. 10 kHz, d. h. dem eigentlich interessierenden Bereich, die Verstärkung dieser Stufe auf mehr als 20 dB ansteigt.

Vom Kollektor des Transistors T 4 gelangt das Signal über C 7 auf die Basis des Darlington-Transistors T 5 des Typs BC876. Mit dem Widerstand R 12 wird die Basis gleichspannungsmäßig auf das Emitterpotential gelegt, wodurch diese Darlingtonstufe erst bei negativ gerichteten Steuer-



Schaltbild der IR-Fernbedienungs-Verlängerung

spannungen ab ca. 1 V zu arbeiten beginnt. Rauschanteile, Störimpulse und eventuelle Schwingneigungen werden auf diese Weise wirksam unterdrückt.

Der Kollektor von T 5 steuert über R 13 die Leistungs-Stromquelle, bestehend aus T 6, D 2, D 3 sowie R 14, an. Am Kollektor von T 6 wird ein Impulsstrom von ca. 450 mA eingepreßt, dessen Impulsfolge eine exakte Abbildung des von D 1 empfangenen Eingangssignals darstellt.

Dieser Strom gelangt über eine ladrige abgeschirmte Leitung auf die Sendediode D 7 des Typs SFH 409, die mit einem 3,5 mm-Klinkenstecker an die Gerätebuchse BU 1 angeschlossen wird. Aufgrund der gewählten Schaltungstechnik können Leitungslängen bis zu 100 m problemlos angeschlossen werden.

### Zum Nachbau

Für die praktische Ausführung steht eine Leiterplatte zur Verfügung, die sämtliche Bauelemente einschließlich der beiden Printbuchsen aufnimmt. Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. In die Bohrungen der Platinenanschlußpunkte ST 1 und ST 2 werden Lötstifte eingesetzt, an die später die Fotodiode D 1 anzulöten ist. Hierauf gehen wir jedoch noch separat ein.

Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Montage des Abschirmgehäuses erfolgen, das aus dem Gehäuserahmen und den bei-

den Abdeckplatten besteht.

Hierzu wird der Gehäuserahmen in seine rechteckige Form gebogen. Zum leichten Abknicken sind die entsprechenden Knickstellen fein gelocht, so daß der ursprünglich aus einem Weißblechstreifen bestehende Rahmen leicht in die rechteckige Form zu überführen ist. Die beiden Stoßkanten sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht miteinander zu verlöten.

Zunächst wird nun die Platine in den Gehäuserahmen eingesetzt, wobei gleichzeitig die Buchsenhäuse von BU 1 und BU 2 durch die entsprechenden Bohrungen des Gehäuserahmens gesteckt werden. Die beiden Rändelmutter der Buchsen werden vorher abgeschraubt, und die Platine wird jetzt so ausgerichtet, daß der Gewindehals der Ausgangsbuchse BU 1 den Gehäuserahmen nicht berührt. Dies ist wichtig, weil die Klinkenbuchsen unterschiedliche Spannungspotentiale führen. In dieser Stellung erfolgt die vorläufige Fixierung über die Rändelmutter von BU 2. Jetzt kann der Gehäuserahmen an seinen Stoßkanten zusammengelötet werden, wobei gleichzeitig auch die fein gelochten Knickkanten mit Lötzinn zu verschließen sind. Alsdann erfolgt das Verlöten der am Rand der Platine verlaufenden Masseverbindung mit den Innenseiten des Gehäuserahmens unter Zu-

gabe von reichlich Lötzinn. Einzige freie Stelle ist hierbei der Bereich unterhalb der Buchse BU 1.

Es folgt das Einsetzen der Infrarot-Empfangsdiode D 1, die werkseitig bereits mit der entsprechenden Optik verbunden wurde. Der Verbindung zwischen D 1 und der Optik kommt große Bedeutung zu, da sich leicht Reflexionsschichten bilden können, die den Empfang beträchtlich vermindern können. So muß das Verkleben möglichst im Vakuum mit speziellen hochwertigen Klebern erfolgen, damit optimale Ergebnisse erzielt werden. Die bereits werkseitig vorgefertigte Einheit wird von außen durch die entsprechende stirnseitige Bohrung des Gehäuserahmens eingesetzt, so daß die beiden Diodenanschlüsse unmittelbar an den Lötstiften der Platinenanschlußpunkte ST 1 und ST 2 anliegen. Nötigenfalls sind die Anschlußstifte von D 1 mit Schaltdraht zu verlängern. Die Katode von D 1 ist mit einem schwarzen Punkt am Linsenrand markiert, entsprechend der Diodenseite, in die die Pfeilspitze des Symbols weist. Dieser Anschluß ist mit ST 1 zu verlöten, während die Anode an ST 2 zu legen ist.

Die soweit vorbereitete Empfangseinheit sollte vor dem endgültigen Verschließen des Abschirmgehäuses getestet werden. Hierzu wird zunächst die Verbindungsleitung mit der Sendediode hergestellt. Die Leitungslänge wird den späteren Gegebenheiten entsprechend festgelegt, und die Leitungsenden werden abisoliert und vorverzinkt. Auf der einen Seite ist ein 3,5 mm-Klinkenstecker anzusetzen, wobei die Innen-

ader an den Mittelstift und die Abschirmung an den Masseanschluß des Steckers anzulöten ist.

Am anderen Leitungsende wird die Sendediode D 7 des Typs SFH409 angelötet. Die äußere Isolation der Leitung wird soweit entfernt, daß über die isolierte Innenader ein ca. 20 mm langer Isolierschlauch gezogen werden kann, der später die Lötstelle der Innenader gegen Berührung zur Abschirmung schützt. Der Anodenanschluß der Sendediode wird dann auf 10 mm gekürzt und mit der Innenader der Zuleitung verlötet. Anschließend wird der Isolierschlauch über die Lötstelle geschoben, und zwar bis zum Diodenkopf, so daß der gesamte blanke Teil dieser Leitung gegen Berührung zur Abschirmung gesichert ist.

Danach erfolgt das Verlöten des Katodenanschlusses (diejenige Diodenseite, in die die Pfeilspitze des Diodensymbols weist) mit der Abschirmung.

Zum Abschluß dieser Arbeiten wird ein 30 mm langer Schrumpfschlauchabschnitt über den Diodenkopf geschoben, so daß lediglich die vordere Hälfte der Sendediode herauschaut. Nach dem Verschrumpfen mit Heißluft (Vorsicht, damit die Diode keinen Schaden nimmt) entsteht eine kompakte, berührungssichere Einheit. Wichtig ist hierbei, daß selbstverständlich keinerlei blanken Leitungsteile oder Diodenanschlüsse sichtbar und berührbar bleiben, d. h. der Schrumpfschlauch reicht von der Diode auf der einen Seite bis über die äußere Isolation auf der Leitungsseite.

Steht kein Heißluftgebläse zur Verfügung, kann auch das vorsichtige Überstreichen des Schrumpfschlaches mit einem heißen Lötkolben den Schrumpfprozeß ersatzweise auslösen. Dieser Vorgang ist sogar zu bevorzugen, falls kein Heißluftgebläse mit genau dosierbarer Düse bereitsteht, da, wie bereits erwähnt, die Diode selbst dem heißen Luftstrom nur eingeschränkt ausgesetzt werden darf.

Nun kann ein erster Test vorgenommen werden, indem die Sendediode auf den Recorder gerichtet wird und das Empfangsteil in einem anderen Raum Impulse vom Infrarot-Handsender erhält. Arbeitet das Gerät erwartungsgemäß, erfolgt das Aufsetzen der beiden Weißblechabdeckplatten und das anschließende „wasserdichte“ Verlöten der Berührungskanten unter Zugabe von reichlich Lötzinn. Es ist zu beachten, daß die Hitze im Bereich der Optik vorsichtig zu dosieren ist, damit die Sammellinse nicht schmilzt.

Zur Montage in einem bereits bestehendem Gehäuse dienen 2 Bohrungen in der Stirnseite des Abschirmgehäuses mit einem Durchmesser von 3,2 mm. Falls gewünscht, kann unmittelbar hinter diese Bohrungen je eine Mutter M 3 angelötet werden, wodurch später das Gehäuse mit 2

Schrauben M 3 an geeigneter Stelle angeschraubt werden kann. Für den Einbau in das von ELV vorgesehene micro-line-Gehäuse werden diese Bohrungen nicht benötigt.

Die Befestigung erfolgt auf der Gehäuserückseite über die Gewindehülse der 3,5 mm-Klinkenbuchsen. Hierzu sind die Rändelmuttern abzunehmen, und das Abschirmgehäuse wird ins micro-line-Gehäuse eingesetzt. Der Buchsenhals von BU

1 weist hierbei durch die auf der Gehäuserückseite mit „Ausgang“ bezeichnete Bohrung und BU 2 entsprechend durch die Bohrung mit der Kennzeichnung „+12 V“.

Die Gewindehülse der Klinkenbuchsen ragen nun auf der Rückseite des micro-line-Gehäuses hervor, so daß die Rändelmuttern wieder aufzusetzen und festzuziehen sind. Den Abschluß bildet das Einsetzen der micro-line-Frontplatte, durch die das zuvor leicht durchgebogene Gehäuse

## Stückliste: Infrarot-Fernbedienungs-Verlängerung

### Widerstände

2,2Ω .....	R 14
100Ω .....	R 13
220Ω .....	R 7
330 Ω .....	R 6
470Ω .....	R 1
1kΩ .....	R 5
2,2kΩ .....	R 9
5,6kΩ .....	R 10, R 3
15kΩ .....	R 11
22kΩ .....	R 4
33kΩ .....	R 8
100kΩ .....	R 12
1MΩ .....	R 2

### Kondensatoren

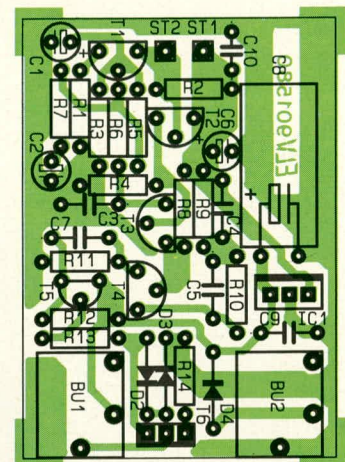
1nF .....	C 3
3,9nF, .....	C 5
10nF .....	C 7
100nF .....	C 4, C 9
4,7µF/16 V .....	C 1, C 2
47µF/16V .....	C 6
100µF/40V .....	C 8
22nF, keramik .....	C 10

### Halbleiter

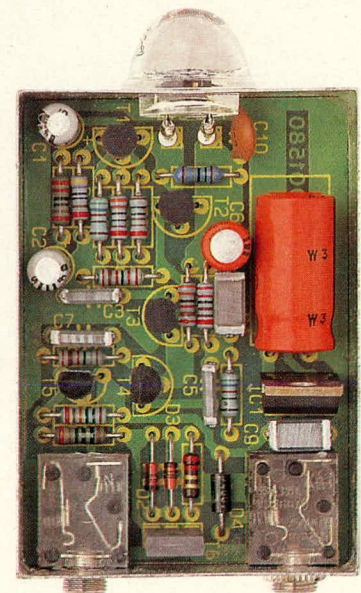
BD135 .....	T 6
BC550 .....	T 1-T 3
BC560 .....	T 4
BC876 .....	T 5
BPB104 mit Speziallinse .....	D 1
7810 .....	IC 1
1N4001 .....	D 4
1N4148 .....	D 2, D 3

### Sonstiges

2 Klinkenbuchsen, 3,5 mm, print .....	BU 1, BU 2
1 Sendediode SFH 409	
1 Abschirmgehäuse	
1 Klinkenstecker, 3,5 mm, mono	
2 Lötstifte	
30 mm Schrumpfschlauch	
20 mm Isolierschlauch	



Bestückungsplan der Platine der IR-Fernbedienungs-Verlängerung



Ansicht der bestückten Platine im geöffnetem Abschirmgehäuse

seine endgültige Form erhält. Die Frontplatte wird an einer schmalen Gehäusesseite angesetzt und langsam über die Gehäusesmitte hinaus immer weiter eingedrückt, bis sie formschlüssig einrastet. Hierzu ist ein gewisser Kraftaufwand erforderlich, da die leicht nach innen gewölbten Gehäuseflächen einen starken Anpreßdruck ausüben und die Frontplatte ohne zusätzliche Schraubbefestigung später sicher gehalten wird.