

Teil 2

# Stereo-IR-Übertragungssystem

**Das System dient zur drahtlosen Übertragung eines Stereo-Audio-Signals innerhalb eines Raumes mit bis zu 18 m Reichweite und kann aufgrund der verwendeten Trägerfrequenzen von 2,3 MHz und 2,8 MHz in Kombination mit den meisten Infrarot-Kopfhörer-Systemen genutzt werden. Wenn im Haus bereits Funk-Systeme im 868-MHz-Bereich im Einsatz sind, besteht bei Infrarot, im Gegensatz zum Einsatz von Funk-Kopfhörern, nicht die Gefahr, dass diese Systeme gestört werden. Beliebige Audiogeräte sind einfach über Cinch-Buchsen anzuschließen.**

## Schaltung des Stereo-IR-Empfängers

Die Schaltung des Stereo-Infrarot-Empfängers ist in Abbildung 6 dargestellt. Auch hier kommt ein hoch integriertes IC zum Einsatz, dessen interne Stufen in Abbildung 7 zu sehen sind.

Mit Hilfe der schnellen Infrarot-Empfangsdioden D 1 bis D 4 wird das vom Sender abgestrahlte Infrarotlicht detektiert und in elektrische Signale umgesetzt. Das mit L 3 bis L 5 und C 41, C 42 aufgebaute Bandpassfilter unterdrückt Infrarot-Signale, die außerhalb des gewünschten Frequenzbereichs liegen. Über C 4 gelangt das empfangene Signal direkt auf den Eingang eines in IC 1 integrierten rauscharmen Verstärkers (LNA, Low-Noise-Amplifier), dessen Verstärkung 20 dB beträgt.

Zur Störunterdrückung wird der empfindliche IR-Verstärker mit einer separaten Betriebsspannung an Pin 5 versorgt, wobei die Komponenten R 14 und C 24 zur Filterung dienen. Der Infrarot-Verstärker verfügt über zwei identische Ausgänge, die an Pin 4 und Pin 8 zur Verfügung stehen.

Über C 5 und C 6 werden die Ausgangssignale dann auf weitere integrierte Verstärker gekoppelt. Der Verstärker, dessen Eingang an Pin 2 zugänglich ist, ist für den rechten Stereokanal und der andere Verstärker für den linken Stereokanal zuständig. Die typische Verstärkung dieser Stufen liegt bei 20 dB.

Das an Pin 12 anliegende Ausgangssignal wird über C 8 auf den Bandpassfilter BPF 1 gekoppelt, während das an Pin 44 anliegende Signal über C 10 auf den Bandpassfilter BPF 2 gelangt. Hier werden nun die jeweiligen FM-modulierten Trägerfrequenzen für den rechten und linken Kanal ausgefiltert.

Über C 7 und C 9 gelangen die ausgefilterten Signale auf Begrenzerschaltungen (Limiter), die für eine konstante Signalamplitude sorgen. Der Regelungsumfang dieser Stufen beträgt 60 dB, so dass parasitäre AM-Effekte vor der Einspeisung in die FM-Demodulatoren sicher unterdrückt werden.

Bei den FM-Demodulatoren handelt es sich um klassische Quadratur-Demodulatoren. Diese benötigen die Signale direkt (intern zugeführt) und um 90° in der Phase

gedreht. Für die Phasendrehung sind die mit L 1 und L 2 aufgebauten Schwingkreise zuständig.

Das demodulierte NF-Signal des rechten Kanals steht letztendlich an Pin 36 und das demodulierte NF-Signal des linken Kanals an Pin 20 zur Verfügung.

Die Komponenten R 9, C 32 bzw. R 8, C 31 sorgen für die erforderliche De-Emphasis.

R 11 und R 15 dienen zur getrennten Lautstärkeinstellung für die beiden Ausgangskanäle. Von den Schleiferabgriffen der Lautstärkeinsteller (R 11, R 15) werden die NF-Signale auf weitere im IC integrierte Verstärker gekoppelt, die dann die Ausgangssignale des rechten und linken Stereokanals zur Verfügung stellen. Über C 39, C 40 gelangen letztendlich die Signale auf die Ausgangsbuchsen BU 1 und BU 2.

Wenn am linken Kanal keine Trägerfrequenz empfangen wird, können die Ausgangsverstärker über eine Squelch-Funktion stummgeschaltet werden. Die Squelch-Schaltung detektiert das breitbandige FM-Rauschen über das mit C 1 bis C 3 und R 1, R 2 aufgebaute Hochpass-RC-Fil-

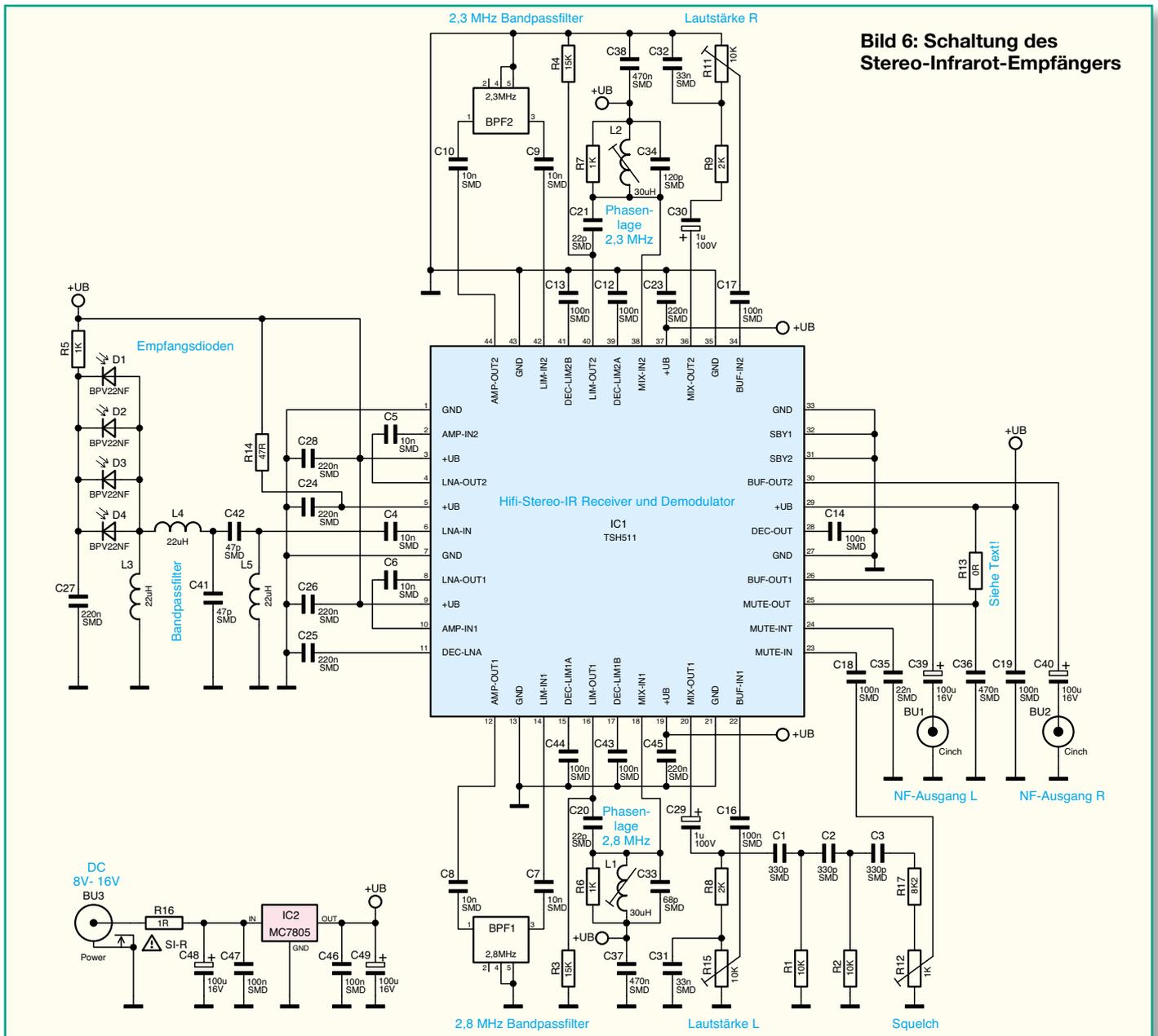


Bild 6: Schaltung des Stereo-Infrarot-Empfängers

ter. Der Squelch-Pegel ist dann abhängig von der Einstellung des Trimmers R 12. Die Rampe für das „Ein- und Ausfaden“ des Audio-Signals wird durch den Kondensator C 36 bestimmt. Durch Bestücken des Widerstands R 13 kann die Squelch-Funktion deaktiviert werden.

Die Spannungsversorgung der Empfangseinheit ist recht einfach und unten links im Hauptschaltbild dargestellt.

Eine unstabilierte Gleichspannung zwischen 8 V und 16 V wird an BU 3 zugeführt und gelangt über den Schutzwiderstand R 16 auf den Pufferelko C 48 und den Eingang des Festspannungsreglers IC 2.

Am Ausgang stehen dann stabilisiert 5 V zur Verfügung. Der Elko C 49 dient zur Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung und C 46, C 47 verhindern hochfrequente Störeinflüsse.

### Nachbau des Stereo-IR-Senders

Der praktische Aufbau des Infrarot-Senders ist sehr einfach, da alle Komponenten auf einer einzigen Leiterplatte mit den Abmessungen 69,1 x 53,6 mm Platz finden. Der wesentliche Teil der Komponenten ist in SMD-Technik ausgeführt und diese sind bereits werkseitig vorbestückt. Da von Hand nur noch wenige Komponenten in konventioneller bedrahteter Bauweise zu bestücken sind, ist der praktische Aufbau schnell erledigt.

Zuerst werden die beiden

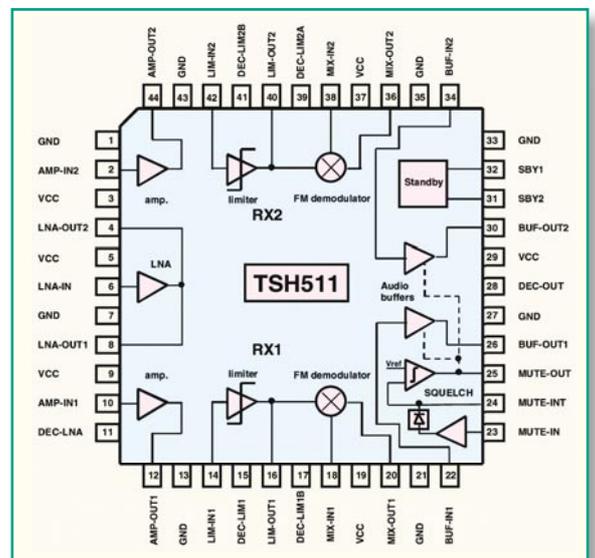
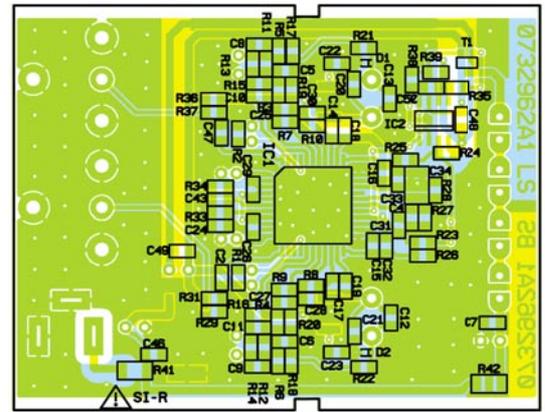
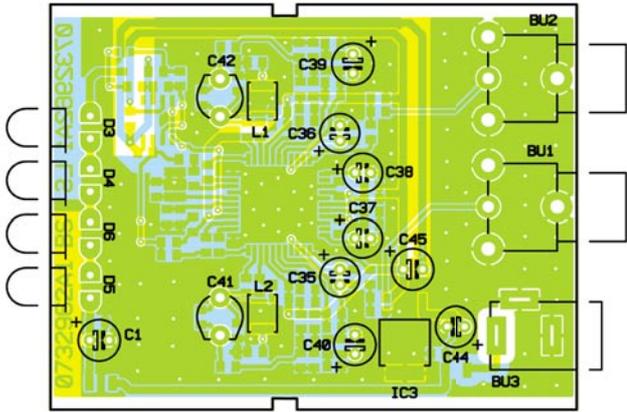
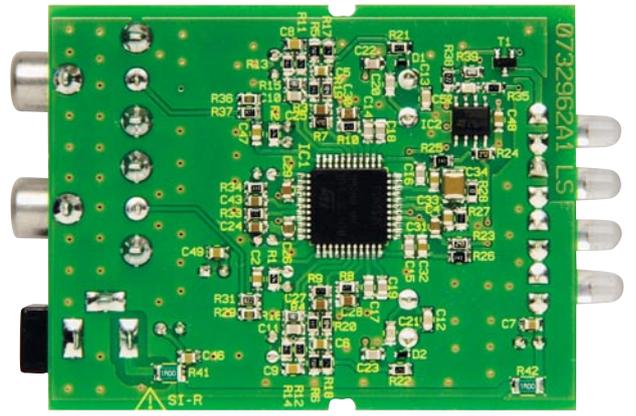
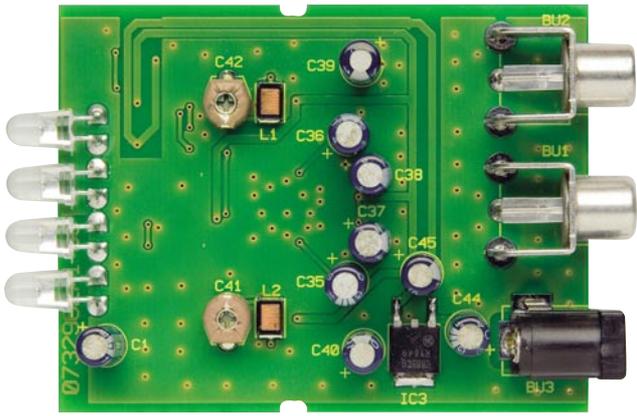
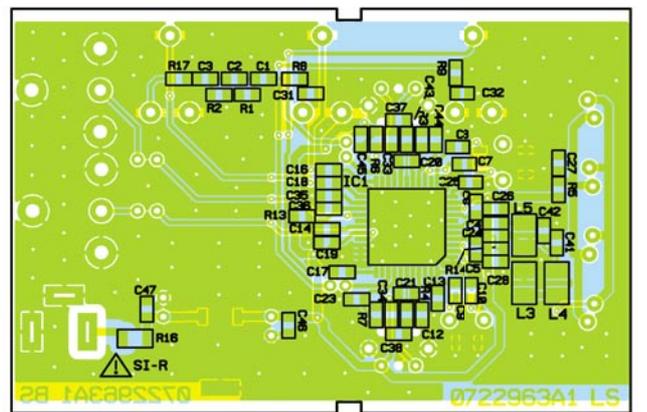
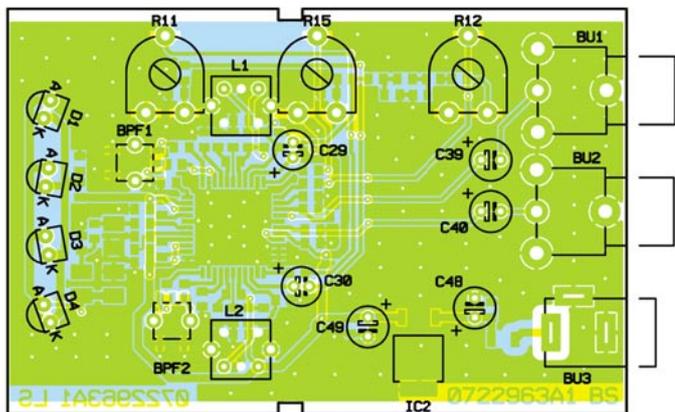
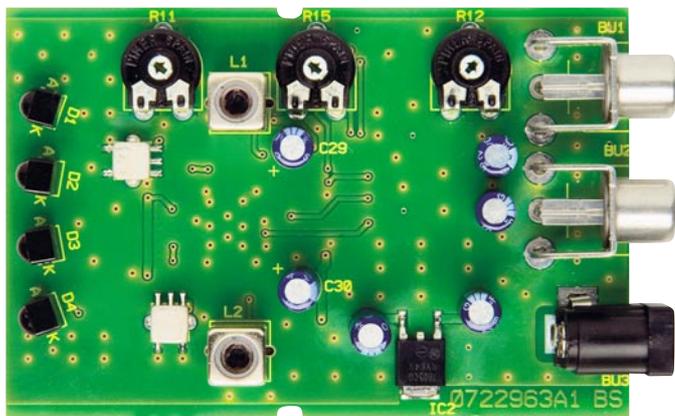


Bild 7: Interne Stufen des Stereo-Infrarot-Empfängers



Platinenfoto des Stereo-Infrarot-Senders mit zugehörigem Bestückungsdruck, links von der Platinenoberseite, rechts von der SMD-Seite



Platinenfoto des Stereo-Infrarot-Empfängers mit zugehörigem Bestückungsdruck, links von der Platinenoberseite, rechts von der SMD-Seite

C-Trimmer C 41, C 42 von der Platinenoberseite eingesetzt und an der Platinenunterseite sorgfältig verlötet.

Danach sind die Elektrolyt-Kondensatoren an der Reihe, wobei unbedingt die korrekte Polarität zu beachten ist. Falsch gepolte Elkos können sogar explodieren. Nach dem Einsetzen und Verlöten an der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Die Anschlüsse der beiden Cinch-Buchsen werden von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Platinenunterseite mit ausreichend Lötzinn

festgesetzt. Das Gleiche gilt auch für die DC-Buchse BU 3.

Bei den Infrarot-Sendediode D 3 bis D 6 ist die Anodenseite (+) durch einen längeren Anschluss gekennzeichnet. Die Anschlüsse sind polaritätsrichtig abzuwickeln und dann, wie auf dem Platinenfoto zu sehen, von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen. Wenn das Bauteil die korrekte Position erreicht hat, erfolgt das Verlöten an der Platinenunterseite. Auch hier sind die überstehenden Drahtenden im Anschluss direkt oberhalb der Lötstelle abzuschneiden.

Nachdem nun die Bestückung abgeschlossen ist, erfolgt eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern.

### Stückliste: Stereo-IR-Übertragungssystem Empfängerinheit SIR 1000R

#### Widerstände:

0 Ω/SMD/0805 .....	R13
Sicherungswiderstand	
1 Ω/SMD/1206 .....	R16
47 Ω/SMD/0805 .....	R14
1 kΩ/SMD/0805 .....	R5–R7
2 kΩ/SMD/0805 .....	R8, R9
8,2 kΩ/SMD/0805 .....	R17
10 kΩ/SMD/0805 .....	R1, R2
15 kΩ/SMD/0805 .....	R3, R4
PT10, liegend, 1 kΩ .....	R12
PT10, liegend, 10 kΩ .....	R11, R15

#### Kondensatoren:

22 pF/SMD/0805 .....	C20, C21
47 pF/SMD/0805 .....	C41, C42
68 pF/SMD/0805 .....	C33
120 pF/SMD/0805 .....	C34
330 pF/SMD/0805 .....	C1–C3
10 nF/5/SMD/0805 .....	C4–C10
22 nF/SMD/0805 .....	C35
33 nF/SMD/0805 .....	C31, C32
100 nF/SMD/0805 .....	C12–C14, C16–C19, C43, C44, C46, C47
220 nF/SMD/0805 .....	C23–C28, C45
470 nF/SMD/0805 .....	C36–C38
1 µF/100 V .....	C29, C30
100 µF/16 V .....	C39, C40, C48, C49

#### Halbleiter:

TSH511CF/SMD .....	IC1
MC7805CDT/SMD .....	IC2
BPV22NF .....	D1–D4

#### Sonstiges:

Bandpassfilter, 2,8 MHz, SMD .....	BPF1
Bandpassfilter, 2,3 MHz, SMD .....	BPF2
Spule, 30 µH .....	L1, L2
SMD-Induktivität, 22 µH, 250 mA .....	L3–L5
Cinch-Einbaubuchse, print .....	BU1, BU2
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .....	BU3

### Nachbau des Stereo-IR-Empfängers

Auch beim IR-Empfänger sind alle SMD-Komponenten werkseitig vorbelegt. Beim Empfänger bleiben daher auch nur wenige konventionelle Bauteile von Hand zu verarbeiten.

Hier werden zuerst die vier Infrarot-Empfangsdioden bestückt. Die korrekte Polarität ist einfach an der gewölbten Linse des Bauteils zu erkennen, die nach vorne weisen muss (siehe Platinenfoto). Die überstehenden Drahtenden sind nach dem Verlöten in der gewohnten Weise an der Platinenunterseite abzuschneiden.

Es folgen die Einstelltrimmer, die vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen müssen. Vorsicht! Eine zu lange Hitzeeinwirkung auf die Bauteile ist zu vermeiden.

Die Verarbeitung der Elektrolyt-Kondensatoren, der Cinch-Buchsen und der DC-Buchse erfolgt in der gleichen Weise wie beim Sender.

Jetzt bleiben nur noch die beiden Spulen L 1 und L 2 von der Platinenoberseite einzusetzen und an der Platinenunterseite zu verlöten.

### Abgleich

Der Abgleich des Infrarot-Audiosystems ist einfach und recht schnell erledigt. Besonders unproblematisch ist der Abgleich, wenn das System zusammen mit einem Infrarot-Kopfhörer eingesetzt werden soll.

Zum Abgleich wird dann zuerst die Sendeeinheit in Betrieb genommen. Um ein Dauer-Sendesignal zu erhalten, ist zu empfehlen, durch Bestücken des Widerstands R 28 die VOX-Funktion (Voice Operated Transmit) zu deaktivieren.

Nach Anschließen des Senders ist der Kopfhörer in Betrieb zu nehmen und der Sendeeinheit ein Stereo-Audio-Signal zuzuführen. Mit dem C-Trimmer C 41 wird

### Stückliste: Stereo-IR-Übertragungssystem Sendereinheit SIR 1000T

#### Widerstände:

0 Ω/SMD/0805 .....	R28
1 Ω/SMD/1206 .....	R42
Sicherungswiderstand	
1 Ω/SMD/1206 .....	R41
6,8 Ω/SMD/0805 .....	R39
47 Ω/SMD/0805 .....	R7, R9, R11, R12, R35
1,2 kΩ/SMD/0805 .....	R38
1,8 kΩ/SMD/0805 .....	R29, R36
2,4 kΩ/SMD/0805 .....	R25, R26
2,7 kΩ/SMD/0805 .....	R24
3,3 kΩ/SMD/0805 .....	R3, R4
3,9 kΩ/SMD/0805 .....	R33
5,6 kΩ/SMD/0805 .....	R13, R14
7,5 kΩ/SMD/0805 .....	R5, R6
8,2 kΩ/SMD/0805 .....	R31, R37
10 kΩ/SMD/0805 .....	R15, R16
24 kΩ/SMD/0805 .....	R23
33 kΩ/SMD/0805 .....	R34
47 kΩ/SMD/0805 .....	R8, R10, R21, R22
100 kΩ/SMD/0805 .....	R19, R20
150 kΩ/SMD/0805 .....	R27
270 kΩ/SMD/0805 .....	R17, R18
470 kΩ/SMD/0805 .....	R1, R2

#### Kondensatoren:

12 pF/SMD/0805 .....	C20, C21
15 pF/SMD/0805 .....	C12, C13
22 pF/SMD/0805 .....	C50
56 pF/SMD/0805 .....	C14–C19, C23
180 pF/SMD/0805 .....	C22
470 pF/SMD/0805 .....	C10, C11
2,2 nF/SMD/0805 .....	C8, C9
22 nF/SMD/0805 .....	C32, C33
100 nF/SMD/0805 .....	C2, C4–C7, C46–C49
220 nF/SMD/0805 .....	C43
470 nF/SMD/0805 .....	C24–C31
1 µF/100 V .....	C35–C38
10 µF/SMD/1210 .....	C34
10 µF/25 V .....	C39, C40
100 µF/16 V .....	C1, C44, C45
C-Trimmer, 11–60 pF, print ..	C41, C42

#### Halbleiter:

TSH512CF/SMD .....	IC1
TSH81D/SMD .....	IC2
MC7805CDT/SMD .....	IC3
BCW66H/Infineon .....	T1
SMV1212/SMD .....	D1, D2
HSDL4230 .....	D3–D6

#### Sonstiges:

SMD-Induktivität, 120 µH/1812 .....	L1, L2
Cinch-Einbaubuchse, print ..	BU1, BU2
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print ..	BU3



**Bild 8: Die Leiterplatten sind für den Einbau in infrarotdurchlässige Kunststoffgehäuse vorgesehen.**

der Betriebsspannung versorgt und in der Reichweite des Empfängers positioniert. Mit L 1 ist das Ausgangssignal des linken Kanals und mit L 2 das Ausgangssignal des rechten Kanals auf maximalen verzerrungsfreien Pegel einzustellen. Zu beachten ist dabei, dass beide Kanäle die gleiche Lautstärke aufweisen sollen.

### Gehäuseeinbau

Beide Leiterplatten sind für den Einbau in ein zweiteiliges, schraubenloses Profil-Gehäuse aus schwarzem, infrarotdurchlässigem Kunststoff vorgesehen. Vor dem Einbau müssen die Gehäuse auf die erforderliche Länge gekürzt und mit den erforderlichen Bohrungen versehen werden. Da die Gehäuse aber aus hochwertigem Polycarbonat bestehen, ist eine problemlose Verarbeitung möglich (Abbildung 8).

Mit einer Feinsäge wird zuerst das Sendergehäuse (beide Profilhälften) auf eine Gesamtlänge von 82,2 mm und danach das

im nächsten Arbeitsschritt der bestmögliche Empfang des linken Kanals und mit C 42 der bestmögliche Empfang des rechten Kanals abgeglichen.

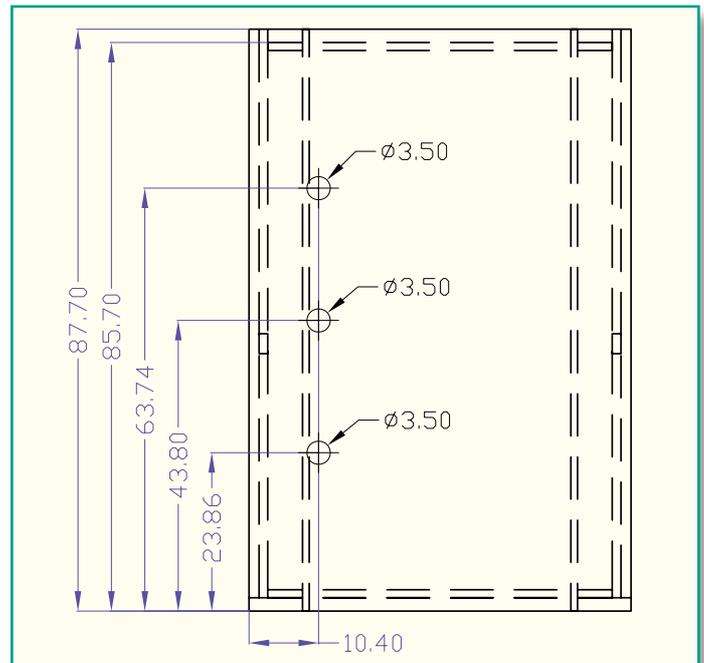
Steht kein Infrarot-Kopfhörer zur Verfügung, ist die Sendeeinheit ohne Audio-Eingangssignale in Betrieb zu nehmen. Die Trägerfrequenz des linken Kanals wird mit einem Frequenzzähler an C 32 gemessen und mit dem C-Trimmer C 41 auf 2,8 MHz abgeglichen. Für den rechten Kanal ist die Trägerfrequenz an C 33 zu messen und mit C 42 auf 2,3 MHz einzustellen.

Wenn keine Kompatibilität zu Infrarot-Kopfhörer-Systemen gefordert ist, kann auf einen genauen Frequenzabgleich der Sendeeinheit verzichtet werden. Bei Bedarf ist der Widerstand R 28 wieder zu entfernen.

Der Abgleich der Empfangseinheit ist ebenfalls sehr einfach. Dazu wird zuerst die Versorgungsspannung angeschlossen. Danach sind der Squelch-Einstelltrimmer an den Linksanschlag und die beiden Lautstärke-Einstelltrimmer an den Rechtsanschlag zu bringen.

Im nächsten Schritt wird dann die Sendeeinheit mit einem Audio-Signal und

**Bild 10: Bohrungen für die Lautstärke- und Squelch-Einstelltrimmer**



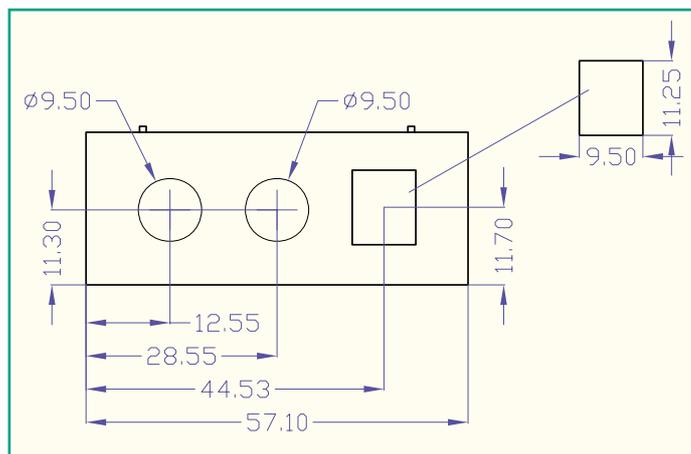
Empfängergehäuse auf eine Gesamtlänge von 87,7 mm gekürzt.

Entsprechend Abbildung 9 sind die – bei beiden Leiterplatten identischen – Gehäuse-Durchbrüche für die Cinch- und DC-Buchsen erforderlich.

**Vorsicht!** Es ist unbedingt darauf zu achten, dass die Gehäuse-Durchbrüche an der richtigen Gehäusesseite vorgenommen werden. Falls die Einstelltrimmer für Squelch und Lautstärke von außen zugänglich sein sollen, sind die entsprechenden Bohrungen im Oberteil des Empfängergehäuses entsprechend Abbildung 10 erforderlich.

Nach dem Einsetzen der Platinen ist das Infrarot-Übertragungssystem bereits vollständig aufgebaut und dem Betrieb steht nichts mehr entgegen.

ELV



**Bild 9: Erforderliche Gehäuseöffnungen für die Cinch- und DC-Buchsen (identische Gehäuseöffnungen bei Sender und Empfänger)**