



# Funk-Digital-Audio-Verteiler

**Der digitale Audio-Verteiler bietet vielfältige Möglichkeiten zur Verkopplung digitaler Audiogeräte mit Lichtwellenleiter oder Koaxkabel und ist mit jeder beliebigen FS20-Fernbedienung oder beliebigem FS20-Sender fernbedienbar. Des Weiteren ist das Gerät zur Verdopplung der Übertragungstrecke als Toslink-Repeater einsetzbar.**

## Allgemeines

Ob Sat-Receiver, DVD-Player, CD-Player oder mobile Audiogeräte, nahezu alle verfügen heute über eine digitale Schnittstelle. Selbst Low-Cost-DVD-Player oder Sat-Receiver sind meistens schon mit optischen Ausgängen für Lichtwellenleiter ausgestattet. Geräte auf digitalem Wege miteinander kommunizieren zu lassen, führt zu keinerlei Qualitätseinbußen, und die optische Übertragung mittels Lichtwellenleiter ist absolut störsticher. Des Weiteren werden selbst keine Störungen auf dem Übertragungsweg erzeugt.

Da die meisten modernen Audiogeräte über optische Ausgänge verfügen, sind die entsprechenden Eingänge am Verstärker oft nicht ausreichend. Häufig ist am Verstärker nur ein optischer Digital-Eingang verfügbar. Dies ist sicherlich auch ein Grund dafür, dass die Verbindung von verschiedenen Audiogeräten über Lichtwellenleiter trotz der Vorteile noch recht wenig genutzt wird.

Mit dem DAV 4 kann ein beliebiger digitaler Eingang am Verstärker (optisch oder Koax) auf 4 Eingänge erweitert werden. Drei dieser Eingänge sind für die Zuführung des digitalen Eingangssignals

über Lichtwellenleiter (LWL) und ein Eingang für den Anschluss eines Koax-Kabels vorgesehen.

Ausgangsseitig stehen zwei optische und eine Koax-Schnittstelle zur Verfügung.

Zur Signal-Ein- und -Auskopplung werden die in der digitalen Audiotechnik weit verbreiteten Toslink-Steckverbinder genutzt. Fertig konfektionierte Lichtwellenleiter sind bis zu 10 m Länge erhältlich.

Damit Geräte von unterschiedlichen Herstellern miteinander kommunizieren können, sind natürlich einheitliche Schnittstellen die Grundvoraussetzung. In der

digitalen Audiowelt hat sich das so genannte SPDIF-Format weltweit durchgesetzt, wobei folgende Abtastfrequenzen (Sampling Rate) genutzt werden:

- 44,1 kHz bei CD (Compact-Disc)
- 48,6 kHz bei DAT (Digital Audiotape)
- 32,0 kHz bei DSR (Digital Satellite Radio)

Grundsätzlich erfolgt eine Einweg-Kommunikation vom Sender zum Empfänger ohne Rückmeldung. Die erforderliche Übertragungsbandbreite für das SPDIF-Signal ist mit 100 kHz bis 6 MHz spezifiziert. Bei 48 kHz Abtastfrequenz beträgt die Signal-Bit-Rate 3,1 MHz.

### Technische Daten: FS20-Digital-Audio-Verteiler DAV 4

Digital-Audio-Eingänge:	3 x Toslink (TORX 173) optisch 1 x Koax-Cinch SPDIF 75 Ω (0,5 V <sub>SS</sub> )
Digital-Audio-Ausgänge:	2 x Toslink (TOTX 173) optisch 1 x Koax-Cinch SPDIF (0,5 V <sub>SS</sub> an 75 Ω)
Kanalauswahl:	über 4 Taster am Gerät und über beliebige FS20-Fernbedienungen und -Sender
Empfangsfrequenz:	868,35 MHz
Anzeigen:	4 Kanal-LEDs
Spannungsversorgung:	8 V bis 16 V <sub>DC</sub> (Kleinspannungsbuchse)
Stromaufnahme:	<150 mA
Abmessungen:	115 x 65 x 26 mm

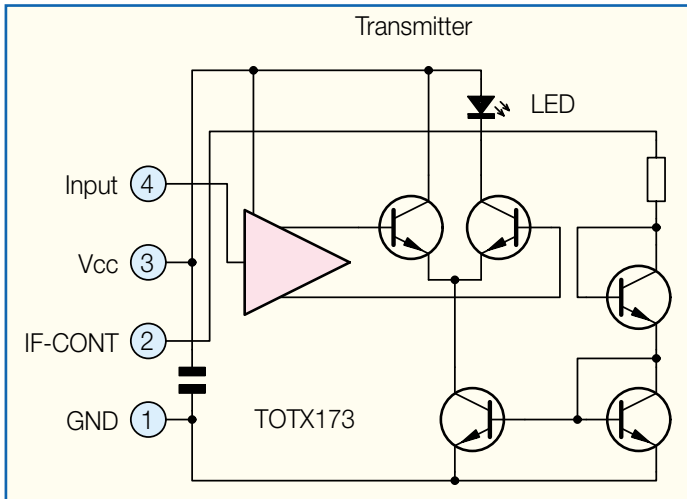


Bild 1: Interner Aufbau des Toslink-Sendemoduls TOTX 173

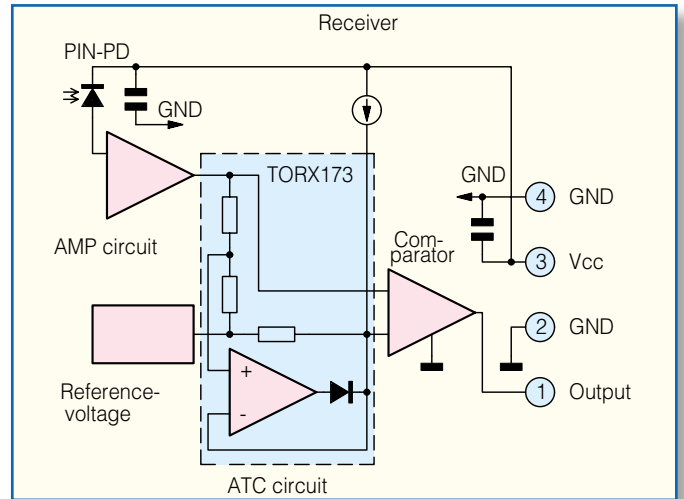


Bild 2: Innenschaltung des Toslink-Empfängers TORX 173

Physikalisch erfolgt die Übertragung des SPDIF-Signals zwischen den verschiedenen Geräten mit einem 75-Ω-Koax-Kabel und Cinch-Steckverbindern oder optoelektronisch mit Kunststoff-Lichtwellenleiter und Toslink-Steckverbindern.

Geräteseitig handelt es sich dabei nicht um reine Steckverbinder, sondern um komplette Module, in denen bereits die jeweilige Sende- und Empfangselektronik integriert ist. Abbildung 1 zeigt den internen Aufbau des Sendemoduls TOTX 173 und in Abbildung 2 ist die Innenschaltung des Toslink-Empfängers TORX 173 zu sehen.

Licht als Übertragungsmedium hat entscheidende Vorteile gegenüber Koax-Kabeln. Es entsteht automatisch eine galvanische Trennung zwischen den einzelnen Geräten, und in „störstahlungsverseuchter“ Umgebung besteht nicht die Gefahr, dass auf dem Übertragungsweg Störungen eingekoppelt werden. Es werden auch keinerlei Störungen an die Umgebung abgegeben.

Da Kunststoff-Lichtwellenleiter nur einen Gesamtdurchmesser von 2,2 mm haben, ist die Verlegung recht einfach. Selbst Biegeradien von 20 mm sind zulässig, ohne dass dadurch die Dämpfung nennenswert zunimmt. Die geringste Dämpfung liegt bei Kunststoff-LWL im sichtbaren Lichtbereich. Zur Übertragung wird daher Rotlicht genutzt. Ein Kunststoff-Lichtwellenleiter mit den typischen Toslink-Steckverbindern



Bild 3: Kunststoff-Lichtwellenleiter mit Toslink-Steckverbindern

ist in Abbildung 3 zu sehen. Doch nun zurück zu unserem Audio-Verteiler DAV 4.

Die Auswahl des Eingangskanals kann beim DAV 4 entweder direkt über Tasten am Gerät oder mit einer beliebigen ELV-FS20-Fernbedienung erfolgen. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, andere FS20-Sender zu nutzen, um z. B. eine automatische Kanalwahl vornehmen zu können. Durch die Verwendung des ELV-FS20-Funk-Protokolls bestehen nahezu unbegrenzte Möglichkeiten zur Steuerung des Verteilers.

Zur Stromversorgung des DAV 4 kann ein beliebiges unstabiliertes Steckernetzteil mit einer Ausgangsspannung zwischen 8 V und 16 V und einer Strombelastbarkeit von mindestens 150 mA dienen.

Neben den umfangreichen Möglichkeiten der Signalquellenauswahl kann das Gerät auch als Toslink-Repeater eingesetzt werden, um z. B. die optische Übertragungsstrecke zu verdoppeln.

### Bedienung und Anlernen der Funkfernbedienung

Wie bereits erwähnt, kann das Gerät über die 4 Eingangswahltasten am Gerät oder eine optional einsetzbare FS20-Funkfernbedienung bedient werden. Wie im gesamten FS20-System üblich, sind für die einzelnen Tasten (Kanalauswahl) die Codes des zugehörigen Fernbedienungssenders zu programmieren.

Als Fernbedienungen sind z. B. die in Abbildung 4 dargestellten Fernbedienungen mit mehreren Tasten, wie z. B. die FS20 S8 oder FS20 S20, verwendbar. Da jeder Code im DAV 4 komplett gespeichert wird, können auch unterschiedliche Fernbedienungen oder FS20-Sender mit unterschiedlichen Hauscodes zur Kanalauswahl genutzt werden. Darüber hinaus ist der DAV 4 auch in das PC-Homeserver-System FAZ 1000 PC einbindbar.

Die Programmierung der Fernbedienungs-codes zu den Eingangskanälen erfolgt zunächst durch gleichzeitiges Drücken der beiden Tasten 1 und 4, bis alle LEDs blinken. Danach wählt man den Eingang aus für den man einen Fernbedienungscode speichern möchte. Die zugehörige LED

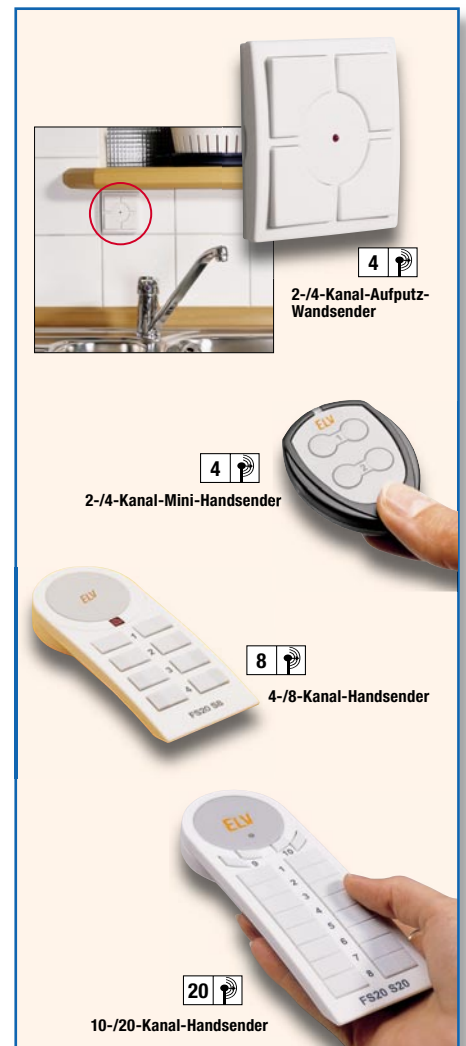
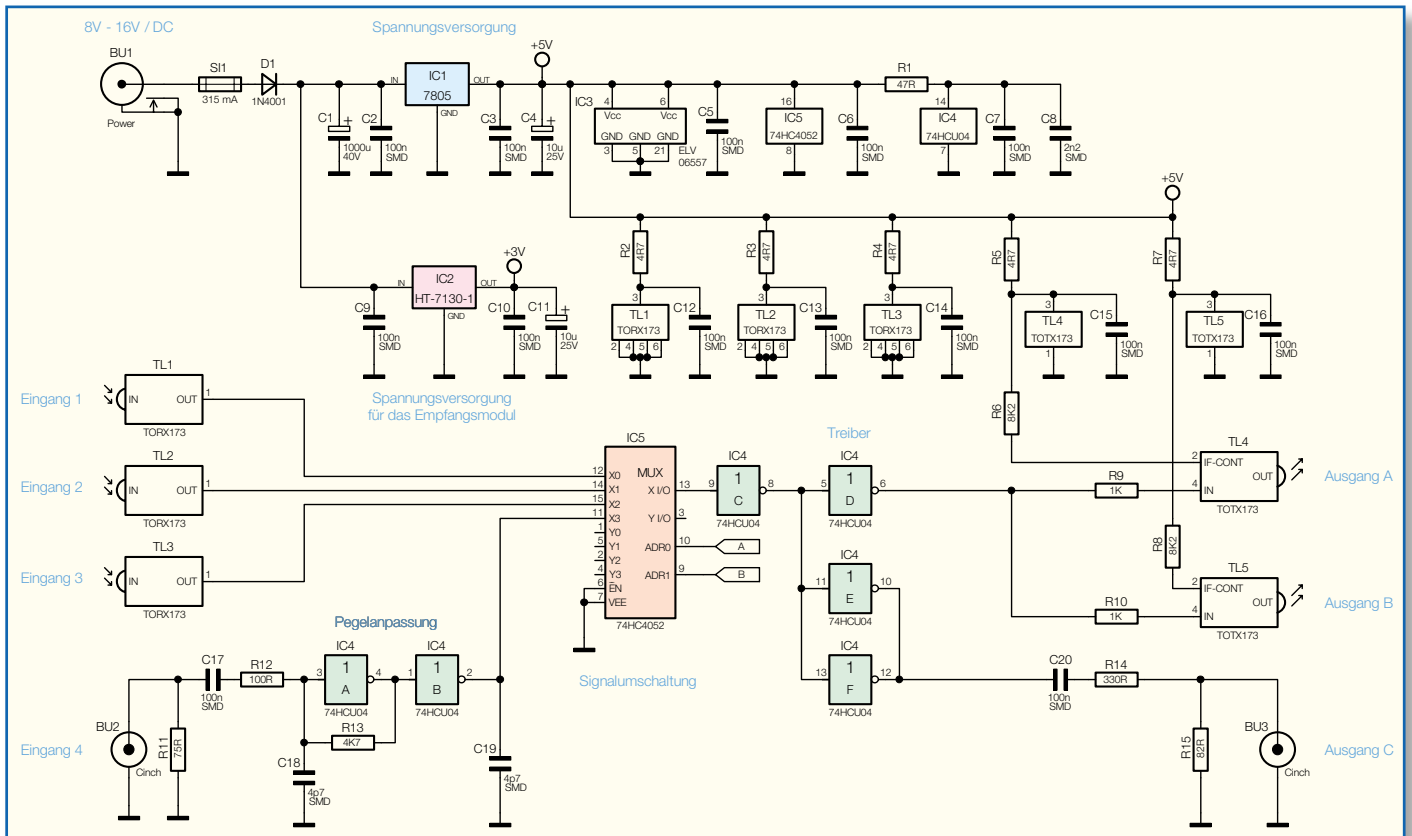


Bild 4: Funk-Fernbedienungen aus dem Funk-Haussteuerungs-System von ELV



**Bild 5: Hauptschaltbild des digitalen Audio-Verteilers DAV 4**

leuchtet jetzt dauerhaft. Wird nun die Taste auf der Fernbedienung betätigt, beginnt die LED wieder zu blinken. Dies signalisiert, dass der FS20-Code für diesen Kanal gespeichert wurde. In der gleichen Weise können die anderen Kanäle programmiert werden. Um den Programmiermode zu verlassen, drückt man die Tastenkombination 1 und 4 erneut länger als 5 Sekunden, bis die LEDs verlöschen.

Möchte man alle gespeicherten Fernbedienungscodes löschen, ist ein Reset durchzuführen. Hierzu werden die Tasten 1, 2 und 3 gleichzeitig länger als 5 Sekunden gedrückt, bis alle LEDs kurz aufleuchten

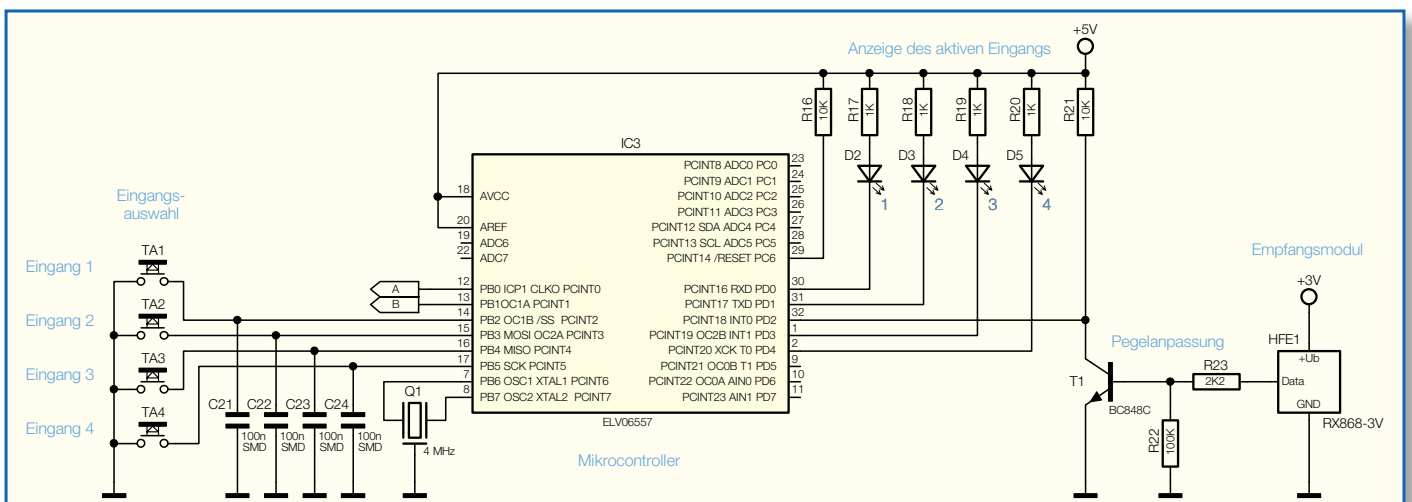
(ca. 1 Sekunde). Danach ist der Speicher komplett gelöscht.

### Schaltung

Die Schaltung unseres digitalen Audio-Verteilers ist in Abbildung 5 und 6 dargestellt. Während in Abbildung 5 die Komponenten des eigentlichen Audio-Verteilers mit den Koax- und optischen Schnittstellen zu sehen sind, zeigt Abbildung 6 den steuernden Mikrocontroller mit dem HF-Empfangsmodul. Trotz des eingebauten Empfangsmoduls und der Mikroprozessorsteuerung hält sich der Schaltungsaufwand in Grenzen.

Eingangsseitig wird das Lichtsignal von bis zu 3 verschiedenen Audiogeräten auf die optischen Receiver des Typs TORX 173 (TL 1 bis TL 3) gegeben. Des Weiteren kann ein Digitalsignal über Koax-Kabel an BU 2 zugeführt werden. Dieses Signal gelangt nach Abschluss mit R 11 über den zur gleichspannungsmäßigen Entkopplung dienenden Kondensator C 17 und R 12 auf den Eingang des Gatters IC 4 A.

Aufgrund des Rückkopplungswiderstandes R 13 arbeitet dieses Gatter im linearen Betrieb und schwingt mit einer Frequenz, die durch den Kondensator C 18 begrenzt wird. Sobald ein AC-Signal mit geringer



**Bild 6: Mikrocontroller-Einheit mit HF-Empfangsmodul**

Amplitude (in unserem Fall die Daten) zugeführt wird, rastet der „Oszillator“ auf diese Daten ein, und am Ausgang (Pin 4) erhalten wir die digitalen Audiodaten dann mit voller Signalamplitude. Über das zur Signalaufbereitung dienende Gatter IC 4 B gelangen die Daten auf den Analog-Multiplexer IC 5, wo auch die Ausgangsdaten der optischen Receiver (TL 1 bis TL 3) anliegen.

Mit Hilfe des Multiplexers IC 5 erfolgt dann, vom Mikrocontroller gesteuert, die Auswahl des gewünschten Eingangskanals. Die am Ausgang des Multiplexers (Pin 13) zur Verfügung stehende digitale Information gelangt über die Gatter IC 4 C und IC 4 D sowie die Widerstände R 9 und R 10 auf die Toslink-Transmitterbausteine TL 4 und TL 5 des Typs TOTX 173. Über die externe Beschaltung mit jeweils einem Widerstand (R 7, R 8) wird die interne Verstärkung des Bausteins festgelegt.

Die Daten für den Koax-Ausgang werden über die beiden parallel geschalteten Gatter IC 4 E und IC 4 F bereitgestellt. Mit C 20 wird das Signal gleichspannungsmäßig entkoppelt auf den zur Signalpegelanpassung dienenden Spannungsteiler R 14, R 15 gegeben und an der Cinch-Buchse BU 3 ausgekoppelt.

Im oberen Bereich des Schaltbildes ist die Spannungsversorgung dargestellt. Eine unstabilisierte Gleichspannung zwischen 8 V und 16 V ist an BU 1 anzuschließen. Über die Sicherung SI 1 und die Verpolungsschutzdiode D 1 gelangt die Spannung dann auf die beiden Spannungsregler IC 1 und IC 2. C 1 dient der ersten Pufferung und die Keramik-Kondensatoren C 2 und C 3 der Störunterdrückung.

Während der Ausgang von IC 2 das HF-Empfangsmodul versorgt, werden alle weiteren Baugruppen vom Ausgang des Spannungsreglers IC 1 mit +5 V versorgt. Die Kondensatoren C 3, C 4 sowie C 10, C 11 dienen jeweils an den Spannungsreglerausgängen zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung.

Die Spannungsversorgung der Toslink-Module erfolgt jeweils an Pin 3, wobei R 2 bis R 5 und R 7 sowie C 12 bis C 16 zur Störunterdrückung dienen. Die weiteren Abblock-Kondensatoren im Netzteilbereich sind direkt an den Versorgungspins der einzelnen ICs angeordnet.

Der Mikrocontroller in Abbildung 6 benötigt zur Funktion nur eine minimale externe Beschaltung. Dazu ist der integrierte Taktoszillator (Pin 7, Pin 8) mit einem 4-MHz-Keramikschringer und der Reset-Eingang an Pin 29 mit einem Widerstand nach +5 V (R 16) beschaltet. Über die Portausgänge PB 0 und PB 1 steuert der Controller den CMOS-Multiplexer IC 5.

Das vom HF-Empfänger HFE 1 kommende Signal gelangt über den zur Pegel-

wandlung dienenden Transistor T 1 auf Port PD 2 des Controllers. Die zur Kanalanzeige dienenden Leuchtdioden D 2 bis D 5 sind direkt mit Port PD 0, PD 1, PD 3 und PD 4 des Controllers verbunden und werden über die Widerstände R 17 bis R 20 mit Spannung versorgt.

An PB 2 bis PB 5 sind direkt die Bedientaster zur manuellen Kanalwahl angeschlossen. Da die Ports intern mit jeweils einem Pull-up-Widerstand ausgestattet sind, werden neben den Tastern nur noch 4 Kondensatoren (C 21 bis C 24) zur Störunterdrückung benötigt.

## Nachbau

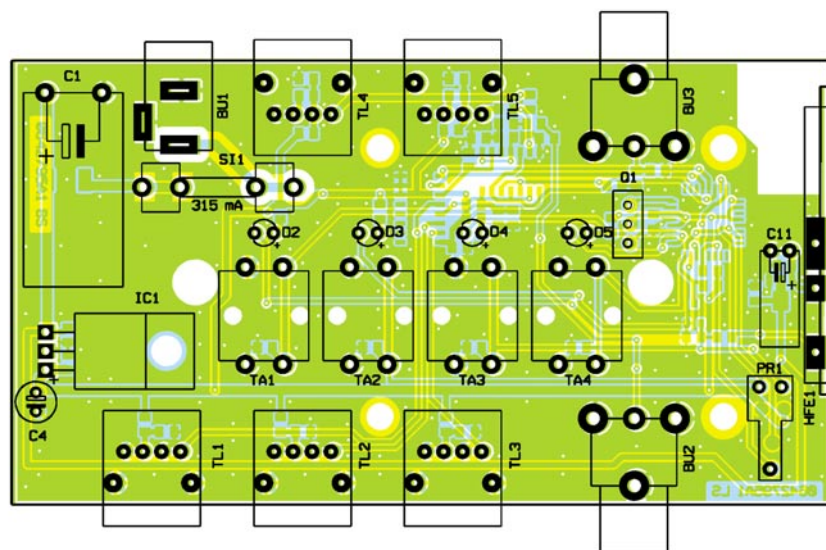
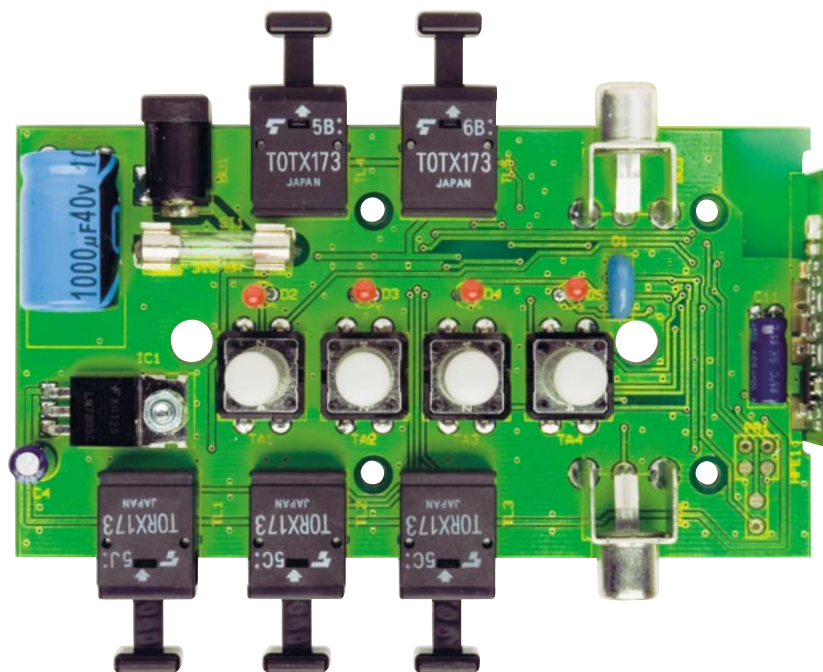
Da bereits alle SMD-Komponenten werkseitig vorbestückt sind, ist der prak-

tische Aufbau einfach und schnell erledigt. Von Hand müssen nur noch die konventionellen, bedrahteten Bauteile verarbeitet werden.

Wir beginnen mit dem Spannungsregler IC 1, dessen Anschlüsse zuerst auf Rastermaß abzuwinkeln sind. Die Anschlüsse werden danach durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt, und das Bauteil wird mit einer Schraube M3 x 8 mm, einer Zahnscheibe und einer Mutter fest verschraubt. Erst danach sind die Anschlüsse sorgfältig zu verlöten und die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Im nächsten Arbeitsschritt ist der Keramikschwinger Q 1 einzulöten.

Beim Einbau der Elektrolyt-Kondensatoren sind unbedingt die korrekte Polarität



Ansicht der fertig bestückten Platine des DAV 4 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Oberseite

und die liegende Einbauposition der Elkos C 1 und C 11 zu beachten.

In die beiden Hälften des Platinensicherungshalters wird direkt nach dem Einlöten die zugehörige Feinsicherung eingesetzt.

Danach werden die Netzteilbuchse und die optischen Module bestückt. Dabei ist zu beachten, dass die Sende- und Empfangsmodule nicht verwechselt werden dürfen und die Bauteilgehäuse vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen müssen.

Die beiden Cinch-Buchsen sind mit viel Lötzinn festzusetzen. Danach werden an der Platinenunterseite die überstehenden Pins abgeschnitten.

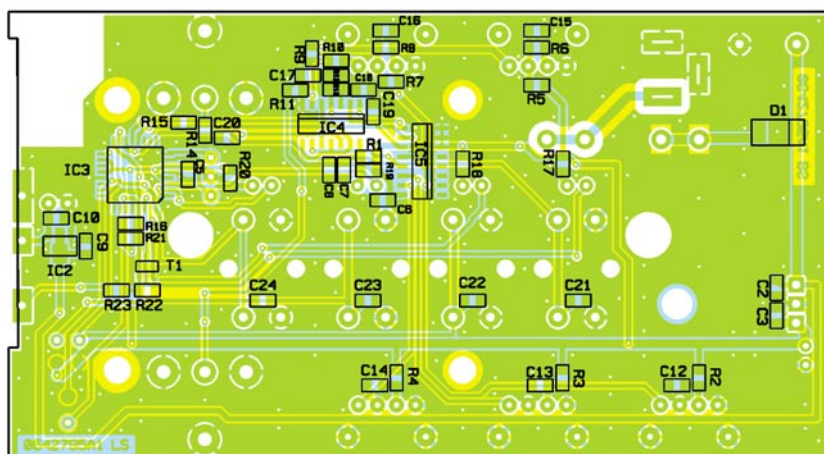
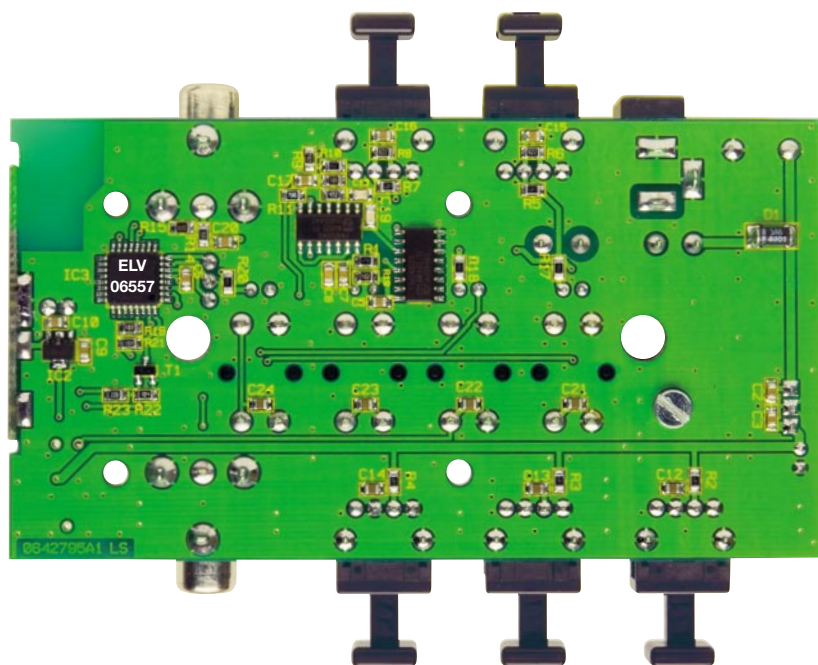
Beim Einlöten der 4 Bedientaster ist eine zu große Hitzeeinwirkung auf die Tastergehäuse zu vermeiden. Weiterhin ist

zu beachten, dass die Bauteilgehäuse vor den Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen müssen. Die zugehörigen Tastkappen sind gleich im Anschluss aufzupressen.

Bei den Leuchtdioden ist zur Kennzeichnung der Polarität der Anodenanschluss geringfügig länger. Die LEDs benötigen eine Einbauhöhe von 20 mm, gemessen von der LED-Spitze bis zur Platinenoberfläche.

Wie auf dem Platinenfoto zu sehen, wird das HF-Empfangsmodul im rechten Winkel an die Basisplatine angelötet.

Danach ist die fertig bestückte Platine in die Gehäuseunterhalbschale zu setzen und mit den vier beiliegenden Schrauben für Kunststoff festzusetzen. Nach dem Aufsetzen und Verschrauben des Gehäuseoberteils ist der DAV 4 einsatzbereit. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine des DAV 4 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Unterseite

## Stückliste: FS20-Digital-Audio- Verteiler DAV 4

### Widerstände:

4,7 $\Omega$ /SMD/0805.....	R2–R5, R7
47 $\Omega$ /SMD/0805.....	R1
75 $\Omega$ /SMD/0805.....	R11
82 $\Omega$ /SMD/0805.....	R15
100 $\Omega$ /SMD/0805.....	R12
330 $\Omega$ /SMD/0805.....	R14
1 k $\Omega$ /SMD/0805.....	R9, R10, R17–R20
2,2 k $\Omega$ /SMD/0805.....	R23
4,7 k $\Omega$ /SMD/0805.....	R13
8,2 k $\Omega$ /SMD/0805.....	R6, R8
10 k $\Omega$ /SMD/0805.....	R16, R21
100 k $\Omega$ /SMD/0805.....	R22

### Kondensatoren:

4,7 pF/SMD/0805 .....	C18, C19
2,2 nF/SMD/0805 .....	C8
100 nF/SMD/0805 .....	C2, C3, C5–C7, C9, C10, C12–C17, C21–C24
10 $\mu$ F/25 V .....	C4, C11
1000 $\mu$ F/40 V .....	C1

### Halbleiter:

7805.....	IC1
HT7130/SMD .....	IC2
ELV06557/SMD .....	IC3
74HCU04/SMD .....	IC4
74HC4052/SMD .....	IC5
BC848C.....	T1
SM4001/SMD .....	D1
LED, 3 mm, Rot.....	D2–D5

### Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz .....	Q1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print .....	BU1
Cinch-Einbaubuchse, print .....	BU2, BU3
Opto-Modul TORX 173, Empfänger .....	TL1–TL3
Opto-Modul TOTX 173, Sender .....	TL4, TL5
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein .....	TA1–TA4
Tastknopf, 18 mm .....	TA1–TA4
Empfangsmodul RX868-3V, 868 MHz .....	HFE1
Sicherung, 0,315 A, träge.....	SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print .....	SI1
4 Kunststoffschrauben, 2,5 x 6 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Kunststoff-Platinengehäuse, Lichtgrau, komplett, bearbeitet und bedruckt	