



Musik weltweit!

Internetradio IR 100



Das IR 100 ist ein komplettes Internetradio mit Stereo-Endstufe, das vollkommen autark arbeitet und daher völlig PC-unabhängig ist. Bei einfacher und intuitiver Bedienung besteht der direkte Zugriff auf mehrere Tausend Rundfunksender weltweit in Top-Qualität. Ein hinterleuchtetes Grafik-Display zeigt alle wichtigen Informationen an, und über eine Web-Oberfläche (beliebiger Web-Browser) stehen Eingabemasken zur Konfiguration des Gerätes und zum Verwalten von Senderlisten zur Verfügung.

Netzwerk-Verbindung:	Standard-LAN-Anschluss (Ethernet)
Automatische Netzwerkeinstellung:	DHCP, dynamische Zuweisung einer IP-Adresse durch einen Server oder Router
Feste Netzwerkeinstellung:	statische IP-Adresse, individuell einstellbar, statische Subnetzmaske, individuell einstellbar
MAC-Adresse:	jedes Gerät hat eine eigene MAC-Adresse zur eindeutigen Identifikation im Netz
Konfiguration:	am Gerät oder über Web-Oberfläche (mit jedem Web-Browser möglich)
Bedienung am Gerät:	menügesteuert über 4 beleuchtete Bedientasten und Inkrementalgeber mit Tasterfunktion
Audio-Einstellmöglichkeiten:	Lautstärke, Bass-Boost, Höhen, Verstärker an/aus
Anzeige:	hinterleuchtetes Grafik-Display
Displayhinterleuchtung:	Beleuchtungszeit einstellbar (1, 5, 10, 30, 60 Min., dauerhaft Ein, dauerhaft Aus)
Kontrast:	einstellbar
Senderliste:	bis zu 4096 Livestream-Adressen (URLs) im Gerät speicherbar, über die Web-Oberfläche zu konfigurieren
Favoriten:	aus der Senderliste können beliebige Sender in die Favoriten übernommen und auch einzeln gelöscht werden
Wiedergabe Radiosender aus dem Internet:	Livestreams im Standard-MP3-Format (M3U)
Wiedergabe aus dem Netzwerk:	Musikdateien und Playlisten im MP3-Format
Verstärker:	Stereo-Digitalverstärker, 2x 1,5 W an 8 Ω
NF-Ausgang:	Kopfhörer oder Line (Lautstärke einstellbar)
Gehäuse:	Aluminium-Gehäuse
Versorgungsspannung:	4,5–5,5 Vdc
Stromaufnahme:	100–800 mA (je nach Lautstärke), max. 1 A
Abmessungen:	215 x 60 x 43 mm



Bild 1: Internetradio IR 100 mit übersichtlichem Bedienkonzept

Allgemeines

Der terrestrische Radioempfang, z. B. über UKW, ist auf ein eng eingegrenztes Sendegebiet beschränkt und die Empfangsqualität ist wesentlich abhängig von der Entfernung zum nächsten Sender, der das gewünschte Programm abstrahlt, und natürlich von den örtlichen Empfangsbedingungen. Einen entscheidenden Einfluss hat auch die geografische Lage, da Berge, Hügel oder auch Bebauungen bereits bei geringer Distanz zum Sender den Empfang des Liebessenders stören oder sogar verhindern können (komplette Abschattung).

Im Gegensatz dazu ist der Radioempfang über das Internet auf kein eng eingegrenztes Empfangsgebiet beschränkt und weltweit möglich. Wenn man z. B. im Urlaub einen interessanten Sender hört, ist es meistens kein Problem, sich genau diesen Sender später zu Hause über das Internet ins Wohnzimmer zu holen.

Zum Radioempfang über das Internet ist nur eine Breitband-Internetverbindung erforderlich (üblicherweise DSL-Anschluss). Selbst eine „abgespeckte DSL-Lösung“ mit nur 384 kb/s Übertragungsgeschwindigkeit ist für den Radioempfang ausreichend. Natürlich sollte auch eine Flatrate vorhanden sein, da es sonst teuer werden kann.

Nahezu alle deutschen Rundfunkanstalten (öffentlich rechtliche und private) bieten neben dem terrestrischen Empfang auch die Möglichkeit, das Radioprogramm als Livestream über das Internet zu empfangen. Der große Vorteil ist die weltweite Empfangbarkeit und man kann Hörer weit außerhalb des eigentlichen Einzugsgebietes erreichen (z. B. Berufstätige und Studenten bei einem Auslandsaufenthalt oder Auswanderer).

Neben Radiosendern, die das Internet zur Zweitverwertung ihres Programms nutzen, gibt es jede Menge reine Webradio-Anbieter, die ihr Programm ausschließlich über das Internet verbreiten. Ausnahmen bei der Empfangbarkeit gibt es nur, wenn das Internet z. B. von nationalen Behörden oder Providern teilweise gesperrt und/oder gefiltert wird.

Wie bei den terrestrischen Radiosendern werden über das Internet viele Musiksparten bedient. Einige Radiosender bieten sogar Livestreams in unterschiedlicher MP3-Qualität an, damit der Radioempfang auch bei einem recht langsamen Internetzugang problemlos möglich ist. Die Zahl der mittlerweile über das Internet empfangbaren Radiostationen geht in die Zehntausende. Sendet ein Anbieter über das Internet, ist sein Programm technisch weltweit an jedem Internetanschluss verfügbar (wie bereits erwähnt gibt es nur Ausnahmen, wenn das Internet teilweise gesperrt und/oder gefiltert wird).

Natürlich kann Internetradio auch über PCs empfangen werden, aber wer möchte schon ständig seinen PC in Betrieb haben, nur um Radio zu hören. Wird der PC während des Radioempfangs auch anderweitig genutzt, kommt es häufig zu Störungen beim Radioempfang (wenn z. B. der Prozessor bereits durch andere Aufgaben ausgelastet wird).

Das ELV Internetradio IR 100 verfügt zur Verbindung mit dem Internet über einen Standard-Ethernet-LAN-Anschluss, der über ein Standard-Netzwerkkabel einfach mit dem Internetrouter zu verbinden ist.

Soll der Internetzugang drahtlos über WLAN erfolgen, ist der LAN-Anschluss mit einem externen WLAN-Access-Point zu verbinden. Der WLAN-Access-Point (sehr preiswert in unterschiedlichsten Ausführungen erhältlich) verbindet das Radio dann drahtlos mit dem WLAN-Router. Alternativ kann der drahtlose Internetzugang auch über eine Powerline-Verbindung erfolgen.

Das in einem besonders kompakten Alu-Profilgehäuse untergebrachte Gerät verfügt über einen integrierten Stereo-NF-Digitalverstärker, so dass zum Betrieb neben 2 Lautsprechern nur noch die DC-Versorgungsspannung von 5 V zuzuführen ist, z. B. von einem Steckernetzteil.

Direkt am Gerät ermöglicht ein Inkrementalgeber mit Tasterfunktion eine sehr komfortable, einfache und übersichtliche Bedienung und sogenannte „Schnellasten“ dienen zum Aufruf von Senderlisten und Favoriten (Bild 1). Alle wichtigen Informationen werden auf einem großen, hinterleuchteten Grafik-Display angezeigt.

Neben der Bedienung am Gerät selbst stehen über eine Web-Oberfläche (Aufruf über beliebige Web-Browser) Eingabemasken zur Konfiguration des Gerätes und zum Verwalten von Senderlisten zur Verfügung.

Nach dem Einschalten zeigt das Gerät auf dem Display zuerst die Adresse der Web-Oberfläche an. Jedes Gerät verfügt über eine eindeutige MAC-Adresse, die im Flash-Speicher des Gerätes hinterlegt ist. Damit das Gerät sofort nach dem Einschalten betriebsbereit ist, ist ab Werk bereits eine voreingestellte Senderliste im Speicher des Gerätes abgelegt. Zum Bearbeiten der Senderliste enthält die Web-Oberfläche Eingabefelder, und über die Web-Oberfläche können, wie in Bild 2 zu sehen, Listen mit gespeicherten Webradiosendern angelegt werden, indem einfach die entsprechende URL (Livestream-Adresse) eingetragen und der gewünschte Sendername vergeben wird.

Die im Gerät gespeicherte Liste kann natürlich über die Oberfläche auch editiert oder sortiert werden. Das Löschen und Hinzufügen einzelner Sender ist einfach. Livestream-Adressen sind i. d. R. auch auf den Homepages der Radiosender zu finden (wie die Beispiele in Bild 3 und 4 zeigen).

Wenn in einem Browser-Fenster die Homepage des „Lieblingsradiosenders“ und in einem anderen Browser-Fenster die Web-Oberfläche des Gerätes geöffnet ist, kann man durch Kopieren und Einfügen den Sen-



der komfortabel in die Web-Oberfläche des Gerätes von Senderliste hinzufügen. Die Verwaltung ist dadurch sehr benutzerfreundlich und Fehleingaben werden durch „Copy & Paste“ vermieden. Der Benutzer muss lediglich darauf achten, dass er die Link-Adresse des Streams im MP3-Datenformat kopiert (Endung M3U), falls der Anbieter mehrere Streams in unterschiedlichen Datenformaten für unterschiedliche Player bereitstellt (Windows Media Player, Quick Time, Realplayer ...).

Die Möglichkeit der Eingabe einer direkten Livestream-Adresse hat einen erheblichen Vorteil gegenüber vielen Internetradios, die einen öffentlichen Verzeichnisdienst nutzen. Verzeichnisdienste sind oft nicht aktuell und enthalten abgeschaltete Radiosender, während neue oder regionale Sender fehlen können. Wenn bei der Nutzung eines Verzeichnisdienstes ein gewünschter Sender fehlt, hätte der Benutzer keine Möglichkeit, diesen Sender zu empfangen. Ist der Verzeichnisdienst sehr vollständig und enthält nahezu alle Sender (mehrere Tausend), so würde auch bei einer Einteilung in Kategorien eine Navigation zum gewünschten Sender umständlich und aufwändig sein.

Im vorhandenen Flash-Speicher des IR 100 können ca. 4000 Livestream-Adressen und somit Sender gespeichert werden. Des Weiteren sind Konfigurationsdaten im Flash gespeichert, wie z. B. Netzwerkeinstellungen, der zuletzt eingestellte Sender, die zuletzt eingestellte Lautstärke usw. Um sich vor unbeabsichtigten Änderungen zu schützen, kann der Zugang zur Web-Oberfläche durch ein Passwort gesichert werden. Im Menü des IR 100 ist ein Menüpunkt zum Entfernen des Passwortschutzes vorhanden, falls der Benutzer das Passwort für die Web-Oberfläche vergessen hat.

Die an der Geräterückseite zur Verfügung stehenden Anschlussmöglichkeiten sind in Bild 5 zu sehen. Über den LAN-Anschluss (Netzwerkbuchse) erfolgt die Verbindung zum Internet-Router, wobei auch ein einfacher WLAN-Access-Point zwischengeschaltet werden



Bild 5: Rückseitige Anschlüsse des IR 100

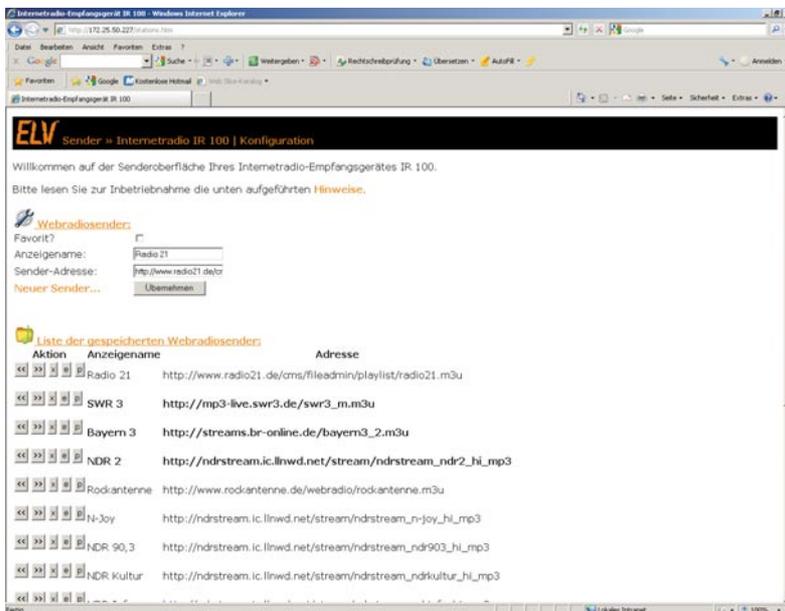


Bild 2: Web-Oberfläche des IR 100

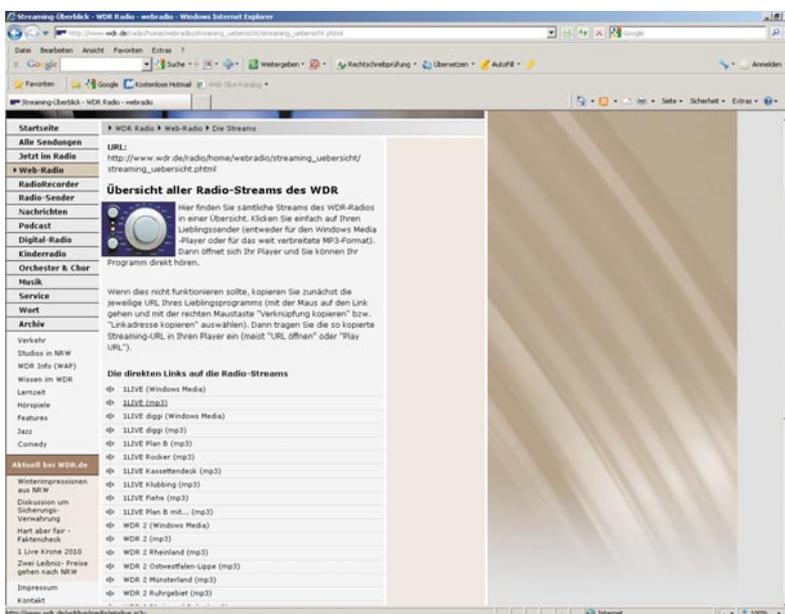


Bild 3: Livestream-Adresse auf der Homepage des Westdeutschen Rundfunks

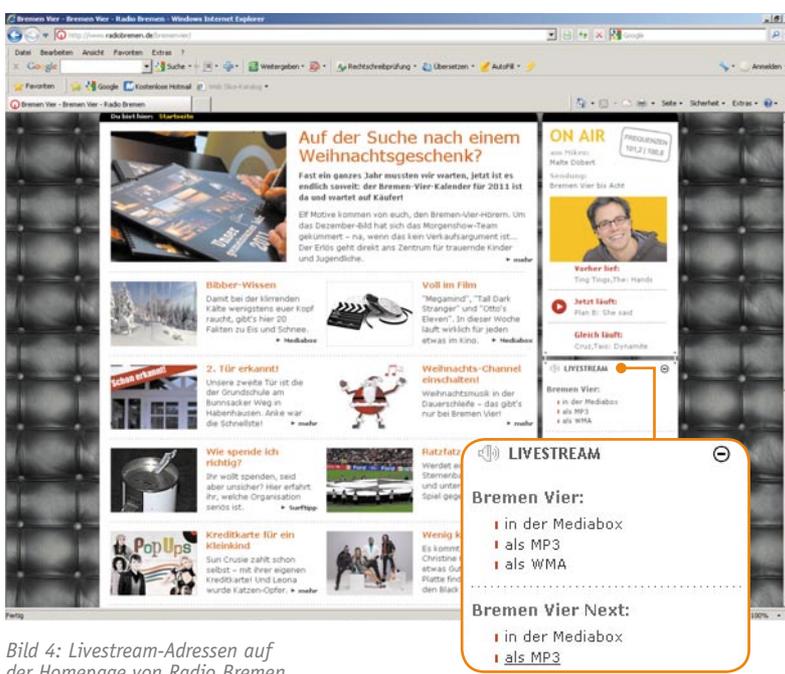


Bild 4: Livestream-Adressen auf der Homepage von Radio Bremen

kann. Zur Spannungsversorgung ist eine Gleichspannung von 5 V erforderlich, die z. B. ein Steckernetzteil liefern kann.

Da ein Stereo-Verstärker integriert ist, können 2 Lautsprecher direkt angeschlossen werden. Alternativ steht ein in der Lautstärke einstellbarer NF-Ausgang zur Verfügung. Hier kann direkt ein Kopfhörer angeschlossen werden, oder der Anschluss kann zur Verbindung mit einer Audio-Anlage genutzt werden. In diesem Fall wird die Lautstärke auf Maximum gestellt. Des Weiteren kann an der Geräterückseite mit Hilfe eines Einstelltrimmers der Display-Kontrast individuell eingestellt werden.

Schaltung

Wie das Gesamtschaltbild in Bild 6 zeigt, hält sich der Schaltungsaufwand in Grenzen, obwohl das Internetradio IR 100 über sehr komplexe Funktionen verfügt. Zentrales Bauelement des IR 100 ist der leistungsfähige Mikrocontroller IC 1, in dem bereits MAC und 10Base-T PHY für eine direkte Ethernetanbindung integriert sind. Der im normalen Betrieb mit 25 MHz getaktete Controller verfügt über einen 1-Mbit-Flash-Programmspeicher. Der Mikrocontroller ist für sämtliche Steueraufgaben und die Datenkommunikation innerhalb des Gerätes zuständig. Die Ethernetbuchse (BU 1, LAN) unten links im Schaltbild ist direkt an den entsprechenden Portpins des Controllers angeschlossen, wobei nur noch die Widerstände R 37 bis R 40 sowie die Kondensatoren C 52 und C 53 an externer Beschaltung benötigt werden. Zwei in der Buchse vorhandene Status-LEDs werden über die Ports RA 0 und RA 1 angesteuert, wobei die Widerstände R 35 und R 36 zur Strombegrenzung dienen.

Der Mikrocontroller kommuniziert über einen an Port RC 3 bis RC 5 zur Verfügung stehenden SPI-Bus mit weiteren wichtigen Baugruppen. Dazu gehören die zur Pufferung der Livestream-Daten dienenden 256-Kbit-SRAM-Speicher IC 8 und 9, der 8-Mbit-Flash-Speicher IC 4 zur Speicherung der Livestream-Adressen und natürlich der komplexe MP3-Decoder IC 2.

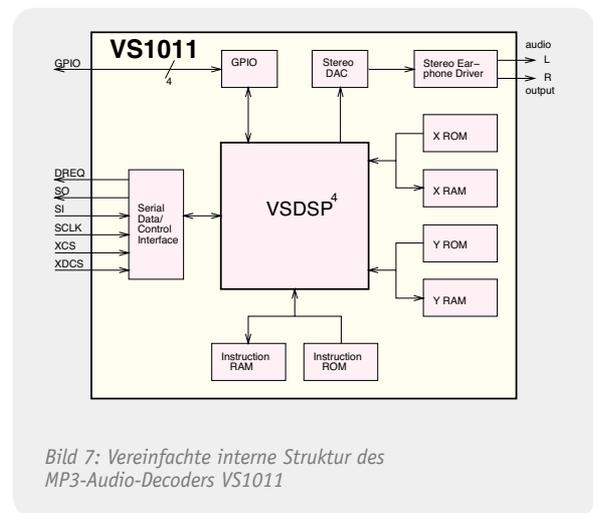
Der MP3-Audio-Decoder IC 2, dessen vereinfachte interne Struktur im Blockschaltbild (Bild 7) dargestellt ist, empfängt über den SPI-Bus vom Mikrocontroller den MP3-Bitstream in jeweiligen Samplerates. Chip-intern erfolgt dann die Decodierung des digitalen Audiostreams sowie

die digitale Lautstärkeeinstellung. Ein mit 18-Bit-Oversampling arbeitender Multi-Bit-Sigma-Delta-ADC sorgt letztendlich für die Wandlung der decodierten Audio-Informationen in analoge Audiosignale für den rechten und linken Stereokanal.

Die analogen Audiosignale gelangen nach der Wandlung auf einen chipinternen Stereo-Kopfhörerverstärker, der an Pin 39 und Pin 46 die analogen Audiosignale des rechten und linken Stereokanals zur Verfügung stellt.

Der Taktoszillator des MP3-Audio-Decoders ist an Pin 17 und Pin 18 ebenfalls mit einem 25-MHz-Quarz (Q 3), den Kondensatoren C 22 und C 23 sowie dem Widerstand R 11 beschaltet.

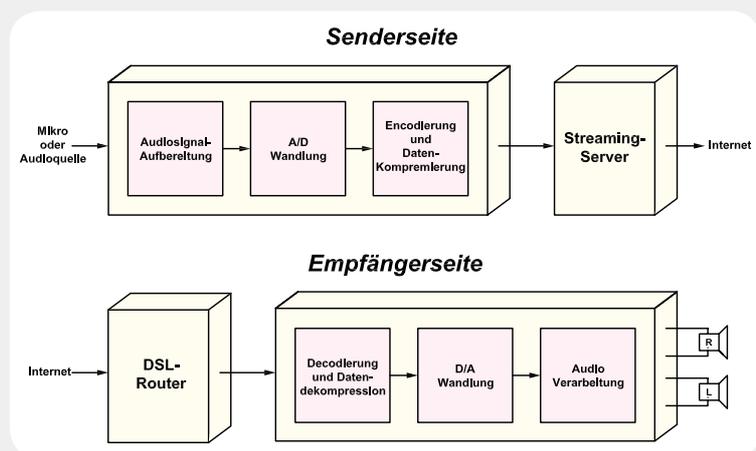
Die weitere externe Beschaltung des Decoders besteht dann nur noch aus dem Pull-down-Widerstand R 21 an den in unserem Modul nicht genutzten Ge-



Internetradio (Webradio)

Beim Internetradio werden auf der Senderseite die Audio-Informationen in Echtzeit in einen digitalen Livestream gewandelt, über das Internet übertragen und auf der Empfängerseite zurückgewandelt, so dass die ursprünglichen Audio-Informationen wieder zur Verfügung stehen.

Um die Datenmengen in vertretbaren Größenordnungen zu halten, müssen die über das Internet zu übertragenden Audio-Informationen unbedingt eine Datenkompression durchlaufen. Das am weitesten verbreitete Audiokompressionsverfahren ist das Verfahren im MP3-Format, wobei hochintegrierte Streaming-Codecs den Schaltungsaufwand in Grenzen halten. Spezielle Streaming-Protokolle sorgen dabei für eine hohe Fehlertoleranz, so dass letztendlich selbst bei 5 % Paketverlusten keine hörbaren Qualitätseinbußen auftreten. Standard-Breitbandanschlüsse (DSL) ermöglichen eine Streaming-Qualität, die sich nur geringfügig von der CD-Qualität unterscheidet. Die Bitrate und



somit das zu übertragende Datenvolumen wird vom Webradio-Sender vorgegeben. Der Empfänger passt sich immer automatisch an die Bitrate des Senders an.

Auf der Empfängerseite muss dann wieder in Echtzeit eine Decodierung und Dekompression des Livestreams erfolgen. Diese Aufgabe kann ein PC mit entsprechender Software oder ein spezielles Internetradio (z. B. IR 100) übernehmen, das im „Look and Feel“ einem klassischen Radio gleicht und auch entsprechend einfach und übersichtlich zu bedienen ist.

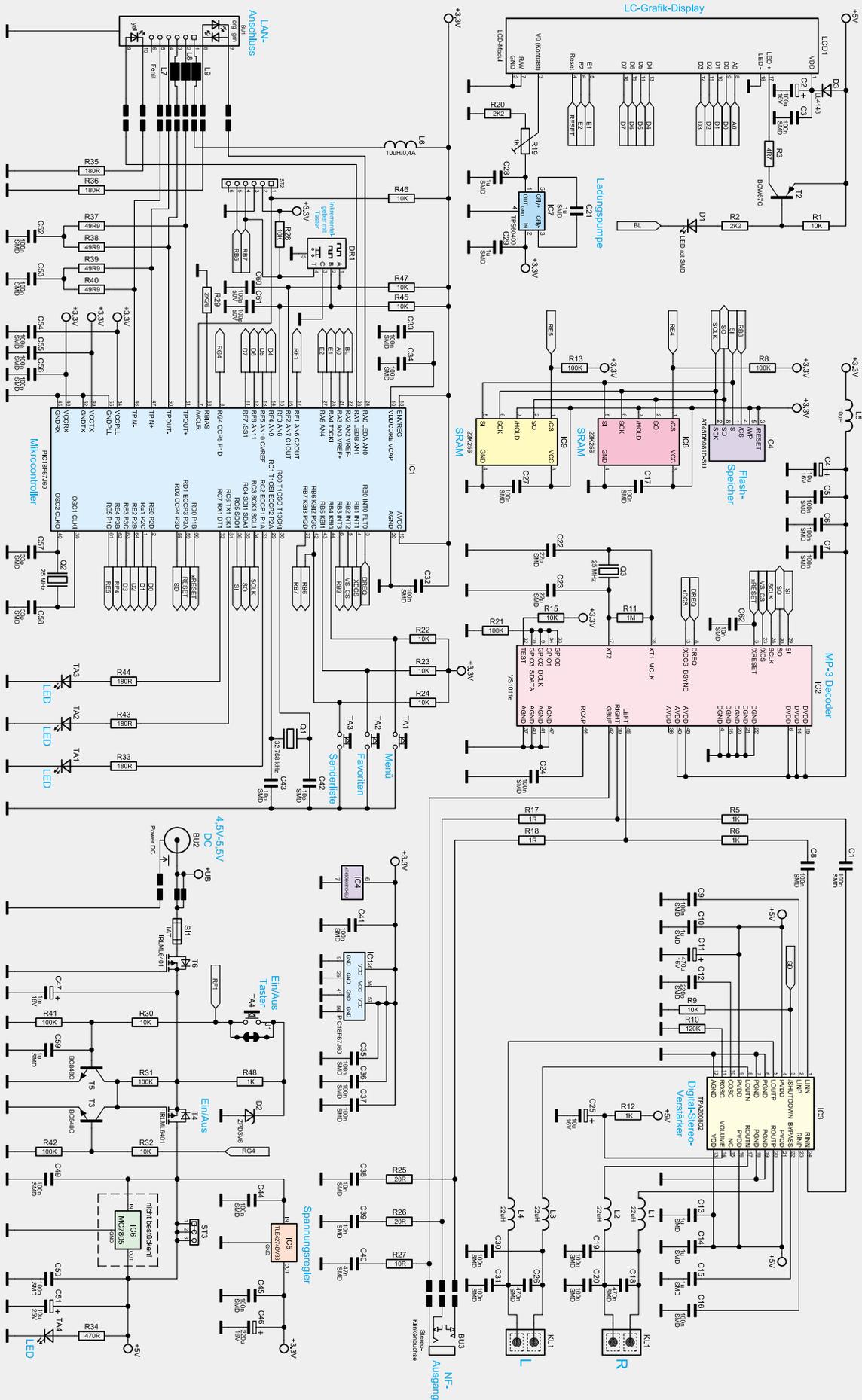


Bild 6: Schaltbild des Internetradios IR 100

neral-Purpose-I/O-Anschlüssen (Pin 9, 10, 33 und 34), den Abblock-Kondensatoren C 5 bis C 7 an den einzelnen Versorgungspins des Bausteins und einem Filter-Kondensator für die Referenz an Pin 44 (C 24). R 15 legt Pin 32 auf High-Potenzial und die Spule L 5 verhindert hochfrequente Störeinkopplungen. Die Pufferung der Spannungsversorgung für den MP3-Decoder übernimmt C 4.

Die analogen Audiosignale vom Ausgang des MP3-Decoders gelangen zum einen über R 17 und R 18 auf die NF-Ausgangsbuchse und zum anderen über R 5, R 6 sowie C 1 und C 8 auf die Eingänge des digitalen Class-D-Endverstärkers IC 3.

Das Lautsprecher-Ausgangssignal des rechten Kanals wird über die zur hochfrequenten Störunterdrückung dienenden Spulen L 1 und L 2 zum Lautsprecher-Ausgang (Schraubklemme KL 1) geführt, und das Signal des linken Kanals gelangt in der gleichen Weise über L 3 und L 4 zum Lautsprecher-Ausgang.

Der integrierte Taktoszillator des Digitalverstärkers ist extern mit dem Widerstand R 10 und dem Kondensator C 12 beschaltet. Abgesehen von einigen Abblock-Kondensatoren ist beim Digitalverstärker keine weitere externe Beschaltung erforderlich.

Über den Widerstand R 12 wird der Verstärker auf max. Lautstärke gestellt, wobei C 25 Störeinflüsse verhindert.

Kehren wir noch einmal zurück zum Mikrocontroller IC 1. Im Controller sind zwei Taktoszillatoren integriert, die extern mit den Quarzen Q 1 und Q 2 sowie den Kondensatoren C 42, C 43, C 57 und C 58 beschaltet sind.

Die Bedienelemente – bestehend aus den Tasten TA 1 bis TA 3, dem Taster des Inkrementalgebers DR 1 – und die Impulsausgänge des Inkrementalgebers sind direkt an die entsprechenden Ports des Mikrocontrollers angeschlossen. Die Widerstände R 22 bis R 24, R 28, R 45 und R 47 dienen als Pull-ups. Die Stiftleiste ST 2 wird ausschließlich zur Programmierung des Controllers in der Produktion benötigt. Oben links im Schaltbild ist das Grafik-LC-Display des IR 100 zu sehen. Das intelligente Display kommuniziert über die Leitungen D 0 bis D 7, A 0, E 1, E 2 und Reset mit dem zentralen Mikrocontroller (IC 1). Da zur Display-Kontrasteinstellung eine negative Spannung benötigt wird, ist der nach dem Ladungspumpen-Prinzip arbeitende DC/DC-Wandler IC 7 erforderlich. Dieses IC benötigt an externer Beschaltung nur die Kondensatoren C 21, C 28 und C 29, und mit Hilfe des Trimmers R 19

kann der Kontrast eingestellt werden. Die LED-Hinterleuchtung des Displays wird über den Transistor T 2 geschaltet. Der im Kollektorkreis liegende Widerstand R 3 dient dabei zur Strombegrenzung für die LED-Hinterleuchtung. Die in Reihe zum Basis-Spannungsteiler geschaltete Leuchtdiode D 1 dient zur Pegelanpassung, da die Hinterleuchtung mit 5 V und der steuernde Mikrocontroller mit 3,3 V arbeitet. Am Display wird die Betriebsspannung mit C 2 gepuffert und C 3 verhindert hochfrequente Störungen.

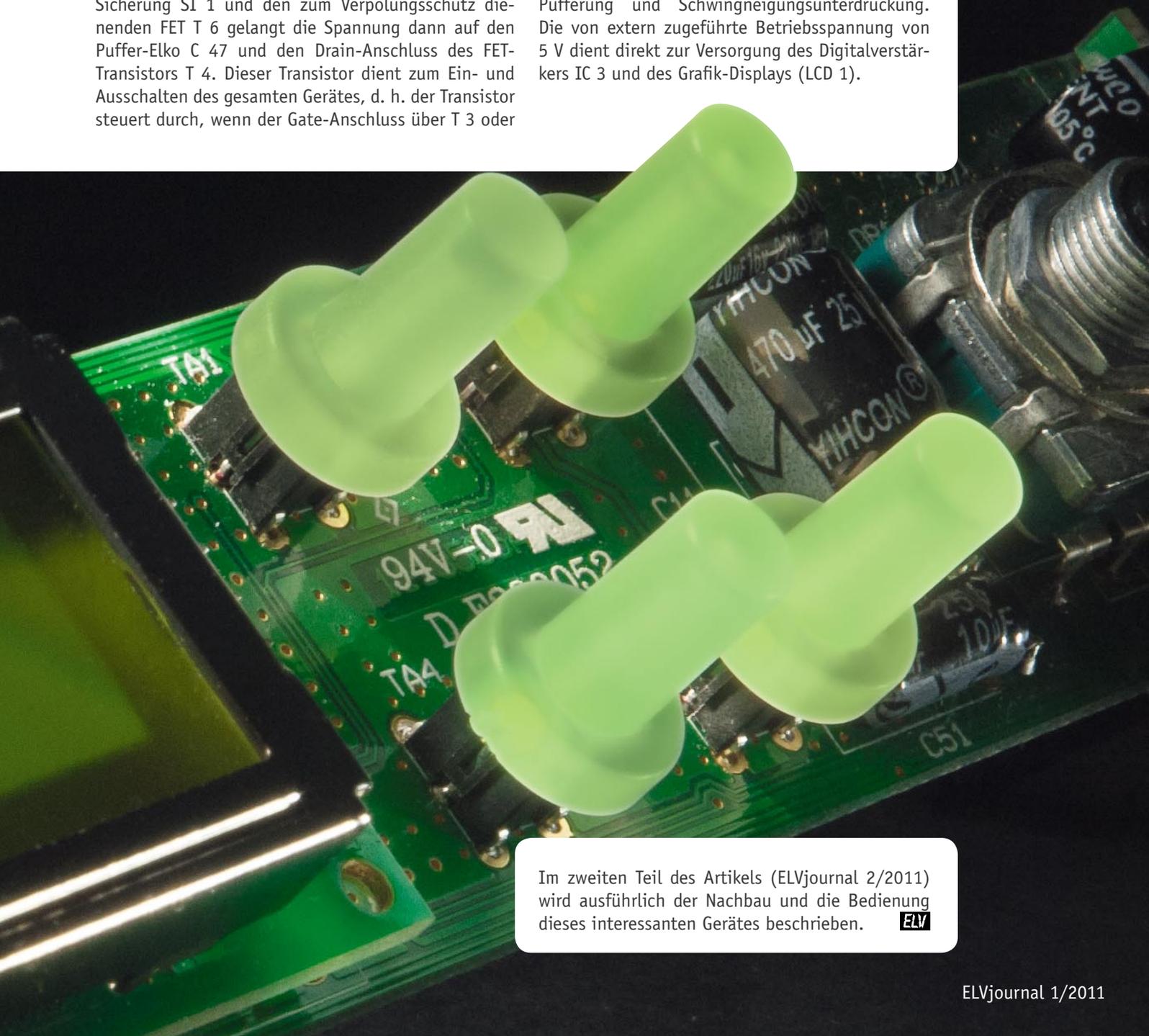
Die Spannungsversorgung des IR 100 ist unten rechts im Schaltbild dargestellt. Während der Digital-Stereo-Verstärker (IC 3) und das Display 5 V benötigen, liefert der Spannungsregler IC 5 eine stabilisierte Ausgangsspannung von 3,3 V für die gesamte weitere Elektronik.

An der Buchse BU 2 wird dem Internetradio die z. B. von einem stabilisierten 5-V-Steckernetzteil kommende externe Versorgungsspannung zugeführt. Über die Sicherung SI 1 und den zum Verpolungsschutz dienenden FET T 6 gelangt die Spannung dann auf den Puffer-Elko C 47 und den Drain-Anschluss des FET-Transistors T 4. Dieser Transistor dient zum Ein- und Ausschalten des gesamten Gerätes, d. h. der Transistor steuert durch, wenn der Gate-Anschluss über T 3 oder

T 5 auf Masse gezogen wird. Zum Einschalten des Gerätes mit Hilfe des Tasters TA 4 wird über den Basis-Spannungsteiler (R 30, R 41) zunächst der Transistor T 5 durchgesteuert. Dieser Transistor zieht das Gate-Potenzial von T 4 auf Masse und dieser schaltet durch. Mit dem Anliegen der Versorgungsspannung läuft der Mikrocontroller hoch, der dann über Port RG 4 (Pin 8) den Transistor T 3 durchsteuert. Dadurch bleibt T 4 auch nach dem Loslassen des Tasters TA 4 durchgesteuert.

Zum Ausschalten des Gerätes ist wieder die Taste TA 4 zu betätigen. Dadurch erfolgt an Port RF 1 (Pin 17) ein Pegelwechsel von „low“ nach „high“, der vom Controller registriert wird. Dieser schaltet dann nach dem Loslassen des Tasters den FET (T 4) über Port RG 4 ab.

Im Netzteilbereich unterdrücken die Kondensatoren C 44, C 45, C 49 und C 50 hochfrequente Störeinflüsse und C 46, C 51 dienen jeweils zur Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung. Die von extern zugeführte Betriebsspannung von 5 V dient direkt zur Versorgung des Digitalverstärkers IC 3 und des Grafik-Displays (LCD 1).



Im zweiten Teil des Artikels (ELVjournal 2/2011) wird ausführlich der Nachbau und die Bedienung dieses interessanten Gerätes beschrieben. 