

# Röhrenradio-Restaurierung

## Ein praktischer Ansatz

Warum gibt es ein Interesse an „alten“ Röhrenradios? Eigentlich sollten diese Geräte längst in Vergessenheit geraten sein, vor allem bei den heute scheinbar unbegrenzt zur Verfügung stehenden Medienquellen. Tatsache ist, dass die Nachfrage nach Röhrenradios groß ist. In den letzten Jahren haben sich immer mehr Menschen der Aufgabe verschrieben, diese alten Radios wieder zum Leben zu erwecken. Die einen restaurieren sie zu voll funktionsfähigen Geräten, die so gut funktionieren wie zu ihrer Zeit oder sogar besser, die anderen machen sie einfach zu dekorativen Designobjekten für schicke Wohnräume oder Büros.

Teil 1





## Motivation

Die Nachfrage nach alten Röhrenradios ist stark gestiegen, besonders im letzten Jahrzehnt. Ich beurteile nicht die Motivation anderer für den Kauf dieser Geräte, persönlich ziehe ich es vor, sie wieder in einen voll funktionsfähigen Zustand zu versetzen, um sie dann dem täglichen Gebrauch zuzuführen.

Hier wird es knifflig: Die Zahl der in Betrieb befindlichen Radiostationen wird immer knapper. Einige Länder haben die Mittelwelle ganz abgeschafft, Kurzwellensender sind auf eine Handvoll Medien von nationalem Interesse beschränkt, und sogar UKW wird in vielen Teilen der Welt mittlerweile eingestellt. Was hat man also vom Restaurieren?

Nun, eine Sache ist sicher, man erhält keine großen finanziellen Belohnungen für seine Arbeit. Die Anzahl der Stunden, die eine gute Restaurierung normalerweise erfordert, ist sehr hoch, und wenn diese in verkaufbare Arbeitszeit umgerechnet würde, könnte sich niemand ein restauriertes Radio leisten. Es ist durchaus üblich, dass eines dieser Projekte 50, 80 oder sogar 100 Stunden akribischer Arbeit verschlingt. Rechnet man das in Euro um, müsste jedes Radio mehr kosten als so manches Auto. Nein, Geld ist ganz sicher nicht der Motivator.

Meine Motivation ist die Befriedigung, ein altes Radio wieder zum Leben zu erwecken. Der Moment, wenn ich zum ersten Mal das Rauschen höre, ist die größte Belohnung für meine Bemühungen. Ein 60 Jahre altes Radio, das noch voll funktionsfähig ist und aussieht wie eine geschmackvoll gekleidete Dame aus dieser Zeit, ist zudem wunderschön anzusehen.

## Zunächst eine Warnung

Sie müssen sich zunächst einer Sache sehr klar sein: Die Spannungen, um die es sich hier handelt, sind sehr hoch und können tödlich sein. Es gibt keine nette Art, dies zu sagen. Die Spannungen, die die Röhren zum Betrieb benötigen, liegen normalerweise im Bereich von mehreren hundert Volt Gleichspannung und sind gefährlich!

Röhrenradios beziehen ihren Strom normalerweise aus dem Stromnetz, das in Europa derzeit etwa 240 Vac beträgt. Als Nächstes kommt ein Transformator, der die eingehende Netzwechselspannung in eine sekundäre Wechselspannung umwandelt, die in etwa gleich hoch oder höher ist. Diese Spannung wird dann gleichgerichtet und steigt auf bis zu 300 Vdc. Diese Spannung ist gefährlich, also lassen Sie die Finger davon, wenn Sie nicht wissen, was Sie tun!

## Halten Sie sich von einem „Hot Chassis“ fern

Um Ihnen ein wenig Angst einzujagen und um auf die hohe Gefahr hinzuweisen: Einige Radios dieser Ära wurden ohne Transformator gebaut, um Kosten zu sparen. Bei diesen Geräten wird die Netzwechselspannung direkt ohne Transformator gleichgerichtet.

Aus diesem Grund ist das Chassis (ein Grundgerüst aus Metall, auf dem alle Komponenten montiert sind) unter Umständen und je nachdem, wie man den Netzstecker einsteckt, direkt mit der Phase (L) verbunden. Bei diesen Modellen gibt es in der Regel keine von außen berührbaren Metallteile und auch keine Ein- und Ausgangsbuchsen, da diese nicht galvanisch vom Netz getrennt sind. Wenn die isolierende Rückwand des Radios entfernt wird, lässt sich das spannungsführende Chassis berühren. Hier ist also besondere Vorsicht geboten!

Solche Radios werden allgemein als „Hot-Chassis“-Radios bezeichnet und sollten niemals ohne einen Trenntransformator bearbeitet werden.

### Achtung Gefahr! – Hochspannung!

Die Spannungen im Inneren eines Röhrenradios können sehr hoch sein – im Bereich von Hunderten von Volt, sodass äußerste Vorsicht geboten ist, um lebensbedrohliche Stromschläge zu vermeiden.

Die beschriebenen Arbeiten dienen nur als Anschauungsbeispiel und zum Verständnis der verwendeten Technologie und sollten nur von dafür qualifizierten Technikern durchgeführt werden.

### Über diese Serie

Diese Artikelserie soll dem Leser einen Einblick in die praktische Seite der Vollrestaurierung eines Röhrenradios geben. Dieser erste Teil führt in die theoretischen Grundlagen ein.

Ein Grundig 2147 aus dem Jahr 1961 ist das Anschauungsobjekt dieser Serie, da es enorme Möglichkeiten bietet, die Fähigkeiten zu erlernen, die zur Restaurierung eines solchen Radios in der Zukunft dienen werden.

### Über den Autor

**Manuel Caldeira** schloss sein Studium der Elektrotechnik an der University of Natal (Durban) 1985 ab und begann direkt nach der Universität bei Siemens (Südafrika) zu arbeiten. Danach ging er in die Wirtschaft, anstatt in der Technik zu bleiben. Schließlich kehrte er aus Spaß zur Elektronik zurück und genießt es, alte Röhrenradios zu restaurieren und an so ziemlich allem zu tüfteln, was ihm auf dem Gebiet der Elektronik gefällt. Das beinhaltet in der Regel einige Audioanwendungen, aber das ist keine Regel.

Er betreibt von seinem Wohnsitz auf Madeira aus auf YouTube mit mehr als 11.000 Abonnenten den Kanal „Electronics Old and New by M Caldeira“, der sich hauptsächlich mit Röhrenradios beschäftigt. In den vergangenen fünf Jahren hat er dazu mehr als 300 Videos veröffentlicht.

Und selbst dann sollte man besondere Vorsicht walten lassen!

## Was benötige ich?

Sie müssen theoretisch kein Elektronik-Ingenieur sein, um ein Röhrenradio zu restaurieren. Sie benötigen auch keine komplette Laborwerkstatt voller Geräte, die mehr wert sind als Ihr Haus.

Sie müssen aber unbedingt verstehen, ohne es aus eigener Erfahrung lernen zu müssen, dass hohe Spannungen tödlich sein können, daher ist Sicherheitsbewusstsein unerlässlich!

Ich bin mehr als einmal gefragt worden, wie man die hintere Abdeckung eines Röhrenradios entfernt, das jemand restaurieren will. Das ist erschreckend! Wenn Sie nicht wissen, wie man vier Schrauben löst, sollten Sie definitiv nicht versuchen, ein Röhrenradio zu restaurieren.

Grundwissen über Elektronik ist sehr hilfreich. Einige Komponenten sehen in diesen Radios vielleicht ein wenig anders aus als in modernen Geräten, aber ihre Funktionen sind im Grunde die gleichen. Wenn Sie diese Grundlagen verstehen, wird der Prozess viel intuitiver sein und viel mehr Spaß bringen.

Was die Ausrüstung betrifft, so ist neben grundlegenden mechanischen Werkzeugen ein Multimeter unerlässlich, ebenso ein Lötkolben. Ein Signalgenerator ist ebenfalls sehr nützlich. Sie können hinsichtlich der Testgeräte fast unbegrenzt Geld investieren, wenn Sie wollen (oder es sich leisten können), und sich eine ganze Reihe von ihnen zulegen, aber das meiste davon ist nicht notwendig, um eine einfache Restaurierung durchzuführen.

## Welche Radios eignen sich am besten?

Ich persönlich bevorzuge deutsche Röhrenradios aus den 1950er- und 60er-Jahren. Dafür gibt es viele Gründe, aber der wichtigste ist, dass die Qualität der Geräte, die von den deutschen Markenherstellern dieser Zeit produziert wurden, unbestritten die beste der Welt ist. Namen wie SABA, Telefunken, Grundig, Loewe-Opta, Nordmende, Graetz, Schaub-Lorenz, Sie-

mens, Braun sind allesamt deutsche Markennamen aus dieser Zeit. Sie sind an technischer Exzellenz und Innovation unübertroffen. Die **Bilder 1 bis 3** zeigen das breite Spektrum an Stilen, das uns diese Marken beschert haben – wahre Kunstwerke.

### Warum deutsche Röhrenradios?

- Zu den besten Marken der Welt gehören SABA, Telefunken, Grundig, Loewe-Opta, Nordmende, Graetz, Schaub-Lorenz, Siemens, Braun ... alles deutsche Marken aus den 1950er- und 1960er-Jahren.
- Die technische Innovation und Detailtreue ist verblüffend.
- Viele Geräte sind auf der ganzen Welt erhältlich.
- Die internen Konfigurationen sind sehr ähnlich.
- Eine ziemlich standardisierte Röhrenauswahl ist üblich.
- Ersatzröhren sind auch heute noch erhältlich.
- Service-Handbücher folgen der gleichen Logik.
- UKW/FM ist allgemein verfügbar.

Aus der Sicht eines Restaurators gibt es noch viele weitere Gründe für diese Vorliebe. Ein Grund ist die Verfügbarkeit. Da es sich um international vertriebene Marken handelte, gibt es heute viele dieser Radios auf der ganzen Welt. Sie haben einen hohen Wiedererkennungswert, und ihre Bauqualität stellt sicher, dass der Erfolg eines Restaurierungsversuchs wahrscheinlich hoch ist.

Die Radios sind sich auch in der allgemeinen „Anatomie“ sehr ähnlich, sodass Sie, wenn Sie einmal an einem gearbeitet haben, wahrscheinlich Ähnlichkeiten im nächsten erkennen werden. Das Gleiche gilt für die verwendeten Röhren. Sie sind im Allgemeinen standardisiert, sodass es einfach ist, einen kleinen „Vorrat“ an Ersatzröhren für zukünftige Projekte anzulegen, und Ersatzröhren sind recht einfach zu finden, entweder aus alten Beständen oder neu produziert.

Die Bedienungsanleitungen vieler dieser Sets, unabhängig von der Marke, folgen der gleichen Logik. Das macht es einfacher, sich ein gutes Allgemeinwissen für die Arbeit an diesen Sets aufzubauen.

Ein weiteres Merkmal ist, dass die meisten dieser Radios mit einem Phono-Eingang und FM(UKW)-Bändern sowie den Standard AM-Bändern ausgestattet sind. Zwar reichte das UKW-Band der damaligen Zeit nicht bis 108 MHz, wie es heute üblich ist, aber dieses Feature macht es möglich, das Radio nach der Restaurierung wirklich täglich zu nutzen. Sie müssen es hören, um es zu glauben, aber ich behaupte, dass das Hören eines klaren UKW-Senders mit einem dieser Radios viel angenehmer ist als mit einem modernen Gerät. Der Klang ist warm, satt und beruhigend, daher stelle ich immer sicher, dass UKW bei den meisten Geräten, die ich restauriere, verfügbar ist.



Bild 1: SABA Freiburg 8 Automatic, 1957



## Die Eigenschaften eines Funksignals

Da unser Interesse der Restaurierung von Röhrenradios gilt, ist es hilfreich, sich die Eigenschaften der Funksignale, die wir empfangen wollen, ins Gedächtnis zu rufen. Es ist zwar nicht unbedingt notwendig, aber ein Verständnis der Grundprinzipien von Radiowellen kann sehr hilfreich sein.

### AM

Die Amplitudenmodulation (AM) ist das Rückgrat eines Radios aus der damaligen Zeit. Die meisten Radiosender waren AM-Sender und übertrugen ihre Informationen in diesem Format auf den verschiedenen Funkbändern, darunter:

- Langwelle: 145–420 kHz
- Mittelwelle: 510–1620 kHz
- Kurzwelle: 1,6–30 MHz

Diese Bänder variierten leicht, je nachdem, wo man sich auf der Welt befand, aber alle beinhalteten den Empfang eines Trägersignals, das durch das gesendete Audiosignal moduliert wurde. Dieses Audiosignal wurde dann von diesem Träger „extrahiert“, verstärkt und vom Radio wiedergegeben.

Die detaillierten Eigenschaften von AM-modulierten Radioübertragungen unterschieden sich je nach dem Band, das sie belegten. Was sie gemeinsam hatten, war die Anfälligkeit für übermäßiges Rauschen und eine relativ geringe Bandbreite. Diese Unzulänglichkeiten waren für die Sprachübertragung akzeptabel, aber für die Musikkwiedergabe hoffnungslos unpraktisch. Nichtsdestotrotz waren diese Radiobänder in den 1950er- und 1960er-Jahren voll mit Sendern, die die Öffentlichkeit mit der populärsten Unterhaltung versorgten, die zu dieser Zeit verfügbar war.

### FM

Das FM-Format kam später (in den 1950er-Jahren) und war ein echter Durchbruch für die Übertragung von qualitativ hochwertigem Audio über das Radiospektrum. Da die Information als Modulation der Frequenz des Trägersignals übermittelt wird, ist sie viel weniger anfällig für Amplitudenänderungen, die für die hohen Rauschpegel beim AM-Radioempfang verantwortlich sind.

Dass ein viel höheres Frequenzband verwendet wird, bedeutet, dass die Bandbreite, die jeder Sender belegen kann, auch viel höher ist (ca. 200 kHz) als bei AM-Sendern (ca. 10 kHz). So kann ein Signal mit höherer Wiedergabetreue übertragen werden.

In Deutschland wurde 1955 ein Netz von UKW-Sendern als Lösung für die Überfüllung der Mittel- und Kurzwellen-Rundfunkbänder initiiert. Dieses Band erstreckte sich zunächst von 87,5 MHz bis 100 MHz und wurde später schrittweise auf



Bild 2: Grundig 2147, 1961

102 MHz, 104 MHz und schließlich bis zu den heute verwendeten 108 MHz erweitert.

Mit UKW in einem Röhrenradio können Sie das Gerät wirklich täglich nutzen, denn der UKW-Empfang ist bei diesen Radios fantastisch gut. Meiner Meinung nach besser als der Klang, der bei modernen Geräten erreicht wird.

FM-Stereo wurde in den 1960er-Jahren eine Option. Damit begann auch das Ende der Röhrenradio-Ära, sodass die Mehrzahl der Röhrenradios, an denen ein Restaurator arbeiten wird, Monogeräte sind. Stereoeräte gibt es, aber normalerweise bezieht sich die Funktion auf die Stereowiedergabe einer externen Quelle, wie z. B. die eines Platten- oder Kassettenspielers, und sehr selten auf den tatsächlichen UKW-Stereoempfang. Geräte, die UKW-Stereo empfangen, sind erstaunlich, denn sie verwenden ausgeklügelte Multiplex-Decoder, die jedem Restaurierungsprojekt die nötige Würze verleihen.



Bild 3: Braun Atelier 3, 1962

## Die Anatomie eines typischen Röhrenradios

Wie ein Chirurg, der die verschiedenen Teile eines menschlichen Körpers verstehen muss, sollte ein Restaurator die verschiedenen Teile eines typischen Radios kennenlernen. Dies wird helfen, die verschiedenen Abschnitte leicht einzuordnen und somit eine schnelle Identifizierung und Prüfung jedes Teils während des Restaurierungsprozesses zu ermöglichen.

Glücklicherweise unterscheiden sich die Radios, auf die wir uns konzentrieren werden, nicht allzu sehr in Hinblick auf diese Teile. In Deutschland hergestellte Röhrenradioempfänger aus den 1950er- und 1960er-Jahren bestehen alle aus einem Standardsatz von „Baugruppen“ (wie in Bild 4 und 5 gezeigt). Einige fügen mehr Details hinzu, andere weniger, aber die Grundlagen sind im Wesentlichen die gleichen.

Lassen Sie uns einen kurzen Blick auf diese Abschnitte werfen und uns an ihren Zweck im Radio erinnern. Wir werden uns zuerst die AM-Bänder anschauen und später sehen, wie die FM-Bänder in das Bild passen.

### HF-Frontend (Tuner)

Die eingehenden Signale werden von der Antenne aufgenommen und gelangen als ein Cocktail von Frequenzen in den Radio-Tuner (heutzutage als Frontend bezeichnet). Während das Antennendesign selbst dazu dienen kann, einen allgemeinen breiten Filter für die empfangenen Bänder bereitzustellen, leistet es keine gute Arbeit bei der Fokussierung auf die gewünschte Frequenz, auf die wir vielleicht abstimmen möchten.

Der HF-Filter dient dazu, die gewünschte Frequenz abzustimmen und sie durchzulassen, während alle anderen Frequenzen gesperrt werden. Dies geschieht mithilfe eines abgestimmten Kreises (eines Schwingkreises), der im Wesentlichen aus einem Kondensator und einer Induktivität in Parallelschaltung besteht. Eine der Komponenten – normalerweise der Kondensator – ist in der Regel variabel, sodass eine Abstimmung über einen definierten Frequenzbereich – das Band – möglich ist.

Da der Abstimmkondensator normalerweise für alle AM-Bänder des Radios gleich ist, werden verschiedene Induktivitäten in den Schwingkreis geschaltet, um die verschiedenen Bänder zu berücksichtigen. Der Kondensator ist normalerweise vom Doppeldrehtyp (s. Bild 6), bestehend aus zwei separaten Kondensatoren in einem Gehäuse, die sich beim Abstimmen zusammen drehen. Der zweite Abschnitt wird in der

unten beschriebenen Lokal-Oszillatorschaltung verwendet.

Wenn Sie z. B. einen Radiosender hören wollen, der auf dem Mittelwellenband bei 1000 kHz (1 MHz) sendet, haben Sie folgende Möglichkeiten:

- Der Kanalwahlschalter schaltet die entsprechende Induktivität über einen Abschnitt des Abstimmkondensators, sodass der Schwingkreis über das Mittelwellenband abstimmen kann.
- Sie stimmen den Kondensator auf 1 MHz am Wahlschalter ab.

Dadurch ist der Schwingkreis so abgestimmt, dass das 1-MHz-Sendersignal (ein 1-MHz-Träger, der mit dem Audiosignal moduliert ist) durchgelassen wird, während alle anderen Frequenzen und damit Sender gedämpft werden. Diese ausgewählte Frequenz kann dann einem HF-Verstärker zugeführt werden.

Viele der gängigen Radios verwenden eigentlich keinen HF-Verstärker, sondern opfern etwas Empfindlichkeit, indem sie das „abgestimmte“ Frequenzsignal unverstärkt an die nächste Stufe weiterleiten.

### Lokaler Oszillator

Wie der Name schon sagt, handelt es sich bei diesem Teil der Schaltung um einen Oszillator im Radio, der eine Frequenz erzeugt, die der am Antennenkreis oder Tuner abgestimmten Frequenz folgt. Er verwendet im Allgemeinen den zweiten Abschnitt des oben erwähnten Abstimmkondensators.

Die Auswahl einer geeigneten Induktivität, die wiederum entsprechend dem gewählten Frequenzband zugeschaltet wird, ermöglicht es, dass die Frequenz des lokalen Oszillators der abgestimmten Eingangsfrequenz über den gesamten Frequenzbereich folgt, auf den der Empfänger abgestimmt werden soll. Die tatsächliche Frequenz dieses Oszillatorsignals ist so ausgelegt, dass sie genau einen festen Betrag höher ist als die abgestimmte Empfangsfrequenz.

Diese konstante Differenz wird als Zwischenfrequenz (ZF) bezeichnet und kann je nach Radiomark und Design variieren. Viele der infrage kommenden Radios verwenden 460 kHz, die Zwischenfrequenz kann aber auch etwas höher oder niedriger sein. Im Servicehandbuch des Radios wird dieser Wert immer angegeben, da er für die Ausrichtung der abgestimmten Schaltkreise im Radio wichtig ist.

In unserem Beispiel eines abgestimmten 1000-kHz-Senders würde der Lokal-Oszillator ein Signal von 1460 kHz erzeugen.

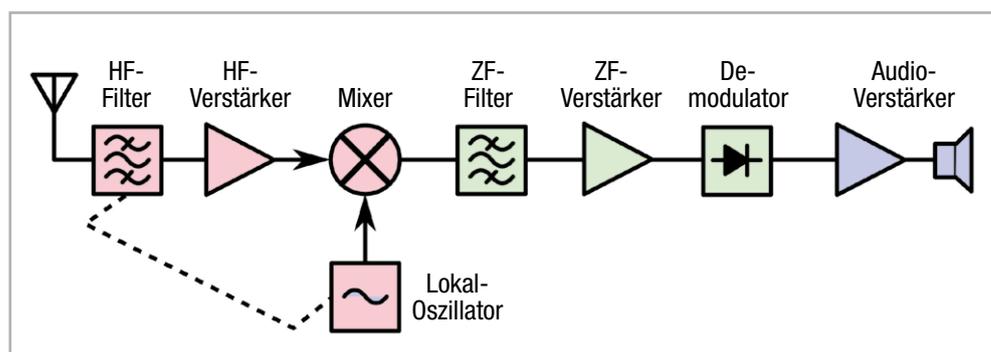


Bild 4: Blockschaltbild des Empfängers- und Verstärkerteils eines typischen Röhrenradios

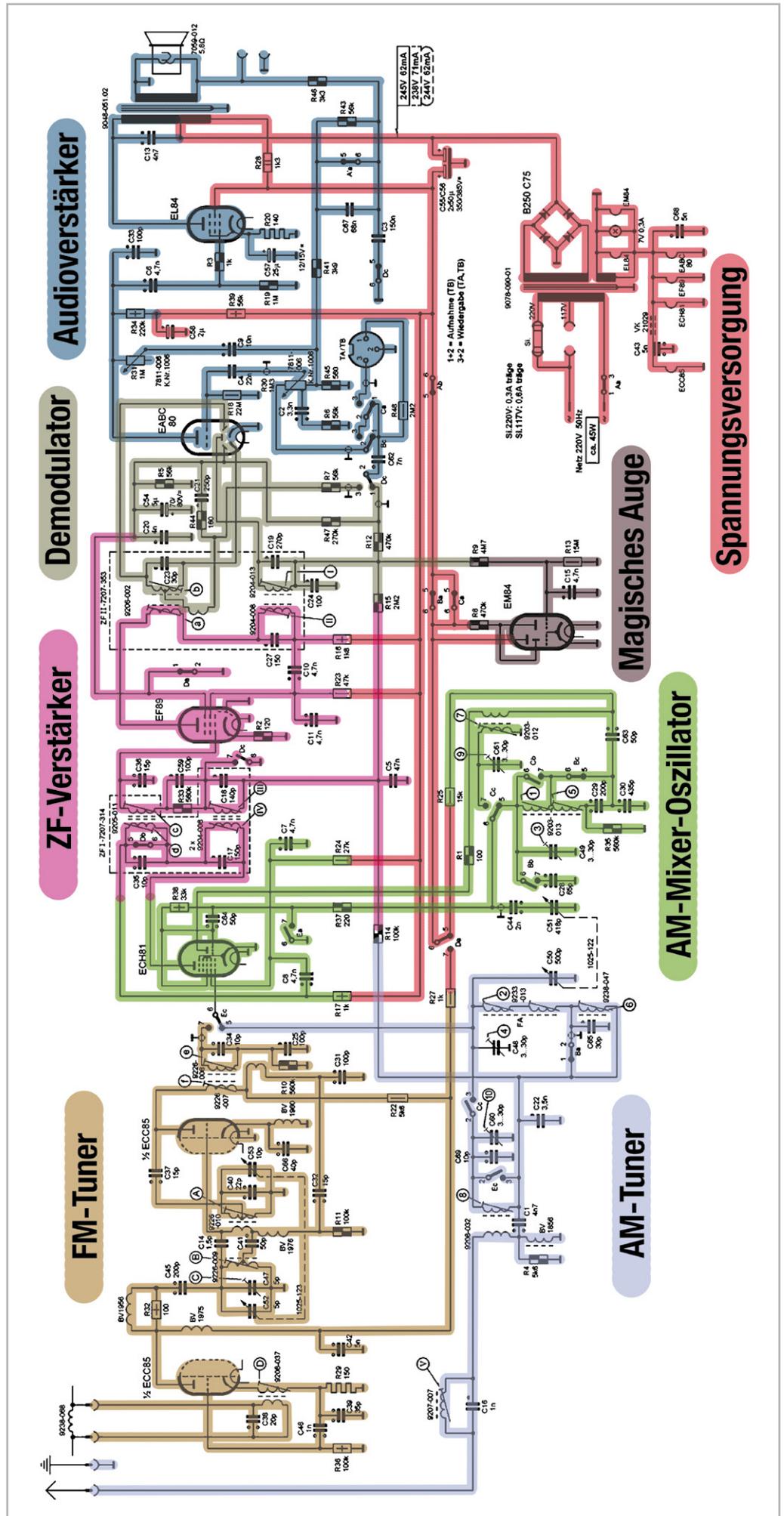


Bild 5: Die verschiedenen Baugruppen, wie sie am Beispiel des Grundig 2147 zu erkennen sind

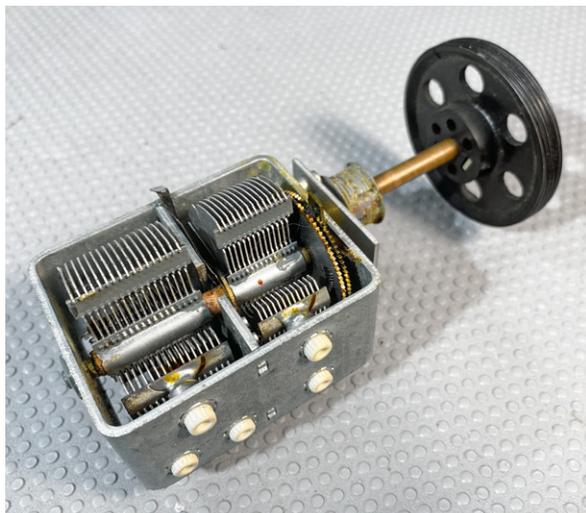


Bild 6: Doppeldreh-Kondensator

## Mixer

Dieser Teil der Schaltung mischt das Empfangssignal (einen amplitudenmodulierten Träger) und das Signal des Lokal-Oszillators (ein „reines“ Signal). Der Vorgang wird Überlagerungsempfänger oder Heterodyn-Empfänger genannt und beinhaltet das Mischen zweier Frequenzen,  $f_1$  und  $f_2$ , und das Erzeugen mehrerer neuer Frequenzen, wobei die wichtigsten die Summe ( $f_1 + f_2$ ) und die Differenz ( $f_1 - f_2$ ) sind.

In unserem Beispiel haben wir:

Eingangssignale:

1000 kHz (abgestimmt durch den Tuner)

1460 kHz (lokaler Oszillator)

Ausgangssignale:

1000 kHz (abgestimmt durch den Tuner)

1460 kHz (Lokal-Oszillator)

2460 kHz (Summe)

460 kHz (Differenz)

In **Tabelle 1** sind Beispiele für die Frequenzen der verschiedenen Signale aufgeführt.

Es ist die letzte Frequenz, die Differenz, an der wir interessiert sind. Wenn wir einige weitere Beispiele auf verschiedenen Bändern nehmen, erhalten wir die in **Tabelle 1** gezeigten Ergebnisse.

Unabhängig vom gewählten AM-Band und von der Frequenz, die wir abstimmen, enthalten die resultierenden Ausgangsfrequenzen immer eine Differenz der Frequenzen. Dies nennen wir die Zwischenfrequenz (ZF). Der wichtigste Aspekt ist, dass dieses Produkt immer noch die gleiche Audioinformation enthält, die ursprünglich von der abgestimmten HF-Frequenz, also

dem Radiosender, übertragen wurde.

Durch diese einfache Art der Abstimmung zweier Kondensatoren in Harmonie haben wir das gesamte AM-Radiospektrum auf eine einzige, relativ niedrige Frequenz reduziert, die die Audioinformationen enthält, auf die wir ursprünglich abgestimmt haben. Es wird dann viel einfacher, dieses Signal zu verarbeiten und die Audioinformationen daraus zu extrahieren (zu demodulieren), was der Zweck des Radios ist.

## ZF-Filter und -Verstärker

Wie oben gesehen, erzeugt der Mixer eine Reihe von Signalen, darunter auch eines mit der gewünschten ZF-Frequenz. Daher müssen wir die anderen unerwünschten Signale loswerden, und dies wird mit mehreren Filterstufen im Signalweg erreicht.

Dazu werden spezielle Übertrager, sogenannte ZF-Übertrager, verwendet. Sie bestehen aus einem Transformator, der aus zwei eng beieinanderliegenden Schwingkreisen besteht, die so abgestimmt werden können, dass nur das gewünschte Frequenzsignal – die ZF-Frequenz – durchgelassen wird, während alle anderen Frequenzen gesperrt (oder stark gedämpft) werden. Dadurch werden die anderen Signale, die der Mixer erzeugt hat, effektiv unterdrückt.

Nach dem ersten ZF-Transformator wird eine Verstärkerstufe verwendet, um das Signal zu verstärken, und dieses wird dann einem zweiten ZF-Transformator zugeführt, um die Frequenzen weiter zu filtern, sodass nur das ZF-Frequenzsignal durchkommt.

Das Ergebnis ist ein Trägersignal auf der ZF-Frequenz (in unserem Beispiel 460 kHz), das mit der Audioinformation amplitudenmoduliert ist, die zuvor von dem 1000-kHz-Signal „getragen“ wurde, auf das wir ursprünglich abgestimmt waren.

## Demodulation

Die Demodulation geschieht mittels einer Diode, wie wir es von einer „normalen“ Gleichrichtung kennen. Die Demodulationsstufe eines AM-Radios macht dies mit einer Besonderheit: Die Diode arbeitet in diesem Fall in Verbindung mit einer Filterschaltung, die eine Zeitkonstante hat. Die Filterschaltung dient dazu, die höhere und gleichgerichtete ZF-Frequenz zu glätten. Das Audiosignal der ZF-Frequenz kommt hingegen im Wesentlichen unverändert durch.

Wir haben nun endlich die Audioinformation, die der Radiosender gesendet hat. Dies nennen wir das NF-Signal (Niederfrequenz-Signal/Audiofrequenz).

Durch die Demodulation wird auch eine Gleichspannung erzeugt – das Ergebnis der Gleichrichtung durch die Diode –, die proportional zur Stärke des Trägersignals ist. Diese negative Gleichspannung ist ein nützliches Nebenprodukt, mit dem die Verstärkung der Röhren geregelt wird. Sie wird als AGC-Spannung (Automatic Gain Control) oder AVC-Spannung (Automatic Volume Control) bezeichnet.

Die AGC-Spannung wird zurückgeführt, um sich mit den Gittervorspannungen der vorangehenden Röhren zu vermischen und deren Verstärkung einzustellen. Dadurch entsteht eine Rückkopplungsschleife, die die Verstärkung bei starkem Senderempfang absenkt und bei schwachem Empfang anhebt. Dies ist eine wirklich intelligente Methode, um sicherzustellen, dass schwache und starke Sender mit ungefähr dem gleichen Pegel empfangen werden. Das Audiosignal wird über einen Koppelkondensator von der AGC-Spannung getrennt, und von diesem Punkt an haben wir einen reinen Ton, wenn auch mit einem sehr niedrigen Pegel.

## Audio-Verstärker

Der typische Audioteil (NF) eines Röhrenradios erfüllt einige Funktionen:

- Eine Vorverstärkerstufe hebt den Pegel des von der Demodulatorstufe kommenden Audiosignals an.
- Ein Wahlschalter wählt zwischen diesem Audiosignal und einer externen Audioquelle, wie z. B. einem Platten- oder Kassettenspieler, der an das Gerät angeschlossen ist.

### Ausgangssignale des Mixers bei verschiedenen Abstimmungen

<b>HF-Tuner</b>	850 kHz	300 kHz	7500 kHz	15.100 kHz
<b>Lokaler Oszillator</b>	1310 kHz	760 kHz	7960 kHz	15.560 kHz
<b>Summe</b>	2160 kHz	1060 kHz	15.460 kHz	30.660 kHz
<b>Differenz</b>	460 kHz	460 kHz	460 kHz	460 kHz



Bild 7: Auswählbare Klangeinstellungen an einem Grundig 4060

- Er ist Lautstärke- und Tonregler. Eine Besonderheit der deutschen Röhrenradios ist, dass die meisten von ihnen eine wirklich komplexe Klangformungsschaltung enthalten, die dem Gerät eine Funktionalität verleiht, die den Klang sehr anpassungsfähig an die Art des dargebotenen Tons und den Geschmack des Hörers macht.
- Seine Leistungsröhre(n), die einen Ausgangstransformator ansteuern/ansteuert, dienen der Impedanzanpassung zwischen den hochohmigen Ausgangsröhren und dem niederohmigen Lautsprecher oder Lautsprechersatz. In einigen Fällen werden mehrere Lautsprecher verwendet, um den Klang besser zu verteilen und/oder sowohl die Bass- als auch die Höhenfrequenzen genauer zu reproduzieren.

Es ist erstaunlich zu sehen, mit welchem technischen Genie eine wirklich innovative Audiowiedergabe geschaffen wurde. Die Ingenieure der alten Röhrenradios entwickelten und implementierten viele Effekte, wie z. B. 3D-Klang – einen Vorläufer von Stereo – und zahlreiche Tonformungsfunktionen. Neben den „normalen“ Bass- und Höhenpotentiometern implementierten sie auch Registertasten, mit denen sich feste Klangkurven einstellen ließen, die sich am besten für „Jazz“, „Solo“, „Orchester“, „Sprache“ oder „Musik“ usw. eigneten, sodass man das Radio perfekt an seine Hörvorlieben anpassen konnte (Bild 7).

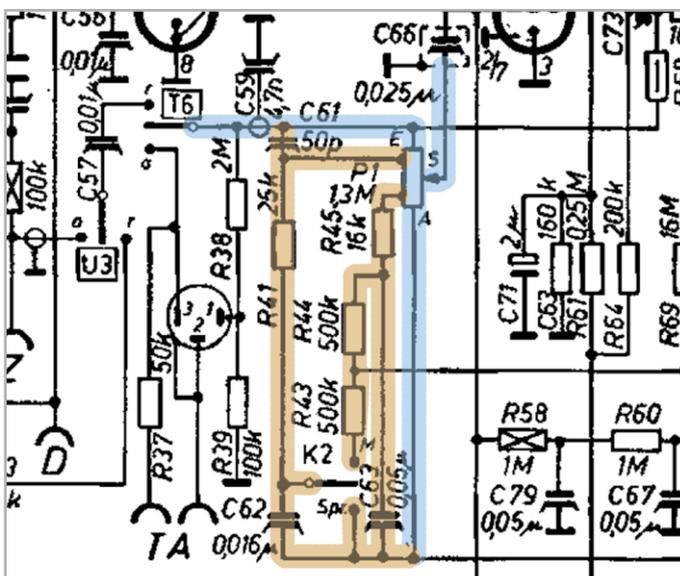


Bild 8: Abgriff am Lautstärkepoti für den „physiologischen Lautstärkereger“

Eine weniger offensichtliche Funktion bestand darin, dass an bestimmten Punkten des Lautstärkereglers Abgriffe vorhanden waren, die den Ton in Abhängigkeit von der Lautstärke formten. Dies war effektiv eine frühe Form der „Loudness“-Regelung, auch „physiologische Lautstärkeregelung“ genannt (Bild 8).

Die Stereotasten-Funktion wurde zunächst hinzugefügt, um die Stereowiedergabe von externen Quellen wie einem Platten- oder Kassettenspieler zu ermöglichen. Später, als diese Funktion zum Standard wurde, wurde auch der vollständige UKW-Stereoempfang untergebracht.

### Was ist mit FM?

Die meisten der Radios dieser Zeit waren mit UKW- und AM-Empfängern ausgestattet. Dies zeigt sich darin, dass das gesamte Empfangsteil üblicherweise in ein Metallgehäuse eingebaut ist, das den HF-Teil, den lokalen Oszillator und die Mixerschaltungen für beide Empfangsarten (FM und AM) enthält.

Das Signal kommt aus dem abgeschirmten Tuner in Form eines frequenzmodulierten ZF-Trägers, normalerweise bei 10,7 MHz, der in den bestehenden AM-Zwischenfrequenz-Signalweg eingespeist wird. Aufgrund des großen Frequenzabstands der beiden ZF-Frequenzen können sie gemeinsam durch die ZF-Filter und ZF-Verstärker laufen. Die ZF-Transformatoren sind normalerweise für zwei Zwecke ausgelegt – AM und FM. Die AM-Frequenz durchläuft ungehindert die FM-Schwingkreise, und das Gleiche gilt für die FM-Frequenz durch die AM-Filter (Bild 9).

Nach der ZF-Filterung und der Verstärkungsstufe trennen sich die beiden Signale (AM und FM) wieder, da die Umwandlung dieser beiden Signale in Audio nicht auf die gleiche Weise erfolgt. Die AM-Demodulation wurde oben einfach beschrieben, aber die FM-Detektorstufe, in vielen Fällen ein Ratio-Detektor (siehe Bild 10), ist etwas komplexer zu erklären, und das würde den Rahmen dieses eher kurzen Überblicks sprengen.

Bei der FM-Modulation ist die Audioinformation nicht wie beim AM in der Amplitude des Signals, son-

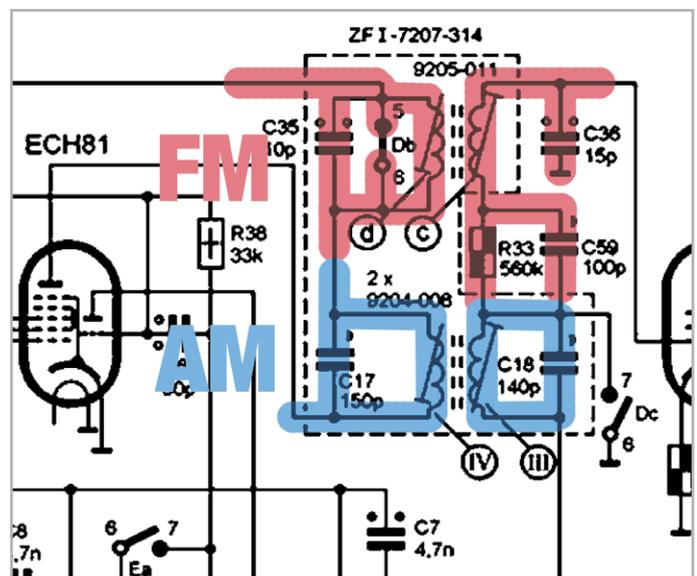


Bild 9: ZF-Übertrager für FM und AM

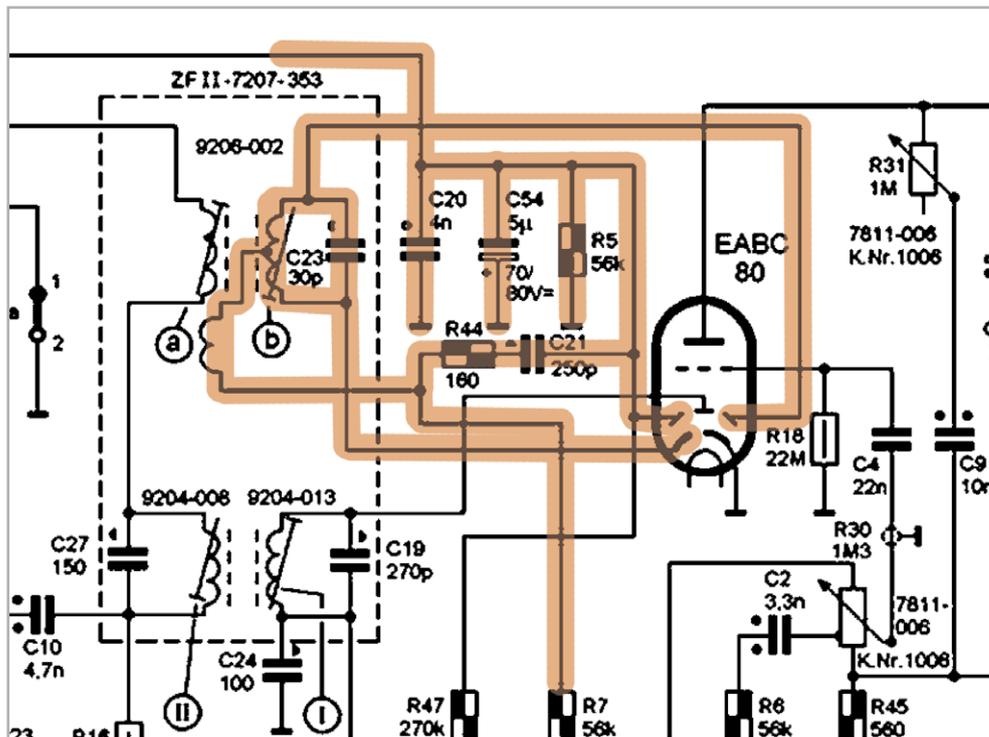


Bild 10:  
Der FM-Detektor im  
Grundig 2147

den in der Frequenzänderung enthalten. Diese Information zu demodulieren erfordert mehr technischen Aufwand. Es genügt zu sagen, dass, wie bei der AM-Demodulation, das Signal aus der FM-Detektorstufe in Form eines Audiosignals kommt, das in den zuvor beschriebenen Audio-Wahlschalter eingespeist wird. Das Audiosignal wird dann genau so behandelt wie das von den AM-Bändern, und wird verstärkt, um einen erstaunlich satten Klang aus den Lautsprechern zu erzeugen.

### Jetzt wissen wir alles, richtig?

Nicht ganz. Dieser Überblick über die verschiedenen Teile eines typischen Röhrenradios ist wichtig, da er allgemein beschreibt, wie diese Radios als Einheit zu-

sammenkommen. Jedes Radio, das Sie restaurieren, wird anders sein, was die Arbeit zwar anspruchsvoller, aber auch unendlich interessanter macht. Die Teile, auf die Sie stoßen, mögen der allgemeinen Beschreibung entsprechen, aber die Details sind es, die ein Gerät von einem anderen unterscheidet, und nur die Erfahrung kann diese Lücken in der Dokumentation füllen.

### Ausblick

Im zweiten Teil dieser Serie beschäftigen wir uns zunächst mit der Auswahl des richtigen Restaurationsobjekts und zeigen dazu Auswahlkriterien sowie eine Checkliste und worauf man noch achten sollte. Dann steigen wir am Beispiel des Grundig 2147 in die ersten praktischen Schritte einer Restaurierung ein. **ELV**

## ELV® Unsere Social-Media-Kanäle

Den Kontakt zum ELVjournal finden Sie nicht nur über unsere E-Mail-Adresse [redaktion@elvjournal.com](mailto:redaktion@elvjournal.com) oder die Postanschrift ELV Elektronik AG · Redaktion ELVjournal · Maiburger Straße 29–36 · 26789 Leer, sondern auch über unsere Social Media-Kanäle.

Hier erfahren Sie außerdem Neuheiten zu Bausätzen, Angeboten oder neuen Produkten im Sortiment von ELV. Auch interessante Nachrichten werden hier veröffentlicht.



[www.youtube.com/user/elvelektronikde/](http://www.youtube.com/user/elvelektronikde/)



[www.facebook.com/elvelektronik](http://www.facebook.com/elvelektronik)



[www.twitter.com/elvelektronik](http://www.twitter.com/elvelektronik)