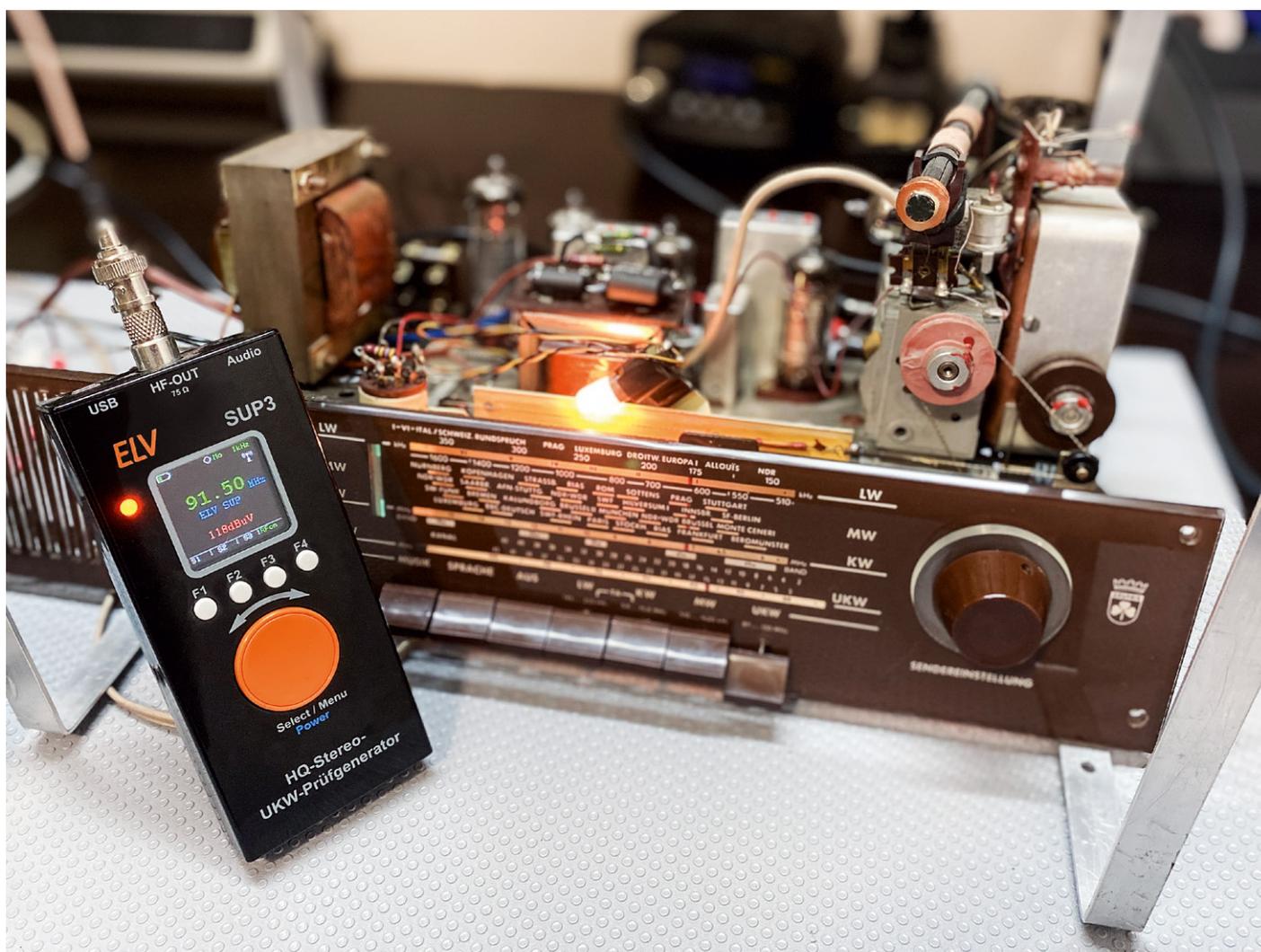


# Röhrenradio-Restaurierung

## Restaurierung und Abstimmung

Teil 10

Die größte Befriedigung bei der Restaurierung eines Radios ist es, am Ende ein schönes altes Gerät zu erhalten, das so aussieht und funktioniert, wie es ursprünglich konzipiert wurde. Doch es gibt heute immer weniger Radiosender, die man mit diesen Geräten empfangen kann. Waren früher Sender auf Kurz- und Mittelwelle noch an der Tagesordnung, nimmt die Auswahl an Stationen in diesen Bereichen immer weiter ab. Daher gehen wir in diesem Beitrag mit dem UKW-Bereich den wahrscheinlich wichtigsten Teil eines Röhrenradios an.



### Über diese Serie bzw. die Beiträge

Diese Artikelserie soll dem Leser einen Einblick in die praktische Seite der Vollrestaurierung eines Röhrenradios geben.

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 könnten.

### Über den Autor

Manuel Caldeira schloss sein Studium der Elektrotechnik an der University of Natal (Durban) 1985 ab. Direkt nach der Universität begann er, 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.

Er betreibt von seinem Wohnsitz auf Madeira aus mit mehr als 16800 Abonnenten auf YouTube den Kanal „Electronics Old and New by M Caldeira“, der sich hauptsächlich mit Röhrenradios beschäftigt. In den vergangenen sechs Jahren hat er dazu mehr als 450 Videos veröffentlicht.

## UKW vs. MW vs. KW

Mittelwellensender als Übertragungsmedium zum Erreichen einer lokalen Bevölkerung werden immer mehr zu einem raren Gut. Und Kurzwellensender sind im Vergleich kaum von praktischem Nutzen, wenn man sie mit all den alternativen (und besseren) Möglichkeiten zur Übertragung von Nachrichten und Kulturprogrammen in der ganzen Welt vergleicht.

Die Abschaltung dieser Dienste hat auf der ganzen Welt stattgefunden und wird sich immer weiter ausbreiten, was für unsere Röhrenradios bedeutet, dass diese immer weniger genutzt werden können. Die widerstandsfähigste Form der Kommunikation in Kampf gegen das Aussterben ist das UKW-Band. Trotz des geplanten Auslaufens der UKW-Übertragungen in vielen Ländern hat die Ultrakurzwellen dem Niedergang länger widerstanden als ursprünglich erwartet.

Zugegebenermaßen, einige Länder haben bereits mit der Abschaltung dieser Übertragungen begonnen, aber in vielen anderen Teilen der Welt ist UKW nach wie vor die hauptsächliche Übertragungsart. Die Tatsache, dass dieses Band auf dem Autoradio-markt eine große Verbreitung hat, trägt wahrschein-

lich zu diesem Phänomen bei. Ungeachtet der Gründe für sein Fortbestehen ist es derzeit das Band, das am besten mit einem dieser Radios genossen werden kann.

Die Integrität des Empfangs ist sehr gut, und auch die Klangqualität wird im Allgemeinen als sehr gut bewertet. Aus diesem Grund vergebere ich mich immer wieder, dass ein Radio über UKW verfügt, bevor ich ein Restaurierungsprojekt in Angriff nehme.

## Wie UKW in diese Radios integriert ist

Der Trick bei der Integration von UKW in diese klassischen Röhrenradios, die ursprünglich nur für Mittelwelle ausgelegt waren, ist die Tatsache, dass es für viele Teile der Schaltung nicht wichtig ist, welche Frequenzen durchgelassen werden. Bild 1 zeigt das Konzept, das ich im Folgenden erläutern werde.

Eine der teuersten Stufen eines Radios ist die Stromversorgung. Ihre Aufgabe ist es, das Gerät mit Strom zu versorgen. Daher ist dieser Teil bereits im Design enthalten, und es sind keine zusätzlichen Kosten erforderlich, um die Funktionalität des Radios zu erweitern.

Das Gleiche gilt für die Audiostufen. Audio ist Audio, und dem Vorverstärker ist es egal, ob das Signal von einem Mittelwellensender, einem UKW-Sender oder sogar von einem Grammophoneingang kommt, solange es ein Audiosignal ist. Das bedeutet, dass diese Stufen sowie der zugehörige (und teure) Ausgangstransformator und der Lautsprecher ebenfalls bereits im Radio enthalten sind. Auch hier entstehen

also keine zusätzlichen Kosten, wenn dem Radio UKW hinzugefügt wird.

Es gibt weitere Bauteile und -gruppen, die gemeinsam genutzt und daher nicht doppelt aufgebaut werden müssen. Die Zwischenfrequenz-Verstärker (ZF) z. B. werden ihre Aufgabe ganz unabhängig davon ausführen, ob das Signal ein 460-kHz-Mittelwelle-moduliertes Signal oder ein 10,7-MHz-UKW-moduliertes Signal ist. Der Unterschied zwischen diesen beiden Frequenzen, der in mancher Hinsicht recht bedeutend ist, ist für die Röhren vernachlässigbar. Auch hier werden also die Kosten für Röhrenfassungen und ZF-Stufenröhren nicht verdoppelt, sondern halbiert.

Einige Teile des Radios sind aber unterschiedlich, nämlich die Frontend-Stufen, die ZF-Transformatoren und die Demodulatoren. Durch eine glückliche Fügung ist es jedoch möglich, zwei ZF-Transformatorspulen in einem abgeschirmten Gehäuse unterzubringen. Dies bedeutet, dass die Kosten für die Herstellung von zwei separaten ZF-Transformatoren (einen für 460 kHz und einen für 10,7 MHz) nicht doppelt, sondern nur geringfügig teurer sind als für einen einzelnen Transformator für die Mittelwellen-Stufe. Außerdem können diese beiden

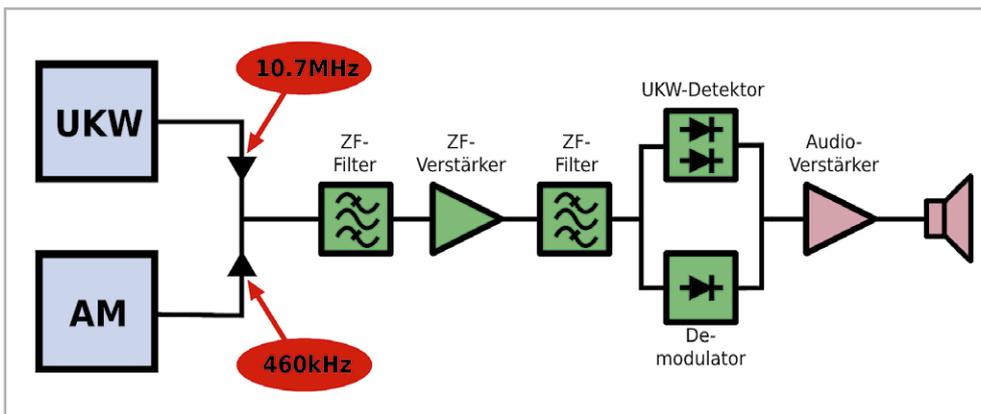


Bild 1: Die UKW- und Mittelwellen-Bänder teilen sich viele Baugruppen in Röhrenradios.

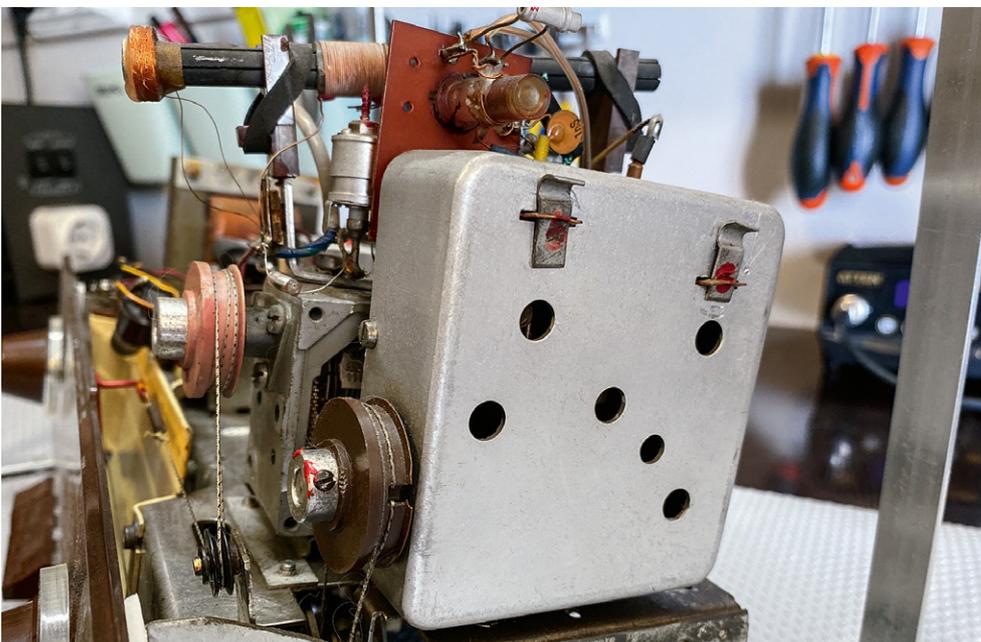


Bild 2: Das UKW-Frontend ist abgeschirmt, um die Stabilität zu gewährleisten und die Rauschaufnahme zu reduzieren.

Stufen tatsächlich in Reihe miteinander geschaltet werden (primär an primär und sekundär zu sekundär). Dies ist so, weil der Schwingkreis für den 460-kHz-ZF-Träger von dem 10,7-MHz-UKW-Träger als Kurzschluss gesehen wird und umgekehrt.

Eine weitere glückliche Fügung ergibt sich, wenn wir zur Demodulation kommen. Der Mittelwellen-Demodulator benötigt eine einzige Diode, während der UKW-Detektor zwei verwendet. Die im Grundig 2147 verwendete Röhre für diese Aufgabe ist die EABC80, eine Dreifach-Dioden-Triode, die neben den drei Dioden, die für die Demodulation und die Detektion benötigt werden, auch eine Triode besitzt, die als Audio-Vorverstärker für die resultierenden Audiosignale dient.

Allerdings sind die Frontends völlig unterschiedlich. Die Lösung vieler (deutscher) Hersteller von Röhrenradios war es, ein eigenständiges UKW-Frontend-Modul, wie in Bild 2 gezeigt, zu verwenden, das einfach in das Radio eingebaut werden konnte. Sein Ausgangssignal wird dann lediglich an den Anfang der ZF-Kette geschaltet, wenn UKW gewählt ist.

### Das UKW-Frontend-Modul

In diesem Teil des Radios versuche ich, Eingriffe zu vermeiden, wie viele andere Restaurateure auch. Es ist nicht nur die Angst, etwas kaputt zu machen, sondern die Erfahrung, dass wir tatsächlich etwas verpfuschen, wenn wir in diese „Mystery Box“ eindringen. Denn dieser Bereich arbeitet – verglichen mit allen anderen Bändern – mit sehr hohen Frequenzen und reagiert daher sehr empfindlich auf jede Veränderung der werkseitig vorgegebenen Einstellungen.

Bild 3 zeigt den Schaltplan des UKW-Frontends in unserem Radio, und auf den ersten Blick scheint der Aufbau nicht allzu kompliziert zu sein. Die Schaltung besteht aus einem Hochfrequenz-Eingangsfilters (HF) und einem Verstärker (die eine Hälfte der ECC85-Röhre), der durch einen Kreis unseres Doppeldreh-Abstimmkondensators abstimbar ist. Diese Stufe funktioniert genau wie das Mittelwellen-Gegenstück,

indem sie sich auf die gewünschte Frequenz abstimmt und diese verstärkt, bevor sie sie an den Mischer weiterleitet.

Die zweite Hälfte des ECC85 dient als Oszillator und Mischer, ganz ähnlich wie der ECH81 bei unserer Mittelwellen-Schaltung. Die Oszillatorfrequenz ist um genau 10,7 MHz höher als die Frontend-Frequenz, und dies ist daher unsere ZF-Frequenz. Wenn wir zum Beispiel einen Sender mit 96 MHz einstellen, stimmt der zweite Kreis des Abstimmkondensators den Oszillator auf 106,7 MHz ab und so weiter. Das heißt, der Oszillator muss von 98,2 MHz (87,5 + 10,7) bis 110,7 MHz (100 + 10,7) abstimmen, um das gesamte abstimmbare Band abzudecken. Der ZF-Transformator, mit den Kernen (e) und (f) an der Anode der zweiten Triode, ist auf 10,7 MHz abgestimmt, um alle anderen Mischerfrequenzen auszublenden und nur diesen UKW-modulierten ZF-Träger zum restlichen Teil des Radios weiterzuleiten. Dies ist sehr ähnlich zu der Funktionsweise, die in der Schaltungsbeschreibung für die Mittelwelle-Mischersektion ausgeführt wurde.

### Achtung, Gefahr! – Hochspannung!

Die Spannungen im Inneren eines Röhrenradios können sehr hoch sein – im Bereich von Hunderten von Volt, so dass 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.

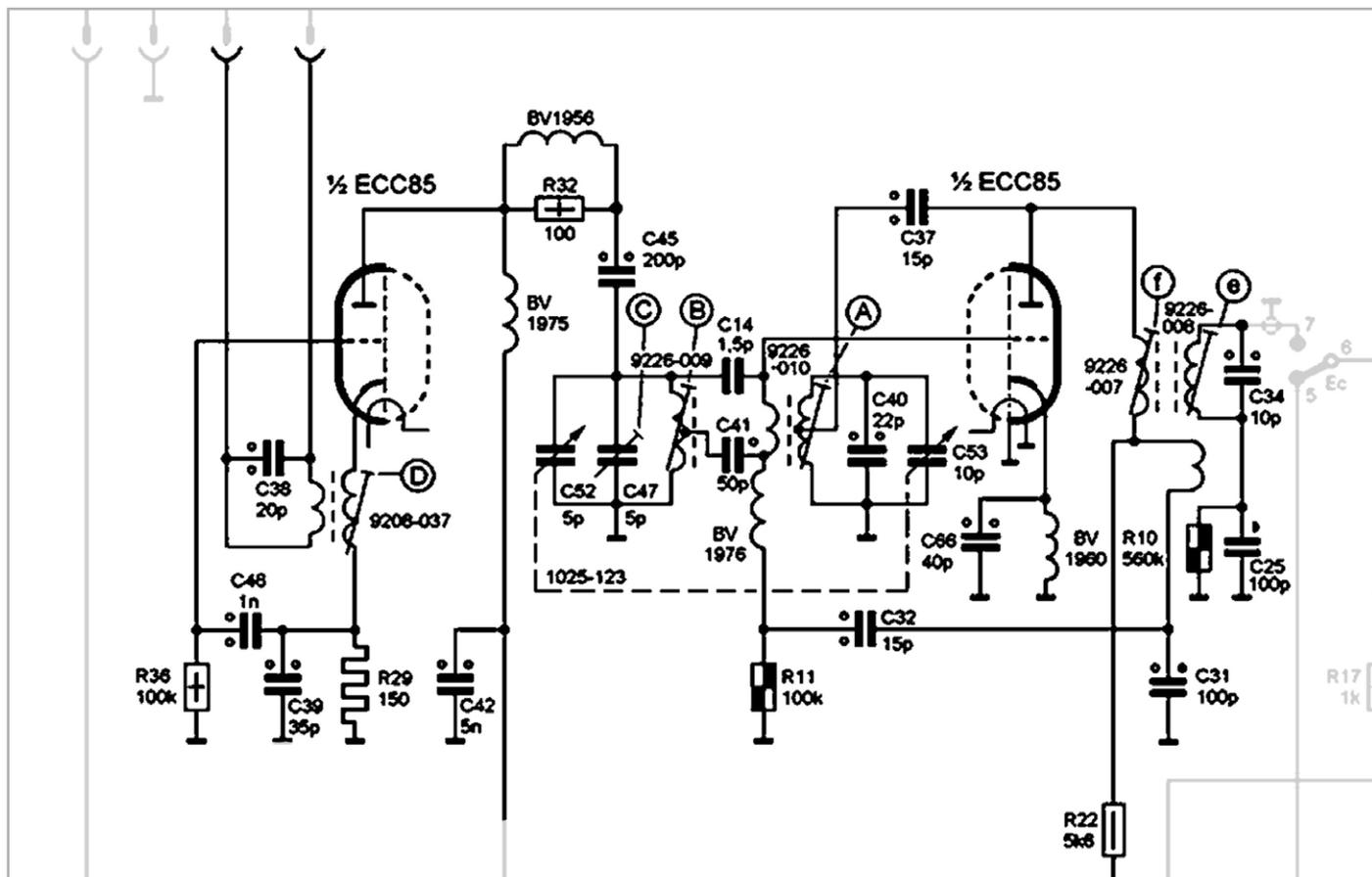


Bild 3: Schaltplan des UKW-Frontends

## Warum ist die UKW-Abstimmung heikel?

Wenn wir uns einige der Bauteilwerte im Schaltplan anschauen, sehen wir sehr kleine Kondensatorwerte (C14 hat 1,5 Picofarad!). Das Gleiche gilt im Hinblick auf die Induktivitäten. Die hohen Frequenzen erfordern diese geringen Werte, um Resonanzen bei den entsprechenden Frequenzen zu erzeugen, und hier liegt das Problem. Während der Rest des Radios ziemlich viel verzeiht, was die Platzierung der Komponenten, die Länge, den Abstand zwischen den Drähten usw. betrifft, kann der UKW-Bereich in dieser Hinsicht keine großen Veränderungen tolerieren.

Das physische Verschieben von Komponenten in der Schaltung kann ausreichen, um die gesamte Schaltung aufgrund von Streukapazitäten zu verstimmen, welche möglicherweise erzeugt oder verändert werden. Das einfache Auswechseln eines Bauteils kann alles durch eine unerwartete Induktivität in den Bauteilanschlüssen verändern.

Es ist daher nachvollziehbar, dass die Auswirkungen eines Signalverlusts zu enormer Frustration führen können, zumal eines der häufigsten Ereignisse darin besteht, dass der Oszillator vollständig aufgehört zu schwingen. Eine andere Möglichkeit, dieser Empfindlichkeit gegenüber Streueffekten entgegenzuwirken, besteht darin, die Schaltung in ein Metallgehäuse einzubauen, das als Abschirmung dient. Das macht die Arbeit mit der Schaltung als Ganzes recht einfach.

Alles, was Sie anschließen müssen, sind die Antenneneingänge, die Stromversorgung und die Ausgangsleitung. Das bedeutet auch, dass man beim Abstimmen der Schaltung durch die Löcher im abgeschirmten Gehäuse bereits alle Streueffekte berücksichtigt, die zu einem integralen Bestandteil der Schaltung werden. Eine Abstimmung außerhalb des Gehäuses ist oft nutzlos, da sie beim Einbau in das Gehäuse erneut durchgeführt werden muss.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die Reparatur eines UKW-Frontends eine Herausforderung ist. Glücklicherweise ist der häufigste „Fehler“,

dass die Röhre (die ECC85) ausgetauscht werden muss, was einen einfachen Vorgang darstellt, den jeder durchführen kann. Ein noch größerer Glücksfall ist, dass das UKW-Frontend unseres Restaurationsobjekts keine offensichtlichen Fehler aufweist, was uns das Leben bei der laufenden Restaurierung viel einfacher macht.

## Was kommt als Nächstes?

Das Signal, das aus dem abgeschirmten UKW-Gehäuse kommt, ist ein 10,7-MHz-Träger, der mit der Audioinformation frequenzmoduliert ist. Dieses Signal wird an den Anfang der ZF-Kette des Radios eingespeist, wo ein Schalter zwischen dem UKW-Signal und dem Signal, das vom Bereich des Mittelwellen-Hochfrequenz-Bereichs eingeht, zur Auswahl dient. Das ausgewählte Signal speist das Gitter des ECH81, das im Falle eines UKW-Signals nur dazu dient, es zu verstärken. Eine verstärkte Version unseres 10,7-MHz-ZF-Signals wird also an der Anode dieser Röhre erzeugt. Der Vorgang ist dann derselbe wie bei der Mittelwelle. Der erste ZF-Transformator wird so abgestimmt, dass das 10,7-MHz-Signal die Verstärkung durch die EF89 ermöglicht, und er wird dann erneut durch den zweiten ZF-Transformatorblock abgestimmt, bevor das Signal an den Detektor geleitet wird, um unser Audiosignal zu erzeugen.

## Der Ratio-Detektor

Es wurden viele Demodulationsarten des UKW-Signals entwickelt, aber der einfache Ratio-Detektor (Bild 4) ist wahrscheinlich die häufigste und wird in unserem Radio verwendet. Die hier genutzte Version ist ein unsymmetrischer Ratio-Detektor, der einfach aufgebaut ist, aber eine Menge kreativer Phantasie benötigt, um zu verstehen, wie die kleinen Änderungen in der Signalfrequenz in ein Audiosignal umgewandelt werden. Für die Zwecke dieses Restaurationsberichts werde ich nicht auf diesen Teil der Schaltung eingehen, da er ein wenig kompliziert ist. Es ist jedoch eine sehr interessante Schaltung, und ich möchte Sie ermutigen, sich mit der detaillierten Funktionsweise zu beschäftigen, wenn Sie die Magie dieser Schaltung verstehen wollen.

## Überprüfung der Komponenten

Da wir die meisten Kondensatoren ausgetauscht und Widerstände überprüft haben, als wir die Audio- und Mittelwellen-Abschnitte behandelt haben, müssen wir in der UKW-Phase eigentlich nur noch sehr wenig überprüfen. Der Grund dafür wurde bereits genannt: ein großer Teil der Schaltung wird, wenn sie für die Mittelwelle funktioniert, wahrscheinlich auch für UKW arbeiten. Vorausgesetzt, die Verbindungen zum UKW-Frontend wurden überprüft, sollte die Schaltung vom Gitter der ECH81 bis zu den Detektordioden der EABC80 funktionieren. Die einzigen externen Komponenten, die sich auf UKW beziehen, sind die in Bild 4 gezeigten. Es sind drei Kondensatoren (C20, C21 und C54) und ein paar Widerstände. In unserem Fall waren die Widerstände alle innerhalb der Spezifikation. C21 und C20 sind außerdem von der Art, die uns selten Probleme bereitet, sodass C54 übrig bleibt. Dies ist ein Elektrolytkondensator, der sogenannte Diskriminator-Kondensator, der häufig ausgetauscht werden muss, da das Elektrolyt dazu neigt, im Laufe der Jahre auszutrocknen. Es ist ein 5- $\mu$ F-Kondensator und wurde durch einen 4,7- $\mu$ F-Kondensator ersetzt, dem nächstliegenden Wert, der heute üblicherweise erhältlich ist. Dieser kleine Unterschied im Wert ist nicht wichtig, aber die Nennspannung kann es sein. Da die Spannung, mit der dieses Bauteil belastet wird, eine negative Gleichspannung im Verhältnis zur Stärke des empfangenen UKW-Signals ist, kann sie ziemlich hoch

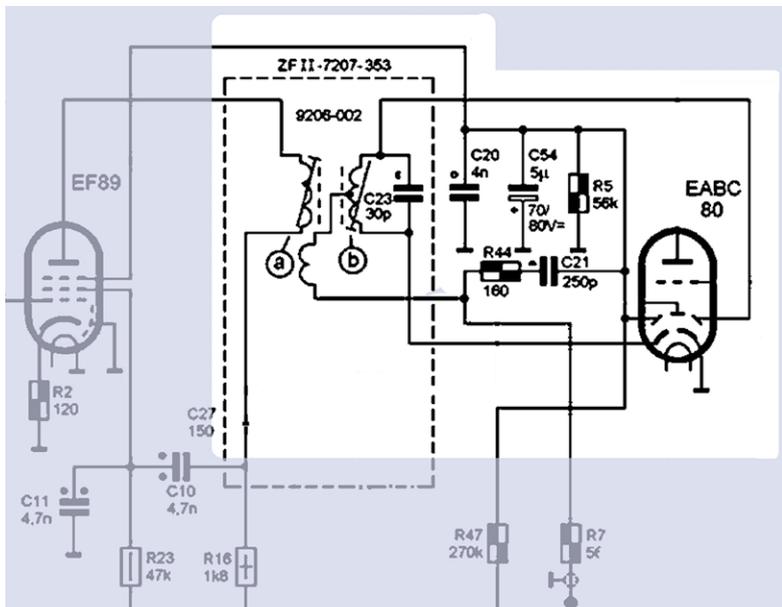


Bild 4: Der Ratio-Detektor in unserem Radio

werden. Aus Sicherheitsgründen wurde daher ein 63-V-Kondensator verwendet, und man sollte auf die richtige Polarität achten. Da die Spannung an diesem Kondensator negativ ist, wird der positive Anschluss des Kondensators mit dem Gehäuse verbunden, im Gegensatz zu allen anderen in dem Radio. Bild 5 zeigt den Zustand dieses Kondensators. Er ist nicht besonders schlecht, aber definitiv höher (42 %) als die 5 µF, die er anzeigen sollte. Der ESR (Äquivalenter Serienwiderstand, engl. Equivalent Series Resistance) ist auch nicht allzu schlecht, aber durch den Austausch sichert man sich viele Jahre lang eine einwandfreie Leistung. Und das war's. Unser UKW-Bereich sollte bereit sein, uns mit klarem, sattem Klang zu verzaubern!

### Wir haben tollen UKW-Empfang!

Um den UKW-Bereich zu testen, schließe ich das Radio mit den üblichen Vorsichtsmaßnahmen über den Dimmlampen-Tester bei maximaler Drosselung (durch eine in Reihe geschaltete 40-W-Glühlampe) an. Ich erwarte keinen „Knall“, aber da wir Komponenten und Anschlüsse überprüft und einen Kondensator ersetzt haben, ist es immer ratsam, vorsichtig zu sein für den Fall, dass etwas versehentlich kurzgeschlossen wurde. Ich schließe dann eine externe Antenne an die UKW-Antennenbuchse auf der Rückseite an, stelle die Lautstärke auf etwa die Mitte und schalte das Radio ein. Die Glühlampe leuchtet auf und wird dann, wie erwartet, gedimmt. Wenn die Röhren anfangen zu leiten, wird die Glühlampe heller, und ... wir hören ein Zischen. Das Einstellen bewirkt nichts. Alles, was wir hören, ist ein Zischen. Enttäuschend? Nein, das ist normal, weil der Dimmlampen-Tester die Versorgungsspannung begrenzt und B+ nicht hoch genug ist, damit das UKW-Frontend richtig funktionieren kann. Ich reduziere die Begrenzung der Glühlampenspannung (ich füge mehr Glühlampen hinzu) und ... voilà! Wir haben Empfang, es funktioniert!

### Abstimmung der Zwischenfrequenz für UKW

Viele Restauratoren argumentieren, dass man nicht in die UKW-Abstimmung eingreifen sollte, wenn dieses Band gut empfängt. Andere, mich eingeschlossen, können die Dinge nicht so akzeptieren, wie sie sind, ohne absolut sicher zu sein, dass es auch besser gehen könnte. Ein Grund für den Verzicht auf diese Abstimmung ist, dass der Prozess etwas anders ist als bei der für die Mittelwelle. Die ZF-Frequenz (10,7 MHz) ist viel höher, was die Erzeugung und Bearbeitung schwierig-



Bild 5: Die gemessenen Werte des ausgetauschten Diskriminator-kondensators

ger macht. Auch die letzte Stufe des Abgleichs, der des Ratio-Detektors, kann schwierig zu verstehen und auszuführen sein. Wie alles andere in diesem Hobby werden die Dinge viel einfacher, wenn man versteht, was genau man zu erreichen versucht.

Der ZF-Abgleich für UKW beinhaltet einfach die Abstimmung der ZF-Transformatoren im Signalweg, bei der die ZF-Frequenz durchgelassen wird, während alle anderen Frequenzen abgeschwächt werden. Bild 6 zeigt dies. Ein unmoduliertes Signal auf der ZF-Frequenz (10,7 MHz) wird in die Schaltung an dem UKW-Frontend zugeführt, wo es ursprünglich erzeugt wird, und durchläuft die verschiedenen Stufen der Schaltung.

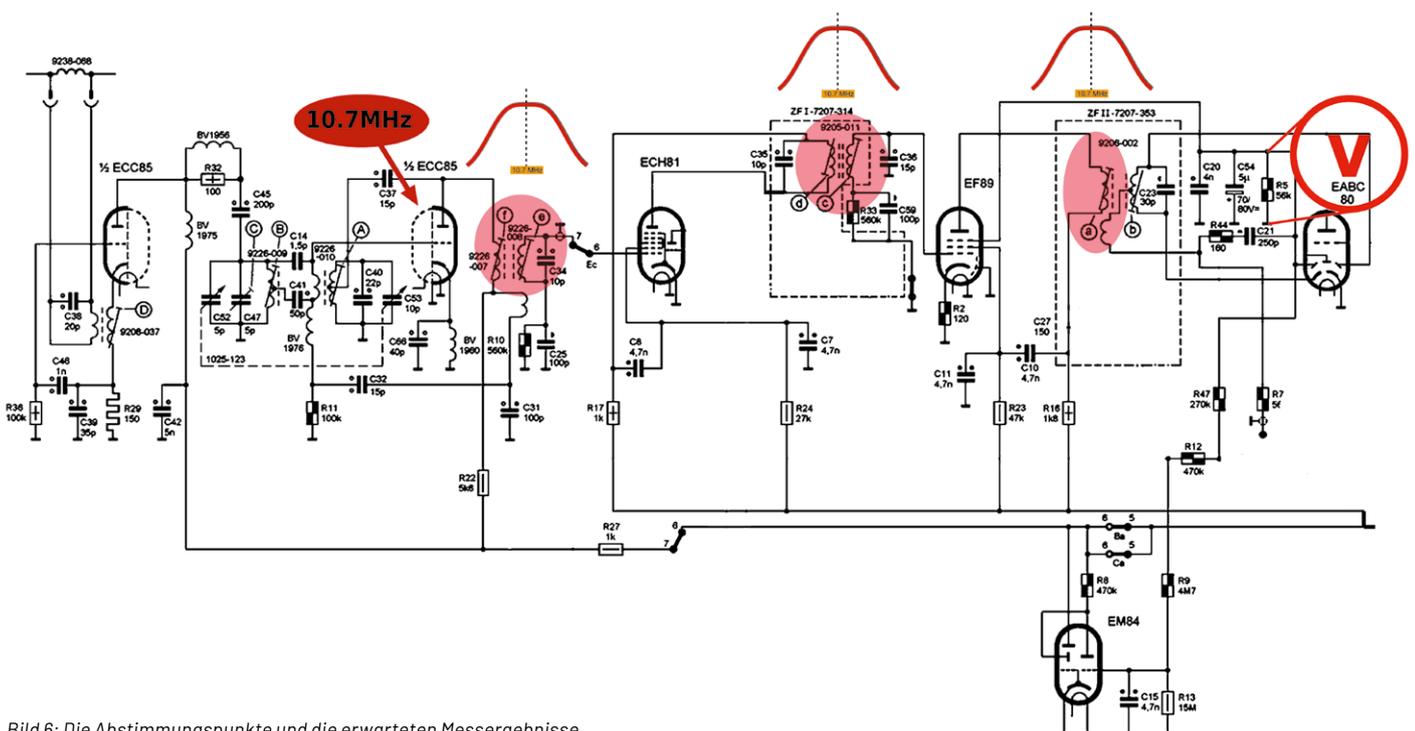


Bild 6: Die Abstimmungspunkte und die erwarteten Messergebnisse

Die ZF-Transformatoren im Signalpfad werden justiert, um sicherzustellen, dass das Signal mit der bestmöglichen Amplitude durchkommt. Wie man sieht, haben wir drei Stufen des Abgleichs:

1. Kerne (e) und (f) im UKW-Frontend-Block
2. Kerne (c) und (d) im ersten ZF-Transformator
3. Kern (a) im zweiten ZF-Transformator

Kern (b) hat eigentlich einen anderen Zweck als die Maximierung der Signalamplitude. Er ist verantwortlich für den Ausgleich der Ratio-Detektor-Phasenbeziehung, damit der Detektor das Audiosignal mit möglichst geringer Verzerrung aus dem Träger extrahieren kann. Diese letzte Abstimmung wird normalerweise mit einem Wobulator oder einem Mikroamperemeter mit Mitten-Nullpunkt durchgeführt, aber wir werden uns zuerst die anderen Kerne anschauen.

### Wie man die Reaktion maximiert

Eine der einfachsten Methoden ist die in der Abstimmungsanleitung in [Bild 7](#) beschriebene. Dort heißt es, dass Sie ein Vakuumröhren-Voltmeter an R5 anschließen sollen. Beachten Sie, dass dieser derselbe ist wie bei der Messung der Spannung am Diskriminator-kondensator C54, da diese beiden Komponenten parallel geschaltet sind. Die Einstellung der Kerne sollte so vorgenommen werden, dass die höchste Spannung am Voltmeter angezeigt wird. Dies ist, wie bereits erwähnt, eine negative Spannung.

### Wo soll das Signal eingespeist werden?

Aus den Abstimmungsanweisungen ist ersichtlich, dass Sie die Schaltung von hinten nach vorne abstimmen sollen. Das bedeutet, dass Sie den Signalweg vom Messpunkt aus rückwärts öffnen, was sinnvoll ist, wenn die Schaltkreise sehr schlecht abgestimmt sind.

Diese Methode ist die einzige Möglichkeit, um sicherzustellen, dass die gesamte Schaltung abgeglichen werden kann, da das Signal tatsächlich den entsprechenden Teil der Schaltung durchlaufen muss, um das Ergebnis zu messen.

In unserem Radio ist die Situation anders. Da wir bereits wissen, dass wir UKW-Empfang haben, ist klar, dass der ZF-Pfad offen ist. Wir brauchen diese Schritt-für-Schritt-Prozedur also nicht zu befolgen.

Ich habe selten ein Radio restaurieren müssen, bei dem die ZF-Transformatoren völlig dejustiert waren. Wenn das UKW-Signal nicht durchkam, lag das meist an einem anderen Fehler, der, wenn er behoben ist, den Empfang wiederherstellte. Ich führe daher normalerweise die Abstimmung der UKW-Zwischenfrequenz durch Einspeisung des Signals auf der Vorderseite (in den ECC85) nach Anweisung durch, gefolgt von der Einstellung der gesamten ZF-Kette. Mein „normales“ Verfahren sieht folgendermaßen aus:

- 1) Einstellen des Signalgenerators zur Erzeugung einer 10,7-MHz-Sinuswelle, frequenzmoduliert mit einem 1-kHz-Ton, bei einer ziemlich niedrigen Amplitude (10 mVRMS) ([Bild 8a](#)).
- 2) Das Signal muss an die ECC85-Röhre "leicht gekoppelt" werden, um es in die Schaltung einzuspeisen. Ich schließe das Signal normalerweise an die Abschirmung der ECC85 an, die von der Masse getrennt sein muss. In diesem Fall ist die Abschirmung intern geerdet, also habe ich ein paar Windungen isolierten Drahts um die Röhre gewickelt und die Röhre wieder in den Sockel eingesetzt ([Bild 8b und c](#)).
- 3) Wählen Sie UKW und aktivieren Sie den Signalgenerator. Sie sollten den 1-kHz-Ton aus dem Lautsprecher hören. Das bedeutet, dass der ZF-Frequenzträger durchkommt. Wenn der Ton zu schwach ist, erhöhen Sie die Signalamplitude ein wenig, bis der Ton deutlich zu hören ist. Erhöhen Sie sie nicht zu viel.
- 4) Schließen Sie ein Voltmeter an den Diskriminator-kondensator an (oder R5, wenn dieser leichter zu finden ist). Der Pluspol des Kondensators ist geerdet, Sie können also einfach eine Verbindung zwischen dem Chassis und der negativen Leitung des Kondensators herstellen. Die Spannung ist negativ, also wird das Voltmeter entsprechend angeschlossen (positive Leitung an das Gehäuse, negative Leitung an den Minuspol des Kondensators, [Bild 8d](#)).
- 5) Entfernen Sie die Modulation am Signalgenerator, sodass nur ein Trägersignal mit der ZF-Frequenz durchkommt. Das Voltmeter sollte einen Wert anzeigen, und Sie können die Amplitude am Signalgenerator einstellen, bis das Voltmeter etwa 2 VDC anzeigt.
- 6) Stellen Sie nun die Kerne so ein, dass die maximale Spannung auf dem Voltmeter erreicht wird und zwar in der Reihenfolge (a), (c), (d), (e), (f). Stellen Sie (b) noch nicht ein ([Bild 8e](#)).

Und das war's! Die erste Stufe der ZF-Abstimmung ist abgeschlossen. Ich habe tatsächlich eine kleine Verbesserung erzielt, aber nicht viel. Das ist nicht ungewöhnlich, da sich diese Einstellungen im Laufe der Jahre nur selten verstellen. Dies gilt, sofern niemand an den ZF-Transformatoren herumgepfuscht hat. Ein Schraubenzieher in den Kernen löst das Problem nicht, wie manche glauben. Meist wird damit die Situation verschlimmert, oft werden sogar die Eisenkerne in den Transformatoren brechen, was dann eine echte Herausforderung darstellt!

## UKW-ZF-Abgleich 10,7 MHz

Messender-Modulation	Ankopplung des Messsenders	Abgleich	Abgleichsanzeige	Bemerkungen
AM, FM oder unmoduliert	G <sub>1</sub> EF 89	a) oberes Maximum	Röhrevoltmeter an R5 (bei FM Multimeter)	Statt Röhrevoltmeter kann ein mA-Meter (0,1-1 mA) mit R5 in Reihe geschaltet werden. Das Röhrevoltmeter soll dabei ca. 1 V anzeigen. Der mittlere Kern darf nicht verändert werden.
AM (unmoduliert)		b) unteres Maximum	Multimeter (RV an R5)	
AM, FM oder unmoduliert	G <sub>1</sub> ECH 81	c) oberes Maximum d) unteres Maximum	Röhrevoltmeter an R5 (bei FM Multimeter)	
	Drahtring über ECC 85	e) inneres Maximum f) äußeres Maximum		

Bild 7: Abstimmungsanweisungen aus dem Wartungshandbuch

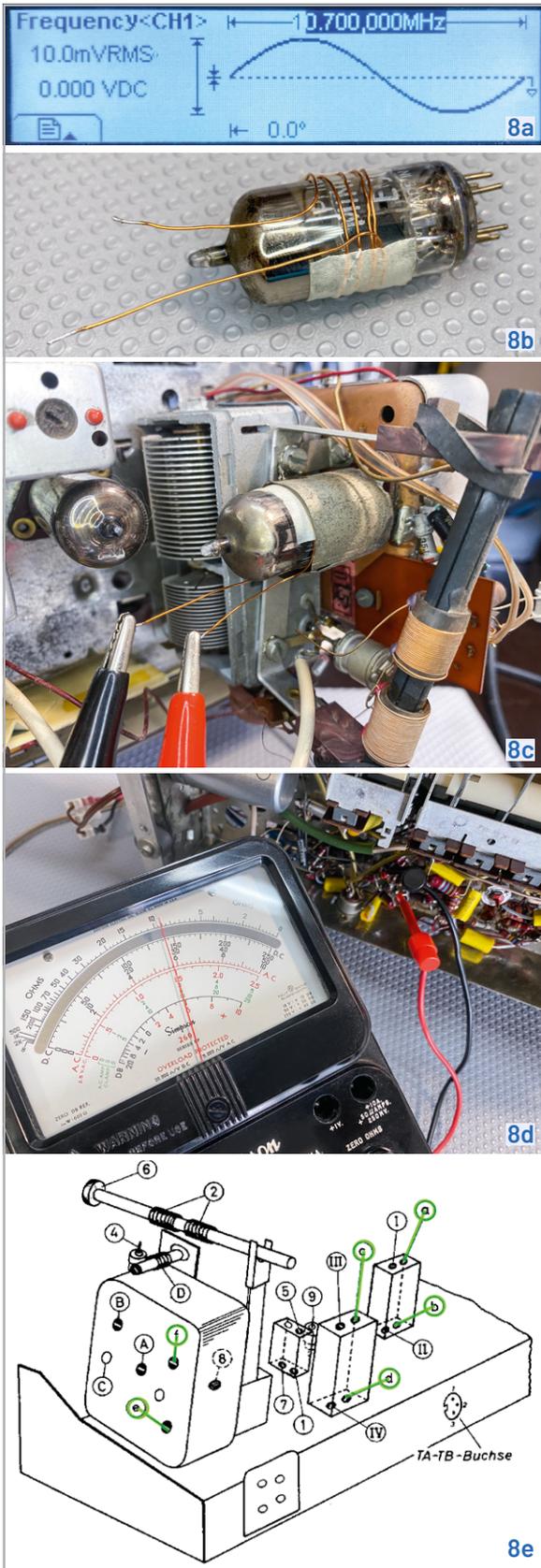
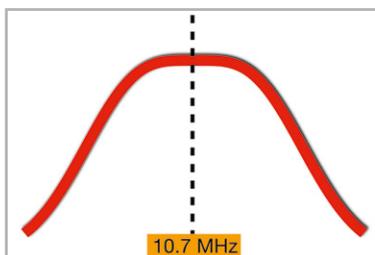


Bild 8: Die verschiedenen Schritte des UKW-ZF-Abgleichs mit Angabe der jeweiligen Kerne

Bild 9: Der Bandpass des ZF-Filterpfads sollte breit genug sein, damit hochfrequente Audiosignale die ZF-Kette durchlaufen können.



### Bandbreite der UKW-Zwischenfrequenz

Ein weiterer Aspekt, der bei der Abstimmung der Zwischenfrequenz beachtet werden muss, ist, dass der entstehende Bandpass nicht zu schmal sein sollte. Um zu erreichen, dass das gesamte Audiospektrum in der Übertragung enthalten ist, sollte der Bandpass eine abgeflachte Kurve mit ausreichender Breite erzeugen (Bild 9).

Manchmal kann dies nur durch „Streuabstimmung“ der Kerne erreicht werden, was bedeutet, dass ein Kern wenig unterhalb der Zwischenfrequenz abgestimmt wird und der andere ein wenig darüber. Das führt zu einer flachen Spitze der Kurve. Die Empfindlichkeit des Empfängers wird zugunsten der Klangtreue geopfert. Um diese Kurve zu erreichen, benötigt man einen Wobulator oder einen Wobbelgenerator und kann damit sehr zufriedenstellende Ergebnisse erzielen. Dies ist jedoch nicht die Methode, die für dieses Radio gefordert wird.

### Was ist mit Kern (b)?

Die Einstellung des Kerns (b) ist oft der empfindlichste Teil der ZF-Abstimmung. Für viele Restauratoren kann es schwierig erscheinen, ist es aber eigentlich nicht, vor allem, wenn wir wissen, was wir zu erreichen versuchen. Diese Anpassung kann auf verschiedene Arten erfolgen, die gängigsten sind:

- 1) AM-Modulation der ZF-Trägerfrequenz mit einem Tonsignal  
Stellen Sie Kern (b) so ein, dass Sie die niedrigste Tonamplitude am Lautsprecher erhalten. Dies funktioniert, weil bei optimal eingestelltem Kern der Ratio-Detektor die höchste AM-Unterdrückung erreicht. Dies ist die Methode, die in der Abstimmungsanweisung für das Radio aufgeführt ist.
- 2) FM-Modulation des ZF-Trägers mit einem Ton bei gleichzeitiger Überwachung des Lautsprecherausgangs mit einem Oszilloskop. Das Signal sollte auf dem Oszilloskop sichtbar sein, und Kern (b) wird so eingestellt, dass die Wellenform des Tons so sauber wie möglich ist. Diese Methode bevorzuge ich persönlich, da ich davon ausgehe, dass diese Einstellung zu einer möglichst linearen Erfassung des Signals führt und damit die geringste Verzerrung aufweist (Bild 10).
- 3) Schalten Sie zwei 100-kΩ-Widerstände in Reihe und verbinden Sie die Enden über den Diskriminatorkondensator. Nehmen Sie dann mit einem Mikroamperemeter mit Nullpunkt an der Verbindungsstelle zwischen diesen beiden Widerständen und dem Audioausgangspunkt des ZF-Übertragers eine Messung vor. Kern (b) wird eingestellt, bis die Messung genau Null ergibt. Diese Methode ist etwas komplizierter, liefert aber hervorragende Ergebnisse, da sie ein absolutes Gleichgewicht im Phasenverhältnis des Ratio-Detektors gewährleistet.

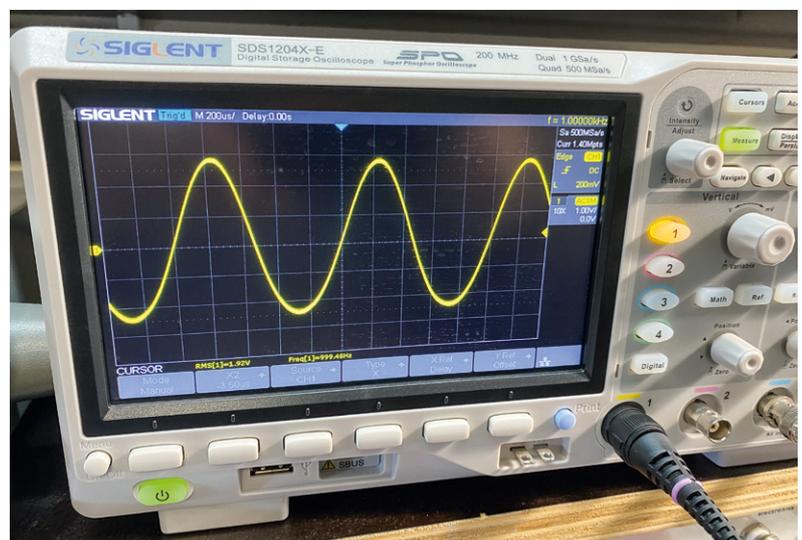


Bild 10: Abstimmungsmethode zur Erzeugung eines verzerrungsfreien Ausgangssignals

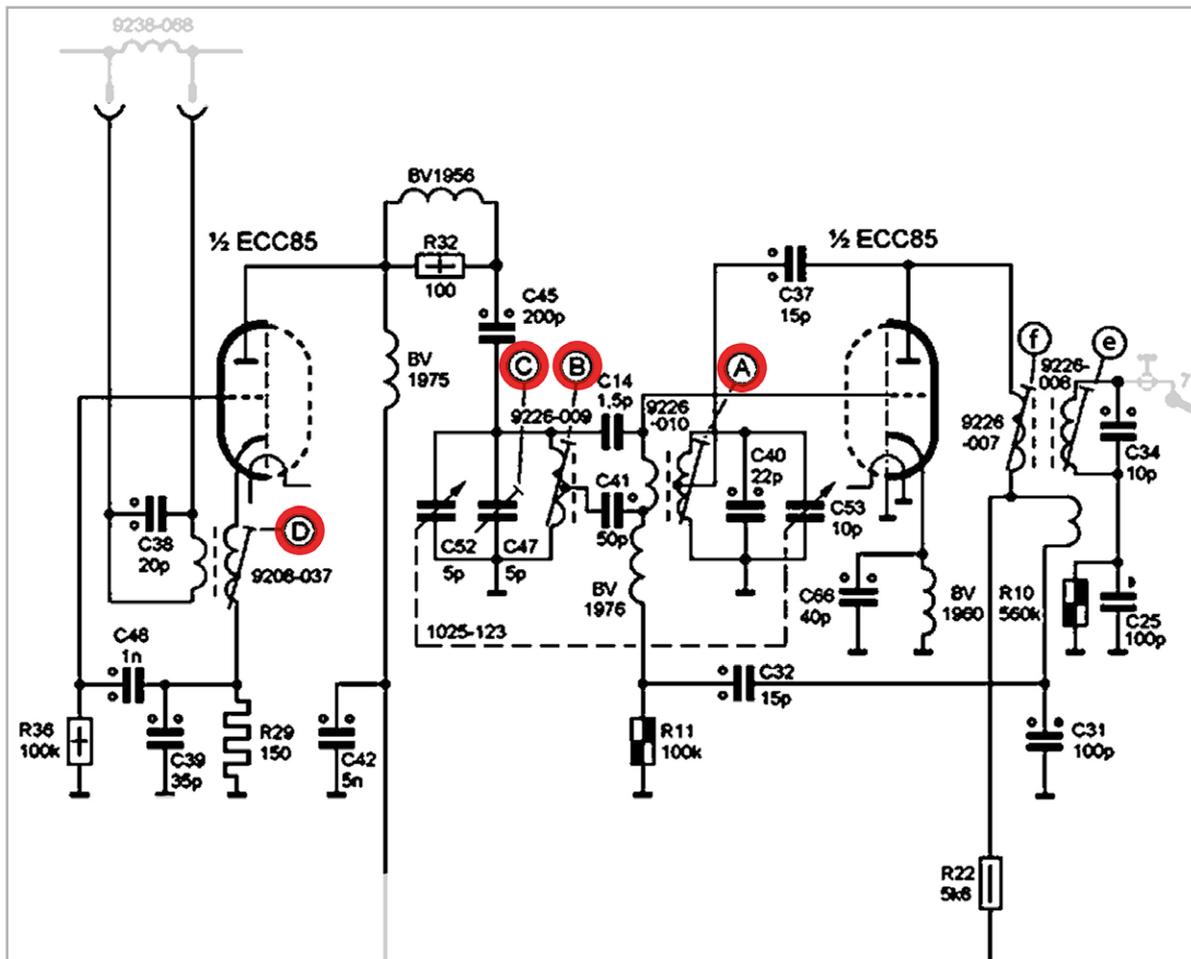


Bild 11: Die vier Einstellpunkte im UKW-HF-Bereich

## Hochfrequenzabstimmung

Die letzte Aufgabe im UKW-Bereich ist die Überprüfung anzupassen und, falls erforderlich, die Hochfrequenzabstimmung. Hierzu kann als Signalquelle z. B. der ELV Bausatz HQ-Stereo-UKW-Prüfgenerator mit OLED-Display SUP 3 [1] verwendet werden.

Auf dem Schaltplan für den UKW-HF-Teil (Bild 11) sehen wir vier Einstellpunkte, auf die in den Abstimmungsanweisungen in Bild 12 Bezug genommen wird. Es ist hilfreich, wenn wir verstehen, was diese Einstellpunkte bewirken:

- Ⓓ ist eine einstellbare Spule, die das Band am Frontend einstellt, mit dem die Antenne in Resonanz gehen wird. Das Band sollte sehr breit sein, um den Empfang von Sendern im Bereich von 87,5 MHz bis 100 MHz in dem Bereich zu ermöglichen. Im Allgemeinen muss bei diesem Kern aufgrund seiner unkritischen Abstimmung keine Anpassung durchgeführt werden. Da er jedoch einen abgestimmten Schwingkreis bildet und die erste Triode der ECC85 Teil dieses Schwingkreises ist, kann ein Wechsel der Röhre einen kleinen Einfluss auf diese Abstimmung haben.

Ich habe jedoch nie eine deutliche Verbesserung durch die Einstellung dieses Kerns festgestellt, sodass ich ihn normalerweise in Ruhe lasse.

- Ⓑ legt die untere Frequenz fest, auf die sich die Frontend-Schaltung mit dem ersten Kreis des Abstimmkondensators abstimmt.
- Ⓒ stellt die höhere Frequenz ein, auf die sich die Frontend-Schaltung mit dem ersten Kreis des Abstimmkondensators abstimmt.
- Ⓐ ändert die Oszillator-Mittenfrequenz und den Frequenzbereich, um der abgestimmten Frequenz am Frontend zu entsprechen.

Mit (A) wird der Oszillator so eingestellt, dass er (in Bezug auf die Skala) korrekt bei 91,5 MHz schwingt, sodass, wenn die Skala auf 88 MHz zeigt, die richtige Oszillatorfrequenz erzeugt wird ( $88 + 10,7 = 98,7$  MHz). Dasselbe gilt, wenn auf der

## FM-Oszillator- und Zwischenkreisabgleich

Messenderfrequenz, Zeigerstellung	Abgleich	Abgleichsanzeige	Bemerkungen
91,5 MHz	(A) äußeres Maximum	Multimeter	Da der Kreis (D) sehr breit ist, wird der Kern ca. 2 mm unter dem oberen Spulenkörpertrand eingestellt. Zeigeranschlag bei 87 MHz
88 MHz	(B) inneres Maximum		
99,5 MHz	(C) Maximum		
88 MHz	(D) Kreis		

Bild 12: Die Anweisungen zur HF-Abstimmung finden Sie im Wartungshandbuch.

Senderskala 99,5 MHz angezeigt wird (der Oszillator erzeugt  $99,5 + 10,7 = 110,2$  MHz).

Die Abstimmung von (B) und (C) stellt sicher, dass bei Abstimmung am unteren und oberen Ende des Bandes der Frontend-HF-Verstärker für die jeweilige Frequenz optimiert ist.

### Brachte die HF-Abstimmung einen messbaren Erfolg?

Ich habe die Abstimmungsanweisungen befolgt und eine leichte Verbesserung festgestellt. Vor dem Abgleich erschien das 88-MHz-Signal bei etwa 87,5 MHz auf der Skala, und das 99,5-MHz-Signal wurde bei 99 MHz ausgegeben (Bild 13).

Nach dem Abgleich waren diese beiden Signale fast perfekt auf den entsprechenden Markierungen auf der Senderskala platziert. Die Einstellung von (B) und (C) bewirkte nur sehr geringe Unterschiede in der Stärke des empfangenen Signals. Ich vermute, dass die Verbesserung ohne Messgeräte nicht sichtbar gewesen wäre. Hätte ich also die Abstimmung nicht vorgenommen, wäre es nur zu sehr geringen Einbußen bei der Signalleistung des Radios gekommen.

### Schlussfolgerung und Ausblick

Die für UKW erforderlichen Anpassungen sind bei diesem Radio sehr einfach, müssen aber dennoch genau verstanden werden, um sie korrekt durchzuführen.

Wie bei allem anderen auch, wird es von Mal zu Mal einfacher, und bei jeder Restaurierung lernt man neue Aspekte und Tricks, die einem die Arbeit erleichtern.

Bei dieser speziellen Restaurierung gab es zum Glück keine Probleme mit dem UKW-Teil, aber die erlernten Konzepte könnten sich als sehr wertvoll erweisen für den Fall, dass tatsächlich ein Fehler auftritt.

Wie geht's weiter? Der nächste und letzte Schritt in diesem Projekt wird es sein, die Restaurierung des Gehäuses abzuschließen, alles zusammenzubauen und das Ergebnis zu genießen. **ELV**



Bild 13: Genauigkeit der Senderskala vor und nach der HF-Abstimmung

### i Weitere Infos

- [1] ELV Bausatz HQ-Stereo-UKW-Prüfgenerator mit OLED-Display SUP 3: Artikel-Nr. 143310

Alle Links finden Sie auch online unter: [de.elv.com/elvjournals-links](http://de.elv.com/elvjournals-links)

## Das ELVjournal Geschenk-Abo

- Sparen Sie über 35 % gegenüber den einzelnen Print- und Online-Abonnements
- Verschenken Sie Technikwissen ohne Verpflichtung: 6 Ausgaben des ELVjournals als Geschenk – ohne automatische Verlängerung
- Kombinieren Sie die Vorteile von Print und online und lesen Sie das ELVjournal so, wie Sie es gerne möchten. Als Printausgabe, online im Web oder mobil auf Tablet oder Smartphone

Angebot nur in Deutschland möglich, alle Infos im ELVshop oder über oben stehenden QR-Code



49,95 €

