

Dieser Text ist Bestandteil des Wumpus-Gollum-Kompendiums bei Wumpus Welt der alten Radios  
<http://www.olderadioworld.de>

Erstellt 19.11.2006. Letzte Bearbeitung 25.07.2009. Als PDF-Datei 12.03.2010  
Copyright Rainer Steinführ, 2008-2010, 13585 Berlin, Feldstr. 9-10

Eine gewerbliche Nutzung dieses Textes ist unzulässig, ansonsten kann der Text unverändert - nur kostenlos - weitergegeben werden.



## Abgleich von alten Radios, Kofferradios, Autoradios, Musiktruhen, Detektorradios.

### Kapitel-Übersicht:

- [Warum müssen alte Radios "abgeglichen" werden?](#)
- [Was ist am Radio hochfrequenzmäßig abgleichbar?](#)
- [Welche Geräte sind zum Abgleich notwendig?](#)
- [Warum haben die Modulationsarten AM und FM unterschiedliche Abgleichnotwendigkeiten?](#)
- [Woran ist die Abgleich-Notwendigkeit zu erkennen?](#)
- [Welche Zwischenfrequenzen sind in Gebrauch?](#)
- [Kann ein Abgleich auch ohne Messender erfolgen?](#)
- [Ist eine Abgleichanleitung unbedingt notwendig?](#)
- [2-Punkt oder 3-Punkt GleichlaufEinstellung zwischen Vorkreis\(e\) und Oszillatorkreis?](#)
- [Weitergehende Informationen](#)
- [Hinweise vor dem Abgleich](#)
- [Abgleich im Detail.](#)
  - [Beschreibung eines typisch standardisierten AM-ZF-Abgleichs.](#)
  - [Beschreibung eines typisch standardisierten FM-ZF-Abgleichs](#)
  - [Beschreibung eines typisch standardisierten AM-HF-Teil \(Mischer / Oszillator\) - Abgleichs](#)
  - [Beschreibung eines typisch standardisierten UKW FM-HF-Teil \(Mischer / Oszillator\) - Abgleichs](#)
  - [Beschreibung eines typischen Abgleichs eines Geradeausempfängers, auch Reflexempfängers](#)
  - [Beschreibung eines typischen Abgleichs eines Detektorradios](#)
  - [Besonderheiten beim Abgleich von Autoradios oder Radios mit induktiver Abstimmung.](#)
  - [Besonderheiten beim Abgleich eines Neutrodyne-Empfängers](#)
  - [Besonderheiten beim Abgleich eines Pendel-Empfängers für UKW](#)
- [Beispiel einer Abgleichanleitung für ein Grundig-Radios](#)

**Warum müssen alte Radio "abgeglichen" werden?** Bei der Herstellung wurde jedes Radio abgeglichen. Schwingkreise im Radio werden aufgrund von Fertigungstoleranzen nie sofort auf den richtigen Frequenzen schwingen. Das muß mit dem Abgleich "erzwungen" werden. Aber auch später, durch Fehler oder Material-AAlterungen oder Fremdeingriffe kann ein Neuabgleich oder zumindest ein Nachgleich notwendig werden.

Beispiel: Der Mittelwellenbereich eines Einkreisempfängers geht im von 520 kHz bis 1600 kHz. Die frequenzbestimmenden Bauteile (Drehkondensator und Spule) haben aufgrund der Fertigungstoleranzen aber in unserem Beispiel einen tatsächlichen Bereich von 590 bis 1640 kHz. Das hat zur Folge, daß am unteren Bandende die Sender von 520 bis 590 kHz nicht empfangen werden können und oben bei 1620 bis 1640 kHz ein Bereich empfangbar wird, wo es keine (oder nur wenige) Rundfunksender gibt.

Mit einem Abgleich wird nun der tatsächliche Frequenzbereich mit dem gewünschten Frequenzbereich zur Deckung gebracht. Der Abgleich erfolgt mit einem Messender und wird in diesem Beispiel konkret am Abgleichkern der Mittelwellenspule vorgenommen.



Links ein UKW-ZF-Doppel-Filter ohne Kondensatoren.  
Rechts ein AM-ZF-Filter ohne Kondensatoren.  
Unten ein AM-Filter für ein Transistorradio

## Was ist am Radio hochfrequenzmäßig abgleichbar?

Radios werden unterschieden in

- Geradeempfänger (Detektor-Empfänger, Einkreiser, Zweikreiser, Dreikreiser, Neutrodyne, Reflexempfänger, Pendler, Reflexempfänger)
- Superhetempfänger (Einfachsuper, Doppelsuper).

Beim **Geradeempfänger** fällt beim Einkreiser nur der Frequenzabgleich an. Beim Mehrkreiser ist neben dem Frequenzabgleich auch als Folge davon der Gleichlauf der beteiligten Schwingkreise notwendig. Mehrbandempfänger müssen für jeden der eingebauten Frequenzbereiche einzeln abgeglichen werden. Auch Sperrkreise können abgeglichen werden.

Beim **Superhetempfänger** sind folgende Stufen abzugleichen:

- Der Frequenzbereich des Eingangskreises (bei Radios mit HF-Vorstufe und / oder Eingangsbandfilter **die** Eingangskreise hinsichtlich Frequenzbereich und Gleichlauf).
- Der Oszillatorkreis. Er bestimmt den Frequenzbereich des Superhetempfängers (Superhet).
- Die Kreise des Zwischenfrequenzverstärkers. Der Abgleich des ZF-Verstärkers erfordert besondere Aufmerksamkeit. Dieser Abgleich bestimmt die Nachbarkanaltrennschärfe und teilweise die Gesamtverstärkung des Radios. Dabei kommt es auf die Kurvenform des Durchlaßbereiches an.
- Bei Supern die ZF-Sperre.
- Bei Radios mit FM-Stufen die Demodulatorstufe und das UKW-Teil.
- Eventuell vorhandene Sperrkreise einschließlich ZF-Sperrkreise.

Generell kann gesagt werden (wenn eine konkrete Abgleichanleitung nichts anderes vorschreibt): Mit dem Trimmer-Kondensator wird am oberen Bandende (herausgedrehter Drehkondensator) und mit der Schwingkreisspule am unteren Bandende (hineingedrehter Drehkondensator) feinabgeglichen.

**Welche Geräte sind zum Abgleich notwendig?** Für den Abgleich eines Radios ist ein Messender mit den notwendigen Frequenzbereichen für LW, MW, KW und UKW notwendig. Er muß ein amplitudenmoduliertes (AM) Signal und ein frequenzmoduliertes (FM) Signal abgeben können. Es gibt allerdings auch Abgleichanleitungen, die ohne modulierte Signale auskommen.

Um optimale Ergebnisse zu erzielen, kann ein Wobbel-Messender in Verbindung mit einem Oszilloskop eingesetzt werden. Damit sind die Kurvenformen für unterkritische, kritische und überkritische ZF-Durchlaßkurve und die Bandbreite auch auf UKW und die Demodulation gut darstellbar und abgleichbar.



Wobbelmessender RPS3301 von Nordmende.

Wobbelsender ändern ihre Mittenfrequenz mit einer Wiederholfrequenz von 25 bis 50 Hz. Die Mitten-Frequenz muß weit genug nach oben und unten auswandern, um sicher den gesamten Bandbreitenbereich zu durchlaufen und noch darüber hinaus. Ein Synchronisierungssignal verkoppelt die Ablenkung des Oszilloskops mit dem Wobbelsender. Das Wobbelsignal selbst ist unmoduliert (bis auf das Wobbel-Signal als Frequenzmodulation). Auf dem Oszilloskop wird dann die Überalles-Durchlaßkurve des ZF-Verstärkers angezeigt, wenn das Signal am Eingang des ZF-Verstärkers eingespeist wird. Das gilt für die AM-ZF und die FM-ZF gleichermaßen. So ist eine exakte Bandbreiten-Justage möglich. Auch Radios mit gestufter oder variabler Bandbreite sind so gut abgleichbar. Bei FM kann die Diskriminator-Kurve mit dem Nulldurchgang gezeigt werden. Wenn der Wobbelsender noch Frequenz-Festmarken abgeben kann, ist die Einstellgenauigkeit recht gut.



2-Kanal-Oszilloskop von Philips. 0 - 25 MHz.

Zum Abgleich von Radios reicht ein Einstrahl-Gerät mit Fremd-Synchronisation völlig aus.

Heute sind Messender für Rundfunkabgleich fast nur noch als Gebraucht-Geräte zu beschaffen. Es gab viele Modelle im unteren Preissegment aus asiatischer Produktion die gut verwendet werden können. Allerdings ist die Frequenzgenauigkeit oft sehr schlecht, sodaß zusätzlich ein Frequenzzähler, insbesondere beim ZF-Abgleich zur genauen Frequenzeinstellung, benötigt wird.



Frequenzzähler Digicount 302B 0 - 200 MHz.

Bedenken Sie bitte, bei Meßsendern werden auch Oberwellen ausgestrahlt. Stellen Sie sicher, nicht aus Versehen eine solche Oberwelle zu nutzen. So ist ein Messender z.B. auf 1 MHz eingestellt. Sie werden auf 2 MHz ebenfalls ein etwas abgeschwächtes Signal hören. Deshalb ist es notwendig, den Pegel des Meßenders immer so niedrig wie möglich einzustellen, so erkennt man leichter die schwächeren Oberwellen.



Um genauere Ergebnisse erzielen zu können, kann ein geeignetes hochohmiges Gleichspannungs-Meßinstrument direkt an der Demodulatordiode (AM) angeschlossen werden, um beim Abgleich die Richtspannung (Regelspannung) zu messen.

Aber auch in Stellung Wechselspannung kann die Modulation am Lautsprecherausgang des Radios gemessen werden. Radios mit Abstimmanzeige verfügen quasi so nebenbei über eine Feldstärkeanzeige mit der halbwegs brauchbar abgeglichen werden kann.

Links ist ein modernes digitales Vielfachinstrument zu sehen. Ich selbst ziehe allerdings für solche Fälle ein hochohmiges und analog anzeigendes Instrument vor, weil damit die dynamische Veränderung beim Abgleichen besser gezeigt wird. (Rechts ist ein solches Röhrenvoltmeter zu sehen)



---

## Warum haben die Modulationsarten AM und FM unterschiedliche Abgleichnotwendigkeiten?

Die Durchlaßbandbreite ist bei AM viel schmaler, als bei FM. Bei FM ist die Demodulation komplizierter und es ist eine wirksame AM-Unterdrückung sicherzustellen. Der Kanalabstand beträgt auf LW und MW in Europa 9 kHz mit NF-Obergrenzen von 4,5 kHz, auf KW 5 kHz (zu wenig) bei 4,5 kHz NF, auf UKW 300 kHz mit NF-Obergrenzen von 15 kHz.

---

## Woran ist die Abgleich-Notwendigkeit zu erkennen?

Ein Abgleich kann notwendig werden, wenn ...

- ... beim Drehen an der Senderabstimmung ein starker Ortssender nicht nur eng begrenzt einmal erscheint, sondern vielleicht kurz davor und / oder kurz danach nochmals, obwohl das nach dem Bandplan so nicht sein sollte. Hier wäre die ZF-Durchlaßkurve fehlerhaft. Einzelne ZF-Kreise sind auf 3 nebeneinanderliegenden Frequenzen in Resonanz.
- ... der Klang trotz Einstellung des NF-Höhenreglers auf volle Höhenübertragung sehr dumpf ist. Manche Radios haben eine Bandbreiten-Einstellung oder wie man damals sagte, Bandbreitenregelung. Diese müßte vor dem Testen ebenfalls auf "breit" stehen. Außerdem haben viele Radios den NF-Höhenregler mit der Bandbreitenregelung gekoppelt. Auch hier vor dem Test auf "Höhen" stellen. Kombinierte NF-Höhenregelung und ZF-Bandbreitenregelung erkennt man an der Verkopplung des NF-Höhenreglers mit der Bandbreitenregelung, zumeist ausgeführt durch ein Seilzug oder Bowdenzug.
- ... die Verstärkung auf AM viel zu gering ist, kein Bandrauschen hörbar, während auf FM volle Verstärkung da ist **und umgekehrt**. Hier können allerdings auch andere Fehler vorliegen.
- ... Bei FM der Ton leicht verzerrt ist, bei AM aber nicht. Gleichzeitig die Abstimmanzeige (Magisches Auge, usw.) kein Maximum der Feldstärke deckend bei möglichst besten Klang.
- ... Am unteren Bandende sich die Empfindlichkeit deutlich verringert oder umgekehrt am oberen Bandende.
- ... Der Skalenzeiger die Sender nicht an der richtigen Stelle zeigt. Vorausgesetzt kein mechanischer Fehler bei der Zeigerführung oder der Kopplung des Drehkos zum Antrieb vorliegt.

---

## Welche Zwischenfrequenzen sind in Gebrauch?

Gängige ZF-Frequenzen bei Einfachsupern sind (waren) 129 kHz, 132 - 232 - 500 kHz und andere niedrige Frequenzen\*\*, 452 kHz, 455 kHz, 460 kHz, 468 kHz, 472 kHz, 473 kHz, 1600 kHz. UKW-ZF üblicherweise (6,75 MHz, z.B. Saba "ZF-Kompressor" um 1955. Durch die niedrigere ZF und der daraus folgenden höheren Stufenverstärkung konnte eine ZF-Stufe eingespart werden.) 10,7 MHz. Bei Doppelsupern (z.B. Weltempfängern) gibt es viele weitere ZF-Frequenz-Kombinationen.

Bei **Doppelsupern** liegt die 1. ZF deutlich höher. Mir sind hier Frequenzen zwischen 1600 kHz und 70 MHz bekannt. Die 2. ZF kann zwischen 50 kHz und 475 kHz liegen. Diese beiden Frequenzen müssen vor dem Abgleich bekannt sein. Zuerst wird die 2. ZF abgeglichen, dann die 1. ZF.

\*\* = 132 kHz z.B. beim Siemens 56WLK und AEG605WLK  
\*\* = 232 und 500 kHz bei Telefunken Nauen 330WLK. Getrennte ZF-Frequenzen für MW und LW. ZF-Rückkopplung.

---

**Kann ein Abgleich auch ohne Messender erfolgen?** Jein ! **Erfahrene Radio-Reparateure** können durchaus einen AM-ZF-Abgleich nur mit Bandrauschen hinbekommen. Es reicht eben bei vielen AM-ZF-Verstärkern die sogenannte Maximum-Abgleichung aus. Auch viele Abgleichanleitungen stellen auf Maximumabgleich ab. Die ideale Kurvenform ist so vielleicht nicht erreichbar. Manche alte Radios sind überkritisch abgeglichen. Ein Nachgleich ohne Messender wird problematisch.

Für HF-Stufen gilt das sinngemäß. Kritisch ist hierbei der Mischoszillator. Ohne Messender müssen real existierende Rundfunksender zur Frequenzabgleichung herangezogen werden. Umständlich. Vorkreise sind notfalls auch ohne Messender abgleichbar.

---

**Ist eine Abgleichanleitung unbedingt notwendig?** Jein! Nehmen wir 10 Abgleichanleitungen, werden wir 10 verschiedene Abgleichstrategien kennenlernen. Insbesondere bei komplexen ZF-Verstärkern, wie z.B. bei der Saba MHG-Schaltung, ist eine Abgleichanleitung fast unverzichtbar. Andererseits können einfache ZF-Verstärker und HF-Stufen durchaus ohne Abgleichanleitung abgeglichen werden, Erfahrungen vorausgesetzt. Schon die Einkopplung des Meßenders wird auf diverse Arten praktiziert: Aufblaskappen, künstliche Antenne mit verschiedenen R-C-Kombinationen, Koppelkondensatoren, usw. Das Treffen der richtigen ZF-Frequenz kann aber problematisch werden, wenn alle ZF-Kreise verstimmt sind.

Abgleichanleitungen sind oft - um es höflich zu sagen - telegrammartig kurz und bündig und "geheimnisvoll" kommentiert. Oft selbst für den Fachmann schwer verstehbar. Wird nicht geglaubt? Ich kann leicht einige Beispiele zum "Übersetzen" vorzeigen. Weiter unten ist das Beispiel mit "äußere Maximum" bemerkenswert.

Ich würde immer eine Abgleichanleitung nutzen wollen, wenn vorhanden.

---

**2-Punkt oder 3-Punkt GleichlaufEinstellung zwischen Vorkreis(e) und Oszillatorkreis?** Die beiden Schwingkreise Vorkreis und Oszillatorkreis (bei abgestimmten Eingangsfilter oder abgestimmter HF-Vorstufe auch mehrere Vorkreise) sind nie ganz synchron in Ihren Frequenzverhalten. Die hier beschriebene Methode der **2-Punkt-Einstellung** kann beim **Gleichlauf** dieser Schwingkreise nur ein Kompromiß erzielen. Mit den Segmentlamellen der Drehkos kann der Gleichlauf recht gut erreicht werden. Es gibt diverse schriftliche Abhandlungen zur Frage, ob der Gleichlauf zwischen Vorkreis und Oszillatorkreis nur an zwei Punkten oder an drei Punkten (also auch in ungefährer Bandmitte) vorgenommen werden muß. Bei Nichtvorhandensein einer speziellen Abgleichanleitung empfehle ich die 2-Punkt-Einstellung, da sie einfacher zu realisieren ist.

Bei der Zweipunktmethode wird nach korrektem Abgleich des Oszillators genau an dem unteren und oberen Bandende der (die) Vorkreis(e) wie folgt abgeglichen: LW, MW, KW ca. 20 % vom unteren Bandende wird die Vorkreisspule auf Empfangsmaximum des auf diese Frequenz abgestimmten Meßsenders eingestellt. Dann erfolgt bei ca. 20% vom oberen Bandende der Abgleich mit dem Trimmerkondensator und Messender auf eben dieser Frequenz.

Das Ergebnis wird ein theoretischer gleichgenauer Gleichlauf auf 3 Frequenzen des Bandes sein, die anderen Bandabschnitte nähern sich lediglich dem optimalen Gleichlauf. Dieser Wert wird sich aber in der Praxis schwer erreichen lassen. Aber der entstandene Gleichlaufkompromiß reicht völlig aus. Es kann sein, daß auf UKW direkt auf die Bandenden abgeglichen werden muß.

% -Beispiele (Näherungswerte):

Frequenzbereich	Unterer Punkt 20 % vom Bandende	Oberer Punkt 20 % vom Bandende
520 - 1600 kHz (MW)	104 Khz: <b>624 kHz</b>	320 kHz: <b>1280 kHz</b>
150 - 330 kHz (LW)	30 khz: <b>180 kHz</b>	66 kHz: <b>264 kHz</b>
5500 -10500 kHz (KW)	1100 Khz: <b>6660 kHz</b>	2100 kHz: <b>8400 kHz</b>

Für andere Bandbereiche läßt so auch die untere und obere Testfrequenz für den Gleichlauf ermitteln.

% -Beispiel (Näherungswert):

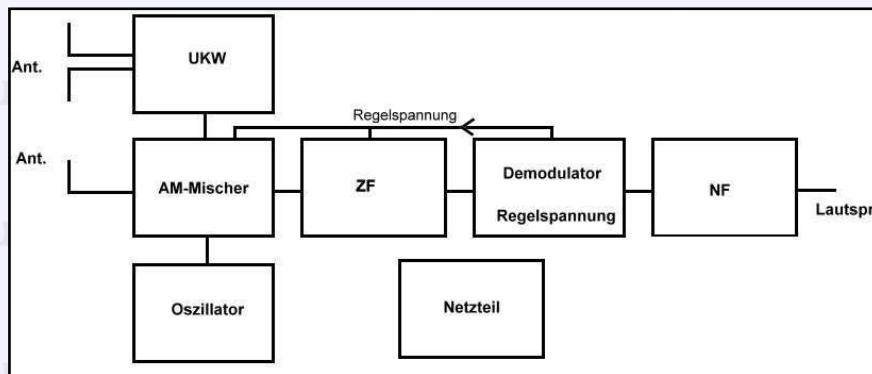
Frequenzbereich	Unterer Punkt 4 % vom Bandende	Oberer Punkt 4 % vom Bandende
87 - 100 MHz (UKW)	3,48 MHz: 90,48 MHz	4 MHz: 96 MHz

Für andere Bandbereiche läßt so auch die untere und obere Testfrequenz für den Gleichlauf ermitteln.

Für die Dreipunkt-Methode sind die im Abgleichplan des Radios genannten Frequenzpunkte unverzichtbar.

## Hinweise vor dem Abgleich

- Abgleichen ist einfacher als man denkt
- Abgleichen ist schwerer als man denkt
- Abgleichen muß man viel seltener, als man annimmt



Prinzipschaltbild eines durchschnittlichen Radios.

Die AM-Mischstufe wird im UKW-Fall oft schon als 1. ZF-Stufe verwendet, dann folgt die 2. ZF-Stufe und dann die Demodulatorstufe.

Im Fall von AM wird in der Mischstufe mit Hilfe des Oszillators die ZF erzeugt und in der ZF-Stufe verstärkt und in der Demodulatorstufe gleichgerichtet.

-----**Kontrolle und Vorsicht.** Zugegeben, etwas ironisch gemeint. Aber Spaß beiseite. Bevor man sich zum Abgleich entschließt, sollten andere Fehlermöglichkeiten ausgeschlossen werden. Ein kritischer Blick in die Spulenkern hinein kann oft den Hinweis ergeben, ob jemand die Fixierung (meist aus Wachs) beschädigt hat. Das ist ein erster Hinweis auf eine vielleicht unsachgemäße Verdrehung der Abgleichkerne. Laien deuten solche Kerne gern als Schrauben, die fest angezogen werden müssen. Auch Kondensatoren-Trimmer werden (wenn möglich) immer wieder mal festgezogen.

Übrigens sollten nach erfolgreichem Abgleich die Spulenkern wieder mit Wachs fixiert werden. Farbloses Kerzenwachs reicht dafür aus. Früher wurde auch gern Bienenwachs genommen. Es können auch Kerne oder sogar Spulen oder Spulenkörper bei Abgleicharbeiten anderer beschädigt worden sein. Bedenken Sie bitte, nach vielen Jahrzehnten sind einige Plastik (Plaste) - Komponenten der Spulenkörper schon recht spröde geworden und brechen bei zu grosser mechanischer Belastung. Die kleinen feinen Drähtchen "lieben" es im HF-Teil geradezu, bei unvorsichtigen Bewegungen mit dem Abgleichbesteck abzureißen.

-----**Einfach los und rumdrehen?** Ein Abgleich sollte wirklich nur ins Auge gefaßt werden, wenn die [Prüfung](#) eine Notwendigkeit ergeben hat. Einfach mal herumdrehen ist ein Sakrileg. Wenn Sie eine Spule im Rahmen eines Abgleichs verstellen, merken Sie sich wieviel Sie verstellen. Bei Spulenkernen kann man sich gut halbe Umdrehungen merken. Merkt man, daß sich nach einer halben Umdrehung nichts ändert, sofort die halbe Umdrehung zurück und um den gleichen Betrag nach rechts drehen. Eine halbe (zumindest aber eine volle) Umdrehung muss schon merkbare Wirkung zeigen. Ändert sich nichts, kann bei dem Kreis ein Problem vorliegen. Bei Vorkreisen gilt das sinngemäß auch für die Kondensatortrimmer.

-----**Gemeinsame AM-FM-ZF-Stufen.** Typische ZF-Verstärker sind gleichzeitig für die AM-Verstärkung und die FM-Verstärkung zuständig. Die Kopplung von Stufe zu Stufe erfolgt fast ausschließlich über Bandfilter. Dabei werden der Schwingkreis der Vorstufe und der Folgestufe meist induktiv gekoppelt. Die Kreise innerhalb einer Stufe für AM und FM liegen in Reihe und beeinflussen sich kaum. Dabei ist oft der UKW-ZF-Kreis "dichter" an der Anode der ZF-Röhre, als der AM-Kreis.

-----**Abgleich-Werkzeug.** Für den Abgleich der Spulenkern ist erhöhte Vorsicht angesagt. Das Kernmaterial verträgt keine mechanischen Beanspruchungen. Ein Kern ist schnell zerstört.

Es gibt (auch heute noch) sogenannte Abgleichbestecke, mit denen die Kerne nicht beschädigt werden. Die verschiedenen Firmen haben zum Teile skurrile Kernformen, sodaß normale schraubenzieherartige Flachspitzen nicht passen. Diese Abgleichwerkzeuge sind aus HF-mäßig nicht beeinflussendem Material und verschieben so während des "Schraubens" die jeweilige Frequenz nicht. Metallschraubenzieher würden ständig das Abgleichergebnis verändern. Paßt das Abgleichwerkzeug nicht auf das Kernendstück ist größte Vorsicht geboten, der Kern kann leicht abbrechen.

-----**Fixier-Wachs.** Achten Sie unbedingt auf Wachs-Fixierungen, die vor dem Drehen der Kerne z.B. mit einem Zahnstocher gelöst werden müssen. Zarte Erwärmung (nicht Erhitzen) hilft dabei auch. **Man kann versuchen das Fixierwachs durch einen mit dem LötKolben erhitzten Schraubenzieher oder einem Metallstäbchen durchzuwärmen (nicht über 60 Grad) um den Kern freizubekommen, auch hierbei Vorsicht. Das Spulenkörpermaterial darf nicht beschädigt werden.** Bevor der erwärmte Stab in den Spulenkörper geschoben wird, an einem Stück Thermoplast-Kunststoff eine negative Anschmelzprobe machen!

Am besten gleich exakt 3 Umdrehungen herausdrehen und auch 3 Umdrehungen wieder hinein. Das Wachs läßt jetzt sauberes Abgleichen zu. Aber dabei vorsichtig sein. Das scharfe Metall kann die Kernspitze beschädigen. Den Abgleich selbst aber nicht mit dem Schraubenzieher vornehmen.

-----**Oszillator-Lage zur Eingangsfrequenz.** Normalerweise schwingt der Oszillator um den Betrag der Zwischenfrequenz höher, als die Empfangsfrequenz. Das kann man bei Langwelle und Mittelwelle kaum falsch machen, weil der Oszillator sich kaum soweit verstimmen ließe. Anders sieht das auf Kurzwelle aus. Da muß schon aufgepaßt werden. Soll z.B. 6000 kHz empfangen werden, würde bei einer Oszillatorfrequenz von 6460 kHz und 5540 kHz ein ZF-Signal von 460 kHz entstehen.

Kurzwellen-Oszillatoren lassen sich in diesem Bereich durchaus falsch abgleichen. Es kann auf Kurzwelle aber auch anderes herum vom Hersteller gemacht werden. Lesen Sie weiter unten die Abgleichanleitung vom Grundig-Radio: *Fe* (Frequenz Eingang) grösser *Fo* (Frequenz Oszillator). Auf UKW schwingt der Oszillator auch eigentlich immer über der Eingangsfrequenz.

-----Kernmaterialien und Spulenkern sind keine Schrauben.

Spulenkern müssen NIEMALS festgeschraubt werden. Im Zweifelsfall fallen sie irgendwann einfach aus dem Spulenkern raus oder liegen im ZF-Abschirmbecher. Übrigens darf beim Abgleich der Abschirmbecher nicht entfernt werden. Fehlen offensichtlich Spulenkern und erreichen die Kreise nicht die Sollfrequenz, muß Ersatz beschafft werden. Es kann aber nicht irgendein mechanisch passender Ersatz-Kern verwendet werden.

Drehen Sie den Kern tiefer in die Spule, wird sich bei Ferrit-Material die Frequenz verringern. Bei speziellen nichtmagnetischen Vollmetall-Kernen (z.B. Kupfer, Messing, Aluminium) wird sich die Frequenz stattdessen erhöhen (Wirbelstrom-Effekt).

Es gab (gibt) verschiedene Pulverkernmaterialien, die sich in ihren magnetischen Eigenschaften in Abhängigkeit von der Nutzfrequenz unterscheiden. Teilweise waren solche Kerne von einigen Herstellern farblich markiert. Es ist aber bei fehlenden Kernen schwer, den richtigen Ersatz zu finden. Gibt es eine kleine Krabbelkiste mit Kernen in der Werkstatt, ist am besten mit Versuch und Irrtum ein passender Kern zu ermitteln.

Einige beispielhafte Handelsnamen von solchen Pulver-Materialien :

Handelsname (sortiert nach Handelsname)	Hersteller	Bemerkung
Amenal	Görler	.
Draloperm	Steatit	.
Ferrocart C (FC)	Vogt & Co	LW, MW, AM-ZF
Ferrocart C spez (FC spez)	Vogt & Co	LW, MW, AM-ZF. Etwas höhere Verluste als FC
Ferrocart Z (FZ)	Vogt & Co	KW
Ferrocart H (FH)	Vogt & Co	LW
Ferrocart FU II	Vogt & Co	FM-ZF
Ferrocart R	Vogt & Co	UKW
Ferrocarit	Vogt & Co	UKW
Ferrocube III B3	Valvo	AM-ZF

Manifer	Hescho. Keramische Werke Hermsdorf	.
Permenorm	Dralowid	.
Sirufer	Siemens	.
Siferrit	Siemens	.
.	Neosid	.
.	Stemag	.

**Unverbindlich:** Eine Farbkodierung, die sich zumindest in Katalogen von Arlt und RIM bei namenlosen Kernen deckt:

Farbe	Frequenzbereich:
rosa	75 kHz - 12 MHz
rot	6 - 60 MHz
grün	12 - 100 MHz
ohne	60 - 260 MHz

*Diese Farbkodierung war nicht genormt und wurde von den einzelnen Herstellern unterschiedlich angewandt.*

-----**Grenzen des Einstellbereiches.** Es kann vorkommen, daß Sie beim Abgleich der Spulen und Kondensatoren die **Grenze des Einstellbereiches** erreichen. Kritischer ist hierbei eine Spule zu sehen als ein Kondensator. Spulen lassen sich viel schwerer in der Induktivität vergrößern oder verkleinern. Man könnte zwar einige Windungen hinzu-wickeln oder oft leichter einige Windungen abwickeln, aber das ist nicht wirklich praktikabel. Zuerst ist wiederholter Abgleich des betroffenen Schwingkreises zu versuchen.

Bei Spulenkernen prüfen sie auch die Unversehrtheit dieser Kerne. Es können Teile abgebrochen sein, Querbrüche sind manchmal nur nach Herausdrehen des kompletten Kerns zu erkennen. Kerne können auch in durchgedrehten Gewindegängen auf der Stelle drehen. Es können leider auch falsche Kerne in einer Spule stecken. Sie erkennen ein Grenzwert bei dem Abgleich einer Spule, wenn entweder der Kern voll eingedreht oder voll ausgedreht ist, ohne den Sollwert zu erreichen. Man muß immer noch ein Tick über den Sollwert hinaus "verstellen" können. Das gilt sinngemäß auch bei den Kondensatoren-Trimmmern. Bei diesen Trimmern gibt es Bauformen mit Anschlag bei maximaler Kapazität und geringster Kapazität.

Bei den Kondensator-Trimmmern läßt sich allerdings einfacher ein kleiner weiterer Festkondensator parallel schalten (um die Kapazität zu erhöhen) oder ein größerer Festkondensator in Reihe (um die Kapazität zu verringern). Es gibt auch Trimmer, die keinen Anschlag haben, man kann sie endlos durchdrehen. Meist haben sie einen Wirkdrehkreis von 180 Grad und sind manchmal hinsichtlich ihrer tatsächlichen Kapazitätsposition nicht zu erkennen. Hier hilft ein alter und allseits bekannter Trick: Sie müssen bei einer 360 Grad-Volldrehung des Trimmers **zweimal** den Sollwert erreichen. Ist das nicht der Fall, ist der Trimmer nicht mehr im Stellbereich.

-----**Ferritantennen.** Bei Kofferradios, aber auch bei Heimggeräten werden teilweise Ferritantennen eingesetzt. Die Ferritantennen sind zumeist Bestandteil des Schwingkreises, es gibt aber auch Schaltungen wo die Ferritantenne tatsächlich nur als Antenne auf einen getrennten Schwingkreis wirkt. Durch Verschieben der Spule auf dem Ferritstab kann in Grenzen ein Abgleich erfolgen. Prüfen Sie immer, ob der Ferritstab an versteckter Stelle gebrochen ist. Bei exakter dünner Klebung mit Super-Schnellkleber kann der Schaden oft ohne große Beeinflussung der magnetischen Daten behoben werden, wenn keine Materialteile fehlen.

Bedenken Sie bei offensichtlich schon getauschten Ferritantennenstäben, ob das Kernmaterial für den gewünschten Frequenzbereich geeignet ist.

-----  
Die folgenden Beschreibungen sind als typisch zu verstehen und kommen ohne Wobbelsender und Oszilloskop aus.

**Wenn Sie Abgleichunterlagen haben, verwenden Sie unbedingt diese, sie werden bessere Ergebnisse bringen.**

Die Beispiele können natürlich nicht auf spezielle Schaltungsarten und Bauprinzipien eingehen.

Radios verfügen im Allgemeinen über eine Regelspannungserzeugung, die Schwankungen in der Feldstärke

(Schwund, Fading) ausgleichen sollen. Zusätzlich wird oft zusätzlich eine verzögerte Regelung genutzt. Die "normale" Regelspannung greift auf die Mischstufe und die erste ZF-Stufe zu. Dabei kann der Zugriff auch nur auf die Mischröhre (oder wenn vorhanden, auf die HF-Vorstufe) erfolgen.

Die verzögerte Regelung wird erst ab einer gewissen Signal-Feldstärke wirksam. Es ist nun so, daß diese Regelung die Schwingkreis Kapazitäten in den geregelten Röhren etwas verändern können. Deshalb werden in einigen Abgleichanleitungen diese Regelspannungen beim Abgleich blockiert und durch Festspannungen ersetzt. Sie kommen u.U. um eine Abschaltung oder eine sperrende Ersatzregelspannung herum, wenn Sie den Pegel des Meßsenders immer so niedrig wie möglich einstellen. Allerdings muß der Messender noch deutlich aus dem Bandrauschen herauskommen.

Hat bei einem Schwingkreis der Abgleich keine Wirkung, ist von einem Fehler in dieser Stufe auszugehen. Auch Festkondensatoren in ZF-Kreisen können defekt sein.

---

### Abgleich im Detail.

Kennen Sie das? Sie fragen 5 Leute zu einem Thema und erhalten 5 verschiedene Meinungen. So ist es beim Abgleichen auch, insbesondere wenn ohne Abgleichanleitung gehandelt werden soll. Hier lernen Sie meine Methoden kennen. Es gibt auch andere Wege. Jede Handlungsvariante hat ihre Vor- und Nachteile.



*Mit einem solchen Abgleich-Set können viele Abgleichaufgaben erledigt werden.*



*Das legendäre Abgleichbesteck von Philips 800NTX.*

*Immerhin gehören zum Set 32 Einzelteile.*

*Die Spitzen konnten in die Griffstücke eingesetzt werden.*

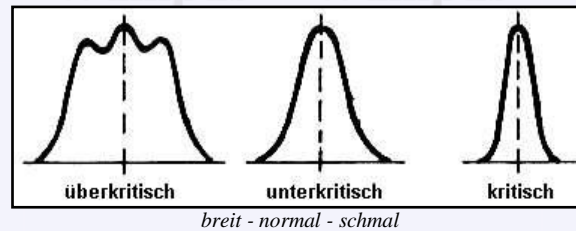
*Das Material der Abgleichstifte vermied den elektrischen Einfluß auf die Schwingkreise.*

*Wenn überhaupt waren an den Spitzen nur ganz kleine Metallteile eingearbeitet.*

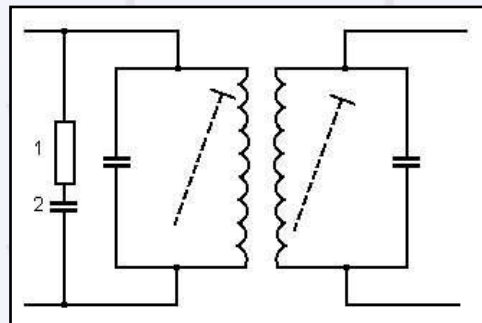
### Beschreibung eines typisch standardisierten AM-ZF-Abgleiches:

Bevor Sie beginnen, prüfen Sie bitte ihren Wissenstand zum Thema Sicherheit [hier](http://www.oldradioworld.de/safety.htm) (<http://www.oldradioworld.de/safety.htm>)

Auch an dieser Stelle nochmals der Hinweis: Die beschriebene Maximum-Methode führt eher zu einer kritischen Kopplung (siehe Schaubild).

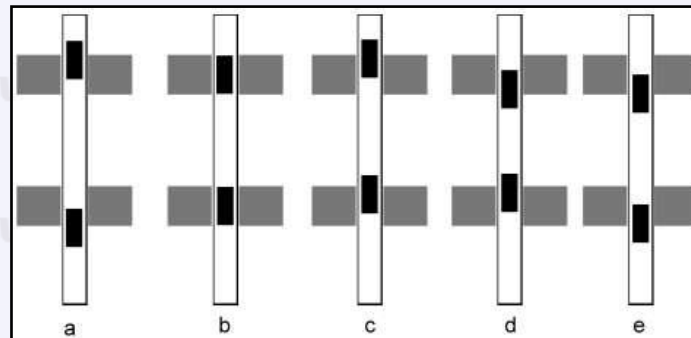


Bandfilter (zwei eng gekoppelte Schwingkreise) mit einer überkritischen Kopplung, beeinflussen sich gegenseitig in der Resonanzfrequenz. Wird ein Kreis verstellt, ändert sich in gewissen Grenzen auch der andere Kreis mit seiner Resonanzfrequenz. Um das bei der überkritischen Kopplung zu reduzieren, kann der jeweils nicht einzustellende Schwingkreis mit einem in Reihe liegenden Widerstand und Kondensator während des Abgleich der beiden Schwingkreise bedämpft werden. Dadurch sinkt dieses gegenseitige Mitziehen deutlich.



1 und 2 = Während der *rechten* Schwingkreis abgeglichen wird, ist der *linke* Schwingkreis bedämpft durch 1 und 2.

Bei Frequenzen um 450 KHz ist 1 = ca 10-30 kOhm und 2 = 50 nF.  
Bei Frequenzen um 10 Mhz ist 1 = 5 bis 15 Kohm und 2 = 50 nF.



Beispiele von Bandfilter-Spulenkerpositionen. Jede der Beispiele a, c, d, e zeigt Kern-Stellungen im Resonanzfall. b zeigt zwei voll eingedrehte Kerne die offensichtlich Resonanz nicht oder gerade so eben erreicht haben, unklare Position.

a = unterkritische Kopplung  
c und e = kritische Kopplung  
d = überkritische Kopplung.

Bandfilter können die Kopplungsvarianten a, c, d, e aber auch über andere Bauformen, z.B. Kondensator-Kopplungen und Netzwerke erreichen.

Es wird ein ZF-Verstärker vorausgesetzt, der grundsätzlich arbeitet, also Signale immerhin übertragen kann. Der Abstimmzeiger des Radios wird auf eine freie Stelle gedreht, keine Antenne angeschlossen. Ferritantennen, wenn möglich abgeschaltet. Bandbreite auf schmal stellen, wenn möglich. An das Steuergitter der 1. ZF-Stufe wird das genau frequenzmäßig auf die Mittenfrequenz abgestimmte modulierte Signal des Meß-Senders schwach eingekoppelt (kleiner Koppelkondensator so mit ca. 30-50 pF). Nun wird von der Demodulatorstufe nach vorn ein Schwingkreis nach dem anderen mit der jeweiligen Spule auf Maximum abgestimmt. Der Vorgang wird wiederholt.

Nun wird zur Kontrolle ein Signal des Meßsenders in einem der vorhandenen Rundfunkbänder über Antenne

eingekoppelt. Mit dem Abstimmknopf des Radios wird von unten nach oben langsam über die Frequenz gedreht um zu prüfen, ob nur eine Resonanzstelle vorhanden ist und die Kurvenform nicht zu schmal oder zu breit ist. Bei dieser standardisierten Beschreibung wird die Regelspannung des Gerätes nicht fixiert. Natürlich ist eine Außerkraftsetzung der Regelspannung aber auch möglich.

In gewissen Grenzen kann man **nach** einem Maximum-Abgleich (kritische Kopplung aller Kreise im ZF-Teil z.B. den 1. Kreis einen "Hauch" nach einer niedrigen Frequenz verstimmen, den 2. Kreis einen "Hauch" nach einer höheren Frequenz. So kann die Bandbreite etwas unterkritischer (Normalbandbreite) gemacht werden.

Sollte das ZF-Teil total verstellt sein, muß Stufe für Stufe abgeglichen werde. Das geht von hinten nach vorn. Also zuerst die Demodulatorstufe. Meßsender-Einkopplung auf das Gitter 1 der Vorröhre. Nach dem Abgleich dieser Stufe, kommt die nächste vorliegende Stufe dran.

Sie wissen nicht genau, welche genaue ZF-Frequenz beim abzugleichenden Gerät - das vollkommen in der ZF verstellt wurde - vom Hersteller gewählt wurde? Sie können versuchen erst einmal auf 470 kHz abzugleichen und dann prüfen, ob Radiosender an der richtigen Stelle kommen. Beispiel: Sie haben auf 470 kHz ZF abgeglichen, alle Sender kommen scheinbar 10 kHz zu hoch rein. Das wäre der Hinweis auf eine tatsächlich 10 kHz zu hohe ZF. Das klappt natürlich nur, wenn der Oszillator nicht verstellt wurde.

Am Abschluß eines ZF-Abgleichs sollte noch der eventuelle vorhandene ZF-Sperrkreis abgeglichen werden. Dieser Kreis liegt vor der Mischstufe und soll eventuell vorhandene Signale auf der ZF des Radios reduzieren. Solche Nichtrundfunksignale können von der Antenne durchaus in den ZF-Verstärke eindringen. Der Meßsender ist moduliert auf die ZF-Frequenz einzustellen und dann in den Antenneneingang über künstliche Antenne zu koppeln. Der ZF-Sperrkreis wird auf leisestes Signal abgeglichen. Sie erkennen solche ZF-Durchschläge daran, daß das Störsignal nicht weggeht, wenn der Abstimmknopf weitergedreht wird und die Störung bleibt.



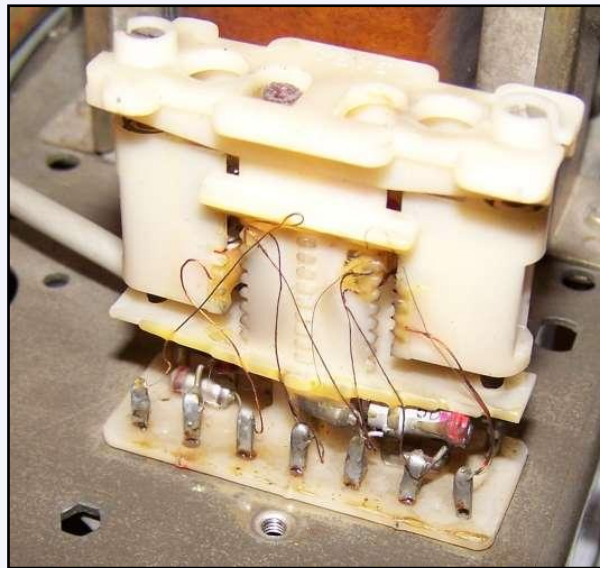
Typisches AM/FM-ZF-Filter, 2 Abstimmkerne oben und .....



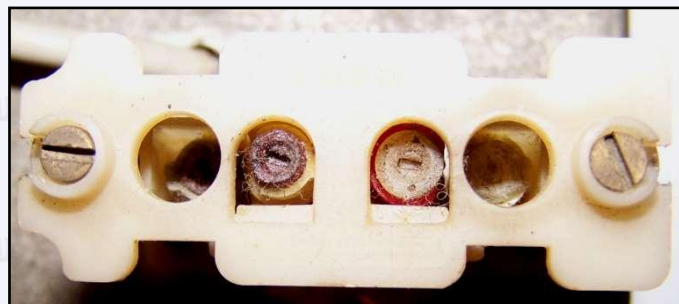
.... 2 Kerne von unten abzugleichen. Hier sieht man gleich auch recht gut den Unterschied zwischen Theorie und Praxis. Beide untere Abgleichzugänge sind richtig mit Bauteilen verbaut.



Ein Beispiel für ZF-Filter mit seitlichem Zugang zu den Spulenkernen.



Blick in das Demodulator-Kombifilter eines Saba Freiburg.  
Die eigentlichen Spulen sind noch hinter den Plastik-Schiebeschlitzen-Strukturen \*\*\* verborgen.  
Unten sie die Schwingkreis-kapazitäten zu sehen.



\*\*\* = Nahaufnahme. Blick von oben auf die Spulenkern des Saba Freiburg.  
Dieses Kombifilter wird nur von oben abgestimmt. Die beiden äußeren Schrauben sind keine Spulenkern.  
Sie schieben vielmehr die beiden äußeren Spulen hoch und runter und verändern somit die Lage zur  
den beiden inneren Spulen und damit den Kopplungsgrad der Spulen untereinander.  
Unabhängig davon können die Kerne jeder der 4 Spulen abgeglichen werden.  
Das ist ein Aufbau, der nur bedingt durch eine Standard-Abgleichempfehlung (wie dieser hier) erfaßt wird.

**Beschreibung eines typisch standardisierten FM-ZF-Abgleichs:** Es wird ein ZF-Verstärker vorausgesetzt, der grundsätzlich arbeitet, also Signale immerhin übertragen kann. Der Abstimmezeiger des Radios wird auf eine freie Stelle gedreht, keine Antenne angeschlossen. An das Steuergitter der 1. ZF-Stufe wird das genau frequenzmäßig auf die Mittenfrequenz abgestimmte frequenzmodulierte Signal des Meßsenders schwach eingekoppelt (kleiner Koppelkondensator so mit ca. 20 pF). Nun wird **unter Ausnahme** der Demodulatorstufe von hinten nach vorn ein Schwingkreis nach dem anderen mit der jeweiligen Spule auf Maximum abgestimmt. Eine Bedämpfung des jeweils nicht abzugleichenden Schwingkreises des Bandfilters ist nicht notwendig, weil FM-ZF-Kreise zumeist sowieso bedämpft sind, um die erforderliche Bandbreite

sicherzustellen. Der Vorgang wird wiederholt.

Nun die Demodulatorstufe wie im nächsten Absatz beschrieben abgleichen. Nun wird zur Kontrolle ein Signal des Meßsenders im UKW-Bereich über Antenne eingekoppelt. Mit dem Abstimmknopf des Radios wird von unten nach oben langsam über die Frequenz gedreht um zu prüfen, ob nur eine Resonanzstelle vorhanden ist und die Kurvenform nicht zu schmal oder zu breit ist.

Sollte das ZF-Teil total verstellt sein, muß Stufe für Stufe abgeglichen werden. Das geht von hinten nach vorn. Also zuerst die Demodulatorstufe. Messender-Einkopplung auf das Gitter 1 der Vorröhre. **Modulationsart AM!** Jetzt wird zugleich auf Anstieg der Feldstärke (am Mag. Auge oder via Meßinstrument) und möglichst gering hörbarer AM-Modulation am Radiodetektor abgeglichen. (Der Radiodetektor unterdrückt bei genauem Abgleich auf die Mittenfrequenz Amplitudenmodulation. Nach dem Abgleich dieser Stufe, kommt die nächste vorliegende Stufe dran, allerdings wieder mit FM-Modulation.

Als ZF-FM-Frequenz war fast ausschließlich die 10,7 MHz in Gebrauch.

**Beschreibung eines typisch standardisierten AM-HF-Teil (Mischer / Oszillator) - Abgleichs:** Es wird ein Radio mit **nur einem** Schwingkreis vor dem Mischer angenommen. Das Signal des Meßsenders wird über eine Reihenschaltung aus 400 Ohm und 200 pF (künstliche Antenne) an die Antenne des Radios gekoppelt. Zuerst wird der richtige Frequenzbereich des Radios für MW am **Oszillator** eingestellt. Bitte beachten Sie dabei, für welchen Bereich das Radio tatsächlich gebaut wurde. Die Frequenzbereiche haben sich über die Jahrzehnte verändert. In unserem Beispiel zeigt die Skala für Mittelwelle 520 bis 1600 kHz. Der Skalenzeiger wird auf 520 kHz eingestellt und geprüft, ob der Drehkondensator in dieser Stellung tatsächlich voll eingedreht ist. Der Meßsender wird im modulierten Zustand ebenfalls auf 520 kHz eingestellt. Nun wird mit der Spule des Oszillators (drehen des Spulenkerns) solange verdreht, bis das eingestellte Signal zu hören ist.

Jetzt wird das Radio auf 1600 kHz eingestellt, der Meßsender ebenfalls. Der zugehörige Kondensator-Trimmer (oft direkt mit dem Drehkondensator als eine Einheit ausgebildet oder als kleiner Zusatz-Mini-Drehko) wird so verdreht, bis das Meßsendersignal gut zu hören ist. Manche einfache Radios haben diesen Trimmer nicht. Hier kann bei verwendeten luftisolierten Drehkos versucht werden, die unterteilten Außenlamellen des Rotors VORSICHTIG zu verbiegen. Dabei darf es nicht zu Kurzschlüssen kommen. Diese Lamellen sind auch für eine Verbesserung des Gleichlaufes zwischen Vor- und Oszillator verwendbar. Eine Verschiebung von Abstimmbereichsegmenten ist dabei immer nur in Richtung weniger Kapazität möglich.

Jetzt muß das Radio und der Messender nochmals auf 520 kHz eingestellt werden. Sie werden nochmals mit der Spule etwas nachkorrigieren müssen. Die L-Einstellung am unteren Bandende und die C-Einstellung am oberen Bandende beeinflussen sich gegenseitig. Wiederholen Sie die Prozedur, bis Sie das Ergebnis zufriedenstellen.

Vorkreise:

- **1 Kreis vor dem Mischer (Standard):** Nun wird der Eingangskreis auf Gleichlauf abgeglichen. Ich empfehle bei Nichtvorhandensein einer Abgleichanleitung die sogenannte Zweipunkt-Methode. Die Details dazu bitte [hier](#) nachlesen. Sollte das zu schlechten Ergebnissen führen, kann auch auf direkt unterste und oberste Frequenz abgeglichen werden!
- **Mehrere Kreise vor dem Mischer.** Abgestimmt und unabgestimmt. Teilweise abgestimmt: Neben [diesen Hinweisen](#) ist zu beachten: Es gibt Radios (zumeist für LW und MW), die eine HF-Vorstufe verwenden oder vor der Mischstufe mehrere Kreise haben. Hier gibt es Varianten:

Mit Vorstufe	1 Kreis vor der Vorstufe (abgestimmt)	1 Zwischenkreis (abgestimmt)
Mit Vorstufe	2 Kreise vor der Vorstufe (abgestimmt)	kein Zwischenkreis (aperiodisch)
Mit Vorstufe	2 Kreise vor der Vorstufe (teilweise abgestimmt)	kein Zwischenkreis (aperiodisch)
Mit Vorstufe	Bandpaß (keine Abstimmung)	1 Zwischenkreis (abgestimmt)
Mit Vorstufe	1 Kreis (nicht abgestimmt)	1 Zwischenkreis (abgestimmt)
Mit Vorstufe	1 Kreis (abgestimmt)	1 Zwischenkreis (je nach Band abgestimmt oder nicht)
Ohne Vorstufe	2 Kreise vor Mischer (abgestimmtes Bandfilter)	-
Ohne Vorstufe	2 Kreise vor dem Mischer (teilweise abgestimmt)	-

- Weitere Varianten sind möglich, so können z.B. im Zwischenkreis zwei Kreise liegen, usw.. Es ergeben sich teilweise Abgleichnotwendigkeiten, die am besten mit einer Abgleichanleitung machbar sind.

Der MW-Abgleich ist erfolgt. Wiederholen Sie alles sinngemäß für die anderen AM-Wellenbereiche des Radios. Radios mit HF-Vorstufe nutzen oft für KW die Vorstufe nicht oder nur eingeschränkt per unabgestimmten Bandfilter oder sogar nur mit aperiodischer Verstärkung oder reduzierter Selektion des Zwischenkreises.

### Beschreibung eines typisch standardisierten UKW FM-HF-Teil (Mischer / Oszillator) - Abgleiches:

Es wird ein Radio mit **nur einem** Schwingkreis vor dem Mischer angenommen. Das Signal des Meßsenders wird über eine Reihenschaltung aus 400 Ohm und 100 pF (künstliche Antenne) an die Antenne des Radios gekoppelt. Zuerst wird der richtige Frequenzbereich des Radios für UKW am **Oszillator** eingestellt. Bitte beachten Sie dabei, für welchen Bereich das Radio tatsächlich gebaut wurde. Die Frequenzbereiche haben sich über die Jahrzehnte verändert. In unserem Beispiel zeigt die Skala für UKW 87 - 100 MHz. Der Skalenzeiger wird auf 87 MHz eingestellt und geprüft, ob der Drehkondensator in dieser Stellung tatsächlich voll eingedreht ist.

Der Meßsender wird im modulierten Zustand ebenfalls auf 87 MHz eingestellt. Nun wird mit der Spule des Oszillators (drehen des Spulenkerns) solange verdreht, bis das eingestellte Signal zu hören ist. Jetzt wird das Radio auf 100 MHz eingestellt, der Messender ebenfalls. Der zugehörige Kondensator-Trimmer (oft direkt mit dem Drehkondensator als eine Einheit ausgebildet oder als kleiner Zusatz-Mini-Drehko) wird so verdreht, bis das Meßsendersignal gut zu hören ist. Manche einfache Radios haben diesen Trimmer nicht. Hier kann bei verwendeten luftisolierten Drehkos versucht werden, die unterteilten Außenlamellen des Rotors VORSICHTIG zu verbiegen. Dabei darf es nicht zu Kurzschlüssen kommen. Diese Lamellen sind auch für eine Verbesserung des Gleichlaufes zwischen Vor- und Oszillator verwendbar. Eine Verschiebung von Abstimmbereichssegmenten ist dabei immer nur in Richtung weniger Kapazität möglich.

Jetzt muß das Radio und der Messender nochmals auf 87 MHz eingestellt werden. Sie werden nochmals mit der Spule etwas nachkorrigieren müssen. Die L-Einstellung am unteren Bandende und die C-Einstellung am oberen Bandende beeinflussen sich gegenseitig. Wiederholen Sie die Prozedur, bis Sie das Ergebnis zufriedenstellt.

Nun wird der (die) Eingangskreis(e) auf Gleichlauf abgeglichen. Ich empfehle bei Nichtvorhandensein einer Abgleichanleitung die sogenannte Zweipunkt-Methode.

### Beschreibung eines typischen Abgleiches eines Geradeausempfängers, auch Reflexempfängers:

- **Einkreiser, Reflexempfänger:** Das Signal des Meßsenders wird über eine Reihenschaltung aus 400 Ohm und 200 pF (künstliche Antenne) an die Antenne des Radios gekoppelt. Bitte beachten Sie, für welchen Bereich das Radio tatsächlich gebaut wurde. Die Frequenzbereiche haben sich über die Jahrzehnte verändert. In unserem Beispiel zeigt die Skala für Mittelwelle 520 bis 1600 kHz. Der Skalenzeiger wird auf 520 kHz eingestellt und geprüft, ob der Drehkondensator in dieser Stellung tatsächlich voll eingedreht ist.

Der Meßsender wird im modulierten Zustand ebenfalls auf 520 kHz eingestellt. Nun wird die Spule durch Drehen des Spulenkerns (falls vorhanden) solange verdreht, bis das eingestellte Signal zu hören ist. Jetzt wird das Radio auf 1600 kHz eingestellt, der Messender ebenfalls. Der zugehörige Kondensator-Trimmer - falls vorhanden - (oft direkt mit dem Drehkondensator als eine Einheit ausgebildet oder als kleiner Zusatz-Mini-Drehko) wird so verdreht, bis das Meßsendersignal gut zu hören ist. In manchen Fällen haben einfache Radios diesen Trimmer nicht. Hier kann bei verwendeten luftisolierten Drehkos versucht werden, die unterteilten Außenlamellen des Rotors VORSICHTIG zu verbiegen - falls vorhanden. Eine Verschiebung von Abstimmbereichssegmenten ist dabei immer nur in Richtung weniger Kapazität möglich.

Allerdings haben viele alte Radios keine abstimmbaren Spulenkerns. Hier muß zuerst versucht werden, nur am oberen Bandende mit dem eventuell vorhandenen C-Trimmer abzugleichen. In schwierigen Fällen kann auch ein Auf- oder Abwickeln von Spulen-Windungen notwendig werden. Eine weitere Schwierigkeit entsteht durch die Empfindlichkeit des Einkreisers gegenüber unterschiedlichen Antennen und Position einer eventuell eingebauten Rückkopplung und der Stellung des Geräte-Antennenankoppel-Teils (induktive oder kapazitive variable Kopplung). Möglichst schwach koppeln. Hier kann es besser sein, nicht über die künstliche Antenne zu koppeln, sondern die beabsichtigte Antenne anzuschließen und den Messender durch die Luft zu koppeln.

- **Mehrkreis-Geradeausempfänger:** Wird ein **Mehrkreis** abgeglichen, muß die Prozedur sinngemäß auch für die weiteren Kreise wiederholt werden. Hier ergibt sich die Schwierigkeit, daß sich gekoppelte Kreise gegenseitig beeinflussen. Drehen Sie bei einem Zweikreis am 1. Kreis, ändert sich die Resonanz am 2. Kreis in gewissen Grenzen mit. Die Intensität dieser Rückwirkung hängt etwas von der Art der Kopplung ab. Hier ist Fingerspitzengefühl angesagt. Wiederholungen des Abgleichs sind obligatorisch.

Eventuell ist auch eine wechselseitige Bedämpfung während des Abgleichs (wie [hier](#) sinngemäß beschrieben) notwendig. Manche Mehrkreiser lassen die mechanische Achsenverstellung von Einknopf-Abstimmungen zur **Gleichlauf**optimierung zu. Solche Geräte waren oft innerhalb jeder Stufe oder über alles neutralisiert (Neurodyne). Hier kann auch eine Neueinstellung der Neutralisation erforderlich werden. Auch die Neutralisation beeinflusst die Frequenz der Kreise.

Geradeusempfänger hatten eher selten Schwundregelungen. (Ausnahme: z.B. Novum von Dietz & Ritter).

**Beschreibung eines typischen Abgleichs eines Detektorradios:** Es wird ein Detektorempfänger mit einem Schwingkreis angenommen. Die normale Antenne wird angeschlossen. Es ist wichtig, daß der Detektor mit seiner Gebrauchsantenne zusammen abgeglichen wird. Das Signal des Meßsenders wird über ein kurzes Stück Draht in der Nähe der Antenne "durch die Luft" gekoppelt. Keinesfalls wird über Draht verbunden, auch nicht mit künstlicher Antenne. Bitte beachten Sie, für welchen Bereich das Detektorradio tatsächlich gebaut wurde. Die Frequenzbereiche haben sich über die Jahrzehnte verändert.

In unserem Beispiel zeigt die Skala für Mittelwelle 520 bis 1600 kHz. Der Drehko wird auf das untere Bandende eingestellt und geprüft, ob der Drehkondensator in dieser Stellung tatsächlich voll eingedreht ist. Der Meßsender wird im modulierten Zustand auf 520 kHz eingestellt. Nun wird die Spule durch Drehen des Spulenkerns (falls vorhanden) solange verdreht, bis das eingestellte Signal zu hören ist. Jetzt wird der Detektor auf das obere Bandende eingestellt, der Messender ebenfalls. Der zugehörige Kondensator-Trimмер - falls vorhanden - (oft direkt mit dem Drehkondensator als eine Einheit ausgebildet oder als kleiner Zusatz-Mini-Drehko) wird so verdreht, bis das Meßsendersignal gut zu hören ist. In vielen Fällen haben einfache Detektoren diesen Trimmer nicht. Hier kann bei verwendeten luftisolierten Drehkos versucht werden, die unterteilten Außenlamellen des Rotors VORSICHTIG zu verbiegen - falls vorhanden.

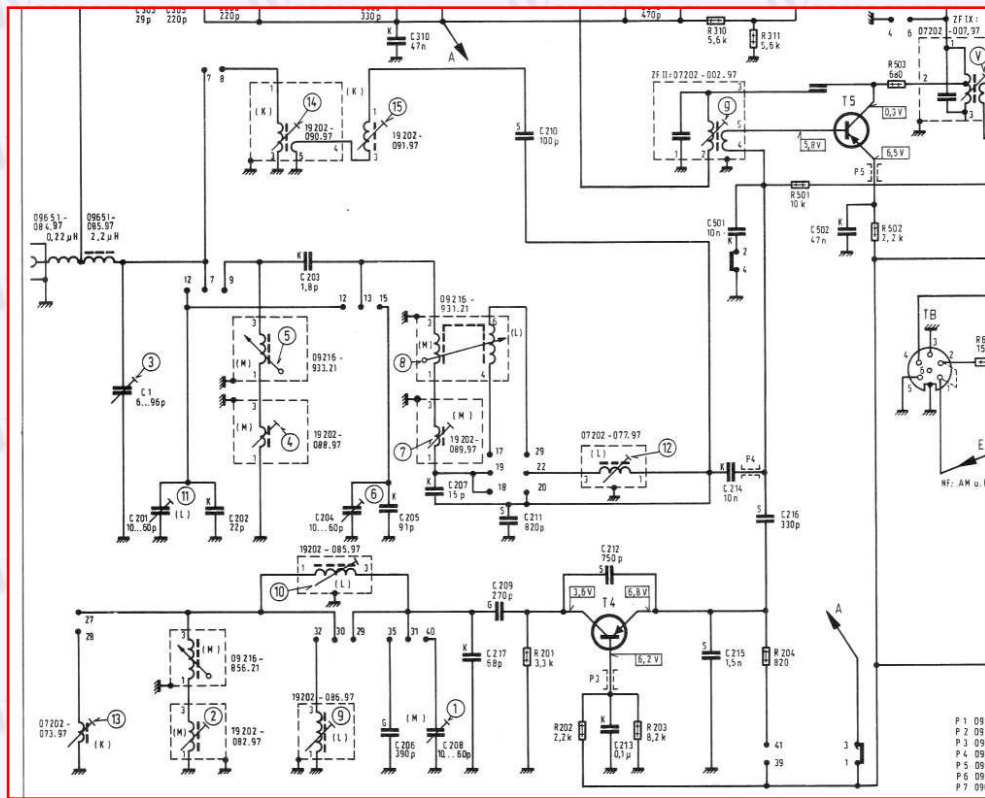
Eine Verschiebung von Abstimmbereichssegmenten ist dabei immer nur in Richtung weniger Kapazität möglich. Allerdings haben viele alte Detektoren keine abstimmbaren Spulenkerns. Hier muß zuerst versucht werden, nur am oberen Bandende mit dem eventuell vorhandenen C-Trimмер abzugleichen. In schwierigen Fällen kann auch ein Auf- oder Abwickeln von Spulen-Windungen notwendig werden. Eine weitere Schwierigkeit entsteht durch die Empfindlichkeit des Detektors gegenüber unterschiedlichen Antennen und Position einer eventuell eingebauten variablen Antennenankopplung (induktive oder kapazitive variable Kopplung). Ermitteln Sie den tatsächlichen Frequenzbereich mit stark gekoppelter Antenne und mit loser Antennenkopplung. So wissen Sie für Ihre Empfangsstation die zu erwarteten Frequenzbereiche.

### **Besonderheiten beim Abgleich von Autoradios oder Radios mit induktiver**

**Abstimmung:** Bei vielen Autoradios und einigen sonstigen Radios wurde zur Abstimmung eine reine induktive Abstimmung verwendet. Dabei werden zumeist Kerne innerhalb der Spulen verschoben. Der Abgleich des Oszillators kann einmal durch Verschieben eines Hauptkerns (unteres Bandende) und (wenn vorhanden) eines kleinen Zusatzkerns für das obere Bandende erfolgen. Aber auch bei diesen Geräten können kleine C-Trimmer zum Feinabgleich vorhanden sein. Weiter können Zusatzinduktivitäten vorhanden sein, die quasi als Trimmer wirken und einstellbar sind. Wenn man Abgleichanleitungen für solche Radios analysiert, stellt man fest, daß eventuelle Trimmer-C im eingedrehten Zustand der Abstimm-Spule abgeglichen werden.

Der Gleichlauf wird erreicht, in dem beim Vorkreis ebenso gehandelt wird. Die Zweipunktmethode vereinfacht sich hier oft auf Abgleich **direkt** am unteren und oberen Bandende. Der Gleichlauf ist wegen konstruktiver Maßnahmen des Herstellers (unterschiedliche Induktivitäten, unterschiedliche Spulendurchmesser, variable Kerndurchmesser, usw.) beim Eingangskreis gegenüber dem Oszillatorkreises oft besser als bei LC-Abstimmung.

Bei den induktiven (Permeabilitäts-) Abstimmungen sind viele Schaltungsvarianten möglich, die sich hinsichtlich der Abgleichnotwendigkeiten unterscheiden. Es ist deshalb oft die Verwendung der Abgleichanleitung zu empfehlen. Am Beispiel eines Grundig-Autosupers Grundig Weltklang 4505 ist das durch das **Schaltbild** (Auszug) und der **Abgleichanleitung** (Auszug) zu belegen:



**Auswechseln des Skalenlämpchens**

**bei eingebautem Autosuper**

1. Zeiger auf rechten Anschlag
2. Drehknöpfe abziehen
3. Lösen der Ziermutter mit Steckschlüssel (beigefügt im Zubehörsatz)
4. Blende und Skala abziehen
5. Mit Hilfe eines schmalen Schraubenziehers Reflektor entfernen
6. Skalenlämpchen auswechseln

**Öffnen des Gehäuses**

Mit Hilfe eines geeigneten Schraubenziehers kann man Boden- und Abdeckblech abnehmen. Man hat nun Zugang zur Löt- und Bestückungsseite. Um Arbeiten am NF-Teil ausführen zu können, löse man die im Abgleich-Lageplan gekennzeichneten Schrauben und Muttern.

**AM-ZF-Abgleich 460 kHz**

**Anschluß der Meßgeräte:**

Das Sichtgerät wird lose am Kollektor von T 7 (BF 440) und der Woblerausgang über einen Kondensator von 0,1 µF an die Basis von T 5 (BF 440) angekoppelt.

Der Abgleich erfolgt nun in der üblichen Reihenfolge, Filter XIII Kreis (I), F XII Kreis (II), F XI Kreis (III), F X Kreis (IV) und F IX Kreis (V). Alle Kreise auf Maximum und Symmetrie.

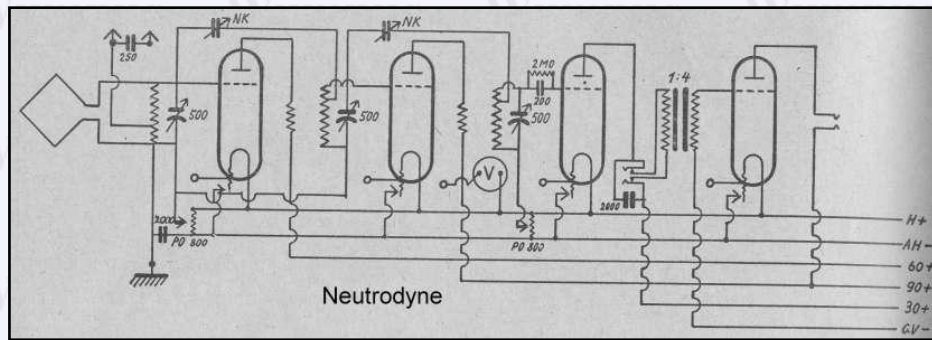
**AM-Oszillator- und Vorkreis-Abgleich**

Bereich, Frequenz Zeigerstellung	Oszillator	Vorkreis sekundär	Vorkreis primär	Eingangsempfindlichkeit	Schwingspannung am Emitter d. AM Mischer	Bemerkungen
510 kHz	① Maximum					Variometer eingedreht bis Anschlag
560 kHz		② Maximum	③ Maximum			Die Ankopplung erfolgt über 20 pF in Serie und 53 pF parallel zur Antennenbuchse. <b>Zur Beachtung:</b> Vor- und Zwischenkreisabgleich so lange wechselseitig wiederholen, bis der maximale Output erreicht ist. Der Abgleich wird mit dem Antennentrimmer C 1 auf 1 MHz Maximum beendet.
MW 1 MHz		④ Maximum	⑤ Maximum	4 - 6 µV	25 - 95 mV	
1550 kHz		⑥ Maximum	④ Maximum			
1620 kHz	⑦ Maximum					
145 kHz	⑧ Maximum					Variometer eingedreht bis Anschlag.
LW 160 kHz			⑩ Maximum			Variometer ausgedreht bis Anschlag.
280 kHz			⑧ Maximum	4 - 5 µV	30 - 60 mV	
300 kHz	⑨ Maximum					
KW 6,08 MHz	③ Maximum	③ Maximum	④ Maximum	6 µV	27 - 30 mV	Skalenmarke 6,08 MHz

**Besonderheiten beim Abgleich eines Neutrodyne-Empfängers:** Grundsätzlich erfolgt der Abgleich wie beim [Geradeusempfänger](#). Allerdings muß zusätzlich die [Neutralisierung](#) eingestellt werden. **Vor jedem Abgleich** ist sicherzustellen, daß sich der Neutrodyne-Empfänger wirklich im neutralisierten Zustand befindet. Am Tage (keine Raumwelle) bei angeschlossener Antenne und Erde und (falls vorhanden) mit geschlossenem Abschirmteil oder Holzteil des Gerätegehäuses eine freie Stelle im Band suchen. Falls vorhanden Rückkopplung voll zurückstellen. Antennenkopplung auf voll. Falls Heizregler vorhanden, auf eine recht hohe Stellung. Es darf jetzt kein Quitschen, Zwitschern oder Blubbern zu hören sein. Nun das ganze Band durchdrehen und auf diese Schwingneigung achten.

Tritt irgendwo Eigenschwingung auf, nun den (die) Neutralisationsdrehkos oder Trimmer von der letzten HF-Vorstufe nach vorn verdrehen, bis das Schwingen aussetzt. Die Schwingneigungen können sich von Stufe zu Stufe ziehen und die Neutralisations-Trimmer sich gegenseitig etwas mitziehen. Vorgang mehrfach wiederholen. Nun nochmals am Bandanfang, Bandmitte und Bandende nachprüfen. Falls vorhanden, die Rückkopplung des Gerätes bis ca 10 % vor Schwingensatz anziehen und nochmals Anfang Mitte und Ende prüfen. Gerät ausschalten und nach 10 Minuten wieder einschalten und auf Schwingfreiheit prüfen.

Nach einem Frequenz- und Gleichlaufabgleich ist die Neutralisationseinstellung zu wiederholen.



NK = Neutrodyne-Kondensatoren

**Besonderheiten beim Abgleich eines Pendel-Empfängers für UKW:** Zu Beginn der UKW-Versorgung um 1950 wurden Pendelempfänger, oft auch zur Nachrüstung von AM-Empfängern, eingesetzt. Diese Pendler hatten oft nur eine Röhre und beinhalteten auch eine simple Flankengleichrichterschaltung. Die Empfangsqualität war nicht optimal. Starkes Rauschen und Pendelrauschen bei schwachen Sendern und die kritische Flankendemodulation waren qualitätshindernd. Es gab auch Schaltungen mit einer Vorstufe und / oder einer getrennten Oszillatorstufe.

Diese Pendler können auch in Stellung AM des Meßsenders abgeglichen werden.

Abgleich: Erfolgt wie bei einem "normalen" Einkreiser. Drehkondensator und damit Skalenzeiger auf unteres Bandende einstellen. Meßsender AM oder FM auf die Bandanfangsfrequenz stellen (also z.B. 87 oder 86 MHz) und L des Schwingkreises abgleichen. Nicht immer gab es Kerne, manchmal mußte die Spule verbogen werden. Spulenwindungsabstand enger = Frequenz tiefer. Dann am oberen Bandende wiederholen, hier mit dem eventuell vorhandenen C-Trimмер abgleichen. Gesamten Vorgang wiederholen.

Sollte eine UKW-Vorstufe vorhanden sein, war diese meist mit einem nicht abgestimmten Breitbandpaßfilter oder aperiodisch ausgestattet, sodaß hier nichts abzustimmen ist.

### Weitergehende Informationen:

Wenn Sie die Information dieser Seite noch weiter vertiefen wollen, können Sie versuchen beispielsweise die Bücher antiquarisch zu beschaffen:

- Radio-Service-Handbuch von Dr. Adolf Renardy, Franzis.
- So gleicht der Praktiker ab, von Otto Limann, Franzis, Heft 75

### **Beispiel einer Abgleichanleitung für ein Grundig-Radio:**

So sehen typische Abgleichanleitungen aus. Auch der Fachmann muß sich einlesen, da die Klarheit der Beschreibung immer von der Fähigkeit des Anleitungsherstellers abhängt.

Das Gerät hat eine echte Bandbreitenregelung - gekoppelt mit dem Höhenregler. Mittels eines "Spulenfahrstuhls" werden Bandfilterspulen mit variablen Abstand verwendet.

Das Gerät verfügt im HF-Teil über ein abgestimmtes Bandfilter in den Bereichen LW, MW1 und MW2. Deshalb ist auch ein 3-fach-Drehkondensator eingebaut. Der Abgleich (Gleichlauf auch mit dem Oszillatorkreis) ist so etwas schwieriger einzustellen. Die drei Kurzwellenbereiche werden nicht mit Eingangsbandfilter betrieben. Die abgestimmte Eingangsbandfilter-Schaltung verbessert die Innerband-Selektion.

FM - ABGLEICHTABELLE					
Zeigeranschlag vor dem Abgleich überprüfen, Zeigermitte auf den Markierungszahlen der linken UKW-Skalenseite					
Abgleich-Reihenfolge	Meßsender-Frequenz	Zeigerstellung auf der Empfängerskala und Wellenbereich	Ankopplung des Meßsenders über	Abgleichvorgang und Anzeige	Bemerkungen
Verhältnis-Demodulator	10,7 MHz AM-moduliert	Drehkondensator eingedreht, UKW-Bereich	50 nF an das Gitter der EAF 42	(a) Primärkreis auf das äußere Maximum (b) Sekundärkreis auf das äußere Minimum	Alle Kerne auf das äußere Maximum bzw. Minimum abstimmen.
ZF-Kreise	10,7 MHz		50 nF an das Gitter der ECH 81 I	(c) (d) wechselseitig mit 10 kOhm + 5 nF (in Reihe) bedämpfen und auf das äußere Maximum abstimmen	Lautstärkerregler offen, Höhenregister „dunkel“.
			50 nF an das Gitter der ECH 81 II	(e) (f) wechselseitig mit 10 kOhm + 5 nF (in Reihe) bedämpfen und auf das äußere Maximum abstimmen	Nähere Ausführungen siehe unter Punkt 1 der „Allgemeinen Hinweise für den Abgleich“
			Drahtring über die ECC 81	(g) (h) auf das äußere Maximum abstimmen	
Oszillator	91 MHz	91 MHz	Meßsender (300 Ohm) in die UKW-Antennenbuchsen	(i) Eisenkern auf das äußere Maximum	$f_0 < f_0$
Zwischenkreis	87,5 MHz 99,5 MHz	87,5 MHz 99,5 MHz		(k) Eisenkern auf das äußere Maximum (l) Trimmer auf Maximum	Nähere Ausführungen siehe unter Punkt 2 der „Allgemeinen Hinweise für den Abgleich“.
Vorkreis	87,5 MHz	87,5 MHz		(m) Eisenkern auf das innere Maximum (Chassis-Rückansicht)	Abgleich mehrmals wiederholen und mit Trimmer beenden
AM - ABGLEICHTABELLE					
Zeigeranschlag vor dem Abgleich überprüfen, Zeigermitte auf die 1 von 510 kHz					
Abgleich-Reihenfolge	Meßsender-Frequenz	Zeigerstellung auf der Empfängerskala und Wellenbereich	Ankopplung des Meßsenders über	Abgleichvorgang und Anzeige	Bemerkungen
ZF-Kreise	468 kHz	Drehkondensator eingedreht, KW I-Bereich	50 nF an das Gitter der EAF 42	⊙ ⊙ Kerne auf das äußere Maximum abgleichen	Saukreis ⊙ vor ZF Abgleich verstimmen.
			50 nF an das Gitter der ECH 81 II	⊙ ⊙ Kerne auf das äußere Maximum abgleichen	Alle Kerne auf das äußere Maximum abstimmen.
			50 nF an Kontakt 7.15 (Anschlußpunkt des ZF-Saukreises)	⊙ ⊙ ⊙ ⊙ Kerne auf das äußere Maximum abstimmen	Lautstärkerregler offen. Höhenregister „dunkel“ (nach innen drehen)
ZF-Saukreis		Drehkondensator eingedreht, MW I-Bereich	Künstliche Antenne in die Antennen- und Erdbuchse	⊙ Kern auf das äußere Minimum abstimmen	Spertiefe ca. 1:74
Oszillator, Zwischen- und Vorkreis MW II	1000 kHz 1500 kHz	1000 kHz 1500 kHz	Spule, welche über den Ferritstab geschoben wird	⊙ ⊙ ⊙ ⊙ Kerne auf das äußere Maximum ⊙ ⊙ Trimmer auf Maximum	$f_0 < f_0$ $f_0 > f_0$ Diese Abgleichvorgänge sind so vorzunehmen, daß die Abgleichfrequenzen jeweils an den angegebenen Skalenstellen erscheinen.  Abgleich mehrmals wiederholen und mit Trimmer beenden
Ferrit-Abgleich	1000 kHz 1500 kHz	1000 kHz 1500 kHz		⊙ Kern auf das äußere Maximum ⊙ Trimmer auf Maximum	
Oszillator, Zwischen- und Vorkreis MW I	550 kHz 900 kHz	550 kHz 900 kHz	Künstliche Antenne in die Antennen- und Erdbuchse	⊙ ⊙ ⊙ ⊙ Kerne auf das äußere Maximum ⊙ ⊙ Trimmer auf Maximum	
Oszillator LW	150 kHz 300 kHz	150 kHz 300 kHz		⊙ Kern auf das äußere Maximum ⊙ Trimmer auf Maximum	
Zwischen- und Vorkreis LW	200 kHz	200 kHz		⊙ ⊙ Kerne auf das äußere Maximum	
Oszillator und Vorkreis KW III	12,5 MHz 17,5 MHz	12,5 MHz 17,5 MHz		⊙ ⊙ Kerne auf das äußere Maximum ⊙ ⊙ Trimmer auf Maximum	
Oszillator KW II	8,5 MHz 12 MHz	8,5 MHz 12 MHz		⊙ Kern auf das äußere Maximum ⊙ Trimmer auf Maximum	
Vorkreis KW II	10 MHz	10 MHz		⊙ Kern auf das äußere Maximum	
Oszillator KW I	6 MHz 8 MHz	6 MHz 8 MHz		⊙ Kern auf das äußere Maximum ⊙ Trimmer auf Maximum	
Vorkreis KW I	7 MHz	7 MHz		(37) Kern auf das äußere Maximum	

Beachten Sie weiter oben im Textteil die Hinweise zu  $f_0$  und  $f_0$ .  
 Der Begriff "künstliche Antenne" wird weiter oben im Textteil angesprochen.  
 "Zwischen- und Vorkreis" weist auf das abgestimmte Eingangsbandfilter hin.

## Allgemeine Hinweise für den Abgleich

### 1. Abgleich des Verhältnisdemodulators und der UKW-ZF-Kreise.

Zum Abgleich des Verhältnisdemodulators wird ein Gleichspannungs-Röhrenvoltmeter am  $5 \mu\text{F}$  Elektrolytkondensator C 72 angeschlossen (falls nicht vorhanden, kann in die Zuleitung des Widerstandes R 1  $15 \text{ k}\Omega$  ein mA-Meter mit  $0,1 \dots 1 \text{ mA}$  Endausschlag eingeschaltet werden). Der amplitudenmodulierte Sender wird auf  $10,7 \text{ MHz}$  eingestellt und an das Gitter 1 der vorhergehenden Röhre (EAF 42) angeschlossen. Nun wird der Primärkreis (a) auf Maximum der Richtspannung abgeglichen. Der Sekundärkreis (b) wird dann nach einem Outputmeter auf Minimum abgeglichen. Dabei zeigt das Richtspannungs-Instrument auch ein schwaches Maximum an. Es soll mit möglichst kleiner Ausgangsspannung des Meßsenders abgeglichen werden ( $1,5 \text{ V}$  Richtspannung).

### 10,7 MHz ZF-Kreise

Der Meßsender (unmoduliert) wird an das Gitter der ECH 81 I angekoppelt und die Kreise (c) (d) (wechselseitig mit  $10 \text{ k}\Omega + 5 \text{ nF}$  in Reihe bedämpfen) auf das äußere Maximum der Richtspannung abgeglichen. Zum Abgleich der Kreise (e) (f) (wechselseitig mit  $10 \text{ k}\Omega + 5 \text{ nF}$  in Reihe bedämpfen) wird der Meßsender an das Gitter der ECH 81 II angeschlossen. Nun den Meßsender an einen angefertigten Drahring, der über die ECC 81 geschoben wird, anschließen und die Kreise (g) (h) auf das äußere Maximum abgeglichen. Bei FM-Modulation kann auch am NF-Ausgang ein Outputmeter zur Maximumanzeige dienen.

Der einwandfreiere Weg zum Abgleich der AM- und FM-ZF ist jedoch der sichtbare Abgleich mit einem Oszillographen und Frequenzwobbler.

- Beim Abgleich des UKW-Oszillator-, Zwischen- und Vorkreises wird der Meßsender (frequenzmoduliert) an die UKW-Antennenbuchsen angeschlossen. Mit den Eisenkernen und Trimmern wird so abgestimmt, daß das Outputmeter ein Maximum anzeigt.
- Es soll immer mit möglichst kleiner Meßsenderspannung abgeglichen werden.
- Zur Einstellung der HF-Bandbreiteregulierung (Spulenzahlstühle) müssen die Kerne (3) und (6) auf der Schlitzunterkante aufliegen und die Rändelscheibe „Höhenregister“ nach rechts bis zum Anschlag gedreht werden.

