

**Zum Jubiläum- 1932 - 2012
Vor 80 Jahren wurden die größten
Geradeausempfänger gebaut.**

Vergleich der Besten:
Geradeausempfänger



vs. Superhet



Eine Ausarbeitung von Edi



Der Geradeausempfänger.....	3
Probleme des Geradeausempfängers	4
Zusammengefasst.....	5
Der Superhet.....	6
Probleme des Superhets	6
Zusammengefasst.....	7
Fazit, Endvergleich.....	8
Jahr 2012 – 80 Jahre nach den ersten Hochklasse- Empfängern ..	8
Anregung für Dampfradiofreunde	9
Anhang.....	10
Die „Könige der Geradeausempfänger“	11
Die Großsuper. Technik, die begeistert.	13
Vorkrieg - Was überhaupt schon möglich war.....	13
Nachkrieg	14
Erklärungen.....	15
Bandbreite	15
Mechanische Realisierung der Bandbreitenstellung.....	16
Spiegelfrequenz beim Superhet	17
Kreuzmodulation	18
Pendelempfänger, Pendler.....	18
Literatur- und Quellenangabe	19

Der Geradeausempfänger

Der Geradeausempfänger hat eine einfache, klare Wirkungsweise.

Er hat keine Oszillatoren, die unerwünschte Frequenzen erzeugen könnten, keinen Mischer, der unerwünschte Mischprodukte erzeugen könnten. Nur die jeweilige Empfangsfrequenz wird empfangen, verstärkt und demoduliert, keine andere erzeugt oder genutzt.

Mehrfach- Empfangstellen und Interferenzen (Pfeifstellen) kennt ein Geradeausempfänger nicht.

Im Gegensatz zur Wikipedia- Aussage ist eine automatische Verstärkungsregelung sehr wohl möglich, und wurde verschiedentlich auch realisiert.

In Sachen Wiedergabequalität kann ein Geradeausempfänger durchaus mit Superhet- Konstruktionen mithalten.

Technisch:

Der Mehrkreis- Geradeausempfänger erfordert identische, gleich durchstimbare Schwingkreise, und damit perfekten Gleichlauf an allen Stellen des Frequenzbands. Dies wurde meist mit Drehkondensatoren realisiert. Üblicherweise macht man einen Dreipunktabgleich.

Damit ist klar:

- Der Drehkondensator muß sehr präzise sein.

Das dürfte noch das geringste Übel sein- technologisch war man schon vor 80 Jahren in der Lage, Drehkos sehr genau zu fertigen, nach dem Krieg wurde dies noch verfeinert, zum Ende der Röhrenzeit waren sie feinmechanische Präzisionsbauteile, sie wurden kleiner, besser abgleichbar, bekamen beste Lager, eigene Getriebe, usw.

- Der Drehko wird dennoch immer länger. Selbst mit den kleinen Drehko- Paketsätzen der 70er Jahre wäre ein Drehko dann wahrscheinlich so lang, wie das Chassis breit ist.

Man stelle sich einen Drehko mit der Kreiszahl der besten Super vor- das wären beim 11- Kreis-Super: 10 auf die Empfangsfrequenz oder deren Umsetzung abgestimmte Kreise (aus Werbegründen zählten die Hersteller den Oszillator- Kreis zur Gesamt- Kreiszahl dazu, obwohl der zur Empfangsqualität nicht nennenswert beiträgt).

Ein Ausweg ist allerdings der Nebeneinander- Bau von Drehko- Verbundkonstruktionen, z. B. mit mechanischer Kopplung durch vorspannbare Zahnrad- Sätze (wie sie in den Drehko- Getrieben Verwendung fanden).

Ebenso wären Variometer denkbar, mehrere Variometer- Spulen können sogar noch besser nebeneinander platziert werden, aber der Abgleich ist (wahrscheinlich) noch schwieriger.

- Die Spulen und Trimmer müssen untergebracht werden, ebenso die Wellenschaltersätze. Bei einem Gerät mit vielen Wellenbereichen –z. B. gespreizten Kurzwellen- Einzelbereichen- wäre das Chassis voll mit Schwingkreis- Bauelementen.
- Der Abgleich- Aufwand steigt mit der Kreiszahl, und der Abgleich wird mit jedem zusätzlichen Kreis kritischer, 1 fehlabgeglichener Kreis setzt die Leistung sehr stark herab.
- Sonderfunktionen, wie Spreizung eines Kurzwellen- Bandes, oder die sog. „Kurzwellenlupe“, müssen mit allen vorhandenen Kreisen realisiert werden, durch entspr. Bemessung der Schwingkreise, oder mechanisch, durch ein präzises Untersetzungsgetriebe.

Probleme des Geradeausempfängers

Ein großes Kriterium ist die Bandbreite.

Diese sollte immer gleich sein, auf jeder Empfangsfrequenz, auf jedem Wellenbereich..

Ist sie aber nicht.

Ideal wäre bei jeder Empfangsfrequenz eine Durchlasskurve nahe der Rechteckform, nur was innerhalb der unteren und oberen Grenzfrequenz (= der Bandbreite) ist, ist interessant.

Die Bandbreite bestimmt die Qualität der aufmodulierten Sendung, sowie die Trennung der Sender (Trennschärfe).

Die ideale Durchlasskurve für jede Empfangsfrequenz ist mit dem Geradeausempfänger überhaupt nicht realisierbar.

Wir haben Frequenzverhältnisse von 1:3 und mehr (MW: 500 KHz bis 1500 KHz).

Die Bandbreite ist abhängig von der Schwingkreisgüte, und diese ist abhängig vom L-C- Verhältnis und der Frequenz.

Eine Bandbreite von 9 KHz (Senderabstand der Mittelwelle) kann man im unteren Bereich des Mittelwellenbandes leicht erzielen.

Am oberen Bandende ist die Bandbreite dann aber viel höher.

-> Aus diesem Grunde beträgt die AM- ZF von Superhets um 450 KHz.

Die höhere Bandbreite bei höheren Frequenzen bewirkt in der Folge eine geringere Trennschärfe.

Was schon gar nicht sinnvoll möglich ist: Eine definierte, oder gar stellbare Bandbreite. Dies ist zwar technisch (elektronisch und mechanisch) realisierbar, aber da die Bandbreite nicht konstant ist, ist die Stellbarkeit eher sinnlos, und bei Vielkreisern mit mehreren Wellenbereichen, mittels mechanischer Vorrichtungen... wäre der Aufwand dann auch gewaltig.

Eine mechanische Lösung zur Einstellung der Bandbreite sind schwenkbare (Teil-)Spulen in Abschirmbechern. In HF- Verstärkerzügen, die nur 1 Frequenz verstärken müssen, werden oft werden mehrere parallel betätigt. Man stelle sich das bei einem 5- Kreiser mit Kurz- Mittel- und Langwelle vor, 15 Spulen, die gleichzeitig bewegt werden müssten !

Zur Zeit der Vielkreis- Geradeausempfänger war der Aufbau extrem kritisch- Röhren- Elektrodenkapazitäten, Schaltkapazitäten, kapazitive und induktive Verkopplungen, mangelhafte Abschirmungen zwischen Stufen, mangelhafte Röhrenmetallisierungen , u. a. ließen die Geräte oft ins Schwingen kommen.

Spezielle Empfänger- Forderungen, für einige spezielle Übertragungstechniken, wie Einseitenband- Übertragung auf den Kurzwellen- Bändern, sind mit Geradeausempfängern nicht sinnvoll erfüllbar, obwohl die Signale aufnehmbar und auswertbar gemacht werden können, wurde in dieser Richtung kein Aufwand mehr getrieben.

Bei FM (UKW) verlor der Geradeausempfänger vollends seine Bedeutung, physikalisch –zu hohe Bandbreite/ zu geringe Trennschärfe- war auch hier keine sinnvolle Entwicklung mehr möglich, lediglich die UKW- fähigen Empfänger der ersten Generation verwendeten einen 1- oder 2- kreisigen Geradeausempfänger, ein UKW- Pendelaudion, eingebaut, oder als Nachkauf- Baugruppe für die Nachrüstung, mit teilweise beachtlicher Eigen- Störabstrahlung, geringer Empfindlichkeit, und schlechter Trennschärfe.

Und auch die Tonqualität war bescheiden- UKW- Rundfunk war von Beginn an frequenzmoduliert, die Pendelaudion- Geräte konnten aber nur auf der Flanke der ZF- Kurve demodulieren, (Flankendemodulation) so dass es 2 dicht nebeneinanderliegende Empfangsstellen mit brauchbarer Tonqualität gab.

Trotzdem kann der Geradeausempfänger ein sehr guter (AM-) Rundfunkempfänger sein.

Zum 4- Kreiser Lange „Imperator“ (1932) zitiert Rmorg aus einem damaligen Katalog:

Zitat:

„Durch die große Röhrenzahl wird eine Empfangsleistung erreicht, die auch von einem Super nicht überboten werden kann. Die Trennschärfe wird durch die Vierkreisschaltung auf eine nicht mehr zu überbietende Höhe gebracht.“

Eins der Spitzengeräte der Geradeausempfänger, ein normaler Rundfunkempfänger, der 5- Kreiser „Mende Super Selektiv“ von 1932, wurde von E. Erb (Rmorg) mit einer Empfindlichkeit von $0,6 \mu\text{V}$ benannt, ein (damals) hervorragender Wert, dem Gerät wurde eine gute Selektivität attestiert, nur die Regelung bei starken Nachbarsendern schwach.

Zusammengefasst

- **Ein Geradeausempfänger kann als Rundfunkempfänger durchaus respektable Empfangsleistungen erbringen**
- **Für höchste Anforderungen ist er jedoch nicht geeignet.**
- **Grundsätzlich kann man sagen, dass ein hochentwickelter Geradeausempfänger einen Aufwand erfordert, mit welchem man ebenso einen Superhet realisieren kann, der bessere Empfangsleistungen bringt, und zudem noch technische Details ermöglicht, die mit dem Geradeausempfänger nur schwer oder gar nicht realisiert werden können.**

Der Superhet

Der Superhet erzeugt bekanntlich eine feste Mischfrequenz aus der stets gleichbleibenden Differenz der Empfangsfrequenz und der selbst erzeugten Oszillatorfrequenz, ändert sich einer der beiden Frequenzen, ändert sich die andere ebenfalls.

Die ZF hat den Modulationsinhalt der ursprünglichen Empfangsfrequenz.

Diese Frequenz –die Zwischenfrequenz („ZF“)- kann nun recht einfach weiterverstärkt werden, da ja nachfolgende Verstärkerstufen nur auf diese eine Frequenz abgestimmt werden müssen.

Es sind i. d. R. also **nur ein Abgleich der Eingangskreise, der Oszillatorkreise, und danach beliebig vieler ZF- Kreise** durchzuführen. Nur aufwendige Großsuper hatten noch Vorkreise, die gleich den Eingangskreisen abzustimmen waren.

Durch Wahl der Anzahl von ZF- Kreisen, sowie sinnvoller Beschaltung dieser, kann eine **hohe Verstärkung**, und nun endlich auch eine **definierte Bandbreite**, und damit die **optimale Trennschärfe**, realisiert werden.

Am Ausgang des ZF- Verstärkers ist der Demodulator, und wichtig ist das, was dort ankommt.

Für den Demodulator ist die verstärkte ZF „sein“ Sender- Signal.

Kommt ein Signal mit hoher Bandbreite, kann die gewonnene Niederfrequenz von sehr guter Qualität sein, also einen großen Tonumfang (Höhen, Tiefen) wiedergeben. Wird die Bandbreite begrenzt, ist der Tonumfang beschnitten, aber die daraus resultierende hohe Trennschärfe ermöglicht, Störungen durch einen benachbarten, stärkeren Sender zu minimieren, sowie schwächste Sendersignale auswertbar zu machen.

Die Rundfunkempfänger der Superhet- Spitzenklasse boten 8- 10 auf die Empfangsfrequenz oder deren Umsetzung abgestimmte Schwingkreise Kreise (aus Werbegründen zählten die Hersteller den Oszillator- Kreis zur Gesamt- Kreiszahl dazu, obwohl der zur Empfangsqualität nicht nennenswert beiträgt).

Solch hohe Anzahl an durchstimmbaren Selektionsmitteln (Kreisen) sind –wenn technisch überhaupt möglich und sinnvoll-, wirtschaftlich mit Geradeausempfängern nicht machbar.

Eine stellbare Bandbreitenbestimmung kann beim Super elektronisch oder mechanisch gut realisiert werden, letztere erfordert eine mechanische Vorrichtung (z. B. einen „Spulenschwenker“), ggf. mehrfach, aber dann in nahezu baugleichen ZF- Schwingkreisen.

Die sog. „Bandbreiteregulierung“ (eigentlich ist es ein Stellen, kein Regeln !) war früher eine beliebte Funktion besserer Superhet- Empfänger, und in guten Geräten tatsächlich auch sehr wirksam. Die Sonderfunktion „Kurzwellenlupe“ einiger Geräte ist ebenfalls ganz leicht zu realisieren, weil einzig der Oszillator- Schwingkreis um einige KHz verstimmbar gemacht werden muß, mittels kleinerem Drehko, oder Variometerspule.

Probleme des Superhets

Nachteilig beim Superhet sind allerdings Frequenzen, die durch den Mischvorgang entstehen. So die „Spiegelfrequenz“- Störungen, und zwar bei mangelhaften Eingangs- Schaltungen.

Eigentlich... ist nicht einmal ein Eingangskreis nötig ! Die Oszillatorfrequenz kann doch nur mit der um die ZF differierenden Empfangsfrequenz die ZF bilden, oder ?

Aber... es gibt 2 Differenz- Möglichkeiten: Ausgehend von der Oszillator- Frequenz um die ZF „nach oben“ oder „nach unten“ („Kehrlage“)

Arbeitet nun auf beiden Frequenzen je ein Sender, also einer auf der gewünschten Empfangsfrequenz, sowie einer auf der „Spiegelfrequenz“... wären die beiden Sender nicht mehr trennbar, die ZF trüge ein verwaschenes, kaum identifizierbares Durcheinander- Gebrabbel beider Sender.

Also werden doch Eingangskreise vorgesehen, die auf die gewünschte Empfangsfrequenz abgestimmt werden, die „Spiegelfrequenz“ ist üblicherweise frequenzmäßig von der gewünschten Empfangsfrequenz so weit entfernt ($2 \times 468 \text{ KHz}$), dass sie –eigentlich- keine Rolle spielen sollte. Ausnahme waren sehr alte Superhets, mit Z- Frequenzen um 120 KHz.

Geräte ohne Eingangskreise- die Ausnahme- waren einst die sog. „Einbereich- Super“, welche eine so hohe ZF hatten (z. B. 1,6 MHz), dass der Bereich der Spiegelfrequenz in einen Bereich fiel, in dem keine, oder nur sehr schwache Sender arbeiteten. Hier gab es also keinen abstimmbaren Eingangskreis mehr, sondern ein einfacher Tiefpaß, der für die Spiegelfrequenz- Abschottung sorgte.

Durchstimmbar war nur der Oszillatorkreis, und abzugleichen nur die ZF ! Einfacher geht's beim Super nicht mehr.

Solche Geräte wurden oft als Bausätze angeboten.

<http://www.dampfradioforum.de/viewtopic.php?f=55&t=8150>

Übrigens wird in einigen „Scanner“- oder „Welt“- Empfängern, die fast lückenlos alle Wellenbereiche beinhalten, dieses Prinzip bis heute angewandt

Dieser erfolgt ja an einem Bauelement mit nichtlinearer Kennlinie, und die hat auch niemals eine ideale Form, so dass aufgrund der Abweichungen der Idealform zusätzliche Frequenzen entstehen, die nicht erwünscht sind, und die Störungen hervorrufen können, dies äußert sich z. B. in „Pfeifstellen“, die durch Überlagerung mit den Nutzfrequenzen entstehen können, Mehrfach- Empfangsstellen und „Kreuzmodulation“, das sind Übernahme der Modulation eines anderen Senders.

Ebenfalls die Forderung nach Mit- Regelbarkeit der Mischstufe, um die Verstärkung bei sehr starken Sendern zur Vermeidung von Übersteuerung herunterzusetzen, führte zu Röhren mit solchen Kennlinien.

Die höher werdenden Anforderungen führten zu einer großen Zahl von Mischschaltungen, jede mit speziellen Vor- und Nachteilen: „Additive Mischung“ mit Trioden, anfangs, weil man nur Trioden hatte, später wegen geringem Rauschen und Kreuzmodulation, siehe hier:

<http://www.dampfradioforum.de/viewtopic.php?f=55&t=8385>

dann „multiplikative Mischung“ mit Hexoden, Heptoden, Oktoden und Trioden- Hexoden- Verbundröhren . Allgemein setzte sich im AM- Bereich die bewährte, unkomplizierte, unkritische Mischung mit Trioden- Hexoden- Verbundröhren im AM- Bereich durch (ACH 1, ECH 11, ECH 81), nur bei UKW wurde meist die additive Triodenmischung angewandt.

Weiterhin muß dafür Sorge getragen werden, dass die Frequenzen, sog. „Spiegelfrequenzen“, die durch die „Kehrlagen- Differenzbildung“ erzeugt werden, zuverlässig außen vor gehalten werden, diese täuschen sonst einen Sender vor, der an der beabsichtigten Empfangsstelle gar nicht existiert. Super mit sehr hoher Verstärkung sind naturgemäß anfälliger für solche effekte.

Der Spezialfall waren die sog. „Doppelsuper“ mit 2-facher Umsetzung: erst zu einer hohen ZF mit hoher Bandbreite, aber bester Spiegelfrequenz- Sicherheit, danach Mischung der ZF mit einer festen 2. Oszillatorfrequenz, Erzeugung einer niedrigen, 2. ZF, die nun eine schmalere Bandbreite, damit eine hohe Trennschärfe bewirkt

Zusammengefasst

- Der Super ist wirtschaftlicher zu bauen, da nach den Eingangs- Kreisen nur beliebig viele gleichartige ZF- Kreise folgen.
Dies ist einfacher zu produzieren (Standard- ZF- Bandfilter !), und auch einfacher abzugleichen.
- Die Abstimmelemente (Drehkos) sind einfacher zu produzieren, sie sind nur max. 3-fach auszulegen, und selbst 3-fach verwendeten auch nur Spitzengeräte, Nur wenige kommerzielle Geräte verwendeten z. B. 2 Vorkreise.
Manche Spitzengeräte verzichteten auf einen Vorkreis, also nur Eingangskreis(e) und Oszillatorkreis(e), dafür 1 ZF- Stufe mit 2 Kreisen mehr.
- Nahezu jede Bandbreiten- und Empfindlichkeitsvorgabe ist erreichbar, bis zu den physikalischen Grenzen, z. B. atmosphärisches Rauschen, innerhalb dessen jedes schwächere Signal untergeht, und nicht mehr wiedergewonnen werden kann.
- Mechanische und elektrische Sonderfunktionen sind einfacher zu realisieren, weil sie ebenfalls gleichartigen Kreisen vorgenommen werden (z. B. mechanische Bandbreitenstellung).
- Die systemimmanenten Nachteile des Superhets, die unerwünschten Frequenzen/ Mischprodukte, können minimiert werden, was natürlich zusätzlichen Aufwand bedeutet, der Superhet ist aber immer noch weitaus funktionssicherer und wirtschaftlicher zu bauen, als ein Vielkreis- Geradeausempfänger, der ja einige Vorgaben schon physikalisch nicht erreichen kann.

Fazit, Endvergleich

Der Geradeausempfänger hat eine einfache, klare Wirkungsweise.

Er kann als Rundfunkempfänger durchaus respektable Empfangsleistungen erbringen. Für höchste Anforderungen ist er jedoch nicht geeignet. Diese sind –wenn physikalisch überhaupt machbar, auch mit höchstem Aufwand nicht mehr sinnvoll erfüllbar.

Die hohe Anzahl an durchstimmbaren Selektionsmitteln (Kreisen), die mit dem Super möglich ist, ist –wenn technisch überhaupt möglich und sinnvoll-, wirtschaftlich mit Geradeausempfängern nicht machbar.

Trotz einiger, weniger Vorteile:

Ein hochentwickelter Geradeausempfänger erfordert einen Aufwand, mit welchem man ebenso einen Superhet realisieren kann, der bessere Empfangsleistungen bringt, und zudem noch technische Details ermöglicht, die mit dem Geradeausempfänger nur schwer oder gar nicht realisiert werden können.

Ein hochwertiger Superhet ist ebenfalls aufwendig, aber immer noch weitaus günstiger herzustellen- und vor allem einzustellen.

Der Superhet ist also technisch und wirtschaftlich überlegen.

Jahr 2012 – 80 Jahre nach den ersten Hochklasse- Empfängern

Wenn wir die hier besprochenen Lösungen betrachten- sind auch die besten Lösungen für Hersteller heute nicht mehr machbar- heutzutage ist Radio kaum noch von Bedeutung.

Die AM- Bereiche, Kurz- Mittel- und Langwelle, sind am Aussterben, den Begriff „Mittelwelle“ kennen Jugendliche kaum noch.

UKW- Sender dudeln rund um die Uhr anspruchslose „Unterhaltung“.

Höchste Empfangsleistungen sind nicht mehr gefragt.

Der mechanische Aufwand, den man damals trieb, ist schon lange nicht mehr bezahlbar.

Selbst die oft aufwendige Gehäuse- Gestaltung („Design“) ist schon seit Jahrzehnten reiner Funktionalität gewichen, und die ist auf billigste Realisierung „optimiert“, Bedienung meist über Fernbedienung, wenige, winzigste Kurzhub- Schalter mit Mehrfachbelegungen und undurchsichtigen „Menüs“

Billige Heimempfänger, die noch die klassischen Radio- Wellenbereiche empfangen, dürften kaum an die Empfangsleistungen der alten Spitzengeräte herankommen.

Allenfalls im Hochpreis- Segment kann man beste Qualität erwarten, aber dann auf UKW- Stereo.

Anregung für Dampfradiofreunde

Ein Vielkreis- Geradeausempfänger könnte heute noch ein schönes Projekt für einen Eigenbau sein, weil:

- Der Geradeausempfänger hat eine einfache, klare, übersichtliche Wirkungsweise.
- Geradeausempfänger waren seit Anbeginn Projektthema für weniger erfahrene Hobby-Funktechniker, bekannt die Funkamateure- Bezeichnung 0-V-1 für den Einkreis-Geradeausempfänger: Keine 0 „0“ Vorstufe, 1 Audionstufe = „V“, 1 NF- Stufe = „1“
-
- Es sind heute wahrscheinlich Kreiszahlen und Detailverbesserungen möglich, die früher aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht realisiert werden konnten.
- Bei der rigorosen Abschaltung der AM- Sender in Europa kann ein Geradeausempfänger heute wieder punkten.
Man bedenke, dass die besten Geradeausempfänger -gebaut vor 70 – 80 Jahren- der Leistung ihrer Superhet. Konkurrenten recht nah kamen- ja teilweise übertrafen, oder in einigen Punkten an die physikalische Grenze der Empfangsmöglichkeit kamen, insbesondere die Empfindlichkeit, die durch das atmosphärische Rauschen begrenzt ist, innerhalb dieser geht jedes schwächere Signal unter, und es ist nicht mehr wiedergewinnbar.
- Ausländische Sender senden teilweise in hervorragender Qualität, die Betreiber scheren sich nicht um alte Bandbreiten- und Modulationsgrad- Vorgaben, Geradeausempfänger haben meist eine ausreichende Bandbreite, wenn der Demodulator auch mitmacht, ist eine sehr gute Wiedergabe zu erwarten, die es zur Zeit der Vielkreiser noch nicht gab
- Mit modernen Röhren und sorgfältiger Konstruktion sollte eine Schwingneigung heutzutage nicht mehr so kritisch sein (meine Vermutung).
- Ebenso gibt es heute bessere Abgleich- Hilfsmittel, die zur Zeit der Geradeaus- Vielkreiser noch nicht zur Verfügung standen (Wobbler, Funktionsgeneratoren, Frequenzsynthesizer, Digitales Equipment und Computer).
- Es gibt auch Schaltungskniffe, die eine Trennschärfe- Erhöhung bewirken, ohne weitere Schwingkreise anfügen zu müssen, auch hier wäre meine Vermutung, dass dies mit modernen Röhren und sorgfältigem Aufbau noch wesentliche Verbesserungen bringt.
Dies wäre z. B. die Anwendung einer definierten Entdämpfung der Schwingkreise (ja, das ist eine Rückkopplung !) der einzelnen HF- Stufen.
- Überhaupt wäre es interessant, wie weit man mit heutigen Mitteln mit der Kreiszahl kommt, bzw. wie man einen Vielkreis- Geradeausempfänger verbessern kann.
- Wie wäre es mit dem eigenen Traumgerät- vom Gehäuse bis zum technischen Inneren ?

“Super kann doch jeder“... ☺



Eigenbau des Autors, 3- Kreis- Geradeausempfänger

Anhang

Im Anhang Schaltplanauszüge von 3 Geradeausempfängern mit den höchsten Anzahlen an abgestimmten Kreisen, sowie einem der wenigen UKW- Geradeausempfangsteile,

Wie geschrieben, spielten Geradeausempfänger im UKW- Bereich keine Rolle.

Danach Vorkriegs- Spitzensuper, dann Nachkriegs- Geräte: AM- Teile von 3 DDR- Superhets mit den größten Kreiszahlen.

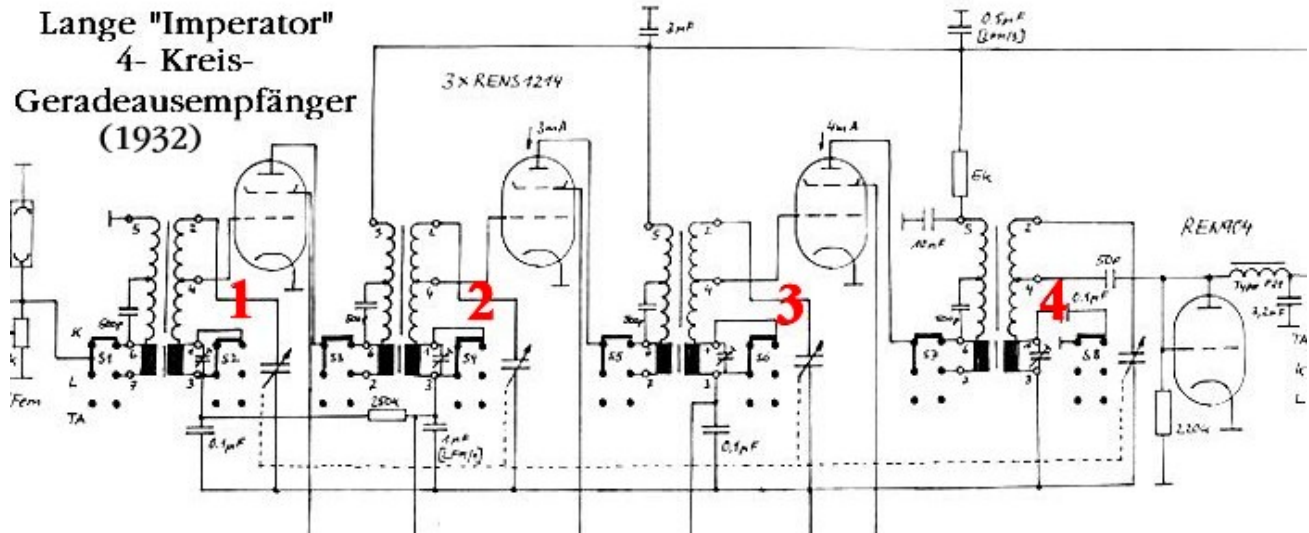
Natürlich bot die „West“- Konkurrenz genauso hervorragende Spitzensuper, ich habe für die Geräte eigene Unterlagen, darum die Auswahl.

Mit gleichnamigen Weiterentwicklungen des letzten Superhets der Auswahl endete die Röhren- Ära in der DDR um 1969/70, aber auch weltweit.

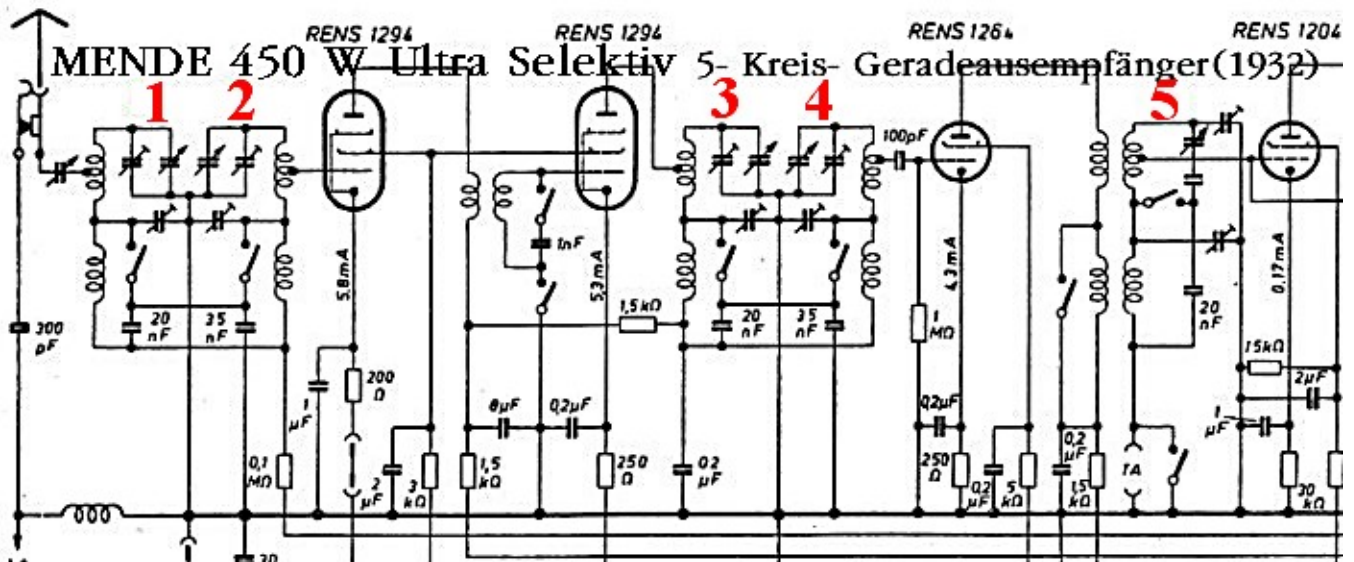
Viele der Großsuper –aller Hersteller- sind Legende, und wahrscheinlich sind die AM- Empfangsleistungen bis heute von „normalen“ Radiogeräten nicht mehr übertroffen worden.

Die „Könige der Geradeausempfänger“

Lange "Imperator"
4- Kreis-
Geradeausempfänger
(1932)

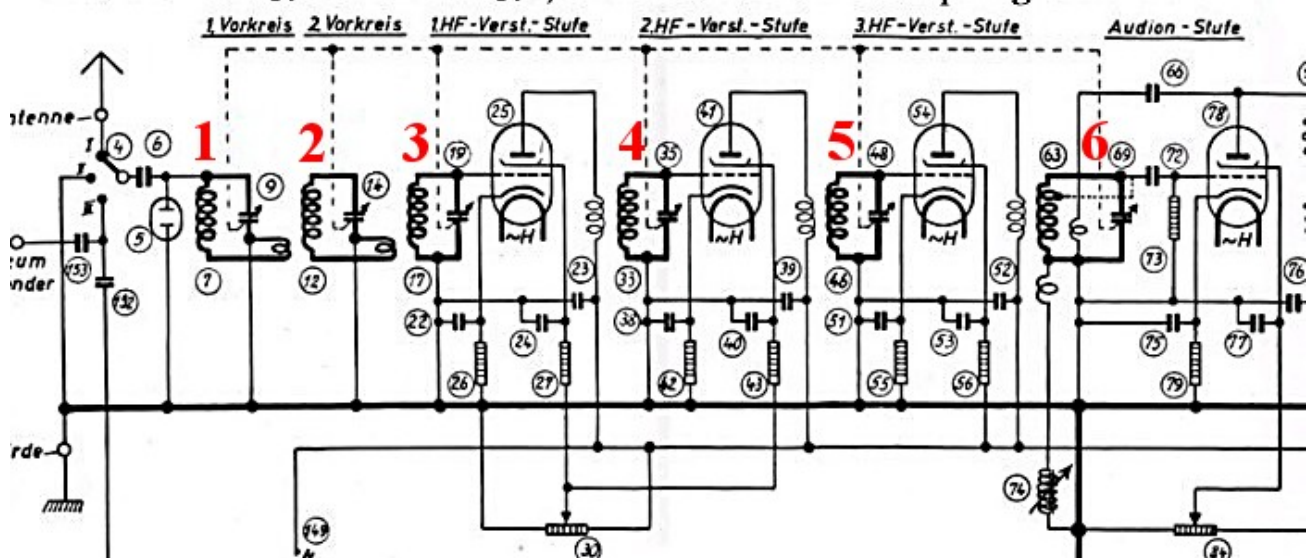


Ohne Eigenlautsprecher. Klein, aber ein Kraftpaket- 15 Watt NF- Ausgangsleistung !



Dies war ein „normaler“ Tischempfänger der Konkurrenz.

Lorenz "Lo6K39" und "Lo6L39", 6- Kreis- Geradeausempfänger(1939)

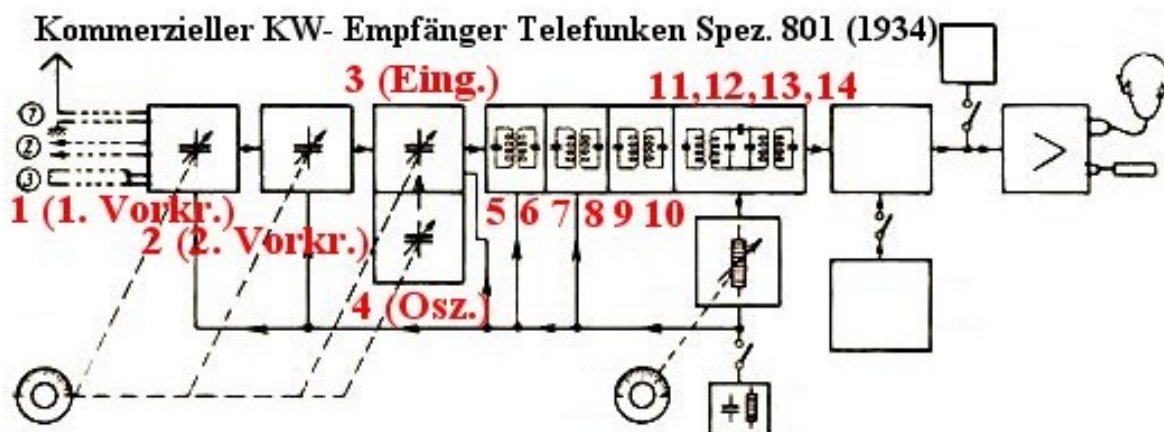


Hier ein kommerzielles Gerät, ein Geradeaus- Schiffsfunkempfänger



Die Großsuper. Technik, die begeistert.

Vorkrieg - Was überhaupt schon möglich war



Hier nur der Überblicksplan.

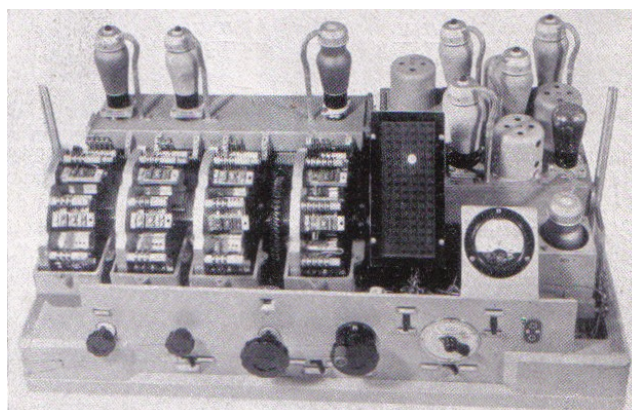
14 Kreise, (!) davon 13 auf die Empfangsfrequenz oder deren Umsetzung (ZF).

Die Bandbreite ist einstellbar: 300 Hz bis 5 KHz.

Die extrem hohe hohe Kreiszahl ermöglicht die sehr geringe Bandbreite für telegraphische Funkdienste, aber auch eine normale Bandbreite (bei KW ist sie 5 KHz) ist einstellbar.

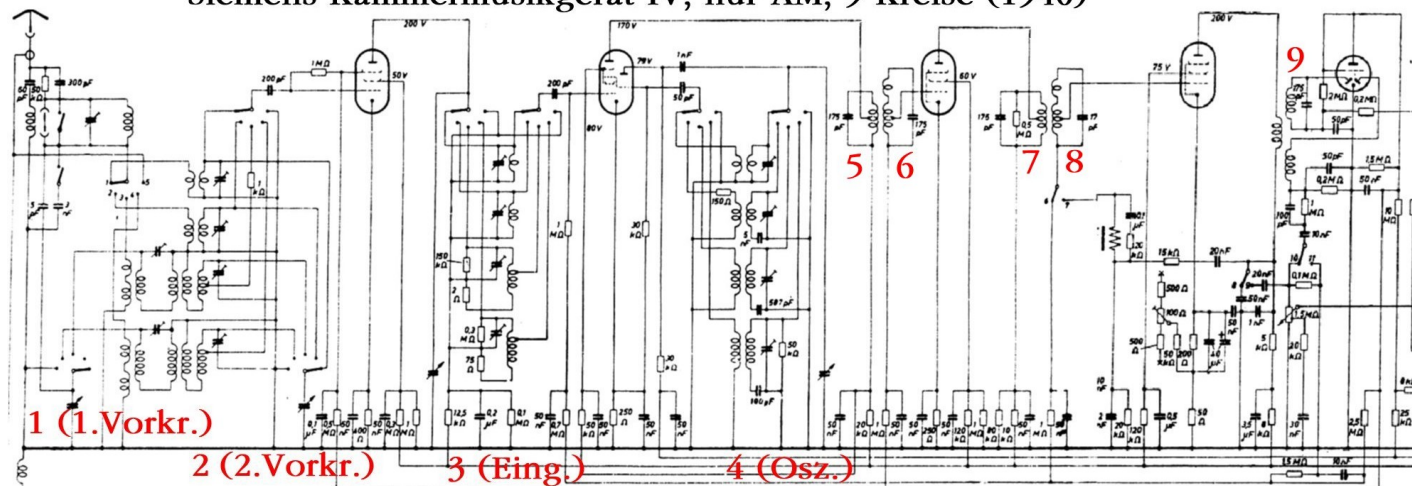
Die Trennschärfe der Zwischenfrequenzkreise beträgt bei 3 kHz Bandbreite für einen um 10 kHz abweichenden Sender 1 : 1000

Empfindlichkeit Telegraphie 0,4-1 μ V, Telephonie mit 1-10 μ V für 4 V am Kopfhörer von 3 KOhm



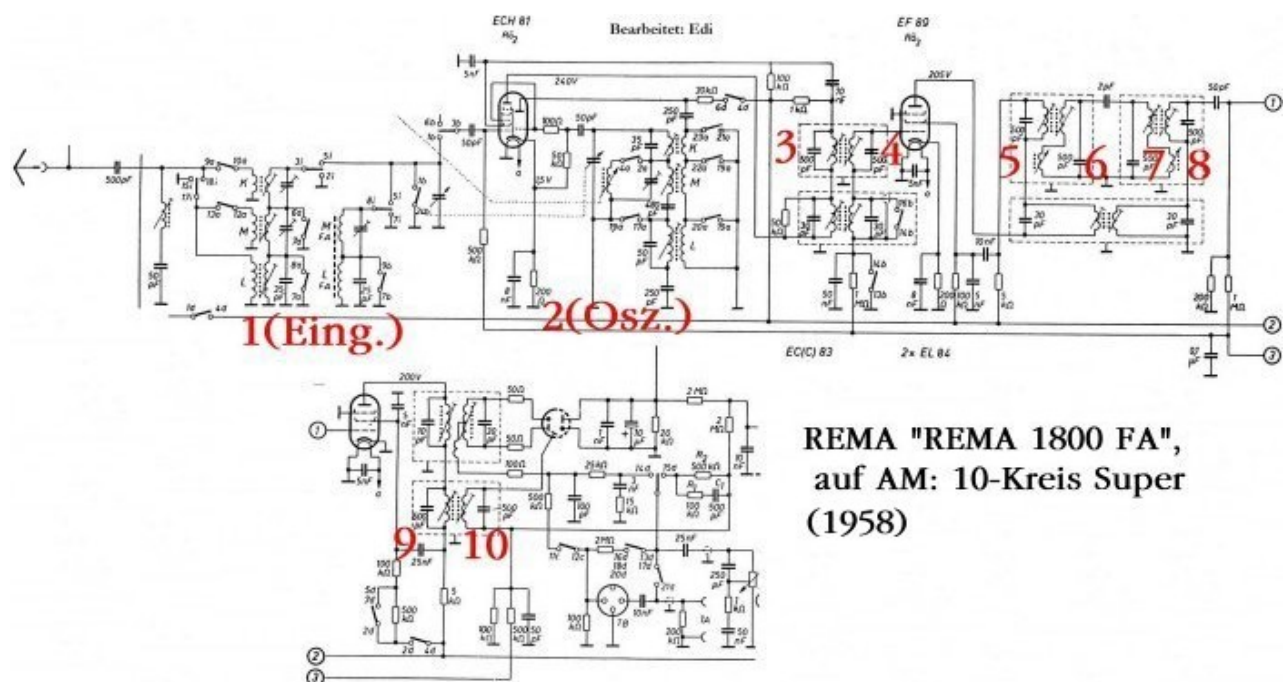
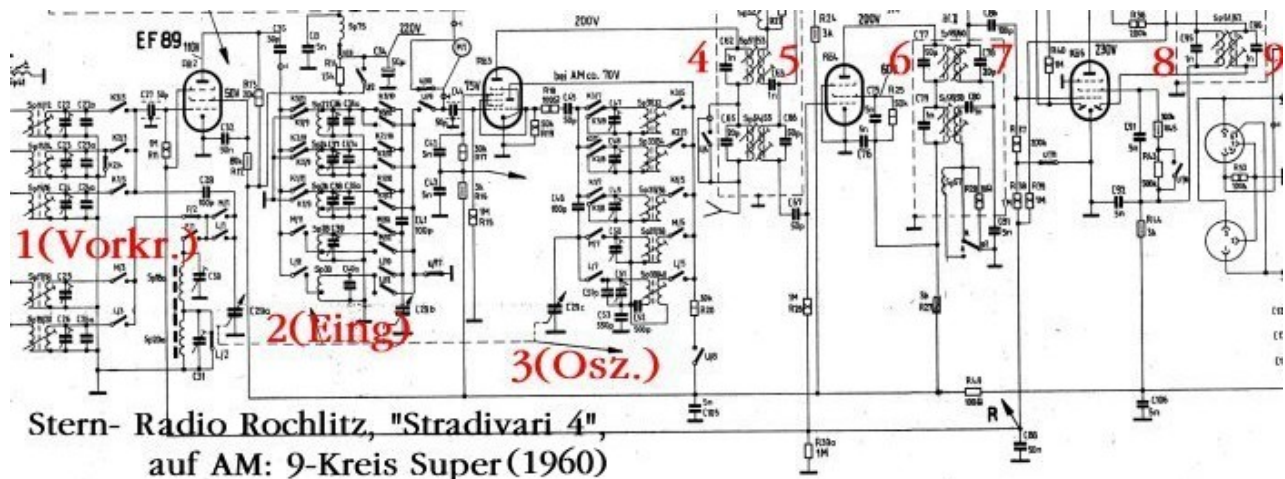
Chassis des Telefunken- Kurzwellen- Spezialempfänger „Spez 801 GR“

Siemens Kammermusikgerät IV, nur AM, 9 Kreise (1940)

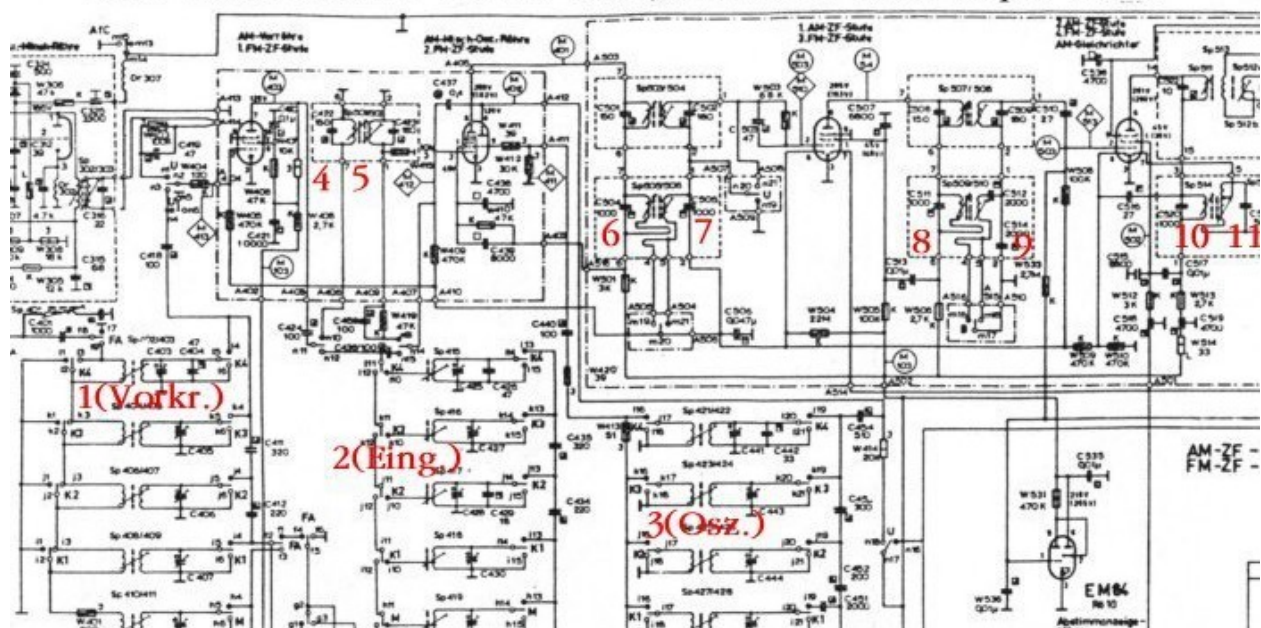


Und hier ein „normales“ Radio. Preis: 1400 Reichsmark - 1940 eine Menge Geld.

Nachkrieg



Stern- Radio Rochlitz "Rossini 6001", auf AM 11- Kreis- Super (1960)



Erklärungen

Bandbreite

Ist, einfach gesagt, der Frequenzbereich, den ein Sender auf der Skale (dem Frequenzband) benötigt. Sie ist abhängig vom Modulationsinhalt, ein Sender, der für gute Musikübertragungsfähigkeit höhere Niederfrequenzen überträgt, benötigt mehr Bandbreite.

Es wird also beim Rundfunk nicht eine einzelne Frequenz übertragen, das wäre ein superdünner Strich auf der Skale, der kaum zu finden wäre- sondern ein (kleines) **Frequenzband**.

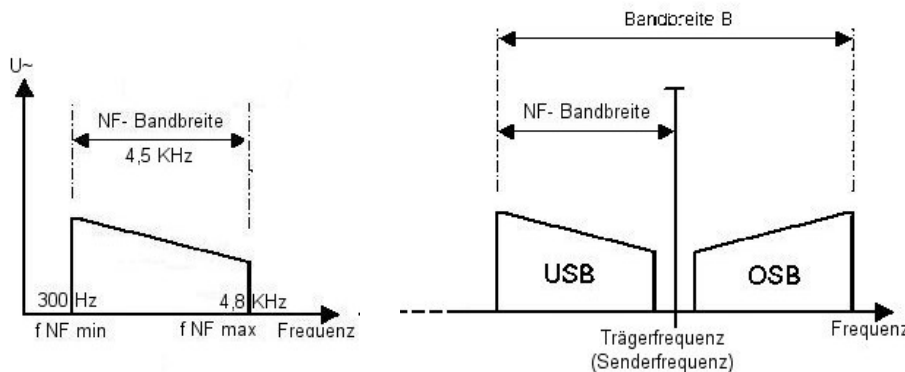
Die Frequenzangabe eines Senders ist davon genau die Mitte.

Folgerichtig passen dann nicht beliebig viele Sender auf das gesamte Frequenzband.

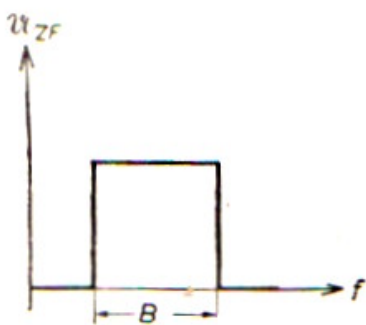
Im (AM-) Mittelwellenbereich ist eine Bandbreite von 9 KHz festgelegt, so passen genug Sender mit einigermaßen guter Übertragungsqualität auf das Mittelwellenband.

Beim **Superhet** hat die **konstante Frequenz**, die aus der Umsetzung der Empfangsfrequenz entsteht, **also die ZF**, welche die originale Empfangsfrequenz ersetzt, **eine entsprechende Bandbreite**. Die ZF hat also die Eigenschaften der Empfangsfrequenz übernommen.

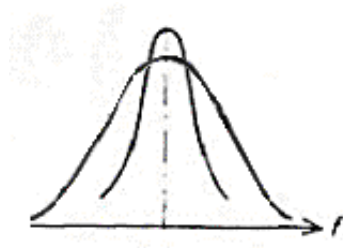
Dem ZF- Verstärker kann man nun die Aufgabe zuteilen, die Bandbreite voll durchzulassen, oder sie zu begrenzen.



AM: Die Bandbreite der modulierten Hochfrequenz ist genau die doppelte Bandbreite der aufmodulierten Niederfrequenz.

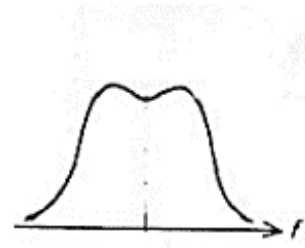


Ideale ZF- Kurve



Mehrere Schwingkreise gleicher Frequenz

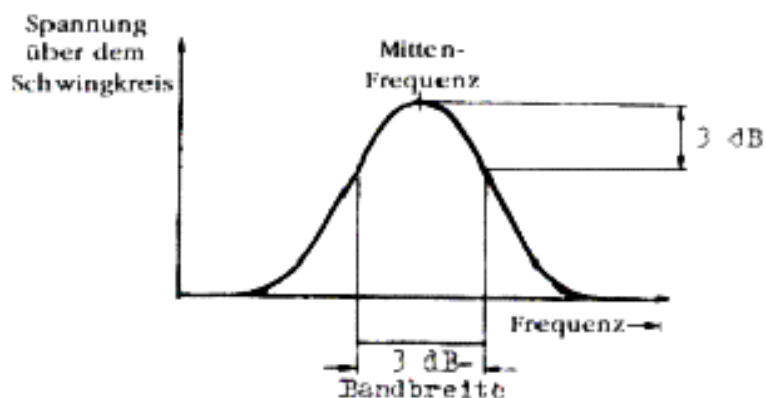
- „Resonanzüberhöhung
- Schmale Bandbreite,
- Einengung der Ton-Frequenzen



Mehrere Schwingkreise Frequenzen gegen den Mittelfrequenz versetzt Oder sehr stark gekoppelt (Höckerkurve)

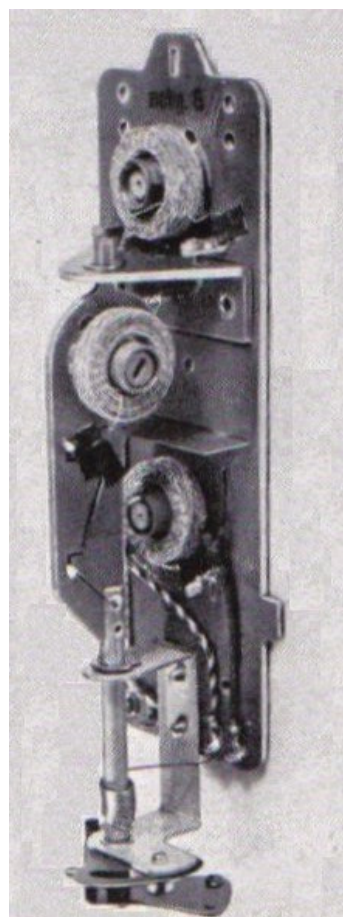
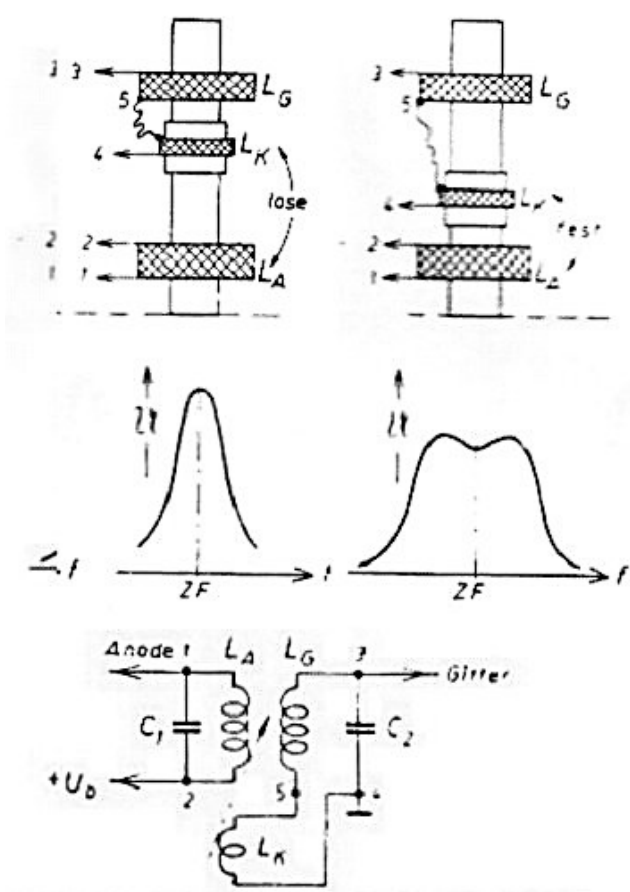
Mit mehreren Schwingkreisen, verschiedenen Kopplungen (mechanisch, „Spulenschwenker“, „Spulenzugstuhl“) kommt man einer idealen Bandbreite- Durchlasskurve näher. Schmale Bandbreite (links) Hohe Trennschärfe, hohe Bandbreite: Beste Wiedergabequalität. Einstellbare Bandbreite war ein Kennzeichen hochklassiger Superhets.

Festlegung/ Messung der Bandbreite (3 dB- Bandbreite)



Die 3dB- Punkt liegen bei knapp $\frac{3}{4}$ der Spitzenhöhe, genau bei $0,707 \times$ Spitzenspannung. 0,707 ist der Dezimalwert zu $1/\sqrt{2}$, den Wert mit Wurzel aus 2 malgenommen, ergibt wieder die Spitzenhöhe.

Mechanische Realisierung der Bandbreitenstellung



„Spulenfahrstuhl“ (vertikal)

„Spulenschwenker“ (horizontal)

Mittels eines mechanisch verstellbaren ZF- Bandfilters wird die Bandbreite vergrößert (rechte Kurve).

Eine definierte, genaue, reproduzierbare Bandbreiteneinstellung über sämtliche Bereiche kann mit solchen mechanischen Vorrichtungen beim dem Geradeausempfänger nicht sinnvoll realisiert werden.

Selbst für die unteren Bereiche (Lang/ Mittelwelle) ist dies nie realisiert worden, obwohl evtl. möglich.

Spiegelfrequenz beim Superhet

Eine Störung, die nur der Superhet kennt.

Die Mischstufe mischt die ZF aus der Differenz Oszillator- und Eingangsfrequenz zusammen.

Sie beträgt also genau die Differenz.

Aber.. da gibt es immer 2 Differenzen.

Die Empfangsfrequenz ist üblicherweise tiefer als die Oszillatorfrequenz.

Der Eingangskreis sei auf 550 KHz eingestellt, dann schwingt der Oszillator um die ZF höher, auf 1018 KHz, die Mischstufe erzeugt also eine ZF von 468 KHz..

Aber es gibt eben auch die Differenz zur der Empfangsfrequenz, die 468 KHz höher als die Oszillatorfrequenz 1018 KHz liegt, nämlich 1486 KHz.

Wieder ist die Differenz genau 468 KHz MHz.

Und die Frequenz 1486 KHz liegt noch im Mittelwellen- Bereich, könnte also belegt sein.

Darum der Name "Spiegelfrequenz"... beide Frequenzen sind spiegelbildlich zur Oszillatorfrequenz versetzt, um die ZF nach unten, und nach oben.

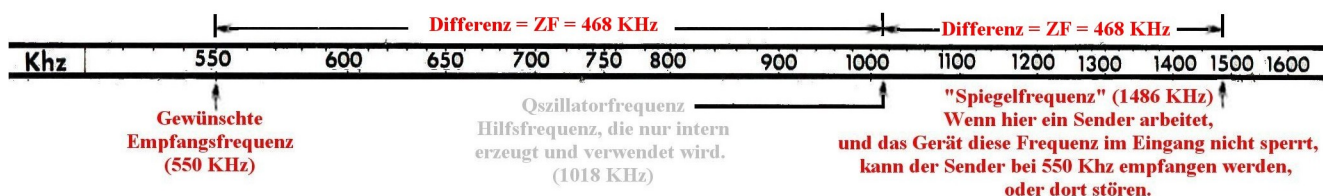
Die Mischstufe bildet eine ZF, wenn eine Eingangsfrequenz da ist, die Oszillatorfrequenz ist ja sowieso immer da.

Wünschenswert ist also, EINE der beiden möglichen Frequenzen fernzuhalten, üblicherweise die höhere.

Aus diesem Grunde haben Empfänger eben einen Eingangs- Schwingkreis- um die höher als die Oszillatorfrequenz liegende Empfangsfrequenz zu sperren.

Ohne Eingangskreis wären beide Empfangsfrequenzen gleichberechtigt, würden auf beiden Frequenzen je 1 Sender arbeiten, wären die beiden Sender nicht trennbar, und auch nicht mehr vernünftig empfangbar.

Arbeitet auf einer Frequenz ein Sender, auf der anderen nicht, würde, weil der Oszillator ja immer arbeitet, an der leeren Frequenz- Position der arbeitende Sender empfangen werden, also das Vorhandensein eines Senders vortäuschen.



Ist der Eingangskreis nicht besonders gut ausgelegt, oder verstimmt, defekt, o. ä., kann ein Sender auf dieser höheren Frequenz empfangen werden, wie der Sender auf der beabsichtigten Frequenz, ist auf der tieferen Frequenz kein Sender aktiv, erscheint der Sender der höheren Frequenz genau dort, und täuscht also eine falsche Position vor.

Sonderfälle sind sehr alte Geräte, welche eine sehr niedrige ZF besitzen (es waren Zwischenfrequenzen um 120 KHz üblich), die billigen „Einbereich- Super“, meist Bausatz- Geräte, die eine sehr hohe ZF haben (1600 KHz), die Spiegelfrequenz liegt dann sehr hoch, in einem Bereich, wo keine starken Sender aktiv sind, als Eingangskreis reicht dann ein einfacher Band- oder Tiefpaß.

Zuletzt zu erwähnen sind moderne Scanner- Empfänger, die wegen ihrer geringen Größe keine aufwendige Eingangs- Selektion haben, bestenfalls werden Tiefpässe umgeschaltet, wenn überhaupt, sämtliche Selektion findet in sehr aufwendigen Eingangs- Regelstufen und ZF- Verstärkerstufen statt.

Kurzwellenamateure verwenden noch eine Superhet- Spezialvariante, den „Direktmischempfänger“, dessen „ZF“ die Niederfrequenz ist. Daß da keine Spiegelfrequenz- Selektion stattfindet, ist klar, die Spiegelfrequenz liegt direkt neben der Empfangsstelle.

Für Peilempfänger und kleine Mobilgeräte mag das reichen.

Der Direktmischer soll uns nicht weiter interessieren, in Radios hat dieser keine Bedeutung.

Kreuzmodulation

Übernahme der Modulation einer Frequenz auf eine zweite Frequenz
Kreuzmodulation ist im Superhet eine zu erwartende Störung.

Diese entsteht an Bauelementen mit nichtlinearen Kennlinien, speziell Mischröhren.

Um diese zu beseitigen wurde oft erheblicher Aufwand getrieben, siehe den erwähnten Beitrag zur additiven Mischung (auch unten, in der Quellenangabe).

Auch in Verstärkerzügen kann Kreuzmodulation entstehen.

Bei Geradeausempfängern fand sie nach meinen Recherchen keine Erwähnung, als diese ihre beste Zeit hatten, befasste man sich möglicherweise gerade bei Superhets mit diesen Phänomenen.

Kreuzmodulation ist –Interesse vorausgesetzt– ein interessantes Thema für weitere Ausarbeitung.

Pendelempfänger, Pendler

Geradeausempfänger mit Rückkopplung, mit einem Schaltungsdetail, welches ein „Pendeln“ um den Schwingeneinsatz der Rückkopplung ermöglicht... kurz vor dem Schwingen ist die Trennschärfe und Niederfrequenz- Ausgangsspannung hoch. Die Pendelfrequenz liegt über dem Hörbereich.

Technisch: Der Schwingkreis wird für sehr kurze Zeit 100 %ig entdämpft, die Resonanzkurve ist sehr steil und hoch, die Spannung über dem entdämpften Schwingkreis –die „Resonanzüberhöhung“– maximal.

Meist in 1- max, 2- kreisigen Geräten angewandt.

Da der Schwingeneinsatz –wenn auch nur für Millisekunden– „angeschnitten“ wird, strahlt ein Pendler über die Antenne ab, was andere Rundfunkteilnehmer stören kann.

Abhilfe schafft eine Vorstufe. Diese wurde oft aperiodisch, d. h. „offen wie ein Scheunenentor“ ausgeführt, keine Vorkreis- Schwingkreise.

Pendler- Schaltungen sind meist kritisch in Bemessung und Einstellung.

Pendler funktionieren bei KW und UKW, bei MW eventuell, bei Langwelle sollen sie gar nicht vernünftig zum Funktionieren zu bringen sein.

Dennoch verwendeten sie Kurzwellen- Amateure gelegentlich, wegen ihrer enormen Trennschärfe mit nur einem Kreis.

Pendler spielten im Radiobereich eine kurze Rolle bei den ersten UKW- Geräten, teil eingebaut, teils als Nachrüstgeräte.

Die UKW- Trennschärfe, Empfindlichkeit und Tonqualität waren sehr gering.

Literatur- und Quellenangabe

Springstein: Einführung in die Kurzwellen- und Ultrakurzwellen- Empfangstechnik.

Vilbig: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik Spulenbilder, Bandbreiteskizzen

Betriebsanleitung Wobbler BWS 1 (Bandbreitekurven)

Internet: Wikipedia zu Themen Geradeausempfänger, Superhet, Bandbreite

Eigene Ausarbeitung zur additiven Mischung:

<http://www.dampfradioforum.de/viewtopic.php?f=55&t=8385>

RMOrg- Forenbeiträge zum Lange L70 und Mende Super Selektiv (Zitate genannt)

Unterlagen der DDR- Geräte, Schaltpläne der Vorkriegsgeräte aus eigenen Beständen.