

## Amateurbandempfänger RX 57

### Ein Bericht vom Technischen Referat des DARC

Von Georg Paffrath, DL6EG

Nachstehend bringen wir die langerwartete ausführliche Besprechung des vom Technischen Referat entwickelten KW-Bandempfängers RX 57. Das Gerät entstand auf Anregung vieler OMs, die darum baten, die Entwicklung von Meß- und Prüfgeräten zunächst zurückzustellen, weil der dringend benötigte Spezialempfänger Vorrang verdient.

Bei der Planung des Gerätes war zunächst zu entscheiden, welche mechanische und elektrische Ausstattung zu wählen ist. Letzten Endes ist das eine reine Frage des Herstellungspreises. Viel schwerwiegender sind die Probleme zu lösen, die von den heutigen schwierigen Empfangsverhältnissen gestellt werden. So schälte sich im wesentlichen die Aufgabenstellung heraus, für einen bestimmten Preis ein Maximum an technischen Wünschen zu erfüllen.

### Warum kein Doppelsuperhet?

Die Wahl fiel auf eine Schaltung mit Einfach-Überlagerung. An dieser Stelle muß zunächst der weit verbreiteten aber falschen Meinung begegnet werden, daß ein Doppelsuperhet vorteilhafter sei. Das Gegenteil trifft zu, denn ein Doppelsuper bildet stets eine Kompromißlösung. Um mit erträglichem Aufwand in der Eingangsschaltung eine ausreichende Spiegelfrequenz-Sicherheit zu erzielen, braucht man bekanntlich eine hohe Zwischenfrequenz. Mit steigender Zf wachsen aber auch die Schwierigkeiten, eine ausreichende Weitabselektion zu erzielen. Gelingt das trotzdem, dann kann z. B. der kritische zweite Überlagerer entfallen. Man kann diesen zwar mit Hilfe eines Quarzes genügend frequenzkonstant bauen, aber unter Umständen erzeugen die Oszillator-Oberwellen die gefürchteten „Phantomsignale“, sofern sie nämlich in einen Empfangskanal fallen. Das läßt sich zwar vermeiden, wenn man den zweiten Überlagerer „wasserdicht“ wie einen Meßsender abschirmt, aber der Kenner weiß, daß eine solche Konstruktion sehr kostspielig ist.

Gegen diese Überlegungen läßt sich einwenden, daß man für einen reinen Amateur-Bandempfänger erste und zweite Zf so wählen kann, daß keine Oberwellen der zweiten Oszillatorfrequenz in ein Amateurband fallen. Es wurde aber dem Technischen Referat zur Auflage gemacht, das Gerät so auszulegen, daß es auch für beliebige andere Empfangsfrequenzen verwendbar sein muß. Das ist auch der Grund dafür, weshalb ein Vierfach-Drehkondensator mit der verhältnismäßig großen Endkapazität von 100 pF zum Einbau gelangte. Bei Licht betrachtet lag also das Entwicklungs-Schwergewicht beim Zf-Verstärker, auf den später besonders ausführlich eingegangen wird.

Wie das **Schaltbild** \*) zeigt, gliedert sich der RX 57 in nachgenannte Baugruppen:

Hf-Teil mit Mischstufe und Oszillator	100-kHz-Quarz-Eichpunktgeber
Zf-Teil mit Bandbreitenregelung	Skalenkorrektor
Störaustaster	Stromversorgung
Zweistufiger Nf-Teil mit Selektor	S-Meter-Anzeigeteil
Telegrafie-Überlagerer (BFO) mit Zf-Absorber	

\*) Liegt lose im Großformat bei

**Der Hf-Teil** enthält die Vorstufe mit der EF 89, die zugehörigen drei Vorkreise sowie die Mischstufe und den Oszillator (ECH 81). Dem ersten Vorkreis (Antennenkreis) folgen hinter der Eingangsröhre der zweite und dritte in Bandfilterkopplung. Die Kreisgüten betragen im 10-, 15- und 20-m-Band rund 150, im 40- und 80-m-Band etwa 100. Mit diesen Gütewerten und der gewählten Zf von 1,6 MHz ergeben sich Spiegelfrequenzdämpfungen von rund 80 dB bei 10 m. Dieser Wert steigt bei den „längeren“ Bändern und erreicht bei 80 m mehr als 105 dB. Die Antennenanpassung wurde auf 60 Ohm festgelegt.

Die Vorkreise sind so bemessen, daß sich für alle Bänder der gleiche Kreiswiderstand (15 kOhm) ergibt, damit die Verstärkung ebenfalls gleich bleibt und damit die S-Meter-Werte in allen Bändern übereinstimmen. Der äquivalente Rauschwert der EF 89 liegt bei 4 kOhm. Der Kreiswiderstand ist etwa viermal so groß, er kennzeichnet im wesentlichen den Rauschabstand. Die Maximalverstärkung der ersten Stufe beträgt unter Berücksichtigung der Bandfilter-Dämpfung rund 25. Unter Einrechnung der im Antennenkreis erzielten Aufwärtstransformation 1:5 ist am Gitter der Mischröhre mit einer Verstärkungsziffer von rund 100 zu rechnen. Dieser Wert kann mit Hilfe des Drehknopfes „Hf-Verstärkung“ (= Katodenregler der EF 89) unabhängig von der Schwundregelung um max. 40:1 heruntergeregelt werden. Auf diese Weise läßt sich auch Kreuzmodulation unterdrücken, die von sehr starken Nachbarträgern hervorgerufen wird. Im übrigen sind die Betriebsdaten der ECH 81 so festgelegt, daß sie auf dem günstigsten Punkt der Kreuzmodulationskurve arbeitet. Aus Gründen der Oszillatorstabilität (Rückwirkungen) wird die Mischstufe nicht geregelt.

Der Oszillator arbeitet in normaler Meißner-Schaltung und mit stabilisierter Anodenspannung. Bei der Wahl der Temperaturkoeffizienten der Kreiskapazitäten wurde auf möglichst geringe Frequenzdrift geachtet, und aus diesem Grund gelangen bei den Spulen die günstigen UKW-Kerne zur Verwendung. Die noch verbleibende Drift beträgt zwischen den Betriebszuständen „kalt“ und „warm“ rund 2 kHz im 80-m-Band und etwa 25 kHz im 10-m-Band.

Bei der starken Skalendehnung sind diese Werte noch feststellbar. Gewiß läßt sich ein noch besserer Temperaturausgleich erzielen, aber zu diesem Zweck müßte jedes Gerät in der Fabrikation speziell behandelt werden.

Das würde aber zu einer sehr merklichen Verteuerung führen. Trotzdem kann mit Hilfe des Eichpunkgebers und des Skalenkorrektors auch in der Erwärmungsperiode eine genaue Frequenzablesung erfolgen. Wie das zu machen ist, wird noch näher erläutert werden.

**Der Zf-Verstärker** bildete den Kernpunkt der Entwicklung. Es ging darum, für die relativ hohe Zf von 1,6 MHz, die zur Vermeidung einer Doppelsuper-Schaltung gewählt werden mußte, eine ausreichende Trennschärfe zu sichern. Diese Forderung läßt sich nur mit ganz vorzüglichen Kreisen erfüllen. Insbesondere mußten hervorragende Spulen gefunden werden. Es würde an dieser Stelle zu weit führen, wollte man alle die aufgewandte Versuchs- und Rechenarbeit schildern, die schließlich zur Konstruktion der benutzten Toroid- (= Ringkern-)spulen führte, die mit einer einzigen Lage Hf-Litze 120 x 0,05 bewickelt sind und kaum ein Streufeld aufweisen. Die Spulengüte erreicht den beachtlichen Wert 400 und die Kreisgüte liegt mit den verwendeten Styroflexkondensatoren bei 350.

Die ersten drei Stufen des 5stufigen Zf-Verstärkers tragen nur sehr wenig zur Verstärkung bei; sie werden als „Q-Multiplier“ betrieben. Drei von den insgesamt sieben Zf-Kreisen werden gemeinsam entdämpft, und zwar über die Triodenteile der Zf-Röhren ECH 81. Die Heptodensysteme arbeiten nur als Trennstufen und die Entdämpfungsregelung erfolgt mit dem Drehknopf „Bandbreite“.

Die Kreisverteilung sieht folgendermaßen aus: Vom Mischstufen-Ausgang bis zum Zf-Eingang sind zunächst zwei Kreise in Bandfilterkopplung anzutreffen. Dann folgen die drei QM (= Q-Multiplier)-Kreise und schließlich der sechste und siebente Kreis über die beiden Zf-Endröhren EF 89. Mit dem Kreisgütwert von 350 erhält man zunächst eine 3-dB-Bandbreite von rund 4,5 kHz je Kreis. Die Gesamtkurve des Zf-Verstärkers zeigt eine Bandbreite von rund 5 kHz. Diese Angaben beziehen sich auf Reglerstellung „breit“ (= rechter Drehknopf-Anschlag), bei der die QM-Kreise nicht entdämpft sind. Die Flankensteilheit aller sieben Kreise beträgt dabei rund 30dB/kHz. Die drei QM-Kreise sind in der Frequenz etwas gegeneinander versetzt, damit bis zu einer Bandbreite von 2 kHz ein brauchbarer „flat top“ erhalten bleibt. In der 2-kHz-Stellung ist die Flankensteilheit bereits auf 38 dB/kHz angestiegen.

Von dieser Einstellung ab bis zum linken Endanschlag (= Stellung „schmal“) liegt der Bandbreitenbereich für Telegrafieempfang, in dem sicherer Einzeichenbetrieb gewährleistet ist. Wie schon angedeutet, ist die QM-Stufenverstärkung sehr klein gehalten worden, sie erreicht nur den Wert 3. Der Grund für diese Maßnahme dürfte bekannt sein: steile Keise, ganz gleich ob ihre Steilheit durch Quarze oder Entdämpfung erzielt wird, neigen zum „Klingeln“ (lange Ein- und Ausschwingzeiten beim Anstoßen durch Störimpulse). Um diese Erscheinung zu unterdrücken, ordnet man diese Organe dort im Verstärkungsweg an, wo noch kleine Amplituden wirksam sind, also nahe am Verstärkereingang.

Charakteristisch sind ferner die ungewöhnlich hohen Zf-Kreiskapazitäten von 1000 pF. Sie halten den Einfluß der veränderlichen dynamischen Röhrenkapazitäten beim Entdämpfungsvorgang so klein, daß weder Frequenzverwerfungen noch Kurvenverformungen eintreten können.

Die beiden letzten Zf-Stufen arbeiten mit einer normalen Stufenverstärkung von rund 100 und können in Stellung „Hand“ des ALR-Umschalters in ihrer Verstärkung getrennt geregelt werden.

Zur Demodulations- und Regelspannungs-Erzeugung dienen zwei Kristalldioden. Die Regelspannung wirkt rückwärts auf die erste Hf Röhre und die beiden Zf-Röhren sowie in Vorwärtsregelung auf die erste Nf-Röhre. Regelspannungshöhe und Röhrenarbeitspunkte sind in den geregelten Stufen so aufeinander abgestimmt, daß eine harmonische Regelung erfolgt.

Der im Zf-Verstärker getriebene Aufwand mag groß erscheinen. Es läßt sich aber beweisen, daß jede andere konstruktive Lösung, auch der Weg über die Doppelüberlagerung mit und ohne Quarzfilter, erheblich teurer geworden wäre. Die Trennschärfereigenschaften liegen zwischen denen von Geräten mit ein- und zweistufigen Quarzfiltern. Praktische Versuche ergaben, daß die Werte eines Doppelquarzfilters (z. B. Köln oder MWE-c) fast erreicht werden.

**Der Telegrafie-Überlagerer (BFO)** ist ganz unkonventionell am Eingang des Zf-Verstärkers angebracht. Der Hauptgrund für diese Schaltungsart ist, daß an dieser Stelle kleiner Signalspannungen eine besonders gute Anpassung an das Empfangssignal gelingt und z. B. kein „Ausblasen“ desselben zu befürchten ist. Am Zf-Verstärker-Ausgang müssen u. U. Spannungen in der Größenordnung von 10 V verdaut werden, was bedeutend schwieriger ist. Die ungewohnte BFO-Anordnung hat aber noch einen zweiten Grund. In Stellung „Fone“ des CW/Fone-Umschalters kann der BFO auch als „absorber“ betrieben werden, er arbeitet dann wie ein Q-Multiplier in Stellung „Löschen“. Je nach Stellung des Reglers „Amplitude“ kann man dann auf einem beliebigen Seitenband ein mehr oder minder breites Spektrum unterdrücken. Ein Störträger läßt sich dabei z. B. bis zu einem Abstand von 800 kHz bis über 20 dB schwächen. Das gilt zwar nur für ein Seitenband, aber häufig bringt das schon eine merkliche Empfangsverbesserung, und manches QSO kann auf diese Weise gerettet werden. Die Bedienung der beiden Regler „Amplitude“ und „Frequenz“ erfolgt wechselseitig und erfordert anfangs einige Übung, aber die kleine Mühe lohnt sich. Deshalb sei zum besseren Verständnis kurz die Anordnung etwas näher erläutert:

Die Kopplung zwischen erstem und zweitem Zf-Kreis (Bandfilter) erfolgt über ein Coaxkabel, in das eine Koppelspule zum BFO-Kreis eingefügt ist. Diese Koppelspule wird in CW-Stellung abgeschaltet, so daß das BFO-Signal rein kapazitiv übertragen wird und mit Hilfe des Reglers „Amplitude“ an jedes CW-Signal angepaßt werden kann. Die gewünschte Tonhöhe stellt man mit dem Regler „Frequenz“ ein.

In Telefoniestellung („Fone“) ist dagegen die Koppelspule wirksam, sie verhält sich wie ein Reihenwiderstand in der Coaxleitung, der im nicht entdämpften Zustand (Amplitudenregler am linken Anschlag) sehr klein ist. Die Empfangssignal-Dämpfung macht dabei nur etwa 1/4 S-Stufe aus. Man kann betriebssicher bis zum Faktor 1:20 entdämpfen. Dabei steigt der Spulen-Reihenwiderstand an, und im gleichen Maß wird das Signal in einer Bandbreite geschwächt, die der entdämpfte BFO-Kreis bestimmt.

**Der Störaustaster** arbeitet nach der Bill-Scherer-Limiter-Schaltung. Diese Anordnung erwies sich nach vielen Vergleichen als die günstigste im Bezug auf Aufwand und Wirksamkeit. Sie hat zusätzlich den Vorzug, eine fast echte Stummabstimmung zu gewährleisten. Das ist insbesondere für die kürzeren Bänder eine angenehme Beigabe, z. B. auch für das 2-m-Band, wenn der RX 57 als Q 5-er mit Converter betrieben wird. Man kann dabei den Limiter-Schwellwert so einstellen, daß ein gerade über dem Rauschen liegendes Signal den Empfänger spontan öffnet.

Man sollte aber auch an diesen Limiter keine übertriebenen Hoffnungen knüpfen, denn es treten häufig Störstärke-Verhältnisse auf, in denen auch diese Schaltung nicht mehr helfen kann. Es soll heute verbesserte und wirksamere Austaster geben, aber der erforderliche Aufwand übersteigt unsere preislichen Möglichkeiten.

**Der Nf-Teil** ist zweistufig ausgeführt (EF 89, EL 84), um auf eine hohe Verstärkungsziffer zu gelangen. Bei Empfangsversuchen konnte nämlich immer wieder festgestellt werden, daß es bei hohem Störniveau von Vorteil ist, mit möglichst geringer Hf- und Zf-, aber mit hoher Nf-Verstärkung zu arbeiten, insbesondere bei CW-Empfang.

Vom Störaustaster gelangt das Signal direkt über den Lautstärkereglern und einen Entkopplungswiderstand zum Gitter der EF 89. Der Entkopplungswiderstand ist erforderlich, weil dem Gitter außerdem noch ein Teil der Ausgangsspannung zugeführt wird. Der Nf-Teil kann nämlich genau wie ein „Select-o-ject“ in Durchlaßrichtung benutzt werden, wobei Frequenzen im Hörbereich bis zu 20 dB Anhebung erfahren. Diese Betriebsart ist vornehmlich für Telegrafieempfang bestimmt, und zum Einstellen dienen die im Nf-Selektor-Feld auf der Frontplatte angebrachten Regler mit den Bezeichnungen „Amplitude“ und „Frequenz“. Ohne zusätzlichen Röhrenaufwand arbeitet die Anordnung folgendermaßen:

Ein Teil der Ausgangsspannung gelangt von der 5-Ohm-Wicklung des Übertragers über eine Wien'sche Brücke (Bandpaß) zum Verstärkereingang zurück. Der Bandpaß bestimmt die Frequenz und der Amplitudenregler die Anhebung. Stellt man beispielsweise bei CW-Empfang einen 1000-Hz-Ton ein, so hat man die Nf-Selektor-Knöpfe solange wechselseitig zu bedienen, bis der Ton in der gewünschten Stärke angehoben ist. In Nullstellung des Amplitudenreglers ist der Normalfrequenzgang des Nf-Verstärkers völlig unverändert. Man kann aber auch bis zum Schwingungseinsatz regeln, den Nf-Teil als Tongenerator benutzen und das erzeugte Signal für Meßzwecke z. B. auf den Sender geben.

Der Nf-Selektor ist außerdem für Telefonieempfang wertvoll, etwa um zu geringe Höhen in der Modulation der Gegenstelle anzuheben oder um das Klangbild aufzuhellen, wenn bei sehr ungünstigen Störverhältnissen mit geringer Bandbreite gearbeitet werden muß.

**Der Eichpunktgeber** besitzt eine Grundfrequenz von 100 kHz und sein Quarzoszillator ist so ausgelegt, daß eine gute Oberwellenausbeute entsteht. Das Signal wird direkt auf die Hf-Stufe gegeben und die Einrichtung kann mit Hilfe eines Zug-Druckschalters am Bandbreitenregler ein- und ausgeschaltet werden. Die Oberwellenanzeige erfolgt am S-Meter oder durch BFO-Überlagerung. Da der Quarz mit einer Genauigkeit von 1 bis 3 Hz geliefert wird, erübrigt sich ein Stationsfrequenzmesser. Man ist außerdem in der Lage, durch Temperaturdrift oder Alterung hervorgerufene Skalenverwerfungen einwandfrei festzustellen.

**Der Skalenkorrektor** arbeitet rein elektronisch. Er erlaubt ein „Nachziehen“ des Oszillators um einen Betrag, mit dem auch grobe Driftablagen zu korrigieren sind. Solche Einrichtungen findet man sonst nur in teuren Auslandsempfängern. Der zugehörige Bedienungsknopf ist unterhalb des S-Meters angebracht. Er trägt eine Einstellmarke für den völlig erwärmten Zustand des Gerätes. Diese Einstellmöglichkeit erweist sich als sehr wertvoll. In den ersten fünf Minuten nach dem Einschalten „läuft“ jede Empfängereiche um einen größeren Betrag. Von da ab verlangsamt sich die Drift bis zur endgültigen Erwärmung, die je nach der Größe des Gerätes erst nach mehr als einer Stunde erreicht sein kann. In diesem Zeitraum läßt sich aber die Skaleneichung des RX 57 jederzeit auf eine Eichmarke ziehen, ohne daß dadurch der Skalenverlauf verändert wird. In der Fabrikation wird übrigens die Skaleneichung im erwärmten Zustand durchgeführt, und zwar für jedes Gerät gesondert. Die Skalen sind also nicht gedruckt, sondern individuell gezeichnet, wie bei teuren Labor-Meßgeräten.

**Das S-Meter** zeigt den Anodenstrom der geregelten Nf-Vorstufe an und liegt in Brückenschaltung im Schirmgitterzweig dieser Röhre. Diese Stufe wurde gewählt, weil sie keiner zusätzlichen Beeinflussung unterliegt, wie z. B. die übrigen geregelten Röhren. Der Brücken-Trimmregler befindet sich unterhalb des Chassis, weil ein Nachstellen nur selten, etwa beim Röhrenwechsel, erforderlich wird. Dem Wert S 9 entsprechen 100 uV Eingangsspannung, der Endausschlag ist mit 9 + 40 dB festgelegt und eine S-Stufe entspricht dem Spannungsverhältnis 1:2. Die Skala ist zwischen S2 und S 9 in ganze S-Stufen, über S 9 in Marken zu je 10 dB unterteilt.

Die S-Meter-Anzeige ist nun noch von zwei Faktoren abhängig, nämlich von der Einstellung des Hf-Reglers der ersten Röhre und von der des Bandbreitenreglers. Damit die Eichung stimmt, müssen beim Ablesen der Hf-Regler am rechten Anschlag und der Bandbreitenregler auf einer zu diesem Zweck angebrachten Marke stehen.

Mit Hilfe des S-Meters und des Eichpunktgebers kann man übrigens auf einfache Weise jederzeit die Empfindlichkeit des Empfängers kontrollieren, indem man sich die S-Meter-Ausschläge merkt, die bei eingeschaltetem Eichpunktgeber in den einzelnen Bereichen abgelesen werden. Dieses Verfahren ist sehr zuverlässig, denn da der Eichpunktgeber stets nur kurzzeitig betrieben wird, altert er kaum, seine Werte bleiben auf sehr lange Zeit konstant und sie können mit guter Annäherung als „Vergleichsnorm“ gelten.

**Die Stromversorgung** ist reichlich bemessen. Netztransformator und Gleichrichter wurden so dimensioniert, daß sie auch noch einen 2-m-Converter mitversorgen können, für den auf dem Chassis entsprechender Platz freigelassen wurde. Zum Vermeiden von Trägerbrummen sind die Gleichrichter-Anoden und der Netzeingang kapazitiv nach Masse überbrückt.

**Ausführung und Aufbau.** Das Äußere des in ein Breitensteingehäuse eingebauten und mit vernickelten Griffen versehenen Gerätes ist aus den veröffentlichten Inserate-Fotos bekannt. Erwähnung verdient vielleicht noch, daß vom Sende/Empfangsumschalter zwei Leitungen zu einer Steckvorrichtung an der Geräterückseite führen, die zum Steuern entsprechender Relais im Sender vorgesehen ist. In Stellung „Senden“ wird die Hf-Vorstufe abgeschaltet, um ein sicheres Einpfeifen mit dem BFO zu gewährleisten.

Ein Nachbau des RX 57 dürfte kaum in Frage kommen, weil einer Einzelperson in der Regel die erforderlichen Meßmittel fehlen. Gelegentlich wurde der Wunsch geäußert, die Frequenzbereiche auch für US-Verhältnisse zu erweitern, aber der weitaus größte Teil der Interessenten verlangt das nicht. Das ist sehr vernünftig, denn durch die Erweiterung ginge ein beträchtlicher Teil des Skalenweges und damit die genaue Ablesbarkeit verloren. Trotzdem lassen sich derartige Sonderwünsche gegen einen Aufpreis erfüllen. Auch der frei gelassene Bereich des Spulenrevolvers kann auf Wunsch zusätzlich bestückt werden, allerdings infolge der vorgegebenen Kapazitätsvariation des Drehkondensators nur mit einem Frequenzintervall 1:2 und gleichfalls gegen Aufpreis.

Ogleich in dieser Gerätebeschreibung die Bedienung gleich miterklärt wurde, liegt jedem ausgelieferten Empfänger eine genaue Bedienungsanleitung bei. Es versteht sich von selbst, daß die vielen Einstellmöglichkeiten ein Vertrautsein mit dem Gerät verlangen, wenn man das Letzte aus ihm herausholen will. Wer sich einige Stunden in Ruhe damit befaßt, wird die aufgewandte Mühe nicht bereuen und im praktischen Betrieb seinen Nutzen daraus ziehen.

**Ein Erprobungs- und Testbericht der Schriftleitung folgt in einem der nächsten Hefte.**

Quelle: DL-QTC 11/1957 Copyright DARC e.V.

Eingescannt und bearbeitet für [www.radiomuseum.org](http://www.radiomuseum.org) von DK5CB