

ULRICH FIERZ

dipl.El.Ing.ETHZ

AUTOPHON MF-HF EMPFÄNGER E44

Mitten im zweiten Weltkrieg entwickelte Autophon – trotz grossen Materialengpässen – einen neuen Kurzwellenempfänger, der oft als «der schönste und aufwändigste Schweizer Militär-Empfänger» bezeichnet wird.

Teil 1 von 2: Vorgeschichte und Detailbeschreibung



Bild 1: Empfangssystem E44

DER KRIEG DROHT

Unser Land war – wie viele andere auch – schlecht auf den Beginn des Zweiten Weltkriegs vorbereitet. Die Kommunikationsausrüstung war Technologie der frühen 30er Jahre und es gab bei weitem nicht genug davon. Erste Aufträge für die Entwicklung und Lieferung von Empfängern und Funkgeräten wurden durch die Kriegstechnische Abteilung (KTA) erteilt, aber leider spät.

MILITÄR-EMPFÄNGER-ENTWICKLUNG [1]

Interessant sind zwei erste Verträge, die an Autophon AG und Zellweger AG vergeben wurden und zur tatsächlichen Produktion und Auslieferung neuer MF-HF-Empfänger führten. Beide basieren auf den Ideen von James Lamb, beide verwenden original National Drehkondensatoren aus USA und folgen bis zu einem gewissen Grad dem National HRO-Konzept [2]: Der erste, der herauskam, war der E39 von Autophon AG. Dieses Gerät verwendet 11 deutsche Stahlröhren und eine runde National-Skala mit einem PW-3-Drehkondensator, kombiniert mit eigenen Spulenschubladen. Der Empfänger verwendet eine 1600 kHz-ZF mit einem Kristallfilter und nur eine HF-Vorstufe. Das System besteht aus zwei Einheiten und einem NiFe-Akku und ist sehr schwer. 99 Systeme wurden hergestellt und für die Funkaufklärung und in einigen schweren Funkgeräten verwendet. Der E39 zeigte eine hervorragende Leistung und wurde von den Benutzern sehr geschätzt.

Der zweite Empfänger ist der E41 von Zellweger AG, der als Stationsempfänger im «leichten» Funkgerät FL40 eingesetzt und ebenfalls Teil des späteren Geräts KL43 wurde. Er verwendet 12 Batterieröhren der K-Serie und einen PW-4-Drehkondensator in Kombination mit einer selbst entwickelten Linearskala und eigenen Spulenschubladen. Es werden zwei ZF-Frequenzen verwendet: 70 kHz bis zu 750 kHz mit einem Tonfilter für Telegrafie und 465 kHz für die höheren Bänder bis 60 MHz (!) mit einem fest eingestellten Kristallfilter. Der Empfänger besteht aus drei Kästen (Empfänger, Spulenkasten, Netzteil) und einem NiFe-Akku. Er wiegt viel weniger als der E39. Oberhalb von 3 MHz nimmt die Empfindlichkeit leider deutlich ab und der Empfänger war nicht für die Funkaufklärung geeignet, aber für die Verwendung in Feldfunkgeräten (hauptsächlich Bodenwelle und Steilstahlung) in Ordnung. Die Beschaffungsinstanz KTA [3] war zwar mit der unpraktischen Spulenschubladenlösung unzufrieden, musste sie aber akzeptieren, da nichts Besseres verfügbar war. Ein betrieblicher Nachteil des E41 waren die verschiedenen «Vereinfachungen» wie der fest eingestellte Telegrafieüberlagerer oder die Kombination verschiedener Funktionen im gleichen Bedienknopf. Dies führte dazu, dass der E41 bei den

Benutzern nicht beliebt war und unter seiner tatsächlichen Leistung eingestuft wurde. Durch seine breite Verwendung – eigenständig und in FL40-, KL43- und M44-Funkstationen – wurden allerdings total 327 Empfänger hergestellt, an die Truppe abgegeben und viele Jahre eingesetzt.

DER E44 ENTSTEHT

Da der Krieg 1942 nicht vorzeitig zu Ende zu gehen schien, blieb der Mangel an ausreichenden Hochleistungsempfängern ein dringendes Problem. Trotz der Schwierigkeit, Materialien zu beschaffen, war ein neues Projekt geplant. Aus den Erfahrungen im Einsatz mit den oben beschriebenen Empfängern und den Entwicklungen im Ausland – etwa die Konstruktion der Wehrmacht-Empfänger unter Verwendung von Spulenrevolvern [4] und frequenzkalibrierten Skalen – wurden von der KTA neue Anforderungen an einen leistungsfähigen Empfänger formuliert. Diese wurden mit Lieferanten besprochen, aber vorerst kein Auftrag vergeben. Bei Autophon stand die E39 Entwicklungsgruppe nicht untätig herum und entwickelte, aus eigener Initiative, etwa zur gleichen Zeit mit Philips-Loktalaröhren den Empfänger E52 (keine Verwandtschaft zum deutschen E52 «Köln»). Zu diesem Zeitpunkt waren Teile, besonders Röhren, aus dem Ausland bereits schwierig zu beschaffen, diese Philips-Typen waren offenbar noch verfügbar (auch in vielen Unterhaltungsradios der damaligen Zeit im Einsatz, mehr dazu im Teil 2). Der Empfänger berücksichtigte die neuen KTA-Ideen, verwendet einen Spulenrevolver und hat eine kalibrierte Skala und viele andere Funktionen. Er wurde als verbesserter Nachfolger des E39 zur Funkaufklärung und als Stationsempfänger von Funkgeräten für höhere Kommandostellen vorgestellt. Schlüsselkomponenten wie der 4-teilige Drehkondensator, der komplette Spulenrevolver, die HF-Spulen und alle Zahnräder usw. wurden im eigenen Haus entworfen und meist auch hergestellt. Andere Teile – auch Röhren (siehe Teil 2) – wurden von Schweizer Herstellern bezogen. Der Empfänger E52M wurde ausgiebig getestet und bildete die Grundlage des ersten E44-Vertrags (Vergabe im Mai 1944). Dieser erforderte eine teilweise Neugestaltung des Empfängers und die Herstellung von 38 Einheiten zu einem anfänglichen Systempreis von CHF 7396 – das sind heute etwa CHF 37 000. Der neue Empfänger sollte eine viel bessere Leistung haben, stabiler und treffsicherer sein als der E41, weniger Strom verbrauchen und viel weniger wiegen als der E39 oder sogar der Prototyp E52M. Dies war der Start für das erfolgreiche E44-Projekt, das zwar erst nach Kriegsende zu Geräten bei der Truppe führte.

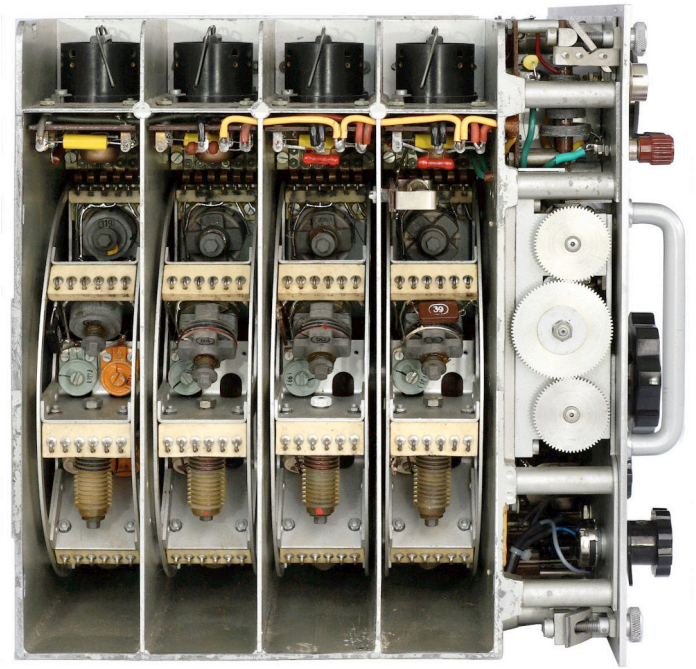


Bild 2: Spulenrevolver

E44 SYSTEMKONFIGURATION

Die Systemkomponenten sind: der Empfänger E44 (vollständiger Empfänger vom Antenneneingang bis zum Kopfhörerausgang, 24kg), das Speisegerät E44Z (19kg), der MF-Antennentransformator AT44 (später nicht mehr zugeteilt) und Zubehör. Der E44Z-Kasten enthält zudem einen NF-Leistungsverstärker mit Lautsprecher und das Zubehör (Ersatzteile, Kopfhörer, Kabel, Drahtantennenspule).

Im Betrieb kann der E44Z oben am E44 eingeschoben werden, um einen kompakten Empfangssatz herzustellen (Bild 1). Die beiden Haupteinheiten sind in «Panzerholzkästen» eingebaut, d. h. Kisten aus Sperrholz, die auf beiden Seiten mit Aluminium verkleidet sind. Diese Konstruktion, hauptsächlich in Stahl, wurde häufig in Wehrmachtsgeräten verwendet. Dazu kommen noch die beiden 6-V-NiFe-Akkumulatorkästen (18 kg), die Teil des Systems waren, aber nicht immer eingesetzt wurden.

SCHALTUNGSKONZEPT

Der E44 ist ein MF-HF-Überlagerungsempfänger mit einfacher Frequenzumsetzung, der zwei ZF-Frequenzen (75 kHz bis 2 MHz, 1600 kHz für die höheren Bänder) verwendet und den Bereich von 100 kHz bis 37,5 MHz in 8 Bändern abdeckt. Betriebsarten sind hauptsächlich A1 (Telegrafie), aber auch A2, A3 und A4 (Hellschreiber). Die ZF-Bandbreite ist auf «schmal» (± 2.5 kHz) und «breit» (± 5.5 kHz) umschaltbar, zusätzlich gibt es Telegrafiefilter.

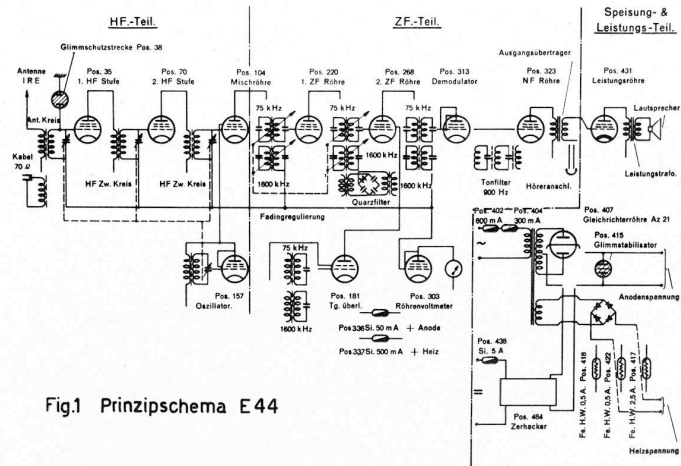


Fig.1 Prinzipschema E44

Bild 3: Block Diagramm E44

Das Blockschaltbild zeigt zwei HF-Verstärker, gefolgt von einem Pentodenmischer, der von einem separaten Oszillator (Triodenschaltung) gespeist wird. Der Spulenrevolver (Bild 2) hat 8 Spulensätze in 4 Kammern, und schaltet auf das gewählte Band, die passende Skala und ZF-Kette um. Der zugehörige 4-teilige besondere Drehkondensator verfügt über drei Statoren in jeder Kammer (85/120/335pF), um für alle Bänder die Auswahl eines optimalen L / C-Verhältnisses zu ermöglichen. Der E44 hat zwei Antenneneingänge: einen 70Ω- Koaxialstecker und eine hochohmige Bananenbuchse. Wenn die Drahtantenne über ein 70Ω-Koaxialkabel mit dem Empfänger verbunden ist (Bild 4), wird die AT44-Box dazwischengeschaltet. Diese Box enthält ein Relais und einen passenden Transformator, der automatisch für Frequenzen unter 800 kHz eingeschaltet wird, während alle anderen Bänder direkt dem Kabel zugeführt werden.

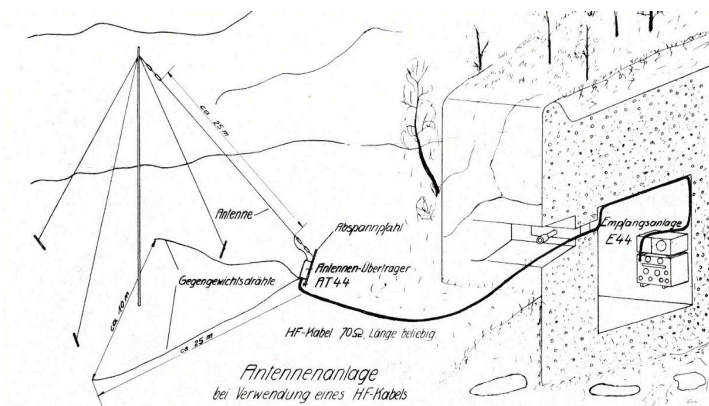


Bild 4: Antennenanlage, Beispiel [5]

Das ZF-Signal wird in zwei Stufen verstärkt und einem Demodulator (Diodenschaltung) zugeführt. Bei 1600kHz befindet sich zwischen der ersten und der zweiten ZF-Stufe ein einstellbares Lamb-Kristallfilter, während bei 75 kHz ein fixes 900-Hz-Tonfilter vor der NF-Stufe zum Einsatz kommt. Ein abstimmbarer Überlagerungssoszillator erzeugt die beiden Frequenzen für Telegrafie A1, die Spannung wird am Schirmgitter des 2. ZF-Verstärkers eingekoppelt. Die Schwundregelspannung wird

vom Detektor abgeleitet und auf alle HF-Stufen und die 1. ZF-Röhre gelegt. Sie kann deaktiviert werden, dann wird ein Stufenschalter verwendet, der in 5 Schritten von 20 dB die Verstärkung reduziert. Eine separate Röhre (Triodenschaltung) wird als Röhrenvoltmeter für das S-Meter verwendet. Das Messgerät ermöglicht zudem die Überprüfung der Anoden- und Heizungsspannung. Der NF-Verstärker im Empfänger ist nur einstufig und das Ausgangssignal steht an den zwei Kopfhörerbuchsen an. Ein Doppelselengleichrichter kann als Geräuschbegrenzer («Knallschutz») eingesetzt werden. Im Netzteil E44Z befindet sich zusätzlich ein NF-Leistungsverstärker mit Lautsprecher.

MECHANISCHES KONZEPT

Die Schaltung basiert vollständig auf 10 D1F Batteriepentoden, die von Valvo/Philips um 1940 für «tragbare Sendeempfänger» entwickelt wurden. Die D1F gleicht einer Eichelröhre und ist bis zu 50 MHz spezifiziert.

Ihre Steilheit beträgt 1,8mS, was für eine Batterieröhre aussergewöhnlich hoch ist, besonders da sie auch eine Regelcharakteristik hat. Die D1F hat einen Zinkgriff und wird mit dem Kolben nach unten in eine spezielle Bakelit- Aussenkontaktfassung eingesetzt (mehr in Teil 2). Alle MF- und ZF-Spulen sind mit abstimmbaren Eisenpulvertopfkernen mit Luftspalt realisiert. Bei der verwendeten ZF-Kopplung verfügen die 1600-kHz-Filter über koaxiale Keramiktrimmer zur Feineinstellung. Alle HF/ZF-Schalter sind aus Keramik, direkt neben den Spulen angeordnet und über Gestänge fernbetätigt (Bild im Teil 2).

Das Chassis des E44 (Bild 5) besteht aus zwei zusammengefügt Aluminiumdruckgussteilen mit vielen abgeschirmten Fächern und abnehmbaren Abdeckungen. Der linke Abschnitt enthält die grosse Revolverbaugruppe, den Abstimmkondensator und die 4 HF-Röhren.

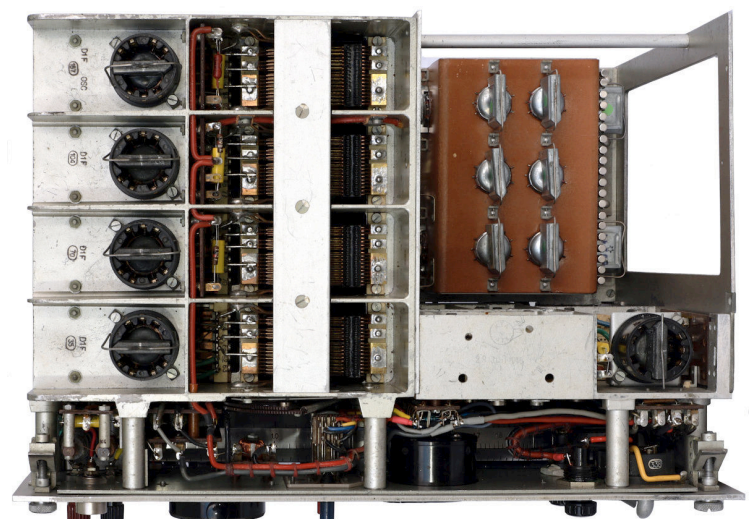


Bild 5: Chassis von oben (ohne Abdeckung)

Der rechte Bereich enthält, kompakt aufgebaut, den ZF-Verstärker mit Filtern, NF-Verstärker, Überlagerungssoszillator, Ton- und Kristallfilter und das Röhrenvoltmeter (Bild 7). Im leeren hinteren Teil ist ein Ersatzteilträger mit 10 D1F-Röhren und Sicherungen. Dieser Platz wurde im E45 für die Selektivruf-Schaltung verwendet. In den vielen Fächern werden Lötplatten verwendet (einige auf zwei Ebenen) und die übrigen Teile Punkt-zu-Punkt verdrahtet. Das Ergebnis ist überhaupt nicht servicefreundlich, Reparaturen sind schwierig. Während die eigentliche Frontplatte fast keine Bauteile enthält, sind die lange Skala, die Zahnradgetriebe, die Verbindungen zu den verschiedenen Schaltern, alle Bedienelemente, Sicherungen, der Stromanschluss und einige elektronische Teile auf der Vorderseite der beiden Haupteinheiten installiert (Bild 6).

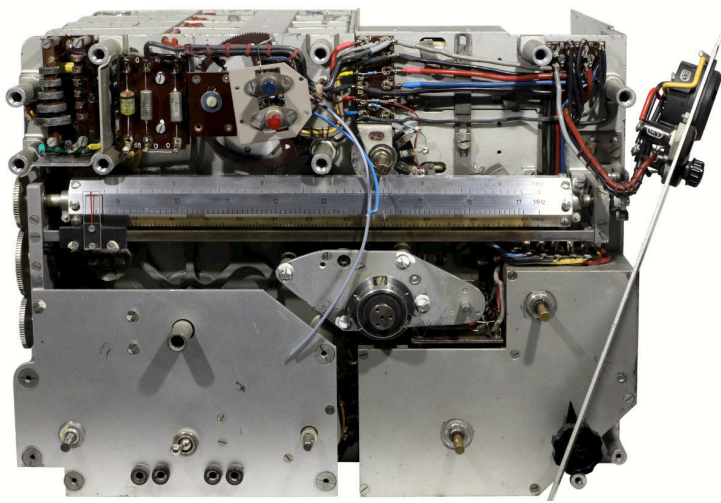


Bild 6: Frontansicht innen (Frontplatte rechts)

Die Realisierung des Abstimmgetriebes, der Bandumschaltung samt der Skala wurde mit grosser Sorgfalt ausgeführt. Das spielfreie Abstimmgetriebe hat ein Übersetzungsverhältnis von 1:24 und eine zusätzliche Feinabstimmungsfunktion von 1:5, die beim Ziehen des Knopfes aktiviert wird. Es gibt 9 (und vielleicht zwei weitere, die der Autor nicht sehen konnte) Kugellager für die Wellen des Abstimmkondensators mit seinen Untersetzungsgetrieben, für den Spulenrevolver mit Trommelskala und deren Antriebsräder. Alle Teile sind in ausgezeichneter Qualität ausgeführt, ein Resultat der Nähe von Solothurn zur Uhrmacherkunst?

Der Abstimmknopf bietet zusätzlich zu den Frequenzmarkierungen auf der Skala eine Logskala. Es gibt keine Skalenbeleuchtung. Neben dem Messgerät und dessen Umschalter befindet sich eine schöne «Revue» 8-Tage-Uhr (Bild 1 und im Teil 2). Die Verkabelung ist etwas ungewöhnlich, im Kabelbund und für kurze direkte Verbindungen wird meist massiver PVC-isolierter verzinnter Kupferdraht mit 1,5mmØ verwendet. Nur hinter der Frontplatte befinden sich leichtere 0,8mmØ Drähte.

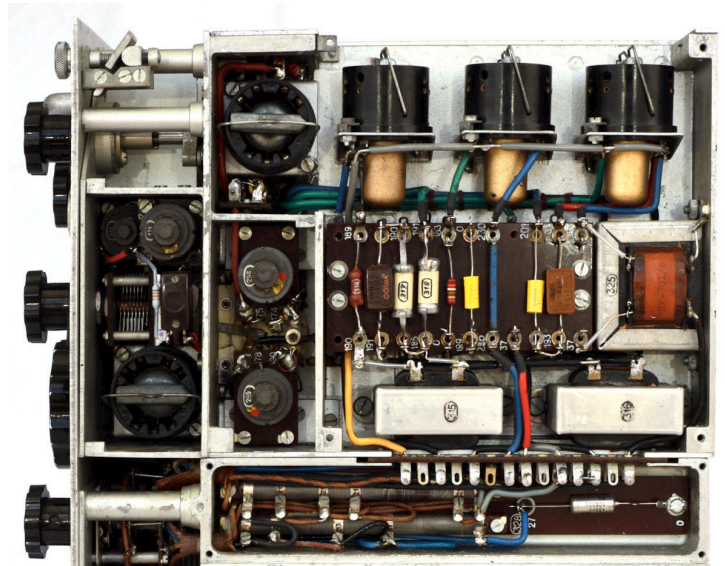


Bild 7: Chassisteil rechts, von unten (ohne Abschirmdeckel)

STROMVERSORGUNGSKONZEPT

Zwei Drittel des E44Z Kastens enthalten ein herkömmliches Chassis (Bild 9) mit Netzteil, NF-Leistungsverstärker und Lautsprecher. Der verbleibende Platz in der Box wird für Zubehör und Ersatzteile verwendet. Es gibt eine versteckte Schublade mit Röhren, die nur bei abgenommenem Netzteil zugänglich ist! Der Netztransformator liefert die Betriebsspannungen, er wird auch verwendet beim Betrieb ab Akku mit der Zerhackereinheit. Diese Baugruppe (Bild 8) ist eine vollständig ummantelte Einheit, komplett mit Filtern und Ersatzzerhacker.

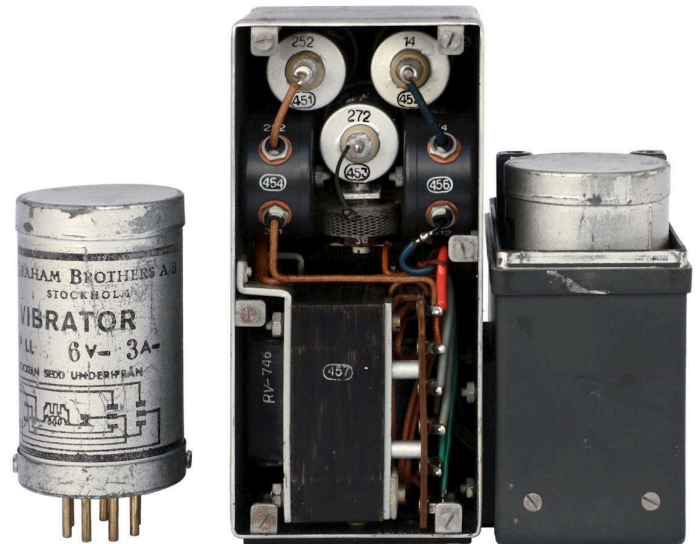


Bild 8: Zerhackereinheit

Die Anodenspannung von 250V wird mit einer AZ21 gleichgerichtet und gefiltert dem System zugeführt. Ein S150/40-Spannungsstabilisator hält die Betriebsspannung des Empfängers konstant. Die Niederspannungsversorgung verwendet einen Selengleichrichter, ein Filter und Eisenwasserstoffwiderstände, um den Empfänger mit Heizstrom (0,5A) zu versorgen und bei Verwendung von Wechselstrom den 6-V-NiFe-Akku (0,5A) oder nur den Akku (2,5A) zu laden. Um bei Akkubetrieb Strom zu sparen, ist die EBL21-Heizung nicht aktiviert und nur Kopfhörerbetrieb ist möglich. Die Batteriespannung wird direkt durch den Eisenwasserstoffwiderstand auf die Heizungen im Empfänger geschaltet.

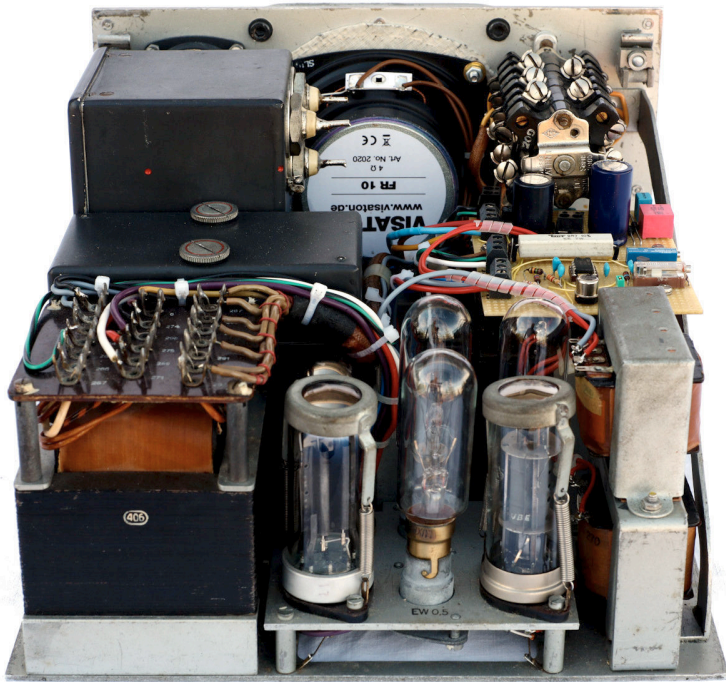


Bild 9: Stromversorgungsmodul

Auf Bild 9 auf der rechten Seite ist eine neue Printplatte mit einer modernen Heizungsregelung für den Empfänger, der die seltenen D1F besser schützt. In der Bedienungsanleitung heisst es: «Setzt der Empfang, der Tg-Überlagerer oder das Röhrenvoltmeter aus, so ist die Apparatur sofort ausser Betrieb zu setzen...». Warum ist das nötig? Die D1F werden in einer 2x5-Serie-/Parallelanordnung durch einen 500-mA-Eisenwasserstoffwiderstand mit Konstantstrom gespeist. Wenn der Heizfaden einer D1F ausfällt, teilen sich die verbleibenden 4 Röhren in der 5er-Gruppe die 500mA und die Heizspannung dort steigt an. Bald fällt ein zweiter Heizfaden aus und die verbleibenden D1F in der 5er-Gruppe folgen sehr schnell. Es musste eine Lösung her, die eine solche Kettenreaktion verhindert. Die neue Schaltung des Autors (Bild 10) verfügt über eine 500-mA-Stromquelle mit einem LM317K, und einen Überspannungsschutz, der im Fehlerfall den Heizkreis mit einem 2N6401 Thyristor kurzschliesst.

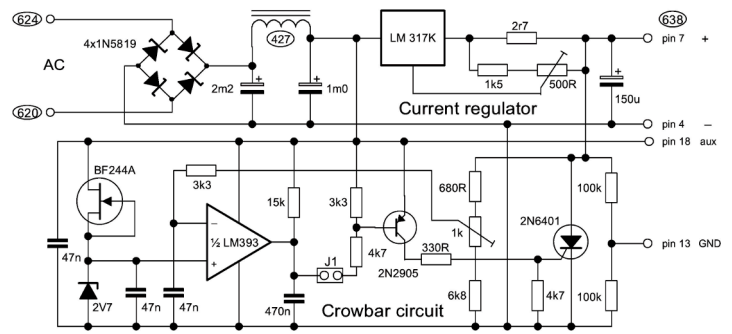


Bild 10: Heizstromregler mit Schutzschaltung Frontansicht innen (Frontplatte rechts)

Im zweiten Teil dieses Aufsatzes werden die Produktion, die schwierige Beschaffung der Röhren und Komponenten sowie die Instandstellung der Geräte beschrieben.

«wird fortgesetzt»

ANMERKUNGEN

1. «Das Fernmeldematerial der Schweizer Armee seit 1875», 7. Folge, «Die Empfangsgeräte», Rudolf J. Ritter, dipl. Ing., 1992, Bundesamt für Übermittlungstruppen. Quelle für viele der Detailangaben.
Auch: Technisches Reglement Nr. T 180 d, «Die Empfangsgeräte», 1945, Schweizer Armee.
2. Details in «National HRO-7T KW-Empfänger: Der Letzte einer Legende», HISTEC Journal 2/2020, S.11ff.
3. Die KTA war Teil der Armee, die heutige Unterscheidung zwischen «Benutzer» und «Beschaffer» gab es noch nicht.
4. Bei Spulenschubladen oder Spulenrevolvern standen die hochfrequenztauglichen, sehr kurzen Kontaktwege, ohne Verdrahtung zu Wellenschaltern, zu den Röhrenfassungen im Vordergrund.
5. «Empfangsanlage E44», «Revisions-Anleitung», Auto-phon AG, 1945. Beschreibung und detaillierte Vorgaben für die Instandstellung.

Alle Bilder und Handbuchscans: Autor.

AUTOPHON LF-HF EMPFÄNGER E 44

Mitten im zweiten Weltkrieg entwickelte Autophon – trotz grossen Materialengpässen – einen Kurzwellenempfänger, der oft als «der schönste und aufwändigste Schweizer Militär-Empfänger» bezeichnet wird.

Teil 2 von 2: Produktion und Instandstellung

PRODUKTION DES E44 SYSTEMS [6]

Nach Vertragsabschluss im Mai 1944 und der Nachentwicklung – besonders die Umstellung auf Batterieröhren für längeren Akku-Betrieb – begann die Produktion 1945 und die letzten Einheiten wurden 1951 produziert, total 138 Stück. Die Luftwaffe bestellte auch 86 Empfänger, die als E45 bekannt sind und als «Alarmempfänger» verwendet wurden. Die Empfänger waren weitgehend gleich aufgebaut, hatten eine Selektivrufeinheit und ein anderes Zusatzgerät E45Z mit Batterieendröhren.

Während die Beschaffung elektronischer Teile Ende der 40er Jahre wieder einfacher wurde, war der geplante Beschaffungs- und Produktionsstart 1944/45 eine besondere Herausforderung.

KOMPONENTEN AUS DEM AUSLAND

Die Versorgungssituation für Batterieröhren war sehr schwierig und unsicher. Schliesslich fiel die Wahl auf die spezielle Allglas-Pentode D1F von «Valvo/Philips». Das Unternehmen verpflichtete sich – trotz der Tatsache, dass es sich in der Region Hamburg befand und die Produktion von Radioröhren 1940 eingestellt wurde – in der Lage zu sein, die erforderliche Menge zu liefern. Da das Fabrikhauptgebäude fast unbeschädigt blieb, konnten sie nach Kriegsende eine begrenzte Produktion rasch wieder aufnehmen. Es gibt ein Datenblatt von Philips vom Mai 1945 (!) für diese «Spezialröhre».

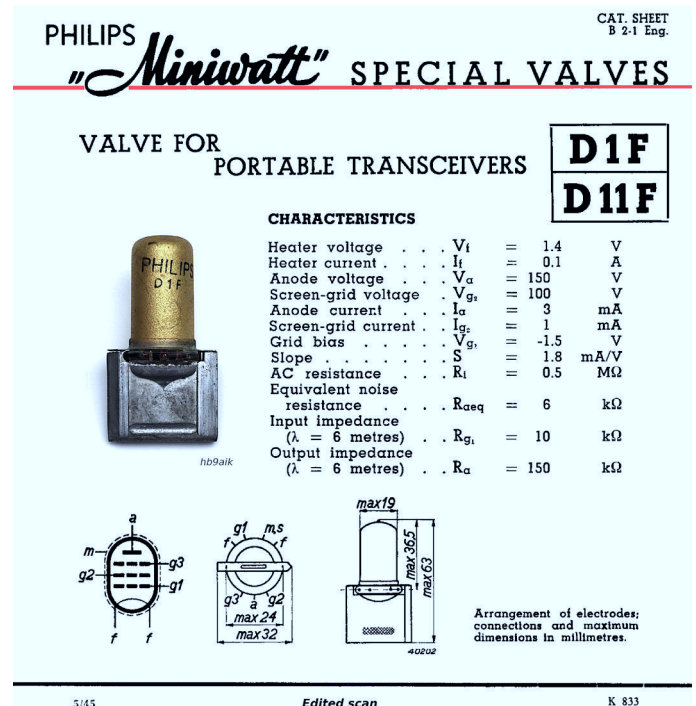


Bild 11: Datenblatt Mai 1945 (Auszug) [7]

Die Quellen für die Widerstände im Gerät sind unklar. Es werden verschiedene Typen verwendet und die Wertmarkierungen oder die eines Herstellers wurden entfernt und durch eine gestempelte Schaltplannummer ersetzt. Es sind einige farbige Kohlemassewiderstände vorhanden, aber die meisten sind Kohlefilmwiderstände in unterschiedlicher Qualität und von mehr als einem Hersteller. Es sieht so aus, als ob alles Akzeptable verwendet wurde.

Der 1600-kHz-Quarz für das Filter stammt aus den USA und wurde von «Cambridge Thermionic Corp.» hergestellt.

Der Zerhacker für das E44Z war scheinbar ebenfalls schwierig zu finden. Die ziemlich grossen beschafften 6V Einheiten sind schwedisch und wurden von «Graham Brothers A/B» hergestellt – die Firma war eigentlich führend in Liftanlagen.

KOMPONENTEN AUS DER SCHWEIZ

Die schöne Stationsuhr war einfach: «Thommens Uhrenfabrik AG» war in den 40er und 50er Jahren der Stammlieferant von «Revue»-Uhren für Militärfunkgeräte und grössere manuelle Telefonzentralen.

Auch die zahlreichen Kondensatortypen waren kein Problem: «Condensateurs Fribourg» produzierte seit vielen Jahren erfolgreich Glimmer-, Papier- und Elektrolytkondensatoren für die Industrie. Sie sind in fast allen bei uns produzierten Radios vor und nach dem Zweiten Weltkrieg zu finden. Bauteile dieser Firma wurden für den E44 beschafft.

BEI UNS HERGESTELLTE RÖHREN IN KRIEGSZEITEN [8]

Eine besondere Geschichte ist die Suche nach verfügbaren Röhren für das E44Z. Der Entwurf sah einen Anodengleichrichter, eine Audio-Leistungspentode, einen Spannungsstabilisator und drei Eisenwasserstoffwiderstände vor. Wer könnte sie in der Schweiz herstellen und liefern?

In unserem Land wurde die Herstellung von Unterhaltungsradios nie eingestellt und jedes Jahr kamen neue Modelle heraus, aber der andauernde Röhrenmangel verursachte schwerwiegende Engpässe. Lokale Produktion war gefragt und zwei Schweizer Unternehmen investierten in Anlagen zur Herstellung eines Satzes von wichtigsten Philips Loktal-Röhren: Brown Boveri & Cie AG (BBC) und Albiswerk Zürich AG (AWZ). Während AWZ sie als Metallröhren umgestaltete und die anfängliche Massenproduktion von Prototypen nicht hinter sich liess, verwendete BBC, die bereits kleine Röhren verschiedener Art herstellte, das ursprüngliche Glasdesign und konnte grössere Mengen herstellen. Diese fanden, so wird berichtet, ihren Weg in hiesige DESO Radiogeräte, die ursprünglich Seitenkontaktrohren verwendeten [9].

Beim E44Z fiel die Wahl auf eine EBL21 und eine AZ21, wohl nicht zuletzt, weil sie durch eine PDD1 und eine GG1 von BBC ersetzbar waren. Am Ende war das nicht nötig – als die Produktion des E44Z begann, konnte Philips die Originale liefern.

Keines der beiden Unternehmen stellte dagegen Kaltkathodenröhren her, es wurde eine andere Quelle für den Stabilisator benötigt. Es gab eine Firma, die spezielle Kaltkathoden-Schaltröhren herstellte: «Cerberus GmbH». Ab 1943 fertigte Cerberus einen Spannungsstabilisator für ein Flugfunkgerät. Jetzt wurde ein anderer Typ, S150/40 mit Oktalsockel, für Autophon hergestellt. Erst viel später bot das Unternehmen eine eigene Reihe Stabilisatoren an, aber das E44Z-Problem war gelöst und diese Röhre wurde verwendet.

Für die Eisenwasserstoffwiderstände hatten sich die lokalen Telekomfirmen bereits früher an einen Glühbirnenhersteller gewandt: «Luxram/Licht AG». Während diese sich in den 1920er Jahren mit der Herstellung von Röhren beschäftigten, stellten sie damals keine her. Jetzt produzierten sie, teilweise nach «Osram»-Entwürfen, eine Reihe von Eisenwasserstoffwiderständen, hauptsächlich für die Armee. Alle Röhren für das E44Z wurden von dort bezogen.



Bild 12: E44 Nr. 141

DER E44 NR. 141 UND DAS E44Z NR. 141 VORGESCHICHTE

Das System Nr.141 des Autors wurde am 29. Juli 1946 von der KTA übernommen (Datumsstempel). Dies könnte die zweite Serie gewesen sein, aber der Autor hat keinen Nachweis über die verwendete Nummerierung. Einige Bleistiftmarkierungen bei der Skala deuten darauf hin, dass der letzte Einsatz bei der Luftwaffe war. Das darin enthaltene Etat (zur Überprüfung der Vollständigkeit bei der Abgabe verwendet) wurde zuletzt 1971 nachgedruckt. Die Empfänger wurden 1984 liquidiert, nachdem sie jahrelang, wohl als Reserve, gelagert wurden. Wie üblich wurden vorher die Uhren von den Geräten entfernt – nur die Befestigungsschrauben blieben an Ort und Stelle! Das Zubehör, die Ersatzteile und die Bedienungsanleitung wurden im Inneren belassen, aber es gab kein AT44 und keine Akkumulatoren, als Nr.141 vom Autor in den 90er Jahren gefunden wurde.

Im Jahr 2001 im Rahmen der Vorbereitung für die «Comm'01» in Kloten wurden viele Geräte betriebsbereit gemacht – auch dieser E44 war auf der Liste. Leider konnte er aber nicht rechtzeitig fertiggestellt werden. Er blieb, teilweise zerlegt, bis jetzt in Schachteln verpackt. Der «Lockdown» hat ihn wieder zum Leben erweckt. Diese Instandstellung hatte zum Ziel, ein vorführbares Gerät für Ausstellungen zu haben. Dafür müssen Kompromisse bei der Aufarbeitung eingegangen werden – verschiedene Komponenten sind nach über 70 Jahren nicht mehr betriebsbereit. Unveränderte «Museums-empfänger» sind in der HAMFU-Sammlung zu finden [10].

ÜBERHOLUNG DER EMPFÄNGEREINHEIT

Die Verfügbarkeit von zwei seltenen Komponenten musste vor dem Start geklärt werden: Einsatzbereite D1F-Röhren und die fehlende Uhr auf der Frontplatte. Es wurden ausreichend D1F gefunden und geprüft, einige sind D11F (Version ohne Griff), die zuvor durch die Unterhaltsinstanz in alte Zinkgriffe eingebaut wurden (Bild 13, rechts). Es wurden sogar einige unbenutzte Röhrenfassungen gefunden und eine davon zum Testen der Röhren verwendet.



Bild 13: Varianten der D1(1)F

Die schwarze Uhr mit der richtigen Trägerplatte wurde ebenfalls erworben. Es ist fast die perfekte Version – 100%, wenn sie einen feinen Chromring um das Zifferblatt hätte (gemäss den Abbildungen im Handbuch). Es ist zu beachten, dass die Leuchtfarbe leicht radioaktiv ist ($\gamma < 0,5 \text{ mrad/h}$ bei 10cm [11]).

Die verbreiteten gelben Fribourg-Papierkondensatoren haben alle Isolationsprobleme und wurden bereits 2001 ersetzt. Es wurde zudem festgestellt, dass ein Typ von Kohlefilmwiderstand immer weit über dem Nominalwert lag und getauscht werden musste. Es konnten nicht alle ersetzt werden. Das Entfernen der 75-kHz-Spulen zum Wechseln der Dämpfungswiderstände würde die Demontage fast des gesamten ZF-Filterabschnitts erfordern!

Die unzähligen Glimmerkondensatoren blieben bis zum Test alle original und es wurden keine Probleme gefunden. Einige alte Reparaturen mussten aufgeräumt und eine defekte ZF-Spule repariert und neu gewickelt werden. 520 Windungen mit 0,1mmØ Draht – zum Glück stand eine manuelle Spulenwickelmaschine aus China zur Verfügung!

Die Abstimmungsgetriebe waren leichtgängig, der Bandschalter/Wählmechanismus und die Schaltgestänge funktionierten alle einwandfrei. An den Teilen ist kein Verschleiss erkennbar und das Fett in den Kugellagern nicht einmal richtig ausgetrocknet. Eine wirklich nur leichte Schmierung war ausreichend.

Alle Schaltkontakte wurden sorgfältig mit etwas Kontaktreiniger abgewischt. Der Lautstärkeregler musste ausgetauscht werden. An Ort und Stelle blieben das Messpotentiometer (gereinigt, 5 k Ω log) und zwei weitere interne Einheiten, die so platziert sind, dass jeder Austausch eine grössere Übung verursachen würde. Der Geräuschbegrenzer direkt am Kopfhörerausgang besteht aus zwei vorgespannten Selengleichrichtern und einem Schalter und sollte auf 2Veff begrenzen. Die Teile mussten ausgetauscht werden, der neue Begrenzer ist eine Kombination aus einer BAX43-Schottky-Diode und einer 2.7V-Zenerdiode in jeder Richtung.

Alle Sicherungen waren voller Grünspan, zwei Sicherungshalter waren infiziert, alles musste ersetzt werden. Die D1F haben ein Problem mit dem Zement, mit dem die Röhre im Zinkgriff befestigt wird. Er dehnt sich langsam rund um den Glasrand aus – wahrscheinlich aufgrund von Feuchtigkeit – und drückt die Röhre nach oben. Es wurden zwei Röhren gefunden, bei denen dies zu einem Sprung im Glas führte, da der Röhrenfuss immer noch fest unten im Griff klebte. Das sichtbare Material wurde an allen D1F entfernt, hoffentlich reduziert das den Stress.

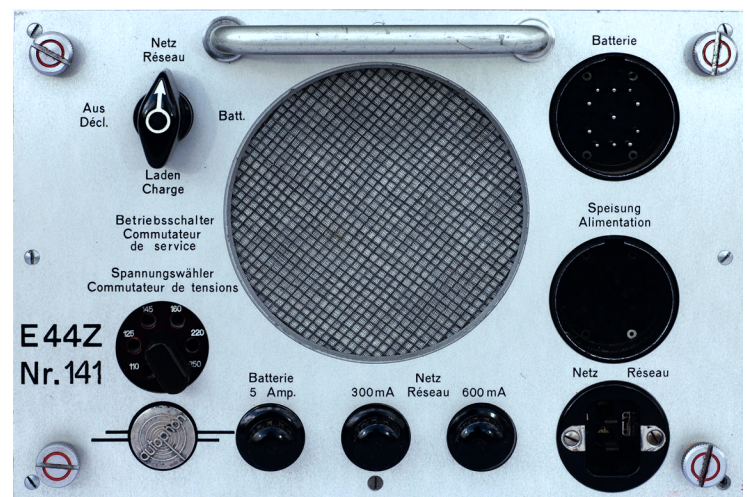


Bild 14: Speisegerät und Lautsprecher im E44Z

ÜBERHOLUNG DES SPEISEGERÄTS

An diesem Modul wurden die meisten Arbeiten im Jahr 2001 durchgeführt, wobei die Verkabelung, Kondensatoren und alle Batteriefunktionen entfernt wurden. Es wurde neu verkabelt und ein Spannungsregler für die Empfängerheizungen eingesetzt. Heutzutage würde der Autor wohl deutlich sanfter vorgehen. Zudem verhinderte der Regler das Einschieben der versteckten Ersatzteilschublade!

Ein neuer Heizstromregler wurde gebaut und eingesetzt (Beschreibung und Bild 10 im ersten Teil). Die HV-Versorgung und der NF-Leistungsverstärker wurden 2001 erneuert, der Selengleichrichter, die Eisenwasserstoffwiderstände und die abgeschirmte Zerhackereinheit blieben an Ort und Stelle – nicht angeschlossen, nur als «Dekoration».

Während der NF-Leistungsverstärker und der Lautsprecher im Jahr 2001 getestet wurden, war der Lautsprecher jetzt unterbrochen. Dies wurde durch Korrosion verursacht, die die dünnen Geflechtdrähte am Baumwollfaden der Verbindungen zur Lautsprecherspule wegfrass. Nach verschiedenen Reparaturversuchen musste ein neuer VISATON Lautsprecher eingebaut werden (Bild 9 im ersten Teil).

DAS ZUBEHÖR

Im E44Z sind die Kabel, Antenne, Erdlitze, Kopfhörer, Sicherungen (total 50Stk!) und Ersatzröhren untergebracht (Bild 15). Der Träger rechts mit den 10Stk D1F und einem Teil der Sicherungen befinden sich im E44 selbst.



Bild 15: Kabel und Ersatzteile

INBETRIEBNAHME DES SYSTEMS [12]

Die Prüfung und Abstimmung des E44 ist in der Anleitung beschrieben. Sie ist sehr umfangreich und wird hier nicht dargestellt. Von Interesse ist jedoch die Abstimmung der ZF-Filterkette, weil sie aufgrund der kombinierten induktiven/kapazitiven Kopplung der Filter etwas ungewöhnlich ist.

ABSTIMMUNG DES ZF-VERSTÄRKERS

Mit dem grossen Vorteil, heute einen synthetisierten AMmodulierten Generator, präzisen Zähler und HF Millivolteter mit empfindlichen Sonden verwenden zu können, sind die Filter einfacher abzustimmen als 1945.

Der Aufwand bleibt aber bedeutend, erfordert Handarbeit und das Einlöten von temporären Dämpfungselementen. Eher ein labormässiges, denn ein fabrikationsoptimiertes Design.

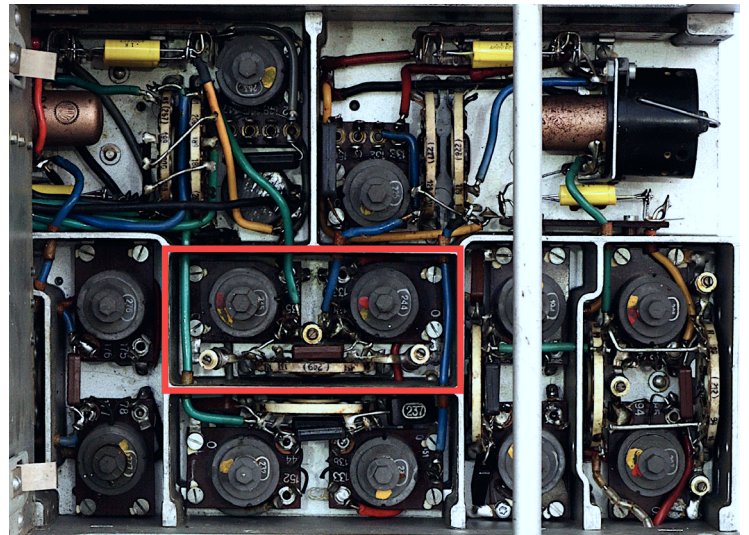


Bild 16: ZF Bandpassfilter und Verstärker

Die Anleitung gibt Kurven vor, um die richtigen Bandbreiten für die «breite» und «schmale» Einstellung bereitzustellen (Bild 18). Die Arbeitsschritte beginnen mit dem Detektorfilter, vor dem nächsten Schritt werden bereits abgestimmte Filter bedämpft. Die Arbeit erfordert Abdeckplatten mit passenden Durchbrüchen für die Abstimmwerkzeuge. Da diese dem Autor nicht zur Verfügung standen und der Versuch fehlschlug, temporäre Abdeckungen zu verwenden, mussten die Löcher in die vorhandenen Deckel leider gebohrt werden.

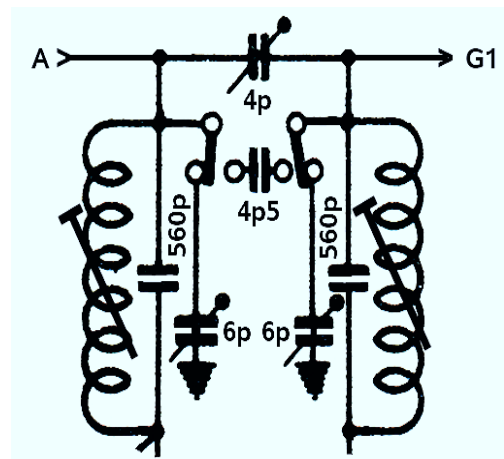


Bild 17: Mittleres ZF-Filter 1600kHz

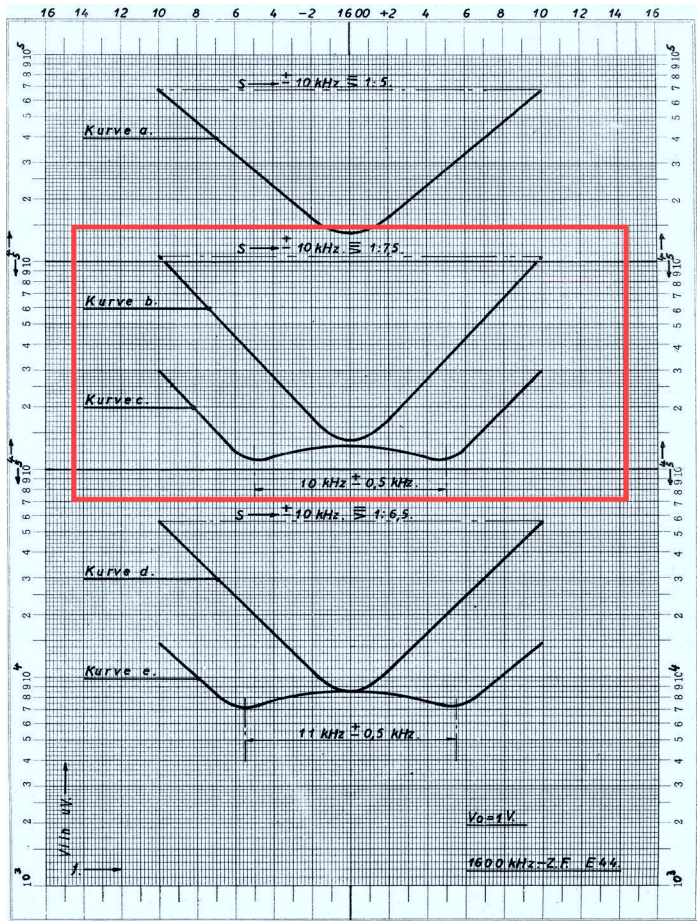


Bild 18: Vorgaben 1600 Hz ZF-Abstimmung

Am Beispiel des mittleren Filters (Bild 16 + 18 rot markiert, Schema Bild 17) soll das Vorgehen kurz skizziert werden:

1. In Stellung «schmal» beide Kerne auf Maximum bei der Mittenfrequenz 1600kHz abstimmen.
2. Mit dem Koppelkondensator 4p die Bandbreite gemäss Vorgabe einstellen und Kerne allenfalls nachstimmen.
3. Auf Stellung «breit», das Messsignal um $\pm 5\text{kHz}$ verstimmen und beide Kerne nachstimmen. Auf Symmetrie achten.
4. Prüfen, ob die Höckerdistanz stimmt, sonst den Koppelkondensator 4p5 ändern (kein Trimmer, in Nr. 141 musste dieser Kondensator getauscht werden).
5. Wieder auf Stellung «schmal», diesmal Kerne belassen und mit beiden Paralleltrimmern 6p auf Maximum nachstimmen. Im Gerät Nr. 141 wurden die Kurven nach Bild 18 erreicht – allerdings nicht gleich im ersten Durchgang! Es zeigte sich, dass die ersten beiden Schritte «schmal» die definierten Werte bringen müssen damit das Filter nachher bei «breit» richtig eingestellt werden kann. Die Summe der Kurven in Bild 16 ergibt dann in der 1600kHz ZF die gewünschte Gesamtbandbreite von $\pm 2.5\text{kHz}$ oder $\pm 5.5\text{kHz}$.

RESULTAT DER ARBEITEN AN NR. 141

Die Inbetriebnahme konzentrierte sich auf den Empfang auf den Bändern über 2MHz mit der 1600kHz ZF samt den allgemeinen Funktionen. Die HF-Kreise wurden nicht nachgestimmt, die Empfangsleistung war nahe am Sollwert. Empfindlichkeit und Frequenzstabilität sind besser als bei den meisten vergleichbaren Geräten jener Zeit.

Ein Mangel im heutigen Betrieb sind die Bandbreite und Flankensteilheit der Spulenfilter. Da ist man sich von mechanischen oder Quarzfiltern oder gar einem SDR schon Besseres gewohnt.

Der E44 Nr. 141 macht nach über 70 Jahren optisch und elektrisch immer noch einen sehr guten Eindruck! Die Qualität der Ausführung ist wirklich überdurchschnittlich und hat sich – trotz des hohen Preises – bezahlt gemacht.

ANMERKUNGEN:

6. «Das Fernmeldematerial der Schweizer Armee seit 1875», 7. Folge, «Die Empfangsgeräte», Rudolf J. Ritter, dipl. Ing., 1992, Bundesamt für Übermittlungstruppen. Quelle für viele der Detailangaben. Auch: Technisches Reglement Nr. T 180 d, «Die Empfangsgeräte», 1945, Schweizer Armee.
7. Mit einer Kopie aus dem «Internet Archive» (archive.org) und einem Bild des Autors erstellt.
8. «Schweizer Elektronenröhren 1917-2003», Eduard Willi, 2005, Selbstverlag. Eine einzigartige, umfassende Übersicht.
9. Zum Beispiel Modelle 451B oder 452C mit 2x ECH21, EBL21, AZ21 als Ersatz für 2x ECH4, EBL1, AZ1.
10. «Historisches Armeematerial Kommunikation und Übermittlung», Stiftung HAMFU, Uster/Winikon.
11. Gemessen mit einem SV500 Geigerzähler und der γ -Sonde (ex-Bundeswehr, Eberline Instruments, Erlangen).
Wenn erforderlich kann als Schirmung eine wegnehmbare Bleiblechscheibe angebracht werden.
12. «Empfangsanlage E 44», «Revisions-Anleitung», Autophon AG, 1945. Beschreibung und detaillierte Vorgaben für die Instandstellung.

Alle Bilder und Handbuchscans: Autor.