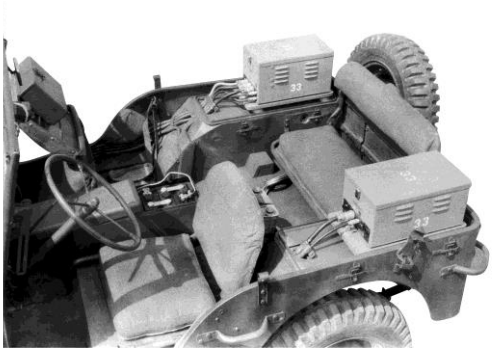
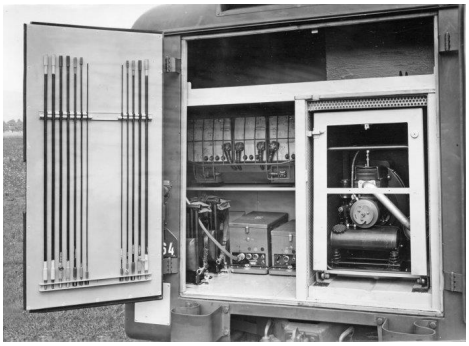
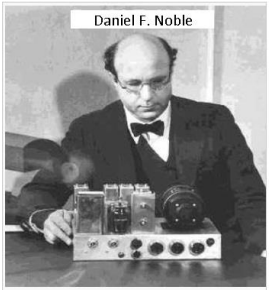
Die Funkstation SE-202

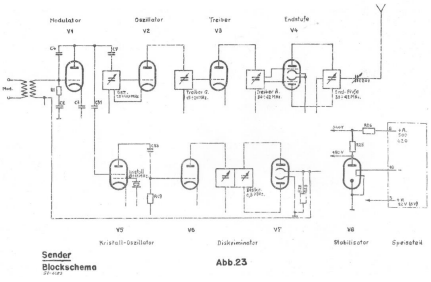
Das erste frequenzmodulierte Funksprechgerät unserer Armee.

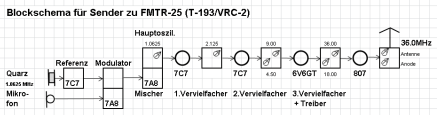
IG Uem
Interessengemeinschaft
Übermittlung

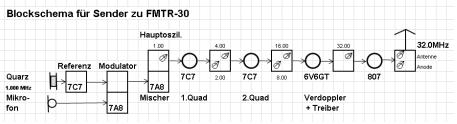
Verfasser: Klaus Utzinger









Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Verfassers
Dank des Verfassers
Der Verfasser Klaus Utzinger
Zusammenfassung **Seite**

1. Der Panzerjäger G13 (Hetzer) 5

2. Die Funkstation im Panzerjäger G13 6

3. Die Funkanlage SE-202 - eine Eigenentwicklung oder eine Kopie? 7

4. Die Amplituden- und die Frequenzmodulation 8
4.1 Allgemein 8
4.2 Die Entwicklung der Frequenzmodulation FM 8
4.3 Frequenzmodulation in der Übermittlung der Schweizer Armee 9
4.4 Die Frequenzmodulation in der Entwicklung bei der BBC 11

5. Die SE-202 Funkanlage 12
5.1 Die Geschichte der Firma Brown Boveri& Cie. (BBC) 12
5.2 Die Typen der Funkanlagen SE-202 13
5.2.1 Die Funkanlage CF 63 13
5.2.2 Die Funkanlage CF 41 14
5.3 Der Sender SF 21 15
5.3.1 Technische Daten 15
5.3.2 Blockschema und Funktion 15
5.3.3 Messwerte 17
5.4 Der Empfänger EF 21 18
5.4.1 Technische Daten 18
5.4.2 Blockschema und Funktion 18
5.4.3 Messwerte 20
5.5 Die Bediengeräte zur Funkanlage SE-202 21
5.5.1 Das Bedienkonzept der Funkanlage SE-202 21
5.5.2 Bediengerät KF 32 mit Bordverständigung 21
5.5.3 Bediengerät KF 28 / KF 29 23
5.6 Besprechungsgeräte für die Funkanlage SE-202 23
5.6.1 Allgemein 23
5.6.2 Das Mikrotel MT 61 23
5.6.3 Die Lärmsprechgarnitur ZT 63 24
5.6.4 Das Aussenbordtelefon 24
5.7 Messgerät für den Truppeneinsatz der Funkanlage SE-202 25
5.7.1 Konzept für die Reparatur und Instandhaltung der Funkanlage SE-202 25
5.7.2 Das Service – Messgerät MD 31 25
5.7.3 Die Kunstantenne MZ 31 25

6 Die MOTOROLA Funkanlage FMTR-25 und FMTR-30 26
6.1 Der Firmenname MOTOROLA 26
6.2 David F. Noble, ein Pionier des Mobilfunks 26
6.3 Die Mobilfunkstation MOTOROLA FMTR-25 und FMTR-30 27
6.3.1 Der Sender FMT-25 oder T-193/VRC2 29
6.3.2 Der Empfänger FMR-25 oder R-237/VR 30
6.3.3 Der Sender FMT-30 31

7 Vergleich der beiden Funkanlagen 32
7.1 Allgemein 32
7.2 Wie hat die BBC vor über 75 Jahren auf dem Gebiet der FM Geforscht 32
7.3 Vergleich der Sender 33
7.4 Vergleich der Empfänger 34
7.5 Funkanlage SE-202 Kopie oder Eigenentwicklung? 35

8 Erfahrungen als Uem.Gtm. mit der Funkanlage SE-202 36

Literaturverweise 38

Anhang 1 Die Geschichte des Pzj. G13 und der Funkstation SE-202 39

Anhang 2 Vergleich der Funkanlagen SE-202 und FMTR 43

Vorwort des Verfassers

Die Bearbeitung des nachfolgenden Berichtes erwies sich als ausserordentlich arbeitsintensiv. Alle beteiligten Personen aus dem entsprechenden Zeitfenster von 1940 – 1948 sind verstorben. Direkte Hinweise aus dem Geschehen jener Zeit und der behandelten Thematik sind auch im Internet spärlich auffindbar. Die Recherchen wurden dadurch sehr zeitaufwendig. Die Bearbeitung des Themas dauerte, auch wegen Unterbrechungen infolge privater Vorkommnisse, über 2 Jahre. Zum Schluss ist doch noch ein Resultat entstanden, welches etwas mehr Licht in jene Zeit der Beschaffung der Funkstation SE-202 werfen konnte.

Dank des Verfassers

Ein Dank ergeht an alle Personen, welche mich mit wichtigen Informationen zu diesem Thema versorgen konnten. Im Besonderen sind zu erwähnen:

Rudolf J. Ritter ✞ Dipl. Ing. ETH 9035 Grub und Rudolf Streit ✞ 4500 Solothurn Projektleiter Autophon, in Zusammenhang mit der Erstellung des Berichtes „Fernmeldematerial der Schweizerischen Armee seit 1875 9.Folge“ sowie dem Kapitel 4.3 dieses Berichtes.

Die Stiftung HAMFU gewährte mir Zugang zu Ihrem Archiv

Ebenfalls für das Redigieren dieses Berichtes möchte ich danken an:
Fredi Egger, 9542 Münchwilen.
Norbert Lang, 5415 Nussbaumen für die Geschichte der BBC.

Ein besonderer Dank ergeht an meine Frau Eva für all die Zeit und Geduld an welcher ich hinter dem PC absorbiert war und nur wenig Zeit für die täglichen Arbeiten hatte.

Bad Zurzach, den 3.August 2017 Der Verfasser: Klaus Ufinger

Die Funkstation SE-202

Das erste frequenzmodulierte Funksprechgerät unserer Armee

Verfasser: Klaus Utzinger

Der Verfasser wurde am 8.12.1943 geboren und ist in Chur aufgewachsen. Dort absolvierte er auch seine Berufslehre als Elektroinstallateur und war in seiner Freizeit als „Radiobastler“ aktiv. Aus diesem Grund wurde er im Militär als Übermittlungsgerätemechaniker Uem.Gtm. ausgebildet. Später erfolgte dann eine Weiterausbildung am Abend Technikum zum Ing. Tech. HTL. Über 30 Jahre war er in der Zementindustrie mit den Schwerpunkten Steuerungstechnik, Leitstandtechnik und Installationstechnik tätig. Seit der Pensionierung wieder im alten Hobby aktiv sowie Mitglied in der Interessengemeinschaft Übermittlung. (http://www.hamfu.ch/de/verein/)

Zusammenfassung

Die Geschichte der **Funkstation SE-202** von der **BBC** (Brown Boveri Companie, Nachfolgeunternehmen: ABB, (ASEA Brown Boveri) ist relativ unbekannt, aber nicht uninteressant. Diese Geschichte ist eng mit einem Fahrzeug der Schweizer Armee verbunden, welches im nachfolgenden Beitrag ebenfalls kurz behandelt wird. Einzigartig in der Schweizerarmee war die **schnelle Beschaffung** von Fahrzeug und Funkanlage. Bei der Funkanlage ist zu vermerken, dass sie die **erste in der Schweizerarmee eingesetzte Funkanlage für den Sprechfunkverkehr mit Frequenzmodulation FM** war. Beim Thema der Entwicklung dieser Funkstation wird versucht zu ergründen: Entstand diese Funkanlage bei der damaligen BBC, während und kurz nach dem 2. Weltkrieg, durch eine Eigenentwicklung oder war es eine Kopie eines bereits bestehenden Gerätes? Bei dieser Frage wird etwas tiefer in die Entwicklung der Frequenzmodulation eingegangen. Dabei werden die Schaltungstechnik und - soweit noch verfügbar, die technischen Daten verglichen. Ein zentraler Teil dieses Beitrages ist natürlich die genaue Beschreibung der Funkstation SE-202 selbst, mit allem Ihrem Zubehör. Am Schluss des Beitrages wird noch über die Betriebserfahrungen eines Uem.Gtm. mit der Funkanlage SE-202 berichtet

1. Der Panzerjäger G13 (Hetzer)

Der **Panzerjäger G13** war das erste Panzerfahrzeug der Schweizer Armee, welches gleich nach dem 2.Weltkrieg, **in grosser Anzahl** (158) beschafft wurde. Die Bezeichnung G 13 ist insofern interessant, dass sie nicht zum schweizerischen Panzerbezeichnungs-System (Pz + Jahr) passt. Mögliche Begründungen dafür habe ich während meiner RS nur mündlich überliefert bekommen. Danach bedeutete „**G“** bedeutete so viel wie „Geheim“ oder „Gegenstand“, die Zahl passt nirgendwo hin. Die Sache mit der Geheimniskrämerei liegt möglicherweise in Zusammenhang mit der **Sowjetunion**. Diese hielt nach den Deutschen die Tschechei besetzt und versuchte aktiv, die zweite. Lieferung von 50 Fahrzeugen im Jahr 1948 zu verhindern.

Der **„Panzerjäger“** ist ein bewaffnetes Fahrzeug, welches gegen gegnerische Panzerfahrzeuge eingesetzt werden kann. 1944 erhoffte sich die deutsche Wehrmacht auch damit eine Wende im Weltkrieg zu erringen. Der Jagdpanzer 38 unter dem Namen „**Hetzer“** wurde in den Skoda -

Werken und der BMM (Böhmisch Mährische Maschinenfabrik) in der von den Deutschen besetzten Tschechei - unter anderem auch mit Hilfe von Zwangsarbeitern, produziert.

Der Panzerjäger war der **Bruder** des **„Praga - Panzers“** oder **Pz 39**, was ganz eindeutig an deren Fahrwerken erkennbar ist. Der Pz 39 war in einer Stückzahl von 24 Fahrzeugen über die ganze Zeit des 2.Weltkrieges, quasi als „Rückgrat“ der Schweizer Panzerwaffe, im Einsatz.

Pz 39 PRAGA

Panzerjäger Pzj G13

Das Wichtigste an einem Panzerjäger ist dessen Kanone. Diese muss nicht nur eine durchschlagkräftige Munition verschiessen können, sondern auch über eine grosse Schussdistanz eine gute Zielgenauigkeit aufweisen. Eigenschaften, welche auch für heutige Panzerkanonen noch Gültigkeit haben. Diese Anforderung wurde durch eine bereits im Einsatz stehende und bewährte deutsche Panzerabwehrkanone PAK mit einem Kaliber von 7.5 cm erfüllt. Neben der 8.8 cm Flak war sie die zweitbeste Panzerabwehrkanone der damaligen Achsenmächte. Durch das Weglassen eines drehbaren Turmes bekam das Panzerfahrzeug eine erstaunlich niedrige Silhouette und gab so nur eine kleine Zielfläche ab. Der Name „Hetzer“ weist auf für die damalige Zeit hohe Geschwindigkeit und die Beweglichkeit des Fahrzeuges hin. Eine genaue Betrachtung der Konstruktion des Fahrzeuges zeigt seine geniale Einfachheit.

Als Deutschland im Mai 1945 kapitulierte, waren in der Tschechei noch eine grössere Anzahl fertiggestellter „Hetzer“ an Lager welche nicht mehr an die Besatzungsmacht ausgeliefert werden konnten. Im Oktober **1946** beschloss die Schweiz 100 dieser Fahrzeuge zu einem Stückpreis von Fr. 60‘000.- zu erwerben. Diese wurden ab dem **Februar 1947 geliefert** und im **Sommer 1947** fand bereits die **erste RS** auf diesem Fahrzeug statt. Im November 1947 wurde beschlossen weitere 50 Fahrzeuge zu einem Stückpreis von Fr. 90‘000.- zu erwerben. Diese Auslieferung ging dann allerdings nicht mehr so einfach über die Bühne. Die neue Besatzungsmacht der Tschechei, die Sowjetunion, versuchte dieses Unterfangen zu unterbinden. Unter Einsatz von viel Diplomatie gelangten aber auch diese 50 Fahrzeuge im Oktober 1948 in die Schweiz.

2. Die Funkstation im Panzerjäger G13

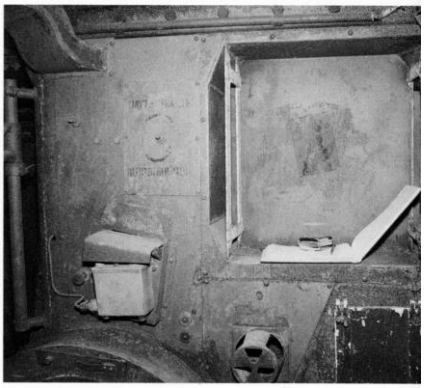
Anfangs 1947 musste auch der Entscheid über die Funkausrüstung dieses Fahrzeuges gefällt werden. Die ursprüngliche Funkausrüstung (Fu 5 Anhang1 Bild2) fehlte in diesen Fahrzeugen, da sie von Deutschland beigestellt wurde und höchstwahrscheinlich auch in Deutschland eingebaut wurde. Für den Einbau der Funkanlage war eine Nische in der Trennwand zum Motorenraum vorgesehen, welche gross genug war, die deutsche Funkanlage aufzunehmen. Es musste also eine andere Funkanlage her, welche sich ohne grosse Fahrzeugmodifikationen einbauen liess. Dieses Vorhaben war im Jahr 1947 nicht gerade einfach. Es existierte zwar seit 1946 eine „erweiterte Funkplanungskommission“, an welcher sich auch Infanterie, Leichte Truppen und die Artillerie beteiligten. In dieser Kommission scheint aber die Beschaffung dieser Funkstation für den G13 nicht zur Sprache gekommen zu sein. Es ist auf jeden Fall in den noch vor-

handenen Dokumenten dieser Kommission nichts darüber erwähnt. Wir stehen also vor folgender Tatsache: Im Februar 1947 wurden die ersten Fahrzeuge geliefert und im Sommer des gleichen Jahres fand bereits die erste RS statt – allerdings ohne eine funktionsfähige Funkanlage!

Die damalige Firma BBC erhielt im Jahr 1947 den Zuschlag für die Lieferung dieser Funkausrüstung. Erstaunlich ist dabei die Tatsache, dass die damals für Funkausrüstungen favorisierten Firmen Zellweger und Telefunken, offensichtlich nicht zum Zug gekommen waren. Zwei wichtige Bedingungen für die Lieferung der Funkausrüstung mussten erfüllt werden können:

1. Schnelle Lieferung der Geräte.
2. Der Sender und der Empfänger mussten in der bestehenden Nische in der Trennwand zum Motorenraum Platz zu finden können. [L2) S.64]

Raum für Funkgeräte, linke Fahrzeugseite.



Auch hier sind mangels Aufzeichnungen in den offiziellen Berichten keine weiteren Fakten mehr bekannt. Da stellt sich schon die Frage, wie eine Entwicklung, eine Evaluation und der Einbau einer modernen (Frequenzmodulation) Funkausrüstung innert einer so kurzen Zeit möglich war. Im Anhang 1 ist ein detaillierter Ablauf der Geschehnisse aufgrund von Fakten aufgeführt.

3. Die Funkanlage SE-202 - eine Eigenentwicklung oder eine Kopie?

Aus den vorangehenden zwei Kapiteln ist ersichtlich, dass die Beschaffung der Funkausrüstung für den Panzerjäger sehr schnell abgelaufen sein muss. Zudem wurde ein zu jener Zeit ein sehr modernes Gerät mit Frequenzmodulation ausgewählt. Und dies ohne die typischen Tests und Evaluationen der damaligen KTA (Kriegstechnische Abteilung)!

Mysteriös ist auch die Situation der Dokumentation über diese Beschaffung zu bezeichnen. Es ist buchstäblich nichts vorhanden bzw. auffindbar. Da stand selbst ein so erfahrener Rechercheur und Buchautor wie Rudolf J. Ritter vor einem Rätsel!

Offen ist hier auch die Frage ob eine schweizerische Firma wie die BBC überhaupt in der Lage sein konnte, während dem 2.Weltkrieg, bei geschlossenen Grenzen, ein modernes FM-Funksprechgerät innerhalb so kurzer Zeit zu entwickeln. (Siehe auch Kapitel 4.3)

Im Sommer 1963, in meiner RS als Uem.Gtm. in Bern, erfolgte ein „Antwort-Puzzle“ zu diesen Fragen. Ich wurde damals einer Pzj Kp zugeteilt und aus diesen Gründen auf der Funkanlage SE-202 für den Panzerjäger G13 ausgebildet. Ich war vermutlich einer der letzten ausgebildeten Uem.Gtm. auf dieser Funkstation. Eines Tages erwähnte der damalige Fachausbildner Adj. Uof. Schori, dass dieses Funkgerät von der BBC geliefert worden sei. Die BBC habe dieses Gerät basierend auf einem Funkgerät aus den USA entwickelt. Das Gerät sei nicht für einen militärischen, sondern für einen zivilen Einsatz entwickelt worden. Da stand also offensichtlich zur richtigen Zeit das richtige und passende Gerät zur Verfügung und konnte sofort eingesetzt werden. Das könnte erklären, warum es bei dieser Beschaffung so „unmilitärisch schnell“ abgelaufen ist.

Noch nicht geklärt ist damit allerdings, welches USA-Gerät bei der Entwicklung durch die BBC Pate stand. Nach meinen persönlichen Recherchen konnte es kein militärisches Gerät aus den

USA gewesen sein! Diese unterschieden sich zu stark im Aufbau und in der Schaltung. Zudem müsste dieses Gerät ja während dem 2. Weltkrieg in die Schweiz gekommen sein. Ein Zugang zu modernen militärischen Übermittlungsgeräten war aber während dieser Zeit kaum vorstellbar. (Siehe auch Kapitel 4.3)

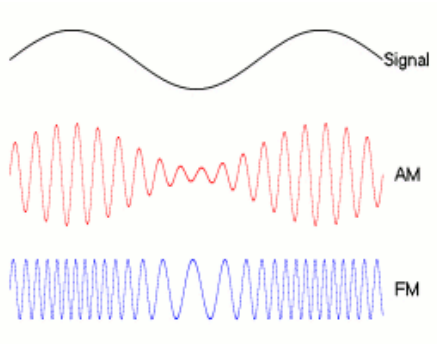
Die Beantwortung dieser Frage drohte für immer und ewig in der Ungewissheit zu verschwinden, wenn sich da nicht Kommissar Zufall eingeschaltet hätte: Er erschien in der Form eines „Ricardo-Angebots“ im Internet. Unter dem Begriff „MOTOROLA Funkröhrenverstärker“ wurde ein historisches Gerät angeboten, welches sowohl innen wie aussen auffällige Ähnlichkeiten mit dem SE-202 Sender **SF 21** der BBC hatte. Weitere Recherchen im Internet zeigten, dass dieses Gerät **FMT 30** schon während dem Zweiten Weltkrieg 1941 von der Firma Galvin GMC (später MOTOROLA) unter Daniel F. Noble entwickelt und vor allem in Polizeifahrzeugen eingesetzt wurde. Dieses Gerät arbeitete bereits mit **Frequenzmodulation.** Es ist deshalb mit höchster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass dieses Gerät bei der Entwicklung in der damaligen Firma BBC „Pate“ stand.

Aus diesen Gründen wird in der Folge versucht genauer auf diese Frage einzugehen.

4. Die Amplituden- und die Frequenzmodulation.

4.1 Allgemein [L6)]

Im Gegensatz zu der Amplitudenmodulation, nachfolgend AM genannt, wird bei der Frequenzmodulation (FM) das Signal bzw. die Information auf dem Träger, der Hochfrequenz, durch kleine Frequenzveränderungen moduliert. Bei der AM wird das Signal bzw. die Information auf dem Träger, der Hochfrequenz, durch die Veränderung der Signalhöhe (Amplitude) moduliert. Mit FM lassen sich die elektrischen (Energieversorgungsleitungen, Zündanlage in Fahrzeugen) und die atmosphärischen Beeinträchtigungen der Übertragungsqualität ausschalten oder zumindest minimieren. Die Übertragungsqualität mit FM kann so gut sein, dass die Person der Gegenstation an ihrer Aussprache erkannt werden kann. Das ist für militärische Funkgespräche unter Umständen sehr wichtig.



Der Preis dafür ist allerdings ein wesentlich umfangreicher Material- und Schaltungsaufwand. Neben der wesentlich besseren Übertragungsqualität zeichnet sie sich auch durch eine höhere Empfängerempfindlichkeit aus

4.2 Die Entwicklung der Frequenzmodulation FM [L7), 8), 9)]

Das Prinzip der FM geht auf den Erfinder Edwin Howard Amstrong (1890 – 1954) zurück. Amstrong war der Erfinder des Prinzips der Superheterodyn-Empfänger (1918). Von **1927 – 1933** reichte er vier Patente ein, welche sich alle mit der FM befassten. Die FM war vorerst in der Anwendung stark eingegrenzt. Die Federal Communication Commission **FCC** der USA befürchtete nachteilige Beeinflussungen im AM Kurzwellen-

verkehr. Erst mit den höheren Frequenzen ab 30 MHz (VHF) kam die FM dann zum Tragen. Für die FM ergaben sich drei Anwendungsrichtungen:

Kommerziell	Radio + Fernsehen (RCA)
Zivile Kommunikation	Polizei, Feuerwehr, Taxi (Galvin GMC (MOTOROLA))
Militärische Kommunikation	erst ab 1942 (Signal Corps)

Bereits 1939 wurde versucht, in den USA den kommerziellen FM-Rundfunk einzuführen. Mit dem Ausbruch des Weltkrieges wechselte Amstrong als Zivilangestellter zum US-Militär und war massgeblich an der Entwicklung von Sprechfunkgeräten beim Signalcorps tätig. Amstrong starb 1954 durch Selbstmord, unzählige Patentstreitigkeiten, hauptsächlich mit der RCA und der Galvin GMC (MOTOROLA), hatten ihn um sein ganzes Vermögen gebracht.

Einen grossen Einfluss hatte die FM auf die Sprechfunkkommunikation der Polizei in den USA. Die Kommunikation und die Erreichbarkeit der mobilen Einsatzpatrouillen waren für den Erfolg bei der Verbrechensbekämpfung entscheidend. Dass es anfangs der 30er-Jahre über zwei Jahre dauerte, bis das berühmt/berüchtigte Verbrecherpärchen Bonnie und Clyde endlich dingfest gemacht werden konnte, mag dies illustrieren.

Zunächst (1937) versuchte man das Beste aus der AM herauszuholen: Mit einer „Einweg-verbindung“ auf Kurzwellen mit AM und der Rückmeldung über das Telefonnetz. Die Stör-anfälligkeit auf AM löste man mit leistungsstarken Sendestationen. Um auch eine „Zweiweg-verbindung“ realisieren zu können, griff man 1939 zur FM. Jetzt war man technisch in der Lage, kleine FM-Sendeanlagen in den Fahrzeugen einzubauen. Die „Zweiwegverbindung“ funkti-onierte also mit einer leistungsfähigen AM-Sendestation als Fixstation und AM-Empfängern im Fahrzeug. Mobile FM-Sendestationen auf den Fahrzeugen kommunizierten dann mit den FM-Empfängern auf Fixstationen. Diese „Hybrid“-Lösung hielt sich erwartungsgemäss nicht lange: 1941 entwickelte Galvin GMC (MOTOROLA) eine vollwertige „Zweiweg“ FM-Gerätekombi-nation.

4.3 Frequenzmodulation in der Übermittlung der Schweizer Armee [L)10]

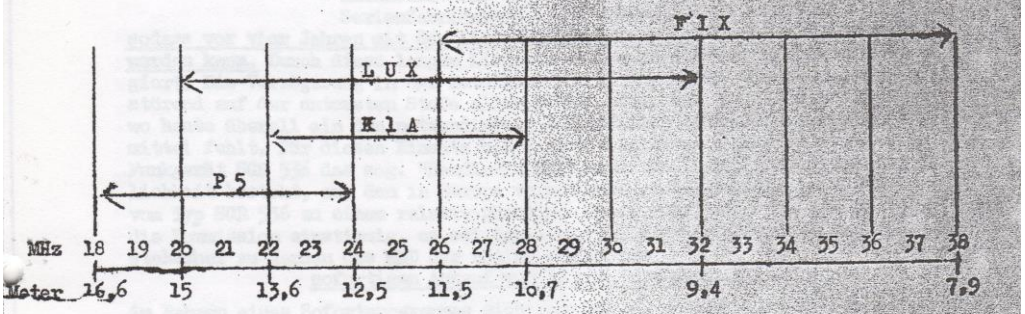
In der Schweizer Armee hatte die FM keinen guten Start! Die „erweiterte Funkplanungskom-mission“ erkannte zwar die Wichtigkeit der FM für Sprechfunkgeräte: Die Firma Zellweger erhielt ca. 1947 den Auftrag, ein entsprechendes Gerät zu entwickeln und zu produzieren. Diese Entwicklung des SE-200 (LUX) zog sich jedoch dahin, 1500 dieser Geräte kamen erst 1952 zum Einsatz.
Aus diesen Gründen mussten, insbesondere für die Artillerie, 1510 FM Geräte SE-201 (REX) und 267 SE-400 (FIX) mit dem gleichen Frequenzbereich aus US Surplus-Beständen ange-schafft werden. Da in der „erweiterten Funkplanungskommission“ der Unter-schied zwischen der Amplitudenmodulation AM und FM offenbar nicht klar war, nahm man an, dass die amerikanischen FM-Geräte SE-200 (LUX), SE-201(REX) und SE-400 (FIX) auch mit den bestehenden schweizerischen AM-Geräten SE-104 (P), SE-105 (P5), SE-108 (K1) und SE-109 (K1A) kommunizieren konnten. Viel zu spät - erst bei der Truppe (Nach Rudolf J. Ritter) -wurde dieser Irrtum aufgedeckt und in einer „Nacht und Nebelaktion“ (Nach Schilderung von Rudolf Streit) musste Autophon die Geräte SE-101 (1000Stk) und SE-102 (1650Stk) mit der veralteten AM-Modulation entwickeln und liefern. Die nachfolgende Darstellung des „geheimen Abschlussberichtes“ der erweiterten Funkplanungskommission vom 25.9.1946 zeigt auf den Seiten 5-6 dieses böse Missverständnis:

Grösste Beachtung musste der Wahl der Frequenzbereiche der 3 Einheitstypen geschenkt werden. Es sollte in erster Linie ermöglicht werden, für die bisher der Infanterie und Artillerie zugeteilten P5- und K1A-Geräten eine weitere Verwendung zu sichern. Es handelt sich dabei um ca 7oo P5- und um ca 8oo K1A-Geräte, die in Zukunft evtl. dem Ter.-Dienst zuzuteilen wären.

Andererseits aber waren mit der Einführung der Frequenzmodulation und mit der Benützung immer kürzerer Wellen zur Vermeidung von Störungen von vorneherein bestimmte Voraussetzungen gegeben.

- 6 -

Der Frequenzbereich der Typen LUX und FIX hingegen wurde zwischen 2o und 38 MHz (15 und 8 Meter) gelegt, wodurch ein Verkehr mit den bestehenden P5- resp. K1A-Geräten wie dies nachstehend illustriert, möglich wird.



Da sich der Typ FOX in seiner amerikanischen Ausführung als zweckentsprechend erwiesen hat, wird sein Frequenzbereich von 3,53 - 6 MHz (85 - 5o Meter) belassen. Dieser Bereich steht in keinem Zusammenhang mit den beiden andern Typen und bedeutet deshalb eine erwünschte Funktrennung zwischen den untersten Stufen der Führung und dem übrigen Kdo-Netz.

Zudem erkannte die „erweiterte Funkplanungskommission“, dass bei einem Entwicklungsauftrag aufgrund von Pflichtenheften der KTA, mit folgenden Fristen zu rechnen war:

- *Entwicklung* *2 Jahre*
- *Truppenversuche* *½ Jahr*
- *Anlaufzeit für Seriefabrikation* *1 ½ Jahre*

Es braucht also 4 Jahre, bis die Truppe mit Übermittlungsmaterial aus der eigenen Industrie beliefert werden konnte!

Im gleichen Bericht ist auf der Seite 6 ist zu lesen:

> *… Da zudem die unzähligen Erfindungen und Neukonstruktionen in ausländischen Armeen bis zum Kriegsende begreiflicherweise geheim gehalten wurden und die Einfuhr vieler wertvoller Grundstoffe (und Komponenten) während des Krieges gänzlich lahmgelegt war, ist unsere einheimische Radio-Industrie in hohem Grade in der Entwicklung und Fabrikation gehemmt worden…*

Was wohl die damalige Situation aus Sicht der Planungskommission treffend bezeichnen sollte.

Die „erweiterte Funkplanungskommission“ beschloss unter anderem, dass für ein Funkgerät LUX, das spätere SE-200, ein Pflichtenheft erstellt werden sollte. Da der Bericht dieser Kommission am 25.9. 1946 fertiggestellt wurde und die Pflichtenhefte der KTA erst dann erstellt werden konnten, ist anzunehmen, dass mit der Entwicklung des ersten schweizerischen FM-Funkgerätes, das SE-200 (LUX) frühestens im Jahr 1947 begonnen werden konnte.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die FM-Funkgerätebeschaffung in der Schweizer Armee von 1945 bis 1952. Daraus lässt sich erkennen, dass die **FM-Station SE-202 das erste FM - Funksprechgerät der Schweizer Armee** war!

Bez. neu	Bez. alt	Einsatz	Land	Fabr.	Anzahl
SE-202	SEF	**1947**	CH	BBC	Ca. 200
SE-400	FIX	**1948**	USA	Surplus	287
SE-201	REX	**1949**	USA	Surplus	1510
SE-200	LUX	**1952**	CH	Zellweger	1500

4.4 Die Frequenzmodulation in der Entwicklung bei der BBC [L11)]

Die im Bericht der „erweiterte Funkplanungskommission“ enthaltene Aussage:

> *… ist unsere einheimische Radio-Industrie in hohem Grade in der Entwicklung und Fabrikation gehemmt worden…*

scheint für die Firma BBC nicht zutreffend gewesen zu sein!

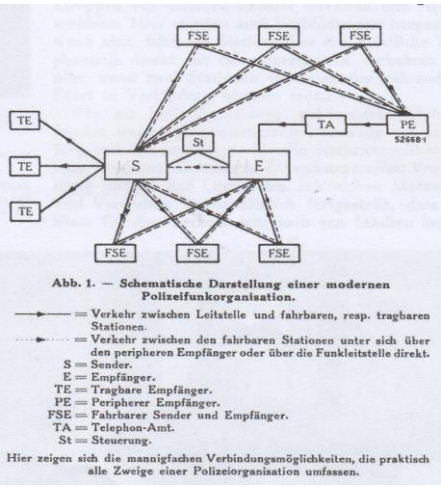


Abb. 1. — Schematische Darstellung einer modernen Polizeifunkorganisation.

——→—— = Verkehr zwischen Leitstelle und fahrbaren, resp. tragbaren Stationen.
·····→····· = Verkehr zwischen den fahrbaren Stationen unter sich über den peripheren Empfänger oder über die Funkleitstelle direkt.
S = Sender.
E = Empfänger.
TE = Tragbare Empfänger.
PE = Peripherer Empfänger.
FSE = Fahrbarer Sender und Empfänger.
TA = Telephon-Amt.
St = Steuerung.

Hier zeigen sich die mannigfachen Verbindungsmöglichkeiten, die praktisch alle Zweige einer Polizeiorganisation umfassen.

Schon in den BBC-Mitteilungen vom Dezember **1941** wird von der Entwicklung einer modernen Polizeifunkanlage berichtet, welche zum Teil schon mit Frequenzmodulation FM betrieben wurde! **Diese wurde schon an der Landesausstellung 1939 vorgestellt** und im Verlauf des Jahres 1941 bei der Polizei in Zürich in Betrieb genommen. Dabei handelt es um eine Anlage für den **Gegensprechverkehr auf 2 getrennten Wellenbändern**. Von einer AM Kurzwellen-Feststation **S** (mit grosser Leistung) konnte auf Empfangsgeräte in Fahrzeugen **FSE** und auf Mann **TE** kommuniziert werden. AM-Empfangsgeräte dieser Art waren damals bereits günstig produzierbar, der Störungsanfälligkeit mit AM und Kurzwellen wurde mit einer hohen Sendeleistung begegnet. Auf den Fahrzeugen wurde ein Sendegerät mit FM-Modulation **FSE** installiert. Die Empfänger waren auf Feststationen **E** und **PE** installiert, die Kommunikation lief auf Teilstrecken über Telefonleitungen. **Diese Anordnung entsprach weitgehend einer Funkanlage von Galvin GMC (MOTOROLA) aus dem Jahr 1939**, welche ebenfalls für den Polizeieinsatz konzipiert war. In den USA hatte sich diese Installation jedoch nicht bewährt und wurde dort ab ca. 1941 mit einer neuen FM-Funkgerätekombination ersetzt. (Siehe auch Kapitel 6)

Aus den BBC-Mitteilungen, Sonderheft „Hochfrequenztechnik“ vom **Dezember 1941** ist als Einleitung unter dem Artikel „Frequenzmodulation“ (G.Guanella und J.Schwartz Seite 417 - 422) zu lesen:

> *Die Eigenarten der Frequenzmodulation und deren Vorteile gegenüber der Amplitudenmodulation werden erläutert.*
> *Wir befassen uns seit längerer Zeit mit diesem neuen Modulationsverfahren, welches in Amerika in starkem Aufschwung begriffen ist. Durch unsere Versuche und die Erfahrungen mit einer von uns erstellten Anlage werden die erwarteten günstigen Eigenschaften der Frequenzmodulation bestätigt.*

Dieser Artikel belegt, dass die BBC schon **im Dezember 1941 fundierte Kenntnisse der FM** hatte, welche absolut das Niveau der Kenntnisse in den USA erreichten! Dieser Artikel beschreibt auch die Frequenzveränderungen durch Temperatureinflüsse und legt das Fundament für eine automatische **Frequenzkontrolle AFC**.

5. Die SE-202 Funkanlage [L12), L13)]

5.1 Die Geschichte der Firma Brown Boveri & Cie. (BBC)

Die gesamte Geschichte dieser grossen schweizerischen Firma kann hier nicht im Detail aufgeführt werden. Nur die wichtigsten Ereignisse in Zusammenhang mit den Aktivitäten im Bereich der Funksprechgeräte werden kurz gestreift.

Der Elektrotechnikkonzern mit Sitz in Baden (AG) wurde 1891 durch Charles Brown (Direktor der techn. Abt. der Maschinenfabrik Oerlikon MFO) und Walter Boveri (Leiter der Montageabt. der gleichen Firma) gegründet. Schnell wuchs die Firma zu einem international führenden Unternehmen auf, welches sich auf die Herstellung von elektrischen Maschinen und Turbinen, sowie der elektrischen Ausrüstung von Lokomotiven spezialisierte. Um 1900 expandierte die BBC bereits ins Ausland, um 1910 war die BBC der grösste Konzern für die Maschinenindustrie in der ganzen Schweiz. Der Konzern profitierte in seiner Anfangszeit von der extrem hohen Nachfrage für Grosskraftwerke und der Elektrifizierung der Eisenbahnen.

Walter Boveri Junior (1894-1972), der Sohn des Firmenmitbegründers musste nach dem Tod des Vaters die BBC verlassen. 1930 wurde er aber wieder in den Verwaltungsrat gewählt. Dies gerade in einer schwierigen Zeit, dem Beginn der Weltwirtschaftskrise. Im Jahr 1931 musste deswegen die US-amerikanische Tochter an Allis-Chalmers verkauft und ein Kapitalschnitt gemacht werden. **1937** diversifizierte die BBC dann in die **„Elektronik“** und spezialisierte sich dabei auf das Gebiet der **„Übermittlung“**, dem Bau von Radiosendern, Richtfunkanlagen und Betriebsfunkausrüstungen. 1938 wurde Walter Boveri zum BBC-Präsidenten gewählt, einen Posten welcher er bis ins Jahr 1966 bekleidete. Infolge des ausgebrochenen 2. Weltkrieges war die BBC unter der Leitung von Theodor Boveri (1892-1977), der Bruder von Walter Boveri, aktiv in der Entwicklung und Produktion von militärischen Übermittlungsgeräten. Dabei sind besonders zu erwähnen:

SE-212	TL BBC	1941	Kurzwellenstation mit AM Modulation
SE-213	TLD	1941-1944	Dezimeter Richtstrahl

Kurz nach dem Krieg folgte dann das frequenzmodulierte Sprechfunkgerät:

SE-202	**FM-Sprechfunk 1946**	**Einsatz im Pzj G13**

Weitere militärische Entwicklungen waren:

RB-1111	Richtstrahlstation	1954	Übergeordnetes Übermittlungssystem
SE-223	FM-Sprechfunk	1954-1955	Wasserwarnstation
R-902	Richtstrahlstation	1963-1967	Übergeordnetes Übermittlungssystem
SE-221	FM-Sprechfunk	1968	Wasserwarnstation
SE-362/ E-362	FM-Sprechfunk	1989	OFS Ortsfunkanlage Zivilschutz

In Zusammenarbeit mit den Firmen Autophon und Zellweger **(ABZ)** wurde unter dem Namen **„Projekt Peter“** 1966 an einem Nachfolgefunkgerät für die SE-206 … 209 / SE-407/411 Funkstationen gearbeitet. Hohe Ziele sollten damit erreicht werden, auch das Frequenzhüpfverfahren und die Sprachverschlüsselung sollten damit abgedeckt werden können. Die rasante Entwicklung von der Analogtechnik zur Digitaltechnik, aber auch die sich immer wechselnden Ansprüche der GRD (Gruppe für Rüstungsdienste) führten 1972 zu der Einstellung dieses Projektes. Aus der Neulancierung ging dann das Funkgerät **SE-225** heraus, welches 1989 zur Truppe kam.

Am 10.8.1987 erfolgte dann in einer „Nacht & Nebelaktion“ die Fusion mit der schwedischen ASEA und der BBC zu einem neuen Konzern, der **ABB**. Ab 1.1.1988 trat diese Fusion in Kraft. In der Folge wurde der Konzern zuerst aufgeblasen und dann zersplittert. Der Radiosenderbau mit der Röhrenproduktion ging an die französische **Thompson**, der Bereich des Sprechfunks ging an die Firma **ASCOM**, eine neue Gruppe mit den Firmen Autophon, ehem. BBC, Zellweger, Hasler und Gfeller.

5.2 Die Typen der Funkanlagen SE-202

Die Funkanlage SE-202 wurde bis 1951 mit der alten Bezeichnung als **Funkanlage SEF** geführt. Das bedeutet: **S**ender und **E**mpfänger mit **F**requenzmodulation. Ab 1951 wurde für alle Funkanlagen ein **neuer Bezeichnungsschlüssel** eingeführt. Dieser ist wie folgt aufgebaut:

S	Steht für Sender
E	Steht für Empfänger
1. Zahl 0-9	**Type der Station**
2. Zahl 00-99	Durchlaufende Nummer

Der **Type der Station** ist wie folgt aufgeschlüsselt:

0	Luftwaffe.
1	Tragbar auf Mann oder Handfunkgerät.
2	Tragbar auf Mann, oder auf Motorfahrzeug, oder als Feststation betreibbar.
3	Fahrbar, auf Anhängern. (Ist nicht mehr relevant)
4	Auf Motorfahrzeug, oder als Feststation betreibbar.

Hier zeigt sich eine **Fehlinterpretation des Stationstypus**! Die Station müsste also mit **SE-4xx** bezeichnet werden und nicht mit SE-202. Es ist nicht klar, warum das damals so entschieden wurde.

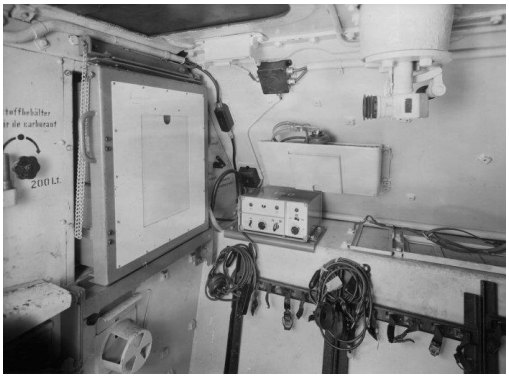
Die Funkanlage SE-202 besteht aus dem Sender **SF 21** (BBC-Bezeichnung) und dem Empfänger **EF 21** (BBC-Bezeichnung). Dazu gesellen sich noch das Bedienungsgerät **KF 28**, bzw. ein Bediengerät mit eingebautem Bordverständigungsverstärker **KF 32**. Die Funkanlagen gelangten in verschiedener Zusammenstellung zum Einsatz. Dabei wird zwischen den folgenden Einsatztypen unterschieden:

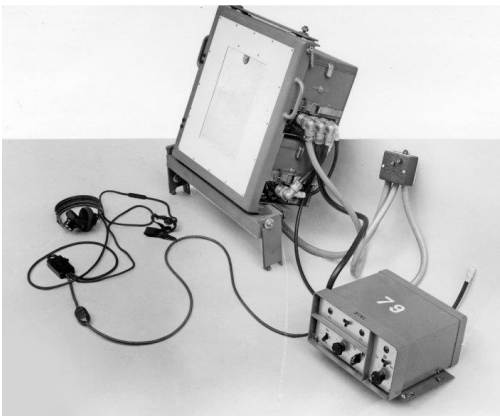
CF 63 Funkanlage, mit Bediengerät KF 32
Panzerjäger G13 Normalausführung
Panzerjäger G13 Kommando-Fahrzeug mit Funkgerät SE-200 LUX

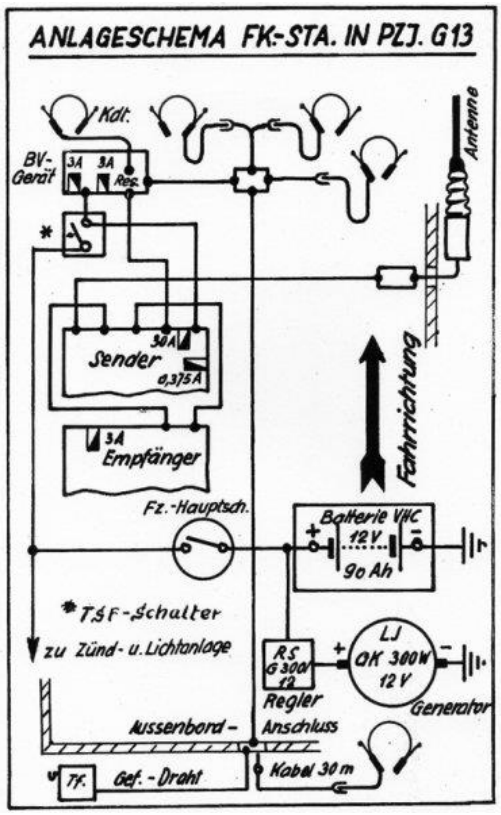
CF 41 Funkanlage, mit Bediengerät KF 28
Jeep (Mit separater 12V-Anlage)
MOWAG 1T Kommando-Fahrzeug mit Funkanlage SE-411
Ausbildungsstation mit Netzanschluss

5.2.1 Die Funkanlage CF 63

Diese Funkanlage gelangte ausschliesslich in den Panzerjägern zum Einsatz. Das Bediengerät war dort mit einem von der Funkanlage unabhängig betreibbaren Bordverstärker kombiniert. Eine weitere raffinierte Eigenheit dieser Anlage war der Einbaurahmen für den Sender und den Empfänger. Dieser ermöglichte eine optimale Platzausnutzung der bestehenden Montageöffnung im Panzerfahrzeug. Des Weiteren sorgte diese Konstruktion dafür, dass die Funkanlage mit Schwingungsdämpfern vor nicht unerheblichen Erschütterungen innerhalb eines Panzerfahrzeuges (Fahren im Gelände, Schussabgabe) einigermassen geschützt werden konnte.

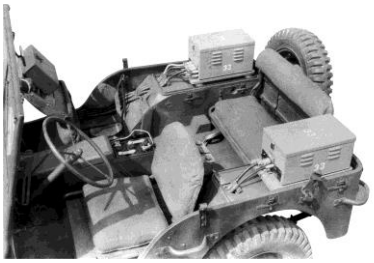


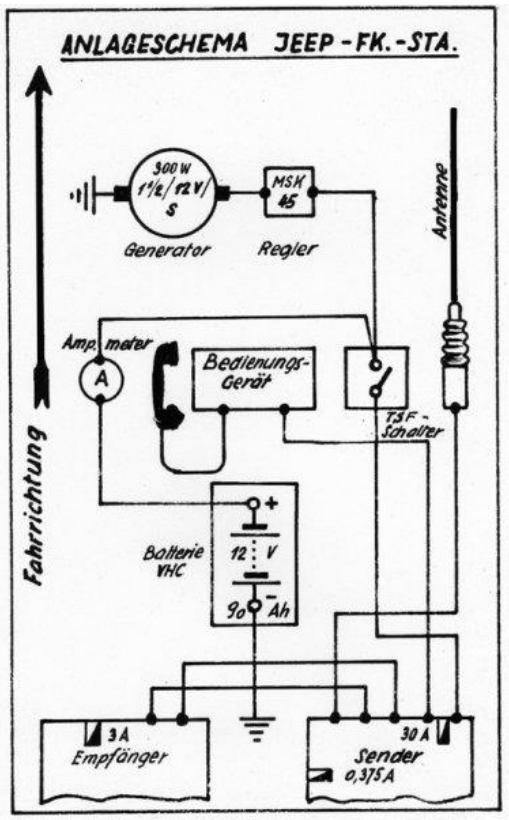




5.2.2 Die Funkanlage CF 41

Diese Funkanlagentype deckte alle anderen Verwendungsarten der Funkanlage ab. Am häufigsten gelangte sie in den Jeeps zum Einsatz. Damit in den Jeeps die Funkanlagen überhaupt betrieben werden konnten, mussten diese mit einer **zusätzlichen Spannungserzeugung** für **12 V DC**, bestehend aus Generator, Batterie, Ladekontrolle und Schutzschalter ausgerüstet werden. Diese Funkanlagen wurden jedoch frühzeitig (mit der Beschaffung neuerer Jeeps) auf die Funkanlage SE-207 umgerüstet. Auch die Funkanlagen im MOWAG 1T wurden schon in den 60er-Jahren auf die neue Funkgeneration SE-206 … 209 umgerüstet. Wie lange die Ausbildungsstationen im Einsatz standen ist mir unbekannt, solche Geräte sah ich erst im Materialbestand der HAMFU in Uster. Über den Einsatz ist kein Bildmaterial mehr vorhanden.





5.3.1 Technische Daten

Allgemeine Daten:	Speisespannungen	Fahrzeug	12V DC
		Feststationen	115 … 250V AC
	Frequenzbereich	30 – 42 MHz	
	Modulation	FM	+/- 25 kHz Frequenzhub
	Kanalabstand	100 kHz (120 Kanäle)	

Ausgangsleistung: 30 W dauernd
50 W intermittierend, nur im Netzbetrieb möglich.

Frequenzgenauigkeit: 0.015 %

Leistungsaufnahme:

70 W	(2.2 A)	Standby (Röhrenheizungen)
260 W	(15 A)	Senden (Umformer in Betrieb)
290 W	intermittierender Betrieb nur bei Netzspeisung möglich.	

Röhrenbestückung:

V1	**6AB7**	Reaktanz Röhre, Modulator
V2	**7C5**	Oszillator 7.5 – 10.5 MHz 1.Verd. 15.0 – 21.0 MHz
V3	**7C5**	2.Verdoppelung/Treiber 30.0 – 42.0 MHz
V4	**815**	Endstufe Gegentakt
V5	**7A8**	Kristalloszillator/Mischröhre
V6	**7H7**	Verstärkung Diskriminatorfrequenz
V7	**7A6**	Diskriminator
V8	**VR150**	Spannungsstabilisator für V1, V2, V5

5.3.2 Blockschema und Funktion

Der Sender arbeitet mit einer **Basisoszillatorfrequenz f_{BOS}** von 7.5 – 10.5 MHz, welche 2x verdoppelt auf die **Betriebsfrequenz f_{Sender} von 30 – 42MHz** angehoben wird. Eine Doppelpentode verstärkt diese auf eine **Ausgangsleistung von 30 bzw.50W.**

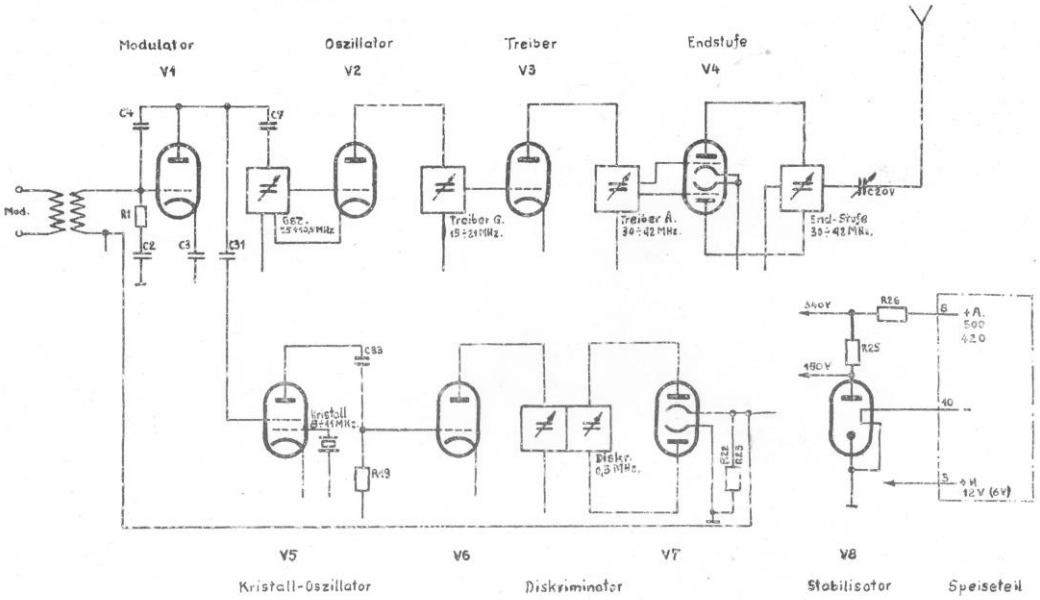
Der **Kristalloszillator** erzeugt eine **Frequenz f_{Quarz},** welche um **500kHz höher** liegt, als die Frequenz des **Basisoszillators f_{BOS}**. Im Diskriminator wird die **Frequenzdifferenz f_{Quarz} - f_{BOS} von 500kHz** ausgewertet und Abweichungen davon als **Korrektursignal** der **Reaktanzstufe des Modulators zugeführt**, welche dann den Basisoszillator f_{BOS} entsprechend beeinflusst.

Die Bequarzung des Senders richtet sich nach der folgenden Formel:

$$f_{Sender} = (f_{Quarz} - 500kHz) \times 4$$

Schaltungstechnische Details sorgen dafür, dass Frequenzschwankungen, welche durch die Modulation verursacht werden, nicht auskorrigiert werden.

Die sorgfältige Auswahl der im Diskriminator eingesetzten Bauelemente sorgt dafür, dass die gewünschte Genauigkeit der Frequenz von 0.015 % gewährleistet wird. Zudem werden die für die Frequenzstabilität verantwortlichen Stufen mit einer stabilisierten Anodenspannung versorgt.



Sender
Blockschema

Abb.23

Oszillator V2 Die **Basisoszillatorfrequenz f_{BOS}** wird im Gitterkreis der Röhre V2 (Pentode) erzeugt und ist für den Frequenzbereich **7.5 – 10.5 MHz** ausgelegt. Sie muss mit den 2 Trimmern für F1 + F2 auf den gewünschten Bereich abgestimmt werden. Die Kopplung des **Anodenkreises V2** auf den Gitterkreis V3 ist für die doppelte Frequenz **15 – 21 MHz** ausgelegt und kann mit den 2 Trimmern für F1 + F2 auf den gewünschten Bereich abgestimmt werden.

Treiber V3 Die Treiberstufe V3 (Pentode) verstärkt das HF-Signal für die Endröhre V4.

Die Kopplung des **Anodenkreises V3** auf den Gitterkreis der Endstufe V4 ist für die doppelte Frequenz des Gitterkreises V3 auf **30 – 42 MHz** ausgelegt und kann mit den 2 Trimmern für F1 + F2 auf den gewünschten Bereich abgestimmt werden.

Endstufe V4

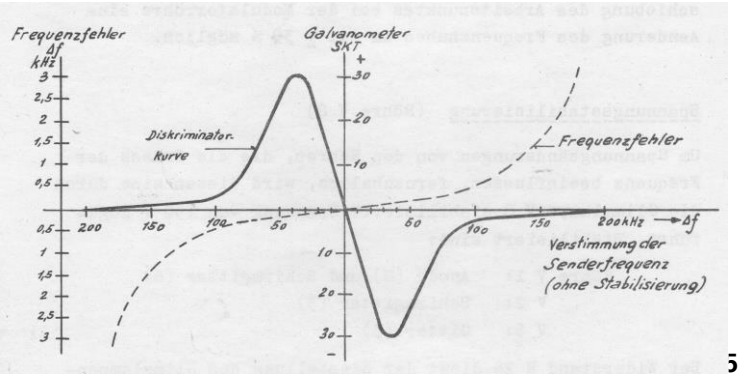
Die Endstufe V4 (Doppel-Leistungspentode) besorgt mit einer Gegentaktschaltung die Endverstärkung. Mit den 2 Trimmern für F1 + F2 kann sie auf den gewünschten Bereich abgestimmt werden. Mit einer weiteren induktiven und kapazitiven Abstimmung kann die Fahrzeugantenne für beide Frequenzen auf optimale Verhältnisse abgestimmt werden.

Modulation V1

Die Röhre V1 (Pentode) ist als **„Reaktanz-Röhre“** beschaltet. Sie wirkt auf den nachfolgenden Oszillatorkreis V2 wie eine Kapazität, welche über das Steuergitter der V1 beeinflusst werden kann. Im Takt der NF auf dem Gitter der V1 wird die Frequenz des Oszillators V2 verstimmt. **Es kommt zu einer Frequenzmodulation**. Eine normale Mikrofonbesprechung erzeugt im Oszillator-Gitterkreis V2 eine Frequenzverstimmung im Bereich von +/- 6.25 kHz.
Am Antennenausgang vervierfacht sich auch dieses Signal auf +/- 25 kHz-.
Auf das Gitter der Modulationsröhre V1 wird auch die Regelspannung des Diskriminators V 7 geführt. Mit dieser **Regelspannung AFC** wird erreicht, dass die gewünschte Ausgangsfrequenz des Senders „kristallgenau“ mit einer Genauigkeit von 0.015 % läuft. Frequenzabweichungen durch Temperatur und Komponenten werden damit auskorrigiert. Die Schaltung ist so ausgelegt, dass die NF-Signale auf dem Steuergitter der V1 durch die AFC nicht auskorrigiert werden.

Frequenz-korrektur

Die automatische Frequenzkorrektur AFC arbeitet mit **3 Stufen**. Die Röhre **V5 (**Oktode) arbeitet als **Quarzoszillator** + **Mischer**. Auf dem ersten Gitter liegen die Quarze X1 und X2. Diese sind so ausgelegt, dass ihre Frequenz $\mathbf{f_{Quarz}}$ um 500 kHz höher liegt als die gewünschte Oszillatorfrequenz $\mathbf{f_{BOS}}$ des Quarzoszillators V1. Auf das Mischgitter der V5 wird die Frequenz des Oszillators V1 $\mathbf{f_{BOS}}$ geführt. Die daraus entstehende Mischfrequenz $\mathbf{f_{Quarz} - f_{BOS}}$ beträgt 500 kHz und wird in der nachfolgenden Röhre **V6** (Pentode) **verstärkt**. Im Anodenkreis der V6 ist das Diskriminatorfilter geschaltet, welches das Signal dann auf den Diskriminator V7 (Duodiode) führt. In Abhängigkeit der Frequenzabweichung $\mathbf{f_{Quarz} – f_{BOS}}$ der 500 kHz entsteht dann die +/- Regelspannung mit welcher dann die Sendefrequenz des Oszillators V2 genau geregelt wird. Die nachfolgend dargestellte Diskriminatorkurve zeigt das Verhalten der Regelspannung in Abhängigkeit eines Frequenzfehlers.



Speisung und **5 – 250 V AC**

Stabilisierung bestückt werden.
Im 12 V Speiseteil wird die Batteriespannung von 12 V DC mit einem Einanker-Umformer auf 420 V DC hochgesetzt. Die Röhrenheizungen liegen direkt auf der Batteriespannung. Mit Ausnahme der Endröhre V4 sind bei den übrigen Röhren immer 2 Heizungen in Serie geschaltet.
Im Speiseteil für die Netzspannung arbeiten 2 Gleichrichterröhren für die Erzeugung der Anodenspannung. Durch das Umlegen auf die höheren Trafoanzapfungen lässt sich die Sendeleistung von 30 W auf 50W erhöhen. Die Senderöhre darf dann nur intermittierend mit dieser höheren Leistung betrieben werden. Für die Heizspannung 12V AC und die Relais- und Steuerspannung 12V DC werden noch 2 weitere Ausgänge bereitgestellt.
Für die spannungs- / frequenzempfindlichen Röhrenstufen V1, V2 und V5 wird über einen Glimmspannungs-Stabilisator eine stabilisierte Spannung von 150V DC zur Verfügung gestellt.

5.3.3 Messwerte

Pos.	Funktion	Messwert	Shunt	Bemerkungen
1	Diskriminator	35 – 0 - 35		Nulldurchgang!
2	Gitterstrom V3	18 - 34		
3	Gitterstrom V4	18 - 34		
4	Anodenstrom V4	16 / 20		
5	Anodenspannung	28 - 34		U_A 420V

5.4 Der Empfänger EF 21

5.4.1 Technische Daten

Allgemeine Daten:

Speisespannungen	Fahrzeug	12V DC	
	Feststationen	115 … 250V AC	
Frequenzbereich	30 – 42 MHz		
Modulation/Bandbreite	FM	+/- 30 kHz	
Kanalabstand	100 kHz (120 Kanäle)		

Eingangsempfindl.: 1 µV

NF-Ausgangsleist.: 1W

Frequenzgenauigkeit: 0.015 %

Leistungsaufnahme:

12V DC	**Netz**	
30.6 W (2.55 A)	37.5 W	Standby
36.0 W (3.0A)	41.5 W	Empfang

Röhrenbestückung:

V1	**7C7**	HF-Vorstufe
V2	**7A8**	Mischröhre
V3 }	**7C7**	Oszillator
V4 }	**7C7**	1. ZF-Kanal
V5	**7C7**	**8.5 MHz**
V6 }	**7A8**	Mischröhre/**Oszillator 5 MHz**
V7 }	**7C7**	2. ZF-Kanal
V8	**7C7**	**3.5 MHz**
V9	**7AG7**	Begrenzer
V10	**7A6**	Diskriminator
V11	**7C6**	NF-Verstärker/Squelch
V12	**7C5**	Squelch

V13	**7C5**	Endröhre
V14	**7Y4**	Gleichrichter Anodenspannung

Zerhacker: **NSB/12**

5.4.2 Blockschema und Funktion

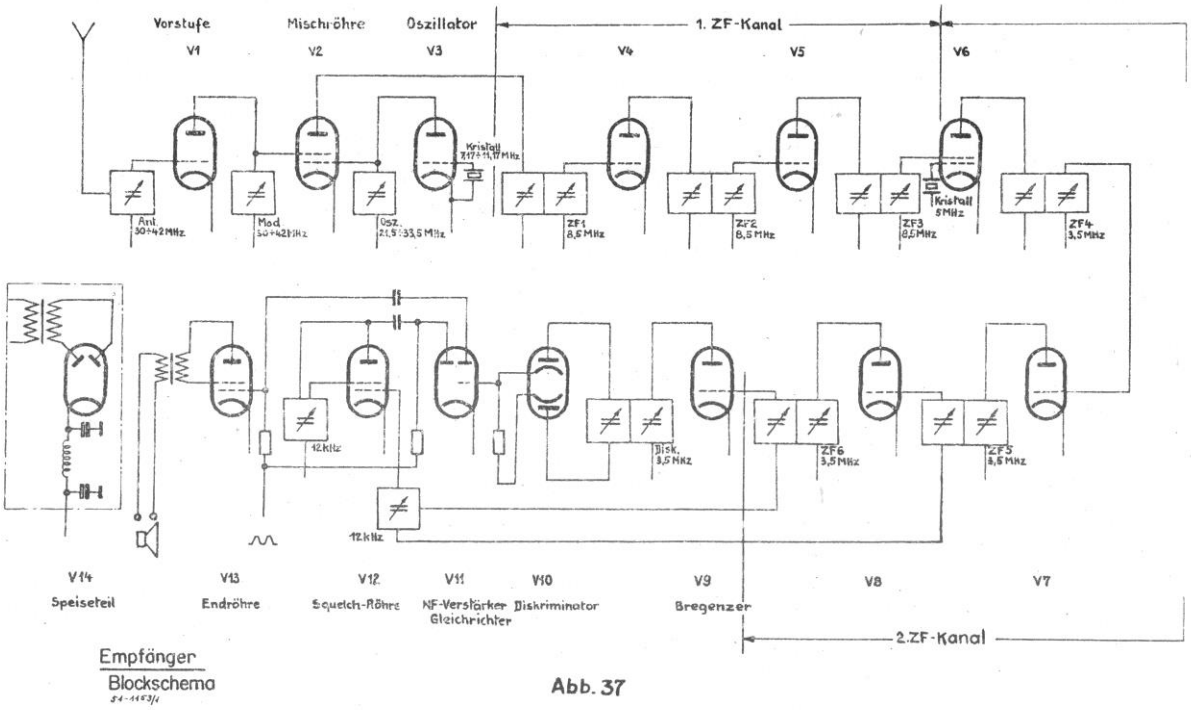
Der Empfänger bestach zu seiner Zeit mit einer überdurchschnittlich hohen Eingangsempfindlichkeit von 1 µV. Diese wurde erreicht durch die HF-Eingangsstufe sowie durch einen hohen Aufwand in den ZF-Stufen. Diese sind 2-Stufig aufgebaut mit je einer 2 maligen Verstärkung.

Die Bequarzung des Empfängers richtet sich nach der folgenden Formel:

$$f_{Empf} = (f_{Quarz} \times 3) + 8.5\text{MHz}$$

HF-Vorstufe Das Antennensignal f_{Empf} wird induktiv auf das Gitter der Verstärkerröhre V1 geführt. Der Gitterkreis kann mit den Trimmern F1 + F2 für jede Empfangsfrequenz separat abgestimmt werden.

Oszillator Der Anodenkreis des Quarzoszillators V3 f_{Osz} ist für die **3. Harmonische** Spiegelfrequenz ausgelegt und kann mit den Trimmern F1 + F2 für jede Frequenz separat abgestimmt werden. Ähnlich wie beim Sender können dann Quarze mit tieferen Frequenzen f_{Quarz} eingesetzt werden. Die Oszillator-frequenz f_{Osz} ist um den Wert der 1.ZF von 8.5 MHz tiefer ausgelegt als die gewünschte Empfangsfrequenz $f_{Empf.}$



Empfänger
Blockschema

Abb. 37

der Mischröhre ist auf die erste ZF von 8.5 MHz abgestimmt.

1. ZF 8.5 MHz Die erste ZF wird über die Röhren V4 + V5 zweimal verstärkt und auf die Mischstufe der 2.ZF übergeben.

2.Mischstufe Die 2.Mischstufe V6 besteht aus einem 2.Quarzoszilator, welcher auf der $\mathbf{F_{ZF2}}$ mit 5 MHz schwingt. Zusammen mit der 1.ZF von 8.5 MHz entsteht dann die 2.ZF von 3.5 MHz.

2. ZF 3.5 MHz Die zweite ZF wird über die Röhren V7 + V8 zweimal verstärkt und auf den Begrenzer übergeben.

Begrenzer Die Aufgabe des Begrenzers V9 ist, unterschiedliche Signalstärken und Amplitudenschwankungen des Antennensignales, sowie Störungen und Rauschspannungen zu begrenzen. Die Begrenzung wird bereits bei Signalspannungen > 1µV am Antenneneingang aktiv. Dies findet nicht nur in der Begrenzerstufe statt sondern bereits schon in den vorgehenden ZF-Stufen.

Diskriminator Im Diskriminator V10 werden die frequenzmodulierten Schwingungen demoduliert.

NF-Verstärker Im Triodensystem V11 wird das NF-Signal von der Kathode des Diskriminators V10 vorverstärkt. In der Endröhre V13 erfolgt dann die Endverstärkung auf 1W Ausgangsleistung.

Squelch Das starke Rauschen eines FM-Empfängers ohne FM-Signal kann mit einer Squelchschaltung unterdrückt werden.

Die Rauschspannung wird den ZF-Kreisen 6+7 entnommen und einem Siebkreis zugeführt. Aus dieser Rauschspannung wird eine 12kHz-Spannung ausgesiebt. Über ein Potentiometer kann das Ansprechen der Rauschunterdrückung eingestellt werden. Das Signal vom Potentiometer wird dann dem Steuergitter V12 zugeführt. Das verstärkte Signal wird im Anodenkreis der V12 nochmals gefiltert und dann dem Diodenteil der V11 zugeführt. Die an der V11 entstehende negative Sperrgleichspannung wird auf das Steuergitter der Endröhre V13 geführt. Eine hohe Rauschspannung bewirkt dann die Sperrung der V13 infolge der der negativen Sperrgleichspannung. Wird ein FM-Signal empfangen, sinkt die Rauschspannung, die Endröhre wird freigegeben und das NF-Signal kann verstärkt werden.

Mit einem Schalter im Bediengerät kann diese Funktion ausser Betrieb gesetzt werden. Am Ausgang ist dann das Rauschen hörbar. Dies wird unter Umständen notwendig, wenn sehr schwache FM-Signale empfangen werden.

Speisung: Der Empfänger kann sowohl mit 12V DC ab Fahrzeugbatterie oder mit 115 – 250V AC Netzspannung betrieben werden. Die gewünschte Betriebsspannung kann nach Wegnahme des Bodenbleches eingestellt werden.

Im 12V DC Betrieb arbeitet ein Zerhacker. Die zerhackte Batteriespannung wird dem Netztrafo zugeführt, welcher dann die Anodenspannung erzeugt. Die Batteriespannung 12V DC wird direkt den Röhren zugeführt.

Im Netzbetrieb ist die Primärwicklung des Netztrafos aktiv. Die Röhren werden in diesem Betrieb mit 12V AC ab einer Zerhackerwicklung des Netztrafos betrieben.

Die Gleichrichtung der Anodenspannung erfolgt mit der V14. Die

Anodenspannung wird mit Siebelektrolytkondensator, Siebdrossel und Ladeektrolytkondensator aufbereitet.

5.4.3 Messwerte

Pos.	Funktion	Messwert	Shunt	Bemerkungen
1	Oszillator	4 - 15		
2	Anodenspannung	8 - 15		
3	Heizspannung	40 - 45		Batterie
4	Begrenzer	0 - 15		
5	Diskriminator	2 – 0 - 2	Drücken	Nulldurchgang

5.5 Die Bediengeräte zur Funkanlage SE-202

5.5.1 Das Bedienkonzept der Funkanlage SE-202

Die Funkanlage SE-202 ist so konzipiert, dass sie mit einem vom Betreiber abgesetzten Sender und Empfänger betrieben werden kann. Damit wird ein Einsatz auch in Fahrzeugen möglich. Für die Bedienung der Funkanlage braucht es nur eine kleine Bedienstelle, welche im Fahrgastraum des Fahrzeuges untergebracht werden kann. Dieses Bediengerät erlaubt alle notwendigen Bedienfunktionen und Anschlüsse für die Funkanlage:

Frequenzwahl F1 + F2
Anzeigelampen für F1 + F2
Squelch-Schalter
Lautstärkeregler
Anschluss für Mikrotel und
Lärmsprechgarnitur

Die Einschaltung der Funkanlage erfolgt über einen separaten Schalter für die Speisespannung 12V DC oder Netzspannung.

5.5.2 Bediengerät KF 32 mit Bordverständigung

Das Bediengerät wurde von der BBC speziell für den Panzerjäger G13 entwickelt. Es ermöglicht neben der Bedienung der Funkstation auch die interne Bordverständigung im Fahrzeug. Da sie unabhängig von der Funkanlage betrieben werden kann, hat sie auch eine eigene Speisespannungsversorgung. Die technischen Daten des Bediengerätes sind:

Allgemeine Daten: Speisespannungen Fahrzeug 12V DC

NF-Ausgangsleist.: 160 mW

Leistungsaufnahme: **12 VDC**
18 W (1.5 A)

Röhrenbestückung: V1 **6AC7** Verstärkerröhre
V2 **7Y4** Gleichrichter Anodenspannung

Zerhacker: **NSB/12**

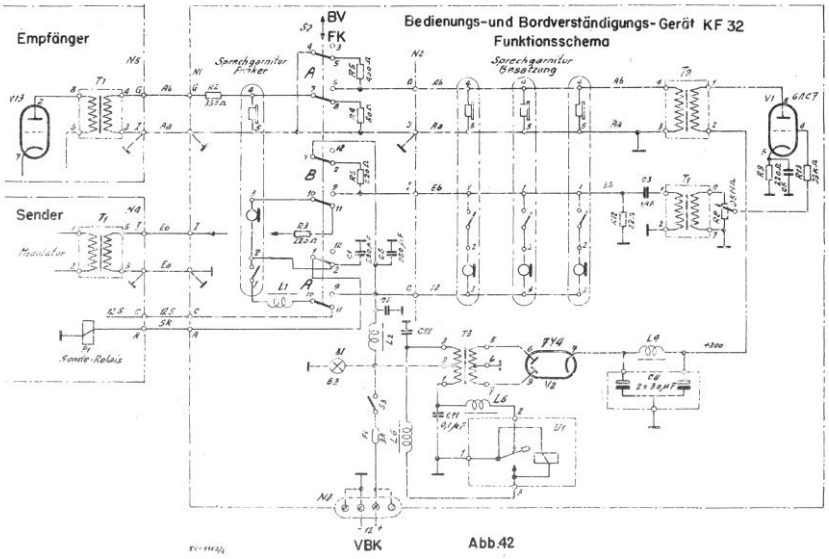


Abb.42

Mikrofon - Verstärker Regler

Die Mikrofonsignale der Sprechgarnituren werden über einen Übertrager auf das Gitter der Verstärkerröhre V1 geführt. Mit dem in diesem Kreis eingebauten kann die **Lautstärke** eingestellt werden. Über einen weiteren Übertrager im Anodenkreis wird das Signal auf die Hörkapseln der Sprechgarnituren geführt.

Speisung

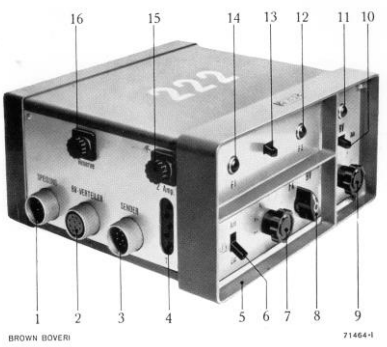
Das Bediengerät wird mit 12V DC ab Fahrzeugbatterie betrieben.

Mit einem **Schalter BV** kann die Speisung eingeschaltet werden der Betrieb wird mit einer **blauen Kontrolllampe** signalisiert.

Die zerhackte Batteriespannung wird dem Anodenspannungstrafo zugeführt, welcher dann die Anodenspannung erzeugt.

Die Batteriespannung 12V DC wird direkt den Röhren zugeführt. Auch die Mikrofonspeisung der Sprechgarnituren erfolgt über eine Drosselspule an der Batteriespannung.

Die Gleichrichtung der Anodenspannung erfolgt mit der V2. Die Anodenspannung wird mit Siebelektrolytkondensator, Siebdrossel und Ladeektrolytkondensator aufbereitet.

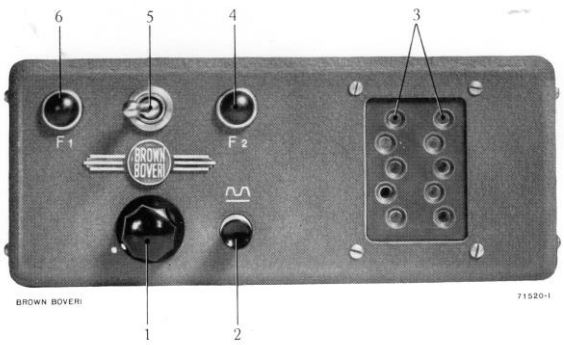


Wahlschalter Mit diesem Wahlschalter wird hauptsächlich die Funktion der Sprechgarnitur des **BV – FK** Funkers beeinflusst:

	Element	**Funker**	**Besatzung**
Stellung BV	Sprechtaste	Mikro auf BV	Mikro auf BV
	Mikrofon	Auf BV	Auf BV
	Hörkapsel	Funk und BV	Funk und BV
Stellung FK	Sprechtaste	Auf Senderelais	Mikro auf BV
	Mikrofon	Auf Sender	Auf BV
	Hörkapsel	Nur Funk kein BV	Nur BV
Bedienung Funk	Schalter	Squelch Ein/Aus	
	Regler	Lautstärke Funk	
	Schalter	Kanal 1 – Kanal 2	
	Signallampen	Rot F1 - Grün F2	

5.5.3 Bediengerät KF 28 / KF 29

Mit diesem Bediengerät können der Sender und der Empfänger betrieben werden. Das Gerät benötigt keine Speisespannung. Es beinhaltet die folgenden Bedienelemente:



Schalter	Squelch Ein/Aus
Regler	Lautstärke Funk
Schalter	Kanal 1 – Kanal 2
Signallampen	Rot F1 - Grün F2

Das Bediengerät KF 29 ist identisch zum KF 28. Ein zusätzlicher Elektrolytkondensator ist im Schaltkreis der Kanalumstellung F1 – F2 eingebaut. Dieses Bediengerät kommt nur bei den Funkanlagen mit Netzspeisung zum Einsatz.

5.6 Besprechungsgeräte für die Funkanlage SE-202

5.6.1 Allgemein

Die Funkanlage konnte sowohl mit Mikrotel als auch mit Lärmsprechgarnituren betrieben werden. Die Mikrotels und die Lärmsprechgarnituren stammen aus amerikanischer Produktion, lediglich der 5-polige Anschlussstecker hat schweizerischen Ursprung. (Standard, wie bei Telefon)

Beim Panzerjäger G13 gab es noch eine Besonderheit: Das Aussenbordtelefon. Dieses wirkte jedoch nur auf den Bordverständigungskreis und nicht auf die Funkanlage

5.6.2 Das Mikrotel ZT 61

Das Mikrotel war hauptsächlich bei den Anlagen CF 41 (Jeep, MOWAG und Feststationen) eingesetzt.

Normales Bakellitmikrotel mit magnetischer Hörerkapsel, Kohlenstaubmikrofon und 2-poliger Sprechtaste.

5.6.3 Die Lärmsprechgarnitur ZT 63

Die Lärmsprechgarnituren waren hauptsächlich bei den Anlagen CF 63 (Panzerjäger G13) eingesetzt.

Die Lärmsprechgarnituren wiesen nach dem 5-poligen Telefonstecker nochmals einen weiteren 5-poligen Stecker auf. Dieser war in der Nähe des Sprechschalters angebracht und erlaubte es der Besatzung die Lärmsprechgarnitur beim Aussteigen anzubehalten. Es gab dann nicht ein Kabel und ein Stecker, der nachgezogen werden musste.

Der Kopfhörer konnte mit einer Gummilippe das gesamte Ohr abdecken. Das Kehlkopfmikrofon war über einen weiteren 2-poligen Stecker angeschlossen. Dies wohl zu Recht, denn die eingesetzten Kohlenmikrofone waren äusserst störungsanfällig auf Feuchtigkeit und tiefe Temperaturen. Ein weiteres Problem bei diesen Kehlkopfmikrofonen war die Übertragung der Laute: S und Z. Diese sollten in den Rufnahmen tunlichst vermieden werden.

Die 2-polige Sprechtaste war etwas primitiv konstruiert. Besonders die Kabelzugsentlastung war mangelhaft, das Anschliessen ein „Murks“! (Aber die Amerikaner haben damit ihre Kriege gewonnen)

5.6.4 Das Aussenbordtelefon

Das Aussenbordtelefon wurde nachträglich um ca. 1950 eingebaut. 1949 (Bild 9 Anhang 1) war der Aufbaukasten hinten am Panzer noch nicht vorhanden. In der Bedienungsanleitung No. 58.111d von 1951 ist die Aussenbordanlage jedoch aufgeführt. Diese Erweiterung fand also nicht mehr durch die BBC statt, sondern höchstwahrscheinlich durch die K+W Thun. Im technischen Handbuch der BBC wird diese Anlage nicht aufgeführt.

Das Aussenbordtelefon bestand aus einem normalen Feldtelefon 50 (Mikrofonspeisung mit 1.5V Monozelle) sowie mit einer Kabelrolle mit ca. 200m 2-drähtigem Gefechtsdraht. Das Besondere an dieser Kabelrolle waren die Schleifringe, das angeschlossene Telefon war also immer betriebsbereit.
Zudem konnte im Telefonkasten auch eine zusätzliche Lärmsprechgarnitur mit einem 30 m langen Kabel eingesteckt werden.

Das Aussenbordtelefon sollte eine Kommunikation mit der aufgesessenen Infanterie ermöglichen. Eine weitere Spezialität dieses Telefons war der Einsatz beim sogenannten indirekten Schiessen. Dabei ist der Panzerjäger in voller Deckung und vom Feind aus unsichtbar. Im Bogenschuss sollte er so den Feind bekämpfen. Irgendwo sass dann der Beobachter und hatte das Aussenbordtelefon oder die Lärmsprechgarnitur zur Hand. Er konnte damit das Feuer leiten und korrigieren. Das war natürlich die „Königsdisziplin“ der Pänzeler und gab immer wieder Anlass zu ellenlangen Diskussionen. Auf jeden Fall war diese Einrichtung wichtig, denn auch beim Centurion, AMX, Pz 61 und Pz 68 wurde die Aussenbesprechung beibehalten.

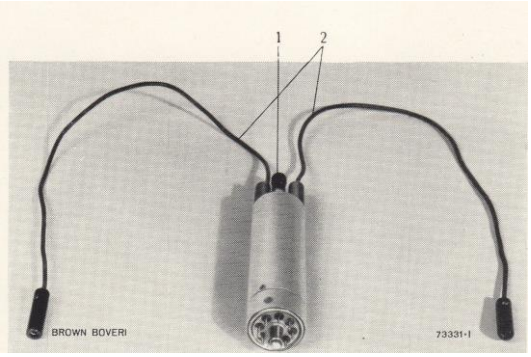
5.7 Messgeräte für den Truppeneinsatz der Funkanlage SE-202

5.7.1 Konzept für die Reparatur und Instandhaltung der Funkanlage SE-202

Die Funkanlage SE-202 weist ein für die damalige Zeit hochstehendes Diagnosesystem für Abstimmung und Fehlereingrenzung auf. Ohne das Gerät zu öffnen, kann eine Diagnose durchgeführt werden. Dazu braucht es keine speziellen und aufwendigen Diagnoseinstrumente, das System ist durchdacht und absolut feldtauglich.

5.7.2 Das Service – Messgerät MD 31

Das Service – Messgerät besteht aus den folgenden Teilen:

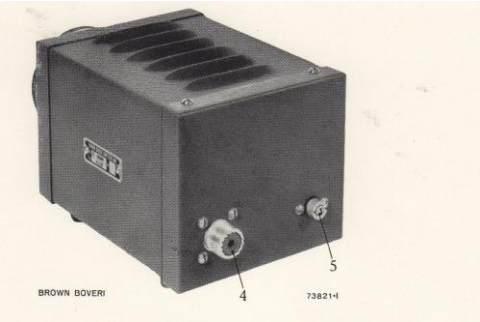


Messinstrument mit Shunt +/- 75 µA / +/-225 µA
Feldstärke - Messzusatz mit 2 Antennenstäben
Messkopf MDZ 31
Abstimmwerkzeug

Das Messinstrument ist der wichtigste Teil der Ausrüstung. Es ist unabdingbar, um einen Fehler einzugrenzen und um den Sender und Empfänger abzustimmen. Der Feldstärkezusatz ist eher exotisch, ich habe den nie gebraucht. Mit diesem lassen sich jedoch defekte HF-Kabel in der Antennenzuleitung oder defekte Antennensockel aufspüren. Der Messkopf MDZ 21 ist ebenfalls exotisch kann aber bei einer Neuabstimmung hilfreich sein. Im Empfänger kann damit eine Verstärkungskontrolle durchgeführt werden.

5.7.3 Die Kunstantenne MZ 31

Mit der Kunstantenne kann die Sendeleistung genau gemessen werden. Dies kann notwendig werden, wenn im HF-Kabel und im Antennensockel Fehler vorliegen.



Das Messgerät ist einfach und robust aufgebaut. Eine 50W Glühbirne, welche über eine Lochblende auf eine Photozelle wirkt, erzeugt an dieser eine Spannung, welche mit dem Servicemessgerät gemessen werden kann. Eine an der Kunstantenne angebrachte Eichkurve erlaubt einen genauen Rückschluss auf die abgestrahlte HF-Leistung.

6. Die MOTOROLA Funkanlagen FMTR-25 und FMTR-30

6.1 Der Firmenname MOTOROLA [L14)]

Im Jahr 1928 gründeten die beiden Brüder Paul und Joseph Galvin in den USA die **Galvin Manufacturing Companie GALVIN GMC**. Diese Firma baute 1930 das erste kommerzielle und erfolgreiche Autoradio der Welt. Dieses Radio war voluminös und schwer, es kostete damals ca. $ 110.- bis $130.- (entspricht heute ca. $ 1‘600 - $ 1‘800.-) Es bekam sogar einen eigenen Namen **„MOTOROLA“**, welcher sich aus den Begriffen:

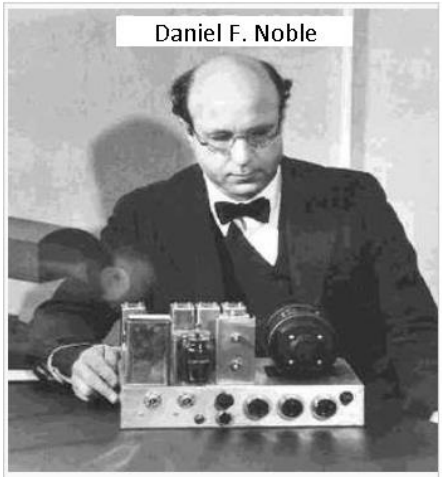
MOTOR	Begriff für Bewegung, Auto
OLA	Schall, Welle (spanisch) Es existiert aber auch die Deutung, die Endung „OLA“ stamme vom damals populären Grammophon „Victorola“.

Während dem Krieg entwickelte und produzierte die Firma Galvin GMC die folgenden erfolgreichen Funksprechgeräte für die US-Armee:

1940	**SCR 536**	AM Handfunksprechgerät (bei uns: FOX bzw. SE-100)
1941	**SCR 300**	Erstes FM-Funksprechgerät (Auch in der Brit. Armee WS 31)

Die Produkte der Firma Galvin GMC und speziell das Autoradio hatten in den USA einen so grossen Erfolg, dass man nicht von einem Autoradio, sondern nur noch von einem „Motorola“ sprach. Aus diesen Gründen beschlossen die Brüder Galvin **1947** die **Galvin GMC** in **MOTOROLA** umzubenennen.

6.2 Daniel F. Noble, ein Pionier des Mobilfunks [L15), L16), L17)]



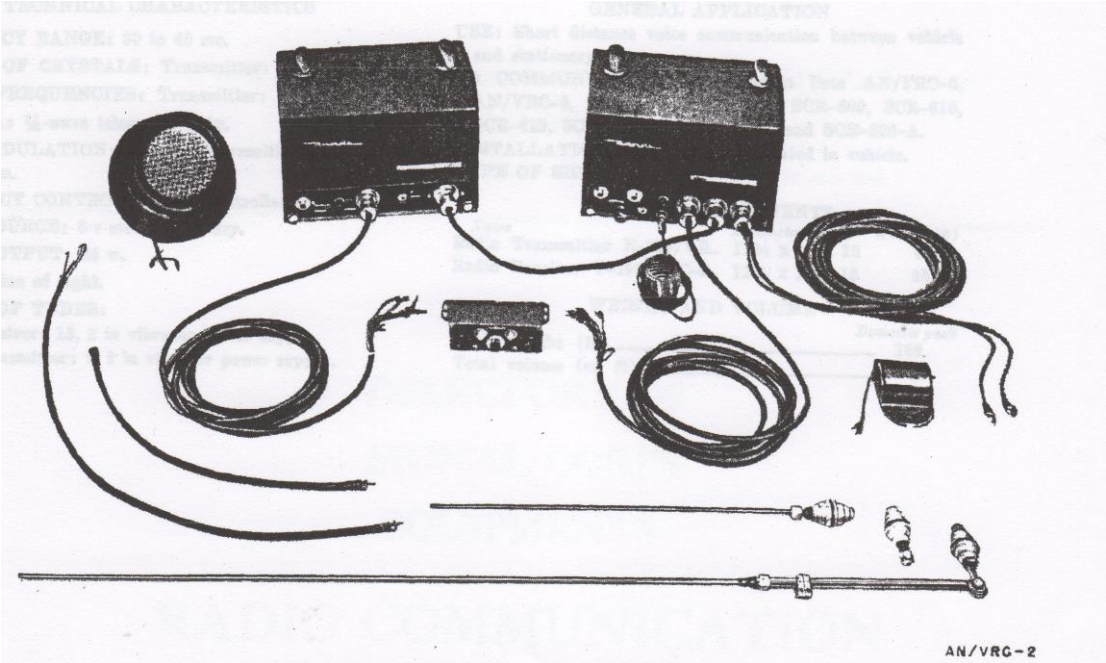
Daniel F. Noble, geb. am 4.10.1901, studierte an der renommierten Harvard Universität. Später besuchte er dann das Connecticut State College, wo er zum **Assistenz-Professor** avancierte. Dort baute er eine College-Radiostation und eine Relaisstation. Schon früh, 1939, erkannte er die Wichtigkeit von Mobilfunkstationen im Polizeidienst.
Paul Galvin gelang es Daniel E. Noble 1940 als Entwicklungs-Direktor in die Firma Galvin GMC zu berufen. Daniel F. Noble erkannte schnell die Wichtigkeit der Frequenzmodulation im Mobilfunk und legte seinen Entwicklungsschwerpunkt auf diese Modulationsart.
Mit dem Patent US 2343115A sicherte er sich die Idee eines „Radio-Receiver-Circuits“, welche heute „Squelch-Schaltung“ genannt wird. Das ist eine raffinierte Rauschunterdrückung, welche einen FM-Empfänger ohne FM-Modulationssignal verstummen liess.

Die Wichtigkeit der Mobilfunkkommunikation für die Polizei aller Bundesländer wurde sogar so bedeutend, dass auch nach Kriegsausbruch in den USA am 7.12.1941 (Pearl Harbour) an dieser Entwicklung weitergearbeitet wurde, obwohl die gesamte Industrie auf Militärproduktion umgestellt wurde. Das wird durch ein undatiertes Bild belegt, welches Daniel F. Noble in den Jahren 1942 – 1944 zeigt, mit einem Mobilfunksender FMTR-30.

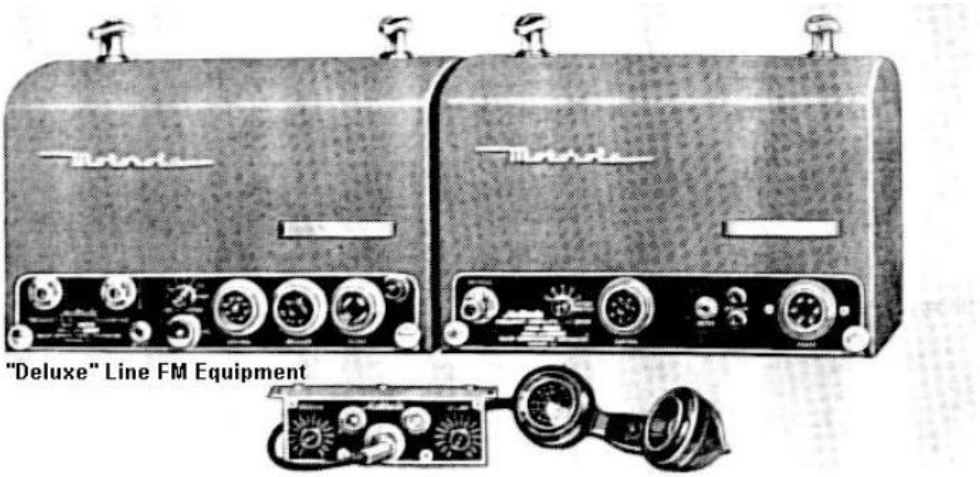
6.3 Die Mobilfunkstation MOTOROLA FMTR-25 und FMTR-30 [L18), L19)]

Schon in der zweiten Hälfte der 30er-Jahre gab es Polizeifunkanlagen mit AM Empfängern in den Polizeifahrzeugen von verschiedenen Firmen. (American Bosch, RCA, Link und Pihlco) Die Firma GALVIN GMC (MOTOROLA) modifizierte hierfür sogar damals handelsübliche KW-Autoradios! Später gab es dann von GALVIN GMC (MOTOROLA) verschiedene Polizeifunkanlagen auf Kurzwellen mit AM welche mit P69-…. und mit AMT-30(D) und AMR-13(V) bezeichnet waren. Mit der Einstellung von Daniel F. Noble 1940 bei Galvin GMC (MOTOROLA) wurden Polizeifunkanlagen mit FM entwickelt, es entstand die Station FMTR-25.

Diese Station stand auch in der US-Armee unter der Bezeichnung T 11-487A AN/VRC-2 mit dem Sender R-193/VRC2 und dem Empfänger R-237/VR im Einsatz.



Daraus entstand dann 1941, als Weiterentwicklung die Mobilfunkstation FMTR-30, auch „Deluxe-Line“ genannt. **Sie ging schon früh im Jahr 1941 in Produktion.** Das Police-Departement von Dan Diego soll als eine der ersten Polizeiorganisationen damit ausgerüstet worden sein. Ein Unterschied zwischen diesen beiden Stationstypen scheint die Ausgangsleistung des Senders zu sein, welche sich im Bereich von 25 W bzw. 30 W bewegte.



Da der Sender und der Empfänger in separaten Gehäusen untergebracht waren und unabhängig voneinander betrieben werden konnten, sprach man von einem „VHF-FM Zweiweg-System“. In der Typenbezeichnung wurden Unterschieden in:

FM**T** = Sender (**T**ransmitter)
FM**R** = Empfänger (**R**eceiver)
FM steht dabei für Frequenzmodulation.

Weitere Bezeichnungszusätze gaben Aufschluss über das verwendete Frequenzband, die Sende-Ausgangsleistungen und die Anschlussspannung des Gerätes (6V, 12V, 24V und Netzspannung). Später wurde die Mobilfunkstation noch um die Bezeichnung **„De-Luxe-Line**“ erweitert, was aber nicht verhinderte, dass diese Geräte auch abschätzig als:

„Coffin-Units“ Sargeinheiten oder auch
„Doghouse-Radios“ Hundehüttenradios

bezeichnet wurden. Natürlich hatten diese Mobilfunkstationen noch ein beachtliches Volumen. Im Kofferraum eines Fahrzeugs fanden sie aber ausreichend Platz genug. Das Mikrotel und die Bedienungsstation fanden im Armaturenbrett Platz. Einen durchaus praktischen Nutzen hatten die auf den Geräten angebrachten überdimensionalen Drehgriffe. Damit liessen sich die Geräte ohne Zuhilfenahme eines Werkzeuges öffnen und wieder verschliessen, sowie einfach transportieren. In Anbetracht des Gerätegewichtes waren diese Griffe jedoch keineswegs überdimensioniert.

Diese Mobilfunkstationen wurden von MOTOROLA noch bis weit in die 50er-Jahre hinein gebaut und eingesetzt. Der nachfolgend umschriebene Sender FMT-30 stammt aus dem Jahr 1954. Natürlich hat MOTOROLA diese Mobilfunkstationen weiterentwickelt, unter anderem mit moderneren Röhren. Aber auch die Konkurrenz schlief nicht: Neben der BBC stand diese erfolgreiche Konstruktion auch den Firmen RCA und General Electric „Pate“.

Bei der nachfolgenden Analyse konnte auf die folgenden Geräte zurückgegriffen werden:

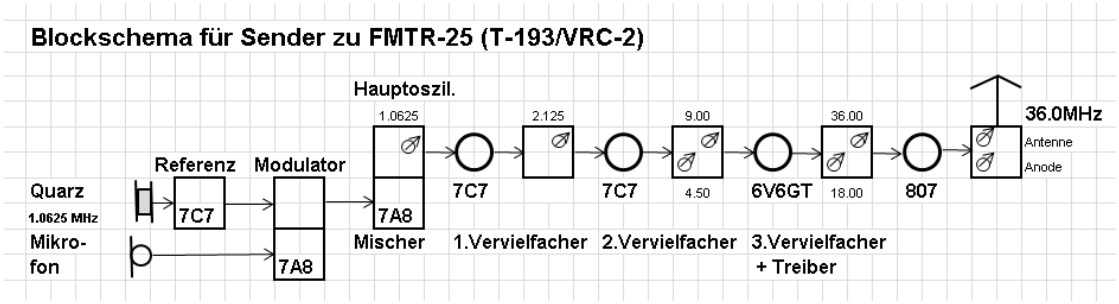
Funkanlage T11-487A (MOTOROLA Type FMTR-25-VM) bestehend aus:
Sender T-193/VRC2 (Verbastelt)
Empfänger R-237/VR
Beide Geräte konnten im Juli 2017 in Friedrichshafen erworben werden.

Funkanlage FMTR-30, Nachfolgegerät von FMTR-25, bestehend aus:
Sender
Gerät konnte im Januar 2016 von „Ricardo“ erworben werden.

Technische Daten und Unterlagen dieser Geräte FMTR-25 und FMTR-30 sind auch auf dem Internet praktisch nicht mehr zusammenhängend auffindbar. Die Analyse beschränkt sich

deshalb auf ein einfaches Blockschema, aus zeitlichen Gründen und eingeschränkten funktechnischen Kenntnissen konnte nicht auf schaltungstechnische Details eingegangen werden. Auf den Tabellen im Anhang 2 ist der Zusammenhang dieser Geräte mit der Funkstation SE-202 wiedergegeben.

6.3.1 Der Sender FMT-25 oder T-193/VRC2 [L20)]



Der Sender arbeitet mit einer 32-fachen Frequenzvervielfachung. An dieser sind die Pentoden 7C7 und die Treiberpentode 6V6GT beteiligt. Als Endstufe arbeitet eine Strahlbündelpentode 807, welche mit der Umformer Spannung von 600VDC und 127 mA und nach Röhrendaten 25W Sendeleistung an der Antenne zu liefern vermag.

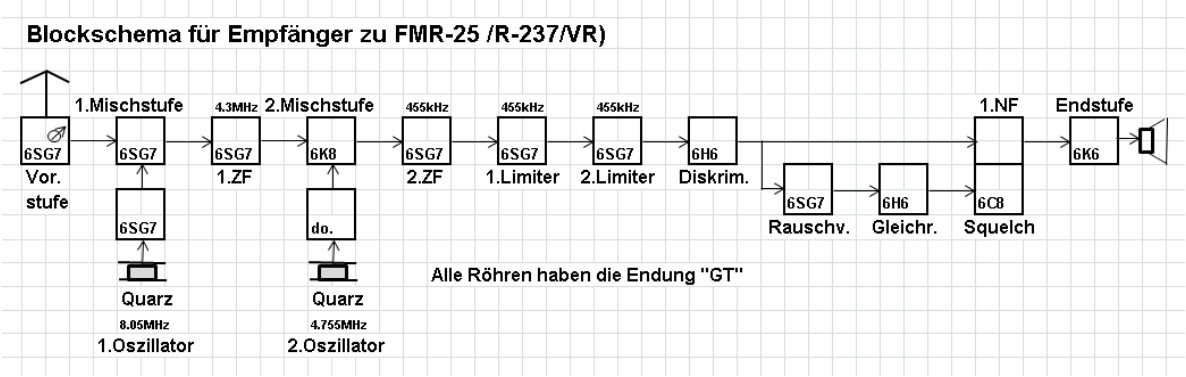
Die Referenzfrequenz kommt von einem Quarz mit 1.0625 MHz und wird mit einer Pentode 7C7 verstärkt. Die Modulation wird über 2 Oktoden 7A8 realisiert, die verwendete Schaltung habe ich in meiner Fachliteratur nicht gefunden und kann sie deshalb nicht genauer definieren. Der Frequenzhub der Modulation arbeitete im Bereich von +/- 15kHz. Das muss in den USA irgendwann in den 30er-Jahren so standardisiert worden sein. Leider konnte ich diese Information im Internet nicht wiederfinden.

Interessant ist die tiefe Frequenz des Quarz- und des Hauptoszillators und die nachfolgende aufwendige 32 fache Vervielfachung der Frequenz. Dies ist möglicherweise begründet durch die gewählte Schaltung der Modulation mit den 2 Oktoden 7A8. Wahrscheinlich ist hier die Funktion nur bei einer tiefen Frequenz möglich.

Der Sender ist recht robust konstruiert, das Öffnen und Verschliessen mit den 2 robusten Handgriffen einfach. Auch die Bodenplatte kann ohne Zuhilfenahme eines Werkzeuges mit Rändelschrauben geöffnet werden. Die Verdrahtung auf der Unterseite ist so gemacht, wie das in den USA in den 30 er Jahren auch bei den Radioapparaten üblich war. Nicht gerade einen vertrauenserweckenden Eindruck machen die frontseitigen Steckanschlüsse für Speisung, Steuerung und HF.

Raffiniert ist das Testsystem mit 7 Messstellungen. Damit lässt sich mit einem mA-Meter, mit dem 0-Punkt in der Mitte, das System abstimmen und Fehler eingrenzen. Der Jack-Anschluss für dieses Instrument befindet sich ebenfalls auf der Frontplatte.

6.3.2 Der Empfänger FMR-25 oder R-237/VR [L21)]



In einer HF-Eingangsstufe wird das Signal mit einer Pentode 6SG7GT verstärkt.

Der Oszillator ist mit einem Quarz von 8.05MHz und einer Pentode 6SG7GT bestückt. Der Schwingkreis ist auf die 3.Harmonische von 32.2MHz abgestimmt. In der Mischstufe mit der Pentode 6SG7GT und der nachfolgenden 1.ZF von 4.3MHz ergibt sich dann ein Eingangssignal von 37.0MHz.

Die erste ZF von 4.3 MHz wird mit einer Pentode 6SG7GT verstärkt.

Ein weiterer Oszillator mit einem Quarz vom 4.755 MHz erzeugt dann mit der gleichen Röhre 6K8GT die zweite ZF von 455 kHz.

Die die zweite ZF von 455 kHz wird mit einer Pentode 6SG7GT verstärkt.

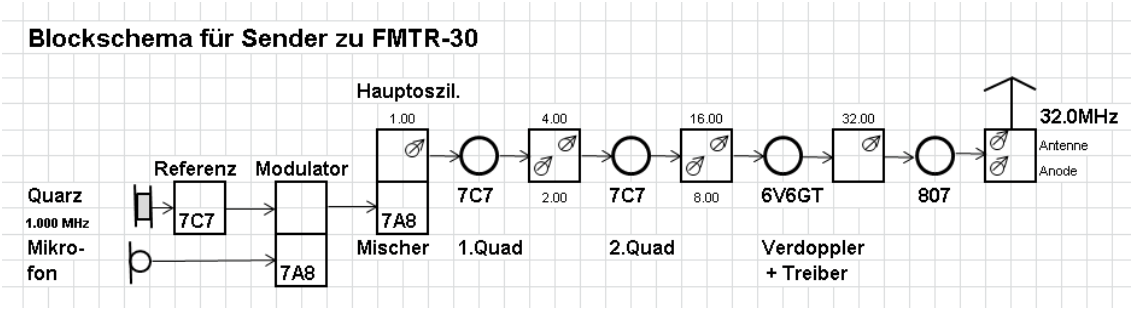
Anschliessend durchläuft das Signal zwei Limiterstufen mit den Pentoden 6SG7GT.

Im Diskriminator mit der Doppeldiode 6H6GT erfolgt dann die Demodulation und das NF-Signal wird dem 1.NF-Verstärker, dem zweiten Triodensystem der Squelchröhre 6C8GT zugeführt. Über die Lautstärkeregelung (Poti) im abgesetzten Bedienteil wird das NF-Signal dann der Endstufe mit der Leistungspentode 6K6GT zugeführt.

Die Rauschunterdrückung, der Squelch, besteht aus dem Rauschverstärker mit der Pentode 6SG7GT, dem Rauschgleichrichter mit der Doppeldiode 6H6GT, sowie dem ersten Triodensystem der Doppeltriode 6C8GT. Diese beeinflusst dann das zweite Triodensystem 6C8GT, den ersten NF-Verstärker.

Das Netzteil ist mit einer Zerhackerpatrone vom Type 3249 versehen. Über einen Trafo werden die Anodenspannungen erzeugt und mit 2 Zweiweg-Gleichrichterröhren 6X5GT gleichgerichtet.

6.3.3 Der Sender FMT-30 [L22)]



Dieser Sender ist praktisch identisch zum vorgehenden Type FMT-25 / T-193/VRC2. Die 32-fache Vervielfachung ist minim anders ausgelegt.

Die Umformer Spannung liegt auch bei 600VDC und kann 170mA bringen.

Obwohl für die Röhre 807 im Datenblatt nur 25W angegeben sind, scheint die Schaltung so ausgelegt worden sein, dass auch 30W an die Antenne abgegeben werden können. Das ist absolut problemlos möglich, wird dieser Sender ja kaum mit 100% Einschaltdauer betrieben.

Auch die Konstruktion ist identisch zum vorgehenden Type FMT-25 / T-193/VRC2.

7. Vergleich der beiden Funkanlagen

7.1 Allgemein

Ein abschliessender Vergleich der beiden Funkanlagen ist nur möglich, wenn auch technische Unterlagen dazu vorhanden sind. Leider ist dies bei den Geräten von MOTOROLA, trotz aufwendiger Suche auf dem Internet, nicht mehr möglich. Für das SE-202 sind im Lager der HAMFU sehr gut erhaltene Geräte in verschiedenen Ausführungen vorhanden und im Archiv sind natürlich ausgezeichnete Unterlagen archiviert. Insbesondere ist dazu das:

Pzj. – Funkstation Type CF 43
Jeep – Funkstation Type CF 41
„Technisches Handbuch“

zu erwähnen.

Bei den MOTOROLA Geräten konnte auf die folgenden Geräte zurückgegriffen werden:

Funkanlage T11-487A (MOTOROLA Type FMTR-25-VM) bestehend aus:
Sender T-193/VRC2 (Verbastelt)
Empfänger R-237/VR
Beide Geräte konnten im Juli 2017 in Friedrichshafen erworben werden.

Funkanlage FMTR-30, Nachfolgegerät von FMTR-25, bestehend aus:
Sender
Gerät konnte im Januar 2016 von „Ricardo“ erworben werden.

Glücklicherweise konnten nach dem Öffnen der Geräte Schemas gefunden werden, aufgrund welcher dann die Blockschemas erstellt werden konnten. Diese dienen dazu, die Arbeitsprinzipien zu erläutern und um diese untereinander zu vergleichen. Eine weitere Hilfe zum Vergleich der Geräte sind die tabellarischen Werte im **Anhang 2**.

7.2 Wie hat die BBC vor über 75 Jahren auf dem Gebiet der FM geforscht?

Durch die rege Geschäftstätigkeit der BBC in den USA sind sie sicher auch mit der Funkkommunikation in Kontakt gekommen. Ich denke hierbei an die Tätigkeiten im Kraftwerksbau, den Leitungsbau und die Elektrifizierung der Bahnen. Die BBC hat frühzeitig erkannt dass neben der militärischen Kommunikation auch die zivile Kommunikation, speziell bei der Polizei, der Feuerwehr und dem Rettungswesen eine ausserordentliche Wichtigkeit hatte und dass diese Tatsache auch für die Schweiz zutreffend sein musste.

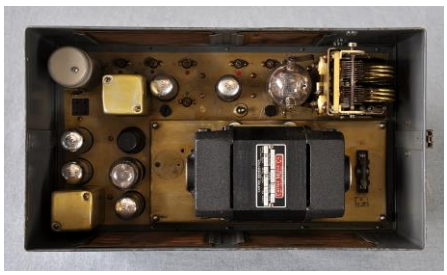
Das führte auch dazu, dass sie frühzeitig erkannte, dass die Frequenzmodulation FM im Funksprechverkehr eine grosse Bedeutung hatte. Dabei orientierte sie sich intensiv an den Entwicklungen der USA auf diesem Gebiet, denn in Europa stand die FM nicht zur Diskussion. Anfangs **1939** brachte die **Galvin GMC (MOTOROLA) eine „Zweiweg“ Polizeikommunikation** auf den Markt, mit Kurzwellen AM-Empfängern und FM-Sendern auf den Fahrzeugen. **An der Landesausstellung 1939 zeigte die BBC bereits eine Polizeianwendung auf dem gleichen Gebiet**, mit einem tragbaren KW-Empfänger auf Mann.

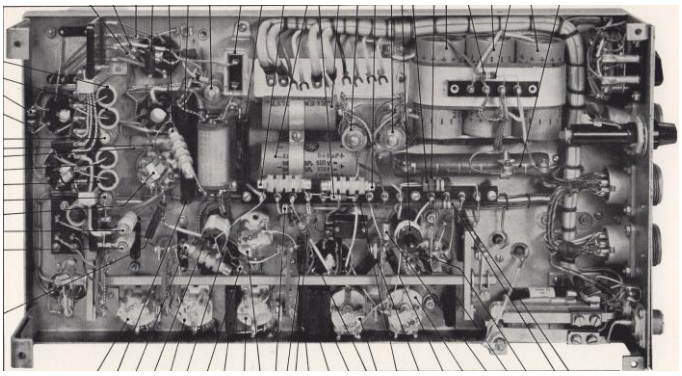
Dieses „Zweiweg-System“ bewährte sich in den USA nicht, und eine neue FM-Funkgerätegeneration FMT-25 und FMT-30 wurde 1941 von Galvin GMC (MOTOROLA) auf den Markt gebracht. Diese Geräte gelangten 1941 noch **vor dem Eintritt der USA in den 2.WK am 7.12.1941 auf die Labortische der BBC in die Schweiz.**

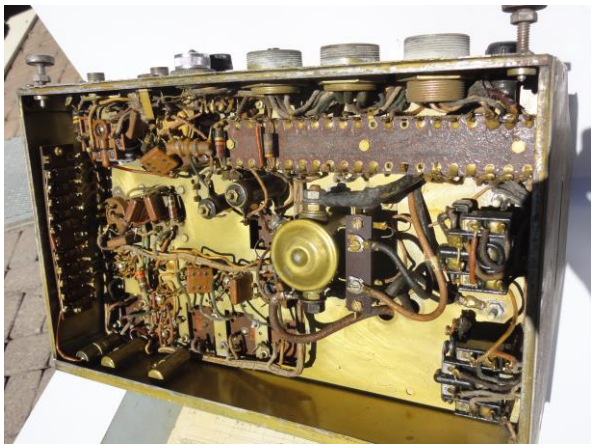
7.3 Vergleich der Sender

Noch bei geschlossenen Deckeln der Geräte sind die Ähnlichkeiten auffallend. Die BBC hat die Anordnung der Steckanschlüsse und der Prüfschaltung 1:1 übernommen. Sie hat auch ganz von Anfang an auf den sogenannten „abgesetzten Betrieb“ gesetzt, d.h. die Funkgeräte waren nicht im Fahrgastraum, sondern diese wurden von einer kleinen Bedienstelle auf dem Beifahrersitz des Fahrzeuges bedient. Gleich an dieser Stelle muss erwähnt werden, dass die BBC natürlich nicht die von GALVIN GMC (MOTOROLA) verwendeten „Lotterstecker“ verwendete, sondern auf bewährte und genormte Amphenol-Schraubstecker setzte.

Die von der BBC produziert Funkstation SE-202 wurde in ihren Ausmassen jedoch etwas länger als die FMTR Vorlagen. Diese Vergrösserung wurde notwendig, damit das Gerät mit 2 Kanälen betrieben werden konnte. Dies ist für die militärische Verwendung ausserordentlich nützlich.







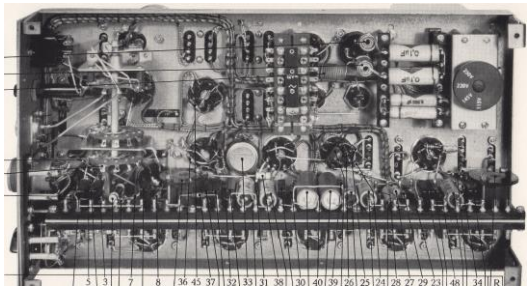
Bei geöffneten Deckeln treten dann weitere kleinere Ähnlichkeiten zu Tage, auf welche ich nicht mehr im Detail eingehen kann. Es wurden die gleichen Röhrengenerationen wie 1940 eingesetzt, wobei die Betriebsspannung von 12 VDC beim SE-202 zu einer Serienschaltung der Röhrenheizungen führte. Aus diesen Gründen sind 7er-Röhren mit 150mA Heizstrom verbaut worden.

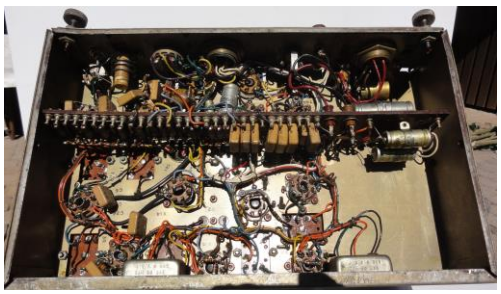
Die zentrale Frage aber ist die eingesetzte Schaltung und der Vergleich der Blockschemas. Die BBC verwendete für die Modulation eine wesentlich neuere, bessere Schaltung und konnte damit die aufwendige 32 fache Frequenzvervielfachung auf eine Vervierfachung reduzieren. Eine aufwendige AFC sorgt für eine hohe Frequenzkonstanz von +/- 0.015%, auch bei unterschiedlichen Temperaturen. Für die besonders spannungsempfindlichen Röhren für die Modulation, Oszillator und Referenzoszillator wurde die Anodenspannung zusätzlich stabilisiert.

Es ist zu vermerken dass das SE-202 mit einem Frequenzhub von +/- 25kHz arbeitet, die Stationen FMTR jedoch nur mit +/- 15kHz.

Die Betrachtung der Schaltung des Senders SE-202 zeigt, dass keine Patentverletzung von Edwin H. Amstrong vorliegt, was bei den Geräten von Galvin GMC (MOTOROLA) nicht gesagt werden kann. (Modulation US Patent 1‘941‘068 und 2‘215‘284)

7.4 Vergleich der Empfänger





Für den mechanischen Aufbau und für die Röhren gelten die bereits unter 7.3 aufgeführten Bemerkungen. Im Blockschema ist sofort ersichtlich, dass das SE-202 einen wesentlich aufwendigeren ZF-Bereich aufweist. Das äussert sich dann auch in der Empfangsempfindlichkeit, welche > 1.0µV liegt. Für die Stationen FMTR konnte dieser Wert nicht aufgefunden werden, ich schätze, dass dieser über 5.0µV liegen wird.

Die im SE-202 angewendete Squelchschaltung entspricht nicht jener der FMTR Geräte, auch nicht jener des US-Patents 2‘343‘115 vom 29.2.1944 von Daniel F. Noble. Auch im Empfänger liegen also keine Patentverletzungen vor.

Das Netzteil ist raffiniert konstruiert und erlaubt mit dem gleichen Transformator sowohl den Netz wie auch den Batteriebetrieb.

7.5 Funkanlage SE-202 Kopie oder Eigenentwicklung?

Die vorgegangenen Erkenntnisse zeigen, dass die Funkanlage SE-202 zum grössten Teil eine Eigenentwicklung der BBC war. Das SE-202 war den vergleichbaren Geräten FMTR-25 und FMTR-30 funktions- und schaltungstechnisch weit überlegen!

Natürlich hat die BBC von den Erkenntnissen der FM-Modulation aus den USA stark profitiert und war dazu in der Lage, ab dem Jahr 1942 intensiv zu forschen. 1947 konnte sie ein topmodernes FM-Funksprechgerät zu liefern, welches in der Schweizer Armee bis ins Jahr 1970 im Einsatz war.

Verglichen mit der Funkstation SE-200 LUX von Zellweger, welche für die Entwicklung und Produktion 6 Jahre (1947 – 1952) beanspruchte, kann man für das SE-202 von BBC ebenfalls von ca. 6 Jahren (1942 – 1947) sprechen! **Die BBC konnte nur dank ihren Erkenntnissen aus den USA früher mit der Entwicklung beginnen!**

Zusammenfassend kann eindeutig festgestellt werden, dass das SE-202 **keine Kopie** der Geräte FMTR-25 oder FMTR-30 vom Galvin GMC (MOTOROLA) sind. Die BBC hat höchstens die Bauweise übernommen, wobei hier andere Lösungen begrenzt sind. Auch andere US-Produzenten (General Electric, Philco, RCA, usw.) haben die gleiche Konstruktion gewählt.

BBC hat nicht nur in die Schaltungen viel mehr „Know how“ einfliessen lassen, auch gewisse Konstruktionsteile, wie die Stecker sind wesentlich besser. Trotz der besseren Schaltungen kommt die BBC sogar mit der gleichen Röhrenzahl aus! (Siehe Anhang 2)

Die SE-202 Funkstationen waren für die BBC auch die Ausgangsbasis für die spätere „Auto-telefonie“. Diese Geräte waren fast identisch aufgebaut bis dann kurze Zeit später die Halbleitertechnik die gesamte Elektronik revolutionierte.

Die Funkstation SE-202 darf für Ihre Zeit als eine besondere Leistung in Bezug auf Innovativität der Schweizer Industrie bezeichnet werden und das während der schwierigen Zeit des 2.Weltkrieges.

8. Erfahrungen als Uem.Gtm. mit Funkanlage SE-202.

Ich möchte an dieser Stelle über die Erfahrungen mit den Funkanlagen aus der Sicht eines Übermittlungsgerätemechanikers oder kurz Uem.Gtm. berichten. Die Anforderungen anfangs der 1960er-Jahre an die Kandidaten, um diese Ausbildung in der Armee zu bekommen, waren nicht einfach. Es gab dazu einen Test, welcher einen ganzen Tag dauerte! Unter über 80 Anwesenden, meistens Radio- und Fernsehelektriker, war ich der einzige Elektromonteur. Ich schloss damals mit einer der besten Prüfungen ab und war stolz auf diese Leistung. Ich hatte mich natürlich sehr seriös auf diese Prüfung vorbereitet.

Die Rekrutenschule in Bern bestand aus ca. 50% Fachunterricht und 50% militärischer Ausbildung. Der Fachunterricht war meistens am Morgen und das Unterrichtslokal, eine morsche alte Militärbaracke, war erst nach einem 30 minütigen Fussmarsch zu erreichen. Obwohl es mit einem dauernden Kampf gegen den Schlaf endete, waren die Themen für mich immer sehr interessant. Weniger Freude hatte ich an der militärischen Ausbildung, darum wird sie hier nicht mehr weiter erwähnt. Schon mit Beginn der RS war festgelegt, dass mein künftiges „Betätigungsfeld“ in einer Pzj. Kp. sein würde, für mich erfreulich, denn die Panzerfahrzeuge übten auf mich schon immer eine besondere Anziehungskraft aus. Ein bemerkenswerter Zusatzaufwand jener Zeit war, die Truppenmechaniker mussten 7 Wochen zusätzlichen Dienst leisten mussten, um das „Redli“ abzuverdienen.

Die Praxis in der Panzerjäger-Kompanie zeigte dann, dass der Job eines Gerätemechanikers nicht gerade einfach war. Ich war der Einzige in einer Kompanie mit 12 Panzerfahrzeugen. Ein Panzerfahrzeug mit einer defekten Funkanlage war nicht einsatzbereit, für den „Kadi“ ein unhaltbarer Zustand. Dies konnte zur Folge haben, dass die Tage tatsächlich aus 24 Stunden Arbeit bestanden. Diese Arbeit war zudem nicht gerade einfach. Es existierte kein Werkstattwagen für den Uem.Gtm. wie das bei den „Centis“ (Centurion) und den „Amixlern“ (Leichtpanzer AMX) der Fall war. Zudem gab es keine Austauschgeräte! Erschwerend war zudem das Fehlen eines Gleichrichters, welcher einen Betrieb der Funkanlage ausserhalb des Fahrzeuges ermöglichte. Das hatte dann zur Folge, dass die meisten Arbeiten im Feld oder im Stellungsraum der Fahrzeuge zu erfolgen hatten, egal ob es hudelte oder schneite! Des Weiteren waren die Arbeiten in den beengenden Platzverhältnissen im Panzerfahrzeug nicht gerade einfach. Zum Glück waren wir zu jener Zeit „gertenschlank“ und halbe „Schlangenmenschen“. Abgerundet wurden die Umstände noch durch die schlechten Lichtverhältnisse im Fahrzeug, das Wasser, welches überall hereintropfte sowie die extremen Temperaturverhältnisse.

So liefen die Arbeiten dann wie folgt ab. Als Erstes musste man zum Panzer selbst kommen. Und diese standen manchmal an Orten, wo man auch mit einem Jeep nicht hinkommt. Das Ledertragband in der Gtm. Werkzeugkiste ist dabei immer wieder zu Ehren gekommen. Dann musste die Segeltuchabdeckung des Panzerfahrzeuges teilweise geöffnet werden. Das bedeutete, unzählige „ordonanzgerollte“ Riemchen mussten gelöst werden, bei kalten Temperaturen eine echte Herausforderung. Das Funkgerät im Panzerfahrzeug war natürlich nicht sofort zugänglich, der Schwenkrahmen musste vorerst gelöst und heruntergeklappt werden. Die Platzverhältnisse im Innern des Panzerjägers wurden damit noch beengender, es musste jetzt vom Richtersitz aus gearbeitet werden. Erst jetzt konnte das Prüfinstrument

angeschlossen werden, mit welchem ein Fehler eingegrenzt werden konnte. Da die 12V Fahrzeugbatterie nicht gerade viele Reserven hatte, war es sinnvoll, den Motor zu starten. Zum Glück machte da der bewährte Saurer Dieselmotor nie Probleme. Mit dem charakteristischen Hämmern der Motoren verbreitete sich dann auch der Geruch von Diesel und von Abgasen im Fahrzeug.

Wenn aber irgendetwas an der Funkanlage nicht in Ordnung war, dann mussten die Geräte selbst geöffnet werden. Dazu waren die Befestigungsspannbänder zu lösen, damit der Deckel der Geräte geöffnet werden konnte. Waren die Deckel von Sender und Empfänger zusammen zu öffnen, waren die eingebauten Verbindungskabel zu kurz und mussten durch die längeren Kabel aus der Ersatzteilkiste ersetzt werden.

Ein besonderes Unterfangen war das Ab- oder das Nachstimmen von Sender und Empfänger. Da die Anlage 2 Frequenzen besass, hatte das einen doppelten Arbeitsaufwand zur Folge. Die Abstimmung erfolgte kapazitiv mit Dreh-Trimmern. Mit 180 Grad. Drehbereich deckten sie den gesamten Frequenzbereich ab, was ein ausserordentlich hohes Fingerspitzengefühl beim Abstimmen erforderte. Damit die schweren Erschütterungen im Fahrzeug die präzise Einstellung der Dreh-Trimmer nicht beeinflusste, war die Trimmerstellung mit einer weiteren Schraube konzentrisch fixiert. Die ganze Einrichtung hatte dann zur Folge, dass eine genau eingestellte Position mit der Fixierung des Trimmers wieder verstellt wurde! Wurde die Fixierung nicht ordentlich angezogen, dann war die Funkanlage nach einigen 100 m Fahrt wieder verstimmt, die Funkanlage unbrauchbar! Da brauchte es tatsächlich „ein goldenes Händchen“, um dies alles unter einen Hut bringen zu können.

Eigentlich liefen die Funkanlagen recht gut. Die häufigsten Probleme bereiteten die Kabel der Sprechgarnituren, die Kehlkopfmikrofone und die Zerhackepatronen in den Empfängern. Es gab aber auch ganz böse Überraschungen, welche entstanden, wenn der Panzer „genagelt“ werden musste. Dies wurde notwendig, wenn im Winter die Strassen vereist waren. Dazu wurden von der Mannschaft konische Metallbolzen in die Raupenglieder geschlagen, die Raupen quasi mit Spikes versehen. Das hielt dann den Panzer auf der Strasse, nicht aber die Röhren und Zerhacker in der Funkanlage! Diese lagen dann lose oder in Scherben in den Geräten. Meistens überstand auch die Abstimmung diese Strapazen nicht, die Geräte mussten neu abgestimmt werden.

Die Werkstatt einer Panzerkompanie bestand noch aus weiteren Mechanikern. (Motoren, Waffen) Erst eine gute Zusammenarbeit unter allen Mechanikern machte das ganze Team erfolgreich. So habe ich als Uem.Gtm. mitunter geholfen, ganze Endantriebe zu revidieren oder Getriebe aus- und wieder einzubauen. Im Gegenzug war ich froh, wenn ich von anderen Mechanikern unterstützt wurde, wenn es darum ging, Funkgeräte aus den Fahrzeugen heraus zu stemmen oder um anderes „Handlangern“ bei meinen Arbeiten. Gesamthaft gesehen erlebte ich so nicht nur eine gute Teamarbeit, sondern auch eine schöne Kameradschaft während meiner ganzen Dienstzeit.

Literaturverweise

Im Text sind die Literaturverweise wie folgt aufgeführt:

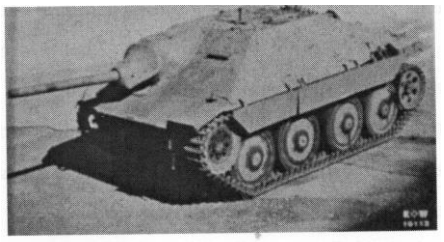
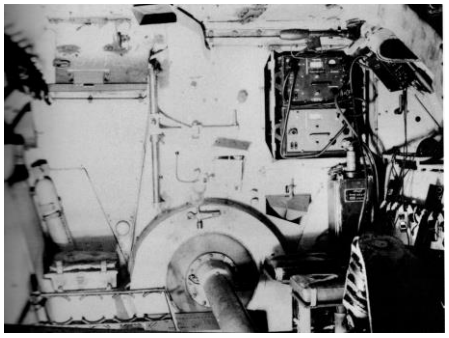
[L 2)] = Literaturverweis

Ist dahinter noch eine Zahl aufgeführt, bezieht sich diese auf die Seitennummer des Dokuments.

1) Panzer in der Schweiz von Christian Hug, Schweiz. Militärmuseum in Full
2) Leichte Jagdpanzer, Ausgabe 2011, diverse Autoren
3) Ultrakurzwellen-Funkanlagen mit Frequenzmodulation für feste und bewegliche Dienste. Erstellt im Januar 1947
Am 31.5.1947 an Oberst i. Gst. Mösch abgegeben.
4) Das Seepferdbattaillon, Ausgabe 1999, diverse Autoren
5) Technisches Handbuch Brown Boveri
Pzj. Funkstation CF 63
Jeep Funkstation CF 41
6) https://de.wikipedia.org/wiki/Frequenzmodulation
7) https://id.wikipedia.org/wiki/Edwin_Howard_Armstrong
8) Frequenzmodulation von Paul Güttinger 1947 Verlag Leeman Zürich
9) ethw.org/Milestones:FM_Police_Radio_Communication_1940
10) Orientierender Bericht No.1 über die Tätigkeit der Funkplanungskommission von 1938 – 1946 vom 25.9.1946
11) Sammlung Brown Boveri Mitteilungen
Zeitraum 1.1.1946 bis und mit 31.12.1941
Dezember 1941 Moderne Polizeifunkanlagen S. 409-412
Sonderdruck 12.1941 Die Frequenzmodulation S. 417-422
12) Technisches Handbuch Brown Boveri
Pzj. Funkstation CF 63
Jeep Funkstation CF 41
13) Bedienungsanleitung No. 58‘111 von 1951
14) https://de.wikipedia.org/wiki/Motorola
15) ethw.org/Daniel_Noble
16) ethw.org/Milestones:FM_Police_Radio_Communication_1940
17) google.com/patents/US 2‘343‘115 Squelchschaltung D.F.Noble
google.com/patents/US 2‘459‘675 Interference reducing Radio receiver D.F.Noble
18) Handbuch TM 11-487A Transmitter T-193 und Receiver R-237 (FMTR-25)
19) http://www.wb6nvh.com/Moto42/Moto42.htm
20) Schemas in den Geräten FMT-25 oder T-193/VRC2
21) Schemas in den Geräten FMR-25 oder R-237/VR
22) Schemas in den Geräten FMT-30
23) Dokumentation von Samuel Freedman (1946)

Anhang 1 Die Geschichte des Pzj. G 13 und der Funkstation SE-202

Aus den zur Zeit verfügbaren Unterlagen lässt sich der Einsatz der Funkanlage SE-202 im Pzj. G13 nicht klar festlegen. Die nachstehende Zusammenstellung soll dazu dienen, etwas mehr Licht in diese Thematik zu bringen.

Datum	Fakten
10.9.1945	Die Schweiz erhält von Frankreich eine Anzahl von deutschen Panzerfahrzeugen. Unter diesen ist auch ein **„Hetzer“ oder Jagdpanzer 38.** Diese Fahrzeuge dienen zu Versuchen und Eignungstests bzw. sind Basis für eine Vorevaluation. L1) S31 *Der Jagdpanzer 38 „Hetzer“ Bild 1 war mit grosser Wahrscheinlichkeit mit einer deutschen Funkanlage ausgerüstet. Die Situation mit einer deutschen Funkanlage ist auf den Bild 2 wiedergegeben.* L2) S57
Bild 1 Bild 2	 Jagdpanzer 38t "Hetzer" nach der Ankunft in Thun 
26.7.1946	Das Projekt „Hetzer steht in der engeren Wahl. Die Schweiz erhält von der Tschechei eine attraktive Offerte für die Lieferung von 100 Stück zu einem Stückpreis von Fr. 60‘000.- L1) S32
4.9.1946	Der Kauf wird im Bundesrat behandelt. Neben den offerierten 100 Fahrzeugen sollten noch weitere 100, also insgesamt 200 angeschafft werden. L1) S32
5.10. bis 13.10.1946	Weilt Oberst Lang von der KTA in der Tschechei um eine **Vorlieferung von 8 Fahrzeugen** abzunehmen. L1) S33 *Auf dem Bild 3* L2) S66 *ist ein Fahrzeug dieser ersten Voraus-Lieferung von 8 Stück im Werk in der Tschechei abgebildet. Deutlich erkennt man auf der linken Seite den* ***Wehrmachts-Antennensockel.*** *Wahrscheinlich sind auch in diesen 8 Fahrzeugen deutsche Funkanlagen eingebaut.*
Bild 3	

15.10.1946	Der Bundesrat beschliesst die 100 Fahrzeuge für Fr. 60‘000.-/Stück anzuschaffen. L1) S33 *Ab diesem Moment ist klar, dass es für diese Fahrzeuge eine Funkanlage braucht.*
Ende Dez. 1946	Die Vorlieferung der 8 Fahrzeuge aus der Tschechei ist erfolgt. Diese Fahrzeuge erhalten die Nummern: **M+78000 – M+78007** (wichtig für die Auswertungen von Fotos) L1) S33 *Es ist möglich, dass diese 8 Fahrzeuge mit einer Funkanlage ausgerüstet waren. Es könnte sein, dass 1 ½ Jahre nach der Kapitulation von Deutschland noch immer deutsche Funkanlagen in der Tschechei waren und dass diese in die 8 Fahrzeuge verbaut worden waren.* *Mit der Evaluation einer geeigneten neuen Funkanlage konnte ab diesem Zeitpunkt begonnen werden.* *Auf dem Bild 4 ist eines dieser Fahrzeuge M+78004 auf der Almend in Thun wiedergegeben. Die Antennestäbe sind nicht gesteckt, die Funkanlage nicht in Betrieb. Das Bild 5 zeigt das Fahrzeug M+78003 im **Jahr 1949**. Die Bildauflösung lässt nicht erkennen, ob schon ein neuer Antennensockel montiert ist. Auf jeden Fall ist auch dieses Fahrzeug ohne gesteckte Antennenstäbe, also ohne Funkanlage, unterwegs.* L1) S34
Bild 4 Bild 5	 Panzerjäger G13 auf der kleinen Allmend in Thun G13 (M+78003) auf der Thuner Allmend 1949. Es handelt sich hierbei um eines der acht Fahrzeuge aus der Vorserie.
19.4. bis 1.5.1947	25 Fahrzeuge der ersten Bestellung werden in der Tschechei abgenommen. *Es ist mit grosser Sicherheit anzunehmen, dass in diesen Fahrzeugen **<u>keine</u>** deutschen Funkanlagen mehr vorhanden waren.*
31.5.1947	Oberst i.Gst. Mösch erhält das Dokument: **„Ultrakurzwellen-Funkanlagen mit Frequenzmodulation“** von der BBC. In diesem ist die zivile Ausführung der Funkstation kurz dokumentiert. Die meisten Zeichnungen darin wurden im **Januar 1947** erstellt. Die zivile Funkstation entsprach weitgehend dem SE-202. Bei den Abmessungen gibt es noch kleine Abweichungen im cm-Bereich. L3) *Es ist anzunehmen, dass zu diesem Zeitpunkt die Bestellung der Funkanlage bei der BBC erfolgt war.* Mösch ist der Telegrafenchef der Armee, ihm untersteht die Leitung dieser Sektion im Armeestab. Es ist unklar, welche Rolle er bei dieser Beschaffung der Funkanlage SE-202 hatte und ob dieses Dokument an die damalige Funkplanungskommission weitergereicht wurde. In deren Abschlussbericht erscheint die Funkanlage SE-202 nicht!

Bild 6	
Sommer 1947	Die **erste Rekrutenschule** auf dem G13 Panzerjäger wird durchgeführt. Faktisch standen hier nur die ersten 8 Fahrzeuge **M+78000 – M+78007** zur Verfügung. [L1) S34] Auf den vorgehenden Bildern 3, 4 und 5 ist ersichtlich, dass diese Fahrzeuge möglicherweise **eine deutsche Funkanlage** hatten, diese jedoch nicht in Betrieb war. (Auf keinem der Fotos sind die Antennestäbe gesteckt.) **Die erste RS im Sommer 1947 erfolgte noch ohne Funkanlage SE-202.**
20.11.1947	Der Bundesrat beschliesst, weitere 50 G13 Panzerjäger mit einem Stückpreis von Fr. 90‘000.- zu bestellen. [L1) S34] Hier darf davon ausgegangen werden, dass in diesem höheren Stückpreis auch die Funkanlagen und Ersatzteile aller Fahrzeuge inbegriffen waren. *Auf jeden Fall ist dieses Datum der letztmögliche Zeitpunkt für eine Bestellung der Funkanlagen an die BBC.* (Vermutlich waren im Preis der ersten 100 Pzj. Keine Funkstationen enthalten!)
Ende 1947	Das Datum der „ältesten Zeichnungen“ im „technischen Handbuch der Funkanlagen SE-202“ ist der **Oktober 1947**. Für das Gros der Zeichnungen ist aber das **Jahr 1948** aufgeführt. Einzelne Zeichnungen wurden noch im Jahr 1951 angepasst. Der im Handbuch abgebildete G 13 mit der Nummer **M+78100** ist das 92. Fahrzeug der ersten Hauptlieferung. [L5)] **Mit dem Einbau der Funkanlage konnte die BBC frühestens gegen Ende des Jahres 1947 beginnen. Der Grossteil der Funkeinbauten erfolgte im Jahr 1948.** Neben den Funkanlagen CF 63 für den Panzerjäger G 13 wurden auch die Funkanlagen CF 41 in die Jeeps verbaut.
Bild 7 Bild 8	Abb. 1 Panzerjäger G 13 ausgerüstet mit der Funkstation CF 63 Abb. 2 Jeep ausgerüstet mit der Funkstation CF 41

1948	**Die Pzw. Kp. 3 wird vom Panzer Pz.39 PRAGA auf den G13 umgerüstet und heisst neu Pzj. Kp. 33** L1) S35
1949	**Werden die Pzj. Abt. 21, 22 und 23 gegründet und mit den G 13 ausgerüstet.** L1) S36 *Hier kann davon ausgegangen werden, dass alle Funkanlagen SE-202 sowohl in die Panzerjäger und auch in die Jeeps eingebaut sind.* *Das nachfolgende Bild* L4) S19 *zeigt eine Pzj. KP der Abt. 23 (Seepferd) im Jahr 1949 in vollem Feuereinsatz, mit Funkanlage SE-202.*
Bild 9	 Die Pzj Kp bei der Schiessausbildung im Jahre 1949 am Thuner Zielhang
1951	**Die Bezeichnung der Funkstationen in der Armee wird standardisiert.** Die bisherige Bezeichnung **SEF** wird ersetzt durch **SE-202.**
1970	**Letzter WK auf dem Pzj. G 13 für alle Bat. 21, 22 und 23.** Die nachfolgenden Wiederholungskurse der Jahre 1971 bis und mit 1973 dienen der Umschulung auf den Centurion. Für die Pzj. G 13 gab es vorerst Projekte, diese auf Fahrzeuge mit ferngesteuerten Panzerabwehrraketen umzurüsten. Dieses Vorhaben wurde jedoch nie realisiert. Viele der ausrangierten Fahrzeuge kamen auf die Schiessplätze als Zielobjekte, bevor sie dann verschrottet wurden. *Auch für die Funkanlage SE-202 bestand keine Weiterverwendung mehr in der Armee. Sie war zu diesem Zeitpunkt hoffnungslos veraltet und für keine anderen Zwecke mehr verwendbar.*

Anhang 2 Vergleich der Funkanlagen SE-202 und FMTR [L5), L23)]

Funkanlage						
Type		**SE-202**	**TM 11-487A**		**FMTR-25**	**FMTR-30**
Spannung	V DC	12	6		6	6
Frequenz	MHz	30 - 42	30 - 40		30 - 40	30 - 40
Kanalabstand	kHz	100	100?		100?	100?
Kanäle	Anz	2	1		1	1
Tot. Mögl.	Anz	120	100		100	100
Modulation		FM	FM		FM	FM
Hub	kHz	+/-25	+/-15		+/-15	+/-15
Röhren total		22	22		22	22
Quarze total		5	3		3	3

Diese Gerätetypen waren nicht vorhanden und konnten im Vergleich nicht berücksichtigt werden.

Anhang 2 Vergleich der Funkanlagen SE-202 und FMTR

Sender

Type		SF21		T-193/VRC-2			FMT-25			FMT-30 D (A)		
Leistung	W	30		25			25					
Endstufe	Röhre	815	**LL**	Endstufe	807	L				Endstufe	807	L
Treiber	Röhre	7C5	**L**	3.Vervielf.+Treiber	6V6GT	L				3.Vervielf.+Treiber	6V6GT	L
Oszillator	Röhre	7C5	**L**	2.Vervielfacher	7C7	F				2.Vervielfacher	7C7	F
				1.Vervielfacher	7C7	F				1.Vervielfacher	7C7	F
Vervielfachung	fach	4		Vervielfachung	32							
Modulator	Röhre	6AB7	**F**	AFT/Modulator	7A8	K						
Krist.oszi+Misch	Röhre	7A8	**K**	Referenzoszilator	7C7	F						
Mischverst.	Röhre	7H7	**F**	Mischer/Hauptosz.	7A8	K						
Diskriminator	Röhre	7A6	**B**									
Umformer				Umformer								
Ausgang	VDC	420		Ausgang	600					Ausgang	600	
	mA	245			175						170	
Stabilisation	Röhre	VR150	**A**									
Röhren total	Anz	8			7						7	
Quarze total	Anz	2		Quarze total	1					Quarze total		
Sendefrequenz		1+1		Sendefrequenz	1					Sendefrequenz		

Diese Gerätetypen waren nicht vorhanden und konnten im Vergleich nicht berücksichtigt werden.

Anhang 2 Vergleich der Funkanlagen SE-202 und FMTR

Empfänger												
Type	**EF21**			**R-237/VR**			**FMR-25**			**FMR-30**		
Empfindl.	µV	< 1		Empfindl.	<5?							
1.ZF	MHz	8.5		1.ZF	4.3							
2.ZF	MHz	3.5		2.ZF	0.455							
HF Vorstufe	Röhre	7C7		HF Vorstufe	6S7GT	F						
Mischröhre	Röhre	7A8	K	Mischer	6S7GT	F						
Quarzszillator	Röhre	7C7	F	Quarzszillator	6S7GT	F						
Quarz	MHz	Kanal		Quarz	8.05							
1.ZF V1	Röhre	7C7	F	1.ZF V1	6S7GT	F						
1.ZF V2	Röhre	7C7	F									
Krist.oszi+Misch	Röhre	7A8	K	Krist.oszi+Misch	6K8GT	CH						
Quarz	MHz			Quarz	4.755							
2.ZF V1	Röhre	7C7	F	2.ZF V1	6S7GT	F						
2.ZF V2	Röhre	7C7	F	1.Begrenzer	6S7GT	F						
Begrenzer	Röhre	7AG7	F	2.Begrenzer	6S7GT	F						
Diskriminator	Röhre	7A6	B	Diskriminator	6H6GT	B						
NF V1	Röhre	7C6	BC	Rauschverstärker	6S7GT	F						
Squelch	Röhre	7AG7	F	Rauschgleichrichter	6H6GT	B						
NF V2	Röhre	7C5	L	Squelch	6C8GT	CC						
				Endstufe NF	6K6GT	L						
Umformer				Umformer								
Zerhacker		NSB/12		Zerhacker	3249							
Gleichrichtung	Röhre	7Y4	Z	Gleichrichtung	6X5GT	Z						
				Gleichrichtung	6X5GT	Z						
Röhren total	Anz	14			15							
Quarze total	Anz	3			2							
1.ZF Empf.		1+1		Empfang	1							
2.ZF		1		2.ZF	1							

Diese Gerätetypen waren nicht vorhanden und konnten im Vergleich nicht berücksichtigt werden.