

Die Funksprechanlage FuG 7a

mit Steckbausteinen

eine FM-UKW-Funksprechanlage für das 80 MHz-Band
mit 100 Kanälen und 15 W Sendeleistung

Technische Beschreibung

der Anlage, des SE-Gerätes und des Zubehörs

AH/Bs-V 300704



376 Vo/kn (Mo)

Titelbild: Sende-Empfangsgerät FuG 7a

Vervielfältigung und Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit
unserer Genehmigung gestattet.

Vorwort

Die technische Beschreibung der Funksprechanlage FuG 7a soll dem Fachmann als Arbeitsunterlage dienen und dem weniger Versierten die Anlage und ihre Wirkungsweise erklären. Als Ergänzung zu dieser Beschreibung ist die „Bedienungsanleitung der Funksprechanlage FuG 7a“ Nr. AH/Bs-V 300 626 erhältlich, in der alles, was bei der Bedienung der Anlage beim praktischen Einsatz erforderlich ist, genau erklärt ist.

Die vorliegende technische Beschreibung wurde der besseren Übersicht wegen in 3 Hauptabschnitte (Inhalt siehe Seiten 3, 5 und 7) geteilt. Sofern im Text auf ein Kapitel Bezug genommen wird, welches sich nicht im gleichen Hauptabschnitt befindet, ist der betreffende Hauptabschnitt genannt. Die Numerierung der Kapitel beginnt mit jedem Hauptabschnitt neu bei 1.

Die Numerierung der Bilder ist fortlaufend vorgenommen worden. Ausgenommen sind davon die Kleinbilder der Bildstückliste (1 Übersicht) im ersten Hauptabschnitt. Alle Bilder sind in einheitlichem Maßstab gedruckt. Er ist 1:8 in der Übersicht (1.) und 1:4 bei den Textabbildungen, soweit nicht Details gezeigt werden.

1. Hauptabschnitt

Allgemeiner Teil

Zusammenstellung, Einsatz und Wartung von Funksprechanlagen FuG 7a mit Steckbausteinen

Inhalt

	Seite
1 Übersicht (Bildstückliste)	10
1.1 Grundausrüstung	10
1.2 Zubehör	11
1.3 Zusatzgeräte	13
1.4 Erweitertes Zubehör	15
1.5 Die komplette Funksprechanlage FuG 7a	16
1.6 Auskünfte	20
2 Wissenswerte Hinweise für den praktischen Einsatz	20
2.1 Wie wird die Funksprechanlage FuG 7a bedient	20
2.2 Einlaufzeit	20
2.3 Welche Reichweite kann erzielt werden	21
2.4 Beispiele für Funkverbindungen und Funknetze	23
3 Wartung und Reparatur	27
3.1 Wie wird die Funksprechanlage FuG 7a gewartet? Pflege und Werterhaltung	27
3.2 Was tut man bei Störungen?	27
3.3 Bestellliste wichtiger Ersatzteile	27

2. Hauptabschnitt

SE-Gerät FuG 7a

mit Steckbausteinen

Technische Unterlagen, Beschreibung und Prüfvorschrift

Inhalt

	Seite
1 Technische Daten	30
1.1 Allgemeines	30
1.2 Sender	31
1.3 Empfänger	32
1.4 NF-Kraftverstärker	32
2 Stromversorgung des SE-Gerätes	33
2.1 Stromversorgungsspannungen	33
2.2 Betriebsspannungen	33
2.3 Spannungsumschaltung 12 V/24 V	33
3 Mechanischer Aufbau und Zerlegung	34
3.1 Der mechanische Aufbau	34
3.2 Zerlegung des SE-Gerätes, Ausbau der Bausteine	34
4 Schaltung und Wirkungsweise	36
4.1 Senden	36

	Seite
4.2 Empfangen	38
4.3 Betriebsarten	40
4.4 Frequenzen: Aufbereitung und Trennung	44
4.5 Sonderfunktionen	47
4.6 Die Relais	50
4.7 Die Heizkreise	64
5 Technische Unterlagen des SE-Gerätes	66
5.1 Allgemeine Hinweise, Schaltplan der Relais, Erweitertes Blockschalt- bild und Kabelplan des SE-Gerätes	66
5.2 Schaltteilliste, Bausteinansichten und Stromlaufplan des Bausteines 1	73
5.3 Schaltteilliste, Bausteinansichten und Stromlaufplan des Bausteines 2	81
5.4 Schaltteilliste, Bausteinansichten und Stromlaufplan des Bausteines 3	88
5.5 Schaltteilliste, Bausteinansichten und Stromlaufplan des Bausteines 4	100
6 Prüfvorschrift	109
6.1 Voraussetzungen und erklärende Hinweise für die Prüf- und Abgleicharbeiten	109
6.2 Erforderliche Meßgeräte und Prüfmittel	114
6.3 Nachstimmen des Bausteines 1	116
6.4 Zusammenfassung der elektrischen Werte des Bausteines 1	119
6.5 Nachstimmen des Bausteines 2	119
6.6 Zusammenfassung der elektrischen Werte des Bausteines 2	121
6.7 Nachstimmen des Bausteines 3	121
6.8 Zusammenfassung der elektrischen Werte des Bausteines 3	126
6.9 Nachstimmen des Bausteines 4	127
6.10 Zusammenfassung der elektrischen Werte des Bausteines 4	128
6.11 Nachstimmen der HF-Weiche des Bausteines 4 elektrische Werte	129
6.12 Funktionsprüfung des SE-Gerätes	130
6.13 Erweiterte Gültigkeit der Prüfvorschrift	131
7 Sonderausführungen	132
7.1 Sonderausführung FuG 7a-1	132
7.2 Sonderausführung FuG 7a-2	134

3. Hauptabschnitt

Grundausrüstung und Zubehör

für das

SE-Gerät FuG 7a mit Steckbausteinen

Inhalt

	Seite
1 Geräte und Teile der Grundausrüstung	138
1.1 Stromversorgung Typ Wr 553/1 (Batteriestromversorgung)	138
1.2 Netzgerät 220 V, Typ FuG 7 (Netzstromversorgung)	145
1.3 Das Stromversorgungskabel	151
1.4 Der Handsprechhörer „Ackermann“ mit dynamischem Mikrofon	151
1.5 Der Handsprechhörer „Albis“	152
1.6 Antennen	154
2 Zubehör	157
2.1 Der Montagerahmen für das SE-Gerät (Roverhalterung)	157
2.2 Der Schwing- und Montagerahmen für die Stromversorgung	158
2.3 Der Tragegurt	158
2.4 Bediengerät BG 515/1 und Bediengerät-Verbindungsleitung	159
2.5 Die Gabelhalterung	162
2.6 Der Kommandolautsprecher	163
2.7 Der Relaisstellenzusatz 20 FuG 7a 12/24 V	163
2.8 Der Abstrahlanzeiger 2	165
2.9 Diskriminator-Begrenzerstrommesser und Universal-Prüfinstrument Typ Pr 0	167
2.10 Diverse Stecker und Buchsen	167

1. Hauptabschnitt

Allgemeiner Teil

Zusammenstellung, Einsatz und Wartung von Funksprechanlagen FuG 7 a

Inhaltsangabe siehe Seite 3

1 Übersicht (Bildstückliste)

1.1 Grundausrüstung

Geräte und Teile, die unbedingt zum Aufbau einer funktionsfähigen Funksprechanlage FuG 7a benötigt werden.



Die Bilder der Stückliste unter 1.1 bis 1.3 sind nicht numeriert. Alle Teile sind einheitlich im Maßstab 1:8 dargestellt (Antennen ca. 1:100).

1.1.1 Sende-Empfangs-Gerät, Typ FuG 7a (SE-Gerät)

Das SE-Gerät FuG 7a enthält einen kompletten Sender und Empfänger mit eingebauter Antennenweiche. Es wird ortsfest oder fahrbar eingesetzt. Sein Frequenzbereich ist in das Unterband 75,275–77,725 MHz und das Oberband 85,075–87,525 MHz aufgeteilt. Innerhalb dieser Bänder mit je 2,45 MHz Breite stehen für Gegensprechbetrieb 50 Frequenzpaare (Kanalpaare) oder für Wechselsprechbetrieb $2 \times 50 = 100$ Frequenzen (Kanäle) zur Verfügung. Die Senderleistung beträgt 15 W.

Gewicht 9,6 kg

Beschreibung und technische Unterlagen des SE-Gerätes sind im 2. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten.

1.1.2 Sende-Empfangs-Gerät, Typ FuG 7a-1 (SE-Gerät, Sonderausführung)

Dieses SE-Gerät ist eine Sonderausführung mit einem Frequenzbereich von 72,750–75,200 MHz und 82,550–85,000 MHz.

Beschreibung und technische Unterlagen sind im 2. Hauptabschnitt, Ziffer 7.1 dieser Beschreibung enthalten (Seite 132).

Gewicht 9,6 kg

Die Abbildung entspricht der des Teiles 1.1.1.

1.1.3 Sende-Empfangsgerät, Typ FuG 7a-2 (SE-Gerät, Sonderausführung)

Dieses SE-Gerät ist eine Sonderausführung mit einem Frequenzbereich von 74,275–76,725 MHz und 84,075–86,525 MHz.

Beschreibung und technische Unterlagen sind im 2. Hauptabschnitt, Ziffer 7.2 dieser Beschreibung enthalten (Seite 134).

Gewicht 9,6 kg

Die Abbildung entspricht der des Teiles 1.1.1

1.1.4 Stromversorgung Typ Wr 553 (Batteriestromversorgung)

Die Batteriestromversorgung erzeugt die für die Funktion des SE-Gerätes FuG 7a nötigen Betriebsspannungen aus 12-V- oder 24-V-Batterien. Die Batteriestromversorgung kann wahlweise statt der Netzstromversorgung (1.1.5) benutzt werden.

Gewicht 8,4 kg

Beschreibung und technische Unterlagen dieser Stromversorgung sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 138).

1.1.5 Netzgerät 220 V, Typ FuG 7 (Netzstromversorgung)

Die Netzstromversorgung erzeugt die für die Funktion des SE-Gerätes FuG 7a nötigen Betriebsspannungen aus 220 V, 50 Hz. Die Netzstromversorgung kann wahlweise statt der Batteriestromversorgung (1.1.4) benutzt werden.

Gewicht 9,1 kg

Beschreibung und technische Unterlagen dieser Stromversorgung sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 145).



1.1.6 Stromversorgungskabel, B 37 149 ¹⁾, 37 197 ²⁾

Dieses Kabel dient zur elektrischen Verbindung zwischen SE-Gerät und Batterie- oder Netzstromversorgung. Die technischen Unterlagen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 151).

¹⁾ (2,5 m lang)

²⁾ (3,5 m lang)



1.1.7 Handsprechhörer „Ackermann“, B 36 600

Handsprechhörer mit dynamischem Mikrofon, zum Einschalten (Sprechtaste) und Besprechen des Senders und Abhören des Empfängers (normal gelieferte Ausführung). Technische Unterlagen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 151).



1.1.8 Handsprechhörer „Albis“, B 36 601

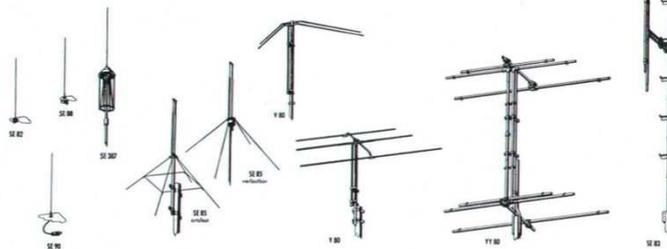
Funktion und Ausführung wie Teil 1.1.7, jedoch andere äußere Form. Die Lieferung erfolgt nur auf besonderen Wunsch.

Technische Unterlagen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 152).



1.1.9 Antennen

Für die Funksprechanlage FuG 7a stehen mehrere Antennen in verschiedenen Ausführungen und für verschiedene Anwendungsmöglichkeiten zur Verfügung. Eine Übersicht mit jeweiliger Angabe der technischen Unterlagen ist im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 154).



1.2 Zubehör

Geräte und Teile, mit denen eine Funksprechanlage FuG 7a ergänzt werden kann.

1.2.1 Montagerahmen für das SE-Gerät, (Roverhalterung), B 40 008

zur schüttelsicheren Montage (stehend oder geneigt) des SE-Gerätes in Kraftfahrzeugen und an ähnlichen nicht erschütterungsfreien Montageorten.

Gewicht 3,1 kg

Erläuterungen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 157).





1.2.2 Schwing- und Montagerahmen B 40 325 für die Stromversorgungen, Teile 1.1.3 und 1.1.4 sowie für das Ladegerät Teil 1.3.1

Der Schwingrahmen dient zur schüttelsicheren Montage der Stromversorgung in Kraftfahrzeugen bzw. an ähnlichen nicht erschütterungsfreien Montageorten. Er wird auch zur Montage des Ladegerätes verwendet.

Gewicht 1,1 kg

Erläuterungen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 158).



1.2.3 Tragegurt, B 40 360

Stabiler Ledergurt mit Metalleinhängern an beiden Enden; mit ihm kann das SE-Gerät als Handlast getragen werden.

Erläuterungen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 158).



1.2.4 Bediengerät BG 515/1 und Bediengerät-Verbindungsleitung

zur Fernbedienung des SE-Gerätes. Es enthält alle für die normale Betriebsabwicklung notwendigen Bedienelemente. Die Verbindungsleitung wird in der jeweils gewünschten Länge (max. 25 m) geliefert.

Gewicht 1,2 kg

Beschreibung und technische Unterlagen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (S. 159).



1.2.5 Gabelhalterung B 40 009

zum Einhängen des Handsprechhörers „Ackermann“, Teil. 1.1.7.

Erläuterungen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 162).



1.2.6 Kommandolautsprecher B 6 022

für 10 W Sprechleistung, komplett mit Anschlußkabel zum Anschluß an das SE-Gerät bei Verstärkerbetrieb. Gewicht 1,95 kg

Erläuterungen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 163).

1.2.7 Relaisstellenzusatz 20 FuG 7a 12/24 V

Er wird bei der Betriebsart „Große Relaisstelle“ zur elektrischen Verbindung von zwei SE-Geräten zu einer großen Relaisstation benötigt.

Gewicht 1,2 kg

Beschreibung und technische Unterlagen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (S. 163).



1.2.8 Abstrahlanzeiger 2

für direkten Anschluß an das SE-Gerät zur Messung der abgestrahlten Senderleistung und des Begrenzerstromes des Empfängers.

Gewicht 0,65 kg

Beschreibung und technische Unterlagen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (S. 165).



1.2.9 Diskriminator-Begrenzerstrommesser und Universal-Prüfinstrument Typ Pr 0

mit Anschlußkabel und Stecker zur Normal-Pegel-Kontrolle an Batterie- und Netzstromversorgung und zur Kontrolle des Diskriminator- oder des Begrenzerstromes des SE-Gerätes. Erläuterungen sind im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (Seite 167).



1.2.10 Diverse Stecker und Buchsen

passend zu den Buchsen und Steckern des SE-Gerätes, der Stromversorgungen und des Bediengerätes. Näheres ist im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung enthalten (ohne Abb., siehe auch Seite 167).

1.3 Zusatzgeräte

Geräte und Einrichtungen, die eine Funksprechanlage FuG 7a erweitern und zusätzliche Funktionen ermöglichen.

1.3.1 Ladegerät

zum Aufladen der jeweils benutzten 12- oder 24-V-Batterien. Anschlußwerte 220 V, 50 Hz.

Höhe mm	Breite mm	Tiefe mm	Gewicht kg
154	154	375	7

Technische Unterlagen sind in der Beschreibung AH/Bs-V 300702 enthalten.

B 3-5935



1.3.2 Feldfunkgabel

zur Überleitung von Funkgesprächen (im Gegen- und Wechselsprechen) vom 4-Draht-Funkweg auf den 2-Draht-Fernsprechweg (OB) und umgekehrt. In Verbindung mit Teil 1.3.3, Überleitung in OB- und ZB-Fernsprechnetze oder umgekehrt möglich.

Höhe mm	Breite mm	Tiefe mm	Gewicht kg
230	360	200	10,3

Technische Unterlagen sind in der Beschreibung AH/Bs-V 300702 enthalten.



B 3-5305/1



3-8431/1

1.3.3 Funkvermittlung

für den Anschluß von 2 ZB- und 8 OB-Teilnehmern. Die SE-Anlage FuG 7a mit der Feldfunkgabel, Teil 1.3.2 ist als OB-Teilnehmer anschließbar.

Höhe mm	Breite mm	Tiefe mm	Gewicht kg
270	475	205	14,2

Technische Unterlagen sind in der Beschreibung AH/Bs-V 300702 enthalten.



1.3.4 Funkdrahtvermittlung VM 560

für die Überleitung eines Funkgespräches in ZB-Fernsprechnetze. Funkgabel und Vermittlung in einem Gerät. Zur kompletten Funkdrahtvermittlung gehören

- Funkdrahtvermittlung VM 560
- Stromversorgungskabel
- Mikrofon MD 42
- Schwanenhals
- Ständer mit Taste und Anschlußkabel
- Fußtaste mit Anschlußkabel
- Anschlußkabel für Telefon
- Handsprechhörer mit Sprech- und Anschlußschnur für Telefon.

Technische Unterlagen sind in der Beschreibung Funkdrahtvermittlung VM 560-FuG 7/AHW-München enthalten.

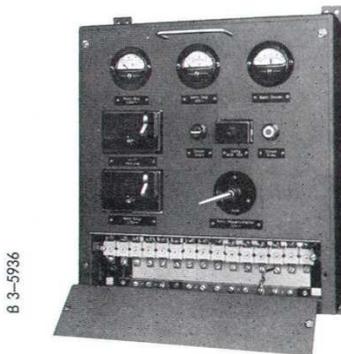


1.3.5 Abstrahlanzeiger 1

zur Messung der abgestrahlten Senderleistung, der Batteriespannung und des Begrenzerstromes des Empfängers. Der Abstrahlanzeiger 1 wird im Gerätetisch Teil 1.3.7 eingebaut verwendet.

Höhe mm	Breite mm	Tiefe mm	Gewicht kg
125	90	100	1,3

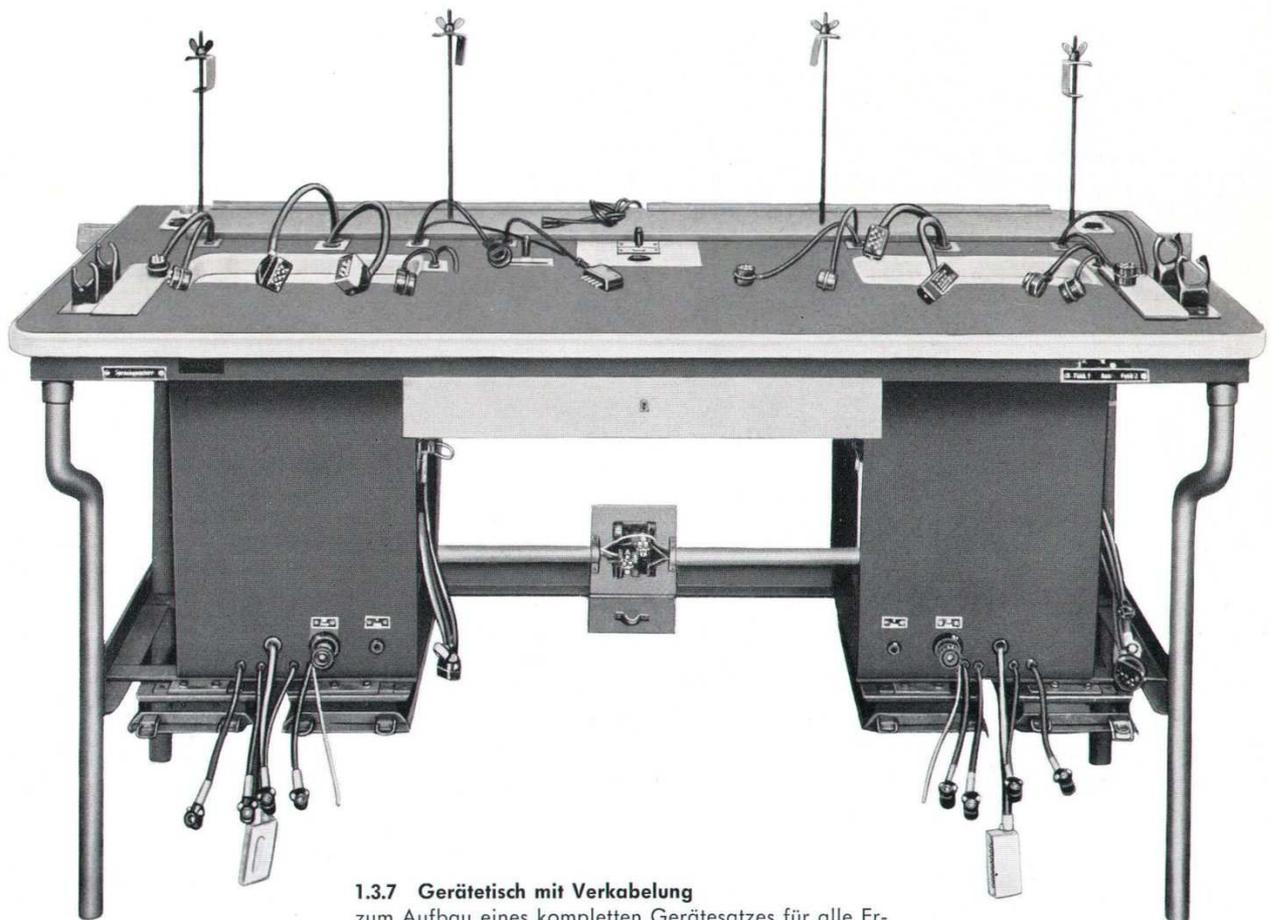
Technische Unterlagen sind in der Beschreibung AH/Bs-V 300702 enthalten.



1.3.6 Schalttafel

zur Überwachung der gesamten Stromversorgung eines Gerätetisches (Teil 1.3.7).

Technische Unterlagen sind in der Beschreibung AH/BS-V/300702 enthalten.



1.3.7 Gerätetisch mit Verkabelung
zum Aufbau eines kompletten Gerätesatzes für alle Erfordernisse und Betriebsarten.

Höhe mm	Breite mm	Tiefe mm	Gewicht kg
ca. 760	1400	570/650	unbestückt ca. 50 kg

Technische Unterlagen sind in der Beschreibung AH/Bs-V 300702 enthalten.

1.4 Erweitertes Zubehör

Geräte, Einrichtungen und Teile für Sonderzwecke wie Wartung, Prüfung und Reparatur der Anlagen, Sonderstromversorgung, besondere Antennenausrüstung usw.:

Prüfgerät FuG 7/D 2-S
Stromversorgungsaggregat
Lademaschinensatz
Batterieanzeigeeinstrument
Funkbatterie 12 V oder 24 V
Batteriekasten
Antennenmasten mit Zubehör

Masthalterungen
Antennenverlängerungskabel
Ersatzkabelsortiment
Segeltuchtasche für Kabelsatz
u.s.w..

Auskünfte über weiteres Material, sowie über die jeweiligen Liefermöglichkeiten, erhalten Sie in den zuständigen Geschäftsstellen der Firma TELEFUNKEN (Verzeichnis siehe unter 1.6).

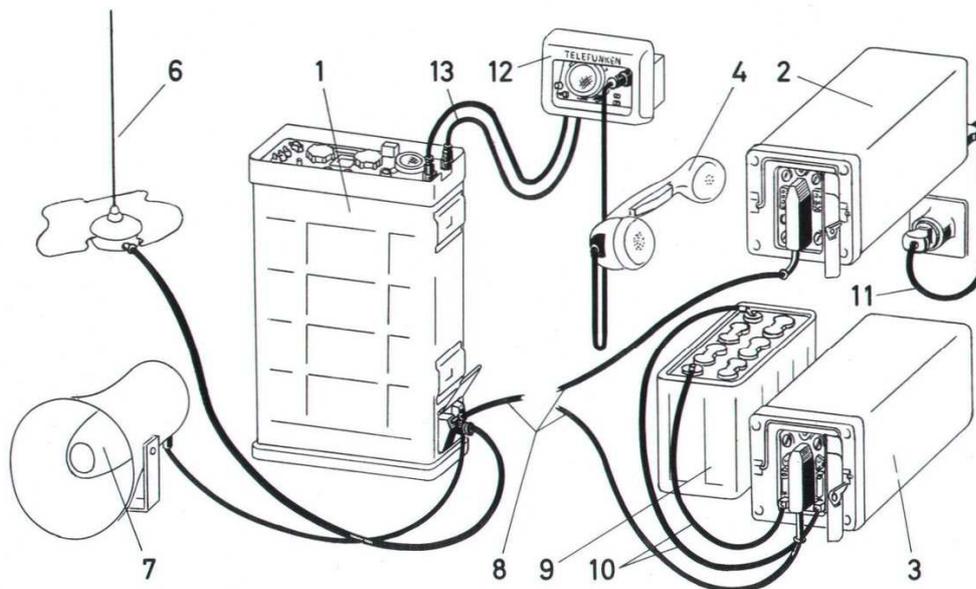


Bild 2

1.5.2 Kabelverbindungen zwischen den Geräten einer Funksprechanlage normaler Ausstattung mit Bediengerät.

Der Kommandolautsprecher und eine der beiden Stromversorgungen sind nur zur Demonstration der Kabelverbindungen eingezeichnet (siehe Bild 2).

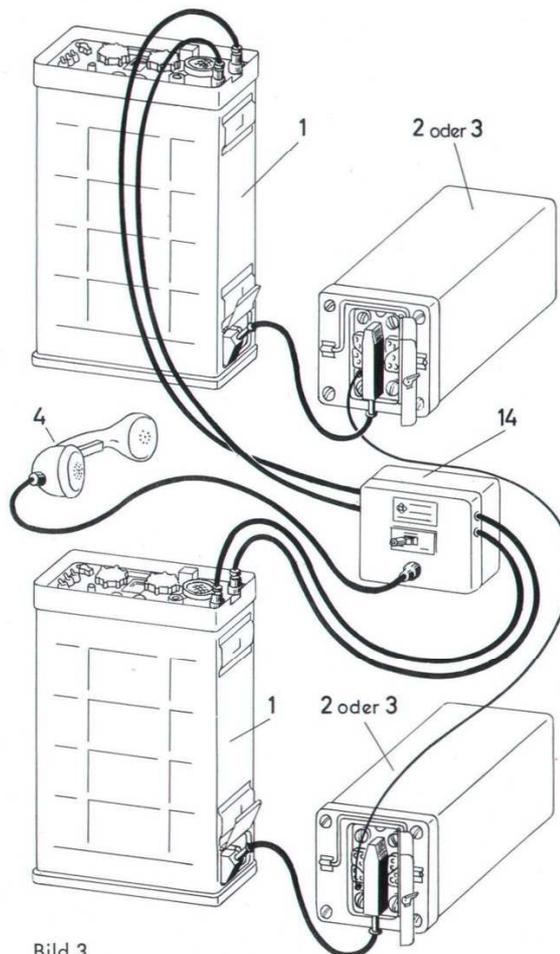


Bild 3

1.5.3 Kabelverbindungen zwischen den Geräten einer großen Relaisstelle

Außer den elektrischen Verbindungen zum Anschließen des Relaiszusatzes ist unbedingt zwischen den Stromversorgungen eine Masseleitung herzustellen (siehe Bild 3).

1.5.4 Anschluß einer Funksprechanlage an eine Feldfunkgabel

zur Überleitung von Funkgesprächen auf einen OB-Feldfernsprecher und umgekehrt. Der Feldfernsprecher kann

bis zu 10 km, und bei Verwendung geeigneten Leitungsmaterials noch erheblich weiter, vom Ort der Funksprechanlage und der Feldfunkgabel abgesetzt werden.

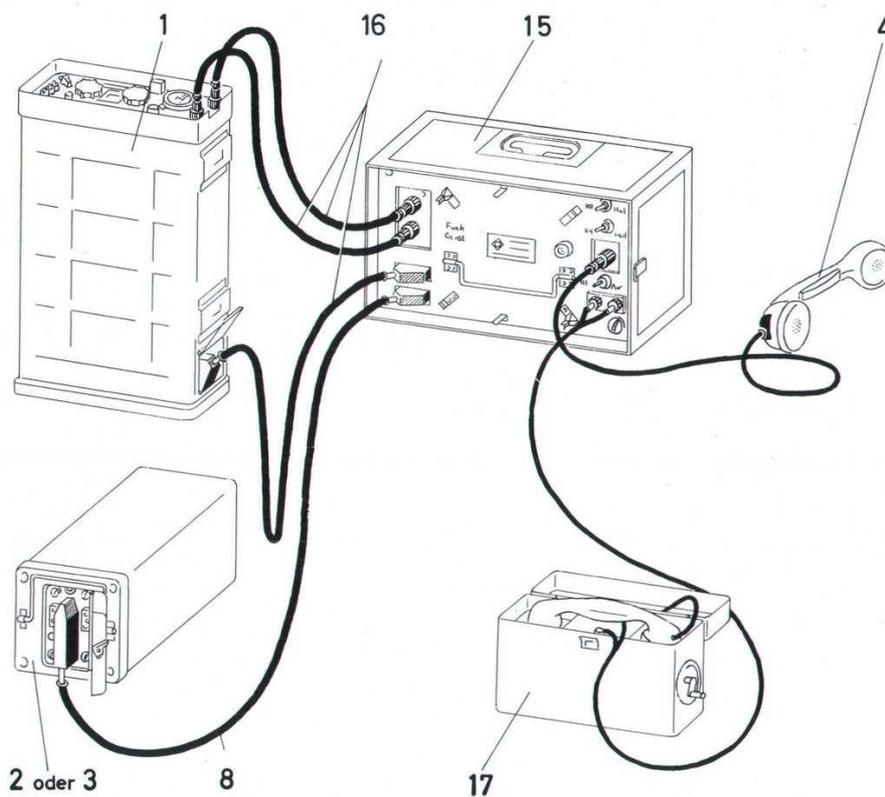


Bild 4

Für Handsprechhörer mit dynamischem Mikrofon steht ein Zwischenstecker mit eingebautem Transistorvorverstärker 53-1048.080-00 zur Verfügung, ebenso weitere

Zwischenstecker (53.1048.070-00 und 53.1048.074-00) für die in FuG-7- und FuG-7a-Anlagen unterschiedlichen Buchsen.

1.5.5 Anschluß einer Funksprechanlage mit Feldfunkgabel an eine Funkvermittlung
zur Überleitung von Funkgesprächen zu den Teilnehmern eines OB- oder ZB-Fernsprechnetzes und umgekehrt.

Die Einheit, Funksprechanlage mit Feldfunkgabel, ist wie ein OB-Feldfernsprecher an einen OB-Anschluß der Funkvermittlung anzuschließen. Es können daher auch mehrere Funkstationen an einer solchen Vermittlung angeschlossen werden (siehe Bild 5).

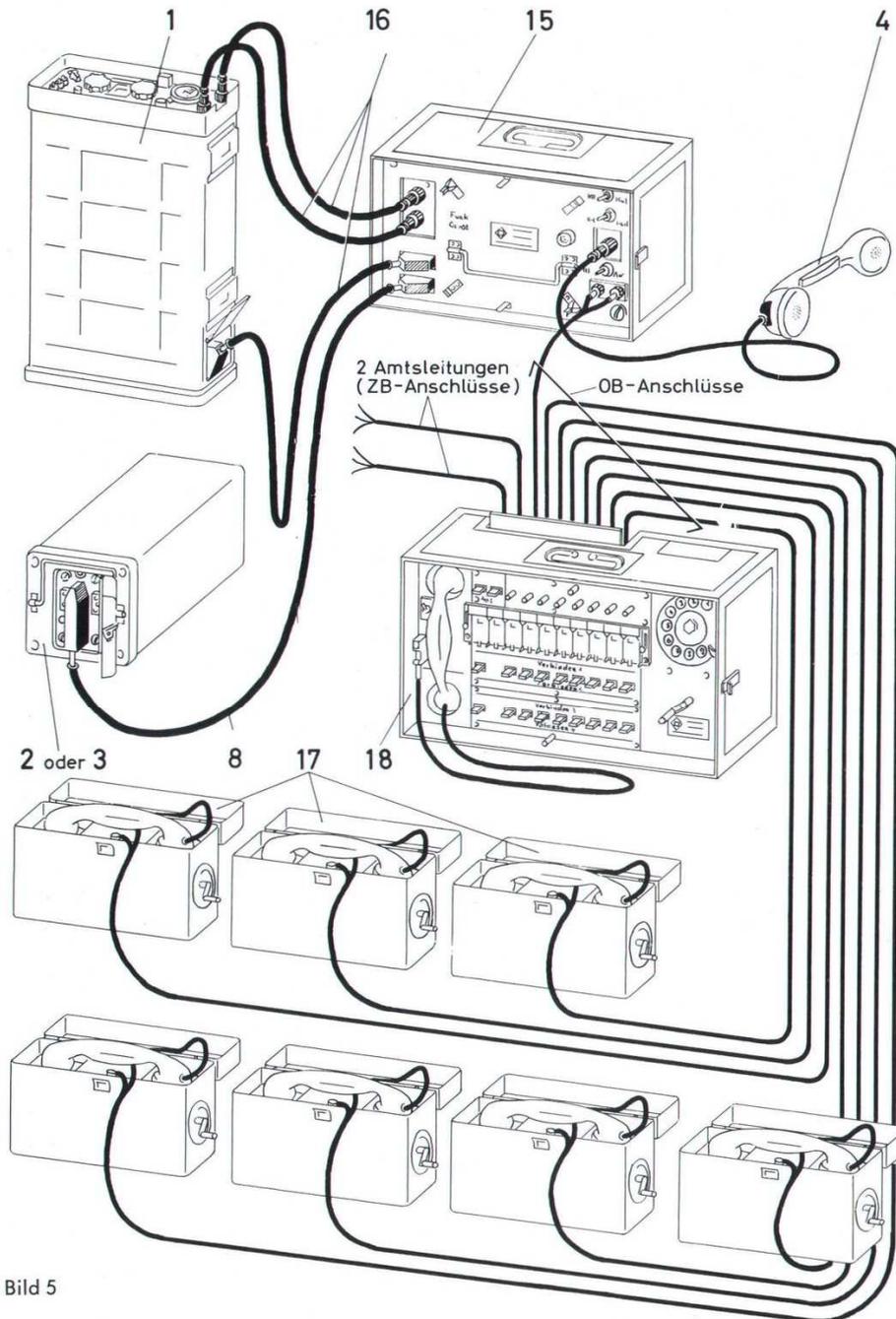


Bild 5

Für Handsprechhörer mit dynamischem Mikrofon steht ein Zwischenstecker mit eingebautem Transistorvorverstärker 53-1048.080-00 zur Verfügung, ebenso weitere

Zwischenstecker (53.1048.070-00 und 53.1048.074-00) für die in FuG-7- und FuG-7a-Anlagen unterschiedlichen Buchsen.

1.6 Auskünfte

über die Funksprechanlage FuG 7a, über das gesamte Zubehör, sowie die Ersatzteilbeschaffung erhalten Sie in den Geschäfts- und Verbindungsstellen der

TELEFUNKEN GmbH:

Geschäftsstelle Berlin
Bereiche Anlagen

1 Berlin-Charlottenburg 1
Ernst-Reuter-Platz 7
Fernruf: 03 11-34 00 21
Fernschreiber: 1 84 467

Ingenieurbüro Dortmund
Bereiche Anlagen

46 Dortmund
Ernst-Mehlich-Straße 6
Fernruf: 02 31-52 86 25/26
Fernschreiber: 8 22 177

Geschäftsstelle Frankfurt
Bereiche Anlagen

6 Frankfurt (Main)
Stiftstraße 30
Fernruf: 06 11-2 09 41
Fernschreiber: 4 11 306

Verbindungsstelle Bonn

53 Bonn (Rhein)
Schaumburg-Lippe-Str. 5
Fernruf: 0 22 21-5 32 51
Fernschreiber: 8 86 814

Geschäftsstelle Düsseldorf
Bereiche Anlagen

4 Düsseldorf
Neanderstraße 6
Fernruf: 02 11-68 33 91
Fernschreiber: 8 586 740

Geschäftsstelle Hamburg
Bereiche Anlagen

2 Hamburg 1
Ferdinandstraße 29
Fernruf: 04 11-32 15 46
Fernschreiber: 2 11 307

Ingenieurbüro Kiel
Bereiche Anlagen

23 Kiel-Ellerbek
Werftstraße 90
Fernruf: 04 31-7 30 91

Ingenieurbüro
Saarbrücken
Bereiche Anlagen

66 Saarbrücken
Großherzog-Friedr.-Str. 31
Fernruf: 06 81-2 36 21

Geschäftsstelle München
Bereiche Anlagen

8 München 22
Widenmayerstraße 19
Fernruf: 08 11-22 80 25
Fernschreiber: 5 23 916

Geschäftsstelle Stuttgart
Bereiche Anlagen

7 Stuttgart O
Pfizerstraße 8
Fernruf: 07 11-24 19 19
Fernschreiber: 7 23 704

Auch bei Störungen und notwendig werdenden Reparaturen an Ihrer Funksprechanlage wenden Sie sich vorzuziehend an die obengenannten Geschäftsstellen, möglichst jedoch an die Geschäftsstelle, von der Sie Ihr Funksprechgerät FuG 7a bezogen haben. Die Geschäftsstellen verfügen über einen Reparaturdienst mit speziell geschultem Fachpersonal.

2 Wissenswerte Hinweise für den praktischen Einsatz

2.1 Wie wird die Funksprechanlage FuG 7a bedient

Von Zusatzgeräten, wie Funkvermittlung, Feldfunkgabel u. a., die separat bedient werden müssen, abgesehen, sind alle für die Bedienung der Funksprechanlage nötigen Schalter, Drucktasten und Regler – mit Ausnahme der Sprechtaaste (Sendetaste) am Handsprechhörer – auf der Frontplatte (Bedienungsfeld) des Sende-Empfangsgerätes eingebaut (siehe Bild 42).

Die Anlage kann bei Bedarf auch an einem vom SE-Gerät absetzbaren Bediengerät, in dem alle für die Steuerung der Übertragung eines Funkgespräches notwendigen Bedienungselemente enthalten sind, vorgenommen werden.

Beide Möglichkeiten sind ausführlich in einer handlichen, gebrauchsfesten und gegen Feuchtigkeit geschützten Druckschrift, der „Bedienungsanleitung für die Funksprechanlage FuG 7a“, AH/Bs-V 300626, behandelt. In dieser Druckschrift sind auch alle anderen Fragen, die man bei der Bedienung der Funksprechanlagen FuG 7a im praktischen Einsatz wissen sollte, ausführlich beschrieben. Für die Aufbewahrung dieser Bedienungsanleitung wurde deshalb direkt am Gehäuse des SE-Gerätes eine Tasche angesetzt (siehe auch Bild 113 im 3. Hauptabschnitt dieser Beschreibung).

2.2 Einlaufzeit

Eine Funksprechanlage FuG 7a ist nicht sofort nach dem Einschalten betriebsbereit. Durch die Röhrenanheizzeit bedingt, ist das SE-Gerät und damit die gesamte Anlage erst nach etwa 30 bis 60 sec betriebsfähig, d. h. erst nach 30 bis 60 sec kann ein gut verständliches Funkgespräch geführt werden.

Obwohl damit die wesentlichste Forderung erfüllt ist, wird nach Ablauf dieser Zeit die vorgeschriebene Frequenztoleranz noch nicht eingehalten, denn die Eigenwärmerung aller Gerätetufen, und damit auch die der

frequenzbestimmenden Teile, hat nach Ablauf von 30 bis 60 sec den Endzustand noch nicht erreicht.

Mit dem Einlauf der Betriebsfrequenz in den Bereich innerhalb der vorgeschriebenen Toleranzgrenzen kann unter günstigen Bedingungen etwa 3 1/2 min nach dem Einschalten gerechnet werden. Unter ungünstigen Bedingungen, z. B. Einschalten eines auf -20° C unterkühlten Gerätes, wird die Einlaufdauer 10 min nicht überschreiten (Näheres siehe auch unter 4.4, 2. Hauptabschnitt „Frequenzen, Aufbereitung und Trennung“).

2.3 Welche Reichweite kann erzielt werden

und was muß bei der Aufstellung und bei der Standortwahl der Antenne beachtet werden?

Moderne UKW-FM-Funksprechgeräte, wie z. B. FuG 7a, haben innerhalb ihrer Reichweite gleichbleibenden Empfang, d. h. Lautstärke und Verständigungsgüte verändern sich nicht. Durch dieses Charakteristikum verwöhnt, überschätzt man häufig die Leistung des Gerätes in bezug auf die Reichweite und glaubt, beim Überschreiten derselben von dem plötzlichen Abbruch der Verbindung überrascht, an eine Störung im Gerät. Für den Funksprech-Praktiker ist es daher wichtig, Näheres über die Reichweite zu wissen.

Unter dem Begriff Reichweite versteht man die größtmögliche Entfernung zwischen zwei Funksprechgeräten, bei der gerade noch eine einwandfreie Verständigung möglich ist. Sie ist von vielen Faktoren abhängig, die nachstehend genannt, erläutert und in ihrer Wichtigkeit und ihrem Einfluß beurteilt werden.

Die **Senderleistung** ist die wichtigste Kenngröße eines Funksprechgerätes. Es ist die Hochfrequenzleistung, die in der letzten Verstärkerstufe des Senders erzeugt und lediglich um die niedrigen Verluste in der Antenne und in den Zuleitungen zu dieser verringert, zur drahtlosen Übertragung des Nutzsignales ausgesendet wird. Die ausgestrahlte Senderleistung breitet sich theoretisch dem Strahlensatz entsprechend aus. Die zum Empfang benutzte Antenne hat eine bestimmte wirksame Absorptionsfläche, von der im Abstand 1 vom Sender eine Leistung N absorbiert (empfangen) wird. Im Abstand 2 verteilt sich diese Leistung auf eine viermal so große, im Abstand 3 auf eine neunmal so große Fläche, so daß von der Antenne entsprechend nur $N/4$ bzw. $N/9$ empfangen wird (siehe Bild 6). Es wird also theoretisch bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen mit der vierfachen Senderleistung eine doppelte, mit der neunfachen eine dreimal so große Entfernung überbrückt wie mit der einfachen Senderleistung. Mit einem Gerät größerer Senderleistung werden daher von vornherein größere Reichweiten zu erzielen sein.

Der Sender des Funksprechgerätes FuG 7a hat 15 W Ausgangsleistung, daß ist z. Z. die obere Leistungsgrenze für in Kraftfahrzeugen eingesetzte UKW-Funksprechanlagen.

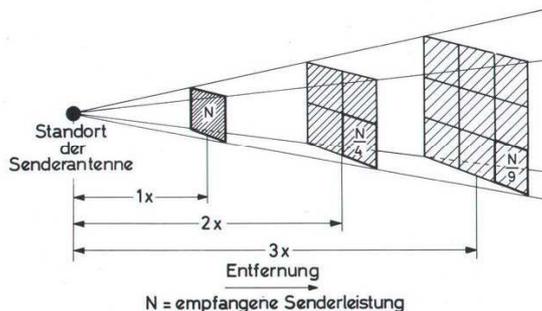


Bild 6 Theoretische Verteilung der **Senderleistung**. Man erkennt, daß die von einer gleichbleibend großen Antennenfläche empfangene Leistung mit dem reziproken, quadratischen Verhältnis der Entfernung abnimmt.

Die **Empfängereingangs-Empfindlichkeit**, in $k\Omega$ oder, wie meistens in der Praxis, in μV gemessen, ist, zusammen mit der Senderleistung der Gegenstation, die wichtigste Kenngröße des Gerätes selbst, aus der man Rückschlüsse auf die zu erzielende Reichweite ziehen kann. Gemessen in μV ist es die der empfangenen Senderleistung entsprechende und nach dem Ohmwert der Antenne umgerechnete Spannung, die der Empfänger benötigt, um ein bestimmtes, der HF-Leistung aufmoduliertes Nutzsignal gegenüber dem Empfängereingangsrauschen um 20 dB (1:10) anzuheben. Im Zusammenhang mit der Reichweite wird diese Kenngröße jedoch nur noch selten erwähnt, weil der mögliche Bestwert der Praxis von fast allen Geräten nahezu erreicht wird und eine Verbesserung nur mit erheblichem Mehraufwand möglich ist. Bemerkbar macht sich die Empfängereingangs-Empfindlichkeit erst dann, wenn ihr Wert z. B. durch Verstimmung der Eingangskreise oder Verwendung nichtangepaßter Antennen ungünstiger wird. Eine unempfindlich gewordene Empfängereingangsschaltung ist daher auch häufig die Ursache einer zu geringen Reichweite.

Die Form (Typ) der jeweils benutzten **Antennen** hat zunächst, soweit es sich um Antennen ohne Gewinn handelt, und richtige Anpassung an den Empfängereingang bzw. Senderausgang sowie richtige Polarisation vorausgesetzt, keinen Einfluß auf die Reichweite. Im Zusammenhang mit den Ausbreitungsverhältnissen jedoch ist es wichtig, an welchem Ort die Montage vorgenommen wird bzw. bei getragenen oder fahrbar eingesetzten Anlagen, in welcher Umgebung gesendet und empfangen wird. Grundsätzlich gilt: je höher sich eine Antenne über dem Erdboden und dem Gesamtniveau der Umgebung befindet, um so größer wird die damit erzielbare Reichweite sein.

Bei ortsfest betriebenen Anlagen wird man daher die Verhältnisse genau prüfen und den günstigsten Ort (Turm, hohes Gebäude, Bergkuppe usw.) für die Antenne sorgfältig bestimmen. Man wird auch, soweit es bei der Art der geplanten Funkverbindung möglich ist, Richtantennen benutzen.

Bei getragenen oder fahrbar eingesetzten Anlagen gelten – da die Antenne und das Funksprechgerät räumlich nicht getrennt werden können – andere Voraussetzungen.

Im Nahbereich und im Bereich mittlerer Entfernung der Gegenstation wird, bedingt durch die sog. diffuse Reflexion, praktisch jede Zone mit für einwandfreien Empfang ausreichender Senderfeldstärke versorgt, so daß für die Aufstellung der Antenne bzw. der Station keine besonderen Maßnahmen erforderlich sind.

Bei Funksprechbetrieb über größere Entfernungen im Bereich der Grenzreichweite ist, um eine gute Funkverbindung sicherzustellen, nach Möglichkeit ein hochgelegener Ort mit freiem Gelände in Richtung zur Gegenstation zu wählen, damit die Antenne die Senderleistung frei abstrahlen kann und die einfallende Senderleistung des Funksprechpartners nicht abgeschirmt oder gestört wird. Standorte innerhalb geschlossener Ortschaften, unter Brücken und Freileitungen, in engen Tälern und dichten Waldgebieten oder in der Nähe nichtentstörter Kraftfahrzeuge sind für weite Verbindun-

gen (siehe auch unter „Ausbreitungsverhältnisse“) nicht geeignet. Oft bringt bei schlechter Funkverbindung ein Standortwechsel von wenigen Metern eine wesentliche Empfangsverbesserung. Bei Tarnung einer Funksprechanlage muß beachtet werden, daß der Antennenstab frei aus der Tarnung herausragt.

Bei Funksprechbetrieb während der Fahrt (Funkfahrzeug) kann deshalb der Empfang beim Passieren von Freileitungen, beim Durchfahren enger, dicht bebauter Stadtstraßen, beim Unterqueren von Brücken, Eisenkonstruktionen u. a. vorübergehend schlechter werden.

Die **Ausbreitungsverhältnisse** der Frequenzen des Funksprechgerätes FuG 7a (80 MHz-Band) entsprechen annähernd optischen Verhältnissen, d. h. sie breiten sich aus wie das Licht einer Lichtquelle.

Für die Frequenzen stellt also bereits jeder Berg und, streng genommen, auch jedes Gebäude, jedes Waldstück usw. ein Hindernis dar, durch das es zur Bildung von sog. Schattenzonen, das sind Zonen, in denen kein oder nur geschwächter Empfang möglich ist, kommen kann. Wie bereits erwähnt, werden solche Zonen häufig durch Reflexion mit Senderleistung versorgt. Diese Reflexionen entstehen an Flächen, die aus der Schattzone herausragen, sie sind meist diffus und versorgen daher das Schattengebiet relativ gleichmäßig mit Senderleistung (siehe Bild 7). Im Nahbereich des Senders und im Bereich mittlerer Entfernung werden durch diese diffuse Reflexion nahezu alle Schattenzonen „erhellt“. Erst in größeren Entfernungen wird durch die Dämpfung, die mit der Reflexion verbunden ist, die für einwandfreien Empfang erforderliche Senderfeldstärke unterschritten, und es gilt das in Verbindung mit der Wahl des Antennenstandortes Gesagte.

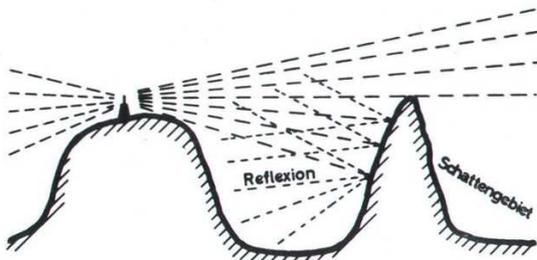


Bild 7 Versorgung einer Schattzone mit Senderleistung durch diffuse Reflexion.

Eine **Richtantenne** strahlt die Senderleistung durch Bündelung derselben bevorzugt in einer bestimmten Richtung ab und empfängt dementsprechend bevorzugt auch in dieser Richtung. Diese Antennen werden genau auf die Gegenstation ausgerichtet und ermöglichen so wesentliche Erhöhungen der Reichweite. Werden von beiden Funkpartnern Richtantennen benutzt, deren Leistungsgewinn z. B. je Antenne nur 3 dB beträgt (ein einfacher Dipol mit einem Reflektor und einem Direktor, also eine sehr einfache Ausführung, hat bereits 3,5 dB Gewinn), so kann damit die Reichweite etwa verdoppelt werden. Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch die Abschwächung (Ausblendung) von Störern, die nicht im Bereich der bevorzugten Empfangsrichtung liegen.

Wegen des häufigen Ortswechsels tragbar und fahrbar eingesetzter Anlagen bleibt die Benutzung von Richtantennen nur auf ortsfest benutzte FuG 7a-Anlagen beschränkt.

Die **Polarisation** der Antennen hat zwar auf die Reichweite keinen Einfluß, abgesehen von einer irrtümlich hergestellten Funkverbindung zwischen zwei Anlagen mit verschieden polarisierten Antennen, die von vornherein schlecht sein dürfte. Bei horizontaler Polarisation ist jedoch die für übersichtliche, einwandfreie Abstrahlungsverhältnisse notwendige Montagehöhe der Antennen nicht immer realisierbar, weshalb bei Fahrzeuganlagen praktisch ausschließlich mit vertikaler Polarisation gearbeitet wird.

Zusätzliche **Dämpfung** und damit Verringerung der Reichweite kann im freien Raum auch **durch Nebel oder Regen** eintreten. Im Bereich der UKW-Frequenzen sind die Dämpfungswerte selbst bei schwerem Nebel und schweren Wolkenbrüchen jedoch so gering, daß sie vernachlässigt werden können. Erst bei sehr viel höheren Frequenzen machen sie sich bemerkbar und können bei etwa 50 000 MHz erhebliche Werte annehmen (10 dB/km und mehr).

Auch der Einfluß der **Antennenvereisung**, die in der kalten Jahreszeit auf hohen Bergen an ortsfest montierten Antennen auftritt, wird häufig überschätzt. Es treten jedoch geringe Dämpfungen auf, weshalb man von erreichbaren Antennen sehr dicken Eisbelag entfernen sollte.

Obwohl der Benutzer einer Funksprechanlage auf die Modulationsart und zum Teil auf den Modulationsgrad und die Betriebsart keinen Einfluß hat, da diese durch das erworbene Gerät gegeben sind und er somit nicht das für ihn Günstigste wählen kann, sollen die Einflüsse dieser Faktoren der Vollständigkeit halber erwähnt werden.

Im wesentlichen werden drei **Modulationsarten** verwendet:

- Amplituden-Modulation (AM)
- Phasen-Modulation
- Frequenz-Modulation (FM)

Bei neuen, modernen Funksprechgeräten, die auf den Frequenzen des 40-, 80-, 100- und 160-MHz-Bandes arbeiten, wird praktisch nur noch Frequenzmodulation (FuG 7a) bzw. Phasenmodulation mit Frequenzgangkorrektur (der Frequenzmodulation etwa gleichzusetzen) benutzt. Bei dieser Modulationsart lassen sich die NF-Verhältnisse besser stabilisieren (für die Übertragung von Meß- und Steuerungs-Impulsen sehr wichtig!); außerdem können Störungen wirkungsvoll unterdrückt werden, im Gegensatz zu AM, bei der die Störmodulation, da sie meistens den Charakter einer Amplitudenmodulation hat, vom Nutzsignal nicht mehr zu trennen ist.

Mit Erhöhung des **Modulationsgrades** wird bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen das Nutzsignal im Vergleich zum Rauschpegel angehoben. Damit wird die Güte der Funkverbindung ebenfalls verbessert. Es soll daher laut und deutlich ins Mikrofon gesprochen werden. Hineinschreien jedoch ist zwecklos. Durch Schreien wird eine schlechte Verbindung nicht besser, sondern nur schlechter (bedingt durch Erhöhung des Klirrfaktors).

Die heute benutzten **Betriebsarten** sind Telegrafie (Übertragung von Morsezeichen) und Telefonie (direkte Übertragung der Sprache). Während bei Amplituden-Modulationsgeräten mit Telegrafieübertragungen wesentlich größere Reichweiten als mit Telefonie erzielt werden, sind die Unterschiede bei Frequenz-Modulation, bedingt durch die Störfreiheit der Übertragung, auch im Grenz-Empfindlichkeitsbereich weniger groß. Mit dem Funksprechgerät FuG 7a sind wahlweise beide Betriebsarten möglich.

Unter der sog. **Überreichweite** versteht man den Empfang über eine Entfernung, die bei Berücksichtigung normaler Ausbreitungsverhältnisse nicht möglich wäre und nur durch Reflexion der abgestrahlten Senderleistung an atmosphärische Schichten entsteht und auf diese Weise die Erdkrümmung bzw. Gebirgszüge u. ä. gewissermaßen überspringt. Diese Empfangsverhältnisse sind jedoch sehr unzuverlässig und rein zufällig. Zur Überbrückung einer Entfernung, die wegen dazwischenliegender Hindernisse, z. B. Bodenerhebungen, zwischen zwei Funksprech-Endstellen nicht unmittelbar

hergestellt werden kann, werden zwei oder mehr Funksprechgeräte FuG 7a als sog. **Relaisstelle** zwischengeschaltet. Eine solche Relaisstelle empfängt das von der einen Funksprech-Endstelle ausgesendete Signal und sendet dieses Signal auf einer anderen Frequenz zur zweiten Funksprechstelle weiter. Mit Geräten vom Typ FuG 7a, dessen NF-Verhältnisse sehr stabil sind, können erfahrungsgemäß maximal drei solcher Relaisstellen zwischengeschaltet werden, womit Reichweiten von mehreren hundert Kilometern überbrückt werden können.

Zusammenfassung

Aus allem Gesagten ist zu erkennen, daß die Reichweite, die man mit einer Funksprechverbindung erzielt, von vielen, teils gerätebedingten, teils aufstellungsbedingten Faktoren abhängig ist. Für die Praxis sollte man daraus die Folgerung ziehen: in den Fällen, in denen offensichtlich Unterdurchschnittliches erreicht wird, stets einen Fachmann zur Beurteilung hinzuzuziehen. (Die Geschäftsstellen der Firma Telefunken, siehe unter 1.6, verfügen über ausgebildetes Fachpersonal).

2.4 Beispiele für Funkverbindungen und Funknetze

aufgebaut mit Funksprechanlagen FuG 7a
Weitere sehr interessante Beispiele für den Aufbau von

Funknetzen mit Funksprechgeräten FuG 7a sind z. B. in der „UKW-Fibel der Bayerischen Landpolizei“ enthalten.

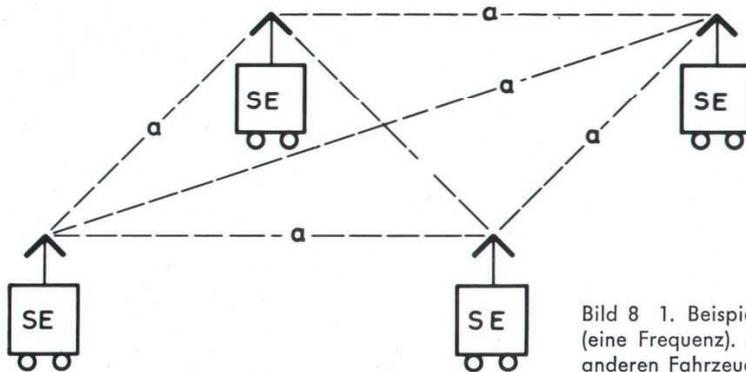


Bild 8 1. Beispiel, Funknetz (a) im Wechselsprechen (eine Frequenz). Jede Fahrzeugstation kann mit jeder anderen Fahrzeugstation des Netzes sprechen.

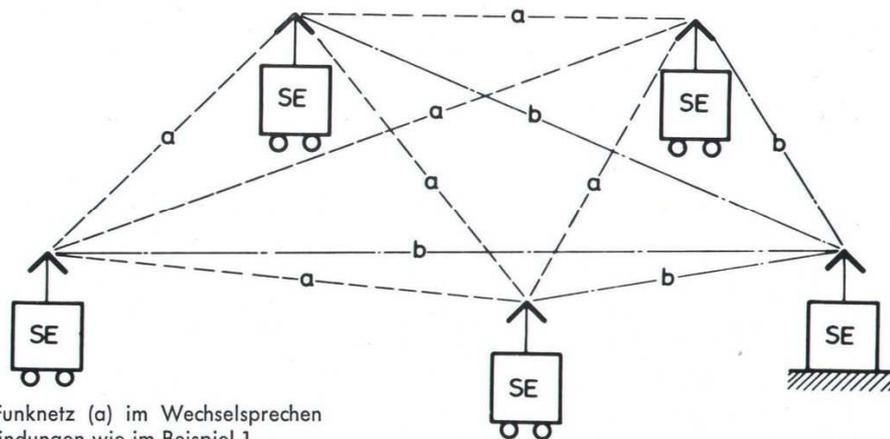


Bild 9 2. Beispiel, Funknetz (a) im Wechselsprechen (eine Frequenz), Verbindungen wie im Beispiel 1. Funknetz (b) im Gegensprechen (ein Frequenzpaar), jede Fahrzeugstation kann mit der ortsfesten Station sprechen.

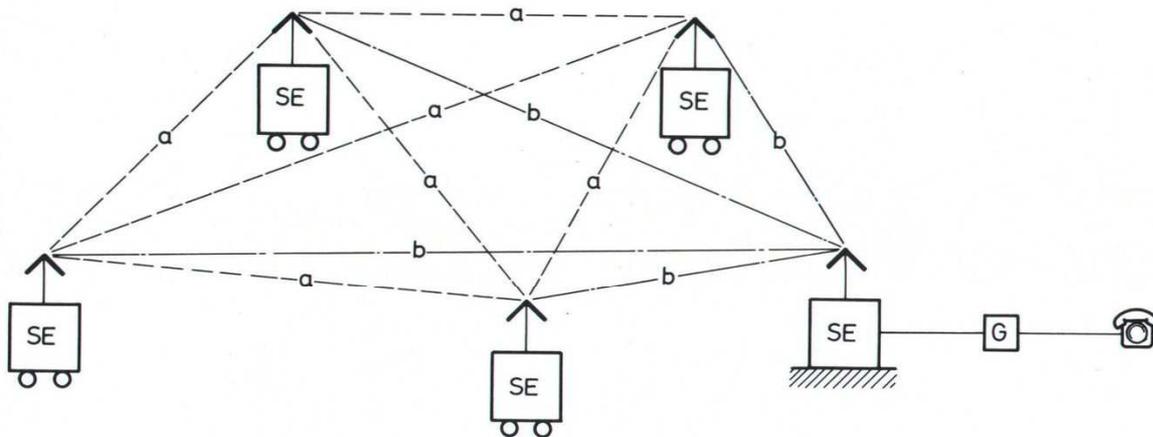


Bild 10 3. Beispiel, Funknetze (a) (b) wie im 2. Beispiel. An der ortsfesten Station ist über eine Funkgabel ein Feldfernsprecher 2dröhrtig angeschlossen, der, bis

max. 10 km absetzbar, Gespräche mit der ortsfesten Station und allen Fahrzeugstationen ermöglicht.

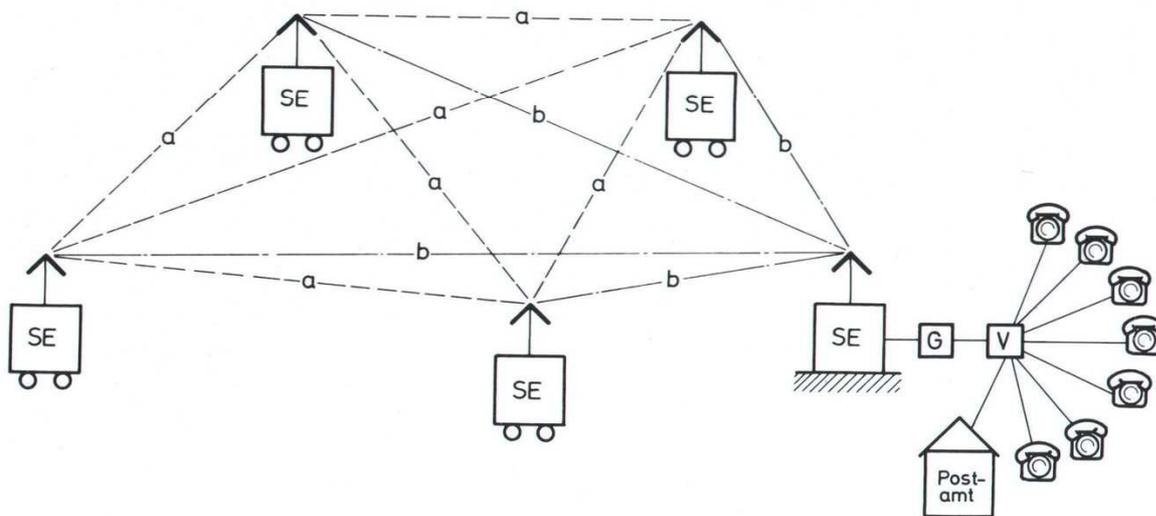


Bild 11 4. Beispiel, Funknetze (a) (b) wie im 2. Beispiel. An der ortsfesten Station ist über eine Funkgabel eine Funkvermittlung mit 7 OB-Feldfernsprechern angeschlossen.

Die Funkvermittlung ist außerdem mit zwei Anschlüssen des öffentlichen Fernsprechnetzes verbunden, von denen einer zu den OB-Feldfernsprechern oder zu den Stationen der Funknetze vermittelt werden kann. Der zweite Anschluß kann nur direkt an der Funkvermittlung benutzt werden.

Neben den Gesprächsmöglichkeiten innerhalb der Funknetze sind Gesprächsverbindungen zwischen den OB-

Feldfernsprechern sowie von diesen zu den Stationen der Funknetze möglich. Ortsfeste Station und Funkgabel werden wie eine OB-Sprechstelle an die Funkvermittlung angeschlossen. Es können daher statt OB-Sprechstellen weitere Funknetze angeschlossen werden (siehe Beispiel 6).

Die in diesem und auch im 3. Beispiel dargestellten Fernsprechanlüsse können grundsätzlich an allen Funkstationen, die mit FuG 7a-Geräten ausgerüstet sind, hergestellt werden, gleichgültig, ob die Funkstation eine ortsfeste Anlage oder eine Fahrzeuganlage ist.

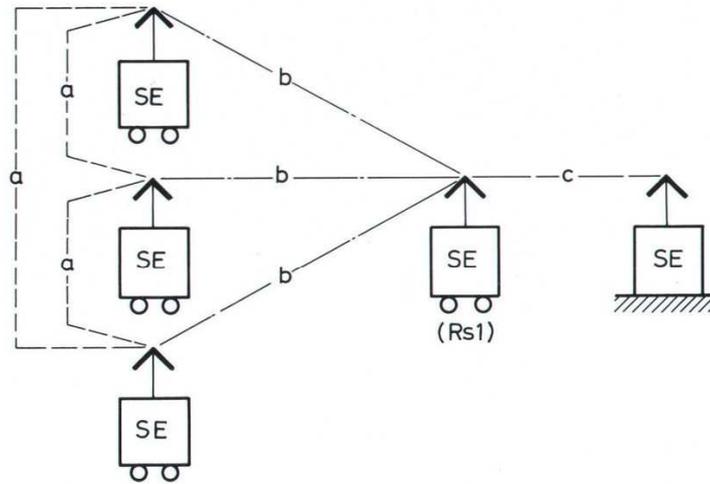


Bild 12 5. Beispiel, Funknetze (a) (b) wie im 2. Beispiel. Funknetz (c) im Gegensprechen (ein Frequenzpaar) als Sprechverbindung zwischen der als Leitstation eingesetzten Fahrzeugstation und der ortsfesten Station. Wenn die Leitstation als kleine Relaisstation geschaltet

wird, können Gespräche im bedingten Gegensprechen (d. i. Wechselsprechen auf 2 Frequenzen) zwischen der ortsfesten Station und den Fahrzeugstationen geführt werden.

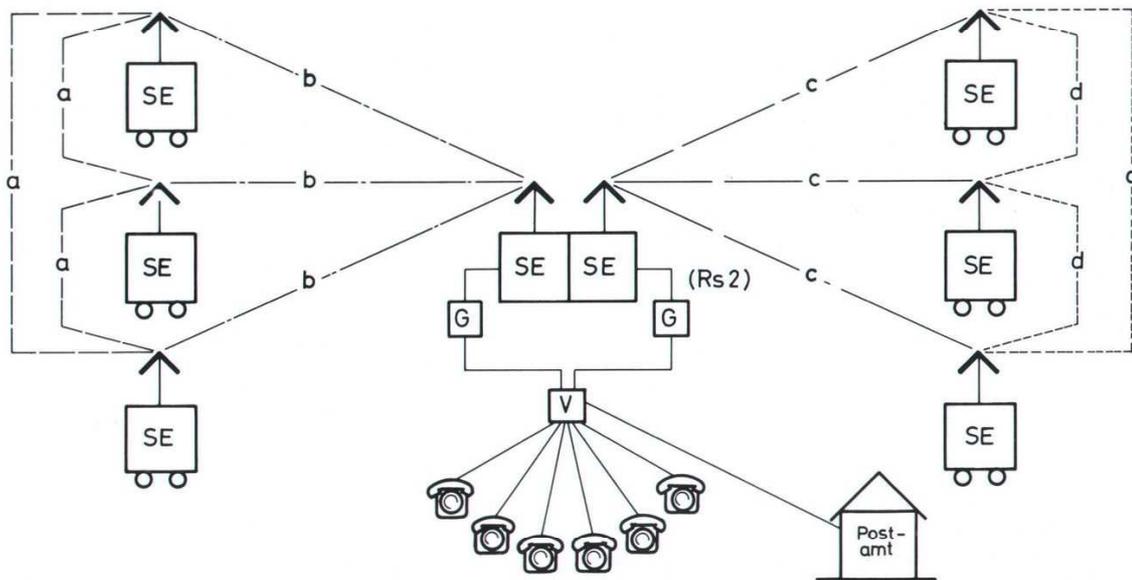


Bild 13 6. Beispiel, Funknetze (a) (b) sowie (c) (d) wie im 2. Beispiel. Gesprächsverbindungen zwischen den Stationen der Funknetze, den OB-Feldfernsprechern und den Anschlüssen des öffentlichen Fernsprechnetzes wie im 3. und 4. Beispiel. Darüberhinaus besteht die Möglichkeit, die ortsfest

eingesetzte Doppelstation als sog. große Relaisstation zu betreiben, über die zwischen den Fahrzeugstationen des Funknetzes (a) und denen des Funknetzes (d) Gespräche im Gegensprechen geführt werden können. Zum Aufbau der Doppelstation (ortsfest oder fahrbar) wird der Gerätetisch (siehe unter 1.3.7) benutzt.

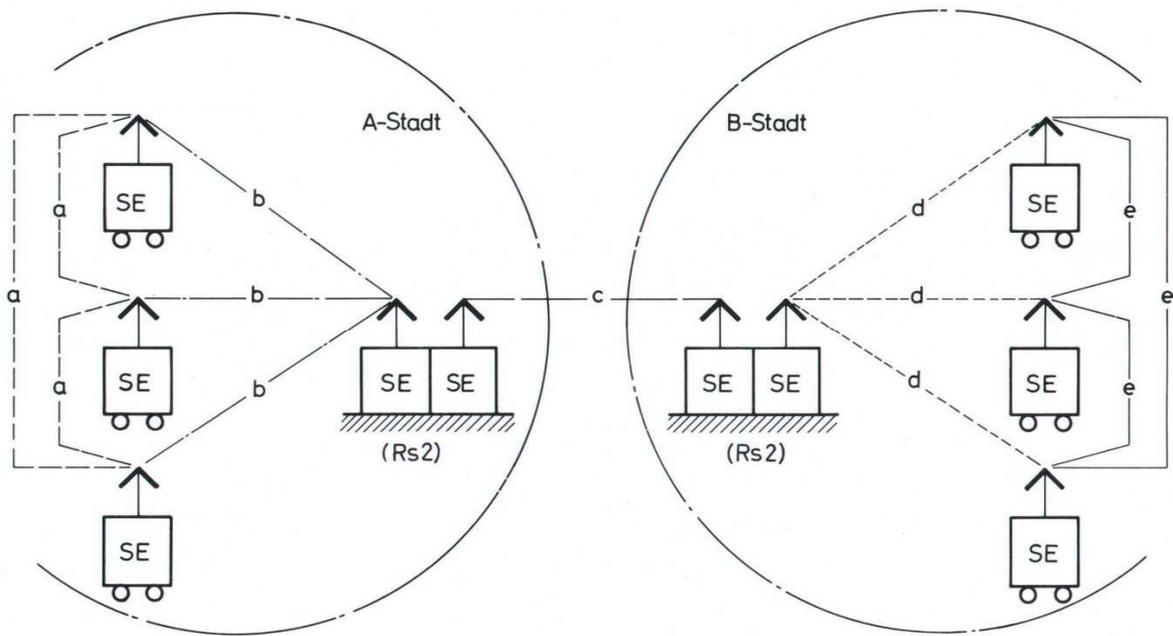


Bild 14 7. Beispiel, Funknetze (a) (b) und (d) (e) wie im 2. Beispiel. Über die ortsfesten Doppelstationen (geschaltet als große Relaisstation) Gegenseitig-Gesprächs-Verbindung der Fahrzeugstation von A-Stadt mit den Fahrzeugstationen von B-Stadt, oder Funkgespräche in A- und B-Stadt wie im 2. Beispiel. Zusätzlich dazu Gegenseitig-Verbindung zwischen den ortsfesten

Stationen von A-Stadt und B-Stadt (Frequenzpaar c). Solche Funkquerverbindungen können auch zwischen mehreren Städten hergestellt werden. Ebenso können die Doppelstationen als Fahrzeugleitstation einer beweglichen Kommando-Station dienen, wobei dann wiederum mehrere Kommando-Stationen durch Querverbindungen zu einem großen Funknetz verbunden werden können.

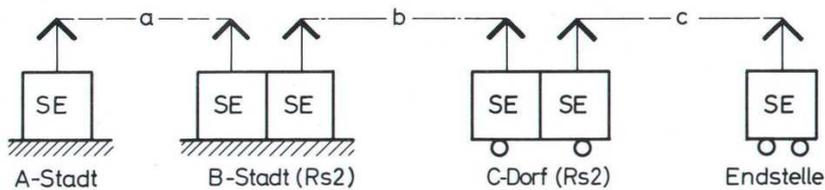


Bild 15 8. Beispiel, Funkverbindung von A-Stadt zur Endstelle im Gegenseitig über sehr große Entfernung. Die Stationen B-Stadt und C-Dorf sind als große

Relaisstation zwischengeschaltet (a, b, c = 3 Frequenzpaare).

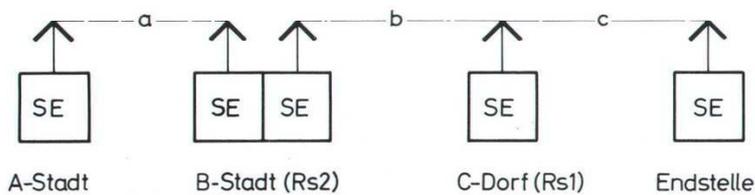


Bild 16 9. Beispiel ähnlich Beispiel 8. Wenn die Station in C-Dorf nur über ein Funksprechgerät FuG 7a verfügt, wird dieses als kleine Relaisstation benutzt. Sprechverbindung dadurch im bedingten Gegenseitig

chen (Wechselsprechen) (a, b, c = 3 Frequenzpaare, jedoch b und c gleiches Paar mit vertauschten Bändern). Es kann jedoch stets nur eine sog. kleine Relaisstation eingeschaltet werden.

3 Wartung und Reparatur

3.1 Wie wird die Funksprechanlage FuG7a gewartet? Pflege und Werterhaltung

Im Gegensatz zu anderen technischen Geräten, Einrichtungen und Maschinen, für deren Wartung vielfach umfangreiche Maßnahmen in regelmäßigen Zeitabständen oder nach bestimmten Benutzungszeiten vorgeschrieben sind, sind derartige Vorschriften für das Funksprechgerät FuG 7a nicht erforderlich. Wichtig bei der Pflege und zur Werterhaltung sind allein stets sachgemäße Bedienung und sorgfältige, vorsichtige Behandlung beim Transportieren, Aufstellen und Betreiben der Geräte. Selbstverständlich kann das Funksprechgerät FuG 7a auch von Laien bedient werden. Richtige Bedienung setzt jedoch gewisse Kenntnisse voraus, weshalb vorher unbedingt die zum Gerät gehörende Bedienungsanleitung Nr. AH/Bs-V 300 626 gründlich durchgelesen werden muß.

Wenn die Leistungen eines Gerätes, trotz sorgfältiger Behandlung und richtiger Bedienung, nach längerer Benutzungszeit nachlassen sollten, so ist das meist auf Verstimmung von Schwingkreisen, Pegelreglern, Anpassungsschaltungen oder anderen Teilen zurückzuführen. Einflüsse z. B. durch extreme Temperaturschwankungen, hohe Luftfeuchtigkeit (Tropen), Röhrenalterung usw. können ebenfalls Verstimmungen bewirken.

Die für eine Neuabstimmung notwendigen Maßnahmen sind in der Prüfvorschrift im 2. Hauptabschnitt unter 6 genau beschrieben (siehe auch nachfolgenden Artikel „Störungen“).

3.2 Was tut man bei Störungen?

Bevor umfangreiche Maßnahmen getroffen werden, sollte man zunächst prüfen, ob die Kabelverbindungen ordnungsgemäß hergestellt und alle Bedienungselemente, z. B. Kanalwahlschalter, Betriebsartenschalter u.a.m., richtig eingestellt sind. Als nächstes wird die Eingangsspannung der Batteriestromversorgung überprüft. Daran anschließend werden die Sicherungen kontrolliert und die von der Stromversorgung abgegebenen Spannungen und Ströme an den hierfür vorgesehenen Meßbuchsen mit dem Universal-Prüfinstrument Pr 0 gemessen. Wenn diese Maßnahmen erfolglos sind und deshalb Eingriffe in das Funksprechgerät oder in Zusatzgeräte erforderlich werden, sollen die Geräte einer für Reparaturen am FuG 7a zuständigen Werkstatt übergeben werden, wo speziell ausgebildetes Fachpersonal die Störungen beseitigt.

Für den Fall, daß die Beseitigung von Störungen, die Überprüfung oder der Neuabgleich eines Gerätes vom

Kunden selbst vorgenommen wird, ist im 2. Hauptabschnitt unter 6 die komplette Prüfvorschrift für das Funksprechgerät FuG 7a und im 3. Hauptabschnitt die komplette Prüfvorschrift für die Stromversorgungsgeräte enthalten. Diese Unterlagen stellen eine genaue, lückenlose Anleitung dar, nach der alle Funktionsstufen genau überprüft und neu eingestellt werden können. Des Weiteren stehen Prüfgeräte mit dazu gehörenden Anweisungen zur Verfügung, die auf besonderen Wunsch lieferbar sind.

Für die Reparaturarbeiten ist es vielfach erforderlich, das Sende-Empfangsgerät zu zerlegen. Die genauen Anweisungen dafür sind im 2. Hauptabschnitt unter 3.2 angegeben.

Achtung! Die Garantieverpflichtung der Firma Telefunken erlischt, wenn Eingriffe und Reparaturen ohne Kenntnis und Zustimmung des Herstellers erfolgen.

3.3 Bestellliste wichtiger Ersatzteile

Als Unterlage für die Bestellung von Ersatzteilen stehen zunächst die Schaltteillisten, für das SE-Gerät im 2. Hauptabschnitt unter 5, für das Zubehör im 3. Hauptabschnitt enthalten, zur Verfügung.

Auf besonderen Wunsch kann eine komplette Ersatzteilliste beim Hersteller

TELEFUNKEN GmbH
Geschäftsbereich Anlagen
Hochfrequenz
79 Ulm (Donau)
Elisabethenstraße 3
Fernruf: 07 31-6 19 21
Fernschreiber: 7 12 723

angefordert werden (Preis auf Anfrage).

Bei Ersatzteilbestellungen muß die B-Nummer angegeben werden!

2. Hauptabschnitt

SE-Gerät FuG 7a

mit Steckbausteinen

**Technische Unterlagen, Beschreibung
und Prüfvorschrift**

Inhaltsangabe siehe Seiten 5 und 6

1 Technische Daten

1.1 Allgemeines

Abmessungen des SE-Gerätes FuG 7a: siehe Maßskizze Bild 17

Gewicht:	9,6 kg
Betriebsspannung:	12 bzw. 24 V umrüstbar oder 220 V, 50 Hz
Stromaufnahme bei 12 V:	Nur-Empfangsbetrieb 6,1 A Sende-Empfangsbetrieb 13,5 A
bei 24 V:	Nur-Empfangsbetrieb 3,4 A Sende-Empfangsbetrieb 7,6 A
bei 220 V:	Nur-Empfangsbetrieb 95 VA Sende-Empfangsbetrieb 176 VA
Röhrenbestückung:	bestehend aus: 1 Stück EF 800 oder 6 BX 6 2 Stück EF 80 oder 6 BX 6 1 Stück EAA 91 oder 6 AL 5 3 Stück ECH 81 oder 6 AJ 8 3 Stück ECL 80 oder 6 AB 8 1 Stück FL 152 2 Stück ECC 85 6 Stück HF 94 oder 12 AU 6 2 Stück HAA 91 oder 12 AL 5 3 Stück ECC 81 oder 12 AT 7 2 Stück STV 150/30 oder 0 A 2 1 Stück OC 624
Frequenzbereich FuG 7a:	Kanal 00– 49 75,275–77,725 MHz (Unterband) Kanal 50– 99 85,075–87,525 MHz (Oberband)
FuG 7a-1:	Kanal 100–149 72,750–75,200 MHz (Unterband) Kanal 150–199 82,550–85,000 MHz (Oberband)
FuG 7a-2:	Kanäle 230–249; 00–29 74,275–76,725 MHz (Unterband) Kanäle 280–299; 50–79 84,075–86,525 MHz (Oberband)
Betriebsfrequenzen:	bei Gegensprechen 50 Frequenzpaare bei Wechselsprechen 100 Einzelfrequenzen
Kanalabstand:	50 kHz
Weichenabstand:	9,8 MHz
Modulationsart:	Frequenzmodulation
Betriebsarten:	F 3 und F 2 mit 1750 Hz
Klirrfaktor:	kleiner als 7%, bei 10,5 kHz Hub über Sender und Empfänger gemessen
Ruftonoszillator: Ruf 1	1750 Hz \pm 20 Hz, Hub 15 kHz -30%
Ruf 2	2135 Hz \pm 20 Hz, Hub 15 kHz -30%

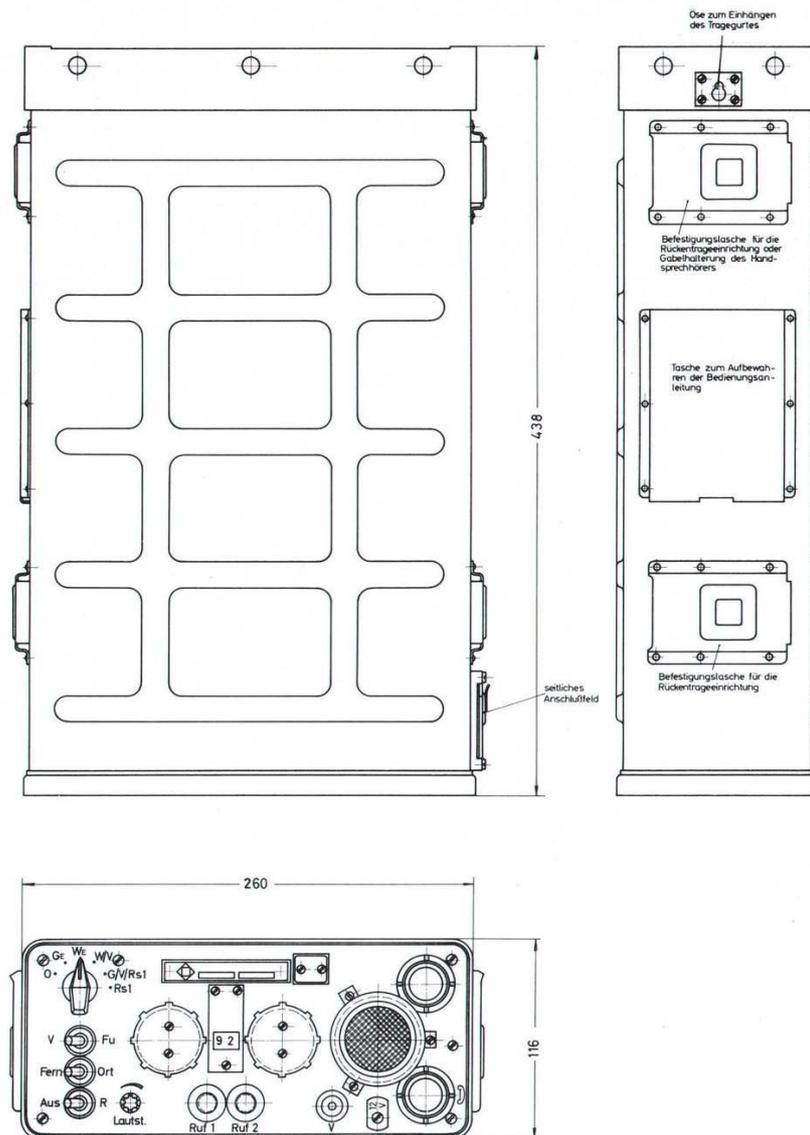


Bild 17 Maßskizze des SE-Gerätes FuG 7a

1.2 Sender

Senderleistung:	15 W, einschließlich Weichenverluste, zulässiger Abfall an den Eckfrequenzen 20%
Senderausgang:	60 Ω , unsymmetrisch
Frequenztoleranz:	kleiner als $\pm 2,5$ kHz bei Umgebungstemperatur -20° C bis $+40^{\circ}$ C und Betriebsspannungsschwankungen von -15% bis $+10\%$
Frequenzhub:	normal $\pm 10,5$ kHz, $\pm 10\%$ bei Aussteuerung mit 150 mV, 800 Hz Hubbegrenzung bei ± 15 kHz -10%

Modulationsfrequenzbereich:	300 Hz bis 3000 Hz
Störmodulationsabstand:	größer als 37 dB, gemessen mit 800 Hz bei 10,5 kHz Hub
Nebenwellendämpfung:	≥ 80 dB
Oberwellendämpfung:	≥ 60 dB

1.3 Empfänger

Empfindlichkeit:	$\leq 1 \mu\text{V}$ für 20 dB Störabstand
Geräuschabstand:	20 dB bei HF-Nutzsignal kleiner als $1 \mu\text{V}$, einem Frequenzhub von 10,5 kHz und einer Modulationsfrequenz von 800 Hz 40 dB bei HF-Nutzsignal kleiner als $10 \mu\text{V}$
Bandbreite, Selektion:	± 15 kHz aus Kanalmitte 0 dB Dämpfung ± 40 kHz aus Kanalmitte 80 dB Dämpfung ± 50 kHz aus Kanalmitte größer als 100 dB Dämpfung
Spiegelwellendämpfung:	≥ 70 dB
Nebenempfangsstellen-Dämpfung:	≥ 70 dB
Interkanalmodulations-Dämpfung:	≥ 70 dB
1. Zwischenfrequenz:	9,8 MHz
2. Zwischenfrequenz:	1,9 MHz
NF-Ausgangsspannung:	1,7 V, -30% entsprechend 0,5 W gemessen an 6Ω bei einer HF-Eingangsspannung zwischen $1 \mu\text{V}$ und 10 mV, 800 Hz Modulationsfrequenz und einem Frequenzhub von $\pm 10,5$ kHz
NF-Ausgang:	6Ω
NF-Durchlaßbreite:	300 Hz bis 3000 Hz
Begrenzer:	bei einem gleichbleibend modulierten NF-Nutzsignal von 0,5 μV bis 1 V, NF-Ausgangsspannung +0, -3 dB
Rauschsperr:	abschaltbar, trüggesteuertes Ansprechen bei 200 mV NF-Rauschspannung bzw. 100 mV für Relaisstellenbetrieb (kontinuierlich einstellbar)

1.4 NF-Kraftverstärker

Leistung:	10 W an 15Ω
Klirrfaktor	kleiner als 10% bei 10 W
Geräuschabstand:	größer als 55 dB
Verstärkung:	bei 8 W etwa 150 mVeff Steuerspannung erforderlich. Bei Besprechung mit dynamischem Mikrofon etwa 15 mVeff erforderlich.
NF-Gang:	max. 3 dB Abfall bei 250 und 4000 Hz bezogen auf 1000 Hz

2 Stromversorgung des SE-Gerätes

2.1 Stromversorgungsspannungen

Das Sende-Empfangsgerät FuG 7a kann aus verschiedenen Stromquellen gespeist werden. Für die Versorgung aus dem Wechselstromnetz 220 V 50 Hz steht die Netzstromversorgung (Beschreibung im 3. Hauptabschnitt) zur Verfügung. Für die Versorgung aus 12-V-

oder 24-V-Batterien (Fahrzeugakku) wird die Batterie-stromversorgung (Beschreibung im 3. Hauptabschnitt) benutzt. Beide transformieren (Trafo oder Zerhacker mit Trafo) die Spannung der Stromquelle auf die zum Betrieb des SE-Gerätes nötigen Betriebsspannungen.

2.2 Betriebsspannungen

Beide Stromversorgungen erzeugen zum Betrieb des Sende-Empfangsgerätes die gleichen Betriebsspannungen.

- +250 V= Anodenspannung für die Funktionsstufen des Senders.
- +125 V= Anodenspannung für die Funktionsstufen des Empfängers.
- 25 V= Spannung zur Erzeugung fester Vor- und Sperrspannungen an mehreren Steuergittern.
- +12 V= Einschaltspannung für die gesamte Anlage und Erregerspannung für alle Relais. (Diese Spannung beträgt bei 24-V-Batteriebetrieb 24 V=.)
- 12/24 V = Heizspannung für die gesamte Anlage (diese Spannung ist bei Batteriebetrieb Gleichspannung 12 oder 24 V je nach Batterie, bei Netzbetrieb Wechselspannung mit 50 Hz 12 oder 24 V je nach Schaltung der Stromversorgung und der Heizkreise. Näheres siehe im nachfolgenden Artikel).
- (150 V=) Im SE-Gerät selbst, und zwar im Baustein 1 (Stabi) und Baustein 2 (Vorwiderstand) wird aus +250 V= die stabilisierte Spannung +150 V= erzeugt, die als Anodenspannung für den freischwingenden Einesoszillator (Baustein 1) und als Schirmgitterspannung für die 2. Begrenzeröhre (Baustein 3) benutzt wird.

2.3 Spannungsumschaltung 12 V/24 V

Wie bereits unter 2.1 gesagt, läßt sich die gesamte Funksprechanlage mit 220 V, 50 Hz, oder mit 12 V= oder 24 V= betreiben. Da für die letztgenannten beiden Spannungen 12 V/24 V die gleiche Batteriestromversorgung benutzt wird, sind Umschaltungen notwendig, die die Übertragungsverhältnisse der Zerhacker-schaltung der jeweiligen Spannung anpassen.

Da die Heizspannung für die Röhren des SE-Gerätes der jeweiligen Batterie, 12 V oder 24 V, direkt entnommen wird, ist es erforderlich, auch die Heizkreise des SE-Gerätes umzuschalten.

Da die Umschaltung der von der Netzstromversorgung abgegebenen Heizspannung zwischen 12 V und 24 V wesentlich einfacher ist als die Umstellung der Heizkreise des SE-Gerätes auf 12 V oder 24 V, ist auch die Netzstromversorgung umschaltbar, um die von der Netzstromversorgung abgegebene Heizspannung auf die jeweilige Schaltung der SE-Gerät-Heizkreise abstimmen zu können.

Auf der Anschlußseite der Stromversorgung bzw. auf dem Bedienungsfeld (Frontplatte) der SE-Geräte ist un-

ter einer der unverlierbaren Befestigungsschrauben eine mit 12 V und rückseitig mit 24 V beschriftete Kennfahne untergelegt, die über die jeweilige Spannungsschaltung unterrichtet (siehe Bild 42). Bei Umschaltung eines Gerätes muß daher unbedingt die Kennfahne der neuen Schaltung entsprechend gewendet werden. Selbstverständlich dürfen nur Geräte mit gleicher Spannungsangabe bzw. Schaltung zusammengestellt werden.

2.3.1 Die Umschaltung des SE-Gerätes

erfolgt an 4 Stellen, die nach Abnehmen des Gehäuses und Abschrauben der Frontplatte (dazu sind die Drehknöpfe des Zehner- und des Einer-Kanalwahlschalters abzuschrauben) zugänglich sind.

Mit der Umschaltung in Baustein 3 werden bei der 24 V-Schaltung die beiden 12-V-Heizkreise durch Hinzuschalten der Widerstände R 68 und R 69 symmetriert, damit bei der Reihenschaltung der beiden Gruppen keine Spannungsverschiebung des Mittelpotentials eintritt.

Mit der Umschaltung in Baustein 1 an Asl 3 werden die

Heizwiderstände R 39 und R 40 entsprechend der jeweiligen Spannung parallel oder in Reihe geschaltet (siehe Bilder 37 und 71).

Die zweite Umschaltung in Baustein 1 wird auf der Rückseite des Bedienungsfeldes (Frontplatte) vorgenommen, um die Signallampen und die dazugehörigen Vorwiderstände der jeweiligen Spannung anzupassen (siehe Bilder 37 und 43).

2.3.2 Die Umschaltung der Batteriestromversorgung wird an 2 Lötösenplatten vorgenommen, die nach Abziehen des Schutzgehäuses zugänglich sind. Auf der einen Schaltplatte werden die Vorwiderstände für die Relais-Wicklungen bei 12-V-Betrieb überbrückt, auf der anderen die beiden Hälften des Zehackertransformators bei 12 V parallel-, bei 24 V hintereinandergeschaltet und damit das Übersetzungsverhältnis der jeweiligen Spannung angepaßt. Diese Umschaltungen sind in den Bildern 85 und 87 gut erkennbar und an der Batteriestromversorgung deutlich markiert.

Achtung! Die Zehackerpatrone der Batteriestromversorgung ist nur für eine Spannung zugelassen. Bei der Umschaltung muß daher die Zehackerpatrone gegen eine der neu eingestellten Spannung entsprechende ausgetauscht werden (siehe Schaltteillisten Teil Wr 1). Auch die Sicherung Si 4 wird gewechselt. Ihr Stromwert beträgt bei 12 V 20 A, bei 24 V 10 A.

2.3.3 Die Umschaltung der Netzstromversorgung erfolgt durch Umklemmen zweier Schaltbrücken, die auf einer gemeinsamen Schaltplatte angeordnet sind (siehe Bilder 90 und 91).

Die Platte ist nach Abziehen des Gehäuses zugänglich. Damit werden die beiden Sekundärwicklungen, Anschlüsse 14/15 und 17/18, des Transformators Tr 1 bei 12 V parallel, bei 24 V hintereinandergeschaltet (die Heizspannung wird bei der Netzstromversorgung durch Transformation aus 220 V, 50 Hz erzeugt).

3 Mechanischer Aufbau und Zerlegung

3.1 Der mechanische Aufbau

Die Konstruktionsmerkmale des SE-Gerätes FuG 7a sind: große Stabilität bei geringem Gewicht und raumsparender Aufbau bei vertretbarer Zugänglichkeit wichtiger Teile.

Der Gesamtaufbau ist entsprechend den elektrischen Funktionsstufen in mehrere Einheiten aufgeteilt (Bausteine), insgesamt 4 Stück. Sie sind entsprechend ihrer elektrischen Funktionszugehörigkeit auf der als stabiles Gußteil ausgebildeten und mit 4 (an jeder Ecke einer) Stäben versehenen Frontplatte (Bedienungsfeld) nacheinander aufgesetzt (auf den Stäben aufgeschoben) und befestigt (siehe Bilder 69 bis 72).

Die Bausteine werden durch Kontermuttern zusammengehalten, so daß ein starrer Gesamtaufbau entsteht,

und sind miteinander durch Kabelbäume mit Steckverbindungen und durchgehende abgeschirmte Leitungen elektrisch verbunden. Der in das Gehäuse eingeschobene Aufbau wird auf der der Frontplatte gegenüberliegenden Seite (Standfläche mit Gummi überzogen) mit 4 Schrauben am inneren Aufbau, und zwar an den Gewindestücken, die die Eckstäbe abschließen, festgeschraubt.

Beim Festschrauben wird die Gehäuseoberkante in die Gummidichtung an der Unterkante der Frontplatte eingedrückt. Dadurch und durch eine Reihe anderer Maßnahmen, z. B. Gummihäuben über den Rufknöpfen und Schaltern, sowie Dichtungen an Schalterachsen usw., ist das gesamte Gerät gegen Spritzwasser abgedichtet.

3.2 Zerlegung des SE-Gerätes, Ausbau der Bausteine

Das SE-Gerät FuG 7a wird zunächst zum Abziehen des Gehäuses auf einer weichen Unterlage, z. B. Filzplatte, auf der Frontplatte kopfgestellt. Danach werden die 4 Befestigungsschrauben an den Ecken der mit Gummi überzogenen Standfläche und die Befestigung der Klappe über der Antennenbuchse gelöst und das Gehäuse abgezogen (siehe Bild 18). Wenn ein Ausbau der Bausteine erforderlich ist, dienen zur Orientierung über die Lage und Belegung der Anschlußleisten und Steckverbindungen der Kabelplan für das SE-Gerät Bild 41 und die Bilder 69 und 70.

3.2.1 Ausbau des Bedienungsfeldes (Frontplatte)

Elektrischer Ausbau:

Das Bedienungsfeld wird beim Ausbau vom Baustein 1

nicht elektrisch getrennt. Es sind daher keine Lötarbeiten erforderlich.

Anmerkung: Nur wenn die Frontplatte vollständig vom Gerät getrennt werden soll, sind die Leitungen des Kabelbaumes an Asl 1 des Bausteines 1 abzulöten.

Mechanischer Ausbau:

- o Senkkopfschrauben auf den Drehknöpfen der beiden Kanalwahlschalter abschrauben und die Drehknöpfe abnehmen,
- o die 6 mit einem roten Ring gekennzeichneten Schrauben lösen (diese Schrauben sind unverlierbar und daher nicht vollständig herauszudrehen).
- o nun wird die Frontplatte von der Dichtung gelöst und nach oben herausgehoben.



Bild 18 Abziehen des Gehäuses vom SE-Gerät

3.2.2 Ausbau des Bausteines 1

Elektrischer Ausbau:

- o Bu 3 und Bu 4 von St 3 und St 4 trennen.
- o die beiden HF-Kabel rechts und links neben Asl 2 ablöten und deren Kabelschellen vom Gußrahmen abschrauben.

Damit ist Baustein 1 von den übrigen Bausteinen elektrisch getrennt.

Mechanischer Ausbau:

- o Die Muttern von den Gewindestücken, die sich an den Ecken des Bausteines 4 befinden, lösen und die Gewindestücke zusammen mit den Muttern abschrauben,
- o Baustein 2 bis 4 möglichst gleichzeitig fassen und nach oben abziehen.

3.2.3 Ausbau des Bausteines 2

Elektrischer Ausbau:

- o Bu 3 und Bu 4 von St 3 und St 4 sowie St 5 und St 6 von Bu 5 und Bu 6 trennen.
- o Abdeckplatte der Endstufe abnehmen, HF-Kabel am Trimmer ablöten und Kabelschelle abschrauben,
- o die beiden HF-Kabel links und rechts neben Asl 2 des Bausteines 1 ablöten und Kabelschellen abschrauben,

- o HF-Kabel von den beiden Keramik-Lötstützpunkten, die sich in der Nähe der Röhre V 4 der Verdopplerstufe befinden, auf beiden Seiten ablöten.

Damit ist Baustein 2 von den übrigen Bausteinen elektrisch getrennt.

Mechanischer Ausbau:

Der mechanische Ausbau erfolgt wie bei dem des Bausteines 1, jedoch ist nach Abziehen der Bausteine 1, 3 und 4 noch der Baustein 2 von den Bausteinen 3 und 4 abzunehmen.

3.2.4 Ausbau des Bausteines 3

Elektrischer Ausbau:

- o Bu 5, Bu 6 und Bu 7 von St 5, St 6 und St 7 trennen.
- o die beiden zum Baustein 4 führenden HF-Kabel von Baustein 3 ablöten und die Kabelschellen von der Relaisseite des Bausteins 4 abschrauben.
- o HF-Kabel von den beiden Keramik-Lötstützpunkten, die sich in der Nähe der Röhre V 4 der Verdopplerstufe des Bausteins 2 befinden, auf beiden Seiten ablöten.

Damit ist der Baustein 3 von den übrigen Bausteinen elektrisch getrennt.

Mechanischer Ausbau:

- o Die Muttern von den Gewindestücken, die sich an den Ecken des Bausteines 4 befinden, lösen und die Gewindestücke zusammen mit den Muttern abschrauben.
- o Baustein 4 und danach Baustein 3 abziehen.

3.2.5 Ausbau des Bausteines 4

Elektrischer Ausbau:

- o Bu 6 und Bu 7 von St 6 und St 7 trennen.
- o die HF-Kabel, die vom Baustein 4 auf der Seite von St 6 und Bu 6 in den Baustein 3 führen, im Baustein 3 ablöten und Kabelschellen abschrauben,
- o das HF-Kabel, das auf der gleichen Seite vom Baustein 4 in die Endstufe des Bausteines 2 führt, wird, nachdem die Abdeckplatte des Bausteins 2 abgenommen ist, am Trimmer abgelötet und die Kabelschelle abgeschraubt.

Damit ist der Baustein 4 von den übrigen Bausteinen elektrisch getrennt.

Mechanischer Ausbau:

- o Die Muttern von den Gewindestücken an den Ecken des Bausteines 4 lösen und die Gewindestücke zusammen mit den Muttern abschrauben,
- o Baustein 4 nach oben abziehen.

4 Schaltung und Wirkungsweise

Wichtige Hinweise!

Zur besseren Erklärung einiger Vorgänge sind aus den vollständigen Stromlaufplänen Schaltungsauszüge gezeichnet worden, die übersichtlicher sind als die Originale und die Orientierung erleichtern. In die Auszüge sind nur die Teile eingezeichnet, die zur Erklärung des dargestellten Vorganges nötig und am Vorgang beteiligt sind. Das betrifft z. B. Relais und Relaiskontakte, einzelne Schaltungsstufen, Widerstände, Kondensatoren usw. Soweit bei den Erklärungen des SE-Gerätes die Darstellung bestimmter Teile aus den Stromversorgungen und dem Bediengerät notwendig ist, sind diese in den Schaltungsauszügen mit enthalten.

Da von einem versierten Leser erwartet werden darf, daß er die Grundsaltungen der Elektronenröhren (z. B. Heizkreisschaltungen, Schaltungen zur Erzeugung fester oder gleitender Steuergittervorspannungen, Schirmgitter- und Anodenanschlüsse mit den entsprechenden vorgeschalteten Siebgliedern usw.) beherrscht, wurden nur die Teile der Schaltungen ausführlicher beschrieben, die von bekannten Schaltungen abweichen, technisch interessant und für das Verständnis der gesamten Vorgänge von Wichtigkeit sind.

Übersicht

Um die Technik des SE-Gerätes FuG 7a, die Schaltungen und deren Wirkungsweise möglichst übersichtlich und sinnvoll geordnet darzustellen, wurde die nachstehend erläuterte Einteilung getroffen.

In den Kapiteln „Senden“ und „Empfangen“ wird das Aussenden und Empfangen eines Signals durch alle Schaltungsstufen des Gerätes verfolgt, erläutert und so

die Hauptfunktion ausführlich erklärt.

Unter 4.3 wird anschließend beschrieben, in welcher Betriebsart gesendet und empfangen bzw. NF-Verstärkerbetrieb durchgeführt werden kann.

Im Kapitel „Frequenzaufbereitung“ wird die Frequenzerzeugung, -mischung, -vervielfachung und -trennung behandelt. Den eiligen Leser, besonders aber den mit der FM-UKW-Funksprechtechnik vertrauten Fachmann orientiert dieses Kapitel am besten über den gesamten prinzipiellen Schaltungsaufbau und die Wirkungsweise des Gerätes.

Die Rauschsperrre, der Rufgenerator und die Schaltungen zur NF-Kompensation und zur automatischen Scharfabbildung werden extra besprochen, da sie nicht direkt zum Sender oder Empfänger gehören, sondern gewissermaßen Baustufen für Sonderfunktionen darstellen.

Die Schaltfunktionen der Relais sind nicht nur dort erwähnt, wo sie zur Erklärung eines Vorganges wichtig sind, sondern im Kapitel „Die Relais“ der besseren Übersicht wegen nochmals zusammengefaßt. Der Vollständigkeit halber sind auch die Relais der Stromversorgungsgeräte und des Bediengerätes enthalten.

Die Heizfäden der Röhren liegen nicht alle parallel. Sie sind bedingt durch 2x bzw. 4x so hohe Gesamtheizspannung (12 V oder 24 V), zu mehreren Heizkreisen zusammengeschaltet, die in den Original-Stromlaufplänen in ihrer Gesamtheit nur schwer erkennbar sind. Im Kapitel 4.7 „Die Heizkreise“ werden deshalb in Form von Schaltungsauszügen die Zusammenstellung der Heizfäden zu Heizgruppen, deren 12-V-/24-V-Umschaltung und die Verkabelung derselben dargestellt und beschrieben.

4.1 Senden

Im wesentlichen werden die Umschaltungen von Empfang auf Senden mit den ET- und ETH-Relais durchgeführt. Gesteuert werden diese Relais von der Sprech-taste (Sendetaste) des Handsprechhörers, dem Sendereinschaltknopf der Morsetaste oder (bei Relaisstellenbetrieb) durch die Rauschsperrre (kt¹¹). Eine Übersicht der ET- und ETH-Relais zeigt Bild 26.

Die Blockschaltbilder 27 bis 34 zeigen die Zusammenschaltung der Funktionsstufen und den Betriebszustand bei den verschiedenen Betriebsarten.

4.1.1 Mikrofon-Vorverstärker (Frontplatte, Baustein 1)

Die Ausgangsspannung des dynamischen Mikrofons des Handsprechhörers beträgt etwa $\frac{1}{10}$ der Ausgangsspannung des ebenfalls benutzbaren Kohlemikrofons. Zum Ausgleich dieser Spannungsdifferenz dient der Mikrofon-Vorverstärker. Der Verstärker ist auf der Frontplatte (Bedienungsfeld) rechts neben dem Typschild befestigt. Er verstärkt die vom dynamischen Mikrofon abgegebene Spannung um einen Faktor, der etwa dem Ausgangsspannungsverhältnis des Kohlemikrofons zu dem des dynamischen Mikrofons entspricht. Wegen der Eigen-

erwärmung des SE-Gerätes muß der mit Transistor arbeitende Mikrofon-Vorverstärker höheren Temperaturanforderungen genügen. Aus diesem Grund wurde für den Verstärker gleichstrommäßig eine Kollektorbasis-schaltung gewählt, die eine gute Arbeitspunktstabilität gewährleistet. Der Verstärkungsfaktor ist mit einer Stromgegenkopplung (R 51) so eingestellt, daß für einen Frequenzhub von 10,5 kHz etwa 15 mV eff $\pm 20\%$ Eingangsspannung benötigt werden. Sie verringert temperaturabhängige Verstärkungsschwankungen. In dem für das SE-Gerät zulässigen Temperaturbereich bleibt deshalb die Verstärkung nahezu konstant. Der Schutzwiderstand R 48 in der Basisleitung verhindert das „Hochlaufen“ des Transistors bei nicht angeschlossenem Handsprechhörer.

4.1.2 Der Mikrofonverstärker (Baustein 4)

Das für die Sendermodulation bestimmte NF-Signal wird je nachdem, ob es für normalen Funksprechverkehr oder für Verstärkerbetrieb vom Mikrofon des Handsprechhörers oder bei Relaisstellenbetrieb aus der NF-Stufe des Empfängers kommt, an R 4, R 5 oder R 6 in Baustein 1 auf den Normalpegel eingeregelt, über

Schalter S 2 je nach Betriebsart abgegriffen und dem Mikrofonverstärker zugeführt (Pegelwerte siehe Prüfvorschrift).

Der Mikrofonverstärker ist ein aperiodischer Verstärker. Die am Steuergitter anliegende NF-Spannung wird in der in Kathodenbasisschaltung arbeitenden Triode (V 1, System 2) verstärkt, am Anodenwiderstand R 5 abgegriffen und liegt über C 3 am Hubbegrenzer an.

4.1.3 Der Hubbegrenzer (Baustein 4)

hat die Aufgabe, das NF-Signal, dessen Größe vom Abstand des Sprechenden zum Mikrofon und außerdem von der Lautstärke beim Sprechen abhängig ist, auf einen bestimmten Maximalwert zu begrenzen.

Dieser Begrenzungswert wird an R 11 so eingeregelt, daß der durch die NF-Spannung bewirkte Frequenzhub nicht mehr als 15 kHz –10% betragen kann. Die Begrenzung verhindert, daß der Klirrfaktor des Empfängers, der bei einem Hub größer als 15 kHz sehr steil ansteigt, den zulässigen Wert überschreitet.

Die Hubbegrenzeröhre (V 2), eine Duodiode, ist an den Anoden parallelgeschaltet. Über die Widerstände R 9 bis R 11 liegt an ihnen eine positive Spannung, die einen konstanten Gesamtstrom erzeugt.

Kommt an der Kathode K 1 mit dem Arbeitswiderstand R 6 eine positive Amplitude der NF-Wechselspannung an, so wird der Strom dieser Diode der Amplitude entsprechend reduziert oder gesperrt.

Der Stromrückgang verursacht am Anodenwiderstand R 9 eine Verringerung des Spannungsabfalles, die positive Spannung an den Anoden steigt, der Strom in der zweiten Diode erhöht sich etwa im gleichen Maße, wie der in der ersten Diode zurückgeht und bewirkt an R 7 eine positive Amplitude. Ist die ankommende positive Amplitude zu groß, so wird ab einer bestimmten Spannung die erste Diode gesperrt, der Strom in der zweiten Amplitude kann sich nicht weiter erhöhen, und die positive Amplitude an R 7 ist dann ebenfalls begrenzt. Eine negative Amplitude an K 1 erhöht den Strom in der ersten Diode. Dementsprechend verringert sich der Strom der zweiten Diode, und an R 7 entsteht eine negative Amplitude.

Wird die ankommende negative Amplitude schließlich so groß, daß der Strom in der zweiten Diode bis auf Null absinkt, so wird auch die negative Amplitude an R 7 begrenzt.

Der Aussteuerbereich und damit der Begrenzungseinsatz wird durch Veränderung der Anodenspannung mit R 11 geregelt und fest eingestellt.

Die begrenzte NF-Spannung wird am Kathodenwiderstand R 7 der zweiten Diode dem Hubbegrenzer entnommen.

4.1.4 Der NF-Verstärker (Baustein 4)

Solange am SE-Gerät keine der beiden Ruftasten betätigt wird, ist der Relaiskontakt $r^{10,9,10}$ in Ruhestellung. Die vom Hubbegrenzer abgegebene NF-Spannung liegt damit über C 4 am Steuergitter der NF-Verstärkeröhre (V 1, System 1) und wird dort aperiodisch verstärkt. Die am Anodenwiderstand R 15 anliegende verstärkte NF-Spannung wird über C 2 und den Relaiskontakt $uv^{14,15,16}$ – der bei Funksprechbetrieb in Ruhestellung ist – an den Spannungsteiler R 35 und R 36 geführt.

Die für die Aussteuerung des NF-Kompensators nötige NF-Spannung wird auf der spannungsführenden Seite

des Spannungsteilers über R 38 abgegriffen (weitere Erläuterungen sind enthalten in 4.5.2 „NF-Kompensation“). Die NF-Spannung am Mittelpotential des Spannungsteilers wird über C 12 zur Phasenumkehrstufe geleitet.

4.1.5 Die Phasenumkehrstufe (Baustein 4)

Die am Steuergitter der Phasenumkehrstufe anliegende NF-Spannung wird mit V 3 dieser Stufe verstärkt und symmetrisch zum Massenpotential an den gleichgroßen Arbeitswiderständen R 26 und R 27 abgegriffen. R 27 ist am +250 V-Anschluß wechselstrommäßig geerdet. Dieser erdsymmetrische Spannungs-Abgriff wird zur Aussteuerung des FM-Modulators benötigt. In Zusammenhang mit der NF-Kompensation (siehe auch unter 4.5.2) ist dazu außerdem eine genaue bestimmte Phasenlage der NF-Spannung erforderlich. Die Kontakte $un^{5,6,7}$ und $un^{8,9,10}$ des UN-Relais (Umschaltrelais-Niederfrequenz) schalten die NF-Spannung bei Ober- Unterbandwechsel um (Phasenumkehr).

4.1.6 Der FM-Modulator (Baustein 1)

verstimmt die Frequenz des Eineroszillators im Rhythmus der anliegenden NF-Spannung. Die Modulations-Duodiode V 2 arbeitet im Gegentakt. Trifft eine positive Amplitude an der linken Anode ein, so wird die linke Diode zunehmend leitend, und die Spule L 2 wird der Spule L 1 parallelgeschaltet. Die gesamte Induktivität des Oszillatorkreises wird geringer und die Frequenz des Eineroszillators steigt. Gleichzeitig, da Gegentakt, trifft an der rechten Anode eine negative Amplitude ein, die die rechte Diode mehr und mehr sperrt und C 21 unwirksam macht. Diese Sperrung wirkt ebenfalls frequenzerhöhend. Bei entgegengesetzter Polarität der NF-Spannungsamplitude tritt das Umgekehrte ein.

L 2 wird unwirksam (abgeschaltet) und C 21 wird dem C des Oszillatorkreises (C 5 bis C 9) zunehmend parallelgeschaltet. Beides wirkt frequenzverringend. Da das Sperren und Öffnen der Diodenstrecken von dem einen zum anderen Endzustand kontinuierlich übergeht und die Krümmung der Diodenkennlinie in der Gegentaktschaltung praktisch kompensiert wird, ist die erzielte Frequenzverstimmung (Frequenzhub) annähernd linear zur steuernden NF-Spannung.

Diese Linearität des Frequenzhubes ist unabhängig von der Frequenz der NF-Spannung und es ergibt sich eine reine FM-Modulation.

Das NF-Signal ist damit der HF aufgemodelt. Im folgenden wird daher vom HF-Signal gesprochen. Die Beschreibung des Eineroszillators ist im Abschnitt 4.4.2 enthalten.

4.1.7 Hauptmischstufen „UB–OB“ (Baustein 1)

In den Hauptmischstufen – aufgebaut mit dem Heptodenteil der Röhre V 3 (Unterband) und dem Heptodenteil der Röhre V 4 (Oberband) werden die Einerfrequenzen f_{var} mit den Zehnerfrequenzen f_Q gemischt. Die vom Eineroszillator abgegebene Frequenz wird über C 25 und C 26 zu gleichen Teilen auf die beiden 1. Steuergitter der Hauptmischstufen eingekoppelt. Die von den beiden Zehneroszillatoren abgegebene Frequenz wird jeweils am 2. Steuergitter der Hauptmischstufen eingespeist. Das im Anodenkreis jeder Mischstufe liegende Dreikreisfilter ist auf die Summenfrequenz $f_{var} + f_Q$ abgestimmt. Die Breite dieser Filter ist so

bemessen, daß gerade jeweils das Unterband $f_{\text{var}} 0 + f_Q 0$ bis $f_{\text{var}} 9 + f_Q 4 = (4,0875 + 33,55)$ bis $(4,3125 + 34,55) = 37,6375$ bis $38,8625$ bzw. das entsprechende Oberband von $42,5375$ bis $43,7625$ MHz übertragen wird. Alle Mischprodukte, die neben den gewünschten entstehen und zur Bildung von Nebenwellen (senderseitig) oder Nebenempfangsstellen (empfängerseitig) führen können, sowie die direkte Quarzfrequenz f_Q , werden von den Dreikreisfiltern bedämpft. Dabei ist die saubere Trennung der erwünschten Summenfrequenzen $f_{\text{var}} + f_Q$ von der Frequenz f_Q am Ausgang der Mischstufe besonders schwierig. Das Oberband reicht von $42,5375$ bis $43,7625$ MHz. Die höchste Quarzfrequenz des Oberbandes liegt mit $39,45$ MHz nur um $3,0875$ MHz unter der unteren Bandgrenze. Hinzu kommt, daß die Grundwelle f_Q am Ausgang der Mischstufe besonders stark ist. Die im Anodenkreis der Mischstufe liegenden Dreikreisfilter können nur einen Teil der dazu erforderlichen Selektion aufbringen. Die fehlende notwendige Selektion wird daher in den nachgeschalteten Trennstufen bewirkt (siehe Tab. Seite 119).

4.1.8 Trennstufen „UB–OB“ (Baustein 2)

Die am Dreikreisfilter der Hauptmischstufen anliegende halbe Senderfrequenz ($f_{\text{var}} + f_Q$) wird über abgeschirmte HF-Kabel den entsprechenden Steuergittern der Verstärkerrohren der beiden Trennstufen zugeführt und verstärkt. Im Anodenkreis beider Trennstufen liegen wieder, wie im Anodenkreis der Hauptmischstufen, Dreikreisfilter, die, auf die gleiche Frequenz abgestimmt, dieselbe Aufgabe haben wie die der Hauptmischstufe. Die in der Hauptmischstufe entstandenen unerwünschten Mischprodukte müssen am Senderausgang um insgesamt mehr als 80 dB, verglichen mit der Sollfrequenz, bedämpft sein. Da die Dreikreisfilter der Hauptmischstufe die am stärksten auftretende Störfrequenz f_Q (siehe unter 4.1.7) nur um etwa 40 dB bedämpfen, muß also noch eine 2. selektive Stufe, die sog. Trennstufe, hinzugeschaltet werden, die die Gesamtdämpfung der Quarzfrequenz auf mehr als 80 dB erhöht.

Die Trennstufe wirkt außerdem als Verstärker.

4.1.9 Verdopplerstufen „UB–OB“ (Baustein 2)

Da die gesamte Frequenzaufbereitung im Senderoszillator auf der halben jeweils benötigten Frequenz betrieben wird, muß die von den Hauptmischstufen abgegebene und in den Trennstufen selektiv verstärkte halbe Senderfrequenz noch verdoppelt werden. Die halbe Senderfrequenz wird am Ausgang des Dreikreisfilters der Trennstufe als Oszillatorfrequenz für die 1. Empfänger-mischstufe ausgekoppelt und gleichzeitig dem Steuergitter der jeweiligen Verdopplerstufe zugeführt und dort

verstärkt. Die auf der Anodenseite der Verdopplerstufe liegenden Bandfilter sind auf die Senderfrequenzen des Unterbandes $75,275$ bis $77,725$ MHz und des Oberbandes $85,075$ bis $87,525$ MHz abgestimmt. Als Verstärkerrohren für die Verdopplerstufen wurden Leistungspentoden benutzt, um die für die Aussteuerung der HF-Senderendstufe notwendige Steuerleistung aufzubringen.

4.1.10 HF-Senderendstufe (Baustein 2)

Die HF-Senderstufe ist ein umschaltbarer Leistungsverstärker mit 15 W HF- oder 10 W NF-Ausgangsleistung. Beim Senden arbeitet sie als HF-Leistungsverstärker. Die notwendige Steuerspannung wird über die Nockenschalterkontakte S 1 oder S 2 zugeleitet. Diese Nockenschalterkontakte werden zusammen mit den anderen Nockenschalterkontakten S 3 bis S 6 mit dem Zehnerkanalwahlschalter betätigt und schalten beim Übergang von den Zehnerfrequenzen des Unterbandes auf die Zehnerfrequenzen des Oberbandes (Übergang von 4 auf 5 bzw. von 9 auf 0). S 1 schaltet die Verdopplerstufe des Unterbandes, S 2 die Verdopplerstufe des Oberbandes zur Aussteuerung an die Senderendstufe. Mit S 3 und S 4 werden bei Sendebetrieb im Oberband die Zusatzkapazitäten C 29 und C 32, mit denen der Anodenkreis und der Antennenkreis auf das Unterband abgestimmt sind, abgeschaltet. Nach der Abschaltung sind beide Kreise auf das Oberband abgestimmt. Mit den Kondensatoren C 33 und C 34 wird außer der Oberbandabstimmung auch noch die Anpassung an die HF-Weiche vorgenommen. Der Leistungsabfall an den Bandgrenzen beträgt bei ordnungsgemäßem Abgleich aller Kreise max. 20% . Die Drossel Dr 1 verhindert ein Abfließen der HF-Steuerleistung nach Masse. Die Drossel Dr 2 sperrt den HF-Abfluß am Einspeisungspunkt der Anodengleichspannung. Beide Drosseln sperren nur die Hochfrequenz (Senderendfrequenz). Wenn die Senderendstufe als NF-Kraftverstärkerstufe arbeitet (Näheres siehe unter „Verstärkerbetrieb“ 4.3.6), sind die Drosseln unwirksam, d. h. für die Niederfrequenz stellen sie praktisch einen Kurzschluß dar.

Mit den Bandfiltern der Verdopplerstufen und dem Bandfilter im Anodenkreis der Senderendstufe werden die Oberwellen, die sich beim Verdoppeln bilden, um mehr als 60 dB im Vergleich zur Grundwelle (Senderendfrequenz) bedämpft. Senderausgang und Empfängereingang sind auch bei gleichzeitigem Senden und Empfangen an eine gemeinsame Antenne angeschlossen. Senderausgang und Empfängereingang müssen daher voneinander entkoppelt werden. Diesem Zweck dient die HF-Weiche (beschrieben unter 4.4.5).

Die abgegebene Sendeleistung durchläuft daher zunächst die HF-Weiche, bevor sie zur Antenne gelangt.

4.2 Empfangen

Die Blockschaltbilder 27 bis 34 zeigen die Zusammenschaltung der Funktionsstufen und den Betriebszustand bei den verschiedenen Betriebsarten.

4.2.1 HF-Verstärkerstufen für Unter- und Oberband (Baustein 3)

Das mit der Antenne empfangene HF-Signal gelangt

über den jeweils eingeschalteten Weichenteil (OB oder UB) in die entsprechende HF-Verstärkerstufe. Die beiden HF-Verstärkerstufen sind für das Ober- und das Unterband getrennt mit V 1 bzw. V 11 aufgebaut. Jede Stufe ist für sich ein selektiver HF-Verstärker mit einer Bandbreite von $2,5$ MHz. Da die ausgenutzte Bandbreite $2,45$ MHz plus 2×18 kHz (Hub + höchste NF-Frequenz),

also insgesamt 2,486 MHz beträgt, müssen die Gitter- und Anodenkreise dieser Verstärkerstufen sehr sorgfältig TK-kompensiert sein (TK = Temperaturkoeffizient). Daher sind diese Kreise mit mehreren Kondensatoren verschiedener Dielektrikum-Massen aufgebaut. Die Steuergitterschaltung beider HF-Verstärker ist rauscharm aufgebaut, um eine hohe Eingangsempfindlichkeit zu erzielen. Das HF-Signal wird etwa 5fach verstärkt und liegt über C 19 bzw. C 101 an den jeweils nachgeschalteten additiven Mischstufen.

4.2.2 1. Empfänger-mischstufe für Unter- und Oberband (Baustein 3)

Die 1. Empfänger-mischstufen haben die Aufgabe, das HF-Signal durch Mischung mit der aus Baustein 2 anliegenden Oszillatorfrequenz auf die Frequenz des 1. ZF-Zuges, 9,8 MHz, umzusetzen. Da das Rauschen der Mischstufe etwa mit dem Faktor 1:V (V=Verstärkungsfaktor der HF-Verstärker) sich dem Grundrauschen der HF-Verstärkerstufe hinzuaddiert, muß diese Stufe additiv mischen. Die Rauschwerte additiver Mischstufen sind geringer als die multiplikativer Mischstufen. Die Anodenkreise der Mischstufen sind auf die Frequenz der 1. ZF, 9,8 MHz, abgestimmt. Über den Wechselkontakt $uh^{5,6,7}$ wird die ZF-Spannung vom Anodenkreis der jeweils eingeschalteten Mischstufe niederohmig abgegriffen und an das QuarzeingangsfILTER des 1. ZF-Verstärkers geschaltet. Die negative Spannung an den Meßpunkten M 1 und M 2 ist ein Maß für die jeweils anliegende Oszillatoramplitude.

4.2.3 1. ZF-Verstärker (Baustein 3)

Der gesamte 1. ZF-Verstärker besteht aus 3 Quarzfiltern mit 2 zwischengeschalteten Verstärkerrohren V 2 und V 3. Die Selektion des 1. ZF-Verstärkers ist, bedingt durch die Quarzfilter, sehr hoch. Störende Nebenfrequenzen werden wirksam bedämpft und damit die an der 2. Empfänger-mischstufe entstehenden Kreuzmodulationen klein gehalten. Die Frequenz der Filterquarze beträgt auf der Anodenseite der Filter (Q 2, Q 4, Q 6) 9,786 kHz, auf der gegenüberliegenden Seite (Q 1, Q 3, Q 5) 9,814 kHz.

Die Primärinduktivität der Quarzfilter ist in der Mitte geerdet. Beide Filterquarze werden daher mit gleich großer Spannung angesteuert. Die Kopplung der Kreise wird nicht nur von den Resonanzstellen, sondern vor allem von den sog. Dämpfungspolen bestimmt. Ein Dämpfungspol entsteht, wenn die Kopplungsspannung der einen Seite (z. B. C 38 und Q 1) die der anderen Seite (z. B. C 37 und Q 2) kompensiert. Die Gesamtkopplung wird damit praktisch Null und die Durchlaßdämpfung des Filters unendlich groß.

Die Lage der Dämpfungspole wird mit den Trimmern C 37, C 45 und C 52 eingestellt. Bei richtigem Abgleich liegen die Pole links und rechts neben dem Durchlaßbereich. Dadurch ergeben sich steile Filterflanken und eine sehr große Nahselektion. Die Frequenzen der Quarze liegen +14 kHz und -14 kHz neben der Mittenfrequenz 9,8 MHz.

4.2.4 2. Empfänger-mischstufe (Baustein 3)

In der 2. Empfänger-mischstufe wird die 1. Zwischenfrequenz durch Mischung mit der im 2. Empfänger-oszillator (Triodensystem der Röhre V 4) erzeugten Frequenz 7,9 MHz (siehe auch unter 4.4.4, 2. Empfänger-oszillator),

von 9,8 MHz auf die Frequenz des 2. ZF-Verstärkers 1,9 MHz umgesetzt. Die 2. Empfänger-mischstufe wirkt multiplikativ, ihr Rauschanteil, der bedeutend höher ist als der einer additiven Mischstufe, verrauscht das inzwischen mehr als 100fach verstärkte Nutzsignal kaum noch. Die Mischheptode arbeitet direkt auf das 1. Bandfilter des 2. ZF-Verstärkers.

4.2.5 2. ZF-Verstärker mit 1. und 2. Begrenzer (Baustein 3)

Der 2. ZF-Verstärker dient wie der 1. ZF-Verstärker zur selektiven Verstärkung des Nutzsignals, wobei hier im Gegensatz zum 1. ZF-Verstärker mit normalen Bandfiltern, normaler Güte und entsprechender Selektion in erster Linie Wert auf eine hohe Verstärkung gelegt wurde. Die Kopplung der Bandfilter ist zur Regelung der Bandbreite einstellbar (Trimmer C 67, C 74 und C 81). Die zwischengeschalteten Verstärkerrohren V 5, V 6 und V 7 arbeiten in Kathodenbasis-schaltung, V 5 mit überwiegend fester Steuergittervorspannung, V 6 und V 7 arbeiten in der bekannten Audionschaltung, d. h. die ankommende Amplitude erzeugt entsprechend ihrer Größe eine negative Gittervorspannung. Beide Röhren arbeiten zusätzlich als Amplitudenbegrenzer. Die Schirmgittervorspannung ist aus diesem Grunde für beide Röhren besonders niedrig. Das hat zur Folge, daß der zur Verfügung stehende Aussteuerbereich klein ist und die am Steuergitter anliegende Spannung, durch die Audionschaltung bedingt, die Röhre sehr bald bis zum Sperrbereich aussteuert. Damit steigt die am jeweiligen Anodenkreis anliegende ZF-Spannung trotz zunehmender ZF-Spannung am Steuergitter nicht mehr an, und die Stufe wirkt als Begrenzer. Zuerst beginnt die Stufe mit Röhre V 7 (2. Begrenzer) zu begrenzen. Danach, bei weiterem Spannungsanstieg, der etwa dem Verstärkungsfaktor von V 6 entspricht, beginnt auch die Stufe mit Röhre V 6 (1. Begrenzer) zu begrenzen. Dadurch, daß die Schirmgitterspannung von V 7 über den vorgeschalteten Spannungsteiler R 34, R 35 und R 36 an der stabilisierten Spannung +150 V angeschlossen ist, bleibt die von V 7 im Primärkreis des Diskriminators erzeugte max. ZF-Spannung sehr konstant. Beide Begrenzerstufen sorgen dafür, daß der Diskriminator (Demodulator) mit konstanter Spannung angesteuert wird. Störgeräusche, die in Form von Amplitudenmodulation auftreten, werden dadurch weitgehend (etwa im Verhältnis 1:30) unterdrückt (siehe auch unter 4.2.6).

4.2.6 Diskriminator (Demodulator, Baustein 3)

Mit dem Diskriminator wird das der empfangenen Senderfrequenz (Trägerfrequenz) in Frequenzmodulation aufmodulierte NF-Signal demoduliert. Es handelt sich bei dieser Schaltung nicht um einen Ratiodetektor, sondern um einen sog. Armstrongdiskriminator, für dessen Funktion eine stets gleichbleibende ZF-Spannung zur Ansteuerung notwendig ist. Jede Schwankung der eingespeisten ZF-Spannung hätte nämlich eine entsprechende Schwankung der abgegebenen NF-Spannung zur Folge. Aus diesem Grunde sind die beiden dem Diskriminator vorgeschalteten ZF-Verstärker als Begrenzerstufen ausgebildet. Durch die doppelte Begrenzung erhält man zusätzlich eine AM-Unterdrückung, wodurch Störgeräusche, die durch atmosphärische Störungen und ähnliche Beeinflussungen der Trägerfrequenz entstehen, fast vollständig unterdrückt werden. Die vom

Diskriminator abgegebene NF-Spannung ist damit praktisch dem Hub proportional und unabhängig von anderen störenden Einflüssen.

Der Diskriminator besteht aus zwei auf die 2. ZF abgestimmten Schwingkreisen. Die Gesamtspannung des 1. Schwingkreises ist über C 90 mit je einer Hälfte der Spannung des 2. Kreises auf die 1. bzw. 2. Diode der Röhre V 8 geschaltet. Die Spannung des 2. Kreises ist bei Ansteuerung mit der Resonanzfrequenz (1,9 MHz), bezogen auf die Spannung des 1. Kreises, um 90° phasenverschoben. Durch die Zusammenschaltung über C 90 ergibt sich damit an der einen Diode eine Summenspannung. Sie setzt sich aus der Gesamtspannung des 1. Kreises und der halben um $+90^\circ$ zu dieser verschobenen Spannung des Sekundärkreises zusammen. An der 2. Diode liegt wiederum die Gesamtspannung des 1. Kreises, diesmal jedoch mit der halben um -90° verschobenen Spannung des 2. Kreises. Die beiden von den Dioden gleichgerichteten Summenspannungen sind also bei Ansteuerung mit f_0 (1,9 MHz) gleich. In dem Moment, in dem die empfangene Trägerfrequenz moduliert ist, verändert sich die Zwischenfrequenz um den Betrag des jeweils aufgemodelten Frequenzhubes. Mit dieser Frequenzänderung werden beide Kreise, da sie ja auf die veränderte Frequenz nicht abgestimmt sind, induktiv oder kapazitiv, und die Phasendrehung des 2. Kreises bezogen auf den 1., die bisher 90° betrug, wird größer oder kleiner. Damit werden auch die Summenspannungen an den beiden Dioden ungleich groß, und es ent-

steht an den Arbeitswiderständen R 39 und R 40 je nach Verstimmungsrichtung eine positiv oder negativ gerichtete Gleichspannung, deren Größe im Bereich der Bandbreite dem Frequenzhub praktisch proportional ist. Die auf diese Weise zurückgewonnene (demodulierte) NF-Spannung wird über R 42 und C 96 dem Steuergitter der NF-Empfängerendstufe zugeführt. Mit C 91 und C 95 wird die noch in der NF-Spannung befindliche HF-Restspannung herausgesiebt.

4.2.7 NF-Empfängerendstufe (Baustein 3)

Die Empfängerendstufe ist ein normaler NF-Verstärker. Der Ausgangsübertrager Tr 1 ist für einen Sekundärwiderstand von 6Ω berechnet. Die niederohmig abgegebene NF-Spannung wird über den von der Rauschsperrsteuerung gesteuerten Wechselkontakt kh^{8,9,10} (Baustein 4) an den Lautsprecher Lt 1 (Baustein 1) geschaltet. Außerdem liegt das Telefon des Kopfhörers über R 10 am niederohmigen NF-Ausgang des Empfängers.

Wenn der empfangene Sender zu schwach einfällt und das Empfängerrauschen zu störend wird, schaltet der Wechselkontakt kh^{8,9,10} Lautsprecher und Telefon ab und einen entsprechenden $6\text{-}\Omega$ -Lastwiderstand (R 34) an. Die Leistungspentode V 9 arbeitet als A-Verstärker mit einer geringen Gegenkopplung durch R 47 zur Verringerung des Klirrfaktors. Mit dem Kondensator C 115, parallel zur Primärwicklung des Ausgangstrafos, werden Frequenzen über 3 kHz bedämpft.

Verstärkung des Empfängers siehe Bild 80 auf Seite 123.

4.3 Betriebsarten

Vorbemerkung: Bei der Beschreibung der einzelnen Betriebsarten sind Bedienungshinweise und -unterschiede nicht enthalten, sie sind in der Bedienungsanleitung für die Funksprechanlage FuG 7a, Nr. AH/Bs-V 300 626, auf den Seiten 20 bis 29 erschöpfend behandelt.

Hier werden die technischen Vorgänge, wie Frequenzumschaltungen bei Bandwechsel, An- und Abschalten des Senders, Umschaltungen der Röhrenheizungen, der NF-Leitungen u.a.m., die zwangsläufig mit den einzelnen Betriebsarten verschieden ablaufen, beschrieben.

4.3.1 Nur-Empfang „GE“ oder „WE“

Die für die Betriebsarten Nur-Empfang notwendige Senderabschaltung wird mit dem Betriebsartenschalter S 1 am Bedienungsfeld des SE-Gerätes gesteuert. Die Schalterebene dieses Schalters ist in den Erregerstromkreis des SH-Relais (Baustein 4) eingeschaltet (SH entspricht Senderheizung) und unterbricht in den Nur-Empfangstellungen „GE“ oder „WE“ den Erregerstromkreis. Damit ist der Heizstrom für die Röhre der Senderendstufe (V 5, Baustein 2) vom Relaiskontakt sh^{14,15,16} und der Heizstrom für die Röhren der Verdopplerstufen (V 2 und V 4, Baustein 2), sowie der Heizstrom für die Röhren des Mikrofonverstärkers, des Hubbegrenzers, des NF-Verstärkers, der Phasenumkehrstufe und des Rufgenerators (V 1, V 2 und V 3, Baustein 4) von dem Relaiskontakt sh^{8,9,10} abgeschaltet (siehe auch Bilder 35 und 36). Außerdem wird mit dem Kontakt sh^{5,6,7} der Erregerstromkreis für das ET-Relais in Baustein 4, sowie das ET-Relais in der Netzstromversorgung bzw. das ET- und das ETH-Relais in der Batteriestromversorgung un-

terbrochen. Damit vermeidet man bei unbeabsichtigtem Auslösen der Sendertastung durch Drücken der Sprech-taste des Handsprechhörers die Erhöhung der Anodenspannungen (Umschaltung in den Stromversorgungen zwecks Lastausgleich bei Sendebetrieb), sowie einen unbeabsichtigten Bandwechsel des Empfängers über den et^{11,12,13}-Kontakt in Baustein 4 bei Nur-Empfang im Wechselsprechen (WE). Die Ober- und Unterbandumschaltung der Oszillatoren für den Empfänger sind wie bei den Betriebsarten „Gegensprechen“ bzw. „Wechselsprechen“ (siehe unter 4.3.2 und 4.3.3) beschrieben.

4.3.2 Wechselsprechen „W/V“

Bei Wechselsprechen arbeitet der Empfänger auf der gleichen Frequenz wie der Sender. Das hat den Vorteil, daß für diese Betriebsart 100 Sende-Empfangsmöglichkeiten (Kanäle) zur Verfügung stehen, im Gegensatz zum Gegensprechen, bei dem nur 50 Möglichkeiten (Kanalpaare) nutzbar sind. Wechselsprechen hat jedoch den Nachteil, daß nicht gleichzeitig gesendet und empfangen werden kann, wiederum im Gegensatz zum Gegensprechen, bei dem gleichzeitig gesendet und empfangen werden kann.

Durch den Aufbau des SE-Gerätes FuG 7a bedingt (für den Sender und als 1. Oszillator des Empfängers wird ein gemeinsamer Oszillator benutzt, Transceiverprinzip beim Gegensprechen), werden beim Übergang vom Senden auf Empfangen und umgekehrt Oszillatorumschaltungen notwendig, die in den Bildern 27 bis 30 dargestellt und nachstehend beschrieben werden.

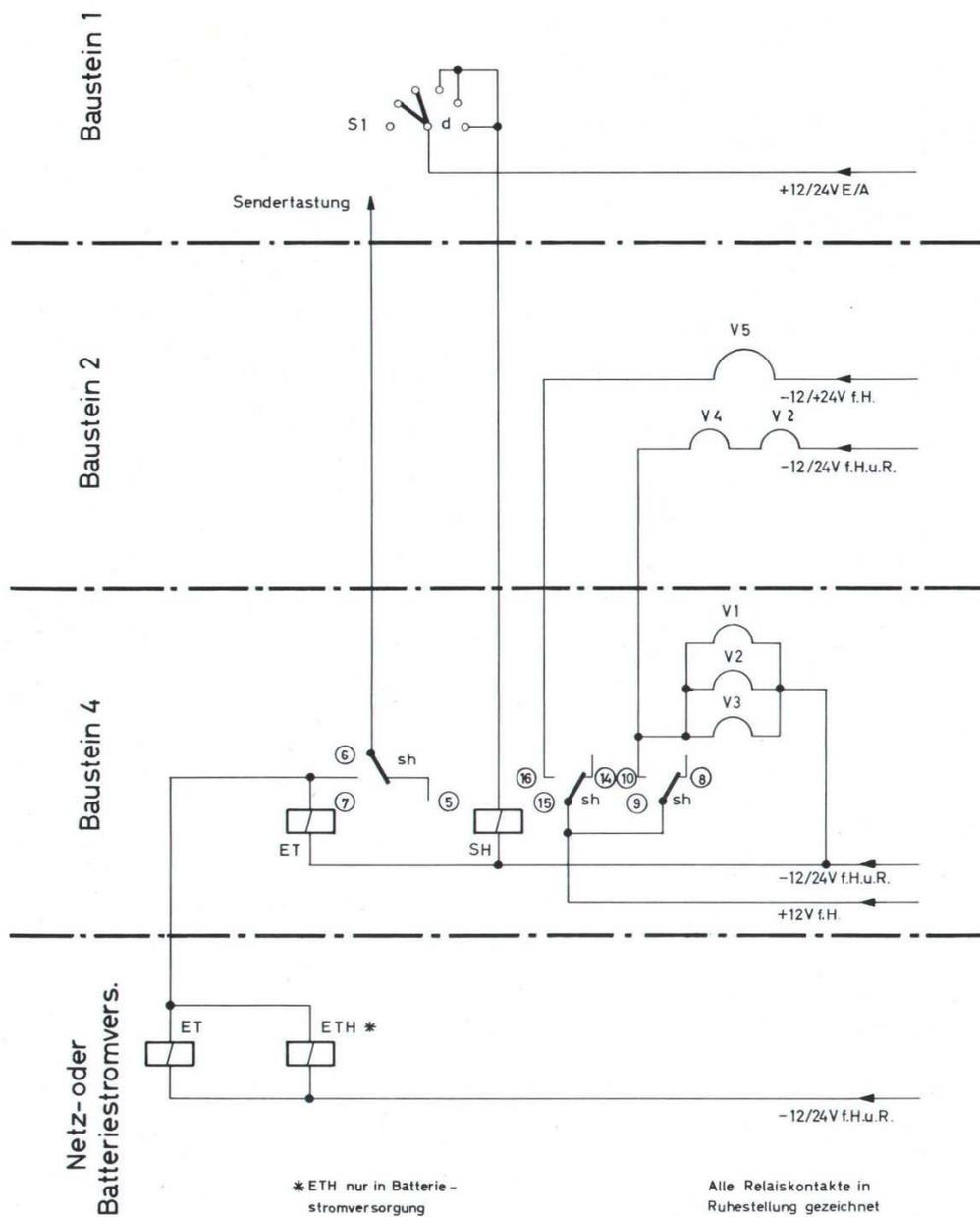


Bild 19 Abschaltung der Sendertastung und der Senderröhren-Heizung durch das SH-Relais bei den „Nur-Empfang“-Betriebsarten W_E und G_E

Die Bandumschaltung, d. h. die Umschaltung der Oszilatoren, Misch- und Verdopplerstufen, sowie die des HF-Bandfilters der Senderendstufe beim Übergang vom Unter- zum Oberband oder umgekehrt, wird von mehreren Relais und Nockenschaltkontakten vorgenommen, deren Wirkungsweise unter 4.6.2 „Relaisfunktionen“ und 4.6.3 Bandumschaltung erläutert ist.

Die Bandumschaltung bei Wechselsprechen unterscheidet sich von der bei Gegensprechen dadurch, daß in den Wechselsprechstellungen „ W_E “ und „ W/V “ des Betriebsartenschalters über die Schalterebene b das UW-Relais erregt wird. Verfolgt man die Stromläufe in den Bildern 27 bis 30, so erkennt man, daß mit dem Einschalten des UW-Relais, Kontakte $uw^{5,6,7}$ und $uw^{8,9,10}$,

der Kontakt $et^{11,12,13}$ wirksam wird, mit dem die am Bandwechsel beteiligten Stufen zwischen Senden und Empfangen umgeschaltet werden.

Gesteuert vom Kontakt $et^{11,12,13}$ werden die Relais UH, UN, UNH und We 1 bis We 3.

bei Wechselsprechen Senden im Unterband nicht erregt, bei Wechselsprechen Empfang im Unterband erregt, und bei Wechselsprechen Senden im Oberband erregt, und bei Wechselsprechen Empfang im Oberband nicht erregt. Beim Übergang zwischen Senden und Empfangen wird entsprechend die im Sender erzeugte Frequenz um den Betrag umgeschaltet, der der 1. Zwischenfrequenz entspricht. Die Umschaltungen der 1. Empfängermischstufen und die der Phasenumkehrstufe werden nicht ausgenutzt, da der Empfänger beim Senden abgeschaltet ist.

4.3.3 Gegensprechen „G/V/Rs 2“

Beim Gegensprechen wird auf einem Frequenzpaar gleichzeitig gesendet und empfangen. Diese Betriebsart ist in ihrer Wirkungsweise mit dem 4-Drahtbetrieb im Fernmeldewesen vergleichbar, d. h. es kann wie beim Telefonieren gehört und gleichzeitig gesprochen werden. Für die Übertragung eines Funkgesprächs im Gegensprechen werden 2 Betriebsfrequenzen benutzt, die beim SE-Gerät FuG 7a um 9,8 MHz auseinanderliegen. Da diese Differenzfrequenz der 1. Zwischenfrequenz entspricht, kann für die Aufbereitung der Senderfrequenz und gleichzeitig für die Umsetzung der empfangenen Hochfrequenz zur 1. Zwischenfrequenz derselbe Oszillator benutzt werden. Wird z. B. mit 80 MHz gesendet, so ergibt die um 9,8 MHz tiefer liegende Empfangsfrequenz (70,2 MHz) durch Mischung mit der Oszillatorfrequenz des Senders (80 MHz) die 1. Zwischenfrequenz. Eine Umschaltung des Oszillators zwischen Senden und Empfangen und umgekehrt ist also nicht notwendig. In den Gegensprechstellungen „Ge“ und „G/V/Rs 2“ des Betriebsartenschalters ist das UW-Relais, mit dem die Oszillatorumschaltung beim Wechselsprechen eingeleitet wird, daher nicht erregt. Nur beim Übergang vom Unter- zum Oberband und umgekehrt wird die Frequenzlage des Senders und des Empfängers getauscht. Dementsprechend werden dabei – gesteuert durch die Kontakte S 5 und S 6 – der Zehneroszillator, die Verdoppler- und Trennstufen, die 1. Empfängermischstufen und die Phasenumkehrstufe umgeschaltet (siehe Bilder 31 bis 34).

Beim Senden ist die Betätigung der Sprechstaste (Sendereinschaltstaste) am Handsprechhörer erforderlich. Im Gegensatz zum Wechselsprechen braucht die Taste jedoch nicht losgelassen zu werden (siehe auch Bedienungsanleitung FuG 7a Nr. AH/Bs-V 300 626, Seiten 22 und 23). Aus Stromspargründen ist es jedoch empfehlenswert, in den Gesprächspausen die Sprechstaste nicht zu drücken. Der bei Gegensprechen (Transceiverbetrieb) vom Sender und Empfänger gemeinsam benutzte Senderoszillator (Zehneroszillator, Eineroszillator, Hauptmischstufe) ist beim Senden eines Signales frequenzmoduliert. Um einen einwandfreien Empfangsbetrieb zu gewährleisten ist es erforderlich, die Frequenzmodulation im Empfänger zu kompensieren, damit keine NF-Rückkopplung stattfindet, die zu einer wilden NF-Schwingung führen könnte. Diese NF-Kompensation wird durch Gegenmodulation des 2. Empfängeroszillators erreicht (genaue Beschreibung unter 4.5.2, NF-Kompensation).

4.3.4 Kleine Relaisstelle „Rs 1“

Eine Relaisstation hat die Aufgabe, Funkverbindung zwischen 2 Funkstationen herzustellen, wenn diese wegen zu großer Entfernung oder wegen dazwischenliegender Hindernisse (z. B. Bodenerhebungen) nicht unmittelbar miteinander in Verbindung treten können. Mit der Betriebsart „Kleine Relaisstelle“ wird eine Funkverbindung im Wechselsprechen (genau genommen im bedingten Gegensprechen, d. i. Wechselsprechen auf 2 Frequenzen) hergestellt (siehe auch Bedienungsanleitung FuG 7a, Nr. AH/Bs-V 300 626, Seiten 23 und 24). Mit dem Einschalten der Betriebsart Rs 1 wird über die Schalterebene c des Betriebsartenschalters S 1 die Erregerwicklung des KT-Relais über den Kontakt $kh^{5,6,7}$ an +12/24 V geschaltet. Sobald das Relaisstellengerät einen der beiden Sender der Funksprechendstellen empfängt, schaltet die Rauschsperr des Relaisstellengerätes über das K- und das KH-Relais mit dem Kontakt $kh^{5,6,7}$ das KT-Relais ein (siehe auch Beschreibung der Rauschsperr unter 4.5.1). Der Kontakt $kh^{5,6,7}$ schaltet den Sender des Relaisstellengerätes ein, dem nun das vom Empfänger empfangene und demodulierte NF-Signal der sendenden Funksprechendstelle über den Kontakt $kt^{8,9,10}$ wiederaufmoduliert und damit zur empfangenden Funksprechendstelle weitergesendet wird (siehe dazu auch Bild 23).

Mit der Gesprächsübertragung im bedingten Gegensprechen, d. h. auf 2 Frequenzen, wird vermieden, daß der Sender der 1. Funksprechendstelle nicht direkt vom Empfänger der 2. Funksprechendstelle empfangen wird. Die beiden Funksprechendstellen sind auf Gegensprechen geschaltet. Sie senden beide wechselweise im Oberband und empfangen im Unterband oder umgekehrt. Die Relaisstelle empfängt dementsprechend im Oberband und sendet im Unterband oder umgekehrt. Doppelempfang bzw. gegenseitige Störung der beiden jeweils eingeschalteten Sender ist also ausgeschlossen.

4.3.5 Große Relaisstelle „G/V/Rs 2“

Wenn eine Gegensprech-Funkverbindung zwischen 2 Funksprechendstellen wegen zu großer Entfernung oder dazwischenliegender Hindernisse nicht direkt herstellbar ist, muß das Funkgespräch durch Zwischenschaltung einer oder mehrerer großer Relaisstellen übertragen werden.

Eine große Relaisstelle besteht aus 2 SE-Geräten, die über den Relaisstellenzusatz (siehe unter 2.10 im 3. Hauptabschnitt) elektrisch verbunden sind. Der Empfänger des ersten Relaisstellengerätes empfängt den Sender der zugeordneten Funksprechendstelle. Die Rauschsperr dieses Gerätes schaltet daraufhin über den Kontakt $kh^{5,6,7}$, den Betriebsartenschalter S 1 Schalterebene c, Buchse 2 im Baustein 1 und über den zwischengeschalteten Relaisstellenzusatz den Sender des 2. Relaisstellengerätes ein. Die NF zur Modulation des Senders vom 2. Relaisstellengerät wird ebenfalls über den Relaisstellenzusatz durchgeschaltet. Zur Vermeidung von Doppelempfang und gegenseitiger Störung der jeweils eingeschalteten Sender wird bei Relaisstellenbetrieb im Gegensprechen (große Relaisstelle) für jede Funkteilstrecke ein neues Frequenzpaar benötigt. Dabei ist zu beachten, daß die an den beiden Geräten einer Relaisstelle eingestellten Frequenzen (Kanäle) entweder beide im Unterband (Kanal 00–49) oder beide im Oberband (Kanal 50–99) eingestellt werden (siehe dazu auch Bild 23).

Näheres über die Errichtung, den Betrieb und die Bedienung einer „großen Relaisstelle“ sowie über zweckmäßige Frequenzwahl für die gesamte Funkstrecke ist in der Bedienungsanleitung FuG 7a, Nr. AH/Bs-V 300 626, auf den Seiten 24 bis 28 enthalten.

4.3.6 Verstärkerbetrieb „W/V“ oder „G/V/Rs 2“

Die Betriebsart „Verstärkerbetrieb“ weicht von den anderen Betriebsarten des SE-Gerätes FuG 7a erheblich ab. Die Sender-Endstufe des SE-Gerätes dient bei dieser Betriebsart nicht mehr zur HF-Leistungsverstärkung,

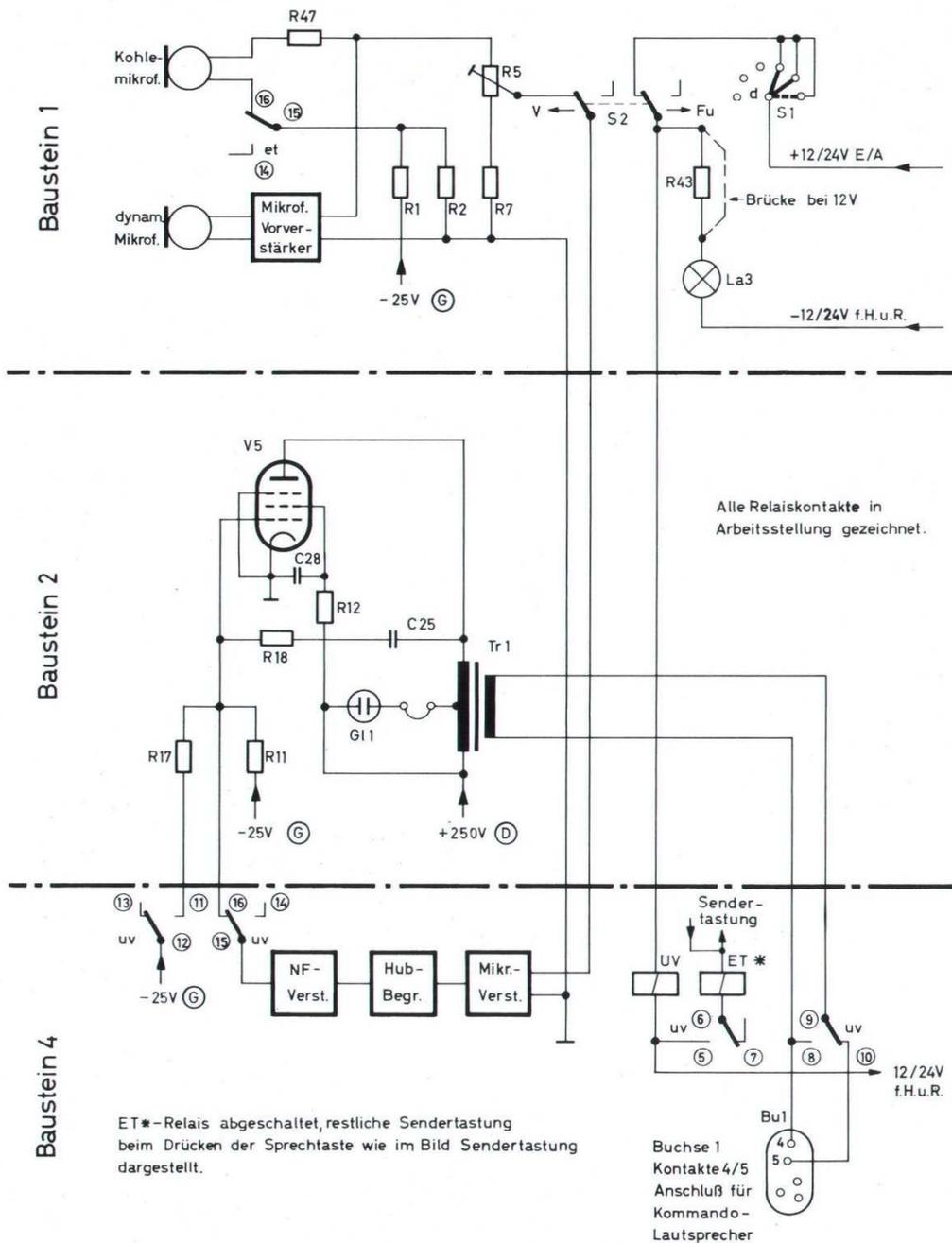


Bild 20 Zusammenschaltung der bei NF-Verstärkerbetrieb wirksamen Funktionsstufen

sie wird vielmehr als NF-Kraftverstärker benutzt. Für diesen Zweck wurde die Sender-Endstufe so konstruiert, daß dazu eine Umschaltung einzelner Schaltelemente nicht notwendig ist. Der große Abstand der jeweils verstärkten Frequenzen, in einem Falle Hochfrequenz (80 MHz), im anderen Niederfrequenz (300 Hz bis 3 kHz), ein Abstand also, der ungünstigenfalls immer noch 1:24 000 beträgt, macht es leicht, die Schaltungen der Drosseln und Kondensatoren so auszulegen, daß die Stromkreise für Hochfrequenz und Niederfrequenz gut trennbar sind.

Beim Umschalten des SE-Gerätes auf Verstärkerbetrieb, Betriebsartenschalter S 1 in Stellung „W/V“ oder „G/V/Rs 2“ (V/Fu) S 2 in Stellung „V“, wird das UV-Relais in Baustein 4 erregt. Der Kontakt uv^{11,12,13} schaltet die dem Steuergitter der Sender-Endstufe über R 17 zugeführte negative Gittervorspannung ab. Die von der Röhre benötigte Gittervorspannung liegt nun nur noch über den Widerstand R 11 an, die Vorspannung wird geringer, und die Endstufenröhre, die als HF-Leistungsverstärker in C-Betrieb arbeitete, verstärkt nun in A-Betrieb. Mit dem Kontakt uv^{14,15,16} wird die verstärkte und begrenzte Mikrofonspannung von der Phasenumkehrstufe ab und direkt an das Steuergitter der Endstufenröhre angeschaltet. Die Endstufenröhre V 5 arbeitet bei Verstärkerbetrieb direkt auf den NF-Ausgangstrafos Tr 1, denn die Anodenkreisinduktivität L 15 sowie die HF-Drossel Dr 2 sind für die NF praktisch ein Kurzschluß, während die Kondensatoren C 29 und C 30 für die NF viel zu hochohmig sind, um als Nebenschluß störend wirksam zu werden. Die Glimmlampe Gl 1 dient als Überlastungsschutz des NF-Ausgangstransformators. Falls der Kommandolautsprecher, d. h. also die Belastung der NF-Verstärkerstufe nicht angeschlossen wird, zündet durch die am Trafo entstehende hohe Leerlaufspannung die Glimmlampe und schließt die angeschlossene Wicklung kurz. Dieser Kurzschluß wirkt durch die intensive Kopplung auch auf die andere Wicklungshälfte, so daß die gesamte Primärwicklung kurzgeschlossen ist und damit ein Durchbrennen des Ausgangstrafos vermieden wird. Gleichzeitig dient diese Entladungsstrecke als Überspannungsschutz für den Kommandolautsprecher, denn bei sehr starken Aussteuerungen der NF-Stufe, die beispielsweise durch In-das-Mikrofon-Husten oder ähnliches entstehen können, zündet die Glimmlampe ebenfalls.

Zum Besprechen des NF-Kraftverstärkers wird der Handsprechhörer des SE-Gerätes benutzt. Der bei Verstärkerbetrieb notwendige Pegel wird mit dem Widerstand R 5, Baustein 1, eingestellt.

Während der Sender bei dieser Betriebsart als NF-Kraftverstärker arbeitet, bleibt der gesamte Empfänger

in Betrieb, d. h. die Anrufbereitschaft bleibt erhalten. Je nachdem, ob nach einem erfolgten Anruf die Antwort im Wechselsprechen oder im Gegensprechen abgegeben werden soll, ist zweckmäßigerweise von vornherein die entsprechende Betriebsarten-Schalterstellung zu wählen (bei Wechselsprechen „W/V“, bei Gegensprechen „G/V/Rs 2“).

Da auch bei Verstärkerbetrieb die Sprechstaste gedrückt werden muß, ist es erforderlich, den bei der Betriebsart „Wechselsprechen“ durch die Sendertastung ausgelösten Bandwechsel des Empfängers (ET-Relais in Baustein 4) zu verhindern. Aus diesem Grunde wird von dem UV-Relais, Kontakt uv^{5,6,7}, die Erregung des ET-Relais, Baustein 4, abgeschaltet. Die restlichen an der Sendertastleitung liegenden Relais werden weiterhin von der Sprechstaste des Handsprechhörers gesteuert.

Mit dem 4. Kontakt des UV-Relais uv^{8,9,10} wird die niederohmig vom Ausgangstransformator abgenommene NF-Leistung an die Anschlußkontakte für den Kommandolautsprecher, Buchse 1, Baustein 4, durchgeschaltet.

Bei Verstärkerbetrieb leuchtet die blaue Signallampe La 3 am Bedienungsfeld des SE-Gerätes. Diese optische Anzeige soll den Bedienenden der Funksprechanlage an die gegenwärtig eingeschaltete Sonderbetriebsart erinnern, damit beabsichtigte Funkgespräche nicht irrtümlich als Kommandolautsprecherdurchsage laufen.

Auch in der Betriebsarten-Schalterstellung „Rs 1“ ist Verstärkerbetrieb möglich (solange der Umschalter S 2 (V/Fu) in Stellung V geschaltet ist), jedoch wird hierbei der Verstärker nicht nur vom Mikrofon des Handsprechhörers gesteuert, sondern auch von einem vom Empfänger (der ja bei Verstärkerbetrieb in Anrufbereitschaft ist) empfangenen Signal.

4.3.7 Rufen und Morsebetrieb

Beides ist keine gesondert am SE-Gerät einstellbare Betriebsart. Beim Rufen wie beim Morse wird der Rufoszillator direkt (Ruf 1, Morsen) oder indirekt (Ruf 2 über Relais R 2, Kontakt r^{28,9,10}) mit dem Relais R 1, Kontakt r^{11,14,15,16}, in Betrieb gesetzt. Gleichzeitig wird beim Rufen mit r^{15,6,7} / r^{11,12,13} und beim Morse mit dem Sendereinschalter an der Morsetaste der Sender eingeschaltet. Die Rufspannung, bei Ruf 1 und beim Morse mit einer Frequenz von 1750 Hz, bei Ruf 2 2135 Hz, liegt über r^{18,9,10} am Eingang des NF-Verstärkers des Senders, der damit moduliert wird. Die Rufspannung bei Ruf 2 wird durch Umschaltung der Anodenkreisinduktivität mit dem Kontakt r^{15,6,7} erzielt. Weiteres über die Funktion des Rufoszillators siehe unter 4.5.4 (siehe dazu auch Bild 24).

4.4 Frequenzen: Aufbereitung und Trennung

Vorbemerkung: Alle Angaben dieses Kapitels beziehen sich auf die Ausführung FuG 7a. Die Angaben für die Sonderausführungen FuG 7a-1 und FuG 7a-2 sind dem Kapitel 7 in diesem Hauptabschnitt zu entnehmen.

4.4.1 Frequenzaufbereitung

Das Sende-Empfängergerät FuG 7a hat 100 Kanäle (Betriebsfrequenzen) im 80-MHz-Band. Ihre Größe und Kennzeichnung mit Nummern ist aus der nachfolgenden

Tabelle und der graphischen Darstellung, Bild 22, ersichtlich.

Um die erforderliche Genauigkeit aller 100 Frequenzen mit größtmöglicher Sicherheit zu erreichen und gleichzeitig eine einwandfreie FM-Modulation dieser Frequenzen zu erzielen, wird die Frequenzaufbereitung wie folgt durchgeführt.

Die jeweilige Ausgangsfrequenz wird durch Mischung von zwei Komponenten gebildet. Man nennt einen

nach diesem Prinzip aufgebauten Sender deshalb auch „Mischsender“. Eine modulierte Schwingstufe wird ohne jede Stabilisierung durch einen Quarz und ohne Nachregelung aufgebaut (Eineroszillator).

Kanal- und Frequenzverteilung der Funksprechanlage Fu G 7a für die Gegensprech-Betriebsarten „G“, „G/V/Rs 2“ und „Rs 1“
Bei den Wochensprech-Betriebsarten „We“ und „W/V“ ist die Empfangsfrequenz (E) wie die Senderfrequenz (S)

S: 00	75,275	10	75,775	20	76,275	30	76,775	40	77,275
E:	85,075		85,575		86,075		86,575		87,075
S: 01	75,325	11	75,825	21	76,325	31	76,825	41	77,325
E:	85,125		85,625		86,125		86,625		87,125
S: 02	75,375	12	75,875	22	76,375	32	76,875	42	77,375
E:	85,175		85,675		86,175		86,675		87,175
S: 03	75,425	13	75,925	23	76,425	33	76,925	43	77,425
E:	85,225		85,725		86,225		86,725		87,225
S: 04	75,475	14	75,975	24	76,475	34	76,975	44	77,475
E:	85,275		85,775		86,275		86,775		87,275
S: 05	75,525	15	76,025	25	76,525	35	77,025	45	77,525
E:	85,325		85,825		86,325		86,825		87,325
S: 06	75,575	16	76,075	26	76,575	36	77,075	46	77,575
E:	85,375		85,875		86,375		86,875		87,375
S: 07	75,625	17	76,125	27	76,625	37	77,125	47	77,625
E:	85,425		85,925		86,425		86,925		87,425
S: 08	75,675	18	76,175	28	76,675	38	77,175	48	77,675
E:	85,475		85,975		86,475		86,975		87,475
S: 09	75,725	19	76,225	29	76,725	39	77,225	49	77,725
E:	85,525		86,025		86,525		87,025		87,525
S: 50	85,075	60	85,575	70	86,075	80	86,575	90	87,075
E:	75,275		75,775		76,275		76,775		77,275
S: 51	85,125	61	85,625	71	86,125	81	86,625	91	87,125
E:	75,325		75,825		76,325		76,825		77,325
S: 52	85,175	62	85,675	72	86,175	82	86,675	92	87,175
E:	75,375		75,875		76,375		76,875		77,375
S: 53	85,225	63	85,725	73	86,225	83	86,725	93	87,225
E:	75,425		75,925		76,425		76,925		77,425
S: 54	85,275	64	85,775	74	86,275	84	86,775	94	87,275
E:	75,475		75,975		76,475		76,975		77,475
S: 55	85,325	65	85,825	75	86,325	85	86,825	95	87,325
E:	75,525		76,025		76,525		77,025		77,525
S: 56	85,375	66	85,875	76	86,375	86	86,875	96	87,375
E:	75,575		76,075		76,575		77,075		77,575
S: 57	85,425	67	85,925	77	86,425	87	86,925	97	87,425
E:	75,625		76,125		76,625		77,125		77,625
S: 58	85,475	68	85,975	78	86,475	88	86,975	98	87,475
E:	75,675		76,175		76,675		77,175		77,675
S: 59	85,525	69	86,025	79	86,525	89	87,025	99	87,525
E:	75,725		76,225		76,725		77,225		77,725

Korrespondierende Kanal-Nr. bei Gegensprech-Betrieb = Kanal-Nr. ± 50

Bild 21 Tabelle der Kanäle und der dazugehörigen Frequenzen des SE-Gerätes FuG 7a.

Bei Verwendung von temperaturkompensierten Kreisen erreicht man auf diese Weise eine Konstanz von etwa $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ über den verlangten Temperaturbereich von -20 bis $+40^\circ \text{C}$. Die zweite Komponente wird nicht moduliert und ist quarzgesteuert (Zehneroszillator). Mit ihr erreicht man auch ohne Thermostat eine Konstanz von etwa $\pm 1 \cdot 10^{-5}$. Während die absoluten Frequenzabweichungen beider Komponenten voll in die Endfrequenz eingehen, sind die relativen Abweichungen der Endfrequenz vom Verhältnis beider Mischfrequenzen abhängig, d. h. die Toleranz der Frequenz des Eineroszillators beträgt etwa $4 \text{ MHz} \cdot 10^{-4} \cdot 2$ (Verdopplung) $= 0,8 \text{ kHz}$, die der Frequenz des Zehneroszillators etwa

$40 \text{ MHz} \cdot 10^{-5} \cdot 2 = 0,8 \text{ kHz}$. Beide Toleranzen addiert, ergibt $\pm 1,6 \text{ kHz}$, einen Wert, der, verglichen mit den Angaben des Pflichtenheftes, noch Toleranzreserven sichert.

Das Prinzip des Mischsenders hat für ein Vielkanalgerät vor den anderen Verfahren den Vorteil des geringen Aufwandes, weil man nicht für jeden Kanal einen besonderen Quarz benötigt. Im vorliegenden Fall bei 100 Kanälen lag es nahe, die Frequenz in Dekaden aufzubereiten, damit man eine leicht ablesbare Anzeige des eingestellten Kanals erhält. Daher erhielten die beiden Kanalwahlschalter und die Oszillatoren die Vorbezeichnungen „Zehner“ und „Einer“.

Im 80-MHz-Band, in dem das Gerät arbeitet, ist bei Gegensprechen zwischen Sende- und Empfangsfrequenz ein Abstand von 9,8 MHz festgelegt. Es ergibt sich daher eine Gruppe von 50 Kanälen mit dem vorgeschriebenen Kanalabstand von je 50 kHz als Unterband und die zugehörige Gruppe der Gegensprechfrequenzen, die um jeweils 9,8 MHz höher liegen, als Oberband.

Der Frequenzsprung von Unter- zu Oberband bedingt eine Aufteilung des Zehneroszillators in 2 Baugruppen mit je einer Oszillatorröhre (V 3 und V 4) und den dazugehörigen Quarzsätzen Q 0 bis Q 4 und Q 5 bis Q 9. In jeder Schaltstellung des Zehner-Kanalwahlschalters sind jeweils beide Zehneroszillatoren mit einem Quarz verbunden, da beim Wechselsprechen, bei Übergang von Sende- auf Empfangsbetrieb (oder umgekehrt) die Frequenz um 9,8 MHz geändert wird. Die $\frac{1}{2}$ Sendefrequenz ist gleichzeitig Mischfrequenz für die 1. Empfänger-mischstufe, die bei Empfang auf gleicher Frequenz um den Betrag der 1. ZF, nämlich 9,8 MHz, von der Senderfrequenz abweichen muß. Die Umschaltung der Frequenz am Zehner-Kanalwahlschalter würde die Bedienung des Gerätes komplizieren.

In Stellung 0	V 3 mit Q 0	und V 4 mit Q 5
In Stellung 1	V 3 mit Q 1	und V 4 mit Q 6
In Stellung 2	V 3 mit Q 2	und V 4 mit Q 7
In Stellung 3	V 3 mit Q 3	und V 4 mit Q 8
In Stellung 4	V 3 mit Q 4	und V 4 mit Q 9
In Stellung 5	V 3 mit Q 0	und V 4 mit Q 5
In Stellung 6	V 3 mit Q 1	und V 4 mit Q 6
In Stellung 7	V 3 mit Q 2	und V 4 mit Q 7
In Stellung 8	V 3 mit Q 3	und V 4 mit Q 8
In Stellung 9	V 3 mit Q 4	und V 4 mit Q 9

In Betrieb ist jedoch stets nur ein Zehneroszillator, d. h. seine Anodenspannung ist eingeschaltet.

Beim Übergang von Sende- auf Empfangsbetrieb (und umgekehrt) wird diese mit einer Relaischaltung, ausgelöst durch die Sendertaste, auf den anderen Oszillator-teil umgeschaltet. Diese Umschaltungen (Bandwechsel) sind auf den Bildern 27 bis 34 genau dargestellt.

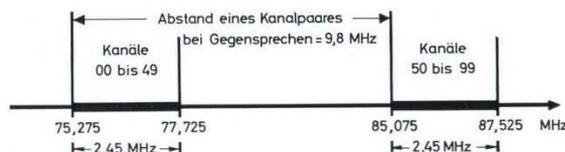


Bild 22 Frequenzverteilung des SE-Gerätes FuG 7a

Zehner- und Einerfrequenzen (siehe Tabellen auf dieser Seite) durch multiplikative Mischung addiert (Näheres unter 4.1.7) ergeben die jeweils $\frac{1}{2}$ Senderfrequenzen, die zunächst in den Trennstufen (Näheres unter 4.1.8) selektiv verstärkt und anschließend in den Verdopplerstufen (Näheres unter 4.1.9) auf die Endfrequenz verdoppelt werden.

4.4.2 Eineroszillator und Variometer (Baustein 1)

Mit dem Einer-Kanalwahlschalter wird über ein Vorgelege mit fest eingestellten Rasten ein Keramik-Variometer L 1 abgestimmt, dessen beide Spulen auf der Keramik aufgebrannt sind. Dieser in festen Werten veränderbaren Induktivität L 1 ist eine mit höchster Genauigkeit temperaturkompensierte Kondensatoranordnung (C 5 bis C 9) parallelgeschaltet. Die gesamte Baueinheit bildet den frequenzbestimmenden Kreis für den mit Röhre V 1 in Dreipunktschaltung aufgebauten, freischwingenden Eineroszillator.

Die Konstanz seiner Frequenz beträgt innerhalb des für das SE-Gerät angegebenen Temperaturbereiches etwa $1 \cdot 10^{-4}$. Um diese Stufe von den Schwankungen der Betriebsspannungen unabhängig zu machen, sind Anoden- und Schirmgitterspannung stabilisiert (Gl 1). Die Modulierung der Senderfrequenz wird im Eineroszillator vorgenommen, dazu ist der Blindwiderstand, den der Modulator darstellt, über C 4 dem Schwingkreis des Eineroszillators parallelgeschaltet und verstimmt diesen im Rhythmus der aufzumodelnden Frequenz (Näheres dazu unter 4.1.6).

Die Frequenz des Eineroszillators beträgt:

In Stellung 0 des Eineroszillators 4,0875 MHz
 in Stellung 1 des Eineroszillators 4,1125 MHz
 in Stellung 2 des Eineroszillators 4,1375 MHz
 in Stellung 3 des Eineroszillators 4,1625 MHz
 in Stellung 4 des Eineroszillators 4,1875 MHz
 in Stellung 5 des Eineroszillators 4,2125 MHz
 in Stellung 6 des Eineroszillators 4,2375 MHz
 in Stellung 7 des Eineroszillators 4,2625 MHz
 in Stellung 8 des Eineroszillators 4,2875 MHz
 in Stellung 9 des Eineroszillators 4,3125 MHz

4.4.3 Zehneroszillatoren UB-OB

Beide Oszillatoren sind mit dem Triodenteil der Mischröhren V 3 und V 4 quarzstabilisiert aufgebaut. Die Quarze sind in Reihe mit der Rückkopplungswicklung in den Gitterzweig geschaltet. Die Schaltung ist daher nur auf der Reihenresonanzfrequenz der Quarze schwingfähig. Die Frequenzen der Quarze werden mit den Spulen L 13 bis L 22 auf den genauen Sollwert abgestimmt. Die Schwingspannung wird an den Kondensatoren der Anodenkreise C 33 bis C 37 und C 46 bis C 50 eingestellt.

Q 0 = 33,55 MHz	} Unterband
Q 1 = 33,80 MHz	
Q 2 = 34,05 MHz	
Q 3 = 34,30 MHz	
Q 4 = 34,55 MHz	
Q 5 = 38,45 MHz	} Oberband
Q 6 = 38,70 MHz	
Q 7 = 38,95 MHz	
Q 8 = 39,20 MHz	
Q 9 = 39,45 MHz	

4.4.4 2. Empfängeroszillator

Dieser Oszillator dient zur Erzeugung der Hilfsfrequenz 7,9 MHz die zum Umsetzen der 1. Zwischenfrequenz 9,8 MHz in die 2. Zwischenfrequenz 1,9 MHz benötigt wird. Er schwingt frei in Dreipunktschaltung auf 7,9 MHz. Die Anodenspannung ist an die in Baustein 2 mit Gl 1 stabilisierte 150-V-Spannung angeschlossen.

Gleichzeitig wird der 2. Empfängeroszillator zur Kompensation der FM-Modulation (Frequenzhub) benutzt, der in der bei der ersten Mischung im Empfänger verwendeten Sendefrequenz enthalten ist.

Zu diesem Zweck ist dem Schwingkreis des Oszillators der Blindwiderstand der Reaktanzschaltung (Röhre V 10) parallelgeschaltet (Näheres siehe unter 4.5.2).

4.4.5 Frequenztrennung, HF-Weiche und Kreuzschalter

Bei dem Funksprechgerät FuG 7a ist auch bei Gegenprechbetrieb, trotz gleichzeitiger Benutzung von 2 Betriebsfrequenzen, nur eine Antenne erforderlich. Dazu wird jedoch eine HF-Weiche benötigt, die die Sendefrequenz in Richtung Empfängereingang sperrt und die Empfangsfrequenz in Richtung Senderausgang sperrt bzw. zum Empfängereingang leitet. Die HF-Weiche hat daher 2 Weichenzweige mit je einem Durchlaßbereich und einem Sperrbereich. Der Durchlaßbereich des einen Weichenzweiges ist der Sperrbereich des anderen Weichenzweiges und umgekehrt. Ein Bereich erstreckt sich genau über das Oberband, der andere über das Unterband. Bei Bandwechsel ist daher die Umschaltung der Weichenzweige vom Senderausgang zum Empfängereingang und umgekehrt erforderlich, die mit dem Kreuzschalter, Relais We 1 bis We 3, vorgenommen wird (Näheres unter 4.6.3).

Bei Wechselsprechen wird auf der gleichen Frequenz empfangen und gesendet. Um zusätzliche hochfrequente Schaltstellen zu vermeiden und zur Vereinfachung der Betriebsartenumschaltung, ist auch bei Wechselsprechen die HF-Weiche und der Kreuzschalter in Funktion. Beim Umschalten auf Wechselsprechen und beim Einschalten (Tasten) des Senders wird nur automatisch das Band gewechselt. Die gesamte Grundschaltung des Gegenprechbetriebes bleibt erhalten, so daß sich die Möglichkeit ergibt (eine Lötverbindung öffnen), bei „Wechselsprechen - Senden“ in den Gegensprechkanal, z. B. „Ortsfester Sender“, hineinzuhören.

4.4.6 Bezeichnung der Frequenzen

Bei Beginn der FM-UKW-Funksprechtechnik im 80-MHz-Band wurden die Frequenzen (Kanäle) entsprechend den damals hergestellten Geräten mit zunächst 150 kHz, später 100 kHz Kanalabstand festgelegt und mit Großbuchstaben gekennzeichnet. Als die ersten Geräte mit 50 kHz Kanalabstand eingesetzt wurden, bezeichnete man die neuen dazwischenliegenden Frequenzen mit den bisher üblichen Großbuchstaben und einer weiteren Kennzahl.

Da diese Frequenzbezeichnungen vielfach noch heute verwendet werden, sind in der Tabelle auf der nächsten Seite die beim FuG-7a-Gerät angegebenen Kanalzahlen, die zugehörigen Frequenzen und die für diese Frequenzen benutzten alten Bezeichnungen gegenübergestellt.

Die alten Bezeichnungen gelten nicht nur für eine Frequenz, sondern jeweils für ein Frequenzpaar mit je einer Frequenz im Ober- und Unterband, wie sie für Gegenprechbetrieb verwendet werden.

Unterband		Oberband		alte Bezeichnung	Fortsetzung				
Kanal Nr.	Sender-Frequenz	Kanal Nr.	Sender-Frequenz						
00	75,275	50	85,075	A	26	76,575	76	86,375	K
01	75,325	51	85,125	A1	27	76,625	77	86,425	K1
02	75,375	52	85,175	A2	28	76,675	78	86,475	L
03	75,425	53	85,225	B	29	76,725	79	86,525	L1
04	75,475	54	85,275	B1	30	76,775	80	86,575	M
05	75,525	55	85,325	B2	31	76,825	81	86,625	M1
06	75,575	56	85,375	C	32	76,875	82	86,675	N
07	75,625	57	85,425	C1	33	76,925	83	86,725	N1
08	75,675	58	85,475	C2	34	76,975	84	86,775	O
09	75,725	59	85,525	D	35	77,025	85	86,825	O1
10	75,775	60	85,575	D1	36	77,075	86	86,875	P
11	75,825	61	85,625	D2	37	77,125	87	86,925	P1
12	75,875	62	85,675	E	38	77,175	88	86,975	Q
13	75,925	63	85,725	E1	39	77,225	89	87,025	Q1
14	75,975	64	85,775	E2	40	77,275	90	87,075	R
15	76,025	65	85,825	F	41	77,325	91	87,125	R1
16	76,075	66	85,875	F1	42	77,375	92	87,175	S
17	76,125	67	85,925	F2	43	77,425	93	87,225	Frequenzen für Versuche u. Vorführungen
18	76,175	68	85,975	G	44	77,475	94	87,275	
19	76,225	69	86,025	G1	45	77,525	95	87,325	
20	76,275	70	86,075	G2	46	77,575	96	87,375	Frequenzen für nichtöffentliche Dienste
21	76,325	71	86,125	H	47	77,625	97	87,425	
22	76,375	72	86,175	H1	48	77,675	98	87,475	
23	76,425	73	86,225	H2	49	77,725	99	87,525	Frequ. d. D B P
24	76,475	74	86,275	I					
25	76,525	75	86,325	I1					

4.5 Sonderfunktionen

4.5.1 Rauschsperr

Die Rauschsperr (Baustein 4) besteht aus einem selektiven Verstärker (V 4, 2. System) mit Schaltröhre (V 4, 1. System), in deren Anodenkreis das Relais K liegt. Die zur Steuerung der Rauschsperr genutzte Rauschspannung wird am Diskriminator des Empfängers, Potential 72, entnommen und dem Steuergitter des selektiven Verstärkers der Rauschsperr zugeführt. Dessen Anodenkreis ist auf 9 kHz abgestimmt. Der dieser Frequenz entsprechende Rauschteil wird also verstärkt, an L 1 abgegriffen und dem Steuergitter der Schaltröhre zugeführt.

Das Steuergitter der Schaltröhre arbeitet in Audionschaltung, d. h. mit steigender Rauschamplitude wird das Steuergitter mehr und mehr negativ vorgespannt und der Anodenstrom der Röhre gesperrt. Das K-Relais im Anodenstromkreis fällt ab.

Mit größer werdendem HF-Signal am Empfängereingang wird das Rauschsignal kleiner und die negative Steuergitterspannung der Schaltröhre geringer, so daß das K-Relais im Anoden-Stromkreis wieder anzieht.

Durch die selektive Verstärkung des 9-kHz-Rauschanteils wird vermieden, daß die Rauschsperr auch auf NF-Nutzsignale, die innerhalb der Bandgrenzen 300 Hz und 3 kHz übertragen werden, anspricht. Die Abschwächung dieser Signale bei 9 kHz ist so stark, daß mit Sicherheit falsches Ansprechen der Rauschsperr vermieden wird.

Die Ansprechempfindlichkeit der Rauschsperr wird

durch Verändern des Verstärkungsfaktors mit dem Regelwiderstand R 17 eingestellt. Das K-Relais ist sehr ansprechempfindlich, erreicht durch verringerte Kontaktlast. Deshalb werden die von der Rauschsperr gesteuerten Schaltfunktionen nicht direkt vom K-Relais, sondern vom KH- und vom KT-Relais (Krachsperr-Hilfsrelais) übernommen. Dazu gehören außer der Abschaltung des Lautsprechers bei zu starkem Rauschen auch die Steuerung bzw. Einschaltung der Sender bei Einsatz der Geräte als Relaisstelle (Betriebsarten „große“ oder „kleine Relaisstelle“). Die genaue Beschreibung der von diesen Relais ausgelösten Funktionen ist im Abschnitt 4.6.2 enthalten (siehe auch Bild 23).

4.5.2 NF-Kompensation

Bei einem Funksprechgerät, das im Gegensprechen nach dem Transceiver-Prinzip arbeitet (z. B. FuG 7a), wird die Frequenz des Senders gleichzeitig zum Umsetzen der Empfangsfrequenz auf die 1. Zwischenfrequenz benutzt (Voraussetzung dafür ist, daß der Betrag der 1. ZF der Differenzfrequenz zwischen Sende- und Empfangsfrequenz entspricht, eine Forderung, die vom Funksprechgerät FuG 7a erfüllt wird). Beim Besprechen des Senders wird daher die in der Sendefrequenz enthaltene FM-Modulation (Frequenzhub) über die 1. Empfängerstufenstufe der Empfangsfrequenz aufgemodelt. Man empfängt die eigene Sprache, und die NF-Verhältnisse des Gerätes werden instabil (akustische Rückkopplung). Beim Funksprechgerät FuG 7a wird deshalb

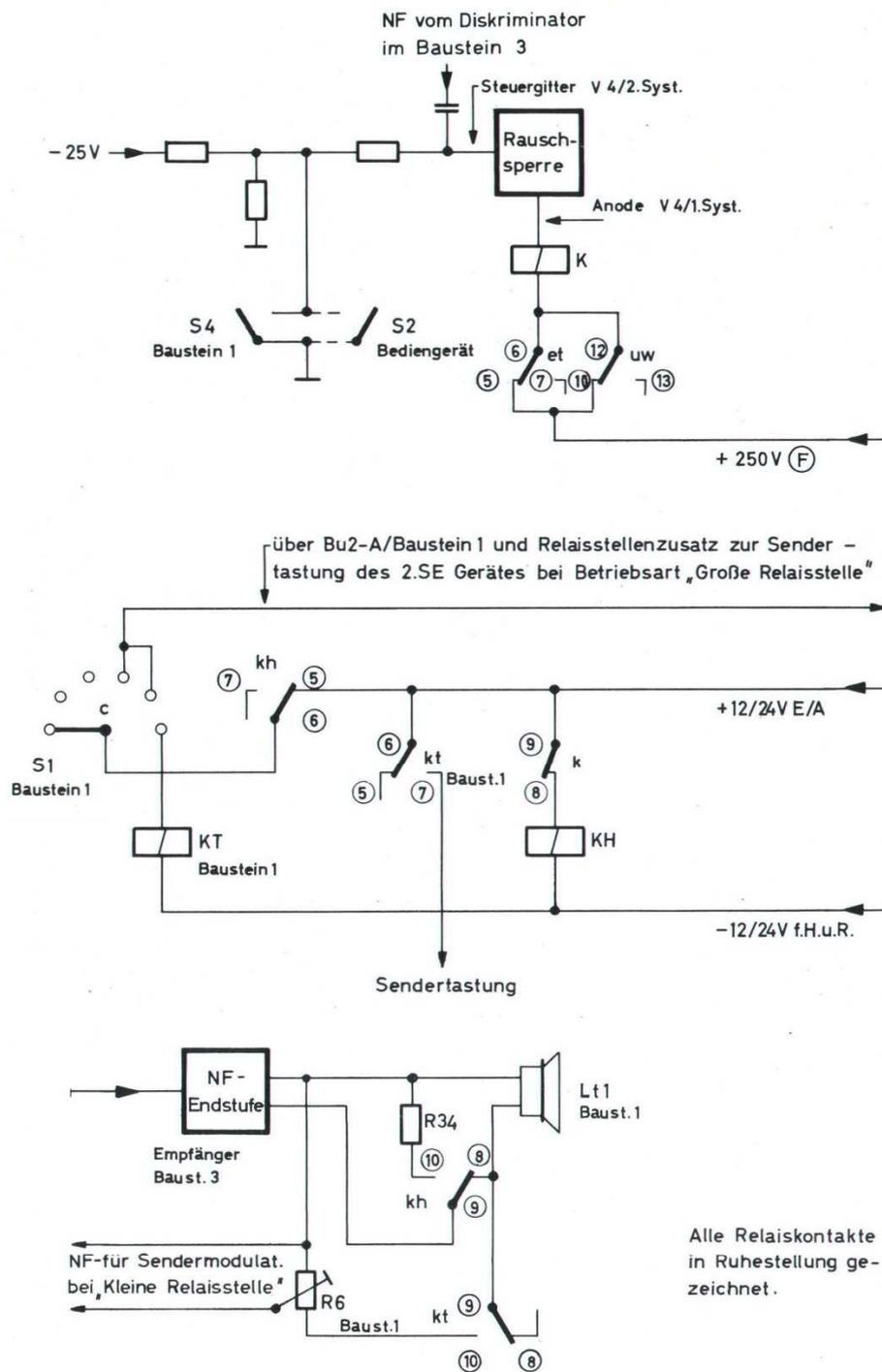


Bild 23 Die Rauschsperrschaltung (oben) und die durch diese ausgelösten Funktionen wie Sendertastung bei Relaisstellenbetrieb (mitte) und NF-Durchschaltung (bei „Kleine Relaisstelle“) zum Sender (unten) sowie Lautsprecherabschaltung bei zu starkem Rauschen (unten). Erläuterungen dazu siehe unter 4.3.4, 4.3.5 und 4.5.1.

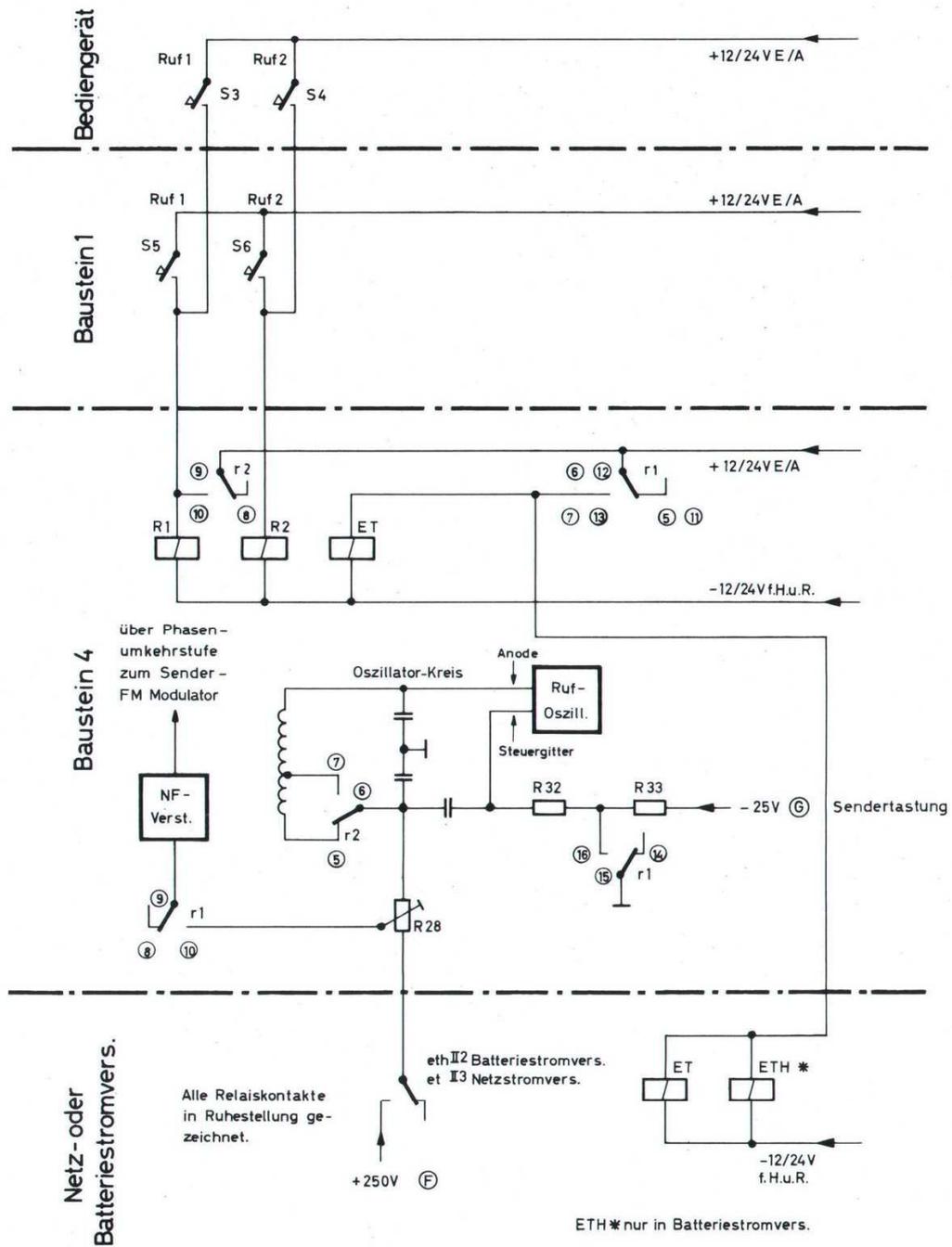


Bild 24 Der Ruf-tonoszillator, seine Einschaltung mit Ruf-taste 1 oder Ruf-taste 2, Frequenzumschaltung bei Ruf 2 und der gleichzeitigen Einschaltung des Senders beim Rufen. Erläuterungen dazu siehe unter 4.3.7 und 4.5.4.

die niederfrequente Modulationsspannung des Senders gleichzeitig zur Aussteuerung eines Kompensationsmodulators, Reaktanzschaltung mit V 10, Baustein 3, benutzt, der die NF gegenphasig dem 2. Empfängeroszillator aufmoduliert. Bei der Umsetzung der 1. ZF zur 2. ZF wird dabei die durch die modulierte Sendefrequenz in der 1. Mischstufe des Empfängers eingeflossene Modulation kompensiert.

Um diese Kompensation über den ganzen NF-Bereich zu gewährleisten, werden die Laufzeitunterschiede des 1. ZF-Verstärkers durch das Laufzeitglied vor dem Kompensationsmodulator ausgeglichen.

Da sich bei Bandwechsel die Phasenlage der Modulation um genau 180° dreht, weil die in der 1. Empfänger-mischstufe benutzte Sendefrequenz einmal oberhalb (UB-Empfang), einmal unterhalb (OB-Empfang) der Empfangsfrequenz liegt, muß die NF-Spannung bei Bandwechsel umgepolt werden. Diese Umschaltung wird mit dem UN-Relais in der Phasenumkehrstufe des Senders, Baustein 4, vorgenommen (siehe dazu auch 4.1.5).

4.5.3 Automatische Scharfabstimmung

Zur genauen Abstimmung des Empfängers auf die Frequenz des empfangenen Senders wird die Frequenz des 2. Empfängeroszillators nachgeregelt. Die Regelung geschieht automatisch durch eine dem Diskriminator entnommene Steuerspannung, die dem Kompensationsmodulator noch zusätzlich zugeführt wird. Je nachdem, ob die mittlere empfangene Senderfrequenz nach oben oder unten abweicht, stellt sich am Diskriminator, Pot. 165, eine mit der Abweichung steigende,

positive oder negative (auf Masse bezogene) Gleichspannung ein. Diese Gleichspannung beeinflusst die Steuergittervorspannung des Kompensationsmodulators, dessen dadurch veränderter Blindwiderstand wiederum die Frequenz des 2. Empfängeroszillators in der gewünschten Richtung nachregelt.

4.5.4 Ruftonoszillator

Zu Modulierung des Senders mit den Ruftönen 1750 Hz und 2135 Hz dient der Ruftonoszillator im Baustein 4.

Beim Drücken der Ruftaste 1 wird das Relais R 1 erregt und schaltet Sender und Ruftonoszillator ein, letzteren durch Kurzschließen der negativen Steuergitter-Sperrspannung. Außerdem wird der Ruftonoszillator an den Eingang des Senders (NF-Verstärker) geschaltet.

Der in Dreipunktschaltung aufgebaute Oszillator schwingt an.

Beim Drücken der Ruftaste 2 wird das Relais R 2 erregt, mit dem die Schwingkreisinduktivität auf einen geringeren Wert umgeschaltet wird. Der Rufton ist dadurch höher (2135 Hz). Gleichzeitig wird Relais R 1 mit eingeschaltet, welches die oben beschriebenen Funktionen auslöst (Näheres unter 4.6.2, Relais R 1 und R 2). Mit R 29 wird die Frequenz geregelt, indem C 9 mehr oder weniger als kapazitiver Nebenschluß wirksam wird.

An R 28 wird die Ruftonspannung in der gewünschten Größe abgegriffen. Die Anschwingzeit, einschließlich der Relais-Ansprechverzögerung, ist so gering, daß der Ruftonoszillator auch für Morsetzwecke (1750 Hz) benutzt werden kann. Dazu wird der Ruftaste 1 eine Morsetaste parallelgeschaltet, weil sich die Ruftaste zum Morsen nicht eignet.

4.6 Die Relais

In der Funksprechanlage FuG 7a (Normalumfang) sind je nach Zusammenstellung 18 bis 20 Relais enthalten, davon befinden sich

im Sende-Empfangsgerät FuG 7a	16 Relais,
im Bediengerät BG 515/1	1 Relais,
in der Netzstromversorgung FuG 7	2 Relais,
in der Batteriestromversorgung Wr 553/1	3 Relais.

Bei dieser Zahl ist es oft nicht leicht, die Funktion eines Relais klar zu erkennen. Da sie außerdem verstreut angeordnet und nicht in einem gemeinsamen Relaiseteil untergebracht sind, sind in diesem Kapitel die Beschreibungen aller Relaisfunktionen zusammengefaßt.

Zum besseren Verständnis sind auch die Relais der Stromversorgungsgeräte und des Bediengerätes enthalten und erläutert.

Der Schaltplan der Relais Bild 39 und das erweiterte Blockschaltbild Bild 40 sind dazu gute Ergänzungen.

Im Schaltplan der Relais sind die Schaltzustände in Abhängigkeit von der jeweils eingeschalteten Betriebsart abzulesen.

Das erweiterte Blockschaltbild zeigt die Lage der Relaiswicklungen und Relaiskontakte in den Geräten. Die schwer übersehbaren Relaisfunktionen bei der Bandumschaltung sind in den Bildern 27 bis 34 besonders gut erkennbar.

4.6.1 Kennzeichnung der Relais

Die Relais sind mit Buchstaben gekennzeichnet, die auf ihre Funktion hinweisen; die Relaiswicklungen mit Großbuchstaben, die zu jedem Relais zugehörigen Kontakte mit den entsprechenden Kleinbuchstaben.

Die zusätzliche Kennzeichnung der Anschlüsse dient zur Bestimmung ihrer räumlichen Anordnung am Relais (siehe Bild 25).

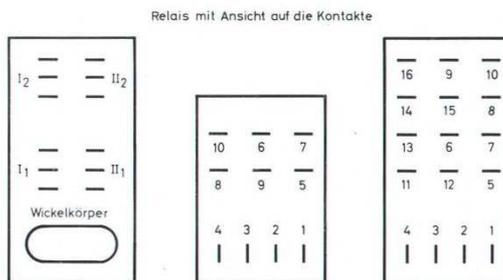


Bild 25 Kennzeichnung der Anschlüsse entsprechend ihrer räumlichen Anordnung; links Rundrelais, mitte und rechts Steckrelais.