

## **2. Hauptabschnitt**

# **SE-Gerät FuG 7a**

## **Technische Unterlagen, Beschreibung und Prüfvorschrift**

Inhaltsangabe siehe Seite 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 5,7 A Sende-Empfangsbetrieb 13,5 A
bei 24 V:	Nur-Empfangsbetrieb 3 A Sende-Empfangsbetrieb 7 A
bei 220 V:	Nur-Empfangsbetrieb 70 VA Sende-Empfangsbetrieb 160 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)
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 $-30\%$

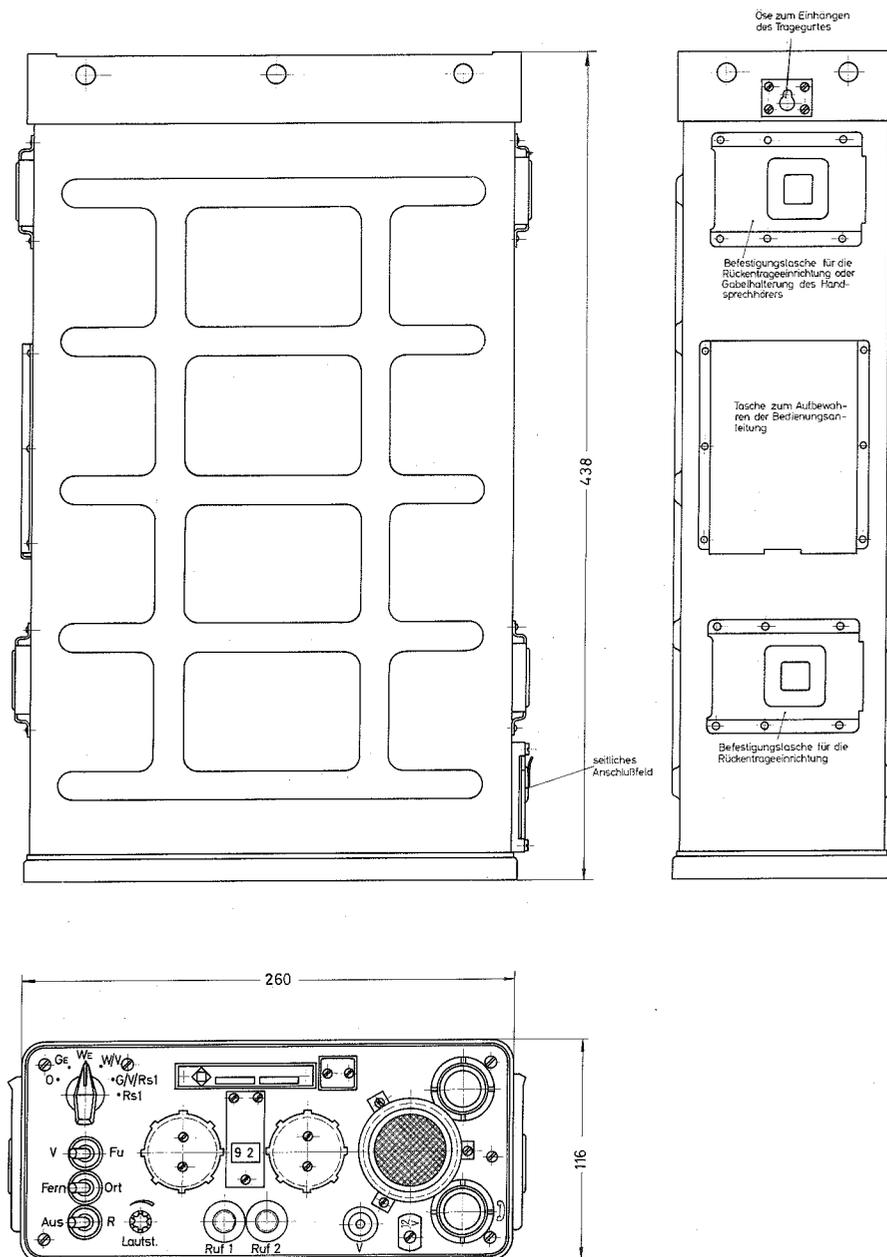


Bild 17 Maßskizze des SE-Gerätes FuG 7a

## 1.2 Sender

Senderleistung:	15 W, einschließlich Weichenverluste, zulässiger Abfall an den Eckfrequenzen 20%
Senderausgang:	60 $\Omega$ , unsymmetrisch
Frequenztoleranz:	kleiner als $\pm 2,5$ kHz bei Umgebungstemperatur $-20^{\circ}$ 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 $\pm 15$ kHz $-10\%$

Modulationsfrequenzbereich:	300 Hz bis 3000 Hz
Störmodulationsabstand:	größer als 37 dB, gemessen mit 800 Hz bei 10,5 kHz Hub
Nebenwellendämpfung:	$\geq 80$ dB
Oberwellendämpfung:	$\geq 60$ 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:	$\pm 15$ kHz aus Kanalmitte 0 dB Dämpfung $\pm 40$ kHz aus Kanalmitte 80 dB Dämpfung $\pm 50$ kHz aus Kanalmitte größer als 100 dB Dämpfung
Spiegelwellendämpfung:	$\geq 70$ dB
Nebenempfangsstellen-Dämpfung:	$\geq 70$ dB
Interkanalmodulations-Dämpfung:	$\geq 70$ dB
1. Zwischenfrequenz:	9,8 MHz
2. Zwischenfrequenz:	1,9 MHz
NF-Ausgangsspannung:	1,7 V, $-30\%$ entsprechend 0,5 W gemessen an $6 \Omega$ 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:	$6 \Omega$
NF-Durchlaßbreite:	300 Hz bis 3000 Hz
Begrenzer:	bei einem gleichbleibend modulierten NF-Nutzsignal von $0,5 \mu\text{V}$ bis 1 V, NF-Ausgangsspannung $+0, -3$ dB
Rauschsperr:	abschaltbar, träggesteuertes Ansprechen bei 200 mV NF-Rauschspannung bzw. 100 mV für Relaisstellenbetrieb (kontinuierlich einstellbar)

### 1.4 NF-Kraftverstärker

Leistung:	10 W an $15 \Omega$
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 Zerkacker 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 Eineroszillator (Baustein 1) und als Schirmgitterspannung für die 2. Begrenzzöhre (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 Zerkacker-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 unter 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 4 an Asl 3 (siehe Bilder 37 und 70) wird der gesamte Heizkreis des Gerätes, der in zwei 12-V-Gruppen aufgeteilt ist, in der 24-V-Schaltung hintereinander und in der 12-V-Schaltung parallel geschaltet.

Mit der Umschaltung in Baustein 3 an Asl 1 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 (siehe Bilder 37 und 70).

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 93 und 95 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 98 und 99).

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 zusammen-

gehalten, so daß ein starrer Gesamtaufbau entsteht, und sind miteinander durch Kabelbäume 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. Gummihauben über den Ruffknöpfen 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 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 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 mit dem Schraubenzieher durch eines der im Rahmenrand befindlichen Löcher von der Dichtung abgedrückt und nach oben herausgehoben.



Bild 18 Abziehen des Gehäuses vom SE-Gerät

### 3.2.2 Ausbau des Bausteines 1

#### Elektrischer Ausbau:

- o An Asl 1 des Bausteines 1 alle Leitungen des Kabelbaumes 1 ablöten,
- o an Asl 2 des Bausteines 1 alle Leitungen des Kabelbaumes 2 ablöten,
- o die beiden HF-Kabel rechts und links neben Asl 2 ablöten und Kabelschellen abziehen.

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 An Asl 1 des Bausteines 1 oder an Asl 1 und Asl 2 des Bausteines 2 alle Leitungen des Kabelbaumes 1 ablöten,
- o an Asl 2 des Bausteines 1 alle Leitungen des Kabelbaumes 2 ablöten,
- o an Asl 3 und Asl 4 des Bausteines 2 alle Leitungen des Kabelbaumes 4 ablöten,
- o an Asl 1 und Asl 2 des Bausteines 2 alle Leitungen des Kabelbaumes 3 ablöten (Anmerkung beachten!),
- 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 Vervielfacherstufe 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.

Anmerkung: Eine Vereinfachung beim Ausbau des Bausteines 2 ist möglich, indem man die Leitungen des Kabelbaumes 3 von den Anschlußleisten Asl 1 und 2 des Bausteines 2 nicht ablötet und versucht, nach Lösen der Kabelschelle am Baustein 3 und Lockern des Kabelbaumes die Bausteine 2 und 3 auseinanderzuklappen. Keine Gewalt anwenden! Sollte der vereinfachte Ausbau nicht gelingen, so ist die ausführliche Anweisung zu befolgen.

### 3.2.4 Ausbau des Bausteines 3

#### Elektrischer Ausbau:

- o an Asl 3 und Asl 4 des Bausteines 2 und an Asl 1 des Bausteines 3 alle Leitungen des Kabelbaumes 4 ablöten,
- o an Asl 1 und Asl 2 des Bausteines 4, oder an Asl 1 und Asl 2 des Bausteines 2 alle Leitungen des Kabelbaumes 3 ablöten und Kabelschelle an Baustein 3 abschrauben,
- o Abdeckplatte der Endstufe des Bausteines 2 abnehmen, HF-Kabel am Trimmer ablöten und Kabelschelle abschrauben,
- o HF-Kabel von den beiden Keramik-Lötstützpunkten, die sich in der Nähe der Röhre V 4 der Vervielfacherstufe des Bausteines 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 An Asl 1 und 2 des Bausteines 4 alle Leitungen des Kabelbaumes 3 ablöten,
- o an Asl 3 des Bausteines 4 alle Leitungen des Kabelbaumes 4 ablöten,
- o die HF-Kabel, die vom Baustein 4 auf der Seite der Asl 1 und 2 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 im Baustein 4 abgelötet und die Kabelschelle links neben Asl 2 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 Grundschaltungen 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 Rauschsperre, der Rufgenerator und die Schaltungen zur NF-Kompensation und zur automatischen Scharfabstimmung werden extra besprochen, da sie nicht direkt zum Sender oder Empfänger gehören, sondern gewissenmaßen 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 Bedienungsgesetzes 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 Rauschsperre (kt<sup>11</sup>). 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 Handsprechhörers.

#### 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 r1<sup>12</sup> 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<sup>12</sup> – 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<sup>11</sup> und un<sup>11</sup> 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 Einesoszillators 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 Einesoszillators 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 unwirksamer (abgeschaltet) und C 21 wird dem C des Oszillatorkreises (C 5 bis C 19) 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 Einesoszillators 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 Einesoszillator 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  $f_{var} + f_Q$  0 bis  $f_{var} + f_Q 4 = (4,0875 + 33,55)$  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  $f_{var} + f_Q$  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 ( $f_{var} + f_Q$ ) 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 Leistungs-pentoden 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  $2 \times 18$  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<sup>11</sup> 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 (Kr 2, Kr 4, Kr 6) 9.786 kHz, auf der gegenüberliegenden Seite (Kr 1, Kr 3, Kr 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 Kr 1) die der anderen Seite (z. B. C 37 und Kr 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 Mittelfrequenz 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. Empfängeroszillator (Triodensystem der Röhre V 4) erzeugten Frequenz 7,9 MHz (siehe auch unter 4.4.4, 2. Empfängeroszillator),

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 Mischhepode 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 Kathodenbasisschaltung, 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 Ratiodektektor, 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  $90^\circ$  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  $-90^\circ$  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  $90^\circ$  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  $6 \Omega$  berechnet. Die niederohmig abgegebene NF-Spannung wird über den von der Rauschsperrsteuerung gesteuerten Wechselkontakt kh<sup>III</sup> (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<sup>III</sup> 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 125.

### 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 „G<sub>E</sub>“ oder „W<sub>E</sub>“

Die für die Betriebsarten Nur-Empfang (Stand by) notwendige Senderabschaltung wird mit dem Betriebsartenschalter S 1 am Bedienungsfeld des SE-Gerätes gesteuert. Die Schalterebene d dieses Schalters ist in den Erregerstromkreis des SH-Relais (Baustein 4) eingeschaltet (SH entspricht Senderheizung) und unterbricht in den Nur-Empfang-Stellung „G<sub>E</sub>“ oder „W<sub>E</sub>“ den Erregerstromkreis. Damit ist der Heizstrom für die Röhre der Senderendstufe (V5, Baustein 2) vom Relaiskontakt sh<sup>I</sup> 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<sup>II</sup> abgeschaltet (siehe auch Bilder 35 und 36). Außerdem wird mit dem Kontakt sh<sup>III</sup> 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 unterbrochen. Damit vermeidet man bei unbeabsichtigtem Auslösen der Sendertastung durch Drücken der Sprechstaste des Handsprechhörers die Erhöhung der Anodenspannungen (Umschaltung in den Stromversorgungen zwecks Lastausgleich bei Sendebetriebe), sowie einen unbeabsichtigten Bandwechsel des Empfängers über den et<sup>III</sup>-Kontakt in Baustein 4 bei Nur-Empfang im Wechselsprechen (W<sub>E</sub>). 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 (Kanalaare) 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 Oszillatorschaltungen notwendig, die in den Bildern 27 bis 30 dargestellt und nachstehend beschrieben werden.

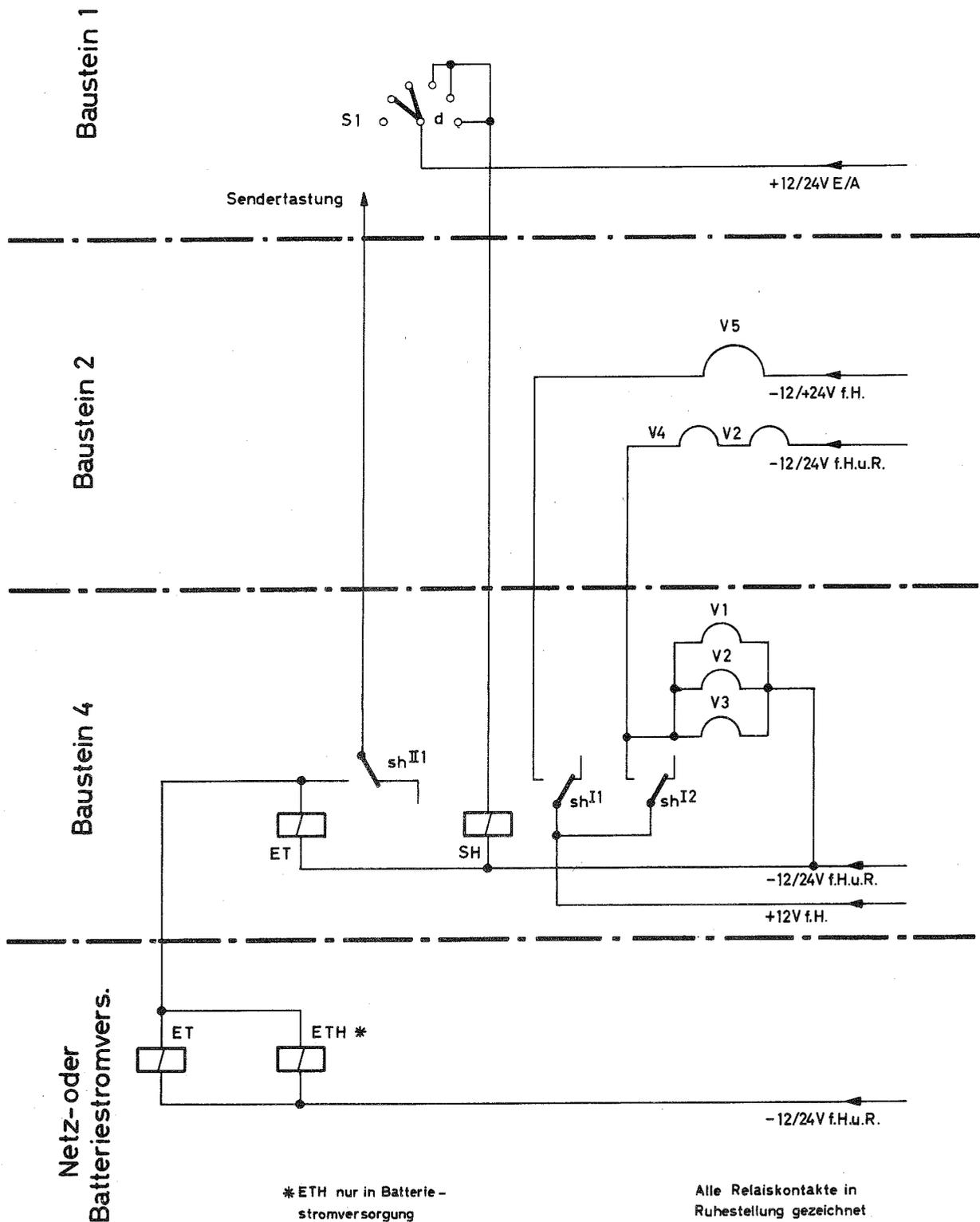


Bild 19 Abschaltung der Sendertastung und der Senderröhren-Heizung durch das SH-Relais bei den „Nur-Empfang“-Betriebsarten WE und GE

Die Bandumschaltung, d. h. die Umschaltung der Oszillatoren, 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 „WE“ 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  $uw^{11}$  und  $uw^{12}$ , der

Kontakte  $et^{III}$  wirksam wird, mit dem die am Bandwechsel beteiligten Stufen zwischen Senden und Empfangen umgeschaltet werden.

Gesteuert vom Kontakt  $et^{III}$  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, 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 (Transceiver-Betrieb) 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  $kh^{II}$  an +12/24 V geschaltet. Sobald das Relaisstellengerät einen der beiden Sender der Funksprechendstellen empfängt, schaltet die Rauschsperrung des Relaisstellengerätes über das K- und das KH-Relais mit dem Kontakt  $kh^{II}$  das KT-Relais ein (siehe auch Beschreibung der Rauschsperrung unter 4.5.1). Der Kontakt  $kh^{II}$  schaltet den Sender des Relaisstellengerätes ein, dem nun das vom Empfänger empfangene und demodulierte NF-Signal der sendenden Funksprechendstelle über den Kontakt  $kt^{III}$  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 Gespräch-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 Rauschsperrung dieses Gerätes schaltet daraufhin über den Kontakt  $kh^{II}$ , 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,

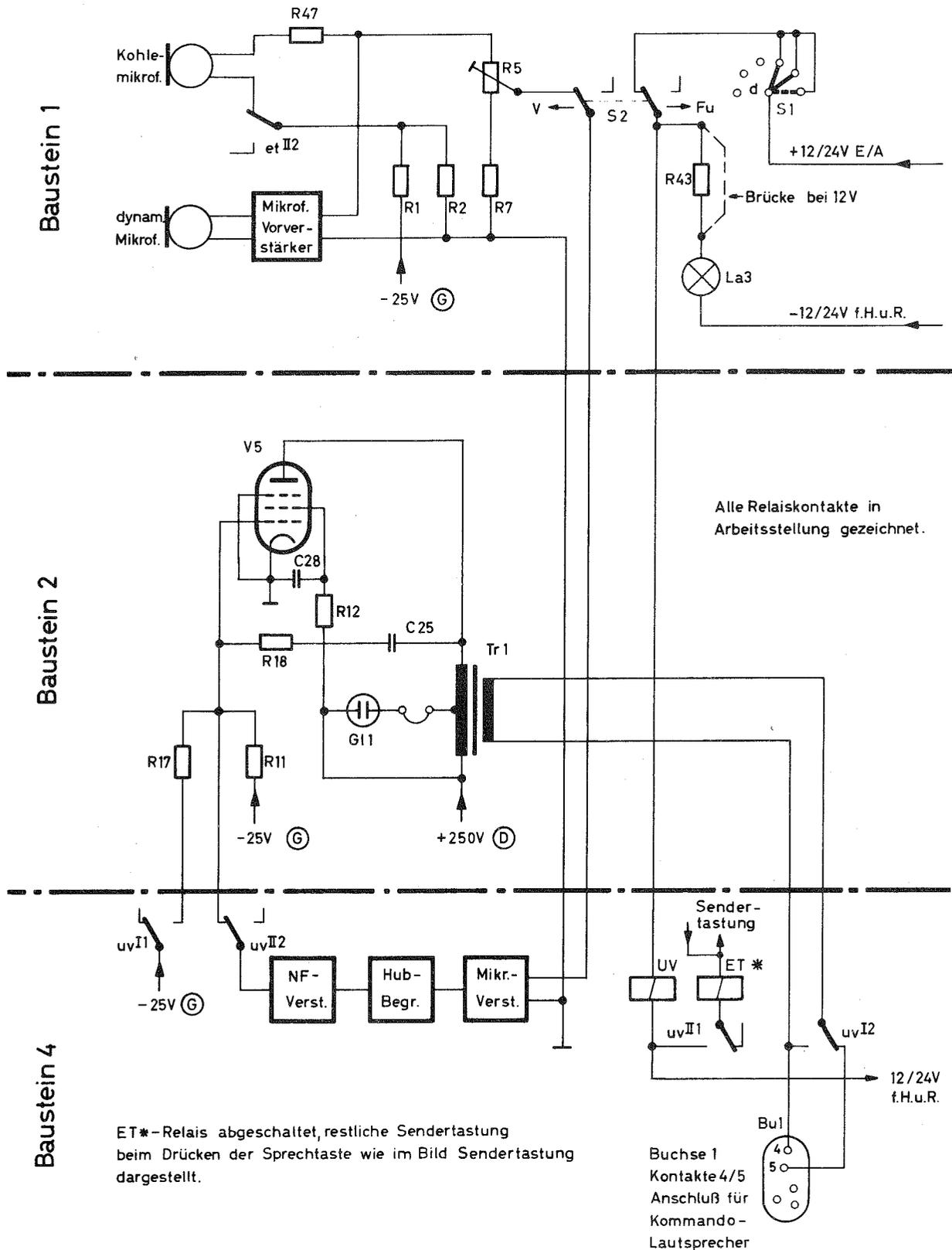


Bild 20 Zusammenschaltung der bei NF-Verstärkerbetrieb wirksamen Funktionsstufen

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  $uv^{I1}$  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  $uv^{II2}$  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-Ausgangstrafa 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 Sprechaste 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  $uv^{II1}$ , die Erregung des ET-Relais, Baustein 4, abgeschaltet. Die restlichen an der Sendertastleitung liegenden Relais werden weiterhin von der Sprechaste des Handsprechhörers gesteuert.

Mit dem 4. Kontakt des UV-Relais  $uv^{II2}$  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 Morsen wird der Rufoszillator direkt (Ruf 1, Morsen) oder indirekt (Ruf 2 über Relais R 2, Kontakt  $r2^{II1}$ ) mit dem Relais R 1, Kontakt  $r1^{II2}$ , in Betrieb gesetzt. Gleichzeitig wird beim Rufen mit  $r1^{II1}$  /  $r1^{III1}$  und beim Morsen mit dem Sendereinschalter an der Morsetaste der Sender eingeschaltet. Die Ruftonspannung, bei Ruf 1 und beim Morsen mit einer Frequenz von 1750 Hz, bei Ruf 2 2135 Hz, liegt über  $r1^{II2}$  am Eingang des NF-Verstärkers des Senders, der damit moduliert wird. Die Ruftonerhöhung bei Ruf 2 wird durch Umschaltung der Anodenkreisinduktivität mit dem Kontakt  $r1^{II1}$  erzielt. Weiteres über die Funktion des Ruftoszillators 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 Sonderausführung FuG 7a-1 sind dem Kapitel 7 in diesem Hauptabschnitt zu entnehmen.

### 4.4.1 Frequenzaufbereitung

Das Sende-Empfangsgerät 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 „6e“, „6/v-Rs 2“ und „Rs 1“  
Bei den Wechselsprech-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  $9,8\text{ MHz}$  festgelegt. Es ergibt sich daher eine Gruppe von 50 Kanälen mit dem vorgeschriebenen Kanalabstand von je  $50\text{ kHz}$  als Unterband und die zugehörige Gruppe der Gegensprechfrequenzen, die um jeweils  $9,8\text{ MHz}$  höher liegen, als Oberband.

Der Frequenzsprung von Unter- zu Oberband bedingt eine Aufteilung des Zehneroszillators in 2 Baugruppen mit je einer Oszillatortröhre (V 3 und V 4) und den dazugehörigen Quarzsätzen Kr 0 bis Kr 4 und Kr 5 bis Kr 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  $9,8\text{ MHz}$  geändert wird. Die  $1/2$  Sendefrequenz ist gleichzeitig Mischfrequenz für die 1. Empfänger-mischstufe, die bei Empfang auf gleicher Frequenz um den Betrag der 1. ZF, nämlich  $9,8\text{ MHz}$ , von der Senderfrequenz abweichen muß. Die Umschaltung der Frequenz am Zehner-Kanalwahlschalter würde die Bedienung des Gerätes komplizieren.

- In Stellung 0 V 3 mit Kr 0 und V 4 mit Kr 5
- In Stellung 1 V 3 mit Kr 1 und V 4 mit Kr 6
- In Stellung 2 V 3 mit Kr 2 und V 4 mit Kr 7
- In Stellung 3 V 3 mit Kr 3 und V 4 mit Kr 8
- In Stellung 4 V 3 mit Kr 4 und V 4 mit Kr 9
- In Stellung 5 V 3 mit Kr 0 und V 4 mit Kr 5
- In Stellung 6 V 3 mit Kr 1 und V 4 mit Kr 6
- In Stellung 7 V 3 mit Kr 2 und V 4 mit Kr 7
- In Stellung 8 V 3 mit Kr 3 und V 4 mit Kr 8
- In Stellung 9 V 3 mit Kr 4 und V 4 mit Kr 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 Oszillatorteil umgeschaltet. Diese Umschaltungen (Bandwechsel) sind auf den Bildern 27 bis 34 genau dargestellt.

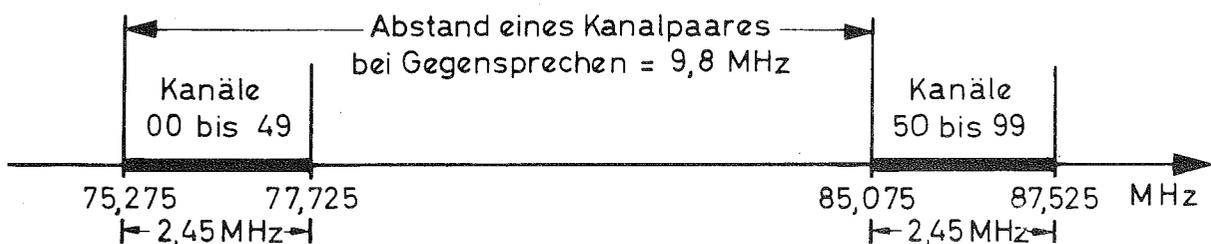


Bild 22 Frequenzverteilung des SE-Gerätes FuG 7a

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 ( $\frac{1}{2}$  Senderfrequenz siehe Tabelle unter 6.3.6 auf Seite 119).

#### 4.4.2 Eineroszillator und Variometer (Baustein 1)

Mit dem Einer-Kanalwahlschalter wird über ein Vorlege 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 19) 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.

Kr 0 = 33,55 MHz	} Unterband
Kr 1 = 33,80 MHz	
Kr 2 = 34,05 MHz	
Kr 3 = 34,30 MHz	
Kr 4 = 34,55 MHz	
Kr 5 = 38,45 MHz	} Oberband
Kr 6 = 38,70 MHz	
Kr 7 = 38,95 MHz	
Kr 8 = 39,20 MHz	
Kr 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
Kanal Nr.	Sender-Frequenz	Kanal Nr.	Sender-Frequenz	
00	75,275	50	85,075	A
01	75,325	51	85,125	A1
02	75,375	52	85,175	A2
03	75,425	53	85,225	B
04	75,475	54	85,275	B1
05	75,525	55	85,325	B2
06	75,575	56	85,375	C
07	75,625	57	85,425	C1
08	75,675	58	85,475	C2
09	75,725	59	85,525	D
10	75,775	60	85,575	D1
11	75,825	61	85,625	D2
12	75,875	62	85,675	E
13	75,925	63	85,725	E1
14	75,975	64	85,775	E2
15	76,025	65	85,825	F
16	76,075	66	85,875	F1
17	76,125	67	85,925	F2
18	76,175	68	85,975	G
19	76,225	69	86,025	G1
20	76,275	70	86,075	G2
21	76,325	71	86,125	H
22	76,375	72	86,175	H1
23	76,425	73	86,225	H2
24	76,475	74	86,275	I
25	76,525	75	86,325	I1

Fortsetzung

26	76,575	76	86,375	K
27	76,625	77	86,425	K1
28	76,675	78	86,475	L
29	76,725	79	86,525	L1
30	76,775	80	86,575	M
31	76,825	81	86,625	M1
32	76,875	82	86,675	N
33	76,925	83	86,725	N1
34	76,975	84	86,775	O
35	77,025	85	86,825	O1
36	77,075	86	86,875	P
37	77,125	87	86,925	P1
38	77,175	88	86,975	Q
39	77,225	89	87,025	Q1
40	77,275	90	87,075	R
41	77,325	91	87,125	R1
42	77,375	92	87,175	S
43	77,425	93	87,225	Frequenzen
44	77,475	94	87,275	für Versuche u.
45	77,525	95	87,325	Vorfürhungen
46	77,575	96	87,375	Frequenzen für
47	77,625	97	87,425	nichtöffentliche
48	77,675	98	87,475	Dienste
49	77,725	99	87,525	Frequ. d. DBP

## 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 Rauschanteil 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. Empfänger-mischstufe der Empfangsfrequenz aufgemodelt. Man empfängt die eigene Sprache, und die NF-Verhältnisse des Gerätes werden unstabil (akustische Rückkopplung). Beim Funksprechgerät FuG 7a wird deshalb

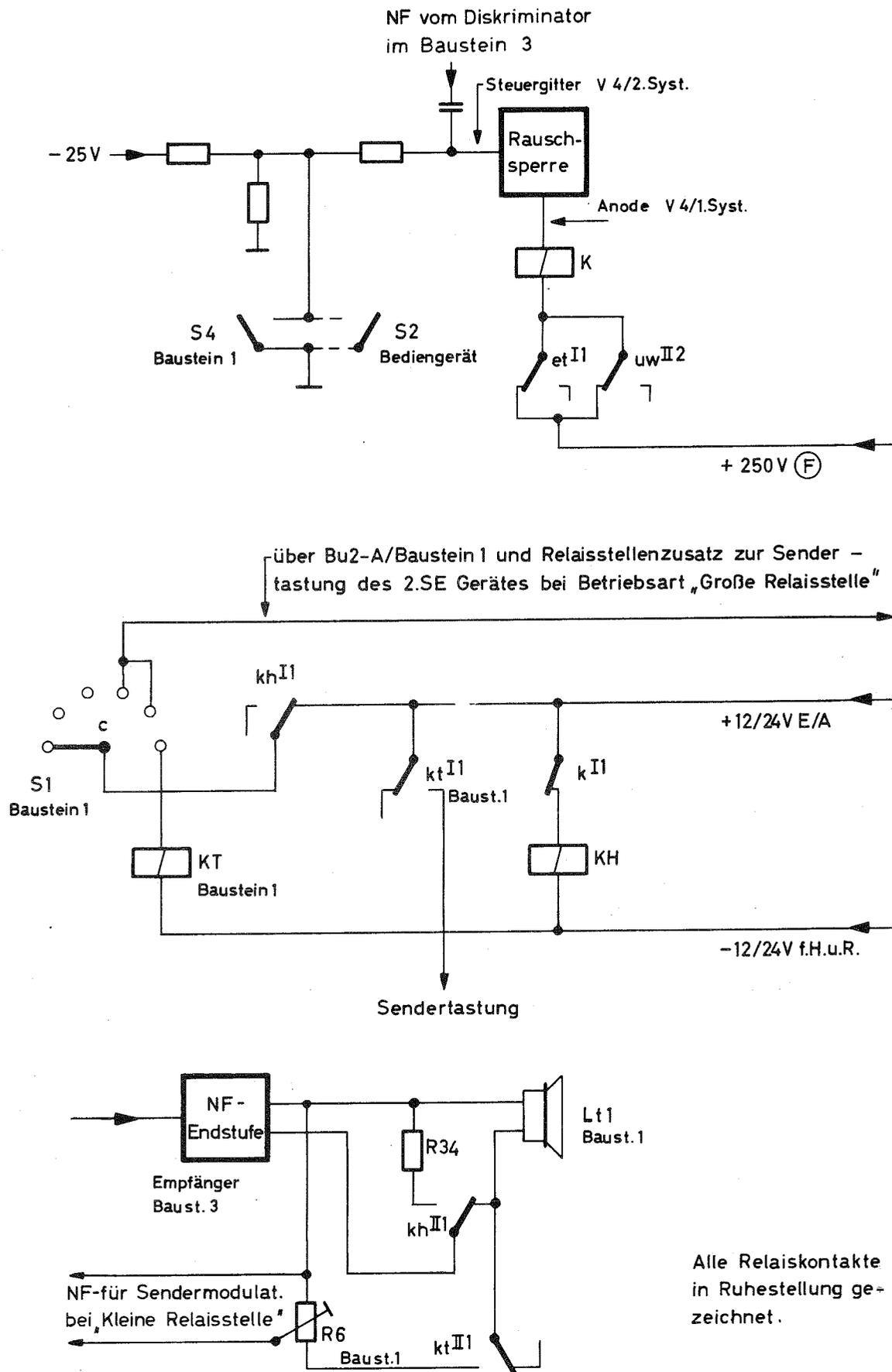


Bild 23 Die Rauschsperr (oben) und die durch diese ausgelösten Funktionen wie Sendertastung bei Relaisstellenbetrieb (mitte) und NF-Durchschaltung (bei „Kleine Relaisstelle“) zum Sender (unten) sowie Lautsprecherabschaltung bei zu starkem Rauschen (unten). Erläuterungen dazu siehe unter 4.3.4, 4.3.5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

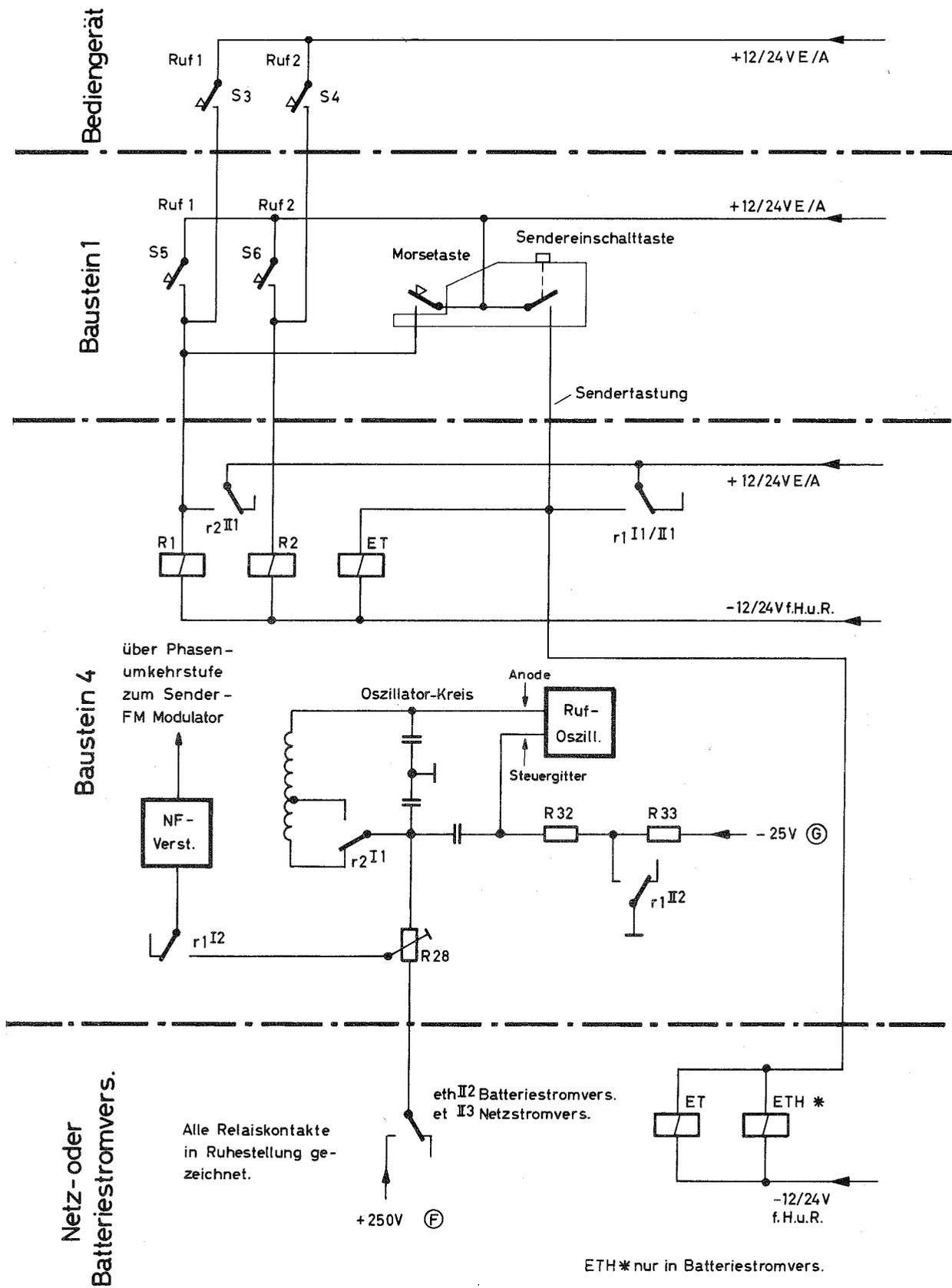


Bild 24 Der Ruf-tonoscillator, seine Einschaltung mit Ruf-taste 1, Ruf-taste 2 oder mit der Morsetaste, Frequenzumschaltung bei Ruf 2 und der gleichzeitigen Einschaltung des Senders beim Rufen. Erläuterungen dazu siehe unter 4.3.7 und 4.5.4.

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  $180^\circ$  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 Ruftonzillator

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

Beim Drücken der Ruftaste 1 wird das Relais R 1 erregt und schaltet Sender und Ruftonzillator ein, letzteren durch Kurzschließen der negativen Steuergitter-Sperrspannung. Außerdem wird der Ruftonzillator 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 Ruftton 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 Ruftonzspannung in der gewünschten Größe abgegriffen. Die Anschwingzeit, einschließlich der Relais-Ansprechverzögerung, ist so gering, daß der Ruftonzillator auch für Morsezwecke (1750 Hz) benutzt werden kann. Dazu wird der Ruftaste 1 die Morsetaste parallelgeschaltet, weil sich die Ruftaste zum Morsen nicht eignet (siehe dazu auch 4.3.7 und Bild 24).

## 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 Relasteil 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.

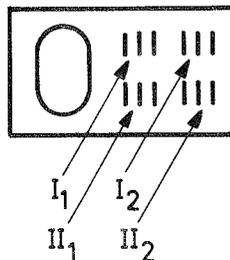
Das erweiterte Blockschaltbild zeigt die Lage der Relaiswicklungen und Relaiskontakte in den Geräten. Die schwer übersehbaren Relaisfunktionen bei der Bandumschaltung sind in den Bildern 27 bis 34 besonders gut erkennbar.

#### 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 Kontakte mit römischen und arabischen Ziffern dient zur Bestimmung ihrer räumlichen Anordnung am Relais (siehe Bild 25).

#### Wickelkörper



Relais mit Ansicht auf die Kontakte (Wickelkörper links)

Bild 25 Kennzeichnung der Relaiskontakte entsprechend ihrer räumlichen Anordnung.

Kennzeichnung der im Sende-Empfangsgerät FuG 7a, in der Batterie- und der Netzstromversorgung sowie im Bediengerät enthaltenen Relais:

Kennzeichen	Funktion	enthalten in
E	Einschaltrelais	Batteriestromversorgung
E	Einschaltrelais	Netzstromversorgung
ET	Einschalttastrelais	Bediengerät
ET	Einschalttastrelais	SE-Gerät, Baustein 1
ET	Einschalttastrelais	SE-Gerät, Baustein 4
ET	Einschalttastrelais	Netzstromversorgung
ET	Einschalttastrelais	Batteriestromversorgung
ETH	Einschalttast-Hilfsrelais	Batteriestromversorgung
K	Krachsperrrelais	SE-Gerät, Baustein 4
KH	Krachsperrhilfsrelais	SE-Gerät, Baustein 4
KT	Krachsperrtastrelais	SE-Gerät, Baustein 1
R 1	Rufrelais Ruf 1	SE-Gerät, Baustein 4
R 2	Rufrelais Ruf 2	SE-Gerät, Baustein 4
SH	Senderheizung-Abschaltrelais	SE-Gerät, Baustein 4
UH	Umschaltrelais, Hochfrequenz	SE-Gerät, Baustein 3
UN	Umschaltrelais, Niederfrequenz	SE-Gerät, Baustein 4
UNH	Umschaltilfsrelais, Niederfrequenz	SE-Gerät, Baustein 4
UV	Umschaltrelais, Verstärkerbetrieb	SE-Gerät, Baustein 4
UW	Umschaltrelais, Wechselsprechen	SE-Gerät, Baustein 4
We 1	Weichenrelais 1	SE-Gerät, Baustein 4
We 2	Weichenrelais 2	SE-Gerät, Baustein 4
We 3	Weichenrelais 3	SE-Gerät, Baustein 4

Anmerkungen! Tasten = Sender einschalten;  
Krachsperrrelais = Rauschsperrrelais.

#### 4.6.2 Relaisfunktionen

Relaiskontakte, die in den nachstehend beschriebenen Stromkreisen zwar enthalten aber nicht erwähnt sind, werden stets bei der Funktionsbeschreibung des entsprechenden Relais genannt.

Die Funktionen der Relais UH, UN, UNH, UW, We 1, We 2 und We 3 sind nicht in diesem Abschnitt sondern im folgenden „4.6.3 Bandumschaltung“ erläutert.

**Das Relais E der Batteriestromversorgung** schaltet, gesteuert vom Betriebsartenschalter S 1 des SE-Gerätes, Schaltebene a, mit seinen Kontakten  $e^I$  und  $e^{II}$  (parallel) die zur Speisung aus der 12-V- oder 24-V-Batterie entnommene Leistung direkt.

Damit werden, bedingt durch die kurze Leitungsführung, hohe Verluste der Batteriespannung (der Strom kann maximal 13,5 A betragen) vermieden.

**Das Relais E der Netzstromversorgung** entspricht in seiner Funktion (Kontakte  $e^{I1}$  und  $e^{I2}$  parallel) dem E-Relais der Batteriestromversorgung. Die damit ermöglichte verkürzte Leitungsführung dient jedoch zur Vermeidung von 50-Hz-Störfeldern im SE-Gerät.

Da die Relaischaltspannung (Gleichspannung) bereits vor dem Einschalten zur Speisung des E-Relais zur Verfügung stehen muß, ist der Transformator Tr 2 und der Gleichrichter Gr 4 vor den Kontakten  $e^{I1}$  und  $e^{I2}$  an der 220-V-50-Hz-Eingangsspannung fest angeschlossen. Im Gegensatz zur Batteriestromversorgung muß deshalb die Schaltspannung für die übrigen Relais mit dem Kontakt  $e^{II}$  des E-Relais extra umgeschaltet werden.

**Alle ET-Relais** dienen zur Umschaltung zwischen Empfangs- und Sendebetrieb. Sie werden daher direkt oder

indirekt mit der Sprechaste (Sendetaste) des Handsprechers bzw. des entsprechenden Druckknopfes an der Morsetaste gesteuert.

**Das ET-Relais des Bediengerätes** wird von der Sprechaste des am Bediengerät angeschlossenen Handsprechers gesteuert. Bei gedrückter Sprechaste zieht das ET-Relais an und schaltet mit den Kontakten  $et^{I1}$  /  $et^{I2}$  beim Senden den Kleinlautsprecher des Bediengerätes ab. Gleichzeitig wird das ET-Relais im Baustein 1 erregt. Es schaltet den Ersatzwiderstand R 3 für den abgeschalteten Kleinlautsprecher an die NF-Leitung. Weitere Funktionen siehe nachfolgende Erläuterungen des ET-Relais in Baustein 1.

**Das ET-Relais des Bausteines 1** wird direkt von der Sprechaste des Handsprechers gesteuert. Über die beim Sprechen (Senden) gedrückte Taste erhält das ET-Relais Strom, zieht an und schaltet mit dem Kontakt  $et^{I2}$  über  $sh^{II1}$  die übrigen ET-Relais und bei Verwendung einer Batteriestromversorgung zusätzlich noch das darin enthaltene ETH-Relais. Mit den parallelgeschalteten Kontakten  $et^{I1}$  und  $et^{II1}$  wird beim Senden (zur Vermeidung der Rückmodulation) der eingebaute Kleinlautsprecher ab- und ein entsprechender Belastungswiderstand eingeschaltet.

Mit dem Kontakt  $et^{II2}$  wird die Arbeitsspannung für das Kohlemikrofon des entsprechenden Handsprechers -25 V eingeschaltet. Außerdem wird die bei Verwendung eines Handsprechers mit dynamischem Mikrofon (Albis) nötige Betriebsspannung für den Mikrofonvorverstärker in Baustein 1 (oder im Relaisstellenzusatz) beim Senden eingeschaltet.

Anmerkung! Die bei Morsebetrieb benutzte Morsetaste wird an Bu 1 angeschlossen. Der weiße Druckknopf, der zur Sendereinschaltung dient, liegt damit dem Kontakt  $et^{12}$  parallel. Das ET-Relais, Baustein 1, wird daher nicht eingeschaltet. Bei Morsebetrieb kann keine Rückmodulation auftreten, da gewöhnlich kein Handsprechhörer mit Mikrophon angeschlossen ist, außerdem wird der Lautsprecher zum Abhören benötigt.

**Das ET-Relais des Bausteines 4** wird mit der Sprechaste des Handsprechhörers indirekt gesteuert. Mit  $et^{12}$  und  $et^{12}$  wird beim Senden die jeweils benötigte Verdopplungsstufe eingeschaltet. Die Funktion des Kontaktes  $et^{11}$  wird unter 4.6.3, Bandumschaltung, erläutert.

Mit  $et^{11}$  wird im Wechselsprechbetrieb (Kontakt  $uw^{12}$  ist dabei geöffnet) beim Senden die Stromzuführung für das K-Relais unterbrochen. Damit schließt der Kontakt  $k^{11}$  das KH-Relais zieht an und schaltet mit seinem Kontakt  $kh^{11}$  den NF-Empfängeranschluss vom Lautsprecher und Handsprechhörer ab und an den Widerstand R 34. Durch diesen Schaltvorgang wird im Wechselsprechbetrieb während des Sendens ein unbeabsichtigtes Abhören des Komplementärbandes vermieden.

Anmerkung! Sollte ausdrücklich gewünscht werden, beim Wechselsprechen das jeweilige Komplementärband während des Sendens mit abzuhören, dann muß der Kontakt  $uw^{12}$  überbrückt werden. In der Praxis bedeutet dies, daß bei WzW-Sendebetrieb der Empfänger auf WzV durchgeschaltet ist, d. h., daß ein Anruf der ortsfesten Station während des Sendens im Wechselsprechbetrieb trotzdem empfangen werden kann.

**Das ET-Relais der Netzstromversorgung** wird zur Umschaltung des Transformators benutzt. Der Anodenstromverbrauch ist bei Sendebetrieb bedeutend höher als bei Empfangsbetrieb.

Um die Anodenspannung konstant zu halten, werden die bei höherer Stromentnahme (Senden) erhöhten Spannungsverluste im Transformator durch symmetrische Umschaltung der Abgriffe mit den Kontakten  $et^{11}$  und  $et^{12}$  auf Anzapfungen mit höherer Spannung ausgeglichen. Mit den übrigen Kontakten wird der Sender eingeschaltet, und zwar mit Kontakt  $et^{11}$  die Anodenspannung für die Senderendstufe und mit  $et^{13}$  die für Mikrofonverstärker, Hubbegrenzer, NF-Verstärker, Phasenumkehrstufe und Ruftonzillator benötigte Anodenspannung. Der Kontakt  $et^{12}$  wird beim Betrieb des SE-Gerätes FuG 7a mit der Netzstromversorgung nicht benötigt.

**Die Relais ET und ETH der Batteriestromversorgung** entsprechen in Funktion dem ET-Relais der Netzstromversorgung. Das ET-Relais übernimmt die Umschaltung der Spannungsanzapfungen zur Konstanthaltung der Anodenspannung, das ETH-Relais die Einschaltung der Anodenspannung für Senderendstufe und Vorstufen des Senders.

Die hohen Flankensteilheiten des Zerhackerstromes lassen es nicht zu, die von diesem Strom durchflossenen Relaiskontakte mit den Kontakten, die die gesiebte Anodenspannung schalten, in einem Relais zusammen anzuordnen; es würde zu störenden Amplitudenmodulationen der gesiebten Anodenspannungen führen (Zerhackerbrumm).

Deshalb werden in der Batteriestromversorgung 2 Relais für diese Umschaltungen benötigt.

**Das Relais K** der Rauschsperrung ist normalerweise durch den Anodenruhestrom eingeschaltet (auch bei ausgeschalteter Rauschsperrung).

Bei auftretendem Rauschen fällt das K-Relais ab (siehe unter 4.5.1, Rauschsperrung) und schaltet mit seinem Kontakt  $k^{11}$  das KH-Relais ein.

**Das KH-Relais des Bausteines 4**, über den Kontakt  $k^{11}$  erregt, schaltet mit Kontakt  $kh^{11}$  den NF-Empfängeranschluss vom Lautsprecher ab und an den Widerstand R 34 an. Damit ist störendes Rauschen im Lautsprecher und Handsprechhörer nicht mehr hörbar.

Mit  $kh^{11}$  wird bei Betriebsart „große Relaisstelle“ über den Relaisstellenzusatz der Sender des zweiten zur Relaisstelle gehörenden SE-Gerätes eingeschaltet. Bei Betriebsart „kleine Relaisstelle“ wird statt dessen von  $kh^{11}$  das KT-Relais eingeschaltet (siehe dazu auch Bild 23).

**Das KT-Relais des Bausteines 1** schaltet bei Betriebsart „kleine Relaisstelle“, gesteuert von Rauschsperrung und KH-Relais, mit dem Kontakt  $kt^{11}$  die gleichen Vorgänge wie der Kontakt  $et^{12}$  (siehe ET-Relais, Baustein 1). Mit dem Kontakt  $kt^{11}$  schaltet es den NF-Ausgang des Empfängers auf den NF-Eingang (Mikrofonleitung) des Senders. Auf diese Weise wird das empfangene und demodulierte Signal sofort wieder zum Modulieren dem Sender zugeleitet und ausgesendet.

Anmerkung! Bei Betriebsart „große Relaisstelle“ wird die NF-Spannung über den Relaisstellenzusatz zum Sender des zweiten zur großen Relaisstelle gehörenden SE-Gerätes geschaltet.

**Das Relais R 1 des Bausteines 4** wird beim Drücken der Taste „Ruf 1“ erregt. Die parallelgeschalteten Kontakte  $r^{11}$  und  $r^{111}$  schalten dabei (beim Rufen) den Sender ein. Die Umschaltung des NF-Verstärkers vom Mikrofon (Mikrofonverstärker, Hubbegrenzer) an den Ruftonzillator steuert der Kontakt  $r^{12}$ . Mit dem Kontakt  $r^{112}$  wird bei gedrückter Ruf-1-Taste der Steuergitterableitwiderstand des Oszillators mit Masse verbunden. Die am 2. Ableitwiderstand anliegende Sperrspannung (-25 V) ist nun unwirksam. Der Oszillator erhält normale Gittervorspannung und beginnt zu schwingen.

**Das Relais R 2 des Bausteines 4** wird beim Drücken der Taste „Ruf 2“ erregt. Gleichzeitig wird über  $r^{211}$  das Relais R 1 eingeschaltet und die von diesem Relais gesteuerten Funktionen ausgelöst. Zusätzlich schaltet der Kontakt  $r^{21}$  die Anodenkreisinduktivität des Ruftonzillators auf einen geringeren Wert um. Damit erhöht sich die Ruffrequenz von 1750 auf 2135 Hz.

**Das SH-Relais des Bausteines 4** wird über die Schaltebene d des Betriebsartenschalters S 1 (Baustein 1, Bedienungs-feld) in den Schaltstellungen „W/V“, „G/V/Rs 2“ und „Rs 1“ erregt.

Damit sind bei Nur-Empfang (stand by) durch den Kontakt  $sh^{11}$  die Heizung der Senderendröhre (V 5, Baustein 2) und durch  $sh^{12}$  die Heizungen der Röhren der Sendervorstufen (V 2 und V 4 in Baustein 2 und V 1, V 2 und V 3 in Baustein 4) abgeschaltet.

Der Kontakt  $sh^{11}$  verhindert bei Nur-Empfang die Einschaltung des Senders und alle damit verbundenen Funktionen wie Umschaltung der Anodenspannungen in der Stromversorgung und im Baustein 4 sowie die Bandumschaltung (Näheres siehe unter 4.3.1).

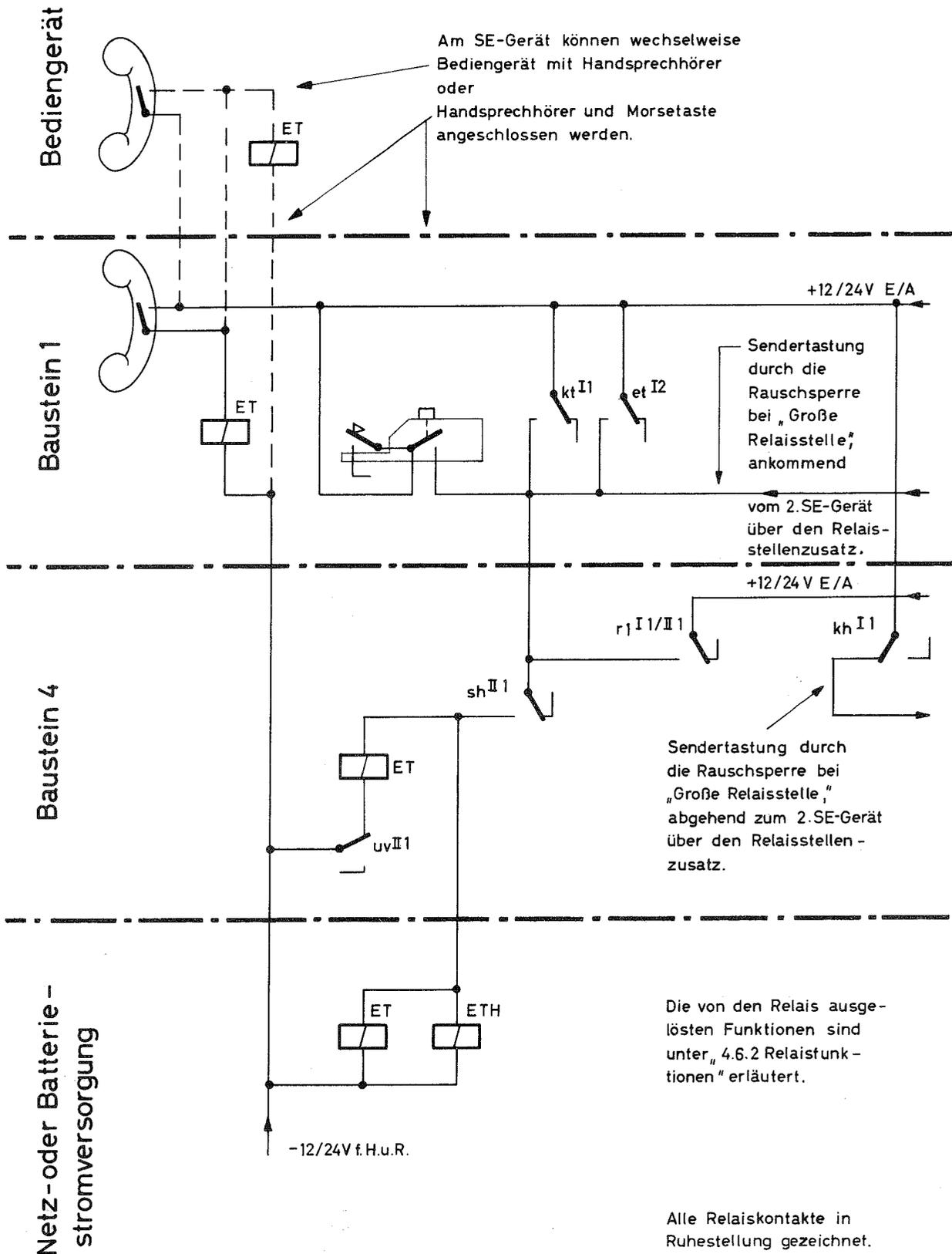


Bild 26 Die Erregerstromkreise der ET- und des ETH-Relais. Erläuterungen dazu siehe auf den beiden vorstehenden Seiten.

Das UV-Relais des Bausteines 4 dient zur Umschaltung der NF-Leitungen und der Senderendstufe auf NF-Verstärkerbetrieb (siehe Bild 20).

Es wird über den Betriebsartenschalter S 1, Schalterebene d, Stellungen „V“ und „Rs 1“ und den Umschalter S 2 (V/Fu) erregt. Der Kontakt  $uv^{II}2$  schaltet den NF-Ver-

stärker des Senders von der Phasenumkehrstufe ab und direkt an das Steuergitter der Senderendröhre (V 5 in Baustein 2) an.

Die Senderendröhre, die bei Funkbetrieb als HF-Verstärker in C-Betrieb arbeitet, wird mit dem Kontakt  $uv^{11}$  auf A-Betrieb geschaltet (Verringerung der negativen Steuergittervorspannung). Die Sekundärwicklung des NF-Ausgangstrafos Tr 1 im Baustein 2, bei Sendebetrieb von dem Kontakt  $uv^{i2}$  kurzgeschlossen, wird bei NF-Verstärkerbetrieb an die Anschlußklemmen 4 und 5 der Buchse Bu 1 in Baustein 4 (seitliches Anschlußfeld, Anschluß für Kommandolautsprecher, siehe Bild 20) durchgeschaltet.

Der vierte Kontakt des UV-Relais,  $uv^{111}$ , unterbricht den Erregerstromkreis für das ET-Relais des Bausteines 4. Damit wird der in Stellung „W/V“ des Betriebsartenschalters beim Drücken der Sprechaste durch  $et^{111}$  ausgelöste Bandwechsel vermieden. Der bei NF-Verstärkerbetrieb anrufbereite Empfänger wird daher nicht auf die Frequenz des Komplementärbandes umgeschaltet.

#### 4.6.3 Bandumschaltung

Die Hochfrequenzteile des Senders und des Empfängers sind in je 2 Zügen für Oberband und Unterband getrennt aufgebaut.

Die bei den verschiedenen Betriebsarten und Frequenzwechseln notwendigen Umschaltungen zwischen den Schaltungszügen der beiden Bänder, Bandumschaltung genannt, werden von den Relais UH, UN, UNH, UW, We 1, We 2 und We 3 gesteuert. Mit Ausnahme des UW-Relais wird der Erregerstrom dieser Relais von einer Kontaktgruppe (S 5, S 6,  $uw^{11}$ ,  $uw^{i2}$  und  $et^{111}$ ) geschaltet, deren wechselweises An- und Auschalten dem Rhythmus der Bandumschaltung entspricht (siehe Bilder 27 bis 34).

Wenn die Relais stromlos sind, wird im Unterband gesendet und im Oberband empfangen, sind sie erregt, wird im Oberband gesendet und im Unterband empfangen.

Bei Funksprechbetrieb im Gegensprechen steuern die Nockenschaltkontakte S 5 und S 6 des Betriebsartenschalters die Umschaltung der Relais. Bei Unterbandbetrieb (Empfänger im Oberband) ist S 6 geschlossen. Da das UW-Relais nur bei Wechselsprechbetrieb (über Schaltebene b des Betriebsartenschalters) erregt wird, ist der Stromkreis durch  $uw^{i2}$  unterbrochen. Bei Oberbandbetrieb (Empfänger im Unterband) ist S 5 geschlossen,  $uw^{11}$  ist ebenfalls geschlossen, und die Relais werden erregt.

Bei Funksprechbetrieb im Wechselsprechen ist das UW-Relais eingeschaltet. Damit wird der Kontakt  $et^{111}$  wirksam, der zunächst beim Senden (ET-Relais erregt) trotz

Umschaltung der UW-Kontakte für die Relais die gleichen Schaltzustände herstellt wie beim Gegensprechen, bei Empfang jedoch (ET-Relais abgefallen) die Schaltzustände umkehrt.

Durch diese Umkehrung wird der Empfänger auf das Band des Senders geschaltet, d. h. es wird auf der gleichen Frequenz gesendet und empfangen.

**Das UH-Relais des Bausteines 3** schaltet mit seinem Kontakt  $uh^{11}$  wechselweise die Empfängereingänge HF-Verstärker und 1. Empfängermischstufe) für Ober- bzw. Unterband entsprechend der Bandlage des Empfängers an den nachfolgenden 1. ZF-Verstärker (9,8 MHz). Gleichzeitig wird über diesen Kontakt der jeweils angeschalteten Mischstufe Anodenspannung zugeführt.

**Das UN-Relais des Bausteines 4** schaltet hinter der Phasenumkehrstufe die Phasenlage der symmetrischen NF-Ausgangsspannung um  $180^\circ$  um. Der Zweck dieser Umschaltung ist in dem Kapitel „4.5.2 NF-Kompensation“ erläutert (Kontakte  $un^{11}$  und  $un^{111}$ ).

**Das UNH-Relais des Bausteines 4** schaltet die Anodenspannung +250 V je nach Bandlage des SE-Gerätes wechselweise an die Zehneroszillatoren, Hauptmischstufen, Trennstufen und Verdopplerstufen (letztere über  $et$ -Kontakte) des Senders und an die HF-Verstärker des Empfängers (Kontakte  $unh^{11}$  und  $unh^{111}$ ).

**Das UW-Relais des Bausteines 4**, dessen Erregerstrom bei den Wechselsprechbetriebsarten W und  $W_E$  mit der Schaltebene b des Betriebsartenschalters eingeschaltet wird, dient zur Steuerung des Erregerstromes der Bandwechselrelais (am Anfang dieses Abschnittes erläutert, Kontakte  $uw^{11}$  und  $uw^{i2}$ ). Die Funktion des Kontaktes  $uw^{i2}$  ist im Abschnitt 4.6.2 unter „Das ET-Relais des Bausteines 4“ beschrieben.

**Die Relais We 1 bis We 3**, auch Kreuzschalter genannt, steuern die Umschaltung der HF-Weiche. Zwecks besserer Entkopplung zwischen Oberband und Unterband werden dazu 3 Relais verwendet.

Das Relais We 2, Kontakt  $we^{21}$  und  $we^{211}$ , dient auf der Oberbandseite der HF-Weiche zur Umschaltung zwischen Sender und Empfänger.

Das Relais We 3, Kontakt  $we^{31}$  und  $we^{311}$ , dient auf der Unterbandseite der HF-Weiche zur Umschaltung zwischen Sender und Empfänger.

Mit dem Relais We 1, Kontakt  $we^{11}$ , wird der Senderausgang an das Ober- bzw. Unterband der HF-Weiche geschaltet.

Die Empfängereingänge sind bereits für Ober- und Unterband getrennt und daher direkt mit den entsprechenden Kontakten der Relais We 2 und We 3 verbunden.

## Hinweis

Die Bilder 27 bis 34 auf den folgenden Seiten zeigen die Funktion des SE-Gerätes bei verschiedenen Betriebsarten und wechselweise Unter- oder Oberbandbetrieb sowie bei Senden und Empfangen (sie dienen auch zur Erläuterung der Bandumschaltung). Da diese Bilder für das Verständnis der Wirkungsweise des SE-Gerätes besonders aufschlußreich sind, wurden sie als Unterlage für den Entwurf einer Lehtafel für Ausbildungszwecke verwendet (Sechsfarbendruck, Format 1,2 m x 0,9 m). Diese Lehtafel kann bei TELEFUNKEN (Adresse siehe Seite 27, Abteilung Werbung) Bestellbezeichnung – **Lehtafel „Blockschaltbild FuG 7a“** – bezogen werden (Preis auf Anfrage).

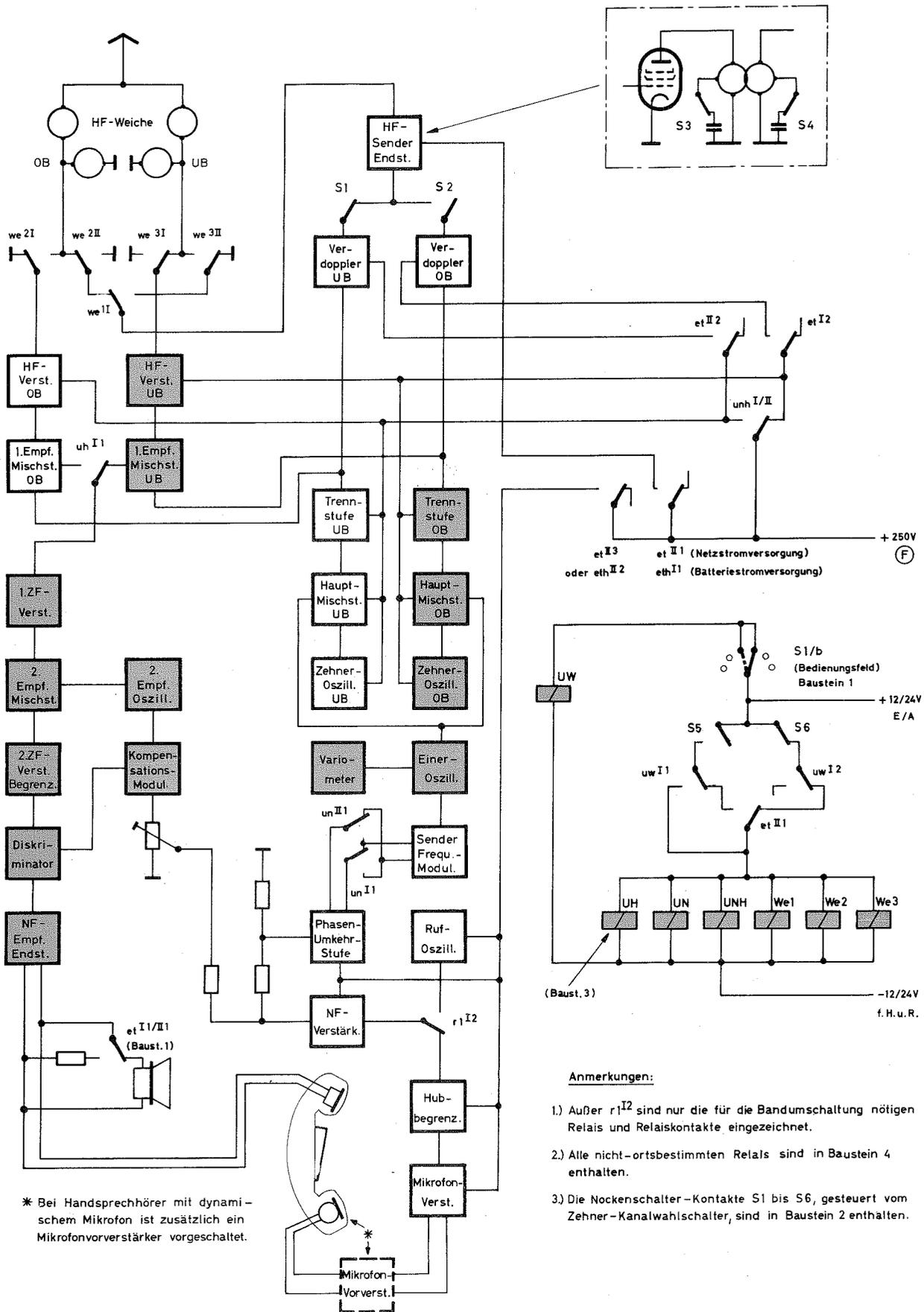


Bild 27 Blockschaltbild des SE-Gerätes FuG 7a bei **Wechselsprechen – Empfang** im **Unterband**. In Betrieb befindliche Funktionsstufen sind rot unterlegt. Erläuterungen siehe unter 4.3.2 und 4.6.3.

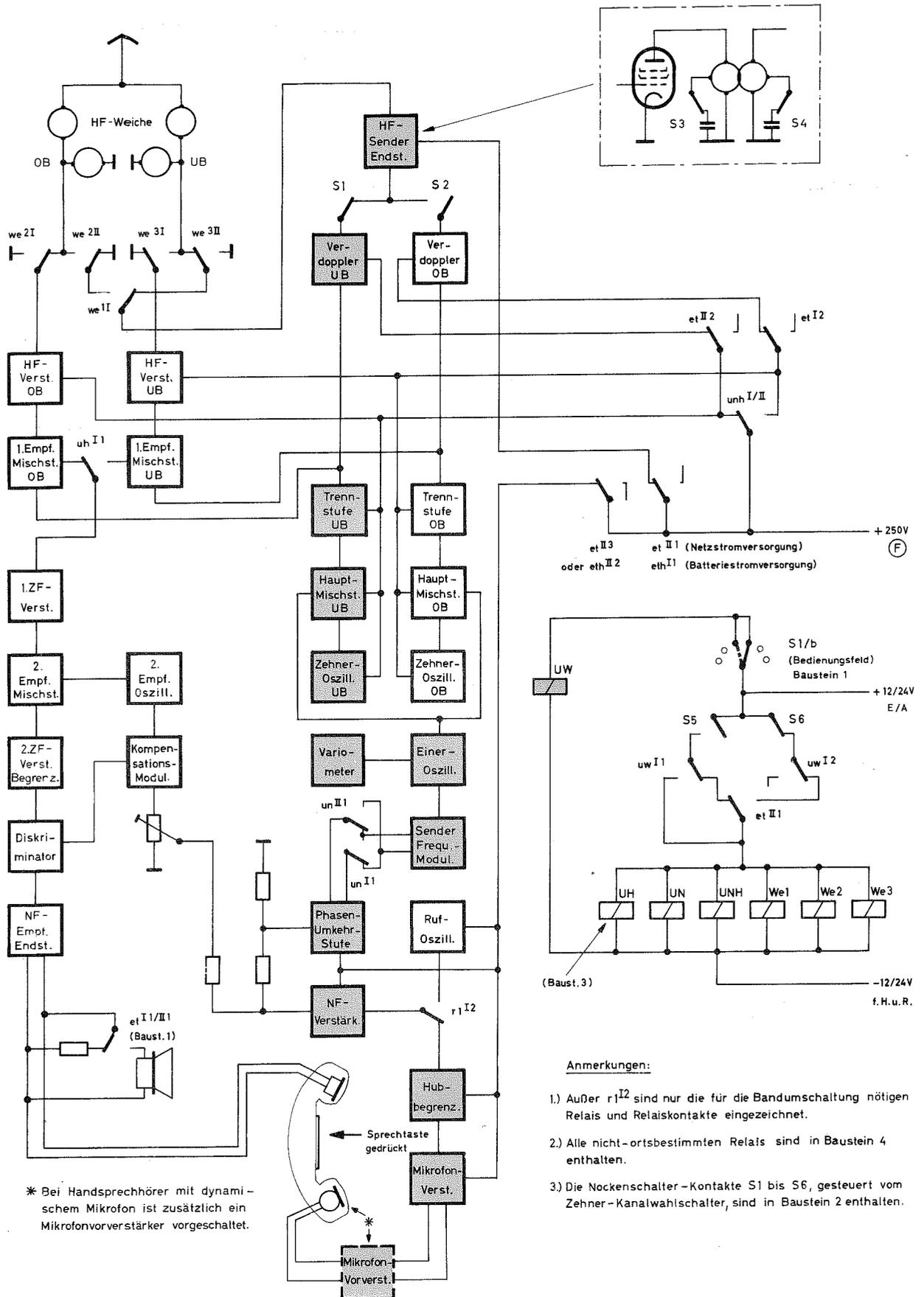


Bild 28 Blockschaltbild des SE-Gerätes FuG 7a bei Wechselsprechen - Senden im Unterband. In Betrieb befindliche Funktionsstufen sind rot unterlegt. Erläuterungen siehe unter 4.3.2 und 4.6.3.

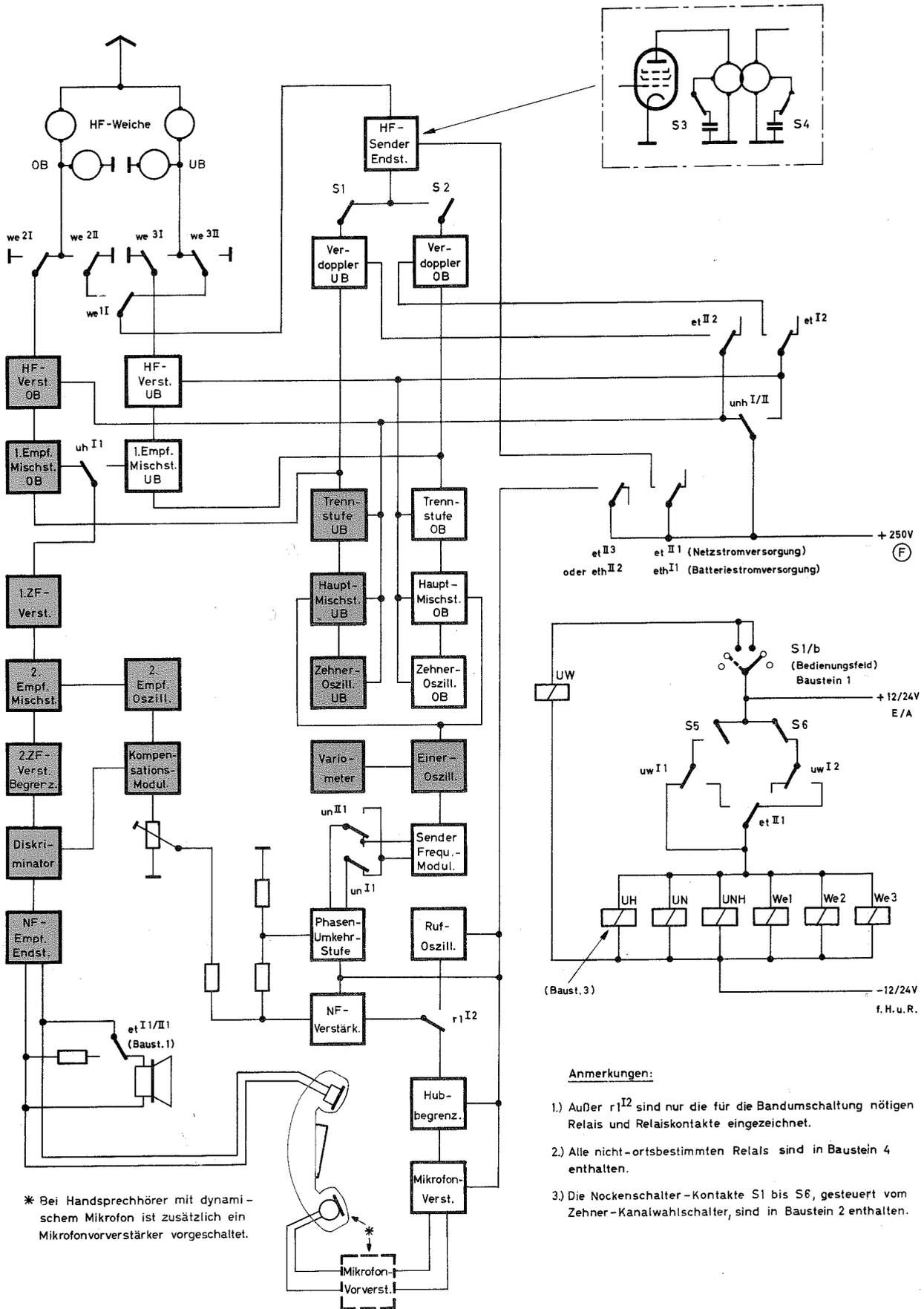


Bild 31 Blockschaltbild des SE-Gerätes FuG 7a bei **Gegensprechen** auf Kanal 00 bis 49. Sprech-taste (Sendetaste) am Handsprechhörer **nicht gedrückt** (Empfang im Oberband). In Betrieb befindliche Funktionsstufen sind rot unterlegt. Erläuterungen siehe unter 4.3.3 und 4.6.3.

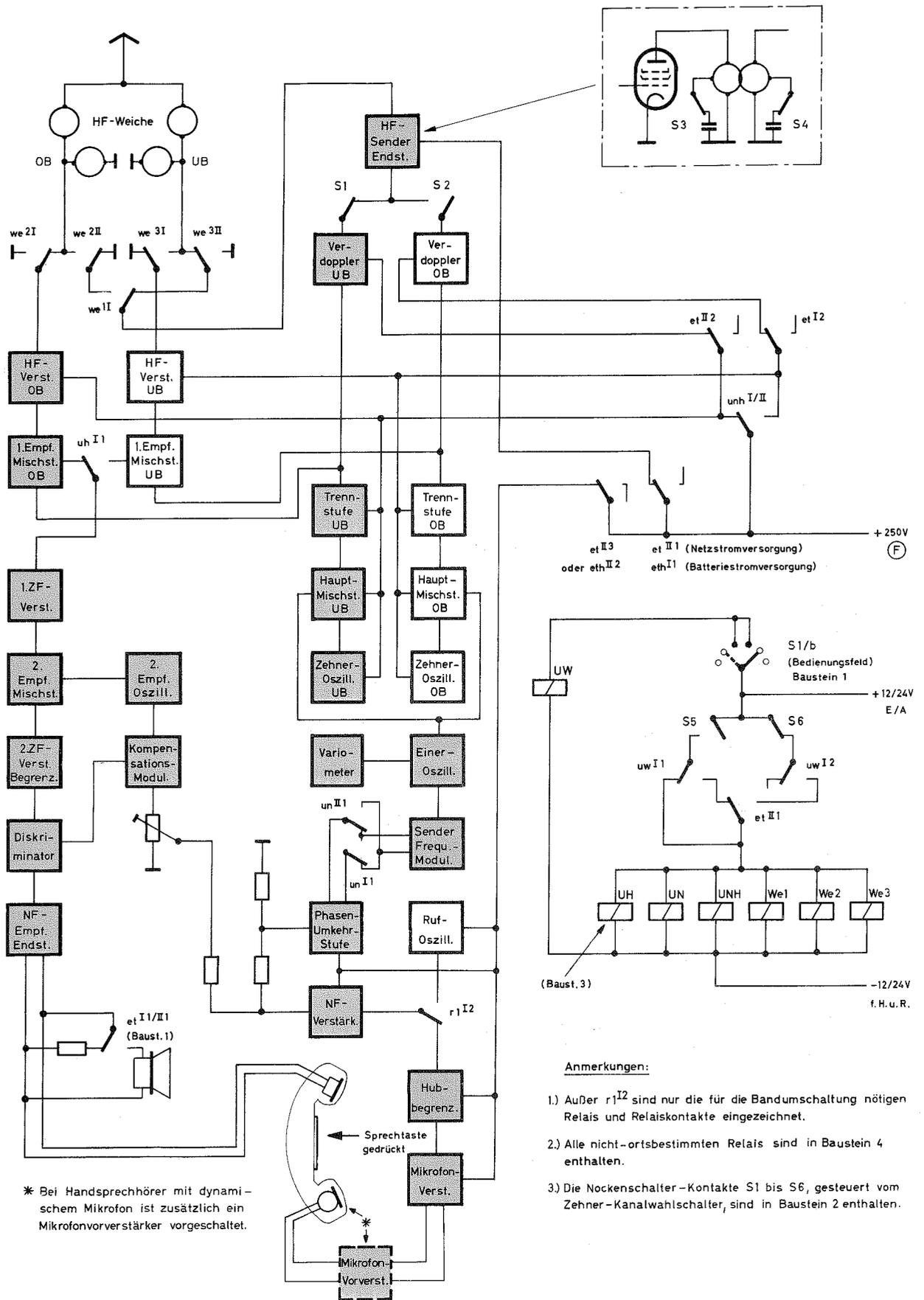


Bild 32 Blockschaltbild des SE-Gerätes FuG 7a bei **Gegensprechen auf Kanal 00 bis 49. Sprechstaste** (Sendetaste) am Handsprechhörer **gedrückt** (Empfang im Oberband, Senden im Unterband). In Betrieb befindliche Funktionsstufen sind rot unterlegt. Erläuterungen siehe unter 4.3.3 und 4.6.3.

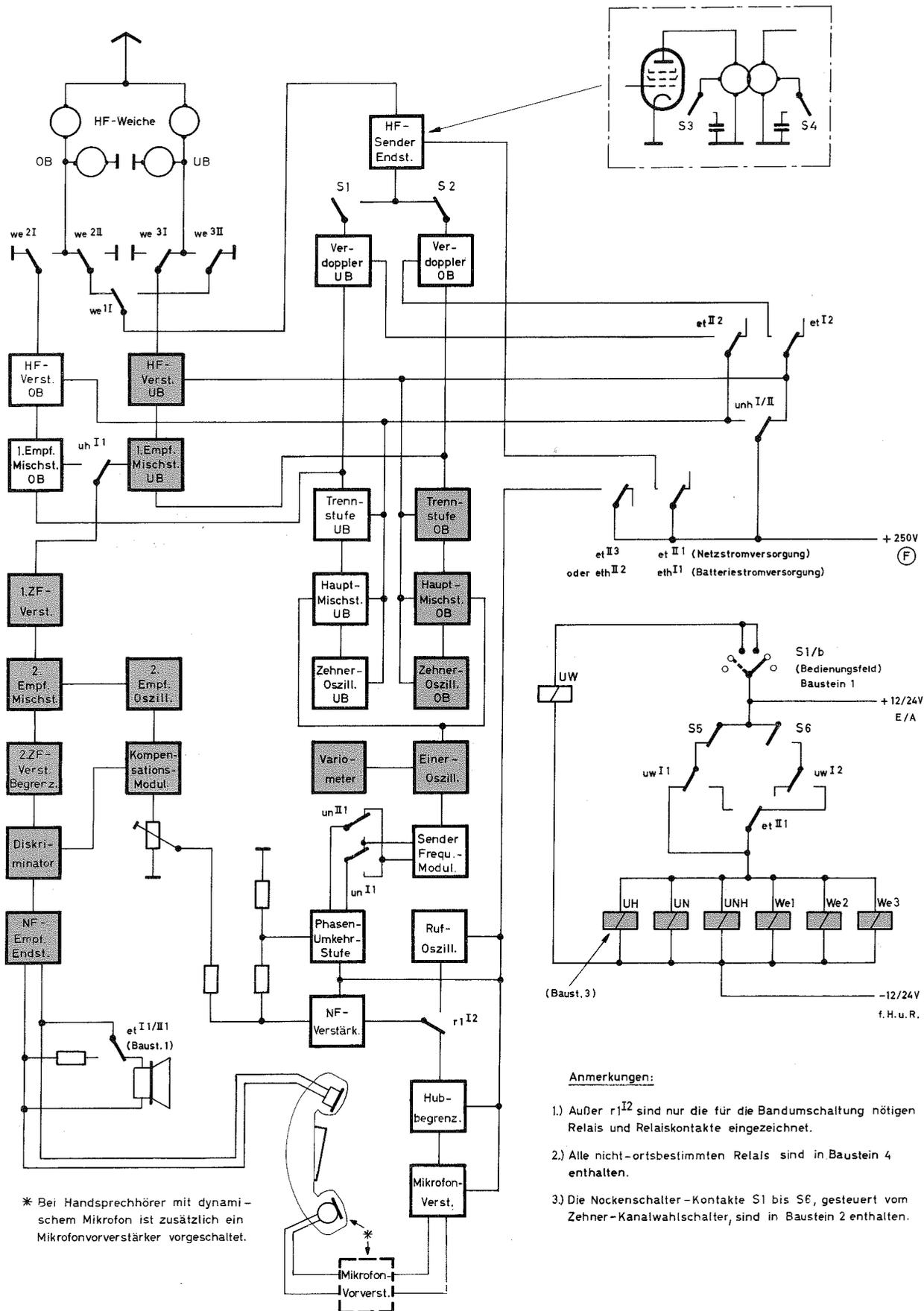


Bild 33 Blockschaltbild des SE-Gerätes FuG 7a bei **Gegensprechen auf Kanal 50 bis 99. Sprechaste** (Sendetaste) am Handsprechhörer **nicht gedrückt** (Empfang im Unterband). In Betrieb befindliche Funktionsstufen sind rot unterlegt. Erläuterungen siehe unter 4.3.3 und 4.6.3.

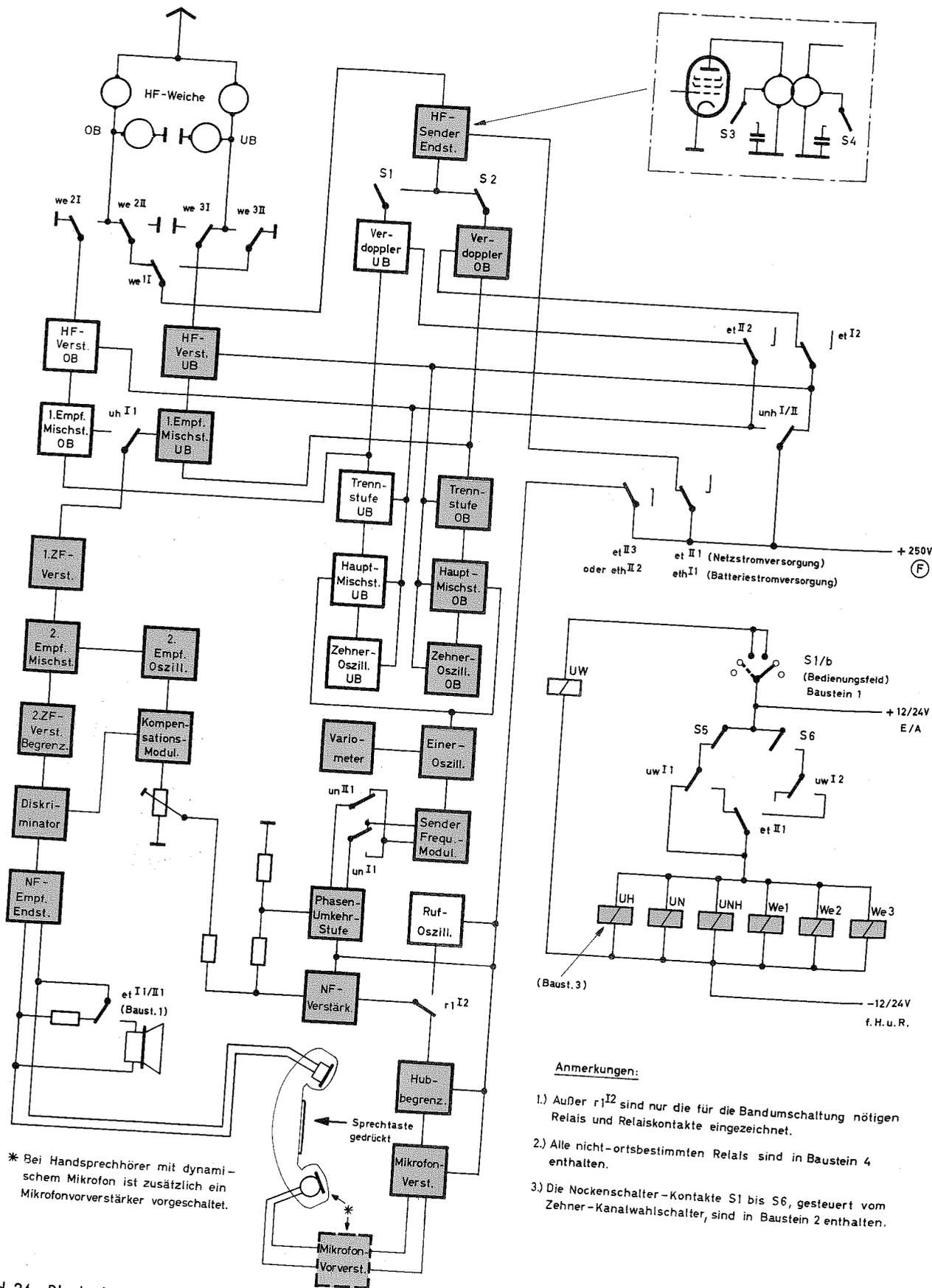


Bild 34 Blockschaltbild des SE-Gerätes FuG 7a bei **Gegensprechen** auf Kanal 50 bis 99. **Sprechtaste** (Sendetaste) am Handsprechhörer **gedrückt** (Empfang im Unterband, Senden im Oberband). In Betrieb befindliche Funktionsstufen sind rot unterlegt. Erläuterung siehe unter 4.3.3 und 4.6.3.

## 4.7 Die Heizkreise

Die Stromversorgung des Funksprechgerätes FuG 7a erfolgt entweder aus dem Wechselstromnetz, 220 V 50 Hz, oder aus Batterien mit 12- oder 24 V Klemmenspannung. Da die Umsetzung dieser Batteriespannungen auf die für mehrere Röhren notwendige Heizspannung von 6 V die Stromversorgungsgeräte zusätzlich belasten würde, hat man die Heizfäden der Röhren zu zwei 12-V-Heizkreisen zusammengeschaltet. Diese Heizkreise werden bei Betrieb aus einer 12-V-Batterie parallel- und bei Betrieb aus einer 24-V-Batterie in Reihe geschaltet (Umschaltung siehe unter 2.3).

Zu diesem Zweck wurde die Stromaufnahme beider Kreise mit den Widerständen R 68 und R 69 des Bausteines 3 genau gleich groß gemacht. Zusätzlich wird bei den Nur-Empfangs-Betriebsarten von beiden Kreisen genau belastungssymmetrisch je ein Teil abgeschaltet (siehe SH-Relais unter 4.6.2).

Da bei Entnahme einer Röhre der Lastausgleich gestört wird, ist Röhrenwechsel nur bei abgeschaltetem Gerät vorzunehmen.

Die Schaltung der Heizkreise ist den Bildern 35 bis 37 zu entnehmen.

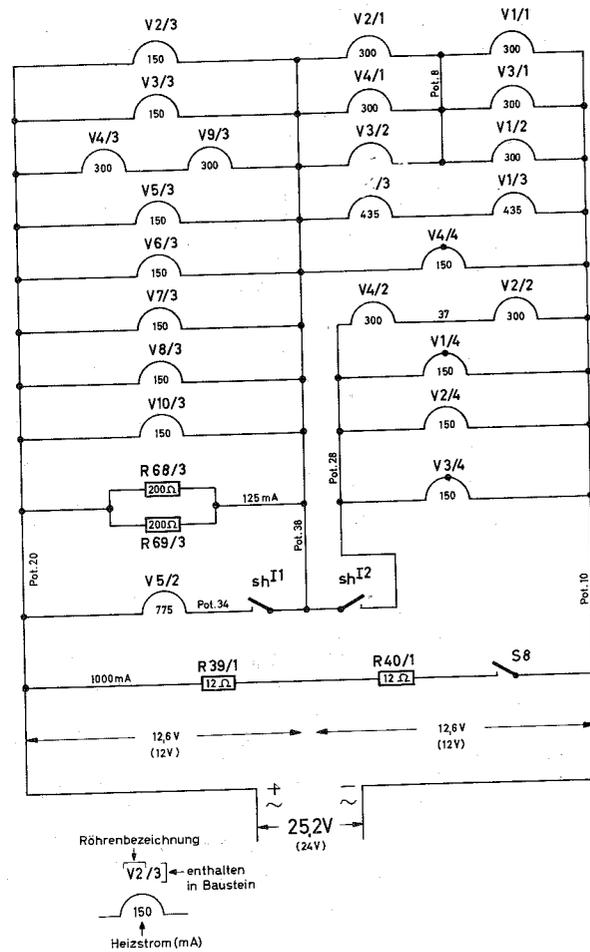
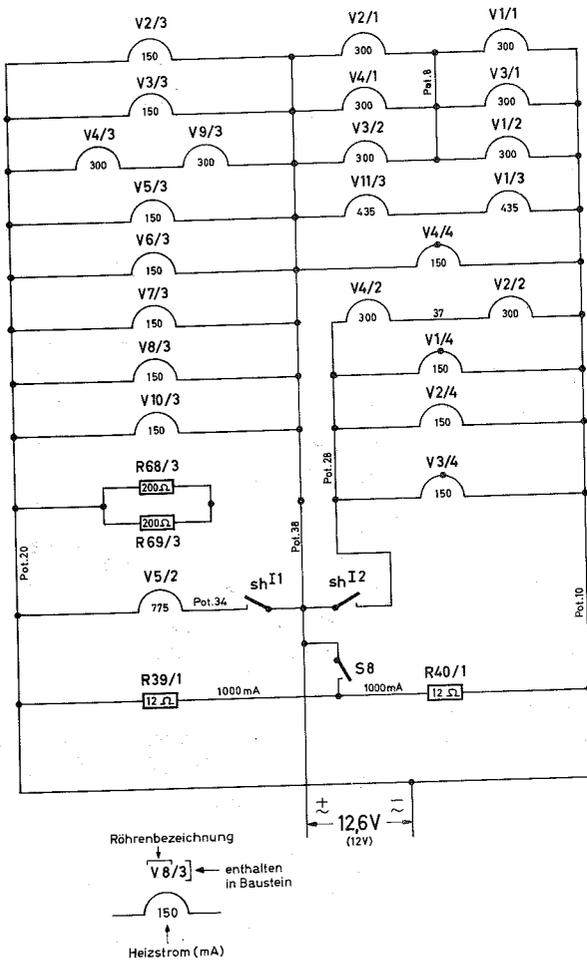


Bild 35 Heizkreisschaltung des SE-Gerätes für 12,6 V. Bei „Nur-Empfang“ siehe unter 4.3.1 werden die Heizungen der nur beim Senden in Betrieb befindlichen Röhren belastungssymmetrisch durch die Kontakte des SH-Relais abgeschaltet. S 8 ist der Schalter für die Thermostatheizung.

Bild 36 Heizkreisschaltung des SE-Gerätes für 25,2 V. Bei „Nur-Empfang“ siehe unter 4.3.1 werden die Heizungen der nur beim Senden in Betrieb befindlichen Röhren belastungssymmetrisch durch die Kontakte des SH-Relais abgeschaltet. S 8 ist der Schalter für die Thermostatheizung.

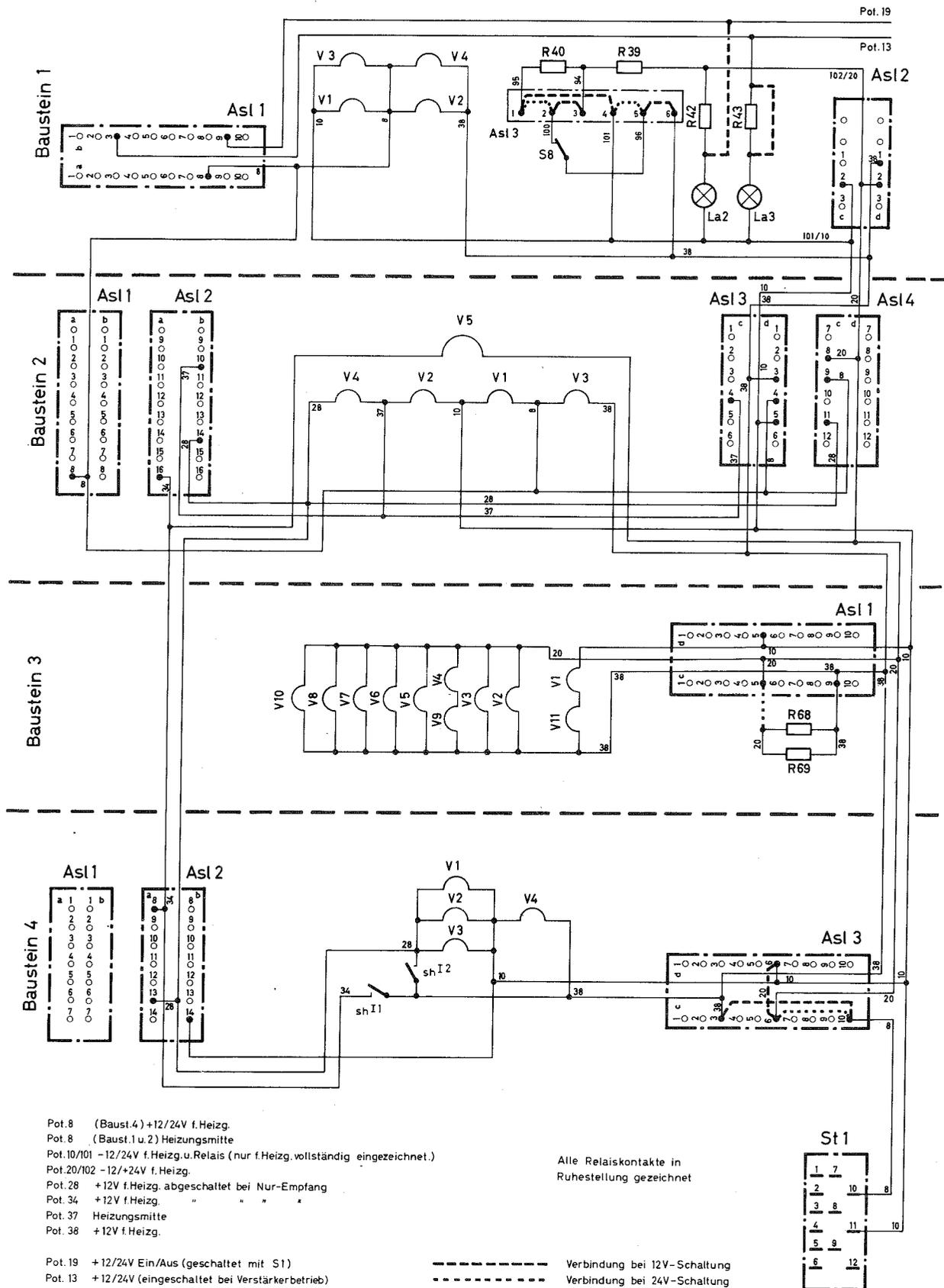


Bild 37 Die Heizkreise des Funksprechgerätes FuG 7a und ihre Verdrahtung an den Anschlußleisten der Bausteine 1 bis 4. Dem Bild ist außerdem die Umschaltung der Heizkreise zwischen 12,6 V- und 25,2 V-Betrieb zu entnehmen (Asl 3 / Baustein 1, Asl 1 / Baustein 3 und Asl 3 / Baustein 4).

## 5 Technische Unterlagen des SE-Gerätes

Schaltplan der Relais, erweitertes Blockschaltbild, Kabelplan, Schalteillisten, Bausteinansichten und Stromlaufpläne.

### 5.1 Allgemeine Hinweise, Schaltplan der Relais, erweitertes Blockschaltbild und Kabelplan des SE-Gerätes

Das SE-Gerät setzt sich aus 4 Bausteinen zusammen. Für jeden Baustein gibt es einen Stromlaufplan und eine Schalteilliste. Widerstände, Kondensatoren, Röhren usw. werden in jedem Baustein von 1 beginnend gezählt. Der Widerstand R 16 des Bausteines 3 ist daher z. B. nicht der gleiche wie der Widerstand R 16 in Baustein 4. Die Potentiale werden zum größten Teil ebenfalls in jedem Baustein von 1 beginnend neu gezählt, mit Ausnahme derjenigen, die von einem zum anderen Baustein oder gar durch das ganze Gerät führen. Deshalb wurde an den Stellen, wo eine Leitung in einen Kabelbaum führt, angegeben, um welches Potential es sich handelt, in welcher Richtung es verläuft und wohin es führt (siehe Beispiel Bild 38).

Potentiale, die an Anschlußleisten, Buchsen und Stecker führen, sind dort nochmals gekennzeichnet. Von jedem Baustein sind außerdem alle wichtigen Ansichten im Bild gezeigt (siehe Bilder 42 bis 48, Baustein 1, Bilder 50 bis 54, Baustein 2, Bilder 56 bis 60, Baustein 3 und Bilder 62 bis 67, Baustein 4). Auf diesen Bildern sind alle erkennbaren Bauelemente gekennzeichnet. Die Seitenangabe dieser Bilder ist auf das Bedienungsfeld (Frontplatte, siehe Bild 42) bezogen (Ruftastenseite S 5 und S 6, Typschildseite, Buchsenseite Bu 1 und Bu 2 und Schalterseite S 1 / S 2 / S 3 und S 4). Ansicht von oben bedeutet Ansicht vom Bedienungsfeld her. Ansicht von

unten bedeutet Ansicht von der gummiüberzogenen Standfläche her.

Über die Verdrahtung der Kabelbäume, die an den Außenseiten des Chassis die Anschlußleisten der Bausteine untereinander verbinden, gibt der Kabelplan, Bild 41, Auskunft. Siehe dazu auch die Bilder 69 und 70. Die Kabelbäume dieser Außenverbindungen sind in den 4 Stromlaufplänen der Bausteine nur angedeutet, d. h. sie sind nicht aufgespleißt.

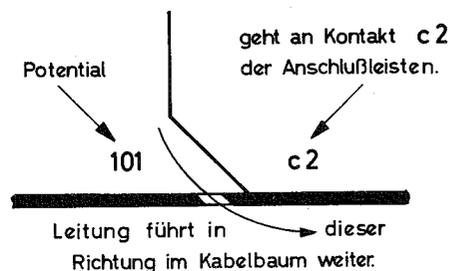


Bild 38 zeigt die Einbindung einer Leitung (Potential) in einen Kabelbaum, wie sie in den Stromlaufplänen dargestellt ist. Erläuterungen dazu unter 5.1.