

Technische Richtlinie (TR)

der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)

RELAISFUNKSTELLENGERÄTE

Stand: Oktober 1994

Herausgeber:

- Unterausschuss Führungs- und Einsatzmittel (UA FEM) des Arbeitskreises II „Innere Sicherheit“ der Arbeitsgemeinschaft der Innenministerien der Länder
- Ausschuss für Informations- und Kommunikationswesen (AluK) des Arbeitskreises V „Feuerwehrangelegenheiten, Rettungswesen, Katastrophenschutz, Zivilverteidigung“ der Arbeitsgemeinschaft der Innenministerien der Länder

Redaktion:

Polizeitechnisches Institut (PTI) bei der Polizei-Führungsakademie, Postfach 480 353, 48080 Münster, Tel.: (02501) 806-259, Fax: (02501) 806-239

Inhaltsverzeichnis

Seite

Allgemeiner Teil

1	Geltende Bestimmungen	4
2	Anwendungsbereiche	4
3	Frequenzbereiche der BOS	5
4	Technische Betriebsmöglichkeiten	5
5	Kennzeichnung der Relaisfunkstellen	5
5.1	Angabe über die Zusammenschaltungsart	5
5.2	Angabe über das Hochtastkriterium	6
5.3	Angabe über das Abschaltkriterium	6
5.4	Beispiele für Kennzeichnungen	6
6	Besondere Leistungsmerkmale	6
6.1	Tonruffrequenzen	7
6.2	Tonrufdauer	7
6.3	Senderabschaltung	7
6.4	Signalisierungen, Fernschaltungen	7
6.5	Besprechungseinrichtung	8
6.6	Verbindungen "Funk - Funk" und "Funk - Vierdraht"	8
6.7	Gleichwellenfunkbetrieb	9

Teil A: STANDARD-RELAISFUNKSTELLENGERÄTE FÜR DEN BEWEGLICHEN UND ORTSFESTEN EINSATZ

1	Verwendung	10
2	Externer RS 1-Zusatz	10
3	Sonderbedienteile für die S/E-Geräte FuG 8b, FuG 8b-1 u. FuG 8b-2	10

Teil B: RELAISFUNKSTELLENGERÄTE FÜR SONDERANFORDERUNGEN

1	Allgemeines	12
1.1	Verwendung	12
1.2	Frequenzbereiche	12
2	Technische Forderungen	12
2.1	Allgemeines	12
2.2	Sender	13
2.3	Empfänger	16
2.4	Stromversorgung	19
2.5	Spezielle Anforderungen an das Gesamtgerät	19
3	Konstruktive Forderungen	20
3.1	Gestaltung	20
3.2	Aufbau	21
3.3	Beanspruchung	21

Teil C: ORTSFESTE RELAISFUNKSTELLENGERÄTE FÜR ERHÖHTE GESAMTFORDERUNGEN

1	Allgemeines	22
1.1	Verwendung	22
1.2	Frequenzbereiche	22
2	Technische Forderungen	22
	(hier: Abweichungen vom Teil B)	
3	Konstruktive Forderungen	24
3.1	Gestaltung	24
3.2	Aufbau	25
3.3	Beanspruchung	26
4	Besondere Anschaltemöglichkeiten	27
4.1	Bedienfeld	27
4.2	NF-Bausteine, Steuerbausteine	27
4.3	Übergabefeld	28

Teil D: FUNKZUBRINGERGERÄTE

1	Allgemeines	29
2	Technische und konstruktive Forderungen	29
2.1	Grundforderungen	29
2.2	Besondere Festlegungen	29
2.3	Optionen	30

Teil E: FUNKZUBRINGERGERÄTE MIT REDUZIERTEN LEISTUNGSMERKMALEN

1	Allgemeines	32
2	Technische und konstruktive Forderungen	32
2.1	Grundforderungen	32
2.2	Besondere Festlegungen	32

Anlagen

- Anlage 1: Frequenzübersicht 4-m-Bereich
- Anlage 2: Frequenzübersicht 2-m-Bereich
- Anlage 3: Frequenzübersicht 8-m-Bereich
- Anlage 4: Frequenzübersicht 70-cm-Bereich
- Anlage 5: CTCSS-Tonfrequenzreihe

Allgemeiner Teil

1 Geltende Bestimmungen

Die Technische Richtlinie (TR) "Relaisfunkstellengeräte" der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) beschreibt die Forderungen, die an ortsfest zu betreibende Relaisfunkstellengeräte und Funkzubringergeräte gestellt werden. Sie berücksichtigt und ergänzt die Vorschriften der FTZ-Richtlinie 17 TR 2049 (Stand: Juli 1988) für Funkanlagen des nichtöffentlichen mobilen Landfunkdienstes, der FTZ-Vorschrift 144 TV 41 (Stand: Februar 1961) für Überleiteinrichtungen und Sprechfunkanlagen an posteigenen Leitungen oder am öffentlichen Fernsprechnetz, der Meterwellenfunk-Richtlinie BOS, der internationalen CEPT-Empfehlungen (Annex I) sowie die Forderungen geltender Technischer Richtlinien der BOS. Darüber hinaus macht diese Richtlinie Vorgaben zur Konstruktion der Geräte.

Die bei den BOS eingesetzten Relaisfunkstellengeräte und Funkzubringergeräte müssen die Vorschriften der genannten FTZ-Richtlinien in den jeweils gültigen Fassungen sowie die in einzelnen Punkten abweichenden, höheren bzw. ergänzenden Forderungen dieser TR erfüllen. Als Nachweis dient die Vergabe einer BOS-Prüfnummer nach bestandener Baumusterprüfung durch die Meß- und Prüfstelle der Beschaffungsstelle des BMI in Bonn. Eine Baumusterprüfung wird auf Antrag dann durchgeführt, wenn für das Gerät bereits eine Zulassung gemäß Maßgabe des Bundesministers für Post- und Telekommunikation (BMPT) vorliegt.

Die elektromagnetische Verträglichkeit der Funkgeräte nach dieser TR mit gleichen oder anderen BOS-Funkgeräten am gleichen Standort muß bei Beachtung der erforderlichen Schutzabstände für die Antennenanbringung gewährleistet sein (Störabstrahlungen, Einstrahlfestigkeit).

2 Anwendungsbereiche

Entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen der Anwender und den verschiedenen technischen Erfordernissen können Relaisfunkstellengeräte bzw. Funkzubringergeräte nachstehender Klassifizierung verwendet werden:

- Duplexfähige Mobilfunkgeräte nach bestehenden Technischen Richtlinien der BOS können auch als Standard-Relaisfunkstellengeräte gemäß **Teil A** dieser Richtlinie eingesetzt werden. Diese Geräte garantieren eine universelle Verwendbarkeit bei gleichzeitig günstigen Beschaffungskosten.
- Bei gehobenen Anforderungen sind Relaisfunkstellengeräte nach **Teil B** dieser Richtlinie vorzusehen.
- Werden sehr hohe Anforderungen an die Technik bzw. an das Gesamtgerät gestellt (z.B. für den Gleichwellenfunkbetrieb), dann sind Relaisfunkstellengeräte entsprechend **Teil C** vorzusehen.
- Funkzubringerstrecken sind in der Regel mit Funkzubringergeräten nach **Teil D** dieser Richtlinie einzurichten.
- Funkzubringergeräte mit reduzierten Leistungsmerkmalen nach **Teil E** dieser Richtlinie können dann eingesetzt werden, wenn generell auf höhere Gesamtanforderungen verzichtet wird.

Allgemeiner Teil

3 Frequenzbereiche der BOS

Funkgeräte nach dieser TR können in den BOS-Frequenzbereichen 4 m, 2 m, 8 m und 70 cm (siehe Anlagen 1 bis 4) betrieben werden. Die Frequenzbereiche 4 m und 2 m dienen vorrangig der Einrichtung von Funkverkehrskreisen, während der 8-m-Bereich bis zum Jahre 1990 bevorzugt für Funkzubringer vorgesehen war. Gemäß Verfügung des BMPT 181/1990 im Amtsblatt Nr. 88 vom 29.11.1990 sind neu einzurichtende Festfunkverbindungen ausschließlich im 70-cm-Bereich zu realisieren.

Sofern nicht ausdrücklich anders festgelegt, müssen innerhalb eines Frequenzbereichs alle Kanäle geschaltet bzw. programmiert werden können.

Für die einzelnen Frequenzbereiche sind die Kanal- und Duplexabstände wie folgt festgelegt:

Frequenzbereich	Kanalabstand	Duplexabstand
4 m	20 kHz	9,8 MHz
2 m	20 kHz	4,6 MHz
8 m	20 kHz	4,1 MHz
70 cm	12,5 kHz	5,0 MHz

4 Technische Betriebsmöglichkeiten

Relaisfunkstellengeräte nach dieser TR müssen in den folgenden Verkehrsarten betrieben werden können:

- Wechselverkehr im Unter- und im Oberband
- Gegenverkehr mit Bandlagenwechsel
- Relaisbetrieb in RS 1 und RS 2

Funkzubringergeräte nach dieser TR sind für einen Betrieb im Gegenverkehr (Duplexbetrieb) zu konzipieren.

5 Kennzeichnung der Relaisfunkstellen

Die technisch-betriebliche Kennzeichnung der Relaisfunkstellen ergibt sich aus der Zusammenschaltungsart, dem Hochtastkriterium und dem Abschaltkriterium der Anlage.

5.1 Angabe über die Zusammenschaltungsart

RS 1 - die durch unmodulierte oder modulierte Ausstrahlung wirkte Durchschaltung vom Empfängerausgang zum Sendereingang desselben Geräts

Allgemeiner Teil

RS 2 - die durch unmodulierte oder modulierte Ausstrahlung bewirkte Durchschaltung vom Empfängerausgang des ersten zum Sendereingang eines zweiten Geräts und umgekehrt bzw. zu weiteren Geräten derselben Anlage.

5.2 Angabe über das Hochtastkriterium

Hochtastung des Senders bei einfallendem HF-Träger durch

- T - Träger (Modulation nicht erforderlich)
- E - Eintonruf (auch zeitgestaffelt)
- M - Mehrtonruf (auch zeitgestaffelt)
- S - Sprache
- D - Digitalcode (FMS)

5.3 Angabe über das Abschaltkriterium

Abschaltung des Senders

- h - beim Ausbleiben des HF-Trägers über eine definierte Zeitspanne hinaus
- n - beim Ausbleiben des NF-Signals über eine definierte Zeitspanne hinaus (Sprachsteuerung)
- z - generell nach definierter Zeitspanne (Sendezeitbegrenzung)

Doppelbuchstaben kennzeichnen eine Kombination von Abschaltkriterien, z. B.: hz.

5.4 Beispiele für Kennzeichnungen

RS 1 (T, hz) - kleine Relaisfunkstelle

(Hochtastung durch Träger, Abschaltung beim definierten Ausbleiben der HF, zusätzlich: Sendezeitbegrenzung)

RS 2 (E, n) - große Relaisfunkstelle

(Hochtastung durch Eintonruf, Abschaltung beim definierten Ausbleiben der NF)

6 Besondere Leistungsmerkmale

Die für den Relaisbetrieb erforderlichen Anschaltungen sowie die unterschiedlichen Kriterien zum Hochtasten und Abschalten des Senders sind entsprechend den jeweiligen Anforderungen der Bedarfsträger angebotsbezogen zu konzipieren.

Grundsätzlich sollten bei der Einrichtung von Relaisfunkstellen nachstehende technische Vorgaben berücksichtigt werden.

Allgemeiner Teil

6.1 Tonruffrequenzen

Für Tonrufe sind folgende Frequenzen vorzusehen:

Tonruf I = 1750 Hz

Tonruf II = 2135 Hz

Tonruf III = 2800 Hz (bei Bedarf für Sonderschaltungen)

Eine sichere Auswertung der Ruffrequenzen im Bereich von $\pm 2\%$ zur Nennfrequenz ist zu gewährleisten. Bei Abweichungen $\geq \pm 4,5\%$ von der Nennfrequenz soll nicht mehr ausgewertet werden.

NF-Pegelabweichungen von $\pm 6\text{ dB}$ zum Sollempfangspegel dürfen eine sichere Auswertung nicht gefährden. Beim Absinken des Pegels unter -15 dB vom Sollwert soll nicht mehr ausgewertet werden.

6.2 Tonrufdauer

Die zeitliche Staffelung der Tonrufdauer wird wie folgt vorgenommen:

Tonruf kurz > 0,5 s bis < 2 s

Tonruf lang > 2 s bis < 4 s

Tonruf überlang > 4 s bis < 6 s

6.3 Senderabschaltung

Für die Abschaltung des Senders werden je nach Abschaltkriterium folgende Zeitspannen empfohlen:

Für "h" - Beim Ausbleiben des HF-Trägers sollte der Sender frühestens nach einer Sekunde abgeschaltet werden.

Für "n" - Beim Ausbleiben des NF-Signals sollte der Sender frühestens nach 5 Sekunden abgeschaltet werden.

Für "z" - Bei der automatischen Sendezeitbegrenzung wird ein Abschalten des Senders frühestens nach etwa 3 Minuten ununterbrochener Sendertastung empfohlen.

6.4 Signalisierungen, Fernschaltungen

Für die Signalisierung von besonderen Betriebszuständen (Netzausfall, Raumüberwachung, Reserveanlage etc.) und Fernschaltung bestimmter Funktionen (Kanaleinstellung, Einstellung der Verkehrsart etc.) können außer auf Drahtwegen auch auf dem HF-Übertragungsweg je nach Erfordernis analoge oder digitale Verfahren eingesetzt werden.

Analoge Signalisierungen sollen vorzugsweise durch Unterträgersteuerungen (sub-squelch) mit Piloten aus der CTCSS-Tonfrequenzreihe (continuous tone-controlled squelch systems) erfolgen. Die festgelegten Frequenzen dieser CTCSS-Tonfrequenzreihe sind der Anlage 5 zu entnehmen. Ihr Einsatz ist vom Bedarfsträger zu koordinieren.

Allgemeiner Teil

Bei Anwendung digitaler Verfahren - beispielsweise auf der Grundlage des Funkmeldesystems (FMS) - ist sicherzustellen, daß nur solche Codierungen benutzt werden, die für Sonderanwendungen freigegeben worden sind und keine Störungen in vorhandenen anderen Netzen auslösen können. Für die Kennzeichnung von Fernwirktelegrammen ist beim FMS das Zeichen "F" (4 mal log. "1") im BOS- Block vorgesehen, während die Kennungen für das Land und den Ort in der gleichen Weise zu codieren sind wie beim FMS in der üblichen Anwendung.

Veränderungen von Betriebszuständen sind aktuell zu signalisieren. Es können aber auch aktive bzw. passive Überwachungssysteme eingerichtet werden, die in festen Zeitabständen intervallmäßig den jeweiligen Betriebszustand signalisieren bzw. abfragen. In diesem Fall ist der Überwachungsrhythmus entsprechend der Bedeutung der zu übertragenden Signalisierung festzulegen (z. B. einstelliger Sekundenbereich, zweistelliger Sekundenbereich, alle 5 Minuten etc.).

Werden Fernschaltungen vorgenommen, so sind die Schaltbefehle quasi verzögerungsfrei zu übermitteln. Die Durchführung des Schaltbefehls erfolgt jedoch erst nach Quittierung des richtig empfangenen Fernschaltsignals und anschließender manuell ausgelöster Freigabe.

6.5 Besprechungseinrichtung

Im Regelfall muß mittels einer direkt angeschlossenen Besprechungseinrichtung oder über eine per Draht oder Funk abgesetzt betriebene Besprechungsstelle eine unmittelbare Besprechung des Funkgeräts möglich sein. Dabei sollte im Falle der Zusammenschaltung der Funkgeräte zu RS 2 die Einsprache in beide Richtungen wahlweise separat oder gleichzeitig erfolgen können. Grundsätzlich ist diese Einsprache gegenüber der RS-Verbindung "Empfängerausgang - Sendereingang" technisch bevorrechtigt, d. h. sie unterbricht Gespräche beweglicher Funkstellen (beim Anschluß der Besprechungseinrichtung über Draht oder Funk sind hierfür separate Steuerkriterien analoger oder digitaler Art anwenderbezogen festzulegen).

Falls nach der bevorrechtigten Einsprache keine Notwendigkeit zur weiteren Sendetastung besteht, wird auch bei Anwendung der Sprachsteuerung (n) der Sender mit einer Verzögerung von etwa 1 Sekunde abgeschaltet. Eine eventuell vorgesehene Sendezeitbegrenzung wird hierbei aufgehoben.

6.6 Verbindungen "Funk - Funk" und "Funk - Vierdraht"

Die für die Verbindungen "Funk - Funk" und "Funk - Vierdraht" notwendigen Einrichtungen sind NF-mäßig den verwendeten Relaisfunkstellengeräten anzupassen.

Bei der "Funk - Vierdraht"-Verbindung soll die Dauerüberwachung des Drahtweges (z. B. Festverbindung der Gruppe 1 in Sonderqualität 5) sichergestellt sein. Neben der Gleichstromüberwachung können hierfür auch Pilottöne aus der CTCSS-Tonfrequenzreihe (Anlage 5) oder in Ausnahmefällen Signale innerhalb des Sprachbandes eingesetzt werden.

Einschlägige FTZ-Richtlinien (z. B. 144 TV 41) sind zu beachten. Die für Verbindungseinrichtungen erforderlichen Zulassungen der DBP sind vom Hersteller zu beantragen.

6.7 Gleichwellenfunkbetrieb

Bei Bedarf (Option) sollen Relaisfunkstellengeräte nach Teil C dieser Technischen Richtlinie auch für den Gleichwellenfunk umgerüstet werden können. Innerhalb eines Gleichwellenfunknetzes sollen nur Relaisfunkstellengeräte des gleichen Typs umgerüstet werden, um möglichst gleiche elektrische Eigenschaften der Sender (Modulationsverhalten, Frequenzgang etc.) zu erreichen.

Die Umrüstung soll durch Auswechseln von Modulen/Baugruppen vorgenommen werden können. Sie bezieht sich im wesentlichen auf die Stabilisierung der Trägerfrequenzen und auf das Erreichen hub- und phasengleicher Aussendungen aller angeschlossenen Gleichwellensender. Hierfür sind neben hochwertigen Stabilisierungsstufen je nach Bedarf auch Einstell- und Entzerrglieder vorzusehen, mit denen unterschiedliche Dämpfungen und Signal- bzw. Gruppenlaufzeiten der Zubringerstrecken (Draht- und Funkzubringer) ausgeglichen werden können. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Drahtzubringer in der Regel einen höheren technischen Aufwand zur Einpegelung und Entzerrung des Modulationssignals erfordern als Funkzubringer, um die für den Gleichwellenfunk nötigen hohen Qualitätsmerkmale (Gleichheit des Modulationssignals an allen Gleichwellenfunksendern) sicherzustellen.

Grundsätzlich sind in einem Gleichwellenfunknetz folgende Systemwerte einzuhalten:

- Der Trägerfrequenzversatz der einzelnen Gleichwellensender zueinander muß bestimmbar sein und darf nicht mehr als 25 Hz betragen. Er ist vorzugsweise auf Werte zwischen 0,5 Hz und 5 Hz einzustellen.
- Relative Abweichungen vom eingestellten Trägerfrequenzversatz der Gleichwellensender müssen geringer sein als 10 Hz pro Jahr. Es ist anzustreben, die jährlichen Abweichungen unter $\pm 1,5$ Hz zu halten.
- Die Frequenzgänge der einzelnen Übertragungswege in Senderichtung (Zubringer und Gleichwellensender) sollen möglichst gleich sein. Hubunterschiede an den Ausgängen der Gleichwellensender dürfen für keine Modulationsfrequenz zwischen 300 Hz und 3000 Hz größer sein als ± 1 dB.
- Die Laufzeitunterschiede zwischen den Modulationsinhalten aller Sender eines Gleichwellenfunknetzes sollten im wirksamen Gleichwellenfeld nicht größer sein als 50 μ s. Daher sind die Laufzeitunterschiede an den Senderausgängen so gering wie möglich ($\leq 10 \mu$ s) zu halten.
- Die eingestellten Sendeleistungen der Gleichwellensender sollen stabil bleiben. Abweichungen dürfen nicht größer sein als ± 1 dB. Die Leistungsstufen müssen dauer sendefest sein.

Empfangsseitig sind in einem Gleichwellenfunksystem zusätzliche Steuerbausteine zur Qualitätsbewertung des Empfangssignals an den einzelnen Stationen und zur Empfangswegbestimmung (Empfangsdiversity) vorzusehen. Hier sind unterschiedliche (firmenspezifische) Verfahren und Lösungen möglich und zugelassen.

Auch nach der Umrüstung für den Gleichwellenfunkbetrieb müssen die Relaisfunkstellengeräte die Forderungen dieser Richtlinie - z. B. die Vielkanalfähigkeit - erfüllen.

STANDARD-RELAISFUNKSTELLENGERÄTE FÜR DEN BEWEGLICHEN UND ORTSFESTEN EINSATZ

1 Verwendung

Als bewegliche oder ortsfeste Standard-Relaisfunkstellengeräte können die Sprechfunkgeräte FuG 7b, FuG 8c, FuG 9 und FuG 9c bzw. mit Sonderbedienteil die Funkgeräte FuG 8b, FuG 8b-1 und FuG 8b-2 oder in Verbindung mit einem externen RS 1-Zusatz die Funkgeräte FuG 8b, FuG 8b-1, FuG 8b-2 und FuG 9b eingesetzt werden. Dabei gelten hinsichtlich der schaltbaren Kanäle sowie der technischen und konstruktiven Merkmale die in den jeweiligen Technischen Richtlinien festgelegten Forderungen.

Für den - in der Regel ortsfesten - Relaisbetrieb benötigte Zusatzeinrichtungen, wie Besprechungseinrichtung, Verbindungseinrichtungen "Funk - Funk" und "Funk - Vierdraht" sowie NF-Steuerzusätze (siehe allgemeinen Teil dieser Richtlinie) müssen angeschlossen werden können. Sie haben sinngemäß die gleichen klimatischen und mechanischen Beanspruchungswerte zu erfüllen wie das angeschlossene Funkgerät.

2 Externer RS 1-Zusatz

Für duplexfähige Funkgeräte, die keine interne RS 1-Schaltmöglichkeit besitzen, wird die RS 1-Schaltung mittels eines externen Zusatzes zugelassen.

Dieser externe Baustein ist als Schaltkasten mit Dämpfungsanpassung zwischen NF-Ausgang des Empfängers und NF-Eingang des Senders auszuführen und mit einem Schalter zur Umschaltung von "S/E-Betrieb" auf "RS 1-Schaltung" und umgekehrt zu versehen. Er soll für die Anschaltung zwischen Handapparat und Bedienteil des S/E-Geräts (Anschlußbuchse für den Handapparat) vorbereitet sein.

Die in den jeweiligen Technischen Richtlinien genannten Betriebsbedingungen und Beanspruchungswerte gelten für den RS 1-Zusatz sinngemäß.

3 Sonderbedienteile für die S/E-Geräte FuG 8b, FuG 8b-1 u. FuG 8b-2

Für die S/E-Geräte FuG 8b, FuG 8b-1 und FuG 8b-2 werden auch fernbedienbare Bedienteile mit interner RS 1-Schaltmöglichkeit zugelassen.

Diese Sonderbedienteile unterscheiden sich von den normalen Bedienteilen insbesondere durch folgende Merkmale:

- an die Stelle des Hauptschalters (Druckschalter) tritt ein Funktionsschalter (Drehschalter) mit den Schaltmöglichkeiten: Gerät ausgeschaltet, normaler S/E-Betrieb, S/E-Betrieb mit Fernbedienung, RS 1-Betrieb, RS 1-Betrieb mit Fernbedienung (wobei RS 1-Betrieb jedoch erst durch Schalten einer Brücke an der Bedienteilrückseite freigegeben wird)

Teil A

- Verkehrsarten- und Bandlageschalter können abweichend vom Normalbedienteil auch als Schlitzdrehschalter oder verriegelbare Kippschalter ausgeführt sein
- die Stifte "K" und "L" der Anschlußbuchse für den Handapparat werden belegt
 - K - Bandlagenwechsel von „Senden im Unterband“ nach „Senden im Oberband“ durch Anlegen von +U
 - L - Versorgungsspannung für Zusätze, verfügbar bei eingeschaltetem Gerät
- an der rechten Seite des Bedienteils ist eine zehnpolige Anschlußbuchse für Zusatzgeräte vorzusehen, Typ: U - 79/U nach MIL-C-10544, abdeckbar durch unverlierbaren Kunststoffdeckel.

(Durch eine mechanische Sperre muß verhindert sein, daß ein Handapparat angeschlossen werden kann.)

Kontakt	Belegung der Anschlußbuchse für Zusatzgeräte
A	Ferneinschaltung der Rauschsperre durch Anlegen von +U
B	Ausgang der geregelten Schalt-Spannung +U, max. 1 A
C	Eingang zur Sendertastung
D	NF
E	NF
F	Fernbetätigung von Tonruf I durch Anlegen von +U
H	Ferneinschaltung des S/E-Geräts durch elektrisch leitende Verbindung der Kontakte H und J
J	
K	Fernbetätigung von Tonruf II durch Anlegen von +U
L	Ausgang +U für Fernsteuerzwecke

Anmerkung:

+U = Schaltspannung (zwischen + 10 Volt und Betriebsspannung)

RELAISFUNKSTELLENGERÄTE FÜR SONDERANFORDERUNGEN

1 Allgemeines

1.1 Verwendung

Relaisfunkstellengeräte für Sonderanforderungen sollen vorwiegend ortsfest eingesetzt werden. Sie sind dort zugelassen, wo wegen bestimmter Gegebenheiten (Störungen durch starke Ortssender auf benachbarten Frequenzen, z. B. durch den "Europäischen Funkrufdienst") empfangsseitig erhöhte Anforderungen gestellt werden müssen bzw. wo wegen der eventuell erforderlich werdenden äußeren Beschaltungsmaßnahmen (HF-Filter) auch von sich aus schon stärker selektierende Funkgeräte vorzuziehen sind.

1.2 Frequenzbereiche

Im Hinblick auf die vorgesehene Verwendung kann der Frequenzumfang der Geräte auf Teilbereiche innerhalb eines BOS-Frequenzbereichs (siehe Anlagen 1 bis 3) beschränkt werden. Der eingestellte Kanal ist anzuzeigen (Ziffernanzeige).

2 Technische Forderungen

Bei den nachfolgend genannten technischen Daten handelt es sich um Mindestforderungen. Ein Unter- bzw. Überschreiten der Werte im Sinne einer Verbesserung ist anzustreben.

2.1 Allgemeines

Bei den in EMK angegebenen Spannungswerten wird im Meßverfahren davon ausgegangen, daß die Ausgangsimpedanz des Meßsenders gleich der Nennimpedanz des Empfängereingangs ist.

2.1.1 Betriebsbedingungen

Relaisfunkstellengeräte nach dieser Technischen Richtlinie sind für den Dauerbetrieb auszulegen.

2.1.1.1 Normale Betriebsbedingungen

Soweit nicht besonders angegeben, müssen die nachfolgenden Daten bei Umgebungstemperaturen von – 10°C bis + 40°C und bei Schwankungen der Betriebsspannung von ± 10 % einwandfrei eingehalten werden.

2.1.1.2 Extreme Betriebsbedingungen

Bei extremen Temperaturen bis -25°C und bis $+55^{\circ}\text{C}$ sowie Schwankungen der Betriebsspannung von $\pm 15\%$ muß weiterhin Sende- und Empfangsbetrieb möglich sein. Werden hierbei die vorgegebenen Toleranzgrenzen um mehr als 10 % im ungünstigen Sinne überschritten, ist dies im Datenblatt anzugeben.

Ein Absinken der Umgebungstemperatur unter -25°C ist durch besondere Maßnahmen außerhalb der Anlage zu verhindern.

2.1.1.3 Betriebsspannung

Das Relaisfunkstellengerät soll mit Gleichspannung - vorzugsweise 12,6 Volt - betrieben werden.

2.1.2 Prüfmodulation

Die für Meß- und Prüfzwecke erforderliche einheitliche Modulation des Trägers wird nachfolgend Prüfmodulation genannt und wie folgt festgelegt:

Modulationsfrequenz	1000 Hz
Frequenzhub	60 % vom Spitzenhub

2.1.3 Funkentstörung

Für Teile der Sprechfunkanlage, die unbeabsichtigt Hochfrequenz erzeugen, gilt nach der VDE-Bestimmung 0875 der Funkstörgrad N.

2.1.4 Sicherheitsbestimmungen

Die mechanische und elektrische Ausführung muß den einschlägigen VDE-Bestimmungen genügen. Hierüber ist der Nachweis einer autorisierten Prüfstelle zu erbringen. Gleichfalls sind für den Einsatz der Relaisfunkstellengeräte in Betriebsräumen der Deutschen Bundespost deren einschlägige Bestimmungen einzuhalten.

2.2 Sender

2.2.1 Träger

2.2.1.1 HF-Ausgangsleistung

Die HF-Ausgangsleistung des Senders soll nach Möglichkeit stufenlos einstellbar sein (Regelbereich von ≤ 1 Watt bis Maximalwert) oder aber auf verschiedene Stufen (z. B. 3 W, 6 W, 15 W mit einer Toleranz von $\pm 1,5$ dB) geschaltet werden können. Die Sendestufe muß dauer sendefest sein. Dauernde Fehlanpassungen

Teil B

zwischen Leerlauf und Kurzschluß dürfen nicht zu einer schädlichen Überlastung der Sendestufe führen.

Hinweis: Gemäß Nr. 6.1.1 der Meterwellenfunk-Richtlinie sind HF-Ausgangsleistungen bis zu 15 Watt (gemessen am 50-Ohm-Antennenanschluß) zugelassen. Für höhere Ausgangsleistungen ortsfester Funkstellen - z. B. zum Ausgleich von Leistungsverlusten auf Antennenzuleitungen - ist eine Ausnahmegenehmigung erforderlich.

2.2.1.2 Hochtasten

Spätestens 50 ms nach Auslösung eines Sendevorgangs müssen mindestens 70 % der vollen Trägerleistung im Nutzkanal zur Verfügung stehen. Mit der weichen Sendertastung (empfohlene größte Funktionsänderung etwa 1 W/ms) darf jedoch erst begonnen werden, wenn die Einschwingvorgänge innerhalb der Frequenzaufbereitung abgeschlossen sind und die Sendefrequenz stabil ist.

2.2.1.3 Frequenztoleranz

Unter normalen Betriebsbedingungen darf die Abweichung des unmodulierten Trägers von der Sollfrequenz in keinem der BOS-Frequenzbereiche größer sein als $\pm 0,5$ kHz.

2.2.2 Modulation

Die Modulation muß am Senderausgang den Charakter der Frequenzmodulation (F 3 E bzw. F 2 D) besitzen.

2.2.2.1 Nachbarkanalleistung

Die Anteile der HF-Ausgangsleistung auf dem oberen und dem unteren Nachbarkanal müssen jeweils mehr als 70 dB unter der Trägerleistung des Senders liegen. Die Messung erfolgt nach CEPT mit einem Meßempfänger. Dabei wird der Sender mit einer Modulationsfrequenz von 1250 Hz und einem Pegel moduliert, der 20 dB über dem Wert liegt, der 60 % des maximal zulässigen Frequenzhubes (= 2,4 kHz) erzeugt.

2.2.2.2 Frequenzhub

Spitzenhub	± 4	kHz
Mittlerer Hub	$\pm 2,8$	kHz

Der mittlere Hub (Nennhub) ist bei einer NF-Eingangsspannung von 4 mV ± 10 % an 200 Ohm und 1000 Hz Modulationsfrequenz zu erreichen. Im Gerät soll eine geringere Empfindlichkeit - mindestens 8 mV an 200 Ohm - eingestellt werden können. Eine automatische Regelung des NF-Eingangspegels muß bei Bedarf unwirksam gemacht werden können. Der Mikrofoneingang muß symmetrisch und massefrei sein, jedoch bei Bedarf durch Umlegen einer geräteinternen Brücke unsymmetrisch geschaltet werden können.

Auf die Prüfmodulation bezogen darf die Hubunsymmetrie 7 % nicht überschreiten.

2.2.2.3 Hubbegrenzung

Die Hubbegrenzung erfolgt auf den Spitzenhub mit einer Toleranz von 0 % bis - 10 % bei bis zu 5facher Übersteuerung des NF-Pegels, der zum Erreichen des mittleren Hubs notwendig ist.

2.2.2.4 Modulations-Störabstand

Die unbewertete Störspannung (Grundgeräusch) eines Trägers ohne Modulation - gemessen am Demodulatorausgang eines Meßempfängers - muß mindestens 40 dB unter dem Spannungswert liegen, den ein mit Prüfmodulation modulierter Träger ergibt.

2.2.2.5 Klirrfaktor

Der Klirrfaktor darf bei Prüfmodulation 7 % nicht überschreiten.

2.2.2.6 NF-Frequenzgang des Senders

Der NF-Frequenzgang des Senders soll für Modulationsfrequenzen zwischen 50 Hz und 3000 Hz möglichst konstant verlaufen. Bezogen auf 1000 Hz sind folgende Abweichungen zulässig:

Modulationsfrequenz	Grenzen für den Frequenzhub
50 Hz bis 100 Hz	+ 1 dB bis - 3 dB
100 Hz bis 2700 Hz	\pm 1 dB
2700 Hz bis 3000 Hz	+ 1 dB bis - 3 dB

Für Frequenzen oberhalb von 3 kHz muß der Frequenzhub des Senders um 12 dB pro Oktave abfallen. Der Pegel des Modulationssignals ist dabei so groß zu wählen, daß bei einer Frequenz von 1000 Hz mindestens ein Hub von \pm 2,8 kHz erreicht werden würde.

2.2.2.7 Tonruffrequenzen

$$\text{Tonruf I} = 1750 \text{ Hz} \pm 20 \text{ Hz}$$

$$\text{Tonruf II} = 2135 \text{ Hz} \pm 20 \text{ Hz}$$

Der durch den Ruftongenerator erzeugte Hub soll \pm 4 kHz (Toleranz: 0 % bis - 10 %) betragen. Der Klirrfaktor der Tonrufe muß kleiner als 10 % sein.

2.2.2.8 Dateneingang

Die Vorrüstung eines separaten Dateneingangs wird empfohlen. Dieser Eingang soll unter Umgehung des NF-Sprachweges direkt zum Modulator führen und nur freigegeben werden, wenn eine gleichzeitige Modulation über den Spracheingang verhindert ist (alternative Freigabe). Im Gerät erfolgt keine Signalumwandlung.

Die dem Dateneingang zugeführten Signale (in der Regel FSK-Signale) müssen so beschaffen sein, daß die festgelegten Grenzwerte zur Verhinderung von Störungen Dritter (Nachbarkanalleistung, Frequenzhub etc.) eingehalten werden. Für die Schnittstelle gelten folgende Spezifikationen:

Eingangswiderstand $\geq 1000 \text{ Ohm}$

Signalpegel für Nennhub $1 \text{ V}_{\text{ss}} \pm 10 \%$

2.3 Empfänger

2.3.1 Hochfrequenz-Eigenschaften

2.3.1.1 Empfindlichkeit

Am Empfängerausgang muß ein Geräuschabstand (S+N)/N von 20 dB durch die EMK eines mit Prüfmodulation modulierten Trägers von $\leq 1,4 \mu\text{V}$ auf allen Kanälen erreicht werden.

Der Empfindlichkeitsrückgang bei Tastung des eigenen Senders im Gegenverkehr muß kleiner als 3 dB (HF) sein.

2.3.1.2 Hohe Eingangsspannungen

Eingangsspannungen beliebiger Frequenz bis zur Höhe von 10 V am 50-Ohm-Antennenanschluß dürfen nicht zur Zerstörung oder zu bleibender Qualitätsminderung des Empfängers führen.

2.3.1.3 Mindestbandbreite und Frequenztoleranz

Die beiden 6 dB-Punkte der Durchlaßkurve des Empfängers müssen unter normalen Betriebsbedingungen und bei einer Rauschunterdrückung von 10 dB mindestens $\pm 6 \text{ kHz}$ von der Nennfrequenz entfernt liegen.

2.3.1.4 Empfänger-Störabstand

Ein am Antennenanschluß anliegender, mit Prüfmodulation modulierter Träger von $\geq 20 \mu\text{V}$ EMK muß am Empfängerausgang - über ein psophometrisches Filter gemessen - einen Fremdspannungsabstand (S+N)/N von mindestens 40 dB bewirken.

2.3.1.5 Gleichkanalunterdrückung

Das Verhältnis von Störsignalpegel zu Nutzsignalpegel am Empfängereingang, bei dem der Störabstand am Empfängerausgang von 20 dB auf 14 dB reduziert wird, sollte besser sein als – 8 dB und darf nicht unter – 10 dB liegen.

2.3.1.6 Nachbarkanaldämpfung

Die Nachbarkanaldämpfung muß mindestens 75 dB betragen.

2.3.1.7 Nebenempfangsdämpfung

Unmodulierte HF-Träger, deren Frequenzen gegenüber der Nennfrequenz um mehr als den 1,2fachen Kanalabstand abweichen, müssen gegenüber einem unmodulierten HF-Träger im Nutzkanal um mindestens 80 dB gedämpft sein.

Spiegelwellen sollen ebenfalls mit mehr als 80 dB, Zwischenfrequenzen mit mehr als 90 dB geschwächt werden.

2.3.1.8 Interkanalmodulationsdämpfung

Die Interkanalmodulationsdämpfung (IKM) muß mindestens 70 dB betragen.

2.3.1.9 Zustopffestigkeit

Bezogen auf 1 μ V EMK darf der Pegel des Störsignals, gemessen nach den CEPT-Bestimmungen (Annex I, Position 5.7), für keinen Kanal unter

90 dB ab \pm 100 kHz Abstand zum Nutzkanal

93 dB ab \pm 200 kHz Abstand zum Nutzkanal

96 dB ab \pm 500 kHz Abstand zum Nutzkanal

liegen. Bei der Messung sind Nebenempfangsstellen auszuschließen.

2.3.1.10 Begrenzung

Bei HF-Eingangsspannungen von der Empfindlichkeitsgrenze bis zu 100 mV EMK darf sich der Wert des NF-Ausgangspegels - gemessen bei Prüfmodulation - um nicht mehr als 3 dB ändern.

2.3.2 Niederfrequenz-Eigenschaften

2.3.2.1 Rauschsperre

Es wird eine elektronische, von außen abschaltbare Rauschsperre gefordert, die bei fehlendem Träger das Rauschen um mindestens 50 dB (unbewertet) unter-

Teil B

drückt. Die Ansprechschwelle der Rauschsperre (NF durchgeschaltet) muß im Geräteinnern mindestens zwischen 10 dB und 25 dB Signal-/Rausch-Abstand (S+N)/N einstellbar sein. Bezogen auf den Wert der HF-Eingangsspannung, bei dem die Rauschsperre öffnet, darf eine erneute Sperrung des NF-Weges erst nach dem Durchlaufen einer Hysterese von ≤ 3 dB erfolgen. Ein Flattern der Rauschsperre ist zu verhindern.

Für Steuerzwecke muß ein Kriterium zugänglich sein, welches beim Öffnen der Rauschsperre eine Spannung etwa in Höhe der Betriebsspannung des Funkgeräts (0,1 A belastbar) freigibt.

2.3.2.2 NF-Frequenzgang des Empfängers

Der NF-Frequenzgang des Empfängers soll für Modulationsfrequenzen zwischen 50 Hz und 3000 Hz möglichst konstant verlaufen. Bezogen auf 1000 Hz sind folgende Abweichungen zulässig:

Modulationsfrequenz	Grenzen für die Amplitude
50 Hz bis 100 Hz	+ 1 dB bis – 3 dB
100 Hz bis 2700 Hz	± 1 dB
2700 Hz bis 3000 Hz	+ 1 dB bis – 3 dB

Oberhalb von 3000 Hz ist ein starker Abfall der Amplitude anzustreben, so daß bei 6000 Hz eine Dämpfung von mindestens 20 dB gegenüber 1000 Hz erreicht wird.

2.3.2.3 Klirrfaktor

Der Klirrfaktor des Empfängers soll ≤ 7 % sein, gemessen bei Prüfmodulation.

2.3.2.4 NF-Ausgang

Für den Funk- oder Drahtanschluß bzw. für den Anschluß eines Hörers ist ein NF-Ausgang mit einem Frequenzumfang von 300 Hz bis 3000 Hz vorzusehen. Der Ausgang soll einen Innenwiderstand von 600 Ohm haben und bei Prüfmodulation eine Leistung von 1 mW an 200 Ohm abgeben. Das entspricht einem Spannungspegel von ca. 450 mV an 200 Ohm. Im Geräteinnern soll die Ausgangsleistung einstellbar sein bis auf 5 mW an 200 Ohm (entsprechend 1 V an 200 Ohm).

2.3.2.5 Lautsprecherausgang

Für den Anschluß eines Lautsprechers ist nach Möglichkeit ein NF-Ausgang mit einem Frequenzumfang von 300 Hz bis 3000 Hz vorzusehen. Die Ausgangsleistung soll einstellbar sein bis auf $\geq 2,5$ Watt an 4 Ohm bei Nennhub.

2.3.2.6 Datenausgang

Die Vorrüstung eines separaten Datenausgangs direkt vom Diskriminator wird empfohlen. An diesem Ausgang sollen die empfangenen Signale ohne Umwandlung und unter Umgehung des NF-Sprachweges zur Verfügung gestellt werden. Für die Schnittstelle gelten folgende Spezifikationen:

Quellwiderstand	$\leq 100 \text{ Ohm}$
Signalpegel bei Nennhub	$1 \text{ V}_{\text{ss}} \pm 10 \text{ \%}$

2.3.3 Empfänger-Störstrahlung

Die Störleistung des Empfängers darf auf keiner Frequenz mehr als $2 \times 10^{-9} \text{ W}$ betragen. Der Strahlungsanteil wird hierbei als effektive Strahlungsleistung - bezogen auf einen $\lambda/2$ -Dipol - ermittelt.

2.4 Stromversorgung

Das Funkgerät ist für Gleichspannungsbetrieb mit Minuspol an Gerätemasse auszulegen und mit einem Schutz gegen bzw. bei Falschpolung zu versehen.

Für den Betrieb des Funkgeräts am Wechselstromnetz 220 Volt ist ein geeignetes Netzgerät anzubieten.

2.5 Spezielle Anforderungen an das Gesamtgerät

2.5.1 Zusätzliche Beschaltungen

Bei schwierigen Empfangsbedingungen und außerordentlichen Fremdstörungen müssen zusätzlich externe HF-Filter zwischen Weiche und Empfänger geschaltet werden können.

Für den Fall, daß wegen örtlicher Gegebenheiten mehrere Funkgeräte über eine Antenne betrieben werden sollen, muß der Anschluß entsprechender externer Weichen möglich sein.

Desgleichen muß die Möglichkeit bestehen, in Fällen, in denen beim Vorhandensein örtlich und frequenzmäßig benachbarter leistungsstarker Sender störende Senderintermodulationsschwingungen festgestellt werden, zusätzlich nicht richtungsreziproke Filter (Isolatoren) in den Sendeweg zu schalten.

2.5.2 Umrüstungen

Durch das Auswechseln bzw. Ergänzen von Baugruppen sollen die Funkgeräte z. B. für eine erhöhte Frequenzstabilität beim Gleichwellenfunk umgerüstet werden können. Es wird empfohlen, neben der Frequenzaufbereitung auch das ZF-Teil auswechselbar zu gestalten.

2.5.3 Anschluß von Zusatzeinrichtungen

Für den Relaisbetrieb benötigte Zusatzeinrichtungen, wie Besprechungseinrichtung, Verbindungseinrichtungen "Funk - Funk" und "Funk - Vierdraht" sowie NF-Steuerzusätze (siehe „Allgemeiner Teil“ dieser Richtlinie) müssen angeschlossen werden können. Sie haben sinngemäß die gleichen klimatischen und mechanischen Beanspruchungswerte zu erfüllen wie das angeschlossene Funkgerät. Weitergehende Leistungsmerkmale der Gesamtanlage gemäß Teil C werden nicht ausgeschlossen.

3 Konstruktive Forderungen

3.1 Gestaltung

Das Gerät ist übersichtlich zu gestalten, damit eine einfache Bedienung ermöglicht wird. Hervorstehende scharfe Kanten sind zu vermeiden.

3.1.1 Abmessungen

Die Abmessungen des Funkgeräts sind möglichst gering zu halten.

3.1.2 Lackierung

Die Lackierung des Funkgeräts muß ofengetrocknet sein.

3.1.3 Typenschild

Am Funkgerät muß an geeigneter Stelle ein Typenschild mit den nachstehenden Angaben dauerhaft angebracht sein:

- Gerätbezeichnung
- DBP-Zulassungsnummer bzw. BZT-Zulassungszeichen
- BOS-Prüfnummer
- Fertigungsnummer
- Firmenzeichen

Zusätzlich soll die Fertigungsnummer, die die Jahreszahl der Herstellung enthalten muß, auf dem Rahmen oder auf einem Hauptteil des Geräts eingeprägt sein.

3.2 Aufbau

Der mechanische und elektrische Aufbau des Geräts soll ein problemloses Auswechseln der Bauteile oder Baugruppen erlauben.

3.2.1 Meßpunkte

Für die Fehlereingrenzung bedeutende Meßpunkte und Bauelemente sind mit Positionsnummern zu versehen. Diese müssen mit denen der Beschreibung, der Schaltunterlagen und der Stückliste übereinstimmen.

3.2.2 Bedienelemente und Anschlußbuchsen

Die Bedienelemente müssen aus schlagfestem Material bestehen und sicher zu betätigen sein. Sie sind eindeutig zu kennzeichnen. Die Anschlußbuchsen sind so auszuführen bzw. zu kennzeichnen, daß sie nicht verwechselt werden können.

3.3 Beanspruchung

Das Funkgerät muß den Einflüssen standhalten, denen es in nicht klimatisierten Sendestationen und Fernmeldeturmen (Temperaturen jedoch nicht unter - 25°C) ausgesetzt ist, ohne daß dadurch die Betriebsdaten gemäß Nr. 2 eingeschränkt oder bleibende Schäden verursacht werden. Dabei gilt hinsichtlich der relativen Luftfeuchte nach DIN 40040, Ausgabe Februar 1973, der Kennbuchstabe "E".

3.3.1 Schutzart

Nach DIN 40050, Ausgabe Juli 1980, muß das Funkgerät mindestens die Forderungen für die Schutzart IP 51 erfüllen.

ORTSFESTE RELAISFUNKSTELLENGERÄTE FÜR ERHÖHTE GESAMTANFORDERUNGEN

1 Allgemeines

1.1 Verwendung

Relaisfunkstellengeräte dieser Klassifizierung eignen sich in der Regel nur für den ortsfesten Einsatz. Sie sind überall dort einzusetzen, wo die gesamte Funkanlage unter taktischen, technischen und betrieblichen Gesichtspunkten hohen Anforderungen genügen muß.

1.2 Frequenzbereiche

Das Gerät muß innerhalb eines Frequenzbereichs (siehe Anlagen 1 bis 3) auf allen BOS-Frequenzen betrieben werden können, wobei der eingestellte Kanal anzuzeigen ist (Ziffernanzeige).

Auf Kanälen außerhalb der BOS-Frequenzbereiche darf kein Sende- und Empfangsbetrieb möglich sein. Desgleichen sollen bei Bedarf beliebige Frequenzen innerhalb dieser Bereiche gesperrt werden können (Sperrung im Geräteinnern). Auf das Einstellen einer gesperrten Frequenz sollte ein optisches oder akustisches Signal aufmerksam machen.

Die gemäß Nr. 4 des allgemeinen Teils dieser Richtlinie geforderte Möglichkeit der Bandumschaltung ist für Geräte nach Teil C bedarfsweise vorzusehen.

2 Technische Forderungen

Anmerkung: Bei den technischen Forderungen sind nachfolgend nur solche Nummern aufgeführt, die bei gleicher Gliederung Abweichungen der Forderungen vom Teil B beinhalten. Bei hier nicht aufgeführten Nummern gelten die Bestimmungen des Teils B.

2.1.1.1 Normale Betriebsbedingungen

Soweit nicht besonders angegeben, müssen die unter Nr. 2 geforderten Daten bei Umgebungstemperaturen von -10°C bis $+40^{\circ}\text{C}$ und bei Spannungsschwankungen des 220-Volt-Wechselstromnetzes von $\pm 10\%$ einwandfrei eingehalten werden.

2.1.1.2 Extreme Betriebsbedingungen

Bei extremen Temperaturen bis -25°C und bis $+55^{\circ}\text{C}$ sowie Schwankungen der Netzspannung von $\pm 15\%$ muß weiterhin Sende- und Empfangsbetrieb möglich sein. Werden hierbei die vorgegebenen Toleranzgrenzen um mehr als 10 % im ungünstigen Sinne überschritten, ist dies im Datenblatt anzugeben.

Ein Absinken der Umgebungstemperatur unter – 25°C ist durch besondere Maßnahmen außerhalb der Anlage zu verhindern.

2.2.1.3 Frequenztoleranz

Bei extremen Temperaturen bis – 25°C und bis + 55°C sowie Schwankungen der Netzspannung von $\pm 15\%$ muß weiterhin Sende- und Empfangsbetrieb möglich sein. Werden hierbei die vorgegebenen Toleranzgrenzen um mehr als 10 % im ungünstigen Sinne überschritten, ist dies im Datenblatt anzugeben.

Ein Absinken der Umgebungstemperatur unter – 25°C ist durch besondere Maßnahmen außerhalb der Anlage zu verhindern.

2.2.2.8 Dateneingang

Die Vorrüstung eines separaten Dateneingangs (vgl. Teil B dieser Richtlinie) wird gefordert.

2.3.2.1 Rauschsperrre

Die Beschreibung der Rauschsperrre gemäß Teil B gilt auch für Geräte nach Teil C dieser Richtlinie. In Abhängigkeit vom Schaltzustand der Rauschsperrre soll jedoch ein von außen zugänglicher potentialfreier Kontakt (Belastbarkeit: 40 V, 50 mA) gesteuert werden.

2.3.2.4 NF-Ausgänge

Es sind zwei elektrisch getrennte symmetrische NF-Ausgänge mit einem Frequenzumfang von 300 Hz bis 3000 Hz für die Ausgangsimpedanzen 600 Ohm (für den Drahtanschluß) und 200 Ohm (für den Funkanschluß) vorzusehen. Die Ausgangsleistungen beider NF-Ausgänge sollen bei Prüfmodulation zwischen 1 mW und 5 mW einstellbar sein (entsprechend 775 mV bis 1,7 V an 600 Ohm für den Drahtanschluß und 450 mV bis 1 V an 200 Ohm für den Funkanschluß).

2.3.2.5 Lautsprecherausgang

Ein Lautsprecheranschluß (ggf. mit Kontrolllautsprecher) mit einer einstellbaren Ausgangsleistung von mindestens 2,5 Watt an 4 Ohm bei Nennhub muß bei Bedarf (Option) vorgesehen werden können (Frequenzumfang 300 Hz bis 3000 Hz).

2.3.2.6 Datenausgang

Die Vorrüstung eines separaten Datenausgangs (vgl. Teil B dieser Richtlinie) wird gefordert.

2.4 Stromversorgung

Die Funkanlage soll über eine weitgehend stabilisierte Stromversorgung betrieben werden, wobei ein Schutz gegen bzw. bei Falschpolung vorhanden sein muß. Gemeinsamer Bezugspunkt sämtlicher Baugruppen und Bausteine ist die Gerätemasse, die mit dem Minuspol der Stromversorgung zu verbinden ist.

2.5.4 Fernschaltung der Kanäle

Die Kanäle sollen bei Bedarf über Draht oder Funk ferngeschaltet werden können. Hierfür sind digitale und analoge Geber- und Empfangssysteme gemäß Nr. 6.4 (Allgemeiner Teil) zugelassen. Am Ort der Kanalfernenschaltung (Geber) muß der am Funkgerät tatsächlich eingestellte Kanal kontrollierbar sein.

2.5.5 Einbauraum für Sprachverschleierungsgeräte

Ausreichender Einbauraum für 2 Sprachverschleierungsgeräte ist nach Möglichkeit vorzusehen (Raumbedarf etwa 135 mm x 180 mm x halbe Schranktiefe).

2.5.6 Betrieb über Notstromversorgung

Bei Netzausfall soll die Betriebsbereitschaft der Funkanlage nach den Vorgaben des Bedarfsträgers über eine Notstromversorgung aufrechterhalten werden können.

3 Konstruktive Forderungen

3.1 Gestaltung

Die Geräte sollen so konzipiert sein, daß durch einfaches Zusammenstellen und Austauschen von Baugruppen/-steinen den jeweiligen Erfordernissen gerecht werdende Einheiten erstellt werden können. Die Baugruppen/-steine sind deshalb in 19"-Einschüben oder Baugruppenträgern einzubauen und in einem stapelbaren und/oder an der Wand montierbaren Funkschrank unterzubringen, wobei der Schrank mit einer abschließbaren Tür versehen sein muß.

3.1.1 Abmessungen

Die Breite des Funkschrankes wird in etwa durch das Normmaß der 19"-Einschübe bestimmt. In der Höhe sollten jedoch 1000 mm und in der Tiefe 500 mm nicht wesentlich überschritten werden.

3.1.2 Lackierung

Gestellrahmen und Einschübe sind mit einer ofengetrockneten Lackierung zu versehen, wobei hellgraue RAL-Farbtöne zu bevorzugen sind.

3.1.3 Typenschild

Jeder Einschub muß an rückwärtiger Seite mit einem Typenschild versehen sein, auf dem sich mindestens folgende Angaben befinden:

- genaue Bezeichnung des Einschubes
- Fertigungsnummer (muß die Jahreszahl der Herstellung enthalten)
- Firmenzeichen

Darüber hinaus muß am Rahmen des Funkschrances ein Typenschild an gut sichtbarer Stelle angebracht sein, welches auch die DBP-Zulassungsnummer bzw. das BZT-Zulassungszeichen und die BOS-Prüfnummer für das Gesamtgerät angibt.

3.2 Aufbau

3.2.1 Geräteaufbau

Von der Funktion her zusammengehörende Baugruppen sind jeweils in einem gemeinsamen Einschub unterzubringen. Für folgende Funktionseinheiten sollten separate Einschübe vorgesehen werden:

- Antennenweiche
- Sendestufe (bei Bedarf)
- Sender und Empfänger
- Bedienfeld und NF-Bausteine bzw. Steuerbausteine
- Übergabefeld mit Meß- und Trennsteckern für ankommende und abgehende Leitungen
- Optionsfeld mit Freiraum für Erweiterungen (z. B. Sprachverschleierungsgeräteeinbau)
- Stromversorgung

3.2.2 Aufbau der Einschübe

Die Einschübe sollen weitgehend in Steckkartentechnik aufgebaut sein. Vom Signalverlauf her zusammengehörende Bausteine sind auf jeweils einer Karte zusammenzufassen. Steckverbindungen müssen robust und betriebssicher sein.

3.2.2.1 Meßpunkte

Soweit möglich sind Bauelemente und wichtige Anschluß- und Meßpunkte, die für die Fehlereingrenzung bedeutend sind, mit Positionsnummern zu versehen. Diese müssen mit denen der Beschreibung, der Schaltunterlagen und der Stückliste übereinstimmen.

3.2.2.2 Meßinstrumente

Über ein Anzeigegerät soll der Vor- bzw. Rücklauf der Leistung in der Antennenzuführung mit einer Genauigkeit von mindestens $\pm 10\%$ (Vorlauf) bzw. $\pm 20\%$ (Rücklauf) angegeben werden. Ferner ist für die Anzeige der relativen Empfangsfeldstärke ein Meßwerk oder LED-Band vorzusehen, sofern hierfür nicht o. g. Anzeigegerät mitbenutzt wird. Weitere Meßmöglichkeiten werden nicht ausgeschlossen.

Bei Bedarf (Option) sollen Leistungsunterschreitungen um mehr als 3 dB vom Sollwert bzw. fehlerhafte Antennenanpassungen ab einem VSWR-Wert von etwa 2 optisch signalisiert und über einen entsprechenden Signalausgang weitergemeldet werden können.

3.2.2.3 Anschlußbuchsen und Bedienelemente

Für die in Sende- und Empfangsrichtung notwendigen HF-Verbindungen der einzelnen Einschübe untereinander sind 50-Ohm-Koaxialkabel vorzusehen. An den Frontplatten sollen dabei die folgenden Verbindungen über N-Stecker (50 Ohm) hergestellt werden können:

- (1) Weichenausgang (Antennenanschluß)
- (2) Weiche - Empfänger
- (3) Sender - Weiche

bzw. bei separater Sendestufe:

- (3a) Sender - separate Sendestufe
- (3b) separate Sendestufe - Weiche

Sämtliche Bedienelemente (Schalter, Tasten und Lampen sowie Meß- und Trennstecker) sollen auf den Frontplatten angebracht und wie die Anschlußbuchsen unverwechselbar gekennzeichnet bzw. beschriftet sein. Einstellelemente sind auf ein Minimum zu begrenzen und nach Möglichkeit ebenfalls an den Frontplatten anzuordnen.

3.3 Beanspruchung

Siehe hierzu Teil B dieser Richtlinie.

4 Besondere Anschaltemöglichkeiten

4.1 Bedienfeld

Für den Anschluß und Betrieb einer Besprechungseinrichtung sind erforderlich:

- Anschlußbuchse für den Handapparat
- 10polige Buchse U-79/U nach MIL-C-10544 mit Bajonettverriegelung, Beschaltung gemäß Technischer Richtlinien (BOS) für Vielkanal-Sprechfunkgeräte
- Mikrofonverstärker mit symmetrischem Eingang
- (Aktivierung des Mikrofonverstärkers durch Betätigen der Sprechtaste am Handapparat)
- Kippschalter zum Ein- und Ausschalten der Rauschsperrre
- Kippschalter zum Umschalten von Ortsbedienung auf Fernbedienung (Option)
- Ruftaste für auswechselbaren Rufgenerator
- Signallampen oder Leuchtdioden für Sendertastung (grün), Trägerempfang (rot) und Rauschsperrre (gelb)

Für Servicezwecke sind vorzusehen:

- Kippschalter zum Ein- und Ausschalten des Trägers (Dauertastung)
- Ruftasten für Tonrufe I und II ohne Sendefunktion
- Meß- und Trennstecker für NF-Empfängerausgang (a und b), NF-Sendereingang (a und b), Tastleitung Senden und für das Rauschsperrensignal

Anstelle der Kippschalter des Bedienfeldes können auch elektronische Schalter mit optischer Anzeige/Kontrolle verwendet werden.

4.2 NF-Bausteine, Steuerbausteine

Die für die Realisierung unterschiedlicher Verkehrsarten und Steuerungskriterien nach dem allgemeinen Teil dieser Richtlinie sowie für die Anpassung an übliche Funk- und Drahtverbindungen erforderlichen NF- und Steuerbausteine sollen jeweils auf universell austauschbaren Steckkarten untergebracht werden. Die Belegung der Anschlußleisten soll daher für jede hierfür erforderliche Steckkarte gleich sein (BUS-Verdrahtung).

Die Spezifikationen der einzelnen Bausteine sind im Einvernehmen mit dem Auftraggeber festzulegen.

4.2.1 Baustein: Verbindung "Funk - Funk"

Die NF-Anschlüsse vom Empfänger und zum Sender müssen symmetrisch und erdfrei sein und bei Spitzenspitze einen Pegel von 0 dB an 600 Ohm haben.

Für die Schaltfunktionen sind folgende Anschlüsse vorzusehen:

vom Empfänger:	Rauschsperrenkontakt
zum Sender:	Tastleitung
vom Rufumsetzer:	Schaltkontakt
zum Rufgenerator:	Tastleitung

4.2.2 Baustein: Verbindung "Funk - Vierdraht"

Die NF-Anschlüsse vom Empfänger und zum Sender müssen symmetrisch und erdfrei sein (Pegel an 600 Ohm gemäß FTZ-Richtlinie 144 TV 41). Es sind die gleichen Anschlüsse vorzusehen wie beim Verbindungsbaustein "Funk - Funk".

4.3 Übergabefeld

Die Übergabe von Steuer- und NF-Signalen an andere Einrichtungen (Relaisfunkstellengeräte etc.) soll bevorzugt über betriebssichere Übergabestecker (z. B. Messersteckverbinder) erfolgen. Darüber hinaus müssen zu Servicezwecken für ankommende und abgehende Leitungen Trenn- und Aufschaltmöglichkeiten bestehen. Bedarfsweise (Option) sind alle ankommenden und abgehenden Leitungen innerhalb des Funkschrankes über einen Überspannungsschutz (Feinschutz) zu führen.

FUNKZUBRINGERGERÄTE

1 Allgemeines

Bei der Einrichtung von Funkzubringerstrecken (Festfunkverbindungen) sind grundsätzlich die dafür vorgesehenen Frequenzen im 70-cm-Bereich (Anlage 4) zu verwenden. Bereits eingerichtete Funkzubringerstrecken in anderen Frequenzbereichen können maximal noch bis zum 31.12.2001 in der genehmigten Weise weiterbetrieben werden (nach geltender BOS-Funkrichtlinie – Bekanntmachung des BMI vom 09.05.2000 – ist diese Umstellungsfrist bis zum 31.12.2005 verlängert worden).

2 Technische und konstruktive Forderungen

2.1 Grundforderungen

Funkzubringergeräte im 70-cm-Bereich sind entsprechend den postalischen Vorgaben in einem Kanalraster von 12,5 kHz zu betreiben. Sie sind aufzubauen wie ortsfeste Relaisfunkstellengeräte nach Teil C dieser Richtlinie (technische und konstruktive Forderungen, besondere Anschaltemöglichkeiten). Hinsichtlich der technischen Forderungen gelten die Vorgaben des Teils B/C allerdings nur insoweit, als die FTZ-Richtlinie für Funkanlagen des nichtöffentlichen mobilen Landfunks (nömL) für Sprach- und/oder Datenübertragung 17 TR 2049 nicht entgegensteht. Bezuglich der HF-Eigenschaften der Funkzubringergeräte sind die in der genannten FTZ-Richtlinie für das 12,5-kHz-Kanalraster festgelegten Grenzwerte verbindlich. Betroffen sind insbesondere die Grenzwerte für die Nachbarkanalleistung, die Gleichkanalunterdrückung, die Nachbarkanaldämpfung, die Nebenempfangsdämpfung und die Empfängerempfindlichkeit. Entsprechend der Reduzierung des Kanalrasters sind auch die ZF-Bandbreite und die Bandbreite der Aussendung zu reduzieren.

2.2 Besondere Festlegungen

Spitzenhub	$\pm 2,5$ kHz	(in Ausnahmefällen* $\pm 2,3$ kHz)
Mittlerer Hub (Nennhub)	$\pm 1,75$ kHz	(70 % des Spitzenhubes)
Prüfhub	$\pm 1,5$ kHz	(60 % des Spitzenhubes)

NF-Frequenzgang des Senders und des Empfängers:

Modulationsfrequenz	Abweichungen bezogen auf 1000 Hz
50 Hz bis 100 Hz	+ 0,5 dB bis – 1 dB
100 Hz bis 2400 Hz	$\pm 0,5$ dB
2400 Hz bis 2550 Hz	+ 0,5 dB bis – 1 dB
In Ausnahmefällen*: 2550 Hz bis 2700 Hz	+ 0,5 dB bis – 3 dB

* In Ausnahmefällen kann die NF-Grenzfrequenz auf 2700 Hz angehoben werden, wenn dafür gleichzeitig der Frequenzhub (Spitzenhub) auf $\pm 2,3$ kHz reduziert wird.

NF-Ausgang	300 Hz bis 2700 Hz
HF-Ausgangsleistung	15 Watt (nach geltender BOS-Funkrichtlinie vom Mai 2000 nur noch 6 Watt), stufenlos einstellbar oder reduzierbar auf die für eine betriebssichere Funkverbindung notwendige Leistung (Regelbereich: \leq 1 Watt bis Maximalwert), Leistungsstufe kurzschluß- und dauer sendefest
Kanäle	Es muß jeder der insgesamt 110 Duplexkanäle geschaltet bzw. programmiert werden können. Der eingestellte Kanal ist anzusehen (Ziffernanzeige).
Betriebsart	Duplexbetrieb mit der Möglichkeit zum Bandlagenwechsel
Verriegelung des Empfangsweges	Der sonst verriegelte Empfangsweg soll nur in Abhängigkeit vom Empfang eines entsprechend gekennzeichneten NF-Signals (z. B. Pilotton, Kennungstelegramm, etc.) durchgeschaltet werden.
Richtantennen	Die 70-cm-Funkzubringergeräte sind vorzugsweise über Richtantennen mit hohem Gewinn zu betreiben. Antennen ohne Richtcharakteristik sollen aus Gründen der Frequenzökonomie für Festfunkverbindungen nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden.

2.3 Optionen

2.3.1 Teilbereichsweichen

Konzeptionsabhängig kann der insgesamt zur Verfügung stehende Frequenzbereich auch mit einzelnen Teilbereichsweichen abgedeckt werden, z. B. mit je einer Weiche für den unteren und den oberen Teilbereich. In diesem Fall gehören jedoch alle Teilbereichsweichen zum Lieferumfang der Gesamtanlage. Diese sind auch gleichzeitig im Funkschrank einzubauen (unterzubringen). Der Anschluß der jeweils benötigten Teilbereichsweiche muß problemlos und ohne Abgleicharbeiten vorgenommen werden können. Durch eine entsprechende Verriegelung muß technisch sichergestellt sein, daß ein Sende-/Empfangsbetrieb auf eingestellten Kanälen mit einer nicht zugehörigen Frequenzweiche verhindert und akustisch/optisch angezeigt bzw. rückgemeldet wird. Statt der genannten Verriegelung kann auch eine automatische Umschaltung der Teilbereichsweichen (automatische Weichenzuordnung) vorgesehen werden.

2.3.2 Gleichwellenfunkbetrieb

Werden die Funkanlagen als Zubringergeräte in Gleichwellenfunkanlagen eingesetzt, dann sind die hierfür notwendigen höheren Anforderungen an das Modulationsverhalten (Hub- und Pegeltoleranzen) und an den Ausgleich unterschiedlicher

Teil D

Signal- und Gruppenlaufzeiten entsprechend der Nr. 6.7 dieser Richtlinie zu erfüllen. Entsprechende Signalaufbereitungs- und Entzerrungsmaßnahmen sind bedarfsabhängig vorzusehen.

2.3.3 Fernüberwachung und -steuerung

Bei Bedarf sollen die Funkzubringergeräte über ein getrenntes Steuer- und Melde- system fernbedient und -überwacht werden können (z. B. mittels Fernwirktele- grammen des Funkmeldesystems, siehe Nr. 6.4 im allgemeinen Teil). Es sollen dann mindestens die Funktionen Sendertastung und Kanaleinstellung fernbedient werden können, während auftretende Abweichungen von den Sollwerten der Funk- anlage mit Hilfe eines Selbstkontroll- und Selbsttestsystems festzustellen und an die Einsatzleitstelle zu melden ist. Dabei können z. B. folgende Überwachungen vorgesehen werden:

- Senderleistung,
- Antennenanpassung,
- Versorgungsspannungen (extern und intern),
- Empfängerempfindlichkeit,
- Modulation bzw. Demodulation und
- evtl. auch Meldungen von Überwachungszuständen außerhalb der Funkanlage (z. B. Raum- und Türüberwachung)

FUNKZUBRINGERGERÄTE MIT REDUZIERTEN LEISTUNGSMERKMALEN

1 Allgemeines

Funkzubringergeräte mit reduzierten Leistungsmerkmalen können zur Einrichtung von Funkzubringerstrecken für Standard-Relaisfunkstellengeräte nach Teil A dieser Richtlinie oder als Ersatz für Drahtzubringer vorgesehen werden. Sie werden dann eingesetzt, wenn im Funknetz generell auf erhöhte Gesamtanforderungen verzichtet werden kann. Ein Einsatz in Gleichwellenfunkanlagen ist nicht vorgesehen. Eine Möglichkeit zur Fernüberwachung und -steuerung wird nicht gefordert.

2 Technische und konstruktive Forderungen

2.1 Grundforderungen

Funkzubringergeräte mit reduzierten Leistungsmerkmalen müssen unter den in den Teilen B bzw. C dieser Richtlinie festgelegten Betriebsbedingungen (vergl. Nr.: 2.1.1) auf den für Festfunkverbindungen vorgesehenen Frequenzen im 70-cm-Bereich (Anlage 4) betrieben werden können. Hinsichtlich der weiteren technischen Forderungen gelten die Vorschriften der FTZ-Richtlinie 17 TR 2049 (Funkanlagen des nichtöffentlichen mobilen Landfunks) in der jeweils gültigen Fassung (künftig: ETS 300 086).

Der Aufbau der Geräte sowie spezielle konstruktive Merkmale werden nicht festgelegt.

2.2 Besondere Festlegungen

HF-Ausgangsleistung	6 Watt, stufenlos einstellbar oder reduzierbar auf die für eine betriebssichere Funkverbindung notwendige Leistung, Leistungsstufe kurzschluß- und dauersendefest
Kanäle	Es müssen mindestens 30 Duplexkanäle geschaltet bzw. programmiert werden können. Der eingestellte Kanal ist anzuzeigen.
Duplexweiche	Funkzubringergeräte nach Teil E dieser Richtlinie können auch mit Teilbereichsweichen betrieben werden, die auf die einzustellenden Kanäle bezogenen sind. Im Falle einer Änderung der einstellbaren Kanäle muß der Anschluß der jeweils benötigten Teilbereichsweiche einfach und ohne Abgleicharbeiten vorgenommen werden können.
Betriebsart	Duplexbetrieb mit RS 2-Anschaltung

Teil E

Verriegelung des Empfangsweges	Der sonst verriegelte Empfangsweg soll nur in Abhängigkeit vom Empfang eines entsprechend gekennzeichneten NF-Signals (z. B. Pilotton, Kennungstelegramm, etc.) durchgeschaltet werden.
Schnittstellen	Es müssen die im Teil A dieser Richtlinie genannten Einrichtungen zur bedarfsweisen Besprechung, zur Verbindungsherstellung "Funk-Funk" und "Funk-Vierdraht" sowie NF-Steuerzusätze angeschlossen werden können. Gegebenenfalls ist eine notwendige Anpassung extern zu realisieren.
Antennenanschluß	Es muß ein koaxialer HF-Anschluß vorhanden sein (empfohlen wird N-Norm).
Richtantennen	Die 70-cm-Funkzubringergeräte sind vorzugsweise über Richtantennen mit hohem Gewinn zu betreiben. Antennen ohne Richtcharakteristik sollen aus Gründen der Frequenzökonomie für Festfunkverbindungen nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden.

Anlage 1**Frequenzübersicht für den 4-m-Bereich**

Kanal	-	Frequenz in MHz	
		Unterband	Oberband
347	-	74,215	84,015
348	-	74,235	84,035
349	-	74,255	84,055
350	-	74,275	84,075
351	-	74,295	84,095
352	-	74,315	84,115
353	-	74,335	84,135
354	-	74,355	84,155
355	-	74,375	84,175
356	-	74,395	84,195
357	-	74,415	84,215
358	-	74,435	84,235
359	-	74,455	84,255
360	-	74,475	84,275
361	-	74,495	84,295
362	-	74,515	84,315
363	-	74,535	84,335
364	-	74,555	84,355
365	-	74,575	84,375
366	-	74,595	84,395
367	-	74,615	84,415
368	-	74,635	84,435
369	-	74,655	84,455
370	-	74,675	84,475
371	-	74,695	84,495
372	-	74,715	84,515
373	-	74,735	84,535
374	-	74,755	84,555
375	-	74,775	84,575
376	-	84,595	
377	-	84,615	
378	-	84,635	
379	-	84,655	
380	-	84,675	
381	-	84,695	
382	-	84,715	
383	-	84,735	
384	-	84,755	
385	-	84,775	
386	-	84,795	
387	-	84,815	
388	-	84,835	
389	-	84,855	
390	-	84,875	
391	-	84,895	
392	-	84,915	
393	-	84,935	
394	-	84,955	
395	-	84,975	
396	-	84,995	
397	-	75,215	85,015
398	-	75,235	85,035
399	-	75,255	85,055
400	-	75,275	85,075
401	-	75,295	85,095
402	-	75,315	85,115
403	-	75,335	85,135
404	-	75,355	85,155
405	-	75,375	85,175
406	-	75,395	85,195
407	-	75,415	85,215
408	-	75,435	85,235
409	-	75,455	85,255
410	-	75,475	85,275
411	-	75,495	85,295
412	-	75,515	85,315
413	-	75,535	85,335
414	-	75,555	85,355
415	-	75,575	85,375
416	-	75,595	85,395
417	-	75,615	85,415
418	-	75,635	85,435
419	-	75,655	85,455
420	-	75,675	85,475
421	-	75,695	85,495
422	-	75,715	85,515
423	-	75,735	85,535
424	-	75,755	85,555
425	-	75,775	85,575
426	-	75,795	85,595
427	-	75,815	85,615
428	-	75,835	85,635
429	-	75,855	85,655
430	-	75,875	85,675
431	-	75,895	85,695
432	-	75,915	85,715
433	-	75,935	85,735
434	-	75,955	85,755
435	-	75,975	85,775
436	-	75,995	85,795
437	-	76,015	85,815
438	-	76,035	85,835
439	-	76,055	85,855
440	-	76,075	85,875
441	-	76,095	85,895
442	-	76,115	85,915
443	-	76,135	85,935
444	-	76,155	85,955
445	-	76,175	85,975
446	-	76,195	85,995
447	-	76,215	86,015
448	-	76,235	86,035
449	-	76,255	86,055
450	-	76,275	86,075
451	-	76,295	86,095
452	-	76,315	86,115
453	-	76,335	86,135
454	-	76,355	86,155
455	-	76,375	86,175
456	-	76,395	86,195

Anlage 2**Frequenzübersicht für den 2-m-Bereich**

Kanal	-	Frequenz in MHz	
		Unterband	Oberband
101	-	165,210	169,810
102	-	165,230	169,830
103	-	165,250	169,850
104	-	165,270	169,870
105	-	165,290	169,890
106	-	165,310	169,910
107	-	165,330	169,930
108	-	165,350	169,950
109	-	165,370	169,970
110	-	165,390	169,990
111	-	165,410	170,010
112	-	165,430	170,030
113	-	165,450	170,050
114	-	165,470	170,070
115	-	165,490	170,090
116	-	165,510	170,110
117	-	165,530	170,130
118	-	165,550	170,150
119	-	165,570	170,170
120	-	165,590	170,190
121	-	165,610	170,210
122	-	165,630	170,230
123	-	165,650	170,250
124	-	165,670	170,270
125	-	165,690	170,290

Kanal	-	Frequenz in MHz	
		Unterband	Oberband
1	-	167,560	172,160
2	-	167,580	172,180
3	-	167,600	172,200
4	-	167,620	172,220
5	-	167,640	172,240
6	-	167,660	172,260
7	-	167,680	172,280
8	-	167,700	172,300
9	-	167,720	172,320
10	-	167,740	172,340
11	-	167,760	172,360
12	-	167,780	172,380
13	-	167,800	172,400
14	-	167,820	172,420
15	-	167,840	172,440
16	-	167,860	172,460
17	-	167,880	172,480
18	-	167,900	172,500
19	-	167,920	172,520
20	-	167,940	172,540
21	-	167,960	172,560
22	-	167,980	172,580
23	-	168,000	172,600
24	-	168,020	172,620
25	-	168,040	172,640
26	-	168,060	172,660
27	-	168,080	172,680
28	-	168,100	172,700
29	-	168,120	172,720
30	-	168,140	172,740
31	-	168,160	172,760
32	-	168,180	172,780
33	-	168,200	172,800
34	-	168,220	172,820
35	-	168,240	172,840
36	-	168,260	172,860
37	-	168,280	172,880
38	-	168,300	172,900
39	-	168,320	172,920
40	-	168,340	172,940
41	-	168,360	172,960
42	-	168,380	172,980
43	-	168,400	173,000
44	-	168,420	173,020
45	-	168,440	173,040
46	-	168,460	173,060
47	-	168,480	173,080
48	-	168,500	173,100
49	-	168,520	173,120
50	-	168,540	173,140

Kanal	-	Frequenz in MHz	
		Unterband	Oberband
51	-	168,560	173,160
52	-	168,580	173,180
53	-	168,600	173,200
54	-	168,620	173,220
55	-	168,640	173,240
56	-	168,660	173,260
57	-	168,680	173,280
58	-	168,700	173,300
59	-	168,720	173,320
60	-	168,740	173,340
61	-	168,760	173,360
62	-	168,780	173,380
63	-	168,800	173,400
64	-	168,820	173,420
65	-	168,840	173,440
66	-	168,860	173,460
67	-	168,880	173,480
68	-	168,900	173,500
69	-	168,920	173,520
70	-	168,940	173,540
71	-	168,960	173,560
72	-	168,980	173,580
73	-	169,000	173,600
74	-	169,020	173,620
75	-	169,040	173,640
76	-	169,060	173,660
77	-	169,080	173,680
78	-	169,100	173,700
79	-	169,120	173,720
80	-	169,140	173,740
81	-	169,160	173,760
82	-	169,180	173,780
83	-	169,200	173,800
84	-	169,220	173,820
85	-	169,240	173,840
86	-	169,260	173,860
87	-	169,280	173,880
88	-	169,300	173,900
89	-	169,320	173,920
90	-	169,340	173,940
91	-	169,360	173,960
92	-	169,380	173,980

Anlage 3**Frequenzübersicht für den 8-m-Bereich**

Kanal	Frequenz in MHz	
	Unterband	Oberband
801	-	34,360
802	-	34,380
803	-	34,400
804	-	34,420
805	-	34,440
806	-	34,460
807	-	34,480
808	-	34,500
809	-	34,520
810	-	34,540
811	-	34,560
812	-	34,580
813	-	34,600
814	-	34,620
815	-	34,640
816	-	34,660
817	-	34,680
818	-	34,700
819	-	34,720
820	-	34,740
821	-	38,860
822	-	38,880
823	-	38,900
824	-	38,920
825	-	38,940
826	-	38,960
827	-	38,980
828	-	39,000
829	-	39,020
830	-	39,040
831	-	34,960
832	-	34,980
833	-	39,100
834	-	39,120
835	-	39,140
836	-	39,160
837	-	39,180
838	-	39,200
839	-	39,220
840	-	39,240
841	-	39,260
842	-	39,280
843	-	39,300
844	-	35,220
845	-	35,240
846	-	35,260
847	-	35,280
848	-	35,300
849	-	35,320
850	-	35,340
		39,440
851	-	35,360
852	-	35,380
853	-	35,400
854	-	35,420
855	-	35,440
856	-	35,460
857	-	35,480
858	-	35,500
859	-	35,520
860	-	35,540
861	-	35,560
862	-	35,580
863	-	35,600
864	-	35,620
865	-	35,640
866	-	35,660
867	-	35,680
868	-	35,700
869	-	35,720
870	-	35,740
871	-	35,760
872	-	35,780
873	-	35,800

Anlage 4**Frequenzübersicht für den 70-cm-Bereich**

Kanal	-	Frequenz in MHz		Kanal	-	Frequenz in MHz	
		Unterband	Oberband			Unterband	Oberband
690	-	443,6000	448,6000	745	-	444,2875	449,2875
691	-	443,6125	448,6125	746	-	444,3000	449,3000
692	-	443,6250	448,6250	747	-	444,3125	449,3125
693	-	443,6375	448,6375	748	-	444,3250	449,3250
694	-	443,6500	448,6500	749	-	444,3375	449,3375
695	-	443,6625	448,6625	750	-	444,3500	449,3500
696	-	443,6750	448,6750	751	-	444,3625	449,3625
697	-	443,6875	448,6875	752	-	444,3750	449,3750
698	-	443,7000	448,7000	753	-	444,3875	449,3875
699	-	443,7125	448,7125	754	-	444,4000	449,4000
700	-	443,7250	448,7250	755	-	444,4125	449,4125
701	-	443,7375	448,7375	756	-	444,4250	449,4250
702	-	443,7500	448,7500	757	-	444,4375	449,4375
703	-	443,7625	448,7625	758	-	444,4500	449,4500
704	-	443,7750	448,7750	759	-	444,4625	449,4625
705	-	443,7875	448,7875	760	-	444,4750	449,4750
706	-	443,8000	448,8000	761	-	444,4875	449,4875
707	-	443,8125	448,8125	762	-	444,5000	449,5000
708	-	443,8250	448,8250	763	-	444,5125	449,5125
709	-	443,8375	448,8375	764	-	444,5250	449,5250
710	-	443,8500	448,8500	765	-	444,5375	449,5375
711	-	443,8625	448,8625	766	-	444,5500	449,5500
712	-	443,8750	448,8750	767	-	444,5625	449,5625
713	-	443,8875	448,8875	768	-	444,5750	449,5750
714	-	443,9000	448,9000	769	-	444,5875	449,5875
715	-	443,9125	448,9125	770	-	444,6000	449,6000
716	-	443,9250	448,9250	771	-	444,6125	449,6125
717	-	443,9375	448,9375	772	-	444,6250	449,6250
718	-	443,9500	448,9500	773	-	444,6375	449,6375
719	-	443,9625	448,9625	774	-	444,6500	449,6500
720	-	443,9750	448,9750	775	-	444,6625	449,6625
721	-	443,9875	448,9875	776	-	444,6750	449,6750
722	-	444,0000	449,0000	777	-	444,6875	449,6875
723	-	444,0125	449,0125	778	-	444,7000	449,7000
724	-	444,0250	449,0250	779	-	444,7125	449,7125
725	-	444,0375	449,0375	780	-	444,7250	449,7250
726	-	444,0500	449,0500	781	-	444,7375	449,7375
727	-	444,0625	449,0625	782	-	444,7500	449,7500
728	-	444,0750	449,0750	783	-	444,7625	449,7625
729	-	444,0875	449,0875	784	-	444,7750	449,7750
730	-	444,1000	449,1000	785	-	444,7875	449,7875
731	-	444,1125	449,1125	786	-	444,8000	449,8000
732	-	444,1250	449,1250	787	-	444,8125	449,8125
733	-	444,1375	449,1375	788	-	444,8250	449,8250
734	-	444,1500	449,1500	789	-	444,8375	449,8375
735	-	444,1625	449,1625	790	-	444,8500	449,8500
736	-	444,1750	449,1750	791	-	444,8625	449,8625
737	-	444,1875	449,1875	792	-	444,8750	449,8750
738	-	444,2000	449,2000	793	-	444,8875	449,8875
739	-	444,2125	449,2125	794	-	444,9000	449,9000
740	-	444,2250	449,2250	795	-	444,9125	449,9125
741	-	444,2375	449,2375	796	-	444,9250	449,9250
742	-	444,2500	449,2500	797	-	444,9375	449,9375
743	-	444,2625	449,2625	798	-	444,9500	449,9500
744	-	444,2750	449,2750	799	-	444,9625	449,9625

Anlage 5**CTCSS-Tonfrequenzreihe**

Quelle: Publikation IEC 489 Teil 6A (Ausg. 1976) - im Januar 1984 übernommen in die DIN 45 012 - zu Continuous Tone-Controlled Squelch Systems (CTCSS)

Gruppe A		
Ton 1	(f_1)	= 67,0 Hz
Ton 2	(f_2)	= 77,0 Hz
Ton 3	(f_3)	= 88,5 Hz
Ton 4	(f_4)	= 100,0 Hz
Ton 5	(f_5)	= 107,2 Hz
Ton 6	(f_6)	= 114,8 Hz
Ton 7	(f_7)	= 123,0 Hz
Ton 8	(f_8)	= 131,8 Hz
Ton 9	(f_9)	= 141,3 Hz
Ton 10	(f_{10})	= 151,4 Hz
Ton 11	(f_{11})	= 162,2 Hz
Ton 12	(f_{12})	= 173,8 Hz
Ton 13	(f_{13})	= 186,2 Hz
Ton 14	(f_{14})	= 203,5 Hz
Ton 15	(f_{15})	= 218,1 Hz
Ton 16	(f_{16})	= 233,6 Hz
Ton 17	(f_{17})	= 250,3 Hz

Gruppe B		
Ton 1	(f_1)	= 71,9 Hz
Ton 2	(f_2)	= 82,5 Hz
Ton 3	(f_3)	= 94,8 Hz
Ton 4	(f_4)	= 103,5 Hz
Ton 5	(f_5)	= 110,9 Hz
Ton 6	(f_6)	= 118,8 Hz
Ton 7	(f_7)	= 127,3 Hz
Ton 8	(f_8)	= 136,5 Hz
Ton 9	(f_9)	= 146,2 Hz
Ton 10	(f_{10})	= 156,7 Hz
Ton 11	(f_{11})	= 167,9 Hz
Ton 12	(f_{12})	= 179,9 Hz
Ton 13	(f_{13})	= 192,8 Hz
Ton 14	(f_{14})	= 210,7 Hz
Ton 15	(f_{15})	= 225,7 Hz
Ton 16	(f_{16})	= 241,8 Hz

Festlegung der Verteilung von Pilottonen bei Unterträger-Steuerungen
(Sub-Squelch-Systems)

Gruppeneinteilung für die BOS:

- | | | |
|---|--------------------------|----------------|
| A 1 = ungerade Frequenzen der Gruppe A: | $f_1, f_3, \dots f_{17}$ | = 9 Frequenzen |
| A 2 = gerade Frequenzen der Gruppe A: | $f_2, f_4, \dots f_{16}$ | = 8 Frequenzen |
| B 1 = ungerade Frequenzen der Gruppe B: | $f_1, f_3, \dots f_{15}$ | = 8 Frequenzen |
| B 2 = gerade Frequenzen der Gruppe B: | $f_2, f_4, \dots f_{16}$ | = 8 Frequenzen |

Verteilung der Gruppen auf die Länder:

Gruppe	Bund und Länder
A 1	BMI, BY, HB, MV, NW, SL
A 2	BMI, BB, HH, RP, TH
B 1	BMI, BW, BR, NI, SN
B 2	BMI, HE, ST, SH