

Technische Richtlinie (TR)

der **B**ehörden und **O**rganisationen mit **S**icherheitsaufgaben (BOS)

RAHMENRICHTLINIE **für Mobilfunkgeräte und Handfunkgeräte**

Stand: Oktober 1993

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**

1	Allgemeines	4
1.1	Frequenzen.....	4
1.2	Technische Betriebsmöglichkeiten.....	5
1.3	Betriebsbedingungen.....	5
1.4	Prüfspannung.....	6
1.5	Prüfmodulation	6
2	Sender.....	6
2.1	HF-Ausgangsleistungen.....	6
2.2	Hochasten des Trägers.....	6
2.3	Frequenzabweichung des Senders	7
2.4	Modulationsart.....	7
2.5	Frequenzhub	7
2.6	NF-Frequenzgang des Senders.....	7
2.7	Klirrfaktor des Senders	8
2.8	Tonrufe	8
3	Empfänger.....	8
3.1	Empfindlichkeit.....	8
3.2	Hohe Eingangsspannungen.....	8
3.3	Mindestbandbreite und Frequenztoleranz	9
3.4	Blockierung	9
3.5	Begrenzung.....	9
3.6	Eigenstörsicherheit.....	9
3.7	Rauschsperrre	9
3.8	NF-Frequenzgang des Empfängers	10
3.9	Klirrfaktor des Empfängers.....	10
3.10	NF-Ausgangsleistungen.....	10
3.10.1	Schalldruckpegel des Gerätelautsprechers.....	10
3.10.2	NF-Ausgang für externe Lautsprecher bzw. Kopfhörer.....	11
3.10.3	NF-Ausgang für den Hörer (Handapparat).....	11
4	Stromversorgung.....	11
4.1	Stromversorgung für Mobilfunkgeräte.....	11
4.2	Stromversorgung für Handfunkgeräte	12
5	Konstruktion	12
5.1	Gestaltung	13
5.2	Abmessungen	13
5.3	Typenschild	13
5.4	Aufbau.....	13
5.4.1	Schaltungsaufbau.....	14
5.4.2	Änderungen am Gerät.....	14
5.4.3	Verschraubungen.....	14

5.5	Beanspruchung	14
5.5.1	Beanspruchung durch Wasser und Staub	14
5.5.2	Klimatische Beanspruchung	14
5.5.3	Mechanische Schockbeanspruchung	15
5.5.4	Mechanische Schwingbeanspruchung	15
5.5.5	Transport- und Lagertemperaturen	15
6	Zubehör	15
6.1	Zubehör für Mobilfunkgeräte	15
6.1.1	Handapparat.....	16
6.1.2	Verbindungskabel.....	16
6.1.3	Standardgerätehalterung	16
6.1.4	Wandler.....	16
6.1.5	Netzteil.....	17
6.2	Zubehör für Handfunkgeräte	17
6.2.1	Antenne	17
6.2.2	Hör-/Sprecheinrichtung.....	17
6.2.3	Ladegerät	17
7	Technische Unterlagen.....	18

Anlagen

Anlage 1: Frequenzübersicht für den 4-m-Bereich

Anlage 2: Frequenzübersicht für den 2-m-Bereich

1 Allgemeines

Diese Rahmenrichtlinie für Sprechfunkgeräte der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) beschreibt die Grundforderungen, die an mobil oder tragbar zu betreibende Sprechfunkgeräte nach Technischen Richtlinien der BOS (TR BOS) gestellt werden. Sie ergänzt die Vorschriften der FTZ-Richtlinie 17 TR 2049 (Stand: Juli 1988) für Funkanlagen des nichtöffentlichen mobilen Landfunks (nömL) und macht darüber hinaus allgemeine Vorgaben zur Konstruktion der Geräte.

Alle bei den BOS eingesetzten Sprechfunkgeräte nach TR BOS müssen die Vorschriften der genannten FTZ-Richtlinie 17 TR 2049 in der jeweils gültigen Fassung* sowie die in einzelnen Punkten abweichenden, höheren bzw. ergänzenden Forderungen der vorliegenden Rahmenrichtlinie erfüllen. Gerätespezifische Besonderheiten und Leistungsmerkmale werden in separaten, auf die einzelnen Geräte bezogenen Richtlinien (Geräterichtlinien) festgelegt.

Sprechfunkgeräte, die nach TR BOS baumustergeprüft werden sollen, müssen eine Zulassung gemäß Maßgabe des Bundesministers für Post und Telekommunikation (BMPT) haben. Die Vergabe einer BOS-Prüfnummer erfolgt nach bestandener Baumusterprüfung durch eine der beiden Prüfstellen der BOS. Diese Prüfstellen sind:

- Mess- und Prüfstelle des Beschaffungsamtes des BMI
St. Augustiner Str. 86
53225 Bonn
Tel.: 01888/610-2500, Fax: 01888/610-1610
- Zentralprüfstelle für Funkgeräte des Landes Baden-Württemberg
Steinackerstr. 47
76646 Bruchsal
Tel.: 07251/933-850, Fax: 07251/933-933

1.1 Frequenzen

Sprechfunkgeräte nach dieser Rahmenrichtlinie müssen auf den zugewiesenen Frequenzen des 4-m- bzw. 2-m-Bereichs der BOS (Anlagen 1 bzw. 2) betrieben werden können. Eingestellte Kanäle müssen mit ihrer Kanalnummer angezeigt bzw. kenntlich gemacht werden. Sie müssen auch bei ausgeschaltetem Gerät gespeichert bleiben.

Auf Kanälen außerhalb der BOS-Frequenzbereiche darf kein Sende- und Empfangsbetrieb möglich sein. Bei Bedarf müssen auch beliebige Frequenzen innerhalb der BOS-Frequenzbereiche gesperrt werden können. Gesperrte Frequenzen dürfen sich nicht einstellen lassen, oder es muß ein akustisches Warnsignal auf sie aufmerksam machen.

Auf den 4-m-Frequenzen werden vorrangig Fahrzeug-Sprechfunkgeräte (Mobilfunkgeräte) betrieben, während im 2-m-Bereich überwiegend Handsprechfunkgeräte (Handfunkgeräte) zum Einsatz kommen.

In beiden Frequenzbereichen beträgt der Kanalabstand 20 kHz. Der Bandabstand (Oberband zu Unterband) beträgt im 4-m-Bereich 9,8 MHz und im 2-m-Bereich 4,6 MHz.

* zukünftig: ETS 300 086

1.2 Technische Betriebsmöglichkeiten

Auf den Frequenzen der BOS müssen die Sprechfunkgeräte in folgenden Verkehrsarten betrieben werden können:

- W - Wechselverkehr im Unter- und/oder im Oberband
- bG - bedingter Gegenverkehr mit Bandlagenwechsel
(für Handfunkgeräte bzw. Mobilfunkgeräte ohne Frequenzweiche)
- G - Gegenverkehr mit Bandlagenwechsel
(für Mobilfunkgeräte mit Frequenzweiche)

Mobilfunkgeräte mit Frequenzweiche sollen je nach vorgesehener Verwendung auch für den Relaisbetrieb "RS 1" und "RS 2" eingesetzt werden können. Bestimmte Gerätevarianten sollen über eine direkte "RS 1"-Schaltmöglichkeit verfügen.

Die eingestellte Bandlage ist auf die Senderichtung bezogen darzustellen:

- O - Oberband
- U - Unterband

Eingestellte Betriebsdaten (Verkehrsart und Bandlage) sind entsprechend den vorgenannten Kurzbezeichnungen anzuzeigen bzw. kenntlich zu machen. Sie müssen auch bei ausgeschaltetem Gerät gespeichert bleiben.

1.3 Betriebsbedingungen

Die Betriebsbedingungen umfassen Angaben über den Bereich der Umgebungstemperaturen und über den Spannungsbereich der Stromversorgung, innerhalb deren ein Betrieb des Sprechfunkgeräts möglich sein muß. Es werden normale und extreme Betriebsbedingungen unterschieden. Unter normalen Betriebsbedingungen müssen die Sprechfunkgeräte alle Richtlinienforderungen einhalten, während bei extremen Betriebsbedingungen trotz zulässiger Abweichungen noch weiterhin Sprechfunkbetrieb möglich sein muß. Überschreiten die Abweichungen im letztgenannten Fall die vorgegebenen Toleranzgrenzen um mehr als 10 % im ungünstigen Sinne, so ist dies im Datenblatt anzugeben. Ein versuchter Betrieb mit Unterspannung darf das Funkgerät nicht schädigen.

Betriebsbedingungen	Mobilfunkgeräte	Handfunkgeräte
<u>Normal:</u>		
Temperaturbereich	- 10° C bis + 40° C	- 10° C bis + 40° C
Spannungsbereich	Prüfspannung ± 15 %	Prüfspannung ± 10 %
<u>Extrem:</u>		
Temperaturbereich	bis - 25° C und bis + 55° C	bis - 25° C bis + 55° C
Spannungsbereich	Prüfspannung ± 20 %	Prüfspannung ± 15 %

Die Spannungsschwankungen der Stromversorgung beziehen sich auf die Höhe der Prüfspannung. Diese wiederum ist abhängig von der Art der Stromversorgung.

1.4 Prüfspannung

Für Meß- und Prüfzwecke ist das Gerät mit einer stromversorgungstypischen Spannung zu betreiben, die Prüfspannung genannt wird.

Die Prüfspannung beträgt bei Bleibatterien üblicher Art das 1,1fache der Nennspannung der Batterie (z. B. Nennspannung = 12 Volt, Prüfspannung = 13,2 Volt). Bei anderen Akkumulatoren (z. B. Nickel-Cadmium) und bei Primärbatterien entspricht die Prüfspannung der vom Batteriehersteller angegebenen Normalspannung der Batterie. Bei Netzstromversorgungen entspricht die Prüfspannung der Nennspannung des Netzes.

1.5 Prüfmodulation

Die für Meß- und Prüfzwecke nach der FTZ-Richtlinie 17 TR 2049 erforderliche einheitliche Modulation des Trägers wird nachfolgend Prüfmodulation genannt. Sie wird festgelegt auf eine Modulationsfrequenz von 1000 Hz und einen Pegel, der einen Frequenzhub von 60 % des maximal zulässigen Frequenzhubes (Prüfhub) ergibt.

2 Sender

2.1 HF-Ausgangsleistungen

Die HF-Ausgangsleistung ist an der Antennenanschlußbuchse mit 50 Ohm Wellenwiderstand zu messen. Die zulässige Höhe der HF-Ausgangsleistung richtet sich nach Art und Verwendung des Funkgeräts und wird in den gerätespezifischen Richtlinien festgelegt.

Die Sendestufen sind gegen dauernde Fehlanpassungen zwischen Leerlauf und Kurzschluß elektronisch zu schützen, ohne daß Regelschwingungen auftreten. Sendestufen relaisfähiger Sprechfunkgeräte müssen dauersendefest sein.

Die Funkgeräte müssen eine Sendezeitbegrenzung haben, die nach 2 Minuten ununterbrochener Sendertastung automatisch den Träger abschaltet. Sie muß bedarfsweise (für Meß- und Prüfzwecke bzw. bei relaisfähigen Geräten) vom Anwender aufgehoben werden können.

2.2 Hochtasten des Trägers

Der gesamte Hochtastvorgang umfaßt das Einschwingen des Oszillators auf die Sendefrequenz und die anschließende weiche Sendertastung bis zur vollen Trägerleistung. Nach Auslösung eines Sendevorgangs müssen 70 % der vollen Trägerleistung im Nutzkanal zur Verfügung stehen:

- bei Mobilfunkgeräten
 - für Gegenverkehr innerhalb von 60 ms
 - für Wechselverkehr innerhalb von 100 ms
- bei Handfunkgeräten innerhalb von 100 ms.

Für die weiche Sendertastung wird beim Einschalten und beim Abschalten des Trägers eine Leistungsänderung von ca. 1 Watt pro Millisekunde empfohlen.

2.3 Frequenzabweichung des Trägers

Die Abweichung des unmodulierten Trägers von der Nennfrequenz darf unter normalen Betriebsbedingungen nicht größer sein als $\pm 1,2$ kHz (im 4-m-Bereich) bzw. $\pm 1,6$ kHz (im 2-m-Bereich).

Beim Sendebetrieb von Handfunkgeräten mit absinkender Betriebsspannung muß sich der Sender so rechtzeitig abschalten, daß Störungen der Nachbarkanäle oder anderer Frequenzbereiche sicher verhindert werden.

2.4 Modulationsart

Die Modulation des Hauptträgers muß am Senderausgang den Charakter der Frequenzmodulation (F3E bzw. F2D) besitzen. Phasenmodulation ist nur dann zulässig, wenn dies explizit im gerätespezifischen Richtlinienenteil festgelegt ist.

2.5 Frequenzhub

Der maximal zulässige Frequenzhub (Spitzenhub) beträgt ± 4 kHz.

Der Frequenzhub für Meß- und Prüfzwecke (Prüfhub) beträgt $\pm 2,4$ kHz.

Bei Mobilfunkgeräten ist der Prüfhub zu erreichen:

- durch das Anlegen eines Modulationssignals von 1000 Hz mit einem NF-Pegel von $3,4 \text{ mV} \pm 10 \%$ (im Bedarfsfall einstellbar bis auf 8 mV) an den 200-Ohm-Mikrofoneingang der Buchse für den Handapparat (Eingang symmetrisch und massefrei),
- durch das Anlegen eines Modulationssignals von 1000 Hz mit einem NF-Pegel von $430 \text{ mV} \pm 10 \%$ an den unsymmetrischen 200-Ohm-Modulationseingang der rückseitigen Anschlußleiste des S/E-Blocks.

Bei Handfunkgeräten ist der Prüfhub zu erreichen:

- durch die Beschallung des eingebauten Mikrofons mit einer Eichschallquelle, die bei einer Frequenz von 1000 Hz am Ort des Mikrofons einen Schalldruckpegel von 80 dB - bezogen auf 20 Mikropascal - erzeugt,
- durch das Anlegen eines Modulationssignals von 1000 Hz mit einem NF-Pegel von $0,43 \text{ mV} \pm 10 \%$ an den 200-Ohm-Mikrofoneingang der Anschlußbuchse für Zubehör.

Automatische Regelungen des NF-Eingangspegels müssen im Bedarfsfall abschaltbar sein. Bezogen auf die Prüfmodulation darf die Hubunsymmetrie 10 % nicht überschreiten.

2.6 NF-Frequenzgang des Senders

Die Messung des NF-Frequenzganges des Senders erfolgt entsprechend der FTZ-Richtlinie 17 TR 2049 nach dem Verfahren mit konstantem NF-Eingangspegel.

Bezogen auf seinen Wert bei der Modulationsfrequenz 1000 Hz gelten für den Frequenzhub folgende Grenzen:

Modulationsfrequenz	Grenzen für den Frequenzhub
300 Hz bis 400 Hz	+ 1 dB bis - 3 dB
400 Hz bis 2700 Hz	+ 1,5 dB bis - 1,5 dB
2700 Hz bis 3000 Hz	+ 1 dB bis - 3 dB

Oberhalb von 3000 Hz muß der Frequenzhub um mindestens 12 dB pro Oktave abfallen.

2.7 Klirrfaktor des Senders

Der Klirrfaktor des Senders ist nach FTZ-Richtlinie zu messen und darf 7% nicht überschreiten.

2.8 Tonrufe

Sprechfunkgeräte nach TR BOS müssen das Aussenden folgender Tonrufe gestatten:

- Tonruf I = 1750 Hz \pm 20 Hz
- Tonruf II = 2135 Hz \pm 20 Hz

Der durch Tonrufe erzeugte Frequenzhub beträgt \pm 4 kHz (Toleranz: 0 % bis - 20 %). Der Klirrfaktor der Tonrufe muß kleiner als 10 % sein.

3 Empfänger

3.1 Empfindlichkeit

Am Empfängerausgang muß ein Geräuschabstand wahlweise (S+N+D)/N oder SINAD von 20 dB durch die EMK eines mit Prüfmodulation modulierten Trägers von \leq 1,6 μ V auf allen Kanälen erreicht werden (gemessen über Filter nach CCITT-Empfehlung Nr. P53A).

Bei Sprechfunkgeräten mit Weiche darf der Empfindlichkeitsrückgang bei Tastung des eigenen Senders im Gegenverkehr nicht größer sein als 3 dB (HF).

3.2 Hohe Eingangsspannungen

Eingangsspannungen beliebiger Frequenz am 50-Ohm-Antennenanschluß dürfen

- bei Fahrzeuggeräten bis zur Höhe von 10 Volt
- bei Handfunkgeräten bis zur Höhe von 3 Volt

nicht zur Zerstörung oder zu bleibender Qualitätsminderung des Empfängers führen.

3.3 Mindestbandbreite und Frequenztoleranz

Die beiden 6-dB-Punkte der Durchlaßkurve des Empfängers müssen für eine Rauschunterdrückung von 10 dB mindestens ± 6 kHz von der Nennfrequenz entfernt liegen.

Bei Geräten mit automatischer Frequenznachstimmung muß die eindeutige Zuordnung zum geschalteten Kanal unter allen Betriebsbedingungen sichergestellt bleiben.

3.4 Blockierung

Der Blockierungspegel ist in Anlehnung an das in der FTZ-Richtlinie festgelegte Meßverfahren zu messen. Er darf für keinen Nutzkanal unter den nachstehenden EMK-Werten liegen. Bei der Messung sind Nebenempfangsstellen auszuschließen.

Abstand des Störsignals zum Nutzkanal	Mobilfunkgeräte	Handfunkgeräte
$\geq \pm 100$ kHz	90 dB μ V	87 dB μ V
$\geq \pm 200$ kHz	93 dB μ V	90 dB μ V
$\geq \pm 500$ kHz	96 dB μ V	93 dB μ V

3.5 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.

3.6 Eigenstörsicherheit

Werden Mobilfunkgeräte mit unmittelbar am Gerät angebrachter Antenne betrieben, dürfen auch bei angeschlossenem Handapparat und stark fehlangepaßter Antenne die folgenden Störungen nicht auftreten:

- Eigenempfangsstellen
- Selbsterregung
- Verschlechterung der Weichenübernahme um mehr als 2 dB
- Modulationsübernahme (Übersprechen)
- Unterbrechen des Relaisbetriebs "RS 1"

3.7 Rauschsperr

Bei fehlendem Träger muß eine abschaltbare elektronische Rauschsperr das Rauschen im Empfänger um mindestens 50 dB (unbewertet) unterdrücken. Die Ansprechschwelle der Rauschsperr (bei Empfang eines Trägers mit Prüfmodulation) muß einstellbar sein:

- bei Mobilfunkgeräten mindestens zwischen 10 dB und 20 dB S/N-Abstand (werkseitige Einstellung auf 15 dB)

- bei Handfunkgeräten mindestens zwischen 6 dB und 12 dB S/N-Abstand (werkseitige Einstellung auf 10 dB)

Bezogen auf die Ansprechschwelle der Rauschsperrung (NF gesperrt) darf eine erneute Öffnung des NF-Weges erst nach dem Durchlaufen einer Hysterese von ≤ 3 dB erfolgen. Dabei darf die Rauschsperrung nicht flattern.

Für Steuerzwecke muß bei Mobilfunkgeräten ein Schaltkriterium verfügbar sein, welches beim Öffnen des NF-Weges eine Schaltspannung ($\geq +10$ Volt, 100 mA belastbar) freigibt.

3.8 NF-Frequenzgang des Empfängers

Die Messung des NF-Frequenzganges des Empfängers erfolgt entsprechend der FTZ-Richtlinie 17 TR 2049. Bezogen auf seinen Wert bei der Modulationsfrequenz 1000 Hz gelten für den Pegel des NF-Ausgangssignals des Empfängers folgende Grenzen:

Modulationsfrequenz	Grenzen für NF-Ausgangspegel
300 Hz bis 2700 Hz	+ 1 dB bis - 1,5 dB
2700 Hz bis 3000 Hz	+ 1 dB bis - 3 dB

Oberhalb von 3000 Hz muß der NF-Ausgangspegel stark abfallen. Bei 6000 Hz soll bereits eine Dämpfung von 20 dB gegenüber 1000 Hz erreicht werden.

3.9 Klirrfaktor des Empfängers

Der Klirrfaktor des Empfängers ist nach FTZ-Richtlinie zu messen und darf 7 % nicht überschreiten.

3.10 NF-Ausgangsleistungen

Die Funkgeräte müssen mit einer Lautstärke-Einstellmöglichkeit ausgestattet sein, die auf eingebaute Geräteautsprecher und auf externe Zusatzlautsprecher gleichermaßen wirkt. Dabei ist eine logarithmische Abstufung der verfügbaren NF-Ausgangsleistung vorzunehmen. Die Lautstärke soll

- bei Mobilfunkgeräten in mindestens 5 Stufen und
- bei Handfunkgeräten in mindestens 3 Stufen

einstellbar sein. Spätestens 100 ms nach Empfang eines mit Prüfmodulation modulierten HF-Trägers müssen 70 % der eingestellten NF-Ausgangsleistung zur Verfügung stehen.

3.10.1 Schalldruckpegel des Gerätelautsprechers

Die Leistung des NF-Verstärkers muß so bemessen sein, daß bei Empfang eines mit 1000 Hz und Prüfhub modulierten Trägers der Schalldruckpegel des eingebauten Laut-

sprechers in der höchsten Lautstärkestufe in 50 cm Entfernung noch mindestens 80 dB - bezogen auf 20 Mikropascal - beträgt.

Bei Tastung des eigenen Senders muß der Gerätelautsprecher abgeschaltet sein.

3.10.2 NF-Ausgang für externe Lautsprecher bzw. Kopfhörer

Bei Mobilfunkgeräten muß an einen externen Zusatzlautsprecher mit 4 Ohm Impedanz bei Prüfhub eine maximale Sinusdauerntonleistung von $\geq 2,5$ Watt ohne Überlastung der kurzschlußfesten NF-Endstufe abgegeben werden können. Dabei muß die kalte Lautsprecherleitung potentialgleich mit der Gerätemasse sein. Beide Lautsprecherleitungen dürfen potentialfrei sein, wenn die maximale NF-Ausgangsleistung ≥ 5 Watt beträgt. Bei Tastung des eigenen Senders muß der Zusatzlautsprecher abgeschaltet sein. Diese Abschaltung sollte bei Bedarf aufgehoben werden können.

Bei Handfunkgeräten muß an einen externen Schallwandler (z. B. einer Hör-/Sprech-einrichtung) mit 15 Ohm Impedanz bei Prüfhub in der höchsten Lautstärkestufe eine NF-Ausgangsleistung von $\geq 0,25$ Watt abgegeben werden können. Beim Anschluß externer Schallwandler wird der eingebaute Gerätelautsprecher abgeschaltet.

3.10.3 NF-Ausgang für den Hörer (Handapparat)

Mobilfunkgeräte müssen einen NF-Ausgang zum Anschluß eines Hörers (Handapparates) besitzen, an den bei Prüfhub eine Spannung von 390 mV abgegeben wird. Bei Bedarf muß die Spannung bis auf 1 Volt an 200 Ohm angehoben werden können.

Im Falle des Anschlusses an eine Vierdrahtleitung ist bei Prüfhub eine Spannung von 665 mV an 600 Ohm abzugeben.

4 Stromversorgung

Der Strombedarf der Sprechfunkgeräte - insbesondere der Handfunkgeräte - ist möglichst niedrig zu halten. Mobilfunkgeräte sollten im Sendebetrieb nicht mehr als 4 A aufnehmen. Die Stromaufnahme bei Prüfspannung und +20 °C Umgebungstemperatur ist für folgende Betriebszustände anzugeben:

- Sendebetrieb mit voller Sendeleistung bei Prüfmodulation
- Empfang eines Nutzsymbols mit Prüfmodulation und Wiedergabe mit höchster Lautstärke
- Empfangsbereitschaft ohne Signalempfang mit eingeschalteter Rauschsperr

4.1 Stromversorgung für Mobilfunkgeräte

Mobilfunkgeräte sind für den Betrieb an Kfz-Batterien bzw. -Bordnetzen mit 12 Volt Nennspannung auszulegen. Dabei muß der Minuspol mit der Gerätemasse verbunden werden.

Ein Schutz - möglichst elektronisch - gegen bzw. bei Falschpolung und Spannungen über 16 Volt bis mindestens 32 Volt muß vorhanden sein. Beim Ansprechen dieser Schutzschaltung darf das Gerät stromlos werden. Durch Aus- und Wiedereinschalten sollte nach Fehlerbeseitigung das Gerät wieder betriebsbereit sein.

Gegen positive und negative Spannungsspitzen bis 60 Volt und 1 ms Dauer ist ein besonderer Schutz vorzusehen. Der Stromversorgungseingang ist vorzugsweise durch eine Feinsicherung 5 x 20 nach DIN 41571 abzusichern.

Im ausgeschalteten Zustand darf das Funkgerät nicht mehr als 2 mA Strom aufnehmen. Dieser Strom darf nicht zur Datenhaltung verwendet werden.

Auch im eingeschalteten Zustand des Funkgerätes darf das Abschalten der Versorgungsspannung (z. B. über einen Batteriehaupschalter) nicht zum Verlust der eingestellten Betriebsdaten (z. B. Kanal, Verkehrsart, Bandlage) führen.

Für externe Verbraucher (Zusätze) muß das eingeschaltete Mobilfunkgerät einen Strom von mindestens 1 A (für Schaltfunktionen) bereitstellen.

Für den Betrieb des Funkgeräts an 24-Volt- oder 28-Volt-Bordnetzen sind Wandler anzubieten.

4.2 Stromversorgung für Handfunkgeräte

Handfunkgeräte sind in der Regel mit Nickel-Cadmium-Akkumulatoren oder anderen wiederaufladbaren Sammlern mit vergleichbaren oder besseren Eigenschaften - vorzugsweise schnelladefähig - zu betreiben.

Beim Wechseln des Akkus darf sich nicht die Möglichkeit der Falschpolung ergeben. Auch beim Entfernen des Akkus (sowohl im ein- als auch im ausgeschalteten Zustand des Funkgerätes) müssen eingestellte Betriebsdaten (z. B. Kanal, Verkehrsart, Bandlage) erhalten bleiben.

Die bei +20 °C Umgebungstemperatur mit einer Ladung des Akkus zu erreichende Betriebszeit ist unter Berücksichtigung folgender zeitlicher Betriebszustandsanteile anzugeben:

- Sendebetrieb (Prüfmodulation) mit 10 %
- Empfangsbetrieb (Prüfmodulation, höchste Lautstärke) mit 50 %
- Empfangsbereitschaft (ohne Signalempfang, Rauschsperr ein) mit 40 %

Gegen schädliche Tiefentladungen der Akkus ist ein besonderer Schutz vorzusehen.

Die Akkus sind gegen versehentliches Kurzschließen an einer leitfähigen Oberfläche zu schützen.

5 Konstruktion

Bei Mobilfunkgeräten soll das Bedienteil vom S/E-Block abnehmbar sein. Ein Betrieb soll sowohl als Kompaktgerät als auch mit abgesetztem Bedienteil möglich sein.

Handfunkgeräte sollten möglichst kompakt und handlich, aber dennoch robust sein. Zugehörige Akkus (Batterieblock) müssen sich problemlos abnehmen bzw. austauschen lassen.

5.1 Gestaltung

Sprechfunkgeräte nach TR BOS sollen eine einfache Bedienung erlauben und dürfen keine hervorstehenden scharfen Kanten haben.

Das Gehäuse der Sprechfunkgeräte ist aus Metall zu fertigen und zuverlässig gegen Korrosion zu schützen. Bei Handfunkgeräten kann das Gehäuse auch aus Kunststoff gefertigt sein, wenn durch Kapselung der Baugruppen unzuverlässige elektromagnetische Störeinstrahlungen und -abstrahlungen verhindert sind und die mechanische Festigkeit gewährleistet ist.

Die Oberfläche des Gehäuses muß kratzfest und lichtecht sein und den mechanischen Beanspruchungen des täglichen Betriebes genügen. Chemische Umwelteinflüsse (z. B. Körperschweiß) dürfen die Oberflächenbeschaffenheit nicht beeinträchtigen.

Die Geräte sind vorzugsweise mit einer schwarzgrünen (RAL 6012) Farbgebung zu versehen. Batteriegehäuse und Frontplatten sollten mattschwarz sein.

5.2 Abmessungen

Die Abmessungen der Funkgeräte richten sich nach der jeweiligen Geräteart und dem Verwendungszweck.

Bedienteile von Mobilfunkgeräten müssen in Einbauöffnungen nach DIN 75490, Form A, untergebracht werden können.

Einzelheiten sind den betreffenden Geräterichtlinien zu entnehmen.

5.3 Typenschild

Zur genauen Kennzeichnung der Sprechfunkgeräte sind diese außen an geeigneter Stelle mit einem Typenschild (auch Klebefolie) zu versehen. Das Typenschild muß dauerhaft angebracht sein und folgende Angaben enthalten:

- die Gerätebezeichnung
- die Zulassungsnummer nach Maßgabe des BMPT
- die BOS-Prüfnummer
- das Firmenzeichen
- die Fertigungsnummer, aus der die Jahreszahl der Herstellung zu entnehmen ist (ggf. auch codiert nach IEC 62)

Sofern sich Geräte aus einem Geräterahmen mit separatem Gehäuse zusammensetzen, sind beide Teile mit der gleichen Fertigungsnummer zu kennzeichnen. Absetzbare Bedienteile sind mit der Gerätebezeichnung, dem Firmenzeichen und der Fertigungsnummer zu versehen.

5.4 Aufbau

Mechanische und elektrische Ausführung sollen dem jeweils neuen technologischen Stand der Technik entsprechen. Signalspannungsführende Kontakte zwischen den einzelnen Baugruppen sind zu vergolden.

5.4.1 Schaltungsaufbau

Wichtige Anschluß- und Meßpunkte der Schaltung sind mit Positionsnummern zu versehen. Diese müssen mit denen der Beschreibung, der Schaltunterlagen und der Stückliste übereinstimmen.

Falls bei Miniaturbauweise eine sinnvolle Bezeichnung nicht möglich ist, sollen die Serviceunterlagen Meßschablonen enthalten.

5.4.2 Änderungen am Gerät

Änderungen des ursprünglichen Konstruktionsstandes sind den Zentralwerkstätten der Länder sowie den Prüfstellen in Bonn und Bruchsal rechtzeitig mitzuteilen. Schaltungsänderungen sind möglichst so auszuführen, daß Geräte aus älteren Bauserien in einfacher Weise nachträglich auf den letzten Stand umgerüstet werden können.

5.4.3 Verschraubungen

Verschraubungen sind zu sichern. Schrauben, die bei der Wartung und bei einfachen Reparaturen gelöst werden müssen, sollen sich eindeutig von anderen Befestigungsschrauben unterscheiden.

5.5 Beanspruchung

Die Sprechfunkgeräte müssen den Einflüssen entsprechend den jeweiligen Einsatzbedingungen standhalten.

5.5.1 Beanspruchung durch Wasser und Staub

Nach DIN/VDE 0470 Teil 1 (Stand: Nov. 1992) müssen die Geräte den folgenden Schutzarten genügen:

- Mobilfunkgeräte S/E-Block IP 52
- Mobilfunk-Bedienteile für Kfz IP 52
- Mobilfunk-Bedienteile für Kräder IP 54
- Handfunkgeräte IP 54

5.5.2 Klimatische Beanspruchung

Die klimatische Beanspruchungsprüfung der Geräte ist im Feuchtraum durch siebenmaliges Durchlaufen eines 24stündigen Temperaturzyklus (7 Tage) zwischen -25°C und $+55^{\circ}\text{C}$ vorzunehmen. Die Mindestwerte der relativen Feuchte sollen dabei 80 % bei $+20^{\circ}\text{C}$ und 90 % bei $+40^{\circ}\text{C}$ betragen. In jedem Zyklus muß der Taupunkt kurzzeitig durchfahren werden. Es müssen mindestens die Richtlinienanforderungen eingehalten werden, die für extreme Betriebsbedingungen zutreffen.

5.5.3 Mechanische Schockbeanspruchung

Die mechanische Schockbeanspruchungsprüfung ist nach DIN IEC 68, Teil 2-27 (Ausgabe: August 1989) durchzuführen. Dabei gelten folgende Bestimmungen:

- Schockform Halbsinus
- Amplitude der Beschleunigung 30 g
- Dauer des nominellen Schocks 11 ms

Es sind in beiden Richtungen der 3 senkrecht zueinander stehenden Achsen je 3 aufeinanderfolgende Schocks (insgesamt 18 Schocks) durchzuführen. Vor und nach der Schockbeanspruchung ist das Gerät auf seine Funktion zu überprüfen.

5.5.4 Mechanische Schwingbeanspruchung

Die mechanische Schwingbeanspruchungsprüfung ist bei elektrisch betriebenem Gerät nach DIN IEC 68, Teil 2-6 (Ausgabe: Februar 1984) durchzuführen. Das zu prüfende Gerät ist während der Schwingbeanspruchungsprüfung im Empfangsbetrieb zu betreiben. Entsprechend der Verwendung gelten folgende Bestimmungen:

	Mobilfunkgeräte	Handfunkgeräte
Schwingungsbereich	10 Hz bis 40 Hz	10 Hz bis 60 Hz
Amplitude der Auslenkung	± 0,75 mm	± 0,35 mm
Schwingungsbereich	40 Hz bis 150 Hz	60 Hz bis 150 Hz
Amplitude der Beschleunigung	5 g	5 g

Der angegebene Schwingungsbereich von 10 Hz bis 150 Hz ist in beiden Richtungen exponentiell zu durchfahren. In jeder Achse sind 5 Frequenzzyklen zu durchlaufen.

Die Sprechfunkgeräte müssen auch während der Prüfung mechanisch und elektrisch betriebssicher sein. Während der mechanischen Schwingbeanspruchung darf der Abstand der bewerteten Störspannung nicht unter 24 dB absinken (Messung nach FTZ-Richtlinie 17 TR 2049).

5.5.5 Transport- und Lagertemperaturen

Transport- und Lagertemperaturen von -40° C bis +70° C dürfen nicht zu Schädigungen führen. Für Akkumulatoren gelten die Angaben des jeweiligen Herstellers.

6 Zubehör

Das für Sprechfunkgeräte vorgesehene Zubehör muß für die gleiche Einsatzumgebung geeignet sein wie das Grundgerät.

6.1 Zubehör für Mobilfunkgeräte

Spezielles Zubehör für einzelne Mobilfunkgerätetypen wird in den Geräterichtlinien beschrieben. Das folgende Zubehör muß für alle Gerätetypen angeboten werden:

6.1.1 Handapparat

Es ist ein Handapparat mit dynamischem Mikrofon und dynamischer Hörkapsel mit Sprechaste zum Einschalten des Senders als Normalausrüstung vorzusehen. Hörkapsel und Mikrofon müssen für Gegenverkehr akustisch ausreichend entkoppelt sein.

Das Anschlußkabel (Spiralkabel) muß bis auf seine doppelte Länge ausziehbar und wasserdicht sein. Es muß einen besonderen Knick- und Verdrehenschutz besitzen.

6.1.2 Verbindungskabel

Für den Betrieb des Mobilfunkgeräts mit abgesetztem Bedienteil sind herstellerspezifische Verbindungskabel in den Längen von 1,5 m, 5 m und 10 m als Zubehör anzubieten.

6.1.3 Standardgerätehalterung

Es muß eine Standardhalterung zur Aufnahme des Mobilfunkgeräts angeboten werden. Dabei muß das Mobilfunkgerät durch einen Verschuß gegen Diebstahl gesichert werden können. Die Halterung ist so universell zu gestalten, daß eine Befestigung an verschiedenen Stellen im Kraftfahrzeug (liegend oder hängend) möglich ist.

Die elektrischen Verbindungen vom S/E-Block zur Kfz-Verkabelung über eine Stiftleiste sowie der Antennenanschluß müssen beim Einschieben in die Halterung selbsttätig durch geeignete schwimmend gelagerte Steckverbindungen am Boden der Halterung hergestellt werden.

An der Rückseite der Gerätehalterung müssen folgende Anschlüsse zugänglich sein:

- Anschlußleiste (Klemmleiste mit unverlierbaren Schrauben) zum Anschluß externer Zusätze,
- geeignete Steckverbindung zum Anschluß an die Stromversorgung (z. B. Flachstecker 6,3 nach DIN 46248),
- UHF-Buchse zum Anschluß der Antenne.

6.1.4 Wandler

Für den Betrieb des Mobilfunkgeräts an 24-V- bzw. 28-V-Bordnetzen ist ein auf diese Eingangsspannungen schaltbarer Wandler anzubieten. Er sollte mit dem Hauptschalter des Bedienteils eingeschaltet werden und darf keine rückwirkenden Störspannungen ins Bordnetz abgeben.

Bei Schwankungen der Bordspannung bis zu $\pm 20\%$ vom Nennwert sind die im Rahmen der normalen Betriebsbedingungen festgelegten Toleranzen der Nennspannung des Funk-

geräts einzuhalten. Überspannungen bis zu 30 % bzw. Unterspannungen dürfen nicht zur Zerstörung oder zu bleibender Qualitätsminderung von Bauelementen führen. Ein Schutz gegen bzw. bei Falschpolung ist vorzusehen. Die Betriebsdaten des Funkgerätes dürfen sich durch den Einsatz eines Wandlers nicht verschlechtern.

Ein- und Ausgang des Wandlers sollten vorzugsweise galvanisch getrennt und der Eingang massefrei sein. Der Wirkungsgrad für Vollast (Sendebetrieb) und Minimallast (Empfangsbereitschaft) ist anzugeben.

In Ausnahmefällen sind auch Regler ohne galvanische Trennung von Ein- und Ausgang und ohne massefreien Eingang zugelassen.

6.1.5 Netzteil

Für den stationären Einsatz des Mobilfunkgeräts ist bei Bedarf als Zusatzausstattung ein Netzteil (230 V, 50 Hz) anzubieten. DIN VDE 0804 ist zu beachten. Die Betriebsdaten des Funkgerätes dürfen sich durch den Einsatz eines Netzteils nicht verschlechtern.

6.2 Zubehör für Handfunkgeräte

Spezielles Zubehör für einzelne Handfunkgerätetypen wird in den Geräterichtlinien beschrieben. Das folgende Zubehör muß für alle Gerätetypen angeboten werden.

6.2.1 Antenne

Handfunkgeräte sind vorzugsweise mit Wendelantennen zu betreiben. Alternativ können auch biegsame Lambda/4-Stabantennen mit einem Biegeradius von ≤ 30 mm angeboten werden. Die Antennen müssen so ausgeführt sein, daß durch Verbiegen und Knicken kein Bruch erfolgt und daß man sich nicht an ihnen verletzen kann (Schutzkappe am Antennenende).

6.2.2 Hör-/Sprecheinrichtung

Es sind geeignete Hör-/Sprecheinrichtungen mit einem Bedienelement für die Tastung des Senders anzubieten. Beim Anschluß einer Hör-/Sprecheinrichtung muß der eingebaute Lautsprecher des Funkgeräts abgeschaltet und die Lautstärkeinstellung für den Außenhörer wirksam werden. Kabel und Stecker müssen einen Knickschutz haben.

6.2.3 Ladegerät

Für die Ladung der Akkus sind Automatik-Ladegeräte bzw. Automatik-Schnelladegeräte vorzusehen, die mit 230-Volt-Wechselspannung betrieben werden können. Lademöglichkeiten aus Kfz-Bordnetzen mit 12 Volt bzw. 24 Volt Gleichspannung müssen angeboten werden. Die Beendigung des Ladevorgangs ist optisch zu signalisieren. Ein Schutz vor Falschpolung der Batterie muß vorhanden sein.

7 Technische Unterlagen

Jedem Sprechfunkgerät ist ein Prüfprotokoll und eine Bedienungsanleitung in deutscher Sprache beizufügen.

Für die Verwendung bei Reparatur- und Wartungsstellen der Anwender sind auf Anforderung die für Einstellungen am Gerät erforderliche Programmiersoftware, die zum Anschluß des Geräts an einen handelsüblichen Personal-Computer benötigten Adapter sowie die nachstehenden Schaltungsunterlagen (auch für das Zubehör) zur Verfügung zu stellen:

- Ausführliche Funktionsbeschreibung
- Vollständiges Datenblatt
- Blockschaltbild mit Frequenzangaben
- Gesamtschaltplan mit Positionsbezeichnungen
- Baugruppenschaltpläne mit Positionsangaben, Halbleiter-Anschlußangaben und Steckerbezeichnungen
- Stromlaufpläne mit Angaben zu Spannungs- und Stromwerten, zu Pegeln und Impulsdigrammen an den Prüfpunkten
- Austausch- und Verschleißteillisten mit Bestellangaben

Spätere Änderungen sind den bekannten Reparatur- und Wartungsstellen der Anwender als auf die jeweilige Bauserie bezogene Nachträge unaufgefordert zuzusenden.

In den technischen Unterlagen sind die gleichen Begriffe und Bezeichnungen zu verwenden, wie sie in dieser Technischen Richtlinie festgelegt sind.

Anlage 1: zur Rahmenrichtlinie für Mobilfunkgeräte und Handfunkgeräte

Frequenzübersicht für den 4-m-Bereich

Kanal	-	Frequenz oder Frequenzpaar (in MHz)	Kanal	-	Frequenz oder Frequenzpaar (in MHz)	Kanal	-	Frequenz oder Frequenzpaar (in MHz)
347	U/O	- 74,215 / 84,015	402	U/O	- 75,315 / 85,115	457	U/O	- 76,415 / 86,215
348	U/O	- 74,235 / 84,035	403	U/O	- 75,335 / 85,135	458	U/O	- 76,435 / 86,235
349	U/O	- 74,255 / 84,055	404	U/O	- 75,355 / 85,155	459	U/O	- 76,455 / 86,255
350	U/O	- 74,275 / 84,075	405	U/O	- 75,375 / 85,175	460	U/O	- 76,475 / 86,275
351	U/O	- 74,295 / 84,095	406	U/O	- 75,395 / 85,195	461	U/O	- 76,495 / 86,295
352	U/O	- 74,315 / 84,115	407	U/O	- 75,415 / 85,215	462	U/O	- 76,515 / 86,315
353	U/O	- 74,335 / 84,135	408	U/O	- 75,435 / 85,235	463	U/O	- 76,535 / 86,335
354	U/O	- 74,355 / 84,155	409	U/O	- 75,455 / 85,255	464	U/O	- 76,555 / 86,355
355	U/O	- 74,375 / 84,175	410	U/O	- 75,475 / 85,275	465	U/O	- 76,575 / 86,375
356	U/O	- 74,395 / 84,195	411	U/O	- 75,495 / 85,295	466	U/O	- 76,595 / 86,395
357	U/O	- 74,415 / 84,215	412	U/O	- 75,515 / 85,315	467	U/O	- 76,615 / 86,415
358	U/O	- 74,435 / 84,235	413	U/O	- 75,535 / 85,335	468	U/O	- 76,635 / 86,435
359	U/O	- 74,455 / 84,255	414	U/O	- 75,555 / 85,355	469	U/O	- 76,655 / 86,455
360	U/O	- 74,475 / 84,275	415	U/O	- 75,575 / 85,375	470	U/O	- 76,675 / 86,475
361	U/O	- 74,495 / 84,295	416	U/O	- 75,595 / 85,395	471	U/O	- 76,695 / 86,495
362	U/O	- 74,515 / 84,315	417	U/O	- 75,615 / 85,415	472	U/O	- 76,715 / 86,515
363	U/O	- 74,535 / 84,335	418	U/O	- 75,635 / 85,435	473	U/O	- 76,735 / 86,535
364	U/O	- 74,555 / 84,355	419	U/O	- 75,655 / 85,455	474	U/O	- 76,755 / 86,555
365	U/O	- 74,575 / 84,375	420	U/O	- 75,675 / 85,475	475	U/O	- 76,775 / 86,575
366	U/O	- 74,595 / 84,395	421	U/O	- 75,695 / 85,495	476	U/O	- 76,795 / 86,595
367	U/O	- 74,615 / 84,415	422	U/O	- 75,715 / 85,515	477	U/O	- 76,815 / 86,615
368	U/O	- 74,635 / 84,435	423	U/O	- 75,735 / 85,535	478	U/O	- 76,835 / 86,635
369	U/O	- 74,655 / 84,455	424	U/O	- 75,755 / 85,555	479	U/O	- 76,855 / 86,655
370	U/O	- 74,675 / 84,475	425	U/O	- 75,775 / 85,575	480	U/O	- 76,875 / 86,675
371	U/O	- 74,695 / 84,495	426	U/O	- 75,795 / 85,595	481	U/O	- 76,895 / 86,695
372	U/O	- 74,715 / 84,515	427	U/O	- 75,815 / 85,615	482	U/O	- 76,915 / 86,715
373	U/O	- 74,735 / 84,535	428	U/O	- 75,835 / 85,635	483	U/O	- 76,935 / 86,735
374	U/O	- 74,755 / 84,555	429	U/O	- 75,855 / 85,655	484	U/O	- 76,955 / 86,755
375	U/O	- 74,775 / 84,575	430	U/O	- 75,875 / 85,675	485	U/O	- 76,975 / 86,775
376	/O	- / 84,595	431	U/O	- 75,895 / 85,695	486	U/O	- 76,995 / 86,795
377	/O	- / 84,615	432	U/O	- 75,915 / 85,715	487	U/O	- 77,015 / 86,815
378	/O	- / 84,635	433	U/O	- 75,935 / 85,735	488	U/O	- 77,035 / 86,835
379	/O	- / 84,655	434	U/O	- 75,955 / 85,755	489	U/O	- 77,055 / 86,855
380	/O	- / 84,675	435	U/O	- 75,975 / 85,775	490	U/O	- 77,075 / 86,875
381	/O	- / 84,695	436	U/O	- 75,995 / 85,795	491	U/O	- 77,095 / 86,895
382	/O	- / 84,715	437	U/O	- 76,015 / 85,815	492	U/O	- 77,115 / 86,915
383	/O	- / 84,735	438	U/O	- 76,035 / 85,835	493	U/O	- 77,135 / 86,935
384	/O	- / 84,755	439	U/O	- 76,055 / 85,855	494	U/O	- 77,155 / 86,955
385	/O	- / 84,775	440	U/O	- 76,075 / 85,875	495	U/O	- 77,175 / 86,975
386	/O	- / 84,795	441	U/O	- 76,095 / 85,895	496	U/O	- 77,195 / 86,995
387	/O	- / 84,815	442	U/O	- 76,115 / 85,915	497	U/O	- 77,215 / 87,015
388	/O	- / 84,835	443	U/O	- 76,135 / 85,935	498	U/O	- 77,235 / 87,035
389	/O	- / 84,855	444	U/O	- 76,155 / 85,955	499	U/O	- 77,255 / 87,055
390	/O	- / 84,875	445	U/O	- 76,175 / 85,975	500	U/O	- 77,275 / 87,075
391	/O	- / 84,895	446	U/O	- 76,195 / 85,995	501	U/O	- 77,295 / 87,095
392	/O	- / 84,915	447	U/O	- 76,215 / 86,015	502	U/O	- 77,315 / 87,115
393	/O	- / 84,935	448	U/O	- 76,235 / 86,035	503	U/O	- 77,335 / 87,135
394	/O	- / 84,955	449	U/O	- 76,255 / 86,055	504	U/O	- 77,355 / 87,155
395	/O	- / 84,975	450	U/O	- 76,275 / 86,075	505	U/O	- 77,375 / 87,175
396	/O	- / 84,995	451	U/O	- 76,295 / 86,095	506	U/O	- 77,395 / 87,195
397	U/O	- 75,215 / 85,015	452	U/O	- 76,315 / 86,115	507	U/O	- 77,415 / 87,215
398	U/O	- 75,235 / 85,035	453	U/O	- 76,335 / 86,135	508	U/O	- 77,435 / 87,235
399	U/O	- 75,255 / 85,055	454	U/O	- 76,355 / 86,155	509	U/O	- 77,455 / 87,255
400	U/O	- 75,275 / 85,075	455	U/O	- 76,375 / 86,175	510	U/	- 77,475 /
401	U/O	- 75,295 / 85,095	456	U/O	- 76,395 / 86,195			

Anlage 2: zur Rahmenrichtlinie für Mobilfunkgeräte und Handfunkgeräte**Frequenzübersicht für den 2-m-Bereich**

Kanal	-	Frequenzpaar (in MHz)	Kanal	-	Frequenzpaar (in MHz)	Kanal	-	Frequenzpaar (in MHz)
101	U/O	165,210 / 169,810	1	U/O	167,560 / 172,160	51	U/O	168,560 / 173,160
102	U/O	165,230 / 169,830	2	U/O	167,580 / 172,180	52	U/O	168,580 / 173,180
103	U/O	165,250 / 169,850	3	U/O	167,600 / 172,200	53	U/O	168,600 / 173,200
104	U/O	165,270 / 169,870	4	U/O	167,620 / 172,220	54	U/O	168,620 / 173,220
105	U/O	165,290 / 169,890	5	U/O	167,640 / 172,240	55	U/O	168,640 / 173,240
106	U/O	165,310 / 169,910	6	U/O	167,660 / 172,260	56	U/O	168,660 / 173,260
107	U/O	165,330 / 169,930	7	U/O	167,680 / 172,280	57	U/O	168,680 / 173,280
108	U/O	165,350 / 169,950	8	U/O	167,700 / 172,300	58	U/O	168,700 / 173,300
109	U/O	165,370 / 169,970	9	U/O	167,720 / 172,320	59	U/O	168,720 / 173,320
110	U/O	165,390 / 169,990	10	U/O	167,740 / 172,340	60	U/O	168,740 / 173,340
111	U/O	165,410 / 170,010	11	U/O	167,760 / 172,360	61	U/O	168,760 / 173,360
112	U/O	165,430 / 170,030	12	U/O	167,780 / 172,380	62	U/O	168,780 / 173,380
113	U/O	165,450 / 170,050	13	U/O	167,800 / 172,400	63	U/O	168,800 / 173,400
114	U/O	165,470 / 170,070	14	U/O	167,820 / 172,420	64	U/O	168,820 / 173,420
115	U/O	165,490 / 170,090	15	U/O	167,840 / 172,440	65	U/O	168,840 / 173,440
116	U/O	165,510 / 170,110	16	U/O	167,860 / 172,460	66	U/O	168,860 / 173,460
117	U/O	165,530 / 170,130	17	U/O	167,880 / 172,480	67	U/O	168,880 / 173,480
118	U/O	165,550 / 170,150	18	U/O	167,900 / 172,500	68	U/O	168,900 / 173,500
119	U/O	165,570 / 170,170	19	U/O	167,920 / 172,520	69	U/O	168,920 / 173,520
120	U/O	165,590 / 170,190	20	U/O	167,940 / 172,540	70	U/O	168,940 / 173,540
121	U/O	165,610 / 170,210	21	U/O	167,960 / 172,560	71	U/O	168,960 / 173,560
122	U/O	165,630 / 170,230	22	U/O	167,980 / 172,580	72	U/O	168,980 / 173,580
123	U/O	165,650 / 170,250	23	U/O	168,000 / 172,600	73	U/O	169,000 / 173,600
124	U/O	165,670 / 170,270	24	U/O	168,020 / 172,620	74	U/O	169,020 / 173,620
125	U/O	165,690 / 170,290	25	U/O	168,040 / 172,640	75	U/O	169,040 / 173,640
			26	U/O	168,060 / 172,660	76	U/O	169,060 / 173,660
			27	U/O	168,080 / 172,680	77	U/O	169,080 / 173,680
			28	U/O	168,100 / 172,700	78	U/O	169,100 / 173,700
			29	U/O	168,120 / 172,720	79	U/O	169,120 / 173,720
			30	U/O	168,140 / 172,740	80	U/O	169,140 / 173,740
			31	U/O	168,160 / 172,760	81	U/O	169,160 / 173,760
			32	U/O	168,180 / 172,780	82	U/O	169,180 / 173,780
			33	U/O	168,200 / 172,800	83	U/O	169,200 / 173,800
			34	U/O	168,220 / 172,820	84	U/O	169,220 / 173,820
			35	U/O	168,240 / 172,840	85	U/O	169,240 / 173,840
			36	U/O	168,260 / 172,860	86	U/O	169,260 / 173,860
			37	U/O	168,280 / 172,880	87	U/O	169,280 / 173,880
			38	U/O	168,300 / 172,900	88	U/O	169,300 / 173,900
			39	U/O	168,320 / 172,920	89	U/O	169,320 / 173,920
			40	U/O	168,340 / 172,940	90	U/O	169,340 / 173,940
			41	U/O	168,360 / 172,960	91	U/O	169,360 / 173,960
			42	U/O	168,380 / 172,980	92	U/O	169,380 / 173,980
			43	U/O	168,400 / 173,000			
			44	U/O	168,420 / 173,020			
			45	U/O	168,440 / 173,040			
			46	U/O	168,460 / 173,060			
			47	U/O	168,480 / 173,080			
			48	U/O	168,500 / 173,100			
			49	U/O	168,520 / 173,120			
			50	U/O	168,540 / 173,140			