



30. April 2002 (Stand am 6. Dezember 2007)

Frequenzhub und Multiplexleistung von UKW-Sendern

Richtlinie des BAKOM betreffend die Anerkennung von Grenzwerten und Messverfahren



1. Einführung¹

Im UKW-Bereich werden die konzessionierten Programme auf zugeteilten Frequenzen verbreitet. Voraussetzung dazu ist eine Funkkonzession im Sinne von Artikel 22 des Fernmeldegesetzes vom 30. April 1997 (FMG; SR 784.10). Im Interesse der Radiostationen und ihrer Hörerschaft trachtet das BAKOM bei der Festlegung der Frequenzen und der einzelnen technischen Übertragungsparameter danach, gegenseitige Empfangsstörungen möglichst zu vermeiden. Es stützt sich dabei auf international anerkannte Empfehlungen der Internationalen Fernmeldeunion ITU.

Dank diverser Signalaufbereitungsverfahren lassen sich die Klangeigenschaften des verbreiteten Radiosignals verändern. Mittels entsprechender Steuerung der Signalenergie erzeugen die Veranstalter regelmässig ein Klangbild, das dem gängigen modernen Musikformat entspricht und beim Hörer und bei der Hörerin den Eindruck eines satten, lauten Sounds erweckt. Dabei wird nicht nur eine Einbusse der Klangqualität in Kauf genommen - die angewendeten Verfahren erhöhen auch die Wahrscheinlichkeit gegenseitiger Programmstörungen.

Eine Empfehlung der ITU bezeichnet den Schutzabstand zwischen benachbarten Frequenzen, der für eine störungsfreie Übertragung sorgt (Empfehlung ITU-R BS. 412). Diese Empfehlung enthält auch Beispiele für die Messung des Frequenzhubs und der Modulationsleistung ohne jedoch das Messverfahren zu beschreiben. Dadurch bestehen Unklarheiten bezüglich der Erhebung und Analyse der Messergebnisse.

Um eine Klärung der offenen Punkte herbeizuführen, bat das BAKOM im Herbst 2001 die Experten der Studiengruppe UKW 2001, einen Vorschlag zur Umsetzung der erwähnten ITU-Empfehlung auszuarbeiten. Ziel war es, praktikable Grenzwerte für den Frequenzhub und die Modulationsleistung festzulegen sowie eine allseits anerkannte Methode zur Messung dieser Faktoren zu definieren.

Die Studiengruppe UKW 2001, der technische Sachverständige sämtlicher Veranstalterkreise angehören (SRG, kommerzielle und nicht-kommerzielle Privatradios), hat im Dezember 2001 dem BAKOM einen Entwurf für eine Richtlinie hinsichtlich des Frequenzhubs und der Multiplexleistung unterbreitet. Dieser Entwurf, der von allen Experten getragen wird, bildet die Grundlage für das vorliegende Dokument.

Das BAKOM ist die Konzessionsbehörde für Funkkonzessionen im UKW-Bereich (vgl. Art. 24a Abs. 2 FMG in Verbindung mit Art. 26 der Verordnung über Frequenzmanagement und Funkkonzessionen vom 9. März 2007 [FKV; SR 784.102.1] und Art. 1 der Verordnung der Eidgenössischen Kommunikationskommission betreffend das Fernmeldegesetz vom 17. November 1997 [SR 784.101.112]). Es beaufsichtigt gemäss Artikel 26 FMG die Einhaltung der technischen Rundfunkvorschriften durch die Funkkonzessionäre.

Mit der vorliegenden internen Richtlinie (Verwaltungsverordnung) will das BAKOM im Interesse einer besseren Vorausehbarkeit seiner Haltung den UKW-Funkkonzessionären bekannt geben, wie es seine Praxis in Sachen Frequenzhub und Multiplexleistung in Zukunft ausgestalten will.

¹ Der Text der Einführung ist am 6. Dezember 2007 an die neue rechtliche Ausgangslage angepasst worden, die seit dem 1. April 2007 besteht. Materiell sind keine Änderungen vorgenommen worden, weshalb auch nicht von einer Revision im Sinne von Ziffer 5 dieser Richtlinie gesprochen werden kann.

2. Grenzwerte und Toleranzen

2.1 Maximal zulässiger Spitzenhub und Toleranzen

Der Spitzenhub +/- 75 kHz darf nicht überschritten werden. Maximal 10% aller Momentanhübe dürfen allerdings im Bereich +/- 75 kHz bis +/- 85 kHz liegen. Die Gerätetoleranz bei der Messung der Hubwerte beträgt 1 kHz. Gemessen wird nach den Messvorschriften unter Ziffer 3.1.

2.2 Maximal zulässige MPX-Modulationsleistung und Toleranzen

Die maximale MPX-Modulationsleistung darf +3 dBr nicht überschreiten. Dabei entspricht 0 dBr der Modulationsleistung eines sinus-förmigen Modulationssignals (ohne Pilotton und ohne Zusatzsignale), welches einen Spitzenhub von +/- 19 kHz erzeugt. Die Gerätetoleranz bei der Messung der MPX-Modulationsleistung beträgt 0.2 dB. Gemessen wird nach den Messvorschriften unter Ziffer 3.2.

3. Messverfahren

Für die Messung der Maximalwerte gemäss Ziffer 2 sind folgende Messvorschriften zu beachten:

3.1 Spitzenhub

Die Messzeit beträgt minimal 20 Minuten, wobei für die Peakwert-Ermittlung je ein Messfenster von maximal 10 Sekunden angewendet wird. Dabei auftretende Messwerte (Spitzen) von kürzerer Dauer als 1 Millisekunde werden nicht berücksichtigt. Der Spitzenhub wird numerisch oder graphisch aufgezeichnet.

- Erfolgt die Angabe in numerischer Form, muss der Peakwert über die gesamte Messzeit in kHz ermittelt werden.
- Der Hubanteil, der 75 kHz übersteigt, muss als Prozent-Anteil angegeben werden.
- Erfolgt die Angabe in Form einer Graphik, muss sie als kontinuierliche Kurve über die gesamte Messzeit dargestellt werden.

3.2 Modulationsleistung

Die Leistung des Multiplexsignals wird aus Momentanleistungsmessungen in einem gleitenden Messfenster von 60 Sekunden gemittelt und mindestens jede Sekunde einmal als Messwert festgehalten. Diese Messwerte bilden über die Messdauer die MPX-Leistungskurve. Deren Maximalwert ist der MPX-Peak-Wert (MAX MPX).

Die Messdauer beträgt minimal 20 Minuten. Die Messzeit ist so zu wählen, dass verschiedene Programmarten (Musik/Sprache) berücksichtigt werden.

Graphisch wird die Modulationsleistung als Leistungsverlauf über die Messdauer angegeben, mit der Modulationsleistung auf der Ordinate in dBr und der Zeit auf der Abszisse. Die Darstellung erfolgt als kontinuierliche Kurve.

4. Anforderungen an die Messeinrichtung

4.1 Messbereich und Messfehler

4.1.1. Hub

Der Hubmesser muss mindestens Momentanhübe bis zu +/- 125 kHz messen können. Der Fehler der Hubmessung darf die Werte nach Tabelle 1 nicht überschreiten. Für die Hubverteilung beträgt die Abtastfrequenz mindestens 200 kHz.

Tabelle 1

Momentanhub	zulässige Abweichung vom Messwert
<= 100 kHz	+/- 1 kHz
> 100 kHz	+/- 2.5 %

4.1.2. Modulationsleistung

Die MPX-Modulationsleistung muss minimal im Bereich -6 dBr bis + 6 dBr gemessen werden können. Die Abtastfrequenz beträgt mindestens 200 kHz. Der Fehler der Leistungsmessung darf die Werte nach Tabelle 2 nicht überschreiten.

Tabelle 2

Modulationsleistung	zulässige Abweichung vom Messwert
< -3 dBr	+/- 0,4 dB
-3 dBr bis + 3 dBr	+/- 0,2 dB
> 3 dBr	+/- 0,4 dB

4.2 Messempfänger für Feldmessungen

Der Hubmesser für Feldmessungen muss einen Empfangsteil mit ZF- oder Multiplexsignalausgang aufweisen.

Die in Feldmessungen erzielten Messergebnisse dürfen nur dann verwendet werden, wenn der Nutzsignalpegel am Empfängereingang $E_n \geq 60 \text{ dB } \mu\text{V}$ beträgt und für die Frequenzabstände (Δf) die Eingangs-Nutz/Störsignalverhältnisse (E_n/E_s) nach Tabelle 3 nicht unterschritten werden.

Tabelle 3

Frequenzdifferenz $\pm \Delta f$	Eingangs-Nutz/Störsignalverhältnis E_n/E_s
0 kHz	60 dB
100 kHz	60 dB
200 kHz	0 dB
300 kHz	-25 dB

Die gemessene Feldstärke ist in den Messblättern numerisch anzugeben.

Der maximale Reflexionsfaktor ergibt sich aus den Faktoren gemäss Tabelle 4:

Tabelle 4

Steilheit des Frequenzganges	Verhältnis AM/FM(Reflexionsfaktor)
< 2.0 % / kHz	<= 1%

Der gemessene Reflexionsfaktor ist in den Messblättern numerisch anzugeben. Zur Einhaltung des Reflexionsfaktors wird die Verwendung einer Richtantenne empfohlen. Für zusätzliche Informationen bezüglich der geforderten Messgenauigkeit verweisen wir auf die Empfehlung CEPT/ERC 54 – 01.

4.3 Anerkannte Messempfänger

Das BAKOM anerkennt Messungen, die mit den folgenden Geräten vorgenommen werden:

- Hirschmann RME 320 (Hub-Messung mit Messmethode [1E-5], ohne Verwendung des Momentanwert-Balkendiagrammes / MPX-Messung mit Messmethode Integrationsdauer 60 s)
- Audemat FM-MC 3.2

Das BAKOM kann bei Bedarf die Liste der anerkannten Messempfänger erweitern.

5. Inkrafttreten der Richtlinie

Die vorliegende Richtlinie ist am 1. Mai 2002 in Kraft getreten.

Das BAKOM behält sich vor, namentlich im Interesse einer effizienteren Nutzung des UKW-Frequenzspektrums einzelne Bestimmungen der vorliegenden Richtlinie jederzeit zu revidieren.

Eine Revision erfolgt nach vorgängiger Orientierung der Veranstalter und Einräumung einer angemessenen Frist zur Anpassung der Signalaufbereitungsmerkmale.

Anhang

Allgemeine Begriffe

Für die Bezeichnung einzelner Elemente des Stereo-Übertragungsverfahrens nach dem Pilotton-System werden in der vorliegenden Richtlinie die untenstehenden speziellen Begriffe verwendet:

Differenzsignal	S: $S = (L-R) / 2$ (Seiteninformation)
Frequenzhub:	Bei Frequenzmodulation die Abweichung der Momentanfrequenz von der unmodulierten Trägerfrequenz. Ohne weitere Angaben ist damit der Spitzenhub (dF) gemeint.
Hubverteilung:	Die Verteilung der Momentanhübe, d.h. die Häufigkeit, mit der die verschiedenen Momentanhübe eines frequenzmodulierten Signals auftreten. Sie wird als Einzel- oder Summenhäufigkeit angegeben.
MAX HUB	Der maximal in der Schweiz zugelassene Hub inkl. Toleranzen
MAX MPX	Die maximal in der Schweiz zugelassene Modulationsleistung inkl. Toleranzen
Modulationsleistung:	Über eine definierte Zeit gemittelte relative Leistung des Modulationssignals. (MPX-Signal)
Momentanhub:	Bei Frequenzmodulation zu einem beliebigen Zeitpunkt (t) die momentane Abweichung der Frequenz von der Frequenz (f_0) des unmodulierten Trägers: $f(t) = f_0 + dF(t)$
Multiplexsignal:	Dieses Signal enthält alle Stereo-Informationen (einschließlich Pilotton), gegebenenfalls das Verkehrsrundfunksignal, das RDS-Signal und weitere Zusatzsignale.
Pilotton:	Der Pilotton (19 kHz) dient zur Wiedergewinnung des Stereo-Hilfsträgers im Stereoempfänger.
RDS-Signal:	Radio-Daten-Signal nach RDS-Norm CENELEC EN 50 067 "Spezifikation des Radio-Daten-Systems (RDS)" auf 57 kHz-Hilfsträger.
Signal L:	Das Signal L entspricht der Information im linken Kanal.
Signal R:	Das Signal R entspricht der Information im rechten Kanal.
Spitzenhub:	Bei Frequenzmodulation mit beliebigen Signalen, die maximale Abweichung (dF) der Frequenz (f) von der Frequenz des unmodulierten Trägers (f_0). Bei Frequenzmodulation mit sinusförmigen Signalen ist: $f = f_0 + dF \sin(\omega t)$. Da die Frequenzabweichung in beiden Richtungen erfolgt, wird der Spitzenhub als $dF = \pm x$ kHz angegeben.
Stereo-Hilfsträger:	Mit diesem Hilfsträger (38 kHz) wird das S-Signal in die trägerfrequente Lage (23 kHz bis 53 kHz) umgesetzt.
Summensignal M:	$M = (L + R) / 2$ (Mono- bzw. kompatibles Signal)
ARI	signalisiert und schaltet Verkehrsinfos auf dem 57 kHz-Hilfsträger.
Zusatzsignal:	Nach Empfehlung ITU-R BS.450 alle weiteren Signale in den Frequenzbereichen 15-23 kHz und 53-76 kHz.