

Nichtionisierende Strahlung

# Rundfunk- und Funkrufsendedeanlagen

## Vollzugsempfehlung zur NISV

Entwurf vom 6.7.2005



**BUWAL** Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft  
**OFEFP** Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage  
**UFAPF** Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio  
**UFAGC** Uffizi federal d'ambient, gaud e cuntrada

m

e

t

a

s

metrologie und akkreditierung schweiz

### **Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation**

*Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BUWAL als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind. Das BUWAL veröffentlicht solche Vollzugshilfen (oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Vollzug Umwelt».*

### **Bezugsquellen:**

Sprachen: Die vorliegende Publikation liegt auch in französischer Sprache vor.

Internet: Die vorliegende Publikation kann als pdf-Datei aus dem Internet heruntergeladen werden.  
<http://www.umwelt-schweiz.ch/elektrosmog>

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Vorwort</b>	<b>3</b>
<b>1 Zweck und Geltungsbereich der Vollzugsempfehlung</b>	<b>5</b>
<b>2 Anforderungen der NISV an die einzelne Sendeanlage</b>	<b>7</b>
2.1 Übersicht über die anwendbaren Bestimmungen der NISV	7
2.2 Anlagedefinition	8
2.3 Inhaber	9
2.4 Orte mit empfindlicher Nutzung	11
2.5 Anlagegrenzwert	13
2.6 Massgebender Betriebszustand	13
2.7 Errichtung einer neuen Anlage	13
2.8 Sanierung einer alten Anlage	14
2.9 Änderungen einer Anlage	15
2.10 Ausnahmegewilligungen	18
<b>3 Anforderungen der NISV an die gesamte Hochfrequenzimmission</b>	<b>21</b>
3.1 Grundsatz	21
3.2 Orte für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA)	22
3.3 Immissionsgrenzwerte	22
3.4 Richtfunkantennen	24
3.5 Absperrungen	24
<b>4 Verfahren und Zuständigkeiten</b>	<b>25</b>
4.1 Konzessionierung	25
4.1.1 Das 3-Ebenen-Modell	25
4.1.2 Konzessionsarten	26
4.1.3 Frequenzen und Sendestandorte	26
4.2 Sanierungsverfahren	30
4.2.1 Sanierungsabklärung	30
4.2.2 Sanierungsverfügung	30
4.3 Rechte der Bevölkerung	31
4.3.1 Zugang zu Information	31
4.3.2 Einsprache- und Beschwerdelegitimation	31
4.4 Rechte der Veranstalter und Betreiber	32

4.4.1	Zugang zu Informationen	32
4.4.2	Zugang zu Gebäuden und Räumen bei Abnahmemessungen	32
<b>5</b>	<b>Grundsätzliches zur NIS-Berechnung und -Messung</b>	<b>33</b>
5.1	Bedeutung von Berechnung und Messung	33
5.2	NIS-Berechnung	34
5.3	NIS-Messung	36
5.3.1	Abnahme- und Kontrollmessung	36
5.3.2	Anforderungen an Messfirmen und Messpersonen	37
5.3.3	Angaben des Auftraggebers und Inhabers für eine Abnahmemessung	37
5.3.4	Betrieb der Anlage während der Abnahmemessung	38
5.3.5	Ort, Zeitpunkt und Dauer von Messungen	38
5.3.6	Messwert und Beurteilungswert	38
5.3.7	Breitbandige Messungen	39
5.3.8	Frequenzselektive Messungen	40
5.3.9	Messunsicherheit und Kalibrierung	42
5.3.10	Anforderungen an Messberichte von Abnahmemessungen	46
<b>6</b>	<b>Spezifische Hinweise zu den einzelnen Funkdiensten</b>	<b>49</b>
6.1	UKW-Radio	49
6.1.1	Technisches	49
6.1.2	Massgebende Sendeleistung	49
6.1.3	NIS-Berechnung	50
6.1.4	NIS-Messung	50
6.2	DAB (Digital Audio Broadcasting; Digitalradio)	50
6.2.1	Technisches	50
6.2.2	Massgebende Sendeleistung	51
6.2.3	NIS-Berechnung	51
6.2.4	NIS-Messung	52
6.3	Mittelwelle	52
6.3.1	Technisches	52
6.3.2	Massgebende Sendeleistung	53
6.3.3	NIS-Berechnung	53
6.3.4	NIS-Messung	53
6.4	TV analog	54
6.4.1	Technisches	54
6.4.2	Massgebende Sendeleistung	55
6.4.3	NIS-Berechnung	55
6.4.4	NIS-Messung	56
6.5	DVB-T (Digital Video Broadcasting terrestrial; Digitalfernsehen terrestrisch)	56
6.5.1	Technisches	56
6.5.2	Massgebende Sendeleistung	57
6.5.3	NIS-Berechnung	57
6.5.4	NIS-Messung	58
6.6	Funkruf	58

6.6.1	Technisches	58
6.6.2	Massgebende Sendeleistung	59
6.6.3	NIS-Berechnung	59
6.6.4	NIS-Messung	60
<b>7</b>	<b>Anleitung zum Ausfüllen des Standortdatenblattes für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen</b>	<b>61</b>
7.1	Notwendige Angaben und Beilagen	61
7.2	Hauptformular	62
7.2.1	Titelseite	62
7.2.2	Ziffer 1: Standort der Anlage	63
7.2.3	Ziffer 3: Kontaktstelle für den Zutritt	63
7.2.4	Ziffer 4: Elektrische Feldstärke am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Ergebnis von Zusatzblatt 2.	63
7.2.5	Ziffer 5: Elektrische Feldstärke an den höchstbelasteten Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Ergebnisse der Zusatzblätter 3	63
7.2.6	Ziffer 6: Legitimationsperimeter; Ergebnis des Zusatzblattes 1	64
7.2.7	Ziffer 7: Erklärung des Inhabers	64
7.3	Zusatzblatt 1: Technische Angaben zu den Sendesignalen und -antennen für Rundfunk und Funkruf	64
7.4	Zusatzblatt 2: Elektrische Feldstärke am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA)	67
7.5	Zusatzblatt 3: Elektrische Feldstärke an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN)	70
7.6	Zusatzblatt 4: Verzeichnis weiterer Sendeantennen auf dem Mast	73
7.7	Situationsplan	73
<b>8</b>	<b>Anleitung zum Ausfüllen des Meldeformulars für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt oder einer jährlichen Sendedauer unter 800 Stunden</b>	<b>75</b>
<b>Anhang 1</b>	<b>Standortdatenblatt für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen</b>	<b>77</b>
<b>Anhang 2</b>	<b>Meldeformular für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt oder einer jährlichen Sendedauer unter 800 Stunden</b>	<b>97</b>
<b>Anhang 3</b>	<b>Beispiel für die Bestimmung der Richtungsabschwächung</b>	<b>101</b>
<b>Anhang 4</b>	<b>Beispiele für die Berechnung der Messunsicherheit</b>	<b>107</b>
	Beispiel 4.1: Kalibrierte Breitbandsonde	110
	Beispiel 4.2 : Frequenzselektive Messeinrichtung mit gemeinsamer Kalibration von Antenne und Kabel	113
	Beispiel 4.3 : Frequenzselektive Messeinrichtung mit unabhängiger Kalibration von Antenne und Kabel	116

<b>Anhang 5</b>	<b>Beispiele für die Berechnung des Beurteilungswerts</b>	<b>121</b>
<b>Anhang 6</b>	<b>Glossar und Abkürzungen</b>	<b>125</b>

## **Abstracts**

Diese Publikation richtet sich an die Vollzugsbehörden, welche die nichtionisierende Strahlung von Rundfunk- und Funkrufsendsendeanlagen zu beurteilen haben sowie an die Inhaber dieser Anlagen und an Messlabors. Es werden die rechtlichen Grundlagen der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) erläutert und präzisiert. Die Empfehlung behandelt die Berechnung und Deklaration der Strahlung solcher Sendeanlagen vor der Errichtung und Inbetriebnahme, die Messung der Strahlung sowie die Grundsätze zur Sanierung bestehender Anlagen. Die Deklaration der technischen Daten der Anlage und der zu erwartenden Strahlung erfolgt in einem Standortdatenblatt, welches ausführlich erläutert wird. Für die Messung der Strahlung finden sich detaillierte Empfehlungen zum Messverfahren, zur Messeinrichtung, zur Behandlung der Messunsicherheit und zur verordnungskonformen Beurteilung eines Messergebnisses. Diese Publikation dient gleichzeitig als Grundlage für die Akkreditierung von Messlabors für solche Messungen.

*Stichwörter: nichtionisierende Strahlung; NISV; Rundfunk; Funkruf; Prognose; Standortdatenblatt; UKW; DAB; DVB; TV; Mittelwelle*





# Vorwort

In der Schweiz gibt es seit den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts Radioprogramme. Später kam das Fernsehen dazu. Heute verfügen praktisch alle Schweizer Haushalte über Empfänger für solche Programme. Obschon die Rundfunkprogramme (Radio, Fernsehen) heute mehrheitlich über Kabel oder Satellit empfangen werden können, ist nach wie vor auch die drahtlose Versorgung von terrestrischen Sendestationen aus erforderlich. Mit diesen Sendeanlagen und der von ihnen emittierten Strahlung befasst sich der vorliegende Bericht. Eingeschlossen werden auch die Sender der Funkrufnetze (Pager), welche den Rundfunksendern technisch ähnlich sind und deren Antennen sich häufig auf dem gleichen Mast wie Rundfunkantennen befinden.

Damit der drahtlose Empfang dieser Programme möglich ist, braucht es übers ganze Land verteilt Sendeanlagen. Diese Anlagen geben bestimmungsgemäss Hochfrequenzstrahlung an die Umwelt ab. In der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), welche am 1. Februar 2000 in Kraft getreten ist, hat der Bundesrat für diese Strahlung Grenzwerte festgelegt. Die zuständigen Behörden der Kantone und Gemeinden müssen überprüfen, ob die Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen diese Grenzwerte einhalten. Sie tun dies entweder anhand einer rechnerischen Prognose oder anhand von Messungen der Strahlung.

- Die vorliegende Empfehlung behandelt beide Punkte: Bestandteil dieser Empfehlung ist das Standortdatenblatt, mit welchem der Inhaber die Strahlung einer Rundfunk- oder Funkrufsendeanlage berechnet und zu Händen der Behörden deklariert. Es wird detailliert erläutert, wie dieses Standortdatenblatt auszufüllen ist.
- Die vorliegende Empfehlung gibt ausserdem Anleitung, wie die Strahlung von Rundfunk- und Funkrufantennen zu messen und zu beurteilen ist.

Diese Empfehlung gelangt bei der Planung neuer Sendeanlagen sowie bei der Abklärung des Sanierungsbedarfs oder bei Änderungen bestehender Anlagen zur Anwendung.

Die Ausarbeitung dieser Empfehlung wurde von einer Fachgruppe, bestehend aus Vertretern von Bundesbehörden, Kantonen, Rundfunk- und Funkrufbetreibern und Umweltorganisationen, begleitet.

Das BUWAL hofft, mit dieser Vollzugsempfehlung einen Beitrag für einen sicheren Vollzug der NISV und damit für den Schutz der Bevölkerung leisten zu können.



# 1 Zweck und Geltungsbereich der Vollzugsempfehlung

Die vorliegende Vollzugshilfe zur Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) gilt für Rundfunksendeanlagen (Radio- und Fernsehsender) sowie Sendeanlagen für Funkruf. Nicht behandelt werden Kurzwellensender für die Verbreitung von Radioprogrammen, da diese in der Schweiz ab 2005 den Betrieb einstellen. Die Vollzugsempfehlung besteht aus:

- Erläuterungen und Präzisierungen zur NISV
- Berechnungsmodell für die Prognose der NIS-Belastung
- Empfehlung für die Messung der Strahlung von Rundfunk- und Funkrufantennen
- Standortdatenblatt für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen, inkl. Anleitung zum Ausfüllen
- Meldeformular für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen mit einer gesamten Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt oder einer jährlichen Sendedauer unter 800 Stunden, inkl. Anleitung zum Ausfüllen.

Ein wichtiges Element dieser Vollzugsempfehlung ist das Standortdatenblatt (Anhang 1). Es wird vom Inhaber einer Sendeanlage ausgefüllt. Mit dem Standortdatenblatt gibt er der zuständigen Behörde die technischen Daten einer geplanten Anlage und die in der Umgebung der Anlage zu erwartende NIS-Belastung bekannt. Für jede neu zu erstellende oder zu ändernde Sendeanlage, deren gesamte Sendeleistung (ERP) 6 Watt erreicht oder überschreitet, muss ein Standortdatenblatt eingereicht werden. Bei neuen Anlagen geschieht dies vor der Errichtung, als Beilage zum Baugesuch. Bei bestehenden Anlagen, bevor gewisse, genauer bezeichnete Änderungen an der Anlage vorgenommen werden (siehe Kapitel 2.9). Ein Standortdatenblatt kann auch für bestehende Sendeanlagen ausgefüllt werden, die unverändert weiter betrieben werden. In diesem Fall dient das Standortdatenblatt dazu, einen allfälligen Sanierungsbedarf festzustellen.

Die Behörde kann auf Grund der Angaben im Standortdatenblatt und ihrer Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten beurteilen:

- ob der Anlagegrenzwert der NISV an den Orten mit empfindlicher Nutzung eingehalten sein wird;
- bis zu welchem Grad die von der zu prüfenden Anlage stammende NIS-Belastung den Immissionsgrenzwert der NISV am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt ausschöpft<sup>1</sup>;
- ob Abspernungen und Warnhinweise nötig sind;
- ob eine bestehende Sendeanlage saniert werden muss<sup>2</sup>.

Die Abschnitte zur Messung präzisieren, wie die Strahlung von Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen zu messen und wie ein Messergebnis zu beurteilen ist. Dieser Teil der Empfehlung dient ausserdem als Grundlage für die Akkreditierung von Messlabors.

Die vorliegende Vollzugsempfehlung richtet sich an die Bewilligungsbehörden und die NIS-Fachstellen der Kantone und Städte.

Zuständige Behörde für die Baubewilligung von Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen ist die Baubehörde der Gemeinde oder des Kantons. Die Baubehörden werden häufig durch die

---

<sup>1</sup> Um festzustellen, ob der Immissionsgrenzwert eingehalten ist, muss sie zusätzlich zur deklarierten NIS-Belastung durch die Anlage auch die Vorbelastung durch andere Sendeantennen kennen und einbeziehen.

<sup>2</sup> Alternativ kann der Sanierungsbedarf auch auf Grund einer NIS-Messung festgestellt werden.

kantonalen NIS-Fachstellen unterstützt<sup>3</sup>. Auch die Durchführung von Sanierungsverfahren liegt in kantonaler Zuständigkeit. Für Sendeanlagen auf Masten von Hochspannungsleitungen ist das Eidg. Starkstrominspektorat die zuständige Behörde.

Für Sendeanlagen mit einer gesamten Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt verlangt die NISV nicht, dass ein Standortdatenblatt eingereicht werden muss. Die Behörde kann jedoch für solche Anlagen eine Meldepflicht vorsehen. Diesem Zweck dient das „Meldeformular für Rundfunk- und Funkrundsendedanlagen mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt oder einer jährlichen Sendedauer unter 800 Stunden“ (Anhang 2).

Keine Empfehlungen werden hier für die Ausgestaltung der kantonalen Bewilligungs- oder Melde**verfahren** abgegeben. Es liegt in der Kompetenz der Kantone, festzulegen, in welchem Verfahren die NIS-Beurteilung von Rundfunk- und Funkrundsendedanlagen vorgenommen wird. Die vorliegende Vollzugshilfe mit den integrierten Formularen soll lediglich eine einheitliche Basis schaffen, auf der die Behörde die NIS-Beurteilung vornehmen kann.

---

<sup>3</sup> Die aktuelle Liste der kantonalen und städtischen NIS-Fachstellen findet sich unter <http://www.umwelt-schweiz.ch/elektrosmog> (Rubrik: Kontakte & Infos; Zuständigkeiten).

## 2 Anforderungen der NISV an die einzelne Sendeanlage

### 2.1 Übersicht über die anwendbaren Bestimmungen der NISV

#### **Art. 4 Vorsorgliche Emissionsbegrenzung**

<sup>1</sup>Anlagen müssen so erstellt und betrieben werden, dass sie die in Anhang 1 festgelegten vorsorglichen Emissionsbegrenzungen einhalten.

<sup>2</sup>Bei Anlagen, für die Anhang 1 keine Vorschriften enthält, ordnet die Behörde Emissionsbegrenzungen so weit an, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

#### **Art. 11 Meldepflicht**

<sup>1</sup>Der Inhaber einer Anlage, für die Anhang 1 Emissionsbegrenzungen festlegt, muss der Behörde im Bewilligungs- oder Konzessionsverfahren ein Standortdatenblatt einreichen, wenn die Anlage neu erstellt, an einen andern Standort verlegt, am bestehenden Standort ersetzt oder im Sinne von Anhang 1 geändert wird. Ausgenommen sind elektrische Hausinstallationen (Anhang 1 Ziff. 4).

<sup>2</sup>Das Standortdatenblatt muss enthalten:

- a. die aktuellen und geplanten technischen und betrieblichen Daten der Anlage, soweit sie für die Erzeugung von Strahlung massgebend sind;
- b. den massgebenden Betriebszustand nach Anhang 1;
- c. Angaben über die von der Anlage erzeugte Strahlung:
  1. an dem für Menschen zugänglichen Ort, an dem diese Strahlung am stärksten ist,
  2. an den drei Orten mit empfindlicher Nutzung, an denen diese Strahlung am stärksten ist, und
  3. an allen Orten mit empfindlicher Nutzung, an denen der Anlagegrenzwert nach Anhang 1 überschritten ist;
- d. einen Situationsplan, der die Angaben nach Buchstabe c darstellt.

#### **Anhang 1 NISV**

##### **7 Sendeanlagen für Rundfunk und übrige Funkanwendungen**

###### **71 Geltungsbereich**

<sup>1</sup>Die Bestimmungen dieser Ziffer gelten für Sendeanlagen des Rundfunks und übriger Funkanwendungen, die insgesamt eine äquivalente Strahlungsleistung (ERP) von mindestens 6 W aufweisen und die mindestens 800 Stunden pro Jahr am gleichen Standort senden.

<sup>2</sup>Sie gelten nicht für Funkdienste nach Ziffer 6 und für Richtfunkanlagen.

###### **72 Begriffe**

<sup>1</sup>Als Anlage gelten alle Sendeantennen der Funkanwendungen nach Ziffer 71, die auf demselben Mast angebracht sind oder die in einem engen räumlichen Zusammenhang stehen.

<sup>2</sup>Als Änderung gilt die Erhöhung der maximalen äquivalenten Strahlungsleistung (ERP) oder die Änderung von Senderichtungen.

###### **73 Massgebender Betriebszustand**

Als massgebender Betriebszustand gilt der Betrieb mit der maximalen Sendeleistung.

#### **74 Anlagegrenzwert**

Der Anlagegrenzwert für den Effektivwert der elektrischen Feldstärke beträgt:

- a. für Langwellen- und Mittelwellensender: 8.5 V/m;
- b. für alle übrigen Sendeanlagen: 3 V/m.

#### **75 Neue und alte Anlagen**

<sup>1</sup>Neue und alte Anlagen müssen im massgebenden Betriebszustand an Orten mit empfindlicher Nutzung den Anlagegrenzwert einhalten.

<sup>2</sup>Die Behörde bewilligt Ausnahmen, wenn der Inhaber der Anlage nachweist, dass:

- a. die Anlage mit der niedrigsten Sendeleistung betrieben wird, die für die Erfüllung des vorgesehenen Zwecks der Anlage notwendig ist; und
- b. alle anderen Massnahmen zur Begrenzung der Strahlung, wie ein anderer Standort oder Abschirmungen, die technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sind, getroffen wurden.

#### **76 Änderung alter Anlagen**

Wird eine alte Anlage geändert, so bewilligt die Behörde Ausnahmen von den Anforderungen nach Artikel 9 Absatz 1, wenn die Bedingungen von Ziffer 75 Absatz 2 erfüllt sind.

## **2.2 Anlagedefinition**

Vor Beginn der NIS-Beurteilung muss bestimmt werden, welche Sendeantennen im Sinne der NISV zur Anlage gehören. Nicht jede Sendeantenne auf einem Mast ist nämlich automatisch Teil der Anlage. Für die Anlagezugehörigkeit sind zwei Kriterien massgebend: Einerseits der Verwendungszweck einer Antenne, andererseits der räumliche Zusammenhang.

### **Anhang 1 NISV**

.....

#### **71 Geltungsbereich**

<sup>1</sup>Die Bestimmungen dieser Ziffer gelten für Sendeanlagen des Rundfunks und übriger Funkanwendungen, die insgesamt eine äquivalente Strahlungsleistung (ERP) von mindestens 6 W aufweisen und die mindestens 800 Stunden pro Jahr am gleichen Standort senden.

<sup>2</sup>Sie gelten nicht für Funkdienste nach Ziffer 6 und für Richtfunkanlagen.

#### **72 Begriffe**

<sup>1</sup>Als Anlage gelten alle Sendeantennen der Funkanwendungen nach Ziffer 71, die auf demselben Mast angebracht sind oder die in einem engen räumlichen Zusammenhang stehen.

<sup>2</sup>Als Änderung gilt die Erhöhung der maximalen äquivalenten Strahlungsleistung (ERP) oder die Änderung von Senderichtungen.

Zu einer Sendeanlage nach Anhang 1 Ziffer 71 NISV gehören demnach alle Sendeantennen, welche nicht in Anhang 1 Ziffern 6 und 8 NISV geregelt sind. Es sind dies im Wesentlichen Sendeantennen, die

- für Rundfunk (UKW, DAB<sup>4</sup>, Mittelwelle, TV analog, DVB-T<sup>5</sup>), Funkruf, Flugsicherung, Betriebs- und Amateurfunk eingesetzt werden
- während mindestens 800 Stunden pro Jahr senden
- auf dem gleichen Mast angebracht sind oder in einem engen räumlichen Zusammenhang stehen.

<sup>4</sup> Darin eingeschlossen sind auch weitere terrestrische Rundfunkdienste, die auf dem DAB-Standard basieren, wie DMB (Digital Multimedia Broadcasting)

<sup>5</sup> Darin eingeschlossen sind auch andere terrestrische Rundfunkdienste, die auf dem DVB-Standard basieren, wie DVB-H (Digital Video Broadcasting-Handheld).

Antennen, die die zweite Bedingung erfüllen, sind in erster Linie Rundfunkantennen, Funkrufantennen sowie Sendeantennen der Flugsicherung. Kaum je 800 Betriebsstunden pro Jahr erreichen hingegen Sendeantennen für Amateurfunk und Betriebsfunk, und sollte dies im Ausnahmefall trotzdem vorkommen, befinden sich solche Antennen in der Regel nicht in der Nähe einer Rundfunksendeanlage. Häufig auf dem gleichen Mast befinden sich Rundfunk- und Funkrufantennen, wogegen Sendeantennen der Flugsicherung in der Regel nicht in der Nähe der vorgenannten Antennen stehen. Der vorliegende Bericht beschränkt sich deshalb auf Antennen für **Rundfunk und Funkruf**. Die Beurteilung von Sendeanlagen der Flugsicherung, des Amateur- und Betriebsfunks sowie allfälliger Spezialitäten wird in eigenständigen Vollzugshilfen erläutert, welche den jeweiligen Spezifitäten detailliert Rechnung tragen.<sup>6</sup>

Nach Anhang 1 Ziffer 72 Absatz 1 NISV gehören diejenigen Sendeantennen für Rundfunk und Funkruf auf jeden Fall zur Anlage, welche auf dem gleichen Mast angebracht sind. Benachbarte Sendeantennen – nicht auf dem gleichen Mast – für Rundfunk und Funkruf gelten grundsätzlich ebenfalls als Bestandteil der Anlage, wenn sie in einem engen räumlichen Zusammenhang zu jenen Antennen stehen.

Der Begriff „enger räumlicher Zusammenhang“ ist in der NISV nicht abschliessend festgelegt. In Analogie zum Mobilfunk ist von einem engen räumlichen Zusammenhang dann auszugehen, wenn zwei Sendemasten so nahe beieinander sind, dass die elektrische Feldstärke der einen Sendeanlage am Ort der andern Sendeanlage den Anlagegrenzwert erreicht. Dies ist bei Rundfunk- und Funkrufantennen praktisch nie der Fall. Es wird daher empfohlen, nur die Rundfunk- und Funkrufantennen auf einem gegebenen Mast zu beurteilen und auf den Einbezug benachbarter Antennen grundsätzlich zu verzichten.<sup>7</sup>

Keine Rolle spielen bei der Anlagedefinition die Besitzverhältnisse der Antennen (vgl. Bundesgerichtsentscheid 1A.10/2001/sta für den Fall von Mobilfunkantennen verschiedener Netzbetreiber). Auch Rundfunk- und Funkrufsendeantennen verschiedener Inhaber bilden demnach zusammen eine Anlage, sofern sie sich auf dem gleichen Mast befinden.

Die NISV unterscheidet zwischen alten und neuen Anlagen. Gemäss Artikel 3 Absatz 1 NISV gelten Anlagen als "alt", wenn der Entscheid, der die Bauarbeiten oder die Aufnahme des Betriebs ermöglicht hat, bei Inkrafttreten der NISV (1.2.2000) rechtskräftig war. Alle anderen Anlagen gelten im Sinne der NISV als neu. Für Rundfunk- und Funkrufanlagen ist diese Unterscheidung allerdings materiell nicht von Bedeutung, da die Anforderungen an alte und neue Anlagen gleich sind: Nach Anhang 1 Ziffer 75 müssen sowohl alte als auch neue Anlagen an Orten mit empfindlicher Nutzung den Anlagegrenzwert einhalten, wobei für beide Kategorien im Einzelfall eine Ausnahme bewilligt werden kann.

## 2.3 Inhaber

USG und NISV sprechen an mehreren Stellen vom Inhaber einer Anlage (Art. 10 und 11 NISV; Art. 16 Abs. 3 USG). Diesem fallen in behördlichen Verfahren grundsätzlich die Mitwirkungspflichten zu. Da insbesondere bei Rundfunkanlagen mehrere Partner involviert sein können, ist vorab zu klären, wer als Inhaber der Anlage im umweltrechtlichen Sinn gilt. Beteiligt sind der Programmveranstalter, der Eigentümer sowie der Betreiber der Rundfunktechni-

---

<sup>6</sup> Sollten dennoch Sendeantennen für Betriebsfunk oder Flugsicherung mit einer Sendeleistung über 6 Watt ERP und einer jährlichen Sendedauer über 800 Stunden auf der Anlage vorhanden sein, dann sind diese bei der NIS-Beurteilung der Rundfunk- und Funkrufanlage einzubeziehen.

<sup>7</sup> Sollte von dieser Regel ausnahmsweise abgewichen werden müssen, dann kann als Kriterium für den "engen räumlichen Zusammenhang" ein Zehntel des Radius des Legitimationsperimeters gemäss Kapitel 4.3.2 zugrundegelegt werden.

schen Einrichtung. Werden von derselben Sendeanlage Programme bzw. Funkrufdienste verschiedener Veranstalter abgestrahlt, dann wächst der Kreis der Beteiligten entsprechend an. Es können dann mehrere Veranstalter, mehrere Eigentümer und mehrere Betreiber involviert sein.

Radio- und Fernsehunternehmen verfügen über Konzessionen für die Veranstaltung von Programmen und sind verpflichtet, diese Programme zu verbreiten. Die Sendestandorte und die entsprechenden technischen Parameter sind in Anhängen zur Konzession festgelegt.

Funkrufbetreiber betreiben ihre Netze mit Konzessionen für den Funkbetrieb auf bestimmten Frequenzen; sie haben aber keinen bestimmten Versorgungsauftrag. Sie planen ihre Netze selber und machen dem BAKOM Vorschläge für die Standorte der Sendeanlagen. Das BAKOM prüft und bewilligt die Standorte im Hinblick auf die Frequenzkoordination.

Die Sendeanlagen, welche für die drahtlose Verbreitung der Rundfunkprogramme notwendig sind, werden häufig von Unternehmen betrieben, die nicht mit dem Veranstalter identisch sind. Diese Unternehmen sind von den Veranstaltern durch Verträge beauftragt, die Programme gemäss den Vorgaben der Veranstalter zu verbreiten. Dazu betreiben sie die rundfunktechnischen Einrichtungen (Sendeanlagen) in eigener Verantwortung. Eigentümer der Sendeanlagen kann dabei entweder der Veranstalter oder der Betreiber oder ein Dritter sein.

Inhaber einer Anlage ist gemäss der Bedeutung dieses Begriffes im Umweltschutzrecht derjenige, der faktisch und rechtlich über die Anlage verfügen kann. Bei Rundfunk- und Funkrufanlagen wird NIS durch die Sendeeinrichtung (Sender und Antenne) emittiert. Über diese Sendeeinrichtung hat in der Regel deren Eigentümer die alleinige Herrschaft, weshalb er auch als Inhaber der Anlage im Sinne des USG gilt. In den Fällen, in denen der Eigentümer die konkrete Verantwortung für den Betrieb vertraglich an Dritte delegiert hat, gelten diese umweltrechtlich als Inhaber. Dem Eigentümer oder allenfalls einem vertraglich ermächtigten Dritten obliegen deshalb die Mitwirkungspflichten nach der NISV und sie sind primärer Adressat der Behörden für die Beurteilung der Einhaltung der NISV. Sind mehrere Sendeeinrichtungen an einem Standort in Betrieb und gehören sie mehreren Eigentümern, so wird empfohlen, dass diese einen für die gesamte Sendeanlage verantwortlichen Sprecher, einen so genannten "site manager" bezeichnen. Es zeigt sich aber, dass ein Eingriff bei einer Sendeanlage unter Umständen die Verbreitung des Programms oder die Netzplanung tangieren kann. Letztere wird häufig nicht vom Eigentümer der Anlage, bzw. seinem Beauftragten, sondern vom Veranstalter vorgenommen. Dieser Interessenlage ist in den Verfahren Rechnung zu tragen, indem die Veranstalter von Beginn weg in einem Baubewilligungs- oder Sanierungsverfahren mitwirken können.

In den kantonalen Bewilligungs- oder Sanierungsverfahren sollen die Veranstalter deshalb eine qualifizierte Stellung einnehmen können. Sie sind in diesen Verfahren fraglos Partei, da die Baubewilligung oder Sanierungsverfügung auch ihre Rechte und Pflichten direkt berührt. Den Kantonen wird deshalb empfohlen, die Veranstalter von Beginn weg aktiv in die Verfahren mit einzubeziehen und ihnen insbesondere Einsicht in die Akten, Gelegenheit zur Stellungnahme und die Möglichkeit eigene Vorschläge einzubringen, zu gewähren.



## 2.4 Orte mit empfindlicher Nutzung

Es handelt sich um diejenigen Orte, an denen sich Personen heute oder in Zukunft längere Zeit aufhalten können (Art. 3 Abs. 3 NISV). An diesen Orten ist der Anlagegrenzwert einzuhalten.

### Art. 3 Begriffe

.....

<sup>3</sup>Als Orte mit empfindlicher Nutzung gelten:

- a. Räume in Gebäuden, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten;
- b. öffentliche oder private, raumplanungsrechtlich festgesetzte Kinderspielplätze;
- c. diejenigen Flächen von unüberbauten Grundstücken, auf denen Nutzungen nach den Buchstaben a und b zugelassen sind.

Zu den „Räumen in Gebäuden, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten“ gehören beispielsweise

- Wohnräume
- Schulräume und Kindergärten
- Spitäler, Alters- und Pflegeheime
- Ständige Arbeitsplätze. Als ständiger Arbeitsplatz gilt gemäss Definition des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO ein Arbeitsbereich, wenn er während mehr als 2 ½ Tagen pro Woche durch einen Arbeitnehmer bzw. eine Arbeitnehmerin oder auch durch mehrere Personen nacheinander besetzt ist. Dieser Arbeitsbereich kann auf einen kleinen Raumbereich begrenzt sein oder sich über den ganzen Raum erstrecken<sup>8</sup>. Darunter fallen auch die Bereiche in Tierställen, an denen während mehr als 20 Stunden pro Woche gearbeitet wird.

Den raumplanungsrechtlich festgesetzten Kinderspielplätzen gleichzustellen sind Pausenplätze von Schulhäusern.

Unüberbaute, eingezonte Grundstücke, auf denen empfindliche Nutzungen zulässig sind, werden so behandelt, als wären die Gebäude bereits errichtet. Besteht noch keine Planung, so gilt das gesamte baurechtlich zulässige Volumen als OMEN. Die höchste NIS-Belastung muss dabei nicht notwendigerweise an der Grundstücksgrenze auftreten, sondern kann im Innern des Grundstücks liegen. Im Situationsplan soll für solche Grundstücke die Baulinie bzw. der Grenzabstand eingezeichnet und die nach Zonenplan und Baureglement maximal zulässige Gebäudehöhe vermerkt werden.

Artikel 3 Absatz 3 NISV lässt offen, wie Nutzungsreserven in bestehenden Gebäuden oder auf bereits bebauten Grundstücken zu behandeln sind. Diesbezüglich wird empfohlen, die zum Zeitpunkt der Beurteilung vorliegende Nutzung von Gebäuden und Grundstücken zu Grunde zu legen. Geplante Nutzungserweiterungen, z.B. Dachausbauten, Anbauten oder Gebäudeerhöhungen, sollen dann berücksichtigt werden, wenn entsprechende Projekte im Baubewilligungsverfahren bereits öffentlich aufgelegt sind. Falls nach der Bewilligung einer Rundfunk- oder Funkrufanlage in deren Nähe neue empfindliche Nutzungen entstehen, dann muss die Sendeanlage auch an diesen neuen OMEN den Anlagegrenzwert einhalten. Es ist sinnvoll, den Inhaber bereits in der Baubewilligung für die Sendeanlage auf diesen Umstand hinzuweisen und eine Frist für die Anpassung der Anlage festzulegen für den Fall, dass am zukünftigen, neuen OMEN der Anlagegrenzwert überschritten sein sollte.

Nicht als OMEN zu betrachten sind in der Regel die folgenden Objekte:

---

<sup>8</sup> seco: "Arbeit und Gesundheit - Wegleitung zu den Verordnungen 3 und 4 zum Arbeitsgesetz", 315-5; Bern, Dezember 1999

- Balkone und Dachterrassen
- Autogaragen und -einstellplätze
- Treppenhäuser
- Nichtständige Arbeitsplätze
- Lager- und Archivräume
- Kirchen, Konzert- und Theatersäle
- Campingplätze
- Sport- und Freizeitanlagen sowie Badeanstalten
- Aussichtsterrassen, Aussenbereiche von Bergrestaurants
- Tierställe<sup>9</sup>

Die Abgrenzung zwischen Orten mit empfindlicher Nutzung und Orten für den nur kurzfristigen Aufenthalt (Kapitel 3.2) ist in gewissen Situationen nicht eindeutig und erfordert genaue Kenntnis des Nutzungsverhaltens. Im Zweifelsfall ist es empfehlenswert, diesbezüglich frühzeitig, vor Eingabe des Standortdatenblattes, mit der zuständigen Behörde Kontakt aufzunehmen.

Nach Artikel 11 Absatz 2 Buchstabe c Ziffer 2 NISV müssen die drei höchstbelasteten OMEN identifiziert und es muss deren NIS-Belastung im Standortdatenblatt angegeben werden:

<b>Art. 11 Meldepflicht</b>
.....
<sup>2</sup> Das Standortdatenblatt muss enthalten:
.....
c. Angaben über die von der Anlage erzeugte Strahlung:
1. an dem für Menschen zugänglichen Ort, an dem diese Strahlung am stärksten ist,
2. an den drei Orten mit empfindlicher Nutzung, an denen diese Strahlung am stärksten ist, und
3. an allen Orten mit empfindlicher Nutzung, an denen der Anlagegrenzwert nach Anhang 1 überschritten ist;

Insbesondere bei komplexen Anlagen mit vielen Sendeantennen ist das Auffinden der drei höchstbelasteten OMEN nicht offensichtlich und erfordert unter Umständen eine flächendeckende NIS-Berechnung. Im Sinne der Transparenz sollen daher eine Beschreibung über das gewählte Vorgehen zum Auffinden der relevanten OMEN sowie entsprechende Berechnungsergebnisse (z.B. Feldstärkekarten) mitgeliefert werden. Um die betroffene Bevölkerung umfassend über die zu erwartende NIS-Belastung zu informieren, kann es auch sinnvoll sein, mehr als die drei verlangten OMEN zu untersuchen und mit den Zusatzblättern 3 zum Standortdatenblatt zu dokumentieren.

Wenn innerhalb des Legitimationsperimeters (Kapitel 4.3.2) weniger als drei OMEN vorhanden sind, genügt es, die NIS-Belastung an den in diesem Perimeter liegenden OMEN zu berechnen. Liegt im Perimeter kein einziger OMEN, soll mindestens ein OMEN ausserhalb des Perimeters berechnet werden.

---

<sup>9</sup> Diejenigen Bereiche in Tierställen, in denen während mindestens 20 Stunden pro Woche gearbeitet wird, gelten hingegen als OMEN.

## 2.5 Anlagegrenzwert

Der Anlagegrenzwert für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen ist in Anhang 1 Ziffer 74 NISV festgelegt.

<b>Anhang 1 NISV</b>
.....
<b>74 Anlagegrenzwert</b>
Der Anlagegrenzwert für den Effektivwert der elektrischen Feldstärke beträgt:
a. für Langwellen- und Mittelwellensender: 8.5 V/m;
b. für alle übrigen Sendeanlagen: 3 V/m.

## 2.6 Massgebender Betriebszustand

Die NIS-Beurteilung ist für den massgebenden Betriebszustand der Sendeanlage durchzuführen. Dieser ist wie folgt definiert:

<b>Anhang 1 NISV</b>
.....
<b>73 Massgebender Betriebszustand</b>
Als massgebender Betriebszustand gilt der Betrieb mit der maximalen Sendeleistung.

Bei amplitudenmodulierten Signalen bedarf es einer Präzisierung, auf welche Grösse der Modulationshüllkurve sich die maximale Sendeleistung bezieht. Dies wird in Kapitel 6 für die jeweiligen Modulationsarten im Einzelnen festgelegt.

Der Inhaber muss im Standortdatenblatt die maximal vorgesehene Sendeleistung verbindlich angeben und die NIS-Belastung für diese Sendeleistung berechnen. Bei Rundfunkanlagen handelt es sich um die im Anhang zur Konzession festgelegte Sendeleistung. Der Inhaber kann die Sendeleistung bis zur bewilligten Sendeleistung frei wählen. Er kann diese bereits bei Inbetriebnahme voll ausschöpfen oder die Anlage vorerst mit niedrigerer Sendeleistung betreiben. Änderungen der Sendeleistung innerhalb des bewilligten Bereichs sind nicht bewilligungspflichtig.

Bei Abnahmemessungen ist ein Messergebnis, das nicht bei maximaler Sendeleistung gewonnen wurde, auf die maximale Sendeleistung hochzurechnen.

## 2.7 Errichtung einer neuen Anlage

Neu zu errichtende Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen müssen an Orten mit empfindlicher Nutzung den Anlagegrenzwert einhalten, wobei die Behörde im begründeten Einzelfall Ausnahmen bewilligen kann (Kapitel 2.10). Ebenfalls als neu gelten Sendeanlagen, die am bestehenden Standort ersetzt oder an einen andern Standort verlegt werden. Die massgebenden Definitionen und Anforderungen finden sich in Artikel 3 und Anhang 1 Ziffer 75 NISV.

<b>Art. 3 NISV Begriffe</b>
.....
<sup>2</sup> Anlagen gelten als neu, wenn:
a. der Entscheid, der die Bauarbeiten oder die Aufnahme des Betriebs ermöglicht, bei Inkrafttreten dieser Verordnung noch nicht rechtskräftig war;

- b. sie an einen anderen Standort verlegt werden; oder
- c. sie am bisherigen Standort ersetzt werden; davon ausgenommen sind Eisenbahnen und Strassenbahnen.

## Anhang 1 NISV

### 75 Neue und alte Anlagen

<sup>1</sup>Neue und alte Anlagen müssen im massgebenden Betriebszustand an Orten mit empfindlicher Nutzung den Anlagegrenzwert einhalten

<sup>2</sup>Die Behörde bewilligt Ausnahmen, wenn der Inhaber der Anlage nachweist, dass:

- a. die Anlage mit der niedrigsten Sendeleistung betrieben wird, die für die Erfüllung des vorgesehenen Zwecks der Anlage notwendig ist; und
- b. alle anderen Massnahmen zur Begrenzung der Strahlung, wie ein anderer Standort oder Abschirmungen, die technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sind, getroffen werden.

Die NISV ist am 1. Februar 2000 in Kraft getreten. Sendeanlagen, die vorher bewilligt wurden, gelten im Sinne der NISV als alte Anlagen, nach diesem Datum bewilligte als neue Anlagen.

## 2.8 Sanierung einer alten Anlage

Alte<sup>10</sup> Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen, welche an OMEN den Anlagegrenzwert überschreiten oder - weit seltener - an OKA massgebend zu einer Überschreitung eines Immissionsgrenzwertes beitragen, müssen saniert werden.

### Art. 7 NISV Sanierungspflicht

<sup>1</sup>Die Behörde sorgt dafür, dass alte Anlagen, die den Anforderungen der Artikel 4 und 5 nicht entsprechen, saniert werden.

<sup>2</sup>Sie erlässt die erforderlichen Verfügungen und legt darin die Sanierungsfrist nach Artikel 8 fest. Notfalls verfügt sie für die Dauer der Sanierung Betriebseinschränkungen oder die Stilllegung der Anlage.

<sup>3</sup>Auf die Sanierung kann verzichtet werden, wenn sich der Inhaber verpflichtet, die Anlage innert der Sanierungsfrist stillzulegen.

Zuständig für die Durchführung von Sanierungsverfahren ist der Kanton. Er bezeichnet die zuständige Behörde. Diese holt beim UVEK eine Stellungnahme ein (siehe Kapitel 4.2.2).

Um den Sanierungsbedarf festzustellen, kann wahlweise ein Standortdatenblatt ausgefüllt oder direkt eine NIS-Messung durchgeführt werden. Für Bagatellfälle kann die Behörde auf detaillierte Abklärungen verzichten. Wenn Anlagen bereits ohne behördliche Verfügung saniert wurden, kann die Behörde die Sanierung zur Kenntnis nehmen und auf eine Sanierungsverfügung verzichten, wenn nachgewiesen ist, dass die Anlage den Vorschriften entspricht.

Ergibt die Sanierungsabklärung, dass eine Anlage saniert werden muss, so verfügt die Behörde die Sanierung gestützt auf die vom Inhaber eingereichten Sanierungsvorschläge und legt in der Verfügung auch die Sanierungsfrist fest.

Die Sanierungsfrist beginnt ab dem Erlass der Sanierungsverfügung zu laufen. Nach Artikel 8 NISV beträgt sie bei Überschreitung des Immissionsgrenzwertes maximal drei Jahre und

---

<sup>10</sup> Als "alt" im Sinne der NISV gelten Anlagen, wenn der Entscheid, der die Bauarbeiten oder die Aufnahme des Betriebs ermöglicht, beim Inkrafttreten der NISV, d.h. am 1.2.2000, rechtskräftig war.

bei Überschreitung des Anlagegrenzwertes maximal fünf Jahre, wobei die letztgenannte Frist auf Gesuch hin um maximal 2½ Jahre verlängert werden kann, wenn die Sanierung innert fünf Jahren wirtschaftlich nicht tragbar wäre.

**Art. 8 NISV Sanierungsfrist**

<sup>1</sup>Die Frist für die Durchführung der vorsorglichen Emissionsbegrenzungen richtet sich nach den Vorschriften von Anhang 1. Enthält Anhang 1 keine Vorschriften, so gilt eine Frist von höchstens fünf Jahren. Die Behörde kann die Frist auf Gesuch hin um höchstens die Hälfte verlängern, wenn die Durchführung der Emissionsbegrenzungen innerhalb der ordentlichen Frist wirtschaftlich nicht tragbar wäre.

<sup>2</sup>Für die ergänzenden oder verschärften Emissionsbegrenzungen beträgt die Sanierungsfrist höchstens drei Jahre. Die Behörde legt kürzere Fristen fest, mindestens aber drei Monate, wenn die Massnahmen ohne erhebliche Investitionen durchgeführt werden können.

Gemäss der Übergangsbestimmung der NISV (Artikel 20) hätten die Sanierungsverfügungen bis zum 31. Januar 2002 erlassen werden müssen. Dies war nicht möglich, weil sich die Erarbeitung der vorliegenden Vollzugsempfehlung verzögerte und damit die detaillierten Grundlagen für die Sanierungsabklärung nicht vorlagen.

**Art. 20 NISV Übergangsbestimmung**

Die Behörde erlässt die Sanierungsverfügung nach Artikel 7 innert zweier Jahre nach dem Inkrafttreten dieser Verordnung. Sie berücksichtigt dabei die Dringlichkeit der Sanierung. Für nicht dringliche Fälle kann die zweijährige Frist ausnahmsweise überschritten werden.

Es wird empfohlen, die Übergangsbestimmung sinngemäss anstatt auf das Inkrafttreten der NISV auf die Veröffentlichung der vorliegenden Vollzugsempfehlung zu beziehen. Die obgenannten maximalen Sanierungsfristen von 3 bzw. 5 (7½) Jahren bleiben unverändert. Die konkrete Sanierungsfrist ist fallweise festzulegen.

## 2.9 Änderungen einer Anlage

Die NISV verlangt, dass bei gewissen Anpassungen an einer Sendeanlage ein neues Standortdatenblatt ausgefüllt und eingereicht wird. Nicht jede Anpassung an der Anlage ist indes eine Änderung im Sinn der NISV. NISV-relevant sind Änderungen nur dann, wenn sie entweder die NIS-Belastung bei gleichbleibendem Abstrahlungsmuster erhöhen, oder wenn sie das Abstrahlungsmuster räumlich verändern. Im folgenden wird der Begriff "Änderung" in dieser eingeschränkten Bedeutung verwendet.

Die Behörde bestimmt das Verfahren, in dem solche Änderungen gemeldet und allenfalls bewilligt werden.

Anhang 1 Ziffer 72 Absatz 2 formuliert NIS-relevante Änderungen wie folgt:

<b>Anhang 1 NISV</b>
.....
<b>72 Begriffe</b>
.....
<sup>2</sup> Als Änderung gilt die Erhöhung der maximalen äquivalenten Strahlungsleistung (ERP) oder die Änderung von Senderrichtungen.

Zwei in Anhang 1 Ziffer 72 nicht explizit genannte Anpassungen können vergleichbare Konsequenzen haben wie die Änderung von Senderrichtungen:

- Ersatz einer Antenne durch eine solche mit grösserem Öffnungswinkel
- Neuordnung der Antennen am Mast (insb. in der Höhe).

Es wird empfohlen, auch solche Anpassungen als Änderungen im Sinn der NISV zu behandeln und dabei ein neues Standortdatenblatt einzureichen.

Die bei der Änderung einer Anlage geltenden Anforderungen sind in der NISV auf verschiedene Artikel verteilt.

<b>Art. 6 NISV</b>
Wird eine neue Anlage nach ihrer Inbetriebnahme im Sinne von Anhang 1 geändert, so gelten die Vorschriften über die Emissionsbegrenzung bei neuen Anlagen.

<b>Art. 9 NISV</b>
<sup>1</sup> Wird eine alte Anlage im Sinne von Anhang 1 geändert, so müssen im massgebenden Betriebszustand folgende Anforderungen erfüllt sein:
a. An Orten, mit empfindlicher Nutzung, bei denen vor der Änderung der Anlagegrenzwert überschritten war, darf die magnetische Flussdichte beziehungsweise die elektrische Feldstärke nicht zunehmen.
b. An den anderen Orten mit empfindlicher Nutzung darf der Anlagegrenzwert nach Anhang 1 nicht überschritten werden.
<sup>2</sup> Die Behörde bewilligt Ausnahmen nach Massgabe von Anhang 1.

<b>Anhang 1 NISV</b>
<b>75 Neue und alte Anlagen</b>
.....
<sup>2</sup> Die Behörde bewilligt Ausnahmen, wenn der Inhaber der Anlage nachweist, dass:
a. die Anlage mit der niedrigsten Sendeleistung betrieben wird, die für die Erfüllung des vorgesehenen Zwecks der Anlage notwendig ist; und
b. alle anderen Massnahmen zur Begrenzung der Strahlung, wie ein anderer Standort oder Abschirmungen, die technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sind, getroffen werden.

<b>Anhang 1 NISV</b>
<b>76 Änderung alter Anlagen</b>
Wird eine alte Anlage geändert, so bewilligt die Behörde Ausnahmen von den Anforderungen nach Artikel 9 Absatz 1, wenn die Bedingungen von Ziffer 75 Absatz 2 erfüllt sind.

<b>Art. 18 USG Umbau und Erweiterung sanierungsbedürftiger Anlagen</b>
<sup>1</sup> Eine sanierungsbedürftige Anlage darf nur umgebaut oder erweitert werden, wenn sie gleichzeitig saniert wird.
.....

Bei Rundfunk- und Funkrufanlagen lassen sich fünf verschiedene rechtliche Stati einer zu ändernden Anlage unterscheiden. Je nach Ausgangsstatus sind bei einer Änderung unterschiedliche Artikel der NISV anzuwenden, wobei sich die materiellen Anforderungen mit einer Ausnahme als gleich herausstellen. Eine Zusammenstellung findet sich in Tabelle 1.

Besonders zu erwähnen sind alte Sendeanlagen, die sanierungsbedürftig und noch nicht saniert sind. Wird bei einer solchen Anlage eine Änderung geplant, dann muss die Anlage gemäss Artikel 18 USG gleichzeitig saniert werden. Sanierung bedeutet bei Rundfunk- und Funkrufanlagen die Einhaltung des Anlagegrenzwertes an OMEN. Anders sieht es dagegen bei alten Sendeanlagen aus, welchen bereits im Rahmen des Sanierungsverfahrens eine Ausnahme zur Überschreitung des Anlagegrenzwertes zugestanden wurde. Es hat somit bereits eine vertiefte Abklärung von emissionsmindernden Massnahmen stattgefunden mit dem Ergebnis, dass sich der AGW mit verhältnismässigem Aufwand nicht einhalten lässt. Wird eine solche Anlage geändert, dann ist die weniger strenge Anforderung von Artikel 9 NISV massgebend, welche vereinfacht besagt, dass die NIS-Belastung an OMEN mit überschrittenem Anlagegrenzwert nicht noch höher werden darf.

Generell kann die Behörde in jedem der fünf Fälle von Tabelle 1 die Anforderung mit einer Ausnahmegewilligung lockern. Die Kriterien sind in Kapitel 2.10 näher erläutert. Eine Ausnahmegewilligung, welche bereits vor der Änderung der Anlage erteilt wurde, erlischt allerdings mit der Änderung. Wird eine solche auch nach der Änderung beansprucht, ist sie erneut zu beantragen und zu begründen.

Status der Anlage vor der Änderung					Anforderung bei der Änderung	
Datum der Bewilligung	AGW	Sanierungsverfahren	Ausnahmegewilligung	Anlage NISV-konform	Relevanter Verordnungs-/Gesetzesartikel	materielle Anforderung <sup>a)</sup>
nach 1.2.2000	eingehalten	b)	nicht nötig	ja	Art. 6 NISV	AGW einhalten
nach 1.2.2000	überschritten	b)	liegt vor	ja	Art. 6 NISV	AGW einhalten
vor 1.2.2000	eingehalten	abgeschlossen	nicht nötig	ja	Anh. 1 Ziff. 75 NISV	AGW einhalten
vor 1.2.2000	überschritten	abgeschlossen	liegt vor	ja	Art. 9 NISV i.Z. mit Anh. 1 Ziff 76 NISV	an OMEN mit überschrittenem AGW keine Zunahme der Belastung; an allen übrigen OMEN AGW einhalten.
vor 1.2.2000	überschritten	nicht abgeschlossen	liegt nicht vor	nein (sanierungsbedürftig)	Art. 18 USG; Anh. 1 Ziff. 75 NISV	AGW einhalten

**Tabelle 1: Anforderungen bei der Änderung einer Rundfunk- oder Funkrufsendeanlage**

<sup>a)</sup> Ausnahmen können im begründeten Einzelfall bewilligt werden.

<sup>b)</sup> nicht anwendbar

Keine Änderung im Sinne der NISV sind die folgenden Anpassungen. Diese dürfen bewilligungsfrei und ohne Einreichung eines neuen Standortdatenblattes erfolgen:

- Die Erhöhung der Sendeleistung, solange diese unterhalb der bewilligten bleibt.
- Ein Frequenzwechsel innerhalb des im Standortdatenblatt spezifizierten Frequenzbereichs, solange das Sendesignal über dieselben Antennen abgestrahlt wird.
- Die Feinjustierung der Sendeanennen innerhalb der festgelegten Montagetoleranzen
- Rein bauliche Anpassungen sowie der Ersatz von Antennen, Kabeln, Combinern oder der Sendeelektronik durch solche mit gleichen Spezifikationen, solange nicht die gesamte Sendeanlage ersetzt wird (siehe Kapitel 2.7).

## 2.10 Ausnahmebewilligungen

Während die Immissionsgrenzwerte stets einzuhalten sind, kann die Behörde im begründeten Einzelfall mit einer Ausnahmebewilligung die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen von Anhang 1 Ziffer 7 NISV lockern. Die Bedingungen für eine Ausnahmebewilligung sind in Anhang 1 Ziffer 75 Absatz 2 festgelegt. Sie gelten gleichermassen bei der Erstellung neuer sowie der Sanierung und Änderung alter Anlagen.

<b>Anhang 1 NISV</b>
<p><b>75 Neue und alte Anlagen</b></p> <p>.....</p> <p><sup>2</sup>Die Behörde bewilligt Ausnahmen, wenn der Inhaber der Anlage nachweist, dass:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. die Anlage mit der niedrigsten Sendeleistung betrieben wird, die für die Erfüllung des vorgesehenen Zwecks der Anlage notwendig ist; und</li> <li>b. alle anderen Massnahmen zur Begrenzung der Strahlung, wie ein anderer Standort oder Abschirmungen, die technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sind, getroffen werden.</li> </ol>
<b>Art. 3 NISV Begriffe</b>
<p>.....</p> <p><sup>4</sup>Technisch und betrieblich möglich sind Massnahmen zur Emissionsbegrenzung, die:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. bei vergleichbaren Anlagen im In- oder Ausland erfolgreich erprobt sind; oder</li> <li>b. bei Versuchen erfolgreich eingesetzt wurden und nach den Regeln der Technik auf andere Anlagen übertragen werden können.</li> </ol> <p><sup>5</sup>Wirtschaftlich tragbar sind Massnahmen zur Emissionsbegrenzung, die für einen mittleren und wirtschaftlich gesunden Betrieb der betreffenden Branche zumutbar sind. Gibt es in einer Branche sehr unterschiedliche Klassen von Betriebsgrössen, so ist von einem mittleren Betrieb der entsprechenden Klasse auszugehen.</p>

Ausnahmebewilligungen dürfen nicht zur Regel werden. Eine Ausnahmebewilligung wird stets nur im Einzelfall nach eingehender Prüfung von NIS-reduzierenden Massnahmen und/oder Standortalternativen erteilt. Der Inhaber hat der Behörde im Rahmen des Bewilligungs- oder Sanierungsverfahrens zusammen mit dem Standortdatenblatt ein Gesuch um Ausnahmebewilligung zu stellen. Dieses muss begleitet sein von einer Beschreibung der bereits realisierten bzw. vorgesehenen emissionsreduzierenden Massnahmen und einer detaillierten Beschreibung und Evaluation von weiteren grundsätzlich möglichen Massnahmen, die der Inhaber nicht zu realisieren gedenkt. Die Mehrkosten der aufgeführten Massnahmen sind darzulegen und der Verzicht eingehend zu begründen.



Kriterien für die niedrigste Sendeleistung gemäss Anhang 1 Ziffer 75 Absatz 2 Buchstabe a sind bei Radio- und Fernsehsendern:

- die im Versorgungsgebiet notwendige Empfangs-Feldstärke für die jeweilige in der Konzession festgelegte Nutzungsart (z.B. mobiler Empfang, portabler Indoor-Empfang, portabler Outdoor-Empfang, stationärer Outdoor-Empfang über Dachantenne)
- der Störabstand gegenüber inländischen Sendesignalen auf derselben Frequenz
- bei Gleichwellennetzen der Störabstand gegenüber Sendern auf der gleichen Frequenz ausserhalb der jeweiligen Versorgungszone,
- der Störabstand gegenüber ausländischen Sendern im gleichen Band,
- die notwendige Empfangsfeldstärke für den Ball-Empfang<sup>11</sup> für die Anspeisung weiterer Rundfunksender, soweit dieser in der Konzession festgehalten ist,
- der Leistungsausgleich zwischen mehreren Sendern für den automatischen Frequenzwechsel bei mobilem UKW-Empfang im Auto.

Diese Kriterien sind in den einschlägigen Normen der ITU spezifiziert. Das BAKOM erstellt für jede Sendeanlage einen internationalen Koordinationsbericht, in dem diese Normen konkret angewandt werden.

---

<sup>11</sup> Ball-Empfang: eine Sendeanlage erhält das zu verbreitende Sendesignal nicht via Kabel, sondern drahtlos von einer anderen Rundfunksendestation.



# 3 Anforderungen der NISV an die gesamte Hochfrequenzimmission

## 3.1 Grundsatz

Die NISV begrenzt nicht nur die Strahlung einer einzelnen Anlage (Kapitel 2), sondern auch die Hochfrequenzstrahlung insgesamt, unabhängig von ihrer Herkunft:

<b>Art. 5 Ergänzende und verschärfte Emissionsbegrenzung</b>
--

<sup>1</sup> Steht fest oder ist zu erwarten, dass ein oder mehrere Immissionsgrenzwerte nach Anhang 2 durch eine einzelne Anlage allein oder durch mehrere Anlagen zusammen überschritten werden, so ordnet die Behörde ergänzende oder verschärfte Emissionsbegrenzungen an.
--

<sup>2</sup> Sie ordnet ergänzende oder verschärfte Emissionsbegrenzungen so weit an, bis die Immissionsgrenzwerte eingehalten werden.
--

.....
-------

Diese Begrenzung der gesamten Hochfrequenzstrahlung ist in Anhang 2 NISV in Form von Immissionsgrenzwerten festgelegt. Die Immissionsgrenzwerte müssen überall eingehalten werden, wo sich Personen – auch nur kurzfristig – aufhalten können. Sie gelten somit, anders als die Anlagegrenzwerte, nicht nur an Orten mit empfindlicher Nutzung, sondern an allen zugänglichen Orten.

Die gesamte Hochfrequenzstrahlung setzt sich zusammen aus dem Beitrag, der von der untersuchten Rundfunk-/Funkrufsendeanlage stammt, und der Vorbelastung durch andere Sendeantennen (z.B. Antennen für Mobilfunk, Flugsicherung, Betriebsfunk, Amateurfunk oder Richtfunk). Je näher sich solche anlagefremden Antennen bei der Rundfunk-/Funkrufanlage befinden und je höher ihre Sendeleistung ist, desto höher ist die Vorbelastung. Erfahrungsgemäss ist der Vorbelastung nur dann Beachtung zu schenken, wenn sich anlagefremde Antennen am gleichen Standort wie die Rundfunk-/Funkrufanlage befinden.

Zuständig für die Beurteilung der gesamten Hochfrequenzstrahlung bezüglich dem Immissionsgrenzwert ist die Behörde. Der Inhaber gibt der Behörde im Standortdatenblatt lediglich den Beitrag seiner Anlage an die Gesamtbelastung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt bekannt. Die Behörde fügt dann die Beiträge verschiedener Anlagen zu einer Gesamtbeurteilung zusammen.

Zur Vereinfachung des Vollzugs ist es erwünscht, wenn der Inhaber der Behörde ein Verzeichnis der ihm bekannten anlagefremden Antennen – ohne technische Spezifikationen – abgibt, die sich auf dem gleichen Mast befinden. Die Behörde kann damit abschätzen, ob die Vorbelastung für die NIS-Beurteilung von Bedeutung sein könnte. Die Auflistung der anlagefremden Antennen erfolgt mit dem Zusatzblatt 4 zum Standortdatenblatt.

## 3.2 Orte für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA)

Gemäss Artikel 11 Absatz 2 muss die Strahlung für denjenigen Ort ermittelt und angegeben werden, an dem sie am stärksten ist.

<b>Art. 11 Meldepflicht</b>
.....
<sup>2</sup> Das Standortdatenblatt muss enthalten:
.....
c. Angaben über die von der Anlage erzeugte Strahlung:
1. an dem für Menschen zugänglichen Ort, an dem diese Strahlung am stärksten ist,
.....

In der Regel handelt es sich beim höchstbelasteten Ort um einen Ort, an dem sich Menschen nur kurzfristig aufhalten. Im Folgenden wird für solche Orte der Begriff „Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA)“ verwendet. Bei der NIS-Beurteilung von Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen sind vor allem folgende OKA von Bedeutung:

- Aussichtsplattformen auf oder neben Sendetürmen
- bei Mittelwellensendern: das in der Regel landwirtschaftlich genutzte Gelände, auf dem die Sendeanlage steht.

Die NIS-Beurteilung wird in der Regel für eine Höhe von 1.50 m über dem zugänglichen Boden durchgeführt. Nicht in Betracht fallen jene Bereiche, die nur von technischem Personal betreten werden können, welches Arbeiten an der Antennenanlage durchführt.<sup>12</sup>

## 3.3 Immissionsgrenzwerte

Anhang 2 der NISV legt Immissionsgrenzwerte für verschiedene physikalische Grössen fest. Bei Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen ist es - mit Ausnahme der Mittelwellensender<sup>13</sup> - ausreichend, die Beurteilung nur für den Effektivwert der elektrischen Feldstärke durchzuführen.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> Für Arbeitskräfte, die solche Arbeiten ausführen, oder für Personal, welches entsprechend instruiert wurde, gelten nicht die Grenzwerte der NISV, sondern diejenigen der SUVA (neuste Ausgabe: „Grenzwerte am Arbeitsplatz 2005“, SUVA, Luzern, 2005).

<sup>13</sup> Bei Mittelwellensendern befinden sich die höchstbelasteten zugänglichen Orte in der Regel im Nahfeld der Antenne. In diesen Fällen ist sowohl die elektrische als auch die magnetische Feldstärke zu messen. Liegen namhafte Immissionen bei zwei oder mehr Frequenzen im Bereich zwischen 100 kHz und 10 MHz vor, dann sind deren Immissionsbeiträge sowohl linear (Anh. 2 Ziff. 221 NISV) als auch quadratisch (Anh. 2 Ziff. 222 NISV) zu summieren. Massgebend ist der höhere der beiden Summenwerte.

<sup>14</sup> Für den Frequenzbereich unterhalb von 110 MHz legt Anhang 2 der NISV auch Immissionsgrenzwerte für den induzierten Körperableitstrom (Ziff. 12) und den Berührungstrom (Ziff. 13) fest. Mangels Praxiserfahrungen kann derzeit keine generelle Empfehlung gegeben werden, in welchen Situationen die Einhaltung dieser Immissionsgrenzwerte zusätzlich zu denjenigen für die elektrische Feldstärke zu überprüfen ist und wie die betreffenden Grössen zu ermitteln sind. Eine Abklärung der Berührungsströme ist sicher bei einer in Betrieb stehenden Sendeanlage angezeigt, wenn sich Personen bei der Berührung leitfähigen Objekten durch elektrische Ströme belästigt fühlen.

Es sind zwei Situationen zu unterscheiden:

- Es sind nur Immissionen einer **einzig**en Frequenz (oder eines engen Frequenzbandes) vorhanden. In diesem Fall wird der Immissionsgrenzwert in Einheiten der Feldstärke angegeben, und die berechnete oder gemessene Feldstärke kann direkt mit dem Immissionsgrenzwert verglichen werden. Der Immissionsgrenzwert ist frequenzabhängig; er ist für die für Rundfunk- und Funkruf relevanten Frequenzbänder in Tabelle 2 zusammengestellt.

Frequenzbereich	Immissionsgrenzwert
0.1 - 1 MHz	87 V/m
1 - 10 MHz	$87 / \sqrt{f}$ V/m
10 - 400 MHz	28 V/m
400 - 2000 MHz	$1.375 \sqrt{f}$ V/m

**Tabelle 2: Immissionsgrenzwert für den Effektivwert der elektrischen Feldstärke.**  
Die Frequenz  $f$  ist in der Einheit MHz in die Formeln einzusetzen.

- Es sind Immissionen bei **mehreren** Frequenzen oder Frequenzbändern gleichzeitig vorhanden. Dies ist bei Sendeanlagen, die sowohl Radio- als auch Fernsehsignale ausstrahlen, die Regel. In diesem Fall wird zuerst der Beitrag jedes Sendesignals einzeln ermittelt und es wird berechnet, bis zu welchem Grad (in %) dieses „seinen“ Immissionsgrenzwert ausschöpft. Diese einzelnen „Ausschöpfungsgrade“ werden anschliessend quadratisch addiert. Als Ergebnis erhält man die Angabe, zu wieviel % die elektrische Feldstärke der Anlage insgesamt den Immissionsgrenzwert ausschöpft. Die entsprechende Berechnungsformel lautet:

Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes (in %):

$$100 \cdot \sqrt{\sum_f \left( \frac{E_f}{IGW_f} \right)^2} \quad (1)$$

Dabei bedeuten:

$f$  Frequenz

$E_f$  elektrische Feldstärke der Frequenz  $f$ , in V/m

$IGW_f$  Immissionsgrenzwert für die Frequenz  $f$ , in V/m

Zu summieren ist über alle von Rundfunk und Funkruf auf der untersuchten Anlage ausgestrahlten Frequenzen  $f$ . In die Summe nicht einbezogen wird Richtfunkstrahlung; diese wird separat und nur qualitativ beurteilt (siehe Kapitel 3.4).

### **3.4 Richtfunkantennen**

Häufig befinden sich neben Rundfunk- oder Funkrufantennen auf dem gleichen Mast auch Richtfunkantennen. Anhang 1 Ziffer 6 NISV nimmt die Richtfunkantennen zwar von vorsorglichen Emissionsbegrenzungen aus, die Immissionsgrenzwerte von Anhang 2 NISV gelten jedoch auch für Richtfunkstrahlung.

Die Strahlung von Richtfunkantennen ist nur direkt im eng gebündelten Richtstrahl von Bedeutung. Nur dort könnte es, sofern die der Richtfunkantenne zugeführte Leistung ausreichend stark ist, zu einer Überschreitung des Immissionsgrenzwerts kommen.

Bei Richtfunkantennen ist es daher gerechtfertigt, auf eine detaillierte Berechnung des Strahlungsbeitrags zu verzichten. Es genügt der qualitative Nachweis, dass Personen nicht direkt vor die Richtfunkantenne gelangen können. Dies ist für die störungsfreie Funktion der Richtfunkverbindung ohnehin gefordert und kann durch eine ausreichende Montagehöhe der Richtfunkantenne über zugänglichem Boden sichergestellt werden. Der Perimeter zur Legitimation von Einsprachen und Beschwerden gemäss Kapitel 4.3.2 ist für Richtfunkantennen nicht anwendbar.

Zur Vereinfachung des Vollzugs soll der Inhaber der Behörde auch die für den Betrieb der Anlage vorgesehenen Richtfunkantennen sowie deren Höhe über zugänglichem Grund bekannt geben. Dazu dient das Zusatzblatt 4 zum Standortdatenblatt.

### **3.5 Absperrungen**

In unmittelbarer Nähe von leistungsstarken Sendeanlagen kann es vorkommen, dass der Immissionsgrenzwert ausgeschöpft oder überschritten wird. In diesem Fall muss durch Absperrungen dafür gesorgt werden, dass Menschen nicht in den Bereich gelangen können, in dem der Immissionsgrenzwert überschritten ist. Der Inhaber muss die Behörde über die vorgesehene Absperrung informieren. Der Behörde wird empfohlen, die notwendige Absperrung in die Bewilligung aufzunehmen und deren Ausführung nach Inbetriebnahme der Anlage zu kontrollieren.

## 4 Verfahren und Zuständigkeiten

### 4.1 Konzessionierung

Das schweizerische Rundfunkrecht geht gemäss Radio- und Fernsehgesetz (RTVG)<sup>15</sup> von der Einheitskonzession aus, welche sowohl die Produktion von Programmen als auch deren technische Verbreitung umfasst (Art. 2 RTVG). Die Veranstalterkonzession besteht denn auch aus dem medienrechtlich/-politischen und dem verbreitungstechnischen Teil. Letzterer wird Netzbeschrieb genannt und besteht – insbesondere bei der terrestrischen Verbreitung – aus Datenblättern für die einzelnen Sendeanlagen. Instruierende Behörde ist stets das Bundesamt für Kommunikation (Art. 5 Abs. 3 RTVV<sup>16</sup>).

Bei der Programmverbreitung über UKW- und Mittelwelle werden das Versorgungsgebiet und die Versorgungsqualität in entsprechenden Weisungen des Bundesrates definiert<sup>17</sup>. Das BAKOM als Instruktionsbehörde in den jeweiligen Konzessionsverfahren ist auch zuständig für die Erstellung der Sendernetzpläne (Art. 29 RTVV) und das Frequenzmanagement im Allgemeinen (inklusive Frequenzplanung, -zuteilung und –koordination).<sup>18</sup>

#### 4.1.1 Das 3-Ebenen-Modell

Der elektronischen Medienlandschaft liegt das sogenannte 3-Ebenen-Modell zugrunde, welches drei Hauptarten von Rundfunkkonzessionen charakterisiert:

- *Internationale Radio- und TV-Konzessionen:* Konzessionierende Behörde ist der Bundesrat; das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) regelt die technische Verbreitung (Art. 33 ff. und Art. 20a RTVG; Art. 1 Abs. 2 RTVV). Da keine internationale terrestrische Verbreitung mehr praktiziert wird, ist diese Kategorie nicht NIS-relevant.
- *Nationale und sprachregionale Radio- und TV-Konzessionen:* Konzessionierende Behörde ist der Bundesrat; das UVEK regelt die technische Verbreitung (Art. 31 und Art. 20a RTVG; Art. 1 Abs. 2 RTVV). NIS-relevant ist hier einzig die drahtlose terrestrische Verbreitung der SRG-Radio- und TV-Programme (vgl. Konzession SRG SSR vom 18. November 1992<sup>19</sup>). Die SRG hat in Bezug auf die Programmversorgung (Produktion und Verbreitung) einen gesetzlichen und konzessionsrechtlichen Leistungsauftrag (Art. 26 ff. RTVG; siehe insb. Art. 28 RTVG).
- *Lokale und regionale Radio- und TV-Konzessionen:* konzessionierende Behörde ist das UVEK, es regelt auch die technische Verbreitung (Art. 10 Abs. 3, Art. 20a RTVG und Art. 1 Abs. 1 RTVV). NIS-relevant ist auch hier einzig die drahtlose terrestrische Verbreitung der lokalen Programme. Die Lokalsender haben ebenfalls einen Leistungsauftrag in inhaltlicher und verbreitungstechnischer Hinsicht zu erfüllen (Art. 21 ff. RTVG; individuelle Konzession).

---

<sup>15</sup> SR 784.40

<sup>16</sup> SR 784.401

<sup>17</sup> Weisungen für die UKW-Sendernetzplanung vom 27. Okt. 2004 (BBI 2004 6705) und Weisungen für die Gestaltung der Mittelwellensendernetzplanung vom 27. Okt. 2004 (BBI 2005 6715)

<sup>18</sup> 172.217.1 Organisationsverordnung für das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (OV-UVEK) vom 6. Dezember 1999; Art. 11

<sup>19</sup> BBI 1992 VI 567

#### 4.1.2 Konzessionsarten

- *Dauerkonzessionen*: Die internationalen, nationalen/regionalen und die lokalen/regionalen Konzessionen werden in der Regel für eine Dauer von 10 Jahren erteilt (Art. 4 Abs. 1 RTVV). Konzessionen mit terrestrischer Verbreitung werden in der Regel nur aufgrund einer öffentlichen Ausschreibung zugesprochen (Art. 5 Abs. 2 RTVV). Da die SRG einen Versorgungsauftrag zu erfüllen hat, wird die entsprechende Frequenznutzung allerdings nicht ausgeschrieben.
- *Kurzveranstaltungskonzessionen* (Art. 10 Abs. 3 RTVG, Art. 1 Abs. 3 RTVV) werden vom BAKOM für eine Sendedauer von höchstens 30 Tagen pro Jahr erteilt. Die Sendeanlagen sind von der Einhaltung des Anlagegrenzwertes befreit (Anh. 1 Ziff. 71 Abs. 1 NISV).
- *Versuchskonzessionen* (Art. 10 Abs. 3 RTVG, Art. 1 Abs. 3 RTVV) werden vom BAKOM für längstens 3 Jahre erteilt (Art. 4 Abs. 3 RTVV); sie können eine drahtlose terrestrische Verbreitung zur Folge haben und sind dementsprechend relevant im Hinblick auf die Vorgaben in Anhang 1 NISV. Die Parameter der terrestrischen Abstrahlung werden vom BAKOM im technischen Anhang der Konzession geregelt.
- *Weiterverbreitungskonzessionen* (Art. 43 ff. RTVG) werden gemäss Art. 22 RTVV vom BAKOM erteilt. Die Weiterverbreitung kann drahtlos auf Rundfunkfrequenzen erfolgen. Die Parameter der Abstrahlung werden vom BAKOM im technischen Anhang der Konzession geregelt.

#### 4.1.3 Frequenzen und Sendestandorte

Der Ablauf des Verfahrens zur Zuteilung von Frequenzen und Sendeleistungen ist je nach Art der Verbreitungstechnik unterschiedlich.

##### ***UKW-Radio (siehe Abbildung 1)***

Ein entsprechendes Verfahren kann einerseits durch den Veranstalter oder durch das BAKOM (z.B. wenn Versorgungslücken festgestellt werden) ausgelöst werden. Das BAKOM führt die Sendernetzplanung gemäss den Weisungen des Bundesrates durch. Gemeinsam mit dem Veranstalter wird ein geeigneter Antennenstandort evaluiert. Anschliessend bestimmt das BAKOM die Abstrahlparameter. Eine Grobprüfung der NIS-Belastung in der Umgebung des vorgesehenen Standorts der Sendeanlage auf theoretischer Basis wird anlässlich dieser Planung ebenfalls durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Evaluation werden in Form eines provisorischen Datenblattes („Préavis“) dem Veranstalter mitgeteilt. Dieses dient auch als Grundlage für die Vorbereitung des Baugesuchs.

Der Veranstalter erstellt nun die Realisierungsplanung zusammen mit dem Betreiber der Anlagen. Anschliessend reicht der Inhaber der Anlage bei der Gemeinde das Baugesuch ein. Parallel dazu leitet das BAKOM die Planung der definitiven Frequenzen und die internationale Koordination ein.

Nachdem die Baubewilligung der Gemeinde oder des Kantons vorliegt, werden die definitiven Frequenzen und die Sendeleistungen im technischen Anhang durch Verfügung des UVEK festgelegt. Danach muss die Anlage in der Regel innerhalb von 6 Monaten in Betrieb genommen werden.



## **Analoges Fernsehen und digitaler Rundfunk (DAB, DVB) (siehe Abbildung 2)**

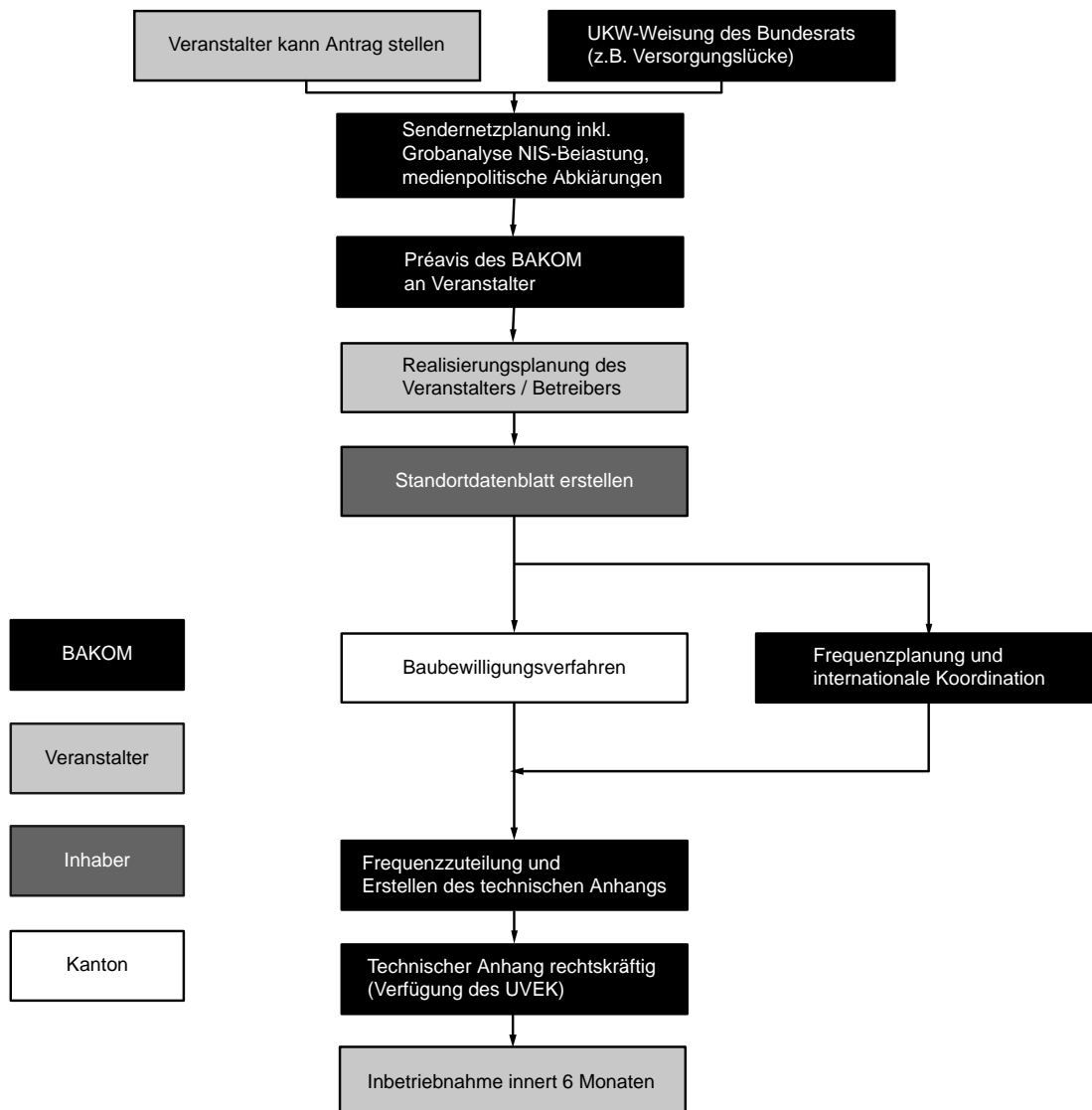
Die Antragstellerin (z.B. Veranstalter, Netzbetreiber) reicht beim BAKOM ein Konzept, unter anderem mit dem gewünschten Versorgungsgebiet und den Programmen, ein. Das BAKOM prüft den Antrag nach medienpolitischen, ökonomischen und technischen Gesichtspunkten. Die Planung der Antennenstandorte wird durch den Betreiber/Veranstalter durchgeführt und vom BAKOM geprüft. In enger Zusammenarbeit zwischen Antragstellerin und BAKOM wird das Projekt bezüglich Frequenzökonomie und technischer Realisierung diskutiert. Das BAKOM teilt der Antragstellerin die Frequenzen provisorisch zu.

Die Antragstellerin führt nun die Versorgungsplanung mit Senderstandorten, Sendeleistungen, Versorgungskarten etc. durch. Eine Grobabschätzung der NIS-Belastung in der Umgebung der vorgesehenen Sendeanlagen ist ebenfalls Gegenstand dieser Planung. Anhand der eingereichten Unterlagen führt das BAKOM die Interferenz- und Verträglichkeitsanalysen durch. Je nach Ergebnis muss das Projekt noch angepasst werden (insbesondere das interferenzbegrenzte Versorgungsgebiet).

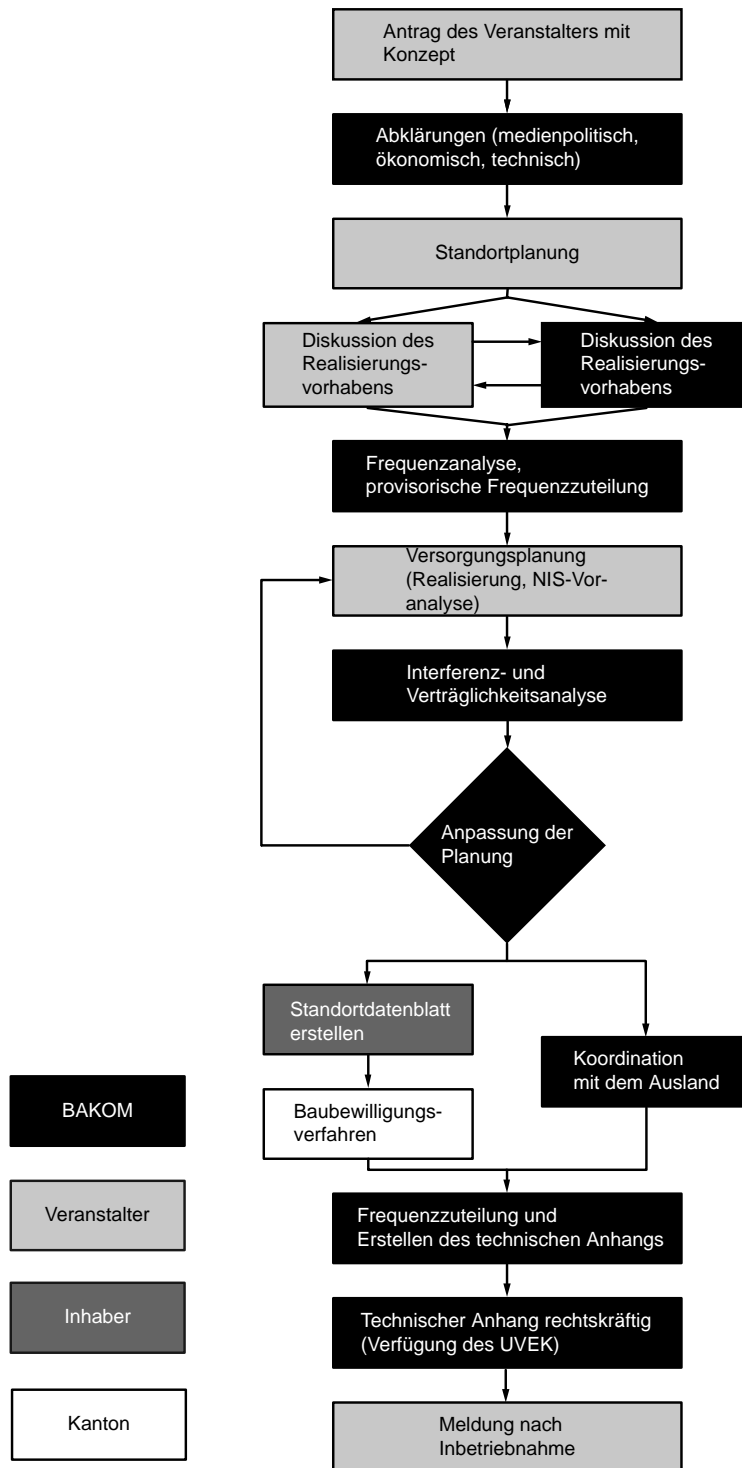
Anschliessend leitet das BAKOM die Koordination mit dem Ausland ein und der Anlageinhaber reicht bei der Gemeinde das Baugesuch ein.

Nach erfolgreicher Koordination und nachdem die Baubewilligung der Gemeinde oder des Kantons vorliegt, werden die definitiven Frequenzen zugeteilt und der technische Anhang durch Verfügung des UVEK in Kraft gesetzt. Die Sender werden durch das BAKOM bei der ITU notifiziert.

Der Konzessionär meldet dem BAKOM die Inbetriebnahme der Sendeanlagen innert Wochenfrist.



**Abbildung 1: Ablaufschema für die konzessions- und baurechtliche Genehmigung einer Sendeanlage für UKW-Radio**



**Abbildung 2: Ablaufschema für die konzessions- und baurechtliche Genehmigung einer Sendeanlage für Fernsehen und DAB**

## 4.2 Sanierungsverfahren

Für die Durchführung von Sanierungsverfahren von Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen sind die Kantone zuständig. Im folgenden bedeutet "Behörde" die zuständige kantonale Behörde.

### 4.2.1 Sanierungsabklärung

Bei der Abklärung, welche bestehenden Rundfunk- und Funkrufanlagen sanierungsbedürftig sind, soll schrittweise vorgegangen werden:

1. Wenn bereits ein Standortdatenblatt für die Sendeanlage vorhanden ist, kann dieses der Behörde abgegeben werden. Falls kein Standortdatenblatt vorhanden ist, wird gemäss den Punkten 2 bis 5 vorgegangen.
2. Die Anlageinhaber übergeben der Behörde eine Liste der bestehenden Sendeanlagen mit folgenden Angaben:
  - Koordinaten
  - Totale Sendeleistung (ERP) der Anlage in Watt
  - Angabe, ob sich Orte mit empfindlicher Nutzung (siehe Kap. 2.4) innerhalb eines Perimeters mit dem Radius

$$R = \frac{7}{3} \cdot \sqrt{\text{Totale Sendeleistung (ERP) (in Metern)}} \quad (2)$$

- befinden.
  - Die von der Anlage emittierten Funkdienste und Programme
3. Bei Sendeanlagen, bei denen sich keine OMEN innerhalb des obgenannten Perimeters befinden, kann die Behörde auf weitere Abklärungen verzichten. Wenn eine Anlage bereits ohne behördliche Verfügung saniert wurde, kann die Behörde die Sanierung zur Kenntnis nehmen und auf weitere Abklärungen verzichten, sofern nachgewiesen ist, dass die Anlage den Vorschriften entspricht. Der Nachweis für die Einhaltung der Vorschriften kann mit einem vollständig ausgefüllten Standortdatenblatt oder durch eine Abnahmemessung erbracht werden.
  4. Für die übrigen Sendeanlagen verlangt die Behörde wahlweise ein vollständig ausgefülltes Standortdatenblatt oder eine Abnahmemessung.
  5. Ergibt die Sanierungsabklärung, dass die Sendeanlage den Anlagegrenzwert überschreitet, oder dass ein Immissionsgrenzwert überschritten ist, so leitet die Behörde ein Sanierungsverfahren ein.

### 4.2.2 Sanierungsverfügung

Wenn die Sanierungsabklärung nach Kapitel 4.2.1 ergibt, dass eine Sendeanlage saniert werden muss, wird empfohlen, wie folgt vorzugehen:

1. Der Inhaber der Sendeanlage macht der Behörde einen Vorschlag für die Sanierung der Anlage oder/und stellt ein Gesuch für eine Ausnahmegewilligung.
2. Die Behörde holt beim UVEK eine Stellungnahme zu den Sanierungsvorschlägen bzw. zum Gesuch um eine Ausnahmegewilligung des Anlageinhabers ein. Das UVEK äussert sich insbesondere dazu, ob die vorgesehene Sanierungsmassnahme die Einhaltung der Konzession gefährden würde, beziehungsweise ob die Bewilligung der Ausnahme für die Erfüllung der Konzession unumgänglich ist. Das UVEK stellt der Behörde auf Anfrage die

detaillierten funktechnischen Planungsunterlagen für die betreffende Sendeanlage zur Verfügung.

3. Die Behörde erlässt in Kenntnis der Stellungnahme des UVEK eine Sanierungsverfügung oder erteilt allenfalls eine Ausnahmegewilligung.

## 4.3 Rechte der Bevölkerung

### 4.3.1 Zugang zu Information

Während eines Bewilligungsverfahrens haben alle am Verfahren Beteiligten das Recht auf volle Akteneinsicht. Die Modalitäten regelt grundsätzlich das kantonale Prozessrecht.

Nach Abschluss des Bewilligungsverfahrens können betroffene Anwohner bei der Behörde Einsicht in das Standortdatenblatt (Anhang 1) einer bewilligten Anlage nehmen. Das Geschäftsgeheimnis wird dadurch nicht verletzt, weil die Daten ja bereits für die Bewilligung öffentlich aufgelegt worden sind und damit nicht mehr geheim sind. Namen und Angaben zu Personen, die im Standortdatenblatt aufgeführt sind (z.B. Standortverantwortlicher), sind abzudecken.

Die Bevölkerung ist über die Resultate von Abnahmemessungen in geeigneter Form zu informieren (Bundesgerichtsurteil 1A.148/2002/sta vom 12. August 2003). Es wird empfohlen, dass die zuständige Behörde die Zusammenfassung des Messberichtes veröffentlicht. Ein Beispiel für die Zusammenfassung eines Messberichts findet sich in Kapitel 5.3.10.

### 4.3.2 Einsprache- und Beschwerdelegitimation

Einsprache- und beschwerdeberechtigt sind Personen, die durch die NIS-Emissionen einer Anlage stärker als die Allgemeinheit betroffen sind. Gemäss den Bundesgerichtsentscheiden 1A.142/2001 und 1A.196/2001 ist dies bei einer Mobilfunkanlage dann der Fall, wenn eine Person an einem Ort mit empfindlicher Nutzung einer anlagebedingten elektrischen Feldstärke von über 10% des Anlagegrenzwertes der NISV ausgesetzt sein kann, wobei das Bundesgericht auf Feinheiten der Strahlungsausbreitung verzichtet hat.

Die analoge Umsetzung dieses Entscheides für Rundfunk- und Funkrufsender führt zu einem kreisförmigen Legitimationsperimeter, in dessen Zentrum die Anlage steht und dessen Radius  $d_{Leg}$  sich - mit Ausnahme von Mittelwellensendern - nach folgender Formel berechnet. Dabei ist auf den massgebenden Betriebszustand (Kapitel 2.6) der Anlage abzustellen.

$$d_{Leg} = \frac{70}{3} \cdot \sqrt{ERP} \quad (3)$$

Dabei bedeuten:

$d_{Leg}$  maximale Distanz für die Legitimation, in m

$ERP$  Summe der äquivalenten Strahlungsleistungen aller Rundfunk- und Funkrufantennen auf demselben Mast, in W

Beträgt der Abstand eines Ortes mit empfindlicher Nutzung zur Anlage weniger als  $d_{Leg}$ , dann sind Personen, die sich an diesem OMEN aufhalten, einsprache- und beschwerdeberechtigt.<sup>20</sup>

Bei Mittelwellensendern ist die einfache Formel (3) nicht anwendbar. Für solche Anlagen ist der Legitimationsperimeter nach dem Stand der Technik mit EDV-gestützten Feldberechnungsprogrammen zu ermitteln. Der Perimeter entspricht dort der Isolinie von 10% des Anlagegrenzwertes.

## 4.4 Rechte der Veranstalter und Betreiber

### 4.4.1 Zugang zu Informationen

Der Zugang der Veranstalter und Betreiber zu den Daten ihrer Partner richtet sich grundsätzlich nach den vertraglichen Abmachungen.

In Bewilligungs- oder Sanierungsverfahren sind die Veranstalter und die Betreiber in der Regel Parteien. Deshalb haben sie das Recht, die Akten einzusehen und Stellungnahmen einzureichen. Die entscheidende Behörde muss sie vor dem Erlass einer Verfügung anhören (vgl. Kapitel 2.3).

Ausserhalb von konkreten Bewilligungs- und Sanierungsverfahren können Veranstalter und Betreiber bei den Behörden Einsicht in die Akten nehmen, wenn sie daran ein besonderes Interesse geltend machen können<sup>21</sup>. Als solches Interesse gilt insbesondere die Möglichkeit, in einem Verfahren, das ohne Beteiligung einzelner Betreiber und Veranstalter durchgeführt worden ist, nachträglich das Ergreifen von Rechtsmitteln zu prüfen.

### 4.4.2 Zugang zu Gebäuden und Räumen bei Abnahmemessungen

Gundsätzlich sollte der Zutritt zu einer Wohnung für Messungen im Einvernehmen mit dem Gebäudeeigentümer festgelegt werden. Ist der Gebäudeeigentümer oder der Mieter nicht damit einverstanden, dass in seiner Wohnung oder in seinem Haus gemessen wird, dürfen weder Veranstalter noch Betreiber oder ein von ihnen Beauftragter das Haus oder die Wohnung betreten. Es ist Sache der Behörde, für den Zutritt zu sorgen. Die Rechtsgrundlage dazu findet sich insbesondere in Artikel 46 Absatz 1 USG. In der Regel wird die Behörde den betroffenen Mieter oder Eigentümer zunächst schriftlich auffordern, die Messung zu dulden, letztlich kann sie dies verfügen und die Verfügung danach mit verhältnismässigen Mitteln vollstrecken.

Es wird empfohlen, dass dieser Zwang nur dann eingesetzt wird, wenn die fragliche Messung alleine entscheidend wäre für die nötigen Massnahmen an der Anlage. Zunächst soll mit einer Ersatzmessung im Freien ein plausibler Beurteilungswert für den OMEN gesucht werden. Am Ort der Ersatzmessung darf die rechnerische Prognose für die NIS-Belastung nicht kleiner sein als am entsprechenden OMEN. Die Messung sollte möglichst in der Nähe des OMEN stattfinden und auch dessen Höhe berücksichtigen.

---

<sup>20</sup> Falls die Sendeanlage nur aus Richtfunkantennen besteht, oder die Änderung einer Anlage nur Richtfunkantennen betrifft, ist dieser Legitimationsperimeter nicht anwendbar (siehe Kapitel 3.4).

<sup>21</sup> Mit Inkrafttreten des neuen Bundesgesetzes vom 17. Dezember 2004 über die Öffentlichkeit der Verwaltung (BGÖ) wird dieser Interessennachweis auf Bundesebene entfallen. Er entfällt ebenso in Kantonen, die das Öffentlichkeitsprinzip eingeführt haben.

# 5 Grundsätzliches zur NIS-Berechnung und -Messung

## 5.1 Bedeutung von Berechnung und Messung

Die NIS-Beurteilung erfolgt entweder aufgrund einer Berechnung oder einer Messung der von der Anlage erzeugten Strahlung. Bei neu zu erstellenden oder zu ändernden Anlagen wird die NIS-Belastung im Rahmen des Bewilligungsverfahrens grundsätzlich immer berechnet und in gewissen Fällen nach Inbetriebnahme gemessen. Bei bestehenden Anlagen kann die Beurteilung wahlweise rechnerisch oder durch Messung erfolgen, wobei auf jeden Fall eine Messung vorzunehmen ist, wenn die rechnerische Prognose 80% des Anlagegrenzwertes erreicht. Das Ergebnis der Messung hat Vorrang vor demjenigen der Berechnung.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die NIS-Belastung vor Inbetriebnahme einer Anlage nicht gemessen, sondern nur berechnet werden kann. Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens wird die NIS-Belastung deshalb **berechnet**. Die Anlage soll nur bewilligt werden, wenn sie rechnerisch den Anlagegrenzwert<sup>22</sup> und - einschliesslich der Vorbelastung - den Immissionsgrenzwert einhält. Das Berechnungsmodell findet sich in Kapitel 5.2, die notwendigen technischen Angaben und das Ergebnis der Berechnung werden der Behörde im Standortdatenblatt (Anhang 1) deklariert.

Die rechnerische Prognose trägt allerdings nicht allen Feinheiten der Ausbreitung der Strahlung Rechnung. Nach Inbetriebnahme der Anlage soll daher in der Regel eine NIS-Abnahmemessung durchgeführt werden, wenn gemäss rechnerischer Prognose der Anlagegrenzwert an einem OMEN zu 80% erreicht wird. In begründeten Fällen kann die Behörde diese Schwelle auch niedriger ansetzen. Bezüglich Einhaltung des Immissionsgrenzwertes entscheidet die Behörde unter Berücksichtigung der Vorbelastung durch andere Anlagen fallweise, ob eine NIS-Messung durchzuführen ist.

Ergibt die Abnahmemessung eine höhere NIS-Belastung als die rechnerische Prognose, dann hat das Ergebnis der Messung Vorrang. Stellt sich wider Erwarten heraus, dass der Anlagegrenzwert beim Betrieb mit der bewilligten Sendeleistung überschritten wird, dann verfügt die Behörde eine Reduktion der Sendeleistung oder eine sonstige Anpassung der Anlage.

Ergibt die Messung hingegen eine niedrigere NIS-Belastung als die rechnerische Prognose, dann entsteht daraus für den Inhaber kein automatischer Anspruch, die Sendeleistung über den bewilligten Bereich hinaus zu erhöhen. Eine solche Erhöhung der Sendeleistung wäre in einem erneuten Bewilligungsverfahren zu beantragen.

Ergibt die Abnahmemessung, dass der Anlagegrenzwert an einem OMEN zu 80% oder mehr erreicht wird, ist später auch bei einem Frequenzwechsel oder bei Justierungen von Antennen innerhalb des im Standortdatenblatt angegebenen Frequenzbandes bzw. der Montagetoleranz eine erneute Abnahmemessung durchzuführen. Ein neues Standortdatenblatt und eine neue Bewilligung sind in diesem Fall jedoch nicht notwendig, weil Frequenzwechsel und Montagetoleranzen bei der NIS-Berechnung im Standortdatenblatt bereits vorgängig berücksichtigt wurden.

---

<sup>22</sup> Wird der Anlagegrenzwert rechnerisch nicht eingehalten, ist eine Bewilligung nur zulässig, wenn ein Gesuch um eine Ausnahme gestellt wurde und die erforderlichen Nachweise vorliegen. Siehe hierzu Kapitel 2.10.

## 5.2 NIS-Berechnung

Die elektrische Feldstärke, die an einem zu untersuchenden Ort zu erwarten ist, wird für jedes von der Anlage abgestrahlte Sendesignal einzeln berechnet. Ein Sendesignal ist das Signal, welches man mit einer frequenzselektiven Messeinrichtung diskriminieren kann. Es überträgt je nach Funkdienst ein oder mehrere Programme:

- UKW: ein Radioprogramm inkl. Zusatzinformationen (z.B. RDS)
- Mittelwelle: ein Radioprogramm
- DAB<sup>23</sup>: ein Programm-Multiplex bestehend aus mehreren (Radio)-Programmen inkl. Zusatzinformationen
- TV analog: ein Fernsehprogramm inkl. Ton und Zusatzinformationen (z.B. Teletext)
- DVB-T<sup>24</sup>: ein Programm-Multiplex bestehend aus mehreren (Fernseh)-Programmen inkl. Zusatzinformationen
- Funkruf: die gleichzeitig emittierten Signale eines Funkrufnetzes

Die Beiträge der einzelnen Sendesignale werden anschliessend leistungsmässig addiert. Die NIS-Berechnung für Frequenzen über 30 MHz erfolgt nach dem nachstehend beschriebenen Verfahren. Für Mittelwellensender wird die elektrische Feldstärke nach dem Stand der Technik mit EDV-gestützten Programmen berechnet. Da dieser Fall äusserst selten zu erwarten ist, wird im vorliegenden Bericht auf eine detaillierte Empfehlung verzichtet.

Grundlage für die Berechnung sind die beantragte äquivalente Strahlungsleistung ERP, die Abstrahlcharakteristik der Sendeantenne (Antennendiagramm), der Abstand von der Antenne und die relative Lage des Ortes gegenüber der Antenne.

Die Berechnung erfolgt unter Annahme von Fernfeldbedingungen und Freiraumausbreitung, ohne Einbezug von Reflexionen und Beugungen.

Die Berechnung ist für folgende Höhen durchzuführen:

- Bei Innenräumen: 1.50 m über dem Fussboden des betreffenden Stockwerks
- Bei Kinderspielflächen: 1.50 m über Boden
- Bei eingezonten, unüberbauten Grundstücken: für diejenige Höhe, bei der die höchste NIS-Belastung zu erwarten ist, maximal jedoch die Höhe des Fussbodens des obersten möglichen Stockwerks plus 1.50 m.

Die Abstrahlcharakteristik der Antennen wird durch Antennendiagramme für die horizontale und eine vertikale Ebene beschrieben. Diese Diagramme geben quantitativ Auskunft über die Richtwirkung einer Antenne (elektrische Feldstärke in Abhängigkeit von Azimut und Elevation). Bei Rundfunksendern werden die Antennendiagramme im technischen Anhang zur Konzession vorgeschrieben. Der Antennenhersteller hat diese Diagramme durch geeignete Kopplung und Anspeisung einzelner Antennenelemente zu realisieren. Die in der Konzession oder vom Hersteller spezifizierten Antennendiagramme sollen rechnerisch aufgeweitet werden, um Montagetoleranzen bereits bei der NIS-Berechnung einzuschliessen. Sowohl im Azimut als auch in der Elevation beträgt diese Toleranz maximal  $\pm 10$  Grad. Sie kann zwischen 0 und  $\pm 10$  Grad frei gewählt werden. Die gewählte Montagetoleranz muss in Zusatzblatt 1 für den Azimut und die Elevation eingetragen werden. Die Antennendiagramme müssen um diese Toleranz aufgeweitet werden. Für Funkrufantennen sind im Normalfall keine Montagetoleranzen notwendig. Zusätzlich zu den Montagetoleranzen sollen bereits im Antennendiagramm allfällige künftige Frequenzwechsel berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck ist mit

---

<sup>23</sup> Darin eingeschlossen sind auch weitere terrestrische Rundfunkdienste, die auf dem DAB-Standard basieren, wie DMB (Digital Multimedia Broadcasting).

<sup>24</sup> Darin eingeschlossen sind auch andere terrestrische Rundfunkdienste, die auf dem DVB-Standard basieren, wie DVB-H (Digital Video Broadcasting-Handheld).



einem umhüllenden Antennendiagramm zu arbeiten, welches die individuellen Diagramme für den ganzen Frequenzbereich einschliesst, der für die Verbreitung des betreffenden Sendesignals in Frage kommt. Illustrierte Beispiele finden sich in Anhang 3.

Die Antennendiagramme liegen in grafischer Form, auf Anfrage der Behörde auch in elektronischer Form, vor. Angegeben wird die Abschwächung gegenüber der Hauptstrahlrichtung<sup>25</sup>, üblicherweise in Einheiten von dB.

Aus den beiden Antennendiagrammen werden für den betreffenden Ort die vertikale und horizontale Richtungsabschwächung herausgelesen und – in Einheiten von dB – addiert. Für die NIS-Berechnung wird diese Summe jedoch auf maximal 15 dB begrenzt, selbst wenn die Antennendiagramme eine grössere Abschwächung nahe legen. Mit dieser Begrenzung wird das Risiko verringert, an Orten, die weit ausserhalb der Hauptstrahlungsebene liegen, eine zu niedrige NIS-Belastung zu prognostizieren<sup>26</sup>.

Aus der Richtungsabschwächung in dB wird der Abschwächungsfaktor  $\gamma$  wie folgt berechnet:

$$\gamma = 10^{dB/10} \quad (4)$$

Richtungsabschwächung (in dB)	Abschwächungsfaktor $\gamma$
0	1
3	2
6	4
10	10
15	32

**Tabelle 3: Richtungsabschwächung:** Korrespondenz zwischen der Darstellung in dB und als Faktor

In Anhang 3 finden sich illustrierte Beispiele für die Bestimmung der Richtungsabschwächung.

Wenn sich der betreffende Aufenthaltsort im Innern eines Gebäudes und die Antennen ausserhalb des Gebäudes befinden, dann kann die hochfrequente Strahlung beim Durchtritt durch die Gebäudehülle je nach Baustoff gedämpft werden. Fenster sind allerdings für Strahlung der Rundfunk- und Funkruffrequenzen praktisch transparent. Da die Strahlung in den meisten Fällen durch eine Fassade mit Fenstern einen Ort mit empfindlicher Nutzung erreicht, wird bei der Berechnung in der Regel keine Gebäudedämpfung berücksichtigt. Nur wenn keine Fenster zwischen der Antenne und dem OMEN vorhanden sind (z.B. wenn eine Sendeanlage auf einem Gebäude angebracht ist und die Strahlung durch das Dach in das Gebäude eintritt, darf eine Gebäudedämpfung geltend gemacht werden. Angesichts des grossen Frequenzbereichs und der Vielfalt von Baumaterialien können keine generellen

<sup>25</sup> Bei gewissen Rundfunksendeanlagen werden mehrere Antennen zu einem Antennensystem zusammengeschaltet, welches im Azimut annähernd Rundstrahlcharakteristik aufweist. In diesem Fall gibt es im Azimut keine eindeutige Hauptstrahlrichtung. Das Antennendiagramm des Antennensystems weist mehrere, häufig vier, symmetrische Keulen auf, in welche je gleich viel Sendeleistung abgestrahlt wird. Im Antennendiagramm muss deshalb eine Referenzrichtung eingezeichnet werden.

<sup>26</sup> Vergleiche von NIS-Berechnungen und -Messungen in unmittelbarer Nähe mehrerer Rundfunksender, ausserhalb der Hauptstrahlrichtung, haben ergeben, dass bei Zugrundelegung der spezifizierten Antennendiagramme über die Hälfte der Messwerte über den berechneten lag. Bei einer Begrenzung der Richtungsabschwächung auf 15 dB waren es noch 5%, was als Prognoseirrtum akzeptierbar ist.

Dämpfungswerte angegeben werden. Wenn eine Gebäudedämpfung geltend gemacht wird, dann ist sie für die jeweilige Situation (Frequenzband; Material und Dicke der Gebäudehülle) anhand von Dämpfungsmessungen oder Literaturwerten zu belegen. In den Berechnungsformeln wird die Gebäudedämpfung (Abschwächungsfaktor) mit dem Symbol  $\delta$  bezeichnet.  $\delta$  hat den Wert 1, wenn keine Dämpfung vorliegt, und Werte  $>1$ , wenn eine Dämpfung nachgewiesen wird.

Die am betrachteten Aufenthaltsort durch das Sendesignal  $n$  erzeugte elektrische Feldstärke wird wie folgt berechnet:

$$E_n = \frac{7}{d_n} \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n \cdot \delta_n}} \quad (5)$$

Dabei bedeuten:

- $n$  Index für das Sendesignal
- $E_n$  elektrische Feldstärke von Sendesignal  $n$ , in V/m
- $d_n$  direkter Abstand zwischen dem Ort und der emittierenden Antenne, in m
- $ERP_n$  beantragte äquivalente Strahlungsleistung für das Sendesignal  $n$ , in W
- $\gamma_n$  Richtungsabschwächung (Abschwächungsfaktor)
- $\delta_n$  Gebäudedämpfung (Abschwächungsfaktor)

Die von der gesamten Anlage am betrachteten Aufenthaltsort zu erwartende elektrische Feldstärke  $E_{Anlage}$  ergibt sich durch Summation aller Einzelbeiträge wie folgt:

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_n^2} \quad (6)$$

## 5.3 NIS-Messung

### 5.3.1 Abnahme- und Kontrollmessung

Eine **Abnahmemessung** ist dadurch charakterisiert, dass sie im massgebenden Betriebszustand der Anlage (Kapitel 2.6) erfolgt, oder, wenn dies nicht möglich ist, dass der Betriebszustand während der Messung bekannt und so beschaffen ist, dass das Messresultat auf den massgebenden Betriebszustand hochgerechnet werden kann. Dies bedingt insbesondere, dass die Sendeleistung während der Messung bekannt ist. Wenn es darum geht, rechtsverbindlich die Einhaltung des Anlagegrenzwertes nachzuweisen, dann ist eine Abnahmemessung erforderlich.

Abnahmemessungen werden in der Regel durch die zuständige Behörde verfügt. Diese hat oft ein Interesse, den Messungen beizuwohnen. Es wird dem Inhaber daher empfohlen, die zuständige NIS-Fachstelle und die Standortgemeinde frühzeitig über den genauen Zeitpunkt einer geplanten Abnahmemessung zu informieren. Der Inhaber kann diese Aufgabe an eine Messfirma delegieren.

Eine andere Funktion hat die so genannte **Kontrollmessung**. Hier wird die NIS-Belastung ohne weitere Korrektur, im aktuellen Betriebszustand der Anlage gemessen. Die aktuelle Sendeleistung muss daher nicht bekannt sein. Das Ergebnis einer Kontrollmessung sollte innerhalb der Messunsicherheit nicht höher sein als dasjenige einer Abnahmemessung, andernfalls besteht Grund zur Annahme, dass der Betrieb der Anlage nicht dem bewilligten und

ursprünglich abgenommenen Betrieb entspricht. Es liegt im Ermessen der Behörde, die Qualität einer Kontrollmessung zu beurteilen und weitere Abklärungen und Massnahmen anzuordnen.

### 5.3.2 Anforderungen an Messfirmen und Messpersonen

Messungen nach dieser Empfehlung sollen von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Die Messgeräte müssen kalibriert sein.

Eine Akkreditierung des Messlabors für Messungen nach dieser Empfehlung ist von Vorteil, aber nicht Voraussetzung. Dem Auftraggeber und der Behörde ist es freigestellt, auch Messungen von nicht akkreditierten Firmen zu akzeptieren, sofern diese die geforderte Qualität der Messausrüstung und der Messdurchführung gewährleisten. Im Falle einer Akkreditierung bestätigt die Schweizerische Akkreditierungsstelle SAS, dass in einer Firma die benötigte Fachkompetenz und Qualitätssicherung vorhanden sind. Bei einer nicht akkreditierten Firma liegt dieser Nachweis nicht extern beglaubigt vor. Der Auftraggeber muss sich in diesem Fall selber vergewissern, ob der Auftragnehmer über eine ausreichende Fachkompetenz und Qualitätssicherung verfügt.

Sollten der Auftraggeber einer Abnahmemessung oder die Behörde oder Dritte feststellen, dass eine akkreditierte Messfirma bei der Messung fehlerhaft arbeitet oder unvollständige oder fehlerhafte Messberichte abliefern, kann der Auftraggeber von der Messfirma eine Wiederholung der Messung oder eine Richtigstellung verlangen. Die Messfirma muss solche Vorkommnisse gemäss der Norm ISO/IEC 17025 dokumentieren und der SAS bei deren periodischen Kontrollen offen legen und detailliert begründen.

Im Wiederholungsfall können solche Mängel direkt der SAS<sup>27</sup> unter Beilage einer Kopie des Messberichts gemeldet werden. Solche Rügen dürfen allerdings nur Messungen betreffen, für welche die Firma akkreditiert ist, und sie dürfen nur Fehler und Unterlassungen, nicht jedoch Aspekte der Darstellung von Messergebnissen zum Gegenstand haben. Die SAS untersucht derartige Vorkommnisse von Amtes wegen, wird aber bei unbegründetem Vorwurf die Kosten der reklamierenden Partei verrechnen.

### 5.3.3 Angaben des Auftraggebers und Inhabers für eine Abnahmemessung

Vom **Auftraggeber** der Messung müssen die folgenden Angaben vorhanden sein:

- Standortdatenblatt mit Situationsplan. Im Standortdatenblatt sind alle Sendeantennen aufgeführt, welche zur Anlage gehören, inkl. den bewilligten technischen und betrieblichen Daten.
- Vorgabe, in welchen Räumen und an welchen Messorten die Messung durchgeführt werden soll.
- Adresse der Personen, die für den Zugang zu den Räumen zuständig sind.

Der **Inhaber** muss die für den Zeitpunkt der Messung gültigen Frequenzen, Polarisationen und Sendeleistungen (ERP) der einzelnen Rundfunk- und Funkrufsignale zur Verfügung stellen.

Im Gegensatz zu Abnahmemessungen werden bei einer Kontrollmessung (Kapitel 5.3.1) vom Inhaber keine Angaben benötigt. Kontrollmessungen dienen dazu, die NIS-Belastung im realen Betrieb der Anlage, ohne Hochrechnung auf den massgebenden Betriebszustand, zu überprüfen.

---

<sup>27</sup> Adresse: Schweizerische Akkreditierungsstelle (SAS), METAS, Lindenweg 50, 3003 Bern-Wabern

### 5.3.4 Betrieb der Anlage während der Abnahmemessung

Die Anlage muss während einer Abnahmemessung nicht notwendigerweise mit der vollen, bewilligten Sendeleistung betrieben werden. Messwerte bei niedrigerer Sendeleistung können anschliessend auf den massgebenden Betriebszustand hochgerechnet werden.

### 5.3.5 Ort, Zeitpunkt und Dauer von Messungen

Abnahmemessungen werden in der Regel an Orten mit empfindlicher Nutzung durchgeführt. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um Innenräume. Falls die Fenster geöffnet werden können, ist bei offenen Fenstern zu messen.

Falls es sich beim höchstbelasteten OMEN um einen Punkt auf einer unüberbauten Bauzone in grosser Höhe über Boden handelt, ist dieser für eine Abnahmemessung unter Umständen nicht oder nur sehr erschwert zugänglich. In solchen Fällen ist es vertretbar, die Abnahmemessung aufzuschieben, bis die betreffende Parzelle überbaut wird. Sollte sich erst dann herausstellen, dass der Anlagegrenzwert an diesem OMEN überschritten wird, ist die Sendeanlage nachträglich anzupassen.

In Innenräumen kann die Feldstärke infolge von Reflexionen und Stehwellen örtlich schwanken. Bei mehreren Signalen überlagern sich die Stehwellen der verschiedenen Frequenzen im Raum zu einem komplizierten Bild. Zudem wird der Feldverlauf auch durch die Anwesenheit von Personen und Mobiliar im Raum verändert.

Mit der Messung soll grundsätzlich die höchste im Raum vorkommende Feldstärke ermittelt werden. Zu diesem Zweck muss der Raum mit der Messsonde bzw. -antenne abgetastet werden, wobei besondere Sorgfalt auf diejenigen Raumbereiche zu verwenden ist, in denen das Maximum erkennbar ist. Bezüglich der Höhe kann man sich in der Regel auf den Bereich bis zu 1.75 m über dem Fussboden beschränken. Nur in besonderen Situationen, wenn ein Langzeitaufenthalt von Personen in grösserer Höhe möglich ist, ist das Suchvolumen entsprechend auszuweiten.

Aus messtechnischen Gründen darf die Antenne nie näher als 0.5 m zu Wänden, Boden, Decke und Mobiliar geführt werden.

Mit einer Skizze oder Foto soll dokumentiert werden, welcher Teil des Raumes bei der Maximumsuche abgetastet wurde.

Der Zeitpunkt der Messung ist unkritisch. Einzige Voraussetzung ist, dass die Sendeantennen während der Messung aktiv sind und mit der vom Inhaber angegebenen Leistung betrieben werden.

Die Messdauer ist ebenfalls unkritisch. Es ist insbesondere nicht notwendig, eine Mittelung während 6 Minuten durchzuführen.

### 5.3.6 Messwert und Beurteilungswert

Zu messen ist der Effektivwert der elektrischen<sup>28</sup> Feldstärke aller Rundfunk- und Funkrufsignale, welche die zu beurteilende Anlage emittiert. Durch geeignetes Abtasten des Raumes wird sichergestellt, dass man die örtlich höchste Feldstärke erfasst. Man erhält einen oder mehrere Messwerte, je nachdem, welches Messverfahren verwendet wird. Als Messwert gilt der auf dem Instrument abgelesene Wert; die Messunsicherheit wird weder zu diesem addiert, noch von diesem subtrahiert.

---

<sup>28</sup> Bei Mittelwellensendern ist auch die magnetische Feldstärke zu messen, wenn es um den Nachweis der Einhaltung des Immissionsgrenzwertes geht. Im Zusammenhang mit dem Anlagegrenzwert ist hingegen auch bei diesen Anlagen nur die elektrische Feldstärke von Belang.

Bei einer Abnahmemessung werden die erhaltenen Messwerte anschliessend auf die Sendeleistung im massgebenden Betriebszustand hochgerechnet und summiert. Als Ergebnis erhält man den so genannten Beurteilungswert  $E_B$ . Der Beurteilungswert ist diejenige elektrische Feldstärke, die man - als örtliches Maximum - messen würde, wenn die Anlage im massgebenden Betriebszustand betrieben würde. Bei Rundfunksendeanlagen entspricht die aktuelle Sendeleistung in der Regel der konzessionierten, bis auf eine geringe Sicherheitsreserve.

Bei einer Kontrollmessung entfällt die Hochrechnung.

### 5.3.7 Breitbandige Messungen

Die breitbandige Messung dient in der Regel als orientierende Messung<sup>29</sup>. Es wird mit einer Breitbandsonde gemessen, welche die elektrische Feldstärke in einem breiten Frequenzbereich erfasst und keine Identifikation der einzelnen Anteile erlaubt.

Wenn der Beurteilungswert, der sich aus einer breitbandigen Messung ergibt, den Anlagegrenzwert nicht überschreitet, dann gilt der Anlagegrenzwert als eingehalten. Wenn der Beurteilungswert hingegen höher ist als der Anlagegrenzwert, dann bedeutet dies nicht zwingend, dass der Anlagegrenzwert tatsächlich überschritten ist. In diesem Fall muss eine frequenzselektive Messung durchgeführt werden. Mit einer breitbandigen Messung lässt sich somit in der Regel nur die Einhaltung des Anlagegrenzwertes nachweisen, nicht aber dessen Überschreitung<sup>30</sup>.

Mit einer isotropen Breitbandsonde wird die elektrische Feldstärke an einem Punkt im Raum in einem relativ breiten Frequenzbereich integral gemessen. Das Ergebnis ist die Summenfeldstärke am gegebenen Punkt, wobei alle Frequenzen im spezifizierten Frequenzbereich der Sonde und alle Polarisationen automatisch aufsummiert werden.

Es muss das ganze Messvolumen mit der handgeführten Breitbandsonde abgetastet und dabei das Feldstärke-Maximum gesucht werden. Dabei muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass allfällige zeitliche Schwankungen der NIS-Belastung, welche sich aus Amplitudenmodulationen (bei Mittelwellensendern) und infolge von Fremdstrahlung ergeben, während des Abtastens nicht fälschlicherweise als örtliche Schwankungen interpretiert werden. Das Abtasten muss genügend langsam erfolgen, damit sich das Messinstrument auf die Maximalwerte einschwingen kann und der Messwert nicht durch die Bewegung im elektrostatischen Feld verfälscht wird.

Massgebend für die Berechnung des Beurteilungswertes ist der örtlich höchste gemessene Wert  $E_{max}$ .

Als Messgeräte werden isotrope Breitbandsonden verwendet, die für die zu messenden Frequenzbänder spezifiziert sind und im erwarteten Pegelbereich die in Kapitel 5.3.9 festgelegte zulässige Messunsicherheit nicht überschreiten.

Für die Hochrechnung auf den massgebenden Betriebszustand wird im Sinne einer *worst case*-Betrachtung angenommen, dass während der Messung keine Fremdquellen vorhanden sind. Für jedes von der Sendeanlage abgestrahlte Sendesignal  $n$  wird ein Hochrechnungsfaktor  $K_n$  nach der folgenden Formel berechnet:

---

<sup>29</sup> Einzige Ausnahme bilden die Mittelwellensender. Dort gilt die Breitbandmessung mangels nahfeldtauglicher Alternativen als abschliessend (Kapitel 6.3.4).

<sup>30</sup> Mit Sicherheit überschritten wäre der Anlagegrenzwert allerdings bei einem Messwert über dem AGW dann, wenn auf der zu messenden Anlage nur Rundfunk- und Funkrufdienste installiert sind und Fremdquellen (z.B. eingeschaltete Mobiltelefone) ausgeschlossen werden können und für jedes von der Anlage abgestrahlte Sendesignal derselbe Hochrechnungsfaktor anzuwenden ist.

$$K_n = \sqrt{\frac{P_{n,bew}}{P_n}} \quad (7)$$

Dabei bedeuten:

- $n$  Index für das Sendesignal
- $K_n$  Hochrechnungsfaktor für das Sendesignal  $n$
- $P_n$  **Aktuelle** Sendeleistung für das Sendesignal  $n$ , in W
- $P_{n,bew}$  **Bewilligte** (konzessionierte) Sendeleistung für das Sendesignal  $n$ , in W

Da grundsätzlich nicht bekannt ist, welches Sendesignal  $n$  am Messort die stärkste NIS-Belastung verursacht, wird als Hochrechnungsfaktor  $K$  für die Berechnung des Beurteilungswertes der grösste der Faktoren  $K_n$  eingesetzt. Bei Rundfunk- und Funkrufsendsendeanlagen beträgt der Hochrechnungsfaktor häufig 1, d.h. die aktuelle Sendeleistung entspricht der konzessionierten.

Die aktuellen Sendeleistungen  $P_n$  sind den Angaben des Inhabers zu entnehmen, die bewilligten Sendeleistungen  $P_{n,bew}$  finden sich im Standortdatenblatt.

Der Beurteilungswert  $E_B$  wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$E_B = E_{max} \cdot K \quad (8)$$

Dabei bedeuten:

- $E_B$  Beurteilungswert, in V/m
- $E_{max}$  Örtlich maximale gemessene elektrische Feldstärke, in V/m
- $K$  Hochrechnungsfaktor für die Berechnung des Beurteilungswertes

### 5.3.8 Frequenzselektive Messungen

Mit einer frequenzselektiven Messung wird gezielt nur die NIS-Belastung von der zu messenden Rundfunk-/Funkrufsendsendeanlage erfasst<sup>31</sup>.

Wenn der Beurteilungswert, der sich aus einer frequenzselektiven Messung ergibt, den Anlagegrenzwert nicht überschreitet, dann gilt der Anlagegrenzwert als eingehalten. Andernfalls gilt der Anlagegrenzwert als überschritten.

Mit einer Messantenne und einem Spektrumanalysator oder einem Messempfänger wird selektiv die elektrische Feldstärke der einzelnen Rundfunk- und Funkrufsignale gemessen.

Innerhalb des Messvolumens muss für jedes zu messende Signal das Feldstärke-Maximum gesucht werden, und zwar in Bezug auf:

- Stehwellen im Raum
- Polarisierung der Messantenne
- Ausrichtung der Messantenne

---

<sup>31</sup> Dies ist bei Gleichwellennetzen wie z.B. dem DAB und DVB-T-Netz nur näherungsweise möglich, da in diesem Fall die Immission nicht einer einzelnen Sendeanlage zugeordnet werden kann. Allerdings spielt diese Limitierung in der Praxis kaum eine Rolle, da bereits die Feldstärke von der nächsten Sendeanlage in der Regel so niedrig ist, dass sie nicht ins Gewicht fällt.

Zu diesem Zweck wird das ganze Messvolumen mit einer handgeführten Messantenne abgetastet, wobei gleichzeitig die Vorzugsrichtung und die Polarisationsrichtung der Messantenne variiert werden. Dieses Verfahren wird auch als "Schwenkmethode" bezeichnet.

Als Messvolumen gilt bei Innenräumen mit einer Grundfläche bis zu 25 m<sup>2</sup> der ganze Innenraum in einer Höhe zwischen 0.5 und 1.75 m über dem Fussboden. Bei grösseren Räumen kann man die Maximumsuche und die Summierung der einzelnen Signale auf ein Volumen mit einer Grundfläche von 25 m<sup>2</sup> in Höhen zwischen 0.5 und 1.75 m über dem Fussboden beschränken. Dieses Volumen soll im Raum so gelegt werden, dass der resultierende Beurteilungswert maximal wird. Bei der Absuche dieses Volumens soll die Antenne immer einen minimalen Abstand von 50 cm zu Wänden, Boden, Decke und Mobiliar einhalten. Während des ganzen Suchvorgangs wird das Spektrum oder der Kanal-Pegel mit der Maximum Hold-Funktion des Messsystems kontinuierlich erfasst.

Zum Auffinden des örtlichen Maximums sind zwei Vorgehensweisen möglich:

#### **Variante 1:**

Der Messwert wird mit dem Messsystem während der Messung laufend beobachtet (z.B. durch gleichzeitige Anzeige des momentan gemessenen Werts und des Maximum Hold-Werts). Der Ort im Raum, die Richtung und die Polarisation der Antenne werden solange verändert, bis das Feldstärke-Maximum gefunden und registriert ist. Die räumliche Suche wird bei dieser Variante in der Regel für jedes Signal separat durchgeführt.

#### **Variante 2:**

Der Raum wird systematisch mit unterschiedlichen Polarisierungen und Antennenrichtungen langsam abgetastet, ohne dass das Spektrum während des Abtastens beobachtet wird. Mehrere Signale im gleichen Frequenzband können in **einem** Durchgang simultan erfasst werden. Das Messsystem registriert während der Abtastung mit Hilfe der Maximum Hold-Funktion die höchsten vorkommenden Werte.

Erfahrungsgemäss ergeben die beiden Vorgehensweisen bei sorgfältiger Durchführung die gleichen Resultate. Bei beiden Varianten muss die Bewegung der Antenne, bezogen auf die Messgeschwindigkeit des Messgerätes, langsam genug erfolgen.

Für jedes Sendesignal  $n$  wird der höchste gemessene Wert  $E_{n, max}$  abgelesen und in die Auswerteformel (9) eingesetzt.

Die verwendete Antenne soll genügend kleine Abmessungen haben, so dass eine Anwendung in Innenräumen gut möglich ist. Die Antenne muss individuell kalibriert sein.

Für die frequenzselektive Messung kann ein Spektrumanalysator oder ein Messempfänger verwendet werden. Das Messsystem soll über eine Maximum Hold Funktion verfügen. Die Geräte müssen kalibriert und ihre Messunsicherheit muss bekannt sein.

Moderne Messgeräte verfügen zum Teil über eine Detektion, welche automatisch den integralen Pegel eines ganzen Kanals, dessen Grenzen frei gewählt werden können, mit Software-Algorithmen bestimmt. Man muss sich in diesem Fall nicht um die Messbandbreite kümmern und der Messwert muss nicht aus einem Spektrum herausgelesen werden, sondern er wird direkt numerisch angezeigt. Insbesondere bei DAB- und DVB-T-Messungen ist diese Funktion sehr nützlich.

Das Kabel zwischen der Antenne und dem Messgerät soll individuell kalibriert sein. Erfahrungsgemäss besteht im praktischen Einsatz ein erhebliches Risiko, dass das Kabel mechanisch überbeansprucht wird und deshalb – unbemerkt – die Kalibrierwerte nicht mehr zutreffen. Es ist daher zu empfehlen, das Kabel vor und nach jedem Messauftrag kurz zu überprüfen. Dazu kann zum Beispiel der Tracking-Generator des Messgerätes verwendet werden.

Für jedes von der Sendeanlage abgestrahlte Sendesignal  $n$  wird ein Hochrechnungsfaktor  $K_n$  nach Formel (7) berechnet.

Als nächstes wird der Messwert jedes Signals individuell auf den massgebenden Betriebszustand hochgerechnet:

$$E_{n,h} = E_{n,max} \cdot K_n \quad (9)$$

Dabei bedeuten:

- $n$  Index für das Sendesignal
- $E_{n,h}$  Hochgerechneter Messwert für das Sendesignal  $n$ , in V/m
- $E_{n,max}$  Örtlich maximale gemessene elektrische Feldstärke des Sendesignals  $n$ , in V/m
- $K_n$  Hochrechnungsfaktor für das Sendesignal  $n$

Der Beurteilungswert  $E_B$  wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$E_B = \sqrt{\sum_{n=1}^q E_{n,h}^2} \quad (10)$$

Dabei bedeuten:

- $n$  Index für das Sendesignal
- $E_B$  Beurteilungswert, in V/m
- $E_{n,h}$  Hochgerechneter Messwert für das Sendesignal  $n$ , in V/m
- $q$  Anzahl der von der Anlage abgestrahlten Sendesignale

### 5.3.9 Messunsicherheit und Kalibrierung

#### **Allgemeines zur Messunsicherheit**

Jede Messung ist mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Dies hat zur Folge, dass wiederholte Messungen derselben Situation durch verschiedene Messpersonen und mit unterschiedlicher Messausrüstung voneinander abweichende Resultate ergeben. Die wahre Belastung kann somit höher oder niedriger sein, als der Messwert anzeigt. Unter der Voraussetzung, dass keine systematischen Fehler vorliegen, ist der wahrscheinlichste Wert derjenige, welcher am Messgerät abgelesen wird. Für die NIS-Beurteilung soll der abgelesene Messwert zu Grunde gelegt werden, auf Zu- oder Abschläge der Messunsicherheit ist zu verzichten. Flankierend wird nachstehend die maximal zulässige Messunsicherheit und damit eine Anforderung an die Qualität der Messeinrichtung festgelegt.



Die gesamte Unsicherheit des Messresultates setzt sich aus zwei Beiträgen zusammen:

- einer instrumentellen Unsicherheit, bedingt durch Geräte- und Kalibrierungenauigkeiten. Dieser Anteil der Unsicherheit wird im Folgenden als „Unsicherheit der Messeinrichtung“ bezeichnet.
- einer methodenbedingten Unsicherheit, im Folgenden als „Unsicherheit der Probenahme“ bezeichnet. Hier gehen beispielsweise individuell unterschiedliche Vorgehensweisen verschiedener Messpersonen zum Auffinden des örtlichen Maximums ein wie auch wechselnde meteorologische oder Umweltbedingungen und die Änderung der Möblierung von Innenräumen. Nicht eingeschlossen wird hingegen die Variabilität, die sich bei Breitbandmessungen aus dem Einfluss von anlagefremden Funksignalen ergibt.

Statistisch unterscheidet man zwischen der Standardunsicherheit  $u$  und der erweiterten Unsicherheit  $U$ .

- Die Standardmessunsicherheit entspricht der Standardabweichung der Verteilung der Messgrösse.
- Die erweiterte Messunsicherheit definiert den Bereich, innerhalb dessen die Messgrösse mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt (normalerweise wird eine Wahrscheinlichkeit von 95% festgelegt).

Die Standardunsicherheit  $u$  des Messresultates wird aus der Unsicherheit der Messeinrichtung und der Unsicherheit der Probenahme wie folgt berechnet:

$$u = \sqrt{u_m^2 + u_p^2} \quad (11)$$

Es bedeuten:

- $u$  Standardunsicherheit des Messresultates
- $u_m$  Standardunsicherheit der Messeinrichtung
- $u_p$  Standardunsicherheit der Probenahme

Die erweiterte Messunsicherheit  $U$  beträgt:

$$U = 2 \cdot u \quad (12)$$

### **Unsicherheit der Messeinrichtung**

Im Idealfall ist die Messeinrichtung mit einem Signal kalibriert, welches bezüglich Frequenz, Intensität, Polarisation und Modulation genau dem zu messenden Rundfunk-/Funkrufsignal entspricht. Wenn auch noch die Temperatur während der Kalibrierung mit der Temperatur bei der Messung übereinstimmt, dann ist die Messunsicherheit im Wesentlichen nur durch die Unsicherheit der Kalibrierung gegeben.

In der Praxis sind die zu messenden Situationen allerdings zu vielfältig und häufig auch zu wenig klar definiert, als dass für jeden Einzelfall eine spezifische Kalibrierung der Messeinrichtung möglich wäre. Man muss sich bei der Kalibrierung deshalb auf eine oder wenige ausgewählte Referenzbedingungen beschränken. Beispielsweise werden Breitbandsonden oft nur bei einer einzigen Frequenz und einem bestimmten Pegel kalibriert. Die Empfindlichkeit der Sonde bei anderen Frequenzen wird vom Hersteller für den jeweiligen Sondentyp (nicht für jede Sonde individuell) in Form einer maximalen Abweichung relativ zum Kalibrierpunkt spezifiziert. Ähnliches gilt für den Intensitätsbereich: Hier können Abweichungen vom idealen linearen Verhalten der Sonde auftreten, welche der Hersteller ebenfalls als maximale Abweichung spezifiziert. Diese und weitere nichtideale Eigenschaften der Messeinrichtung erhöhen die Messunsicherheit des Messresultats.

Grundsätzlich ist anzustreben, solche Nichtidealitäten durch Kalibrierung und anschließende numerische Korrektur zu kompensieren. So kann bei einer frequenzselektiven Messeinrichtung beispielsweise ein Korrekturfaktor bei verschiedenen Frequenzen bestimmt werden. Jeder Messwert wird dann mit dem für die betreffende Frequenz gültigen Korrekturfaktor numerisch korrigiert. Auch in diesem Fall verschwindet die Unsicherheit nicht gänzlich, weil der Korrekturfaktor selbst noch mit einer Unsicherheit behaftet ist und im Allgemeinen zwischen zwei Kalibrierpunkten interpoliert werden muss. Diese verbleibende Unsicherheit ist jedoch erheblich kleiner als wenn nur eine Spezifikation für die maximale Abweichung über den gesamten Frequenzbereich zur Verfügung steht. Bei Breitbandsonden ist die beschriebene Korrektur allerdings nur dann möglich, wenn am Messort nur Immissionen in einem einzigen Frequenzband vorliegen. Ist dies nicht gewährleistet, dann ist zusätzlich der Frequenzgang der Sonde in die Berechnung der Messunsicherheit einzubeziehen.

Die Unsicherheit der Messeinrichtung ist vom beauftragten Messlabor aufgrund der Geräte- und Kalibrierspezifikationen zu berechnen und im Messbericht anzugeben. Sie kann je nach Frequenzband unterschiedlich hoch sein. In diesem Fall ist sie für jedes Frequenzband, in dem die Messeinrichtung verwendet wird, separat zu ermitteln.

Bei der Berechnung der Unsicherheit der Messeinrichtung sind mindestens die folgenden Einflussfaktoren zu berücksichtigen:

#### **Breitbandsonden**

- Unsicherheit der Kalibrierung
- Linearitätsabweichung
- Frequenzgang
- Isotropieabweichung
- Modulationseinfluss
- Temperaturabhängigkeit

Bei Breitbandsonden muss darauf geachtet werden, dass der gemessene Wert im spezifizierten Messbereich der Sonde (Pegel und Frequenz) liegt.

#### **Frequenzselektive Messeinrichtung**

- Unsicherheit der Kalibrierung des Messgerätes
- Linearitätsabweichung des Messgerätes
- Frequenzgang des Messgerätes
- Modulationsabhängigkeit des Messgerätes
- Temperaturabhängigkeit des Messgerätes
- Unsicherheit der Antennenkalibrierung
- Unsicherheit der Kabelkalibrierung
- Fehlanpassungen

Beispiele für die Berechnung der Unsicherheit der Messeinrichtung sind in Anhang 4 zusammengestellt.

### **Unsicherheit der Probenahme**

Die Unsicherheit der Probenahme kann durch das messende Labor nicht beliebig verkleinert werden. Für die Standardunsicherheit der Probenahme  $u_p$  wird ein Wert von  $\pm 15\%$ <sup>32</sup> angenommen. Er ist bei der Berechnung der gesamten Messunsicherheit als fixer Beitrag einzusetzen.

Bei der Breitbandmessung vergrößert der Einfluss von Fremdsignalen die Streuung der Messresultate zusätzlich. Diese Einflüsse haben immer eine Überschätzung der anlagebezogenen Feldstärke zur Folge, entziehen sich jedoch weitgehend einer statistischen Behandlung. Sie werden deshalb in der Unsicherheit der Probenahme nicht eingeschlossen.

### **Anforderung an die Messunsicherheit**

Die Standardunsicherheit der Messeinrichtung soll in jedem Frequenzband, in dem sie eingesetzt wird, nicht mehr als  $\pm 16.7\%$ , die erweiterte Unsicherheit der Messeinrichtung nicht mehr als  $\pm 33.5\%$  betragen. Messungen sollen nur akzeptiert werden, wenn diese Anforderung erfüllt ist. Die gesamte erweiterte Messunsicherheit  $U$  soll den Wert von  $\pm 45\%$  nicht überschreiten.

In Tabelle 4 sind die zulässigen Unsicherheiten zusammengestellt. Für die Unsicherheit der Probenahme ist ein konstanter Wert zu verwenden; die Unsicherheit der Messeinrichtung ist durch das Messlabor für seine Messausrüstung zu berechnen.

	<b>Standardunsicherheit</b>	<b>Erweiterte Unsicherheit</b>
Unsicherheit der Messeinrichtung	$U_m \leq \pm 16.7\%$	$U_m \leq \pm 33.5\%$
Unsicherheit der Probenahme	$U_p = \pm 15\%$ <sup>32</sup>	$U_p = \pm 30\%$
Gesamte Messunsicherheit	$u \leq \pm 22.5\%$	$U \leq \pm 45\%$

**Tabelle 4: Anforderungen an die Messunsicherheit.**

### **Kalibrierung**

Die Messgeräte, Antennen und Kabel sollen im Abstand von einem Jahr bei einer anerkannten Kalibrierstelle kalibriert werden.

Die Kalibrierzertifikate müssen vorliegen und dem Auftraggeber auf Wunsch vorgelegt werden.

---

<sup>32</sup> Der definitive Wert ist abhängig vom Ergebnis von Vergleichsmessungen

### 5.3.10 Anforderungen an Messberichte von Abnahmemessungen

Der Messbericht von Abnahmemessungen soll so detailliert sein, dass alle Schritte der Messung und der Weiterverarbeitung der Messwerte nachvollzogen werden können. Er muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Bezug auf das Standortdatenblatt
- Angaben des Auftraggebers
- Angaben des Inhabers
- Messzeit
- Beteiligte Personen
- eingeladene Behördenvertreter
- Bauweise des Gebäudes und Anordnung der Fenster
- Möblierung des Raumes (Fotos)
- Messorte und Raumbereich, in dem das Maximum gesucht wurde (mit Skizzen, Fotos und Begründung)
- Verwendete Messgeräte und deren Messunsicherheit
- Gesamte Messunsicherheit
- Messergebnisse und Beurteilungswerte (detailliert, mit Berechnung der Beurteilungswerte)
- Weitere Randbedingungen wie Wetter, besondere, ev. temporäre bauliche Verhältnisse u. a.

Ein Messbericht einer akkreditierten Firma muss das Logo der Schweizerischen Akkreditierungsstelle (SAS)



**STS (xy)**

mit der dazugehörigen Akkreditierungsnummer (xy) tragen, nur dann gilt die Messung als akkreditierte Messung. Dabei muss an prominenter Stelle im Prüfbericht angegeben sein, mit welcher Methode (gemäss den Begriffen im Geltungsbereich der Akkreditierung) und nach welcher Referenz (z.B. Messempfehlung BUWAL/METAS; firmeninterne Prüfnorm, EN) die Messung durchgeführt wurde. Messungen oder Berechnungen einer akkreditierten Firma nach einer Methode, für die sie nicht akkreditiert ist, dürfen hingegen nicht als akkreditierte Prüfung deklariert werden und der Messbericht darf das SAS-Logo nicht verwenden.

Falls ein Labor für einen Prüfauftrag sowohl Methoden anwendet, für die es akkreditiert ist als auch solche, für die es nicht akkreditiert ist, darf das SAS-Logo verwendet werden. Die Ergebnisse der nicht akkreditierten Methoden müssen jedoch im Bericht deutlich separiert und mit der Bezeichnung "ausserhalb des akkreditierten Bereichs" versehen werden. Auch eine Verrechnung von Ergebnissen aus dem akkreditierten und dem nicht akkreditierten Bereich zu einem neuen Ergebnis gilt nicht als akkreditierte Prüfung. Generell soll der Berichtsinhalt aufgrund von nicht akkreditierten Methoden umfangmässig deutlich geringer sein als der Inhalt aufgrund der akkreditierten Methoden.

Die Messfirmen, welche für NIS-Messungen akkreditiert sind, sind auf der Internet-Homepage der Schweizerischen Akkreditierungsstelle (SAS)<sup>33</sup> ersichtlich, wenn dort unter „Stichwort“ als Suchbegriff "NISV" eingegeben wird. Diese Liste wird durch die SAS laufend aktualisiert. Für jede der akkreditierten Firmen sind diejenigen Messmethoden aufgeführt, für welche die Akkreditierung erlangt wurde. So haben sich einige Firmen nur für Breitbandmessungen, andere für Breitbandmessungen und für die selektive Messmethode ("Schwenkmethode"), einzelne zusätzlich für selbst definierte Messverfahren, welche nicht in Messempfehlungen des BUWAL/METAS festgelegt sind, akkreditieren lassen.

Es wird empfohlen, für den schnellen Leser jedem Messbericht eine unterschriebene und datierte<sup>34</sup> Kurzzusammenfassung mit einheitlichem Inhalt und Format voranzustellen. Diese Zusammenfassung soll für jeden Messort den ermittelten Beurteilungswert für den massgebenden Betriebszustand und den zugehörigen Grenzwert enthalten. Um Konfusion zu vermeiden, soll in der Zusammenfassung auf Messwerte oder extrapolierte Werte, die sich nicht auf den massgebenden Betriebszustand beziehen, verzichtet werden. Solche Zusatzangaben haben ihren Platz in den Detailkapiteln eines Messberichts.

Anlage: <b>Radio- und Fernsehsender Musterlingen</b> (Standortdatenblatt vom 31.12.2005)			
Gemessene Funkdienste: UKW, TV analog, DAB		Messdatum: 1.7.2006	
Nr. des OMEN im Standortdatenblatt	3	1	-
Adresse des Messortes	Funkstrasse 3 9876 Musterlingen	Funkstrasse 1 9876 Musterlingen	Radioweg 14 9876 Musterlingen
Beschreibung des Messortes	Hinterhaus, oberstes Stockwerk, Wohnzimmer	Oberstes Stockwerk, Ostseite, Schlafzimmer	Dachgeschoss, Galerie im Wohnzimmer
Beurteilungswert in V/m	<b>1.72</b>	<b>0.95</b>	<b>3.21</b>
Anlagegrenzwert in V/m	3	3	3
Anlagegrenzwert eingehalten?	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Nein</b>
Datum:		Unterschrift:	

**Tabelle 5: Beispiel für die Zusammenfassung eines Messberichts**

<sup>33</sup> <http://www.sas.ch/de/sas-index.html>

<sup>34</sup> Diese Unterschrift gilt für den ganzen Messbericht.



## 6 Spezifische Hinweise zu den einzelnen Funkdiensten

### 6.1 UKW-Radio

#### 6.1.1 Technisches

UKW-Radio belegt das Frequenzband II zwischen 87.5 und 108 MHz. Ein UKW-Signal überträgt ein Radioprogramm und die zugehörigen RDS-Daten (radio data system). Es existiert kein fixer Kanalraster; in der Schweiz wird - wenn es sich um dasselbe Programm handelt - mit einem Frequenzabstand von 300 kHz gearbeitet, bei unterschiedlichen Programmen mit 400 kHz. In grenznahen Gebieten kann dieser Frequenzabstand auch unterschritten werden. UKW-Signale sind frequenzmoduliert, dadurch wird das Signal auf eine gewisse Bandbreite aufgeweitet. Für ein Stereosignal ohne RDS beträgt die Bandbreite 256 kHz, mit RDS 269 kHz<sup>35</sup>. Die spektrale Leistung des UKW-Signals nimmt gegen die Bandgrenzen hin sehr stark ab. Die äquivalente Strahlungsleistung (ERP) ist zeitlich konstant. Ein Spektrum des UKW-Bandes mit vier Sendesignalen ist in Abbildung 3 dargestellt.

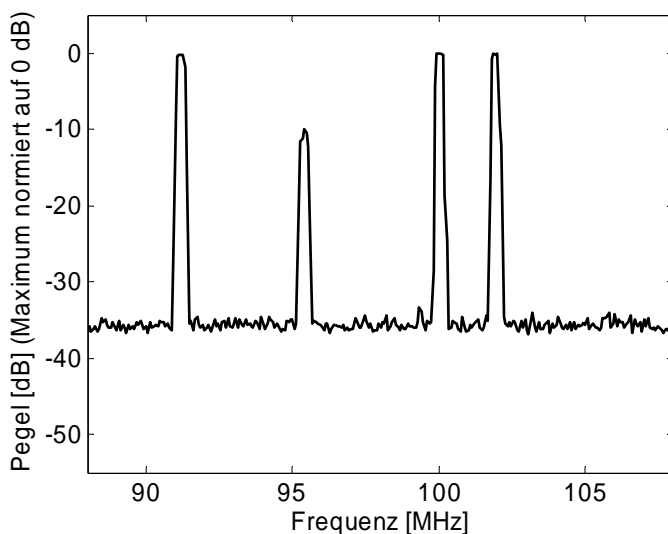


Abbildung 3: Beispiel eines Spektrums mit Signalen von vier UKW-Sendern

#### 6.1.2 Massgebende Sendeleistung

Für die NIS-Beurteilung ist die im technischen Anhang zur Konzession des Veranstalters festgelegte maximale äquivalente Strahlungsleistung massgebend.

---

<sup>35</sup> Diese Bandbreiten ergeben sich unter der Voraussetzung, dass die erlaubten 75 kHz Frequenzhub eingehalten werden.

### 6.1.3 NIS-Berechnung

Die NIS-Berechnung erfolgt nach Formel (5).

### 6.1.4 NIS-Messung

Bei frequenzselektiven Messungen sind die folgenden instrumentellen Einstellungen zu wählen:

- RMS-Detektor oder Peak-Detektor
- Die Messbandbreite soll 150 kHz<sup>36</sup> betragen. Wenn bei älteren Messgeräten kein 150 kHz-Filter verfügbar ist, dann kann mit der nächst höheren Bandbreite gemessen werden; dabei ist allerdings sicherzustellen, dass unmittelbar neben dem zu messenden Signal im Spektrum keine weiteren Signale vorhanden sind.

Geeignete Messantennen:

- kleine Rahmenantenne
- verkürzter Dipol
- bikonische Antenne mit kleinen Abmessungen

## 6.2 DAB (Digital Audio Broadcasting; Digitalradio)<sup>37</sup>

### 6.2.1 Technisches

Digitale Radioprogramme zeichnen sich durch eine hohe Wiedergabequalität aus. Sie werden über Satellit und in der Schweiz seit 1999 auch über terrestrische Sendeanlagen verbreitet. Die letztgenannte Verbreitungsart wird als DAB (digital audio broadcasting) bezeichnet. DAB garantiert einen guten Mobilempfang, weitgehend frei von Interferenzstörungen durch Mehrwegausbreitung.

In der Schweiz ist für DAB vorerst der bisherige Fernsehkanal 12 (223-230 MHz) reserviert<sup>38</sup>. Für die DAB-Verbreitung wird die Fläche der Schweiz in einige Versorgungsgebiete (allotments) aufgeteilt. Für die Versorgung eines allotments werden mehrere Sendeanlagen benötigt, welche jedoch, im Gegensatz zur UKW-Verbreitung, in der Regel alle auf derselben Frequenz senden (Gleichwellennetz). Ein Sendesignal hat eine Bandbreite von 1.536 MHz und kann einen so genannten Multiplex von mehreren Programmen („Programmensembles“) übertragen.

Es kommt ein Modulationsverfahren zur Anwendung, bei dem die Information zuerst digitalisiert und anschliessend auf 1536 eng benachbarte analoge Träger aufmoduliert wird. Als Ergebnis erhält man ein rauschähnliches Sendesignal (Abbildung 4) konstan-

---

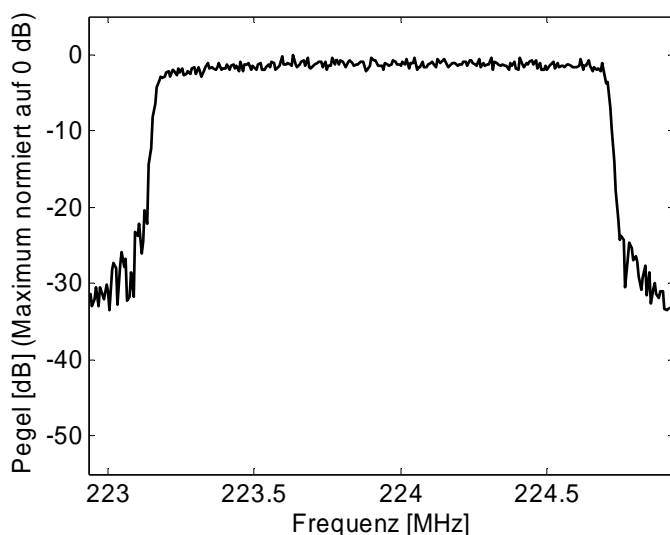
<sup>36</sup> Die Bandbreite des UKW-Signals kann zwar wesentlich breiter sein als 150 kHz (z.B. Stereosignal mit RDS: 269 kHz), da aber die Signalstärke gegen die Bandgrenzen sehr stark abnimmt, ergeben sich bei einer Messung mit einem 150 kHz-Filter nur geringe Abweichungen gegenüber einer Messung mit einem breiteren Filter.

<sup>37</sup> Die Ausführungen in diesem Abschnitt gelten gleichermaßen auch für DMB (Digital Multimedia Broadcasting) und weitere terrestrische Rundfunkdienste, die auf dem DAB-Standard basieren.

<sup>38</sup> Es sind ebenfalls Frequenzen im L-Band (1452 – 1492 MHz) für DAB reserviert. Diese Frequenzen sind eher für lokale Anwendungen vorgesehen und werden zur Zeit nicht benützt. In Zukunft werden weitere Frequenzen im Band III (174 – 223 MHz) für DAB zur Verfügung stehen.



ter Sendeleistung, das für Synchronisationszwecke periodisch für kurze Zeit ausgetastet wird.



**Abbildung 4: Beispiel eines Spektrums eines DAB-Signals**

Der Betrieb als Gleichwellennetz verunmöglicht es grundsätzlich, den Anteil der NIS-Belastung einer einzelnen Sendeanlage messtechnisch zu erfassen. Man wird immer die Immission aller Sendeanlagen, die dasselbe Sendesignal verbreiten, messen. Diese prinzipielle Limite wirkt sich in der Praxis jedoch kaum je entscheidend aus, da Abnahmemessungen in der Regel nahe bei einer Sendeanlage durchgeführt werden. Bereits die Feldstärke der nächsten Sendeanlage ist wegen der wesentlich grösseren Entfernung so stark abgeklungen, dass sie nur unbedeutend zu Buche schlägt.

### 6.2.2 Massgebende Sendeleistung

Die Sendeleistung wird nicht pro Programm, sondern pro Sendesignal (Multiplex) festgelegt. Sie ist - als maximaler Effektivwert der äquivalenten Strahlungsleistung - im technischen Anhang zur Konzession desjenigen Veranstalters festgelegt, welcher die Verantwortung für die Verbreitung des ganzen Sendesignals trägt.

Für die NIS-Beurteilung ist diese konzessionierte äquivalente Strahlungsleistung massgebend.

### 6.2.3 NIS-Berechnung

Die NIS-Berechnung erfolgt nach Formel (5).

## 6.2.4 NIS-Messung

Als Referenzmessung gilt die Messung der Kanalleistung (channel power) über die Signalbandbreite von 1.536 MHz, eine Funktion die von neueren Messgeräten angeboten wird.

Alternativ dazu kann die Messung auch frequenzselektiv erfolgen. Dabei sind die folgenden instrumentellen Einstellungen zu wählen:

- RMS-Detektor
- Messbandbreite 1.5 MHz.

Falls im Spektrum unmittelbar angrenzend weitere Signale vorhanden sind, überschätzt diese Messmethode die elektrische Feldstärke des zu messenden DAB-Signals leicht.

Geeignete Messantennen:

- kleine Rahmenantenne
- verkürzter Dipol
- bikonische Antenne mit kleinen Abmessungen
- logperiodische Antenne mit kleinen Abmessungen

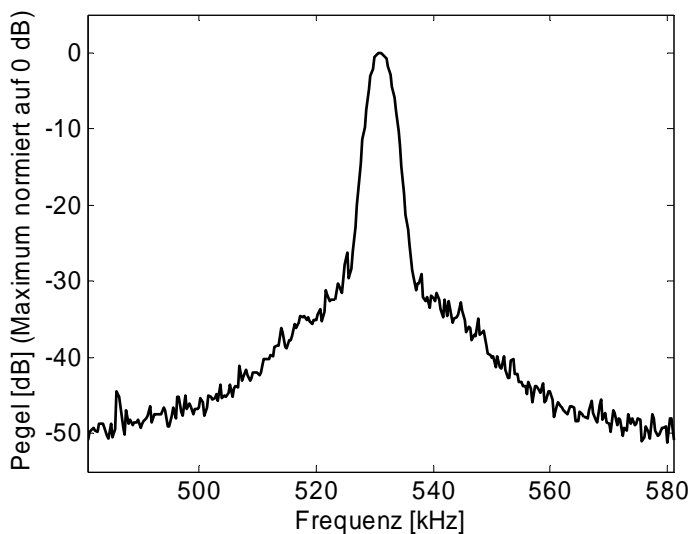
## 6.3 Mittelwelle

### 6.3.1 Technisches

Mit der Verbreitung über Mittelwelle hat das Rundfunkzeitalter zu Beginn des 20. Jahrhunderts begonnen. Ein Mittelwellensender verbreitet ein einzelnes Programm.

Mittelwellensender sind Rundstrahler und arbeiten mit Amplitudenmodulation. Die im technischen Anhang zur Konzession festgelegte Sendeleistung bezieht sich auf den Effektivwert des (unmodulierten) Trägersignals. Der Effektivwert des Sendesignals selbst schwankt im Takt mit der übertragenen Sprache oder Musik. Dabei spielen zwei Vorgänge eine Rolle, welche sich gegenseitig weitgehend kompensieren. Einerseits wird für die Übertragung von Sprache und Musik mehr Sendeleistung benötigt als wenn nur der unmodulierte Träger abgestrahlt würde. Andererseits senken moderne Mittelwellensender die Sendeleistung des Trägers aus Energiespargründen dynamisch ab, sobald Information aufmoduliert ist. Diese beiden gegenläufigen Effekte führen dazu, dass im Zeitmittel der Effektivwert des Sendesignals tendenziell niedriger ist als derjenige des unregulierten Trägers. Das Spektrum eines Mittelwellen-Sendesignals findet sich in Abbildung 5.

Die für die NIS-Beurteilung vor allem interessierenden Orte liegen in der Regel im Nahfeld der Antenne. Im Nahfeld sind die Feldverhältnisse kompliziert und entziehen sich einer einfachen rechnerischen Behandlung.



**Abbildung 5: Beispiel eines Spektrums des Signals eines Mittelwellensenders**

Im europäischen Ausland erfolgen derzeit Testausstrahlungen für die digitalisierte Mittelwellenverbreitung, welche möglicherweise in Zukunft zur Anwendung gelangen wird. Der vorliegende Abschnitt gilt nicht für diese Verbreitungsart.

### 6.3.2 Massgebende Sendeleistung

Im Anhang zur Konzession ist die (ungeregelte) Trägerleistung festgelegt. Im Gegensatz zu allen anderen Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen handelt es sich dabei nicht um die äquivalente Strahlungsleistung (ERP), sondern um die der Antenne physikalisch zugeführte Sendeleistung.

Massgebend für die NIS-Beurteilung ist der Betrieb mit dem unmodulierten, konstanten (nicht geregelten) Träger mit der konzessionierten Sendeleistung.

### 6.3.3 NIS-Berechnung

Es ist nicht zu erwarten, dass in der Schweiz neue Mittelwellensender erstellt werden, für die vorgängig eine NIS-Berechnung durchzuführen wäre. Sollte dies wider Erwarten trotzdem nötig werden, soll eine detaillierte Ausbreitungsrechnung nach dem Stand der Technik durchgeführt werden. Die einfache Fernfeldformel (5) ist für diesen Zweck nicht anwendbar.

### 6.3.4 NIS-Messung

Die NIS-Beurteilung der bestehenden Mittelwellensender erfolgt grundsätzlich anhand von NIS-Messungen. Im Zusammenhang mit dem Immissionsgrenzwert sind sowohl die elektrische als auch die magnetische Feldstärke zu messen, im Zusammenhang mit dem Anlagegrenzwert nur die elektrische Feldstärke. Eine Umrechnung der magnetischen in die elektrische Feldstärke oder umgekehrt ist nicht zulässig, solange man sich im Nahfeld befindet. In Innenräumen kommen für die Messung der elektrischen Feldstärke in erster Linie Breitbandmesssysteme in Frage, da Messsonden/-antennen,

die auf das elektrische Feld ansprechen, in Innenräumen einsetzbar sind und die nötige Empfindlichkeit aufweisen, derzeit nur für Breitbandsysteme erhältlich sind. Breitbandmessungen eignen sich bei Mittelwellensendern für eine abschliessende Abnahmemessung, vorausgesetzt, dass Fremdsignale ausgeschlossen werden können. Der Einfluss von Fremdsignalen ist bei Mittelwellensendern generell weniger kritisch, da der Anlagegrenzwert höher liegt (8.5 V/m) als für die übrigen Rundfunksender. Immerhin ist darauf zu achten, dass während der Messung keine Mobil- oder Schnurlostelefone eingeschaltet sind.

Die Messung soll bei ausgeschalteter Leistungsregelung des Trägers und ohne Modulation erfolgen. Dies ist ein Sonderzustand, der nur ausserhalb der regulären Sendezeiten hergestellt werden kann.

Eine Messung bei eingeschalteter Modulation und ohne Leistungsregelung des Trägers ist zulässig, wird jedoch schwankende und tendenziell zu hohe Werte ergeben.

Eine Messung bei eingeschalteter Leistungsregelung des Trägers ist nicht zulässig.

## 6.4 TV analog

### 6.4.1 Technisches

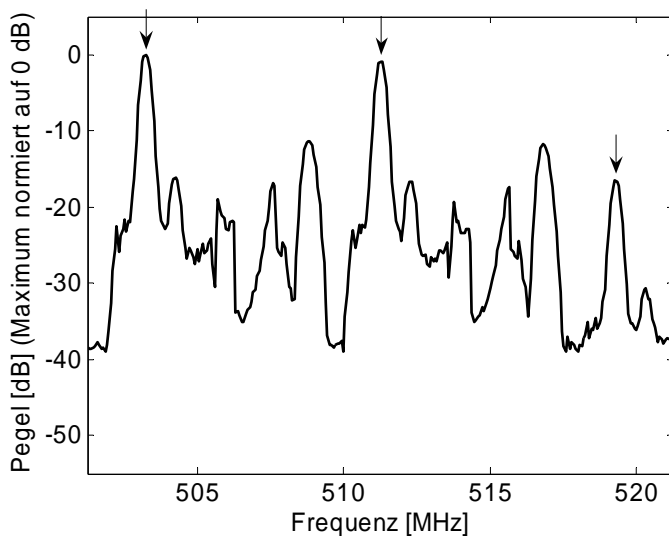
Die terrestrische Ausstrahlung von Fernsehprogrammen erfolgt derzeit noch mehrheitlich analog; ebenso die Weiterverbreitung über Kabel. Die Ausstrahlung erfolgt in der Schweiz in den folgenden Frequenzbändern:

47 - 68 MHz	Band I
174 - 223 MHz	Band III
470 - 862 MHz	Band IV/V

Ein analoges TV-Signal benötigt eine Bandbreite von 7 MHz. Der Kanalraster (Abstand der Kanäle im Spektrum) beträgt in den Bändern I und III ebenfalls 7 MHz, in den Bändern IV und V 8 MHz. Ein Sendesignal (ein Kanal) überträgt ein analoges Programm.

Das Sendesignal beinhaltet einen Bildträger und zwei Tonträger. Der Bildträger ist amplitudenmoduliert, die Tonträger frequenzmoduliert. Ein Spektrum von drei benachbarten Kanälen ist in Abbildung 6 dargestellt.

Die Intensität des Sendesignals ist während der Bildsynchronisation (Synchronimpuls) am höchsten. Während der Übertragung eines Bildes ist sie abhängig vom Bildinhalt. Die Übertragung eines Schwarzbildes ergibt ein Hochfrequenzsignal von ungefähr 3 dB unter dem Synchronimpuls; dazu kommen die beiden Tonträger mit einer Leistung von 1/20 bzw. 1/100 derjenigen des Bildträgers. Ein Schwarzbild inklusive Ton ergibt ein Sendesignal, dessen Effektivwert 2.2 dB unter demjenigen des Synchronimpulses liegt. Ein weisses Bild erzeugt ein wesentlich schwächeres Signal (die kleinstmögliche Amplitude). Die realen Bilder liegen dazwischen.



**Abbildung 6:** Beispiel eines Spektrums von drei benachbarten, analogen TV-Signalen (die Bildträger sind mit Pfeilen markiert).

Die analoge terrestrische TV-Verbreitung wird in der Schweiz gemäss derzeitiger Planung zwischen 2007 bis 2010 durch DVB-T etappenweise substituiert. Dabei wird das Band I freigestellt. Das Band III ist für eine gemischte Nutzung von DAB und DVB vorgesehen, die Bänder IV und V ausschliesslich für DVB. Die abschliessende internationale Frequenzkoordination erfolgt Mitte 2006. Anschliessend beginnt der Umsetzungsprozess. Dabei ist vorauszusehen, dass für das Erreichen des Endzustands mehrere Frequenzwechsel nötig sein werden, und dass einzelne Sendeanlagen während der Übergangszeit ihre systemtechnische Funktion ändern müssen.

#### 6.4.2 Massgebende Sendeleistung

Im technischen Anhang zur Konzession ist die äquivalente Strahlungsleistung (ERP) des Synchronimpulses festgelegt. Für die NIS-Beurteilung ist diese Sendeleistung nach unten zu korrigieren, da sich sowohl der Anlage- als auch der Immissionsgrenzwert nicht auf einen Pulsspitzenwert, sondern auf den Effektivwert des Signals beziehen. Als massgebender Betriebszustand wird die Übermittlung des Schwarzbildes zugrundegelegt. Für dieses Bild liegt der Effektivwert unter Berücksichtigung der Tonträger um 2.2 dB unter dem des Synchronimpulses.<sup>39</sup>

Für die NIS-Beurteilung ist daher der in der Konzession festgelegte Wert der ERP abzüglich 2.2 dB, entsprechend minus 40%, massgebend.

#### 6.4.3 NIS-Berechnung

Die NIS-Berechnung erfolgt nach Formel (5) unter Verwendung der massgebenden Sendeleistung gemäss Kapitel 6.4.2.

<sup>39</sup> Diese Korrektur gilt nicht für Farbnormen (z.B. SECAM), wie sie zum Teil in anderen Ländern angewendet werden.

#### 6.4.4 NIS-Messung

Bei frequenzselektiven Messungen ist nur der Bildträger zu messen. Es sind die folgenden instrumentellen Einstellungen zu wählen:

- Frequenz des Bildträgers
- Messbandbreite 300 kHz.
- Peak-Detektor

Geeignete Messantennen

- kleine Rahmenantenne
- verkürzter Dipol
- bikonische Antenne mit kleinen Abmessungen
- logperiodische Antenne mit kleinen Abmessungen

Vom Messwert werden 2.2 dB subtrahiert.

### 6.5 DVB-T (Digital Video Broadcasting terrestrial; Digitalfernsehen terrestrisch)<sup>40</sup>

#### 6.5.1 Technisches

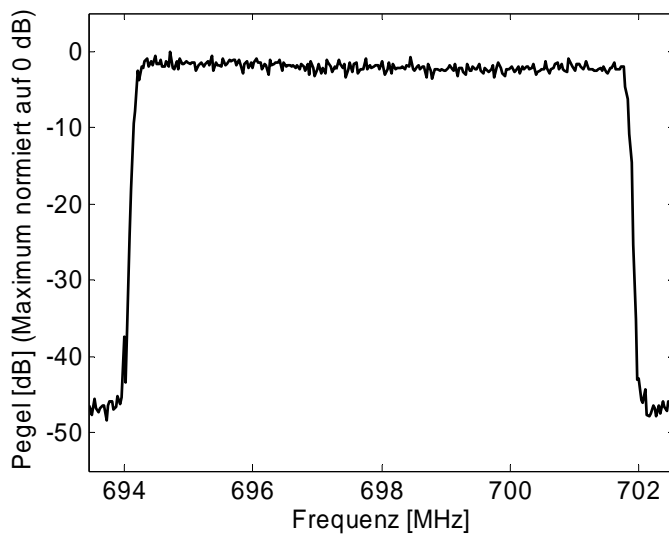
Das digitale Fernsehen ist eine neue Fernsehnorm. Sie wird das Analogfernsehen in der Zukunft vermutlich ablösen. Digitale Fernsehprogramme werden über Kabel, Satellit und von terrestrischen Sendeanlagen verbreitet. Die letztgenannte Verbreitungsart wird als DVB-T, terrestrisches Digitalfernsehen, bezeichnet. Mit DVB-T lassen sich in einem bisher analog genutzten Kanal von 7 oder 8 MHz Breite mehrere TV-Programme übertragen.

DVB-T wird voraussichtlich vorwiegend als Gleichwellennetz betrieben. Das heisst, dass innerhalb eines Versorgungsgebiets alle Sender mit derselben Frequenz senden. Der Betrieb als Gleichwellennetz erschwert es, den Anteil der NIS-Belastung einer einzelnen Sendeanlage während des regulären Sendebetriebs messtechnisch zu erfassen. Man wird daher die Immission aller Sendeanlagen, die besagtes Sendesignal verbreiten, messen. Diese prinzipielle Limite wirkt sich in der Praxis jedoch kaum je entscheidend aus, da Abnahmemessungen in der Regel nahe bei einer Sendeanlage durchgeführt werden. Bereits die Feldstärke der nächsten Sendeanlage ist wegen der wesentlich grösseren Entfernung so stark abgeklungen, dass sie nur unbedeutend zu Buche schlägt.

DVB-T wird in den Bändern III (174 – 223 MHz), IV und V (470 - 862 MHz) übertragen. Der Kanalraster (Abstand der Kanäle im Spektrum) beträgt im Band III 7 MHz und in den Bändern IV und V 8 MHz. Ein Sendesignal (ein Kanal) kann mehrere Programme übertragen. Es kommt ein Modulationsverfahren zur Anwendung, bei dem die Information digitalisiert und auf eine grosse Anzahl von eng benachbarten analogen Trägerfrequenzen verteilt wird. Als Ergebnis erhält man ein rauschähnliches Signal einer Bandbreite von 7.61 MHz in den Bändern IV und V bzw. von 6.66 MHz im Band III, dessen Sendeleistung zeitlich konstant ist. Ein Beispiel eines DVB-T-Signals ist in Abbildung 7 dargestellt.

---

<sup>40</sup> Die Ausführungen in diesem Abschnitt gelten gleichermassen für DVB-H (Digital Video Broadcasting-Handheld) und andere terrestrische Rundfunkdienste, die dem DVB-Standard entsprechen.



**Abbildung 7: Beispiel eines Spektrums eines DVB-T-Signals**

### 6.5.2 Massgebende Sendeleistung

Die Sendeleistung wird nicht pro Programm, sondern pro Sendesignal (Multiplex) festgelegt. Sie ist - als maximaler Effektivwert der äquivalenten Strahlungsleistung - im technischen Anhang zur Konzession desjenigen Veranstalters festgelegt, welcher die Verantwortung für die Verbreitung des ganzen Sendesignals trägt.

Für die NIS-Beurteilung ist diese konzessionierte äquivalente Strahlungsleistung massgebend.

### 6.5.3 NIS-Berechnung

Die NIS-Berechnung erfolgt nach Formel (5).

#### 6.5.4 NIS-Messung

Als Referenzmethode gilt eine Messung der Kanal-Leistung (channel power) über die Signalbandbreite von 7.61 MHz in den Bändern IV und V bzw. von 6.66 MHz im Band III<sup>41</sup>, was mit Messgeräten neuerer Bauart möglich ist.

Eine alternative Messmethode ist die frequenzselektive Messung mit folgenden Einstellungen:

- RMS-Detektor
- Messbandbreite 8 MHz in den Bändern IV bzw. V, 7 MHz im Band III

Falls Nachbarkanäle belegt sind, überschätzt diese Messmethode die NIS-Belastung leicht.

Geeignete Messantennen

- kleine Rahmenantenne
- verkürzter Dipol
- bikonische Antenne mit kleinen Abmessungen
- Logperiodische Antenne mit kleinen Abmessungen

## 6.6 Funkruf

### 6.6.1 Technisches

Funkruf wird in der Schweiz vorwiegend für Sicherheits-, Alarmierungs- und spezielle Businessanwendungen (Paging-Dienste) eingesetzt. Die Funkrufnetze werden als Gleichwellennetze betrieben. Zur Zeit werden in der Schweiz Funkrufnetze bei folgenden Frequenzen betrieben:

147 MHz  
167 MHz  
169 MHz  
466 MHz

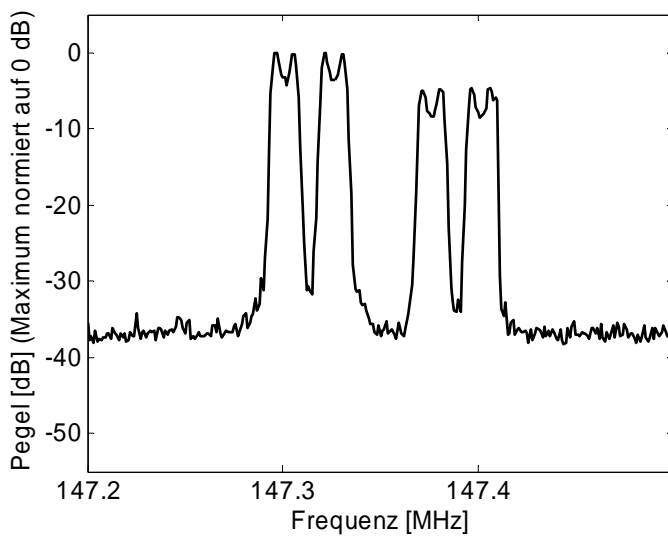
Es gibt Funkrufnetze, die alternierend auf zwei gepaarten Frequenzen senden, wobei auch kurze Sendepausen vorkommen können, während denen gar kein Signal emittiert wird. Das Spektrum von zwei (gepaarten) Funkrufsignalen ist in Abbildung 8 dargestellt.

Die Kanalbreite für Funkrufdienste beträgt 25 kHz. Das Signal ist mit „direct frequency shift keying“ moduliert.

---

<sup>41</sup> Der DVB-Standard lässt auch Kanalbandbreiten von 6 MHz zu – in diesem Fall muss bei der frequenzselektiven Messung eine Messbandbreite von mindestens 6 MHz verwendet werden.





**Abbildung 8:** Beispiel eines Spektrums von zwei gepaarten Funkrufsignalen. Dieses Spektrum wurde mit der „max hold“-Funktion gemessen; bei beiden Signalpaaren wird in Wirklichkeit zu jedem Zeitpunkt höchstens ein Signal emittiert.

### 6.6.2 Massgebende Sendeleistung

Im Gegensatz zum Rundfunk wird in der Konzession für Funkrufdienste die Sendeleistung nicht für jede Sendeanlage einzeln festgelegt. Die Konzession enthält lediglich eine Angabe über die maximal zulässige äquivalente Strahlungsleistung. Diese wird jedoch bei vielen Sendeanlagen dauerhaft nicht ausgeschöpft.

Als massgebend für die NIS-Beurteilung gilt diejenige äquivalente Strahlungsleistung (ERP), welche von einer gegebenen Sendeanlage maximal emittiert wird. Die entsprechende Angabe macht der Inhaber im Standortdatenblatt bzw. anlässlich von Abnahmemessungen. Diese deklarierte maximale Sendeleistung ist verbindlich und darf nicht überschritten werden. Eine spätere Erhöhung über diesen Wert hinaus gilt als Änderung im Sinne der NISV (Kapitel 2.9) und erfordert eine neue Bewilligung.

### 6.6.3 NIS-Berechnung

Die NIS-Berechnung erfolgt nach Formel (5). Allfällige Sendepausen werden nicht berücksichtigt.

#### **6.6.4 NIS-Messung**

Bei frequenzselektiven Messungen sind die folgenden instrumentellen Einstellungen zu wählen:

- RMS-Detektor oder Peak-Detektor
- Messbandbreite 30 kHz.

Geeignete Messantennen

- kleine Rahmenantenne
- verkürzter Dipol
- bikonische Antenne mit kleinen Abmessungen

Bei Funkrufanlagen, die alternierend auf zwei Frequenzen emittieren, sind die Signale auf beiden Frequenzen zu messen. Massgebend ist der höhere der beiden Messwerte.

# 7 Anleitung zum Ausfüllen des Standortdatenblattes für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen

## 7.1 Notwendige Angaben und Beilagen

Das Standortdatenblatt für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen findet sich in Anhang 1. Es kommt dann zum Einsatz, wenn die Sendeleistung (ERP) einer Sendeanlage für Rundfunk und/oder Funkruf insgesamt mindestens 6 Watt beträgt. Es ist nicht geeignet für Mittelwellensender, da sich die NIS-Belastung von Mittelwellensendern nicht mit einer einfachen Berechnungsformel prognostizieren lässt.

Es müssen die folgenden Angaben gemacht und die folgenden Zusatzblätter ausgefüllt werden:

- Ziffern 1 bis 7 des Hauptformulars
- Ein Zusatzblatt 1: "Technische Angaben zu den Sendesignalen und -antennen für Rundfunk und Funkruf"
- Ein Zusatzblatt 2: "Elektrische Feldstärke am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA)".
- In der Regel mindestens drei Zusatzblätter 3: „Elektrische Feldstärke an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN)“.<sup>42</sup>
- Ein Zusatzblatt 4: "Verzeichnis weiterer Sendeantennen auf dem Mast"
- Situationsplan im Massstab 1:1000. Wenn es die Übersichtlichkeit erfordert, kann auch ein anderer Kartenmassstab verwendet werden.
- Antennendiagramme für jeden Antennentyp

Wenn Absperrungen nötig sind, damit der Immissionsgrenzwert eingehalten werden kann:

- Detailplan der vorgesehenen Absperrungen und Warnhinweise.

---

<sup>42</sup> Befinden sich nur ein oder zwei OMEN innerhalb des Legitimationsperimeters, dann genügt es, nur für diese OMEN ein Zusatzblatt 3 auszufüllen. Liegt kein OMEN innerhalb des Legitimationsperimeters, soll mindestens für einen OMEN ausserhalb des Perimeters ein Zusatzblatt 3 ausgefüllt werden.

## 7.2 Hauptformular

### 7.2.1 Titelseite

**Standortgemeinde**

Politische Gemeinde, in der sich die zu bewilligende Anlage befindet.

**Objekt**

Name der Sendeanlage.(z.B. Sendeturm Musterberg).

**Beteiligte Firmen**

Jeder Betreiber, der über funktechnische Einrichtungen auf der Sendeanlage verfügt, wird hier aufgeführt. Zu jedem Betreiber werden der/die Veranstalter angegeben, deren Programme er verbreitet. Sind Betreiber und Veranstalter identisch, dann genügt die Angabe des Betreibers.

**Art des Projekts**

Hier wird angegeben, ob es sich um die NIS-Beurteilung einer alten Anlage, um ein Projekt für eine neue Anlage oder um die Änderung/Erweiterung einer bestehenden Anlage handelt. Die Art der Änderung oder Erweiterung ist zu spezifizieren.

*Beispiele:*

- Neue Sendeanlage
- Änderung von Senderichtungen
- Erhöhung der Sendeleistung
- Erweiterung mit DVB-T
- Erweiterung um Antennen der Firma xy
- Ersatz von Sendeantennen

**Ersetzt Standortdatenblatt vom**

Wenn es sich beim Projekt um eine Änderung/Erweiterung einer bestehenden Anlage handelt, dann soll hier auf das für die bestehende Anlage gültige, alte Standortdatenblatt verwiesen werden.

**Inhaber**

Hier wird diejenige Firma eingetragen, welche für den Inhalt des Standortdatenblattes verantwortlich zeichnet (siehe Kapitel 2.3).

- Bei Anlagen ohne Standortmitbenutzung durch andere Firmen: der Inhaber.
- Bei Anlagen mit Standortmitbenutzung durch andere Firmen: diejenige Firma, welche für die Koordination verantwortlich ist ("site manager").

## **7.2.2 Ziffer 1: Standort der Anlage**

### ***Koordinaten***

Schweizerische Landeskoordinaten CH1903, Genauigkeit mindestens 10 m.

### ***Beschreibung***

Hier soll der Standort kurz charakterisiert werden.

### ***Beispiele:***

- freistehender Mast auf Hügelkuppe
- freistehender Mast im Landwirtschaftsgebiet
- freistehender Mast am Waldrand
- auf einem Hochspannungsmast
- auf einem Industriegebäude
- auf einem Gewerbegebäude
- auf einem Silo
- auf einem Wohngebäude

## **7.2.3 Ziffer 3: Kontaktstelle für den Zutritt**

Es ist eine Adresse anzugeben, welche die Behörde für Standortbegehungen kontaktieren kann.

## **7.2.4 Ziffer 4: Elektrische Feldstärke am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Ergebnis von Zusatzblatt 2.**

Die Angaben werden aus dem Zusatzblatt 2 übernommen.

Anzugeben ist unter dieser Ziffer nur die von der Anlage stammende elektrische Feldstärke. Es wird dabei ausgewiesen, in welchem Mass der Immissionsgrenzwert bereits durch die von der Anlage stammende NIS-Belastung ausgeschöpft wird. Falls der Immissionsgrenzwert bereits durch die NIS-Belastung der Anlage allein weitgehend ausgeschöpft wird und dazu noch eine Vorbelastung durch anlagefremde Antennen besteht, wird die Behörde eine Gesamtbeurteilung der totalen Hochfrequenzstrahlung vornehmen. Als Indikator für das Vorhandensein anlagefremder Antennen dient das im Zusatzblatt 4 einzureichende "Verzeichnis weiterer Sendeantennen auf dem Mast".

## **7.2.5 Ziffer 5: Elektrische Feldstärke an den höchstbelasteten Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Ergebnisse der Zusatzblätter 3**

Die Angaben in dieser Ziffer werden – mit Ausnahme des Anlagegrenzwerts – den Zusatzblättern 3 entnommen. Es sind diejenigen drei OMEN auszuwählen, an denen die von der Anlage stammende elektrische Feldstärke am höchsten ist. Liegen weniger als drei OMEN innerhalb des Legitimationsperimeters, braucht nur für diese OMEN ein Zusatzblatt 3 ausgefüllt zu werden, wobei für mindestens ein OMEN die NIS-Berechnung durchzuführen ist, selbst wenn sich kein einziger OMEN innerhalb des Legitimationsperimeters befindet.

### ***Anlagegrenzwert***

Der Anlagegrenzwert für diejenigen Rundfunk- und Funkrundsendsendeanlagen, die mit dem vorliegenden Standortdatenblatt deklariert werden, beträgt 3 V/m (siehe Kapitel 2.5).

## 7.2.6 Ziffer 6: Legitimationsperimeter; Ergebnis des Zusatzblattes 1

Die Angabe in dieser Ziffer wird dem Zusatzblatt 1 entnommen.

## 7.2.7 Ziffer 7: Erklärung des Inhabers

Die Erklärung soll mit Datum, Unterschrift und Firmenstempel versehen werden.

### **Bemerkungen**

Hier können sachdienliche Zusatzinformationen angebracht werden, zum Beispiel, wie die drei höchstbelasteten OMEN identifiziert wurden.

## 7.3 Zusatzblatt 1: Technische Angaben zu den Sendesignalen und - antennen für Rundfunk und Funkruf

### **Generelles**

Detaillierteste Ebene für die technischen Angaben und die NIS-Berechnung ist das einzelne Sendesignal. Auf diese Ebene bezieht sich der Index  $n$  in den Zusatzblättern 1 bis 3 zum Standortdatenblatt. Ein Sendesignal ist das Signal, welches man mit einer frequenzselektiven Messeinrichtung diskriminieren kann. Es enthält je nach Funkdienst unterschiedliche Inhalte:

- UKW: ein Radioprogramm inkl. Zusatzinformationen (z.B. RDS)
- DAB: ein Programm-Multiplex bestehend aus mehreren Radioprogrammen inkl. Zusatzinformationen
- TV analog: ein Fernsehprogramm inkl. Ton und Zusatzinformationen (z.B. Teletext)
- DVB-T: ein Programm-Multiplex bestehend aus mehreren Fernsehprogrammen inkl. Zusatzinformationen
- Funkruf: die gleichzeitig emittierten Signale eines Funkrufnetzes

Für jedes einzelne von der Anlage ausgestrahlte Sendesignal wird in den Zusatzblättern 1 bis 3 eine Spalte ausgefüllt. Sind mehr als 10 Spalten auszufüllen, so werden weitere Zusatzblätter 1 beigelegt, wobei die Laufnummer  $n$  über 10 hinaus fortgesetzt wird.

Gekoppelte Antennen werden als eine Einheit (Antennensystem) behandelt. Die Antennendiagramme und die ERP gelten dann für das Antennensystem. Für jeden verwendeten Typ von Antennen bzw. Antennensystemen wird ein umhüllendes horizontales und ein vertikales Antennendiagramm beigelegt. Diese umhüllenden Antennendiagramme sollen die Diagramme aller Frequenzen innerhalb des weiter unten spezifizierten Frequenzbandes einschliessen und zusätzlich um die Montagetoleranzen aufgeweitet werden. Diese Toleranz ist sowohl im Zusatzblatt 1 (Azimut bzw. Elevation der Referenzrichtung; siehe unten), als auch bei den Antennendiagrammen zu vermerken. Sie darf sowohl im Azimut als auch in der Elevation maximal  $\pm 10$  Grad betragen.

Jeder Antenne bzw. jedem Antennensystem ist in der horizontalen und vertikalen Ebene eine Referenzrichtung zuzuordnen, auf die sich alle nachfolgenden Winkelangaben beziehen. Diese Referenzrichtung ist sowohl im geographisch referenzierten Situationsplan, als auch im jeweiligen Antennendiagramm in Form eines Pfeiles einzutragen.

In der Regel wird man als Referenzrichtung die Hauptstrahlrichtung wählen, sofern es eine solche gibt. Grundsätzlich kann jedoch eine beliebige Richtung als Referenz gewählt werden.

Die einzelnen Antennen bzw. Antennensysteme werden im Situations- oder Anlageplan mit den entsprechenden Nummern bezeichnet. Die Nummerierung der Antennen muss eindeutig sein.

#### **Höhenkote 0**

An dieser Stelle wird der Bezugspunkt für die Höhenangaben in den Zusatzblättern 1, 2 und 3 beschrieben. In der Regel wird man für diesen Bezugspunkt den gewachsenen Grund unter der Sendeanlage wählen. Die Festlegung der Höhenkote ist vor allem bei geneigtem Gelände von Bedeutung.

#### **Funkdienst**

Hier wird einer der folgenden Funkdienste eingetragen:

- UKW
- DAB
- TV analog
- DVB-T
- Funkruf

#### **Konzessionär(e)**

Hier werden der oder die Veranstalter aufgeführt, deren Programm(e) mit dem betreffenden Sendesignal verbreitet werden.

#### **Nr. der Antenne bzw. des Antennensystems**

Die Sendeantennen bzw. Antennensysteme werden nummeriert. Die Antennen bzw. Antennensysteme werden im Situationsplan eingezeichnet und mit ihrer Nummer versehen.

#### **Frequenzband**

Sofern das betreffende Sendesignal auf einer fixen Frequenz abgestrahlt wird, die auch in Zukunft nicht ändern wird, wird hier nicht ein Frequenzband, sondern diese Frequenz eingetragen.

Ist hingegen mit Frequenzwechseln zu rechnen, dann wird hier die untere und obere Grenze des Frequenzbereichs eingetragen, der für das betreffende Sendesignal in Frage kommt. Diese Grenzen können nach Bedarf frei gewählt werden. Frequenzwechsel innerhalb dieses spezifizierten Bereichs dürfen ohne Bewilligung vorgenommen werden. Es muss auch kein neues Standortdatenblatt ausgefüllt werden. Um diese Flexibilität zu ermöglichen, sind der NIS-Berechnung umhüllende Antennendiagramme zu Grunde zu legen, welche die je nach Frequenz leicht unterschiedlichen Diagramme einschliessen.

#### **Höhe der Antenne über Höhenkote 0**

Höhe in m von der Höhenkote 0 bis zur Mitte oder bis zum Phasenzentrum der Antenne. Diese Höhe muss bei der Montage der Antennen mit einer Toleranz von höchstens  $\pm 0.3$  m eingehalten werden.

**ERP<sub>n</sub>: Sendeleistung**

Hier wird für jedes Sendesignal die Sendeleistung (äquivalente Strahlungsleistung) eingetragen, welche für den massgebenden Betriebszustand gültig ist (siehe Kapitel 2.6 und 6).

**Azimet der Referenzrichtung**

Hier wird der Azimet der Referenzrichtung, wie sie im horizontalen Antennendiagramm eingezeichnet ist, bezogen auf Norden angegeben. Der Azimetwinkel der Referenzrichtung ist im Uhrzeiger zunehmend:

N:	0°
O:	90°
S:	180°
W:	270°

In Klammer wird die Montageteranz angegeben, z.B. ±10°

**Elevation der Referenzrichtung**

Hier wird die Elevation der Referenzrichtung, wie sie im vertikalen Antennendiagramm eingezeichnet ist, bezogen auf die Horizontale angegeben. Der Elevationswinkel der Referenzrichtung ist gegen oben zunehmend:

Referenzrichtung noch oben geneigt:	positives Vorzeichen
Referenzrichtung horizontal:	Elevation 0°
Referenzrichtung nach unten geneigt:	negatives Vorzeichen

In Klammer wird die Montageteranz angegeben, z.B. ±3°

**ERP<sub>total</sub>: Summierte Sendeleistung**

Die Summe der Sendeleistungen aller von der Sendeanlage abgestrahlten Sendesignale.

**Maximale Distanz für die Einsprache- und Beschwerdelegitimation**

Die maximale Distanz für die Einsprache- und Beschwerdelegitimation in Metern wird wie folgt berechnet:

$$d_{\text{Legitimation}} = \frac{70}{3} \cdot \sqrt{ERP_{\text{total}}} \quad (13)$$



## 7.4 Zusatzblatt 2: Elektrische Feldstärke am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA)

### **Generelles**

Für den höchstbelasteten Ort wird ein Zusatzblatt 2 ausgefüllt.

Die Berechnung wird für denjenigen Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA) durchgeführt, an dem die von der Anlage erzeugte elektrische Feldstärke am höchsten ist. In der Regel handelt es sich dabei um einen Ort im Freien. Der OKA wird durch eine eindeutige Nummer im Zusatzblatt 2 und im Situationsplan gekennzeichnet.

Das Zusatzblatt 2 korrespondiert mit dem Zusatzblatt 1. Alle Sendesignale, die im Zusatzblatt 1 aufgeführt sind, werden ins Zusatzblatt 2 übertragen.

Als Ergebnis des Zusatzblattes 2 resultieren die elektrische Feldstärke (in V/m) und die Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes (in %). Diese Werte werden mit den am Schluss des Zusatzblattes 2 angegebenen Formeln berechnet. Die Ergebnisse werden in Ziffer 4 des Hauptformulars übertragen.

### **Beschreibung und Adresse des OKA**

*Beispiele:*

- Aussichtsplattform am Sendeturm
- Am Fuss des Sendemastes
- Liftaufbau, auf dem Dach von Sägeweg 20

### **Nutzung des OKA**

*Beispiele:*

- Touristen
- Passanten
- Servicearbeiten am Lift

### **Höhe des OKA über Boden**

- Auf Strassen, Brücken, Plätzen etc: 1.50 m.
- Auf Dächern, Terrassen etc: In der Regel die Höhe des Daches, der Terrasse etc. über Boden plus 1.50 m. Falls das Wartungspersonal gebäudetechnischer Einrichtungen in grössere Höhen als 1.50 m gelangen kann, ist die maximal zu erwartende Aufenthaltshöhe einzusetzen.

### **Höhe des OKA über Höhenkote 0**

Analog zu "Höhe des OKA über Boden", jedoch bezogen auf die im Zusatzblatt 1 festgelegte Höhenkote 0. Diese Angabe ist vor allem bei geneigtem Gelände von Bedeutung. In diesem Fall weicht die "Höhe über Höhenkote 0" von der "Höhe über Boden" ab.

### **Funkdienst, Konzessionär(e), Nr. der Antenne, Frequenz/Frequenzband und ERP<sub>n</sub>**

Diese Angaben werden aus dem Zusatzblatt 1 übernommen.

### **Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OKA**

Aus dem Grundrissplan herauszulesender Abstand zwischen der Antenne und dem OKA.

**Höhenunterschied zwischen Antenne und OKA**

Differenz zwischen der Höhe der Antenne über Höhenkote 0 (Zusatzblatt 1) und der Höhe des OKA über Höhenkote 0.

**$d_n$ : direkter Abstand zwischen Antenne und OKA**

Direkter Abstand in m zwischen dem OKA und der Mitte der Sendeantenne/des Antennensystems. Der Direktabstand wird aus dem horizontalen Abstand und dem Höhenunterschied zwischen der Antenne und dem OKA trigonometrisch berechnet.

**Azimut des OKA gegenüber der Antenne**

Azimut der Verbindungslinie zwischen dem OKA und der Antenne, in Grad von Norden.

**Elevation des OKA gegenüber der Antenne**

Elevation der Verbindungslinie zwischen dem OKA und der Antenne, in Grad von der Horizontalen.

**Azimut der Referenzrichtung der Antenne**

Azimut der Referenzrichtung, wie sie im horizontalen Antennendiagramm eingezeichnet ist, in Grad von Norden (aus Zusatzblatt 1).

**Elevation der Referenzrichtung der Antenne**

Elevation der Referenzrichtung, wie sie im vertikalen Antennendiagramm eingezeichnet ist, in Grad von der Horizontalen (aus Zusatzblatt 1).

**Winkel des OKA zur Referenzrichtung, horizontal**

Winkel zwischen der Linie, welche die Antenne und den OKA verbindet, und der Referenzrichtung der Antenne, in Grad Azimut. Mit diesem Winkel wird anschliessend im horizontalen Antennendiagramm, ausgehend von der Referenzrichtung, die horizontale Richtungsabschwächung ermittelt.

**Winkel des OKA zur Referenzrichtung, vertikal**

Winkel zwischen der Linie, welche die Antenne und den OKA verbindet, und der Referenzrichtung der Antenne, in Grad Elevation. Mit diesem Winkel wird anschliessend im vertikalen Antennendiagramm, ausgehend von der Referenzrichtung, die vertikale Richtungsabschwächung ermittelt.

**Richtungsabschwächung horizontal**

Die Richtungsabschwächung wird aus dem horizontalen Antennendiagramm für den „Winkel des OKA zur Referenzrichtung, horizontal“, ausgehend von der Referenzrichtung, abgelesen. Die Angabe erfolgt in dB mit positivem Vorzeichen.

**Richtungsabschwächung vertikal**

Die Richtungsabschwächung wird aus dem vertikalen Antennendiagramm für den „Winkel des OKA zur Referenzrichtung, vertikal“, ausgehend von der Referenzrichtung, abgelesen. Die Angabe erfolgt in dB mit positivem Vorzeichen.

**Richtungsabschwächung total (in dB)**

Summe von horizontaler und vertikaler Richtungsabschwächung in dB, maximal jedoch 15 dB.

**$\gamma_n$ : Richtungsabschwächung total (als Faktor)**

Der Abschwächungsfaktor  $\gamma_n$  wird aus der totalen Richtungsabschwächung in dB wie folgt berechnet:

$$\gamma_n = 10^{dB/10} \quad (14)$$

**$E_n$ : Feldstärkebeitrag**

Die elektrische Feldstärke (in V/m) des betreffenden Sendesignals am OKA. Sie wird wie folgt berechnet:

$$E_n = \frac{7}{d_n} \cdot \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n}} \quad (15)$$

**$IGW_n$ : Immissionsgrenzwert**

Der für die betreffende Frequenz massgebende Immissionsgrenzwert in V/m (siehe Kapitel 3.3). Wurde ein Frequenzband angegeben und ist der Immissionsgrenzwert innerhalb dieses Bandes nicht konstant, dann ist der innerhalb des spezifizierten Frequenzbandes niedrigste Immissionsgrenzwert einzusetzen.

**$E_{Anlage}$ : Elektrische Feldstärke der Anlage**

Die elektrische Feldstärke der ganzen Sendeanlage. Sie wird aus den einzelnen Feldstärkebeiträgen  $E_n$  wie folgt berechnet:

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_n^2} \quad (16)$$

Summiert wird über alle Spalten der Tabelle, in denen ein Eintrag vorliegt.

**Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes**

Dieser Wert gibt an, bis zu welchem Grad (in %) der Immissionsgrenzwert durch die elektrische Feldstärke der von der Anlage abgestrahlten Sendesignale am OKA bereits ausgeschöpft wird. Er wird aus den einzelnen Feldstärkebeiträgen  $E_n$  wie folgt berechnet<sup>43</sup>:

$$100 \cdot \sqrt{\sum_n \left( \frac{E_n}{IGW_n} \right)^2} \quad (17)$$

Summiert wird über alle Spalten der Tabelle, in denen ein Eintrag vorliegt.

---

<sup>43</sup> Diese Formel ist nicht vollständig, falls Frequenzen unterhalb von 1 MHz mit zu berücksichtigen sind. Dies wird allerdings kaum der Fall sein, da das vorliegende Standortdatenblatt explizit nicht für Mittelwellensender konzipiert ist. Sollte sich trotzdem ein Anwendungsfall ergeben, sind die vollständigen Summierungsvorschriften nach Anhang 2 Ziffern 221 und 222 NISV zu verwenden.

## 7.5 Zusatzblatt 3: Elektrische Feldstärke an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN)

### **Generelles**

Pro Ort mit empfindlicher Nutzung wird ein Zusatzblatt 3 ausgefüllt.

Der OMEN wird durch eine eindeutige Nummer im Zusatzblatt 3 und im Situationsplan gekennzeichnet.

Das Zusatzblatt 3 korrespondiert mit dem Zusatzblatt 1. Alle Sendesignale, die im Zusatzblatt 1 aufgeführt sind, werden ins Zusatzblatt 3 übertragen.

Das Ergebnis des Zusatzblattes 3 ist die anlagebedingte elektrische Feldstärke (in V/m) am untersuchten OMEN. Sie wird mit den am Schluss des Zusatzblattes 3 angegebenen Formeln berechnet. Das Ergebnis wird in Ziffer 5 des Hauptformulars übertragen.

### **Beschreibung und Adresse des OMEN**

Kurze Beschreibung des OMEN. Bei Innenräumen die exakte Adresse, das Stockwerk und den Raum.

#### *Beispiele Innenräume:*

- Restaurant Bergfreude, Parterre
- Wohnzimmer, 3. Stockwerk, Hangweg 23
- Schulzimmer, Dachgeschoss, Schulanlage Unterfeld
- Büro, 12. Stockwerk (unter der Antennenanlage), City Tower
- Schreinerei, Erdgeschoss, Mühlestrasse 17

#### *Beispiele Freiflächen:*

- Kinderspielplatz Dorfzentrum
- Parzelle 347, Ecke Sandstrasse / Kiesweg

### **Nutzung des OMEN**

#### *Beispiele:*

- Wohnen
- Unterricht
- Arbeitsplatz
- Bauzone WG3

### **Höhe des OMEN über Boden**

- Innenräume: Höhe des Fussbodens des betreffenden Stockwerks über Boden plus 1.50 m.
- Kinderspielplätze: 1.50 m über Boden.
- Unüberbaute Grundstücke: diejenige Höhe, bei der die höchste NIS-Belastung zu erwarten ist, maximal jedoch die Höhe des Fussbodens des obersten möglichen Stockwerks über Boden plus 1.50 m.

### **Höhe des OMEN über Höhenkote 0**

Analog zu "Höhe des OMEN über Boden", jedoch bezogen auf die im Zusatzblatt 1 festgelegte Höhenkote 0. Diese Angabe ist vor allem bei geneigtem Gelände von Bedeutung. In diesem Fall weicht die "Höhe über Höhenkote 0" von der "Höhe über Boden" ab.

**Funkdienst, Konzessionär(e), Nr. der Antenne, Frequenz/Frequenzband und ERP,**  
Diese Angaben werden aus dem Zusatzblatt 1 übernommen.

**Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OMEN**

Aus dem Grundrissplan herauszulesender Abstand zwischen der Antenne und dem OMEN.

**Höhenunterschied zwischen Antenne und OMEN**

Differenz zwischen der Höhe der Antenne über Höhenkote 0 (Zusatzblatt 1) und der Höhe des OMEN über Höhenkote 0.

**$d_m$ : direkter Abstand zwischen Antenne und OMEN**

Direkter Abstand in m zwischen dem OMEN und der Mitte der Sendeantenne/des Antennensystems. Der Direktabstand wird aus dem horizontalen Abstand und dem Höhenunterschied zwischen der Antenne und dem OMEN trigonometrisch berechnet.

**Azimet des OMEN gegenüber der Antenne**

Azimet der Verbindungslinie zwischen dem OMEN und der Antenne, in Grad von Norden.

**Elevation des OMEN gegenüber der Antenne**

Elevation der Verbindungslinie zwischen dem OMEN und der Antenne, in Grad von der Horizontalen.

**Azimet der Referenzrichtung der Antenne**

Azimet der Referenzrichtung, wie sie im horizontalen Antennendiagramm eingezeichnet ist, in Grad von Norden (aus Zusatzblatt 1).

**Elevation der Referenzrichtung der Antenne**

Elevation der Referenzrichtung, wie sie im vertikalen Antennendiagramm eingezeichnet ist, in Grad von der Horizontalen (aus Zusatzblatt 1).

**Winkel des OMEN zur Referenzrichtung, horizontal**

Winkel zwischen der Linie, welche die Antenne und den OMEN verbindet, und der Referenzrichtung der Antenne, in Grad Azimet. Mit diesem Winkel wird anschliessend im horizontalen Antennendiagramm, ausgehend von der Referenzrichtung, die horizontale Richtungsabschwächung ermittelt.

**Winkel des OMEN zur Referenzrichtung, vertikal**

Winkel zwischen der Linie, welche die Antenne und den OMEN verbindet, und der Referenzrichtung der Antenne, in Grad Elevation. Mit diesem Winkel wird anschliessend im vertikalen Antennendiagramm, ausgehend von der Referenzrichtung, die vertikale Richtungsabschwächung ermittelt.

**Richtungsabschwächung horizontal**

Die Richtungsabschwächung wird aus dem horizontalen Antennendiagramm für den „Winkel des OMEN zur Referenzrichtung, horizontal“, ausgehend von der Referenzrichtung, abgelesen. Die Angabe erfolgt in dB mit positivem Vorzeichen.

**Richtungsabschwächung vertikal**

Die Richtungsabschwächung wird aus dem vertikalen Antennendiagramm für den „Winkel des OMEN zur Referenzrichtung, vertikal“, ausgehend von der Referenzrichtung, abgelesen. Die Angabe erfolgt in dB mit positivem Vorzeichen.

**Richtungsabschwächung total (in dB)**

Summe von horizontaler und vertikaler Richtungsabschwächung in dB, maximal jedoch 15 dB.

 **$\gamma_n$ : Richtungsabschwächung total (als Faktor)**

Der Abschwächungsfaktor  $\gamma_n$  wird aus der totalen Richtungsabschwächung in dB wie folgt berechnet:

$$\gamma_n = 10^{dB/10} \quad (18)$$

**Gebäudedämpfung (in dB)**

Im Normalfall wird keine Gebäudedämpfung berücksichtigt, d.h. es wird eine Gebäudedämpfung von 0 dB eingetragen. Eine Gebäudedämpfung von mehr als 0 dB darf in begründeten Fällen eingesetzt werden, sofern das OMEN über keine Fenster verfügt und die Dämpfungseigenschaften der betreffenden Gebäudehülle für die entsprechende Frequenz durch Literaturangaben oder Messungen belegt werden. Die Gebäudedämpfung darf jedoch maximal mit 15 dB angegeben werden.

 **$\delta_n$ : Gebäudedämpfung (als Faktor)**

Der Abschwächungsfaktor  $\delta_n$  wird aus der Gebäudedämpfung in dB wie folgt berechnet:

$$\delta_n = 10^{dB/10} \quad (19)$$

 **$E_n$ : Feldstärkebeitrag**

Die elektrische Feldstärke (in V/m) des betreffenden Sendesignals am OMEN. Sie wird wie folgt berechnet:

$$E_n = \frac{7}{d_n} \cdot \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n \cdot \delta_n}} \quad (20)$$

 **$E_{Anlage}$ : Elektrische Feldstärke der Anlage**

Die elektrische Feldstärke der ganzen Sendeanlage. Sie wird aus den einzelnen Feldstärkebeiträgen  $E_n$  wie folgt berechnet:

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_n^2} \quad (21)$$

Summiert wird über alle Spalten der Tabelle, in denen ein Eintrag vorliegt.

## 7.6 Zusatzblatt 4: Verzeichnis weiterer Sendeantennen auf dem Mast

### *Generelles*

Auf diesem Zusatzblatt werden weitere Antennen am gleichen Mast aufgeführt, die nicht für Rundfunk oder Funkruf verwendet werden. Es handelt sich insbesondere um Antennen für Mobilfunk (GSM, UMTS), Tetrapol, Betriebsfunk sowie um Richtfunkantennen. Die Angaben auf diesem Zusatzblatt haben folgenden Zweck:

- Die Behörde erhält eine vollständige Zusammenstellung aller am Anlagestandort vorhandenen und geplanten Sendeantennen. Sie kann sich bei einer Standortbegehung optimal orientieren.
- Die Behörde erhält Anhaltspunkte über die Vorbelastung durch anlagefremde Antennen und kann abschätzen, ob eine detaillierte Erhebung der Vorbelastung notwendig ist.
- Die Behörde erhält minimale technische Angaben über die Richtfunkantennen. Sie kann abschätzen, ob ein Risiko besteht, dass Personen unmittelbar vor eine Richtfunkantenne geraten können.

Es müssen nur Sendeantennen aufgeführt werden, die sich auf demselben Mast befinden. Massgebend ist der Zeitpunkt der Einreichung des Standortdatenblattes. Allfällige spätere Änderungen oder Neubauten von anlagefremden Antennen müssen im vorliegenden Standortdatenblatt nicht nachgeführt werden.

## 7.7 Situationsplan

Jedem Standortdatenblatt ist ein Situationsplan beizulegen. Dieser soll massstabgetreu sein (im Massstab 1:1000 oder in einem anderen, den Gegebenheiten angepassten Massstab). Um den Massstab auch auf Kopien des Situationsplans rekonstruieren zu können ist es empfehlenswert, im Plan eine Referenzstrecke einzutragen und zu vermessen.

Im Situationsplan sind einzutragen und zu bezeichnen:

- Die einzelnen Sendeantennen/Antennensysteme, bezeichnet mit der Antennen-Nr. gemäss Zusatzblatt 1.
- Die azimutale Referenzrichtung jeder Antenne bzw. jedes Antennensystems, eingezeichnet durch einen Pfeil.
- Der höchstbelastete OKA, eingetragen als Kreuz mit einer Genauigkeit von mindestens 0.5 m, bezeichnet mit der Nummer gemäss Zusatzblatt 2.
- Alle untersuchten OMEN, eingetragen als Kreuze mit einer Genauigkeit von mindestens 0.5 m, bezeichnet mit den Nummern gemäss den Zusatzblättern 3.
- Bei eingezonten, unüberbauten Parzellen: die Baulinie und die zulässige Gebäudehöhe.





## **8 Anleitung zum Ausfüllen des Meldeformulars für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt oder einer jährlichen Sendedauer unter 800 Stunden**

Das Meldeformular für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen findet sich in Anhang 2. Es kommt dann zum Einsatz, wenn die Sendeleistung (ERP) einer Rundfunk- oder Funkrufanlage insgesamt unter 6 Watt oder die jährliche Sendedauer unter 800 Stunden liegt und die Behörde für derartige Sendeanlagen eine Meldung verlangt. Das Meldeformular ist sowohl für Aussenantennen als auch für Antennen im Innern von Gebäuden (Antennen für in-house-Versorgung) und Tunneln verwendbar.

In der Regel bestehen solche Sendeanlagen nur aus einer einzigen Sendeantenne bzw. einem einzigen Antennensystem. Das Meldeformular ist daher für diesen Fall ausgelegt.

### ***Standortgemeinde***

Politische Gemeinde, in der sich die Antenne befindet.

### ***Objekt***

Name der Sendeanlage. (z.B. Sender Finstertunnel)

### ***Inhaber***

Inhaber der Anlage

### ***Art des Projekts***

Hier wird angegeben, ob es sich um ein Projekt für eine neue Anlage, um eine bestehende Anlage oder um die Änderung einer bestehenden Anlage handelt. Die Art der Änderung ist zu spezifizieren.

### ***Beispiele:***

- Neue Sendeanlage
- Änderung der Senderichtung
- Ersatz der Sendeantenne
- Bestehende Sendeanlage

### ***Ersetzt Meldeformular vom***

Wenn es sich beim Projekt um die Änderung einer bestehenden Anlage handelt, dann soll hier auf das für die bestehende Anlage eingereichte, alte Meldeformular verwiesen werden, sofern ein solches bereits vorliegt.

### ***Koordinaten***

Schweizerische Landeskoordinaten CH1903, Genauigkeit mindestens 10 m.

### ***Standortbeschreibung***

Kurze Beschreibung des Standorts, an dem die Antenne installiert wird. Es soll zudem angekreuzt werden, ob sich die Antenne innerhalb oder ausserhalb eines Gebäudes oder in einem Tunnel befindet.

*Beispiele:*

- Decke des Tunnelportals
- an der Ostfassade, 1. Stockwerk, in der Leuchtreklame der Firma xy.
- auf dem Flachdach, NW-Ecke
- in der Bahnhofhalle, beim Ausgang zu Perron 8
- Einfahrt zur Tiefgarage

***Sendesignal***

Zum Beispiel UKW, DVB-T oder DAB, etc.

***Frequenzband***

Angabe der oberen- und unteren Grenze des vorgesehenen Frequenzbereichs in MHz:

***Sendeleistung (ERP)***

Sendeleistung (äquivalente Strahlungsleistung) für den massgebenden Betriebszustand der Antenne.

***Höhe über Boden***

Höhe der Antenne über Boden in m.

***Jährliche Sendedauer***

Zutreffendes ankreuzen.

***Beilagen***

Es soll ein Situationsplan beigelegt werden. Nützlich sind auch Fotos des Gebäudeteils, an dem die Antenne befestigt werden soll.

# **Anhang 1 Standortdatenblatt für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen**



**Standortdatenblatt**  
**für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen<sup>1</sup>**  
**(Art. 11 und Anhang 1 Ziff. 7 NISV)**

**Standortgemeinde:** .....

**Objekt:** .....

**Beteiligte Firmen**

**Betreiber 1:** .....

**Veranstalter:** .....  
.....

**Betreiber 2:** .....

**Veranstalter:** .....  
.....

**Betreiber 3:** .....

**Veranstalter:** .....  
.....

**Art des Projekts:** .....

**Ersetzt Standortdatenblatt vom:** .....

**Inhaber ( „site manager“ ):** .....

**Datum:** .....

---

<sup>1</sup> Ausgenommen Mittelwellensender

**Vollzugsempfehlung:** Der rechtliche Hintergrund, detaillierte Erläuterungen sowie eine Anleitung zum Ausfüllen dieses Standortdatenblattes finden sich in der Publikation "Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen; Vollzugsempfehlung zur NISV (Entwurf vom 6.7.2005)", BUWAL, Bern, 2005.

Diese Vollzugsempfehlung kann von folgender Internetadresse heruntergeladen werden:

<http://www.umwelt-schweiz.ch/elektrosmog>

## 1 Standort der Anlage

Adresse: .....

.....

PLZ, Ort: .....

Koordinaten: .....

Parzellen-Nr/  
Baurecht Nr.: .....

Beschreibung: .....

.....

.....

## 2 Inhaber („site manager“)

Firma: .....

Adresse: .....

PLZ, Ort: .....

Telefon: ..... Fax: .....

E-Mail: .....

Kontaktperson: .....

Tel. Kontaktperson: ..... Fax: .....

E-Mail Kontaktperson: .....

## 3 Kontaktstelle für den Zutritt

Firma: .....

Adresse: .....

PLZ, Ort: .....

Tel.: ..... Fax: .....

E-Mail: .....

**4 Elektrische Feldstärke am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA).  
Ergebnis von Zusatzblatt 2**

Nr. des OKA gemäss Situationsplan	
Beschreibung des OKA	
Nutzung des OKA	
Elektrische Feldstärke	V/m
Ausschöpfung des Immissionsgrenzwerts	%

- Es ist eine Absperrung (z.B. Zaun, Kette) nötig, damit unbefugte Personen nicht in einen Bereich gelangen können, wo der Immissionsgrenzwert überschritten ist. Der OKA in der vorstehenden Tabelle befindet sich ausserhalb der Absperrung. Die Details zur Absperrung sind beigelegt.
- Es ist keine Absperrung vorgesehen.

**5 Elektrische Feldstärke an den höchstbelasteten Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN)  
Ergebnisse der Zusatzblätter 3**

Nr. des OMEN im Situationsplan			
Beschreibung des OMEN			
Nutzung des OMEN			
Elektrische Feldstärke	V/m	V/m	V/m
Anlagegrenzwert	3 V/m	3 V/m	3 V/m
Anlagegrenzwert eingehalten (ja / nein)			



## 6 Legitimationsperimeter; Ergebnis des Zusatzblattes 1

Maximaler Abstand, bis zu dem die Legitimation zur Einsprache und Beschwerde gegeben ist:

m
---

## 7 Erklärung des Inhabers

Die unterzeichnende Firma erklärt, dass die Angaben in diesem Standortdatenblatt und den Beilagen vollständig und korrekt sind.

Sofern Richtfunkantennen vorhanden sind, erklärt sie zusätzlich, dass keine Personen in den Bereich unmittelbar vor den Richtfunkantennen gelangen können.

Datum: .....

Unterschrift: .....

Firmenstempel

Bemerkungen

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Beilagen:

- .... Zusatzblatt 1: Technische Angaben zu den Sendesignalen und -antennen für Rundfunk und Funkruf
- .... Zusatzblatt 2: Elektrische Feldstärke am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA).
- .... Zusatzblatt 3: Elektrische Feldstärke an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN).
- .... Zusatzblatt 4: Verzeichnis weiterer Sendeantennen
  
- .... Situationsplan
- .... Antennendiagramm(e)
- .... Nachweis der Gebäudedämpfung
- .... Plan der Absperrung

# Zusatzblatt 1: Technische Angaben zu den Sendesignalen und -antennen für Rundfunk und Funkruf

Höhenkote 0: .....

Sendesignal <i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Funkdienst										
Konzessionär(e)										
Nr. der Antenne bzw. des Antennensystems										
Frequenzband (in MHz)										
Typenbezeichnung der Antenne/des Antennensystems										
Höhe der Antenne über Höhenkote 0 (in m)										
<i>ERP<sub>n</sub></i> : Sendeleistung (in W)										

## Abstrahlcharakteristik

Azimut der Referenzrichtung in Grad von N, (±Montagetoleranz)										
Elevation der Referenzrichtung in Grad von der Horizontalen, (±Montagetoleranz)										

*ERP<sub>total</sub>* : Summierte Sendeleistung:.....W

Maximale Distanz für die  
Einsprache- und Beschwerdelegitimation:

$$d_{\text{Legitimation}} = \frac{70}{3} \cdot \sqrt{ERP_{\text{total}}} =$$

..... m

Zu übertragen in  
Ziffer 6 des Hauptformulars



## Zusatzblatt 2: Elektrische Feldstärke am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA)

Nr. des OKA im Situationsplan: ..... Beschreibung und Adresse des OKA: .....

Nutzung des OKA: ..... Höhe des OKA über Boden: ..... m Höhe des OKA über Höhenkote 0: ..... m

Sendesignal $n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Funkdienst										
Konzessionär(e)										
Nr. der Antenne bzw. des Antennensystems										
Frequenzband (in MHz)										
$ERP_n$ : Sendeleistung (in W)										
Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OKA (in m)										
Höhenunterschied zwischen Antenne und OKA (in m)										
$d_n$ : direkter Abstand zwischen Antenne und OKA (in m)										
Azimut des OKA gegenüber der Antenne (in Grad von N)										
Elevation des OKA gegenüber der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
Azimut der Referenzrichtung der Antenne (in Grad von N)										
Elevation der Referenzrichtung der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
Winkel des OKA zur Referenzrichtung, horizontal (in Grad)										
Winkel des OKA zur Referenzrichtung, vertikal (in Grad)										
Richtungsabschwächung horizontal (in dB)										
Richtungsabschwächung vertikal (in dB)										
Richtungsabschwächung total (in dB)										
$\gamma_n$ : Richtungsabschwächung total (als Faktor)										
$E_n = \frac{7}{d_n} \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n}}$   Feldstärkebeitrag (in V/m)										
$IGW_n$ : Immissionsgrenzwert (in V/m)										

Elektrische Feldstärke der Anlage

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_n^2} =$$

V/m

Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes

$$100 \cdot \sqrt{\sum_n \left(\frac{E_n}{IGW_n}\right)^2} =$$

%

zu übertragen in Ziffer 4 des Hauptformulars



### Zusatzblatt 3: Elektrische Feldstärke an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN)

Nr. des OMEN im Situationsplan: ..... Beschreibung und Adresse des OMEN: .....

Nutzung des OMEN: ..... Höhe des OMEN über Boden: ..... m Höhe des OMEN über Höhenkote 0: .....m

Sendesignal $n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Funkdienst										
Konzessionär(e)										
Nr. der Antenne bzw. des Antennensystems										
Frequenzband (in MHz)										
$ERP_n$ : Sendeleistung (in W)										
Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OMEN (in m)										
Höhenunterschied zwischen Antenne und OMEN (in m)										
$d_n$ : direkter Abstand zwischen Antenne und OMEN (in m)										
Azimut des OMEN gegenüber der Antenne (in Grad von N)										
Elevation des OMEN gegenüber der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
Azimut der Referenzrichtung der Antenne (in Grad von N)										
Elevation der Referenzrichtung der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
Winkel des OMEN zur Referenzrichtung, horizontal (in Grad)										
Winkel des OMEN zur Referenzrichtung, vertikal (in Grad)										
Richtungsabschwächung horizontal (in dB)										
Richtungsabschwächung vertikal (in dB)										
Richtungsabschwächung total (in dB)										
$\gamma_n$ : Richtungsabschwächung total (als Faktor)										
Gebäudedämpfung (in dB)										
$\delta_n$ : Gebäudedämpfung (als Faktor)										
$E_n = \frac{7}{d_n} \cdot \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n \cdot \delta_n}}$ Feldstärkebeitrag (in V/m)										

Elektrische Feldstärke der Anlage

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_n^2} =$$

V/m

zu übertragen in Ziffer 5 des Hauptformulars





## Zusatzblatt 4: Verzeichnis weiterer Sendeantennen auf dem Mast

### Richtfunkantennen

Azimet (in Grad von N)	Höhe über zugänglichem Boden (in m)	Bemerkung

### Weitere Sendeantennen

Funkdienst	Anzahl Sen- deantennen	Inhaber



**Anhang 2    Meldeformular für Rundfunk- und  
Funkrufsendeanlagen mit einer Sen-  
deleistung (ERP) unter 6 Watt  
oder einer jährlichen Sendedauer  
unter 800 Stunden**



**Meldeformular**  
**für Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen mit**  
**einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt oder**  
**einer jährlichen Sendedauer unter 800 Stunden**

**Standortgemeinde:** .....

**Objekt:** .....

**Inhaber:** .....

**Art des Projekts:** .....

**Ersetzt Meldeformular vom:** .....

**Inhaber (Firma):** .....

**Unterschrift:** .....

**Datum:** .....

## 1. Inhaber

Firma: \_\_\_\_\_  
Adresse: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
PLZ / Ort: \_\_\_\_\_  
Telefon: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
E-Mail-Adresse: \_\_\_\_\_  
Kontaktperson: \_\_\_\_\_

## 2. Standort der Anlage

Adresse: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
PLZ / Ort: \_\_\_\_\_  
Koordinaten: \_\_\_\_\_  
Parzellen-Nr.: \_\_\_\_\_  
Standortbeschreibung:  ausserhalb Gebäude  innerhalb Gebäude  in Tunnel

---

## 3. Technische Angaben zur Anlage

Sendesignal \_\_\_\_\_  
Frequenzband (in MHz): \_\_\_\_\_  
Sendeleistung (ERP) (in W): \_\_\_\_\_  
Höhe über Boden (in m): \_\_\_\_\_  
Jährliche Sendedauer:  weniger als 800 Stunden  mehr als 800 Stunden

## 4. Betriebsstatus der Anlage

Datum der Montage: \_\_\_\_\_  
Datum der Inbetriebnahme: \_\_\_\_\_

## 5. Bemerkungen

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Beilagen

..... Situationsplan  
..... Foto(s)

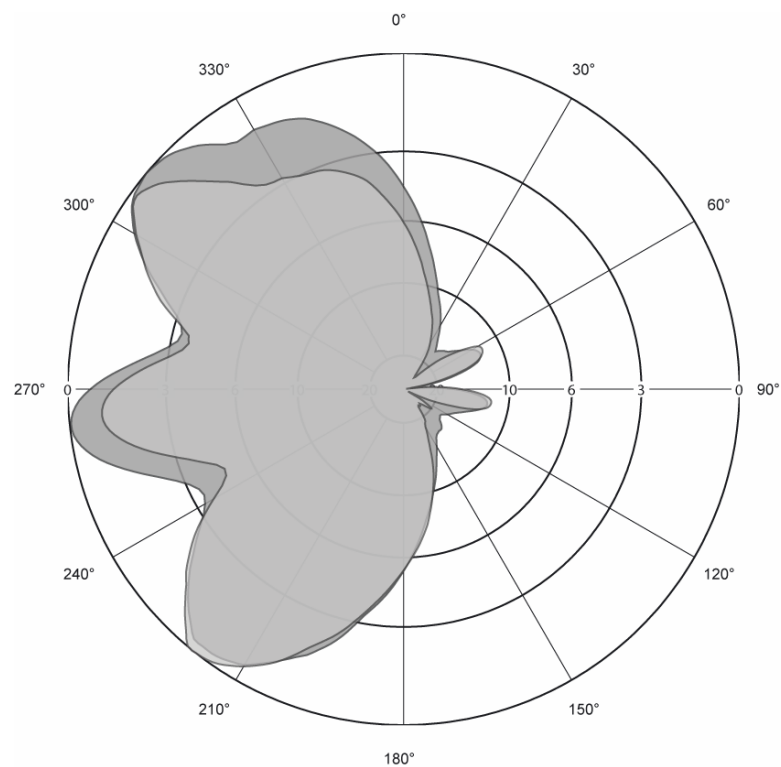
## Anhang 3 Beispiel für die Bestimmung der Richtungsabschwächung

### A3.1 Konstruktion umhüllender Antennendiagramme

Die vom Hersteller spezifizierten Antennendiagramme müssen für die Verwendung im Standortdatenblatt in zweierlei Hinsicht angepasst werden:

- Die leicht unterschiedlichen Antennendiagramme für verschiedene Frequenzen werden zu einem umhüllenden Diagramm überlagert.
- Dieses umhüllende Antennendiagramm wird um die Montagetoleranz für die Senderichtungen aufgeweitet. Diese wird durch den Anlageinhaber für jede Antenne individuell spezifiziert; sie darf sowohl im Azimut als auch in der Elevation maximal  $\pm 10^\circ$  betragen.

Anhand des horizontalen Antennendiagramms eines UKW-Senders wird nachfolgend die Konstruktion eines umhüllenden Antennendiagramms illustriert.



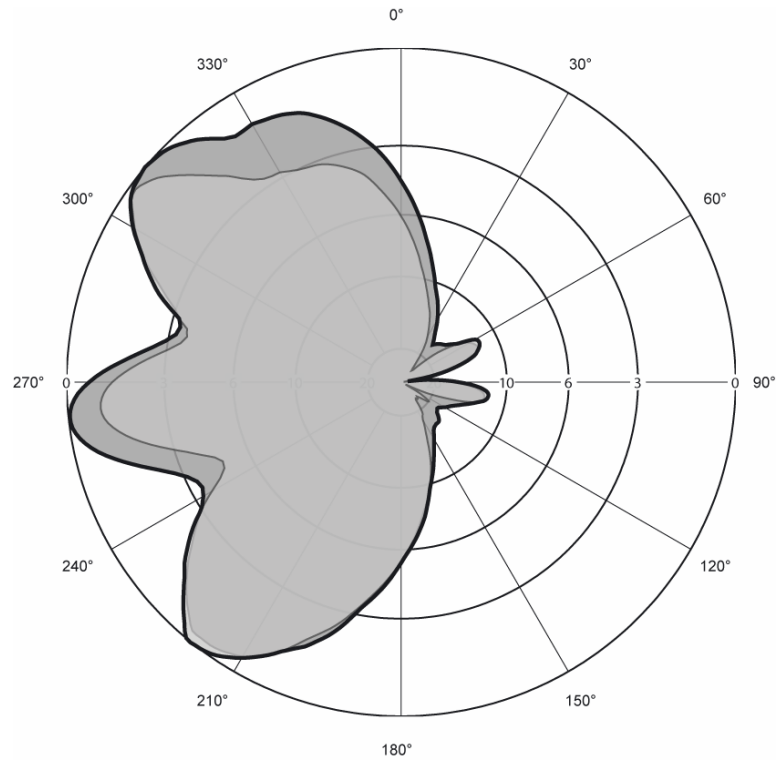
**Abbildung A3.1: Antennendiagramme für verschiedene Frequenzen gemäss Spezifikation des Herstellers.**

hellgrau: tiefste Frequenz; dunkelgrau: höchste Frequenz des im Standortdatenblatt deklarierten Frequenzbandes.

In Abbildung A3.1 sind die Antennendiagramme für die tiefste (hellgrau) und die höchste Frequenz (dunkelgrau) eines Frequenzbandes für dieselbe Antenne dargestellt.

Das umhüllende Diagramm muss die Antennendiagramme für alle Frequenzen des im Zusatzblatt 1 zum Standortdatenblatt spezifizierten Frequenzbandes mit einschliessen.

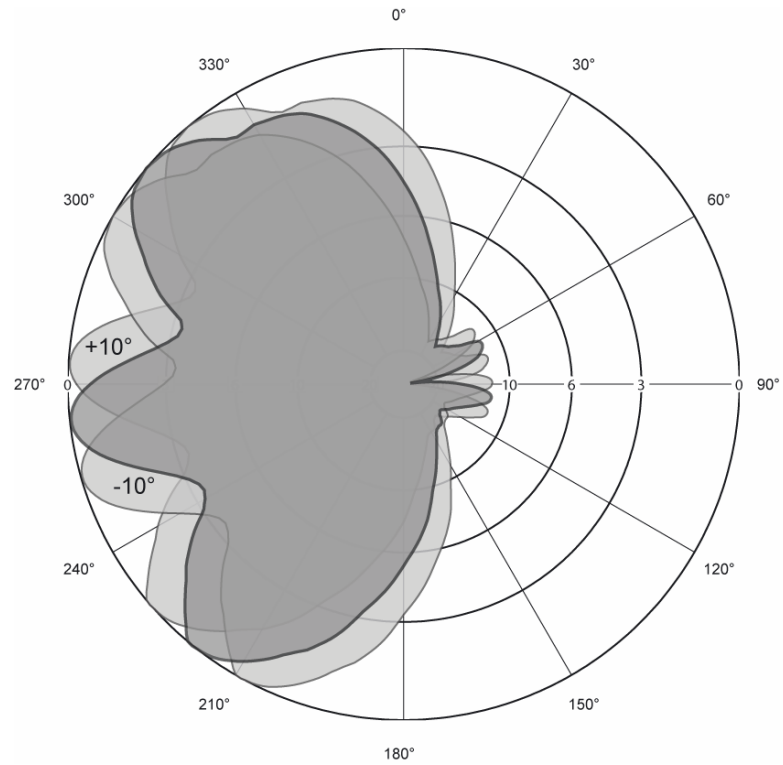
In Abbildung A3.2 ist dieses umhüllende Antennendiagramm als schwarze Kontur eingezeichnet.



**Abbildung A3.2: Umhüllendes Antennendiagramm für ein ganzes Frequenzband.** Die schwarze Kontur schliesst die Diagramme aller Frequenzen innerhalb des Frequenzbandes ein. Hell- und dunkelgrau dargestellt sind noch einmal die Diagramme aus Abb. A3.1.

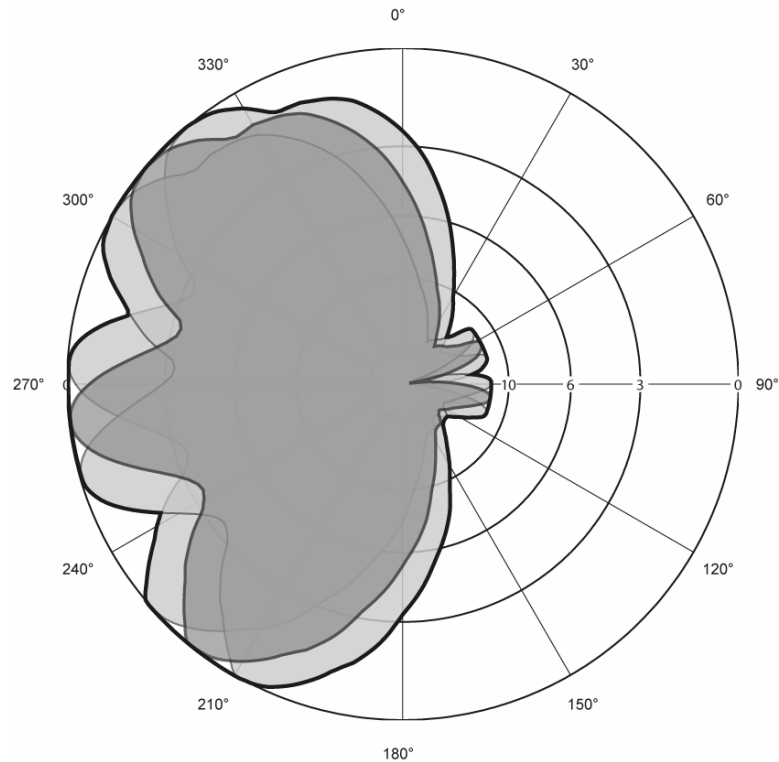
Als nächstes muss die beanspruchte Montagetoleranz berücksichtigt werden. In diesem Beispiel wird eine Montagetoleranz von  $\pm 10^\circ$  im Azimut gewählt. Dazu wird das umhüllende Antennendiagramm aus Abbildung A3.2 dreimal übereinander gelegt: einmal in der ursprünglichen Orientierung und je einmal um  $10^\circ$  im Uhrzeigersinn und gegen den Uhrzeigersinn gedreht (Abbildung A3.3).





**Abbildung A3.3: Montagetoleranz:** Umhüllendes Antennendiagramm aus Abbildung A3.2, für eine Montageabweichung von  $0^\circ$  (dunkelgrau) sowie  $+10^\circ$  und  $-10^\circ$  (hellgrau) übereinander gelegt.

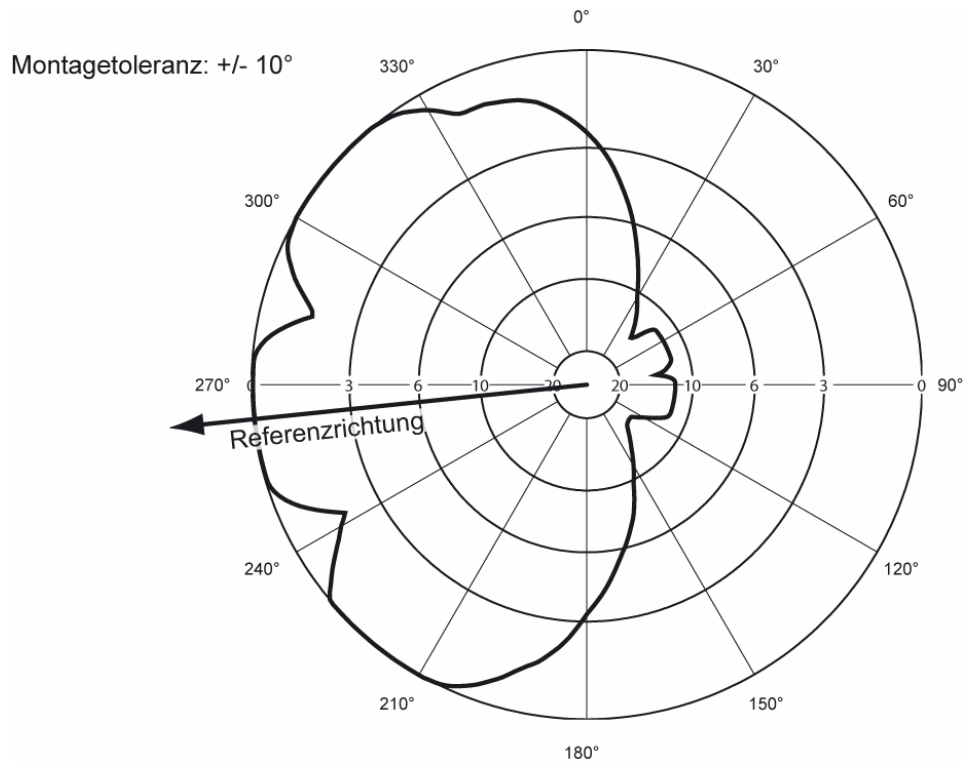
Zum Schluss wird um alle Diagramme, die innerhalb der Montagetoleranz möglich sind, eine Hüllkurve, wie sie in Abbildung A3.4 als schwarze Kontur eingezeichnet ist; gezogen; diese entspricht dem endgültigen umhüllenden Antennendiagramm, welches für die NIS-Berechnung im Standortdatenblatt zu verwenden ist.



**Abbildung A3.4: Umhüllendes Antennendiagramm** (schwarze Kontur) für alle Orientierungen der Antenne innerhalb der beanspruchten Montagetoleranz.

Das endgültige umhüllende Antennendiagramm (schwarze Kontur in Abbildung A3.4 ist in Abbildung A3.5 noch einmal ohne die Zwischenschritte eingezeichnet. Dort wurden zusätzlich eine Referenzrichtung eingezeichnet und die Montagetoleranz vermerkt. Das Antennendiagramm, wie es in Abbildung A3.5 abgebildet ist, entspricht dem um den Frequenzgang und die Montagetoleranz aufgeweiteten horizontalen Antennendiagramm, das dem Standortdatenblatt beizulegen ist.

Das vertikale umhüllende Antennendiagramm wird analog erzeugt.



**Abbildung A3.5: Fertiges umhüllendes horizontales Antennendiagramm, wie es dem Standortdatenblatt beizulegen ist.**

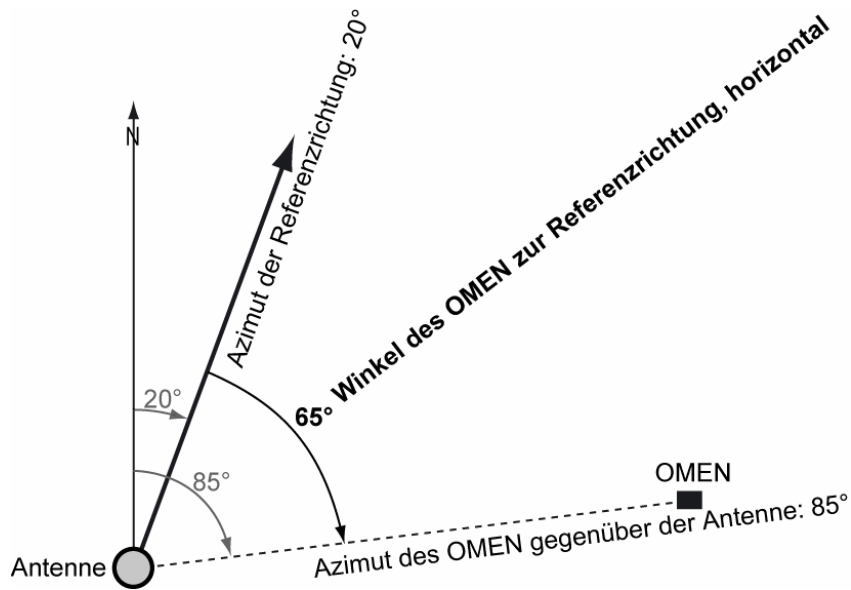
### **A3.2 Bestimmen der Richtungsabschwächung**

Als Beispiel bestimmen wir nun die horizontale Richtungsabschwächung in Richtung eines ausgewählten OMEN anhand des umhüllenden Antennendiagramms von Abbildung A3.5.

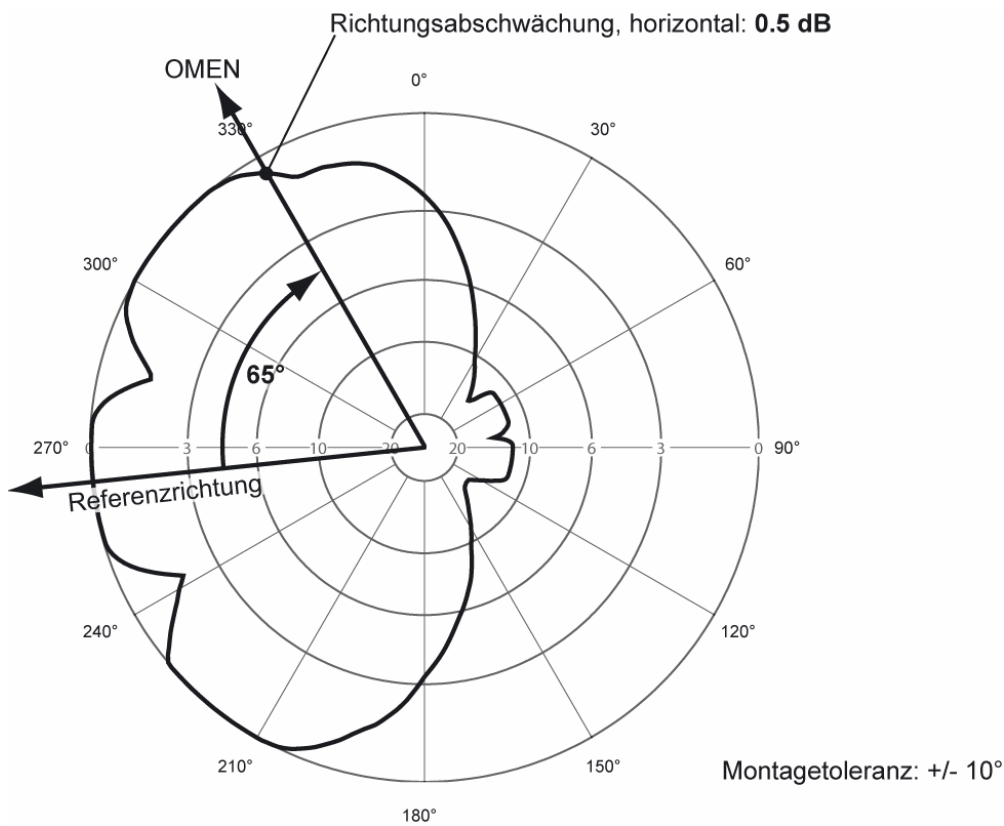
Der Azimut des OMEN gegenüber der Antenne beträgt 85°. Die Antennen sind so montiert, dass deren Referenzrichtung einen Azimut von 20° aufweist. Der Winkel zwischen den beiden Azimuten (Winkel des OMEN zur Referenzrichtung, horizontal) beträgt demnach 65°. In Abbildung A3.6 ist die Lage des OMEN gegenüber der Antenne, der Referenzrichtung und Norden skizziert.

Der Winkel des OMEN zur Referenzrichtung (65°) wird nun im umhüllenden Antennendiagramm von der Referenzrichtung abgetragen und im Diagramm als Strahl eingezeichnet. Der Schnittpunkt zwischen dem eingezeichneten Strahl und dem Diagramm bezeichnet die Richtungsabschwächung in dB, in unserem Beispiel 0.5 dB (siehe Abbildung A3.7).

Die Bestimmung der vertikalen Richtungsabschwächung geschieht analog unter Verwendung des vertikalen (umhüllenden) Antennendiagramms. Anstelle des Azimuts gegenüber der Antenne ist dort die Elevation gegenüber der Antenne zu berücksichtigen.



**Abbildung A3.6: Lage des OMEN gegenüber der Antenne und der Referenzrichtung.**



**Abbildung A3.7: Bestimmen der horizontalen Richtungsabschwächung im Antennendiagramm.**

## Anhang 4 Beispiele für die Berechnung der Messunsicherheit

Die Messunsicherheit wird in Anlehnung an den „IEC Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (First edition 1995 ISBN 92-67-10188-9) bestimmt.

In der Metrologie werden die Begriffe **Standardmessunsicherheit** und **erweiterte Messunsicherheit** verwendet.

- Die Standardmessunsicherheit entspricht der Standardabweichung der Verteilung der Messgrösse.
- Die erweiterte Messunsicherheit definiert den Bereich, innerhalb dessen die Messgrösse mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt (normalerweise wird eine Wahrscheinlichkeit von 95 % festgelegt.) Bei einer normalverteilten (gaussverteilten) Messgrösse ist die erweiterte Messunsicherheit für einen Vertrauensbereich von 95 % 1.96 mal grösser als die Standardmessunsicherheit. In der Metrologie wird dieser Faktor normalerweise auf den Wert 2 aufgerundet.

Zur Berechnung der Unsicherheit des Messresultats werden alle Einflussfaktoren aufgeführt, die das Messresultat beeinflussen können. Für jeden Einflussfaktor wird die zugehörige Unsicherheit abgeschätzt. Zusätzlich zur Unsicherheit der Messeinrichtung ist ein fixer Beitrag von  $\pm 15\%$  (Standardunsicherheit) für die Unsicherheit der Probenahme einzusetzen.

Aus der angegebenen Unsicherheit des Einflussfaktors wird mit einem für die angenommene statistische Verteilung spezifischen Divisor die Standardunsicherheit berechnet. Die so normierten Unsicherheitsbeiträge werden dann wie folgt addiert<sup>44</sup>:

$$u = \sqrt{\sum_q u_q^2} = \sqrt{\sum_q \left(\frac{U_q}{k_q}\right)^2} \quad (22)$$

$$U = 2 \cdot u \quad (23)$$

Dabei bedeuten:

$k_q$	Divisor für den Einflussfaktor $q$ zur Reduktion auf die Standardunsicherheit
$u$	Standardunsicherheit der Messung, in %
$u_q$	Standardunsicherheit des Einflussfaktors $q$ , in %
$U$	Erweiterte Unsicherheit der Messung, in %
$U_q$	Spezifizierter/geschätzter Unsicherheitsbeitrag des Einflussfaktors $q$ , in %

---

<sup>44</sup> Dabei wird vorausgesetzt, dass die einzelnen Unsicherheitsbeiträge voneinander unabhängig sind.

Der im „IEC Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ vorgesehene Sensitivitätsfaktor wird als 1 angenommen und erscheint deshalb in den nachfolgenden Beispielen nicht.

Für die Wahl des Divisors  $k_q$  zur Umrechnung auf die Standardunsicherheit gelten folgende Regeln:

- Unsicherheitsangaben, die aus einem Kalibrierzertifikat stammen, sind normalerweise als 95 % Konfidenz-Werte einer Normalverteilung zu verstehen. Der Divisor für die Berechnung der Standardunsicherheit beträgt in diesem Fall  
 $k = 2$ .
- Unsicherheitsangaben in den Spezifikationen des Datenblattes sind als Maximalwerte einer Rechteckverteilung zu betrachten. Der Divisor für die Berechnung der Standardunsicherheit beträgt  
 $k = \sqrt{3}$ .
- Für die Unsicherheit infolge von Fehlanpassungen muss eine U-förmige Verteilung angenommen werden. Der Divisor für die Berechnung der Standardunsicherheit beträgt  
 $k = \sqrt{2}$ .

Wenn ein Einflussfaktor bei den gegebenen Messbedingungen quantitativ bekannt ist, dann kann der Messwert mit diesem bekannten Faktor korrigiert werden. Die Unsicherheit bezüglich dieser Einflussgröße verschwindet dann zwar nicht völlig, reduziert sich jedoch auf die Unsicherheit der Korrektur.

- Generell wird man den Messwert mit dem bei der Absolutkalibration ermittelten Kalibrierfaktor korrigieren.
- Liegt eine Kalibration bei den zu messenden Frequenzen vor, dann erübrigt sich die Berücksichtigung des Frequenzgangs. Allenfalls ist noch ein kleiner Unsicherheitsbeitrag mitzuführen, wenn zwischen zwei Kalibrierfrequenzen interpoliert werden muss. Diese Korrektur ist bei einer spektral auflösenden Messeinrichtung grundsätzlich immer möglich. Bei breitbandigen Messgeräten sind die Frequenzen der zu messenden Signale a priori nicht bekannt und daher auch eine Korrektur des Frequenzgangs nicht möglich.
- Falls eine Kalibration bei verschiedenen Pegeln vorliegt, lassen sich Abweichungen von der Linearität numerisch korrigieren. Auch hier verbleibt als Unsicherheit nur noch die Unsicherheit des jeweiligen Korrekturwertes.

## Fehlanpassungen

Zwischen der Antenne, dem Kabel und dem Messgerät kommt es zu Fehlanpassungen. Die damit verbundenen Unsicherheitsbeiträge  $U_F$  können für jede Stossstelle aufgrund von Reflexionsmessungen nach der folgenden Formel berechnet werden:

$$U_F = |r_{Last}| \cdot |r_{Quelle}| \quad (24)$$

Dabei bedeuten:

$|r_{Last}|$  Reflexionsfaktor Last

$|r_{Quelle}|$  Reflexionsfaktor Quelle

$U_F$  Unsicherheit infolge von Fehlanpassung

Für die Unsicherheit infolge von Fehlanpassungen wird eine U-förmige Verteilung angenommen.

Die Angaben für die Fehlanpassung (VSWR), die Rückflusdämpfung und den Reflexionsfaktor sind gleichwertig und können ineinander umgerechnet werden.

$$\text{Reflexionsfaktor } r = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (25)$$

$$\text{Rückflusdämpfung (in dB)} = 20 \cdot \log\left(\frac{1}{r}\right) \quad (26)$$

Die Angaben für die Fehlanpassung (VSWR) können aus dem Kalibrierbericht oder aus der Spezifikation entnommen werden.

Nachstehend sind drei Beispiele für die Berechnung der erweiterten Messunsicherheit ausgeführt. Es wird angenommen, dass auf der zu messenden Anlage sowohl UMTS als auch GSM implementiert ist.

Beispiel 4.1: Kalibrierte Breitbandsonde

Beispiel 4.2: Frequenzselektive Messeinrichtung mit gemeinsamer Kalibration von Antenne und Kabel

Beispiel 4.3: Frequenzselektive Messeinrichtung mit unabhängiger Kalibration von Antenne und Kabel

## Beispiel 4.1: Kalibrierte Breitbandsonde

Die Sonde im vorliegenden Beispiel hat folgende allgemeine Spezifikationen:

Spezifizierter Frequenzbereich:	100 kHz – 3 GHz
Spezifizierter Messbereich:	0.6 V/m – 800 V/m
Spezifizierter Temperaturbereich:	0 – 50 Grad C

Die Breitbandsonde wurde durch ein Kalibrierlabor kalibriert. Die Kalibrierung umfasste drei Messungen, welche im Kalibrierbericht dokumentiert sind:

- Eine Absolutkalibration bei einer Feldstärke von 27.5 V/m und einer Frequenz von 27.12 MHz, mit einer Unsicherheit von  $\pm 1.9$  V/m, entsprechend  $\pm 6.9$  %. Der resultierende Kalibrierfaktor wird im Messgerät gespeichert, und jeder Messwert wird automatisch mit diesem Kalibrierfaktor korrigiert. Auf diesen Kalibrierpunkt beziehen sich die Angaben über die Abweichung von der Linearität und über den Frequenzgang.
- Eine Messung der Abweichung von der Linearität, gemessen bei der fixen Frequenz von 27.12 MHz. Es handelt sich um eine Relativmessung bei verschiedenen Pegeln, bezogen auf den Referenzpegel von 27.5 V/m. Die vorliegende Sonde wurde bei 0.8 V/m, 2 V/m und 10 V/m (etc.) kalibriert, pro Pegel mit spezifizierter Unsicherheit.
- Eine Messung des Frequenzgangs bei einem Pegel von 27.5 V/m. Es handelt sich um eine Relativmessung bei verschiedenen Frequenzen, bezogen auf die Referenzfrequenz von 27.12 MHz. Die vorliegende Sonde wurde bei den Frequenzpunkten 50 MHz, 100 MHz, 200 MHz, 300 MHz, 400 MHz, 500 MHz, 600 MHz, 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz etc kalibriert, mit einer Unsicherheit von  $\pm 3.6$  V/m bis 200 MHz,  $\pm 3.8$  V/m zwischen 200 MHz und 900 MHz und  $\pm 4$  V/m ab 1 GHz.

Die nachfolgende Berechnung der Messunsicherheit gilt für einen erwarteten Messwert von 1 V/m und für Frequenzen in den Bereichen von 50 – 150 MHz, 200 MHz – 900 MHz. Da eine Breitbandsonde nicht zwischen den Signalen in der diversen Rundfunkbändern unterscheidet, werden für die Berechnung der Messunsicherheit im vorliegenden Fall alle Frequenzbänder bis 900 MHz berücksichtigt.

Die Messunsicherheit setzt sich aus folgenden Beiträgen zusammen:

- **Unsicherheit der Absolutkalibration**

Jeder gemessene Wert wird automatisch mit dem Kalibrierfaktor gemäss Kalibrierzertifikat korrigiert. Der Kalibrierfaktor selbst ist mit einer Unsicherheit von  $\pm 6.9$  % behaftet. Da diese Angabe vom Kalibrierlabor stammt, wird eine Normalverteilung angenommen.

- **Linearitätsabweichung**

Die im Kalibrierbericht ausgewiesene Linearitätsabweichung liegt für den erwarteten Feldstärkebereich (1 V/m bis 20 V/m) zwischen -3 % und +2 %. In der Regel werden gemessene Werte nicht korrigiert. Die ausgewiesenen Abweichungen von der Linearität definieren ein Toleranzband, welches als Unsicherheitsbeitrag behandelt wird. Dieses Toleranzband wird im vorliegenden Fall mit  $\pm 3$  % als Rechteckverteilung in die Tabelle A4.1 eingesetzt.



Dazu kommt noch die Unsicherheit, mit der die Linearitätsabweichung bei der Kalibration bestimmt wurde. Sie ist im Kalibrierbericht für jeden Pegel angegeben und schwankt zwischen  $\pm 2\%$  und  $\pm 2.5\%$ . Als Beitrag zur Messunsicherheit wird ein Wert von  $\pm 2.5\%$  mit Normalverteilung in die Tabelle A4.1 eingesetzt.

- **Frequenzgang**

Der Frequenzgang ist aus dem Kalibrierbericht bekannt. Die Abweichung liegt im Frequenzbereich von 50 MHz bis 1 GHz zwischen  $+7\%$  und  $-15\%$ . Gemessene Werte werden in der Regel nicht korrigiert. Die ausgewiesenen Abweichungen definieren ein Toleranzband, welches als Unsicherheitsbeitrag behandelt wird. Als Toleranzband wird  $\pm 15\%$  mit Rechteckverteilung eingesetzt.

Dazu kommt noch die Unsicherheit, mit welcher der Frequenzgang bei der Kalibration bestimmt wurde. Sie ist im Kalibrierbericht für die massgebenden Frequenzpunkte mit  $\pm 12\%$  bis  $\pm 14\%$  angegeben. Als Beitrag zur Messunsicherheit wird ein Wert von  $\pm 14\%$  mit Normalverteilung in die Tabelle A4.1 eingesetzt.

- **Isotropieabweichung**

Die Isotropieabweichung ist im Datenblatt mit  $\pm 1$  dB, entsprechend  $\pm 12\%$ , spezifiziert. Es wird eine Rechteckverteilung angenommen.

- **Modulationsabhängigkeit**

Der Modulationseinfluss kann durch ein Vergleichsexperiment mit Sinus-Signalen und modulierten Signalen abgeschätzt werden. Für unser Beispiel wird eine Abweichung von  $\pm 10\%$  angenommen (Rechteckverteilung)

- **Temperaturabhängigkeit**

Die Temperaturabhängigkeit ist im Datenblatt für den Temperaturbereich von  $0^\circ\text{C}$  bis  $50^\circ\text{C}$  mit  $+0.2/-1.5$  dB angegeben. Es ist mit einem Einsatz der Sonde bei Temperaturen von  $+5^\circ\text{C}$  bis  $30^\circ\text{C}$  zu rechnen. Aus der Kurve für den typischen Temperaturgang kann für diesen eingeschränkten Temperaturbereich eine Unsicherheit von  $\pm 0.3$  dB ( $\pm 3.5\%$ ) abgeschätzt werden (Rechteckverteilung).

<b>Einflussfaktor</b>	<b>Datenherkunft</b>	<b>Unsicherheitsbeitrag</b> %	<b>Verteilung</b>	<b>Divisor</b> $k_q$	<b>Standardunsicherheit</b> %
Unsicherheit der Absolutkalibration	Kalibrierbericht	±7	Normal	2	±3.5
Toleranzband der Linearitätsabweichung	Kalibrierbericht	±3	Rechteck	1.73	±1.7
Unsicherheit der Linearitätsmessung	Kalibrierbericht	±2.5	Normal	2	±1.3
Toleranzband des Frequenzgangs	Kalibrierbericht	±15	Rechteck	1.73	±8.7
Unsicherheit der Frequenzgangmessung	Kalibrierbericht	±14	Normal	2	±7
Isotropieabweichung	Datenblatt	±12	Rechteck	1.73	±6.9
Modulationsabhängigkeit	Geschätzt	±10	Rechteck	1.73	±5.8
Temperaturabhängigkeit	Datenblatt	±3.5	Rechteck	1.73	±2
Standardunsicherheit der Messeinrichtung $u_m$					±15.0
Standardunsicherheit der Probennahme $u_p$	Vorgabe				±15
Standardunsicherheit des Messresultates $u$					±21.2

**Tabelle A4.1: Berechnung der Standard-Messunsicherheit für eine kalibrierte Breitbandsonde (Beispiel)**

### Ergebnis

Die Standardmessunsicherheit  $u$  beträgt ±21.2 %.

Die erweiterte Messunsicherheit  $U$  beträgt ±42.5 %.

Die Anforderung an die erweiterte Messunsicherheit ( $U < \pm 45$  %) ist erfüllt.

## Beispiel 4.2 : Frequenzselektive Messeinrichtung mit gemeinsamer Kalibration von Antenne und Kabel

Für das vorliegende Beispiel wird eine frequenzselektive Messeinrichtung moderner Technologie vorausgesetzt. Die Antenne sei zusammen mit dem Kabel als zusammengehörende Einheit von einem Kalibrierlabor kalibriert worden. Die Messwerte werden mit dem Antennenfaktor (inklusive Kabelverlust) korrigiert. Für die Messung muss das gleiche Kabel verwendet werden und dieses muss gleich angeschlossen sein wie bei der Antennenkalibration. Bei diesem Vorgehen reduziert sich der Unsicherheitsbeitrag der Fehlanpassungen. Als Nachteil dieser Lösung muss bemerkt werden, dass bei einem Kabeldefekt die ganze Antennenkalibration wiederholt werden muss. Wenn das Kabel separat kalibriert wird, muss nur das Kabel neu kalibriert werden. Die Unsicherheitsbeiträge durch Fehlanpassungen sind aber in diesem Fall grösser. (Siehe Beispiel 4.3)

### Messgerät

Für das Messgerät im vorliegenden Beispiel (Spektrumanalysator) liegt ein Kalibrierzertifikat für den Absolutpegel und für den Frequenzgang vor. Die restlichen Angaben sind geschätzt oder stammen aus dem Datenblatt des Herstellers.

Unsicherheit des *Absolutpegels* nach Kalibrierzertifikat (Normalverteilung)  $\pm 1.5 \%$

Unsicherheit des *Frequenzgangs* nach Kalibrierzertifikat (Normalverteilung)  $\pm 1.5 \%$

*Interpolation des Frequenzgangs* (Rechteckverteilung)  $\pm 1.0 \%$

*Linearitätsabweichung* (Rechteckverteilung):  $\pm 0.3 \text{ dB} \Rightarrow \pm 3.5 \%$

Es wird angenommen, dass das Messgerät mit einem „true RMS“-Detektor misst. Damit ist die Modulationsabhängigkeit des Messgerätes bereits in den oben stehenden Unsicherheitsangaben enthalten. Auch der Temperatureinfluss ist in diesem Beispiel in den oben stehenden Unsicherheitsangaben enthalten und wird deshalb nicht separat ausgewiesen.

### Antenne inklusive Kabel

Gemessene Werte werden mit dem Antennenfaktor (inklusive Kabelverluste) korrigiert. Diese Korrektur ist mit folgenden Unsicherheiten behaftet:

Unsicherheit der *Antennenkalibration* nach Kalibrierzertifikat:  $\pm 1.5 \text{ dB} \Rightarrow \pm 18.9 \%$  (Normalverteilung)

*Interpolation* (Rechteckverteilung):  $\pm 0.3 \text{ dB} \Rightarrow \pm 3.5 \%$

Die Antenne ist in der Regel nur bei einer begrenzten Zahl von Frequenzen kalibriert. Für Frequenzen, die zwischen diesen Werten liegen, entsteht eine zusätzliche Unsi-

cherheit. In diesem Beispiel wird angenommen, dass für Frequenzen, die zwischen den Stützwerten der Antennenkalibration liegen, der Kalibrationswert der nächstliegenden Frequenz verwendet wird. Die angegebene Unsicherheit ist in diesem Fall der maximale Unterschied zwischen zwei Stützwerten der Antennenkalibration.

Es gibt Antennen mit eingebautem Vorverstärker. Falls dieser Vorverstärker bei der Messung verwendet wird, muss dessen Temperaturabhängigkeit und Linearität ebenfalls in der Messunsicherheitsberechnung mitberücksichtigt werden. In diesem Beispiel wird angenommen, dass die Antenne ohne Vorverstärker verwendet wird.

### Fehlanpassung Antenne inklusive Kabel / Messgerät

	Frequenz	VSWR	Rückflussdämpfung	Reflexionsfaktor $r$
Antenne inklusive Kabel (Quelle)	850 MHz	1.5	14.0 dB	0.200
Messgerät (Last)	850 MHz	1.5	14.0 dB	0.200

Damit wird:  $U_F = |r_{Last}| \cdot |r_{Quelle}| = 0.200 \cdot 0.200 = 0.04$ , entsprechend  $\pm 4\%$

Einflussfaktor	Datenherkunft	Unsicherheitsbeitrag %	Verteilung	Divisor $k_q$	Standardunsicherheit %
<b>Messgerät</b>					
Absolutpegel	Kalibrierbericht	±1.5	Normal	2	±0.75
Frequenzgang	Kalibrierbericht	±1.5	Normal	2	±0.75
Interpolation des Frequenzgangs	Geschätzt	±1.0	Rechteck	1.73	±0.6
Linearitätsabweichung	Datenblatt	±3.5	Rechteck	1.73	±2.0
<b>Antenne/Kabel</b>					
Kalibration	Kalibrierbericht	±18.9	Normal	2	±9.5
Interpolation	Geschätzt	±3.5	Rechteck	1.73	±2.0
<b>Fehlanpassungen</b>					
Antenne mit Kabel / Messgerät	Kalibrierbericht/ Datenblatt	±4	U-förmig	1.41	±2.8
Standardunsicherheit der Messeinrichtung $u_m$					±10.4
Standardunsicherheit der Probenahme $u_p$	Vorgabe				±15
Standardunsicherheit des Messresultates $u$					±18.2

**Tabelle A4.2: Berechnung der Standard-Messunsicherheit für eine frequenzselektive Messeinrichtung mit gemeinsamer Kalibration der Antenne und des Kabels (Beispiel)**

### Ergebnis

Die Standardmessunsicherheit  $u$  beträgt ±18.2 %.

Die erweiterte Messunsicherheit  $U$  beträgt ±36.4 %.

Die Anforderung an die erweiterte Messunsicherheit ( $U < ±45$  %) ist erfüllt.

## Beispiel 4.3 : Frequenzselektive Messeinrichtung mit unabhängiger Kalibration von Antenne und Kabel

Für das vorliegende Beispiel wird eine frequenzselektive Messeinrichtung moderner Technologie vorausgesetzt. Die Antenne und das Kabel seien von einem Kalibrierlabor separat kalibriert worden. Die Messwerte werden mit dem Antennenfaktor und um den Kabelverlust korrigiert.

### Messgerät

Für das Messgerät im vorliegenden Beispiel (Spektrumanalysator) liegt ein Kalibrierzertifikat für den Absolutpegel und für den Frequenzgang vor. Die restlichen Angaben sind geschätzt oder stammen aus dem Datenblatt des Herstellers.

Unsicherheit des <i>Absolutpegels</i> nach Kalibrierzertifikat (Normalverteilung)	±1.5 %
Unsicherheit des <i>Frequenzgangs</i> nach Kalibrierzertifikat (Normalverteilung)	±1.5 %
<i>Interpolation des Frequenzgangs</i> (Rechteckverteilung)	±1.0 %
<i>Linearitätsabweichung</i> (Rechteckverteilung):	±0.3 dB => ±3.5 %

Der Temperatureinfluss ist in diesem Beispiel in den obenstehenden Unsicherheitsangaben enthalten und wird deshalb nicht separat ausgewiesen.

### Antenne

Gemessene Werte werden mit dem Antennenfaktor korrigiert. Diese Korrektur ist mit folgenden Unsicherheiten behaftet:

Unsicherheit der <i>Antennenkalibration</i> nach Kalibrierzertifikat: (Normalverteilung)	±1.5 dB => ±18.9 %
<i>Interpolation</i> (Rechteckverteilung):	±0.1 dB => ±1.2 %

Die Antenne ist in der Regel nur bei einigen ausgewählten Frequenzen kalibriert. Für Frequenzen, die zwischen diesen Werten liegen, muss interpoliert werden, was mit einer Unsicherheit verbunden ist. Im Gegensatz zum Beispiel 4.2. wird hier angenommen, dass die Antennenfaktoren zwischen den Stützwerten der Kalibration linear interpoliert werden und dass genügend solche Stützwerte vorhanden sind. Dadurch wird dieser Beitrag zur Messunsicherheit hier kleiner als in Beispiel 4.2.

## Kabel

Gemessene Werte werden um den Kabelverlust korrigiert. Diese Korrektur ist mit folgenden Unsicherheiten behaftet:

Unsicherheit der *Kabelkalibration* nach Kalibrierzertifikat:  $\pm 0.2 \text{ dB} \Rightarrow \pm 2.3 \%$   
(Normalverteilung)

*Interpolation* (Rechteckverteilung):  $\pm 0.1 \text{ dB} \Rightarrow \pm 1.2 \%$

## Fehlanpassung Kabel / Messgerät

	Frequenz	VSWR	Rückflussdämpfung	Reflexionsfaktor $r$
Kabel (Quelle)	850 MHz	1.2	20.8 dB	0.091
Messgerät (Last)	850 MHz	1.5	14.0 dB	0.200

Damit wird

$$U_F = |r_{Last}| \cdot |r_{Quelle}| = 0.200 \cdot 0.091 = 0.018, \text{ entsprechend } \pm 1.8 \%$$

## Fehlanpassung Antenne / Kabel

	Frequenz	VSWR	Rückflussdämpfung	Reflexionsfaktor $r$
Antenne (Quelle)	850 MHz	1.6	12.7 dB	0.231
Kabel (Kabel)	850 MHz	1.2	20.8 dB	0.091

Damit wird

$$U_F = |r_{Last}| \cdot |r_{Quelle}| = 0.091 \cdot 0.231 = 0.021, \text{ entsprechend } \pm 2.1 \%$$

## Fehlanpassung Antenne / Messgerät

Wenn das Kabel eine relativ kleine Dämpfung aufweist, muss auch die Fehlanpassung zwischen der Antenne und dem Eingang des Messgeräts berücksichtigt werden. Für eine vereinfachte Abschätzung wird die Rückflusdämpfung der Antenne um die doppelte Kabeldämpfung erhöht. Damit trägt man dem Umstand Rechnung, dass die reflektierte Welle das Kabel zweimal durchläuft.

Der Kabelverlust beträgt laut Kalibrierbericht 4 dB.

	Frequenz	VSWR	Rückflusdämpfung*	Reflexionsfaktor $r^*$
Antenne* (Quelle)	850 MHz	1.6	12.7 dB + 8 dB =20.7 dB	0.092
Messgerät (Last)	850 MHz	1.5	14 dB	0.200

\* : Rückflusdämpfung und Reflexionsfaktor der Antenne, wie sie am Eingang des Messgerätes erscheinen.

Damit wird

$$U_F = |r_{Last}| \cdot |r_{Quelle}| = 0.200 \cdot 0.092 = 0.018, \text{ entsprechend } \pm 1.8 \%$$

Dieser Unsicherheitsbeitrag kann reduziert werden, wenn ein Kabel mit grösserer Dämpfung gewählt wird, oder wenn zwischen der Antenne und dem Kabel ein Dämpfungsglied eingeschaltet wird.



Einflussfaktor	Datenherkunft	Unsicherheitsbeitrag %	Verteilung	Divisor $k_q$	Standardunsicherheit %
<b>Messgerät</b>					
Absolutpegel	Kalibrierbericht	±1.5	Normal	2	±0.75
Frequenzgang	Kalibrierbericht	±1.5	Normal	2	±0.75
Interpolation	Geschätzt	±1.0	Rechteck	1.73	±0.6
Linearitätsabweichung	Datenblatt	±3.5	Rechteck	1.73	±2.0
<b>Antenne</b>					
Antennenkalibration	Kalibrierbericht	±18.9	Normal	2	±9.5
Interpolation	Geschätzt	±3.5	Rechteck	1.73	±2.0
<b>Kabel</b>					
Kabelkalibration	Kalibrierbericht	±2.3	Normal	2	±1.2
Interpolation	Geschätzt	±1.2	Rechteck	1.73	±0.7
<b>Fehlanpassungen</b>					
Antenne / Kabel	Kalibrierbericht	±1.8	U-förmig	1.41	±1.3
Kabel / Messgerät	Kalibrierbericht / Datenblatt	±2.1	U-förmig	1.41	±1.5
Antenne / Messgerät	Kalibrierbericht / Datenblatt	±1.8	U-förmig	1.41	±1.3
Standardunsicherheit der Messeinrichtung $u_m$					±10.4
Standardunsicherheit der Probenahme $u_p$	Vorgabe				±15
Standardunsicherheit des Messresultates $u$					±18.2

**Tabelle A4.3: Berechnung der Standard-Messunsicherheit für eine frequenzselektive Messeinrichtung mit unabhängiger Kalibration der Antenne und des Kabels (Beispiel)**

## Ergebnis

Die Standardmessunsicherheit  $u$  beträgt  $\pm 18.2\%$ .

Die erweiterte Messunsicherheit  $U$  beträgt  $\pm 36.4\%$ .

Die Anforderung an die erweiterte Messunsicherheit ( $U < \pm 45\%$ ) ist erfüllt.

## Anhang 5 Beispiele für die Berechnung des Beurteilungswerts

Die Berechnung des Beurteilungswertes  $E_B$  wird anhand eines Beispiels einer Rundfunk/Funkruf-Anlage, je für die breitbandige Messung (Kapitel 5.3.7) und die frequenzselektive Messung (Kapitel 5.3.8) illustriert.

Es muss ein Standortdatenblatt vorliegen, aus dem für jedes Sendesignal  $n$  die bewilligte Sendeleistung (ERP)  $P_{n,bew}$  ersichtlich ist.

Der Anlageinhaber muss unter anderem die folgenden technischen Daten, die für den Zeitpunkt der Messung gültig sind, zur Verfügung stellen:

- Aktuelle Sendeleistung (ERP)  $P_n$  für jedes Sendesignal  $n$
- Aktuelle Frequenz(en) und Polarisationen, mit denen die Sendesignale abgestrahlt werden.

Der Hochrechnungsfaktor  $K_n$  für jedes Sendesignal  $n$  wird nach Formel (7) berechnet:

$$K_n = \sqrt{\frac{P_{n,bew}}{P_n}}$$

### Beschreibung der Anlage

Die Sendeanlage sende vom selben Masten je ein Sendesignal für UKW, analoges TV und Funkruf aus.

Die technischen Daten der Sendeanlage und die daraus bestimmten Hochrechnungsfaktoren finden sich in Tabelle A5.1. Der Anlagegrenzwert der Anlage beträgt 3 V/m.

Sendesignal $n$	Funkdienst	Frequenz	Aktuelle Sendeleistung (ERP) $P_n$	Bewilligte Sendeleistung (ERP) $P_{n,bew}$	Hochrechnungsfaktor $K_n$
1	UKW	103.5 MHz	92 W	100 W	1.04
2	TV analog	647.25 MHz	154 W*	154 W*	1.00
3	Funkruf	147.300 / 147.325 MHz alternierend	16 W	25 W	1.25

**Tabelle A5.1: Technische Daten der Anlage (Angaben des Inhabers schätzt) und die daraus bestimmten Hochrechnungsfaktoren  $K_n$ .**

\*: Dieser Wert bezeichnet die Leistung (ERP) des Synchronimpulses abzüglich 2.2 dB (Abschnitt 6.4.2).

## Breitbandige Messung

Mit einer Breitbandsonde wird die elektrische Feldstärke der Anlage am bestimmten Messort gemessen.

Der (örtlich) höchste Messwert  $E_{max}$  beträgt 2.9 V/m. Als Hochrechnungsfaktor  $K$  ist der höchste Hochrechnungsfaktor  $K_n$  aus Tabelle A5.1 einzusetzen. Im vorliegenden Fall beträgt der höchste Hochrechnungsfaktor 1.25.

Daraus berechnet sich der Beurteilungswert wie folgt:

$$E_B = E_{max} \cdot K = 2.9 \text{ V/m} \cdot 1.25 = 3.6 \text{ V/m}$$

Der Beurteilungswert liegt über dem Anlagegrenzwert. Es kann jedoch nicht abschliessend beurteilt werden, ob der Anlagegrenzwert überschritten ist. Es muss eine frequenzselektive Messung durchgeführt werden.

## Frequenzselektive Messung

Mit einer frequenzselektiven Messeinrichtung wird die elektrische Feldstärke der Anlage am bestimmten Messort gemessen. Für jedes Sendesignal wird die (örtlich) höchste elektrische Feldstärke  $E_{n,max}$  separat erfasst und dem jeweiligen Hochrechnungsfaktor gemäss Tabelle A5.1 hochgerechnet. Die Messwerte  $E_{n,max}$ , die Hochrechnungsfaktoren  $K_n$  und die hochgerechneten Messwerte  $E_{n,h}$  finden sich in Tabelle A5.2.

Sendesignal $n$	Messwert $E_{n,max}$	Hochrechnungsfaktor $K_n$	Hochgerechneter Messwert $E_{n,h}$
1	0.98 V/m	1.04	1.02 V/m
2	1.20 V/m (2.2 dB bereits abgezogen)	1.00	1.20 V/m
3	0.67 V/m	1.25	0.84 V/m

**Tabelle A5.2: Messwerte, Hochrechnungsfaktoren und hochgerechnete Messwerte.**

Daraus berechnet sich der Beurteilungswert wie folgt:

$$E_B = \sqrt{\sum_{n=1}^3 E_{n,h}^2} = \sqrt{1.02^2 + 1.20^2 + 0.84^2} = 1.78 \text{ V/m}$$

Der Beurteilungswert liegt unter dem Anlagegrenzwert. Der Anlagegrenzwert ist eingehalten.

Wie erwartet ist der Beurteilungswert aus der frequenzselektiven Messung niedriger als derjenige aus der Breitbandmessung, weil bei der Breitbandmessung auch noch Fremdsignale (z.B. von anderen Sendeanlagen) mit gemessen werden und bei der Hochrechnung der höchste Hochrechnungsfaktor verwendet werden muss.

### **Andere Sendeantennen am selben Standort**

Befinden sich am selben Standort oder am selben Mast noch Antennen anderer Sendeanlagen, die nicht unter Anhang 1 Ziffer 7 NISV fallen, insb. Mobilfunkantennen, so wird die von ihnen erzeugte elektrische Feldstärke **nicht** in den Beurteilungswert der Rundfunktendeanlage einbezogen. Rundfunk und Mobilfunktendeanlagen gelten als zwei eigenständige Anlagen, selbst wenn sich die Antennen auf dem selben Mast befinden. Jede der beiden Anlagen wird im Rahmen der vorsorglichen Emissionsbegrenzung unabhängig beurteilt und muss für sich allein den für sie anwendbaren Anlagegrenzwert einhalten. Die Beurteilung der Strahlung von Mobilfunktendeanlagen richtet sich nach separaten Messempfehlungen<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Messempfehlung – Mobilfunk-Basisstationen (GSM), BUWAL, Bern 2002; Messempfehlung – Mobilfunk-Basisstationen (UMTS-FDD), Entwurf vom 17.9.2003, Bern 2003



## Anhang 6 Glossar und Abkürzungen

AGW	Anlagegrenzwert
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
DAB	Digital Audio Broadcasting (digitales Radio, drahtlos verbreitet über terrestrische Sender)
DMB	Digital Multimedia Broadcasting
DVB-H	Digital Video Broadcasting handheld (digitales Fernsehen, drahtlos verbreitet über terrestrische Sender für Handteilnehmergeräte)
DVB-T	Digital Video Broadcasting terrestrial (digitales Fernsehen, drahtlos verbreitet über terrestrische Sender)
ERP	Equivalent radiated power (äquivalente Strahlungsleistung)
Funkdienst	Sammelbegriff für eine drahtlose Übertragungstechnologie mit bestimmter Zielsetzung. Im vorliegenden Kontext werden die Funkdienste UKW, DAB, Mittelwelle, TV analog, DVB-T und Funkruf unterschieden.
GSM	Global System for Mobile Communication. Mobilfunksystem der 2. Generation
IGW	Immissionsgrenzwert
METAS	Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung
NIS	Nichtionisierende Strahlung
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung
OKA	Ort für den kurzfristigen Aufenthalt
OMEN	Ort mit empfindlicher Nutzung
RDS	radio data system
RTVG	Radio- und Fernsehgesetz
RTVV	Radio- und Fernsehverordnung
SAS	Schweizerische Akkreditierungsstelle
Sendesignal	Von einer Sendeanlage abgestrahltes Hochfrequenzsignal mit definierter Frequenz und Bandbreite. Ein Sendesignal kann, je nach Funkdienst, ein oder mehrere Programme übertragen. Das Sendesignal ist die kleinste Einheit, welche eine frequenzselektive Messeinrichtung ohne Decodierung der Inhalte auflösen kann.
Terrestrische Verbreitung	Drahtlose Verbreitung über stationäre Sendeanlagen. Weitere Verbreitungsarten sind die Verbreitung über Kabel und über Satelliten.

Tetrapol	Digitales, zellulares Bündelfunksystem für private und öffentliche Betriebsfunkanwendungen, entwickelt von <i>Matra Communication</i> , Frankreich
UKW	Ultrakurzwelle
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System. Mobilfunksystem der 3. Generation
USG	Umweltschutzgesetz
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation