

RegTP



Regulierungsbehörde für
Telekommunikation und Post

**Anleitung zur Durchführung der Anzeige ortsfester
Amateurfunkanlagen nach §9 der Verordnung über
das Nachweisverfahren zur Begrenzung
elektromagnetischer Felder
(BEMFV)**

Inhalt

Einführung.....	3
Begriffe (nach BEMFV)	4
Teil 1 Mögliche Verfahren bei der Bewertung der ortsfesten Amateurfunkanlage	5
1.1 Erläuterung der Bewertungsverfahren.....	5
1.1.1 Fernfeldberechnung.....	5
1.1.1.1 Fernfeld / Nahfeld.....	5
1.1.1.2 Durchführung der Fernfeldberechnung	6
1.1.1.3 Antennengewinnfaktor G_j	7
1.1.1.4 Antennenverlustfaktor C	7
1.1.1.5 Leistung P	8
1.1.2 Messung	8
1.1.3 Nahfeldberechnung.....	8
1.1.4 Vereinfachtes Bewertungsverfahren	9
1.2 Rahmenbedingungen.....	9
1.2.1 Berücksichtigung der Antennencharakteristik	9
1.2.2 Zulässiger Leistungsabschlag bei Personenschutzgrenzwerten	9
1.2.3 Kein Leistungsabschlag bei Herzschrittmachergrenzwerten	10
1.2.4 Bewertung bei mehreren Konfigurationen an einem Standort	10
Teil 2 Durchführung der Anzeige.....	15
2.1 Anzeigeformblatt	15
2.2 Standortbezogener Sicherheitsabstand und kontrollierbarer Bereich.....	15
2.3 Umfang der Anzeige	15
Teil 3 Bereitzuhaltende Unterlagen.....	16
3.1 Dokumentation.....	16
3.2 Antennendiagramme.....	16
3.3 Lageplan.....	17
3.4 Bauzeichnung oder Skizze mit Bemaßung.....	17
3.5 Konfiguration der ortsfesten Amateurfunkanlage	17
3.6 Einwirkungsbereich für aktive Körperhilfen nach § 10 BEMFV	17
Quellennachweis	18

Anlage 1: Anzeigeformblatt

Anlage 2: Konfiguration der ortsfesten Amateurfunkstelle

Anlage 3: Gebräuchliche Sendearten im Amateurfunk

Einführung

Die vorliegenden Durchführungshinweise zur Anzeige von ortsfesten Amateurfunkanlagen nach § 9 der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV) [1] sollen dem anzeigepflichtigen Funkamateurl Erläuterungen und Hilfestellungen mit dem Ziel geben, die von ihm betriebene ortsfeste Amateurfunkanlage sachgerecht zu bewerten und mit dem vorgegebenen Anzeigeformular anzuzeigen.

Die Erstellung dieser Anleitung wurde u.a. durch die Beiträge des "Runden Tisch Amateurfunk" (RTA-Amateurfunk) als auch durch andere Amateurfunkverbände unterstützt.

Begriffe (nach BEMFV)

Ortsfeste Funkanlage

Eine Funkanlage, die im Sinne des § 2 Nr. 3 des Gesetzes über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen [2], einschließlich Radaranlagen, während ihres bestimmungsgemäßen Betriebes keine Ortsveränderung erfährt.

Ortsfeste Amateurfunkanlage

Eine ortsfeste Funkanlage, die gemäß § 2 Nr. 3 des Amateurfunkgesetzes vom 23. Juni 1997 (BGBl. I S. 1494) [3], das durch § 19 Abs. 3 des Gesetzes über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen (FTEG) vom 31. Januar 2001 (BGBl. I S. 170) [2] geändert worden ist, betrieben wird,

Standort

Ein Installationsort, an dem eine ortsfeste Funkanlage errichtet wurde oder errichtet werden soll; zum Standort gehören alle Funkanlagen, die auf demselben Mast oder in unmittelbarer Nähe (die Sicherheitsabstände der einzelnen Antennen überlappen sich) voneinander betrieben werden.

Standortbezogener Sicherheitsabstand

Der erforderliche Abstand zwischen der Bezugsantenne und dem Bereich, in dem die Grenzwerte nach § 3 Satz 1 unter Einbeziehung der relevanten Feldstärken umliegender ortsfester Funkanlagen eingehalten werden.

Bezugsantenne

Die Sendeantenne mit der niedrigsten Montagehöhe über Grund, die einen systembezogenen Sicherheitsabstand erfordert oder aufgrund ihrer Charakteristik bei der Berechnung des standortbezogenen Sicherheitsabstands berücksichtigt werden muss.

Systembezogener Sicherheitsabstand

Der Abstand zwischen einer einzelnen ortsfesten Antenne und dem Bereich, in dem die Grenzwerte nach § 3 Satz 1 eingehalten werden.

kontrollierbarer Bereich

Der Bereich, in dem der Betreiber über den Zutritt oder Aufenthalt von Personen bestimmen kann oder in dem aufgrund der tatsächlichen Verhältnisse der Zutritt von Personen ausgeschlossen ist,

Betreiber

Diejenige natürliche oder juristische Person, die die rechtliche und tatsächliche Kontrolle über die Gesamtheit der Funktionen einer Funkanlage hat.

Hinweis:

Da der Entwurf der Norm DIN/VDE 0848-3-1/A1 (Ausgabe Februar 2001) [4] nur Grenzwerte zum Schutz implantierter Herzschrittmacher enthält, wird in dieser Anleitung der Begriff Herzschrittmachergrenzwerte im Zusammenhang mit dem Schutz von Trägern aktiver Körperhilfen verwendet.

Teil 1

Mögliche Verfahren bei der Bewertung der ortsfesten Amateurfunkanlage

Die vier im folgenden aufgezählten Verfahren sind je nach Konfiguration der Amateurfunkanlage dafür geeignet den Nachweis der Übereinstimmung mit den Anforderungen der BEMFV zu führen.

- **Fernfeldberechnung**
Durch die Anwendung der Formeln zur Berechnung der Feldstärke im Fernfeld einer Antenne kann, wenn bestimmte Voraussetzungen gegeben sind, der Abstand von der Antenne ermittelt werden, ab dem die Grenzwerte eingehalten werden.
- **Feldstärkemessung**
Durch Feldstärkemessungen an den Grenzen zu den Bereichen, in denen die Grenzwerte einzuhalten sind, kann nachgewiesen werden, dass die zulässigen Feldstärkegrenzwerte nicht überschritten werden.
- **Nahfeldberechnung**
Die Einhaltung der Grenzwerte kann durch die Verwendung eines numerischen Nahfeldberechnungsprogramms überprüft werden.
- **Vereinfachtes Bewertungsverfahren [5]**
Eine vereinfachte Bewertung ist nach der Studie zur vereinfachten Bestimmung der normierten Grenzfeldstärken bei Amateurfunkanlagen im Frequenzbereich von 1,8 MHz bis 250 GHz möglich.

1.1 Erläuterung der Bewertungsverfahren

1.1.1 Fernfeldberechnung

1.1.1.1 Fernfeld / Nahfeld

Die Formel für die Fernfeldberechnung gilt nur im Fernfeld einer Strahlungsquelle, also in dem Bereich, in dem die Vektoren der elektrischen Feldstärke (**E**), der magnetischen Feldstärke (**H**) sowie der Ausbreitungsrichtung (Pointing Vektor) senkrecht aufeinander stehen, keine Phasendifferenzen aufweisen und der Feldwellenwiderstand **Z** dem Feldwellenwiderstand Z_0 ($120 \pi \Omega$) des Freifeldes entspricht.

Die Grenze zwischen Fernfeld und Nahfeld ist abhängig von der Wellenlänge, der Art der verwendeten Antenne und der Umgebung der Antenne.

Bei den im Amateurfunk überwiegend verwendeten Drahtantennen auf der Basis von z.B. 1/2- und 1/4- Dipolen bildet sich das Fernfeld in einem Abstand von etwa $4l$ aus.

Für Antennengruppen und elektrisch große Antennen lässt sich der Fernfeldabstand **R** in etwa durch die Beziehung: $R > 2 \cdot \frac{D^2}{l}$ bestimmen, wobei **D** die größte Aperturweite der Antennenanordnung ist.

Im Bereich zwischen der Antenne und dem Fernfeldabstand gibt es zwei Feldbereiche, die für die Betrachtung relevant sind:

Reaktives Nahfeld (Abstand von der Antenne $< \frac{l}{2p}$)

Innerhalb des reaktiven Nahfeldes kann es lokal zu starken Überhöhungen des elektrischen und des magnetischen Feldes kommen, die mit der Fernfeldberechnung nicht bestimmt werden können. Daher ist eine Fernfeldberechnung in diesem Bereich nicht zulässig.

Strahlendes Nahfeld (Abstand von der Antenne $> \frac{l}{2p}, < 4l$)

Wenn die Fernfeldformel im Bereich des strahlenden Nahfeldes angewendet wird, ergeben sich für die meisten Antennenformen konservative Abschätzungen, das heißt die tatsächlichen Feldstärken sind geringer als die errechneten. Dies gilt jedoch nicht für alle Antennenarten, so erzeugt beispielsweise eine magnetische Antenne im Nahfeld stärkere Feldstärken, als die durch die Fernfeldformel vorausgesagten. Insbesondere Antennen, die geometrisch klein im Verhältnis zur Wellenlänge sind, zeigen ein solches Verhalten.

Unabhängig von der Art der Antenne ist aber auch das unmittelbare Umfeld der Antenne für deren Nahfeldcharakteristik verantwortlich. So kann es sein, dass z.B. Metallzäune oder Metallregentinnen in der Nähe der Antenne als Sekundärstrahler erregt werden und Feldüberhöhungen hervorrufen.

Abhängig von den verwendeten Antennen und den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten, kann vom Betreiber einer ortsfesten Amateurfunkanlage geprüft werden, ob sich im Bereich des strahlenden Nahfeldes eine Fernfeldberechnung anwenden lässt.

1.1.1.2 Durchführung der Fernfeldberechnung

Die Fernfeldberechnung basiert auf der Annahme, dass sich die Energie elektromagnetischer Wellen von einem theoretischen punktförmigen Strahler (isotroper Strahler) aus gleichmäßig in alle Raumrichtungen ausbreitet. Die Leistungsflussdichte nimmt dabei umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes ab.

Dieser Sachverhalt lässt sich durch die folgende Formel ausdrücken:

$$S = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \quad (1)$$

S: Leistungsflussdichte in W/m²
P: dem Strahler zugeführte Leistung in W
r: Abstand vom Strahler in m

Zur Berücksichtigung des Gewinnfaktors und der Richtwirkung einer realen Antenne wird die Formel wie folgt ergänzt:

$$S = \frac{P \cdot G_i}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \cdot C^2 \quad (2)$$

S: Leistungsflussdichte in W/m²
P: dem Strahler zugeführte Leistung in W
r: Abstand vom Strahler in m
G_i: Antennengewinnfaktor, bezogen auf einen isotropen Strahler
C: Verlustfaktor zur Berücksichtigung der Richtcharakteristik der Antenne
a: Winkeldämpfung in dB

$$C = \sqrt{10^{\left(\frac{-a}{10}\right)}} \quad (2a)$$

Um berechnen zu können, in welchem Abstand von der Antenne die Grenzwerte nach §3 der BEMFV eingehalten werden, muss die Formel (2) umgestellt werden.

Dazu werden für die elektrische und für die magnetische Feldstärke die folgenden Beziehungen angesetzt:

$$E = \frac{S}{H} \quad (3)$$

E : elektrische Feldstärke in V/m
 H : magnetische Feldstärke in A/m

$$H = \frac{E}{Z_0} \quad (4a)$$

Z_0 : Feldwellenwiderstand des freien Raums: $120 \cdot \pi \approx 377 \Omega$

$$E = H \cdot Z_0 \quad (4b)$$

Unter Berücksichtigung der Formeln (2), (4a) und (4b) ergibt sich Formel (5) zur Berechnung des Sicherheitsabstandes:

$$r = \sqrt{\frac{Z_0}{4 \cdot \pi}} \cdot \frac{\sqrt{P \cdot G_i}}{E_g} \cdot C \quad (5)$$

E_g : Grenzwert der elektrischen Feldstärke als Effektivwert

Da die elektrische und die magnetische Feldstärke im Fernfeld über Z_0 linear verknüpft sind und die Personenschutzgrenzwerte für das magnetische Feld unterhalb 10 MHz strenger sind als die für das elektrische Feld, genügt es bei der Fernfeldberechnung den Sicherheitsabstand auf der Basis des Grenzwertes für das elektrische Feld zu ermitteln.

Bei der Berechnung des erforderlichen Sicherheitsabstandes ist zu beachten, auf welche Weise der Antennengewinnfaktor G_i , der Verlustfaktor C sowie die Leistung P in die Formel (5) eingesetzt werden.

1.1.1.3 Antennengewinnfaktor G_i

Der Antennengewinnfaktor G_i kann unter Verwendung der Formeln (6) und (7) aus dem Antennengewinn g_i oder g_d errechnet werden.

$$G_i = 10^{\left(\frac{g_i}{10}\right)} \quad (6)$$

g_i : isotroper Antennengewinn in dB

$$G_i = 10^{\left(\frac{g_d + 2,15}{10}\right)} \quad (7)$$

g_d : Antennengewinn bezogen auf einen $\lambda/2$ Dipol in dB

1.1.1.4 Antennenverlustfaktor C

Werden Antennen mit horizontaler oder vertikaler Richtcharakteristik verwendet, kann bei einer rechnerischen Betrachtung eine Winkeldämpfung geltend gemacht werden.

Wenn eine Winkeldämpfung geltend gemacht wird, ist diese zu belegen. Wenn die Sicherheitsabstände im Fernfeld der Antenne liegen, kann die Winkeldämpfung dem Antennenrichtdiagramm entnommen werden. Liegen die Sicherheitsabstände im Nahfeld der Antenne, so sind Fernfeldrichtdiagramme zum Nachweis der Winkeldämpfung nicht geeignet.

Aus der Winkeldämpfung a in dB kann durch Formel (2a) der Antennenverlustfaktor C ermittelt werden.

1.1.1.5 Leistung P

- Personenschutzgrenzwerte:

Für die Berechnung des Sicherheitsabstandes auf der Basis der Personenschutzgrenzwerte ist es erforderlich, den Wert der Leistung P als Effektivwert in Formel (5) einzusetzen, weil die Personenschutzgrenzwerte als Effektivwerte festgelegt sind.

- Herzschrittmachergrenzwerte:

Für die Berechnung des Sicherheitsabstandes auf der Basis der Herzschrittmachergrenzwerte ist es erforderlich, den Wert der Leistung P als maximalen Augenblickswert \hat{P} in Formel (5) einzusetzen, weil die Herzschrittmachergrenzwerte als maximale Augenblickswerte festgelegt sind.

Die Umrechnung der einzelnen Leistungsarten erfolgt über Tabelle 2 der DIN/VDE 0848 Teil 1 (Ausgabe August 2000) [6]. Ein Überblick über die im Amateurfunk typischen Sendarten (Modulationsarten) mit den zugehörigen Umrechnungsfaktoren ist in **Anlage 3** dargestellt.

1.1.2 Messung

Die verwendeten Messgeräte müssen dem Stand der Technik entsprechen und fachgerecht kalibriert sein. Die Messunsicherheit der Messgeräte muss bekannt sein und bei der Auswertung dem Messwert aufaddiert werden.

Die Plausibilität einer Messung hängt entscheidend von der Wahl der Messpunkte ab. Die Messpunkte sind so zu wählen, dass die Einhaltung der Grenzwerte in den relevanten Bereichen (z.B. Grundstücksgrenze) nachgewiesen wird. Dazu ist eine ausreichende Anzahl von Messpunkten vorzusehen.

Aufgrund der Inhomogenität des Feldes im Nahfeld einer Antenne sollten bei der Festlegung der Messpunkte zunächst theoretische Überlegungen über den vermuteten Ort maximaler elektrischer und magnetischer Feldstärken angestellt werden. Es kann sinnvoll sein, zur Bestimmung der Messpunkte zunächst durch eine orientierende Messung die Orte mit den höchsten Feldstärken zu ermitteln.

1.1.3 Nahfeldberechnung

Durch die Verwendung numerischer Verfahren, wie sie in so genannten Nahfeldberechnungsprogrammen angewendet werden, ist es möglich, die elektrischen und magnetischen Felder exakt nach Betrag und Phase für beliebige Raumpunkte im Umfeld einer Antenne zu berechnen.

Für die Berechnung sind Nahfeldberechnungsprogramme zu verwenden, die mit einem der üblichen Verfahren rechnen. Übliche Verfahren zur Feldberechnung sind z.B.:

- Momentenmethode (MoM)
- Methode der finiten Elemente (FEM)
- Schnelle Fourier Transformation (FFT)
- Finite Differenzen Methode im Zeitbereich (FDTD)
- Physikalische Optik (PO)
- Physikalische Beugungstheorie (PTD)

Bei der Modellierung sind auch die relevanten Umgebungseinflüsse geeignet zu berücksichtigen (Leitfähigkeit und Permeabilität des Bodens, leitende Strukturen in unmittelbarer Nähe der Antenne). In der Regel stellt die Reflexionsfaktor Methode (ideal leitender

Boden) eine "worst case" Abschätzung dar.

Hinweis:

Die Handhabung üblicher Nahfeldberechnungsprogramme erfordert detaillierte Sachkenntnis und Erfahrung beim Umgang mit dem jeweiligen Programm und bei der Modellierung der Antennen.

1.1.4 Vereinfachtes Bewertungsverfahren

Mit der von der RegTP in Auftrag gegebenen Studie zur "Ermittlung eines vereinfachten Verfahrens zur Bestimmung der Schutzabstände bei Amateurfunkanlagen im Frequenzbereich von 1,8 MHz bis 250 GHz" [5] lässt sich in einfacher Weise der einzuhaltende Sicherheitsabstand unter Berücksichtigung der Sendeleistung, der Frequenz und des Antennentyps bestimmen.

Eine für die Durchführung der Anzeige ausreichende Kurzfassung der Studie ist auf der EMVU-Internetseite der RegTP eingestellt (<http://www.regtp.de> ↵ Technische Regulierung Telekommunikation ↵ EMVU).

Die gesamte Studie kann unter der folgenden Adresse bezogen werden:

Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (Reg TP)
Außenstelle Erfurt Druckschriftenversand
Zeppelinstraße 16
99096 Erfurt
Telefon: 0361/7398-272
Telefax: 0361/7398-184
eMail: horst.reimann@regtp.de

1.2 Rahmenbedingungen

1.2.1 Berücksichtigung der Antennencharakteristik

Werden Antennen mit horizontaler oder vertikaler Richtcharakteristik verwendet, ist es bei einer Fernfeldberechnung zulässig, die Winkeldämpfung zu berücksichtigen.

Wenn eine Winkeldämpfung berücksichtigt wird, ist diese z.B. durch die entsprechenden Antennenrichtdiagramme zu belegen.

Wenn die ermittelten Sicherheitsabstände im Nahfeld der Antenne liegen, sind Fernfeldrichtdiagramme zum Nachweis der Winkeldämpfung nicht geeignet. In diesem Fall kann die Winkeldämpfung z.B. durch eine Nahfeldberechnung oder Messung ermittelt werden.

1.2.2 Zulässiger Leistungsabschlag bei Personenschutzgrenzwerten

Die Personenschutzgrenzwerte sind dann eingehalten, wenn der Effektivwert der Feldstärke quadratisch gemittelt über einen "6-Minuten-Zeitabschnitt" den Grenzwert nicht überschreitet.

Daher kann nach der folgenden Formel ein Korrekturfaktor F_B ermittelt werden:

$$F_B = \frac{\text{Gesamtsendezeit innerhalb eines "6-Minuten-Zeitabschnitts"}}{6 \text{ Minuten}}$$

Wird ein Faktor F_B berücksichtigt, so ist zu beachten, dass die Bedingungen, die zur Festlegung des Faktors führten, bei allen Sendeaktivitäten eingehalten werden.

Beispiel:

Frequenz:	1,815 MHz
Senderleistung:	75 Watt
Gesamtsendezeit innerhalb eines "6-Minuten-Zeitabschnitts":	3 Minuten

Bestimmung von F_B :

$$F_B = \frac{\text{Gesamtsendezeit innerhalb eines "6-Minuten-Zeitabschnitts"}}{6 \text{ Minuten}}$$

$$F_B = \frac{3 \text{ Min.}}{6 \text{ Min.}}$$

$$F_B = 0,5$$

Mit dem Faktor F_B kann die Leistung korrigiert werden. Dadurch ergibt sich in diesem Beispiel eine für die Bewertung zugrunde zu legende Leistung von:

$$P = 75 \text{ W} \cdot 0,5$$

$$P = 37,5 \text{ W}$$

1.2.3 Kein Leistungsabschlag bei Herzschrittmachergrenzwerten

Da für den Schutz von Herzschrittmacherträgern der Wert des maximalen Augenblickswertes der Spitzenleistung (DIN VDE 0848 Teil 1) [6] maßgebend ist, kann für die Ermittlung des Sicherheitsabstandes (auf der Grundlage der HSM-Grenzwerte) kein Leistungsabschlag F_B geltend gemacht werden.

1.2.4 Bewertung bei mehreren Konfigurationen an einem Standort

Fall A alternierender Betrieb mehrerer Konfigurationen

Wenn bei einer ortsfesten Amateurfunkanlage mehrere Antennen betrieben werden, der Betrieb der verschiedenen Antennen aber nicht gleichzeitig erfolgt, sind für die einzelnen Antennen die jeweiligen systembezogenen Sicherheitsabstände zu ermitteln (dies gilt auch für Antennen, über die verschiedene Konfigurationen alternierend betrieben werden). Die systembezogenen Sicherheitsabstände sind in diesem Fall jeweils auch standortbezogene Sicherheitsabstände.

Der Fall A wird in der überwiegenden Zahl der anzeigepflichtigen Amateurfunkanlagen zutreffend sein.

Fall B gleichzeitiger Betrieb mehrerer Konfigurationen

Dieser Fall tritt nur dann ein, wenn tatsächlich zur gleichen Zeit Betrieb auf verschiedenen Frequenzen durchgeführt wird (z.B. bei einer Clubstation).

- Betrachtung bei Personenschutzgrenzwerten

Rechnerische Betrachtung

Wenn bei einer ortsfesten Amateurfunkanlage mehrere Antennen gleichzeitig betrieben werden, sind bei einer rechnerischen Betrachtung für die einzelnen Antennen die jeweiligen systembezogenen Sicherheitsabstände zu ermitteln. Werden über eine Antenne mehrere Konfigurationen (siehe Abschnitt 3.5) gleichzeitig betrieben, so sind auch für jede dieser Konfigurationen die systembezogenen Sicherheitsabstände zu ermitteln.

a. Die systembezogenen Sicherheitsabstände für alle Konfigurationen bis 10 MHz Betriebsfrequenz sind zur Berücksichtigung von Spitzenwerteffekten linear zu addieren, Konfigurationen oberhalb 10 MHz werden dabei nicht berücksichtigt:

$$r_{ges, \leq 10\text{MHz}} = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

$r_{ges, 10\text{MHz}}$: standortbezogener Sicherheitsabstand
 r_{1-n} : systembezogene Sicherheitsabstände

b. Die systembezogenen Sicherheitsabstände für alle Konfigurationen oberhalb 100 kHz sind zur Berücksichtigung thermischer Effekte quadratisch zu addieren, dabei sind auch die Konfigurationen bis 10 MHz zu berücksichtigen:

$$r_{ges, \geq 100\text{kHz}} = \sqrt{(r_1)^2 + (r_2)^2 + \dots + (r_n)^2}$$

$r_{ges, \geq 100\text{kHz}}$: standortbezogener Sicherheitsabstand
 r_{1-n} : systembezogener Sicherheitsabstand

Falls Konfigurationen unterhalb und oberhalb von 10 MHz betrieben werden, ist der jeweils größte standortbezogene Sicherheitsabstand maßgebend.

$$r_{ges} = \max \{ r_{ges, \leq 10\text{MHz}}, r_{ges, \geq 100\text{kHz}} \}$$

Beispiel 1:

Gleichzeitiger Betrieb eines Senders im 80-m-Band und im 40-m-Band.

Sicherheitsabstand im 80-m-Band (3,60 MHz) z.B. $r_{80} = 4 \text{ m}$

Sicherheitsabstand im 40-m-Band (7,05 MHz) z.B. $r_{40} = 3 \text{ m}$

Es treten nur Frequenzen unterhalb 10 MHz auf, d.h. es muss nur linear (siehe a) addiert werden.

$$r_{ges} = r_{ges, \leq 10\text{MHz}} = r_{80} + r_{40} = 4 \text{ m} + 3 \text{ m} = 7 \text{ m}$$

Beispiel 2:

Gleichzeitiger Betrieb eines Senders im 80-m-Band, im 40-m-Band, im 20-m-Band und im 2-m-Band

Sicherheitsabstand im 80-m-Band (7,2 MHz) z.B. $r_{80} = 8 \text{ m}$

Sicherheitsabstand im 40-m-Band (3,6 MHz) z.B. $r_{40} = 5 \text{ m}$

Sicherheitsabstand im 20-m-Band (14,2 MHz) z.B. $r_{20} = 6 \text{ m}$

Sicherheitsabstand im 2-m-Band (145,4 MHz) z.B. $r_2 = 5 \text{ m}$

Lineare Addition für die Konfigurationen unterhalb 10 MHz (siehe a):

$$r_{ges, \leq 10\text{MHz}} = r_{80} + r_{40} = 8 \text{ m} + 5 \text{ m} = 13 \text{ m}$$

Quadratische Addition für die Konfigurationen oberhalb 100 kHz (siehe b):

$$r_{ges, \geq 100\text{kHz}} = \sqrt{(r_{80})^2 + (r_{40})^2 + (r_{20})^2 + (r_2)^2} = \sqrt{(8\text{m})^2 + (5\text{m})^2 + (6\text{m})^2 + (5\text{m})^2} = 12,25\text{m}$$

Das Maximum beider Werte ergibt den endgültigen standortbezogenen Sicherheitsabstand:

$$r_{ges} = \max \{ r_{ges, \leq 10 \text{ MHz}}, r_{ges, \geq 100 \text{ kHz}} \} = \max \{ 12,25 \text{ m}, 13 \text{ m} \} = 13 \text{ m}$$

Messtechnische Betrachtung

Bei einer messtechnischen Betrachtung oder einer Betrachtung mittels numerischer Verfahren ist unter Beachtung der folgenden Summierungsvorschriften zu prüfen, ob die Grenzwertbedingungen eingehalten sind.

Für Frequenzen bis 10 MHz:

$$\sum_{i=1 \text{ Hz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1 \quad \text{Bedingung 1}$$

E_i : elektrische Feldstärke bei der Frequenz i

$E_{L,i}$: der Referenzwert für das elektrische Feld

$$\sum_{j=1 \text{ Hz}}^{150 \text{ kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>150 \text{ kHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1 \quad \text{Bedingung 2}$$

H_j : magnetische Feldstärke bei der Frequenz j

$H_{L,j}$: Referenzwert für das magnetische Feld

Für Frequenzen oberhalb 100 kHz:

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1 \quad \text{Bedingung 3}$$

a beträgt $87 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

b beträgt $5 \frac{\text{A}}{\text{m}}$ ($6,25 \mu\text{T}$)

c beträgt $\frac{87 \text{ V}}{\sqrt{f \text{ m}}}$

$$\sum_{j=100 \text{ kHz}}^{150 \text{ kHz}} \left(\frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j>150 \text{ kHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1 \quad \text{Bedingung 4}$$

d beträgt $\frac{0,73 \text{ A}}{f \text{ m}}$

Summierungsvorschriften für Addition von Feldstärken bei multifrequenter Belastung

Beispiel:

Der Betrieb eines 80-m-Senders (3,6 MHz) und eines 20-m-Senders (14,2 MHz) liefert folgende Messwerte an den angegebenen Messpunkten:

Messpunkte	80 m (3,6 MHz)		20 m (14,2 MHz)	
	E [V/m]	H [A/m]	E [V/m]	H [A/m]
MP 1	23	0,055	13	0,002
MP 2	15	0,027	3	0,001
MP 3	5	0,014	2	0,001

$$a = 87 \frac{\text{V}}{\text{m}} \quad E_{L,80\text{m}} = 45,85 \frac{\text{V}}{\text{m}} \quad E_{L,20\text{m}} = 27,50 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$b = 5 \frac{\text{A}}{\text{m}} \quad H_{L,80\text{m}} = 0,203 \frac{\text{A}}{\text{m}} \quad H_{L,20\text{m}} = 0,073 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$\text{Bedingung 1: } \frac{E_{\text{MP1}, 80\text{m}}}{a} = \frac{23 \frac{\text{V}}{\text{m}}}{87 \frac{\text{V}}{\text{m}}} = 0,264 < 1$$

$$\text{Bedingung 2: } \frac{H_{\text{MP1}, 80\text{m}}}{b} = \frac{0,055 \frac{\text{A}}{\text{m}}}{5 \frac{\text{A}}{\text{m}}} = 0,011 < 1$$

Bemerkung: Die Bedingungen 1 und 2 müssen nur von den Sendern bis 10 MHz erfüllt werden. Daher bleibt der Sender im 20-m-Band hier unberücksichtigt.

$$\text{Bedingung 3: } \left(\frac{E_{\text{MP1}, 80\text{m}}}{E_{L,80\text{m}}} \right)^2 + \left(\frac{E_{\text{MP1}, 20\text{m}}}{E_{L,20\text{m}}} \right)^2 = \left(\frac{23 \frac{\text{V}}{\text{m}}}{45,85 \frac{\text{V}}{\text{m}}} \right)^2 + \left(\frac{13 \frac{\text{V}}{\text{m}}}{27,5 \frac{\text{V}}{\text{m}}} \right)^2 = 0,475 < 1$$

$$\text{Bedingung 4: } \left(\frac{H_{\text{MP1, 80m}}}{H_{L, 80m}} \right)^2 + \left(\frac{H_{\text{MP1, 20m}}}{H_{L, 20m}} \right)^2 = \left(\frac{0,055 \frac{\text{A}}{\text{m}}}{0,203 \frac{\text{A}}{\text{m}}} \right)^2 + \left(\frac{0,002 \frac{\text{A}}{\text{m}}}{0,073 \frac{\text{A}}{\text{m}}} \right)^2 = 0,074 < 1$$

Die Auswertung für die anderen Messpunkte erfolgt analog. Für jeden Messpunkt müssen jeweils alle 4 Bedingungen Summenwerte liefern, die kleiner oder gleich 1 sind. Ist dies nicht der Fall, kann kein gleichzeitiger Betrieb erfolgen, oder die Leistung muss entsprechend so reduziert werden, dass die Summenwerte die Bedingungen erfüllen.

Kombinierte messtechnische und rechnerische Betrachtung

Falls ein Teil der Konfigurationen messtechnisch (bzw. einer Betrachtung mittels numerischer Verfahren) und ein anderer Teil rechnerisch betrachtet wurde, kann die Summenbildung wie folgt durchgeführt werden:

Für alle zu messenden Konfigurationen werden die Feldstärkewerte E_i und H_j an den Messpunkten ermittelt.

Für die zu berechnenden Konfigurationen kann anhand der folgenden Formeln für jede zu berechnende Konfiguration der Wert der Feldstärken E_i und H_j am jeweiligen Messpunkt berechnet werden.

$$E_i = \sqrt{\frac{Z_0}{4 \cdot \pi}} \cdot \frac{\sqrt{P \cdot G_i}}{r_{MP}} \cdot C$$

$$H_j = \frac{E_i}{Z_0}$$

r_{MP} : Abstand von der Antenne zum Messpunkt
 C : Dämpfungsfaktor in Richtung des Messpunktes (falls der Dämpfungsfaktor nicht bekannt ist, kann im Sinne einer "worst case" Abschätzung $C=1$ gesetzt werden)

Alternativ kann die elektrische Feldstärke auch wie folgt bestimmt werden.

$$E_i = E_{L,i} \cdot \frac{r_{PS}}{r_{MP}}$$

$$H_j = \frac{E_i}{Z_0}$$

r_{PS} : Errechneter Sicherheitsabstand für den Personenschutz

r_{MP} : Abstand von der Antenne zum Messpunkt

$E_{L,i}$: Grenzwert für den Personenschutz

Diese errechneten Feldstärkewerte können dann zusammen mit den gemessenen Feldstärkewerten in die entsprechenden Summenformeln (Bedingung 1 – 4) eingesetzt werden.

Beispiel:

Der Betrieb eines 80-m-Senders (3,6 MHz) liefert die Messwerte an den angegebenen Messpunkten entsprechend des vorherigen Beispiels.

Gleichzeitig soll ein 70-cm-Sender (432,2 MHz) betrieben werden, dessen Sicherheitsabstand zu 8 m bestimmt wurde. Die Abstände zwischen der Antenne und den Messpunkten sind in der folgenden Tabelle eingetragen.

Die Ersatzwerte für die Feldstärken werden wie folgt bestimmt:

$$E_{70\text{cm}} = E_{L,70\text{cm}} \cdot \frac{r_{PS}}{r_{MP}} = 28,58 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot \frac{8 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 19,05 \frac{\text{V}}{\text{m}} \quad \text{mit} \quad E_{L,70\text{cm}} = 28,58 \frac{\text{V}}{\text{m}}, H_{L,70\text{cm}} = 0,076 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$H_{70\text{cm}} = \frac{E_{70\text{cm}}}{Z_0} = \frac{19,05 \frac{\text{V}}{\text{m}}}{120 \pi \Omega} = 0,051 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

Messpunkt	Abstand	$E_{70\text{cm}}$	$H_{70\text{cm}}$
MP1	12 m	19,05	0,051
MP2	10 m	22,86	0,061

Nun sind alle Angaben ermittelt, die für die messtechnische Betrachtung notwendig sind:

Bedingungen 1 und 2 sind erfüllt, da nur ein Sender bis 10 MHz betrieben wird.

$$\text{Bedingung 3: } \left(\frac{E_{\text{MP1, 80m}}}{E_{L,80\text{m}}} \right)^2 + \left(\frac{E_{\text{MP1, 70cm}}}{E_{L,70\text{cm}}} \right)^2 = \left(\frac{23 \frac{\text{V}}{\text{m}}}{45,85 \frac{\text{V}}{\text{m}}} \right)^2 + \left(\frac{19,05 \frac{\text{V}}{\text{m}}}{28,58 \frac{\text{V}}{\text{m}}} \right)^2 = 0,7 < 1$$

$$\text{Bedingung 4: } \left(\frac{H_{\text{MP1, 80m}}}{H_{L,80\text{m}}} \right)^2 + \left(\frac{H_{\text{MP1, 70cm}}}{H_{L,70\text{cm}}} \right)^2 = \left(\frac{0,055 \frac{\text{A}}{\text{m}}}{0,203 \frac{\text{A}}{\text{m}}} \right)^2 + \left(\frac{0,051 \frac{\text{A}}{\text{m}}}{0,076 \frac{\text{A}}{\text{m}}} \right)^2 = 0,52 < 1$$

- Betrachtung bei Herzschrittmachergrenzwerten

Für die Addition der Feldstärkebeiträge schreibt die DIN VDE 0848-3-1/A1 [4] ein Verfahren vor, bei dem die einzelnen Signalbeiträge gewichtet in die Addition einfließen. Dieses Verfahren ist auf eine messtechnische Erfassung der einzelnen Feldstärken abgestimmt. Alternativ zu diesem Verfahren können die ermittelten systembezogenen HSM-Sicherheitsabstände linear addiert werden. Die Vorgehensweise ist dabei die gleiche wie bei der Addition der Personenschutzsicherheitsabstände allerdings mit dem Unterschied, dass die Sicherheitsabstände für alle Frequenzen, auch oberhalb 10 MHz, linear addiert werden. Dieses vereinfachte Verfahren ist zulässig, da es die Gefährdung überschätzt.

Teil 2

Durchführung der Anzeige

Die ortsfeste Amateurfunkanlage ist der zuständigen Außenstelle der Reg TP anzuzeigen (Die Zuständigkeitsbereiche der Außenstellen sind auf den Internetseiten der Reg TP dargestellt).

2.1 Anzeigeformblatt

Verantwortlich für die Angaben im Anzeigeformblatt (**Anlage 1**) ist der Betreiber der angezeigten ortsfesten Amateurfunkanlage.

2.2 Standortbezogener Sicherheitsabstand und kontrollierbarer Bereich

Der kontrollierbare Bereich ist in einer maßstäblichen Skizze darzustellen. In der Skizze soll der Standort der Bezugsantenne(n), sowie der dazugehörige standortbezogene Sicherheitsabstand (bzw. Sicherheitsabstände) dargestellt werden. Die Skizze muss wiedergeben, dass der standortbezogene Sicherheitsabstand innerhalb des kontrollierbaren Bereichs endet.

2.3 Umfang der Anzeige

Im Rahmen der Anzeige sind außer den Unterlagen nach Abschnitt 2.1 und 2.2 keine weiteren Unterlagen einzureichen. Alle weiteren Unterlagen sind bei der ortsfesten Amateurfunkanlage bereit zu halten.

Teil 3

Bereitzuhaltende Unterlagen

In diesem Teil wird beschrieben, in welcher Weise die Einhaltung der grundlegenden Anforderungen nach § 8 Absätze 2 und 3 BEMFV [1] zu dokumentieren ist.

In der Dokumentation sind die im Anzeigeformblatt gemachten Angaben zu erläutern.

Dazu ist sowohl die Konfiguration der ortsfesten Amateurfunkanlage, als auch das für die Ermittlung der Sicherheitsabstände verwendete Verfahren darzustellen.

3.1 Dokumentation

- Bei Fernfeldberechnung:
Der Weg der Berechnung der Sicherheitsabstände ist darzustellen. Die für jede Konfiguration ermittelten Sicherheitsabstände sind in das Formblatt in **Anlage 2** einzutragen.

- Bei Feldstärkemessung:
Die Messpunkte sind in den Lageplan einzuzeichnen. Die verwendeten kalibrierten Messgeräte sowie deren Messgenauigkeit sind zu nennen. Die gemessenen Feldstärkewerte sind in ein Messprotokoll einzutragen.
Zur Erleichterung der Nachvollziehbarkeit der Messprotokolle sind die Vorlagen "Messprotokoll für EMVU-Messungen an Amateurfunkanlagen" und "Erläuterungen zum Messprotokoll für EMVU-Messungen an Amateurfunkanlagen" zu verwenden.

- Bei Nahfeldberechnung:
Zur Dokumentation sind sowohl die Eingabedateien (Antennengeometrie und Erregungsparameter), als auch die relevanten Seiten der Ausgabedateien mit den Nahfeldfeldstärken beizufügen. Falls die Ausgabedateien sehr umfangreich sind, genügt es, wenn die relevanten Abschnitte vorgelegt werden. Die Punkte mit den höchsten errechneten Feldstärken sind kenntlich zu machen und maßstäblich in den Lageplan einzuzeichnen. In den Lageplan ist ferner der Berechnungsraum einzuzeichnen. Es ist anzugeben, mit welcher Methode die Berechnung durchgeführt wurde.

- Bei dem vereinfachten Bewertungsverfahren [5]:
Zur Dokumentation ist auf die angewendete Kurvenschar der Studie zu verweisen.

3.2 Antennendiagramme

Falls bei Richtantennen eine Winkeldämpfung angerechnet wird, sind die relevanten Antennendiagramme (Horizontaldiagramm / Vertikaldiagramm) beizufügen.

3.3 Lageplan

Der Lageplan soll auf der Grundlage des Bebauungs-, Liegenschafts- oder Flächennutzungsplan erstellt sein. Daraus soll die Lage der ortsfesten Amateurfunkanlage in Bezug auf die umliegenden Grundstücke, bzw. öffentlichen Bereiche hervorgehen. Entsprechend den Regelungen der BEMFV ist außerdem die Art der Nutzung angrenzender Grundstücke bzw. Gebäude anzugeben. Dies soll in Form der folgenden Beispiele erfolgen:

- Privatgrundstück mit Wohngebäude
- Privatgrundstück ohne Wohngebäude
- Betriebsgrundstück mit Betriebsgebäude(n)
- Betriebsgrundstück mit Betriebs- und Wohngebäude(n)
- Betriebsgrundstück mit Wohngebäude(n)
- unbebautes Betriebsgrundstück
- landwirtschaftliche Nutzfläche
- Wald
- Wasserfläche
- Brachland
- Strasse, Gehweg
- Haltestelle öffentlicher Verkehrsmittel
- freizugängliche öffentliche Fläche (öffentlicher Garten, Park, Fußgängerzone)
- Grundstück mit öffentlichem Gebäude
- Kindergarten
- Schule

Im Lageplan ist eine Legende einzutragen, in der die Art der Nutzung mit einer Nummer zu kennzeichnen ist. Diese Nummer soll dann in das entsprechende Grundstück oder den Bereich eingetragen werden. Falls sich die Art der Nutzung ändert, ist keine neue Anzeige erforderlich.

3.4 Bauzeichnung oder Skizze mit Bemaßung

Falls die Antenne auf einem Bauwerk befestigt ist (Wohngebäude, Nutzgebäude, Antennemast usw.) ist eine Bauzeichnung oder eine maßstäbliche Skizze mit Bemaßung beizufügen. Darin müssen der Montageort der Antennen, sowie die Antennen maßstäblich eingetragen sein.

In die Bauzeichnung sind die erforderlichen standortbezogenen Sicherheitsabstände für jede verwendete Konfiguration einzuzeichnen. Falls die Darstellung von Seitenansicht und Draufsicht keine eindeutige Aussage zur Situation vor Ort zulässt, kann es erforderlich sein, weitere erläuternde Skizzen beizufügen (z.B. bei unterschiedlichem Höhenniveau).

3.5 Konfiguration der ortsfesten Amateurfunkanlage

Die Konfiguration der ortsfesten Amateurfunkanlage umfasst alle einzelnen benutzten Konfigurationen aus Sendefrequenz, Sendeleistung, Sendeantenne und Zuleitungsverlusten. Im Formblatt in **Anlage 2** ist für jede Sendekonfiguration eine Spalte auszufüllen. Dabei ist jeweils die ungünstigste Sendekonfiguration anzugeben. Die ungünstigste Sendekonfiguration ist die Kombination aus Sendeleistung, Antennengewinn und Zuleitungsverlusten, bei der sich innerhalb eines Frequenzbandes der größte Sicherheitsabstand ergibt. Falls der Nachweis durch Fernfeldberechnung erfolgte, sind in das Formblatt auch die jeweiligen ermittelten Sicherheitsabstände einzutragen.

3.6 Einwirkungsbereich für aktive Körperhilfen nach § 10 BEMFV

Der Einwirkungsbereich für aktive Körperhilfen für den Frequenzbereich von 50 MHz bis 3 GHz ist in einer maßstäblichen zeichnerischen Darstellung anzugeben und auf Verlangen vorzulegen.

Quellennachweis

- [1] Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV) vom 20. August 2002. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 60, ausgegeben zu Bonn am 27. August 2002
- [2] Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen (FTEG) vom 31. Januar 2001. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I S. 170
- [3] Gesetz über den Amateurfunk (Amateurfunkgesetz – AFuG 1997) vom 23. Juni 1997. Bundesgesetzblatt Jahrgang 1997 Teil I Nr. 41, ausgegeben zu Bonn am 27. Juni 1997
- [4] DIN VDE 0848-3-1/A1, Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern, Schutz von Personen mit aktiven Körperhilfsmitteln im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz, Entwurf Februar 2001.
In Verbindung mit:
DIN VDE 0848-3-1, Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern, Schutz von Personen mit aktiven Körperhilfsmitteln im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz, Entwurf Juni 1999
- [5] Studie zur Entwicklung eines vereinfachten Verfahrens zur Bestimmung der Schutzabstände bei Amateurfunkanlagen im Frequenzbereich von 1,8 MHz bis 250 GHz, erstellt für die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post. Ausgabe Dezember 2002.
- [6] DIN VDE 0848-1, Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern, Definitionen, Meß- und Berechnungsverfahren, August 2000.

Rufzeichen, Datum

**Anzeige einer ortsfesten Amateurfunkanlage nach der
Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer
Felder**

(zu § 9 BEMFV)

Standort der ortsfesten Amateurfunkanlage:

.....
(Straße / Gemarkung)

.....
(Haus-Nr. / Flur / Flurstück)

.....
(PLZ)

.....
(Ort)

Betreiber der ortsfesten Amateurfunkanlage:

.....
(Name, Vorname)

.....
(Telefon, freiwillige Angabe)

.....
(Straße, Hausnummer)

.....
(Telefax, freiwillige Angabe)

.....
(PLZ, Ort)

.....
(Rufzeichen)

.....
(Amateurfunkzeugnisnummer)

Die o.g. ortsfeste Amateurfunkanlage wurde bisher _____ mal angezeigt
Datum der letzten Anzeige:

Die mit* gekennzeichneten Felder sind freiwillige Angaben, alle anderen Angaben müssen vollständig sein. Fehlende Angaben führen zur Nichtannahme der Anzeige.

Die vorformulierten Erklärungen dürfen nicht ergänzt oder verändert werden.

Der Einsatz von speziell zur Anzeige angebotenen Softwarehilfen entbindet den Anzeigenden nicht von seiner Verantwortung für die Richtigkeit seiner Angaben.

Rufzeichen, Datum

Erklärungen zu § 8 BEMFV

Personenschutz

Hiermit erkläre ich,

dass der größte für meine ortsfeste Amateurfunkanlage erforderliche standortbezogene Sicherheitsabstand innerhalb des von mir kontrollierbaren Bereiches endet. Weiter erkläre ich, dass beim Betrieb meiner ortsfesten Amateurfunkanlage die in der Konfiguration angegebenen Werte nicht überschritten werden.

Ich habe eine maßstäbliche Skizze des von mir kontrollierbaren Bereiches als Anlage beigefügt. In die Skizze habe ich alle relevanten standortbezogenen Sicherheitsabstände eingezeichnet.

Herzschrittmacher

Ich erkläre weiter,

1. dass die zulässigen Werte nach § 3 Nr. 3 BEMFV außerhalb des von mir kontrollierbaren Bereichs durch meinen Sendebetrieb überschritten werden.

ja

nein

(zutreffendes bitte ankreuzen)

falls 1. mit ja beantwortet wurde, erkläre ich weiter,

2. dass ich dafür Sorge trage, dass sich Träger von Herzschrittmachern während des Betriebs meiner Amateurfunkanlage nicht im Ergänzungsbereich aufhalten.

Den Ergänzungsbereich für aktive Körperhilfen (§ 8 Abs. 3 Nr. 1 BEMFV), in dem die zulässigen Werte nach § 3 Nr. 3 BEMFV nicht eingehalten werden, habe ich maßstäblich in die Skizze des von mir kontrollierbaren Bereiches eingezeichnet.

Rufzeichen, Datum

Verwendete Frequenzbereiche

Ich führe in den folgenden Frequenzbereichen Sendebetrieb durch:

Frequenzbereich		Sende- betrieb	max. EIRP*)
135,7 - 137,8	kHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
1810 - 1890	kHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
3500 - 3800	kHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
7000 - 7100	kHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
10100 - 10150	kHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
14000 - 14350	kHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
18068 - 18168	kHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
21000 - 21450	kHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
24890 - 24990	kHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
28 - 29,7	MHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
50,08 - 51	MHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
144 - 146	MHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
**)			W

Frequenzbereich		Sende- betrieb	max. EIRP*)
430 - 440	MHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
1240 - 1300	MHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
2320 - 2450	MHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
3400 - 3475	MHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
5650 - 5850	MHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
10 - 10,5	GHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
24 - 24,25	GHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
47 - 47,2	GHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
75,5 – 81	GHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
119,98 - 120,02	GHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
142 – 149	GHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
241 – 250	GHz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	W
**)			W

Zutreffendes bitte ankreuzen

*) in das Feld max. EIRP ist die höchste pro Frequenzbereich verwendete Sendeleistung als äquivalente isotrope Strahlungsleistung einzutragen.

***) in diese Felder können Frequenzen eingetragen werden, die aufgrund von Sonderzuweisungen genutzt werden.

Die maßstäbliche zeichnerische Darstellung des kontrollierbaren Bereichs und falls zutreffend des Ergänzungsbereiches (§ 8 Abs. 3 Nr. 1 BEMFV) sind beigelegt.

Diese Anzeige umfasst insgesamt:

.....Seiten

(Unterschrift)

Konfiguration der ortsfesten Amateurfunkanlage

(Name) (Rufzeichen) Zeugnisklasse (Straße) (Plz, Wohnort)

Standort der ortsfesten Amateurfunkanlage:

(Straße oder Gemarkung) (PLZ) (Ort)

Sendekonfiguration		A	B	C	D	E	F	G
1	Antenne:							
2	Montagehöhe der Senderantennenunterkante über Grund in Metern:							
3	Hauptstrahlrichtung N über O in Grad:							
4	Betriebsfrequenz in MHz:							
5	Senderleistung (Spitzenleistung, PEP) in Watt:							
6	Sendart (Modulationsart):							
7	Faktor F_{modPers} :							
8	Faktor F_{modHSM} :							
9	Äquivalenter isotroper Antennengewinn in dB _i :							
10	Verluste zwischen Senderausgang und Antenneneingang in dB:							
11	ggf. Winkeldämpfung in dB:							
12	ggf. Faktor F_B :							
13	Sicherheitsabstand Personenschutz in Metern:							
14	Sicherheitsabstand HSM in Metern:							

Für jede Sendekonfiguration bitte eine Spalte ausfüllen. Die Spalten sind in alphabetischer Reihenfolge fortlaufend zu kennzeichnen.

Erläuterungen zur Anlage 2

- In die erste Zeile sind Name und Anschrift des Funkamateurs sowie Amateurfunkzeugnis-klasse (1, 2 oder 3) und Amateurfunkrufzeichen einzutragen.
- In die zweite Zeile ist der Standort der ortsfesten Amateurfunkanlage einzutragen. Dabei kann es sich um eine postalische Adresse oder um die Angabe einer Flurbezeichnung handeln.

Ausfüllen der Tabelle:

In der Tabelle ist für jede verwendete Sendekonfiguration eine Spalte auszufüllen.

- In **Zeile 1** ist die Antennenart einzutragen. Dabei sind Angaben wie $\lambda/2$ -Dipol, verkürzter Dipol, 5-Element-Yagi, $\lambda 5/8$ Groundplane usw. zu verwenden. Es kann alternativ auch die kommerzielle Bezeichnung einer handelsüblichen Antenne angegeben werden.
- In **Zeile 2** ist die Montagehöhe der Senderantennenunterkante über Grund in Metern einzutragen. Die Senderantennenunterkante ist der Teil der Antenne, der dem Grund, auf dem sich Personen aufhalten können am nächsten ist. Dabei ist es unerheblich, ob es sich um ein aktiv strahlendes Element der Antenne oder um einen Sekundärstrahler, bzw. Reflektor handelt.
Ist die Angabe der Höhe über Grund nicht möglich oder nicht sinnvoll (z.B. Balkonantenne im Mehrfamilienhaus), so ist die Position der Antenne in der Bauzeichnung, bzw. der Skizze mit Bemaßung maßstäblich darzustellen.
- In **Zeile 3** ist die Hauptstrahlrichtung der Antenne einzutragen. Wird eine Rundstrahlantenne oder eine rundum drehbare Richtantenne verwendet, so kann dieses Feld gestrichen werden. Wird eine drehbare Richtantenne nicht in alle horizontalen Raumrichtungen gedreht, so ist der überstrichene Winkelbereich anzugeben. Für fest ausgerichtete Antennen ist der Winkel der Hauptsendeachse anzugeben.
Diese Angabe dient nur der Orientierung und gilt nicht als Beleg einer möglichen Winkel-dämpfung.
- In **Zeile 4** ist die jeweilige benutzte Betriebsfrequenz einzutragen. Wird immer nur eine feste Frequenz benutzt, so ist diese Frequenz einzutragen. Wird ein Frequenzbereich benutzt, so ist die Frequenz innerhalb des Frequenzbereiches anzugeben, bei der sich der größte Sicherheitsabstand ergibt.
- In **Zeile 5** ist die Leistung einzutragen, die ein Sender durchschnittlich während einer Periode der Hochfrequenzschwingung bei der höchsten Spitze der Modulationshüllkurve an einem reellen Widerstand abgeben kann (PEP).
- In **Zeile 6** ist die Sendart einzutragen. Dabei sind die Bezeichnungen gemäß ITU Radio Regulations zu verwenden (z.B. J3E, A1A, F3E, etc.).
- In **Zeile 7** ist der Umrechnungsfaktor F_{modPers} einzutragen (siehe **Anlage 3**). Mit diesem Faktor wird die in Zeile 5 angegebene Spitzenleistung (PEP) in die mittlere Leistung P umgerechnet. Die so korrigierte Leistung kann in die Fernfeldformel zur Berechnung des Sicherheitsabstandes Personenschutz eingesetzt werden.
- In **Zeile 8** ist der Umrechnungsfaktor F_{modHSM} einzutragen (siehe **Anlage 3**). Mit diesem

Faktor wird die in Zeile 5 angegebene Spitzenleistung (PEP) in den maximalen Augenblickswert der Leistung \hat{P} umgerechnet. Die so korrigierte Leistung kann in die Fernfeldformel zur Berechnung des Sicherheitsabstandes Herzschrittmacher eingesetzt werden.

- In **Zeile 9** ist der Antennengewinn bezogen auf einen isotropen Strahler als Pegelwert einzutragen.
- In **Zeile 10** sind die Verluste zwischen dem Senderausgang und dem Antenneneingang als Pegelwert einzutragen (Zuleitungsverluste).
- In **Zeile 11** kann ggf. eine Winkeldämpfung eingetragen werden.
- In **Zeile 12** kann ggf. ein Korrekturfaktor F_B für die Berechnung des Sicherheitsabstandes Personenschutz eingetragen werden.
- In **Zeile 13** ist bei Fernfeldberechnung der Sicherheitsabstand gemäß §3 Nr. 1 und 2 der BEMFV einzutragen.
- In **Zeile 14** ist bei Fernfeldberechnung der Sicherheitsabstand gemäß §3 Nr. 3 der BEMFV einzutragen.

Gebräuchliche Sendearten im Amateurfunk

Anlage 3

Hinweis

Die folgende Liste bietet eine "Übersetzung" der im Amateurfunk gebräuchlichen Bezeichnung der Sendearten in die ITU Terminologie. Für jede Sendeart werden die entsprechenden Umrechnungsfaktoren aus der DIN VDE 0848 Teil 1 (Ausgabe August 2000) angegeben, die für die Berechnung der Sicherheitsabstände Personenschutz F_{modPers} und HSM F_{modHSM} erforderlich sind.

Bezeichnungen der Sendearten im Amateurfunk			Sendeart ITU	Umrechnungsfaktor DIN 0848, Teil 1, PEP in P_M	Umrechnungsfaktor DIN 0848, Teil 1, PEP in \hat{P}
Morsetelegraphie	CW	Continuous Wave	A1A	1	2
Phonie	FM	Frequency Modulation	F3E	1	2
Phonie	SSB (USB/LSB)	Single Side Band (Upper/Lower Side Band)	J3E*	1	2
Phonie	AM	Amplitude Modulation	A3E	0,38	2
Packet Radio	AFSK/FSK (PRFM)	Audio Frequency Shift Keying (Packet Radio FM)	F2D, J2D*	1	2
Fernschreiben	RTTY	Radio Teletype	J2B*, F1B, F2B	1	2
Fernschreiben	Fax	Facsimile	F1C, F3C, J3C*, J2C*	1	2
Fernschreiben, Datenfunk	AMTOR	AMateur Teleprinting Over Radio	J2B*, F1B, F2B	1	2
Fernschreiben, Datenfunk	PACTOR	PACKet Teleprinting On Radio	J2B*, F1B, F2B	1	2
Amateurfunkfernsehen	ATV	Amateur TV	A3F	0,38	2
Amateurfunkfernsehen	SATV		C3F	0,54	2
Amateurfunkfernsehen	FM-ATV		F3F	1	2
Amateurfunkfernsehen	SSTV	Short Scan TV	J3F*	1	2

*) Zu dieser Sendeart gibt die DIN VDE 0848 den folgenden Hinweis: "Es wird vorausgesetzt, dass der Träger nahezu vollkommen unterdrückt ist und dass bei Modulation mit einem Ton in einem Seitenband die Spitzenleistung des Senders erreicht werden kann."