

## Stellungnahme zum Entwurf

### "Anleitung zur Durchführung der Anzeige ortsfester Amateurfunkanlagen nach §9 BEMFV"

Dr. Ralph P. Schorn  
dc5jq@agz-ev.de

Seite 1 von 9 vom 5. Juli 2002



**Wassenberg, 5. Juli 2002**

Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post  
– Referat 414 –  
Canisiusstraße 21

55122 Mainz

*Email: wolfgang.hotz@regtp.de*

## 0. Präambel

Wir schicken voraus, dass wir mit wesentlichen Passagen der BEMFV inhaltlich nicht einverstanden sind und verweisen auf unsere Stellungnahmen gegenüber dem Bundesminister für Wirtschaft und Technologie vom 26.03.2002 und dem Bundesrat vom 14.06.2002:

[http://www.agz-ev.de/statements/pdf/bemfv-kommentierung\\_01.pdf](http://www.agz-ev.de/statements/pdf/bemfv-kommentierung_01.pdf)  
[http://www.agz-ev.de/statements/pdf/bemfv-kommentierung\\_02.pdf](http://www.agz-ev.de/statements/pdf/bemfv-kommentierung_02.pdf)

Diese Kritik kann jedoch nicht Inhalt der vorliegenden Stellungnahme sein, da es sich hier um Ausführungsbestimmungen der für die praktische Umsetzung zuständigen Behörde handelt.

Wir merken allerdings kritisch an, dass der Bundesrat auf seiner 777. Sitzung am 21. Juni 2002 der BEMFV nur unter der Maßgabe von Ergänzungen und Veränderungen zugestimmt hat; so soll der Funkamateurler z.B. beim Anzeigeverfahren nach §9 die Art der Nutzung der Nachbargrundstücke und die geografischen Koordinaten seiner Funkstelle zusätzlich aufführen. Wir werten daher den vorliegenden Entwurf der Anleitung als verfrüht und kommentieren ihn unter dem Vorbehalt einer späteren Ergänzung bzw. Abänderung unserer vorliegenden Stellungnahme.

## 1. Kommentierung

### **Zu 1 – Mögliche Verfahren bei der Bewertung der ortsfesten Amateurfunkanlage (und weiteren Unterkapiteln)**

Sie verwenden mehrfach den Begriff "*Studie zur vereinfachten Bestimmung der normierten Grenzfeldstärken bei Amateurfunkanlagen im Frequenzbereich von 1,8 MHz bis 250 GHz*". Hier ist der genaue Titel zu präzisieren, der Autor zu nennen und außerdem die genaue Bezugsadresse und der Preis aufzuführen.

Sollte es sich dabei um den Endbericht von Prof. Dr.-Ing. Werner Wiesbeck vom 15.12.1993 handeln, den er für das damalige BAPT erstellte, so ist anzumerken, dass diese Studie unterhalb von 10 MHz auf den Personenschutz-Grenzwerten der Norm E DIN/VDE 0848 Teil 2 vom Oktober 1991 beruht, die nicht identisch sind mit den Vorgaben der BEMFV (26. BImSchV und Empfehlung des Europäischen Rates 1999/519/EG bzw. ICNIRP-Guidelines). Auch enthält sie nicht die gemäß BEMFV verlangten Grenzwerte für Herzschrittmacherträger aus E DIN/VDE 0848 Teil 3-1/A1 vom Februar 2001, sondern statt dessen die lange überholten Werte aus E DIN/VDE 0848 Teil 2 vom Oktober 1991.

Die Studie enthält lediglich Graphiken, die den Sicherheitsabstand mit der Senderausgangsleistung in Beziehung setzen, wobei die Frequenz einziger Parameter der Kurvenscharen ist. Eine Abhängigkeit vom Grenzwert wurde nicht betrachtet. Die Studie ist also für Nahfeldbetrachtungen im Personenschutz unterhalb 10 MHz im Rahmen der BEMFV unbrauchbar – und gerade bei diesen Frequenzen wird die Betrachtung des Nahfeldes fast ausschließlich benötigt – oberhalb von 10 MHz dagegen nur sehr selten. Für die Sicherstellung des Schutzes von Herzschrittmacherträgern ist die 1993er Wiesbeck-Studie im Rechtsrahmen der BEMFV überhaupt nicht geeignet.

Den damals vom BAPT genannten Bezugspreis der Wiesbeck-Studie von weit über DM 100,00 halten wir für unakzeptabel. Die Studie ist grundsätzlich sinnvoll. Sie ist zu aktualisieren und kostenlos als PDF-Dokument zum Download in das Internet zu stellen.

### **Zu 3.3.1 – Standortbezogener Sicherheitsabstand**

Zunächst sollte die Nummerierung der Überschrift wohl 1.1.5 heißen, um die Systematik nicht zu durchbrechen. Im Falle des gleichzeitigen Betriebs mehrerer Sendersysteme kann die Einhaltung der Grenzwerte nicht nur – wie Sie nahe legen – messtechnisch verifiziert werden, sondern selbstverständ-

lich ebenfalls durch geeignete Berechnungsverfahren. Die Messung von Feldstärken ist unter diesen Bedingungen im Gegensatz zur Feldberechnung sogar schwieriger und anspruchsvoller, weil selbst die meisten professionellen Feldstärkemessgeräte nur über eine unzureichende Frequenzselektion verfügen und integrativ über den gesamten ihnen zugänglichen Frequenzbereich messen. Im Text ist eine Korrektur derart vorzunehmen, dass die Einhaltung der Grenzwerte messtechnisch oder auch gleichwertig mittels geeigneter Feldberechnungsverfahren überprüft werden kann. Das Wort "grundsätzlich" ist hier zu vermeiden, da es eine Ausschließlichkeit impliziert.

Bei den aufgeführten Bedingungen 1 bis 4 sind die jeweiligen Summenzeichen in falscher mathematischer Notation ausgeführt: so sind in Bedingung 2 und 4 die Indizes i und j inkonsistent verwendet. Es ist ferner nicht korrekt, einen diskreten ganzzahligen Index i über einen kontinuierlichen reellen Frequenzraum zu erstrecken. Statt dessen muss es exemplarisch für Bedingung 1 heißen:

$$\sum_{i=1}^j \frac{E(f)_i}{E(f)_{G,i}} \Big|_{1 \text{ Hz} \leq f \leq 1 \text{ MHz}} + \sum_{i=1}^k \frac{E(f)_i}{a} \Big|_{1 \text{ MHz} < f \leq 10 \text{ MHz}} \leq 1$$

Hier ist j die Anzahl der Funksysteme zwischen 1 Hz und 1 MHz und k die Anzahl derjenigen zwischen 1 MHz und 10 MHz; f ist die jeweilige Frequenz des Systems mit Nummer i. Zur besseren Verständlichkeit wird das Subskriptum G anstatt L für Grenzwerte benutzt. Es sollte statt "Referenzwert" der Ausdruck "elektrische bzw. magnetische Grenzfeldstärke nach BEMFV des Systems i mit der Frequenz f" benutzt werden. Weiter ist die Bezeichnung "bei der Frequenz i" physikalisch falsch, da i einen ganzzahligen dimensionslosen Summationsindex darstellt und nicht eine Frequenz. Dabei ist textlich darauf hinzuweisen, dass die Grenzwert-Ausdrücke der Form  $E(f)_{G,i}$  so zu verstehen sind, als wenn das jeweilige Einzelsystem alleine senden würde.

Die Bedingungen 1 und 2 ( $\propto E$  bzw.  $H$ ) gelten laut der "Empfehlung des Europäischen Rates zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern" (1999/519/EG, Anhang IV) nur für im menschlichen Körper induzierte Ströme und elektrische Stimulationseffekte, nicht aber für die thermische Absorption von Feldenergie. Hierbei sind aus physikalischen Gründen ausschließlich Sendeanlagen mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 10 MHz relevant und zu berücksichtigen. Dies ist textlich deutlich zu machen.

Die Bedingungen 3 und 4 ( $\propto S \propto E^2$  bzw.  $H^2$ ) gelten hingegen für den physikalischen Mechanismus der thermischen Absorption von Hochfrequenzenergie. Hier sind Frequenzen zwischen 100 kHz und 300 GHz zu berücksichtigen. Der Unterschied im Wechselwirkungsmechanismus gegenüber den Bedingungen 1 und 2 ist textlich heraus zu stellen. Bei den Konstanten c und d ist hinzuzufügen, dass die Frequenz f in MHz einzusetzen ist. Damit sollte der relevante Abschnitt folgendermaßen formuliert

werden, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit durchgängig nur der Summationsindex i verwendet wird:

Die Einhaltung der Personenschutz-Grenzwerte kann in diesem Fall sowohl messtechnisch als auch durch geeignete Feldberechnungsverfahren überprüft werden. Zu diesem Zweck werden zunächst die elektrischen und magnetischen Feldstärken der einzelnen Systeme unabhängig voneinander bei ihren jeweiligen Frequenzen bestimmt. Danach wird schließlich festgestellt, ob alle vier nachstehend aufgeführten Summationsbedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

**I.) Im menschlichen Körper induzierte Ströme und elektrische Stimulationswirkungen. Berücksichtigung finden alle Systeme mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 10 MHz.**

$$\sum_{i=1}^j \frac{E(f)_i}{E(f)_{G,i}} \Big|_{1 \text{ Hz} \leq f \leq 1 \text{ MHz}} + \sum_{i=1}^k \frac{E(f)_i}{a} \Big|_{1 \text{ MHz} < f \leq 10 \text{ MHz}} \leq 1 \quad \text{Bedingung 1}$$

$$\sum_{i=1}^{\ell} \frac{H(f)_i}{H(f)_{G,i}} \Big|_{1 \text{ Hz} \leq f \leq 150 \text{ kHz}} + \sum_{i=1}^m \frac{H(f)_i}{b} \Big|_{150 \text{ kHz} < f \leq 10 \text{ MHz}} \leq 1 \quad \text{Bedingung 2}$$

**II.) Im menschlichen Körper thermisch absorbierte Hochfrequenzenergie. Berücksichtigung finden alle Systeme mit Frequenzen zwischen 100 kHz und 300 GHz.**

$$\sum_{i=1}^n \left( \frac{E(f)_i}{c} \right)^2 \Big|_{100 \text{ kHz} \leq f \leq 1 \text{ MHz}} + \sum_{i=1}^p \left( \frac{E(f)_i}{E(f)_{G,i}} \right)^2 \Big|_{1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}} \leq 1 \quad \text{Bedingung 3}$$

$$\sum_{i=1}^q \left( \frac{H(f)_i}{d} \right)^2 \Big|_{100 \text{ kHz} \leq f \leq 150 \text{ kHz}} + \sum_{i=1}^r \left( \frac{H(f)_i}{H(f)_{G,i}} \right)^2 \Big|_{150 \text{ kHz} < f \leq 300 \text{ GHz}} \leq 1 \quad \text{Bedingung 4}$$

wobei:

j	–	Anzahl der Systeme mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 1 MHz
k	–	Anzahl der Systeme mit Frequenzen zwischen 1 MHz und 10 MHz
ℓ	–	Anzahl der Systeme mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 150 kHz
m	–	Anzahl der Systeme mit Frequenzen zwischen 150 kHz und 10 MHz
n	–	Anzahl der Systeme mit Frequenzen zwischen 100 kHz und 1 MHz
p	–	Anzahl der Systeme mit Frequenzen zwischen 1 MHz und 300 GHz
q	–	Anzahl der Systeme mit Frequenzen zwischen 100 kHz und 150 kHz
r	–	Anzahl der Systeme mit Frequenzen zwischen 150 kHz und 300 GHz
$E(f)_i$	–	elektrische Feldstärke des Systems i mit der Frequenz f
$H(f)_i$	–	magnetische Feldstärke des Systems i mit der Frequenz f
$E(f)_{G,i}$	–	elektrische Grenzfeldstärke nach BEMFV des Systems i mit der Frequenz f
$H(f)_{G,i}$	–	magnetische Grenzfeldstärke nach BEMFV des Systems i mit der Frequenz f
a	–	87 V/m
b	–	5 A/m
c	–	$\frac{87 \text{ V/m}}{\sqrt{f / 1 \text{ MHz}}}$
d	–	$\frac{0,73 \text{ A/m}}{f / 1 \text{ MHz}}$

### **Zu 3.3.1.1 – Theorie der Fernfeldberechnung**

Hier sollte die Überschrift wohl besser mit 1.2.1.2 nummeriert werden. Sie definieren die Leistungsflussdichte S in Gleichung [2] unter der Annahme von Fernfeldbedingungen; anderenfalls würde sich die Benutzung des Antennen-Richtfaktors C in der vorliegenden Form verbieten. Außerdem schränkt schon die Überschrift des Unterkapitels auf das Fernfeld ein. Unter dieser Prämisse ist es verwirrend und physikalisch überflüssig, in Gleichung [3] den Phasenfaktor  $\cos \varphi$  einzuführen, der im Fernfeld immer den Wert 1 besitzt. Außerdem meint [3] – nach S aufgelöst – die Wirkleistungsdichte, die im reaktiven Nahfeld bei beliebiger Annäherung an den Strahler gegen Null tendiert, weil  $\varphi$  dann den Grenzwert  $90^\circ$  anstrebt. Dennoch absorbiert hier der menschliche Körper auch im fast reinen Blindleistungsfeld thermische Energie: Ansonsten gäbe es nämlich kein Nahfeld-Problem – die Benutzung von " $\cos \varphi$ " ist also sehr verwirrend in diesem Unterkapitel.

### **Zu 1.2.1.5 – Leistung P**

Herzschrittmachergrenzwerte sind zwar als Scheitelwerte bzw. allgemein als Betrags-Maxima eines elektromagnetischen Pulses in der Zeitdomäne definiert, im Amateurfunk handelt es sich jedoch grundsätzlich um Aussendungen, die als lineare Superposition von reinen Sinuswellen dargestellt werden können. Folglich gilt im Amateurfunk immer:

$$\begin{aligned}\hat{E} &= \sqrt{2} E \\ \hat{H} &= \sqrt{2} H \\ \hat{S} &= 2 S\end{aligned}$$

Es bieten sich hier zwei alternative Vorgehensweisen an, die physikalisch identisch sind:

- 1.) Man gibt grundsätzlich immer die Senderleistung als Effektivwert in Gleichung [5] an. In diesem Fall müssen die Herzschrittmachergrenzwerte um den Faktor  $\sqrt{2}$  erniedrigt eingesetzt werden. Diesen Weg gehen z.B. die Softwarepakete *KyD* und *KyD-NEC*.
- 2.) Man wählt den in 1.2.1.5 ursprünglich von Ihnen vorgeschlagenen Weg und nimmt nur im HSM-Falle Spitzenwerte der Feldstärken und der Senderleistung. Dann jedoch sollte jedoch die Beziehung  $\hat{S} = 2 S$  ausdrücklich an dieser Stelle im Text aufgeführt werden, um Fehler bei der Anwendung durch die Funkamateure zu vermeiden.

### **Zu 1.2.3 – Nahfeldberechnung**

Es ist physikalisch notwendig und angemessen, bei Sicherheitsabständen von weniger als dem Bruchteil  $1/2\pi$  bezogen auf die Wellenlänge entweder die Messung von Feldstärken oder die Anwendung von geeigneten mathematischen Verfahren zur Nahfeldberechnung zu verlangen, da die Fernfeldnäherung hier das tatsächliche Gefahrenpotential unterschätzt. Die Beschäftigung mit diesen Methoden stärkt die wissenschaftlich-technische Kompetenz der Funkamateure und ist zu begrüßen.

Was aber sind "anerkannte Nahfeldberechnungsprogramme"? Dies sollte im Sinne der Rechtssicherheit präzisiert werden. Offensichtlich verwechseln Sie hier – und auch an anderer Stelle – die Begriffe "Programm" und "Verfahren" bzw. "Algorithmus". Programme sind z.B. die auf dem Markt erhältlichen Softwareprodukte *KyD-NEC*, *FEKO* und *MAFIA*, während mit Verfahren z.B. die Momentenmethode und andere in diesem Unterkapitel aufgeführte mathematische Methoden gemeint sind.

NEC2 dagegen ist lediglich eine konkrete Umsetzung der Momentenmethode unter gewissen Annahmen und Näherungen mit einem eigenen Protokoll zur Ein- und Ausgabe. Die RegTP sollte öffentlich machen, welche konkreten auf dem Markt befindlichen Softwarepakete zur Nahfeldberechnung und Visualisierung von sicheren Raumbereichen sie anerkennt.

Welchen Sinn hat die Nummerierung von 3 bis 8 bei den aufgelisteten "üblichen Verfahren zur Feldberechnung"? Man sollte sie streichen und statt dessen die einzelnen Zeilen mit nicht nummerierenden Aufzählungszeichen (z.B. ●) versehen.

### **Zu 3.3 – Anzeigeformblatt**

Bei der Nummerierung der Überschrift (Original: 3.3) handelt es sich um einen Fehler. Es muss statt dessen 2.1 heißen. Gleiches gilt für 3.4, welches 2.2 heißen muss.

Bei der Anleitung zur Ausfüllung des Anzeigeformblatts verwechseln Sie die Begriffe "Nutzer" und "Betreiber" einer ortsfesten Amateurfunkstelle. "Betreiber" kann ausschließlich entweder ein Inhaber einer Genehmigung zur Teilnahme am Amateurfunkdienst gemäß §3 Abs. 1 AFuG (Individualstation) oder ein gemäß §14 Abs. 2 und 4 AFuV benannter Funkamateur sein (Clubstation, automatische oder fernbediente Amateurfunkstelle). Diese natürliche Einzelperson verantwortet alleine den Betrieb der jeweiligen Funkstelle und auch die Einhaltung der Bestimmungen gegenüber den Behörden.

"Nutzen" kann eine gegebene ortsfeste Amateurfunkstelle jedoch jeder deutsche Funkamateur und im Rahmen der CEPT-Regelungen auch eine Vielzahl von ausländischen Funkamateuren – und zwar hinsichtlich der Personensicherheit unbeschadet von der nach wie vor alleinigen Verantwortung derjenigen Person, die den ortsfesten Standort der Amateurfunkstelle gemäß §10 Abs. 2 AFuV der RegTP mitgeteilt hat. Es verbietet sich daher aus rechtssystematischen Gründen, in einem Formular eine Mehrzahl von Betreibern unterschreiben zu lassen, die es grundsätzlich wegen der ausschließlichen Personenbezogenheit von Amateurfunkgenehmigungen und der Pflicht zur Mitteilung ortsfester Standorte gemäß §10 Abs. 2 AFuV nicht geben kann.

### **Zu 3.1 – Dokumentation über die Einhaltung der Anforderungen gemäß §9 Absätze 2 bis 4 BEMFV**

Zur Dokumentation von Nahfeldberechnungen verlangen Sie u.a. die Beifügung der Ausgabedateien mit Nahfeldstärken. Wir weisen Sie darauf hin, dass diese Dateien bei modernen Softwarepaketen, die

Berechnungen gleich in einem ganzen Raumgebiet umfassend und dreidimensional in einem Gitteraster durchführen, extrem groß werden können. Bei *KyD-NEC* z.B. handelt es sich um Dateigrößen von bis zu 300 MByte, die ausgedruckt einen Papierstapel von etwa sechs Metern Höhe ausmachen würden (DIN-A4 einseitig). Dieses Vorgehen ist schlicht unpraktikabel. Statt dessen verweisen wir auf unseren bereits oben gemachten Vorschlag, marktübliche Softwarepakete seitens Ihrer Behörde zu validieren, lediglich die Eingabedaten im Original abzuverlangen sowie zwei- und dreidimensionale moderne graphische Visualisierungstechniken, die Grenzwertflächen und -kurven im Raum (Surface- und Contourplots, 2-D-Verlauf entlang gegebener Raumachsen) geeignet darstellen, als Ausdruck oder Graphikdatei ebenfalls zu akzeptieren. Auch hier betonen wir die Anregung, klar zwischen Programm im Sinne von am Markt erhältlichem Softwarepaket und Verfahren bzw. Algorithmus textlich zu unterscheiden.

### **Zu Anlage 1 Blatt 3**

Es fehlt der Frequenzbereich 135,7 kHz bis 137,8 kHz. Obwohl hier aus technischen Gründen selten mehr als ein Watt EIRP abgestrahlt werden kann, müssen diese Aussendungen mit in das Anzeigeverfahren einbezogen werden, wenn die Amateurfunkstelle – eventuell zeitgleich – auf anderen Frequenzen insgesamt mit mehr als 10 Watt EIRP sendet. Dies ist zu ergänzen. Allerdings werden im Amateurfunk in diesem Frequenzbereich Sicherheitsabstände extrem klein und eigentlich irrelevant sein.

Welchen Sinn hat die Unterteilung des 160 m-Bandes in 1815 kHz – 1835 kHz und 1850 kHz – 1890 kHz? Dies ist schlicht falsch. Die "*Verwaltungsgrundsätze Frequenznutzungen*" der RegTP (VwGrds-FreqN) weisen für den Amateurfunk den Frequenzbereich 1810 kHz bis 1890 kHz durchgängig auf, wie dies auch der kommende Frequenznutzungsplan nach TKG vorgesehen wird. Dies ist zu korrigieren.

Die Textzeile "Unterschriftenliste aller Betreiber der ortsfesten Amateurfunkanlage" ist zu entfernen, da es im verwaltungsrechtlichen Sinne nur genau einen einzigen Betreiber einer ortsfesten Amateurfunkstelle geben kann, auch bei Clubstationen. Die Begründung haben wir in "*Zu 3.3 – Anzeigeformblatt*" gegeben.

### **Zu Anlage 1 Blatt 4**

Dieses Blatt ist überflüssig, da es im verwaltungsrechtlichen Sinne keine "weiteren Betreiber" einer ortsfesten Amateurfunkstelle geben kann. Die Begründung haben wir in "*Zu 3.3 – Anzeigeformblatt*" gegeben.



### **Zu Anlage 2 Blatt 1 bis 3**

Es ist in der Sendekonfigurationstabelle eine weitere Zeile mit der Bezeichnung "ggf. Faktor  $F_{\text{mod}}$ :" einzufügen. Dieser Faktor berücksichtigt bei der Betrachtung von Personenschutzgrenzwerten die echte Zeitmittelung über den Momentanwert der Senderleistung in Abhängigkeit von Amateurfunk-typischen Modulationsinhalten, Begründung siehe "Zu Anlage 3". In diesem Falle kann in Zeile 5 stets die effektive Senderleistung im Maximum der Modulationshüllkurve (PEP) eingetragen werden, die sich messtechnisch am einfachsten bestimmen lässt.

### **Zu Anlage 3**

Die in Anlage 3 aufgelisteten Umrechnungsfaktoren zwischen mittlerer Senderleistung und Spitzenleistung – entnommen aus DIN/VDE 0848 Teil 1 – gehen von einer konstanten Amplitude auf der jeweiligen Modulationsebene aus und nehmen dabei einen Worst Case an. Bei der Sendart J3E bedeutet dies z.B. die Aussendung mit einer zeitlich amplitudenkonstanten Sinuswelle im Audibereich: Hier hat der Umrechnungsfaktor den maximal möglichen Wert 2.

Nicht berücksichtigt sind in Anlage 3 hingegen die tatsächlichen Dynamiken der realer Modulationsinhalte. Bei J3E mit Amateurfunk-typischem Sprachinhalt und normaler Kompression findet man statt dessen einen Umrechnungsfaktor von 4 bis 10, während die Sendart A1A schon verfahrensbedingt immer einen höheren Umrechnungsfaktor als 2 hat; typisch sind hier Werte nahe 3 bis 4. Wir regen an, dies zu berücksichtigen und zuzulassen, da die "*Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields up to 300 GHz*" der ICNIRP (*veröffentlicht in Health Phys. 75 (4) 442, 1998*), auf welche die Personenschutz-Grenzwerte der BEMFV letztendlich wissenschaftlich zurück zu führen sind, von einem echten Zeitmittel der Leistung des tatsächlichen elektromagnetischen Wellenzugs bzw. des Momentanwerts der Senderleistung über ein 6-Minuten-Intervall sprechen. In diesem Zusammenhang werten wir die Umrechnungsfaktoren aus Anlage 3 als überzogen und als nicht die Realität beschreibend.