

EMVU Berechnung mit

**Watt<sup>©</sup>**

# Benutzerhandbuch

Version 2.51

DF3XZ, DARC UKW-Referat Hamburg



Die besten Ergebnisse beim Ausdruck dieses Handbuchs erhält man mit einem Postscriptdrucker.

Bei anderen Druckertypen haben die Bildschirmfotos meist nur ungenügende Qualität.  
Zusätzlich sollte man hier im Druckertreiber die Option "TrueType-Schriften als Grafik drucken" wählen, wenn diese Möglichkeit geboten wird.

Für Unterrichtszwecke eignet sich zum Ausdruck besser die Datei *WattHelp.pdf*. Diese Datei läßt sich als Handbuch in einem Rutsch ausdrucken und bringt eine deutlich bessere Qualität der Bildschirmfotos auf das Papier. Allerdings ist zum Betrachten oder Ausdrucken Acrobat Reader erforderlich. Diese PDF-Datei ist in der Diskettenversion des Programms Watt nicht enthalten. Sie kann von der DARC Homepage <http://www.darc.de> heruntergeladen werden. (Auf der Homepage des DARC links unter "Service" wählen und dann "EMVU".)

UKW-Referat DARC Distrikt Hamburg  
Ehrhart Siedowski  
DF3XZ  
Hermann-Löns-Weg 17  
D-22335 Hamburg  
Tel: 040 – 505528  
Fax: 040 – 505192  
e-mail: [sido-HH@T-online.de](mailto:sido-HH@T-online.de)

# Inhalt

<b>Überblick</b>	<b>1</b>
Wofür braucht man Watt ? .....	1
Was kann Watt? .....	1
<b>Programmbeschreibung</b>	<b>1</b>
Das Hauptprogrammfenster .....	1
Das Optionen Menü im Hauptprogramm .....	3
Weitere Optionen .....	3
Afu (ungünstigster Wert je Band) .....	4
Sicherheitsabstand berechnen .....	4
Leistungsumrechnung .....	5
Tool-Tips (Hilfe unter Cursor) .....	5
Warnmeldungen .....	5
Alle Fenster beim Programmstart öffnen .....	6
Tips .....	6
Der Optionen Dialog .....	7
Die Möglichkeiten .....	7
Antennen .....	7
Kabel .....	8
Sendeart .....	9
Winkel .....	11
Benutzerdaten eingeben .....	12
Ausfüllen des Datenblatts .....	13
Das Datenblatt .....	13
Das Menü Datei .....	14
Optionen berücksichtigen Checkbox .....	15
Dateien zum Programm .....	16
User.dat .....	16
Kabel.txt .....	16
Antennen.txt .....	16
Dateien für die Winkeldämpfung einer Antenne .....	17
<b>Vorgehensweise zur Berechnung mit Watt</b>	<b>19</b>
Eingabe im Hauptprogramm .....	19
Frequenz und Sendeleistung .....	19
Antennengewinn .....	20
Verluste zwischen Sender und Antenne .....	20
Weitere Optionen .....	21
Kabel .....	21
Antennen .....	21
Sendeart .....	22
Winkeldämpfung .....	22
Eingabe im Datenblatt .....	24
Datenblatt öffnen .....	24
Ergänzen der teilweise ausgefüllten Spalte A .....	24
Ausfüllen der Spalte B .....	24

<b>Erforderliche Unterlagen für die Selbsterklärung</b>	<b>26</b>
Lageplan.....	27
Seitenansicht Antennenanlage VHF / UHF.....	27
Blockschaltbild.....	28
<b>Termine und Fristen</b>	<b>29</b>
AFuG und Vfg 306/97 .....	29
Einbau und Betrieb von AFu-Anlagen im KFz.....	29
<b>Ein wenig Theorie</b>	<b>30</b>
Berechnung der EIRP:.....	30
Berücksichtigung der Antennenzuleitung: .....	30
Berücksichtigung der Betriebsarten: .....	31
Bestimmung der Sicherheitsabstände:.....	32
Umrechnung von Leistungsverhältnissen .....	33
Nah- und Fernfeld (von DL2CH).....	34
Nahfeldsituation Aufklärung.....	35
Liste der EMVU-Beauftragten der Distrikte .....	36
<b>Tabellen und Formeln</b>	<b>37</b>
Rechenbeispiel .....	37
Dämpfung des Speisekabels .....	37
Zusätzliche Verluste zwischen Sender und Antenne .....	37
Antennengewinn .....	37
Der Gewinnfaktor $G_i$ :.....	38
Die Leistung am Antenneneingang.....	38
Die Strahlungsleistung .....	38
Die Sicherheitsabstandsberechnung.....	38
Kabeldämpfung verschiedener Speisekabel.....	39
Grenzwerttabelle Vfg 306/97 .....	40
Beeinflussungsschwellen für Herzschrittmacher .....	41
Entwurf DIN VDE 0848, Teil 2, (Oktober 1991) .....	41
Entwurf DIN VDE 0848 Teil 3-1, Juli 1999.....	42
Berechnung des Sicherheitsabstandes.....	45
Berechnung der Ersatzfeldstärke.....	45
<b>Antworten auf spezielle Fragen</b>	<b>46</b>
Wo gelten die Grenzwerte?.....	46
Wo müssen HSM-Grenzwerte angewandt werden?.....	46
Von wo wird der Sicherheitsabstand gemessen?.....	47
Kann die Dämpfung des Mauerwerkes in die Rechnung einbezogen werden?.....	48
Was heißt ortsfest? .....	48
Welche Eigenschaften der Sendeanlage dürfen in die Berechnung der Schutzabstände einfließen? .....	48
Was kann der Funkamateur tun, wenn er sich unsicher bei der Erstellung der Selbsterklärung ist? .....	48
<b>Gesetze und Verordnungen</b>	<b>50</b>
Gesetzliche Vorschriften.....	50
Das verlangt die Vfg 306/97 .....	50
Amtsblattverfügung 306/1997: Personenschutz .....	51
1. Definitionen .....	51
2. Technische Vorschriften im Sinne des § 6 Abs. 3 TKZuIV .....	52
3. Erteilung der Standortbescheinigung .....	53
4. Antragstellung.....	54
5. Erlöschen einer Standortbescheinigung .....	55

6. Amateurfunkanlagen.....	55
AfuG § 7 Schutzanforderungen.....	57
AfuV § 15 Technische Anforderungen an die Amateurfunkstelle .....	57
TKZulV Telekommunikationszulassungsverordnung.....	58
§ 1 Anwendungsbereich.....	58
§ 2 Begriffsbestimmungen .....	58
§ 4 Inverkehrbringen und Inbetriebnahme.....	60
§ 6 Standortbescheinigung für Sendefunkanlagen .....	60
DIN VDE 0848, Teil 3-1 .....	62
EMVG 98.....	63
§2 Begriffsbestimmungen .....	63
§3, Schutzanforderungen .....	63
§6, Ausnahmen und besondere Festlegungen .....	63

## Glossar

64

# Überblick

---

## Wofür braucht man Watt ?

Watt ist ein Programm zur Berechnung von Sicherheitsabständen im Fernfeld nach Vfg 306/97 und DIN VDE 0848 Teil 3-1. Watt ist behilflich beim Ausfüllen der Antragsunterlagen zum Erstellen der eigenverantwortlichen Selbsterklärung gemäß Vfg 306/97.

Mit Watt können die erforderlichen Sicherheitsabstände einer Amateurfunkanlage berechnet, und die erforderlichen Formulare ausgedruckt werden.

Das Programm ist eine Serviceleistung des DARC für seine Mitglieder, sowie Mitglieder des VFDB.

---

## Was kann Watt?

- Berechnung des Sicherheitsabstandes durch Eingabe von Amateurfunkband und Sendeleistung
- Berechnung der Sendeleistung bei gegebenem Sicherheitsabstand
- Berücksichtigung von Antennengewinn. Mit Datenbank gebräuchlicher Amateurfunkantennen
- Berechnung von Verlusten zwischen Senderausgang und Antenneneingang
- Ermittlung der Kabeldämpfung im Frequenzbereich 1MHz bis 5GHz für im Amateurfunk benutzte Antennenkabel
- Berücksichtigung der Winkeldämpfung von Antennen
- Berücksichtigung von Sendart und Sende- Empfangszyklus
- Berechnung der Nahfeldgrenze
- Ausfüllen des Datenblatts Plausibilitätsprüfung
- Ausdruck der Antragsunterlagen gemäß Vfg 306/97
- Ausdruck entsprechend RegTP Programm „Plausi.xlt“ möglich
- Kontextsensitive Hilfe mit der F1-Taste
- Bei Watt32 zusätzlich Tooltip-Hilfe. (Automatische Hilfefunktion für Element unter dem Cursor)
- Die Programmhilfe enthält die Texte der wichtigsten relevanten Gesetze und Verordnungen, sowie Antworten auf häufig gestellte Fragen zum Thema EMVU

# Programmbeschreibung

## Das Hauptprogrammfenster

Nach dem Start ist das Programm bereit für die Berechnung mit Standardvorgaben.

	ohne HSM	HSM VDE	HSM 306
Berechnung für f [MHz]	28,00	29,70	29,70
Erforderlicher Sicherheitsabstand [m]	2.45	9.14	24.42
Grenzwert der Ersatzfeldstärke Eg [V/m]	27.50	7.38	2.76
Spitzenspannung Uss [V]		0.53	0.28
Strahlungsleistung EIRP [W]	151.71	=	
Nahfeld bis [m]	1.70		
Fernfeld ab [m]	42.83	Kopieren in Spalte A	

Dafür benötigt es mindestens zwei Angaben:

*Afu-Band [MHz]* und *Sendeleistung PEP [W]*

zusätzlich sollten die Felder *Antennengewinn [dBi]* und *Verluste zwischen Sender und Antenne [dB]* ausgefüllt werden.

Die Ausgabe der errechneten Daten erfolgt in den unteren Anzeigefenstern:

**Erforderlicher Sicherheitsabstand [m]:**

(grün)	ohne HSM	Werte für Personenschutz ohne HSM nach Vfg 306/97
(gelb)	HSM VDE	Werte für Personenschutz mit HSM nach VDE 0848 3-1
(rot)	HSM 306	Werte für Personenschutz mit HSM nach Vfg 306/97

Zur Information werden außerdem folgende Werte angezeigt:

**Berechnung für f [MHz]** (die Frequenz im Afu-Band für welche der Sicherheitsabstand berechnet wurde)

**Grenzwert der Ersatzfeldstärke Eg [V/m]**

**Spitzenspannung Uss [V]** (Störschwelle der HSM)

**Strahlungsleistung EIRP [W]**

**Nahfeld bis [m]**

**Fernfeld ab [m]**

*Antennengewinn über Dipol  
[dBd] + 2,15 = [dBi].  
Antennengewinn über Isotrop*

Bei der **Angabe des Antennengewinns** unbedingt darauf achten, daß der Gewinn über "über Isotrop" eingegeben wird. Die Vfg 306/97 Anlage 5, Blatt 2 sieht unter Punkt 8 die Eingabe des Antennengewinns in dBi vor!

Antennengewinn über Dipol [dBd] + 2,15 = Antennengewinn über Isotrop [dBi].

Alle Berechnungen können in diesem Hauptprogramm durchgeführt werden. Dazu reicht sogar eine Bildschirmauflösung von 640 x 480 Pixel. Bei höherer Bildschirmauflösung können die Daten auch im Datenblatt (Menü „Antrag stellen“ Option „Ausfüllen des Datenblatts“ eingegeben und berechnet werden. Die für die eigenverantwortliche Selbsterklärung nach Vfg 306/97 notwendigen Formblätter Anlage 5 Blatt 1 und 2 können so am Bildschirm ausgefüllt, berechnet und ausgedruckt werden. Aber auch wenn dieses recht große Formblatt nicht auf den Bildschirm paßt, kann es trotzdem vom kleineren Hauptprogrammteil ausgefüllt werden. Beim Programmstart ist das Formblatt leer.

Der Knopf unter „=“ (Rechnen) zeigt die nächste freie Spalte im Datenblatt an. Nach einem Rechenvorgang können mit einem Klick auf diesen Knopf die Daten in die entsprechende Spalte im Datenblatt kopiert werden, worauf dann die nächste freie Spalte im Button angezeigt wird.

Wenn bei einer Berechnung ein oder mehrere Sicherheitsabstände kleiner sind als der Nahfeldbereich ( $\lambda / 2\pi$ ), werden die entsprechenden Felder violett gekennzeichnet und es erscheint ein Meldungsfenster mit einem entsprechenden Hinweis. Einige RegTP-Außenstellen verlangen in diesem Fall eventuell eine Nahfeldberechnung (dieses Programm macht ausschließlich Fernfeldberechnungen) oder aber Feldstärkemessungen.



*Sicherheitsabstände  
innerhalb des  
Nahfeldbereichs werden  
gekennzeichnet.*

Datenausgabe			
	ohne HSM 7,10	HSM VDE 7,10	HSM 306 7,10
Berechnung für f [MHz]			
Erforderlicher Sicherheitsabstand [m]	2.17	3.21	7.58
Grenzwert der Ersatzfeldstärke Eg [V/m]	32.65	22.03	9.34
Spitzenspannung Uss [V]		0.89	0.23
Strahlungsleistung EIRP [W]	167.00	=	
Nahfeld bis [m]	6.82	Datenblatt voll	
Fernfeld ab [m]	171.31		

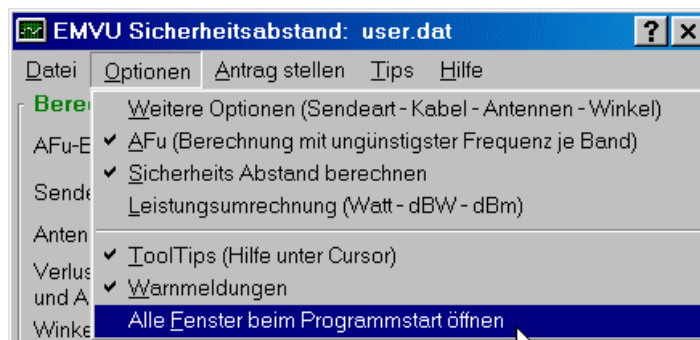
In diesem Beispiel liegt die Nahfeldgrenze ( $\lambda/2\pi$  bzw.  $0,159 \lambda$ ) bei 6,82m. Die berechneten Fernfeldsicherheitsabstände ohne HSM (2,17m) und HSM VDE (3,21m) liegen innerhalb der Nahfeldgrenze, so daß hierfür eventuell eine Nahfeldbetrachtung erforderlich werden könnte.



# Das Optionen Menü im Hauptprogramm

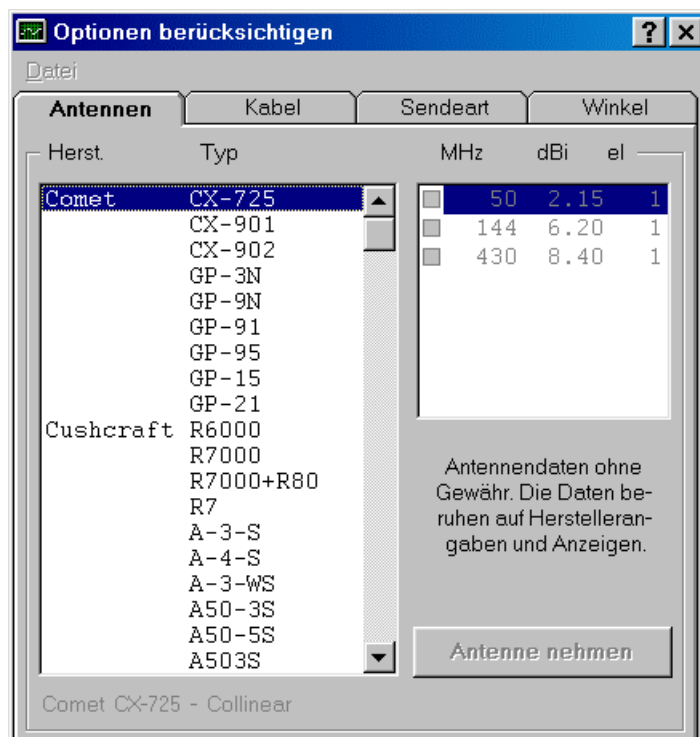
Im Menü „**Optionen**“ können verschiedene Vorgaben zur Berechnung gemacht werden:

Weitere Optionen (Sendart – Kabel – Antennen – Winkel)  
Afu (Berechnung mit ungünstigster Frequenz je Band)  
Sicherheitsabstand berechnen  
Leistungsumrechnung (Watt – dBW – dBm)  
Tips (Hilfe unter Cursor)  
Warnmeldungen  
Alle Fenster beim Programmstart öffnen



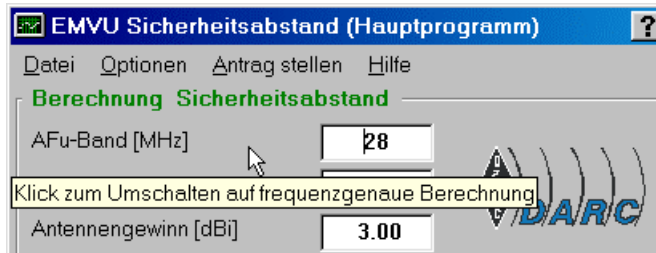
## Weitere Optionen

öffnet ein neues Fenster zur Antennenauswahl, Berücksichtigung von Kabel- und Winkeldämpfung, sowie Modulationsarten.



## Afu (ungünstigster Wert je Band)

berechnet im Bereich von Amateurfunkbändern mit der jeweils ungünstigsten Frequenz für das betreffende Band. Wenn diese Option deaktiviert wird erfolgt die Berechnung des Grenzwertes der Ersatzfeldstärke  $E_g$  [V/m] und der Sicherheitsabstand [m] exakt für die eingegebene Frequenz. Auch hier kann die Umschaltung im Hauptfenster durch Klick auf den Schriftzug „Afu-Band [MHz]“ vereinfacht werden. Durch die Umschaltung ändert sich die Schrift in „Betriebsfrequenz [MHz]“, so daß der Rechenmodus zweifelsfrei angezeigt wird.

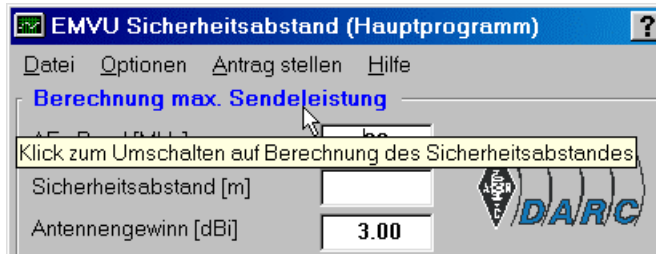
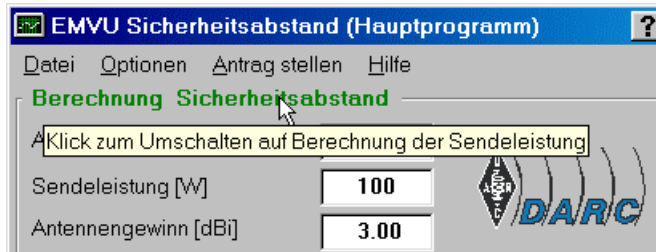


## Sicherheitsabstand berechnen

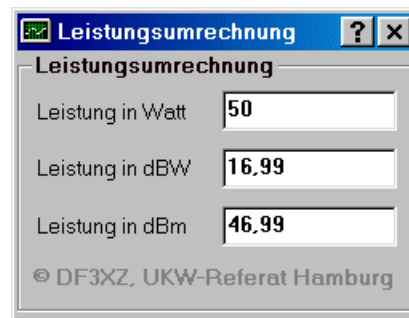


*Wahlweise Berechnung des Sicherheitsabstandes oder der maximal zulässigen Sendeleistung bei gegebenem Abstand.*

ist Standardvorgabe und berechnet nach Eingabe von Sendeleistung, Betriebsfrequenz, Antennengewinn und Kabeldämpfung den für diese Parameter erforderlichen Sicherheitsabstand nach Vfg 306/97 mit und ohne Herzschrötmacherwerte. Beim Click auf diese Option wird die Berechnung umgeschaltet auf "**maximale Sendeleistung berechnen**". In diesem Modus gibt man den zur Verfügung stehenden Sicherheitsabstand, die Betriebsfrequenz, den Antennengewinn und die Kabeldämpfung ein und erhält die dann maximal mögliche Sendeleistung für diese Parameter, sowohl mit und ohne HSM-Werte. Zur Umschaltung dieser Optionen muß man nicht unbedingt das Optionsmenü bemühen, ein Klick auf den Schriftzug „Berechnung Sicherheitsabstand“ im Hauptfenster erfüllt den selben Zweck.

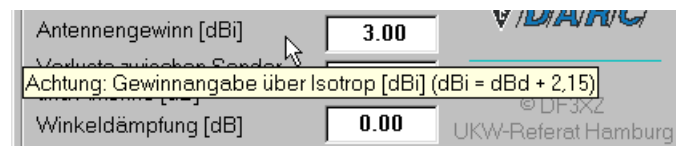


## Leistungsumrechnung



ist ein separater Programmteil, der lediglich dazu dient, die Leistungswerte Watt, dBW und dBm ineinander umzurechnen. Dieses Eingabefenster kann ebenfalls im Menü „Optionen“ aktiviert werden. Für die Berechnung von Sicherheitsabständen wird diese Option nicht benötigt.

## Tool-Tips (Hilfe unter Cursor)

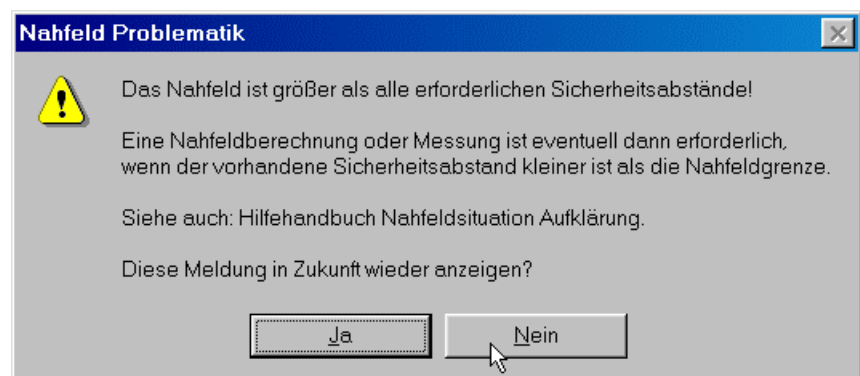


Stehen als Hilfe bei der Arbeit mit dem Programm ständig zur Verfügung. Steht der Cursor einen Moment über einem Eingabefeld, so wird zu diesem Feld eine kurze Erklärung angezeigt. Diese Funktion ist im Menü „Optionen“ abschaltbar. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Hilfe mit der F1-Taste zu erhalten. Wird die F1-Taste gedrückt, während der Cursor über einem Eingabefeld steht, wird ein kurzer Hilfetext zum entsprechenden Fenster ausgegeben

## Warnmeldungen

sind standardmäßig aktiv. Wird diese Option deaktiviert, werden einige Warnmeldungen nicht mehr angezeigt. Dazu gehört z.B. die Meldung, daß nach VDE 0848 Teil 3-1 zur Zeit wegen fehlender Definitionen nicht wie vorgesehen mit HSM Werten im Frequenzbereich 0Hz bis 300GHz gerechnet werden kann; oder die Warnmeldung bei Sicherheitsabständen im Nahfeld.

Die Unterdrückung von Warnmeldungen empfiehlt sich jedoch erst, wenn man mit dem Programm bereits vertraut ist.

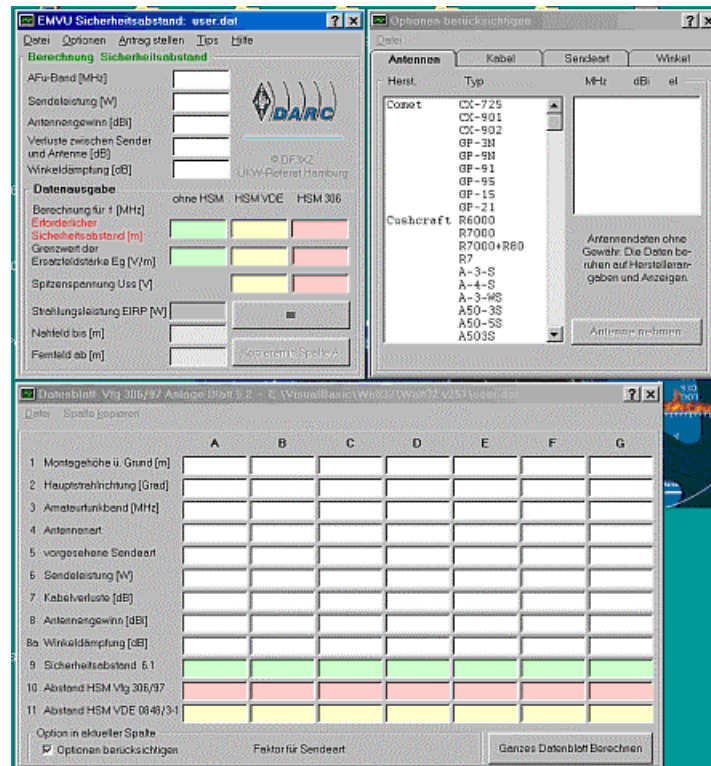


## Alle Fenster beim Programmstart öffnen

öffnet zusätzlich zum Hauptprogramm gleichzeitig auch das Optionen-Fenster und das Datenblatt-Fenster.

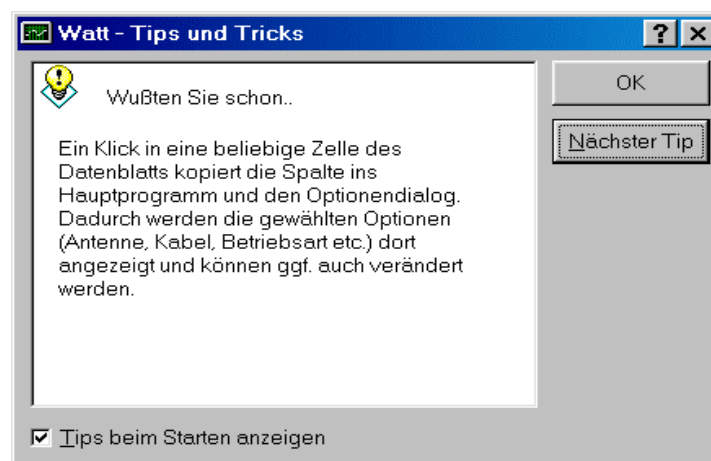
Bei einem kleinen Bildschirm empfiehlt es sich, diese Option zu deaktivieren.

Alle eingestellten Optionen werden beim Beenden des Programms gespeichert und sind somit beim erneuten Programmstart automatisch aktiv.



Alle „Watt“-Programmteile aktiv auf einem 20“-Monitor

## Tips



Dieser Menübefehl öffnet ein Fenster mit nützlichen Tips zum Arbeiten mit dem Programm. Die Tips können in der Datei TipOfDay.txt editiert und eventuell durch eigene Tips erweitert werden. Diese kurzen Hinweise ersetzen jedoch nicht den Blick ins Online Handbuch.

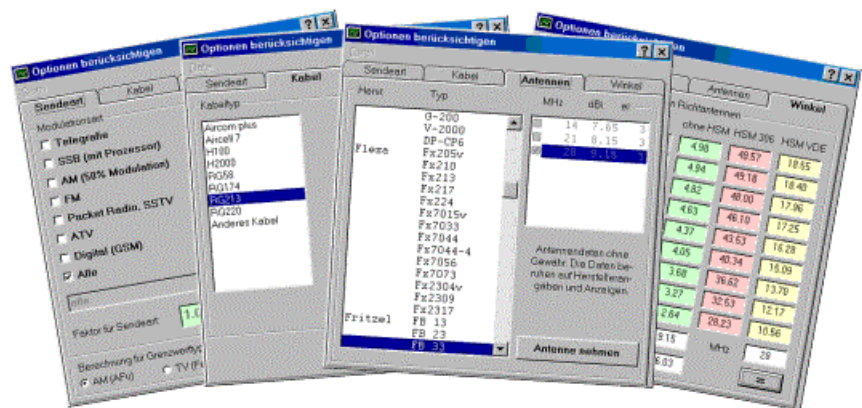
# Der Optionen Dialog

## Die Möglichkeiten

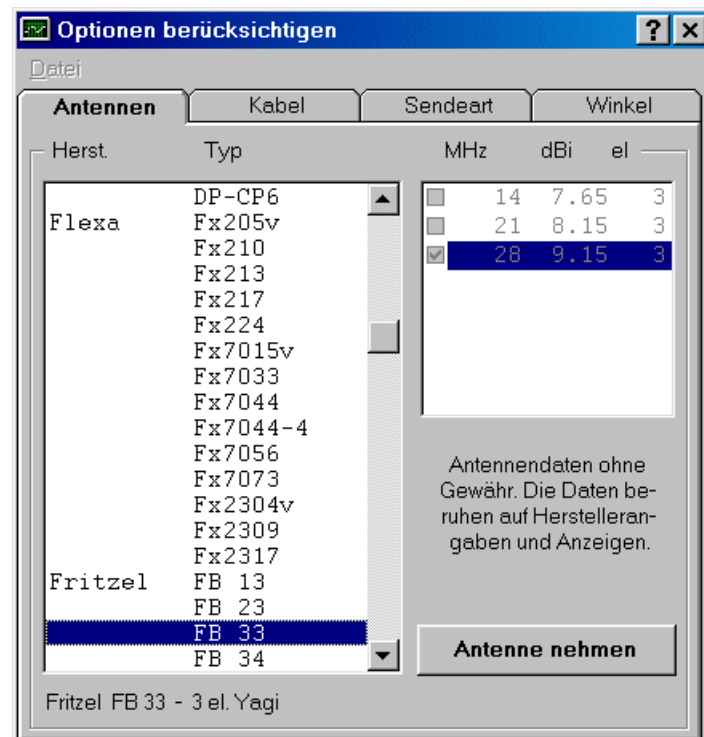
Das Dialogfenster „Optionen berücksichtigen“ enthält vier Kartenreiter zum Auswählen der gewünschten Funktion:

- Sendart
- Kabel
- Antennen
- Winkel

Im jeweiligen Optionsdialog lassen sich die gewünschten Optionen ermitteln, bzw. berechnen und in die Berechnung übernehmen.



## Antennen





*Es lassen sich nur Antennen auswählen, die für die eingegebene Frequenz nutzbar sind.*

Hier wird eine unvollständige Liste gängiger Antennen zum Auswählen bereitgestellt. Die Daten basieren auf Herstellerangaben und Anzeigen in CQ-DL. Für die Richtigkeit der Angaben kann ich keine Haftung übernehmen.

Im Hauptprogramm oder im Datenblatt gibt man zunächst eine Frequenz ein. Danach wechselt man in den Antennendialog. Im linken Listenfeld kann man seine (oder eine vergleichbare) Antenne auswählen. Das rechte Fenster zeigt Amateurfunkbänder, Antennengewinn in dBi, sowie Anzahl der Elemente der gewählten Antenne. Wenn die Antenne für das gewählte Band geeignet ist, wird der Button „Antenne nehmen“ aktiv. Ein Klick auf diesen Button übernimmt den Antennengewinn in die Berechnung. Wenn der Aufruf aus dem Datenblatt erfolgt, wird auch der Antennentyp übernommen. Paßt die Antenne nicht zur eingegebenen Frequenz, bleibt der Knopf inaktiv und die Daten können nicht übernommen werden.

Wenn der Gewinn einer benutzten Antenne bekannt ist, kann man sich den Umweg über diese Optionsauswahl ersparen und die Daten selbstverständlich auch direkt im Programm eingeben. Bitte **Antennengewinn nur in dBi** eingeben!

## Kabel

Antennen	Kabel	Sendart	Winkel
<b>Kabeltyp</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>Aircom plus</li><li>Aircell 7</li><li>H100</li><li>H2000</li><li>RG58</li><li>RG174</li><li><b>RG213</b></li><li>RG220</li><li>Anderes Kabel</li></ul>		<b>Kabellänge [m]</b> 25	
		<b>Frequenz [MHz]</b> 28	
		<b>Kabelämpfung je 100m</b> 3.15	
		<b>Kabelämpfung [dB]</b> 0.79	
		<b>zusätzliche Dämpfung durch Stecker etc. [dB]</b> 0.4	
		<b>Dämpfung gesamt [dB]</b> 1.19	

Hier kann die Kabelämpfung verschiedener Kabeltypen für die Berechnung ermittelt und in die Berechnung übernommen werden. Dazu muß zunächst eine Frequenz zwischen 1MHz und 5GHz im Hauptprogramm oder im Datenblatt eingegeben werden. Außerdem muß vor der Auswahl des Kabeltyps die Kabellänge eingetragen werden.

### Ohne Frequenz und Kabellänge keine Ermittlung der Kabelämpfung.

Wird im Datenblatt in eine bereits ausgefüllte Spalte geklickt, werden die Werte automatisch in den Optionendialog übernommen.



*Vorgabe 0,4 dB anpassen*

Vorgabe für zusätzliche Dämpfung durch Stecker, Anpaßgeräte, Antennenumschalter etc. ist 0,4 dB. Dieser Wert sollte den Gegebenheiten angepaßt werden.

Wenn man einen anderen Kabeltyp wählt, wird die entsprechende Spalte automatisch unter Berücksichtigung der neu ermittelten Kabeldämpfung aktualisiert. Auch ein Klick auf die „=“ Taste berechnet den Sicherheitsabstand neu, wenn die Option „Ermittelte Dämpfung ins Datenblatt übernehmen“ aktiv ist.

Die Ermittlung der Kabeldämpfung funktioniert im Frequenzbereich 1 MHz bis 5 GHz. Wird versucht, eine Frequenz außerhalb dieses Bereiches zu berechnen (für die keine Dämpfungswerte je 100m bekannt sind), dann wird das Feld „Kabeldämpfung je 100m“ violett hinterlegt. Es muß dann hier der Wert z.B. aus Herstellerangaben eingetragen werden. Das Gleiche gilt für einen unbekannten Kabeltyp.

## Sendeart

The screenshot shows a software window titled "Optionen berücksichtigen" with a "Sendeart" tab selected. Under "Modulationsart", several options are listed with checkboxes: Telegrafie, SSB (mit Prozessor), AM (50% Modulation), FM, Packet Radio, SSTV, ATV, Digital (GSM), and "Alle" (checked). To the right, a "Sende/Empfangs-Zyklus" section contains radio buttons for various TX/RX time pairs: TX 6Min - RX 0Min (selected), TX 5Min - RX 1Min, TX 4Min - RX 2Min, TX 3Min - RX 3Min, TX 2Min - RX 4Min, and TX 1Min - RX 5Min. Below this, a note says: "Bitte die gewünschte Betriebsart ankreuzen. (Mehrfachauswahl zulässig) Der ermittelte Faktor wirkt sich nicht auf HSM-Berechnungen aus!". At the bottom, a "Berechnung für Grenzwerttyp (nur für VDE 0848 Teil 3-1)" section has radio buttons for AM (AFu) (selected), TV (Fernsehmodulation), and GSM. A "Faktor für Sendeart" field displays "1,0".

Hier kann der betriebsartabhängige Modulationsfaktor durch Ankreuzen ermittelt und in die Berechnung übernommen werden. Dabei ist Mehrfachauswahl möglich, jedoch max. drei je Spalte. Da die Spalten im Formblatt für den Ausdruck nur maximal drei Modi fassen, werden beim Ankreuzen nur die letzten drei berücksichtigt. Interessant ist der Eintrag von Modulationsarten ohnehin nur, wenn man mit einem Betriebsartenfaktor <1 rechnen muß, um einen Sicherheitsabstand einhalten zu können. Ansonsten empfiehlt es sich „alle“ einzutragen, weil im Amateurfunk alle Betriebsarten erlaubt sind und man sich nicht völlig unnötig ein für alle mal festlegt.

Die ausgewählten Modulationsarten werden bei aktivem Datenblatt gleich ins Datenblatt in die aktive Spalte übernommen. Bei einem Faktor <1 ändert sich dabei die Farbe der betreffenden Felder von hellgrün auf leuchtendgrün nicht nur auf der Optionstafel, sondern auch im Hauptprogramm und im Datenblatt.

Zusätzlich hat man die Möglichkeit einen Sende/Empfangszyklus auszuwählen. Für die Berechnung der Personenschutzwerte beziehen sich die Grenzwerte auf über 6-Minuten Intervalle quadratisch gemittelter Feldstärken. Bei anderem Betriebsverhalten kann für die Berechnung von Personenschutzgrenzwerten ohne HSM ein Faktor kleiner 1 angesetzt werden. Die Werte beziehen sich



jeweils auf einen 6 Minuten Block, in welchem man von 6 Minuten senden, nicht empfangen bis 1 Minute senden, 5 Minuten empfangen wählen kann. Vorgabe ist TX 6Min – RX 0Min (Faktor = 1).

**Der Sicherheitsabstand für Personenschutz reduziert sich dann entsprechend.**



*Auf Berechnungen mit HSM-Werten wirkt sich diese Einstellung nicht aus!*

Man sollte sich gut überlegen, ob man Berechnungen für kleinere Sendeintervalle durchführt und ins Datenblatt Plausibilitätsprüfung einträgt, weil man sich damit für alle seine Aussendungen an diese Betriebsweise bindet! Sinnvoll könnte das z.B. in dichtbesiedelten Großstadtstandorten sein, damit man auf Kurzwelle dann wenigstens noch in Telegrafie arbeiten kann.

Die rein informellen Angaben im Rahmen „Betriebsart (nur für VDE 0848 Teil 3-1)“ zeigen in Abhängigkeit der gewählten Betriebsart(en), welche Formeln für die Ermittlung des Sicherheitsabstandes nach DIN VDE 0848 Teil 3-1 zur Anwendung kommen.

**Der angegebene Modulationsfaktor wird nur bei der Berechnung des Personenschutzwertes ohne HSM im Datenblatt berücksichtigt.**

Das gilt für die jeweils aktive Spalte (grün markierter Spaltenkopf) oder beim Klick auf „Datenblatt Berechnen“ für alle Spalten. Ist „Optionen berücksichtigen“ im Datenblatt deaktiviert, wird der Modulationsfaktor auf 1 gesetzt und das Optionsfenster geschlossen. Die Betriebsartfaktoren wurden der Tabelle in CD-DL 3/98, Seite 192 entnommen. (Siehe auch: Programmhilfe „Hilfe“ -> „Gesetze, Verordnungen, Fragen“ -> „Berücksichtigung der Betriebsarten“)

Wenn ein bereits berechnetes Datenblatt geöffnet wird, in dem Zeile 9 jeder Spalte bereits Werte enthält, die ohne Option gerechnet wurden, ändern sich diese Werte nicht automatisch durch Klick auf „Optionen“. Das gilt auch für das Schließen des Optionsfensters. Die angezeigten Werte bleiben erhalten, auch wenn „Optionen“ deaktiviert und das Optionsfenster somit geschlossen wird.



*Eine Spalte wird aktiv, wenn man mit der Maus an beliebiger Stelle in die Spalte klickt*

Für eine aktive Spalte wird der Faktor unten im Datenblatt angezeigt. Man braucht nur irgendwo in eine Spalte zu klicken damit sie aktiv wird und der Wert angezeigt wird. Es empfiehlt sich, nach Änderungen entweder die betreffende Spalte oder das ganze Datenblatt neu berechnen zu lassen. Die Farbe in Zeile 9 des Datenblatts ändert sich außerdem von Hellgrün in ein kräftiges Grün wenn der Berechnung einer Spalte ein kleinerer Faktor als 1 zugrunde liegt, so daß man bei Aufruf des Datenblatts sofort sieht, welche Spalten in Zeile 9 nicht mit dem Faktor 1 berechnet wurden.

Im Hauptprogramm wird davon unabhängig bei aktiviertem Optionsfenster immer mit den ausgewählten Optionen gerechnet. Wenn sich der Modulationsfaktor ändert, werden im Hauptprogramm automatisch die neuen Werte angezeigt.

Im unteren Fensterteil hat man zusätzlich die Möglichkeit, interessehalber den Grenzwerttyp für die Berechnung nach DIN VDE 0848 Teil 3-1 zu verändern. Vorgabe beim Programmstart ist immer AM.



## Winkel

**Optionen berücksichtigen** [?] [X]

Datei

Antennen    Kabel    Sendeart    **Winkel**

Vertikale Winkeldämpfung von Richtantennen

Winkel *	Dämpfung	EIRP	ohne HSM	HSM VDE	HSM 306
00 - 10	0	352.36	3.74	13.92	37.22
10 - 20	0.07	346.72	3.71	13.81	36.92
20 - 30	0.28	330.36	3.62	13.48	36.04
30 - 40	0.63	304.78	3.48	12.95	34.61
40 - 50	1.13	271.63	3.28	12.23	32.68
50 - 60	1.79	233.34	3.04	11.33	30.29
60 - 70	2.63	192.30	2.76	10.29	27.49
70 - 80	3.66	151.70	2.45	9.14	24.42
80 - 90	4.89	114.28	2.13	7.93	21.20

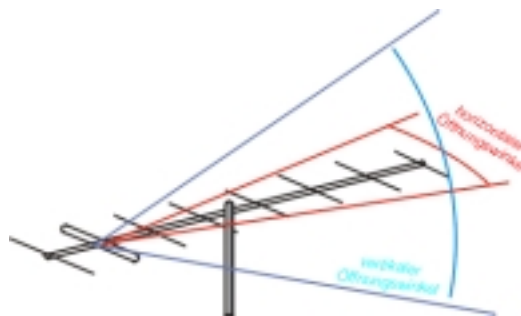
Yagi 3el (NEC 2)    dBi    6.66    MHz    28

Antenneneingangsleistung [W]    76.03    [=]

Dieser Dialog dient der Ermittlung von Sicherheitsabständen unter Berücksichtigung der Winkeldämpfung einer Richtantenne. Im Menü „Datei“ kann man ein „Beispiel“ laden. Da es sich um ein Beispiel auf 2m handelt (CQ-DL 4/98 Seite 278), werden in diesem Beispiel zur Zeit nur Personenschutzwerte ohne HSM berechnet.

Die Dämpfungswerte seiner Antenne muß man aus einem Strahlungsdiagramm seiner Antenne ablesen (sofern vorhanden) und in die Eingabefelder eintragen.

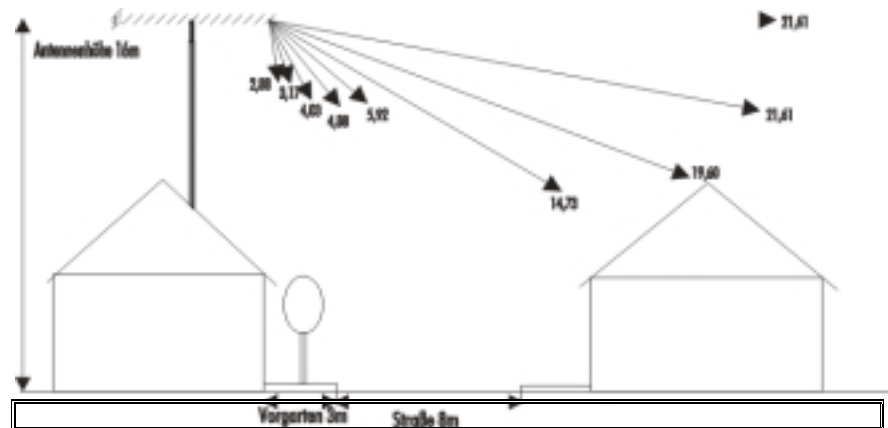
**Für eine Horizontalantenne benötigt man meistens das vertikale Strahlungsdiagramm (wenn der Sicherheitsabstand nach oben oder unten eine Rolle spielt). Wird die selbe Antenne vertikal polarisiert betrieben, benötigt man das horizontale Strahlungsdiagramm.**



Wenn es sich um eine im Antennendialog ausgewählte Antenne handelt, sind die Antennendaten (nicht die Winkeldämpfungen) bereits ausgefüllt. Frequenz, Antennengewinn und Antenneneingangsleistung (Senderausgangsleistung abzüglich sämtlicher Dämpfungen) werden auch aus dem Hauptprogramm übernommen (nach einem Klick auf den „=“ Button im Hauptprogramm).

Hat man für seine Antenne die 10°-Dämpfungswerte ermittelt und eingetragen, dann lassen sie sich im Menü „Datei“ abspeichern. Als Dateinamen empfehle ich „v-antenne“ für ein vertikales Strahlungsdiagramm und „h-Antenne“ für ein horizontales Strahlungsdiagramm.

Beim Ausdruck hat man die Wahl, für welche Spalte das Vektordiagramm der Winkeldämpfung erstellt werden soll (ohne HSM, HSM 306 oder HSM VDE). In dieses Vektorgramm können maßstabsgerecht Antenne und Hindernisse in Strahlungsrichtung eingezeichnet werden.



Durch einen Doppelklick im Feld Dämpfung wird der berechnete Dämpfungswert für den benötigten Winkel ins Datenblatt (Anlage 5.2) übernommen und bei der Berechnung der Sicherheitsabstände berücksichtigt.

## Benutzerdaten eingeben

Die Eingabe der Daten in diesem Fenster ist wahlfrei. Für die Berechnung der Sicherheitsabstände werden sie nicht benötigt.

Wenn man seine Antragsunterlagen jedoch ausdrucken möchte, müssen die Felder komplett ausgefüllt werden, weil diese Angaben in den Formblättern nach Vfg 306/97 benötigt werden.

Die eingegebenen Daten werden bei Programmende automatisch in der Datei „User.dat“ gespeichert. Wenn man das Speichern unter einem anderen Dateinamen wünscht, z.B. seinem Rufzeichen, so geht das mit dem Menüpunkt „Datenblatt Speichern unter.“ Beim Programmstart wird jedoch immer die Datei „User.dat“ automatisch geladen.

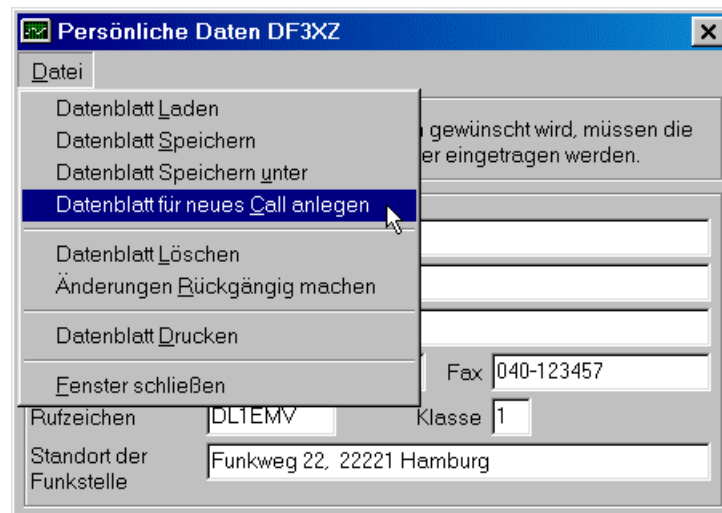
Der Menüpunkt „Datenblatt für neues Call anlegen“ ist besonders hilfreich, wenn man mehrere Datenblätter benötigt oder Berechnungen auch für andere Funkamateure durchführt.



*Neues Datenblatt anlegen  
speichert das aktive  
Datenblatt  
löscht das aktive Datenblatt  
ruft „Speichern unter“ auf*

Will man Berechnungen für ein neues Rufzeichen durchführen, löscht man zunächst die Benutzerdaten mit dem Menübefehl „Datenblatt löschen“. Danach füllt man alle Felder im Dialog „Persönliche Daten“ aus und wählt erst dann im Menü „Datei“ die Option „Datenblatt für neues Call anlegen“.

Will man hingegen ein weiteres Datenblatt für das eigene Rufzeichen anlegen, kann man das ausgefüllte Datenblatt unverändert lassen und wählt dann „Datei“ und „Datenblatt für neues Call anlegen“. Beim speichern hängt man nun an das vorgegebene Rufzeichen einfach z.B. eine „1“ an, damit nicht die bereits gesicherte Datei mit einem leeren Datenblatt überschrieben wird.



Dabei werden die vorhandenen Userdaten und das komplette Datenblatt gesichert. Danach wird automatisch ein leeres Datenblatt angelegt und der Dialog „Datei speichern unter“ aufgerufen.

## Ausfüllen des Datenblatts

### Das Datenblatt

	A	B	C	D	E	F	G
1 Montagehöhe ü. Grund [m]	5	5	5	5	12.5	13	14
2 Hauptstrahlrichtung [Grad]	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3 Amateurfunkband [MHz]	7	14	21	28	144	430	1296
4 Antennenart	GP	GP	GP	GP	2x Yagi	2x Yagi	2x Yagi
5 vorgesehene Sendart	alle	alle	alle	alle	alle	alle	atv
6 Sendeleistung [W]	200	200	200	200	160	120	80
7 Kabelverluste [dB]	1.44	1.02	2.10	2.33	1.71	2.25	3.25
8 Antennengewinn [dBi]	3.00	3.00	3.00	3.00	14.5	17.50	20.25
8a Winkeldämpfung [dB]	0.00	0.00	0.00	0.00	11.18	12.09	12.09
9 Sicherheitsabstand 6.1	2.84	3.23	3.12	3.04	3.03	3.03	1.78
10 Abstand HSM Vfg 306/97	9.93	13.52	19.07	30.29			
11 Abstand HSM VDE 0848/3-1	4.21	7.19	6.97	11.33	32.35	2.43	1.88

Option in aktueller Spalte  
☒ Optionen berücksichtigen Faktor für Sendart: 1.00  
Ganzes Datenblatt Berechnen

Der Menüpunkt „Ausfüllen des Datenblatts“ öffnet das Datenblattfenster.



*Die Bildschirmauflösung sollte für die Arbeit mit allen Programm-Modulen mindestens 800x600 Pixel betragen.*

*Linke Maustaste =  
Aktuelle Spalte berechnen  
Rechte Maustaste =  
Aktuelle Spalte löschen*

Für dieses Fenster ist eine Bildschirmauflösung von min. 800 x 600 erforderlich. In dieses Datenblatt können die geforderten Daten in die Zeilen 1 bis 8a eingegeben werden, die Zeilen 4, 5, 7, 8 und 8a können jedoch auch interaktiv in Zusammenarbeit mit dem Optionendialog ausgefüllt werden. Die Zeilen 9 bis 11 werden vom Programm berechnet. Die aktive Spalte, auf welche sich Eingaben und Berechnungen beziehen, hat einen grünen Spaltenkopf. Zur Berechnung reicht es hier, wie im Hauptprogramm auch, nur die Frequenz, Sendeleistung, sowie Antennengewinn und Kabeldämpfung einzutragen; für die Antragstellung müssen jedoch alle Zeilen korrekt ausgefüllt werden.

Ein Klick auf die **linke Maustaste** im Spaltenkopf (Buchstaben A – G) **berechnet** die aktuelle Spalte, ein Klick auf die **rechte Maustaste** im Spaltenkopf (Buchstaben A – G) **löscht** die aktuelle Spalte nach Rückfrage

Ein Klick auf den rechten Button „**Ganzes Datenblatt berechnen**“ berechnet alle Spalten im ausgefüllten Datenblatt. Dazu müssen die Spalten in aufsteigender Reihenfolge lückenlos ausgefüllt werden. Die ersten Felder der Spalte, in denen entweder Frequenz oder Sendeleistung nicht angegeben wurden, werden violett markiert. Sind beispielsweise die Spalten A, B, D, E ausgefüllt und die Spalte C nicht, dann werden die Felder in Spalte C markiert nachdem Spalte A und B berechnet wurden. Danach werden keine weiteren Berechnungen durchgeführt.

Klickt man an beliebiger Stelle in eine Spalte des Datenblatts, werden die Daten dieser Spalte automatisch in den Optionendialog übernommen. Man kann dort sofort sehen, welches Kabel oder welche Antenne der Berechnung zugrunde liegt oder wie der Wert für die Winkeldämpfung ermittelt wurde.



*Aktive Spalte duplizieren*

Der Menübefehl „*Spalte kopieren*“ kopiert den Inhalt der aktiven Spalte in die nächste freie Spalte des Datenblatts. Damit kann man sich die Arbeit erleichtern, wenn man z.B. für eine Antenne mehrere Frequenzbereiche berechnen möchte. Braucht man ähnliche Angaben beispielsweise für drei Afu-Bänder (z.B. FB33), füllt man die erste Spalte aus und klickt dann zweimal auf „*Spalte kopieren*“. Danach ändert man in den kopierten Spalten die Frequenzen. Die Kabeldämpfung wird für die neue Frequenz automatisch berechnet. Im Optionendialog „*Antennen*“ kann man nun die vorgegebenen Daten per Klick auf „*Antenne nehmen*“ in die Spalte übernehmen, wenn die Antenne für die Frequenz geeignet ist.

Das Datenblatt kann über das Menü „*Datei*“ auch separat ausgedruckt werden. Dazu bietet das Programm zwei Möglichkeiten:

## Das Menü Datei

Das Menü bietet folgende Optionen:

Daten laden  
Daten Speichern  
Daten Speichern Unter  
-----  
Daten Löschen  
Änderungen rückgängig machen  
-----  
Daten Drucken ohne HSM  
Daten Drucken HSM 306  
Daten Drucken HSM VDE  
-----  
Beispiel  
-----  
Fenster schließen



Werden mehr als 7 Spalten (A-G) für die Berechnung benötigt, so kann man das ausgefüllte Datenblatt unter einem anderen Namen abspeichern z.B. dem eigenen Rufzeichen. Danach löscht man das Datenblatt und speichert es nochmals unter einem anderen Namen ab. Nun kann man mit diesem leeren Blatt weiter arbeiten.

Das Datenblatt muß nicht explizit geladen werden. Das passiert beim Öffnen des Formulars automatisch (User.dat). Ebenso muß es nicht ausdrücklich gespeichert werden, weil auch das beim Verlassen des Programms automatisch erledigt wird. Ein gelöscht oder geändertes Datenblatt kann durch „Änderungen rückgängig machen“ wieder hergestellt werden, solange es nicht zwischenzeitlich gespeichert wurde. *Rückgängig machen* lädt einfach die zur Zeit aktive, auf dem Datenträger gespeicherte Datei, in welcher auch die personenbezogenen Daten und einige Programmeinstellungen gesichert werden. Diese bleiben beim Löschen des Datenblatts jedoch in jedem Fall erhalten. Wird das Datenblatt unter einem anderen Namen gespeichert, dann wird der gewählte Dateiname zur aktiven Datei und alle Aktionen beziehen sich während der Sitzung auf diese Datei. Nach erneutem Programmstart wird jedoch immer „User.dat“ geladen.

### **Datenblatt Drucken Vfg 306/97**

druckt das ausgefüllte Datenblatt nach Vfg 306/97 mit zusätzlicher Zeile 8a für Winkeldämpfung, sowie Zeile 11 für den ermittelten Sicherheitsabstand nach VDE 0848 Teil 3-1.

### **Datenblatt drucken RegTP neu**

druckt das Datenblatt entsprechend der RegTP Arbeitsunterlage „Plausi.xlt“ Version 08/98, welches einige zusätzliche Daten für die Antragstellung enthält, und zwar:

5b	Umrechnungsfaktor mittlere Leistung in PEP (immer 1)
6a	Faktor für Abschläge zur Sendeleistung (Modulationsart, Sende/Empfangszyklus)
8a	Winkeldämpfung
9b	Personenschutz Grenzwert (V/m)
10b	Personenschutz Grenzwert HSM Vfg 306/97
11	Ermittelter Sicherheitsabstand nach VDE 0848 Teil 3-1
11b	Personenschutz Grenzwert HSM VDE 0848
12	Strahlendes Nahfeld beginnt bei (0,159 x Lambda) [m]
12b	Fernfeld beginnt bei (4 x Lambda) (m)

Laut RegTP Hamburg werden beide Datenblätter akzeptiert, wobei die Version RegTP neu dem prüfenden Beamten die Arbeit erleichtert.

### **Optionen berücksichtigen Checkbox**

11 Abstand HSM VDE 0848/3-1 4.21

Option in aktueller Spalte

☒ Optionen berücksichtigen

Wenn diese Checkbox im Datenblatt markiert wird öffnet sich das bereits weiter oben beschriebene Optionsfenster. Hier können Modulationsarten angekreuzt, Sende/Empfangszyklus sowie Kabeltypen und Antennen ausgewählt werden. Außerdem lassen sich Winkeldämpfungen von Richtantennen berechnen. Bei nicht aktiver Checkbox werden Werte aus dem Optionsmenü nicht übernommen. Man kann dann nach Herzenslust mit den Optionen herumspielen, ohne die ermittelten Werte ins Datenblatt zu übernehmen.

---

# Dateien zum Programm

## User.dat

Diese Datei enthält die ins Benutzerdatenblatt eingegebenen persönlichen Daten, die für den Antrag auf Blatt 5.1, „Angaben zur Gewährleistung des Personenschutzes“ benötigt werden. Außerdem sind die Programmversion und einige User-Einstellungen angegeben, sowie der Inhalt des Datenblatts. Diese Ascii-Datei sollte vom Anwender nicht geändert werden, weil das Programm sie bei einem Fehler löscht und eine neue leere Datei erstellt.



Mehrere Datenblätter  
anlegen

Durch den Menüpunkt „Speichern unter“ hat man die Möglichkeit, sich eine Kopie dieser Datei unter einem anderen Namen, z.B. seinem Rufzeichen, zu sichern. Auf diese Weise können auch mehrere Datenblätter gespeichert werden, wenn man z.B. mehr als ein Datenblatt für die Selbsterklärung benötigt, oder am Rechner der Clubstation die berechnungen für verschiedene Mitglieder durchführt.

## Kabel.txt

Aufbau der Datei:

H100	Kabeltyp (diese Bezeichnung erscheint im Auswahlfenster)
0.36	Dämpfung bei 1 MHz
0.5	Dämpfung bei 2 MHz
0.83	Dämpfung bei 5 MHz
1.3	Dämpfung bei 10 MHz
1.75	Dämpfung bei 20 MHz
2.9	Dämpfung bei 50 MHz
4.18	Dämpfung bei 100 MHz
6.05	Dämpfung bei 200 MHz
10	Dämpfung bei 500 MHz
14.95	Dämpfung bei 1000 MHz
22	Dämpfung bei 2000 MHz
31.5	Dämpfung bei 5000 MHz
weitere Kabel	

Diese Datei enthält Dämpfungswerte von Speisekabeln. Sie wird beim Programmstart automatisch geladen. Weitere Kabeldaten können der Datei hinzugefügt werden, indem man sie in einen Texteditor lädt und weitere Daten hinzufügt.

Als Dezimaltrennzeichen muß der Punkt benutzt werden, nicht das Komma! Es dürfen keine Leerzeilen eingefügt werden. Die Datei kann auf bis zu 20 Kabeltypen erweitert werden. Ein Satz neuer Daten kann an beliebiger Stelle eingefügt, oder ans Ende angehängt werden. Vor dem Experimentieren empfiehlt es sich, die mitgelieferte Datei zu sichern.

## Antennen.txt

Diese Datei enthält Gewinnangaben von Amateurfunkantennen und wird beim Programmstart ebenfalls automatisch geladen. Auch dieser Datei können weitere Antennen hinzugefügt werden, indem man sie in einen Texteditor lädt und weitere Daten einfügt.

Aufbau der Datei:

Name des Herstellers in [eckigen Klammern] nur einmal

Bezeichnung der Antenne, Art der Antenne, Afu Band in MHz, Gewinn in dBi, Anzahl der Elemente,#

Bezeichnung und Art stehen nur einmal am Anfang der Zeile, danach können Daten für bis zu 7 Bändern folgen. Die einzelnen Werte werden durch Kommata voneinander getrennt. Als Dezimaltrennzeichen darf nur der Punkt verwendet werden. Jeder Datensatz wird mit # abgeschlossen. Die Datei darf keine Leerzeilen enthalten.

Vor dem Editieren der Datei empfiehlt sich das Anlegen einer Sicherungskopie. Treten beim Einlesen Fehler auf, wird nur bis zum Auftreten des Fehlers eingelesen.

Beispiel:

[Fritzel]

FB 13,Rotary Dipol,14,2.15,1,21,2.15,1,28,2.15,1,#

FB 23,Beam,14,5.15,2,21,6.15,2,28,7.15,2,#

FB 33,Beam,14,7.65,3,21,8.15,3,28,9.15,3,#

FB 34,Beam,7,2.15,1,14,7.65,3,21,8.15,3,28,9.15,3,#

weitere Daten

## Dateien für die Winkeldämpfung einer Antenne

Die Dateien können vom Programm aus angelegt und gespeichert werden z.B.:

v-Ton20817.ang Dateiname (.ang) (z.B. v-Tonna 20817)

„[Tonna 20817]“	Antennenbezeichnung
„15.3“	Antennengewinn [dBi]
„144“	Frequenzbereich [MHz]
„0.0“	Dämpfung bei Winkeln zwischen 00 – 10°
„0.85“	Dämpfung bei Winkeln zwischen 10 – 20°
„3.33“	Dämpfung bei Winkeln zwischen 20 – 30°
„11.25“	Dämpfung bei Winkeln zwischen 30 – 40°
„12.92“	Dämpfung bei Winkeln zwischen 40 – 50°
„14.58“	Dämpfung bei Winkeln zwischen 50 – 60°
„16.67“	Dämpfung bei Winkeln zwischen 60 – 70°
„17.50“	Dämpfung bei Winkeln zwischen 70 – 80°
„20.00“	Dämpfung bei Winkeln zwischen 80 – 90°

Für einige Antennen liegen dem Programm Winkeldateien bei, z.B.:

h/v	Dateiname	Antenne	Bemerkung
h	FX213.ang	Flexa FX213	Horizontaldagramm
h	FX7033.ang	Flexa FX7033	Horizontaldagramm
h	FX7044.ang	Flexa FX7044	Horizontaldagramm
h	FX205v.ang	Flexa FX205v	Horizontaldagramm
v	FX224.ang	Flexa FX224	Vertikaldagramm
v	FX224x2.ang	2x Flexa FX224	2 Stück vertikal gestockt
v	Yagi2.ang2	2 el Yagi allgemein	berechnet mit NEC2

v	Yagi3.ang3	3 el Yagi allgemein	berechnet mit NEC2
v	Yagi4.ang4	4 el Yagi allgemein	berechnet mit NEC2
v	Yagi5.ang5	5 el Yagi allgemein	berechnet mit NEC2
v	Yagi6.ang6	6 el Yagi allgemein	berechnet mit NEC2
v	Yagi7.ang7	7 el Yagi allgemein	berechnet mit NEC2
v	Quad2.ang	2 el Quad	berechnet mit NEC2
v	Quad3.ang	3 el Quad	berechnet mit NEC2

Allgemein gilt:

h-      Horizontaldiagramm

v-      Vertikaldiagramm



# Vorgehensweise zur Berechnung mit Watt

## Eingabe im Hauptprogramm

### Frequenz und Sendeleistung

Nach dem Programmstart öffnet sich das Hauptfenster und ist bereit für Berechnungen. Im einfachsten Fall genügt die Eingabe des Afu-Bandes in MHz und die Eingabe der Sendeleistung. Nach einem Klick auf die „=“ Taste erscheinen in den unteren Datenausgabefenstern die berechneten Werte.

**Beispiel:**

**Afu-Band [MHz] = 28**

**Sendeleistung [W] = 100**

	ohne HSM	HSM VDE	HSM 306
Berechnung für f [MHz]	28,00	29,70	29,70
Erforderlicher Sicherheitsabstand [m]	1.99	7.42	19.83
Grenzwert der Ersatzfeldstärke Eg [V/m]	27.50	7.38	2.76
Spitzenspannung Uss [V]		0.53	0.28
Strahlungsleistung EIRP [W]	100.00	=	
Nahfeld bis [m]	1.70		
Fernfeld ab [m]	42.83		

Im Datenausgabefenster steht, für welche Frequenz der Sicherheitsabstand berechnet wurde:

28.00 MHz - ohne HSM

29.70 MHz – HSM 306 und HSM VDE

(Soll nicht für ein Amateurfunkband sondern für eine einzelne Frequenz gerechnet werden, muß im Menü „Optionen“ der Haken vor „Afu- Berechnung

mit ungünstigster Frequenz je Band“ entfernt werden. Ein Klick auf den Schriftzug „Afu-Band [MHz] führt zum gleichen Ergebnis.) Vorgabe beim ersten Programmstart ist „Afu- Berechnung mit ungünstigster Frequenz je Band“.

- Ohne HSM ist der Sicherheitsabstand nach Vfg 306/97 ohne Anwendung der Herzschrittmachergrenzwerte.
- HSM 306 heißt Berechnung mit Herzschrittmacherwerten gemäß Vfg 306/97
- HSM VDE ist eine Berechnung nach Entwurf DIN VDE 0848 Teil 3-1 vom Juni 1999.

Die Zeile Grenzwert der Ersatzfeldstärke  $E_g$  [V/m] zeigt den der Berechnung zugrunde liegenden Grenzwert, der hier automatisch ermittelt wird. Er kann auch aus den Grenzwerttabellen der Vfg 306/97 entnommen werden.

Spitzenspannung  $U_{ss}$  [V] ist der maximal zulässige Wert einer Spitze – Spitze Spannung am Herzschrittmacher, der unter festgelegten Bedingungen keine Störung des HSM hervorruft.

Strahlungsleistung ist das Produkt aus Senderausgangsleistung abzüglich Kabelverlusten zuzüglich Antennengewinn.

## Antennengewinn

Den Antennengewinn seiner Antenne entnimmt man üblicherweise den Herstellerangaben. Zu beachten ist dabei die Eingabe des Antennengewinns in dBi.

Für den Antennengewinn wird ggf. auch ein negativer Wert akzeptiert.

### Beispiel: 9.15 dBi (Fritzel FB33)

Der Sicherheitsabstand HSM 306 ändert sich durch Berücksichtigung des eingegebenen Antennengewinns im Beispiel von 19,83m auf 56,85m.

## Verluste zwischen Sender und Antenne

Zu diesen Verlusten gehören z.B.:

- Antennenkabel
- Steckverbindungen
- Antennenumschalter
- SWR-Meter
- Tiefpassfilter
- Blitzschutzpatrone

### Beispiel: 1.19 dB

In den Eingabefeldern stehen nun folgende Werte:

Afu-Band	28
Sendeleistung	100
Antennengewinn	9,15
Verlust	1,19

Nach einem Klick auf die „=“ Taste erhalten wir folgendes Ergebnis:

Datenausgabe	ohne HSM	HSM 306	HSM VDE
Berechnung für f [MHz]	28,00	29,70	29,70
Erforderlicher Sicherheitsabstand [m]	4,98	49,57	20,83
Grenzwert der Ersatzfeldstärke $E_g$ [V/m]	27,50	2,76	6,58
Spitzenspannung $U_{ss}$ [V]		0,28	0,47
Strahlungsleistung EIRP [W]	625,17		
Nahfeld bis [m]	1,70		
Fernfeld ab [m]	42,83		

Unter der „=“ Taste fällt noch eine Taste mit der Beschriftung „Kopieren in Spalte A“ auf. Das zeigt uns, daß das Datenblatt noch leer ist und wir durch einen Klick auf diese Taste die Berechnung ins Datenblatt übernehmen können.

Nun könnten wir noch einen dB-Wert für die Winkeldämpfung eingeben, aber dafür ziehen wir lieber den Optionen-Dialog zu Rate.

## Weitere Optionen

Es öffnet sich das unter „Das Optionen Menü“ beschriebene Fenster mit den Kartenreitern

- Sendart
- Kabel
- Antennen
- Winkel

### Kabel

Wir bleiben bei unserem Beispiel und ermitteln die Kabeldämpfung aus dem Optionendialog. Dazu klicken wir auf den Kartenreiter „Kabel“. Die Frequenz 28 MHz wurde bereits aus dem Hauptprogramm übernommen. Im Feld „zusätzliche Dämpfung durch Stecker etc. [dB]“ steht als Vorgabe der Wert 0,4. Dieser Wert muß ggf. den eigenen Gegebenheiten angepaßt werden. Für das Beispiel belassen wir es bei der Vorgabe 0,4dB.

#### Beispiel:

Als Kabeltyp wählen wir **RG213**. Dabei passiert noch nichts. Damit das Programm den Kabelverlust berechnen kann, fehlt noch die Eingabe „Kabellänge [m]“. Hier geben wir **25** ein und Klicken auf die „=“ Taste.

Das Programm zeigt uns nun die Kabeldämpfung je 100m, und die Kabeldämpfung für die eingegebene Kabellänge von 25m = 0,79dB. Mit der zusätzlichen Dämpfung durch Stecker etc. ergeben sich 1,19dB.

Dieser Wert wurde automatisch ins Hauptprogramm übernommen.

### Antennen

Der Klick auf den Kartenreiter öffnet das Antennenauswahlfenster. Eine große Anzahl von gebräuchlichen Amateurfunkantennen kann hier direkt ausgewählt werden.

In unserem Beispiel rechnen wir ja für das 28MHz-Band. Klicken wir auf eine beliebige Antenne im linken Listfeld, erscheinen im rechten Fenster die Daten der ausgewählten Antenne. Versuchen wir nun z.B. die Diamond X-6000, dann sehen wir, daß diese Antenne für 2m, 70cm und 23cm geeignet ist. Von 10m

keine Spur. Der Knopf „Antenne nehmen“ bleibt bei dieser Antenne deshalb inaktiv, so daß die Daten nicht in die Berechnung einfließen können.

#### **Beispiel: Fritzel FB33 = 9,15 dBi**

Diese Antenne ist geeignet für 14, 21 und 28 MHz, so daß sich der Antennengewinn von 9,15dBi durch Klick auf die nun aktive „=“ Taste in die Berechnung übernehmen läßt. Man muß nicht im rechten Fenster die gewünschte Frequenz auswählen, das Programm weiß ja, daß wir eine Berechnung für 28MHz durchführen.

## **Sendeart**

Ich empfehle, von den Möglichkeiten dieser Option nur in Notfällen Gebrauch zu machen. Die Berechnungen werden normalerweise immer mit einem Faktor von 1 durchgeführt. Eine Reduzierung ist ohnehin nur für die Berechnung des Sicherheitsabstandes nach Personenschutz **ohne HSM** zulässig.

Ich kann mich hier für eine Modulationsart entscheiden, die zu einem kleineren Faktor als 1 bei der Berechnung des Sicherheitsabstandes führt. Das sind z:b: CW, SSB oder AM.

Auch die Wahl eines anderen Sende-/Empfangszyklus als 6 Minuten senden, 0 Minuten empfangen führt zu einer Verkleinerung des Faktors.

Der ermittelte Faktor wird im Fenster „*Faktor für Sendeart*“ angezeigt und kann in die Berechnung übernommen werden.

Aber wie gesagt, das wirkt sich nicht auf Berechnung mit HSM-Werten aus! Und wenn man sich auf diese Weise in der eigenverantwortlichen Selbsterklärung festlegt, ist man an diese Vorgaben auch gebunden!

Für unser Beispiel bleiben wir bei der Vorgabe, also Faktor 1.

## **Winkeldämpfung**

Dieses Fenster enthält zwar beim Öffnen bereits die Daten der ausgewählten Antenne und das Amateurfunkband, jedoch keine Werte für Winkeldämpfungen.

Von den Antennenherstellern gibt es zur Zeit kaum Strahlungsdiagramme mit Angabe der vertikalen- und horizontalen Winkeldämpfungen.

Ersatzweise enthält das Programm Winkeldämpfungsdateien, die von OM Thilo Kootz, DARC Geschäftsstelle, mit NEC2 berechnet wurden.

Für meine horizontale 3-element Richtantenne interessiert mich nun das vertikale Strahlungsdiagramm, damit ich den Sicherheitsabstand für Personen unter meinem Antennenmast berechnen kann. Das horizontale Strahlungsdiagramm würde ich bei dieser Antenne benötigen, wenn sich ein Hindernis seitlich zur Strahlungsrichtung meiner Antenne befände.

Ich lade im Menü „Datei“ mit „Datei laden“ die Winkeldatei „v-Yagi3.ang“. Damit sind nun die Felder der Dämpfung in 10°-Schritten ausgefüllt. Diese Antenne kann nur Näherungswerte bringen. Bei der Fritzel FB33 hatten wir einen Antennengewinn von 9,15dBi ermittelt. Diese berechnete 3-el Yagi hat jedoch nur einen Gewinn von 6,66dBi. Die zu erwartenden Dämpfungswerte des Fritzelbeams müßten also höher ausfallen, als die der Beispielantenne. (Sollte die Frequenzangabe im Winkeldialog nach dem Laden der Winkeldatei nun leer sein, dann bitte 28 in das freie Feld eintragen)

Der Klick auf die „=“ Taste füllt nun das Fenster mit Dämpfungswerten für Personenschutz, HSM nach Vfg 306/97 und HSM nach VDE 0848 Teil 3-1 in 10° Schritten. .

Aber welchen Winkelwert soll ich nun in die Berechnung übernehmen? Dazu muß ich zunächst eine maßstabsgerechte Skizze der Umgebung meiner Antenne anfertigen.

Dafür bemühe ich im Menü „Datei“ den Menüpunkt „Daten drucken HSM 306“. Ich erhalte einen Din-A4 Ausdruck mit der tabellarischen Auflistung der Dämpfungswerte. Im unteren Teil habe ich nun eine maßstabsgerechte Skizze mit Vektoren in 10°-Schritten und Angabe der Entfernungen in [m] vom vorderen Punkt meiner Antenne in Strahlungsrichtung. Im Beispiel wurde diese Skizze im Maßstab 1:300 ausgegeben. Der Maßstab ist abhängig von den errechneten Abständen. Drucke ich für die gleiche Antenne „Daten drucken ohne HSM“, dann erhalte ich ein Vektorgramm im Maßstab 1:150.

In diese Skizze kann ich nun maßstabsgerecht Häuser, Bürgersteig, Straße und die Umgebung der Antenne in Strahlungsrichtung einzeichnen.

Nun kann ich sehen, ob einer der Vektoren z.B. ein gegenüberliegendes Haus berührt oder welcher Winkel sich ergibt zu Personen auf dem Bürgersteig.

Den Wert des so ermittelten Winkels kann ich mit einem Doppelklick in der Spalte „Dämpfung“ und Zeile des korrespondierenden Winkels übernehmen.

Angenommen ich möchte den Dämpfungswert für 60° übernehmen, dann mache ich den Doppelklick zur Datenübernahme in der Spalte Dämpfung im Feld 50-60°.

### Beispiel: 50-60° = 1,79dB

Dieser Wert erscheint augenblicklich im Feld „Winkeldämpfung“ im Hauptprogramm und die Sicherheitsabstände sind automatisch mit diesem Wert berechnet worden.

Unser Hauptfenster sollte nun so aussehen:

EMVU Sicherheitsabstand: user.dat			
Berechnung Sicherheitsabstand			
AFu-Band [MHz]	28		
Sendeleistung PEP [W]	100		
Antennengewinn [dBi]	9.15		
Verluste zwischen Sender und Antenne [dB]	1.19		
Winkeldämpfung [dB]	1.79		
© DF3XZ UKW-Referat Hamburg			
Datenausgabe			
	ohne HSM	HSM VDE	HSM 306
Berechnung für f [MHz]	28,00	29,70	29,70
Erforderlicher Sicherheitsabstand [m]	4.05	15.09	40.34
Grenzwert der Ersatzfeldstärke Eg [V/m]	27.50	7.38	2.76
Spitzenspannung Uss [V]		0.53	0.28
Strahlungsleistung EIRP [W]	625.17	=	
Nahfeld bis [m]	1.70		
Fernfeld ab [m]	42.83	Kopieren in Spalte B	

Mit einem Klick auf die Taste „Kopieren in Spalte A“ kann ich dies Berechnung in das Datenblatt übernehmen, auch wenn es gar nicht sichtbar ist.

# Eingabe im Datenblatt

## Datenblatt öffnen

Im Menü „Antrag stellen“ öffnet ein Klick auf „Datenblatt ausfüllen“ das Datenblatt. In Spalte A sind bereits alle Angaben enthalten, die wir in unserem Beispiel bisher eingegeben und berechnet haben.

	A	B	C	D
1 Montagehöhe ü. Grund [m]				
2 Hauptstrahlrichtung [Grad]				
3 Amateurfunkband [MHz]	28			
4 Antennenart				
5 vorgesehene Sendart				
6 Sendeleistung [W]	100			
7 Kabelverluste [dB]	1.190			
8 Antennengewinn [dBi]	9.15			
8a Winkeldämpfung [dB]	1.790			
9 Sicherheitsabstand 6.1	4.05			
10 Abstand HSM Vfg 306/97	40.34			
11 Abstand HSM VDE 0848/3-1	15.09			

Option in aktueller Spalte  
☒ Optionen berücksichtigen Faktor für Sendart: 1.00

## Ergänzen der teilweise ausgefüllten Spalte A

Beim Klick mit dem Cursor in das Feld „Montagehöhe über Grund“ färbt sich der Spaltenkopf „A“ grün. Das signalisiert, daß alle weiteren Eingaben und Berechnungen sich auf diese Spalte beziehen. Alle Felder die nicht berechnet werden können, füllen wir nun im Datenblatt aus.

Das sind:

Montagehöhe über Grund [m]	18
Hauptstrahlrichtung [Grad] (ND = rundstahlend)	ND
Antennenart	Yagi
Vorgesehene Sendart	alle

An den berechneten Werten ändert sich dadurch nichts.

## Ausfüllen der Spalte B

Bisher haben wir anhand des Beispiels gesehen, wie die Berechnung für 28 MHz im Hauptprogramm im Zusammenwirken mit den Optionen durchgeführt und durch den Befehl „Kopieren in Spalte A“ in das Datenblatt übernommen wurde.

Nun wollen wir die Spalte B komplett im Datenblatt ausfüllen:

Beim Klick in das Feld „Montagehöhe über Grund“ wird nun Spalte B grün als aktiv markiert, so daß sich alle Berechnungen auf diese Spalte beziehen.

### Montagehöhe über Grund [m] 13

#### Hauptstrahlrichtung [°] (ND = rundstahlend) ND

#### Amateurfunkband 144

(Nun öffnet sich eventuell ein großes Hinweisfenster, das darauf aufmerksam macht, daß für die eingegebene Frequenz noch keine Störschwellen für Berechnung mit HSM nach VDE 0848 Teil 3-1 definiert wurden etc. Wenn man in Zukunft bei jeder Frequenz auf die das zutrifft diese Fenster erneut sehen möchte, schließt man das Fenster mit „ja“, ansonsten mit „nein“.)

#### Antennenart Yagi

#### Vorgesehene Sendeart alle

(ich kann die Sendeart direkt im Datenblatt eintragen, CW, SSB etc oder alle, oder den Optionendialog bemühen und dort als Modulationsart „alle“ wählen.)

#### Sendeleistung [W] 160

#### Kabelverluste [dB] 1,51

(Ich bemühe im Optionenmenü den Dialog „Kabel“ und wähle **H2000**, Länge **15m** und zusätzliche Dämpfung durch Stecker etc. **0,8dB**. Dadurch erhalte ich als **Dämpfung 1,51dB**.)

#### Antennengewinn [dBi] 12,35

(Über das Optionenmenü „Antennen“ wähle ich meine Antenne, Flexa FX213)

Werden Daten aus dem Optionendialog nicht ins Datenblatt übernommen kann das zwei Gründe haben:

1) Im Datenblatt links unten fehlt das Kreuz in der Optionsbox „Optionen berücksichtigen“ oder

2) Im Datenblatt ist die Spalte nicht mehr aktiv, weil man eventuell inzwischen in einem anderen Fenster gearbeitet hat. Ein Klick an beliebiger Stelle in der gewünschten Spalte macht diese wieder aktiv (grüner Spaltenkopf), so daß sich die Daten übernehmen lassen.

Ein Klick auf den Spaltenkopf B mit der linken Maustaste berechnet zur Info als Zwischenergebnis nun diese Spalte und ich erhalte einen Sicherheitsabstand von 8,78m für Personenschutz ohne HSM ausgewiesen. Die Berechnung mit Herzschrittmacherwerten endet zur Zeit bei 50 MHz, deshalb bleiben die Felder HSM 306 und HSM VDE leer.

Nun fehlt noch die Winkeldämpfung. Dazu lade ich im Optionenmenü „Datei“ „Daten laden“ die Winkeldatei „h-FX213.ang“. Wer aufgepaßt hat weiß nun, daß diese Antenne vertikal montiert sein muß. Ein Klick auf die „=“ Taste berechnet die Dämpfungswerte und ich übernehme den Wert bei 50-60°, also **22dB**.

Der obligatorische Klick auf den Spaltenkopf B mit der linken Maustaste berechnet nun diese Spalte und zeigt mir für 50-60° im Datenblatt in Zeile 6 (Sicherheitsabstand 6.1) einen Sicherheitsabstand von 70cm.

Die aktive Spalte läßt sich nun für weitere Berechnungen mit ähnlichen Daten durch einfachen Klick auf den Menüpunkt „Spalte kopieren“ auch mehrfach in freie Spalten duplizieren. Dort kann dann z.B. mit einer anderen Frequenz neu berechnet werden. Die Kabeldämpfung wird automatisch neu berechnet. Wenn die Antenne auch für die neue Frequenz geeignet ist, genügt ein Klick auf „Antenne nehmen“, sonst muß eine andere Antenne gewählt werden.

# Erforderliche Unterlagen für die Selbsterklärung

- Angaben zur Gewährleistung des Personenschutzes (Vfg 306/97 Anlage 5 Blatt 1)
- Plausibilitätsprüfung - Datenblatt (Vfg 306/97 Anlage 5 Blatt 2)
- Antennendiagramm(e) oder -Beschreibungen mit Gewinnangabe
- Blockschaltbild der AFu Anlage. (zweifach)
- Bauzeichnung ggf. Lageskizze mit Bemaßung (Seitenansicht und Draufsicht).  
In die Lageskizze sind die Bereiche, an denen mit einem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen gerechnet werden muß, einzuzeichnen. (zweifach)
- Lageplan (Kartenausschnitt oder Ausschnitt aus Bebauungs- oder Flächennutzungsplan) (zweifach)
- Eventuell ein Meßprotokoll

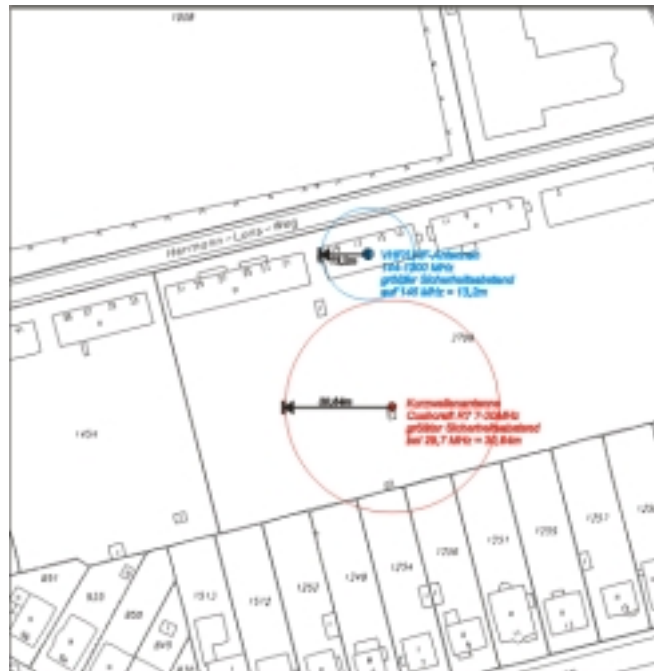
Den Ausschnitt aus Bebauungs- oder Flächennutzungsplan besorgt man sich beim Einwohnermeldeamt (Katasteramt). In Hamburg: Amt für Geo Information und Vermessung

Bauzeichnung und Blockschaltbild der Afu-Anlage müssen in Eigenleistung erstellt werden.

Lageplan (Kartenausschnitt oder Ausschnitt aus Bebauungs- oder Flächennutzungsplan) sind wegen des viel zu großen Maßstabes und der Vielfarbigkeit für die eigenverantwortliche Selbsterklärung kaum sinnvoll. Die Pläne sind auf dicke große Holzplatten aufgemalt, bzw aufgezo-gen und bei der Baubehörde einsehbar. Kopien gibt es davon nicht.

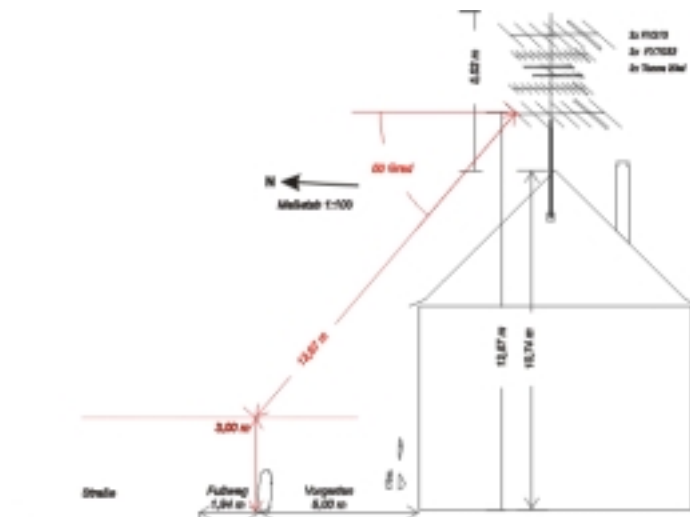


# Lageplan



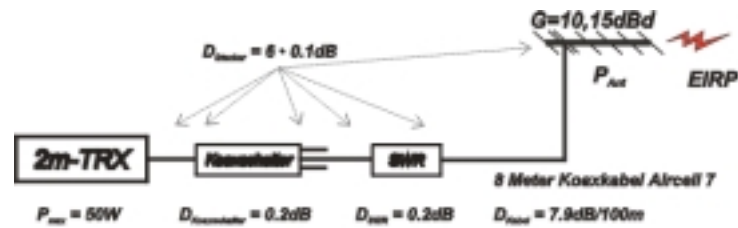
Der Lageplan zeigt die Antennenanlage aus der Vogelperspektive. Die Antennen sind eingezeichnet mit dem Radius des größten einzuhaltenden Sicherheitsabstandes. Die Kurzwellenantenne, eine 5-Band Vertikal im Zentrum des roten Kreises mit dem Sicherheitsabstand für das 10m-Band.

## Seitenansicht Antennenanlage VHF / UHF



Diese maßstabsgerechte Zeichnung zeigt die Antennenanlage mit Haus und Straße in Seitenansicht. Eingezeichnet ist der Winkel von  $50^\circ$ , der die nächstmögliche Entfernung vom öffentlichen Fußweg (in 3m Höhe) zur Antenne darstellt. Dieser Winkel wird gebildet durch die gedachte horizontale Verlängerung des Antennenbooms in Strahlungsrichtung und dem Schnittpunkt der nächstmöglichen Entfernung einer Person auf dem öffentlichen Fußweg in 3m Höhe. Der Sicherheitsabstand beträgt in diesem Beispiel 12,67m.

# Blockschaltbild



$$D_{\text{Gesamt}} = D_{\text{Koaxschalter}} + D_{\text{SWR}} + D_{\text{alle Stecker}} + D_{\text{alle Koaxkabel}}$$

Das Blockschaltbild zeigt übersichtlich die Konzeption der Anlage. Angegeben sind :

- Senderausgangsleistung
- Kabeldämpfung (Kabeltyp und –Länge)
- Verluste zwischen Senderausgang und Antenneneingang (Stecker, Koaxschalter, SWR-Meter)
- Antenne mit Gewinnangabe

# Termine und Fristen

---

## AFuG und Vfg 306/97

Bei Errichtung der Amateurfunkstelle nach dem 27. Juni 1997 ist die eigenverantwortliche Selbsterklärung, bzw. behördliche Standortbescheinigung **vor Betriebsaufnahme** an die RegTP zu schicken.

Eine Übergangsregelung gilt für bereits vor dem 27. Juni 1997 errichtete Amateurfunkstellen. Die haben für die Abgabe der Berechnungsunterlagen eine Frist bis zum 21. Januar 2000.

Die Hamburger Baufreistellungsverordnung verlangt seit 1.1.1995 eine Baugenehmigung für Antennenanlagen mit einer Masthöhe größer 10m. Unabhängig von der Antennenhöhe ist in jedem Fall eine Baugenehmigung für die Antennenanlage zu beantragen, wenn die Strahlungsleistung 10W EIRP überschreitet.

**Der Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern ist schon heute von jedem Funkamateurler uneingeschränkt zu gewährleisten**

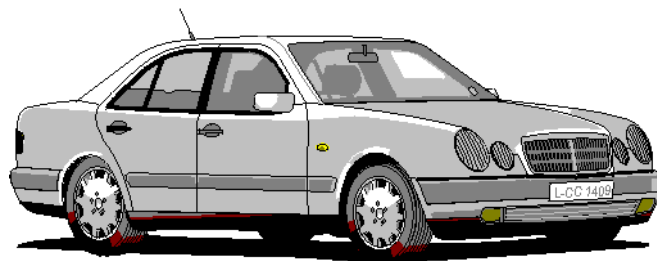
---

## Einbau und Betrieb von AFu-Anlagen im Kfz

Für Fahrzeuge der Klasse M, N und O (PKW, LKW, Anhänger), die nach dem 1. Januar 1996 ihre Typzulassung erhalten haben, ist für den Einbau von Funkgeräten die Genehmigung des Fahrzeugherstellers erforderlich.

Das ist nicht das Datum der Erstzulassung des Fahrzeugs!

Der Termin der Typzulassung liegt vor dem Termin der Erstzulassung.



# Ein wenig Theorie

---

## Berechnung der EIRP:

Zentrale Größe bei der Berechnung des Sicherheitsabstandes ist die äquivalente isotrope Strahlungsleistung (equivalent isotropic radiated power, kurz: EIRP), die es zu ermitteln gilt. Dabei handelt es sich um die Leistung, die man in einen gedachten isotropen Strahler einspeisen müßte, damit dieser in einer gewissen Winkelrichtung dieselbe Feldstärke erzeugt, wie eine tatsächliche (reale) Antenne, in die eine Antenneneingangsleistung  $P_{\text{ant}}$  eingespeißt wird. Dabei ist ein isotroper Strahler eine theoretische Antenne, die in alle Raumrichtungen gleichmäßig (isotrop) abstrahlt und als unendlich klein angenommen wird. Dieser Strahler ist bei den später besprochenen Berechnungen sehr praktisch, dient aber vor allem als Bezugsnormale beim Vergleich von Antennen, insbesondere ihres Gewinns. Zur Messung des Antennengewinns stellt man z.B. den isotropen Strahler und die zu messende Antenne nebeneinander in ausreichendem Abstand von der Meßantenne auf, und speist beide abwechselnd mit der gleichen Leistung. Der Faktor, um den die reale Antenne besser ist, wird als Gewinn bezeichnet und in Gewinn über isotropem Strahler in dBi ausgedrückt. Dadurch, daß man annimmt, der isotrope Strahler sei beliebig klein, entsteht kein Nahfeld und kann so die Betrachtung von Nahfeldeffekten umgehen, deren Berechnung ungleich komplizierter (wenn überhaupt möglich) ist. Seitens der RegTP wurde signalisiert, daß Berechnungen unter Fernfeldnäherung als hinreichend auszusehen sind.

Zur Ermittlung der EIRP einer realen Antenne in Hauptstrahlrichtung multipliziert man die eingespeiste Antenneneingangsleistung mit dem Gewinnfaktor der Antenne.

$$EIRP = G \cdot P_{\text{Ant}}$$

Der Gewinn von Antennen wird normalerweise in Gewinn über isotropem Strahler ( $G_{\text{dBi}}$ ) in dBi angegeben. Sollte dies nicht der Fall sein kann man ihn bei Angabe des Gewinns über Dipol ( $G_{\text{dBd}}$ ) einfach errechnen, indem man 2,15 dB addiert, der dem Gewinn des einfachen Halbwellendipols über isotropem Strahler entspricht. Letztlich wird der Gewinn als Zahlenfaktor  $G$  benötigt, der berechnet oder aus der Tabelle Umrechnung von Leistungsverhältnissen ausgelesen werden kann. Dazu sucht man in der Tabelle den entsprechenden Gewinn in dBi auf und ließt den Gewinnfaktor rechts daneben ab. So ist die EIRP bei einer Antenneneingangsleistung von 100 W und einer Antenne mit einem Gewinn von 6 dBi ( $G=3,981 \approx 4$ ) also ca. 400 W.

---

## Berücksichtigung der Antennenzuleitung:

Abgestrahlt werden kann nur die Antenneneingangsleistung, also die, die abzüglich der Verluste zwischen Senderausgang und Antenneneingang, an der Antenne ankommt. Die Dämpfungen des Antennenkabels und der in die Antennenzuleitung eingeschleiften Komponenten (Antennenumschalter, SWR-Meter, Vorverstärker usw.) müssen ermittelt und in die Rechnung mit einbezogen werden. Meist sind die Verluste von den Herstellern angegeben

(oder lassen sich dort erfragen) und müssen nur addiert werden. Die Kabeldämpfung wird dabei bezogen auf 100 m angegeben und muß entsprechend der tatsächlichen Länge mittels

$$D_{Kabel} [dB] = \frac{L_{Kabel} [m] \cdot d_{Kabel} [dB / 100m]}{100}$$

$D_{Kabel}$ : Kabeldämpfung

$L_{Kabel}$ : Kabellänge

$d_{Kabel}$ : Kabeldämpfung für 100m

errechnet werden. Letztlich wird die Summe aller in der Antennenzuleitung  $D_{dB}$  befindlichen Komponenten in den Dämpfungsfaktor  $D$  umgewandelt. Dabei kann wieder die Tabelle 2 helfen, in der man mit dem negativen Wert der Gesamtdämpfung in die Tabelle eingeht und den Zahlenfaktor rechts daneben abliest. Die Antenneneingangsleistung ergibt sich dann durch Multiplikation dieses Faktors mit der Senderausgangsleistung.

$$P_{Ant} = D \cdot P$$

$P$ : Senderausgangsleistung

$D$ : Dämpfungsfaktor

Bei Verwendung von 25 m Koaxkabel (RG213) und einer Betriebsfrequenz von 144MHz ergibt sich eine Kabeldämpfung von 2,34 dB, und somit bei einer Durchgangsdämpfung eines eingeschleiften SWR-Meter mit einer Dämpfung von 0,2dB zunächst eine Gesamtdämpfung von 2,54 dB und schließlich ein Dämpfungsfaktor  $D=0,550$ . Bei einer Senderausgangsleistung von 100 W beträgt die Antenneneingangsleistung dann nur noch 55 W.

## Berücksichtigung der Betriebsarten:

Bei der Errechnung der Sicherheitsabstände für den Personenschutz darf die Betriebsart Berücksichtigung finden, da die Grenzwerte sich auf über 6-Minuten-Intervalle quadratisch gemittelte Feldstärken beziehen. Dies bedeutet mit vereinfacht anderen Worten, daß die durchschnittliche Ausgangsleistung des Senders zur Berechnung verwendet werden kann. Demzufolge wird die maximale Ausgangsleistung mit einem Faktor multipliziert, der je nach Betriebsart variiert. Da die Vfg. selbst keine Faktoren für die Betriebsarten vorschlägt, empfehlen wir die Verwendung der Faktoren, die sich an den Richtlinien der FCC (Fernmeldebehörde der USA) für Funkamateure orientieren.

Betriebsart	$C_{mode}$
SSB	0.2
SSB (mit Sprachprozessor)	0.5
CW	0.4
(A)FSK, RTTY, SSTV	1.0
Abstimmen	1.0
FM	1.0
AM (Modulationsgrad 50%)	0.5
AM (Modulationsgrad 100%)	0.3

ATV (AM, mit Bildinhalt)	0.6
ATV (AM, Schwarzbild)	0.8
ATV (FM)	1.0

Das 6-Minuten-Intervall bedeutet aber auch, daß wenn ein Durchgang (Aussendung) innerhalb dieses Intervalls nicht länger als 3 Minuten ist, und während der folgenden 3 Minuten keine weitere Aussendung mehr folgt, ein weiterer Faktor  $C_{min}$  0,5 Berücksichtigung finden kann. Der Funkamateurlist ist dann an die in seiner Selbsterklärung zum Ausdruck kommende Betriebsweise für den Bereich, für den er sie angibt natürlich gebunden.

Die durchschnittliche Ausgangsleistung  $P$  errechnet sich dann aus der maximalen Ausgangsleistung  $P_{max}$  mittels

$$P = C_{mode} * C_{3min} * P_{max}$$

mit  $C_{3min} = 0.5$  für 3-Minuten-Aussendungen

$C_{3min} = 1,0$  für normalen Betrieb

und kann dann bei der Berechnung der Sicherheitsabstände für den Personenschutz weiter verwendet werden. Eine Berücksichtigung der Betriebsart und des 6-Minuten-Intervalls kann bei Errechnung der Sicherheitsabstände für Herzschrittmacherträger jedoch nicht stattfinden, da eine Störung von Herzschrittmachern auch bei kurzzeitigem Erreichen der maximalen Ausgangsleistung und den dadurch an den Elektroden des Herzschrittmachers hervorgerufenen maximalen Spannungsspitzen auftritt.

---

## Bestimmung der Sicherheitsabstände:

Um den Sicherheitsabstand zu bestimmen benötigt man im Prinzip nur die Formel

$$d[m] = \frac{\sqrt{30 \cdot EIRP[W]}}{E_{Grenz}[V / m]}$$

in die man die äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP) und den Grenzwert für die elektrische Feldstärke  $E_{Grenz}$  einsetzt. Letztere kann der Tabelle für jedes Band entnommen werden. Die Tabelle zeigt dabei 3 Spalten die elektrischen Grenzfeldstärken für den Personenschutz  $E_{ps}$ , die Herzschrittmachergrenzwerte  $E_{HSM\ alt}$  und die Herzschrittmachergrenzwerte  $E_{HSM\ neu}$ . Die Tabellenwerte sind dabei so errechnet, daß jeweils der kritischste Wert innerhalb jedes Bandes angegeben ist.

# Umrechnung von Leistungsverhältnissen

Die folgende Tabelle zeigt die Umrechnung von Leistungsverhältnissen in logarithmischer Darstellung (dB) in die entsprechenden Faktoren gemäß

$$a = 10^{\frac{\text{Gewinn(dB)}}{10}} \quad \text{bzw.} \quad a[\text{dB}] = 10 \cdot \log(a)$$

Benutzt man sie für dämpfende Größen (Kabeldämpfung etc.) ist der entsprechende negative Wert aufzusuchen.

dB	Faktor	dB	Faktor	dB	Faktor	dB	Faktor
-10,0 =	0,100	-5,0 =	0,316	0,0 =	1,000	5,0 =	3,162
-9,8 =	0,105	-4,8 =	0,331	0,2 =	1,047	5,2 =	3,311
-9,6 =	0,110	-4,6 =	0,347	0,4 =	1,096	5,4 =	3,467
-9,4 =	0,115	-4,4 =	0,363	0,6 =	1,148	5,6 =	3,631
-9,2 =	0,120	-4,2 =	0,380	0,8 =	1,202	5,8 =	3,802
-9,0 =	0,126	-4,0 =	0,398	1,0 =	1,259	6,0 =	3,981
-8,8 =	0,132	-3,8 =	0,417	1,2 =	1,318	6,2 =	4,169
-8,6 =	0,138	-3,6 =	0,437	1,4 =	1,380	6,4 =	4,365
-8,4 =	0,145	-3,4 =	0,457	1,6 =	1,445	6,6 =	4,571
-8,2 =	0,151	-3,2 =	0,479	1,8 =	1,514	6,8 =	4,786
-8,0 =	0,158	-3,0 =	0,501	2,0 =	1,585	7,0 =	5,012
-7,8 =	0,166	-2,8 =	0,525	2,2 =	1,660	7,2 =	5,248
-7,6 =	0,174	-2,6 =	0,550	2,4 =	1,738	7,4 =	5,495
-7,4 =	0,182	-2,4 =	0,575	2,6 =	1,820	7,6 =	5,754
-7,2 =	0,191	-2,2 =	0,603	2,8 =	1,905	7,8 =	6,026
-7,0 =	0,200	-2,0 =	0,631	3,0 =	1,995	8,0 =	6,310
-6,8 =	0,209	-1,8 =	0,661	3,2 =	2,089	8,2 =	6,607
-6,6 =	0,219	-1,6 =	0,692	3,4 =	2,188	8,4 =	6,918
-6,4 =	0,229	-1,4 =	0,724	3,6 =	2,291	8,6 =	7,244
-6,2 =	0,240	-1,2 =	0,759	3,8 =	2,399	8,8 =	7,586
-6,0 =	0,251	-1,0 =	0,794	4,0 =	2,512	9,0 =	7,943
-5,8 =	0,263	-0,8 =	0,832	4,2 =	2,630	9,2 =	8,318
-5,6 =	0,275	-0,6 =	0,871	4,4 =	2,754	9,4 =	8,710
-5,4 =	0,288	-0,4 =	0,912	4,6 =	2,884	9,6 =	9,120
-5,2 =	0,302	-0,2 =	0,955	4,8 =	3,020	9,8 =	9,550

dB	Faktor
-30,0 =	0,001
-20,0 =	0,010
-10,0 =	0,100
0,0 =	1,000
10,0 =	10,000
20,0 =	100,000
30,0 =	1000,000

Man sucht bei gegebenem dB-Wert diesen in der Tabelle auf und liest den entsprechenden Zahlenfaktor aus. Findet man den Wert nicht sofort in der Tabelle, wie das z.B. bei 11.2 dB der Fall ist, so spaltet man den Wert in 10 dB und 1.2 dB auf, und multipliziert die entsprechenden Faktoren, die man bei diesen Werten aus der Tabelle ausgelesen hat einfach. Zwischenwerte können gerundet oder interpoliert werden.

$$11.2dB \rightarrow \left\{ \frac{10dB}{1.2dB} \xrightarrow{\text{Tabelle}} \frac{10}{1.318} \right\} \rightarrow 10 \cdot 1,318 = 13,18$$

---

## Nah- und Fernfeld (von DL2CH)

Amateurfunkantennen sind in der Regel resonanzfähige Gebilde. Analog zu einem Schwingkreis pendelt in ihnen die Energie zwischen Stromfluß im Mittelteil der Antenne und Spannung an den Enden hin und her. Der Stromfluß erzeugt ein magnetisches, die Spannung an den Enden ein elektrisches Feld, deren Stärke im Rhythmus der Dipolschwingung schwankt. Beim Anwachsen des Stromes bzw. der Spannung pumpt die Antenne Energie ins Feld, die beim Absinken zum großen Teil in die Antenne zurückfließt.

Das Zurückfließen der Feldenergie funktioniert natürlich nur so lange, wie das Feld noch halbwegs in Phase mit der Antennenschwingung ist. Dies trifft bis zu einer gewissen Entfernung von der Antenne zu. Ein Teil der Felder, der sich weit von der Antenne entfernt hat, kann nicht mehr in die Antenne zurückkehren und läuft mit Lichtgeschwindigkeit von der Antenne weg, wird also abgestrahlt.

Wir unterscheiden in der Umgebung einer Antenne daher

den Nahfeldbereich, in dem das elektrische Feld E und das magnetische Feld H je nach Typ der Antenne (elektrisch oder magnetisch) voneinander unabhängige Werte haben. Die Felder sind hier vergleichsweise stark, da in ihnen die in der Antenne hin und her pendelnde Energie steckt.

den Fernfeldbereich, in dem sich die Felder von der Antenne bereits abgelöst haben, und ihre Stärke durch die Wellenwiderstand im Freiraum  $Z_0$  miteinander verknüpft sind.  $Z_0$  ist kein real vorhandener Widerstand, sondern der Quotient  $E/H$ . Dies entspricht genau der Bedeutung des Wellenwiderstandes  $Z$  eines Koaxkabels als Quotient aus Spannung und Strom. Der Wellenwiderstand des Freiraums hat den Zahlenwert  $Z_0 = 120 \cdot \pi \Omega = 377 \Omega$ . Völlig analog zum Ohmschen Gesetz sind die Felder im Fernfeldbereich durch folgende Beziehungen miteinander verknüpft:

$$\text{Felder } E, H: Z_0 = \frac{E}{H}$$

$$\text{Ohmsches Gesetz } U, I, R: R = \frac{U}{I}$$

In der professionellen Technik wird die Grenze zwischen Nah- und Fernfeld bei

$$r = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi} = 0,159 \cdot \lambda$$

angenommen. Natürlich ist das kein abrupter, sondern vielmehr gleitender Übergang. Ein elektrisches bzw. magnetisches Feld, das sich von der Antenne bis zu dieser Grenze ausdehnt, hat nach dem Zurücklaufen zur Antenne eine Strecke von  $\lambda/\pi$  zurückgelegt und liegt in der Phase um  $115^\circ$  zurück. Es kann nur noch wenig Energie in die Antenne zurückliefern.



# Nahfeldsituation Aufklärung




Nahfeld:  $\lambda/2\pi$  oder  $0,159 \lambda$   
Fernfeld:  $4 \lambda$

Wie sich herauskristallisiert hat, fordern einige RegTP-Außenstellen eine Bestimmung der Feldstärkewerte auf meßtechnischer Basis oder durch Nahfeldsimulation (z. B. NEC 2) dann, wenn Orte, an denen Grenzwerte eingehalten werden müssen, weniger als  $\lambda/2\pi$  (Nahfeld) von der Antenne entfernt liegen.

Wenn der Weg des Messens eingeschlagen werden soll, kann sich jedes Mitglied des DARC e. V. über seinen EMV-Beauftragten im Distrikt Zugriff auf ein Meßgerät verschaffen. Geräte können unter Umständen auch direkt bei der Technischen Verbandsbetreuung in der Geschäftsstelle des DARC e.V. in Baunatal (Tel. 0561/9498824) angefordert werden.

Das Simulieren der Feldstärken im Nahfeld ist schwer und erfordert viel Einarbeitungszeit. Wer sich trotzdem darin versuchen möchte, findet im Internet z.B. auf <http://www.qsl.net/wb6tpu/swindex.html> den NEC 2-Code zum kostenlosen Download. Ein einfacher zu bedienendes Programm, daß aber nicht mehr kostenlos ist, hat Roy Lewallen, W7EL, geschrieben. Infos dazu unter <http://www.teleport.com/~w7el>.

Der DARC e.V. ist weiterhin bemüht auch ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Feldstärke im Nahfeld zu entwickeln und mit der RegTP abzustimmen. Dieses könnte dann in Watt eingearbeitet werden, jedoch sind dazu noch viele Schritte notwendig und eine wissenschaftliche Studie steht noch aus. Es wird mit einer Anwendung nicht vor Anfang 2000 gerechnet.

EMVU Sicherheitsabstand: user.dat			
Datei Optionen Antrag stellen Tips Hilfe			
Berechnung Sicherheitsabstand			
AFu-Band [MHz]	7		
Sendeleistung PEP [W]	100		
Antennengewinn [dBi]	3		
Verluste zwischen Sender und Antenne [dB]	0.78		
Winkeldämpfung [dB]	0		
			
© DF3XZ UKW-Referat Hamburg			
Datenausgabe			
	ohne HSM	HSM VDE	HSM 306
Berechnung für f [MHz]	7,10	7,10	7,10
Erforderlicher Sicherheitsabstand [m]	2.17	3.21	7.58
Grenzwert der Ersatzfeldstärke Eg [V/m]	32.65	22.03	9.34
Spitzenspannung Uss [V]		0.89	0.23
Strahlungsleistung EIRP [W]	166.72	=	
Nahfeld bis [m]	6.82		
Fernfeld ab [m]	171.31	Kopieren in Spalte C	

Programmfenster mit Nahfeldhinweis

Die Nahfeldgrenze ( $\lambda/2\pi$ ) liegt in diesem 7 MHz Beispiel bei 6,82m. Berechnete Sicherheitsabstände innerhalb dieser Entfernung werden violett markiert, um auf eine eventuell notwendige Nahfeldbetrachtung hinzuweisen.

---

## Liste der EMVU-Beauftragten der Distrikte

DOK	Vorname	Name	Call	Tel. priv.
A19	Fridhelm	Reddig	DF1IC	07263/4591
B25	Bernhard	Arndt	DF4NR	0911/5980541
C01	Harald	Wickenhäuser	DK1OP	08121/46186
D26	Jürgen	Moths	DL7UJM	030/9866272
E02	Georg-Albert	Schmidt	DG2HA	040/895196
F42	Gunter	Jost	DK7WJ	06151/715279
G17	Ulfried	Ueberschar	DJ6AN	02205/2057
H24	Klaus	Stamm	DL6CY	05361/48701
I14	Hartmut	Klein	DJ9OD	0421/641643
K17	Christoph	Bothe	DL4YCZ	06232/290002
L15	Hans Jörg	Unglaub	DL4EBK	0208/481886
M09	Heinz	Trochermann	DL1LB	04321/418775
N43	Jürgen	Schimmel	DF7YT	05223/878277
O54	Detlef	Wenske	DB1BU	0231/7214206
P14	Utz	Kehrer	DF2SU	0731/77315
Q07	Manfred	Müller	DL4VAI	06858/1212
R08	Horst	Horn	DF4KK	02171/44758
S30	Wolfgang	Thamm	DL6YRA	034297/45813
T15	Siegfried	Mensch	DF9TU	07303/42185
U12	Franz	Meindl	DL9PO	08721/8633
V02	Eberhard	Kammrath	DL3CV	0381/82662
W10	Günter	Greinert	DL3MGD	0391/615059
X35	Gerhard	Wilhelm	DL2AVK	03674/722768
Y17	Manfred	Finke	DL2BWG	03342/7118
Z30	Hans-Jürgen	Kempe	DK9OS	0821/2190141

*Stand Mai 1999*

# Tabellen und Formeln

---

## Rechenbeispiel

### Dämpfung des Speisekabels

Die Kabeldämpfung je 100m  $a_0$  kann den Herstellertabellen entnommen werden. Für im Amateurfunk gebräuchliche Kabel enthält das Programm bereits Daten und kann die Dämpfung dieser Kabel im Bereich 1MHz bis 5GHz berechnen.

Die Dämpfung des Speisekabels  $a_{Kabel}$  berechnet sich nach folgender Formel:

$$a_{Kabel} = \frac{a_0[dB]/100m}{100} \cdot Kabellänge(m) = \frac{4,27}{100} \cdot 8 = 0,334dB$$

Dämpfung für 8m AirCom plus auf 144MHz.  $a_0 = 4,27$  dB je 100m.

### Zusätzliche Verluste zwischen Sender und Antenne

Zu diesen Verlusten zählen Dämpfung durch Steckverbinder, Wattmeter, Anpaßgeräte, Koaxschalter etc.

Senderausgangsleistung  $P = 50W$

$$a_{Koaxschalter} = 0,2dB$$

$$a_{SWR} = 0,2dB$$

$$a_{alle\ Stecker} = 0,6dB$$

$$a_{Koaxkabel} = 4,27dB/100m = 0,334dB \text{ für 8m Aircom Plus}$$

$$a_{Gesamt} = a_{Koaxschalter} + a_{SWR} + a_{alle\ Stecker} + a_{Kabel}$$

$$a_{Gesamt} = 0,2 + 0,2 + 0,6 + 0,334 = 1,334$$

### Antennengewinn

Für die Berechnung des Sicherheitsabstandes wird der Antennengewinnfaktor  $G_i$  benötigt, um die Antenneneingangsleistung und schließlich die effektive Strahlungsleistung berechnen zu können. Gewinnangaben von Antennen liegen jedoch meist in dBd (Gewinn über Dipol) oder dBi (Gewinn über Isotrop) vor.

Beispiel Yagi-Antenne mit 10,15dBd

Zunächst wird die Gewinnangabe über Dipol umgerechnet in Gewinn über Isotrop, indem zur Angabe über Dipol 2,15 dB addiert werden:

$$g_i = g_d + 2,1dB = 10,15dB + 2,15dB = 12,3dB_i$$

## Der Gewinnfaktor $G_i$ :

$$G_i = 10^{\left(\frac{\text{Antennengewinn } dBi}{10}\right)} = 10^{\left(\frac{12,3dBi}{10}\right)} = 16,98$$

## Die Leistung am Antenneneingang

wird benötigt, um die Strahlungsleistung berechnen zu können:

$$P_{\text{ant}} = \text{Sendeleistung [W]} - \text{Kabeldämpfung [dB]} = 50W - a_{\text{Gesamt}} (1,36dB)$$

$$P_{\text{Ant}} = 50 \text{ Watt} \cdot 10^{\left(\frac{-1,334dB}{10}\right)} = 36,776 \text{ Watt}$$

(Minuszeichen nicht vergessen, da es sich um Dämpfung handelt)

## Die Strahlungsleistung

ergibt sich dann aus dem Produkt der Leistung am Antenneneingang und dem Antennengewinnfaktor:

$$P_s = P_{\text{Ant}} \cdot G_i = 36,776 \text{ Watt} \cdot 16,98 = 624,456 \text{ Watt EIRP}$$

## Die Sicherheitsabstandsrechnung

bildet nun den krönenden Abschluß:

$E_g$  ist der Grenzwert der Ersatzfeldstärke. Für das 2m-Band 27,5 V/m (siehe Tabelle 1)

$$d_s = \sqrt{\frac{Z_0}{4 \cdot \pi}} \cdot \frac{\sqrt{P_s}}{E_g} \cdot C \quad \text{daraus ergibt sich}$$

$$d_s = \sqrt{30\Omega} \cdot \frac{\sqrt{624,456 \text{ Watt EIRP}}}{27,5} = 4,977\text{m}$$

Der Sicherheitsabstand für die Beispielrechnung beträgt also 4,96m. Herzschrittmacherwerte kommen hier noch nicht zum tragen, weil die Berechnung nach DIN VDE 0848 Teil 2 nur bis 50 MHz angewandt wird und in DIN VDE 0848 Teil 3-1 für die einzige amateurfunkspezifische Modulationsart „AM“ noch keine Störschwellen für Frequenzen oberhalb 100 MHz festgelegt sind. Zur Erinnerung: In Teil 3-1 sind Störschwellen (Uss-Werte) für folgende Modulationsarten definiert „Amplitudenmodulation, Fernsehmodulation und GSM-Modulation. Zur Anwendung der einzelnen Modulationsarten heißt es in Punkt A.2.4:

Bei anderen als den hier aufgeführten Modulationsarten ergeben sich abweichende Störschwellen. Wenn die Störschwellen der jeweiligen Modulationsart nicht bekannt sind, können diese Modulationsarten nach der nächst stärker störenden Modulationsart nach A.2.1 bis A.2.3 bewertet werden.

Hierbei kann es zu einer erheblichen Überschätzung einer möglichen Gefährdung des Schrittmacherträgers kommen. Dies gilt z.B. für die im UKW-Tonrundfunk verwendete Frequenzmodulation, die in der Studie [2] nicht untersucht wurde.

Da die Modulationsart „Amplitudenmodulation“ bereits die am stärksten störende Modulationsart in dieser Studie darstellt, und für den Frequenzbereich oberhalb 100 MHz für diese Modulation noch keine Werte festgelegt wurden, können für diese Frequenzen folglich auch noch keine HSM-Abstandswerte berechnet werden.

## Kabeldämpfung verschiedener Speisekabel

Kabel-Typ	Dämpfung in dB pro 100 m								
MHz	10	14	28	50	100	144	435	1296	2300
Aircom Plus	1,9			2,7	3,3	4,5	8,2	15,2	21,5
H2000 Flex®	1,1	1,4	2,0	2,7	3,9	4,8	8,5	15,7	21,8
H 100			2,0	2,8		4,9	8,8	16	22,4
H 500	1,3			2,9	4,1	5,6	9,3	16,8	24,1
RG 213 US100			2,4	3,2		5,9	10,1	21,1	
RG 213 U	2,2		3,1	4,4	6,2	7,9	14,8	27,5	41
Aircell 7		3,4	3,7	4,8	6,6	7,9	14,1	26,1	37,9
H 155			4,9	6,5	9,4	11,2	19,8	34,9	50
RG 58 CU	4,6	6,2	8,0	11	15,6	17,8	33,2	64,5	110
RG 55						16	29	52	
RG 223		6,1	7,9	11	15,4	17,6	30	57	85
RG 174	13		18		30	34	60	110	175
RG 142						15	28	49	72
H 43	1,2			2,5	3,7		8	14,8	
RG 11				4,6	6,9		17,5		
RG 59					11,5	15	25	49	72

ohne Gewähr

# Grenzwerttabelle Vfg 306/97

	Effektivwert der Feldstärke	
Frequenz f (MHz)	elektrische Feldstärke E (V/m)	magnetische Feldstärke H (A/m)
0,003 - 0,15	87	5
0,15 - 1	87	0,73/f
1 - 10	$87 / \sqrt{f}$	0,73/f

	Effektivwert der Feldstärke quadratisch gemittelt über 6-Minuten Intervalle	
Frequenz f (MHz)	elektrische Feldstärke E (V/m)	Magnetische Feldstärke H (A/m)
10 - 400	27,5	0,073
400 - 2000	$1,375 \sqrt{f}$	$0,0037 \sqrt{f}$
2000 - 300000	61	0,16

Diese obigen Tabellen enthalten keine Werte für Herzschrittmacher!

Feldstärkegrenzwerte nach Vfg. 306/97 und DIN VDE 0848, Teil 3-1  
(in Zusammenarbeit mit DL3OAP)

Band	$E_{ps}$ [V/m]	$E_{HSM}$ [V/m] alt	$E_{HSM}$ [V/m] 0848 3-1
160m	63,28	15,11	25,37
80m	44,63	10,43	30,56
40m	32,65	9,34	22,03
30m	27,50	8,70	12,33
20m	27,50	6,56	12,33
17m	27,50	5,40	12,33
15m	27,50	4,51	12,33
12m	27,50	3,59	9,92
10m	27,50	2,76	7,38
6m	27,50	1,17	2,93
2m	27,50		In Bearbeitung
70cm	28,51		In Bearbeitung
23cm	48,42		In Bearbeitung

Die in dieser Tabelle dargestellten Personenschutzgrenzwerte wurden nach Punkt 2 der Vfg. 306/97 mit den entsprechenden Korrekturen durch Vfg. 2/98 errechnet.

Die Herzschrittmachergrenzwerte **alt** wurden aus den Grenzwerten der Spitzenspannungen (Beeinflussungsschwellen) und den dazugehörigen Umrechnungsformeln aus der Entwurfsfassung DIN VDE 0848 Teil2 vom Oktober 1991 erstellt. Dabei ist zu beachten, daß mit HSM-Werten nur bis 50 MHz gerechnet wird. (Das Afu-Band beginnt bei 50,01 MHz).

Die Herzschrittmachergrenzwerte **0848 3-1** wurden aus den Grenzwerten der Spitzenspannungen (Beeinflussungsschwellen) und den dazugehörigen Umrechnungsformeln aus der DIN VDE 0848 Teil 3-1 vom Juni 1999 errechnet.

Dargestellt ist jeweils der niedrigste Grenzwert je Band für die Modulationsart AM.

## Beeinflussungsschwellen für Herzschrittmacher

### Entwurf DIN VDE 0848, Teil 2, (Oktober 1991)

Für gegenwärtig implantierte Herzschrittmacher wurden für die nachstehend genannten Frequenzen die aufgeführten Spannungswerte  $U_{ss}$  für amplitudenmodulierte Felder meßtechnisch ermittelt.

QRG MHz	1	2	5	10	20	50
$U_{ss}$ in V	0,067	0,10	0,15	0,30	0,34	0,20

Anmerkung: Bei nicht amplitudenmodulierten Feldern liegt die Beeinflussungsschwelle höher.

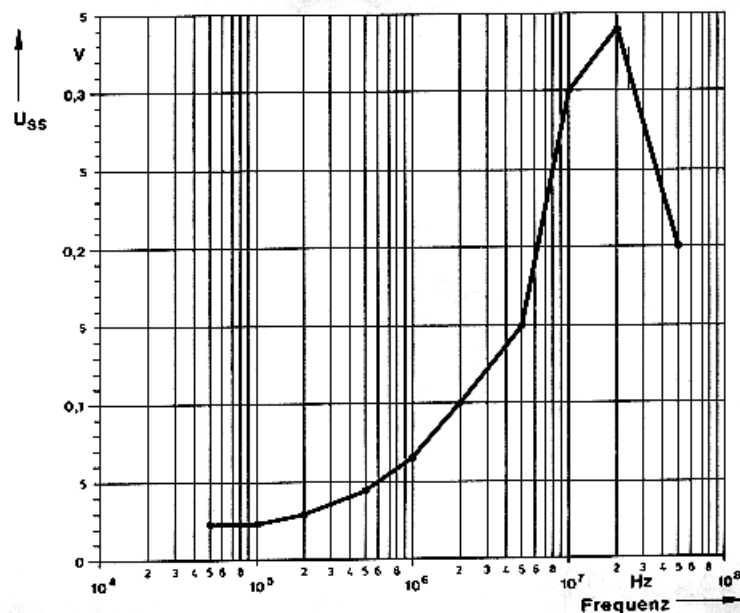


Bild 7: Beeinflussungsschwellen für Herzschrittmacher für  $50 \text{ kHz} < f < 50 \text{ MHz}$

**Anmerkung: Dieses Programm interpoliert die  $U_{ss}$ -Werte für nicht angegebene Frequenzen nach der Geradengleichung unter Berücksichtigung der logarithmischen Frequenzachse.**

Die Störfestigkeit zukünftiger Herzschrittmacher wird durch Vorgaben der zulässigen Spannungswerte  $U_{ss}$  voraussichtlich in einer in Vorbereitung befindlichen DIN EN-Norm geregelt werden.

Abgeleitete Grenzwerte

Die nachfolgend genannten Grenzwerte gelten unter Fernfeld Bedingungen im Frequenzbereich von 30 KHz bis 50 MHz ohne Anwesenheit von Personen.

Grenzwert für den Spitzenwert der elektrischen Ersatzfeldstärke:

$$\hat{E}_{HSM} = 415 \cdot 10^6 \cdot \frac{U_{ss}}{f} \text{ V/m}$$

f Frequenz in Hz

U<sub>ss</sub> Spitze-Spitze Spannung in Volt

## Entwurf DIN VDE 0848 Teil 3-1, Juli 1999

relevante Textauszüge aus dem Normenentwurf:

### 5.1.3.1 Frequenzbereich $0 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ MHz}$

Bei Frequenzen  $0 \text{ Hz} < f < 3 \text{ MHz}$  gilt bei gleichzeitigem Auftreten von elektrischer und magnetischer Feldstärke eine gemeinsame kombinierte Formel, um aus der Störschwelle  $U_{ss}$  die Paare zulässiger Spitzenwerte der Feldstärken  $\hat{E}$  und  $\hat{H}$  zu ermitteln.

$$\sqrt{\left(\frac{\hat{H}}{0,52 \text{ A/m}}\right)^2} + \left(\frac{\hat{E}}{520 \text{ V/m}}\right)^2 = \frac{U_{ss}}{1 \text{ V}} \cdot \frac{3 \text{ MHz}}{f}$$

Im Sonderfall, daß das Verhältnis  $Z = E/H$  der Feldstärken niedriger als im Fernfeld ( $Z_0 = 377 \text{ Ohm}$ ) ist, kann vereinfacht mit folgender Formel gerechnet werden:

$$\frac{\hat{H}}{0,48 \text{ A/m}} = \frac{U_{ss}}{1 \text{ V}} \cdot \frac{3 \text{ MHz}}{f}$$

### 5.1.3.2 Frequenzbereich $3 \text{ MHz} \leq f < 9,5 \text{ MHz}$

Bei Frequenzen  $3 \text{ MHz} \leq f < 9,5 \text{ MHz}$  gilt bei gleichzeitigem Auftreten von elektrischer und magnetischer Feldstärke eine gemeinsame kombinierte Formel, um aus der Störschwelle  $U_{ss}$  die Paare zulässiger Spitzenfeldstärken  $\hat{E}$  und  $\hat{H}$  zu ermitteln..

$$\sqrt{\left(\frac{\hat{H}}{0,52 \text{ A/m}}\right)^2} + \left(\frac{\hat{E}}{520 \text{ V/m}}\right)^2 = \frac{U_{ss}}{1 \text{ V}} \cdot \frac{3 \text{ MHz}}{f}$$

Dabei sind nur diejenigen Paare zulässig, bei welchen die Spitzenfeldstärken folgende Bedingungen einhalten:

$$\frac{\hat{H}}{0,52 \text{ A/m}} \leq \frac{U_{ss}}{1 \text{ V}} \cdot \left(\frac{3 \text{ MHz}}{f}\right)^2$$

$$\frac{\hat{E}}{520 \text{ V/m}} \leq \frac{U_{ss}}{1 \text{ V}} \cdot \left(\frac{3 \text{ MHz}}{f}\right)^{2,85}$$



### 5.1.3.3 Frequenzbereich $9,5 \text{ MHz} \leq f \leq 2,5 \text{ GHz}$

Bei Frequenzen  $9,5 \text{ MHz} \leq f \leq 2,5 \text{ GHz}$  errechnen sich die zulässigen maximalen elektrischen und magnetischen Spitzenfeldstärken  $\hat{E}$  und  $\hat{H}$  aus der Störschwelle  $U_{ss}$  zu

**$9,5 \text{ MHz} \leq f < 200 \text{ MHz}$ :**

$$\frac{\hat{H}}{1\text{A/m}} = 0,052 \cdot \frac{U_{ss}}{1\text{V}}$$

$$\frac{\hat{E}}{1\text{A/m}} = 19,6 \cdot \frac{U_{ss}}{1\text{V}}$$

**$200 \text{ MHz} \leq f < 400 \text{ MHz}$ :**

$$\frac{\hat{H}}{1\text{A/m}} = 0,052 \cdot \left( \frac{f}{200\text{MHz}} \right)^{2,94} \cdot \frac{U_{ss}}{1\text{V}}$$

$$\frac{\hat{E}}{1\text{A/m}} = 19,6 \cdot \left( \frac{f}{200\text{MHz}} \right)^{2,94} \cdot \frac{U_{ss}}{1\text{V}}$$

**$400 \text{ MHz} \leq f < 1,5 \text{ GHz}$ :**

$$\frac{\hat{H}}{1\text{A/m}} = 0,4 \cdot \frac{U_{ss}}{1\text{V}}$$

$$\frac{\hat{E}}{1\text{A/m}} = 150 \cdot \frac{U_{ss}}{1\text{V}}$$

**$1,5 \text{ GHz} \leq f \leq 2,5 \text{ GHz}$ :**

$$\frac{\hat{H}}{1\text{A/m}} = 0,4 \cdot \left( \frac{f}{1,5\text{GHz}} \right)^3 \cdot \frac{U_{ss}}{1\text{V}}$$

$$\frac{\hat{E}}{1\text{A/m}} = 150 \cdot \left( \frac{f}{1,5\text{GHz}} \right)^3 \cdot \frac{U_{ss}}{1\text{V}}$$

### 5.1.3.4 Frequenzbereich $2,5 \text{ GHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$

in Bearbeitung

*Aus der errechneten Spitzenfeldstärke wird anschließend die Störschwelle für die betreffende Modulationsart ermittelt.*

### Anhang A.2.1 Störschwellen bei Amplitudenmodulation

Die Störschwellen für das Ende des Normalbetriebs und für den Beginn des undefinierten Betriebs sind bei dem Testsignal für die Amplitudenmodulation des Tonrundfunks identisch. Das bedeutet, daß der Herzschrittmacher, sobald er das Störsignal überhaupt wahrnimmt, dieses unter ungünstigen Voraussetzungen auch als Herzeigenrhythmus fehlinterpretieren kann.

$30 \text{ KHz} \leq f < 630 \text{ KHz}$	$\frac{U_{ss}}{1V} = 0,059$
$630 \text{ KHz} \leq f < 790 \text{ KHz}$	$\frac{U_{ss}}{1V} = 0,059 \cdot \left( \frac{f}{630 \text{ KHz}} \right)^{1,29}$
$790 \text{ KHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$	$\frac{U_{ss}}{1V} = 0,079$
$1 \text{ MHz} \leq f < 1,3 \text{ MHz}$	$\frac{U_{ss}}{1V} = 0,079 \cdot \left( \frac{f}{1 \text{ MHz}} \right)^{1,084}$
$1,3 \text{ MHz} \leq f < 1,7 \text{ MHz}$	$\frac{U_{ss}}{1V} = 0,105$
$1,7 \text{ MHz} \leq f < 7,0 \text{ MHz}$	$\frac{U_{ss}}{1V} = 0,105 \cdot \left( \frac{f}{1,7 \text{ MHz}} \right)^{1,51}$
$7,0 \text{ MHz} \leq f < 22 \text{ MHz}$	$\frac{U_{ss}}{1V} = 0,89$
$22 \text{ MHz} \leq f < 79 \text{ MHz}$	$\frac{U_{ss}}{1V} = 0,89 \cdot \left( \frac{22 \text{ MHz}}{f} \right)^{1,71}$
$79 \text{ MHz} \leq f < 100 \text{ MHz}$	$\frac{U_{ss}}{1V} = 0,1$
$100 \text{ MHz} \leq f < 2,5 \text{ GHz}$ in Bearbeitung	

Solche Störschwellendefinitionen gibt es außerdem noch für:

A.2.2 Störschwellen bei Fernsehmodulation

A.2.3 Störschwellen für ein Einzelsignal mit GSM-Modulation

---

## Berechnung des Sicherheitsabstandes

Berechnung des Sicherheitsabstandes in Metern:

$$r = 5,477 \cdot \sqrt{P_{wr}EIRP / E_e}$$

oder

$$r = 5,477 \frac{(P_o \cdot G_n)^{0,5}}{E_e}$$

Berechnung der Sendeleistung in Watt:

$$P_{\max} = \frac{((r \cdot E_e / 5,477)^2)}{G_n}$$

r	= Sicherheitsabstand (m)
P <sub>o</sub>	= Senderausgangsleistung (W)
G <sub>n</sub>	= numerischer Antennengewinn (-)
E <sub>e</sub>	= Grenzwert der Ersatzfeldstärke (V/m)
P <sub>wr</sub> EIRP	= Strahlungsleistung EIRP

---

## Berechnung der Ersatzfeldstärke

Die Ersatzfeldstärke läßt sich nach VDE 0848 Teil 1, Meß- und Berechnungsverfahren, §5 nach folgender Formel errechnen:

$$E_e = C_v \cdot \frac{\sqrt{P \cdot G_v}}{r} \cdot B$$

Hierin sind:

E <sub>e</sub>	Betrag der elektrischen Ersatzfeldstärke in V/m
P	der Strahlungsquelle zugeführte Leistung
G <sub>v</sub>	Praktischer Antennengewinnfaktor, bezogen auf einen Isotropenstrahler
P <sup>^</sup> G <sub>v</sub>	wirksame Strahlungsleistung in KW
r	Abstand von der Strahlungsquelle in km
C <sub>v</sub>	Je nach Bezugsstrahler Kugelstrahler C <sub>v</sub> = 0,173 Halbwellendipol C <sub>v</sub> = 0,222 kurzer Monopol C <sub>v</sub> = 0,300
B	Zahlenfaktor zur Berücksichtigung der Richtcharakteristik in Hauptstrahlrichtung ist B = 1.

# Antworten auf spezielle Fragen

---

## Wo gelten die Grenzwerte?

Sowohl die „normalen“ Personenschutzgrenzwerte als auch die strengeren Herzschrittmachergrenzwerte sind im freien Luftraum naturgemäß nicht einzuhalten, da sich dort keine Personen aufhalten können und kein sonstiger längerer Aufenthalt stattfindet. Laut Bestätigung der Regulierungsbehörde in Mainz gelten die Grenzwerte generell nicht ab einer Höhe von 3 m über Grund und darüber, sofern der Betreiber der Amateurfunkstelle nachweisen kann, daß sich im festgelegten Sicherheitsabstand (z. B. durch Montagehöhe) keine Personen aufhalten können bzw. sofern nur von einem vorübergehenden Aufenthalt ausgegangen werden muß.

Im grauen Kasten der CQDL Februar/1998 auf Seite 100 wird ausgeführt, wann die Grenzwerte eingehalten werden müssen. An dieser Stelle wollen wir nun Beispiele geben. Die Personenschutzgrenzwerte sind nur außerhalb der kontrollierbaren Umgebung einzuhalten. Kontrollierbare Umgebung sind umliegende Bereiche, für die der Funkamateur verbindliche Aussagen über die Verweilzeit von Personen macht und auch machen kann. Dies ist grundsätzlich sein eigenes Haus, seine Wohnung, sein eigener Grund und Boden. Auch über Haustürzugänge oder Vorgärten des Nachbarn kann der Funkamateur grundsätzlich Aussagen über die Verweilzeit von Personen machen, wenn er diese einsehen kann. Selbiges gilt für beispielsweise einsehbare Privat- und Feldwege. Nicht kontrollierbar sind für ihn dagegen die Häuser und Wohnungen Dritter sowie grundsätzlich öffentliche Straßen, Wege und Plätze. Hier sind daher die Personenschutzgrenzwerte einzuhalten, es sei denn, der Funkamateur kann nachweisen, daß sich im festgelegten Sicherheitsabstand keine Personen aufhalten können oder die Verweilzeit von einzelnen Personen gering ist.

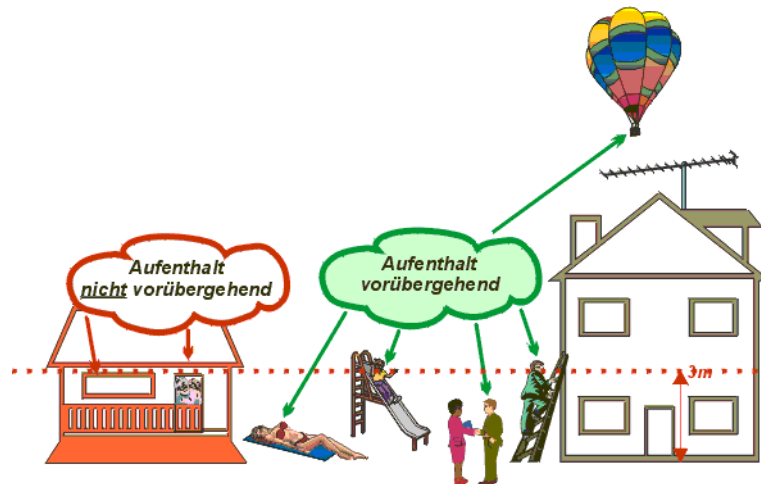
---

## Wo müssen HSM-Grenzwerte angewandt werden?

(Originaltext aus der DARC EMVU-Broschüre Teil 1 vom 21.04.1998 gekürzt wiedergegeben)

Die Herzschrittmachergrenzwerte sind zum einen an solchen Orten einzuhalten, an denen von einem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen ausgegangen werden muß. Dies sind wiederum Nachbarwohnungen und -häuser. Dagegen wohl wiederum nicht private Zugangswege, Haustürzugänge, Vorgärten oder Feldwege. Als Anhaltspunkt schlagen wir vor, daß ein vorübergehender Aufenthalt immer dann gegeben ist, wenn die Aufenthaltsdauer von Personen wesentlich kleiner ist als die Sendezeit der Anlage. Von den Anforderungen kann abgewichen werden, wenn die Überschreitung der Herzschrittmachergrenzwerte den relevanten Nachbarn bekanntgemacht wurde. Hier empfiehlt sich nicht nur die Überschreitung der Herzschrittmachergrenzwerte bekanntzumachen, sondern die Nachbarn über den Amateurfunkdienst aufzuklären und sodann um Auskunft zu bitten, ob im betreffenden Haushalt Herzschrittmacherträger leben. Dabei reichen aber nur gelegentliche Besuche von Herzschrittmacherträgern beim Nachbarn nicht aus. Absprachen über die Betriebsweisen sind allerdings im Einzelfall zu empfehlen.

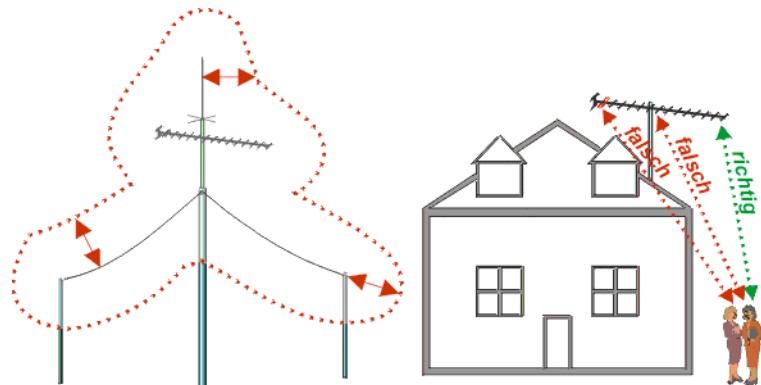
Darüber hinaus sind die Herzschrittmachergrenzwerte auf öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen, an denen keine Ausweichmöglichkeit für Herzschrittmacherträger besteht (was aber in den meisten Fällen wohl zutrifft), einzuhalten. Öffentliche Straßen, Wege und Plätze sind nur diejenigen, die durch Widmung öffentlich wurden, dagegen nicht Privatwege. Sofern eine Ausweichmöglichkeit für Herzschrittmacherträger besteht, gibt es die Möglichkeit, die Überschreitung der Herzschrittmachergrenzwerte zu kennzeichnen. Hier muß sich der Funkamateurl mit der zuständigen örtlichen Behörde absprechen. Zur Kennzeichnung ist das Aufstellen von Warnschildern erforderlich. In Anbetracht des Risikos eines „Flächenbrandes“ und der Erfahrung mit Bildung von Bürgerinitiativen sollte jeder Funkamateurl selbst entscheiden, ob er die Grenzwerte überschreiten will und Warnschilder aufstellt.



## Von wo wird der Sicherheitsabstand gemessen?

Laut Vfg. ist der Sicherheitsabstand auf den Punkt mit der geringsten Montagehöhe der Antenne bezogen. Bei ausgedehnten Drahtantennen sollte jedoch sinnvollerweise dieser Abstand von jedem Punkt der Antenne aus betrachtet werden, da sonst die Definition z.B. bei unsymmetrisch aufgehängenen Dipolen oder Inverted-Vs keinen Sinn macht.

Oder anders gesagt: Es wird immer der nächste Punkt der Antenne betrachtet. Z.B. wird bei Langyagis der Sicherheitsabstand zu einer Person in Strahlungsrichtung nicht etwa vom strahlenden Element aus gemessen, sondern vom vorderen Element der Antenne in Hauptstrahlrichtung.



---

## Kann die Dämpfung des Mauerwerkes in die Rechnung einbezogen werden?

Ja, wichtig ist die wirkliche Feldstärke an den Orten, an denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten. Die Größe der Mauerdämpfung ist jedoch stark frequenzabhängig und kann abschließend nur durch eine Messung beurteilt werden. Die oben bereits zitierte FCC empfiehlt eine Dämpfung von ca. 10 dB, die unser Ansicht nach in eine Rechnung als Richtwert eingearbeitet werden kann.

---

## Was heißt ortsfest?

Die Amtsblattverfügung gilt für ortsfeste Sendefunkanlagen. Ortsfeste Sendefunkanlagen im Sinne der Verfügung sind Sendefunkanlagen, die an einem gegebenen Ort ortsfest betrieben werden. Dies ergibt sich aus Ziffer 1 (Definitionen) der Verfügung. Ein ortsfester Betrieb liegt danach nicht bei tragbaren und beweglichen Amateurfunkstationen (Handfunkgeräte, Funkbetrieb im Kfz) vor. Darüber hinaus ist die Frage, wann ein ortsfester Betrieb im Sinne der Verfügung vorliegt und folglich vor Betriebsaufnahme eine Selbsterklärung bei der Regulierungsbehörde einzureichen ist, im Einzelfall zu entscheiden. Die Übergänge sind hier fließend. Kurzfristig geparkte Mobilstationen in Kfz fallen nach Ansicht des DARC e. V. nicht unter die Verfügung. Wenn sie dagegen dauerhaft und zu dem Zweck, nicht mobil sondern ortsfest betrieben werden, ist eine Selbsterklärung abzugeben. Selbiges trifft zu für Stationen in Wohnmobilen, beispielsweise auf einem Campingplatz. Grundsätzlich werden auch für bestimmte Zwecke aufgestellte Experimentalstationen und Fielddaystationen ortsfest betrieben. Wenn es sich hier aber um spontane, zeitlich befristete Aktionen handelt, ist der DARC e. V. der Ansicht, daß keine Selbsterklärung abzugeben ist. Der DARC e. V. empfiehlt in diesen Fällen nach Möglichkeit, die Berechnungen auf Anforderung bereitzuhalten. Wenn aber für einen längeren Zeitraum und von langer Hand geplante Fielddayaktionen stattfinden, bei denen z. B. eine gesamte Klubstation verlegt wird, ist es sowohl möglich als auch erforderlich, vor Betriebsaufnahme eine Selbsterklärung einzureichen.

---

## Welche Eigenschaften der Sendeanlage dürfen in die Berechnung der Schutzabstände einfließen?

Dem Funkamateurlist ist mit Absicht ein großer Gestaltungsspielraum für die Berechnung und Zusammenstellung der Unterlagen sowie die von ihm zu wählenden Betriebsweisen gegeben worden, da er über die technische Expertise verfügt, seine Station entsprechend den Forderungen der Verfügung einzurichten. Damit kann er alle Effekte mitbetrachten, die physikalisch sinnvoll sind. Dazu gehören u.a. auch der vertikale Öffnungswinkel, verschiedene Ausgangsleistung für verschiedene Antennenrichtungen und die Berücksichtigung der Betriebsarten. Eine Simulationsrechnung der Antennenanlage mit NEC2 kann ebenfalls in die Betrachtung einfließen.

---

## Was kann der Funkamateurlist tun, wenn er sich unsicher bei der Erstellung der Selbsterklärung ist?

In jedem Distrikt gibt es EMV-Arbeitsgruppen die weiterhelfen können, wenn einzelne Mitglieder Schwierigkeiten bei der Erstellung der Selbsterklärung

haben oder der Ansicht sind, daß Feldstärkemessungen notwendig sind, um den Personenschutz sicherzustellen. Zu diesem Zweck verfügt der DARC e.V. über Meßgeräte, die den EMV- Arbeitsgruppenmitgliedern zugänglich sind und ihren Einsatz so bei jedem Mitglied vor Ort finden können. Außerdem sollten nach und nach auch in den Ortverbänden selbst EMV-Sachbearbeiter benannt und geschult werden, und dann jedem OV-Mitglied Frage und Antwort stehen können. Ansprechpartner für spezielle Fragen ist außerdem das EMV-Referat und die Geschäftsstelle. Da alle mit der Vfg. 306/97 verbundenen Maßnahmen nur schrittweise und nicht überall gleich schnell möglich sind, wird um Geduld gebeten, bis alle Maßnahmen greifen. Dabei kommt uns die Übergangsfrist zu gute, die wir angemessen ausschöpfen sollten.

# Gesetze und Verordnungen

---

## Gesetzliche Vorschriften

Der Deutsche Bundestag hat in seiner Sitzung am 24. April 1997 das Gesetz über den Amateurfunk in 2. und 3. Lesung mit den Stimmen von CDU/CSU, FDP, SPD und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN bei Stimmenthaltung der PDS verabschiedet. Nach der Verkündung im Bundesgesetzblatt (BGBl I S. 1494) ist das Gesetz am Tage danach, d.h. am 28. Juni 1997, in Kraft getreten. Die alte Durchführungsverordnung wird durch die neue Amateurfunkverordnung abgelöst.

Nach § 4 Abs. 6 der Telekommunikationszulassungsverordnung 1997\_ müssen ortsfeste Sendefunkanlagen (also auch ortsfeste Amateurfunkstellen) mit einer äquivalenten isotropen Strahlungsleistung von zehn oder mehr als zehn Watt EIRP bei ihrem Betrieb die von der Regulierungsbehörde zur Sicherstellung der grundlegenden Anforderungen nach § 59 Abs.2 Nr. 1 und 5 des TKG veröffentlichten Standortbestimmungen einhalten, die unter Berücksichtigung der standortbezogenen Vorbelastungen Abstandsanforderungen zur Sicherheit von Personen vor schädlichen Wirkungen elektromagnetischer Felder und zur Verhinderung der Beeinflussung von Herzschrittmachern umfassen. Näheres hierzu regelt die Verfügung 306/1997 der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, veröffentlicht im Amtsblatt des Bundesministeriums für Post und Telekommunikation Nummer 34/1997.

Diese Hilfedatei enthält nur die wichtigsten Vorschriften zum Thema EMVU. In CQ-DL Heft 2/98 sind die relevanten Gesetze und Verordnungen im Wortlaut abgedruckt. Auch CQ-DL Heft 3/98 und 4/98 behandeln ausführlich die Berechnung von Sicherheitsabständen.

## Das verlangt die Vfg 306/97

Thilo Kootz, DL9KCE, CQDL 3/98 Seite 197

Jeder Funkamateur, der mit einer ortsfesten Amateurfunkstelle eine Leistung von 10 W EIRP erreicht oder überschreitet, muß den Personenschutz in geeigneter Weise nachweisen. Dies kann in Form einer Standortbescheinigung geschehen, die bei der RegTP beantragt werden muß und kostenpflichtig ist, oder - und das wird wohl für die meisten die günstigere Wahl sein - in Form einer Selbsterklärung. Betreiber von Amateurfunkstellen, die vor dem Inkrafttreten des AFuG (28.06.97) bereits ihre Amateurfunkstelle betrieben haben, brauchen diesen Nachweis aufgrund einer Übergangsfrist in der erst bis zum 21.01.2000 vorzulegen, so daß für diese Funkamateure noch etwas Zeit ist die Selbsterklärung zu erstellen. Alle Funkamateure jedoch, die ihre Amateurfunkstelle nach Inkrafttreten des erstmals betreiben, müssen diesen Nachweis vor Betriebsaufnahme leisten. Der RTA hat sich mit einem Schreiben an die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) gewandt und gefordert, daß die Übergangsfrist für alle Funkamateure gilt. Zum Redaktionsschluß der CQDL lagen jedoch noch keine Informationen darüber vor, wie die RegTP auf diesen Vorstoß des RTA reagiert.



Die Selbsterklärung (durch Zusendung von Berechnungsunterlagen) ist speziell an den Amateurfunkdienst angepaßt. So wird dem Funkamateurl, der von der RegTP als technisch qualifiziert anerkannt ist, ein großer Freiraum bei der Ausgestaltung dieser Papiere gegeben. Einige Formulare, die auszufüllen sind, sind der Verfügung 306/97 als Anlage beigelegt. Die vom Funkamateurl eingesendeten Papiere werden von der RegTP dann auf Plausibilität geprüft.

Der Betreiber einer ortsfesten Amateurfunkstelle (das ist eine Amateurfunkstelle, die an einem gegebenen Ort ortsfest betrieben wird) ist verpflichtet die Einhaltung der Personenschutz -, und Herzschrittmachergrenzwerte in geeigneter Form nachzuweisen. Zu diesem Zweck liegt der Verfügung die Anlage 5 bei, die aus zwei Blättern besteht (siehe CQDL 2/98) und vom Funkamateurl ausgefüllt werden müssen. Beigelegt werden müssen dann noch ein Lageplan, eine Bauzeichnung, ggf. eine Lageskizze mit Bemaßung (Seitenansicht und Draufsicht) und ggf. Antennendiagramme. In Blatt 2 der Anlage 5 müssen dann die Daten der Amateurfunkstelle und ein Sicherheitsabstand entsprechend der Personenschutz -, und Herzschrittmachergrenzwerte eingetragen werden. Wie nun diese Sicherheitsabstände in Zeile 9 und 10 des Datenblattes ausgerechnet werden, soll im Folgenden erläutert werden. Beispiele zu Lageplan, Bauzeichnung, Lageskizzen mit Bemaßung usw. folgen in CQDL 4/98.

---

## Amtsblattverfügung 306/1997: Personenschutz

Gewährleistung des Schutzes von Personen in elektromagnetischen Feldern, die von ortsfesten Sendefunkanlagen ausgesendet werden gemäß § 6 der Telekommunikationszulassungsverordnung (TKZULV) In Verbindung mit § 59 Telekommunikationsgesetzes (TKG) und des § 7 des Amateurfunkgesetzes (AFuG)

### 1. Definitionen

Ortsfeste Sendefunkanlagen

Ortsfeste Sendefunkanlagen im Sinne dieser Verfügung sind Sendefunkanlagen, die an einem gegebenen Ort ortsfest betrieben werden.

Standort

Zu einem Standort gehören sämtliche ortsfesten Sendefunkanlagen (auch Anlagen mit einer Leistung von weniger als 10 Watt (EIRP)) auf einem Gebäude bzw. einem Grundstück.

Sicherheitsabstand des Standortes

Der Sicherheitsabstand des Standortes ist auf die Unterkante der Sendeantenne mit der geringsten Montagehöhe bezogen und stellt den kürzesten Abstand zu dem Bereich dar, von dem an die Personenschutzgrenzwerte für einen zeitlich unbegrenzten Aufenthalt von Personen eingehalten werden.

Bei der Festlegung dieses Sicherheitsabstandes werden die Feldstärken der zu überprüfenden ortsfesten Sendefunkanlage, die jeweiligen Feldstärken aller sich ebenfalls an diesem Standort befindlichen ortsfesten Sendefunkanlagen, sowie sämtliche (für den betreffenden Standort) relevanten Feldstärken von umliegenden ortsfesten Sendefunkanlagen (standortspezifischer Sicherheitsfaktor) berücksichtigt.

Standortspezifischer Sicherheitsfaktor

Der standortspezifische Sicherheitsfaktor enthält alle bereits am Standort der zu überprüfenden ortsfesten Sendefunkanlage vorhandenen relevanten Feldstärken, sofern diese von umliegenden ortsfesten Sendeanlagen stammen.

## Änderung

Eine Änderung des Standortes liegt dann vor, wenn sich die Betreiberangaben zur Installation und/oder die Betreiberangaben zu den technischen Parametern der jeweiligen ortsfesten Sendefunkanlage ändern (Antragstellung). Vor einer Änderung des Standortes, ist eine neue Standortbescheinigung zu beantragen.

Bei Demontage einer unter diese Verfügung fallenden ortsfesten Sendefunkanlage ist vom Betreiber dieser Anlage, die Anpassung (Neubescheinigung) des Standortes zu beantragen (kostenpflichtig).

## 2. Technische Vorschriften im Sinne des § 6 Abs. 3 TKZuIV

### 2.1 Frequenzbereich 3 Kilohertz (kHz) bis 10 Megahertz (MHz)

Für diesen Frequenzbereich werden derzeit in der 26. Verordnung zum Bundes - Immissionsschutzgesetz keine Grenzwerte genannt. Solange diese Verordnung nicht für diesen Frequenzbereich ergänzt wird, gelten die Grenzwertempfehlungen nach ICNIRP.

#### Effektivwert der Feldstärke\*

Frequenz (f) In Megahertz (MHz)	elektrische Feldstärke (E) in Volt pro Meter (V/m)	magnetische Feldstärke (H) in Ampere pro Meter (A/m)
0,003 - 0,15	87	5
0,15 - 1	87	$0,73/f$
1 - 10	$87 / \sqrt{f}$	$0,73/f$

\*Bei Frequenzen über 100 kHz, sind E2 und H2 über 6-Minuten Intervalle zu Mitteln.

Zusätzlich darf bei gepulsten elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 1 00 Kilohertz (kHz) bis 1 0 Megahertz (MHz) der Spitzenwert für die elektrische und magnetische Feldstärke das  $10^{(0,665 \cdot \log(f(\text{kHz})/10^5) + 0,176)}$  fache (f in kHz) der unter 2.1 genannten Grenzwerte nicht überschreiten.

### 2.2 Frequenzbereich 10 Megahertz (MHz) bis 300'000 Megahertz

Grenzwerte nach der 26. Verordnung zum Bundes - Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV)

Frequenz (f) In Megahertz (MHz)	Effektivwert der Feldstärke quadratisch gemittelt über 6-Min. Intervalle	
	elektrische Feldstärke (E) in Volt pro Meter (V/m)	Magnetische Feldstärke (H) In Ampere pro Meter (A/m)
10 - 400	27,5	0,073
400 - 2000	$1,375 \sqrt{f}$	$0,0037 \sqrt{f}$
2000 - 300000	61	0,16

Zusätzlich darf bei gepulsten elektromagnetischen Feldern mit einer Frequenz oberhalb von 10 MHz der Spitzenwert für die elektrische und magnetische Feldstärke das 32-fache der unter Punkt 2.2 genannten Grenzwerte nicht überschreiten.

### 2.3 Herzschrittmachergrenzwerte

Zum Schutz von Herzschrittmacherträgern in elektromagnetischen Feldern, die von ortsfesten Sendefunkanlagen im Frequenzbereich 50 kHz bis 50 MHz ausgesendet werden sind die in der Norm DIN VDE 0848 Teil 2 (Entwurf 10/91) festgelegten Herzschrittmachergrenzwerte anzuwenden.

## 3. Erteilung der Standortbescheinigung

### 3.1 Gewährleistung der Personenschutzgrenzwerte

Die Überprüfung auf Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte oder der Herzschrittmachergrenzwerte führt die Reg TP rechnerisch oder meßtechnisch auf der Grundlage der Norm DIN VDE 0848 Teil 1 (05.95, Entwurf) durch. Grundsätzlich dürfen in Bereichen, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen bestimmt sind, keine Überschreitung der Personenschutzgrenzwerte auftreten.

Eine Standortbescheinigung wird dann erteilt, wenn die Überprüfung der Reg TP ergibt, daß die Grenzwerte außerhalb des vom Betreiber kontrollierbaren Bereiches (z.B. Betriebsgelände ohne genutzte Wohngebäude, Verwaltungsgebäude etc.), in dem sich die zu überprüfende ortsfeste Sendefunkanlage befindet, nicht überschritten werden. Außerhalb des vom Betreiber kontrollierbaren Bereiches kann von diesem Grundsatz abgewichen werden, wenn der Betreiber der Reg TP nachweisen kann, daß sich im festgelegten Sicherheitsabstand (z.B. durch Montagehöhe, Hauptstrahlrichtung etc.) keine Personen aufhalten können, oder die Verweilzeit von einzelnen Personen gering sind.

Bei Installationen an oder auf Gebäuden, bzw. Bauwerken sind die Personenschutzgrenzwerte an Orten, an denen mit einem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen gerechnet werden muß, einzuhalten.

Bei der Standortbescheinigung werden die relevanten Feldstärken von sich bereits im Umfeld der zu überprüfenden ortsfesten Sendefunkanlage befindlichen ortsfesten Sendefunkanlagen durch einen zusätzlichen Sicherheitsfaktor berücksichtigt und gehen somit direkt in den festzulegenden Sicherheitsabstand ein. Durch Multiplikation dieses Faktors mit dem für jede ortsfeste Sendefunkanlage festgelegten Sicherheitsabstandes wird der Einfluß der relevanten Feldstärken von umliegenden ortsfesten Sendefunkanlagen auf jede einzelne ausgewiesene Sendefunkanlage (Anlage 2a, bzw. 3a) mitberücksichtigt.

### 3.2 Gewährleistung der Herzschrittmachergrenzwerte

Für ortsfeste Sendefunkanlagen, der im Frequenzbereich 50 kHz bis 50 MHz betrieben werden, wird auf der Grundlage der Herzschrittmachergrenzwerte (Absatz 2.3) in der Standortbescheinigung ein zusätzlicher Sicherheitsabstand für Herzschrittmacherträger ausgewiesen.

Voraussetzung zur Erteilung dieser Standortbescheinigung ist, daß

3.2.1 an solchen Orten, an denen von einem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen ausgegangen werden muß und

3.2.2 an öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen an denen keine Ausweichmöglichkeit für Herzschrittmacherträger besteht, eine Überschreitung der Herzschrittmachergrenzwerte nicht auftritt.

Von den Anforderungen nach Punkt 3.2.1 kann dann abgewichen werden, wenn sichergestellt ist, daß eine Überschreitung der Herzschrittmachergrenzwerte nach Punkt 2.3 bekannt gemacht wurde und entsprechende schriftliche Einverständniserklärungen vorliegen.

Alle übrigen öffentlichen Straßen und Wege, an denen eine Überschreitung der Herzschrittmachergrenzwerte vorliegen, sind im Einvernehmen mit den zuständigen örtlichen Behörden mit Warnschildern für Herzschrittmacherträger nach DIN 40008 Teil 31 (Anlage 4) zu kennzeichnen. Die Warnschilder sind mit folgendem Hinweis zu versehen:

"Beeinflussung besonders störepfindlicher Herzschrittmacher möglich"

### 3.3 Standortbescheinigung

Kann aufgrund der Überprüfung der Reg TP eine Standortbescheinigung erteilt werden, so erhält der Antragsteller eine Bescheinigung nach Anlage 2 und 2a. Sind aufgrund des Frequenzbereiches Herzschrittmachergrenzwerte nach Punkt 2.3 anzuwenden, erhält der Antragsteller eine Bescheinigung nach Anlage 3 und 3a.

### 3.4 vorläufige Standortbescheinigung

In den Fällen, in denen noch keine Standortbescheinigung erteilt werden kann, sich aber aufgrund der vorliegenden Daten die Einhaltung des einzuhaltenden Sicherheitsabstandes plausibel ableiten läßt, wird von der Reg TP eine vorläufige Standortbescheinigung erteilt (z.B. für das Baugenehmigungsverfahren oder bei numerischer Berechnung einer noch nicht installierten ortsfesten Sendefunkanlage). Nach der abschließenden Installation werden von der Reg TP die betreffenden ortsfesten Sendefunkanlagen nochmals überprüft und die vorläufige Standortbescheinigung durch eine Standortbescheinigung (Punkt 3.3) ersetzt.

## 4. Antragstellung

Zuständig für die Erteilung einer Standortbescheinigung ist die Außenstelle der RegTP, in deren örtlichen Zuständigkeitsbereich sich die ortsfeste Sendefunkanlage befindet (Anlage 6).

Für Frequenzen unterhalb 30 MHz ist eine Standortbescheinigung formlos zu beantragen. Für alle übrigen, unter diese Verfügung fallenden, ortsfesten Sendefunkanlagen ist der Antrag "Standortbescheinigung" (Anlage 1, Blatt 1-3) zu verwenden.

Dem Antrag sind in zweifacher Ausfertigung

- das (die) Antennendiagramm(e),
- ein Lageplan (Kartenausschnitt, Ausschnitt aus dem Bebauungs- oder Flächennutzungsplan)
- sowie eine Bauzeichnung ggf. Lageskizze mit Bemaßung (Seitenansicht und Draufansicht) beizufügen.

In die Bauzeichnung bzw. in die Lageskizze sind die Bereiche, an denen mit einem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen gerechnet werden muß, einzuzeichnen.

Der Lageplan soll die angrenzenden Grundstücke, bzw. Gebäude zum Installationsort der beantragten ortsfesten Sendefunkanlage wiedergeben.

Auf der Grundlage der im Rahmen des Antragsverfahren vom Betreiber gemachten Angaben, erteilt die Reg TP bei Einhaltung der unter Punkt 2 genannten Grenzwerten die Standortbescheinigung. Bei Erteilung oder Ablehnung der Standortbescheinigung erhält der Antragsteller eine Kopie seines Antrages mit einem Bearbeitungsvermerk zurück. Eine spätere Überprüfungen

der betreffenden ortsfesten Sendefunkanlage richtet sich nach den im Antrag gemachten Angaben.

#### 4.1 Standortmitbenutzung

Bei mitbenutzen Standorten nennt der Antragsteller der zuständigen Reg TP - Außenstelle sämtliche Betreiber, die den Standort mitbenutzen. Die Reg TP übernimmt dann die Daten der nicht zum Antragsteller gehörenden ortsfesten Sendefunkanlagen aus den bei der Reg TP vorliegenden Unterlagen (Standorte für die bereits eine Standortbescheinigung erteilt wurde), oder fordert die anderen Mitbenutzer des Standortes auf, die erforderlichen Daten zur Verfügung zu stellen.

## 5. Erlöschen einer Standortbescheinigung

Die erteilte Standortbescheinigung erlischt, wenn die Grenzwerte, nach denen die Standortbescheinigung erteilt wurde, zurückgezogen werden, oder wenn sich die im Antrag zur Erteilung einer Standortbescheinigung genannten technischen Parameter einer ortsfesten Sendefunkanlage ändern.

## 6. Amateurfunkanlagen

Der Betreiber einer ortsfesten Amateurfunkstelle ist verpflichtet, die Einhaltung der Personenschutz-, und Herzschrittmachergrenzwerte (nach Punkt 2) in geeigneter Form nachzuweisen.

Dieser Nachweis kann

- durch die Standortbescheinigung oder
- durch die Zusendung (an die jeweilige zuständige Reg TP Außenstelle) aller zur Überprüfung der unter Punkt 2 genannten Grenzwerte erforderlichen Berechnungsunterlagen und ggf. Meßprotokolle (Anlage 5, Blatt 1 und Blatt 2) erfolgen.

#### 6.1 Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte

Die nach Punkt 2 geforderten Personenschutzgrenzwerte werden dann eingehalten, wenn

die Plausibilitätsprüfung der Reg TP ergibt, daß die Grenzwerte außerhalb der vom Betreiber der ortsfesten Amateurfunkstelle kontrollierbaren Umgebung, nicht überschritten werden.

Außerhalb der vom Betreiber kontrollierbaren Umgebung kann von diesem Grundsatz abgewichen werden, wenn der Betreiber der Reg TP nachweisen kann, daß sich im festgelegten Sicherheitsabstand (z.B. durch Montagehöhe, Hauptstrahlrichtung etc.) keine Personen aufhalten können, oder die Verweilzeit von einzelnen Personen gering sind.

Kontrollierbare Umgebung

Umliegende Bereiche, für die der Funkamateurl verbindliche Aussagen über die Verweilzeit von Personen macht.

#### 6.2 Einhaltung der Herzschrittmachergrenzwerte

Für ortsfeste Amateurfunkstellen, die im Frequenzbereich 50 kHz bis 50 MHz (nach DIN VDE 0848 Teil 3-1 von 30 Khz – 2,5 GHz) betrieben werden, wird die Plausibilitätsprüfung auf der Grundlage der Herzschrittmachergrenzwerte (Punkt 2.3) durchgeführt.

Voraussetzung für die Gewährleistung des Personenschutzes ist, daß

an solchen Orten, an denen von einem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen ausgegangen werden muß und

an öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen an denen keine Ausweichmöglichkeit für Herzschrittmacherträger besteht, eine Überschreitung der Herzschrittmachergrenzwerte nicht auftritt.

Von den Anforderungen nach Punkt 6.2.1 kann dann abgewichen werden, wenn sichergestellt ist, daß eine Überschreitung der Herzschrittmachergrenzwerte nach Punkt 2.3 bekannt gemacht wurde oder entsprechende schriftliche Einverständniserklärungen vorliegen.

Alle übrigen öffentlichen Straßen und Wege, an denen eine Überschreitung der Herzschrittmachergrenzwerte vorliegen, sind im Einvernehmen mit den zuständigen örtlichen Behörden mit Warnschildern für Herzschrittmacherträger (nach DIN 40008 Teil 31) Anlage 4) zu kennzeichnen. Die Warnschilder sind mit folgendem Hinweis zu versehen:

"Beeinflussung besonders störempfindlicher Herzschrittmacher möglich"

Wird der Nachweis bzgl. der Einhaltung der Personen-, bzw. Herzschrittmachergrenzwerte nach b) (Zusendung der maßgeblichen Daten) geführt, überprüft die zuständige Reg TP Außenstelle die vom Betreiber gemachten Angaben auf Plausibilität (Plausibilitätsprüfung). Dabei sind der Reg TP folgende Unterlagen über die technische Einrichtung und über den Betrieb der ortsfesten Amateurfunkanlage vorzulegen:

ggf. Antennendiagramm(e)

Lageplan (Kartenausschnitt oder Ausschnitt aus dem Bebauungs- oder Flächennutzungsplan)

Bauzeichnung ggf. Lageskizze mit Bemaßung (Seitenansicht und Draufansicht)

In die Bauzeichnung bzw. in die Lageskizze sind die Bereiche, an denen mit einem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen gerechnet werden muß, einzuzeichnen.

Der Lageplan soll die angrenzenden Grundstücke, bzw. Gebäude zum Installationsort der beantragten ortsfesten Amateurfunkanlage wiedergeben.

## 6.3 Bewertung der ortsfesten Amateurfunkanlage

### 6.3.1 Rechnerische Bewertung

Für sämtliche Betriebsweisen der ortsfesten Amateurfunkstelle sind vom Betreiber, auf der Grundlage der Grenzwerte nach Punkt 2, die Sicherheitsabstände zu ermitteln. Angaben zu der jeweiligen Betriebsweise sind im Datenblatt "Plausibilitätsprüfung" vollständig festzuhalten (Anlage 5 Blatt 2).

### 6.3.2 Meßtechnische Bewertung

Sind zur Ermittlung des Sicherheitsabstandes Messungen erforderlich, so sind diese auf der Grundlage der entsprechenden Reg TP - Meßvorschriften durchzuführen. Die Meßergebnisse sind in einem geeigneten Meßprotokoll festzuhalten. In Zweifelsfällen legt die zuständige Reg TP - Außenstelle den Ort und die Anzahl der Meßpunkte fest.

Zur abschließenden Beurteilung über die Einhaltung der Personen-, bzw. Herzschrittmachergrenzwerte ermittelt die Reg TP, abhängig von der örtlichen Umgebung, den mit zu berücksichtigen standortspezifischen Sicherheitsfaktor.

Wenn Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden, werden dem Betreiber der betreffenden ortsfesten Amateurfunkstelle entsprechende Auflagen zur Einhaltung der Grenzwerte nach Punkt 2 gemacht

## 6.4 Änderungen

Werden an einer ortsfesten Amateurstelle Änderungen vorgenommen, die bisher noch nicht der Reg TP bekanntgemacht wurden und die zu einer Vergrößerung des einzuhaltenden Sicherheitsabstandes führen, so ist gemäß Punkt 6 erneut zu

---

## AfuG § 7 Schutzanforderungen

- (1) Beim Betrieb einer Amateurfunkstelle sind abweichend von den sonstigen Vorschriften des Gesetzes über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. August 1995 (BGBl. I S. 1118) nur die Schutzanforderungen zur Gewährleistung der elektromagnetischen Verträglichkeit im Sinne des § 4 jenes Gesetzes einzuhalten. Die in der Verordnung nach § 6 Satz 1 Nr. 4 festgelegten Anforderungen sind zu beachten.
- (2) Von den Schutzanforderungen zur Störfestigkeit im Sinne des § 3 Abs. 1 Nr. 2 des Gesetzes über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG-98) darf der Funkamateur abweichen und kann den Grad der Störfestigkeit seiner Amateurfunkstelle selbst bestimmen. Erfüllt die Amateurfunkstelle die Schutzanforderungen im Sinne des § 3 Abs. 1 Nr. 2 jenes Gesetzes nicht, muß der Funkamateur elektromagnetische Störungen seiner Amateurfunkstelle durch andere Geräte hinnehmen, wenn diese Geräte den Schutzanforderungen nach § 3 Abs. 1 des Gesetzes über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten genügen.
- (3) Für den Funkamateur gilt § 59 Abs. 2 Nr. 1 und 5 des Telekommunikationsgesetzes entsprechend. Rechtsverordnungen nach § 59 Abs. 4 und § 61 des Telekommunikationsgesetzes können durch Rechtsverordnung des Bundesministeriums für Post und Telekommunikation für den Funkamateur für anwendbar erklärt werden. Der Funkamateur hat der Regulierungsbehörde vor Betriebsaufnahme die Berechnungsunterlagen und die ergänzenden Meßprotokolle für die ungünstigste Antennenkonfiguration seiner Amateurfunkstelle vorzulegen. Die Regulierungsbehörde stellt auf Antrag eine Standortbescheinigung aus.

---

## AfuV § 15 Technische Anforderungen an die Amateurfunkstelle

- (1) Die Amateurfunkstelle ist nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik einzurichten und zu unterhalten.
- (2) Die unerwünschten Aussendungen sind auf das geringstmögliche Maß zu beschränken. Als Richtwerte gelten die im Amtsblatt der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post veröffentlichten DIN VDE Normen, in denen die auf das jeweilige Gerät anwendbaren harmonisierten europäischen Normen umgesetzt sind, deren Fundstellen im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft in bezug auf die Richtlinie 89/336/EWG des Rates vom 3. Mai 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit (ABl. EG Nr. L 139 S. 19) veröffentlicht wurden. Die Sendeanlage einer Amateurfunkstelle muß so gebaut sein, daß eine Reduzierung der abgestrahlten Leistung jederzeit möglich ist.
- (3) Auf Anforderung der Regulierungsbehörde hat der Funkamateur technische Unterlagen über seine Sendeanlage sowie eine Skizze über die örtliche Anordnung der ortsfesten Antennenanlage anzufertigen und bereitzuhalten.
- (4) Abgleicharbeiten und Messungen an Sendern von Amateurfunkstellen sind an einem Abschlußwiderstand durchzuführen.
- (5) Der Gebrauch der internationalen Not-, Dringlichkeits- und Sicherheitszeichen des See- und Flugfunkdienstes sowie das Aussenden irreführender Signale sind nicht zulässig. Übungen für die Abwicklung des

---

# TKZuIV Telekommunikationszulassungsverordnung

## § 1 Anwendungsbereich

(1) Diese Verordnung regelt

1. die Konformitätsbewertung,
2. die administrative Zulassung,
3. die Kennzeichnung und
4. die Voraussetzungen für das Inverkehrbringen und das Betreiben

von Funkanlagen, die nicht zur Anschaltung an ein öffentliches Telekommunikationsnetz bestimmt sind, sowie von Telekommunikationseinrichtungen.

(2) Diese Verordnung regelt ferner

1. die Kennzeichnung und das Inverkehrbringen von Einrichtungen, die für den Anschluß an ein öffentliches Telekommunikationsnetz geeignet, jedoch nicht dafür vorgesehen sind,
2. Maßnahmen und Verfahren zur Kontrolle der Kennzeichnung von Einrichtungen nach Absatz 1 und Absatz 2 Nr. 1 sowie Maßnahmen bei nicht zweckgerechter Benutzung dieser Einrichtungen und
3. die Zulassung und Überwachung von Qualitätssicherungssystemen Produktion und von umfassenden Qualitätssicherungssystemen im Geltungsbereich des Gesetzes.

## § 2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Verordnung sind:

### 1. „Telekommunikationseinrichtungen“

- a) Endeinrichtungen und
- b) Satellitenfunkanlagen;

**2. „Endeinrichtungen“** Telekommunikationseinrichtungen, die unmittelbar an die Abschlusseinrichtung eines öffentlichen Telekommunikationsnetzes angeschaltet werden sollen oder die mit einem öffentlichen Telekommunikationsnetz zusammenarbeiten und dabei unmittelbar oder mittelbar an die Abschlusseinrichtung eines öffentlichen Telekommunikationsnetzes angeschaltet werden sollen, um Informationen zu senden, zu verarbeiten oder zu empfangen. Bei dem Verbindungssystem kann es sich um Kabel-, Funk-, optische oder andere elektromagnetische Systeme handeln. Endeinrichtungen sind auch Funkanlagen und Satellitenfunkanlagen, die an öffentliche Telekommunikationsnetze angeschaltet werden sollen. Eine Endeinrichtung gilt im Sinne dieser Verordnung als indirekt angeschaltet, wenn sie mittelbar über eine direkt angeschaltete Endeinrichtung an ein öffentliches Telekommunikationsnetz angeschaltet und betrieben werden kann. Indirekt angeschaltete Endeinrichtungen können sowohl direkt an ein öffentliches Telekommunikationsnetz anschaltbare Endeinrichtungen als auch Einrichtungen nach § 1 Abs. 2 Nr. 1 sein;

**3. „Satellitenfunkanlagen“** Geräte, die entweder nur für Senden oder für Senden und Empfangen - „Sende/Empfangsanlagen“ - oder für ausschließlichen



Empfang - „Empfangsanlagen“ - von Funksignalen über Satelliten oder sonstige raumgestützte Systeme verwendet werden können, jedoch keine sondergefertigten Satellitenfunkanlagen, die als Teil des öffentlichen Telekommunikationsnetzes verwendet werden sollen;

**4. „Einrichtungen“** eine besondere Kategorie von Geräten, die aufgrund ihrer technischen Eigenschaften für den Anschluß an ein öffentliches Telekommunikationsnetz geeignet wären, jedoch für diesen Verwendungszweck nicht vorgesehen sind. Sie können in nichtöffentlichen Telekommunikationsnetzen, die keine Verbindung zu einem öffentlichen Telekommunikationsnetz haben, verwendet werden. Sie dürfen nach Nummer 2 Satz 3 indirekt an ein öffentliches Telekommunikationsnetz angeschaltet werden, sofern die direkt angeschaltete Endeinrichtung über die Schnittstelle für die indirekte Anschaltung solcher Einrichtungen verfügt;

5. „Amateurfunkgeräte“ Geräte für den Betrieb einer Amateurfunkstelle im Sinne des Gesetzes über den Amateurfunk (Amateurfunkgesetz -AFuG 1997) vom 23. Juni 1997 (BGBl. I S. 1494),

**6. „terrestrischer Anschluß an ein öffentliches Telekommunikationsnetz“** jede Verbindung mit öffentlichen Netzen, bei der in dieser Verbindung keine Satellitenfunkstrecke einbezogen ist;

**7. „Konformitätsbewertung“** die Prüfung, ob die in den technischen Vorschriften konkretisierten grundlegenden Anforderungen eingehalten worden sind;

**8. „administrative Zulassung“** die Feststellung, daß für Funkanlagen, die nicht zur Anschaltung an ein öffentliches Telekommunikationsnetz bestimmt sind, und für Telekommunikationseinrichtungen jeweils die in § 12 genannten Voraussetzungen gegeben sind;

**9. „Zulassung eines Qualitätssicherungssystems“** die Bestätigung, daß der Betreiber eines solchen Systems Konformitätserklärungen für seine Produkte abgeben darf, ohne daß die einzelnen Produkte von einer benannten Stelle geprüft werden müssen;

**10. „Mitgliedstaaten“** die Mitgliedstaaten der Europäischen Union, „Vertragsstaaten“ die anderen Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum sowie Staaten, mit denen die Europäische Union Abkommen über die gegenseitige Anerkennung von Zulassungen im Bereich der Telekommunikation geschlossen hat;

**11. „Inverkehrbringen“** die erste entgeltliche oder unentgeltliche Bereitstellung eines Produktes im Gebiet der Europäischen Union oder des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum für den Vertrieb oder die Benutzung in diesem Gebiet;

**12. „Akkreditierung“** das Verfahren, in dem durch die Regulierungsbehörde die fachliche Kompetenz eines Testlabors zur Durchführung von Prüfungen im Verfahren der Baumusterprüfung nach § 8 und von Produktkontrollen nach § 9 Abs. 2 oder einer Prüfstelle für Qualitätssicherungssysteme nach § 10 oder 11 bestätigt wird;

**13. „benannte Stelle“** eine Stelle, die von einem Mitgliedstaat oder Vertragsstaat mit der Durchführung der Zulassung und den damit zusammenhängenden Überwachungsaufgaben im Rahmen der Baumusterprüfung und der Anwendung der Qualitätssicherungsverfahren beauftragt, der Kommission der Europäischen Gemeinschaften und den anderen Mitgliedstaaten oder Vertragsstaaten gemeldet und der von der Kommission eine Kennnummer zugeteilt worden ist.

## § 4 Inverkehrbringen und Inbetriebnahme

(1) Funkanlagen, die nicht für den Anschluß an ein öffentliches Telekommunikationsnetz bestimmt sind, und Telekommunikationseinrichtungen dürfen nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn sie nach § 12 Abs. 1 Satz 1, Abs. 2 oder 4 administrativ zugelassen, mit den Angaben nach § 14 Abs. 7 versehen und

1. entsprechend § 14 Abs. 1 Satz 1 mit einem deutschen Zulassungszeichen nach Anlage 4 gekennzeichnet oder

2. entsprechend § 14 Abs. 1 Satz 2 mit der CE-Kennzeichnung nach Anlage 5 gekennzeichnet sind.

Den Produkten nach Satz 1 ist eine Gebrauchsanweisung beizufügen, in denen der vorgesehene Verwendungszweck entsprechend § 3 Abs. 1 zweifelsfrei und allgemein verständlich beschrieben ist.

(2) Telekommunikationseinrichtungen dürfen nur dann an ein öffentliches Telekommunikationsnetz angeschaltet und in Betrieb genommen werden, wenn sie bei einwandfreier Installation und Wartung sowie bestimmungsgemäßer Benutzung entsprechend der Festlegung nach § 3 Abs. 3 die grundlegenden Anforderungen nach § 5 Abs. 1 erfüllen und nach § 12 administrativ zugelassen sind.

(3) Telekommunikationseinrichtungen, die mit dem nationalen Zulassungszeichen eines anderen Mitgliedstaates oder Vertragsstaates gekennzeichnet sind, dürfen in der Bundesrepublik Deutschland in Verkehr gebracht werden. Sie dürfen jedoch in der Bundesrepublik Deutschland an ein öffentliches Telekommunikationsnetz nicht angeschaltet und in Betrieb genommen werden, wenn die in § 12 Abs. 4 genannten Voraussetzungen nicht erfüllt sind.

(4) Einrichtungen nach § 1 Abs. 2 Nr. 1 dürfen nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn die in § 15 Abs. 1 genannten Voraussetzungen erfüllt sind. Sie dürfen mittelbar über solche Telekommunikationseinrichtungen an ein öffentliches Telekommunikationsnetz angeschaltet werden, die mit einer CE-Kennzeichnung oder einem deutschen Zulassungszeichen gekennzeichnet sind und die über Anschlußpunkte für indirekt anzuschaltende Endeinrichtungen verfügen.

(5) Satellitenfunk-Empfangsanlagen, die nicht für den terrestrischen Anschluß an ein öffentliches Telekommunikationsnetz bestimmt sind und die das Verfahren der internen Fertigungskontrolle nach Anlage 1 durchlaufen haben, dürfen nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn sie mit einer Kennzeichnung nach Anlage 8 versehen sind.

**(6) Absatz 1 gilt nicht für Amateurfunkgeräte nach § 2 Nr. 5.**

## § 6 Standortbescheinigung für Sendefunkanlagen

(1) Ortsfeste Sendefunkanlagen mit einer äquivalenten isotropen Strahlungsleistung (EIPR) von zehn oder mehr als zehn Watt müssen die grundlegenden Anforderungen zur Sicherheit von Personen und zur effizienten Nutzung des Frequenzspektrums nach § 59 Abs. 2 Nr. 1 und 5 des TKG, insbesondere soweit sie den Standort der Sendeanlage betreffen, einhalten. Satz 1 gilt auch für Funkamateure.

(2) Eine Sendefunkanlage nach Absatz 1 darf erst betrieben werden, wenn die Regulierungsbehörde die Einhaltung der Grenzwerte, die aus den Anforderungen nach Absatz 1 Satz 1 resultieren, bescheinigt hat (Standortbescheinigung). Die in der Standortbescheinigung genannten Grenzwerte sind während des Betriebs der Sendeanlage jederzeit einzuhalten.

- (3) Die Regulierungsbehörde macht in ihrem Amtsblatt die technischen Vorschriften bekannt, die die Einhaltung der grundlegenden Anforderungen nach Absatz 1 durch die Vorgabe oder die Verfahren zur Ermittlung eines einzuhaltenden Abstandes mit dem Ziel sicherstellt, die Sicherheit von Personen vor schädigenden Wirkungen von elektromagnetischen Feldern zu gewährleisten und die Beeinflussung von Herzschrittmachern zu verhindern. Dabei ist die standortbezogene Vorbelastung durch andere Sendefunkanlagen zu berücksichtigen. Falls die Bekanntmachung nur einen Hinweis auf eine bestimmte technische Vorschrift enthält, ist die Bezugsquelle anzugeben.
- (4) Die Standortbescheinigung erlischt, wenn die Sendefunkanlage geändert wird.

# DIN VDE 0848, Teil 3-1



## VDE 0848-3-1 - A.2.4

### Andere Modulationsarten

Bei anderen als den hier aufgeführten Modulationsarten ergeben sich abweichende Störschwellen. Wenn die Störschwellen der jeweiligen Modulationsart nicht bekannt sind, können diese Modulationsarten nach der nächst stärker störenden Modulationsart nach A.2.1 bis A.2.3 bewertet werden. Hierbei kann es zu einer erheblichen Überschätzung einer möglichen Gefährdung des Herzschrittmacherträgers kommen. Dies gilt z.B. für die im UKW-Tonrundfunk verwendete Frequenzmodulation, die in der Studie nicht untersucht wurde.

Im Entwurf der DIN VDE 0848, Teil 3-1 vom Juni 1999 wurden neue Werte für die Sicherheitsabstandsrechnung mit HSM-Werten im Frequenzbereich 30 KHz bis 2,5 GHz festgelegt. Zur Zeit sind jedoch für einige Frequenzbereiche, bzw. Modulationsarten die entsprechenden Formeln noch in Bearbeitung, so daß zunächst generell nur für den Bereich bis 1 GHz gerechnet werden kann.

**AM:** Amplitudenmodulation (darunter fallen wegen fehlender amateurfunkspezifischer Definitionen fast alle Amateurfunkanwendungen, so daß nahezu ausschließlich mit diesen Werten gerechnet werden muß). Dies ist die ungünstigste Modulationsart für die Sicherheitsabstandsrechnungen.

Die Bereiche 0 Hz - < 30 KHz und 100 MHz bis 2,5 GHz sind noch in Bearbeitung

**TV:** Fernsehmodulation (das ist nicht die im Tonrundfunk verwendete Frequenzmodulation).

Im Amateurfunk kennen wir ATV in den Betriebsarten AM, FM und Digital]. Die Bereiche 30 KHz – 79 MHz und 1,1 GHz – 2,5 GHz sind noch in Bearbeitung.

**GSM:** Die Bereiche 30 KHz – 850 MHz und 2,5 GHz – 300 GHz sind noch in Bearbeitung.

Für alle Frequenzbereiche, bzw. Modulationsarten, die noch in Bearbeitung sind, können keine Sicherheitsabstände mit HSM-Werten berechnet werden, so daß dann die Personenschutzwerte nach Vfg 306/97 einzuhalten sind. Ggf. muß der Funkamateurl unter Beachtung von DIN VDE 0848 3-1, Absatz A.2.4 dann eine andere als die vorgegebene Betriebsart AM wählen. (Oberhalb 100 MHz evtl. TV oder GSM)

Innerhalb des Rahmens "Berechnung für Grenzwerttyp (nur für VDE 0848 Teil 3-1)" lassen sich Grenzwerte deshalb interessehalber auch für andere als die im Amateurfunk meist anzuwendende übliche Betriebsart AM berechnen (AM, TV, GSM).

Berechnung für Grenzwerttyp (nur für VDE 0848 Teil 3-1)

☒ AM (AFu)    ☐ TV (Fernsehmodulation)    ☐ GSM

Sind für einen Frequenzbereich überhaupt noch keine Grenzwerte definiert, bleiben die entsprechenden HSM-Ausgabefelder des Programms grau und enthalten keine berechneten Sicherheitsabstände.

Datenausgabe			
	ohne HSM	HSM 306	HSM VDE
Berechnung für f [MHz]	144,00	144,00	144,00
Erforderlicher Sicherheitsabstand [m]	3.97		42.39
Grenzwert der Ersatzfeldstärke Eg [V/m]	27.50		2.58
Spitzenspannung Uss [V]			0.19
Strahlungsleistung EIRP [W]	398.11		
Nahfeld bis [m]	0.33		
Fernfeld ab [m]	8.33		

Kopieren in Spalte E

☐ ATV    ☐ Digital (GSM)    ☒ Alle

Faktor für Sendeart: 1.0

Berechnung für Grenzwerttyp (nur für VDE 0848 Teil 3-1)

☐ AM (AFu)    ☒ TV (Fernsehmodulation)    ☐ GSM

Dieses Beispiel für 2m zeigt, daß wegen fehlender Störfeldgrenzen für die Betriebsart AM ersatzweise für die Betriebsart TV berechnet wurde.

Die Berechnung nach Vfg 306/97 mit HSM-Werten war vergleichsweise simpel. Nach Teil 3-1 wird für die gewünschte Modulationsart zunächst frequenzabhängig die Störschwelle Uss für implantierbare Herzschrittmachergeräte berechnet. Daran schließt sich zur Bestimmung des Grenzwertes der Ersatzfeldstärke eine ebenfalls frequenzabhängige Fallentscheidung mit bis zu drei Vergleichen sowohl für das elektrische- als auch das magnetische Feld an, von denen der

jeweils kleinste Wert nicht überschritten werden darf. Mit diesem Wert wird dann der Sicherheitsabstand berechnet.

---

## EMVG 98

### §2 Begriffsbestimmungen

8. ist elektromagnetische Störung jede elektromagnetische Erscheinung, die die Funktion eines Gerätes beeinträchtigen könnte; eine elektromagnetische Störung kann elektromagnetisches Rauschen, ein unerwünschtes Signal oder eine Veränderung des Ausbreitungsmediums sein

9. ist elektromagnetische Verträglichkeit die Fähigkeit eines Gerätes, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für andere in dieser Umwelt vorhandene Geräte unannehmbar wären

### §3, Schutzanforderungen

(1) Geräte müssen so beschaffen sein, daß bei vorschriftsmäßiger Installierung, angemessener Wartung und bestimmungsgemäßigem Betrieb gemäß den Angaben des Herstellers in der Gebrauchsanweisung

1. die Erzeugung elektromagnetischer Störungen soweit begrenzt wird, daß ein bestimmungsgemäßer Betrieb von Funk- und Telekommunikationsgeräten sowie sonstigen Geräten möglich ist.

2. Die Geräte eine angemessene Festigkeit gegen elektromagnetische Störungen aufweisen, so daß ein bestimmungsgemäßer Betrieb möglich ist.

### §6, Ausnahmen und besondere Festlegungen

(10) Für selbsthergestellte, nicht im Handel erhältliche Funkgeräte, die von Funkamateuren im Sinne des §2 Nr.2 des Amateurfunkgesetzes verwendet werden, sind die Bestimmungen nach §3 Abs.2 und 3, §§4 und 5 nicht anzuwenden. Bei auftretenden elektromagnetischen Unverträglichkeiten können zu deren Behebung die nach §3 Abs.2 anwendbaren Normen zur Bewertung herangezogen werden.

# Glossar

## Afu-Band

Amateurfunk-Band. Im Gegensatz zu kommerziellen Funkdiensten sind dem Amateurfunkdienst nicht einzelne Frequenzen, sondern Frequenzbereiche zur Nutzung zugeteilt.

Innerhalb eines solchen Afu-Bandes ist für die Berechnung des Sicherheitsabstandes die jeweils ungünstigste Frequenz im betreffenden Band zu wählen.

## AFuG

Gesetz über den Amateurfunk (Amateurfunkgesetz - AFuG 1997) am 16.05.97 so beschlossen.

Der Bundestag hat das folgende Gesetz beschlossen:

§ 1 Geltungsbereich

Dieses Gesetz regelt die Voraussetzungen und die Bedingungen für die Teilnahme am Amateurfunkdienst.

## AfuV

Im Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 2 vom 13. Januar 1998 wurde folgende Rechtsverordnung verkündet:

Verordnung zum Gesetz über den Amateurfunk (Amateurfunkverordnung - AFuV) vom 23. Dezember 1997

Auf Grund des § 3 Abs. 2 Satz 2, des § 4 Abs. 1 Satz 1 und der §§ 6 und 8 Satz 2 des Amateurfunkgesetzes vom 23. Juni 1997 (BGBl. I S. 1494) in Verbindung mit dem 2. Abschnitt des Verwaltungskostengesetzes vom 23. Juni 1970 (BGBl. I S. 821) verordnet das Bundesministerium für Post und Telekommunikation, hinsichtlich des § 8 im Einvernehmen mit dem Bundesministerium der Finanzen:

## Antennengewinn

Verhältnis der von einer Antenne in Hauptstrahlrichtung im Fernfeld erzeugten Leistungsflußdichte zu der von einer Bezugsantenne in gleicher Entfernung bei gleicher zugeführter Leistung erzeugten maximalen Leistungsflußdichte.

Der Antennengewinn muß im Programm in dBi (über Isotrop) und nicht in dBd (über Dipol) angegeben werden:  **$\text{dBd} + 2,15 = \text{dBi}$**

## DARC

Der Deutsche Amateur-Radio-Club e. V. ist die unabhängige Vertretung der deutschen Funkamateure, die auf gesetzlicher Grundlage sowie durch Anbindung an internationale Verträge und Empfehlungen berechtigt sind, weltweit Funkverkehr zu betreiben.

Der DARC e. V. hat über 55.000 Mitglieder.  
Er gliedert sich organisatorisch in 24 regionale Distrikte mit ca. 1.100 Ortsverbänden. Ihm korporativ angeschlossen ist der Verband der Funkamateure in Telekommunikation und Post (VFDB). Die regionalen Distriktvorsitzenden sowie der 1. Vorsitzende des VFDB bilden die Mitgliederversammlung. Dieses Gremium übernimmt die Rechte der Mitgliederversammlung im Sinne des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB).

DARC  
Lindenallee 4  
34225 Baunatal  
Tel: 0561 – 949 88 – 0  
Fax: 0561 – 949 88 – 50  
e-mail: [darc@darc.de](mailto:darc@darc.de)  
DARC Homepage: <http://www.darc.de>

## DIN VDE 0848

Deutsche Norm E3.2/26.03.98 mit Erläuterungen vom 11.11.98  
Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern.

### Herzschrittmachergrenzwerte

Zum Schutz von Herzschrittmacherträgern in elektromagnetischen Feldern, die von ortsfesten Sendefunkanlagen im Frequenzbereich 50 kHz bis 50 MHz ausgesendet werden sind die in der Norm DIN VDE 0848 Teil 2 (Entwurf 10/91) festgelegten Herzschrittmachergrenzwerte anzuwenden.

**DIN VDE 0848 Teil 3-1** definiert Grenzwerte zum Schutz von Personen mit aktiven Körperhilfsmitteln für den Frequenzbereich 0Hz – 300GHz. Für die im Amateurfunk überwiegend zur Berechnung verwendete Betriebsart AM sind Störschwellen bisher nur bis 100 MHz definiert, so daß eine Berechnung mit HSM-Werten zur Zeit nur bis zu dieser Grenze möglich ist.  
Mit diesen, teils deutlich günstigeren Grenzwerten kann allerdings erst gerechnet werden, seit die Norm als sogenannter „Gelbdruck“ vorliegt (Juni 1999) und die Anwendung von der RegTP als verbindlich erklärt wurde. (Änderung der Vfg 306/97).

## EIRP

Die äquivalente isotrop abgestrahlte Leistung (EIRP, equivalent isotropic radiated power) ist die Leistung, die man einem isotropen Strahler zuführen müßte, damit dieser in einer gewissen Winkelrichtung dieselbe Feldstärke erzeugt, wie eine reale Antenne, in die eine Antenneneingangsleistung  $P_{Ant}$  eingespeist wird.

## elektromagnetische Verträglichkeit

ist die Fähigkeit eines elektrischen Gerätes oder Bauteiles, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu funktionieren, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für alle in dieser Umwelt vorhandenen Apparate, Anlagen oder Systeme unzumutbar wären.

## EMV

Elektro-Magnetische Verträglichkeit ist die Fähigkeit eines elektrischen Gerätes oder Bauteiles, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu funktionieren, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für alle in dieser Umwelt vorhandenen Apparate, Anlagen oder Systeme unzumutbar wären.

## EMVG 98

Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (vom 18. September 1998).

Dieses Gesetz gilt für Geräte, die elektromagnetische Störungen verursachen können oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann.

## EMVU

Elektro-Magnetische Verträglichkeit Umwelt.

EMVU ist die Fähigkeit eines Apparates, einer Anlage oder eines Systems, in der Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst Störungen zu verursachen, die für alle in dieser Umwelt vorhandenen lebenden Wesen (Makro - u. Mikroorganismen, Menschen, Tiere, Pflanzen) unannehmbar wären, sie umfaßt somit thermische als auch nichtthermische Einwirkungen von elektromagnetischen Feldern auf biologische Systeme

## Ersatzfeldstärke

Die elektrische Ersatzfeldstärke (V/m) wird aus den Komponenten  $E_x$ ,  $E_y$  und  $E_z$  der elektrischen Feldstärke gebildet. Die Komponenten sind dabei bezüglich dreier orthogonaler Einheitsvektoren zu ermitteln. Aus den drei Feldstärken in zueinander senkrechten Raumrichtungen  $x, y, z$  ergibt sich die elektrische Ersatzfeldstärke zu:

$$E_e = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

Die gegenseitigen Phasendifferenzen der Feldstärken bleiben hierbei unberücksichtigt.

## Fernfeld

Räumlicher Bereich des elektromagnetischen Feldes einer Strahlungsquelle, in dem die Beträge der elektrischen bzw. magnetischen Feldstärke umgekehrt proportional von der Entfernung abhängen.

Das Fernfeld ist dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische und die magnetische Feldstärke senkrecht aufeinander und senkrecht zur Ausbreitungsrichtung stehen und gegenseitig keine Phasendifferenzen haben. Der Feldwellenwiderstand des freien Raumes:

$$Z_0 = 120 \pi \Omega \approx 377 \Omega$$

## HSM

Herzschrötmacher

Im Plausibilitätsprüfung Datenblatt müssen die Sicherheitsabstände eingetragen werden für

Personenschutz (ohne HSM-Werte)

Personenschutz mit Herzschrötmachergrenzwerten

Die Grenzwerte sind festgelegt in DIN VDE 0848.

## Kabeldämpfung

Frequenzabhängige Dämpfung des des Antennenkabels in dB. Herstellerangaben beziehen sich meist auf die Dämpfung je 100m bei gegebener Frequenz. Dieses Programm berechnet die Kabeldämpfung für im Amateurfunk gebräuchliche Kabel im Bereich 1 MHz bis 5 GHz.

## Modulationsfaktor

Für die Berechnung der Strahlungsleistung wird üblicherweise mit dem Faktor 1 (FM) gerechnet. Betriebsarten wie z.B. SSB oder Telegrafie betreiben den



Sender nicht ständig mit Oberstrichleistung, so daß für solche Betriebsarten mit einem Modulationsfaktor kleiner als 1 gerechnet werden darf.  
Von dieser Möglichkeit sollte man bei der Berechnung von Sicherheitsabständen nur im äußersten Notfall Gebrauch machen. Erstens wirkt sich dieser Faktor nicht auf die Berechnung mit HSM-Werten aus und zweitens legt man sich damit auf den Betrieb mit der angegebenen Betriebsart fest.

## Nahfeld

Räumlicher Bereich des elektromagnetischen Feldes zwischen der Strahlungsquelle und ihrem Fernfeld.

## Personenschutz

Der Schutz von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern wird in DIN VDE 0848 beschrieben. Die RegTP unterscheidet in Vfg 306/97 zwischen Personenschutzwerten und Herzschrittmachergrenzwerten.

## Sicherheitsabstand

Der Sicherheitsabstand des Standortes ist auf die Unterkante der Sendeantenne mit der geringsten Montagehöhe bezogen und stellt den kürzesten Abstand zu dem Bereich dar, von dem an die Personenschutzgrenzwerte für einen zeitlich unbegrenzten Aufenthalt von Personen eingehalten werden.

Bei der Festlegung dieses Sicherheitsabstandes werden die Feldstärken der zu überprüfenden ortsfesten Sedefunkanlage, die jeweiligen Feldstärken aller sich ebenfalls an diesem Standort befindlichen ortsfesten Sedefunkanlagen, sowie sämtliche (für den betreffenden Standort) relevanten Feldstärken von umliegenden ortsfesten Sedefunkanlagen (standortspezifischer Sicherheitsfaktor) berücksichtigt.

## Spitzenspannung

Die Spannung gemessen von der positiven zur negativen Spannungsspitze einer Wechselspannung. Der Effektivwert der Spannung ergibt sich durch Division mit Wurzel 2. Spitzenspannung  $U_{ss}$  [V] ist der maximal zulässige Wert einer Spitze – Spitze Spannung am Herzschrittmacher, der unter festgelegten Bedingungen keine Störung des HSM hervorruft.

## Strahlungsleistung

Produkt aus der Leistung P, die der Strahlungsquelle unter Berücksichtigung der Modulation zugeführt wird, und dem Antennengewinn G.

## Tooltip

Hilfefunktion unter Windows 95/98 und NT. Hilfe zu einem Eingabefeld wird angezeigt, wenn der Cursor einen Moment über dem Feld verweilt. Diese Option ist im Programm abschaltbar.

## Vfg 306/97

Amtsblattverfügung 306/1997:

Personenschutz in elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 3 KHz bis 300 GHz.

Gewährleistung des Schutzes von Personen in elektromagnetischen Feldern, die von ortsfesten Sedefunkanlagen ausgesendet werden gemäß § 6 der Telekommunikationszulassungsverordnung (TKZULV) In Verbindung mit § 59 Telekommunikationsgesetzes (TKG) und des § 7 des Amateurfunkgesetzes (AFuG)

## Winkeldämpfung

Die Winkeldämpfung gibt an, um wieviel dB geringer die Strahlungsleistung einer Antenne bei einem von der Hauptstrahlrichtung abweichenden Winkel wird.

Besonders bei Richtantennen kann die Berücksichtigung der Winkeldämpfung zu deutlich geringeren Sicherheitsabständen führen. Bei horizontal strahlenden Antennen wird dann meist die vertikale Winkeldämpfung benötigt (für Personen, die sich irgendwo unterhalb der Antenne befinden).