

OV Siebengebirge (G25)

OV-Abend 07.04.2022
Amateurfunk(technik) kompakt
DH1HHR



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

Mit welche(m)n Nachweisverfahren kann die „Nahfeldproblematik“ gelöst werden?



Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder

Welche Verfahren und unterstützende Programme gibt es?



Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder

Einleitende Erläuterungen

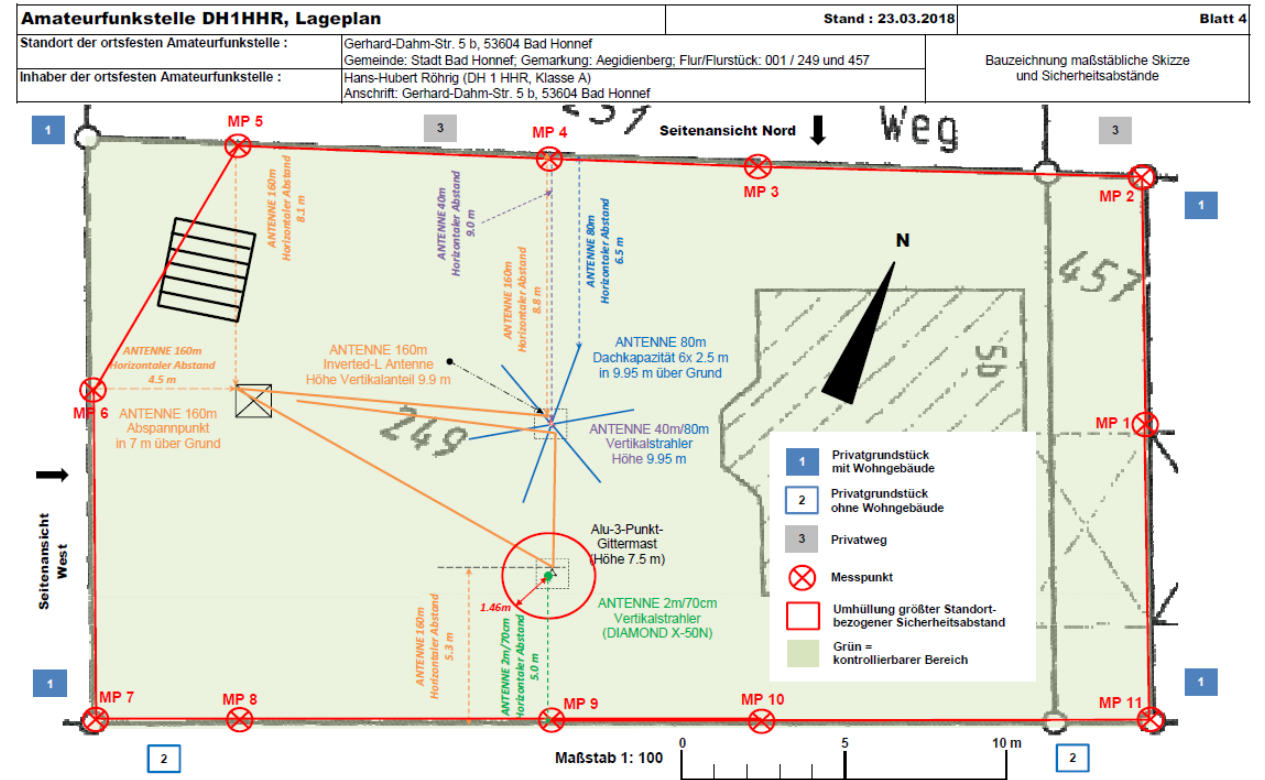
kontrollierbarer Bereich:

- in dem der Funkamateurl über den Zutritt/Aufenthalt von Personen bestimmen kann oder
- in dem aufgrund der tatsächlichen Verhältnisse der Zutritt von Personen ausgeschlossen ist

=> das Eigentum/eigene Grundstück und auf angrenzenden Freiflächen auch der Luftraum > 3m über Grund

Nahfeldproblematik:

Erstreckt sich das reaktive Nahfeld über den kontrollierbaren Bereich, so ist die Einhaltung des Personenschutzgrenzwertes im Nahfeld nachzuweisen.



Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder

Einleitende Erläuterungen

▪ Nahfeld:

Elektrisches Feld und magnetisches Feld stehen nicht senkrecht zueinander und sind zueinander nicht in entsprechender Phase (maximalen Amplituden um 90° versetzt).

▪ reaktives Nahfeld ($0 \dots \lambda/2\pi$) :

Unmittelbares Umfeld zur Antenne in der keine Abstrahlung erfolgt.

Zwischen der Antenne und der Umgebung im Nahfeld pendeln die Blindleistungen.

Damit treten lokal starke Überhöhungen des elektrischen und des magnetischen Feldes auf.

$\lambda = \text{Wellenlänge}$

$\pi = 3,14159265\dots$

▪ strahlendes Nahfeld ($\lambda/2\pi \dots 4\lambda$):

Übergangsbereich auch Fresnel-Region benannt, in der die elektrische und magnetische Feldstärke näherungsweise mit $1/\text{Abstand}$ abnimmt und zugleich gleichphasig sind.

Fernfeldberechnungen sind anwendbar, doch die Ergebnisse sind meist konservativ.

D.h. die tatsächlichen Feldstärken sind niedriger als die kalkulierten Resultate.

▪ Nahfeldberechnung:

Verwendung eines Nahfeldberechnungsprogramms, das als Kernroutine meist einen „Numerical Electromagnetic Codes“ (NEC), z.B. NEC 2.0 oder NEC 4.x, beinhaltet.

- Die Berechnung der Nah- und Fernfelder von Antennen erfolgt mittels der Momentenmethode auf Grundlage der Maxwell-Gleichungen

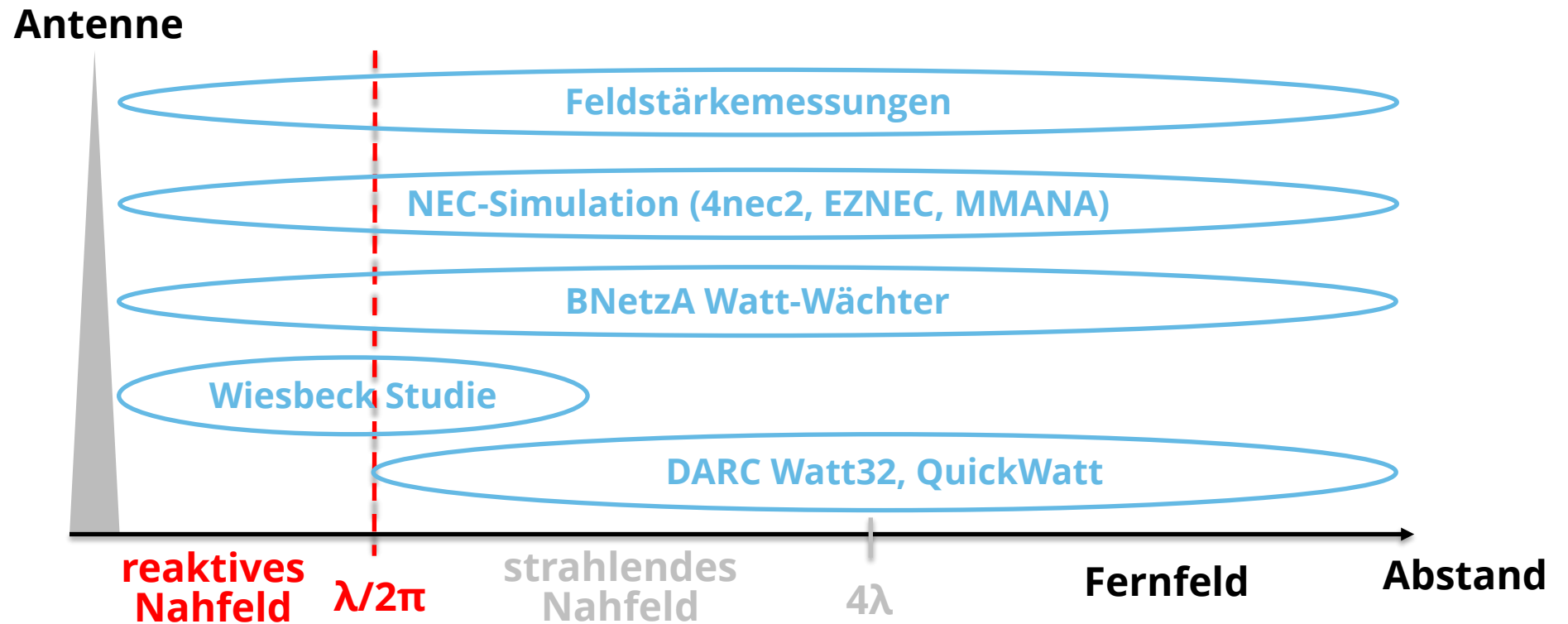


Nachweisverfahren für die „Nahfeldproblematik“

Wie groß ist das „Nahfeld“?

- Erstreckt sich das reaktive Nahfeld über den kontrollierbaren Bereich, so ist die Einhaltung des Grenzwertes im Nahfeld nachzuweisen!

Afu-Band	$\lambda/2\pi$
160m	26.36 m
80m	13.63 m
60m	8.92 m
40m	6.82 m
20m	3.41 m
15m	2.27 m
10m	1.70 m



Nachweisverfahren für die „Nahfeldproblematik“ Wiesbeck Studie (Vereinfachtes Verfahren)

- von BNetzA in Auftrag gegebene Studie
- z.B. inkludiert in Watt32 und QuickWatt
- in Einzelfällen brauchbar
 - a. ermittelte Sicherheitsabstände recht hoch, da viele Sicherheitsfaktoren berücksichtigt (worst case)
 - b. es wurden nur wenige Amateurfunkantennen bewertet
 - c. nicht alle Afu-Bänder berücksichtigt, z.B. 60m

The screenshot shows the QuickWatt v 2.0.8 software interface. The 'Wiesbeck' tab is selected and highlighted with a red circle. The interface is divided into several sections:

- Eingabe (Input):** Rufzeichen: DH1HHR; Afu-Band: 80m; Freq. [MHz]: 3,50 - 3,80; Ant.-Name: ; Ant.-Typ: ; Höhe [m]: 7; Leistung (PEP) [W]: 100; Betriebsart: SSB; Gewinn [dBi]: 0,00; Speisedämpfung [dB]: 0,41.
- Ausgabe (Output):** Grenzwert E-Feld: 44,63 V/m; Grenzwert H-Feld: 0,1921 A/m; Fmod(Pers): 1,00; F(B): 1,00; Ant.-Eing.-Leistung: 91,01 W; EIRP: 91,01 W; Nahfeldgrenze: 13,63 m.
- Sicherheitsabstand (Fernfeldrechnung):** 1,17 m.
- Wiesbeck-Antenne:** Dipol, W3DZZ, Inv.V (selected), FD4, 4-BTV, GPA50, Quad, Loop 1.7m, Loop 3.4m, FB53, FBDO-505.
- Directivity:** Wiesbeck-Directivity: 3,35; abweichende Dir.: 0,00.
- Mittelwert berücksichtigen:** RX TX; Betriebsart.
- Zwischenergebnisse (informativ):** Faktor Höhe und Boden: 2,27; Wiesbeck EIRP: 196,82; kFit PS: 2,87.
- Sicherheitsabstand (im Nahfeld gültig!):** 9,23 m.
- Sicherheitsfaktor (FSi):** 1,4142. Text: Als Sicherheitsfaktor ist in der Studie ein Wert von 1,4142 vorgeschlagen. Von diesem Wert kann jedoch auch abgewichen werden, was ausdrücklich nicht empfohlen wird.
- Informationen zur Wiesbeckstudie:** Die Wiesbeck-Studie der RegTP. Text: Da insbesondere auf den langen Bändern ein Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte auch im Nahfeld notwendig wird und eine Messungen oder Simulationsermittlung aufwendig ist, hat die RegTP eine Studie in Auftrag gegeben, deren Ergebnis es

Nachweisverfahren für die „Nahfeldproblematik“ BNetzA Watt-Wächter

- 3D Berechnung der Antennencharakteristik und Exposition der Amateurfunkantennenanlage
- Nahfeldberechnung auf Datenbasis mit NEC-Simulationen
 - a. Bibliothek mit > 250 verschiedenen Antennenmodelle, der laut RTA und DARC am meisten verwendeten Antennen
 - b. eigene NEC-Antennensimulationen ladbar/anwendbar
- **Kostenlos verfügbar:**
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Verbraucher/ElektromagnetischeFelder/Wattwaechter/wattwaechter_afu.zip?__blob=publicationFile&v=3

The screenshot displays the 'BNetzA Watt Wächter * (erweiterter Modus)' software interface. The main window shows configuration parameters for an antenna, including 'Antenne' (ted-V - 120 Grad), 'Antennengewinn [dBi]' (2,36), and 'Feld-Daten' (NEC). The 'Senderdaten' section includes 'AFu-Band [MHz]' (3,7), 'Sendeleistung PEP [W]' (100,0), and 'EIRP [W]' (172). The 'Ergebnis' section shows 'Schutzabstand (Pers)**' (2,79). A secondary window titled 'Schutzbereich (Pers.) Antennen A' displays a 2D plot of the protection area with a red shaded region. A third window, 'Antenne A', shows a list of antenna models and frequencies, with 'Inverted-V - 120 Grad' selected at 3.65 MHz. The interface also features a menu bar, a toolbar, and a logo for the Bundesnetzagentur Referat 414.



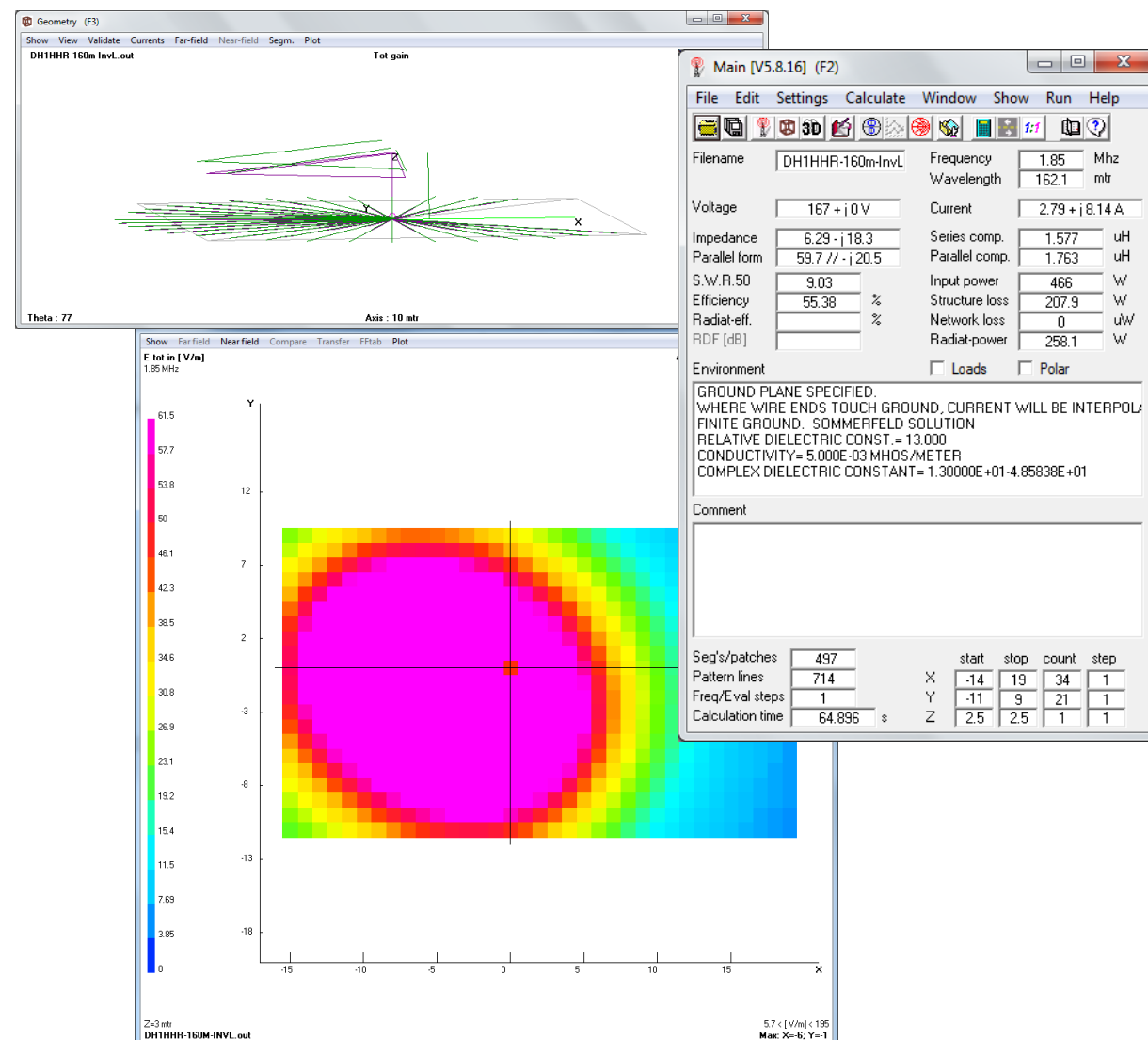
Nachweisverfahren für die „Nahfeldproblematik“ Simulationsrechnung (4nec2, EZNEC, MMANA)

- **Nahfeldberechnung für nicht alltägliche Antennenstrukturen**

- verwinkelte und/oder schräg realisierte Drahtantenne
- stark verkürzter Strahler

- **kostenlos verfügbar:**

- <https://www.qsl.net/4nec2/>
- <https://www.eznec.com/>
- <http://dl2kq.de/mmana/4-7.htm>



Nachweisverfahren für die „Nahfeldproblematik“ Feldstärkemessungen

■ Messungen wenn:

- komplexes QTH das in Simulationen sich nicht abbilden lässt: Umgebungs-/Bebauungseinflüsse, unebenes Gelände
- komplexe Antennenstruktur in Antennenbibliotheken nicht verfügbar, z.B. verwinkelte Drahtantenne mit tief hängenden Enden an Grundstücksgrenze

■ Auswertung Messergebnisse mittels Watt32 oder Feld32

Feldstärke-Messtechnik 500 kHz bis 60 MHz bestehend aus HF-Kleinleistungsmesser PMWR1 und den passiven nicht-isotropen Vektorsonden E-Feldsonde EFS1 und H-Feldsonde HFS1 im OV Siebengebirge verfügbar



Feld32 v 2.0.2 © 2002-2022 Thilo Kootz DL9KCE : Auswertung von Feldstärkeme...

Band und Sendeleistung während der Messung
 Name [160m-20171008]
 Messleistung [W] 510 Satznamen übernehmen
 AFU-Band 160m Messwertsatz Satz 1

Mode- und Intervall-Faktor
 Mode Fmod=1 AM 1,00
 FM 1,00
 RX/TX tx6 rx0 CW/SSB 1,00

Einheiten
 E V/m
 H A/m

Auswertung
 E und H
 nur E
 nur H

Personenschutz-Grenzwerte
 E-Feld 63.03 V/m
 H-Feld 0.383 A/m

Sicherheitszuschlag
 Aktiv Info
 Sich. Zuschlag 3,80 dB

Eingabe der Messwerte je Messpunkt

MPunkte	V/m	A/m	% vom jeweiligen Grenzwert (100% = Grenzwert erreicht)	
			E/Grenz	H/Grenz
MP 1	2,18	0,0141	3%	4%
MP 2	2,95	0,0115	5%	3%
MP 3	8,16	0,0258	13%	7%
MP 4	17,9	0,0471	28%	12%
MP 5	20,2	0,0071	32%	2%
MP 6	41,7	0,0244	66%	6%
MP 7	13,9	0,0206	22%	5%
MP 8	19,7	0,0188	31%	5%
MP 9	25,1	0,0298	40%	8%
MP 10	8,39	0,0237	13%	6%
MP 11	3,69	0,0089	6%	2%

Ausgabe und Auswertung
 Hier werden die maximal möglichen Leistungen ausgegeben, die aufgrund der Messung bei maximaler Ausschöpfung der Grenzwerte angenommen werden können.
 E-Feld >750
 H-Feld >750
 Minimum (E,H) >750
 Auswirkung des Mode-/Intervallfaktors
 CW/SSB >750
 AM >750
 FM >750

