

## Feldstärkemessungen - Datenauswertung für BEMFV

Wer seine BEMFV-Anzeige auf der Basis von Feldstärkemessungen durchführt, kann sich die Datenauswertung erheblich erleichtern, wenn er das EXCEL Programm EM7.xls benutzt. Nach Eingabe der Messwerte, evtl. schon während der Messung, erhält man folgende Aussagen :

- Über- oder Unterschreitung der Grenzwerte bei der vorhandenen Sendeleistung
- Die max. mögliche, den Grenzwerten entsprechende Sendeleistung
- Die EIRP, die in die BEMFV-Anzeige einzutragen ist

In der Anzeige ortsfester Amateurfunkanlagen nach §9 des Verfahrens über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV) ist nachzuweisen, daß die erzeugten elektrischen und magnetischen Feldstärken unter den festgesetzten Grenzwerten liegen. Für den Funkamateur bedeutet das, daß bestimmte, den erzeugten Feldstärken entsprechende Sendeleistungen nicht überschritten werden dürfen. Es bedeutet aber auch, daß bei Unterschreitung der Grenzwerte noch Reserve besteht für eine Erhöhung von Sendeleistung oder Antennengewinn.

Der Nachweis kann durch Berechnung oder durch Messung erfolgen. Vorteil der Messung ist, daß die schwierige Berechnung im Nahfeld entfällt.

Das Programm EM7.xls enthält eine Excel-Arbeitsmappe mit 8 vorbereiteten Tabellen, von denen je eine für mindestens einen Messpunkt verwendet werden kann. Abhängig davon, wie viel Daten die Messpunkte enthalten, lassen sich auch mehrere Messpunkte mit einer Tabelle bearbeiten.

Nach Eintragung der E/H-Messwerte, der verwendeten Sendeleistung bei der Messung und ggf. von der Betriebsart abhängiger Faktoren berechnet die Tabelle selbsttätig die den PS- und HSM-Grenzwerten entsprechenden Sendeleistungen, die man theoretisch noch verwenden könnte, ohne die Grenzwerte zu überschreiten.

Zusätzlich wird nach Eingabe einer Senderausgangsleistung PEP, die der Funkamateur z. Zt. zur Verfügung hat, die aber den von BEMFV vorgegebenen Grenzwert nicht überschreiten darf, eine EIRP berechnet, die in die o.g. Anzeige einzutragen ist. Hierzu sind auch der Antennengewinn und die Verluste in der Antennenzuleitung einzugeben.

Antennengewinn und Zuleitungsverluste gehen in die Berechnung der maximalen Sendeleistung nicht ein, da sie bereits indirekt in den gemessenen Feldstärken enthalten sind.

Einzutragen sind in folgende Felder der Tabelle :

Feld	Eintragung
B1, C1, D1	Angaben über die Antenne (beliebiger Text)
B2, C2, D2	Angaben über den Messpunkt (beliebiger Text)
C3	Fehler der E-Sonde des Messgerätes in dB(V/m)
C4	Fehler der H-Sonde des Messgerätes in dB(mA/m)

Feld	Eintragung
C5	Frequenzunabhängige Dämpfung (Summe aller Stecker, Schalter (dB)#
C6	Kabellänge von Sender bis Antenne in m #
L3	Fehler des Sendeleistungs-Messgerätes
L4	Sicherheitsabstand von der max. Leistungsgrenze (0 oder 3 dB)
C7	Sende-Zeitanteil in einem 6 Min. Intervall (z.B. 3 dB entspr. 0,5)
C8	Modulationsspezifischer Faktor (siehe Literatur) in dB
C10 - L10	Sendeleistung bei der Messung auf den jeweiligen Bändern in Watt
C11 - L11	Aktuell zur Verfügung stehende Senderleistung PEP in Watt #
C12 - L12	Antennengewinn in dB #
C13 - L13	Frequenzabhängige Dämpfung (100 m Kabel in dB) #
C14 - L14	Gemessene E-Feldstärken in db (V/m) auf den jeweiligen Bändern
C15 - L15	Gemessene H-Feldstärken in db (mA/m) auf den jeweiligen Bändern

# Eintragung nur für EIRP Berechnung erforderlich

Anmerkung : In den Feldern C7 und C8 gelten im allgemeinen 0 dB, entsprechend einem linearen Faktor von 1. Werte kleiner als 0 dB sollten nur verwendet werden, mit Begründung, wenn PS-Grenzwerte auf anderem Wege nicht eingehalten werden können.

Generell gilt, daß Minus-Vorzeichen von dB-Werten nicht mit eingegeben werden dürfen, da diese bereits im Programm enthalten sind.

Die eingegebenen Werte erscheinen in rot. In allen anderen Feldern ist die Eingabe gesperrt. In der Tabelle 1 (von 8) sind als Beispiel die Messpunkte 19, 20, 21, 22 der FD-4 bei DK0PR eingetragen (80m, 40m, E, H). Diese Einträge können natürlich gelöscht werden.

### Ergebnisse :

In den Feldern C29 bis L29 wird die von Frequenz und Kabellänge abhängige Dämpfung des Kabels ausgedruckt. Diese Werte gehen zusammen mit der frequenzunabhängigen Dämpfung aus C5 in die EIRP-Berechnung ein.

In den Feldern C31 bis L31 und C32 bis L32 werden die am Messpunkt den PS-Grenzwerten entsprechenden Sendeleistungen P(max) für E-Feld und H-Feld ausgedruckt. Für die Beurteilung ist der kleinste ausgedruckte Wert zu verwenden.

In den Feldern C34 bis L37 und C38 bis L41 werden die am Messpunkt den HSM-Grenzwerten entsprechenden Sendeleistungen P(max) für E-Feld und H-Feld, jeweils für die einzelnen Modulationsarten, ausgedruckt. Für die Beurteilung ist der kleinste ausgedruckte Wert zu verwenden.

Ist die zur Verfügung stehende Sendeleistung höher als die hier ermittelten Werte, so muß die Leistung reduziert werden, um die Grenzwerte der Feldstärken nicht zu überschreiten. In diesem Fall ist in einem zweiten Schritt der ursprünglich in C11 bis L11 eingetragene Leistungswert in den hier ermittelten Wert zu ändern, damit sich auch eine reduzierte EIRP ergibt. Die EIRP wird in den Feldern C42 bis L42 ausgedruckt.

Ist die zur Verfügung stehende Sendeleistung kleiner als die hier ermittelten Werte, so könnte die Leistung bis P(max) erhöht werden. Alle P(max) Werte erscheinen in blauer, EIRP in grüner Farbe.

Die Ergebnisse können auch in Form von Diagrammen dargestellt werden, wodurch die Anschaulichkeit erheblich erhöht wird. Hierzu sind EXCEL Kenntnisse erforderlich.

Ableitung der Formel für P(max) :

Es gehen folgende Größen in die Betrachtung ein :

Sendeleistung P(GW) = P(max), wenn am Messpunkt der Feldstärke-Grenzwert E(GW) erzeugt wird.

Sendeleistung P = P(Mess), die bei der Messung die Feldstärke E erzeugt.

Grundlegender physikalischer Zusammenhang ist :

$$P(GW) / P = [E(GW) / E]^2$$

$$\log [E(GW) / E]^2 = 2 * [\log E(GW) - \log E]$$

$$[E(GW) / E]^2 = 10^{20 * [\log E(GW) - \log E] / 10}$$

20 \* log E(GW) ist der Grenzwert in dB, bezogen auf 1 V/m

20 \* log E ist der Messwert in dB, bezogen auf 1 V/m

$$[E(GW) / E]^2 = 10^{[E(GW, dB) - E(dB)] / 10}$$

$$P(GW) = P * 10^{[E(GW, dB) - E(dB)] / 10}$$

oder

$$P(GW) = P / 10^{[E(dB) - E(GW, dB)] / 10}$$

Es geht noch der Fehler F des Messgerätes und bei PS Faktoren für die Modulationsart ein. Die Formel lautet also für Personenschutz (PS) :

$$P(GW) = P / 10^{[E(dB) + F(dB) - FB(dB) - Fm(dB) - E(GW, dB)] / 10}$$

Für Herzschrittmacher (HSM) :

$$P(GW) = P / 10^{[E(dB) + F(dB) - E(GW, dB)] / 10}$$

P(GW) ist gleich P(max), die maximale Ausgangsleistung des Senders um den Grenzwert nicht zu überschreiten.

Die gleiche Formel gilt für das H-Feld.