



*CEPT/ERC Project Team SE35
Power Lines Telecommunications (PLT)
and cable transmissions in general
CEPT/ERC Projektteam SE35
Kommunikation über Stromleitungen (PLT) und
Kabelübertragungen im Allgemeinen*

SE35 (02) 010 rev 1

Datum: 03. Mai 2002

**Thema: Mögliche Auswirkung von Emissionsgrenzwerten für PLC,
xDSL und Kabelkommunikation auf HF
Rundfunksendungen**

Ursprung: Radio Niederlande

**Übersetzung: Übersetzt aus dem englischen von Martin Nähring, DF8FE,
10. Juni 2002**

Mögliche Auswirkung von Emissionsgrenzwerten für PLC, xDSL und Kabelkommunikation auf HF Rundfunksendungen

Zusammenfassung

TX - RNW, Flevo [HR 2/2/.5] 500kW 110deg 17ut 9.700MHz MAY 105ssn
Transmitter location to grid of Receivers

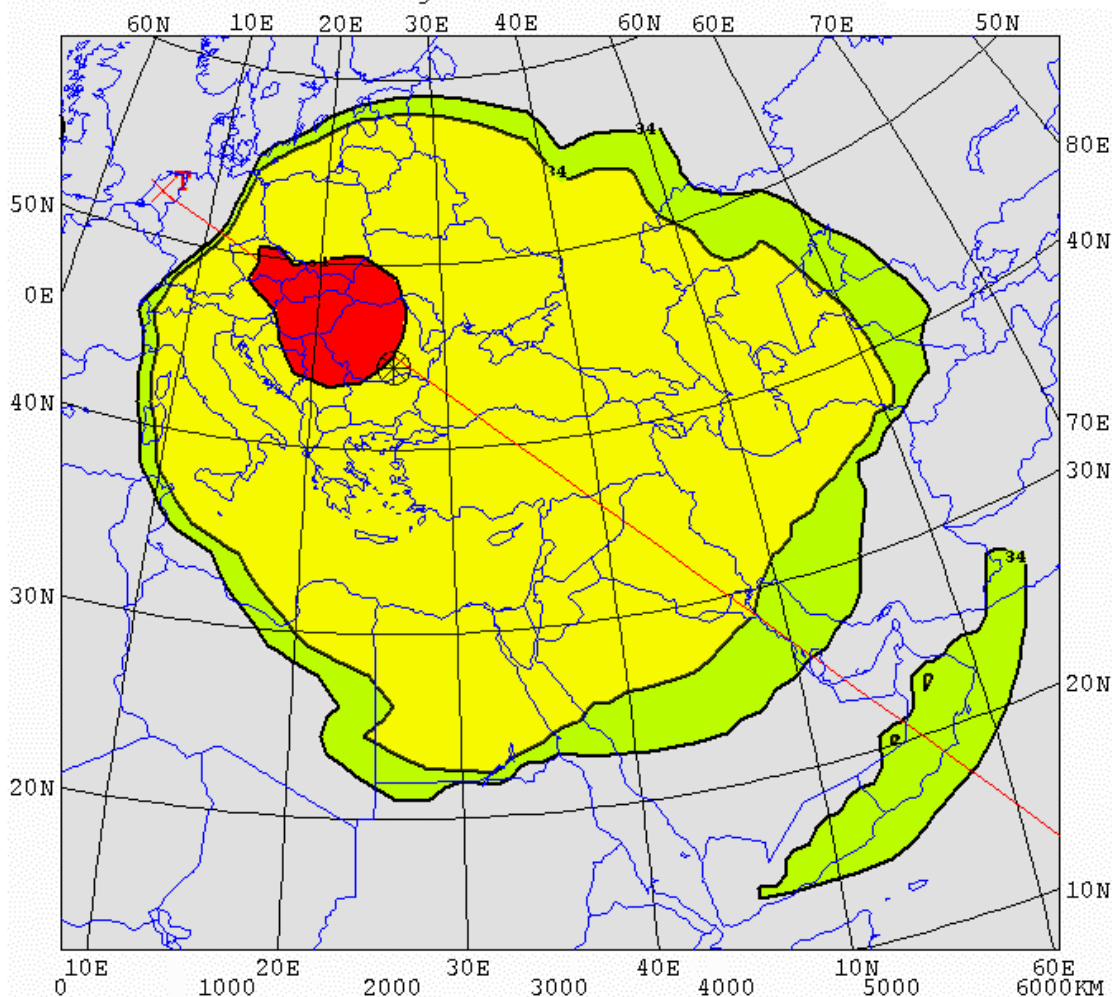


Abbildung 1 - Auswirkung von vorgeschlagenen nationalen Emissionsgrenzwerten für plc, xDSL und Kabelkommunikation auf den Versorgungsbereich von HF Rundfunksendungen.

Größe des Versorgungsbereichs im Falle von:

- Nur künstliche Störungen aus der Wohnumgebung
- Gesteigerter Störpegel gemäß dem norwegischen und irländischen Vorschlag¹
- Gesteigerter Störpegel gemäß dem deutschen Vorschlag¹ (NB30)

Die Abbildung illustriert die Auswirkung von Störstrahlungen auf den Sendungsempfang unter der Annahme, dass der Empfang im Haus in einem Abstand von 1 Meter von einer Leitung stattfindet und dass Abstrahlungen der Leitung an diesem Punkt auf dem Pegel sind, der vom Vorschlag¹ erlaubt würde, wie in der Legende der Abbildung 1 angegeben.

Um immer noch den beabsichtigten (grünen) Bereich abzudecken, wäre eine beträchtliche Erhöhung der Sendeleistung oder mehr Sendestationen notwendig. Es ist offensichtlich, dass dies in Bezug auf Kosten und Frequenzverfügbarkeit unmöglich ist.

¹ Grenzwerte sind für einen Abstand von 1 Meter zu Kabeln korrigiert worden unter der Annahme, dass das Feld mit $1/R$ abnimmt.

1. Einführung

Die Verwendung bestehender Strom- oder Telefonleitungen zur Datenübertragung kann zu unerwünschter Abstrahlung führen, da ein Teil der Signalenergie aus der Leitung „leckt“. Diese unerwünschte Strahlung kann eine Störung von Funksystemen verursachen und verschiedene Grenzwerte wurden deshalb als Beschränkung der Abstrahlung vorgeschlagen. Dieses Dokument beschreibt die mögliche Auswirkung verschiedener Grenzwerte für PLC, xDSL und Kabelkommunikation auf die gegenwärtige Frequenzplanung für Rundfunksender wenn sie weltweit durchgesetzt würden.

Um die mögliche Auswirkung jeder dieser Vorschläge deutlich zu zeigen, sind zuerst einige Hintergrundinformationen und Berechnungen notwendig. Die folgenden Kapitel fassen die Berechnungen zusammen und bilden die Basis für das in Kapitel 6 beschriebene Beispiel.

2. Bestimmung des Störpegels für Übertragungen.

Folgendes sind relevante Auszüge aus der ITU-R P.372 -7 "Funkstörungen".

2.1 Quellen der Funkstörungen

Funkstörungen von außerhalb des Funkempfangssystems beruhen auf folgenden Ursachen:

- Strahlung von Blitzentladungen (atmosphärische Störungen verursacht durch Blitze);
- unbeabsichtigte Strahlung von elektrischen Maschinen, elektrischen und elektronischen Geräten, Stromleitungen oder von interner Zündung von Verbrennungsmaschinen (künstliche Störungen);
- Aussendungen von atmosphärischen Gasen und Hydrometeoren;
- Der Boden oder andere Hindernisse innerhalb der Antennenkeule;
- Strahlung aus anderen Quellen (Weltraum, Raumwelle anderer Sender)

2.2 Begriffe für die Spezifikation der Störintensität und ihre Beziehungen

Für einen kurzen ($h \ll \lambda$) vertikalen Monopol über idealem Grund ergibt sich folgende vertikale Komponente des quadratischen Mittels der Feldstärke:

$$E_n = F_{am} + 20 \log f_{\text{MHz}} + B - 95.5 \quad \text{dB}(\mu\text{V/m})$$

mit:

- E_n : Feldstärke in Bandbreite b ,
- B : $10 \log b$ (Bandbreite (Hz)), und
- f_{MHz} : Mittenfrequenz (MHz).

Ebenso für einen Halbwellendipol im Freiraum:

$$E_n = F_{am} + 20 \log f_{\text{MHz}} + B - 99.0 \quad \text{dB}(\mu\text{V/m})$$

Hörer von Rundfunksendern verwenden oft einen einfachen Kurzwellenempfänger um ihre bevorzugten Programme zu hören. Diese schlichten Empfänger haben relativ kurze (hauptsächlich ausziehbare) Stabantennen. Für unsere theoretischen Berechnungen verwenden wir deshalb die Merkmale eines kurzen senkrechten Monopols über idealem Grund um diese Situation am besten zu reproduzieren.

2.3 Künstliche Störungen (Man-made noise)

Mittlere Werte künstlicher Störungsleistung für eine Anzahl von Umgebungen werden in Abb. 2 gezeigt.

In allen Fällen entsprechen die Ergebnisse einer linearen Änderung des mittleren Wertes F_{am} über der Frequenz f der Form:

$$F_{am} = c - d \log f$$

Mit f in MHz, nehmen c und d die Werte aus Tabelle 1 an. Beachten Sie, dass diese Gleichung im Bereich 0,3 bis 250 MHz für alle Umweltkategorien außer denen der Kurve D und E gilt, wie in Abb. 2 gezeigt.

Tabelle 1

Werte der Konstanten c und d

Umweltkategorie	c	d
Geschäft (Kurve A)	76.8	27.7
Wohngegend (Kurve B)	72.5	27.7
Ländliche Bereiche (Kurve C)	67.2	27.7
Ruhige ländliche Bereiche (Kurve D)	53.6	28.6
Galaktisches Rauschen (Kurve E)	52.0	23.0

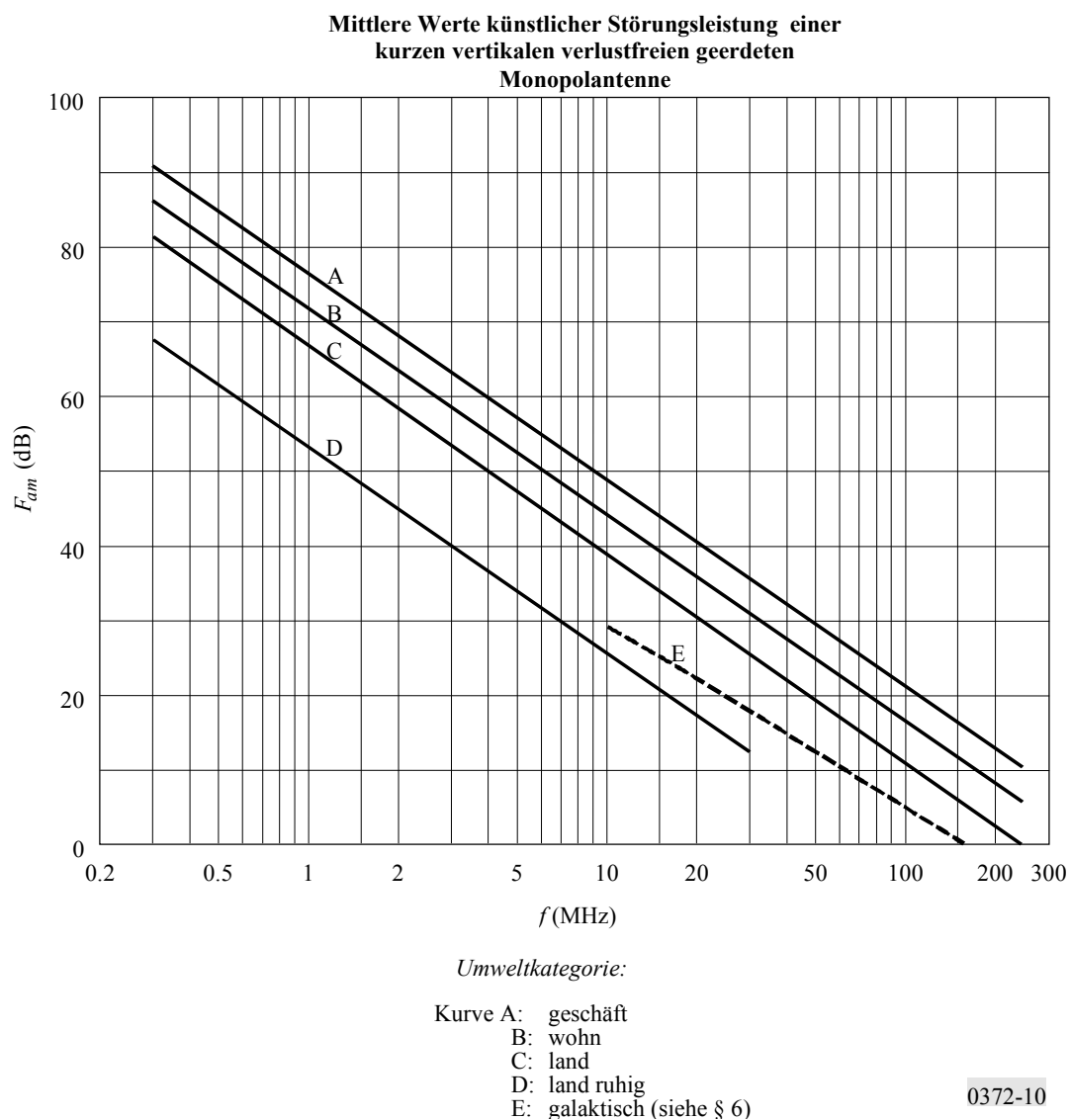


Abbildung 2 – Mittlere Werte künstlicher Störungsleistung einer kurzen vertikalen verlustfreien geerdeten Monopolantenne (ITU-R P.372-7 "Radio noise", Figure 10)

Alle Ausbreitungsberechnungen in diesem Dokument basieren auf ITU-R Empfehlung P.533 "HF Ausbreitungsvorhersagemethode". Das Rec.533 Programm im ' ITS HF Propagation package ' von Greg Hand verwendet die Rauschzahlen wie in ITU-R P.372/CCIR Bericht 258 definiert.

3. Beispiel einer Übertragung

3.1 Parameter

Für das in diesem Dokument ausgeführte Beispiel ist eine fiktive, aber realistische Kurzwellenübertragung mit den folgenden Parametern gewählt:

Sender

Name: Sendestation Nozema, Radio Niederlande
 Standort: Flevo, Niederlande, 52,35 N, 5,45 E
 Frequenz: 9700 kHz
 Leistung: 500 kW
 Antenne: AHR 2/2/0,5

Multiband mittlen/endgespeistes Vorhangantennenarray mit aperiodischem Reflektorschirm.

Kennzeichnung: AHR (S) m/n/h

m: Anzahl von Halbwellendipolen in jeder Zeile

n: Anzahl von Zeilen, die übereinander und jeweils eine halbe Wellenlänge auseinander liegen.

h: Höhe der unteren Dipolreihe in Wellenlängen über Grund.

Schwenkwinkel und Entwurfsfrequenz werden gesondert angegeben.

Strahlrichtung: 110 Grad
 Gewinn: ~16 dBi
 Schwenkwinkel: 0 Grad
 Entwurfsfrequ. Betriebsfrequenz

Empfangsbereich

Antenne: Kurzer senkrechten Monopol , Stabantenne
 Störpegel: Wohngebiet

Dieser Störpegel wurde gewählt, weil er für die meisten Kurzwellenhörer typisch ist. Jedoch könnte eine große Anzahl von Hörern in einer Geschäftsumgebung an einem noch höheren Störpegel leiden.

Andere Parameter

Zeit: 17 UTC
 Sonnenflecken: 105
 Monat: 5 (Mai)

Für die Berechnung verwendetes Programm

Name: HFWin32
 Version: 02.0208W
 Paket: Enthält ICEPAC/VOACAP/REC533
 Die ITU Empfehlung REC.533 wurde verwendet.
 Autor: Greg Hand
 US Department of Commerce NTIA/ITS
 Institut für Telekommunikationswissenschaften
 Hochfrequenzausbreitungsmodelle

3.2 Störpegel

Der Störpegelpegel am Empfangstandort wird von Kurve B in Abbildung 2 (ITU-R P.372 Abbildung 10) bestimmt unter Berücksichtigung einer lineare Abweichung des mittleren Werts in einer Wohnumgebung:

$$F_{am} = 72.5 - 27.7 \log_{10} 9.7 = 45.17 \text{ dB}$$

Für unser Beispiel bei 9,7 MHz wird die Störfeldstärke (dB μ V/m) in 10 kHz bestimmt durch:

$$\begin{aligned} F_{am}(9.7 \text{ MHz, Kurve B, Wohngebiet}) &= 45.17 \text{ dB} \\ E_{nm} &= 45.17 + 20 \log 9.7 + 10 \log 10000 - 95.5 = 9.40 \text{ dB}\mu\text{V/m (in 10 kHz)} \end{aligned}$$

4 Gegenwärtige Kurzwellenfrequenzplanung

Für den zuverlässigen Empfang einer Kurzwellenaussendung wurde von der WARC HFBC -87 bestimmt, ein RF S/N Verhältnis von 34 dB als Grundwert für Planungszwecke (ITU-R BS.560 -4 " Radio-frequency protection ratios in LF, MF and HF broadcasting ") zu verwenden. Dies bedeutet, dass die minimale Signalstärke an einem Empfangstandort 34 dB über dem Störpegel sein soll.

Basierend auf dem Störpegel in einer Wohngegend, der für unser Beispiel bei 9,7 MHz 9,40 dBµV/m ist, sollte die minimale Signalstärke $9,40 + 34 = 43,4$ dBµV/m sein.

In der Praxis bei Radio Niederlande ist ein Wert von mindestens 40 dBµV/m Feldstärke das allgemeine Kriterium für die minimale brauchbare Feldstärke bei der Planung einer Kurzwellenübertragung.

Zum Vergleich zwischen künstlichem Störpegel und den vorgeschlagenen Abstrahlungsgrenzwerten für PLC sollte der (durchschnittliche) künstliche Störpegel um 10 dB erhöht werden, um die Pegel korrekt zu vergleichen, da beide Spitzendetektiert sind.

Der künstliche Störpegel konvertiert in einen spitzendetektierten Pegel ist:

$$9,40 + 10 \text{ dB} = 19,40 \text{ dB}\mu\text{V}$$

Dieser Pegel für künstliche Störungen wird bei weiteren Berechnungen verwendet.

5 Mögliche Auswirkung der vorgeschlagenen nationalen Abstrahlungsgrenzwerte für PLC, xDSL und Kabelkommunikation

5.1 Mögliche Auswirkung des deutschen Vorschlags (NB30s) auf die Kurzwellenfrequenzplanung

Eine Regelung wurde in Deutschland in ein Gesetz umgesetzt, bekannt unter der Abkürzung NB30 (definiert in SE35 (02) 001 6.4.1). Sie umfasst sowohl alle AM Rundfunkfrequenzbereiche (0,15 bis 30 MHz) als auch Frequenzen darunter und darüber. Sie basiert auf der Messung magnetischer Feldstärke in einem Abstand von 3 Meter vom Datenübertragungsleitungen unter Verwendung eines spitzenwert-detektierenden Messempfängers. Die äquivalenten elektrischen Feldstärke-Grenzwerte können aus den mit einer magnetischen Schleifenantenne gemachten magnetischen Feldstärkemessungen berechnet werden. Durch addieren einer Fernfeldimpedanzkorrektur von 51,5 dB ($20 \log 377\Omega$) kann die magnetische Komponente einer elektromagnetischen Welle in die äquivalente elektrische Feldstärke umgerechnet werden. In unserem Fall ist der Messabstand eindeutig bei allen Frequenzen innerhalb des Nahfelds, so dass die Fernfeldimpedanzumrechnung technisch falsch ist, hier aber durch Konvention verwendet wird, um sich auf eine äquivalente elektrische Feldstärke zu beziehen.

Der NB30 Vorschlag wird von den folgenden Formeln beschrieben (gemessen bei 3m, spitzen-detektiert bei 9 kHz Bandbreite):

$$\begin{aligned} E &\leq 40 - 20 \log_{10} [f_{\text{MHz}}] && \text{for } 0.15 < f_{\text{MHz}} < 1 \\ E &\leq 40 - 8.8 \log_{10} [f_{\text{MHz}}] && \text{for } 1 < f_{\text{MHz}} < 30 \end{aligned}$$

Für unser Beispiel bestimmt sich der Störgrenzwert bei 9,7 MHz durch:

$$\begin{aligned} E &= 40 - 8.8 \log_{10} 9.7 = 31.31 \text{ dB}\mu\text{V}/3\text{m (in 9 kHz)} \\ E &= 31.31 + 10 \log_{10} (10\text{k}/9\text{k}) = 31.77 \text{ dB}\mu\text{V}/3\text{m (äquivalenter Wert bei 10 kHz)} \end{aligned}$$

Der vorgeschlagene Abstrahlungsgrenzwert der NB30, - in unserem Beispiel bei 9,7 MHz - ist 31,77 dB μ V

Ein Abstand von 1 Meter von der Datenübertragungsleitung wurde gewählt, weil dies der typischste Wert für eine Haussituation wäre. Ein Kurzwellenhörer versucht immer die Stelle mit der geringsten Störung zu finden. Im Falle von PLC ist dies der größte Abstand von allen Stromleitungen. In Praxis wird ein Abstand von 1 Meter von allen Stromleitungen für einen In-Haus-Empfang und sogar außer Haus in einer Wohngegend schwer zu erreichen sein (z.B. Geräte und Verkabelung von Nachbarn, Straßen- und Gartenbeleuchtung).

Um auf Messungen bei 1 Meter statt 3 Metern umzurechnen muss dieser Abstrahlungsgrenzwert um $20 \log_{10} (3/1) = 9.54$ dB erhöht werden.

Der gesamte Abstrahlungsgrenzwert des NB30 Vorschlags, gemessen bei 1 Meter Abstand ist deshalb:

$$31.77 \text{ dB}\mu\text{V}/3\text{m} + 9.54 \text{ dB} = 41.32 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m (bei 10 kHz)}$$

Dies bedeutet, dass sich bei 9,7 MHz folgende Erhöhung des Störpegels im Vergleich zum Störpegel des Wohngebietes ergibt:

Störpegel gemäß NB30 Vorschlag (dB μ V/m) - künstliche Störungen (dB μ V/m) = Erhöhung des Störpegels (dB)

$$41,32 - 19,40 = 21,92 \text{ dB}$$

5.2 Mögliche Auswirkung des UK-Vorschlags (MPT1570) auf die Kurzwellenfrequenzplanung

Der UK-Vorschlag (wie in SE35 (02) 001 6.4.2 definiert) beschreibt Grenzwerte für den Frequenzbereich von 0,009 bis 1,6 MHz. Frequenzen über 1,6 MHz sind (noch) nicht definiert und somit wird dieser Vorschlag nicht in diesem Dokument behandelt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Auswirkungen auf Lang- und Mittelwellengeräte nicht beträchtlich sind.

5.3 Mögliche Auswirkung des norwegischen und irländischen Vorschlags auf die Kurzwellenfrequenzplanung

Der norwegische und irländische Vorschlag (wie in SE35 (02) 001 6.4.3 definiert) wird durch die folgenden Formeln beschrieben, gemessen mit einer Schleifenantenne in dB μ A/m und umgerechnet in ein äquivalentes E-Feld mit dem Faktor von 51,5 dB, entsprechend der Freiraumimpedanz von 120*pi Ohm. Der Messabstand ist 3 Meter, Spitzenwertmessung bei 9 kHz Bandbreite.

$$\begin{aligned} E &\leq 20 - 20 \text{ Log}_{10} [f_{\text{MHz}}] && \text{for } 0.15 < f_{\text{MHz}} < 1 \\ E &\leq 20 - 7.7 \text{ Log}_{10} [f_{\text{MHz}}] && \text{for } 1 < f_{\text{MHz}} < 30 \end{aligned}$$

Für unser Beispiel bestimmt sich der Störgrenzwert bei 9,7 MHz zu:

$$\begin{aligned} E &= 20 - 7.7 \text{ Log}_{10} 9.7 = 12.40 \text{ dB}\mu\text{V}/3\text{m (in 9 kHz)} \\ E &= 12.40 + 10 \text{ Log}_{10} (10\text{k}/9\text{k}) = 12.86 \text{ dB}\mu\text{V}/3\text{m (äquivalenter Wert bei 10 kHz)} \end{aligned}$$

Um auf Messungen bei 1 Meter statt 3 Metern umzurechnen muss dieser Abstrahlungsgrenzwert um $20 \log_{10} (3/1) = 9.54$ dB erhöht werden.

Der gesamte Abstrahlungsgrenzwert des norwegischen und irländischen Vorschlags, gemessen bei 1 Meter Abstand ist deshalb:

$$12.86 \text{ dB}\mu\text{V}/3\text{m} + 9.54 \text{ dB} = 22.40 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m (bei 10 kHz)}$$

Dies bedeutet, dass sich bei 9,7 MHz folgende Erhöhung in Störpegels im Vergleich zum Störpegel des Wohngebietes ergibt:

Störpegel gemäß norwegischem und irländischem Vorschlag (dB μ V/m) - künstliche Störungen (dB μ V/m) = Erhöhung des Störpegels (dB)

$$22,40 - 19,40 = 3,00 \text{ dB}$$

5.4 Mögliche Auswirkung des BBC Vorschlags auf die Kurzwellenfrequenzplanung

Der BBC Vorschlag (wie in SE35 (01) 113 beschrieben) wird durch die folgenden Formeln beschrieben, die aufgrund von Messungen mit einer Schleifenantenne in dB μ A/m und umgerechnet in ein äquivalentes E-Feld mit dem Faktor 51,5 dB, entsprechend der Freiraumimpedanz von 120*pi Ohm, ermittelt wurden. Der Messabstand beträgt 1 Meter von der Schleifenmitte. Es wurden Spitzenwerte bei 9 kHz Bandbreite gemessen. Die Idee dieser Feldstärkegrenzwerte ist, dass eine 0,5 dB Zunahme im Grundrauschen in einem Referenzszenario zulässig ist. Dieses Referenzszenario wurde definiert als Außer-Haus-Empfang 10 Meter von einer potentiell störenden Leitung unter der Annahme, dass die vorher existierenden Störungen in der Mitte zwischen 'ländliche Gebiete' und 'ruhige ländliche Gebiete' liegen gemäß ITU-R Rec. P 372.

$$E \leq 21.8 - 8.15 \text{ Log}_{10} [f_{\text{MHz}}] \quad \text{for } 0.15 < f_{\text{MHz}} < 30 \text{ (in 1 Meter Abstand)}$$

Für unser Beispiel bestimmt sich der Störgrenzwert bei 9,7 MHz zu:

$$E = 21.8 - 8.15 \log_{10} 9.7 = 13.76 \text{ dB}\mu\text{V/m (bei 9 kHz)}$$

$$E = 13.76 + 10 \log_{10} (10\text{k}/9\text{k}) = 14.22 \text{ dB}\mu\text{V/m (äquivalenter Wert bei 10 kHz)}$$

Der gesamte Abstrahlungsgrenzwert des BBC Vorschlags, gemessen bei 1 Meter Abstand ist deshalb:

$$14,22 \text{ dB}\mu\text{V/m}$$

Dies bedeutet, dass sich bei 9,7 MHz folgende Erhöhung in Störpegels im Vergleich zum Störpegel des Wohngebietes ergibt:

Störpegel gemäß BBC Vorschlag (dB μ V/m) - künstliche Störungen (dB μ V/m) = Erhöhung des Störpegels (dB)

$$14,22 - 19,40 = - 5,18 \text{ dB}$$

Dieses negative Ergebnis konnte erwartet werden. Der BBC Vorschlag nimmt eine Zunahme von 0,5 dB im Grundrauschen an, wobei der Grundstörpegel in der Mitte zwischen 'ländlicher Raum' und 'ruhiger ruhiger ländlicher Raum' gemäß ITU-R Rec. P 372 liegt. Der Grundstörpegel, wie bei dieser Berechnung verwendet, wird als 'Wohngebiet' angenommen, und ist somit beträchtlich höher als sowohl 'ländlicher Raum' und 'ruhiger ruhiger ländlicher Raum'. Wenn der Störpegel durch den BBC Vorschlag begrenzt würde, wäre der Versorgungsbereich der Beispielberechnung noch größer. Denken Sie daran, dass Kurzwellenhörer schon mit einem hohen Störpegel bei In-Haus-Empfang in Wohngebieten zurechtkommen müssen.

6. Berechnung der Beispielübertragung

6.1 Derzeitige Frequenzplanung mit Rec.533 Gebietsabdeckung

- *Feldstärke*

Abbildung 3 zeigt die Versorgung des Gebiets mit dem Hinweis auf die erreichte Feldstärke.

TX - RNW, Flevo [HR 2/2/.5] 500kW 110deg 17ut 9.700MHz MAY 105ssn
Transmitter location to grid of Receivers

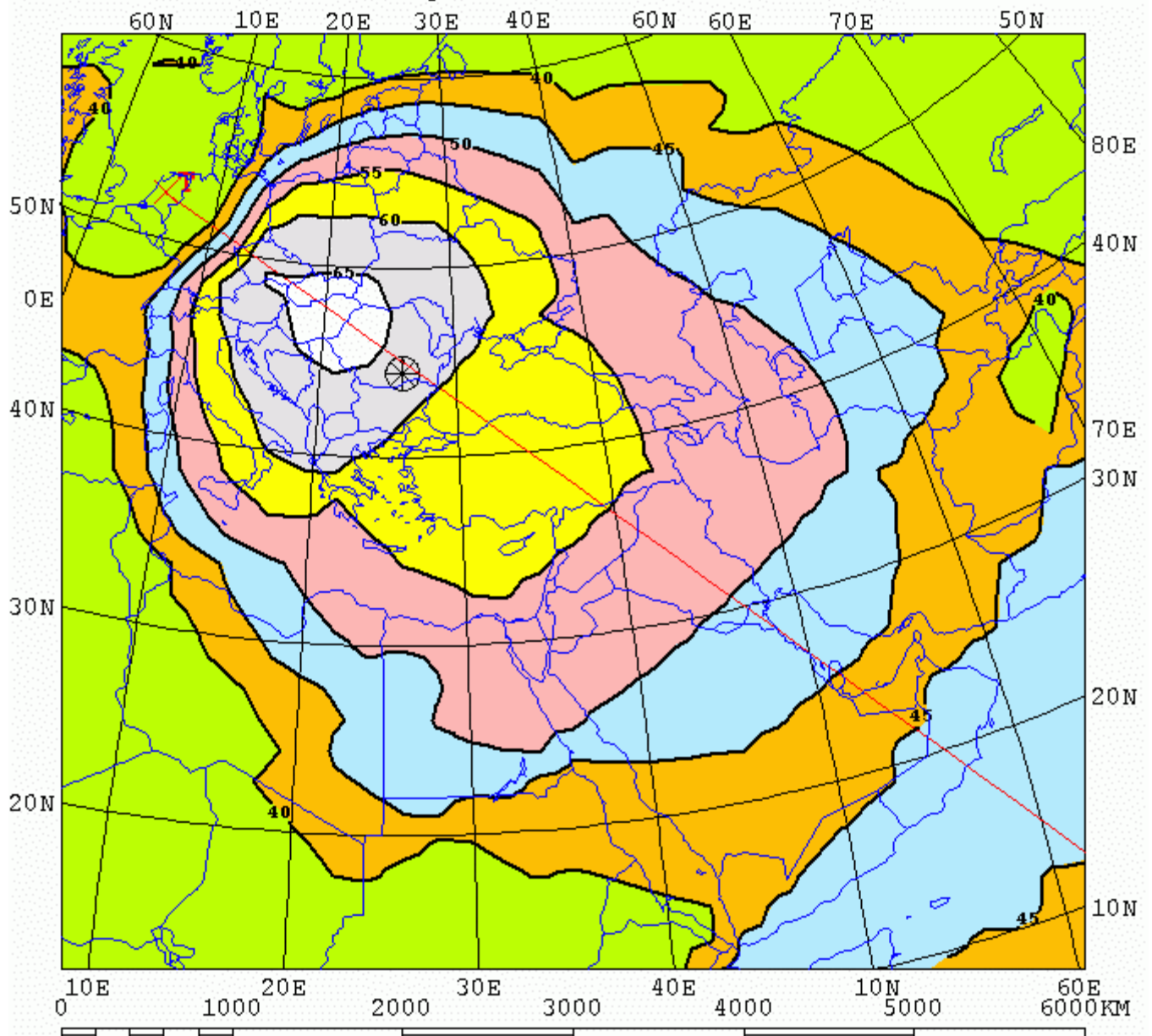


Abbildung 3 – Feldstärke – Gebietsabdeckungs – Diagramm bei derzeitiger Frequenzplanung

- *Störabstand ≥ 34 dB*

Abbildung 4 zeigt ein Störabstands-Abdeckungs-Diagramm bei dem nur künstliche Störungen einer Wohnumgebung (9,40 dB μ V/m in 10 kHz bei 9,7 MHz) vorhanden sind, wobei das S/N Verhältnis 34 dB gleich oder übersteigt. Dieser Wert von 34 dB wurde als ein Grundwert für Planungszwecke (ITU-R BS.560 -4 "Radio-frequency protection ratios in LF, MF and HF broadcasting") bestimmt. Der Störpegel im REC.533 Gebiets-Abdeckungs-Programm ist als dBW/1Hz bei 3 MHz spezifiziert, in Übereinstimmung zum CCIR Bericht 258/ITU-R PI.372.

TX - RNW, Flevo [HR 2/2/.5] 500kW 110deg 17ut 9.700MHz MAY 105ssn
Transmitter location to grid of Receivers

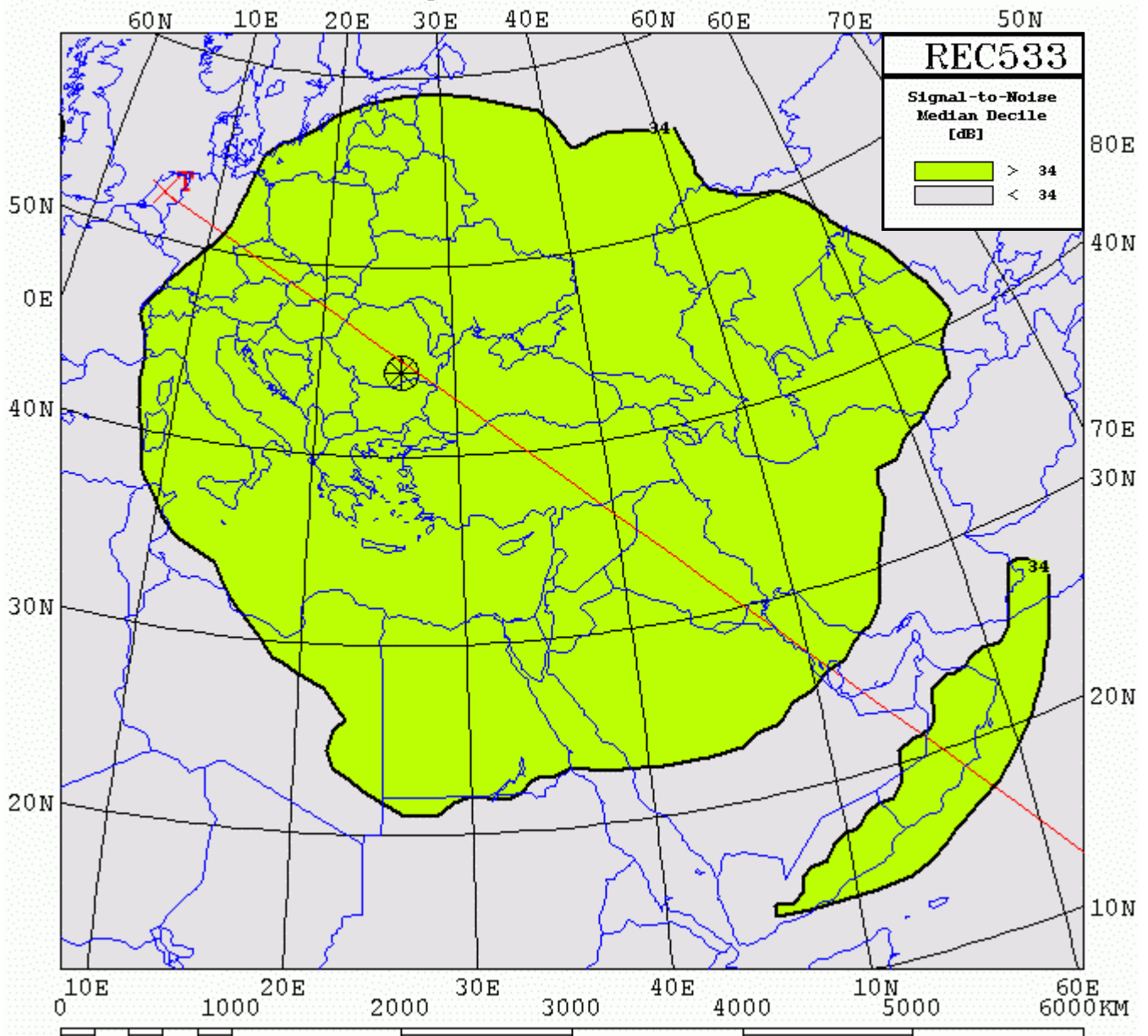


Abbildung 4 – Störabstands-Abdeckungs-Diagramm , wobei der Störabstand größer oder gleich 34 dB ist bei gegenwärtiger Frequenzplanung

- *Zuverlässigkeit*

Abbildung 5 demonstriert die Zuverlässigkeit des Empfangs im Zielgebiet. Diese Zuverlässigkeit wird von der Wahrscheinlichkeit (in Prozent) bestimmt, bei der der Störabstand am Empfängerstandort größer oder gleich 34 dB ist.

TX - RNW, Flevo [HR 2/2/.5] 500kW 110deg 17ut 9.700MHz MAY 105ssn
Transmitter location to grid of Receivers

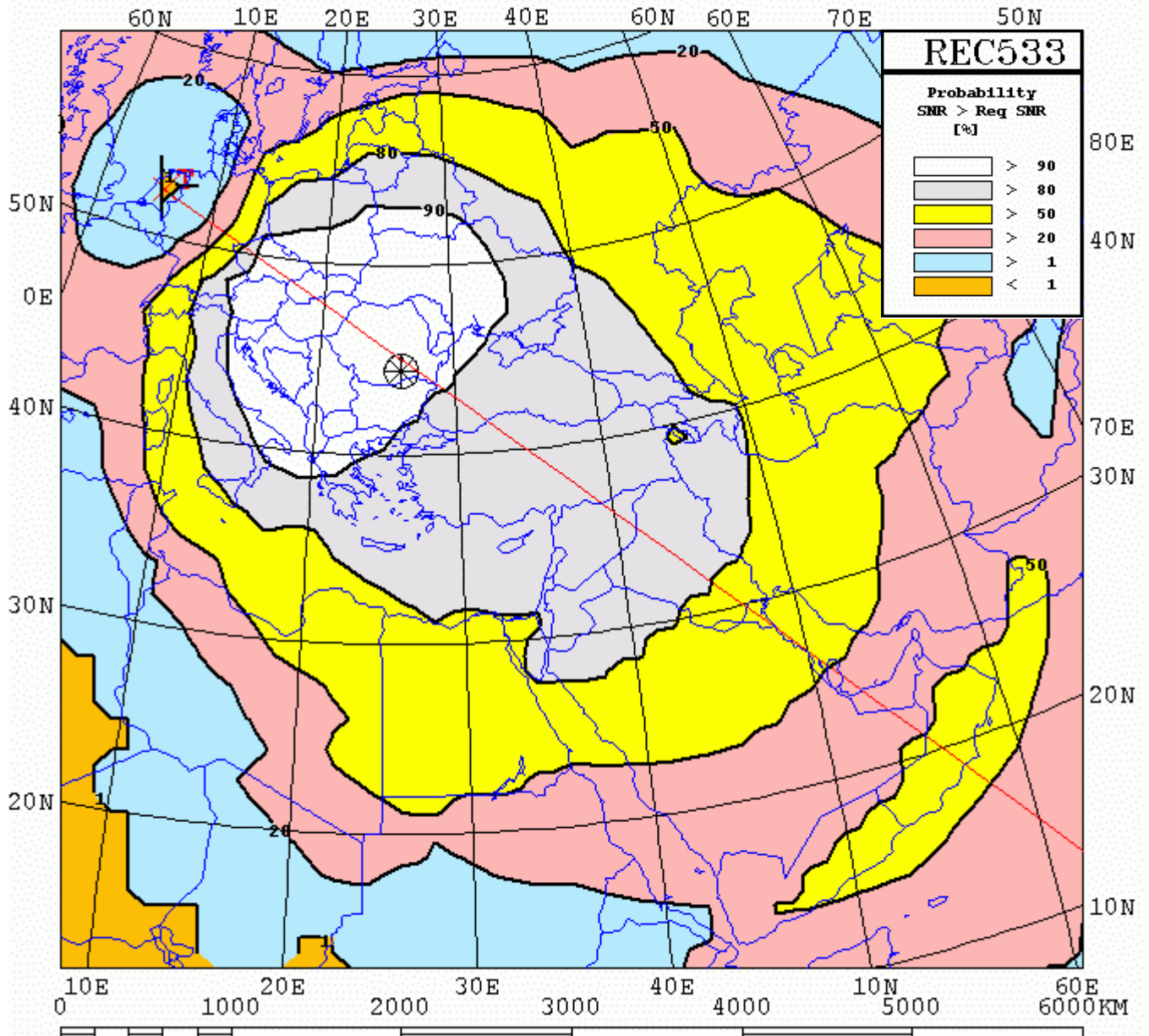


Figure 5 – Zuverlässigkeits Diagramm, wobei der Störabstand am Empfängerstandort größer gleich 34dB ist bei derzeitiger Frequenzplanung

6.2 Mögliche Auswirkung der vorgeschlagenen nationalen Abstrahlungsgrenzwerte auf die Kurzwellenfrequenzplanung

6.2.1 Mögliche Auswirkung des deutschen Vorschlags (NB30) auf die Kurzwellenfrequenzplanung

- *Feldstärke*

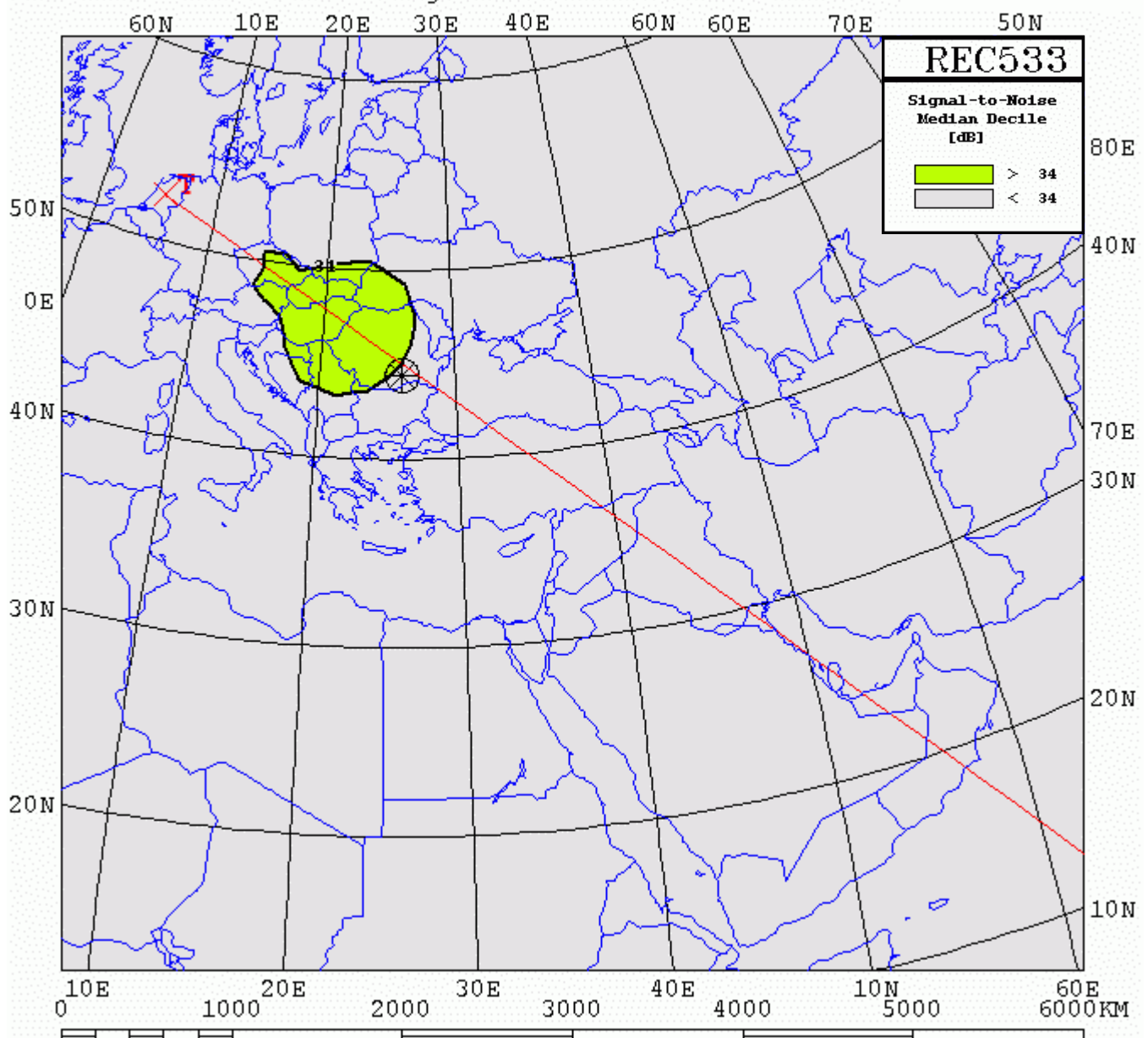
Feldstärkediagramme entsprechen für alle Störpegel Abbildung 3, da die Feldstärke nicht vom Störpegel abhängt. Deshalb stellt Abbildung 3 auch das Feldstärkediagramm für diese Übertragung dar.

- *Störabstand* ≥ 34 dB

Störabstands-Abdeckungs-Diagramm mit Störungen gemäß dem deutschen Vorschlag bei 9,7MHz (41,32 dB μ V/m in 10 kHz bei 1 Meter Abstand). Der Störpegel im REC.533 Gebiets-Abdeckungs-Programm ist in Übereinstimmung zu CCIR Bericht 258/ITU-R PI.372 angegeben. Dieser (künstliche) Störpegel wird um 21,92 dB erhöht, um die Zunahme, die durch die Abstrahlungsgrenzwerte der NB30 aufgebürdet wird, zu berücksichtigen.

Der Störpegel ist um 21,92 dB erhöht, deshalb nimmt der Störabstand um 21,92 dB *ab*. Dies verursacht eine erhebliche Verkleinerung des Versorgungsbereichs, in dem ein zuverlässiger Empfang garantiert wird. Abbildung 6 zeigt den reduzierten Versorgungsbereich.

TX - RNW, Flevo [HR 2/2/.5] 500kW 110deg 17ut 9.700MHz MAY 105ssn
Transmitter location to grid of Receivers



- *Zuverlässigkeit*

Die Zuverlässigkeit (Wahrscheinlichkeit, bei der der Störabstand am Empfängerstandort größer gleich 34 dB ist) der Übertragung wird erheblich von der Zunahme der Störungen beeinflusst. Abbildung 7 zeigt die mögliche Auswirkung auf die Zuverlässigkeit.

TX - RNW, Flevo [HR 2/2/.5] 500kW 110deg 17ut 9.700MHz MAY 105ssn
Transmitter location to grid of Receivers

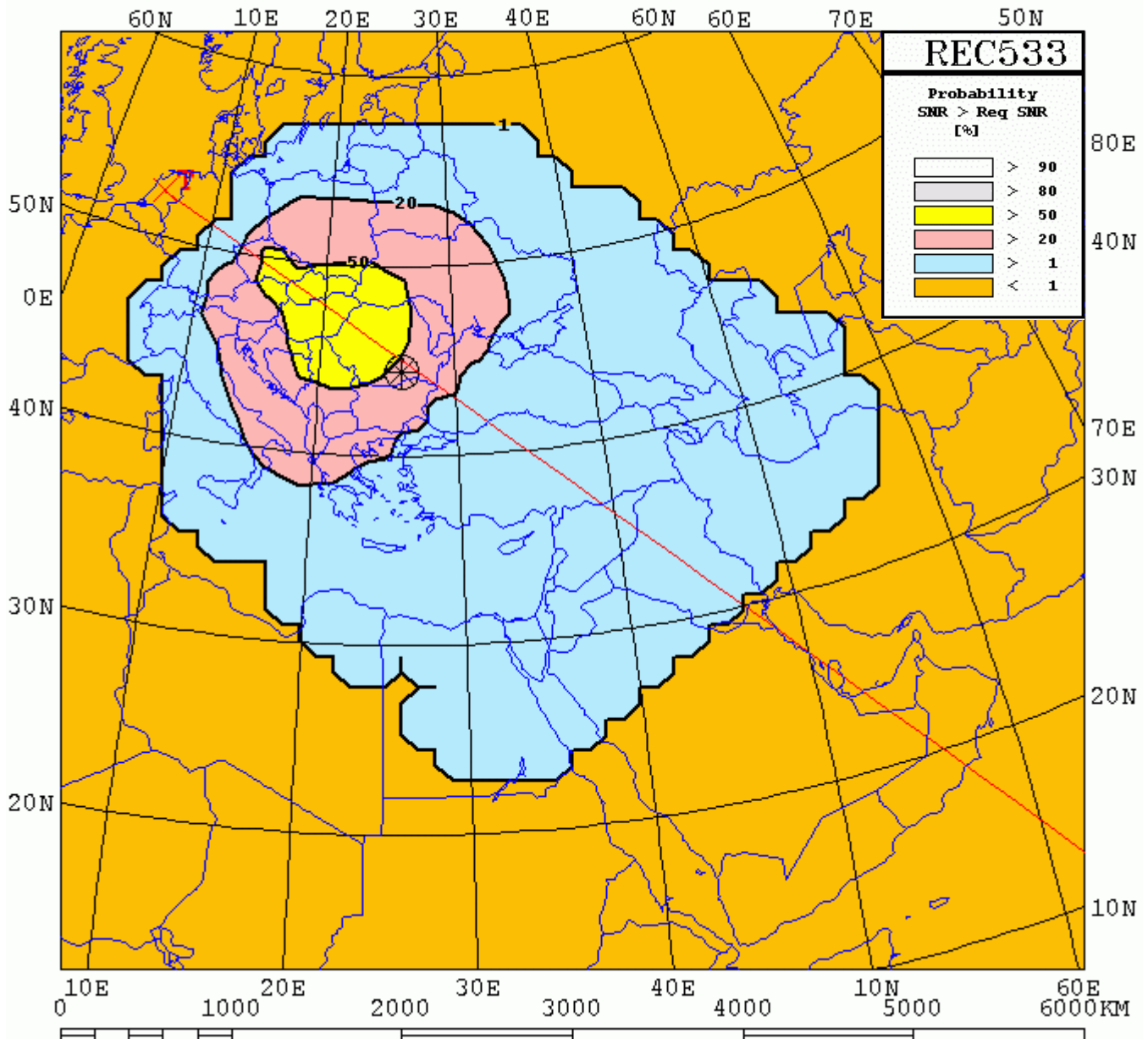


Abbildung 7 – Zuverlässigkeits Diagramm, wobei der Störabstand am Empfängerstandort größer gleich 34dB ist unter Berücksichtigung der möglichen Auswirkungen des NB30 Vorschlags

6.2.2 Mögliche Auswirkung des UK-Vorschlags (MPT1570) auf die Kurzwellenfrequenzplanung

Der UK-Vorschlag (wie in SE35(02)001 6.4.2 definiert) beschreibt nur Grenzwerte für den Frequenzbereich von 0,009 bis 1,6 MHz. Deshalb wird dieser Vorschlag in diesem Dokument nicht behandelt.

6.2.3 Mögliche Auswirkung des norwegischen und irländischen Vorschlags auf die Kurzwellenfrequenzplanung

- *Feldstärke*

Feldstärkediagramme entsprechen für alle Störpegel Abbildung 3, da die Feldstärke nicht vom Störpegel abhängt. Deshalb stellt Abbildung 3 auch das Feldstärkediagramm für diese Übertragung dar.

- *Störabstand* ≥ 34 dB

Störabstands-Abdeckungs-Diagramm mit Störungen gemäß dem norwegischen und irländischen Vorschlag bei 9,7MHz (22,40 dB μ V/m in 10 kHz bei 1 Meter Abstand). Der Störpegel im REC.533 Gebiets-Abdeckungs-Programm ist in Übereinstimmung zu CCIR Bericht 258/ITU-R PI.372 angegeben. Dieser (künstliche) Störpegel wird um 3,0 dB erhöht, um die Zunahme, die durch diese Abstrahlungsgrenzwerte aufgebürdet wird, zu berücksichtigen.

Der Störpegel ist um 3,0 dB erhöht, deshalb nimmt der Störabstand um 3,0 dB ab. Dies verursacht eine erhebliche Verkleinerung des Versorgungsbereichs, in dem ein zuverlässiger Empfang garantiert wird. Abbildung 8 zeigt den reduzierten Versorgungsbereich.

TX - RNW, Flevo [HR 2/2/.5] 500kW 110deg 17ut 9.700MHz MAY 105ssn
Transmitter location to grid of Receivers

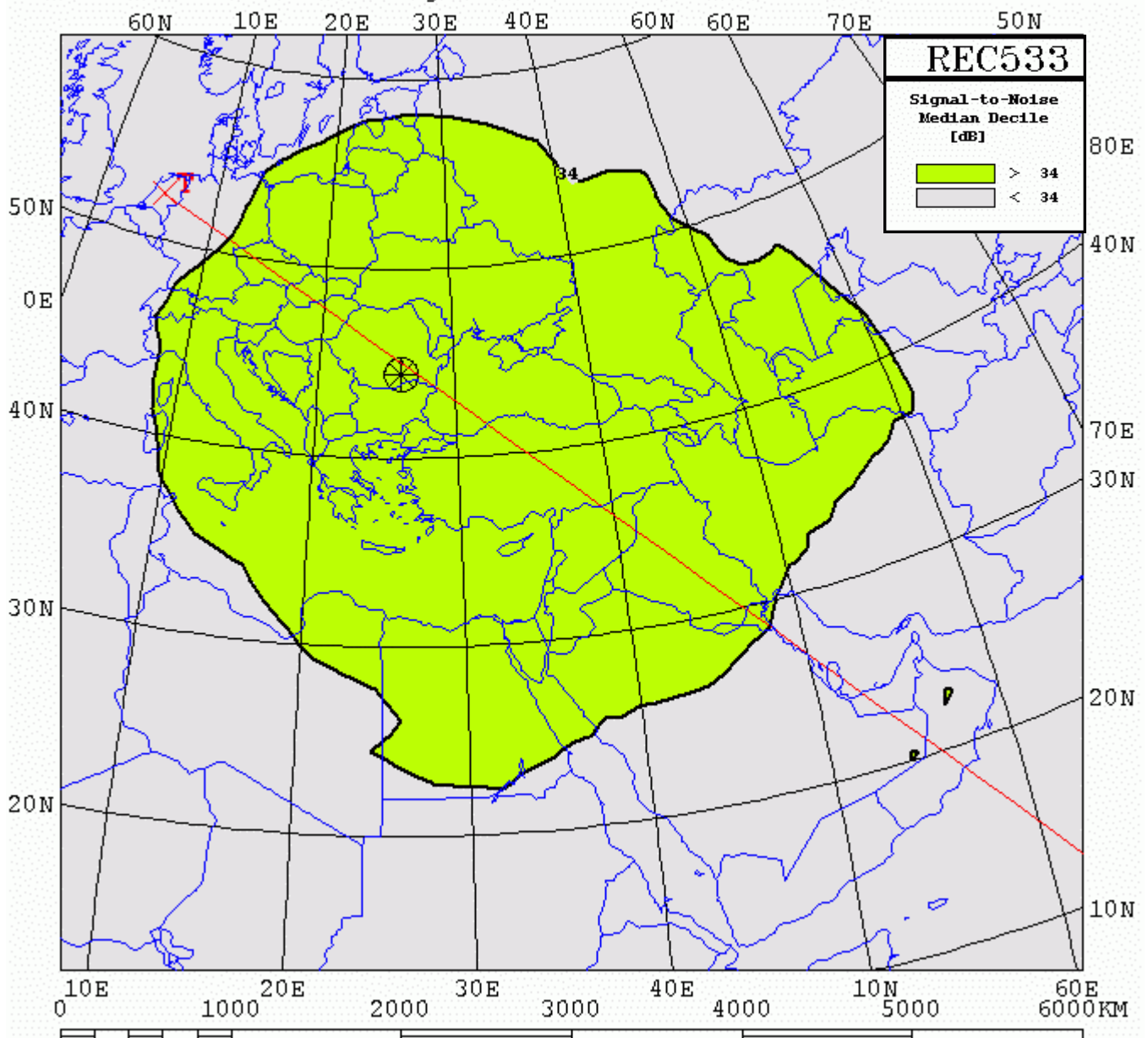


Abbildung 8 – Störabstands-Abdeckungs-Diagramm , wobei der Störabstand größer oder gleich 34 dB ist unter Berücksichtigung der möglichen Auswirkungen des norwegischen und irländischen Vorschlags

- *Zuverlässigkeit*

Die Zuverlässigkeit (Wahrscheinlichkeit, bei der der Störabstand am Empfängerstandort größer gleich 34 dB ist) der Übertragung wird erheblich von der Zunahme der Störungen beeinflusst. Abbildung 9 zeigt die mögliche Auswirkung auf die Zuverlässigkeit.

TX - RNW, Flevo [HR 2/2/.5] 500kW 110deg 17ut 9.700MHz MAY 105ssn
Transmitter location to grid of Receivers

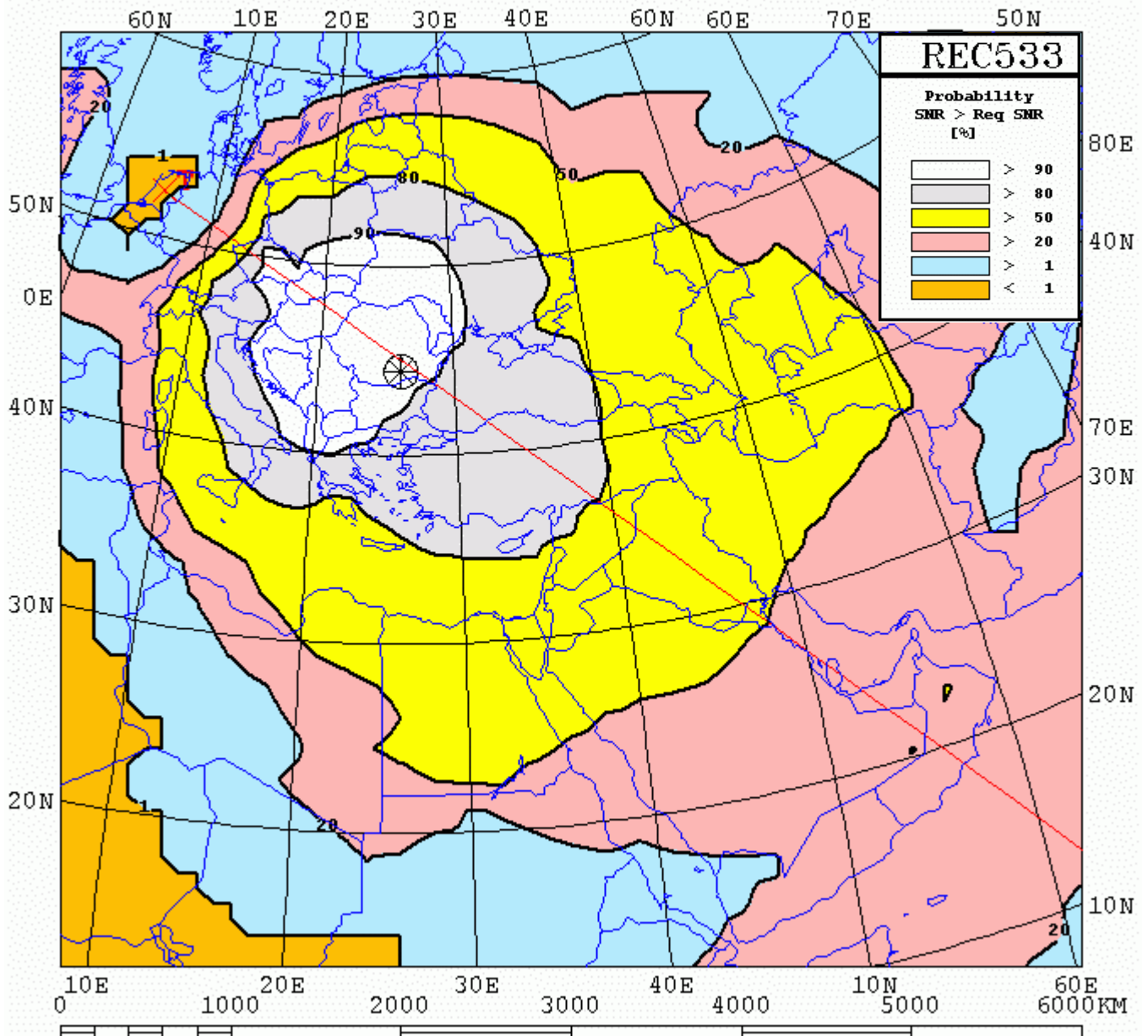


Abbildung 9 – Zuverlässigkeits Diagramm, wobei der Störabstand am Empfangsstandort größer gleich 34dB ist unter Berücksichtigung der möglichen Auswirkungen des norwegischen und irländischen Vorschlags

6.2.4 **Mögliche Auswirkung des BBC Vorschlags auf die Kurzwellenfrequenzplanung**

Der BBC Vorschlag (wie in SE35(01)113 beschrieben) nimmt eine Zunahme von 0,5 dB im Störpegel an, wobei ein Grundstörpegel zwischen „ländlicher Raum“ und „ruhiger ländlicher Raum“ gemäß ITU-R Rec. P 372 zugrunde gelegt wird. Für den Grundstörpegel, der als Beispiel in diesem Dokument verwendet wird, wird „Wohngegend“ zugrunde gelegt, was schon beträchtlich mehr ist als sowohl „ländlicher Raum“ als auch „ruhiger ländlicher Raum“. Basierend auf dem Störpegel, wie durch den BBC Vorschlag definiert, wäre der Versorgungsbereich der Beispielerrechnung noch größer. Der Vorschlag beinhaltet einen hohen Grad an Zugeständnissen durch die Rundfunkhörer, besonders für den Fall des In-Haus-Empfangs, der eine Hauptrolle beim Rundfunkempfang spielt. Denken Sie daran, dass Kurzwellenhörer schon mit einem hohen Störpegel bei In-Haus-Empfang in Wohngebieten zurechtkommen müssen.

6.3 Verkleinerung des Versorgungsbereichs aufgrund der Erhöhung des Störpegels gemäß den vorgeschlagenen Grenzwerten.

Wenn die Ergebnisse der Berechnungen für die verschiedenen vorgeschlagenen Grenzwerte verglichen werden, wie in Abbildung 10 dargestellt, sieht man eindeutig die drastische Verkleinerung des Versorgungsbereichs (in dem ein zuverlässiger Empfang garantiert werden kann). Der grüne Bereich entspricht dem Versorgungsbereich, wenn nur künstliche Störungen aus Wohnumgebungen vorhanden sind. Der rote Bereich entspricht dem Versorgungsbereich mit dem gesteigerten Störpegel aufgrund des deutschen Vorschlags (NB30). Und der gelbe Bereich entspricht dem Versorgungsbereich mit dem gesteigerten Störpegel aufgrund des norwegischen und irländischen Vorschlags.

TX - RNW, Flevo [HR 2/2/.5] 500kW 110deg 17ut 9.700MHZ MAY 105ssn
Transmitter location to grid of Receivers

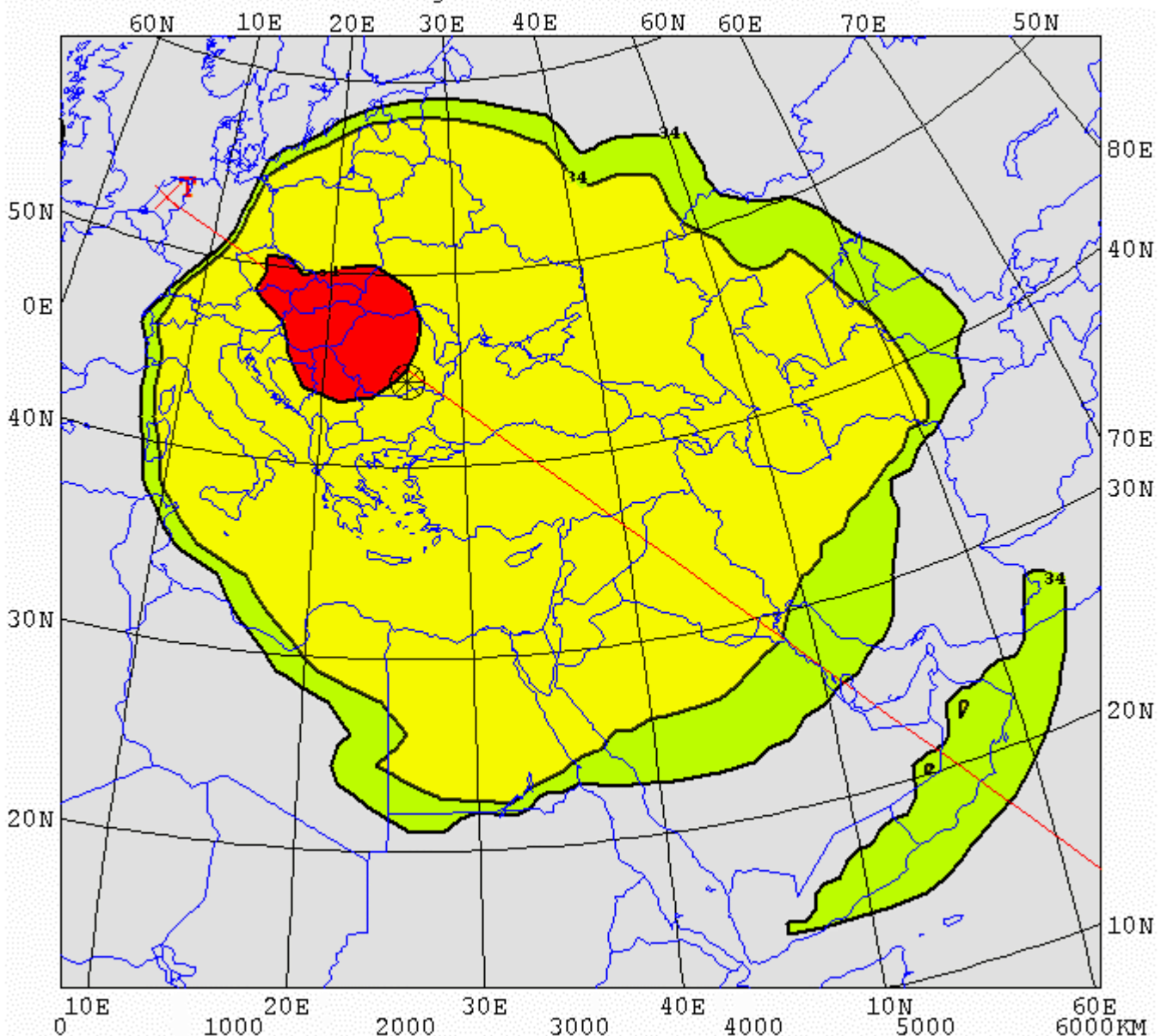


Abbildung 10 – Auswirkung von vorgeschlagenen nationalen Emissionsgrenzwerten für plc, xDSL und Kabelkommunikation auf den Versorgungsbereich von HF Rundfunksendungen.

Größe des Versorgungsbereichs im Falle von:

- Nur künstliche Störungen aus der Wohnumgebung
- Gesteigerter Störpegel gemäß dem norwegischen und irländischen Vorschlag¹
- Gesteigerter Störpegel gemäß dem deutschen Vorschlag¹ (NB30)

¹ Grenzwerte sind für einen Abstand von 1 Meter zu Leitungen korrigiert worden unter der Annahme, dass das Feld mit 1/R abnimmt.

7 Schlussfolgerungen

Zukünftig, mit den hohen Störgrenzwerten wie z.B. von Deutschland vorgeschlagen, wird der Empfang von Kurzwellenradiosendern sehr schwierig. Das norwegische und irländische Beispiel zeigt schon einen besseren Kompromiss, aber führt immer noch zu einer bedeutsamen Verkleinerung des Versorgungsbereichs.

Der BBC Vorschlag andererseits bietet dem Kurzwellenrundfunk sehr vernünftigen Schutz. Obwohl er das Referenzszenario (der Empfänger befindet sich im Freien und 10 Meter von einer potentiell störenden Leitung entfernt) gut schützt, muss der In-Haus-Empfang mit einem geringen Abstand zu störenden Leitungen größere Einschränkungen akzeptieren. Dies gilt generell für Kurzwellenhörer.

Die für diese Berechnung gewählte Beispielübertragung ist immer noch ziemlich optimistisch, da die Zunahme des Störpegels, verglichen mit ländlichen und ruhigen ländlichen Umgebungen, noch größer wäre. Auch ein Abstand von 1 Meter von jeder potentiell störenden Leitung wird für einen In-Haus-Empfang, und sogar für einen Empfang im Freien in Wohn- und Geschäftsumgebungen, schwer zu erreichen sein.

Im Falle von hohen Störpegeln, wie dem deutschen Vorschlag oder anderen Vorschlägen mit höherem Pegel, verschlechtert sich die Qualität von vorhandenen Diensten derart, dass ein zuverlässiger Empfang mit den bestehenden Rundfunksendern fast unmöglich zu erreichen ist. Nur eine beträchtliche Erhöhung der Sendeleistung kann dieselbe Zuverlässigkeit wieder liefern. Es ist offensichtlich, dass dies weder technisch noch finanziell möglich ist.

8 Referenzen

- Draft ECC report on PLC, xDSL, cable communications (including cable TV) and their effect on radio services, SE35(02)001
- Powerline communications, Klaus Dostert, Prentice Hall, ISBN 0-13-029342-3
- BBC Research & Development Department White Paper WHP 013, SE35(01) 113, Emission limits "a new proposal based on a limited increase in the noise floor" – Transmission Systems Group, Jonathan Stott
- MPT 1570 "Radiation limits and measurement standard", July 1999
- ITU-R P.372-7 "Radio noise"
- ITU-R P.533 "HF propagation prediction method"
- ITU-R BS.560-4 "Radio-frequency protection ratios in LF, MF and HF broadcasting"
- ITU-R P.703 "Characteristics of AM sound broadcasting reference receivers for planning purposes"
- Website ITS HFBC propagation calculation package
<http://elbert.its.blrdoc.gov/hf.html>

Anhang 1 - Häufig gestellte Fragen

F. Ist dieses Szenario nicht hypothetisch?

Für dieses Dokument verwendeten wir eine theoretische Planungsmethode für die Kurzwellenplanung. Diese Methode wurde analog zu den tatsächlich in Verwendung befindlichen HF Planungsmethoden gewählt, welche entsprechend ITU Rec.533 durchgeführt werden. Deshalb ist dies die geeignete Referenz.

F. In der Abbildung scheint es, dass PLT im Mittelmeer verwendet wird?

Natürlich wird PLT nicht im Mittelmeer verwendet. Bitte verstehen Sie, dass Kurzwellenplanung sehr komplex ist und dass die Softwarewerkzeuge, wie oben beschrieben, keine solchen Ausnahmen berücksichtigen.

F. Warum ist es 1 Meter Abstand von der Leitung?

Die meisten Kurzwellenhörer verwenden ihren Kurzwellenempfänger im Haus (Hotelzimmer, Wohnwagen). Stromleitungen befinden sich überall (Wände, Boden, Decke), aber auch in Geräten (Lampen, Computer, elektrische Kocher), so dass man sich in den meisten Fällen gerade 1 Meter oder weniger von Stromleitungen oder Geräten entfernt befindet.

F. Ich verwende zu Hause einen PC, der bereits Störungen verursacht. Warum sollte PLT noch mehr Störungen verursachen?

*Es gibt einen Unterschied zwischen von Geräten, z.B. Computern, Mikrowellenherden, verursachten Störungen und von PLT verursachten Störungen. Die Geräte können Sie abschalten, wenn sie Störungen in Ihrem Rundfunkempfänger verursachen. Von PLT verursachte Störung können Sie nicht ausschalten!
Selbst wenn Sie PLT nicht selbst verwenden, sondern z.B. Ihr Nachbar, bekommen Sie Störungen, weil die PLT Signale auf allen Stromleitungen sind und somit auch in Ihr Haus gelangen.*

F. Das Szenario, das Sie beschrieben, ist der schlechteste Fall. Ist das nicht unrealistisch?

Dieses Szenario scheint eventuell düster. Jedoch sind die beschriebenen Ergebnisse nicht der schlechteste Fall. Der Abstand von einem Meter von einer Stromleitung ist für den In-Haus-Rundfunkhörer eine übliche Situation und somit realistisch. Einige Faktoren werden in diesem Dokument noch nicht einmal berücksichtigt:

- *Vom PLT System verursachte Raumwellenstörung: Die Berechnungen basieren auf dem Nahfeld. Zusätzliche Störungen durch die Raumwelle hängen vom Abstand und dem Umfang der PLT-Nutzung im Empfangsbereich ab.*
- *Die Stromversorgung der Kurzwellenempfänger. Die meisten In-Haus-Kurzwellenhörer schließen ihren Empfänger an die Stromversorgung an. Störungen gelangen durch die Stromleitung in den Empfänger hinein.*

F. Sollten die Rundfunkhörer nicht auf andere Technologien wie Internet statt Kurzwellen umschalten?

*Momentan nutzen bereits viele Hörer das Internet um unsere Sendungen zu hören, und wir erwarten eine Steigerung für die Zukunft.
Jedoch ist der Kurzwellenrundfunk ein ausgezeichnetes, unabhängiges und leicht zugängliches Mittel, leicht und einfach für den weltweiten Empfang zu verwenden. Wenn Sie Internet verwenden brauchen Sie immer kommerzielle Internetdienste. Somit ist Kurzwellen das einzige wirklich unabhängige Medium, wir betrachte es als den einzigen Weg, eine globale Nachrichtenübermittlung ohne Eingriff eines Dritten durchzuführen.*

F. Sie haben einen praktischen Ansatz gewählt, warum keinen statistischen?

Ein statistischer Ansatz auf die Auswirkungen von PLT auf Kurzwellensendungen ist sehr komplex. Es ist nicht leicht, den kommerziellen Erfolg oder die kommerzielle Durchdringung von PLT Systemen in Zukunft vorherzusagen. Auch die Abstrahlung der verschiedenen PLT Techniken variiert stark und ist nicht leicht zu schätzen.

Deshalb haben wir einen praktischeren Ansatz gewählt, basierend auf Empfehlungen und Standards der ITU. Diese ITU Standards und Empfehlungen werden weltweit verwendet und akzeptiert und werden auch für die Kurzwellenplanung verwendet. Also haben wir nur diese Werte auf praktische Weise verwendet. Zum Beispiel zeigen Störpegel, basierend auf NB30 Grenzwerten, eine bedeutsame Störung in unseren Berechnungen.

F. Wollen die Rundfunkanstalten nicht ein neues digitales System auf Kurzwelle einführen?

Ja, die Rundfunkanstalten haben sich in einem Konsortium zusammengeschlossen und ein neues Digitalsystem für Kurzwelle, auch als Digital Radio Mondiale (DRM) bekannt, entwickelt.

Dieses neue System hat viele Vorteile wie eine großartige Audioqualität und bessere Effizienz. Bei Verwendung dieser neuen DRM Techniken benötigen Rundfunksender weniger Leistung, um denselben Zielbereich zu erreichen.

Es gibt einen globalen Bedarf für mehr Sendefrequenzen, auch die Verfügbarkeit von FM Frequenzen geht zu Ende. DRM ist eine ziemlich gute Alternative für Rundfunkdienste in Mittel- und Kurzwellenbändern, da DRM hochwertige schmalbandige Übertragungstechniken auf sehr wirkungsvolle Weise verwendet. Bitte beachten Sie, dass von PLT verursachte Störungen diese ambitionierten Ziele und die zukünftige Existenz von DRM unterhöhlt!