

|  |                                       |                                     |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| EMV-<br>Beratungs- und Planungsbüro<br>Prof. Dr.-Ing. K. H. Gonschorek<br>Dr.-Ing. R. Vick | <b>Meßbericht</b><br>Emissionsmessung | Seite 1 von 13<br>Datum: 13.12.1999 |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|

# **Meßbericht**

## **Emissionsmessung**

Hochhaus in Plattenbauweise

|  |                                       |   |
|--|---------------------------------------|---|
| EMV-<br>Beratungs- und Planungsbüro<br>Prof. Dr.-Ing. K. H. Gonschorek<br>Dr.-Ing. R. Vick | <b>Meßbericht</b><br>Emissionsmessung | Seite 2 von 13<br><br>Datum: 13.12.1999 |
|--|---------------------------------------|---|

# Meßbericht

**Meßobjekt:** Hochhaus in Plattenbauweise

**Meßdatum:** 08.12.1999

**Meßingenieure:** Dipl.-Ing. C. Probol  
Tel.: 0351 / 463 3137, Fax: 0351 / 463 7748, E-Mail: probol@ieee.org

**Meßverfahren:** TCL-Messung, ITU-T Recommendation G. 177 (02/96) modifiziert,  
H-Feld-Messung, isotrop

## Meßergebnis:

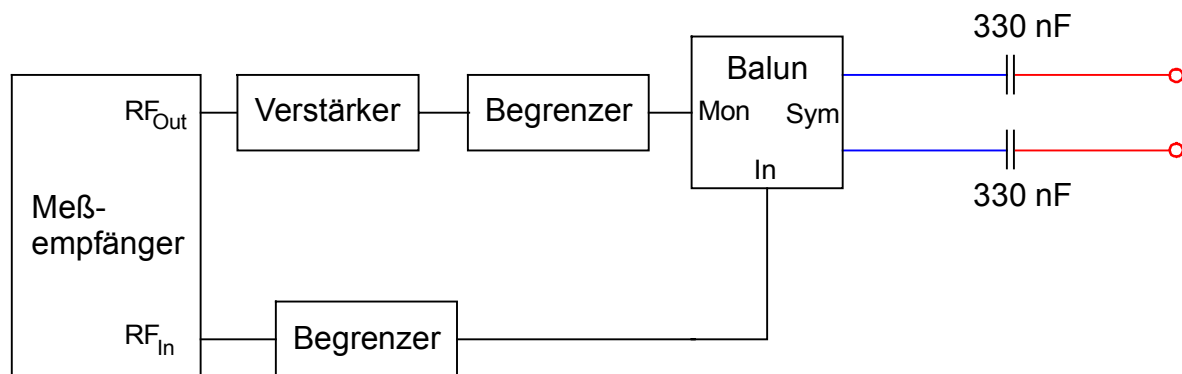
Es wurde die Emission magnetischer Felder der Hausinstallation einer Ein-Raum-Wohnung in einem Hochhaus in Plattenbauweise bei Einspeisung von symmetrischen Spannungen zwischen Phase und Nulleiter untersucht. Hieraus wurden die symmetrischen Spannungen bestimmt, die zur Abstrahlung der maximal zulässigen Feldstärke gem. NB 30 führen.

Dipl.-Ing. C. Probol

# 1 Gegenstand der Untersuchung und Meßaufbau

Es wurde das Emissionsverhalten der Hausinstallation einer Ein-Raum-Wohnung in einem Hochhaus in Plattenbauweise untersucht. Die Wohnung befand sich im 11. Stockwerk. Das Gebäude hatte insgesamt 12 Stockwerke und wurde im Jahre 1964 errichtet. Die Elektroinstallation wurde nicht renoviert.

Der TCL wurde für Einkopplung zwischen L und N gemessen. Anschließend wurde die Magnetfeldemission bei Einkopplung von symmetrischen Spannungen untersucht. Dazu wurden die H-Feldstärken in 1 m Höhe innerhalb des Gebäudes in drei orthogonalen Raumrichtungen gemessen und daraus die Gesamtfeldstärke berechnet. Die Meßpunkte befanden sich - bis auf Meßpunkt 5 - in 1 m Abstand von je einer Wand. In der folgenden Abbildung ist der Aufbau zur Einkopplung der symmetrischen Spannungen sowie zur Bestimmung des Transversal Conversion Loss (TCL) dargestellt.



**Abbildung 1: Aufbau zur Einkopplung der symmetrischen Spannung und Messung der asymmetrischen Spannung**

Die Meßgröße  $TCL_{100}$  wurde wie folgt definiert:

$$TCL_{100} = 20 \cdot \log \frac{U_{0,sym}}{U_{asym}}, \quad (1)$$

$U_{0,sym}$ : berechnete symmetrische Spannung an der Einkoppelstelle für einen angepaßten Abschluß,

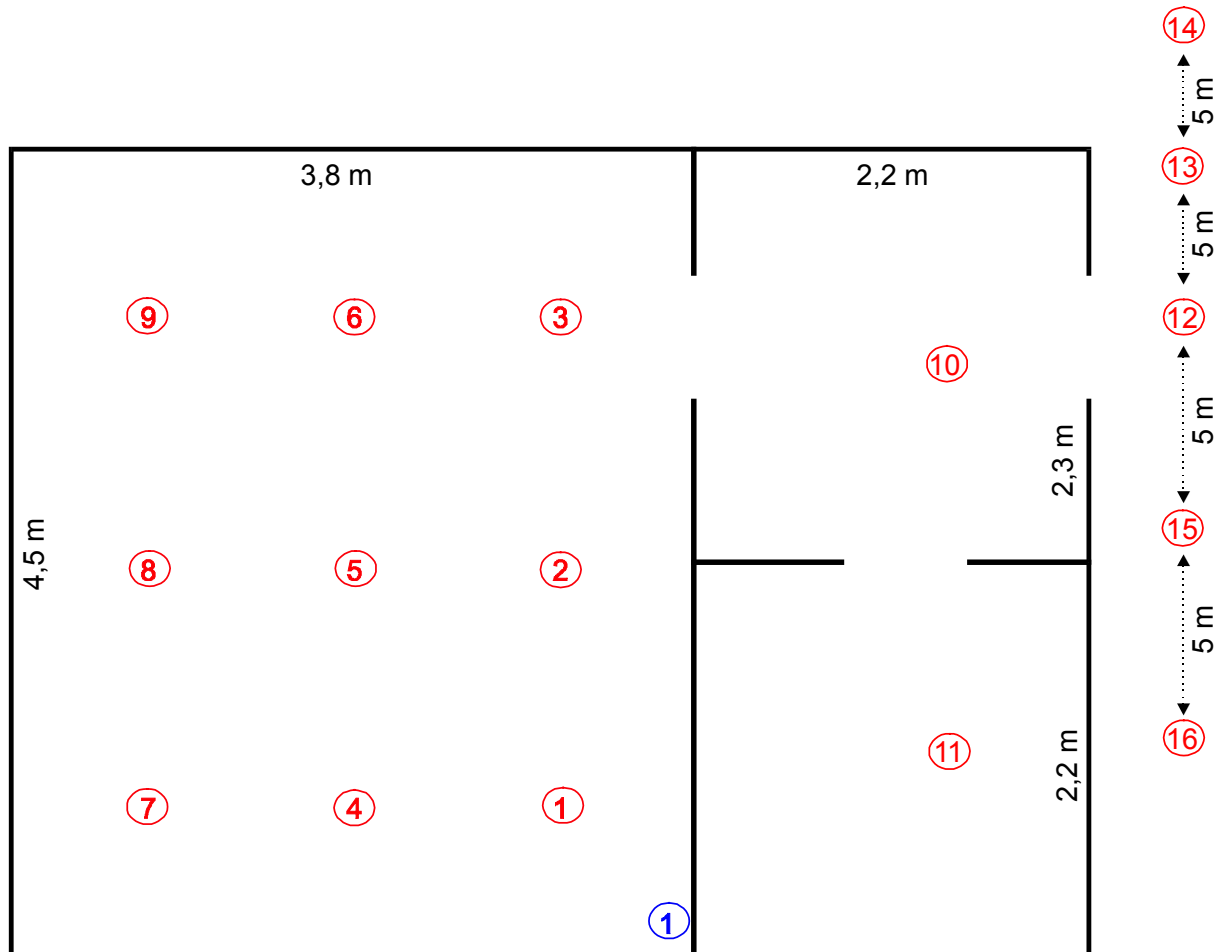
$U_{asym}$ : gemessene asymmetrische Spannung an der Einkoppelstelle.

Anmerkung: Die Definition des  $TCL_{100}$  weicht von der Definition des TCL gem. ITU-T Recommendation G. 177 (02/96) ab, da es sich um kein angepaßtes System handelt. Der  $TCL_{100}$  wird als Proportionalitätsfaktor zwischen angepaßt eingekoppelter symmetrischer Spannung und hervorgerufener asymmetrischer Spannung verwendet.

Die symmetrische Spannung von  $105 \text{ dB}_{\mu V}$  wurde zwischen Phase und Nulleiter eingekoppelt. Die Einkopplung erfolgte in eine Steckdose im Wohnraum der Wohnung. Der Grundriß der

|  |   |   |
|--|---|---|
| EMV-<br>Beratungs- und Planungsbüro<br>Prof. Dr.-Ing. K. H. Gonschorek<br>Dr.-Ing. R. Vick | <h1 style="text-align: center;">Meßbericht</h1> <h2 style="text-align: center;">Emissionsmessung</h2> | Seite 4 von 13<br><br>Datum: 13.12.1999 |
|--|---|---|

Wohnung mit den Meßpunkten und der Einkoppelstelle ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Einkoppelstelle ist durch eine blaue Zahl, die Meßpunkte sind durch rote Zahlen markiert. Die Meßpunkte 12 bis 16 befanden sich auf dem Hausflur.



**Abbildung 2: Einkoppelstelle und Meßpunkte**

Um den TCL und die Emission korrekt zu bestimmen und einen sicheren Betrieb der Meßgeräte zu gewährleisten, waren folgende Forderungen vom Meßaufbau zu erfüllen:

- ausreichende Entkopplung der 230 V Wechselspannung an dem Spektrumanalysator und den Balunen,
- ausreichende Symmetrie der Einkoppelvorrichtung,
- ausreichende Dämpfung von transienten Überspannungen auf dem Stromversorgungsnetz,
- minimale Dämpfung des Nutzsignals,
- ausreichendes Signal-zu-Rausch-Verhältnis.

Diese Forderungen wurden durch folgende Maßnahmen erreicht:

- grobe Entkopplung der 230 V Wechselspannung durch zwei 330 nF Kondensatoren mit ausreichender Spannungsfestigkeit und hinreichend hoher Resonanzfrequenz,
- Kalibrierung der Meßeinrichtung, Überprüfung der Symmetrie,
- zusätzliche Entkopplung (100 dB) des 50 Hz Signals durch einen Begrenzer am Generatorausgang und RF-Eingang des Spektrumanalysators,

- batteriebetriebener Vorverstärker an der Magnetfeldantenne,
- Verwendung eines rauscharmen Meßempfängers und einer Zwischenfrequenzbandbreite von 200 Hz.

Der realisierte Aufbau wurde in Abbildung 1 dargestellt. Die Einkopplung erfolgte über eine verdrehte Leitung.

Es wurden folgende Meßgeräte und Meßhilfsmittel verwendet:

- Meßempfänger ESHS 30, Rhode & Schwarz,
- Verstärker AR1W1000A, Amplifier Research,
- Begrenzer CFL 9206, Schaffner,
- Schleifenantenne 30,4 cm, Eigenbau Prof. Gonschorek,
- Vorverstärker LN1000, Amplifier Research
- Meßbalun BF 0322, North Hills Signal Processing.

Der Meßaufbau und die Einkoppelstelle sind in Abbildung 3 dargestellt.

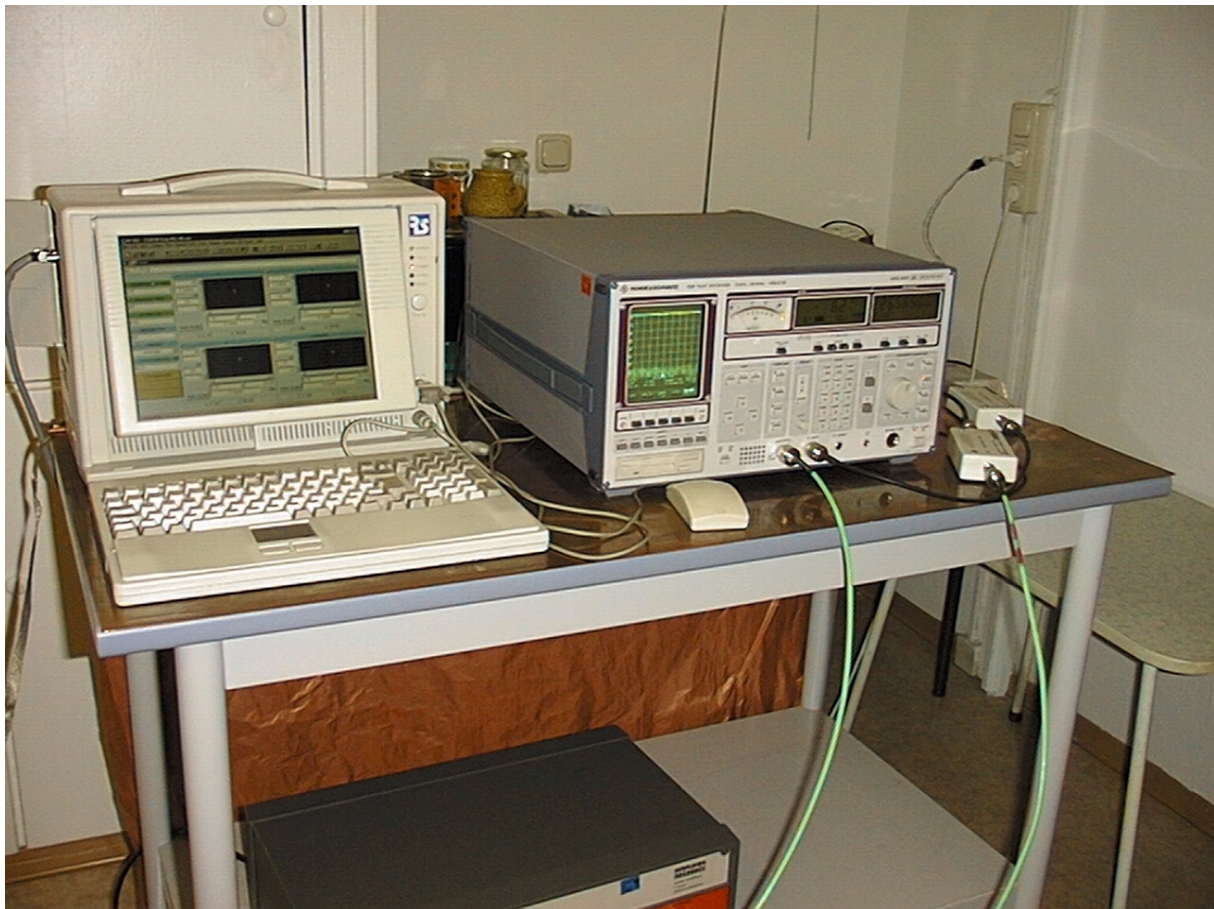


Abbildung 3: Meßaufbau und Einkoppelstelle

## 2 Meßwerte der TCL-Messung

Es wurde die Symmetrie der drei Einkoppelstellen bei Einkopplung zwischen den Leitern L und N untersucht. Der  $TCL_{100}$  wird als Maß für die Symmetrie dieser Einkoppelstellen im folgenden Diagramm dargestellt.

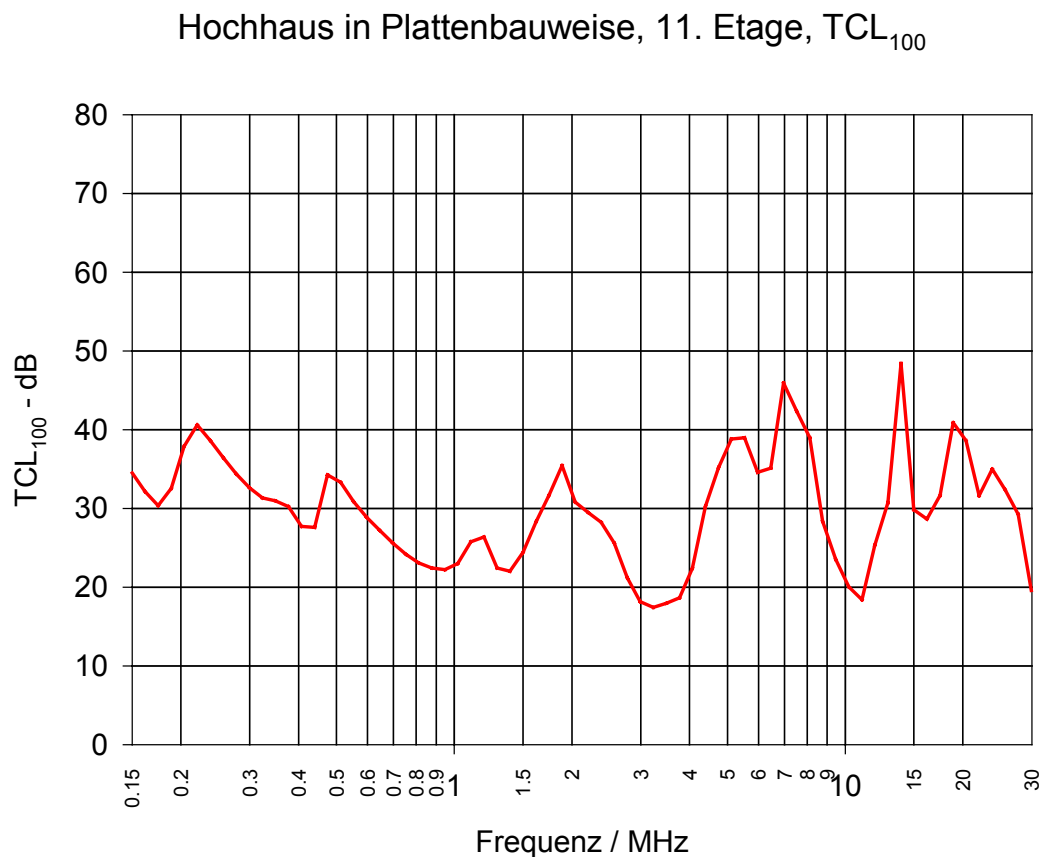


Abbildung 4:  $TCL_{100}$  an der Einkoppelstelle

### 3 Meßwerte der Emissionsmessung

Für die symmetrische Eingangsspannung von  $105 \text{ dB}_{\mu\text{V}}$  zwischen L und N wurde die magnetische Feldstärke an verschiedenen Meßpunkten in 1 m Höhe über dem Fußboden in den folgenden Diagrammen dargestellt. Die gemessene magnetische Feldstärke wurde mit  $377 \Omega$  multipliziert, so daß sich die Einheit V/m ergab.

In den folgenden Abbildungen sind die Meßwerte der magnetischen Feldstärke dargestellt. Dabei wurden jeweils die Abstandsbereich bis 3 m, 3 - 5 m und größer als 5 m unterteilt. Die Umgebungsfeldstärke wurde ebenfalls an zwei Punkten gemessen und in Abbildung 9 dargestellt.

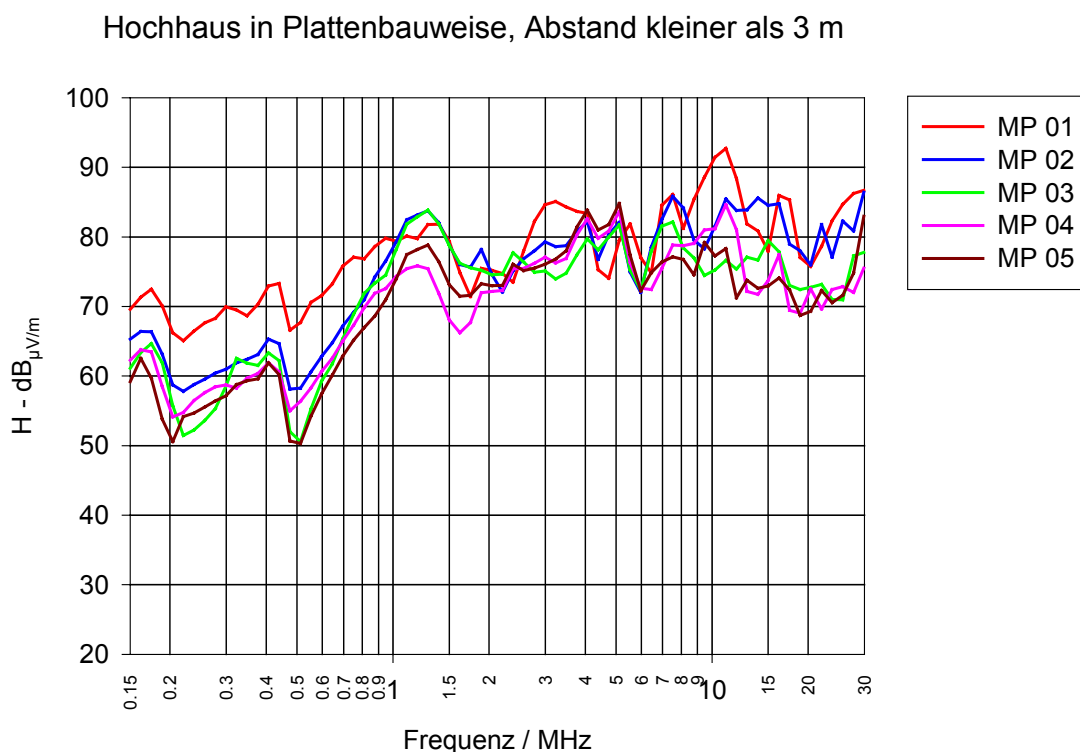


Abbildung 5: Magnetische Feldstärke, Abstand des Meßpunktes zur Einkoppelstelle kleiner als 3 m

Hochhaus in Plattenbauweise, Abstand 3 - 5 m

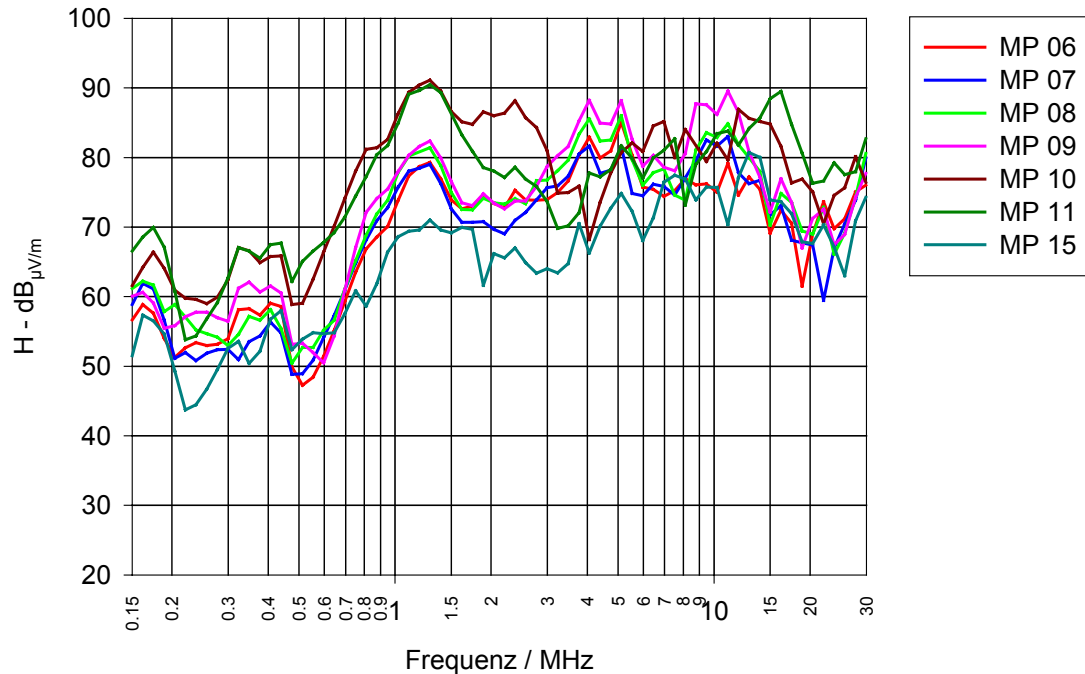
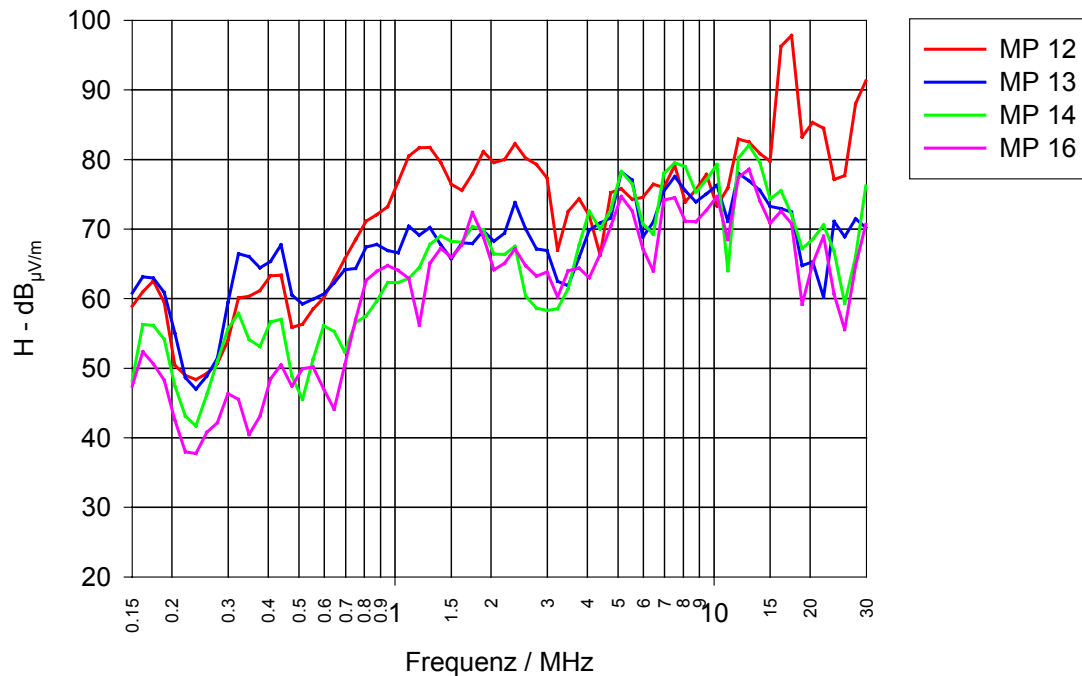


Abbildung 6: Magnetische Feldstärke, Abstand der Meßpunkte zur Einkoppelstelle 3 - 5 m

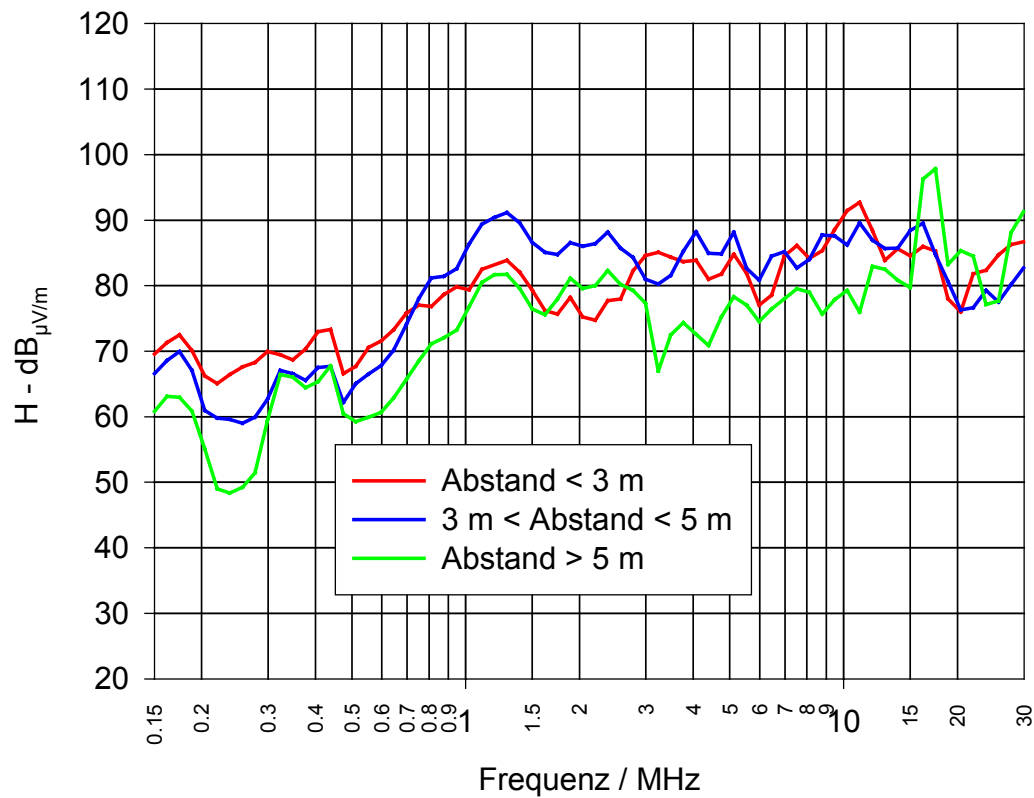


Hochhaus in Plattenbauweise, Abstand größer als 5 m



**Abbildung 7:** Magnetische Feldstärke, Abstand der Meßpunkte zur Einkoppelstelle größer als 5 m

### Hochhaus in Plattenbauweise, Maxima



**Abbildung 8: Magnetische Feldstärke, Maxima**

Hochhaus in Plattenbauweise, Umgebungsstörpegel

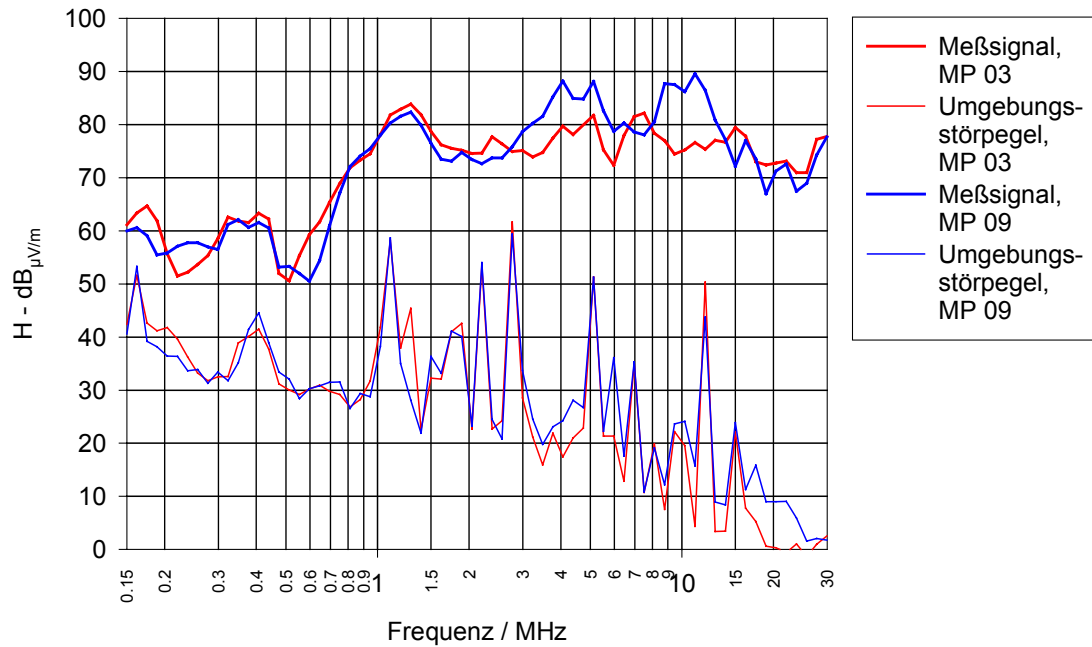
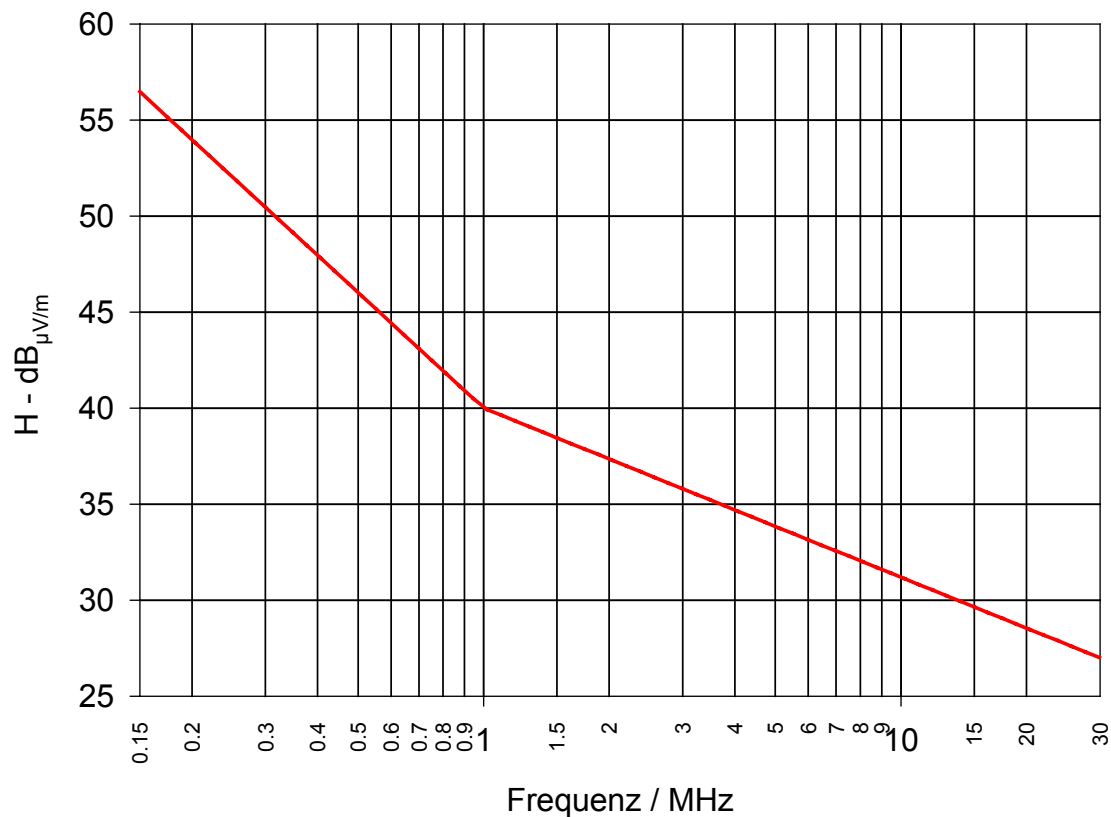


Abbildung 9: Umgebungstörpegel

### Grenzwert gem. NB 30

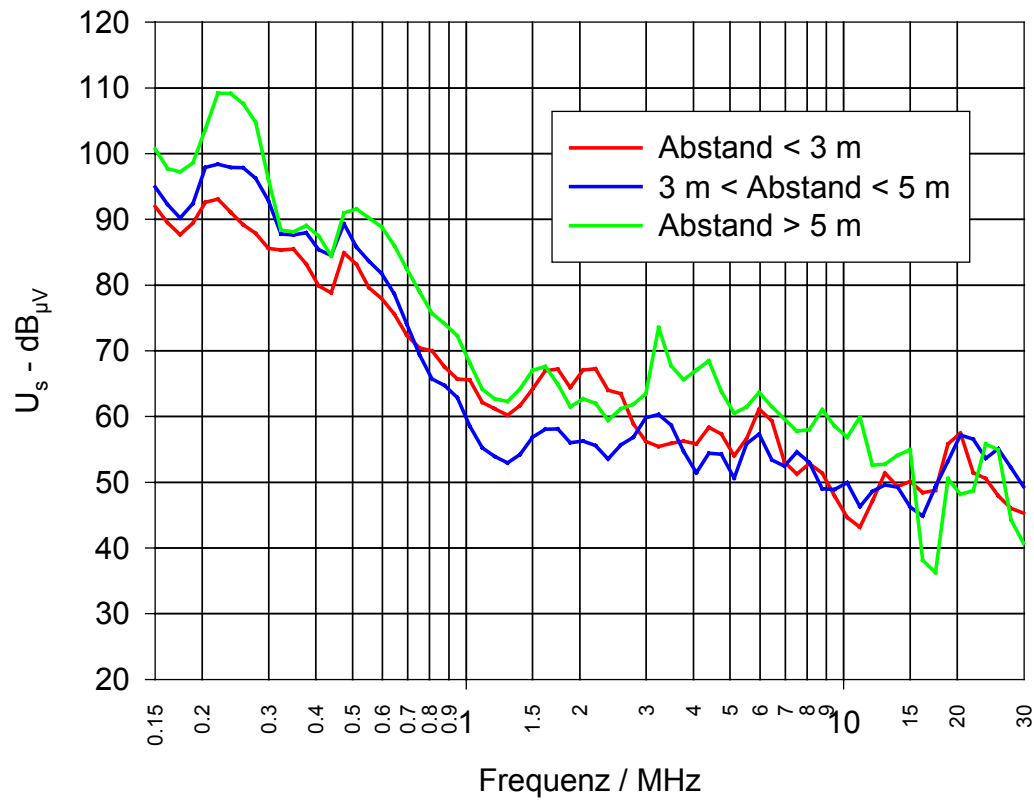


**Abbildung 10: Grenzwert gem. NB 30**

In den folgenden Diagrammen wird die symmetrische Spannung  $U_{s, NB 30}$  dargestellt, die zu einer maximal zulässigen Emission gem. NB 30 führen würde. Diese Spannung wurde aus der symmetrischen Spannung an der Einkoppelstelle für einen angepaßten Abschluß  $U_{0, sym}$  der gemessenen magnetischen Feldstärke  $H_{ist}$  und der maximal zulässigen Feldstärke gem. NB 30  $H_{NB 30}$  wie folgt berechnet:

$$U_{s, NB 30} = U_{0, sym} \cdot \frac{H_{NB 30}}{H_{ist}}. \quad (2)$$

### Hochhaus in Plattenbauweise



**Abbildung 11:** sym. Spannung, die die maximal zulässige Feldstärke gem. NB 30 hervorruft