

EMV- Beratungs- und Planungsbüro Prof. Dr.-Ing. K. H. Gonschorek Dr.-Ing. R. Vick	<b>Meßbericht</b> Abschluß des Meßbaluns	Seite 1 von 11 Datum: 18.01.2000
--	---	-------------------------------------

# **Meßbericht**

## **Abschluß des Meßbaluns**

Balun: 0322, North Hills Signal Processing

EMV- Beratungs- und Planungsbüro Prof. Dr.-Ing. K. H. Gonschorek Dr.-Ing. R. Vick	<b>Meßbericht</b>  Abschluß des Meßbaluns	Seite 2 von 11  Datum: 18.01.2000
--	---	---

# Meßbericht

**Meßobjekt:** Balun: 0322, North Hills Signal Processing,  
Stromnetz: Elektrotechnisches Institut der TU Dresden, Görgesbau

**Meßdatum:** 17.01.2000

**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 Auswirkung des Abschlusses des Anschlusses für die asymmetrische Spannung des Meßbaluns auf die Feldstärkeemission exemplarisch für ein reales Stromnetz untersucht. Dabei zeigte sich, daß die Emissionen für einen 50  $\Omega$ -Abschluß und einen offenen Anschluß einen ähnlichen Verlauf hatten. Ausnahmen bildeten die Emission am Meßpunkt MP 01 und MP 07, bei denen zum Teil deutlich geringere Emissionen bei einem offenen Anschluß, also ohne asymmetrische Belastung, zu beobachten war.

Eine ebenfalls durchgeführte Messung der Ströme ergab, daß durch die asymmetrische Belastung bei Verwendung des 50  $\Omega$ -Abschlusses ein deutlich größerer asymmetrischer Strom gegen Masse floß (vgl. Abbildung 4 und 5). Der symmetrische Strom war jedoch in sehr guter Näherung konstant. Es empfiehlt sich aufgrund der Korrelation mit der Emission, den Einfluß der eingekoppelten symmetrischen Komponente zu berücksichtigen.

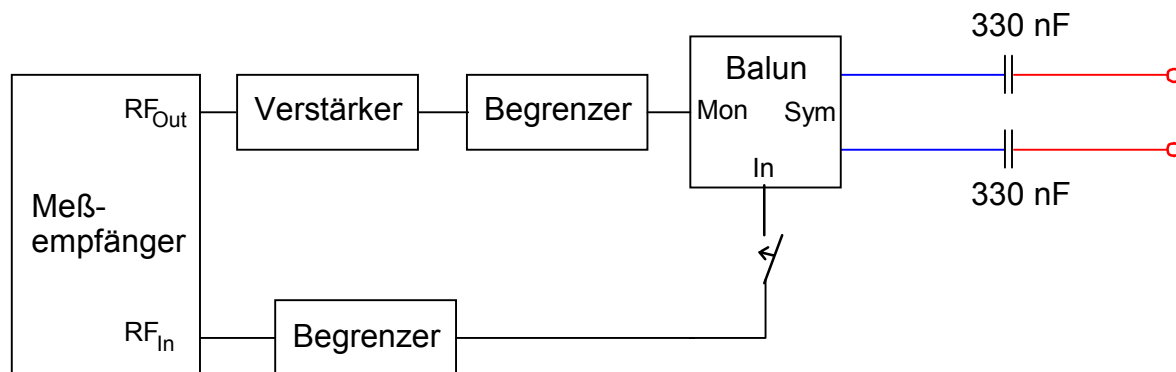
Dipl.-Ing. C. Probol

EMV- Beratungs- und Planungsbüro Prof. Dr.-Ing. K. H. Gonschorek Dr.-Ing. R. Vick	<b>Meßbericht</b>  Abschluß des Meßbaluns	Seite 3 von 11  Datum: 18.01.2000
--	---	---

# 1 Gegenstand der Untersuchung und Meßaufbau

Es wurde das Emissionsverhalten einer realen Elektroinstallation in Abhängigkeit vom Abschluß des Meßbaluns untersucht. Um die physikalischen Vorgänge weitergehend zu untersuchen, wurden ebenfalls Messungen der Ströme und des TCL vorgenommen.

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 dB<sub>µV</sub> wurde zwischen Phase und Nulleiter eingekoppelt. Der Abschluß des Anschlusses für die asymmetrischen Spannung (IN) betrug bei TCL-

EMV- Beratungs- und Planungsbüro Prof. Dr.-Ing. K. H. Gonschorek Dr.-Ing. R. Vick	<h1 style="text-align: center;">Meßbericht</h1> <p style="text-align: center;">Abschluß des Meßbaluns</p>	Seite 4 von 11  Datum: 18.01.2000
--	---	---

Messungen 50  $\Omega$ . Bei Feldmessungen wurde sowohl mit 50  $\Omega$ -Abschluß, als auch mit offenem Anschluß (Leerlauf, LL) gemessen.

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,
- Stromzange Solar 6741-1.

## 2 Meßwerte der TCL-Messung

Es wurde die Symmetrie an 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.

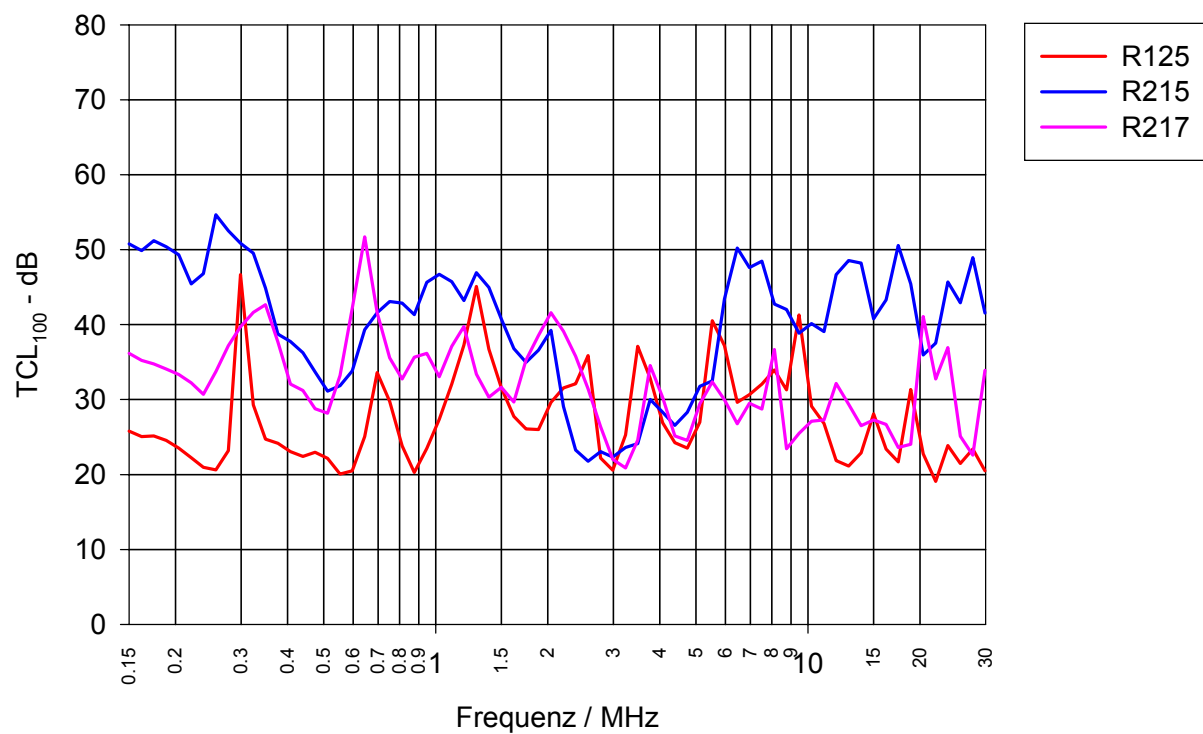


Abbildung 2:  $TCL_{100}$  an den Einkoppelstellen

### 3 Meßwerte der Strommessung

Es wurden die eingekoppelten Stromamplituden für die Einkopplungen in R125 und R215 untersucht. Dabei wurde der asymmetrische Strom auf L1 und L2 ( $L1+L2$ ), der asymmetrische Strom auf L1, L2 und der Masseleitung ( $L1 + L2 + \text{Masse}$ ) und der asymmetrische Strom auf L1 und L2, abzüglich des Stroms auf der Masseleitung, ( $L1 + L2 - \text{Masse}$ ) gemessen. Die Ergebnisse werden in den folgenden Diagrammen dargestellt.

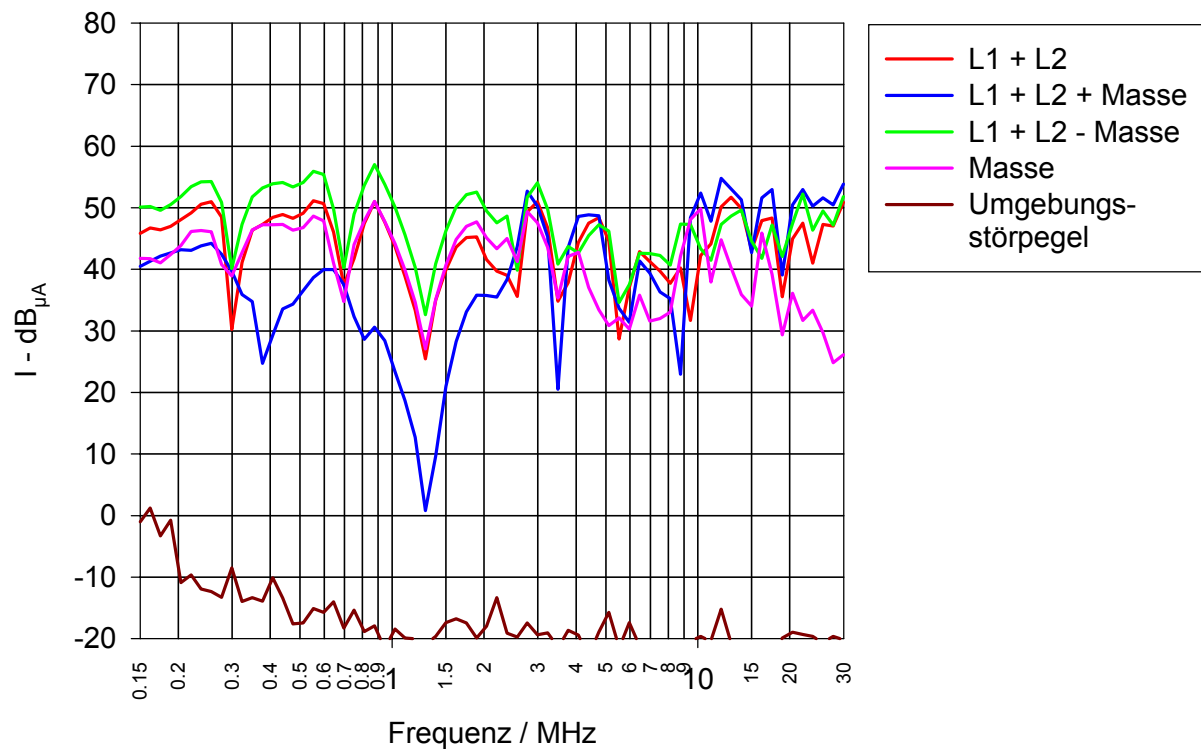


Abbildung 3: Ströme, Einkoppelstelle in R125

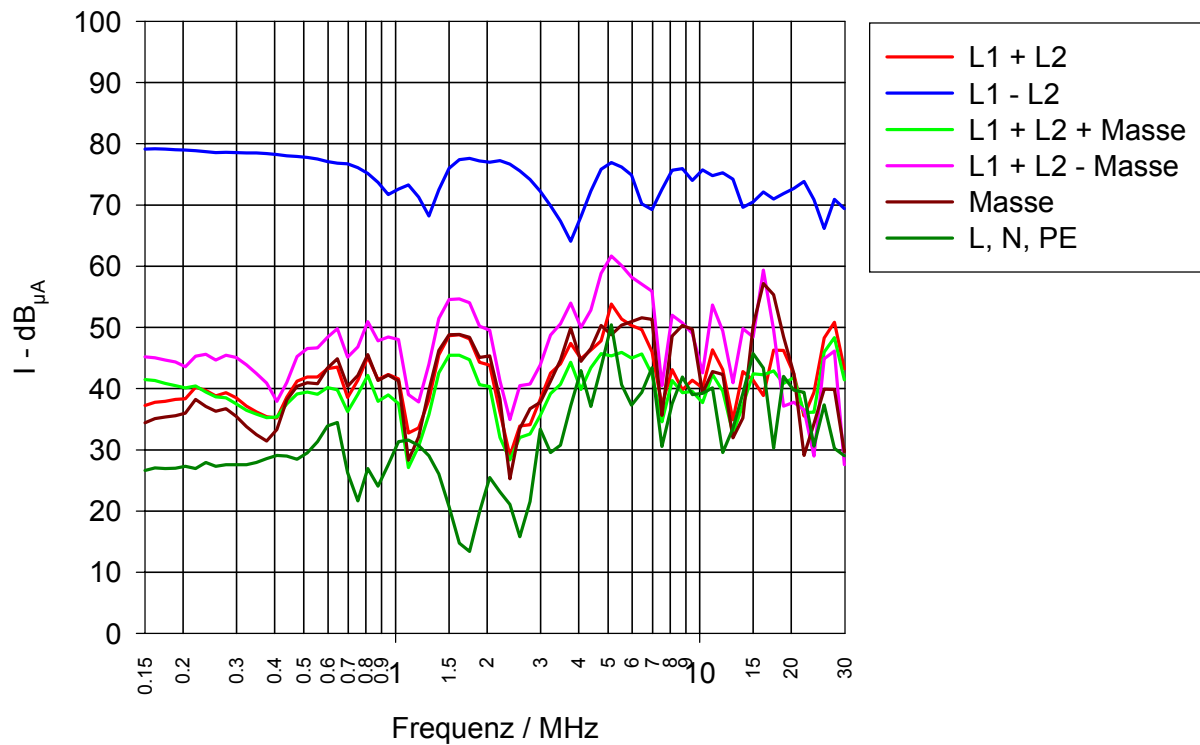


Abbildung 4: Ströme, 50  $\Omega$ -Abschluß, Einkoppelstelle in R217

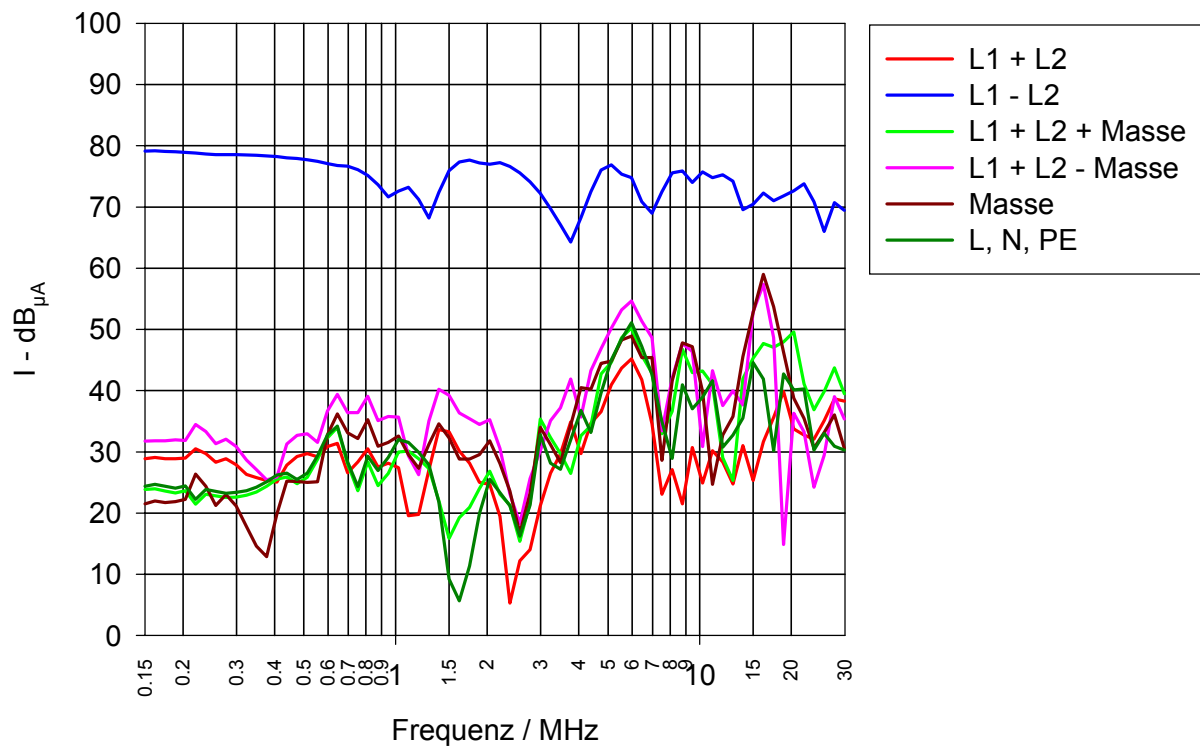


Abbildung 5: Ströme, Anschluß offen (Leerlauf), Einkoppelstelle in R217

## 4 Meßwerte der Emissionsmessung

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

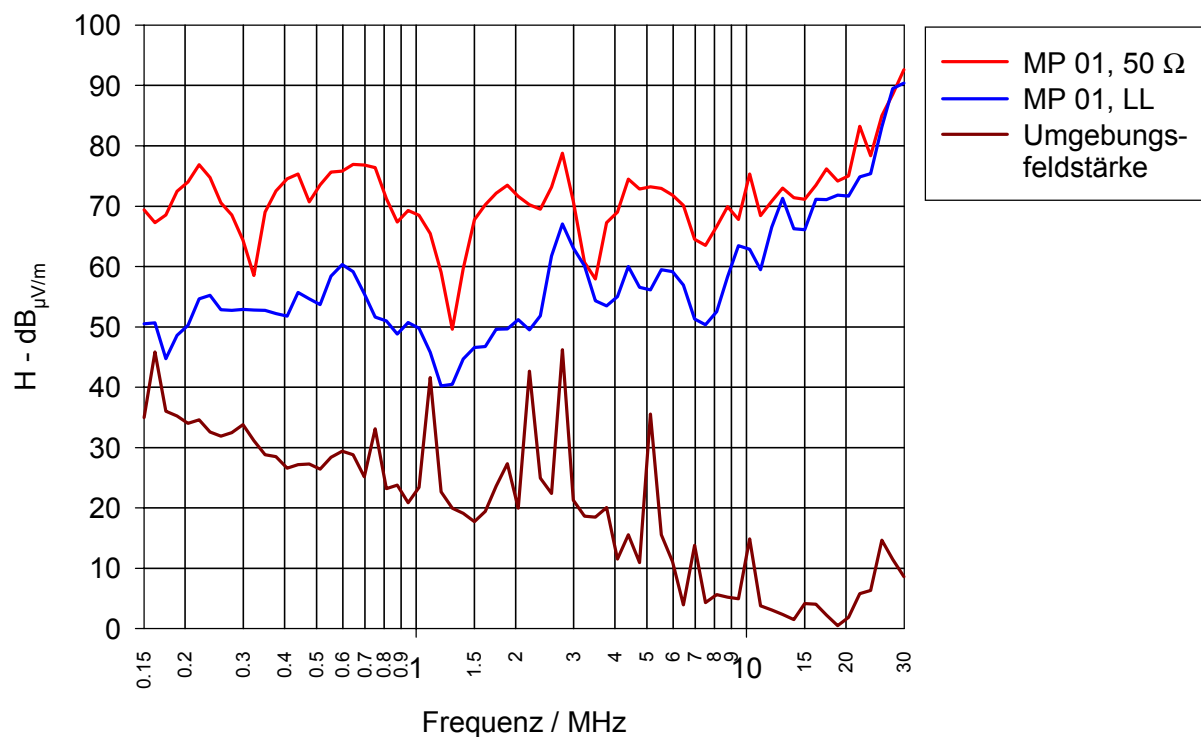


Abbildung 6: Meßpunkt MP 01 (3 m von Einspeisung in R125 entfernt, am Fenster)



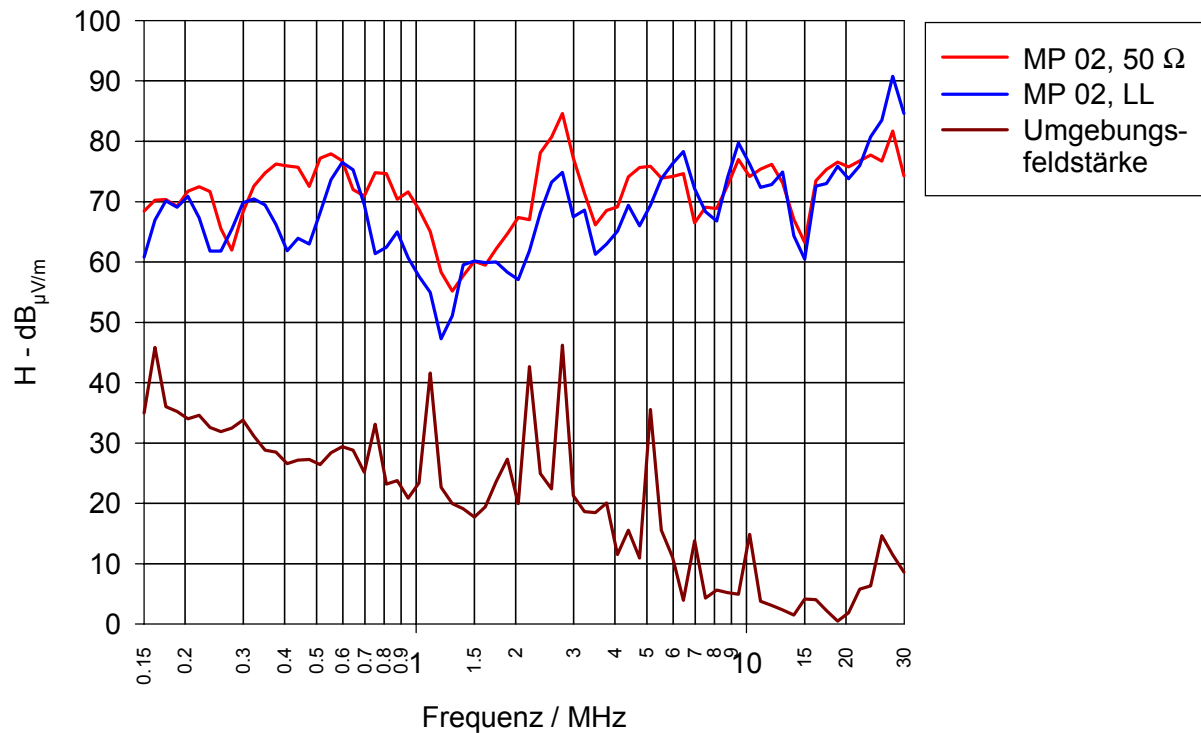


Abbildung 7: Meßpunkt MP 02 (4 m von Einspeisung in R125 entfernt, an Tür)

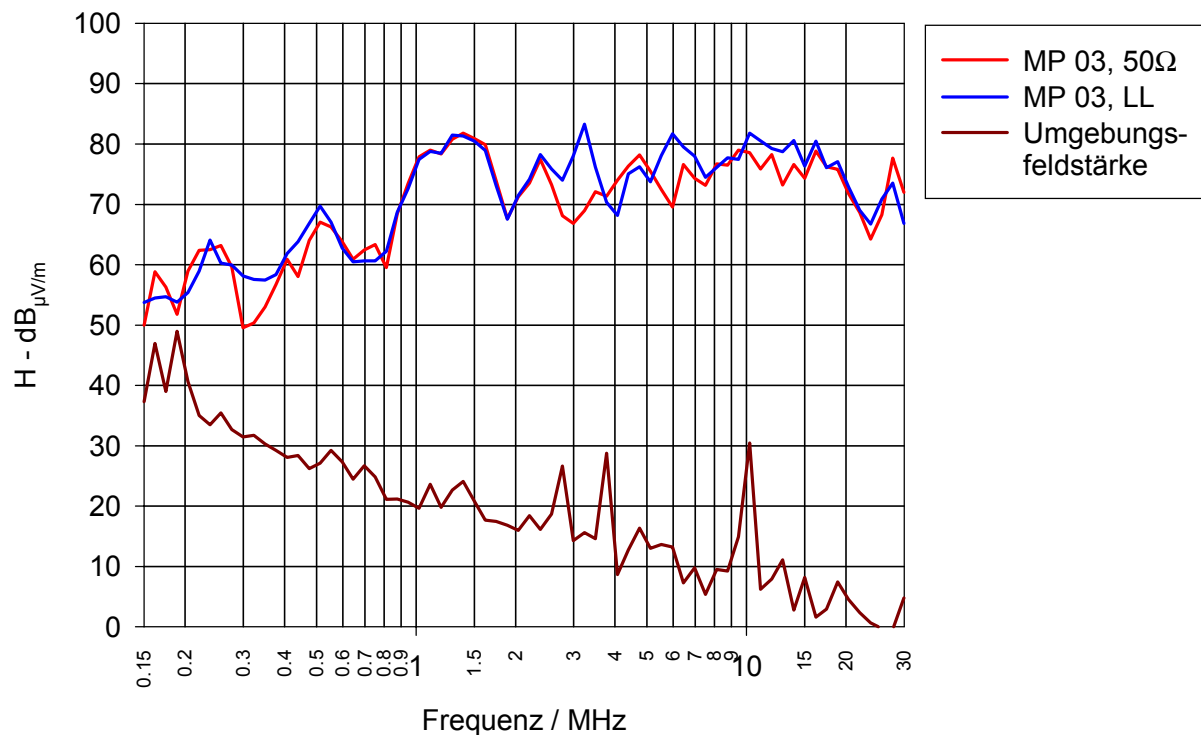
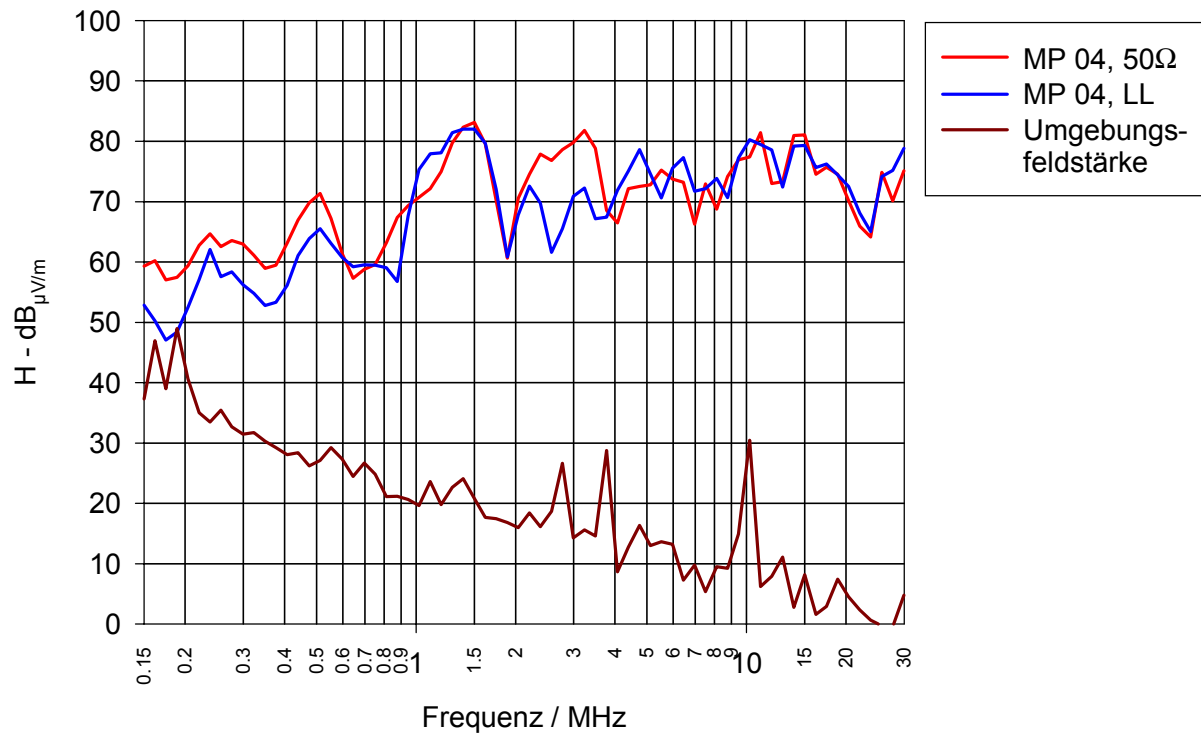
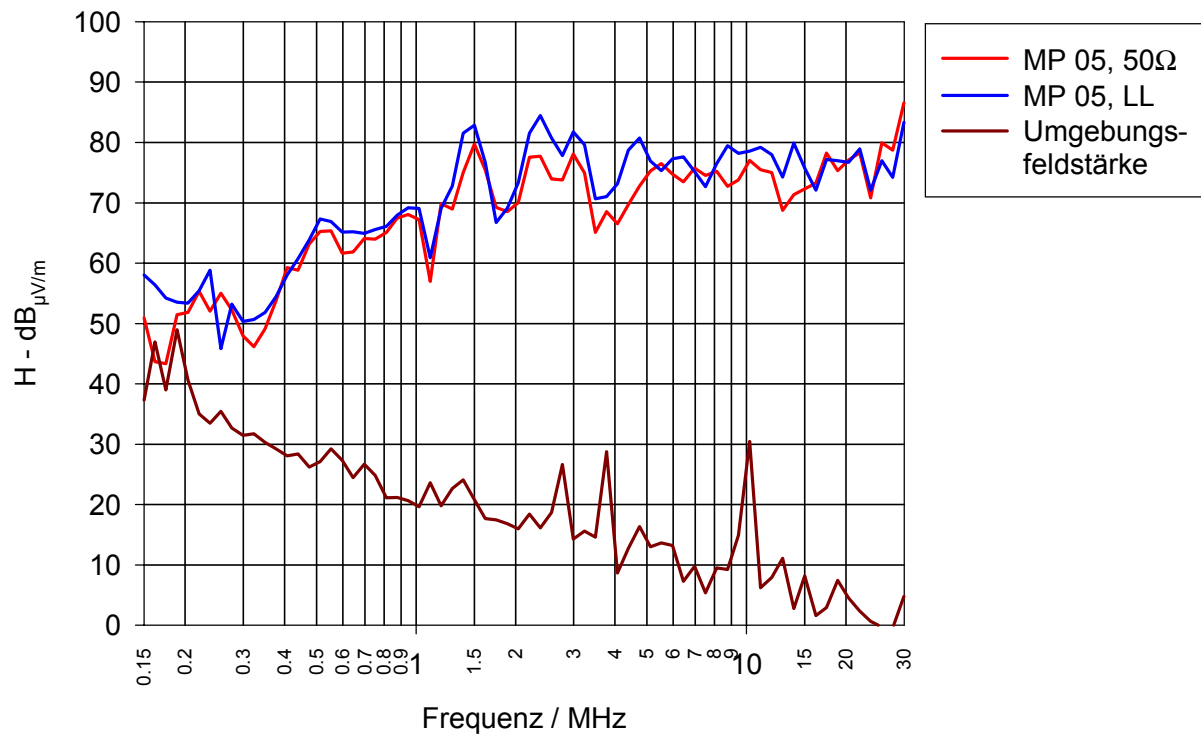


Abbildung 8: Meßpunkt MP 03 (6 m von Einspeisung R217 entfernt, an Tür)



**Abbildung 9: Meßpunkt MP 04 (4 m von Einspeisung in R217 entfernt, hinter Zwischentür)**



**Abbildung 10: Meßpunkt MP 05 (3 m von Einspeisung in R217 entfernt, vor Zwischentür)**

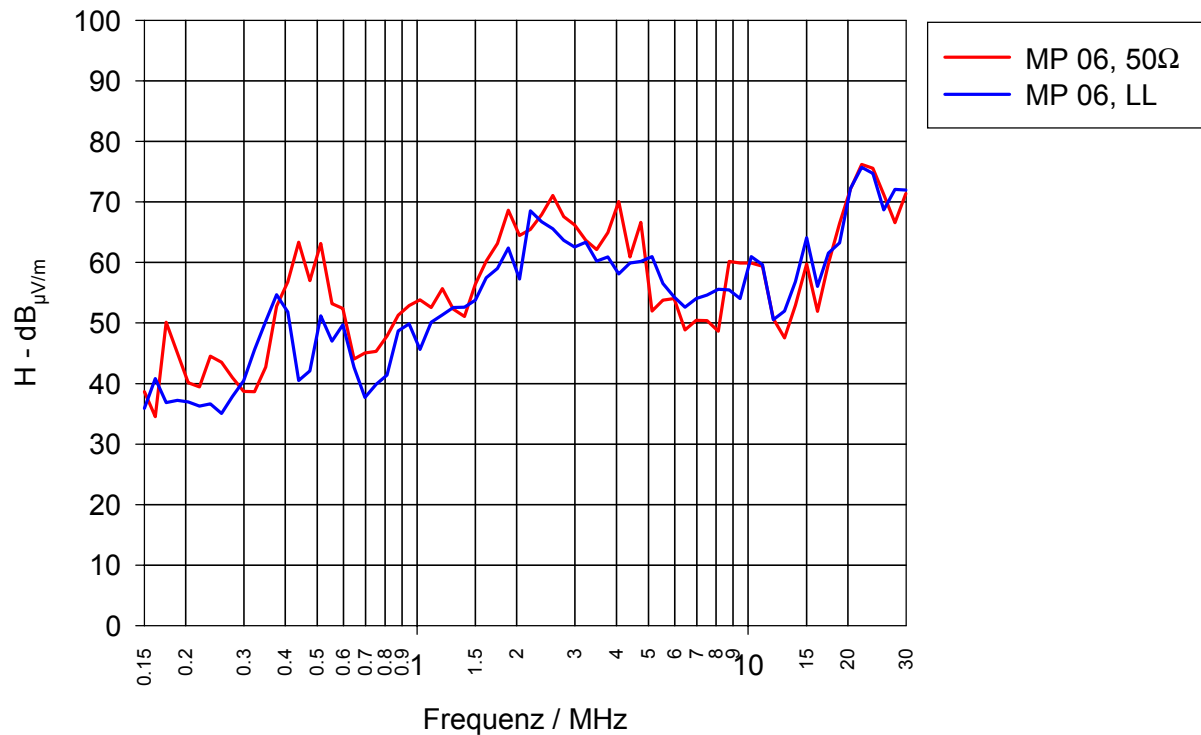


Abbildung 11: Meßpunkt MP 06 (2 m von Einspeisung in R215 entfernt, vor Tür)

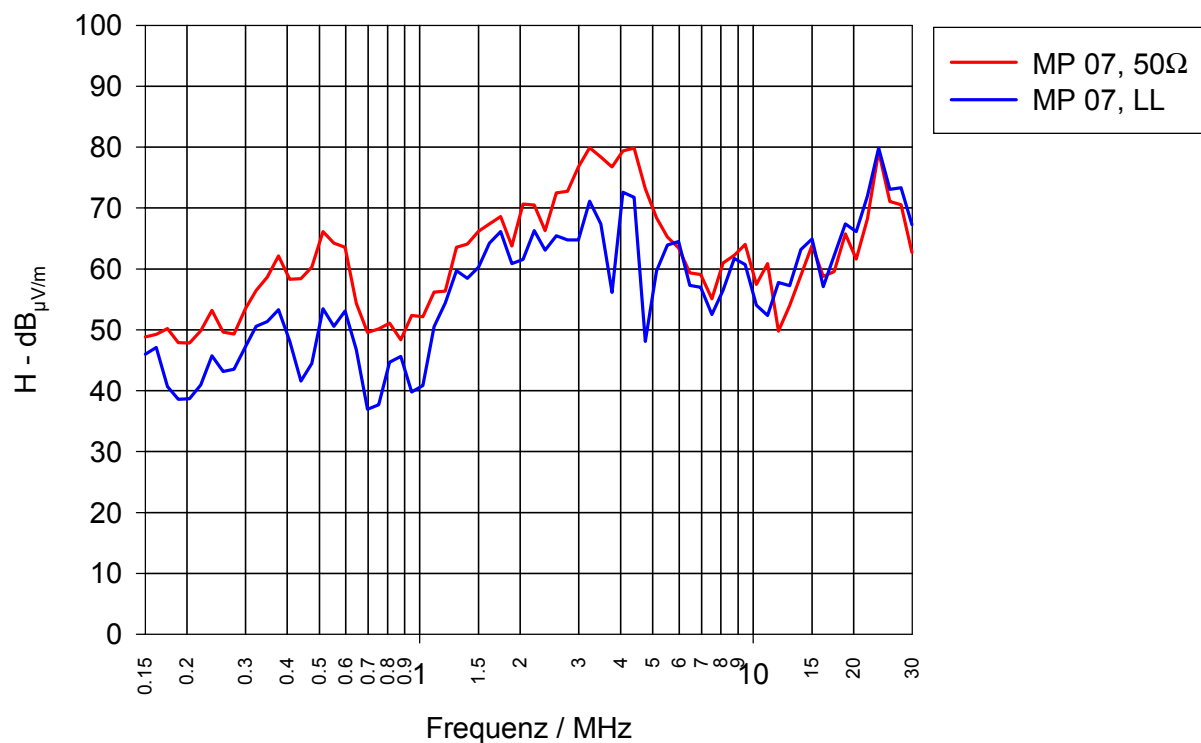


Abbildung 12: Meßpunkt MP 07 (5 m von Einspeisung in R215 entfernt, auf Flur)