

EMV- Beratungs- und Planungsbüro Prof. Dr.-Ing. K. H. Gonschorek Dr.-Ing. R. Vick	Meßbericht Emissionsmessung	Seite 1 von 12 Datum: 29.11.1999
--	---------------------------------------	-------------------------------------

Meßbericht

Emissionsmessung

TU Dresden, Erdkabel zum Elektrotechnischen Institut

EMV- Beratungs- und Planungsbüro Prof. Dr.-Ing. K. H. Gonschorek Dr.-Ing. R. Vick	Meßbericht Emissionsmessung	Seite 2 von 12 Datum: 29.11.1999
--	---------------------------------------	-------------------------------------

Meßbericht

- Meßobjekt:** Erdkabel zum Elektrotechnischen Institut der TU Dresden
- Meßdatum:** 25.11.1999
- Meßingenieure:** Dipl.-Ing. C. Probol, Dipl.-Ing. Volkmar Werth
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 des 230V-Erdkabels zu einem Universitätsgebäudes bei Einspeisung von symmetrischen Spannungen zwischen zwei Phasen bzw. 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 eines Erdkabels auf dem Gelände der Technischen Universität Dresden zwischen Halle 3 und dem Elektrotechnischen Institut (Görgesbau) untersucht. Dazu wurde der TCL sowohl für Einkopplung zwischen L2 und N als auch für Einkopplung zwischen L1 und L2 in Halle 3 gemessen. Anschließend wurde die Magnetfeldemission bei Einkopplung von symmetrischen Spannungen untersucht. Dazu wurden die H-Feldstärken 1 m über dem Erdboden entlang des Erdkabels in drei orthogonalen Raumrichtungen gemessen und daraus die Gesamtfeldstärke berechnet. In der folgenden Abbildung ist der Aufbau zur Einkopplung der symmetrischen Spannungen sowie zur Bestimmung des Transversal Conversion Loss (TCL) dargestellt.

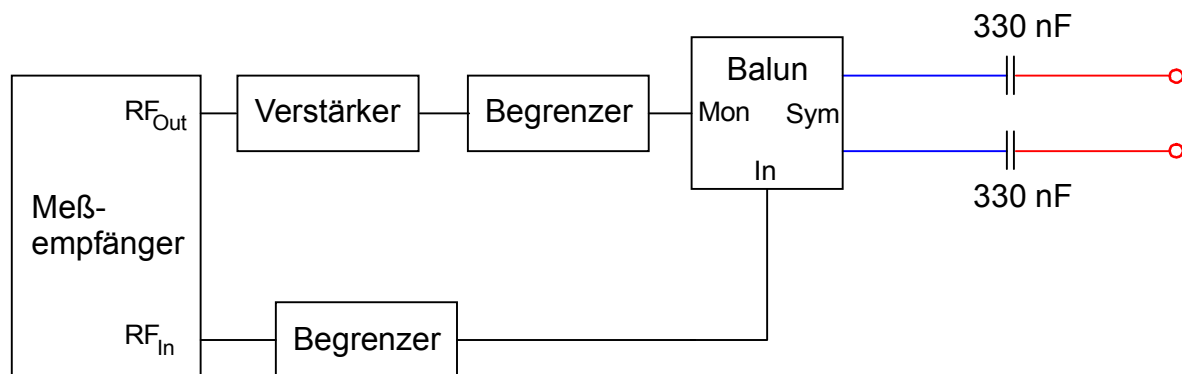


Abbildung 1: Aufbau zur Einkopplung der symmetrischen Spannung und Messung der asymmetrischen Spannung

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_{μV} wurde zwischen den Phasen L1 und L2 sowie zwischen L2 und N des Erdkabels in Halle 3 eingekoppelt. Das Kabel verlief bis zum ca. 22 m entfernten Elektrotechnischen Institut unterirdisch. Es wurden je 7 Meßpunkte genommen, wobei sich die Meßpunkte mit zunehmender Nummer der Halle 3 näherten. Meßpunkt Nr. 7 befand sich daher direkt an Halle 3.

EMV- Beratungs- und Planungsbüro Prof. Dr.-Ing. K. H. Gonschorek Dr.-Ing. R. Vick	<h1 style="text-align: center;">Meßbericht</h1> <h2 style="text-align: center;">Emissionsmessung</h2>	Seite 4 von 12 Datum: 29.11.1999
--	---	---

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,
- minimale Rückwirkung der Messung der symmetrischen Spannung,
- 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 ist 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 HFRA 9150, Schwarzbeck,
- Schleifenantenne 30,4 cm, Eigenbau Prof. Gonschorek,
- Vorverstärker LN1000, Amplifier Research
- Meßbalun BF 0322, North Hills Signal Processing.

2 Meßwerte der TCL-Messung

Es wurde die Symmetrie bei Einkopplung zwischen den Leitern L2 und N sowie L1 und L2 untersucht. Der TCL_{100} wird als Maß für die Symmetrie dieser Einkoppelstellen im folgenden Diagramm dargestellt.

Erdkabel zwischen Elektrotechnischem Institut und Halle 3, TCL_{100}

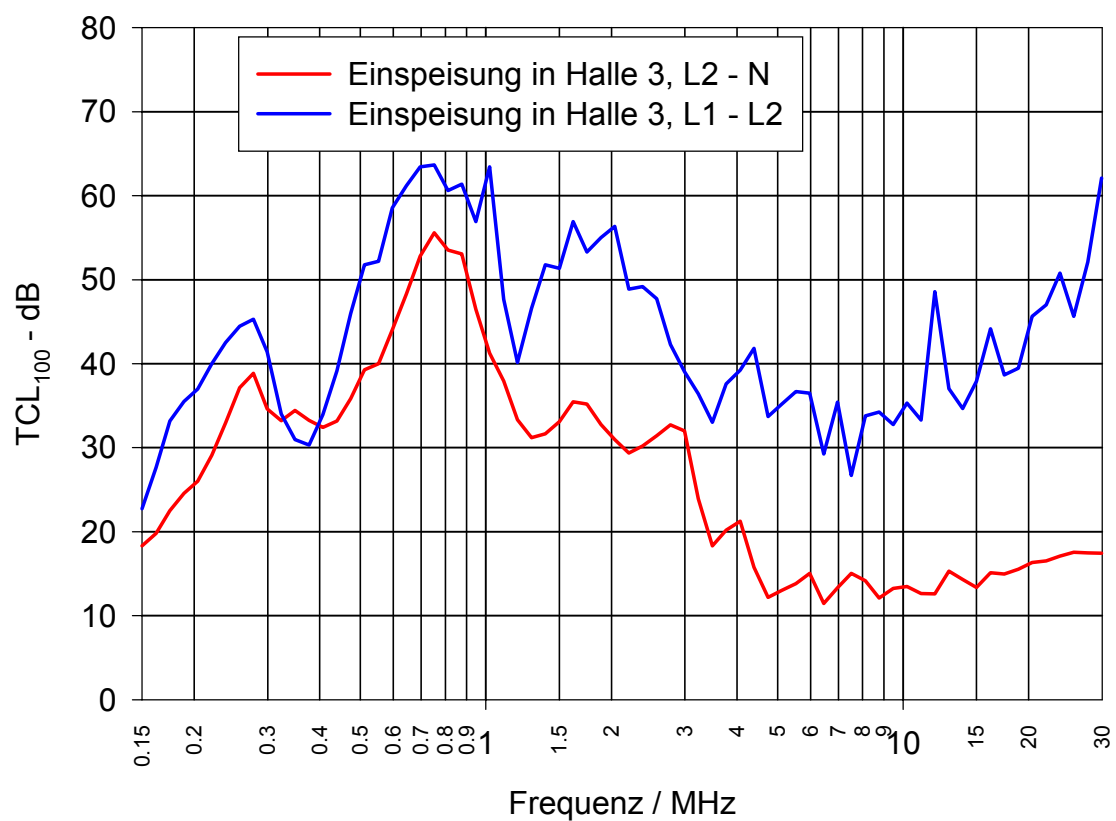


Abbildung 2: TCL_{100} , Einkopplung in Halle 3

3 Meßwerte der Emissionsmessung

Für die symmetrische Eingangsspannung von $105 \text{ dB}_{\mu\text{V}}$ zwischen L2 und N sowie L1 und L2 wurde die Emission an je 7 Meßpunkten in 1 m Höhe über dem Erdboden entlang des Erdkabels in den folgenden Diagrammen dargestellt. Die gemessene magnetische Feldstärke wurde mit 377Ω multipliziert, so daß sich die Einheit V/m ergab.

Vor der Messung der magnetischen Feldstärken erfolgte eine Überprüfung der Kalibrierung der 30,4 cm Schleifenantenne mittels der Sendeantenne HFRA 9150.

Erdkabel zwischen Elektrotechnischem Institut und Halle 3,
Einkopplung zwischen L2 und N

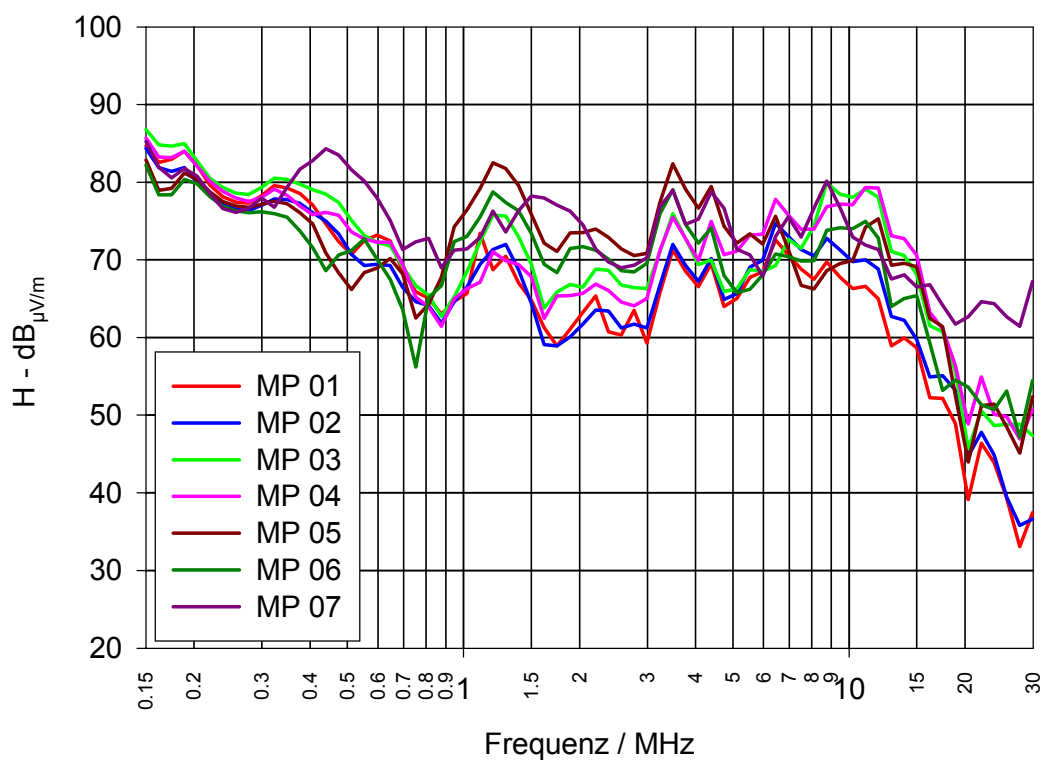


Abbildung 3: Magnetische Feldstärke bei Einkopplung in Halle 3 zwischen L2 und N, Meßpunkte 01 - 07

Erdkabel zwischen Elektrotechnischem Institut und Halle 3,
Einkopplung zwischen L1 und L2

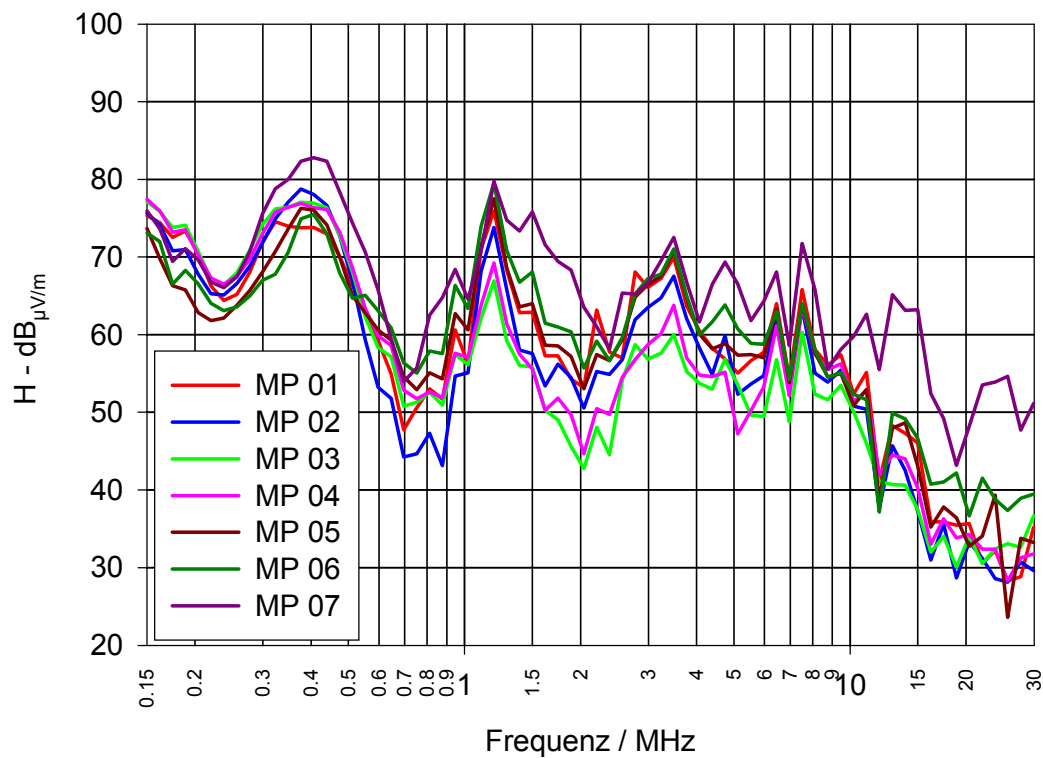


Abbildung 4: Magnetische Feldstärke bei Einkopplung in Halle 3 zwischen L1 und L2, Meßpunkte 01 - 07

Erdkabel zwischen Elektrotechnischem Institut und Halle 3, Maxima

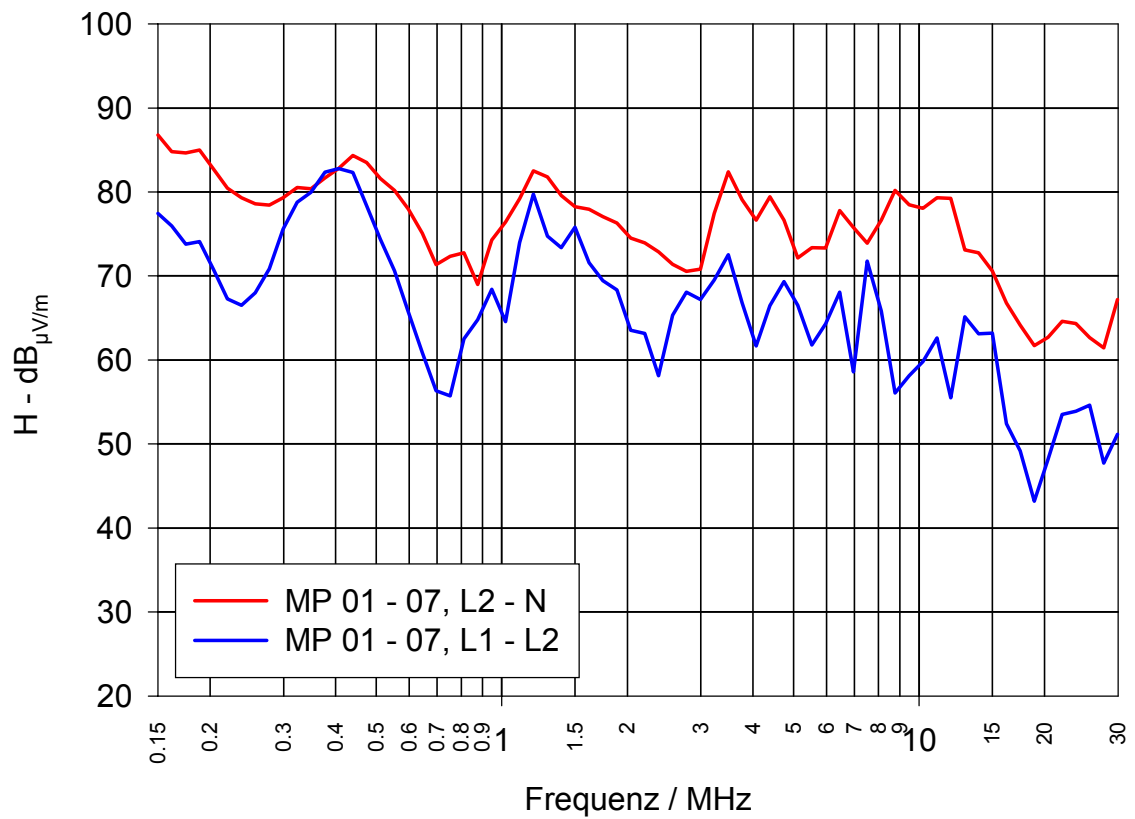


Abbildung 5: Magnetische Feldstärke bei Einkopplung in Halle 3, Maxima der Meßpunkte

4 Auswertung nach Nutzungsbestimmung NB 30

In Abbildung 6 ist die maximal zulässige Feldstärke gem. NB 30 dargestellt.

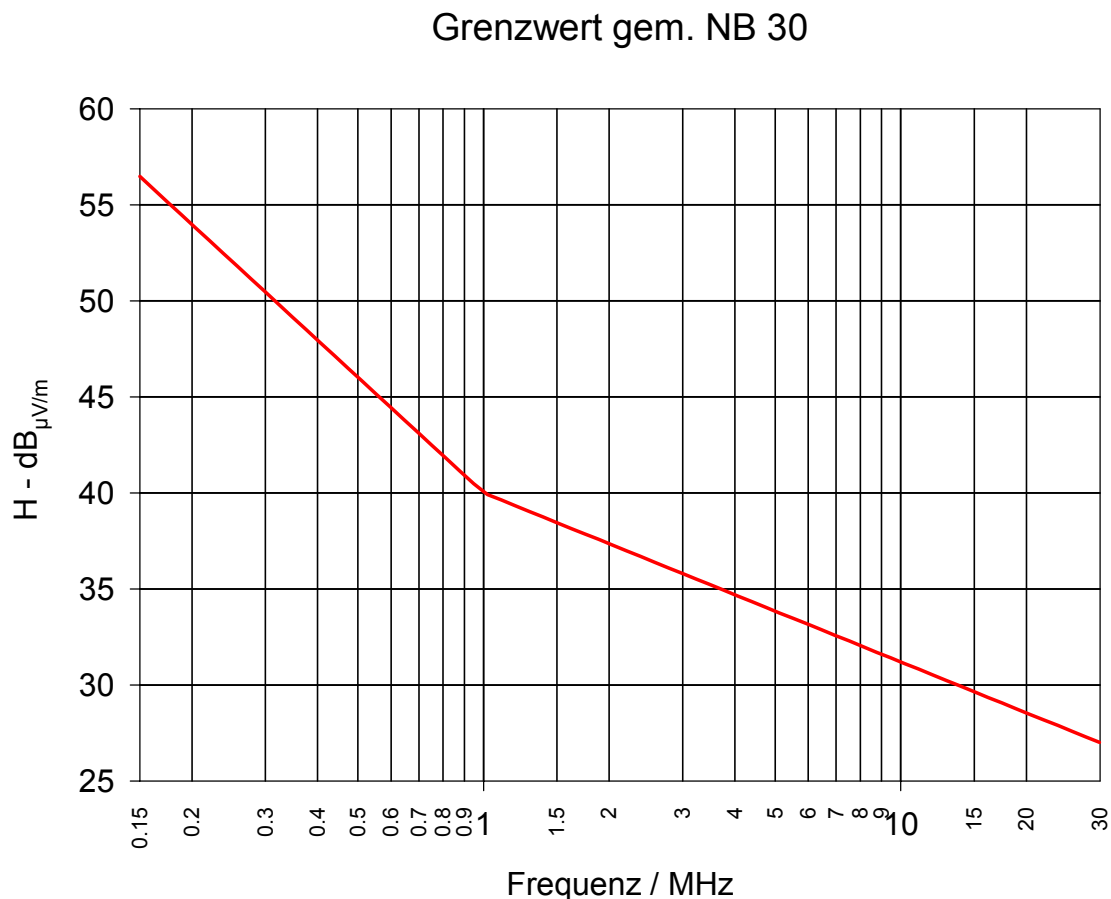


Abbildung 6: Grenzwert gem. NB 30

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:

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

Erdkabel zwischen Elektrotechnischem Institut und Halle 3,
Einkopplung zwischen L2 und N

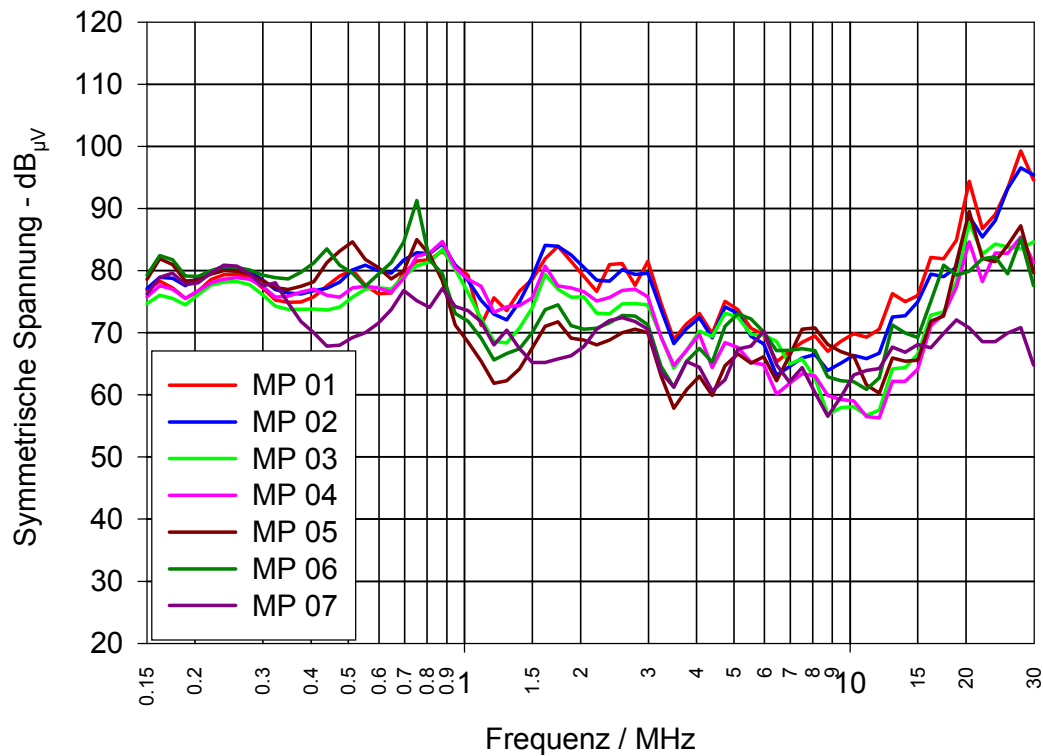


Abbildung 7: Spannung, die die maximal zulässige Feldstärke gem. NB 30 hervorruft,
Einkopplung zwischen L1 und L2

Erdkabel zwischen Elektrotechnischem Institut und Halle 3,
Einkopplung zwischen L1 und L2

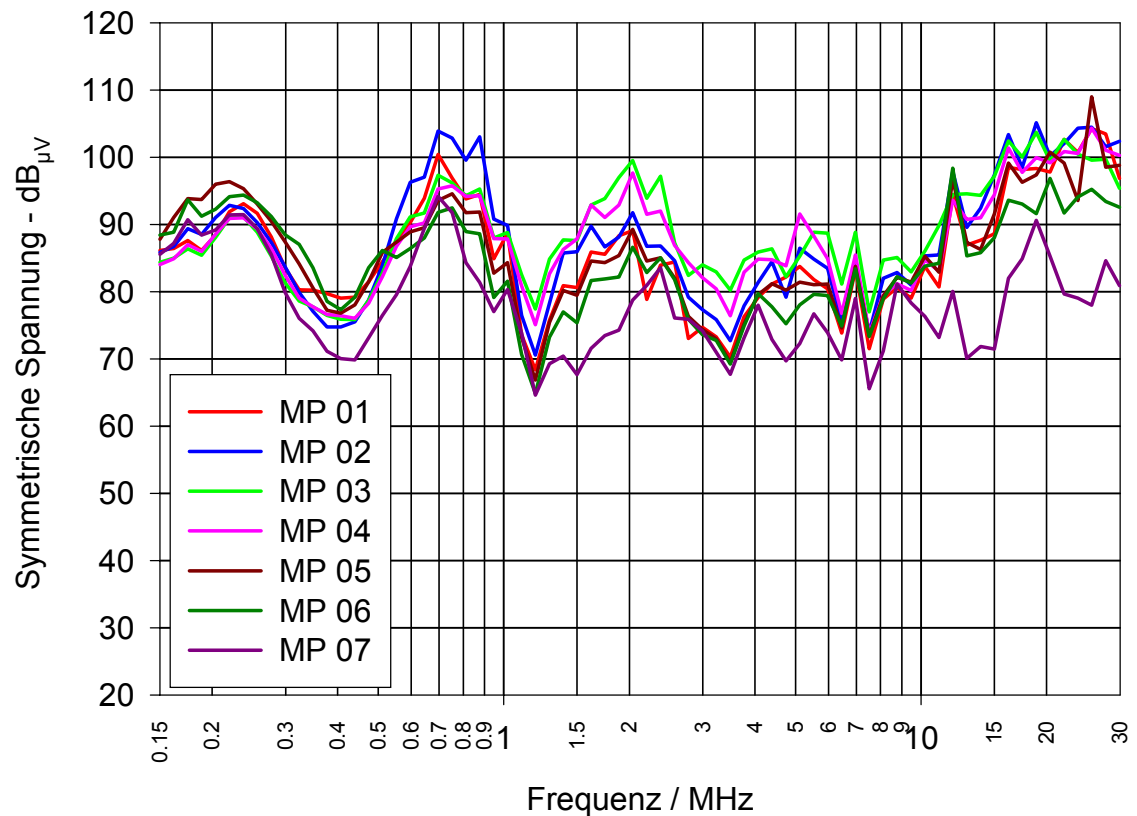


Abbildung 8: Spannung, die die maximal zulässige Feldstärke gem. NB 30 hervorruft,
Einkopplung zwischen L1 und L2

Erdkabel zwischen Elektrotechnischem Institut und Halle 3,
Einkopplung zwischen L2 und N

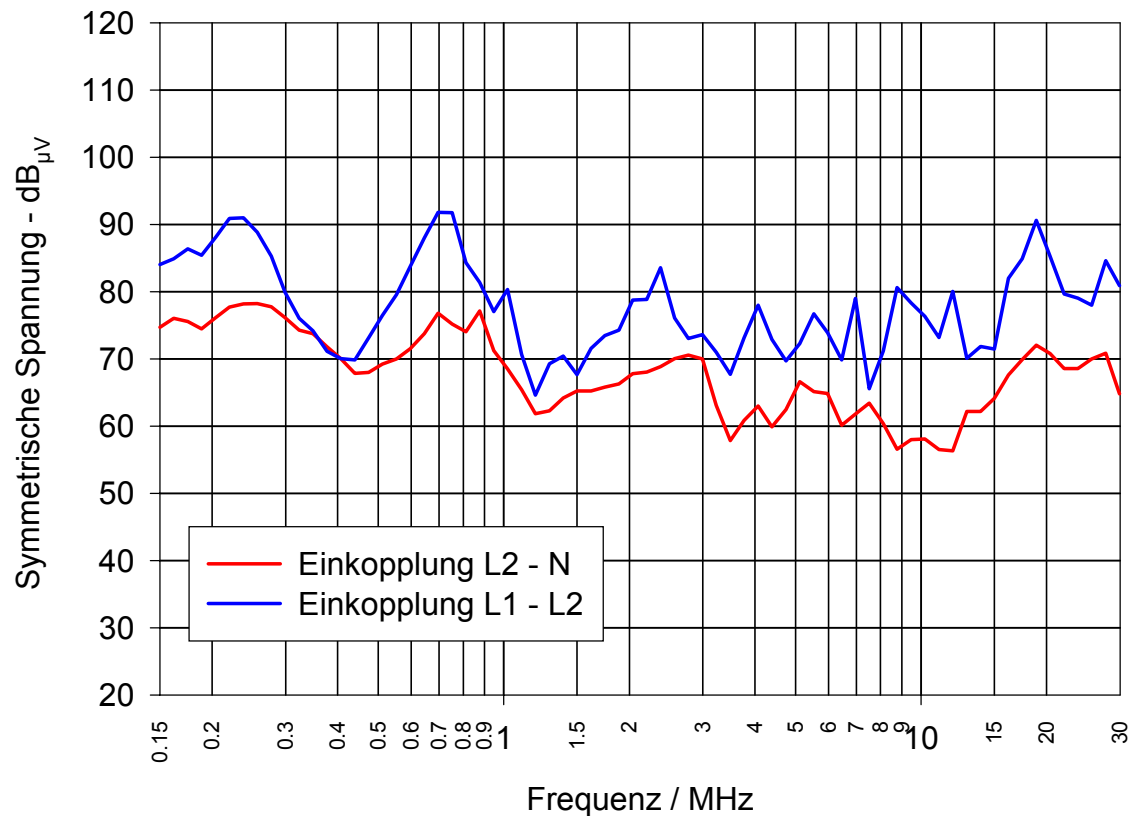


Abbildung 9: Symmetrische Spannung, die die maximal zulässige Feldstärke gem. NB 30 hervorruft, Einkopplung zwischen L2 und N sowie L1 und L2, Maxima