

**IEH** Institut of Electric Energy Systems  
and High-Voltage Technology

Ordinarius and Director: Prof. Dr.-Ing. T. Leibfried

Engesserstraße 11  
Gebäude 30.36  
D-76128 Karlsruhe

---

***EMC-Testlab***

---

Tel.: +49 721 608-2912  
Fax: +49 721 695-224

<http://www.ieh.kit.edu>

06.03.2013

Bearbeiter: D. Geißler / C. Freitag

Tel.: +49 721 608-43137 / -46125

## **Untersuchungsbericht Nr. 2012-122a**

### **Schirmdämpfungsmessungen am Gehäuse: multipac PRO 2U 280D 20860-605 der Firma Schroff mit EMC Dichtsatz 20860-130**

Auftraggeber: Schroff GmbH  
Langenalber Str. 96-100  
75334 Straubenhardt

Berichter: Dipl.-Ing. D. Geißler  
Dipl.-Ing. C. Freitag

Dieser Untersuchungsbericht besteht aus 11 durchnummerierten Seiten und ist nur mit Originalunterschriften gültig. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den untersuchten Prüfling.

Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflaboratoriums darf dieser Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

## 1 Gegenstand der Prüfung

Bestimmung der Schirmdämpfung an dem Gehäuse multipac PRO 2U 280D 20860-605 der Firma Schroff mit EMC Dichtsatz 20860-130.

## 2 Allgemeines

<b>Prüfobjekt:</b>	Gehäuse multipac PRO 2U 280D 20860-605 der Firma Schroff mit EMC Dichtsatz 20860-130		
<b>Anlieferung des Prüfobjekts:</b>	29.01.2013		
<b>Ort der Prüfung:</b>	EMV-Labor und Absorberhalle Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH) KIT – Campus Süd Engesserstraße 11 76131 Karlsruhe		
<b>Prüfungsdatum:</b>	29.01.2013		
<b>Klimatische Bedingungen:</b>	Temperatur:	19,0 °C	
	rel. Luftfeuchtigkeit:	33,6 %	
	Luftdruck:	1002 hPa	
<b>Vertreter des Auftraggebers:</b>	Herr Benko		
<b>Prüfer:</b>	D. Geißler / C. Freitag		
<b>Prüfungen:</b>	Schirmdämpfungsmessungen im Frequenzbereich von 30MHz bis 1 GHz gemäß VG 95373, Teil 15 sowie im erweiterten Frequenzbereich von 1-2 GHz in Anlehnung an VG 95373, Teil 15		

### 3 Prüf- und Messaufbau

#### 3.1 Verwendete Geräte

Tabelle 1: Verwendete Geräte im Frequenzbereich 30 MHz - 1 GHz

Bezeichnung	Typ	Hersteller	Inventarnummer
Signalgenerator	SMIQ 06 ATE	R & S	07-100976
Leistungsverstärker (9 kHz - 220 MHz)	BTA 0122-1000	BONN GmbH	950003
Leistungsverstärker (220 - 1000 MHz)	BLWA 2010-200	BONN GmbH	950004
Sendeantenne	UHALP9108-G	Schwarzbeck	050084
Empfangsantenne	E-field probe, Mod.-Nr. 904, 3,6cm ball	EMCO	n.a.
Messempfänger	ESVP	R & S	872991/0011

Tabelle 2: Verwendete Geräte im Frequenzbereich 1 GHz – 2 GHz

Bezeichnung	Typ	Hersteller	Inventarnummer
Netzwerk-Analysator	ZVRE	R & S	272/0074/96
Leistungsverstärker	25S1G4A	Amplifier Research	990043
Sendeantenne	STLP 9149	Schwarzbeck	TL2008_28
Empfangsantenne	E-field probe, Mod.-Nr. 904, 3,6cm ball	EMCO	n.a.

#### 3.2 Aufbau

Der Prüfgegenstand wurde in einem teilweise ausgekleideten Absorberraum auf einem Messingrohr aufgebaut. Das Rohr diente dazu das Messkabel von der Empfangsantenne im Innern des Gehäuses vollständig geschirmt über einen Bodenkanal zum Empfangsgerät zu überführen. Eigenfrequenzen des Aufbaus wurden mittels Ferritringen an verschiedenen Positionen des Rohres bedämpft.

Tabelle 3: Positionsdaten zum Prüfaufbau

	30 MHz – 1 GHz	1 GHz – 2 GHz
Höhe der Empfangsantenne über Boden	1,16 m	1,16 m
Abstand Sende- zu Empfangsantenne (bezogen auf Antennenfuß)	3,4 m	1,84 m
Höhe Sendeantenne	1,8 m	1,16 m
Polarisation Sendenantenne	Vertikal	Vertikal
Bestrahlte Seiten	rechts, links, vorne, hinten	rechts, links, vorne, hinten

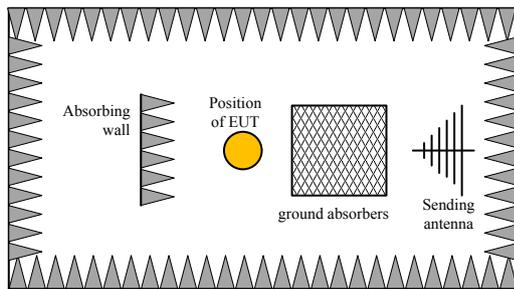


Abbildung 1: Aufbau 30 MHz – 1 GHz

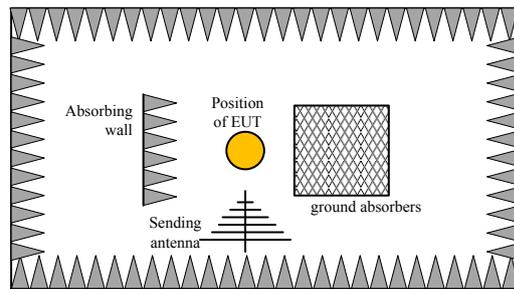


Abbildung 2: Aufbau 1 GHz – 2 GHz

### 3.3 Messverfahren

Die Messung der Schirmdämpfung wurde nach der Mittelpunktmethode durchgeführt, die eine Abnahme der Feldstärke auswertet. Hierbei wurde die Referenzfeldstärke zunächst ohne Schirm gemessen. Anschließend wurde die Feldstärke mit dem Prüfgegenstand als Schirmgehäuse gemessen. Die Position und Ausrichtung von Sende- und Empfangsantenne, sowie die Sendeleistung wurden während den Messungen konstant gehalten.

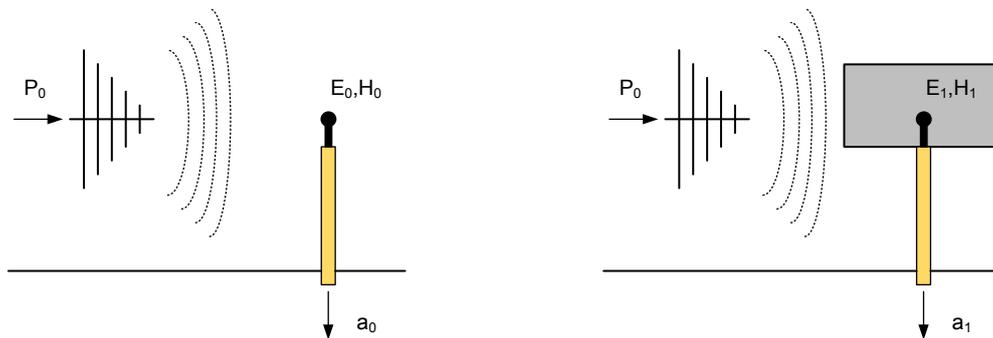


Abbildung 3: Messverfahren zur Bestimmung der Schirmdämpfung

Die Schirmdämpfung  $a_s$  des Gehäuses ergab sich aus der Differenz zwischen der Referenzfeldstärke  $a_0$  ohne Schirm und der Feldstärke  $a_1$  mit Schirm:

$$a_s = a_0 - a_1 \text{ in dB}$$

### 3.4 Messdynamik

Die Messdynamik  $a_D$  wurde durch die Differenz aus Referenzfeldstärke  $a_0$  und der gemessenen Feldstärke  $a_2$  ohne Empfangsantenne mit reflektionsfrei abgeschlossenem Kabel bestimmt (Abbildung 4).

$$a_D = a_0 - a_2 \text{ in dB}$$

Die Dynamik ist eine Charakterisierung der maximal messbaren Schirmdämpfung, die bei dem gewählten Aufbau (z.B. Schirmdämpfung der Kabel) und vorhandenem Grundrauschen der Messgeräte möglich ist.

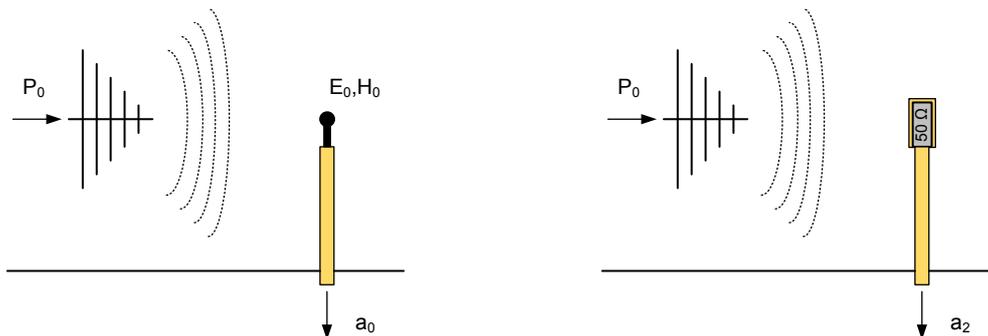


Abbildung 4: Messverfahren zur Bestimmung der Messdynamik

### 3.5 Bilder vom Prüfling am Messplatz



Abbildung 5: Aufbau im Frequenzbereich  
30 MHz - 1 GHz

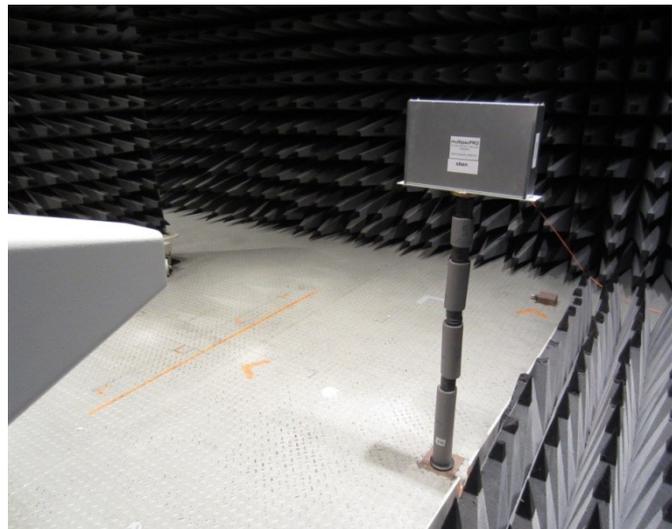


Abbildung 6: Aufbau im Frequenzbereich 1 - 2 GHz

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Schirmdämpfungsmessungen 30 MHz – 1 GHz

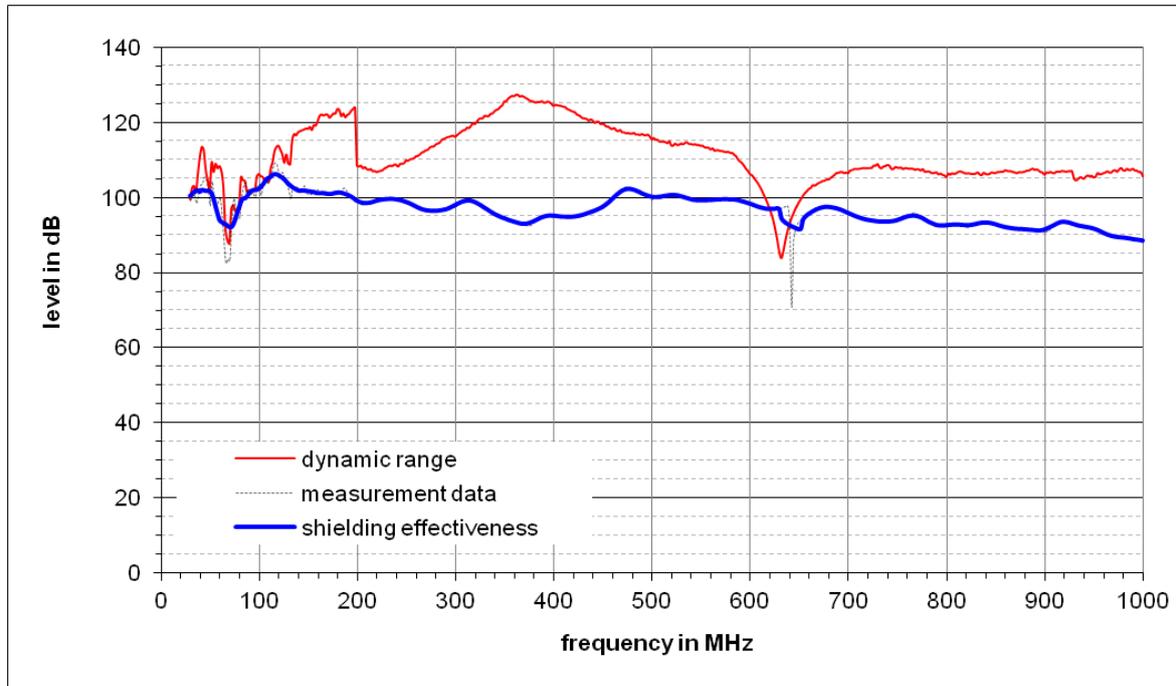


Abbildung 7: Messergebnisse bei direkter Einstrahlung auf die linke Seitenwand

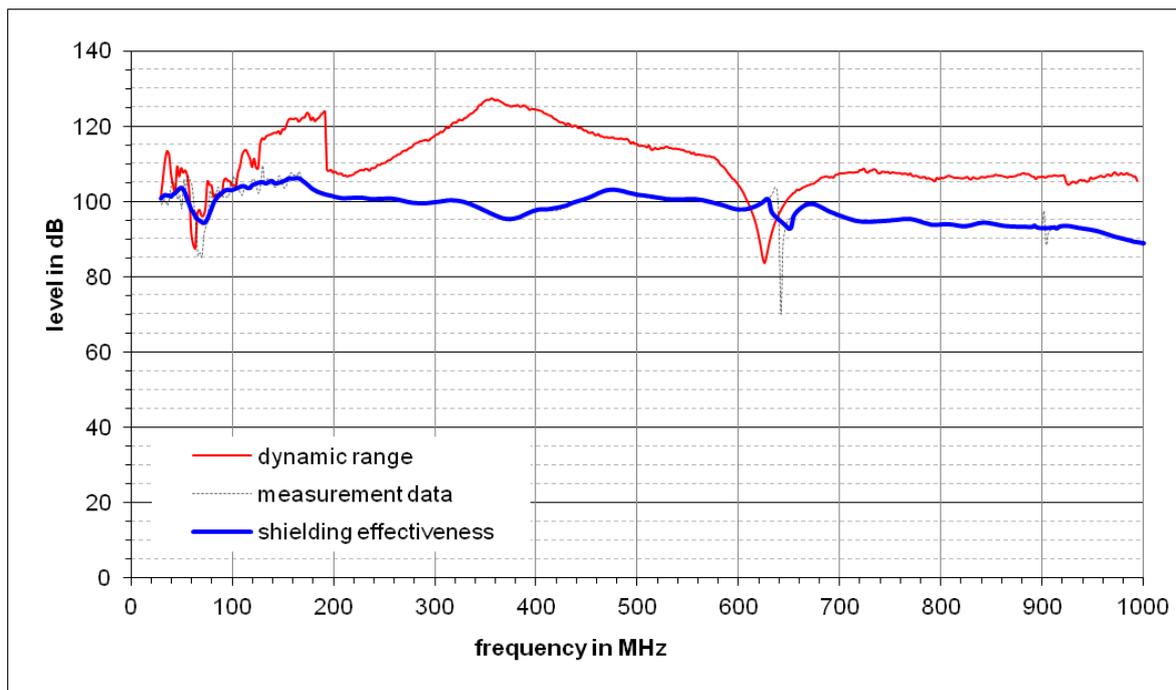


Abbildung 8: Messergebnisse bei direkter Einstrahlung auf die rechte Seitenwand

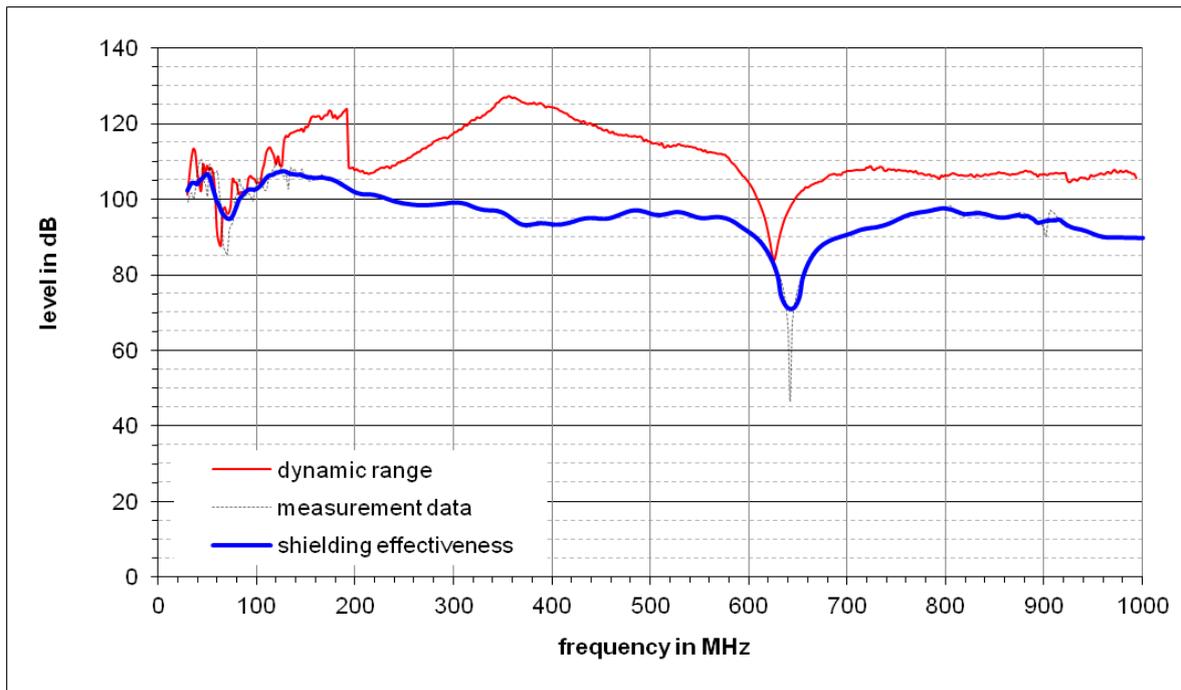


Abbildung 9: Messergebnisse bei direkter Einstrahlung auf die obere Seitenwand

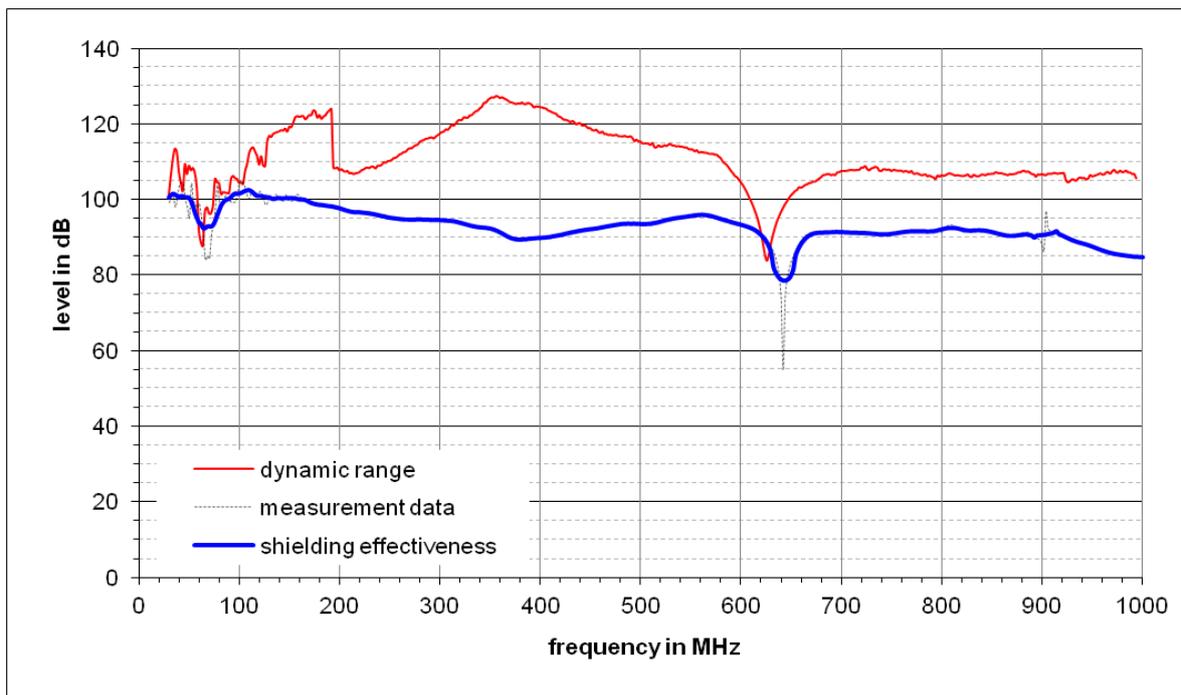


Abbildung 10: Messergebnisse bei direkter Einstrahlung auf die untere Seitenwand

## 4.2 Schirmdämpfungsmessungen 1 - 2 GHz

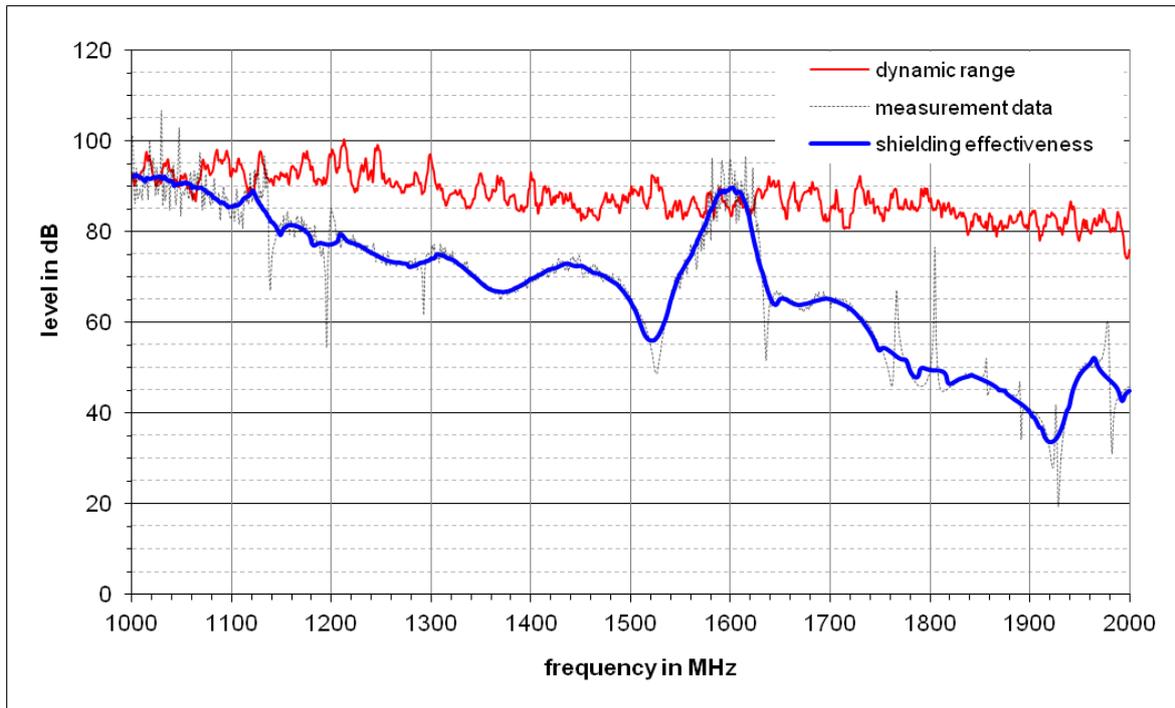


Abbildung 11: Messergebnisse bei direkter Einstrahlung auf die linke Seitenwand

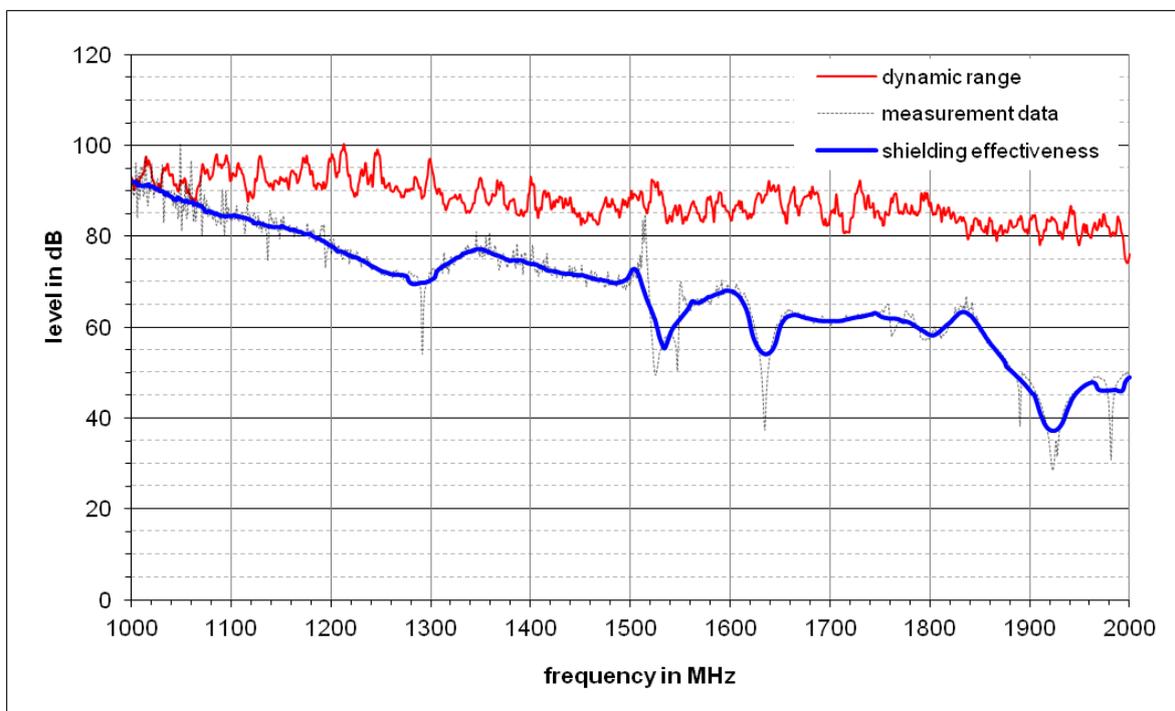


Abbildung 12: Messergebnisse bei direkter Einstrahlung auf die rechte Seitenwand

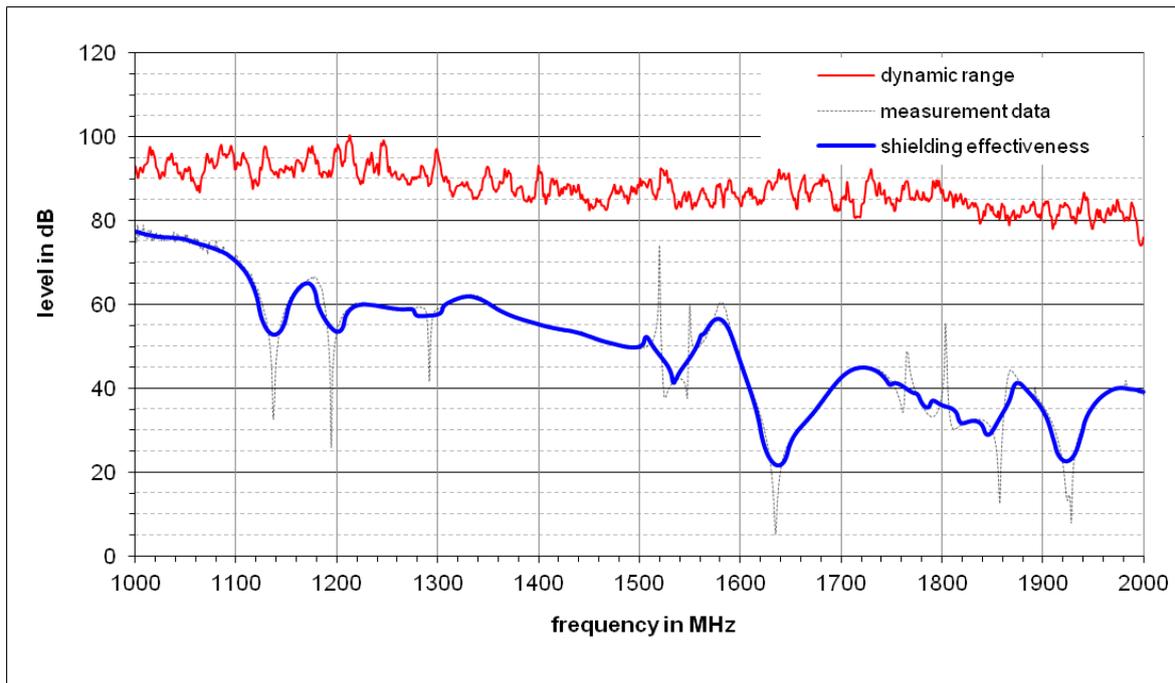


Abbildung 13: Messergebnisse bei direkter Einstrahlung auf die obere Seitenwand

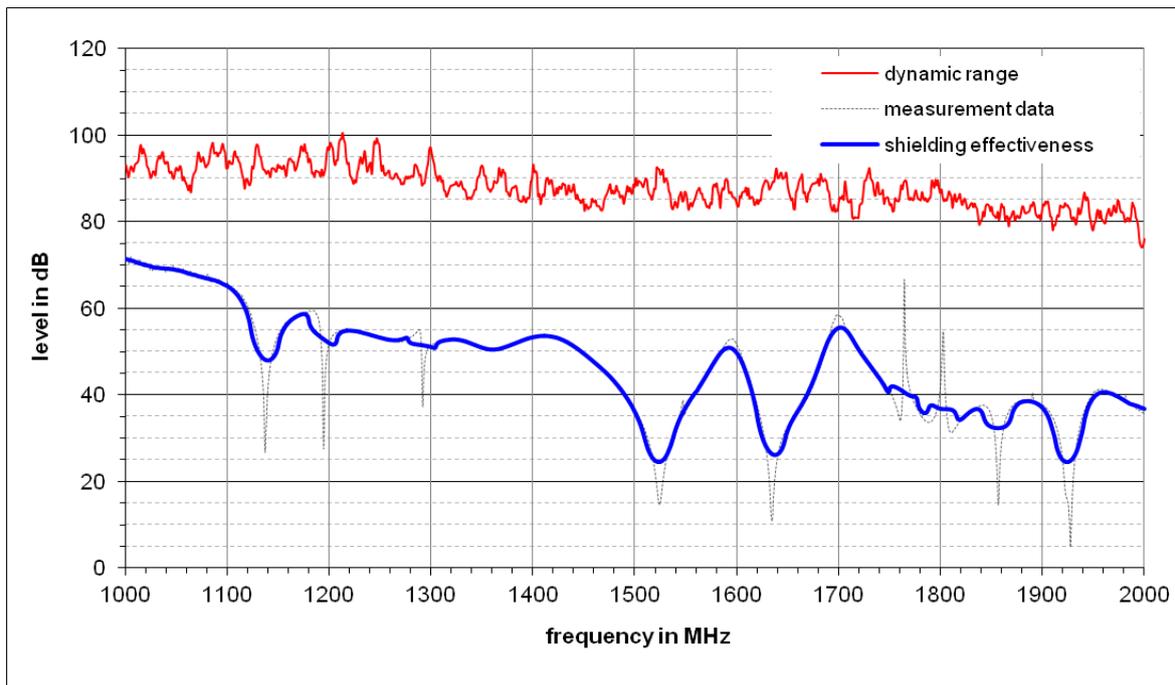


Abbildung 14: Messergebnisse bei direkter Einstrahlung auf die untere Seitenwand

### 4.3 Typische Schirmdämpfung und Worst-Case-Abschätzung

Zusätzlich zu den zuvor dargestellten Messungen mit jeweils direkter Einstrahlung auf eine Seite des Prüfobjekts, wurde eine Worst-Case-Abschätzung über alle Messungen berechnet. Dazu wurden jeweils die minimalen Dämpfungswerte verwendet. In Kombination mit einer Glättung der Resonanzen entsteht eine Kurve der typischen Schirmdämpfung des Prüfobjekts, die in Abbildung 15 dargestellt ist.

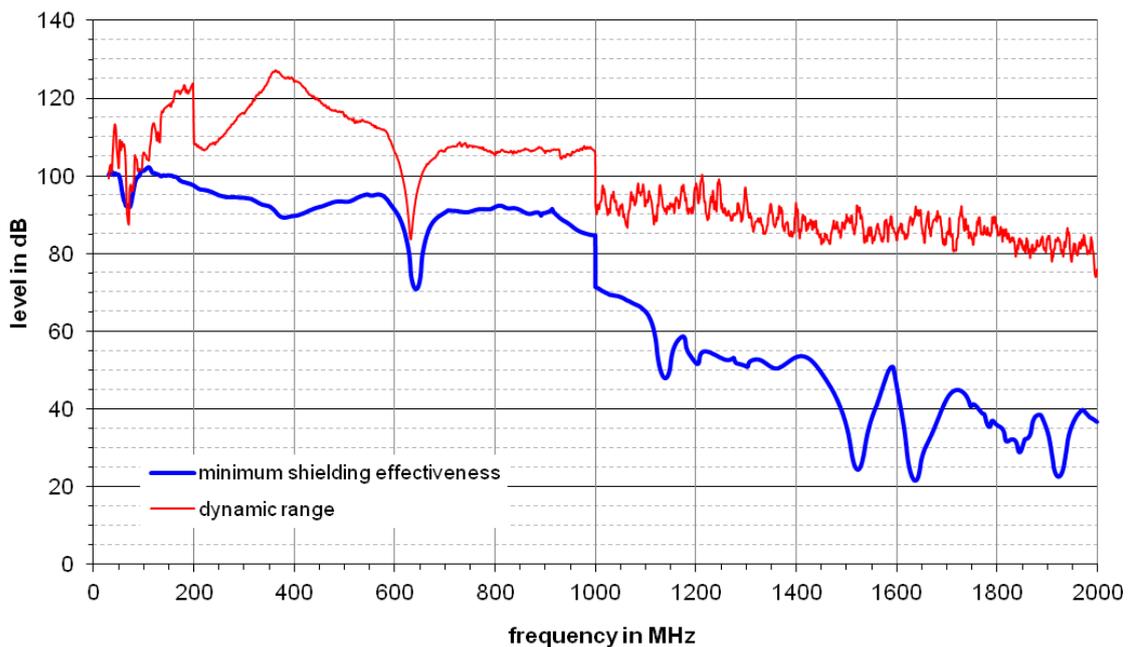


Abbildung 15: Typische Schirmdämpfung und Worst-Case-Abschätzung des Prüfobjekts

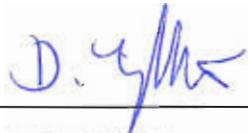
## 5 Zusammenfassung

Gegenstand der Untersuchung zur Bestimmung der Schirmdämpfung im Frequenzbereich zwischen 30MHz und 2GHz war das Gehäuse multipac PRO 2U 280D 20860-605 der Firma Schroff mit EMC Dichtsatz 20860-130.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Abbildung 7 bis Abbildung 14 dargestellt. Die zusätzlich berechnete Worst-Case-Abschätzung ergab die Kurve in Abbildung 15.

Verantwortlich für die korrekte Durchführung der zur Begutachtung erforderlichen Messungen und Prüfungen nach den anerkannten Regeln der Technik

Karlsruhe, 06.03.2013



---

Dipl.-Ing. D. Geißler  
(Bereichsleiter)



---

Dipl.-Ing. C. Freitag  
(stellv. Bereichsleiter)



---

Prof. Dr.-Ing. T. Leibfried  
(Institutsleiter)