



**Institut für Elektronergiesysteme und  
Hochspannungstechnik**

Leiter: Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried

Engesserstr. 11, Geb. 30.36  
76131 Karlsruhe

Telefon: 0721-608-4-2912

Fax: 0721-695-5224

Bearbeiter: Martin Zimmerlin, Max Görtz

E-Mail: martin.zimmerlin@kit.edu

max.goertz@kit.edu

Datum: 26.04.2016

## **Prüfbericht Nr. 2016-27**

### **Schirmdämpfungsmessungen am Gehäuse InterscaleM 44H 310B 221T 4tlg Art.-Nr.: 14825-175 der Firma Pentair Technical Solutions GmbH**

Auftraggeber: Pentair Technical Solutions GmbH  
Langenalber Str. 96-100  
75334 Straubenhardt

Berichter: M. Zimmerlin M.Sc.  
M. Görtz M.Sc.

Dieser Untersuchungsbericht besteht aus 10 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

Die Schirmdämpfung wurde an 3 Gehäusen vom Typ InterscaleM 44H 310B 221T 4tlg Art.-Nr.: 14825-175 der Firma Pentair Technical Solutions GmbH gemessen.

## 2 Allgemeines

<b>Prüfobjekte:</b>	3 Gehäuse vom Typ: InterscaleM 44H 310B 221T 4tlg Art.-Nr.: 14825-175
<b>Anlieferung der Prüfobjekte:</b>	08.03.2016
<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>	08.03.2016
<b>Klimatische Bedingungen:</b>	Temperatur: 21 °C rel. Luftfeuchtigkeit: 26 % Luftdruck: 1002 hPa
<b>Vertreter des Auftraggebers:</b>	Herr Benko, Herr Curatolo
<b>Prüfer:</b>	D. Geißler / C. Freitag / M. Zimmerlin / M. Görtz
<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	Eaton	870035HO
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	Eaton	870035HO

#### 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 Antennenspitze)	2,30 m	1,16 m
Höhe Sendeanenne	1,8 m	1,16 m
Polarisation Sendenantenne	Vertikal	Vertikal
Bestrahlte Seiten	rechts, links, vorne, hinten	rechts, links, vorne, hinten

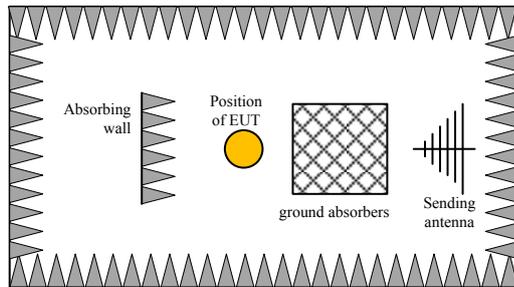


Abbildung 1: Aufbau 30 MHz – 1 GHz

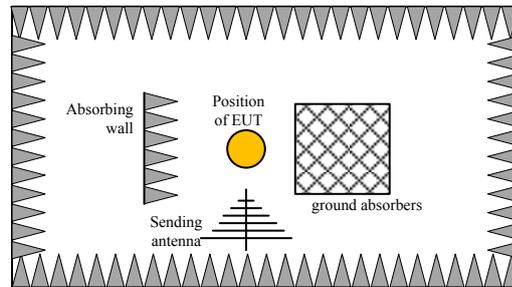


Abbildung 2: Aufbau 1 GHz – 2 GHz

### 3.3 Prüflinge

Es wurden 3 baugleiche, neue Gehäuse vom Typ InterscaleM 44H 310B 221T 4tlg Art.-Nr.: 14825-175 nacheinander vermessen. Die Prüflinge sind mit den Bezeichnungen G1, G2 und G3 eindeutig identifiziert. Die Prüfergebnisse sind als Mittelwertkurve in blau angegeben.

### 3.4 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 Sendeleuchte und Empfangsantenne, sowie die Sendeleistung wurden während den Messungen konstant gehalten.

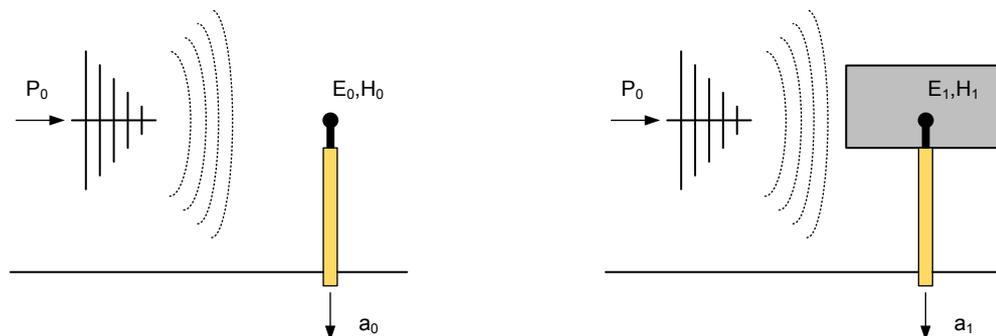


Abbildung 3: Messverfahren zur Bestimmung der Schirmdämpfung

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:

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

Um den Effekt von Hohlraumresonanzen des Gehäuses abzumildern, werden die Schirmdämpfungsverläufe mit einem gleitenden Mittelwertfilter mit einer Breite von 10 Frequenzpunkten geglättet.

### 3.5 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. In den Ergebnissen ist der Verlauf der Dynamik in rot dargestellt.

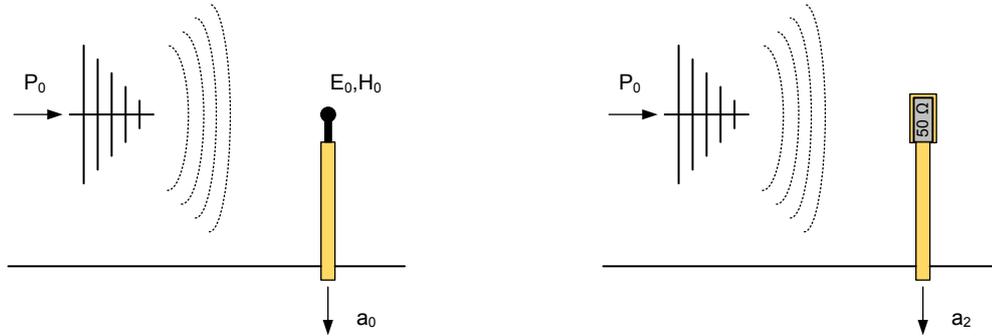


Abbildung 4: Messverfahren zur Bestimmung der Messdynamik

### 3.6 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

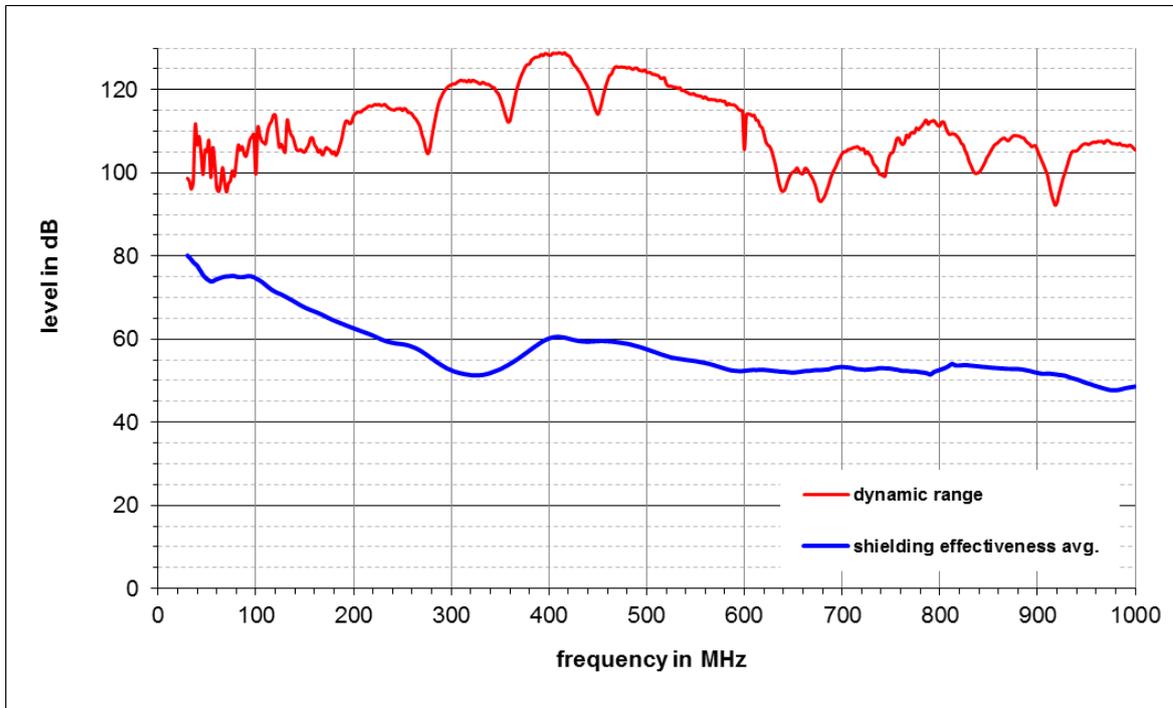


Abbildung 7: Mittelwert der Schirmdämpfungen von G1, G2, G3 bei direkter Einstrahlung auf die linke Seitenwand

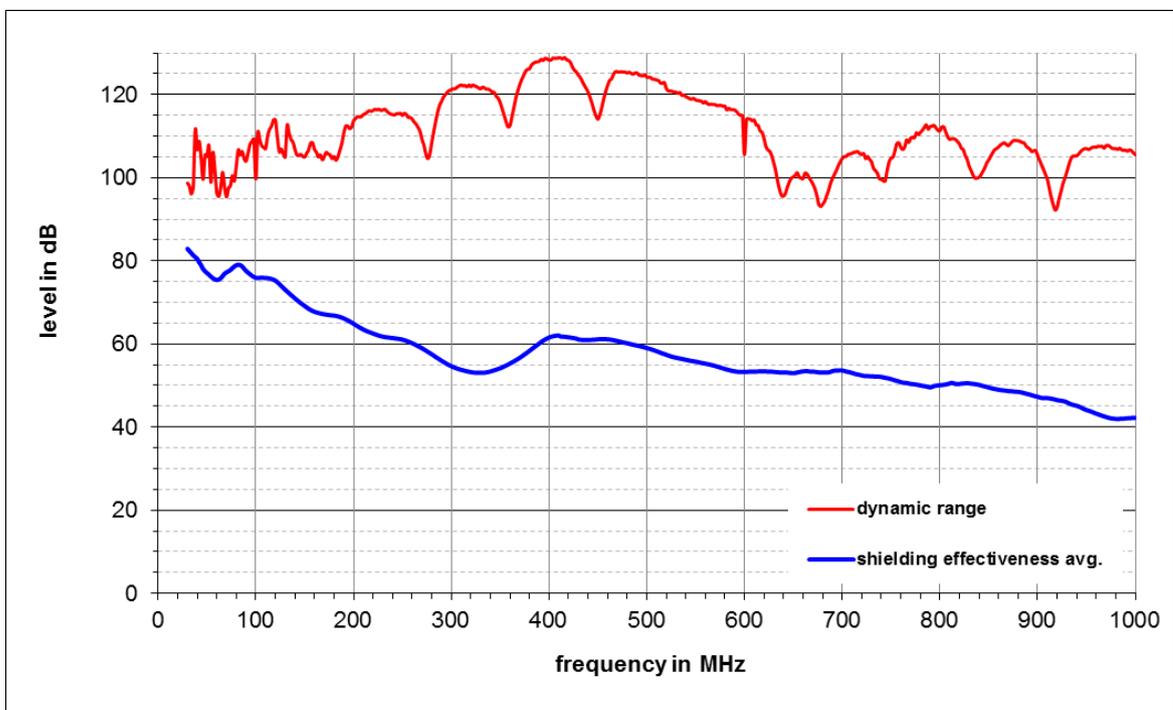


Abbildung 8: Mittelwert der Schirmdämpfungen von G1, G2, G3 bei direkter Einstrahlung auf die rechte Seitenwand

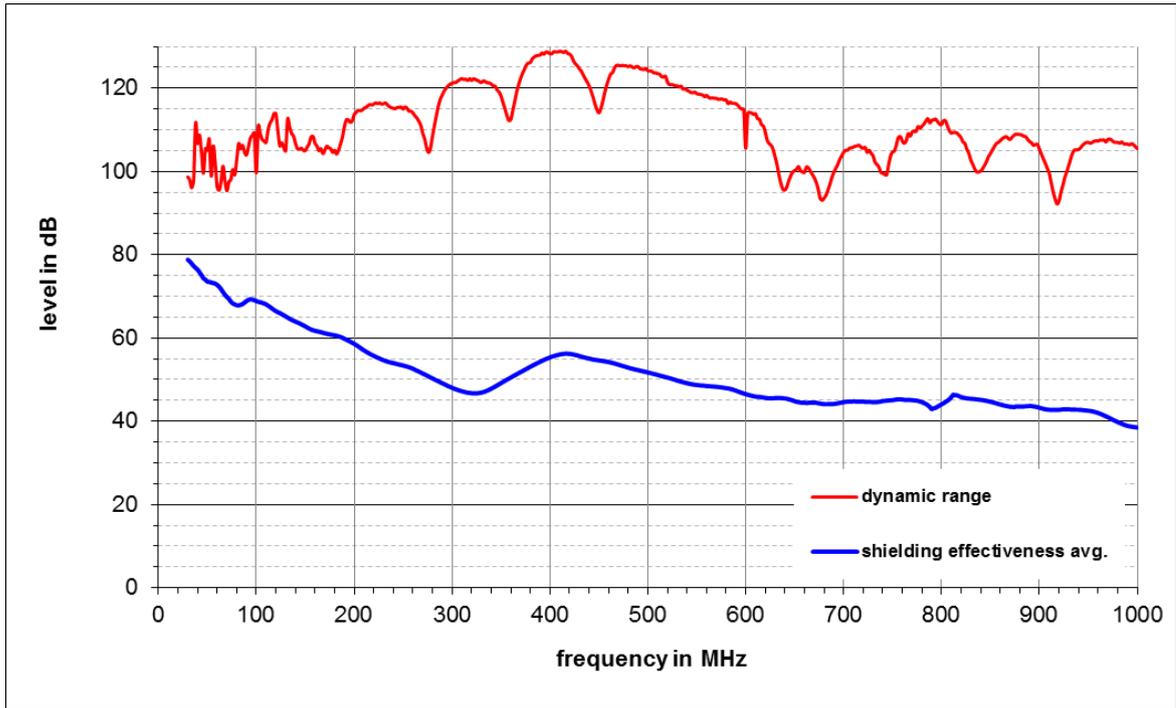


Abbildung 9: Mittelwert der Schirmdämpfungen von G1, G2, G3 bei direkter Einstrahlung auf die obere Seitenwand

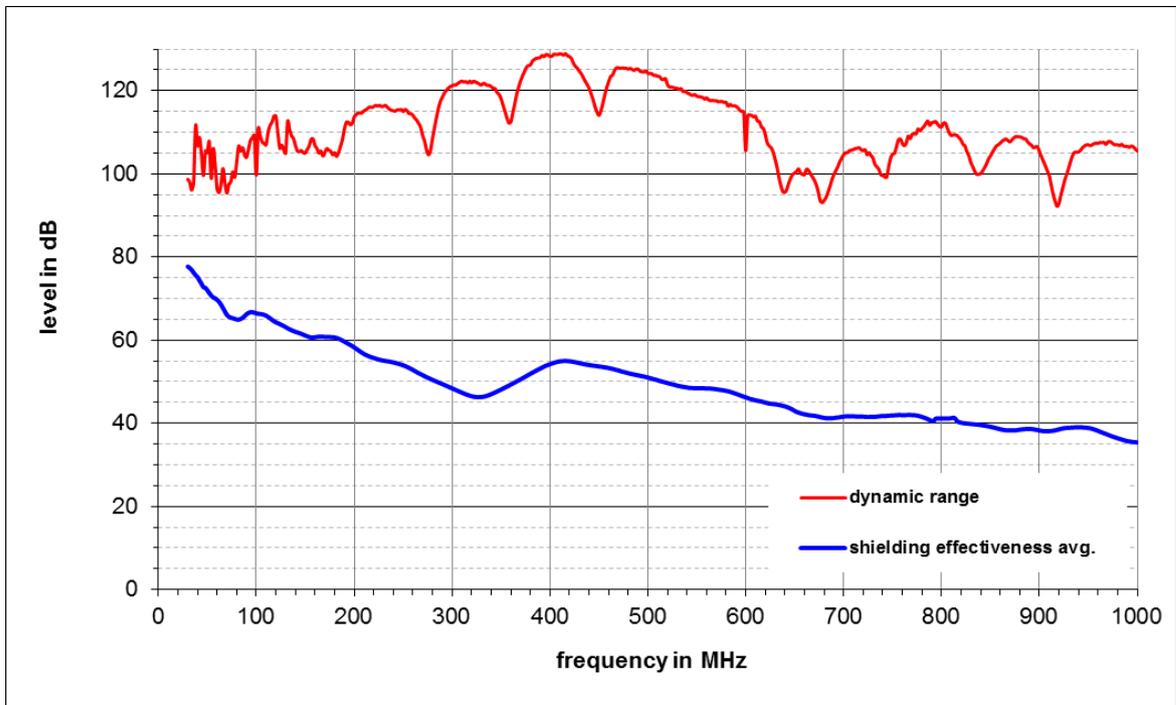


Abbildung 10: Mittelwert der Schirmdämpfungen von G1, G2, G3 bei direkter Einstrahlung auf die untere Seitenwand

### 4.2 Schirmdämpfungsmessungen 1 - 2 GHz

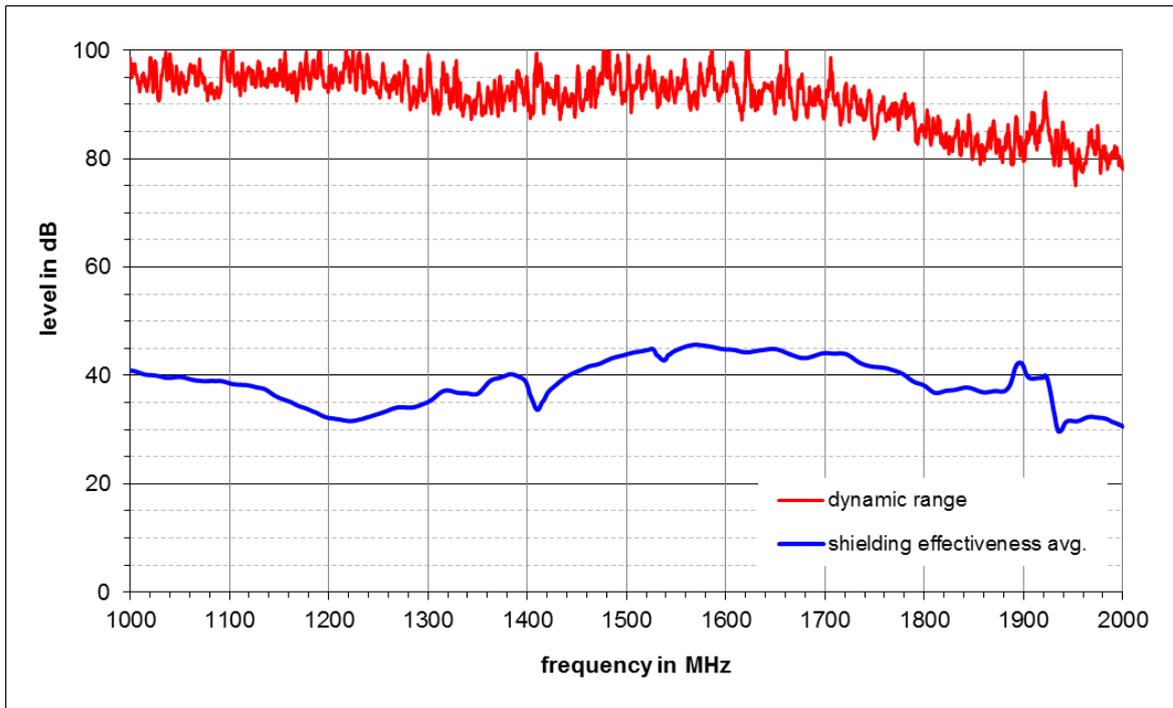


Abbildung 11: Mittelwert der Schirmdämpfungen von G1, G2, G3 bei direkter Einstrahlung auf die linke Seitenwand

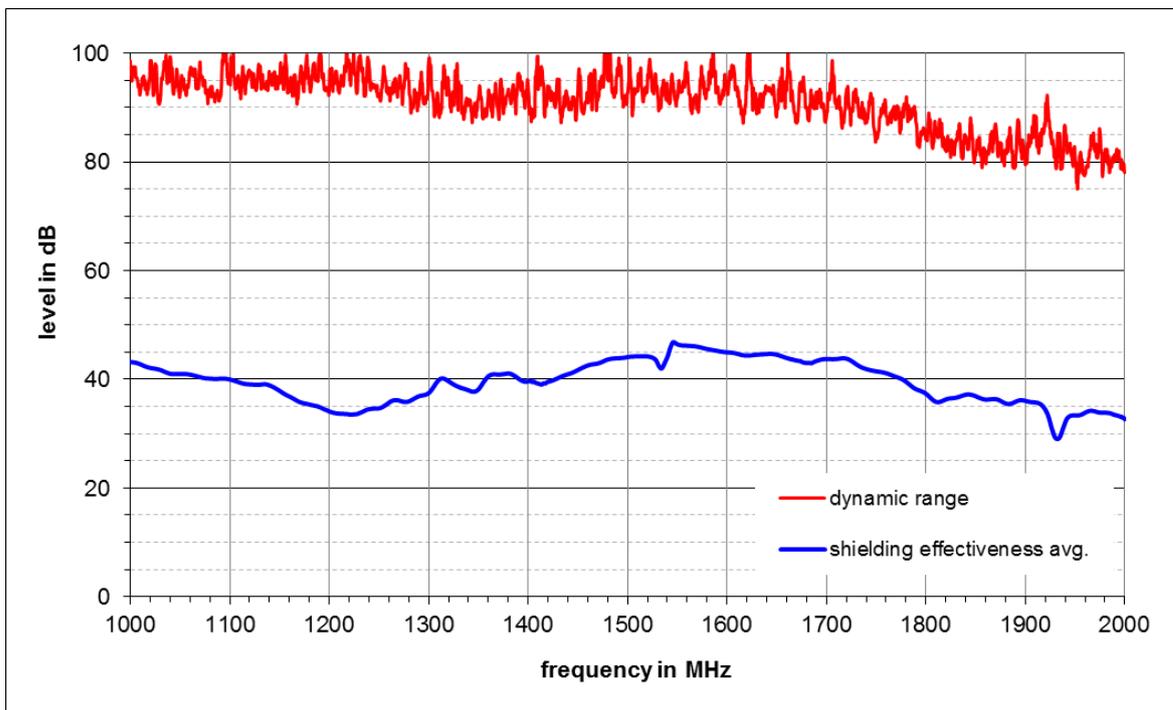


Abbildung 12: Mittelwert der Schirmdämpfungen von G1, G2, G3 bei direkter Einstrahlung auf die rechte Seitenwand

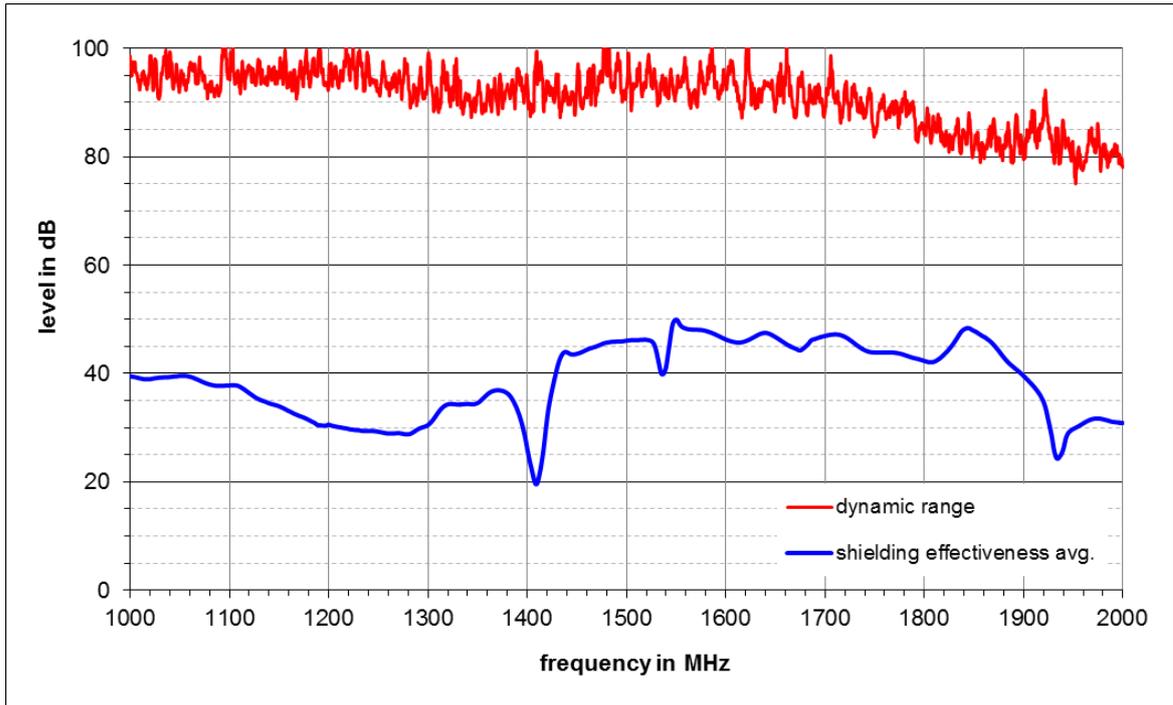


Abbildung 13: Mittelwert der Schirmdämpfungen von G1, G2, G3 bei direkter Einstrahlung auf die obere Seitenwand

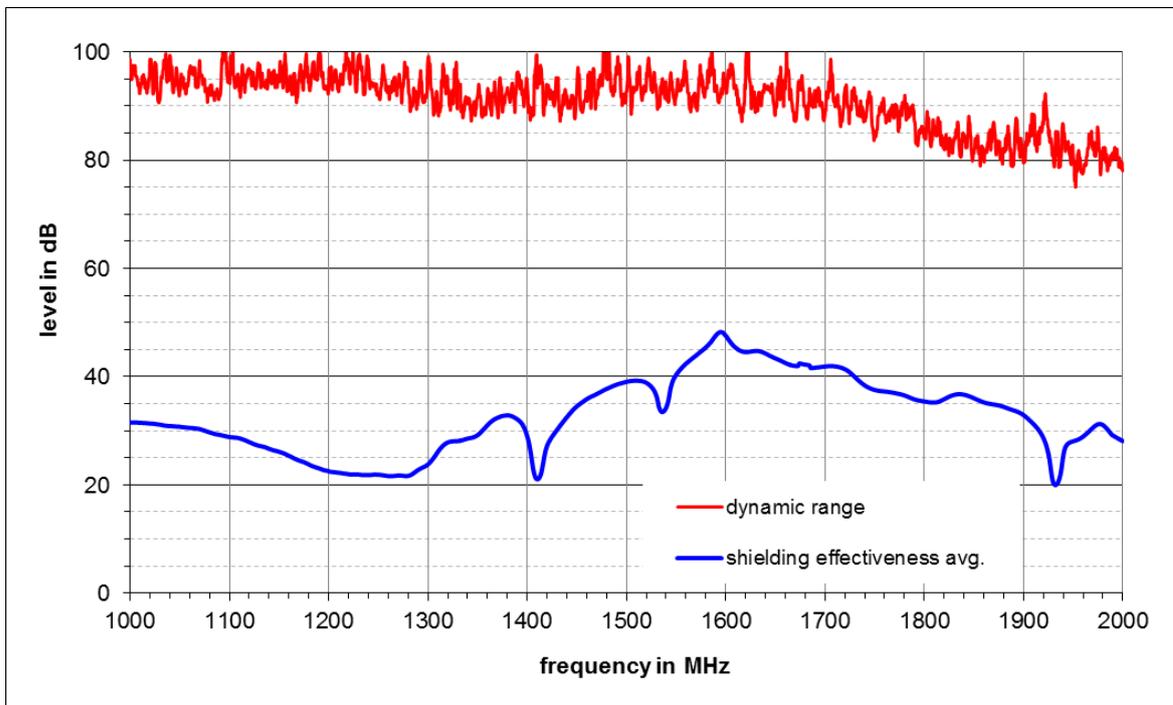


Abbildung 14: Mittelwert der Schirmdämpfungen von G1, G2, G3 bei direkter Einstrahlung auf die untere Seitenwand

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

Zusätzlich zu den auf die bestrahlten Prüflingsseiten bezogenen Messungen, wurde eine Worst-Case-Abschätzung für jedes der Gehäuse (G1, G2, G3) und den Mittelwert berechnet. Dazu wurden jeweils die minimalen Dämpfungswerte aus allen 4 bestrahlten Seiten pro Gehäuse verwendet.

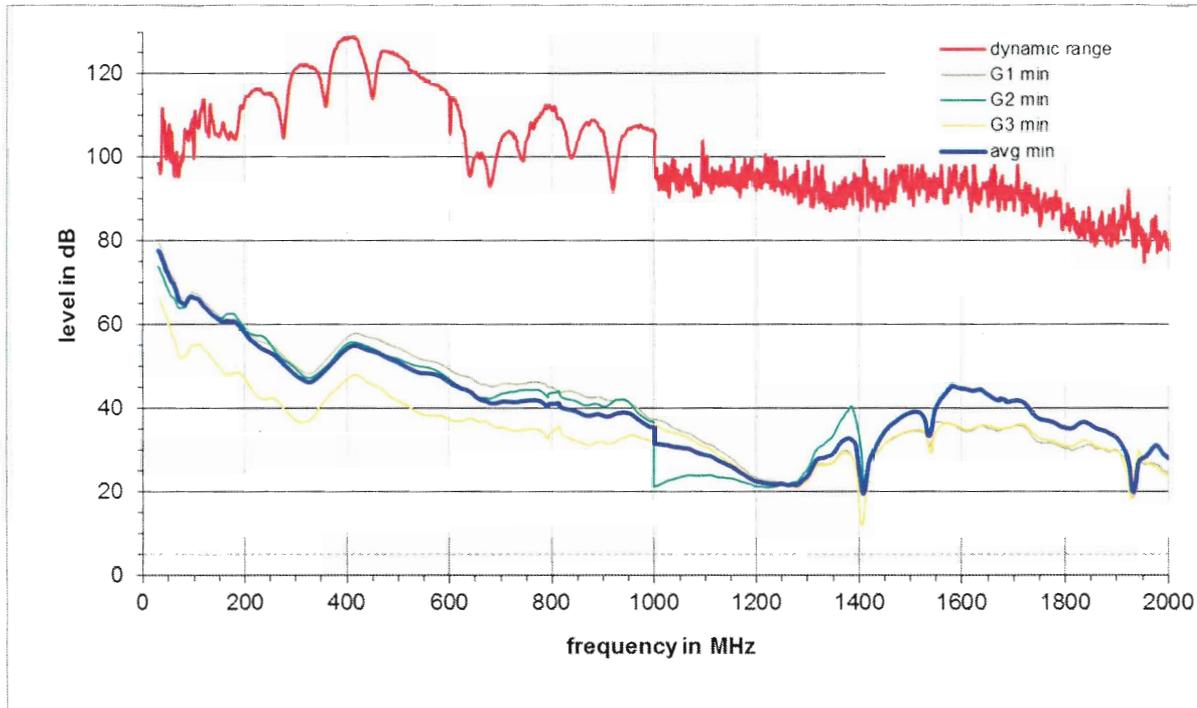


Abbildung 15: Typische Schirmdämpfung und Worst-Case-Abschätzung für Gehäuse 1, 2, 3 und den Mittelwert

## 5 Zusammenfassung

Gegenstand der Untersuchung zur Bestimmung der Schirmdämpfung im Frequenzbereich 30 MHz bis 2 GHz waren 3 Gehäuse vom Typ InterscaleM 44H 310B 221T 4tlg, Art.-Nr.: 14825-175 der Firma Pentair Technical Solutions GmbH. Die Ergebnisse dieser Messungen sind als Mittelwertkurven in Abbildung 7 bis Abbildung 14 dargestellt. Die zusätzlich berechnete Worst-Case-Abschätzung für jedes der Gehäuse sowie die Mittelwerte sind in Abbildung 15 abgebildet.

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

Karlsruhe, 26.04.2016

Martin Zimmerlin M.Sc.

Max Görtz M.Sc.

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