



**Institut für Elektronnergiesysteme 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. 2016-37

Schirmdämpfungsmessungen am Gehäuse InterscaleC 94H 184B 189T Art.-Nr.: 14830-005 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 9 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 einem Gehäuse des Typs InterscaleC 94H 184B 189T Art.-Nr.: 14830-005 der Firma Pentair Technical Solutions GmbH gemessen.

2 Allgemeines

Prüfobjekte:	1 Gehäuse des Typs InterscaleC 94H 184B 189T Art.-Nr.: 14830-005 mit eingebauter I/O-Blende, bei der die Steckerausbrüche abgeklebt waren		
Anlieferung der Prüfobjekte:	08.03.2016		
Ort der Prüfung:	EMV-Labor und Absorberhalle Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH) KIT – Campus Süd Engesserstraße 11 76131 Karlsruhe		
Prüfungsdatum:	10.03.2016		
Klimatische Bedingungen:	Temperatur:	20	°C
	rel. Luftfeuchtigkeit:	23	%
	Luftdruck:	1003	hPa
Vertreter des Auftraggebers:	Herr Benko, Herr Curatolo		
Prüfer:	D. Geißler / C. Freitag / M. Zimmerlin / M. Görtz		
Prüfungen:	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 Sendeantenne	1,8 m	1,16 m
Polarisation Sendenantenne	Vertikal	Vertikal
Bestrahlte Seiten	links, vorne, hinten	links, vorne, hinten

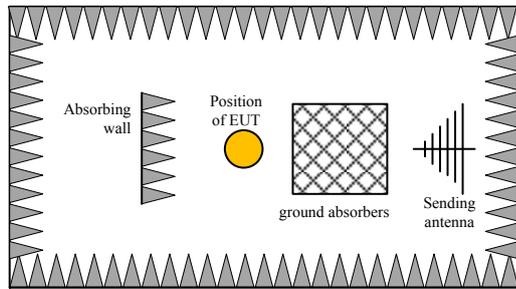


Abbildung 1: Aufbau 30 MHz – 1 GHz

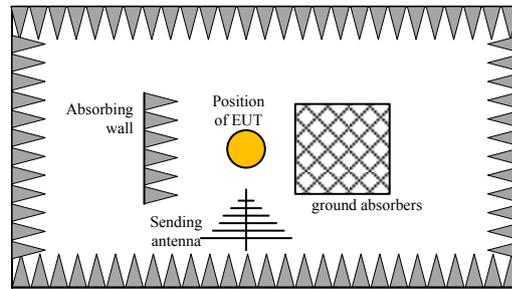


Abbildung 2: Aufbau 1 GHz – 2 GHz

3.3 Prüflinge

Es wurde ein neues Gehäuse des Typs InterscaleC 94H 184B 189T Art.-Nr.: 14830-005 mit eingebauter I/O-Blende, bei der die Steckerausbrüche abgeklebt waren, vermessen. Der Prüfling ist mit der Bezeichnung G6 eindeutig identifiziert. Dabei wurden ausschließlich die als kritisch einzustufenden Seiten links, oben und unten vermessen.

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 Sende- und Empfangsantenne, sowie die Sendeleistung wurden während den Messungen konstant gehalten.

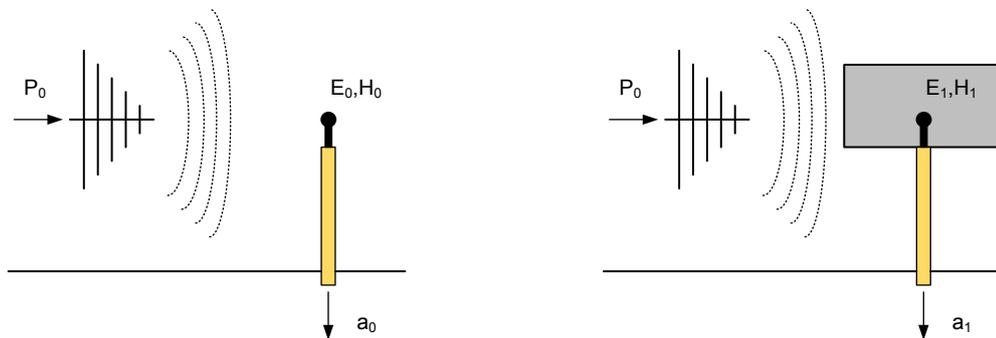


Abbildung 3: Messverfahren zur Bestimmung der Schirmdämpfung

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:

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

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.

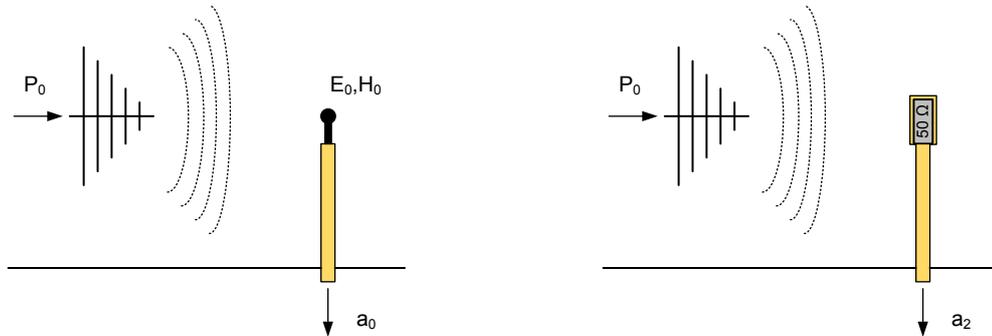


Abbildung 4: Messverfahren zur Bestimmung der Messdynamik

3.6 Bilder vom Prüfling am Messplatz

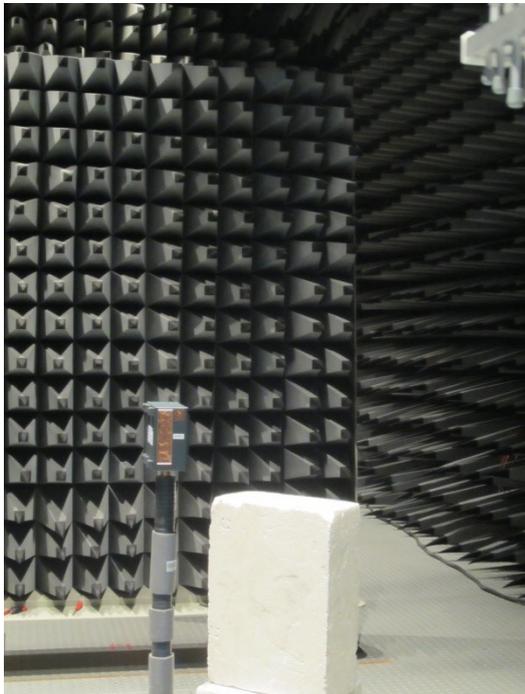


Abbildung 5: Aufbau im Frequenzbereich 30 MHz - 1 GHz



Abbildung 6: Aufbau im Frequenzbereich 1 - 2 GHz

4 Ergebnisse

4.1 Schirmdämpfungsmessungen 30 MHz – 1 GHz

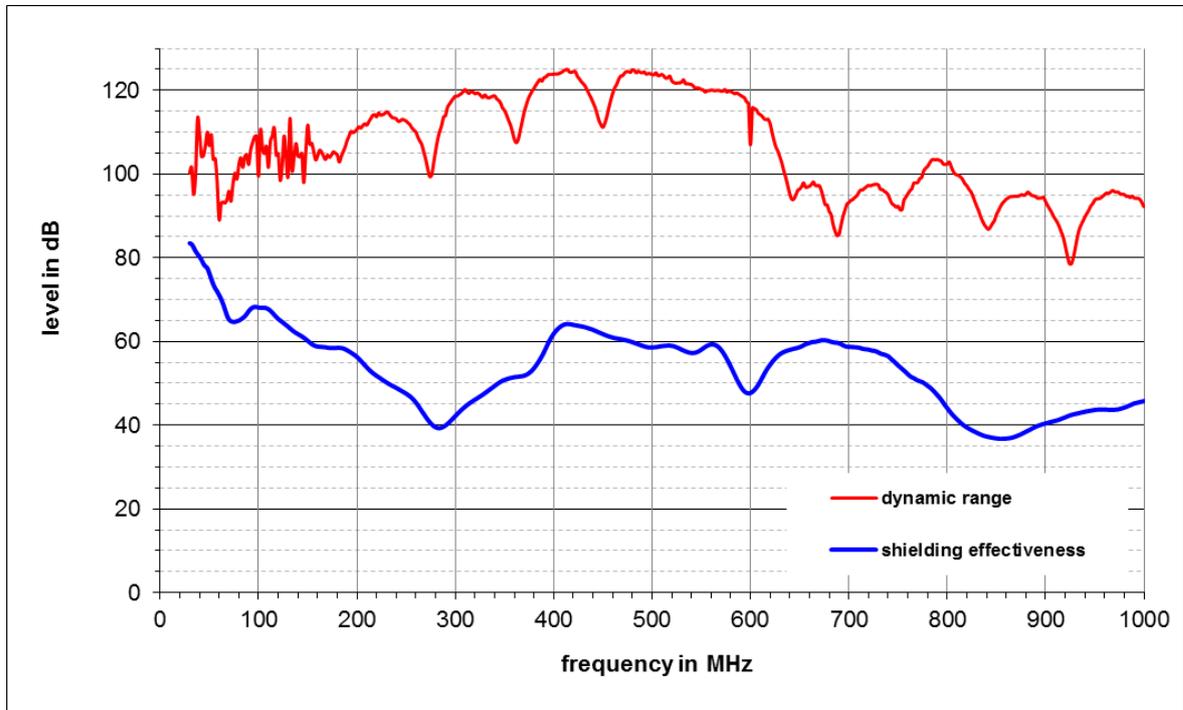


Abbildung 7: Schirmdämpfungen des Prüflings bei direkter Einstrahlung auf die linke Seitenwand

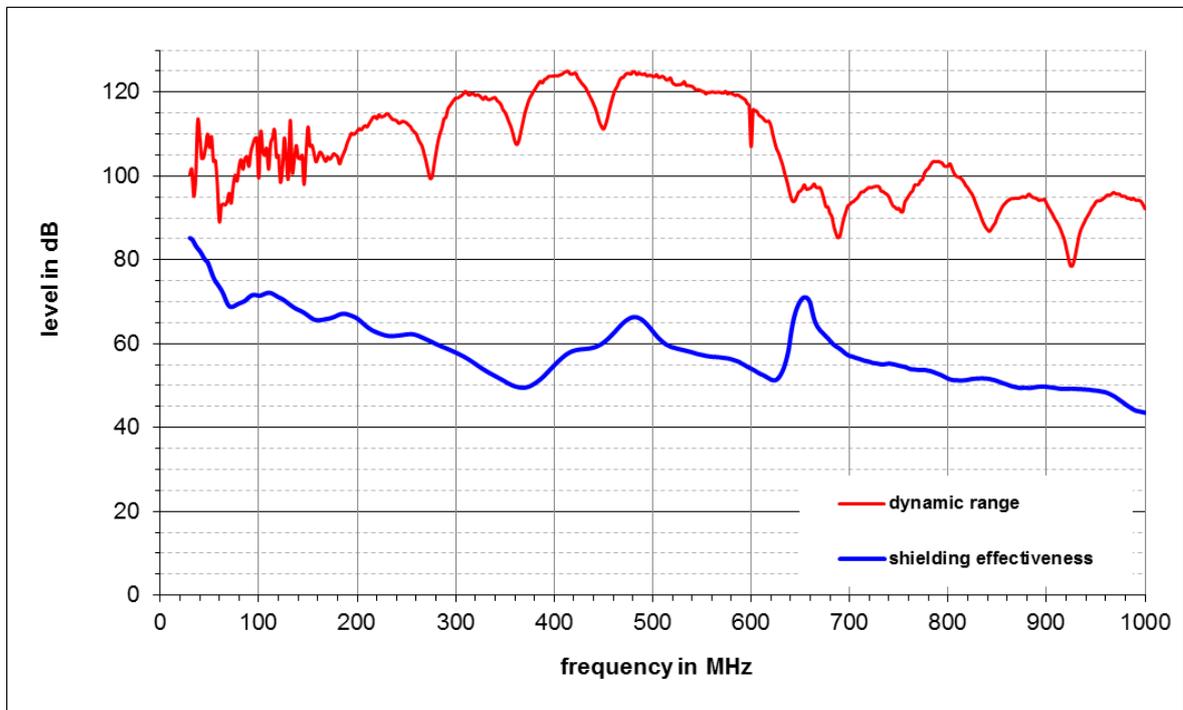


Abbildung 8: Schirmdämpfungen des Prüflings bei direkter Einstrahlung auf die obere Seitenwand

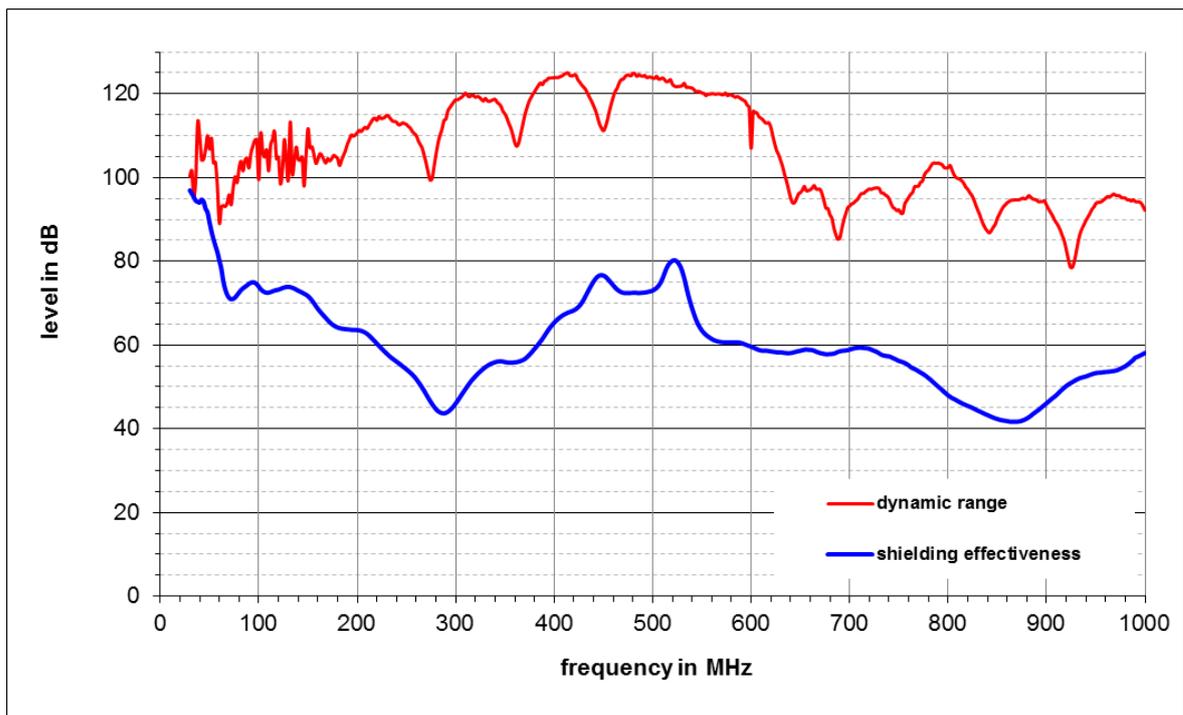


Abbildung 9: Schirmdämpfungen des Prüflings bei direkter Einstrahlung auf die untere Seitenwand

4.2 Schirmdämpfungenmessungen 1 - 2 GHz

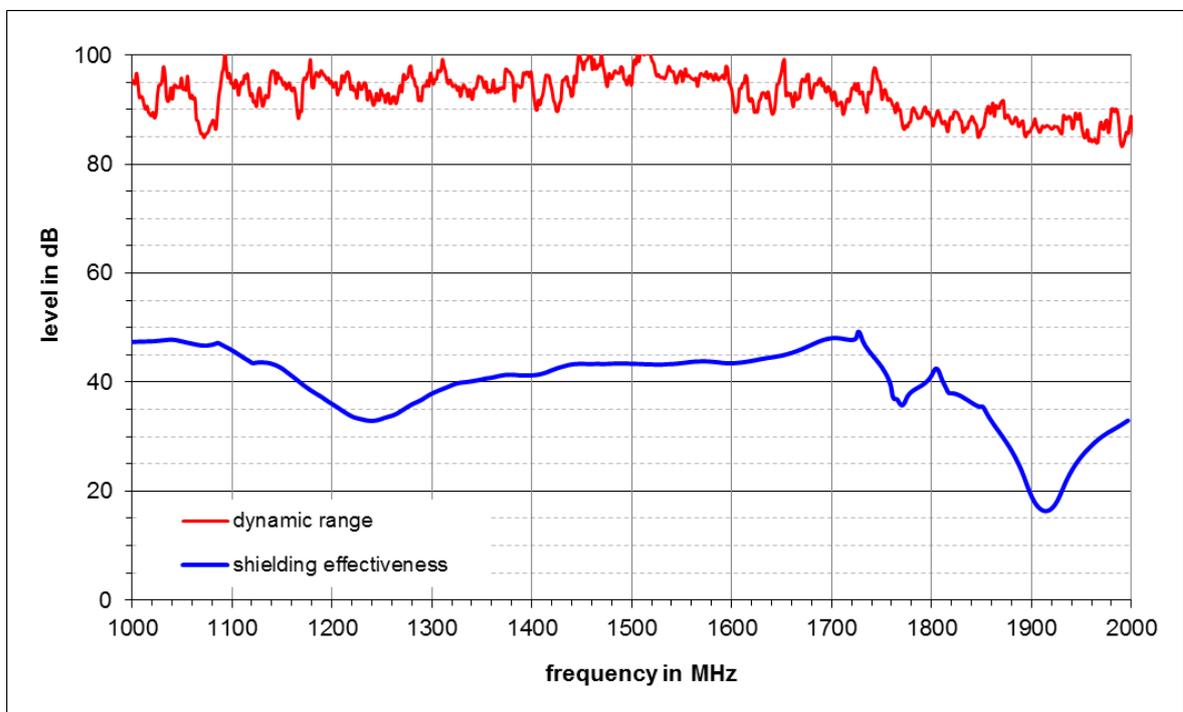


Abbildung 10: Schirmdämpfungen des Prüflings bei direkter Einstrahlung auf die linke Seitenwand

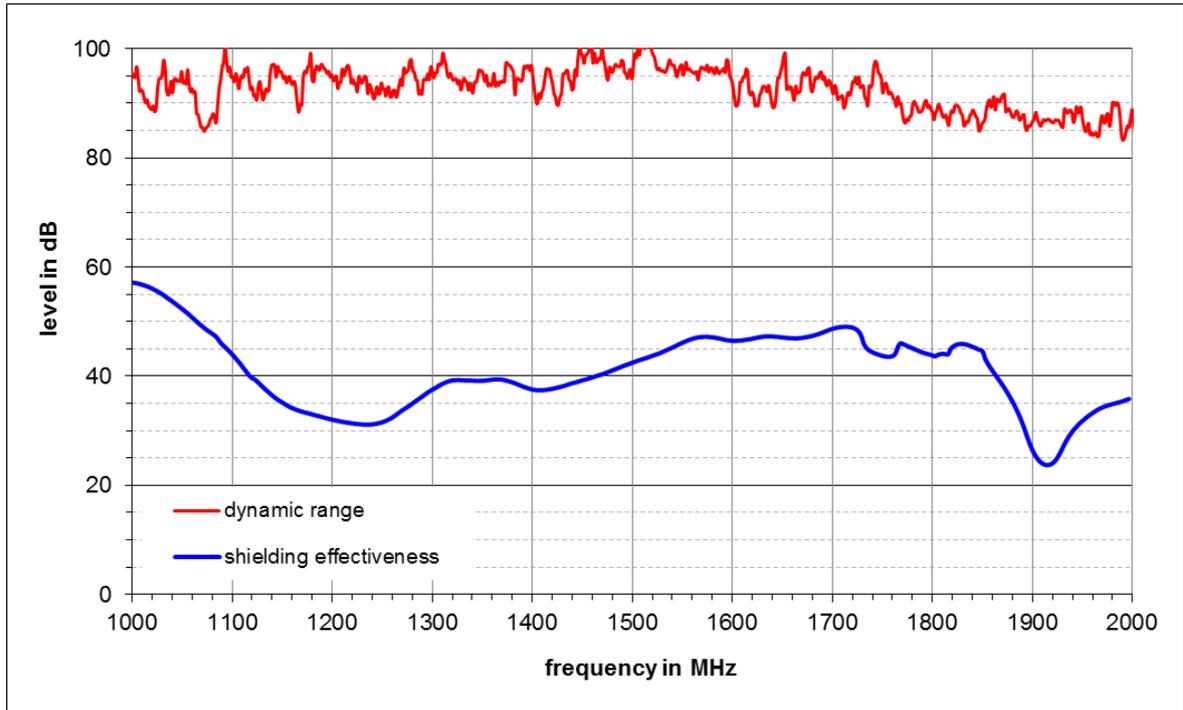


Abbildung 11: Schirmdämpfungen des Prüflings bei direkter Einstrahlung auf die obere Seitenwand

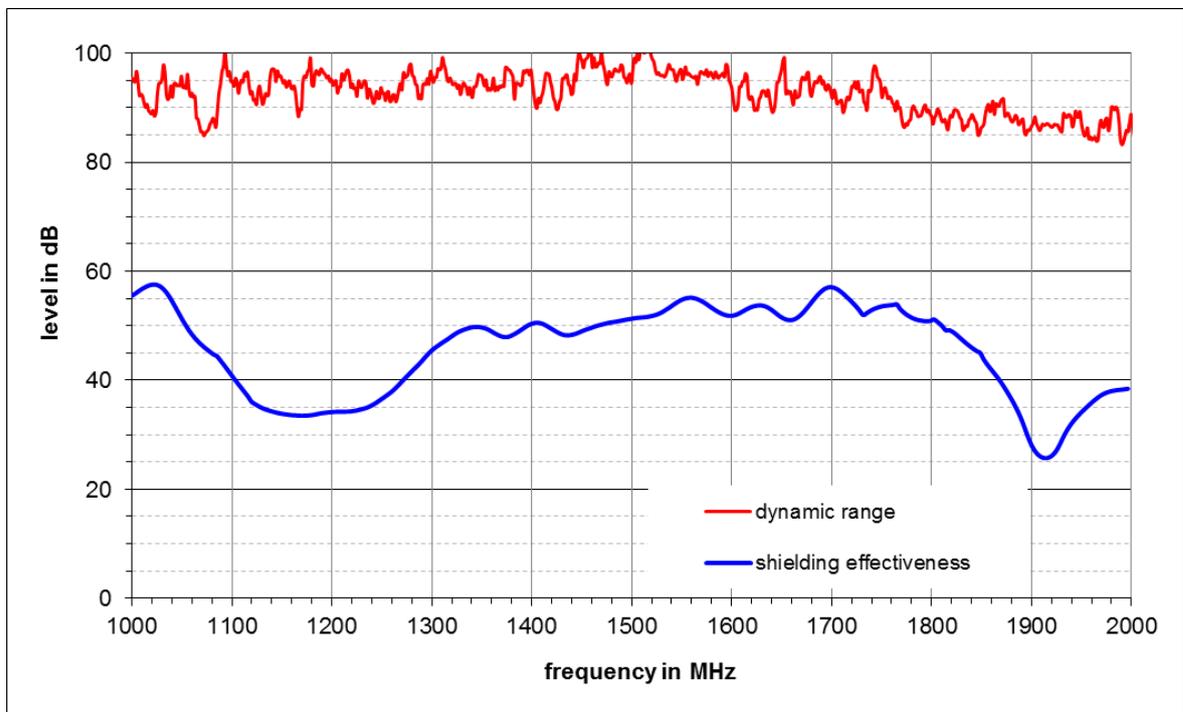


Abbildung 12: Schirmdämpfungen des Prüflings bei direkter Einstrahlung auf die untere Seitenwand

4.3 Typische Schirmdämpfung und Worst-Case-Abschätzung

Zusätzlich zu den auf die bestrahlten Prüflingsseiten bezogenen Messungen, wurde eine Worst-Case-Abschätzung für das untersuchte Gehäuse berechnet. Dazu wurden jeweils die minimalen Dämpfungswerte aus allen 3 bestrahlten Seiten verwendet.

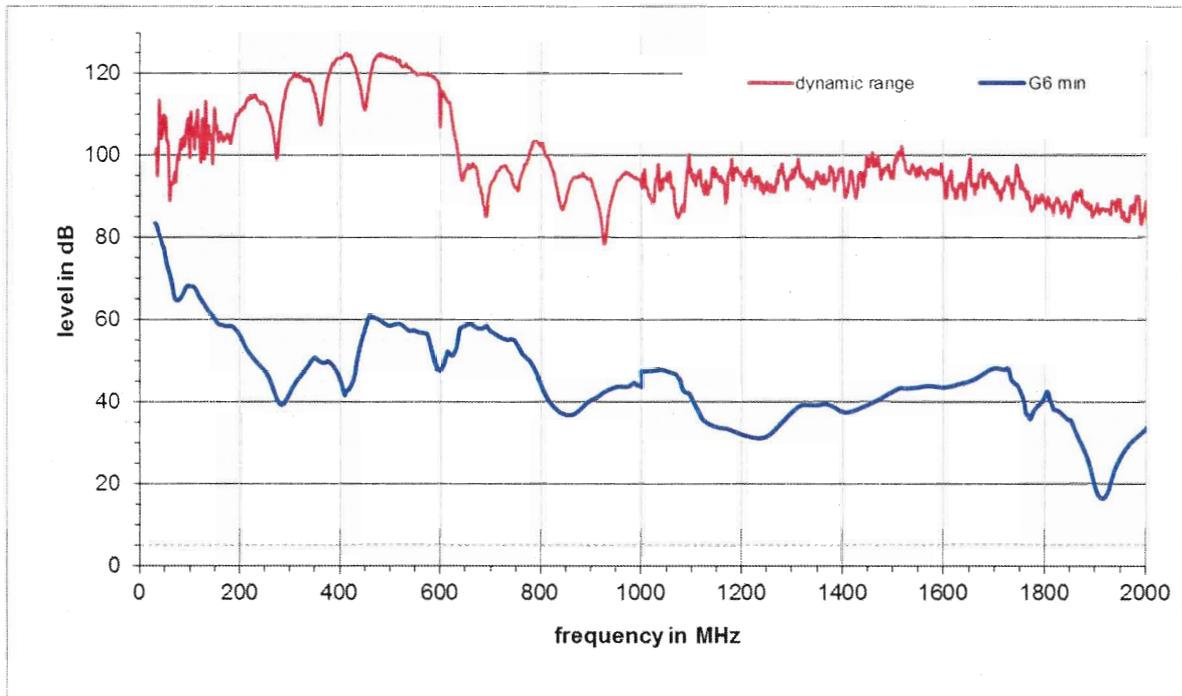


Abbildung 13: Typische Schirmdämpfung und Worst-Case-Abschätzung

5 Zusammenfassung

Gegenstand der Untersuchung zur Bestimmung der Schirmdämpfung im Frequenzbereich 30 MHz bis 2 GHz war ein Gehäuse des Typs InterscaleC 94H 184B 189T Art.-Nr.: 14830-005 der Firma Pentair Technical Solutions GmbH.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Abbildung 7 bis Abbildung 12 dargestellt. Die zusätzlich berechnete Worst-Case-Abschätzung für das Gehäuse ist in Abbildung 13 ersichtlich.

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)