

Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
Helmut-A.-Müller Straße 1 - 5  
82152 Planegg

Telefon +49(89)85602 0  
Telefax +49(89)85602 111

www.mbbm-ind.com

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Haager  
Telefon +49(89)85602 3019  
andreas.haager@mbbm-ind.com

13. März 2024  
M145014/15 Version 3 HAAG/SCHJ

## **Messung der Schnellepegeldifferenz entsprechend der Tonpilzmethode und DIN EN ISO 10846-4**

**MRP-C**

**Bericht Nr. M145014/15**

**Auftraggeber:**

Hilti Corporation  
Feldkircherstrasse 100  
P.O. Box 333  
9494 Schaan  
Liechtenstein

**Bearbeitet von:**

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Haager

**Berichtsumfang:**

Insgesamt 19 Seiten, davon  
7 Seiten Textteil,  
3 Seiten Anhang A und  
9 Seiten Anhang B

Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner, Walter Grotz,  
Dr. Carl-Christian Hantschk,  
Dr. Alexander Ropertz

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Testverfahren</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Testdurchführung</b>	<b>4</b>
4.1	Zeit, Ort und Testpersonal	4
4.2	Umgebungsbedingungen	4
4.3	Testobjekte	5
4.4	Messequipment	6
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>7</b>

Anhang A: Fotodokumentation

Anhang B: Ergebnisgrafik

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Zur Ermittlung der Schnellepegeldifferenz als Maß für die Körperschallminderung von Rohrschellen mit Isolierungen wurden Messungen nach dem Tonpilzverfahren und der Norm DIN EN ISO 10846-4 [1] durchgeführt. Die Schwingungsübertragung in Form der Schnellepegeldifferenz kann als Produktinformation für Hersteller, Lieferanten oder Anwender verwendet werden.

## 2 Grundlagen

- [1] DIN EN ISO 10846-4: Acoustics and vibration – Laboratory measurement of the vibro-acoustic transfer properties of resilient elements – Part 4: Dynamic stiffness of elements other than elastic supports for translatory motion; 2004-02
- [2] DIN ISO 5348: Mechanical vibration and shock – Mechanical mounting of accelerometers; 1999-07

## 3 Testverfahren

Die Messungen wurden nach der Tonpilzmethode in Kombination mit der „Indirekten Methode“ DIN EN ISO 10846-4 [1] durchgeführt.

Diese Messung hat zum Ziel, die relativen Schwingungsisolationseigenschaften der Rohrschelle unter den gegebenen Randbedingungen und für die gewählte Prüfsituation zu ermitteln. Sie kann daher nur zu Vergleichszwecken herangezogen werden, die unter den gleichen systemischen Bedingungen wie unten beschrieben geprüft werden.

Die zu prüfenden Bauteile werden zwischen zwei Massen von je 30 kg montiert. Ein Adapter dient zur Fixierung des Prüflings zwischen den beiden Massen. Ein elektrodynamischer Shaker wird auf der Seite der Erregermasse montiert. Diese Masse wird in Längsrichtung mit einem diskret in der Frequenz ansteigenden Sinussignal mit konstanter Geschwindigkeitsamplitude angeregt. Die Schwingungen werden durch das Prüfobjekt auf die gegenüberliegende Masse (Empfängerseite) übertragen. Die Beschleunigungswerte werden in axialer Richtung (Anregungsrichtung) an beiden Massen gemessen. Die gemessenen Beschleunigungen werden zu Geschwindigkeiten integriert und die Differenz zwischen Erregerseite und Empfängerseite berechnet.

Um eine relative Bewertung der Wirksamkeit von Rohrschellen zu erhalten, wurde ein Test mit montierter Isolierung im Außenring durchgeführt und ein Test, bei dem nur der Außenring montiert war (ein größerer Rohrdummy-Durchmesser wird in diesem Fall benötigt). Im Anschluss können die beiden Übertragungskurven verglichen und die relative Dämmfähigkeit berechnet werden.

Um Störungen während der Messungen zu vermeiden, wurde das Vibrationssystem an Seilen aufgehängt, wie in Abbildung 1 dargestellt.

Das Messverfahren ist auf den Messbereich von 20 Hz bis 1600 Hz beschränkt. Oberhalb dieser Grenze ist der Unterschied zwischen Nutz- und Störsignal auf der Empfangsseite so gering, dass eine eindeutige Auswertung des Nutzsignals nicht mehr gegeben ist.

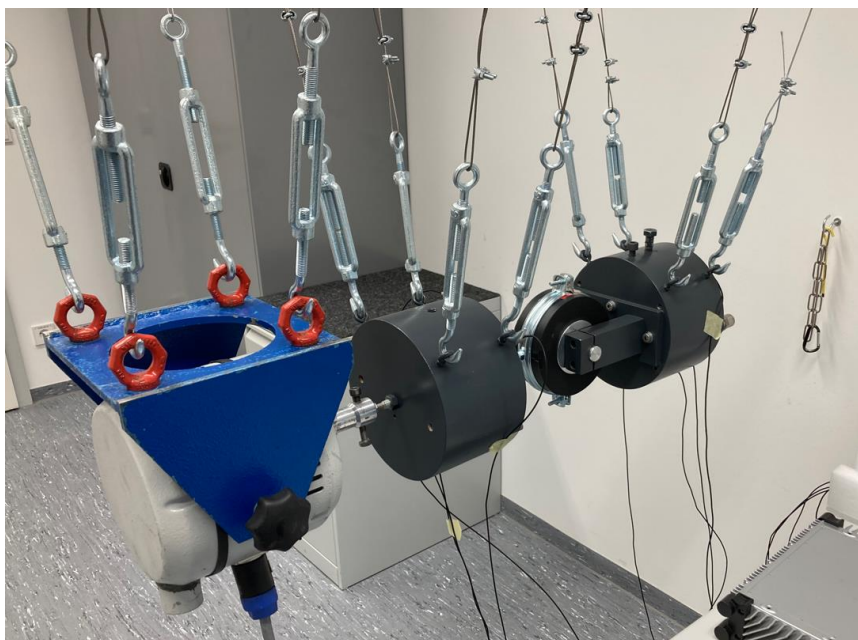


Abbildung 1. Testaufbau.

## 4 Testdurchführung

### 4.1 Zeit, Ort und Testpersonal

Die Vibrationsmessungen wurden zwischen Dezember 2023 und März 2024 von Andreas Haager von Müller-BBM Industry Solutions GmbH im Prüfstand der Müller-BBM Industry Solutions GmbH in Planegg durchgeführt.

### 4.2 Umgebungsbedingungen

Temperatur:	ca. 22 °C
Relative Feuchtigkeit:	ca. 55 %

### 4.3 Testobjekte

Tabelle 1. Liste der zu messenden Rohrschellen.

Nr.	Rohrschelle	Dummy Größe [mm]	Drehmoment [Nm]
1	MRP-C 13/12	12	1
2	MRP-C 19/12	12	1
3	MRP-C 25/12	12	1
4	MRP-C 32/12	12	2
5	MRP-C 13/35	35	1
6	MRP-C 19/35	35	2
7	MRP-C 25/35	35	2
8	MRP-C 32/35	35	2
9	MP-H 38-45 M8/M10	42	1
10	MP-H 45-52 M8/M10	49	1
11	MP-H 59-66 M8/M10	63	1
12	MP-H 74-83 M8/M10	77	2
13	MP-H 83-92 M8/M10	92	2
14	MP-H 92-101 M8/M10	98	2

Bei den Versuchsobjekten handelt es sich um Rohrschellen, welche am Außenring aus zwei Stahlbügel bestehen. Durch zwei Feststellschrauben sind diese miteinander verbunden. Die Rohrschelle wird als Referenzmessung ohne Isolierung (MP-H) und mit Isolierung (MRP-C) geprüft. Außerdem ist ein Bügel mit einem M10-Innengewinde für Anschlusszwecke ausgestattet (Fotos der Varianten sind im Anhang abgebildet).

#### 4.4 Messequipment

Die Kalibrierung der verwendeten und unten aufgeführten Messmittel wurde überprüft. Im Rahmen des Qualitätsmanagementsystems werden die Messmittel in regelmäßigen Abständen überprüft und nach nationalen Normalen (DAkkS-Kalibrierlabor) kalibriert. Die Beschleunigungsaufnehmer auf der Anregungs- und Reaktionsseite wurden gemäß DIN ISO 5348 „Mechanische Schwingungen und Stöße – Mechanische Ankopplung von Beschleunigungsaufnehmern“ [2] an den beiden Massen angebracht.

Tabelle 2. Zusammensetzung der verwendeten Messausrüstung.

Messgerät	Typ	Seriennummer	Hersteller	Datum der Kalibrierung
MK2-Messsystem				
Controller	PQ20 G2	1118M3033	Mecal	-
Inputkarte	SC42 G2	1020M6102	Mecal	20.07.2023
Inputmodul 1-4	ICP4211 G2	0521M0274	Mecal	20.07.2023
Inputmodul 5-8	ICP4211 G2	0521M0283	Mecal	20.07.2023
Elektrodynamischer Shaker	54216/LS-130	043/04	Tira	-
Vorverstärker	BAA 1000	B1000E01A03K0050	Tira	-
Ladungsverstärker Anregungsseite	2647A	2708969	Brüel & Kjaer	08.09.2023
Ladungsverstärker Empfängerseite	2635	1325795	Brüel & Kjaer	30.11.2023
Beschleunigungsaufnehmer Anregungsseite	4371	0976150	Brüel & Kjaer	20.05.2022
	4371	976137	Brüel & Kjaer	20.05.2022
	4371	31453	Brüel & Kjaer	27.07.2023
	4371	31452	Brüel & Kjaer	27.07.2023
	4381	984902	Brüel & Kjaer	20.05.2022
Beschleunigungsaufnehmer Empfängerseite	4381	985057	Brüel & Kjaer	20.05.2022
	4381	1354558	Brüel & Kjaer	20.05.2022
	4381	1354552	Brüel & Kjaer	20.05.2022


\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\145\M145014\M145014\_15\_Ber\_3D.DOCX:13. 03. 2024

## 5 Ergebnisse

Die Ergebnisse jeder Rohrschelle mit und ohne Isolierung wurden aus drei Einzelmessungen arithmetisch gemittelt. Die Schallreduzierung des Körperschalls bei 500 Hz der Rohrschelle lässt sich aus der Differenz der beiden Übertragungsfunktionen der Referenzmessung ohne Isolierung (MP-H) und der Messung mit Isolierung (MRP-C) in der rechten Spalte ablesen (auf ganze dB gerundet). Eine graphische Darstellung der berechneten Schnellepegeldifferenz im Terzband ist im Anhang zusätzlich abgebildet.

Tabelle 3. Ergebnisdarstellung.

Produktname	Dummy Größe	Drehmoment	Ergebnis bei 500 Hz	Arithmetischer Mittelwert	Schallreduzierung
	[mm]	[Nm]	[dB]	[dB]	[dB]
MRP-C 13/12	12	1	46,6 47 46,5	46,7	31
MP-H 38-45 M8/M10	42	1	16,2 15,9 16,4		
MRP-C 19/12	12	1	47,4 50 50,1		
MP-H 45-52 M8/M10	49	1	20 19,5 19,6		
MRP-C 25/12	12	1	47,9 49,2 46,8	48,0	29
MP-H 59-66 M8/M10	63	1	18,8 18,6 19,5		
MRP-C 32/12	12	2	46,5 46,2 46,2		
MP-H 74-83 M8/M10	77	2	18,6 18 19,4		
MRP-C 13/35	35	1	40 41,8 43,3	41,7	23
MP-H 59-66 M8/M10	63	1	18,8 18,6 19,5		
MRP-C 19/35	35	2	41,2 40,7 42,4		
MP-H 74-83 M8/M10	77	2	18,6 18 19,4		
MRP-C 25/35	35	2	41,2 41,6 41,6	41,5	24
MP-H 83-92 M8/M10	92	2	17,5 18,1 17,9		
MRP-C 32/35	35	2	40,8 41,3 42,2		
MP-H 92-101 M8/M10	98	2	18,1 18 18,7		

  
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Haager

## Anhang A

### Fotodokumentation

\\S-muc-fs01\allefirmen\W\Proj\145\M145014\M145014\_15\_Ber\_3D.DOCX:13. 03. 2024



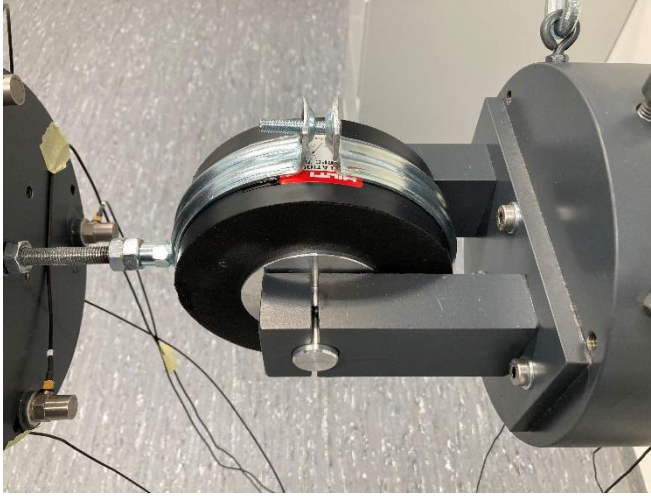


Abbildung 1. Messung mit Rohrschelle MRP-C.

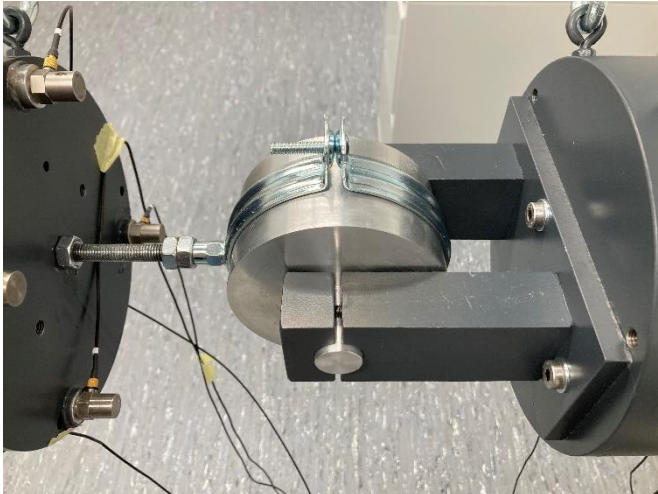


Abbildung 2. Referenzmessung mit Rohrschelle MP-H.



Abbildung 3. Innenansicht der Isolierung der Rohrschelle.

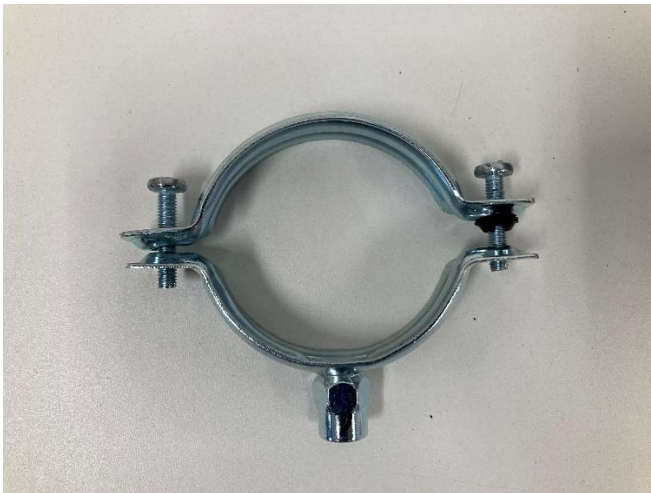
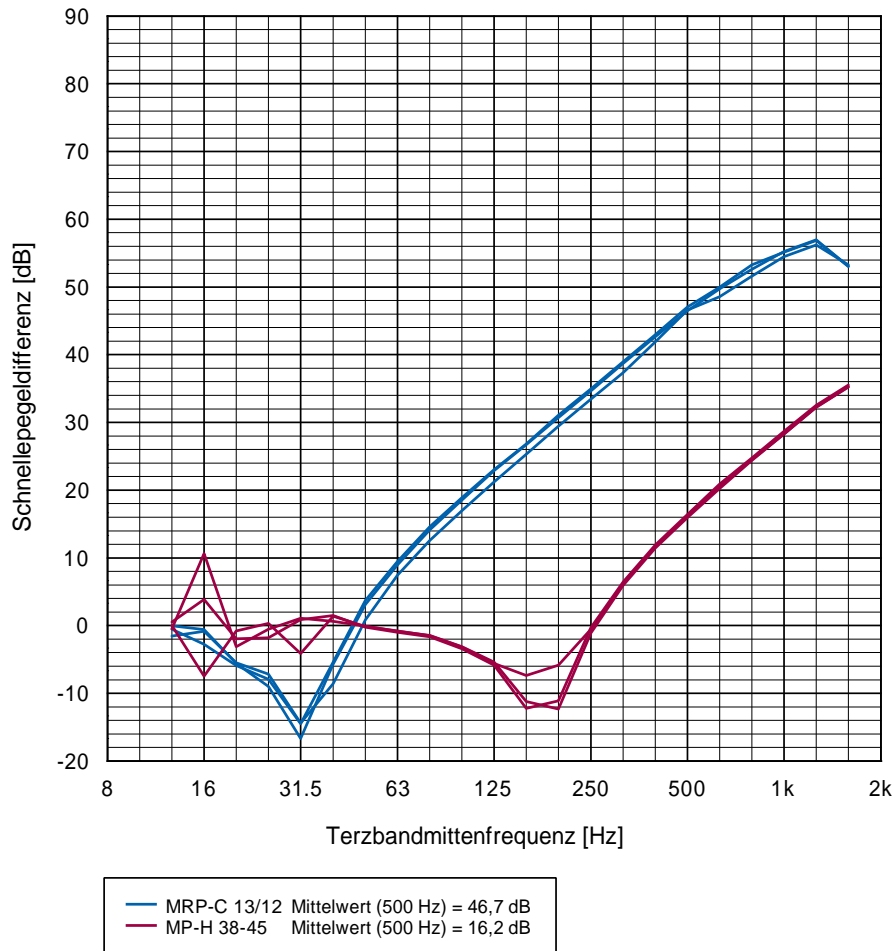


Abbildung 4. Außenring mit den verschraubten Stahlbügeln.

**Anhang B**  
**Ergebnisgrafik**

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\145\M145014\M145014\_15\_Ber\_3D.DOCX:13. 03. 2024

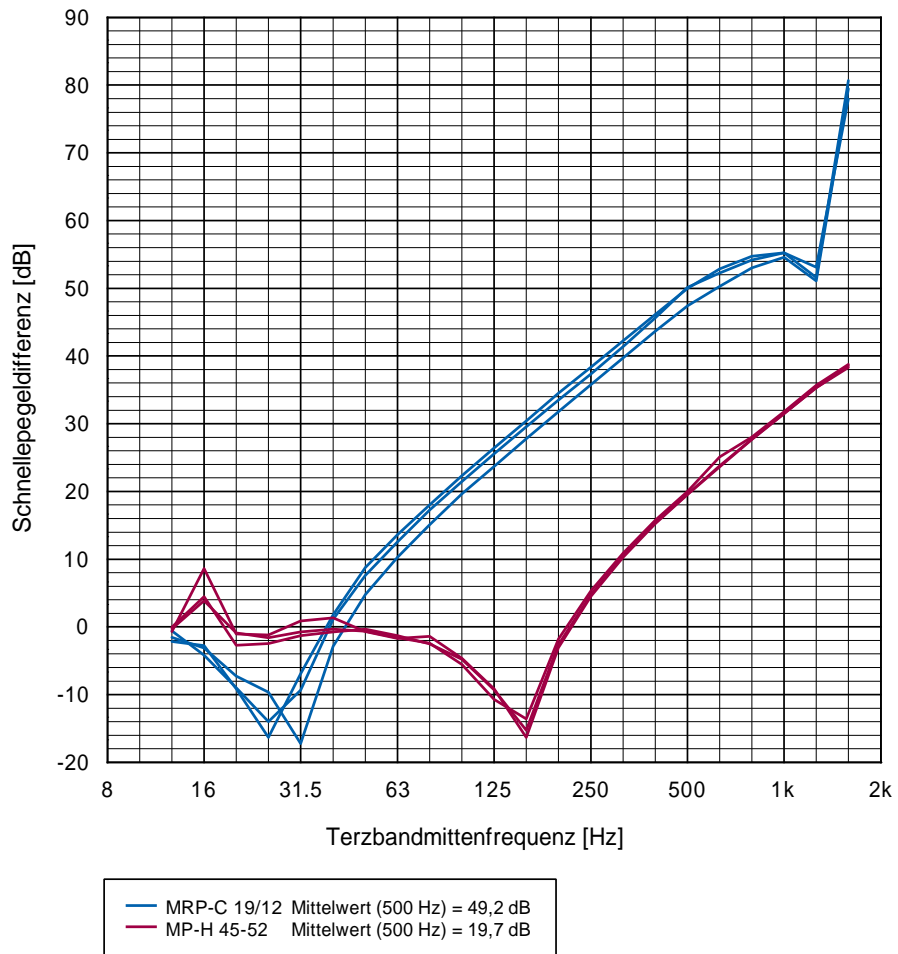
Körperschallisolationseigenschaft  
Tonpilzmethode und DIN EN ISO 10846



Grafik 1. Darstellung einer Körperschallmessung aus drei Einzelmessungen für eine Rohrschelle mit Isolierung (MRP-C) und ohne Isolierung (MP-H). Informationen zu Dummy-Größe und Anzugsdrehmoment sind in Kapitel 4.3 aufgelistet.

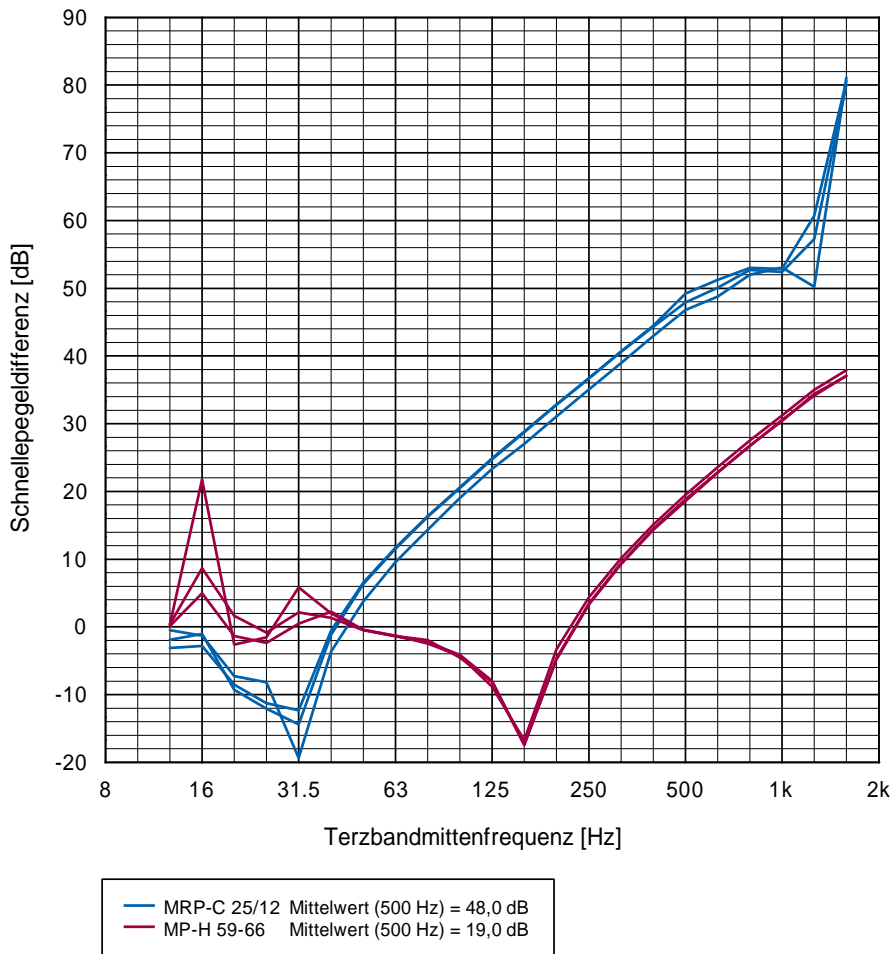
\\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\145\M145014\M145014\_15\_Ber\_3D.DOCX:13. 03. 2024

Körperschallisolationseigenschaft  
Tonpilzmethode und DIN EN ISO 10846



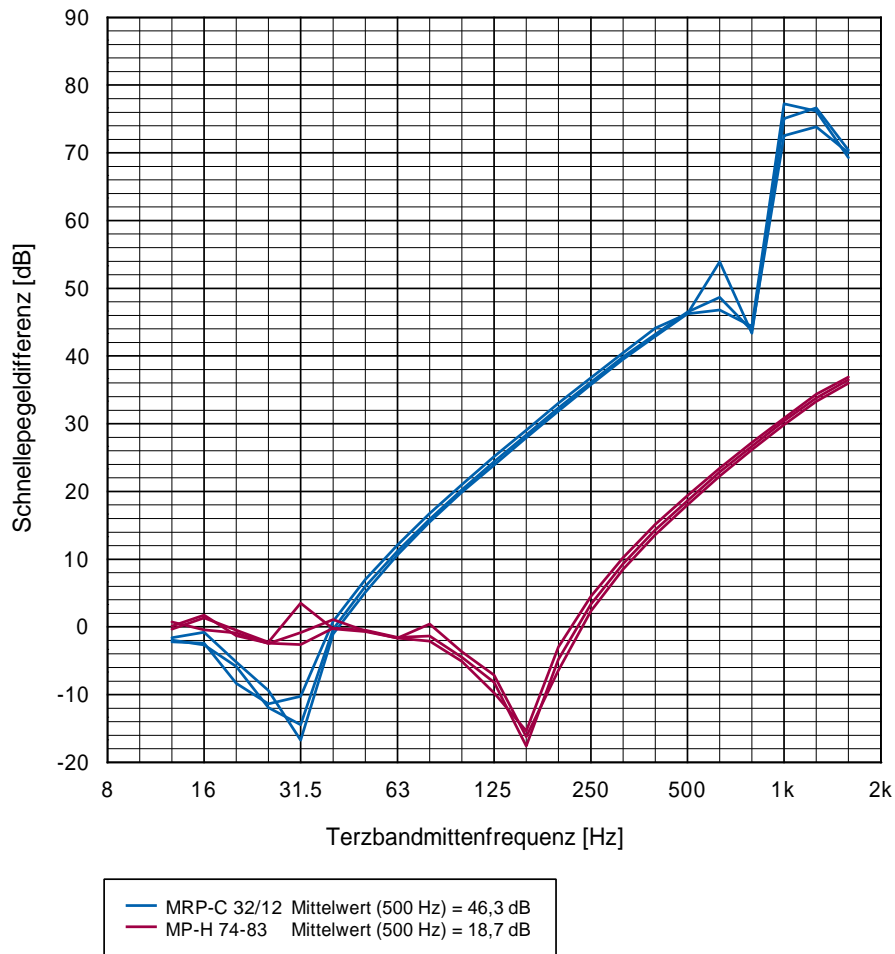
Grafik 2. Darstellung einer Körperschallmessung aus drei Einzelmessungen für eine Rohrschelle mit Isolierung (MRP-C) und ohne Isolierung (MP-H). Informationen zu Dummy-Größe und Anzugsdrehmoment sind in Kapitel 4.3 aufgelistet.

Körperschallisolationseigenschaft  
Tonpilzmethode und DIN EN ISO 10846



Grafik 3. Darstellung einer Körperschallmessung aus drei Einzelmessungen für eine Rohrschelle mit Isolierung (MRP-C) und ohne Isolierung (MP-H). Informationen zu Dummy-Größe und Anzugsdrehmoment sind in Kapitel 4.3 aufgelistet.

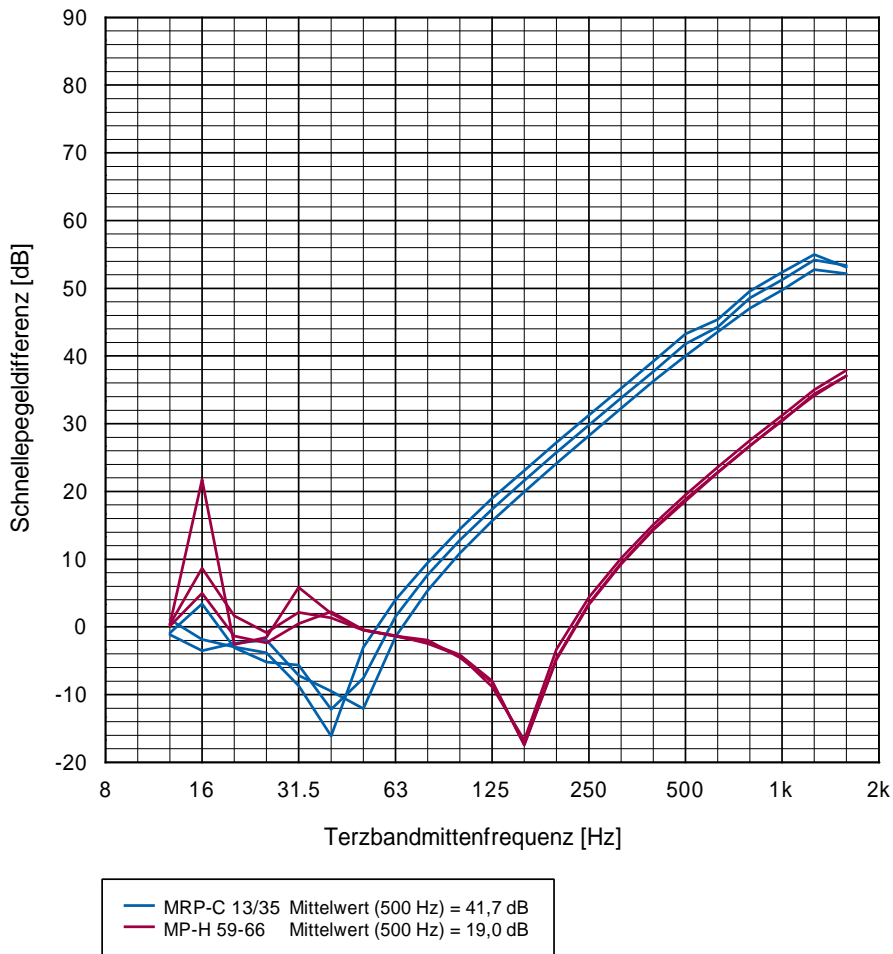
Körperschallisolationseigenschaft  
Tonpilzmethode und DIN EN ISO 10846



Grafik 4. Darstellung einer Körperschallmessung aus drei Einzelmessungen für eine Rohrschelle mit Isolierung (MRP-C) und ohne Isolierung (MP-H). Informationen zu Dummy-Größe und Anzugsdrehmoment sind in Kapitel 4.3 aufgelistet.

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\145\M145014\M145014\_15\_Ber\_3D.DOCX:13. 03. 2024

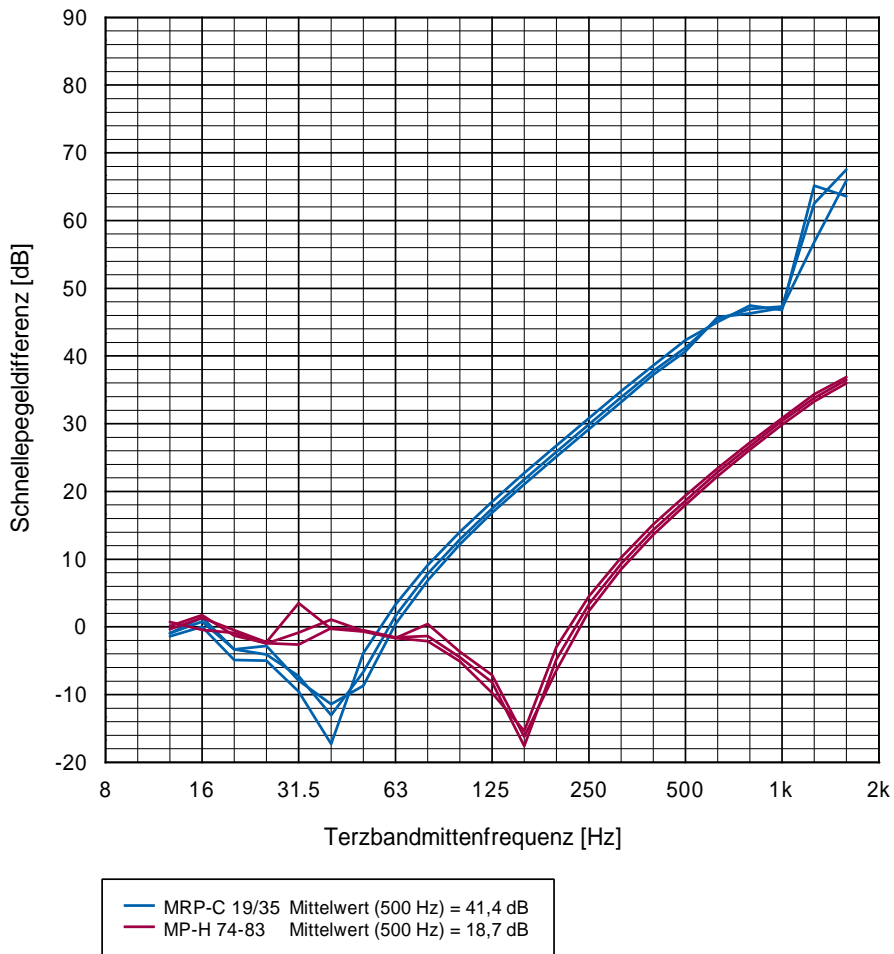
Körperschallisolationseigenschaft  
Tonpilzmethode und DIN EN ISO 10846



Grafik 5. Darstellung einer Körperschallmessung aus drei Einzelmessungen für eine Rohrschelle mit Isolierung (MRP-C) und ohne Isolierung (MP-H). Informationen zu Dummy-Größe und Anzugsdrehmoment sind in Kapitel 4.3 aufgelistet.



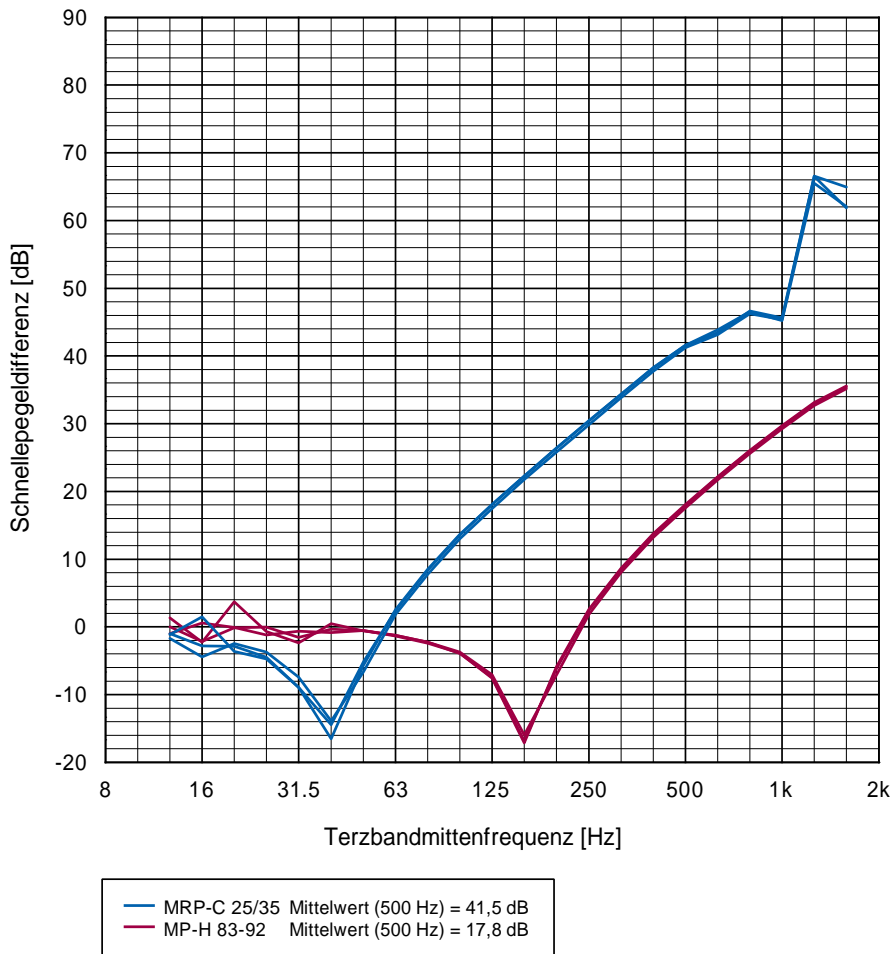
Körperschallisolationseigenschaft  
Tonpilzmethode und DIN EN ISO 10846



Grafik 6. Darstellung einer Körperschallmessung aus drei Einzelmessungen für eine Rohrschelle mit Isolierung (MRP-C) und ohne Isolierung (MP-H). Informationen zu Dummy-Größe und Anzugsdrehmoment sind in Kapitel 4.3 aufgelistet.

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\145\M145014\M145014\_15\_Ber\_3D.DOCX:13. 03. 2024

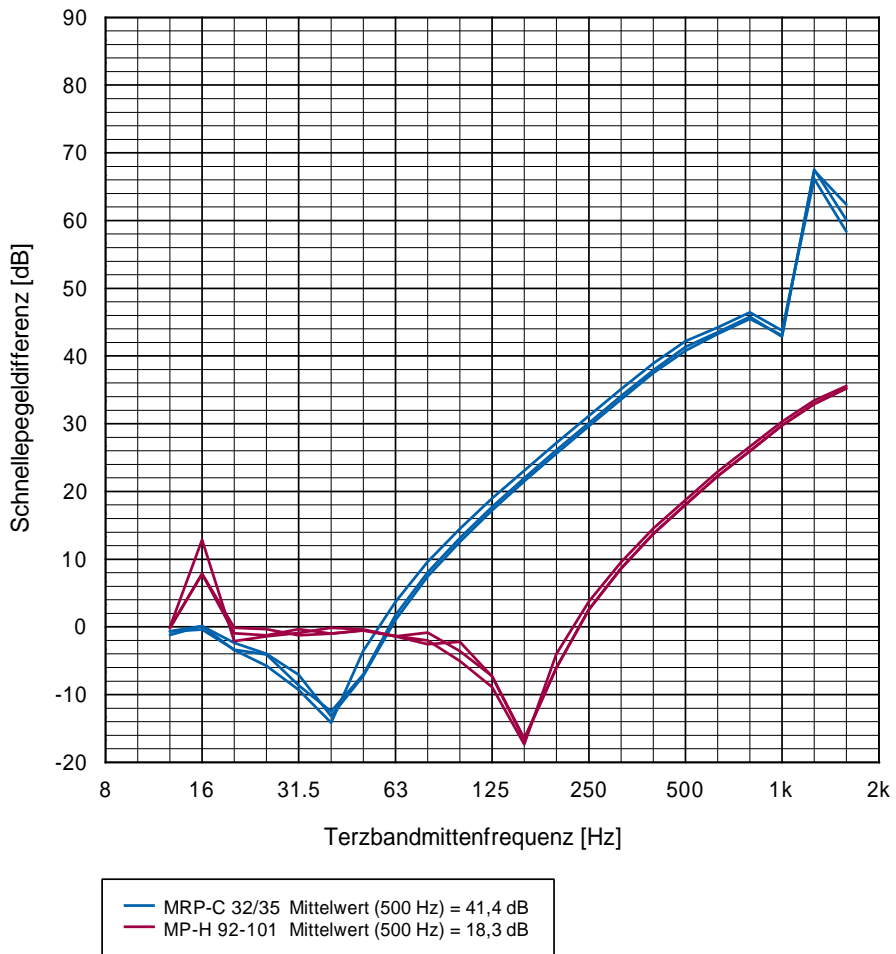
Körperschallisolationseigenschaft  
Tonpilzmethode und DIN EN ISO 10846



Grafik 7. Darstellung einer Körperschallmessung aus drei Einzelmessungen für eine Rohrschelle mit Isolierung (MRP-C) und ohne Isolierung (MP-H). Informationen zu Dummy-Größe und Anzugsdrehmoment sind in Kapitel 4.3 aufgelistet.

\\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\145\M145014\M145014\_15\_Ber\_3D.DOCX:13. 03. 2024

Körperschallisolationseigenschaft  
Tonpilzmethode und DIN EN ISO 10846



Grafik 8. Darstellung einer Körperschallmessung aus drei Einzelmessungen für eine Rohrschelle mit Isolierung (MRP-C) und ohne Isolierung (MP-H). Informationen zu Dummy-Größe und Anzugsdrehmoment sind in Kapitel 4.3 aufgelistet.

\\S-muc-fs01\allefirmen\WP\Proj\145\M145014\M145014\_15\_Ber\_3D.DOCX:13. 03. 2024