

Einfluss der Messanordnung auf Längsdämmungsmessungen in normalen Schalldämm-Prüfständen

T 3164

T 3164

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2008

ISBN 978-3-8167-7595-9

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin



Bericht
Report

M. Schmelzer, C. Bethke

**Einfluss der Messanordnung auf
Längsdämmungsmessungen in normalen
Schalldämm-Prüfständen**

Kurztitel:

Längsdämmungsmessung in normalen Schalldämm-Prüfständen

gefördert vom:

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)

Braunschweig, 2008-02-08

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Messaufbau	3
2.1	Skalierung	3
2.2	Materialien	3
2.3	Aufbau	4
2.4	Messtechnik	4
2.5	Messgrößen	5
3	Vormessungen	5
3.1	Vergleich mit dem Vorgängerprojekt	5
3.2	Maximaldämmung	5
4	Messungen	6
4.1	Übersicht über die Variationen	6
4.2	Das einschalige Prüfobjekt	7
4.2.1	Einfluss der Menge der Bedämpfung des Rückraums	7
4.2.2	Einfluss der Art der Bedämpfung des Rückraums	8
4.2.3	Einfluss der Rückraumtiefe	10
4.3	Das zweischalige Prüfobjekt ohne Kontakt	10
4.4	Das zweischalige Prüfobjekt mit Kontakt durch Ständer	10
4.5	Vergleich der Wandtypen	11
5	Schlussfolgerungen	11
6	Zusammenfassung	12
7	Tabellen und Bilder	15
	Literatur	54

1 Aufgabenstellung

Viele Prüfstellen verfügen nicht über die zur Messung der Längsdämmung erforderlichen Prüfstände und bauen die Prüfobjekte darum seitlich in normale Wandprüfstände ein. Diese Verfahrensweise, insbesondere der Einfluss des dabei entstehenden schmalen Luftvolumens war in einem vom DIBt finanzierten Projekt durch die PTB untersucht worden: [11]. Besonders bei dünnwandigen, leichten Prüfobjekten hatte sich ein deutlicher Einfluss des seitlichen Luftvolumens und dessen Bedämpfung gezeigt. Für diese Gruppe von Prüfobjekten waren weitere Messungen empfohlen worden und wurden in diesem Anschlussprojekt durchgeführt.

Es wurden bestimmte Einbauformen des Dämmmaterials an Decke, Boden und den Seiten des Luftvolumens und ein zweischaliges Bauteil auf das Auftreten oben genannter Effekte untersucht. Die Ergebnisse liefern Konsequenzen für Prüfstellen, z.B. in Form von Anwendungshinweisen und für Normungsvorhaben.

2 Messaufbau

2.1 Skalierung

Alle Messungen wurden an Modellprüfständen ausgeführt, weil bauliche Veränderungen daran einfacher und kostengünstiger als an realen Prüfständen vorgenommen werden können. Als geometrischer Maßstab wurde 1:10 gewählt. Bei nahezu unveränderten Materialeigenschaften ist eine Konsequenz (siehe [11]), dass die Frequenzen entsprechend nahezu umgekehrt zu den Wellenlängen skalieren, d.h. mit 10:1. **Sämtliche Frequenzangaben in diesem Bericht beziehen sich auf diesen Modellmaßstab !**

2.2 Materialien

Die Außenwände des Modellprüfstands wurden aus 19 mm dicken MDF-Platten (mitteldichten Faserplatten) gefertigt, mit Holzkleber verleimt und entsprechen realen Massivwänden. Die Trennwand zwischen Sende- und Empfangsraum und die Prüfobjekte bestanden aus Acrylglas unterschiedlicher Dicke. Die Trennwand war 23 mm dick, was ebenfalls eine Massivwand darstellt. Für die Prüfobjekte wurden 3 mm dicke Acrylglaswände benutzt, die Leichtbauwände darstellen.

Vorsatzschalen in dem System wurden aus 3 mm dicken Hartfaserplatten mit Heißkleberverbindung hergestellt. Ihr Abstand von dem Bezugsobjekt wurde so gewählt, dass die relevante Eigenfrequenz des Systems aus der Vorsatzschale und dem Bezugsobjekt in der 160 Hz Terz und damit unterhalb des angestrebten Messbereichs liegt. Durch leichte bauliche Unterschiede wurden verschiedene Eigenfrequenzen der Vorsatzschalen angestrebt.

Als Dämmmaterial wurden handelsübliche Mineralwolle und Teichvlies eingesetzt, s. [11, 14, 16]. Die Klebmasse "Terostat" wurde für die zusätzliche Abdichtung der Klebfugen sowie als reversibel entfernbares Fügemaaterial verwendet, z.B. für den Einbau der Vorsatzschalen.

2.3 Aufbau

Der Aufbau ist im Bild 1 (Seite 18) als Grundriss skizziert. Die gestrichelten Linien stellen Fugen in allen Außenwänden des Prüfstands einschließlich der verschieblichen Rückwand aber mit Ausnahme der Bodenplatte parallel zum Prüfobjekt dar. Innenmaße der Prüfräume sind angegeben.

Die dicke Acrylwand zwischen Sende- und Empfangsraum und eine dünne Acrylwand als Prüfobjekt waren noch von dem Vorgängerprojekt [11] mit Zweikomponentenkleber aneinander und in das Modell geklebt, was einen bauüblichen festen Einbau modelliert. Zweischalige Prüfobjekte wurden hergestellt, indem der eben genannten, fest eingeklebten dünnen Acrylwand im Rückraum eine zweite dünne Acrylwand angefügt wurde. Diese zweite Acrylwand besaß bezüglich der Prüfstandabmessungen leichtes Untermaß und wurde mit "Terostat" reversibel eingeklebt. Es gab also keine feste Körperschallanbindung zwischen dieser zweiten Acrylwand und den Prüfstandwänden. Der 1 cm dicke Zwischenraum wurde mit einer etwa 4 mm dicken Lage Teichvlies vollflächig gefüllt. Die Zwischenraumdicke wurde durch sechs Holzwürfel mit 1 cm Kantenlänge, die an den vier Ecken und hinter der Stoßstelle eingesetzt wurden, hergestellt. Im zweiten Fall wurden statt der Holzwürfel in regelmäßigen Abständen Holzstreben von 1 cm Dicke zwischen den Acrylwänden eingefügt und mit "Terostat" punktweise verklebt. Die Teichvlieslage wurde an diesen Stellen unterbrochen. Bild 4 (Seite 20) zeigt den Aufbau des letztgenannten zweischaligen Prüfobjekts. Es wurden auf diese Weisen zwei unabhängige leichte Ständerwände und zwei leichte Wände auf demselben Ständer modelliert.

Das Modell wurde mit sechs Standfüßen aus jeweils einer Gewindestange, einer Holzplatte und einem Schaumstoffquader körperschallisoliert auf einen Labortisch gebettet, siehe Bild 3 (Seite 19). Die Körperschallenergie, die durch die Gewindestangen aus dem Modell fließt, kann so über den Holzklotz großflächig in den Schaumstoffquader eingeleitet und dort durch Dämpfung dissipiert werden.

2.4 Messtechnik

Zentrales Instrument der Messanordnung war das Gerät OR 38 (fortan als OROS bezeichnet) der Firma OROS, das u.a. über einen Rauschgenerator und 16 Eingangskanäle verfügt. Es wurden ausschließlich Terzspektren mit weißem Rauschen gemessen. Für die Messung der Nachhallzeiten wurde abgeschaltetes Rauschen verwendet.

Der Signalausgang der OROS wurde an einen Verstärker der Firma Mc Crypt (Modell PA-940/2) angeschlossen, der die Miniaturlautsprecher der Firma Conrad, Modell LSF-27 M/SC/G antrieb.

An Luftschallaufnehmern wurde mit 1/2" Kondensatormikrofonen mit Kapseln der Firmen Brüel & Kjær (Modell 4165), Norsonic (Modell 1220) und GRAS (Modell AF40) gearbeitet. Sie wurden über einen Verstärker der Firma Brüel & Kjær (Modell 2811) oder direkt an die OROS angeschlossen. Die Mikrophone wurden auf Ständern in die Modelle eingesetzt.

Im Senderraum waren zur Erhöhung des Schallpegels je sechs Lautsprecher zu einem Hexaeder in einem Acrylglasgehäuse zusammengefasst worden. Diese wurden an dünnen Fäden aufgehängt. Im Empfangsraum genügten zur Messung der Nachhallzeiten einzelne Laut-

sprecher. Diese wurden in kleine Lautsprecherboxen eingesetzt. Diese Boxen bestanden aus Acrylglasröhren, die rückwärtig gerade abgeschnitten und mit Acrylglasdeckeln verschlossen wurden. Das Innere wurde locker mit Mineralwolle gefüllt. Die Boxen wurden mit Gummiband auf einem kleinen Ständer fixiert, wobei zwischen die Box und den Ständer eine dünne Schicht offenporiger Schaumstoff eingelegt wurde. Die Boxen wurden wieder mit Terostat an Böden und Decken der Modelle geklebt.

Der Einbau ist in den Bildern 7 und 8 für Sende- und Empfangsraum zu sehen.

2.5 Messgrößen

Es wurde nach der Messnorm ISO 140-3 [3] gearbeitet und ein Schalldämmmaß R für die nebenwegsfreie Längsdämmung bestimmt und zur Unterscheidung von einer Durchgangsdämmung mit R_L bezeichnet. Diese Größe wurde auf die Schall aufnehmende Fläche des Prüfobjekts bezogen. Durch Umrechnung der Bezugsfläche kann daraus die Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ aus DIN EN ISO 10848-1 [8] bestimmt werden. Die Nachhallzeiten wurden gemäß der Norm DIN EN ISO 354 [6] bestimmt. Einzahlwerte der Längsschalldämmung R_{Lw} wurden nach ISO 717-1 [7] berechnet und den Kurven in den Legenden beigelegt.

3 Vormessungen

3.1 Vergleich mit dem Vorgängerprojekt

Der Modellprüfstand mit dem dünnwandigen einschaligen Prüfobjekt war direkt vom Vorgängerprojekt [11] übernommen worden. Bauliche Veränderungen hatten somit nicht stattgefunden. Zwischen der Bearbeitung des Vorgängerprojekts und dieses Projekts war jedoch die Messelektronik ausgebaut gewesen und musste wieder installiert werden. Hierbei kam es zu leichten Veränderungen der Mikrofon- und Lautsprecherpositionen. Es wurden darum zwei Messungen des Vorgängerprojekts wiederholt: die Messung ohne Rückwand und ohne Bedämpfung des Hohlraums und die Maximaldämmungsmessung, die auch im nächsten Abschnitt noch näher betrachtet wird.

Bild 9 (Seite 25) zeigt die zwei Messungen, jeweils vom Vorgängerprojekt und von diesem Projekt. Die Übereinstimmung der jeweiligen Kurvenpaare ist gut. Zwischen den Paaren lag jeweils ein kompletter Ab- und Wiederaufbau der Messelektronik. Im Fall der Maximaldämmung fand außerdem ein erneuter Einbau der Vorsatzschalen statt. Damit lag Wiederholbedingung vor.

3.2 Maximaldämmung

Die Kenntnis der Übertragungswege des Prüfstandes – ausgenommen den Weg über das Prüfobjekt – ist wichtig, um diese Nebenwege entweder vernachlässigen oder die Messgrößen korrigieren zu können. Zur Unterbindung der Luftschallanregung und -Abstrahlung des Prüfobjekts bei diesen Untersuchungen wurden im Sende- und Empfangsraum Vorsatz-

schalen vor dem Prüfobjekt platziert. Im Rückraum wurde keine Wand eingefügt. Bild 2 (Seite 19) zeigt ein Schema des Aufbaus nach diesen Baumaßnahmen.

Es verbleiben die Körperschallübertragungswege. Auf deren Reduktion war bereits im Vorgängerprojekt [11] viel Aufmerksamkeit gelegt worden. So wurde der Prüfstand u.a. zwischen Sende- und Empfangsraumseite getrennt und vom Untergrund körperschallisoliert gelagert, siehe Abschnitt 2.3.

Das große Problem war die Körperschallüberleitung über das Prüfobjekt, das die letzte materielle Verbindung zwischen den Sende- und Empfangsraumteilen des vorliegenden Modellprüfstands bildet. Eine Körperschallverbindung zu den Außenwänden von Sende- und Empfangsraum sollte durch eine Durchtrennung der Außenwände zwischen den Sende- und Empfangsräumen und dem Prüfobjekt unterbrochen werden. Diese Fugen zeigt auch Bild 1 (Seite 18) mit dem Schema des Aufbaus.

Allerdings konnten die Bodenplatten vor dem Prüfobjekt aus Gründen der statischen Stabilität nicht getrennt werden. Dieser Schwachpunkt war im Vorgängerprojekt durch Bedämpfung des Prüfobjekts deutlich herausgearbeitet worden. Die Konsequenzen für die Normung waren diskutiert worden.

Bild 10 (Seite 26) zeigt die Maximaldämmungen für die drei Prüfobjekte. Die Kurven sind nahezu identisch. Da die jeweils zweiten Wände nicht an die Außenwände geklebt wurden, wurde das Problem der Körperschallübertragung nicht verschlimmert. Bei dem Prüfobjekt, bei dem die zwei Wände durch Ständer miteinander verbunden sind, ist weder eine Verschlechterung der Maximaldämmung durch kopplungsbedingte gemeinsame Körperschallübertragung sichtbar, noch eine Verbesserung durch Bedämpfung der fest eingebauten Wand. Es ist denkbar, dass diese Effekte vorhanden sind und sich gegenseitig kompensieren.

In den Bildern 11 bis 13 auf den Seiten 27 bis 29 sind jeweils alle Messungen an den jeweiligen Prüfobjekten mit der jeweiligen Maximaldämmung gezeigt. Verglichen mit den Kurven der Längsdämmungsmessungen war die Maximaldämmung in allen Fällen ausreichend. Der kleinste Abstand betrug etwa 2 dB und trat stets in der 4 kHz-Terz auf.

4 Messungen

4.1 Übersicht über die Variationen

Bei den nun folgenden Messungen wurden folgende Variationen vorgenommen:

1. unterschiedliche Tiefen des Rückraums: Es wurden 5 cm, 10 cm und ein offener Rückraum gewählt.
2. unterschiedliche Bedämpfung des Rückraums: Es wurde mit einer Mineralwollmatte von etwa 2 bis 3 cm Dicke gearbeitet, die locker unmittelbar hinter dem Prüfobjekt stand, mit Mineralwollbahnen von 2 bis 2,5 cm Dicke, die die Decke, den Boden und die Seitenwände bedeckten, und ganz ohne Bedämpfung.
3. unterschiedliche Prüfobjekte: Neben dem einwandigen Prüfobjekt des Vorgängerprojekts [11] wurden zwei zweischalige Prüfobjekte verwendet. Der Aufbau ist im Abschnitt 2.3 beschrieben.

In den Tabellen 1, 2 und 3 sind die ausgeführten Messungen übersichtlich dargestellt. Die folgenden Bezeichnungen werden im weiteren Verlauf dieses Berichts für die Absorberpositionen verwendet: V bezeichnet eine vollflächige Absorbermatte von 2 bis 3 cm Dicke hinter dem Prüfobjekt. Die Buchstaben U,L,R und O bedeuten Absorberbahnen von 2 bis 2,5 cm Dicke unten, links, rechts und oben an den Begrenzungsflächen des Rückraums. Diese Absorberbahnen füllten bei Anwesenheit einer Rückwand den Rückraum zwischen Prüfobjekt und Rückwand auf dessen Tiefe, wie Bild 6 (Seite 22) zeigt. Ohne Rückwand wurde der Rückraum bis zum Rand des Modellprüfstands gefüllt, siehe Bild 5 (Seite 21).

Die Koinzidenz-Grenzfrequenz der eingesetzten Acrylglaswände liegt wie im Vorgängerprojekt bei 9,4 kHz und tritt daher ab der 10 kHz-Terz auf. Der Einbruch ist in allen Messkurven deutlich sichtbar.

Die Tonpilzresonanz der zweischaligen Prüfobjekte liegt bei 380 Hz und damit in der 400 Hz-Terz. Auch dieser Einbruch ist in den entsprechenden Messkurven sichtbar.

4.2 Das einschalige Prüfobjekt

In diesem Abschnitt wird das einschalige Prüfobjekt unter Variationen des Rückraums hinsichtlich der Menge und Art der Bedämpfung und hinsichtlich der Tiefe diskutiert.

4.2.1 Einfluss der Menge der Bedämpfung des Rückraums

Da sich im Vorgängerprojekt [11] beim leichten, dünnwandigen Prüfobjekt ein deutlicher Einfluss der Bedämpfung des Rückraums auf die Längsdämmung gezeigt hatte, wurde hier die Untersuchung damit begonnen, die Menge der umrandend eingebrachten Dämpfung schrittweise zu erhöhen. Die Tabelle 1 nennt die ausgeführten Variationen hinsichtlich der mit Dämmmaterial besetzten Positionen.

In den Bildern 14, 15 und 16 (Seiten 30 bis 32) sind die Auswirkungen dieser Variationen auf die Längsdämmung dargestellt. Die Bilder zeigen die Ergebnisse für den offenen Rückraum (Bild 14) und für den geschlossenen Rückraum mit einer Tiefe von 10 cm (Bild 15) bzw. 5 cm (Bild 16).

Der im Vorgängerprojekt beobachtete starke Einfluss der Bedämpfung tritt auch bei umrandender Bedämpfung auf. Durch schrittweise Vergrößerung der Menge an Dämmmaterial zeigt sich eine monotone Zunahme der Längsdämmung.

Für die Normung stellt sich hier die Frage nach der Festlegung der Konfiguration. Strebt man eher nach Vergleichbarkeit der Messungen oder nach prognostischer Zuverlässigkeit? Letzteres beinhaltet die Frage, inwieweit eingebrachtes Dämmmaterial die Längsdämmung unrealistisch vergrößern könnte, was für bauakustische Prognosen nachteilig wäre in der Form aufwändiger Nacharbeiten bei Nichterfüllung des Schallschutzes. Diese Fragestellung wird in den weiteren Abschnitten diskutiert.

Es erscheint an dieser Stelle nicht sinnvoll, durch eine Variation der Dicke des Dämmmaterials weitere Messkurven zu produzieren, da hierdurch keine Lösung des Problems der schlechten Vergleichbarkeit erreicht wird. Hierauf und auf die in den Bildern sichtbaren leichten Modenverschiebungen der Einbrüche in der Längsdämmung wird im folgenden Ab-

schnitt 4.2.2 detailliert eingegangen.

4.2.2 Einfluss der Art der Bedämpfung des Rückraums

In den Bildern 17, 18 und 19 (Seiten 33 bis 35) sind die Auswirkungen der Variationen der Rückraumbedämpfung auf die Längsdämmung dargestellt. Die Bilder zeigen die Ergebnisse für den offenen Rückraum (Bild 17) und für den geschlossenen Rückraum mit einer Tiefe von 10 cm (Bild 18) bzw. 5 cm (Bild 19).

Die in den Terzspektren beobachtbaren Unterschiede zwischen der vollflächigen (Kurvenbezeichnung V, gemäß Tabelle 1) und der umrandenden Absorberanordnung (Kurvenbezeichnung ULRO) lassen sich gut auf einsetzende Moden zurückführen. In der Tabelle 4 sind dazu einige Moden angeführt. Die eingesetzten Abmessungen entsprechen denen des unbedämpften Rückraums.

Wie im Vorgängerprojekt [11] liegt ein massiver Einfluss der Bedämpfung auf die Dämmung in der 630 Hz-Terz vor. Es war damals eine Abtastung des Luftschallfeldes hinter dem Prüfobjekt vorgenommen worden und eine Dominanz der 2-1-0-Mode festgestellt worden, d.h. zwei Schnellebäuche in Breitenrichtung (je ein Schnellebauch hinter Send- und Empfangsraum), einer in Höhenrichtung und keiner in Tiefenrichtung des Rückraums. Diese Mode findet sich auch in der Tabelle 4 wieder. Für den offenen Rückraum findet wegen des freien Randes eine halbzahlige Zählung in Tiefenrichtung statt.

Es fällt jedoch in den Bildern 18 und 19 für 10 cm bzw. 5 cm Tiefe des Rückraums eine Abhängigkeit der Dämmung von der Art der Bedämpfung auf. In der 630 Hz-Terz ist die Bedämpfung des Randes der vollflächigen Bedämpfung überlegen.

Es wäre denkbar, dass sich bei der vollflächigen Bedämpfung die 2-1-0-Mode noch in dem Spalt neben der Mineralwollmatte ausbilden kann, wohingegen sie bei umrandender Bedämpfung in jedem Fall gedämpft wird. Dann stellte sich aber die Frage, wie die Luftschallmode durch die Mineralwollmatte hindurch so gut mit dem Prüfobjekt interagiert.

Weiter muss festgehalten werden, dass in den 1,25 kHz und 1,6 kHz-Terzen die vollflächige Bedämpfung gegenüber der umrandenden im Vorteil ist. Dies passt zwar für 10 cm Tiefe der Rückraums auf die erste vorkommende Mode in Tiefenrichtung, jedoch tritt diese Mode für eine Tiefe von 5 cm erst in der 3,15 kHz-Terz auf. Die 0-0-1-Mode stellt also auch keine Erklärung für dies Phänomen dar.

In gleichen Erklärungsnoten ist man hinsichtlich des Wiedererstarkens der umrandenden Bedämpfung ab der 2 kHz-Terz. Für die Tiefe von 10 cm passt zwar das Auftreten der 2-1-1-Mode, doch bei einer Tiefe von 5 cm erscheint auch diese erst in der 3,15 kHz-Terz.

Dass die vollflächige Mineralwollmatte eine Körperschallbrücke zwischen Send- und Empfangsseite des Prüfstandes darstellt, kann ob ihrer geringen Biegesteifigkeit getrost bezweifelt werden.

Eine widerspruchsfreie Erklärung liefert die Art des eingesetzten Dämmmaterials: War für die vollflächige Bedämpfung hier und im Vorgängerprojekt 2 bis 3 cm dicke Mineralwolle wie für typische Wandkonstruktionen eingesetzt worden, wurde für die umrandende Bedämpfung ein festeres und gepresstes Material (vgl. Trittschalldämmmatten) von 2 bis 2,5 cm Dicke eingesetzt. Dies Material wurde wegen seiner konstruktiven Eignung für die Applikation

unter der Decke ausgewählt, wo sich das weichere Material stark durchgebogen hätte.

Beim festeren Material scheint an der Oberfläche bereits fast ein Schnelleknoten vorzuliegen. Dadurch kommt es für die einfache Modenabschätzung zu einer Veränderung der Geometrie: Die Breiten- und Höhenmaße verringern sich um je 4 cm. Dadurch erfahren auch die entsprechenden Moden eine Frequenzverschiebung. Insbesondere die 2-1-0-Mode taucht nun nicht in der 630 Hz-Terz sondern in der 800 Hz-Terz auf, wo auch in den Bildern 18 und 19 der Einbruch der Dämmung vorliegt. Der entsprechende Effekt taucht in den 1,6 kHz und 2,5 kHz-Terzen für die 4-2-0 und 6-3-0-Moden wieder auf.

Durch eine Variation der Dicke des Dämmmaterials könnten nun weitere Ausmaße dieses Effekts produziert werden. Im Hinblick auf die Normung und das damit verbundene Anstreben vergleichbarer Messungen stellt dieser geometrische Effekt jedoch eine erhebliche Unwägbarkeit dar. Im folgenden Abschnitt 4.2.3 wird darauf erneut eingegangen. Daher ist an dieser Stelle eine Variation der Dicke des Dämmmaterials nicht sinnvoll.

Es lässt sich zusammenfassen, dass für das einschalige leichte Prüfobjekt die Bedämpfung des Rückraums ein Kriterium für die Modenstruktur und damit für die Messgröße ist. Diese Einflüsse können im Einzahlwert verborgen bleiben, weil die Referenzkurve aus [7] erst bei 1 kHz (wegen der Frequenzskalierung im Modellmaßstab) beginnt.

Im Hinblick auf die Normung ist auf den beträchtlichen Anstieg der Längsdämmung durch die Bedämpfung des Rückraums hinzuweisen. Dies ist in den Bildern 18 und 19 zu sehen: Gegenüber dem unbedämpften Rückraum steigt die Längsdämmung um 4 dB mit vollflächiger und um 5 dB bei umrandender Bedämpfung.

Hier ist für die Normung der Labormessung der Längsdämmung nun abzuwägen, ob die höhere Priorität einer besseren Vergleichbarkeit oder einer besseren Prognosefähigkeit des Messverfahrens zusteht. Eine Bedämpfung des Rückraums vermag, durch Unterdrückung der Luftschallmoden die Vergleichbarkeit zu erhöhen, aber gleichzeitig die Längsdämmung eventuell unrealistisch zu überhöhen. Hier wird sich im Zweifelsfall für die bessere Prognosefähigkeit entschieden.

Als bautypische Referenzsituation für Innenräume wird folglich jene ohne Bedämpfung angesehen, die einem Flur ohne Teppich entspricht. Für diese Situation wird also der Verzicht auf Bedämpfung im Rückraum empfohlen.

Für einen Fassadenprüfstand müsste sich dem Prüfstand direkt hinter dem Prüfobjekt eine Freifeldumgebung anschließen. Hier könnte eine Bedämpfung des Rückraums diese Freifeldumgebung gerade widerspiegeln. Fassadenelemente waren aber nicht Gegenstand der Untersuchungen dieses Projekts. Solange durch Kontakt kein Eingriff in die Körperschallfelder vorgenommen wird, dürfte eine Bedämpfung des Rückraums hier zu keiner Überhöhung führen, da in einem Freifeld ohnehin keine Moden vorliegen. Dies wurde aber nicht untersucht.

Für Fassadenelemente könnte der Rückraum also mit Mineralwolle gefüllt werden. Die Art der Befüllung wird im nächsten Abschnitt 4.2.3 diskutiert.

4.2.3 Einfluss der Rückraumtiefe

Die Kurven des vorangegangenen Abschnitts werden in den Bildern 20, 21 und 22 auf den Seiten 36 bis 38 erneut gezeigt, wurden diesmal aber nach gleicher Rückraumbedämpfung bei variierender Rückraumtiefe gruppiert.

Ohne materielle Bedämpfung (Bild 20) zeigt das offene System eine höhere Dämmung, weil die Öffnung eine Bedämpfung darstellt. Bis auf die 1,25 kHz-Terz verlaufen die Kurven für 10 cm und 5 cm Tiefe nahezu identisch. Der Grund für die Abweichung ist unklar, denn einschließlich bis zu dieser Terz liegt durch die Geometrie bedingt die gleiche Modenstruktur vor.

Im Vergleich der Bilder 21 und 22 stellt man bei vollflächiger Bedämpfung wesentlich geringere Kurvenunterschiede als bei umrandender Bedämpfung fest.

Beim Anstreben einer vom sonstigen Aufbau unempfindlichen Konfiguration scheint daher eine vollflächige Bedämpfung geeigneter zu sein als eine umrandende. Damit erübrigt sich die im Abschnitt 4.2.2 angesprochene Variation der Dicke des Dämmmaterials endgültig.

Letzlich war aus Gründen der Normung im Abschnitt 4.2.2 für die Messung an Innenraumelementen ein gänzlicher Verzicht auf die Bedämpfung des Rückraums empfohlen worden. Dies wird hier davon unterstützt, dass das Einfügen einer Rückwand, wie in Abbildung 20 zu sehen ist, zu keiner Erhöhung und damit Überschätzung der Längsdämmung geführt hat.

Für Fassadenelemente war im vorigen Abschnitt 4.2.2 eine Bedämpfung vorgeschlagen worden. Nach den Überlegungen dieses Abschnitts kommt eine vollflächige Bedämpfung in Betracht. Hier wurde mit einer Befüllung von etwa 2 bis 3 cm Dicke gearbeitet. Dies entspricht bei einer Tiefe des Rückraums von 5 cm etwa 50% dieser Tiefe.

4.3 Das zweischalige Prüfobjekt ohne Kontakt

In diesem Abschnitt wird das zweischalige Prüfobjekt ohne Kontakt zwischen den beiden Wänden unter Variationen des Rückraums hinsichtlich Bedämpfung und Tiefe diskutiert. Stellt man die Messergebnisse aus Tabelle 2 dar, erhält man die Bilder 23 bis 28 auf den Seiten 39 bis 44.

Eine separate Diskussion der Serien nach Variationsparametern wie beim einschaligen Prüfobjekt scheint unnötig, da alle Kurven sehr dicht beieinander liegen. Eine Variation der Dicke des Dämmmaterials ist daher überflüssig. Man kann festhalten, dass die Messung der Längsdämmung am zweischaligen Prüfobjekt ohne Kontakt zwischen den zwei Wänden unabhängig ist von den ausgeführten Variationen des Rückraums.

4.4 Das zweischalige Prüfobjekt mit Kontakt durch Ständer

In diesem Abschnitt wird das zweischalige Prüfobjekt mit Kontakt zwischen den beiden Wänden durch Holzständer unter Variationen des Rückraums hinsichtlich Bedämpfung und Tiefe diskutiert. Die Messergebnisse aus Tabelle 3 liefern die Bilder 29 bis 34 auf den Seiten 45 bis 50.

Eine separate Diskussion der Serien nach Variationsparametern wie beim einschaligen Prüf-

objekt ist auch hier unnötig, da wie bei dem anderen zweischaligen Prüfobjekt alle Kurven sehr dicht beieinander liegen. Ebenso erübrigt sich eine Variation der Dicke des Dämmmaterials. Auch für ein zweischaliges Prüfobjekt mit Kontakt zwischen den beiden Wänden kann man festhalten, dass die Messung der Längsdämmung unabhängig ist von den ausgeführten Variationen des Rückraums.

4.5 Vergleich der Wandtypen

Jetzt sollen die verschiedenen Wandtypen direkt miteinander verglichen werden. Die Bilder 35 bis 37 auf den Seiten 51 bis 53 zeigen die Längsdämmungen jeweils aller drei untersuchter leichter Wände. Für alle Grafiken wurde eine Tiefe des Rückraums von 5 cm gewählt, weil mit dieser Anordnung die Normvorgaben aus [8] für die Mindestgröße der Prüfräume am einfachsten erfüllt werden kann. Gezeigt sind der Fall ohne Bedämpfung des Rückraums im Bild 35, der Fall mit vollflächiger Bedämpfung im Bild 36 und derjenige mit umrandender Bedämpfung im Bild 37.

Der Einbruch bei der Tonpilzfrequenz in der 400 Hz-Terz ist für die zweischaligen Prüfobjekte deutlich sichtbar.

Die Unterschiede der Längsdämmung zwischen den unterschiedlichen Wandtypen sind sehr klein – abgesehen von dem Fall des einschaligen Prüfobjekts ohne Bedämpfung, wo die Moden des Luftschallfeldes wie in Abschnitt 4.2.2 beschrieben einen massiven Einfluss haben.

Von diesem einen Fall abgesehen profitiert die Längsdämmung in Terzspektrum und Einzahlwert nicht vom Hinzufügen einer zweiten Schale. Das heißt, die Längsdämmung ist hier bereits durch die eine Schale vollständig definiert. Dies muss aber auch im Zusammenhang mit dem Aufbau der Prüfobjekte gesehen werden: Eine der Schalen ist noch vom Vorgängerprojekt fest eingeklebt, während die andere ohne feste Körperschallanbindung eingebaut wurde. Die fest eingeklebte Schale ist außerdem mit der massiven Trennwand verklebt. Es kommt dadurch zu einer hohen Stoßstellendämmung.

Das Einfügen einer zweiten Schale wirkt hier also mehr als Vorsatzschale zur Erhöhung der Durchgangsdämmung aus den Prüfräumen in den Rückraum. Dadurch wird der Rückraum akustisch quasi von den Prüfräumen abgekoppelt und spielt in seiner Beschaffenheit wie in den Abschnitten 4.3 und 4.4 gezeigt keine Rolle mehr für die Bestimmung der Längsdämmung.

Es wäre denkbar, durch Messung der Durchgangsdämmung der Prüfobjekte eine Grenze aufzuzeigen, ab der der Aufbau des Rückraums für die Messung der Längsdämmung relevant ist. Eine solche Grenze sollte dann aber auch an anderen Aufbauten des Prüfobjekts verifiziert werden. Es ist immerhin denkbar, dass eine feste Körperschallanbindung auch der zweiten Schale das Prüfobjekt mehr wie ein einschaliges reagieren lässt.

5 Schlussfolgerungen

Offenbar sind dickwandige Prüfobjekte (siehe Vorgängerprojekt [11]) und doppelschalige dünnwandige Prüfobjekte unempfindlich gegenüber der Ausführung des Rückraums. Dies

mag an der höheren Durchgangsdämmung gegenüber einem einschaligen dünnwandigen Prüfobjekt liegen, die die Anregung des Rückraums maßgeblich bestimmt. Hier könnte eine weitere Untersuchung ein Kriterium aufzeigen, ab welcher Durchgangsdämmung der Einfluss des Rückraums beachtet werden muss.

Die Konsequenz für die Normung ist, dass für dickwandige Prüfobjekte und für doppelschalige dünnwandige Prüfobjekte keine rigiden Festlegungen hinsichtlich der Ausgestaltung des Rückraums zu erfolgen brauchen. Einschalige dünnwandige Prüfobjekte sind sicher seltene Anwendungsfälle, sollten aber in der Normung natürlich trotzdem berücksichtigt werden. Für diese ist die Ausgestaltung des Rückraums zu diskutieren.

Bei einschaligen dünnwandigen Prüfobjekten waren bei vollflächiger Bedämpfung die Auswirkungen sonstiger Variationen des Rückraums auf die Längsdämmung geringer, als sie es bei umrandender Bedämpfung waren. Dies wird in den Bildern 21 und 22 deutlich. Doch jede Art einer Bedämpfung bewirkt eine Erhöhung der Längsdämmung gegenüber dem unbedämpften Fall, siehe Bild 19.

Damit bei Labormessungen an Innenraumelementen keine Überschätzung der Längsdämmung vorgenommen wird (vgl. die Diskussion im Vorgängerprojekt [11]), sollte die Messung ohne Bedämpfung ausgeführt werden. Für Fassadenelemente erscheint andererseits eine Messung mit Bedämpfung angemessen, um die nötige Freifeldumgebung darzustellen. Da in diesem Projekt aber kein Fassadenprüfstand zur Verfügung stand, konnte der Referenzfall mit einer Freifeldumgebung nicht zum Vergleich gemessen werden.

Eine Rückraumtiefe von 5 cm brachte keine relevante Veränderung der Längsdämmung gegenüber einer Tiefe von 10 cm. Um die Normvorgaben aus [8] hinsichtlich der Mindestgröße der Messräume zu erfüllen, ist es hilfreich, wenn der Rückraum schmal ist.

Im Fall einschaliger dünnwandiger Innenraum-Prüfobjekte scheinen daher ein Rückraum geringer Tiefe und ein Verzicht auf Bedämpfung darin die sinnvollsten und auch die am einfachsten festlegbaren Anordnungen zu sein. Für Fassadenelemente sollte der Rückraum von ebenfalls geringer Tiefe und zu etwa 50% dieser Tiefe vollflächig bedämpft sein.

6 Zusammenfassung

Prognoseverfahren erfordern die Kenntnis der Schall-Längsdämmung flankierender Bauteile. Da kaum ein Prüfinstitut über die erforderlichen Prüfstände verfügt, werden üblicherweise zu prüfende Bauteile parallel zu einer Außenwand in normale Wandprüfstände eingebaut. Der Einfluss des dabei entstehenden Rückraums wird ignoriert.

Aufgabe des vorangegangenen und dieses Forschungsvorhabens war es, den Einfluss der Nebenvolumina auf die Längsdämmung zu untersuchen. Während im Vorgängerprojekt zwei Prüfobjekte unterschiedlicher Dicke untersucht wurden, sollten in diesem Projekt zweischalige dünnwandige Prüfobjekte und eine Variation der Bedämpfung in umrandender Form betrachtet werden.

Der Modellprüfstand des Vorgängerprojekts im Maßstab 1:10 für dünnwandige Prüfobjekte wurde hier wiederverwendet. Die Prüfobjekte bestanden erneut aus Acrylglaswänden. Zur Herstellung der zweischaligen Objekte wurde eine zweite Acrylglaswand hinter die erste, fest eingeklebte gesetzt. Der Zwischenraum wurde mit einer Lage Teichvlies zur Bedämpfung

gefüllt. In einem Fall waren dort in regelmäßigen Abständen vertikale Holzständer eingefügt, die über Klebmasse punktuell mit den Wänden verbunden worden waren.

Durch die Wiederverwendung des bestehenden Modellprüfstands konnte direkt auf die verschiedenen Maßnahmen zurückgegriffen werden, um die Maximaldämmung zu erhöhen. Die Maximaldämmung wurde für alle drei Wandtypen gemessen und stellte sich stets als ausreichend groß heraus. Hinsichtlich des Einflusses des Prüfobjekts auf die Maximaldämmung sei hier auf den Bericht des Vorgängerprojekts verwiesen, wo diese Problematik ausführlich diskutiert wurde.

Bei der Messung der Längsdämmung wurde bei einschaligen leichten Wänden ein deutlicher Einfluss des Rückraums dadurch festgestellt, dass sich darin Luftschallmoden ausbilden. Das Einbringen von Dämmmaterial in den Rückraum vermag diese Moden und die damit einhergehende Schallübertragung im Rückraum stark zu schwächen. Bei der umrandenden Bedämpfung war darüber hinaus der Effekt verschobener Eigenfrequenzen beobachtet worden.

Bei zweischaligen leichten Wänden wurde kein Einfluss der Ausbildung der Rückraums auf die Längsdämmung festgestellt.

Die Vergleichbarkeit von Messungen ist daher bei schweren Wänden und bei doppelschaligen leichten Wänden gegeben. Bei einschaligen leichten Wänden ist es erforderlich, die Geometrie des Rückraums und die Art und Positionierung von Dämmmaterial darin festzulegen.

Ein Problem hierbei besteht bei einschaligen leichten Wänden in der Einfügung von Dämmmaterial in den Rückraum, was zu einer unrealistischen Überhöhung der Längsdämmung und damit zu Schwierigkeiten in der Prognosefähigkeit und zum Nachrüsten bei Nichterreichen des in-situ Schallschutzes führen kann. Verzichtet man andererseits auf eine Bedämpfung, kann wie geschildert die Vergleichbarkeit leiden. Im Zweifelsfall wird der Prognosefähigkeit der Vorzug gegeben.

Für die Labormessung von einschaligen leichten Innenraumelementen sollte daher ein schmaler Rückraum ohne Bedämpfung gewählt werden.

Für die Labormessung von einschaligen leichten Fassadenelementen sollte sich direkt an das Prüfobjekt eine Freifeldumgebung anschließen. Dies kann durch einen bedämpften Rückraum dargestellt werden. Weil im Freifeld ohnehin keine Moden vorliegen, scheint eine Überhöhung der Längsdämmung infolge Bedämpfung nicht möglich, wurde aber auch nicht untersucht. Die vollflächige Anordnung ist der umrandenden vorzuziehen. Der Rückraum kann schmal ausgeführt werden. Eine Füllung von etwa 50% der Tiefe des Rückraums scheint empfehlenswert.

Bei den dünnwandigen Prüfobjekten waren bei der hier verwendeten Bauweise durch das Hinzufügen einer zweiten Schale kaum Veränderungen der Absolutwerte der Längsdämmung in Terzspektrum und Einzahlwert festgestellt worden. Offenbar bewirkt eine zweiten Schale eher eine höhere Durchgangsdämmung zwischen den Prüfräumen und dem Rückraum als eine höhere Längsdämmung. Die Luftschallanregung im Rückraum wird dadurch unterbunden und seine Beschaffenheit wird irrelevant.

Hier könnte eine weitere Untersuchung ein Kriterium aufzeigen, ab welcher Durchgangsdämmung ein Einfluss des Rückraums beachtet werden muss. Dabei müssen dann aber

auch andere Bauweisen eines zweischaligen Prüfobjekts untersucht werden, ob eine andere Körperschallanbindung auch der zweiten Schale Einfluss auf das Kriterium nimmt.

7 Tabellen und Bilder

Tabelle 1 Übersicht über die an dem einschaligen Prüfobjekt ausgeführten Messungen; dabei bedeutet V eine vollflächige Absorbermatte hinter dem Prüfobjekt; die Buchstaben U,L,R und O bedeuten Absorberbahnen unten, links, rechts und oben an den Begrenzungsflächen des Rückraums, die stets auf ganzer Tiefe des Rückraums ausgeführt wurden, siehe Bilder 5 und 6.

Rückraumtiefe	Rückraumbedämpfung					
	ohne	V	ULRO	ULR	UL	U
offen	X	-	X	X	X	X
10 cm	X	X	X	X	X	X
5 cm	X	X	X	X	X	X

Tabelle 2 Übersicht über die Messungen, die an der zweischaligen Wand ohne Kontakt ausgeführt wurden; dabei bedeutet V eine vollflächige Absorbermatte hinter dem Prüfobjekt; die Buchstaben U,L,R und O bedeuten Absorberbahnen unten, links, rechts und oben an den Begrenzungsflächen des Rückraums, die stets auf ganzer Tiefe des Rückraums ausgeführt wurden, siehe Bilder 5 und 6.

Rückraumtiefe	Rückraumbedämpfung					
	ohne	V	ULRO	ULR	UL	U
offen	X	-	X	-	-	-
10 cm	X	X	X	-	-	-
5 cm	X	X	X	-	-	-

Tabelle 3 Übersicht über die Messungen, die an der zweischaligen Wand mit Kontakt durch Ständer ausgeführt wurden; dabei bedeutet V eine vollflächige Absorbermatte hinter dem Prüfobjekt; die Buchstaben U,L,R und O bedeuten Absorberbahnen unten, links, rechts und oben an den Begrenzungsflächen des Rückraums, die stets auf ganzer Tiefe des Rückraums ausgeführt wurden, siehe Bilder 5 und 6.

Rückraumtiefe	Rückraumbedämpfung					
	ohne	V	ULRO	ULR	UL	U
offen	X	-	X	-	-	-
10 cm	X	X	X	-	-	-
5 cm	X	X	X	-	-	-

Tabelle 4 Luftschallmoden des Rückraums für verschiedene Geometrien; keine Bedämpfung; angegeben sind pro Terz die Anzahl der Moden und für einige davon die Anzahl der Schnellebäuche in Breiten-, Höhen- und Tiefenrichtung; an den Wänden wurden Schnelleknoten, am offenen Rückraum ein Schnellebauch angesetzt (daher die halbzahlige Zählung in diesem Fall); es ist zu beachten, dass die für die Rechnung benutzten ideal starren oder freien Randbedingungen real nicht exakt gegeben sind

Frequenz	offen		10 cm Tiefe		5 cm Tiefe	
	Anz.	Indizes	Anz.	Indizes	Anz.	Indizes
100 Hz	0	–	0	–	0	
125 Hz	0	–	0	–	0	
160 Hz	1	0-0-0.5	0	–	0	
200 Hz	0	–	1	1-0-0	1	1-0-0
250 Hz	1	1-0-0.5	0	–	0	
315 Hz	0	–	0	–	0	
400 Hz	2	0-0-1.5 2-0-0.5	1	2-0-0	1	2-0-0
500 Hz	3	1-0-1.5 2-0-1.5 3-0-0.5	1	3-0-0	1	3-0-0
630 Hz	4	0-1-0.5 1-1-0.5 2-1-0.5 3-0-1.5	3	0-1-0 1-1-0 2-1-0	3	0-1-0 1-1-0 2-1-0
800 Hz	11		2		2	
1 kHz	14		4		4	
1,25 kHz	36		8	0-2-0 1-2-0 2-2-0	8	0-2-0 1-2-0 2-2-0
1,6 kHz	64		13	0-0-1 1-0-1 2-0-1	10	
2 kHz	113		31	0-1-1 1-1-1 2-1-1	13	
2,5 kHz	231		49		26	
3,15 kHz	449		94		52	0-0-1 1-1-1 2-1-1

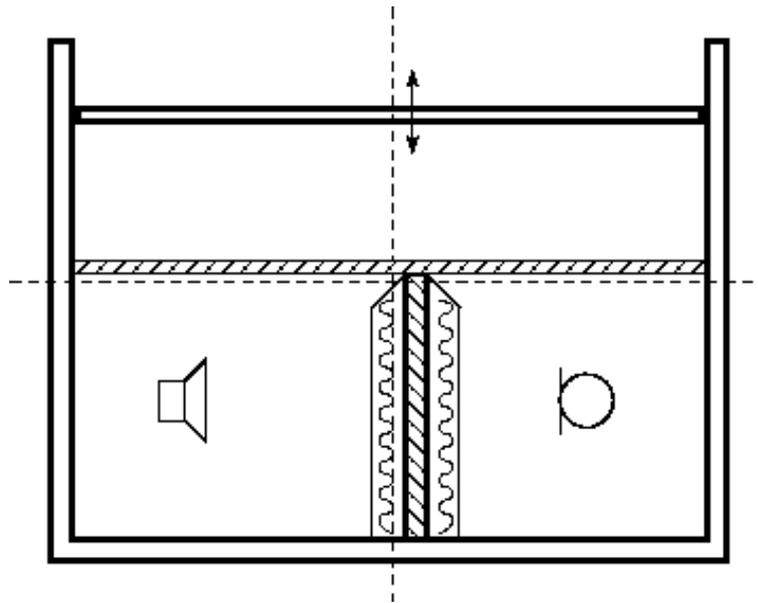


Bild 1 Grundriss des Modellprüfstands; Innenmaße Senderaum: $B \times T \times H = 501 \text{ mm} \times 398 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$; Innenmaße Empfangsraum: $B \times T \times H = 426 \text{ mm} \times 398 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$; gestrichelte Linien sind Fugen in allen Außenwänden des Prüfstands einschließlich der verschieblichen Rückwand aber mit Ausnahme der Bodenplatte parallel zum Prüfobjekt

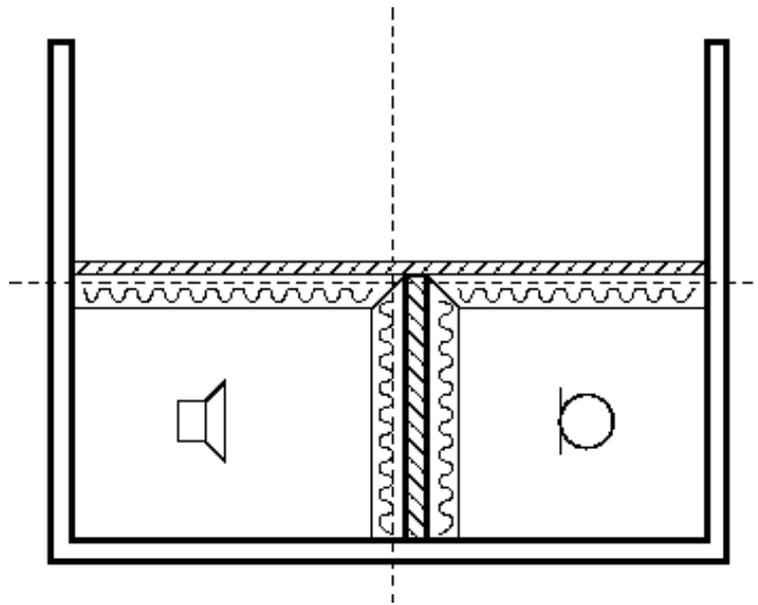


Bild 2 Grundriss des Modellprüfstands; Anordnung zur Messung der Maximaldämmung



Bild 3 Photo eines Standfußes des Modellprüfstands; von oben: Prüfstand, Gewindestange, Holzklötz, Schaumstoffquader, Tischfläche



Bild 4 Photo des doppelschaligen Prüfobjekts, welches eine Doppelwand auf gemeinsamem Ständer repräsentiert



Bild 5 Photo des Rückraums; ohne Rückwand hinter dem Prüfobjekt; mit Dämmmaterial-Auslegung in Anordnung ULRO gemäß Tabelle 1; die Stütze wurde zum Fixieren der Dämmschicht an der Decke eingesetzt und verblieb auch so während der Messung



Bild 6 Photo mit Blick in den Rückraum mit Rückwand und Dämmmaterial-Auslegung; unten und im Hintergrund angeordnete Absorber, links die spiegelnde Acrylglaswand, rechts die teilweise geöffnete Rückwand



Bild 7 Photo mit Blick in den Senderaum mit Aufbau der Mikrophone und Lautsprecher



Bild 8 Photo mit Blick in den Empfangsraum mit Aufbau der Mikrophone und Lautsprecher

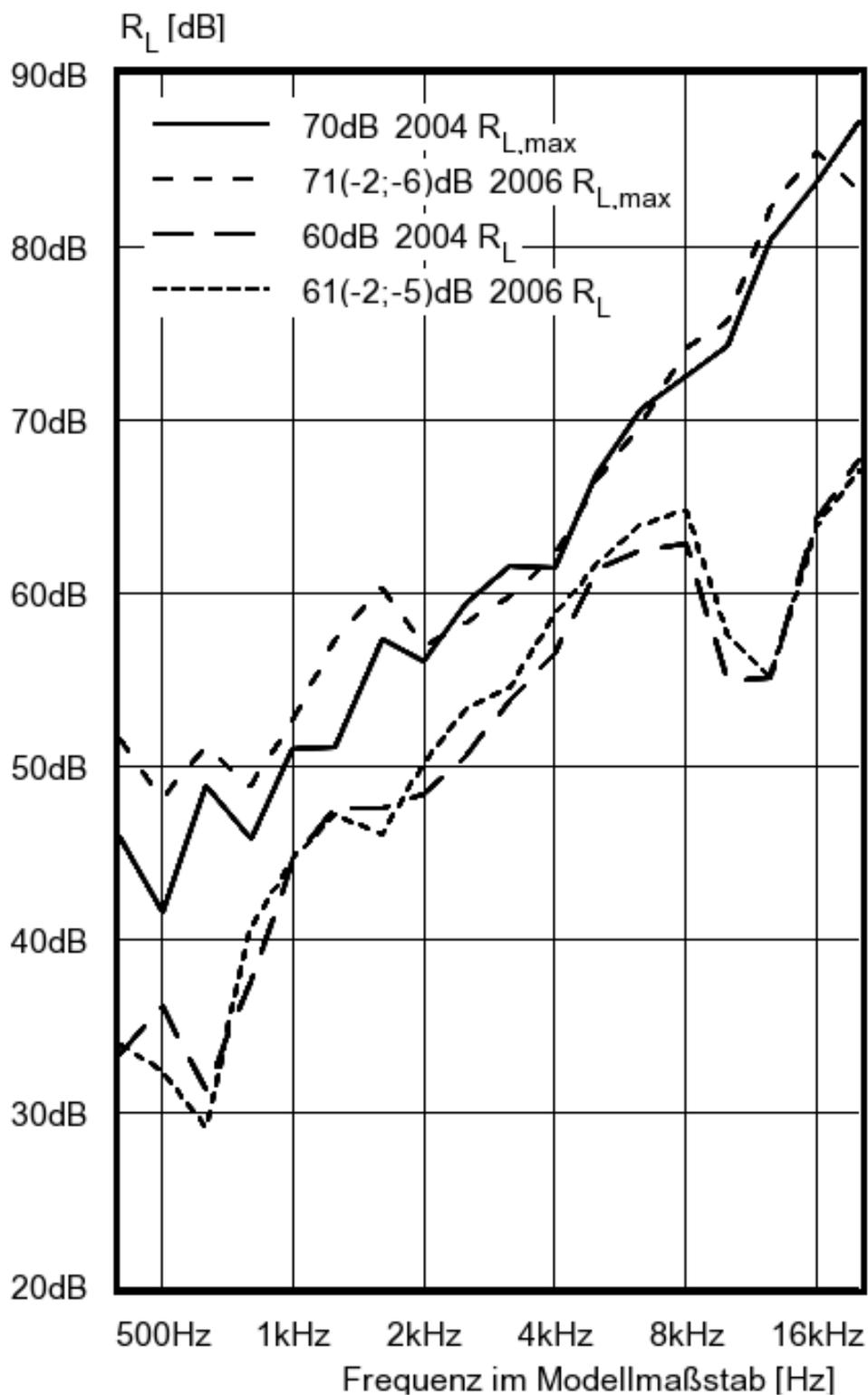


Bild 9 Vergleich zweier Messanordnungen mit einer einzelnen leichten Wand als Prüfobjekt; Vergleich geführt zwischen Vorgängerprojekt (2004) und diesem Projekt (2006)

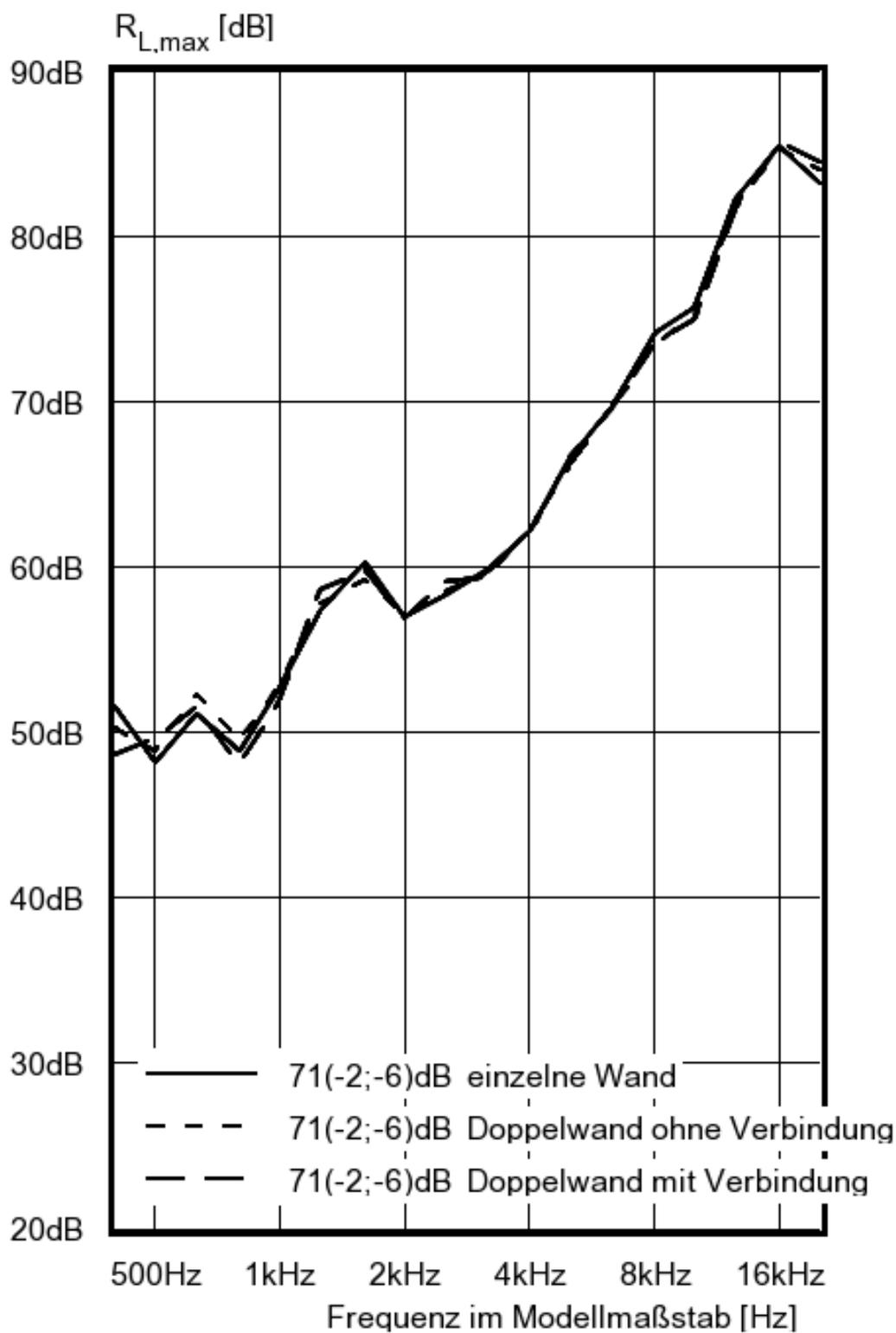


Bild 10 Die Maximaldämmungen aller drei Prüfobjekte

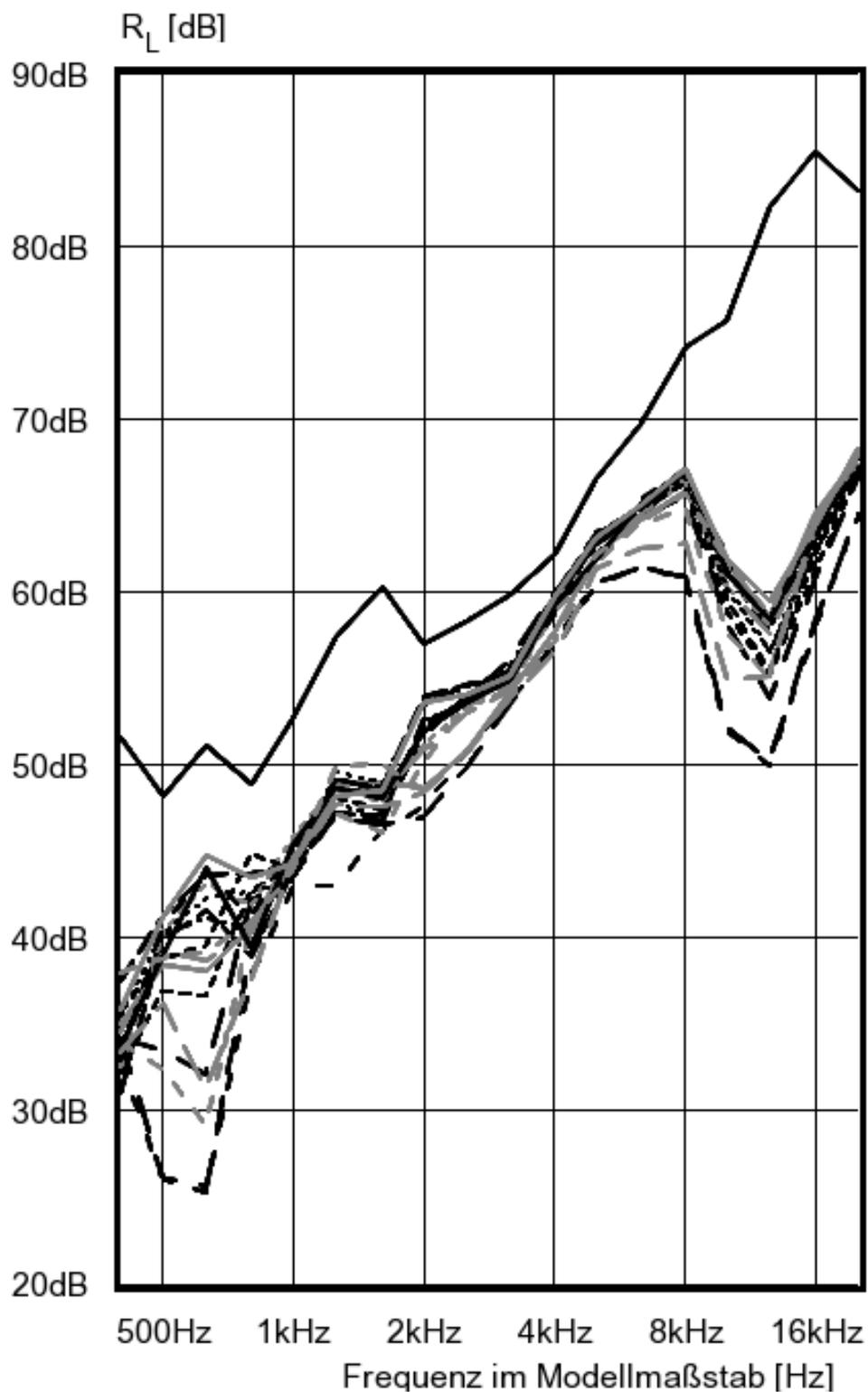


Bild 11 alle Messungen an dem **einschaligen Prüfobjekt**; die Maximaldämmung ist die einzelne, oben liegende Kurve

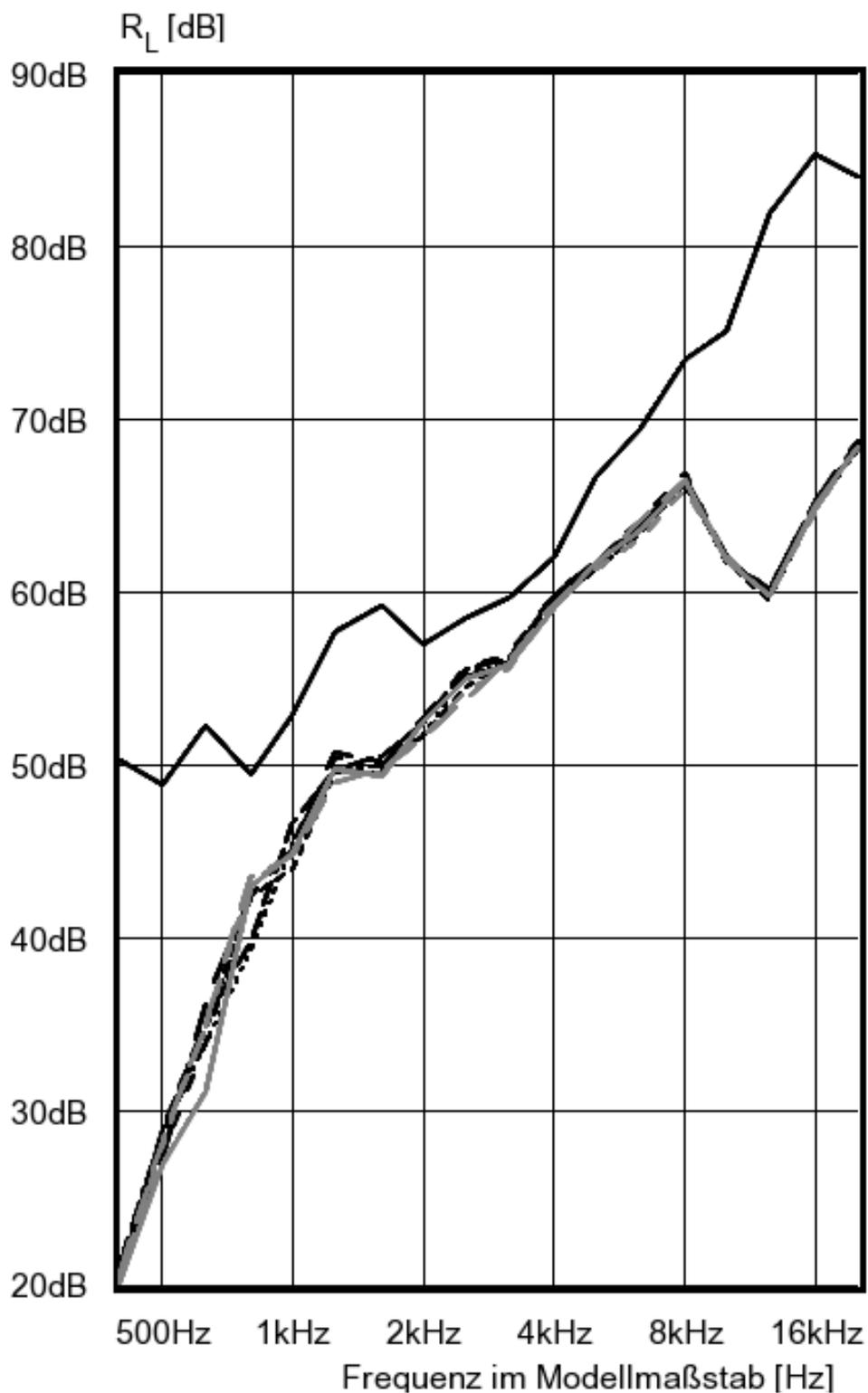


Bild 12 alle Messungen an dem **zweischaligen Prüfobjekt ohne Kontakt zwischen den Wänden**; die Maximaldämmung ist die einzelne, oben liegende Kurve

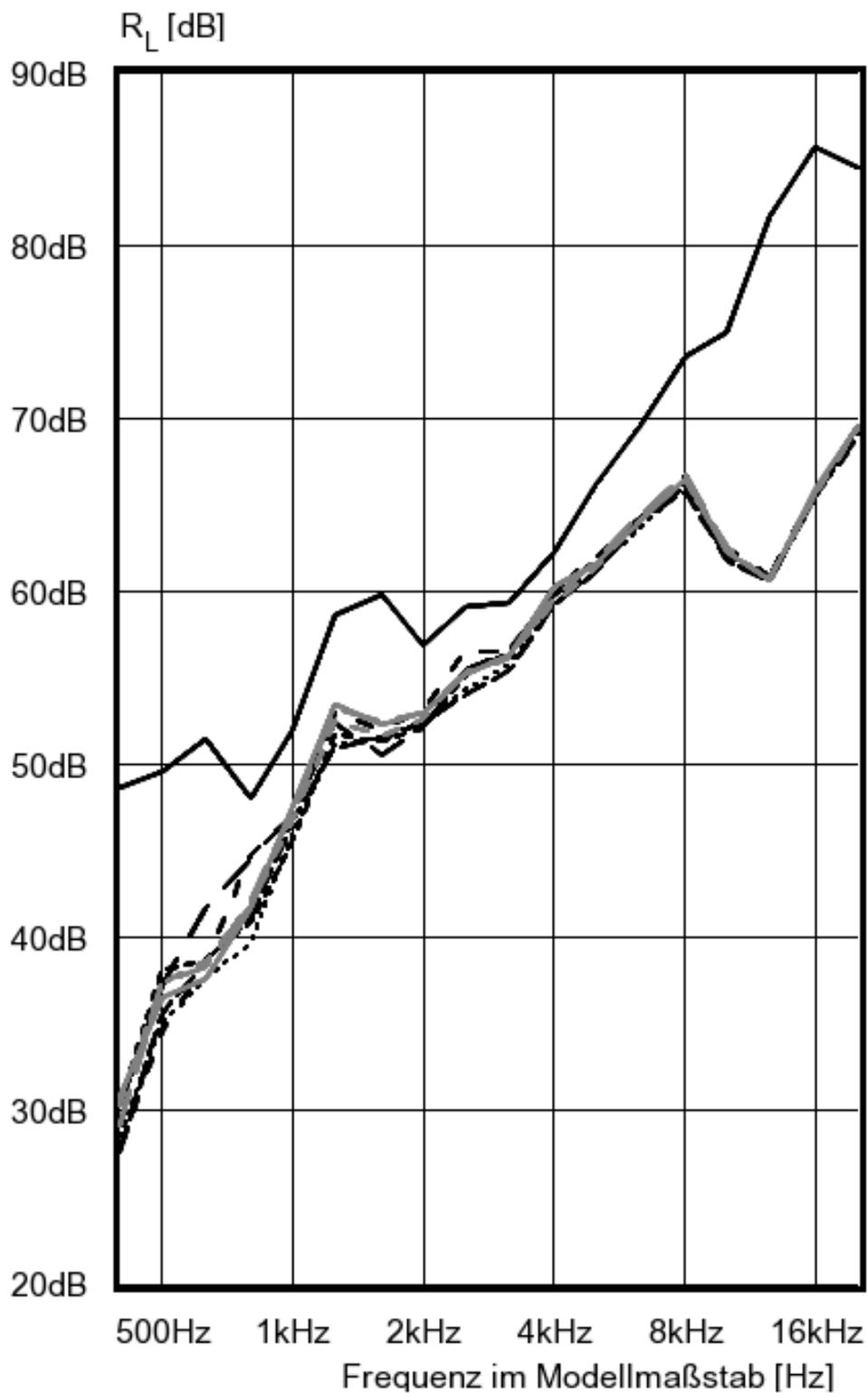


Bild 13 alle Messungen an dem **zweischaligen Prüfobjekt mit Kontakt zwischen den Wänden durch Holzständer**; die Maximaldämmung ist die einzelne, oben liegende Kurve

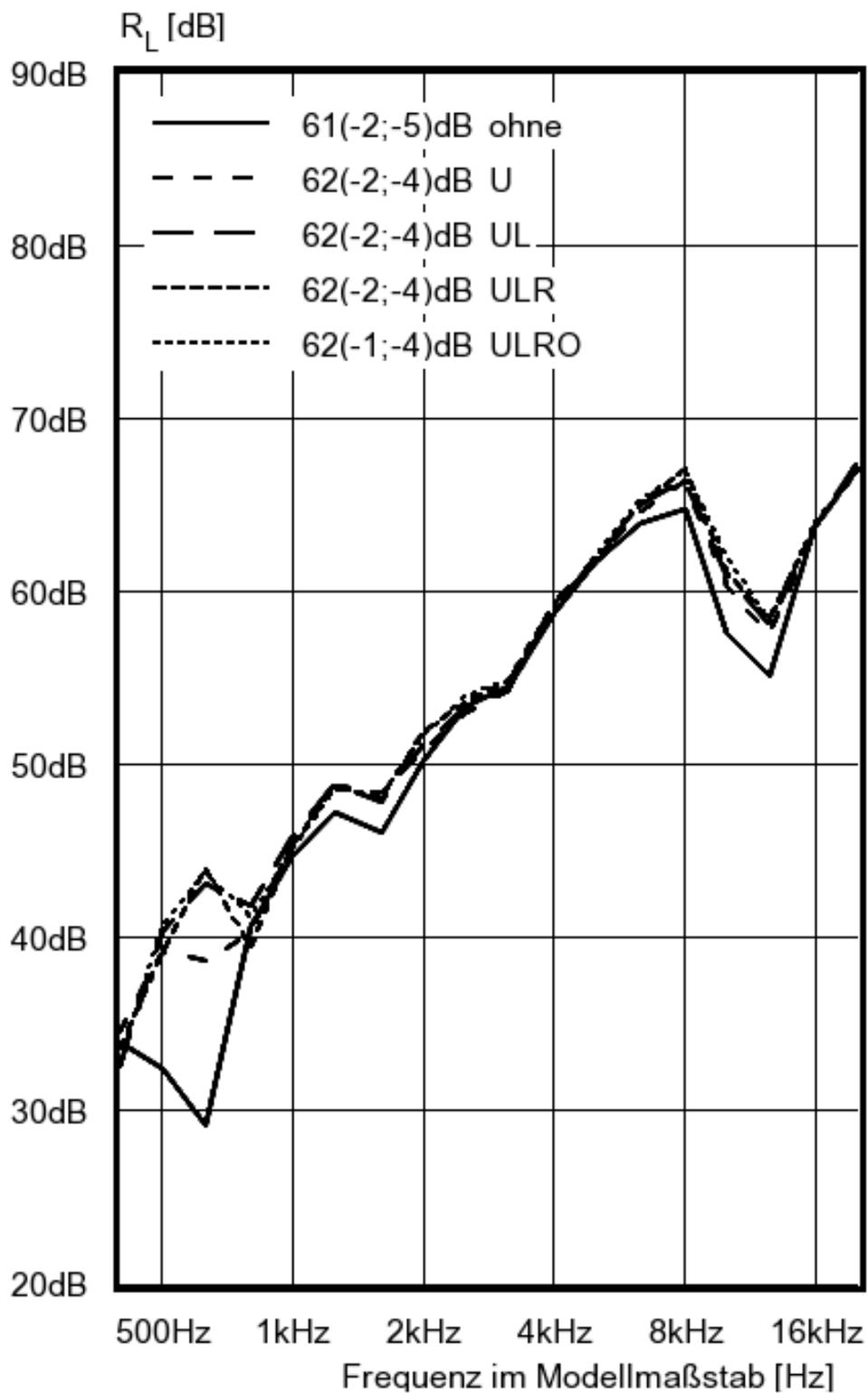


Bild 14 Messung an dem einschaligen Prüfbjekt; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 1; Variation der Menge der Rückraumbedämpfung **ohne Rückwand hinter dem Prüfbjekt**

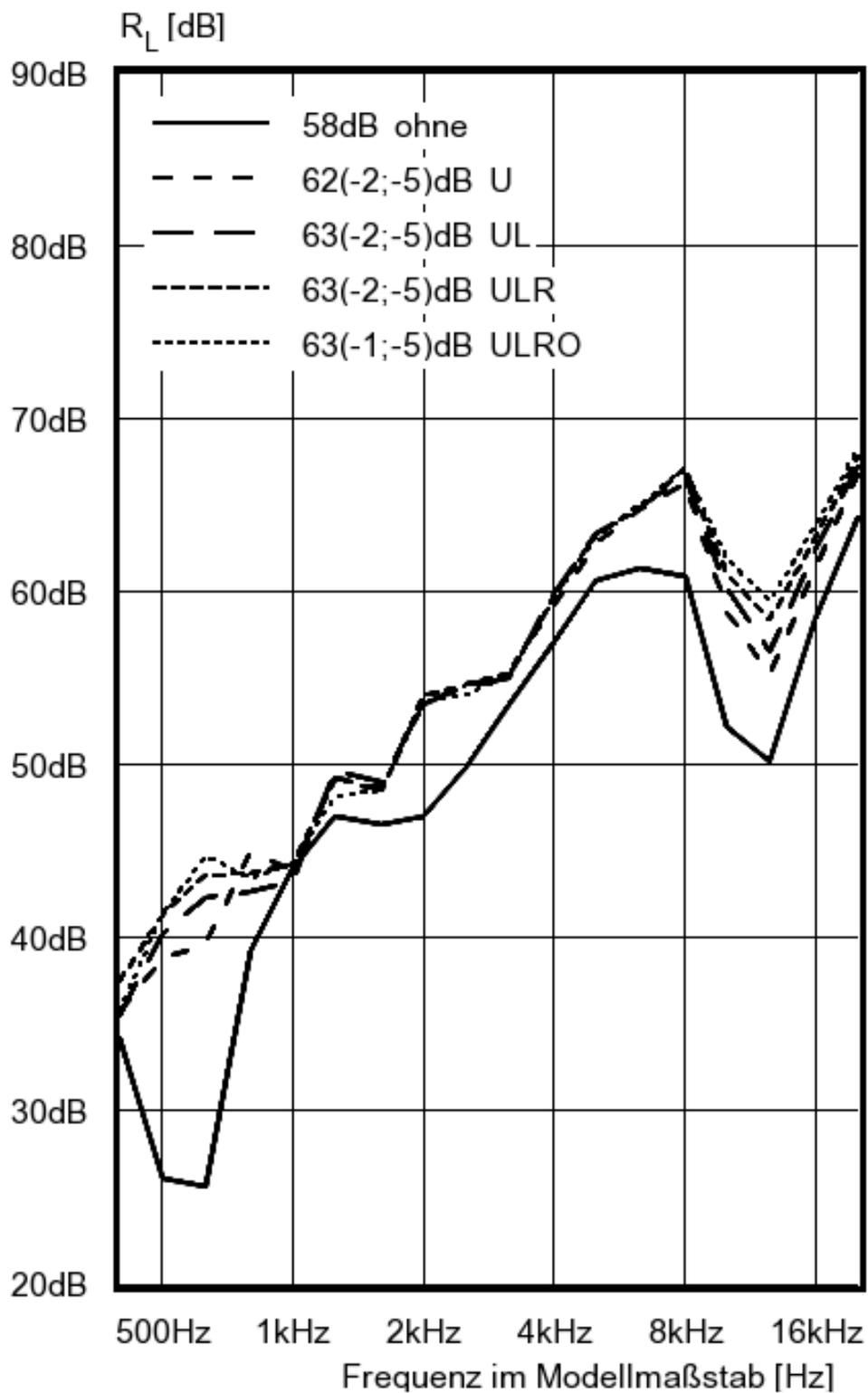


Bild 15 Messung an dem einschaligen Prüfobjekt; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 1; Variation der Menge der Rückraumbedämpfung **mit Rückwand in 10 cm Abstand vom Prüfobjekt**

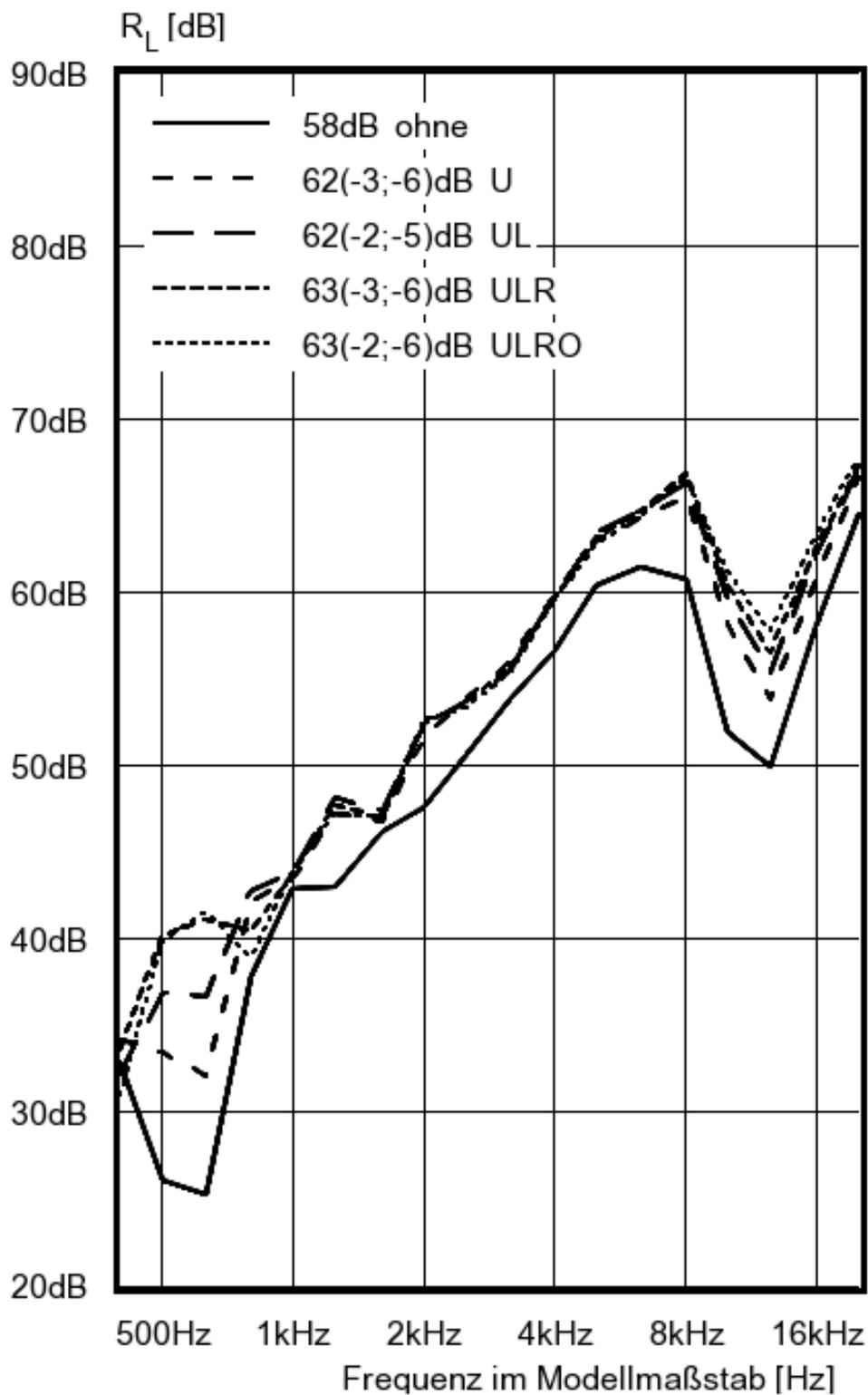


Bild 16 Messung an dem einschaligen Prüfobjekt; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 1; Variation der Menge der Rückraumbedämpfung mit Rückwand in 5 cm Abstand vom Prüfobjekt

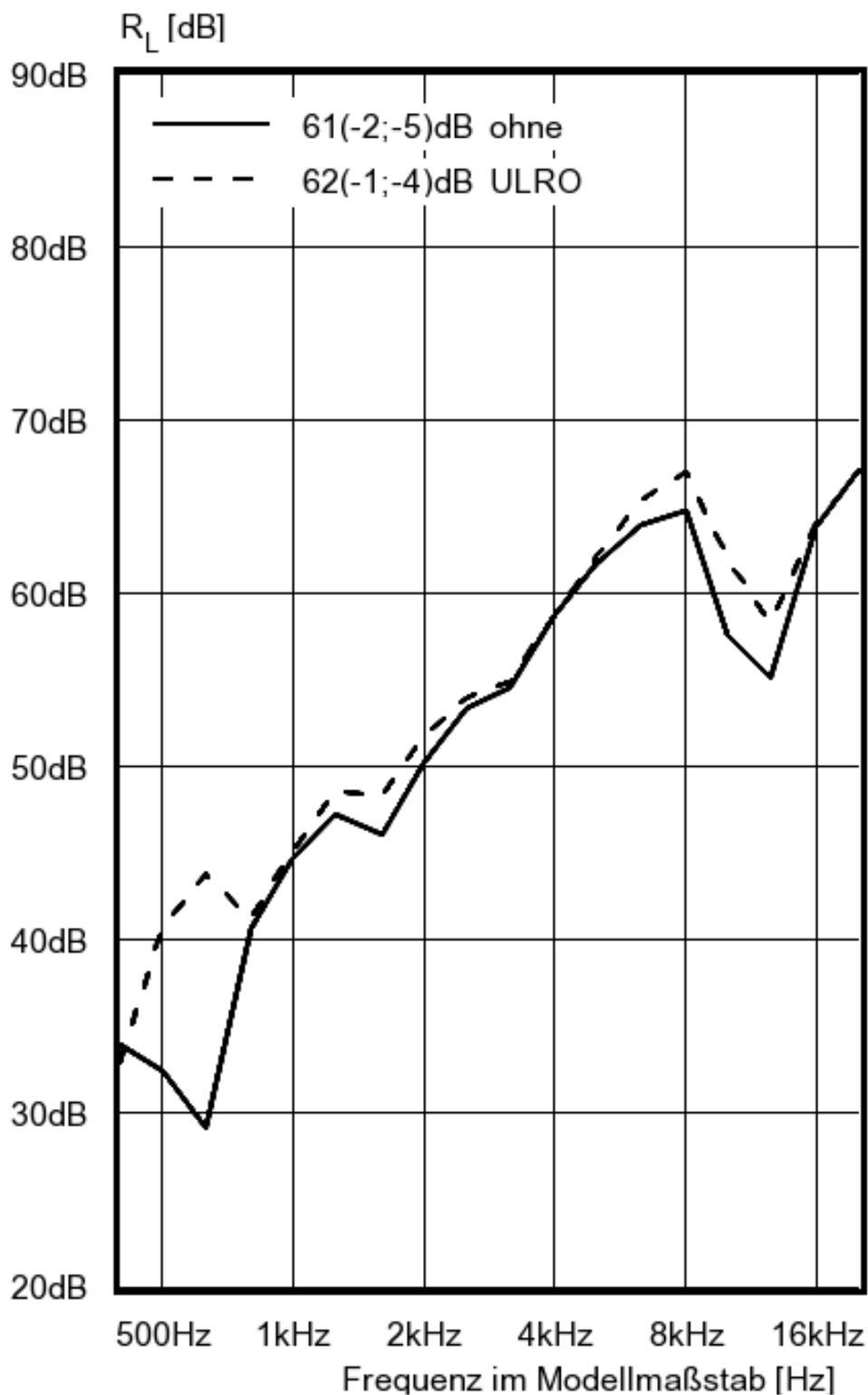


Bild 17 Messung an dem einschaligen Prüfobjekt; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 1; Variation der Rückraumbedämpfung **ohne Rückwand hinter dem Prüfobjekt**

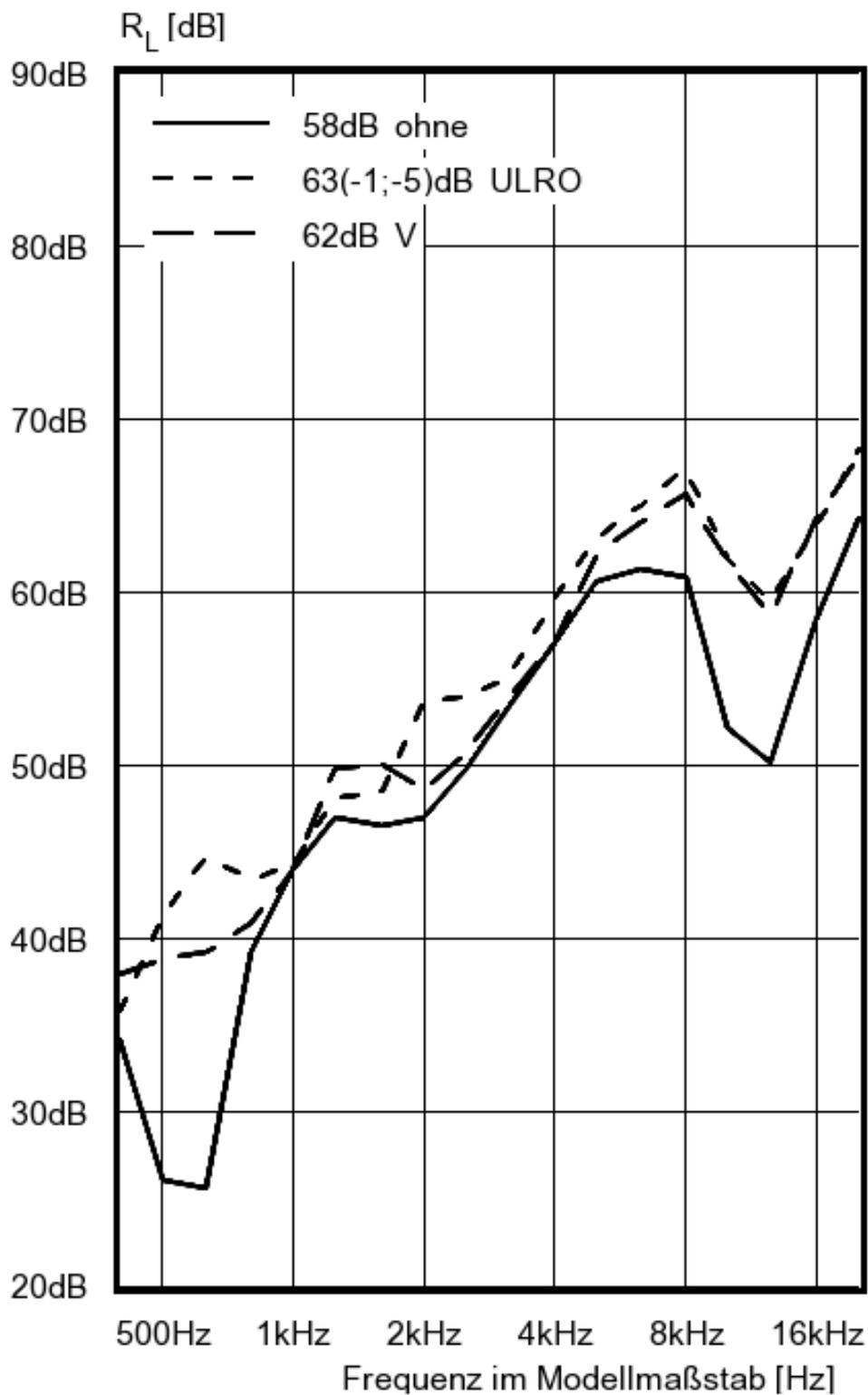


Bild 18 Messung an dem einschaligen Prüfobjekt; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 1; Variation der Rückraumbedämpfung **mit Rückwand in 10 cm Abstand vom Prüfobjekt**

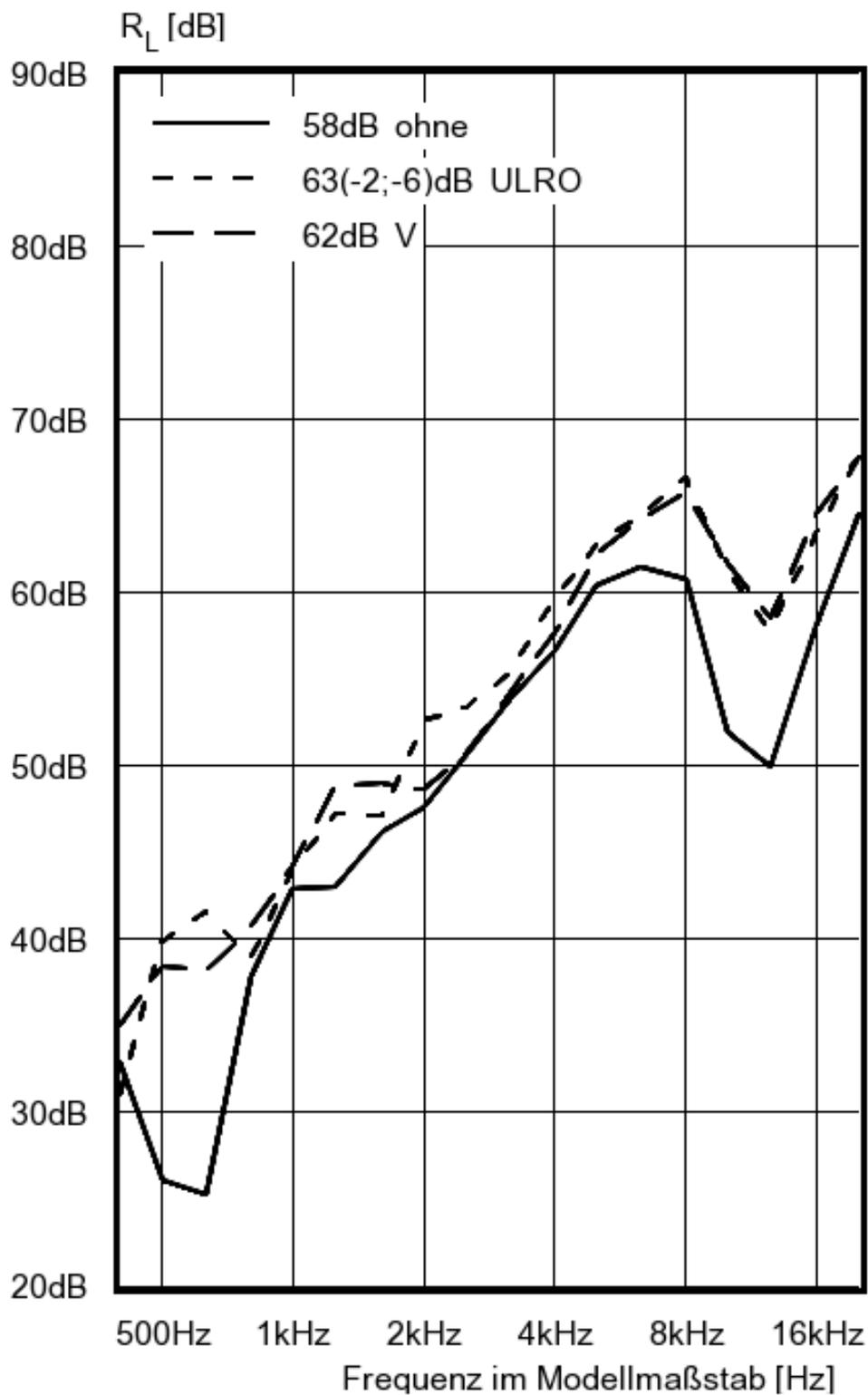


Bild 19 Messung an dem einschaligen Prüfobjekt; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 1; Variation der Rückraumbedämpfung **mit Rückwand in 5 cm Abstand vom Prüfobjekt**

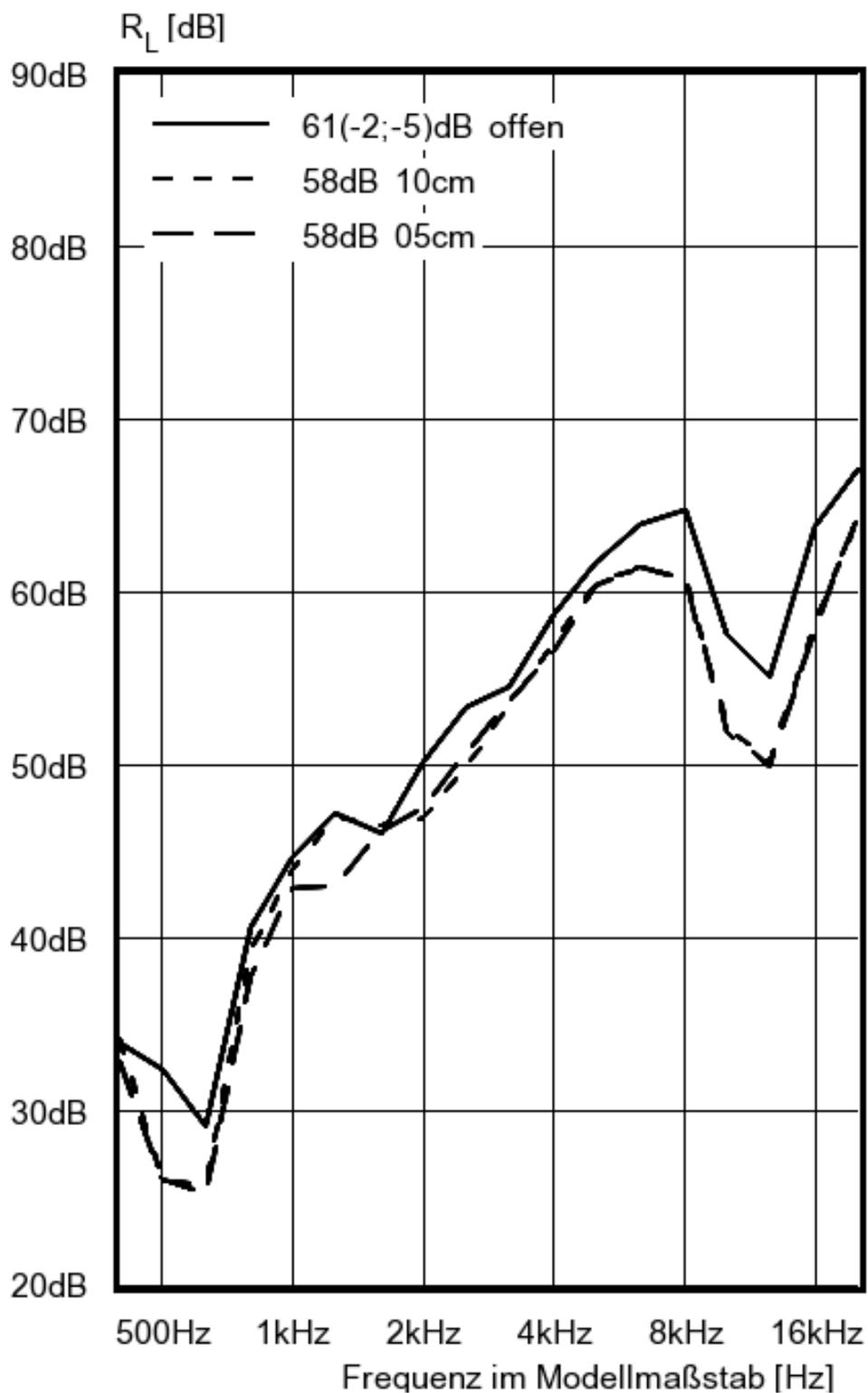


Bild 20 Messung an dem einschaligen Prüfobjekt; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 1; Variation der Rückraumtiefe **ohne Rückraumbedämpfung**

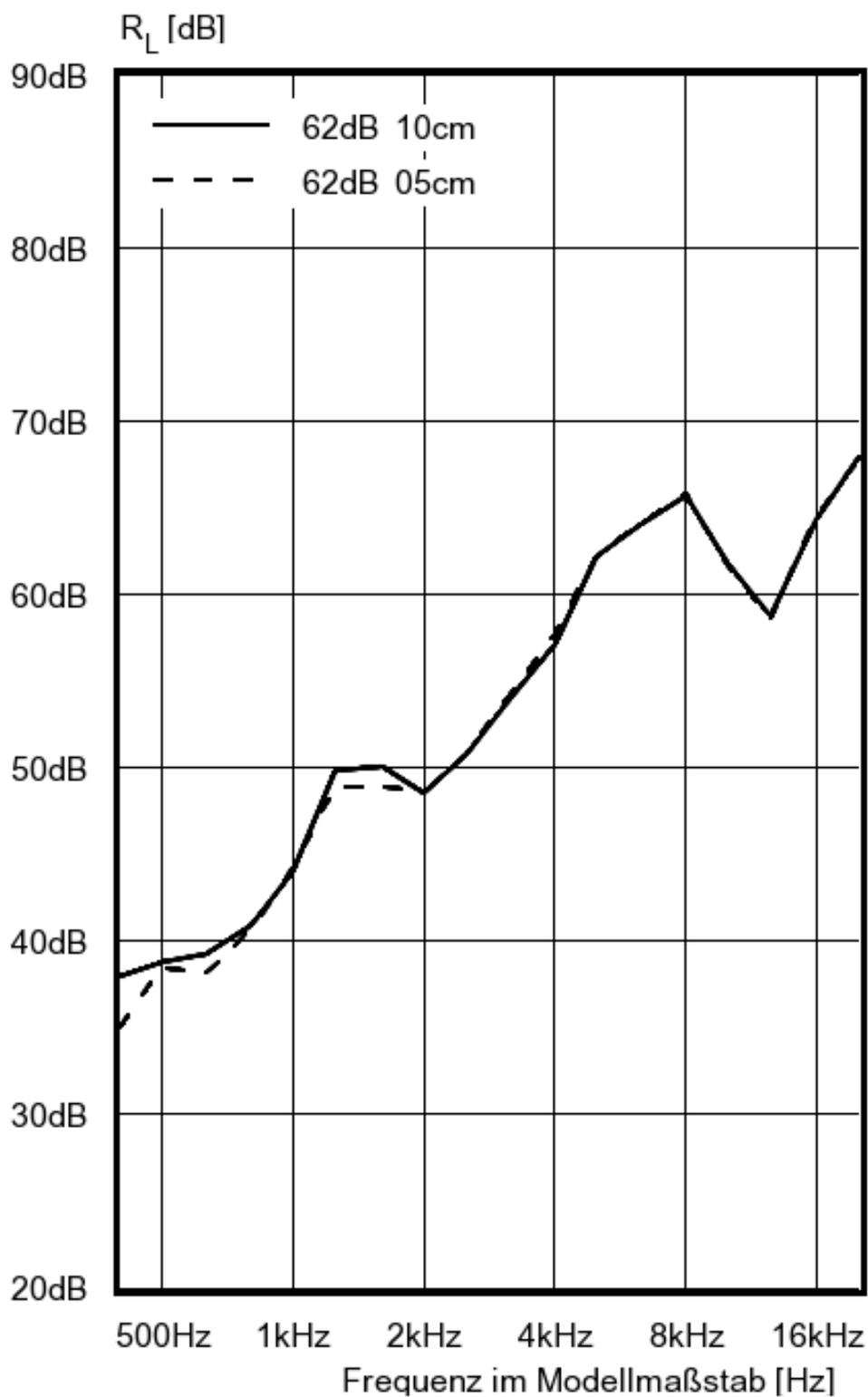


Bild 21 Messung an dem einschaligen Prüfobjekt; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 1; Variation der Rückraumtiefe **mit vollflächiger Rückraumbedämpfung vor dem Prüfobjekt**; dabei wurden 2 bis 2,5 cm der Rückraumtiefe mit Dämmmaterial ausgekleidet

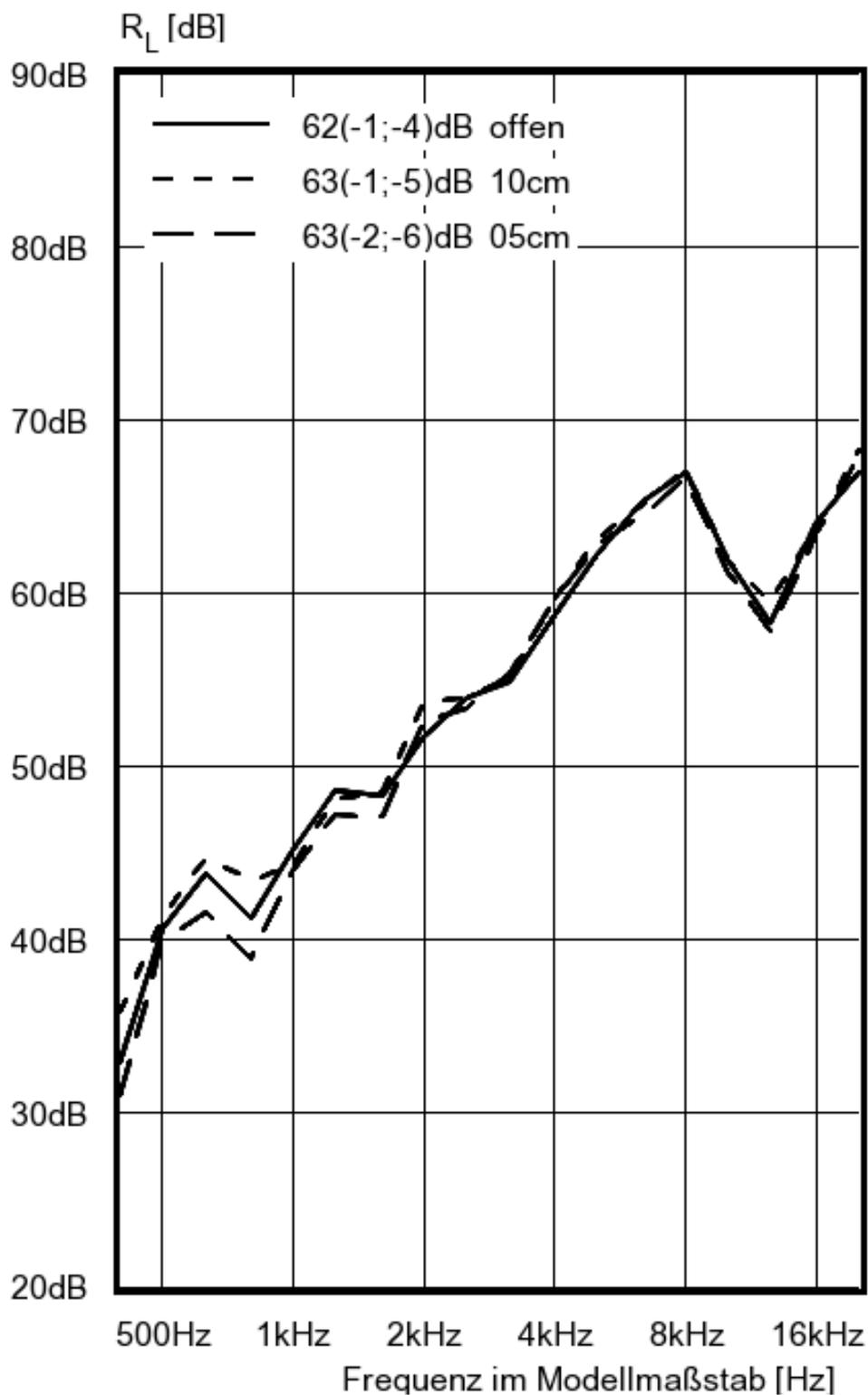


Bild 22 Messung an dem einschaligen Prüfobjekt; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 1; Variation der Rückraumtiefe mit umrandender Rückraumbedämpfung

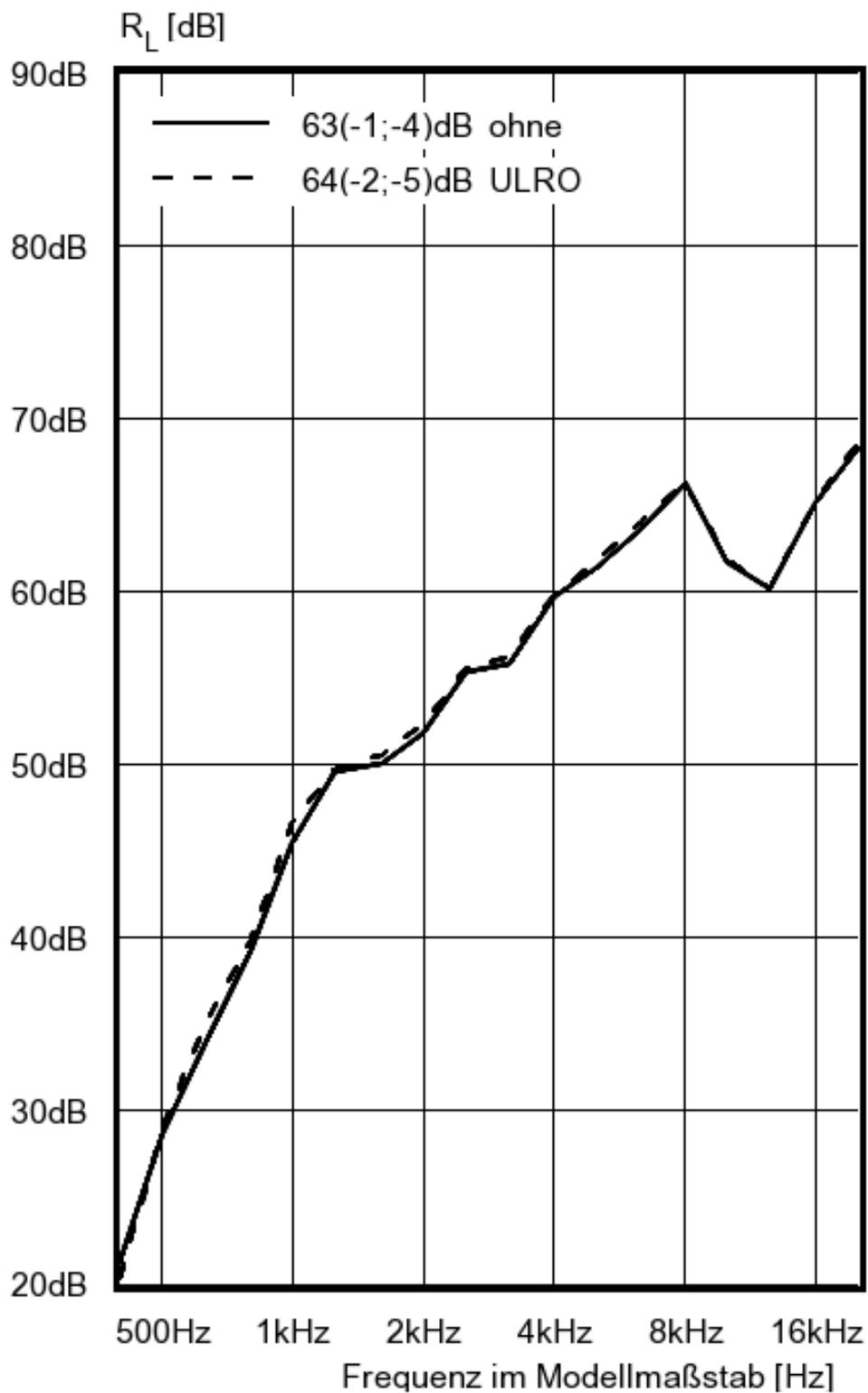


Bild 23 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt ohne Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 2; Variation der Rückraumbedämpfung **ohne Rückwand hinter dem Prüfobjekt**

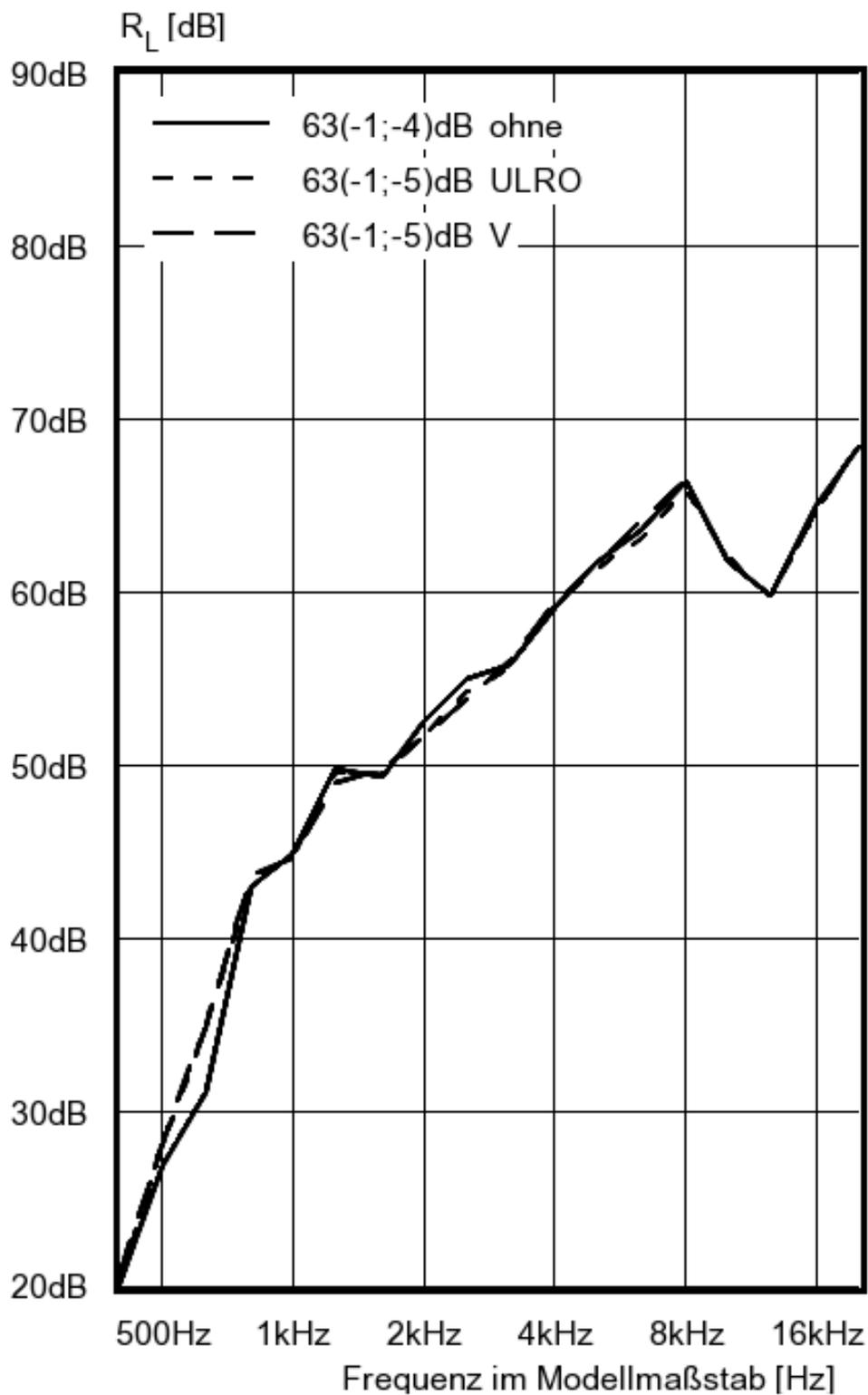


Bild 24 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt ohne Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 2; Variation der Rückraumbedämpfung **mit Rückwand in 10 cm Abstand vom Prüfobjekt**

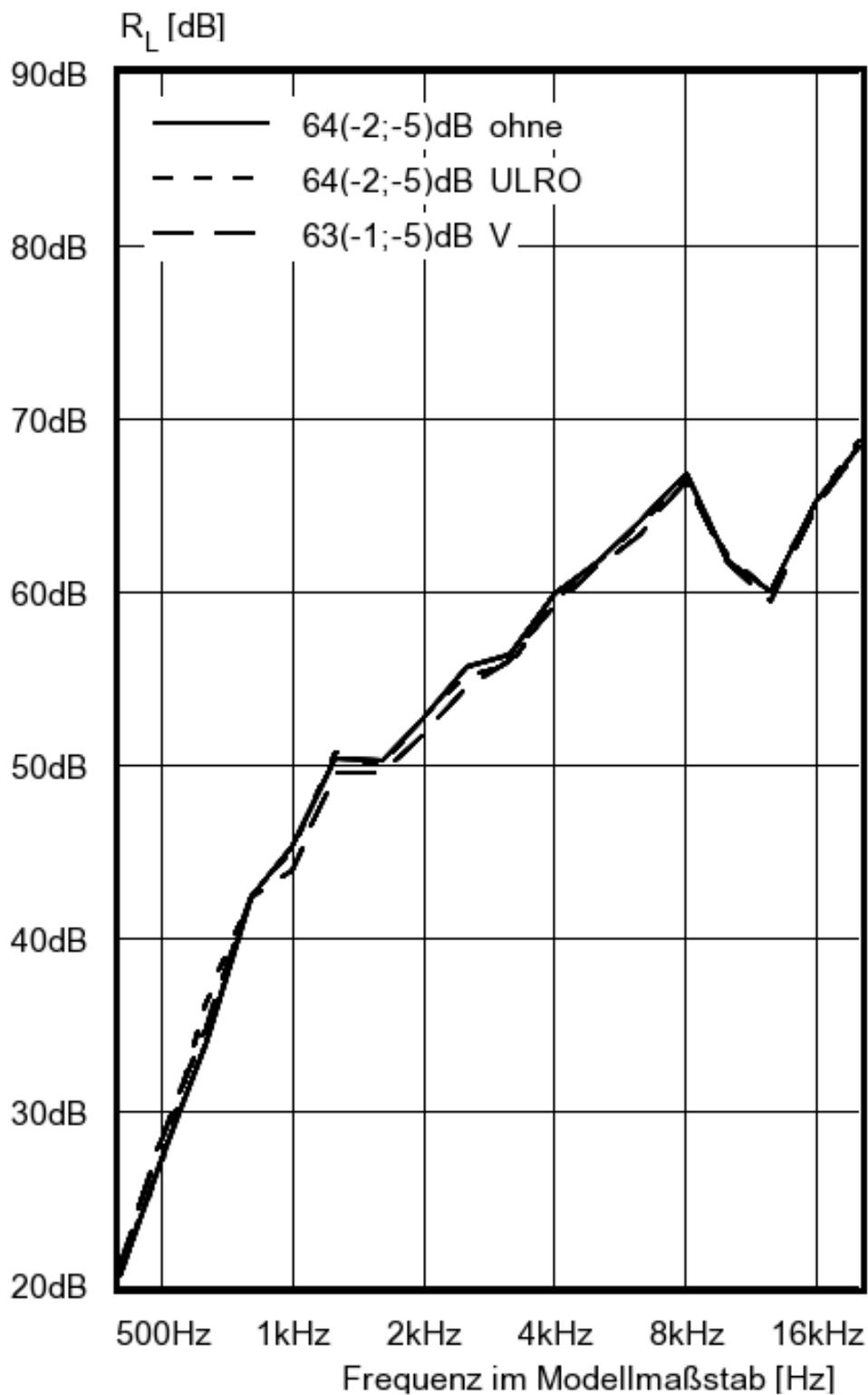


Bild 25 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt ohne Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 2; Variation der Rückraumbedämpfung **mit Rückwand in 5 cm Abstand vom Prüfobjekt**

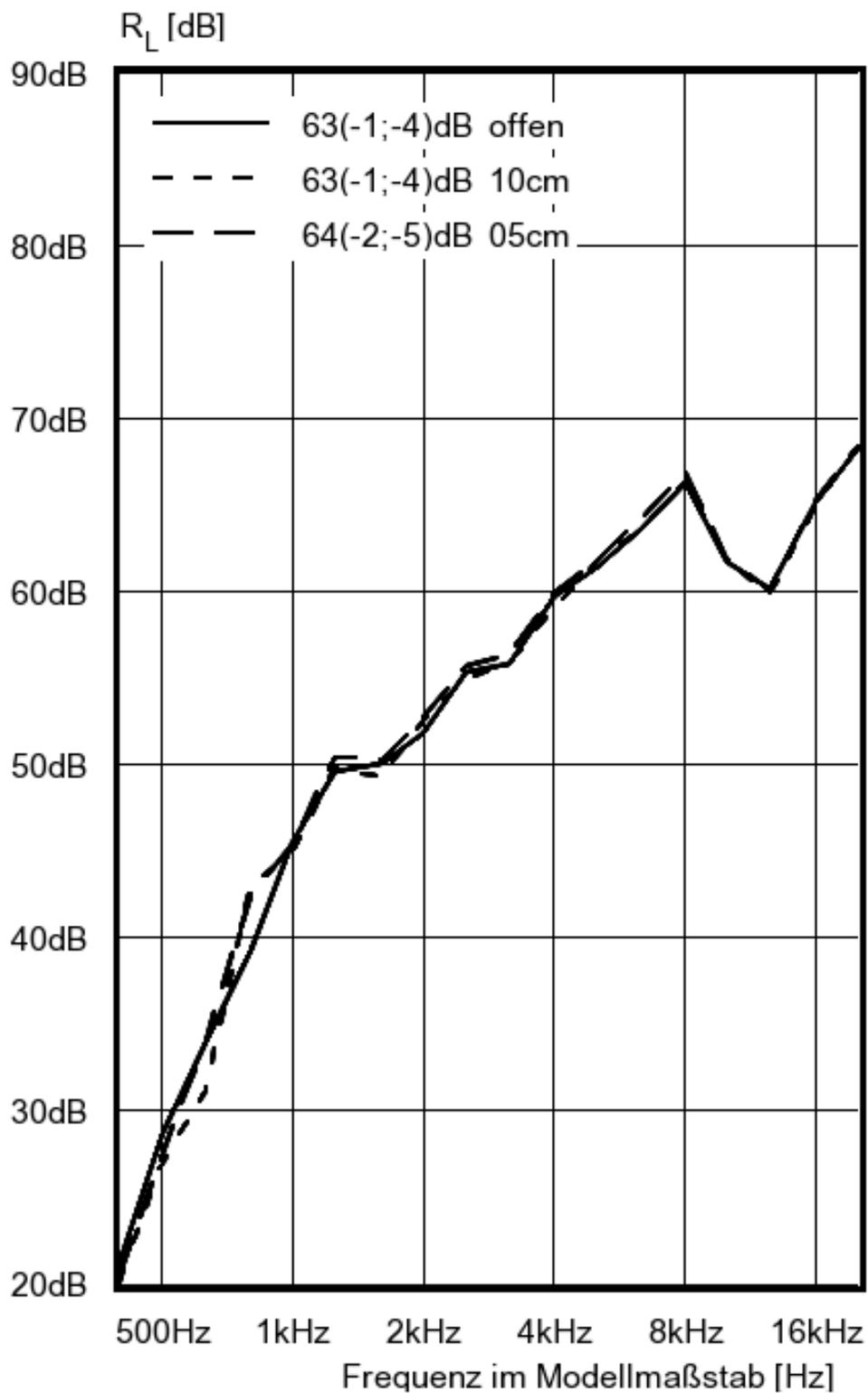


Bild 26 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt ohne Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 2; Variation der Rückraumtiefe **ohne Rückraumbedämpfung**

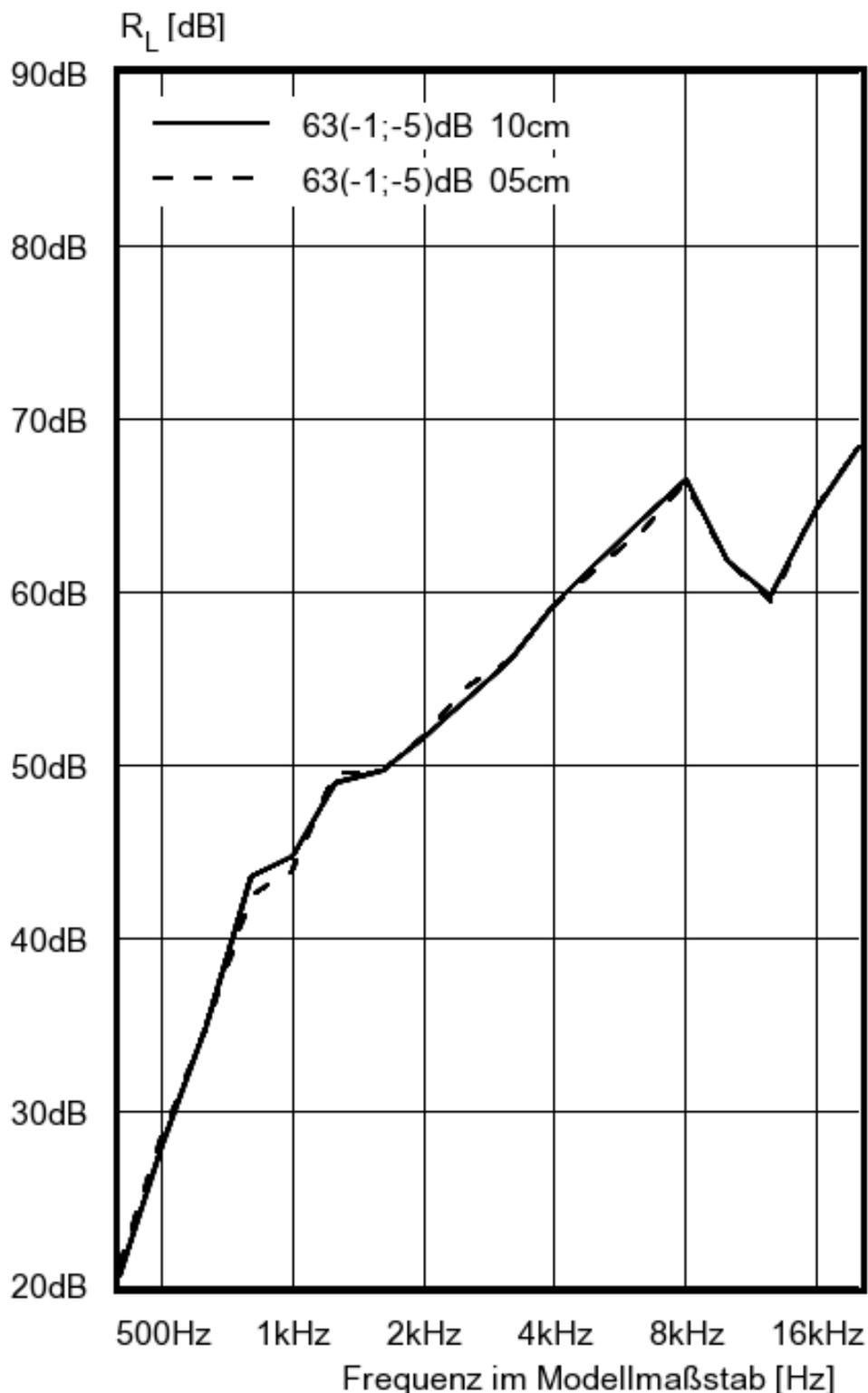


Bild 27 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt ohne Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 2; Variation der Rückraumtiefe **mit vollflächiger Rückraumbedämpfung vor dem Prüfobjekt**; dabei wurden 2 bis 2,5 cm der Rückraumtiefe mit Dämmmaterial ausgekleidet

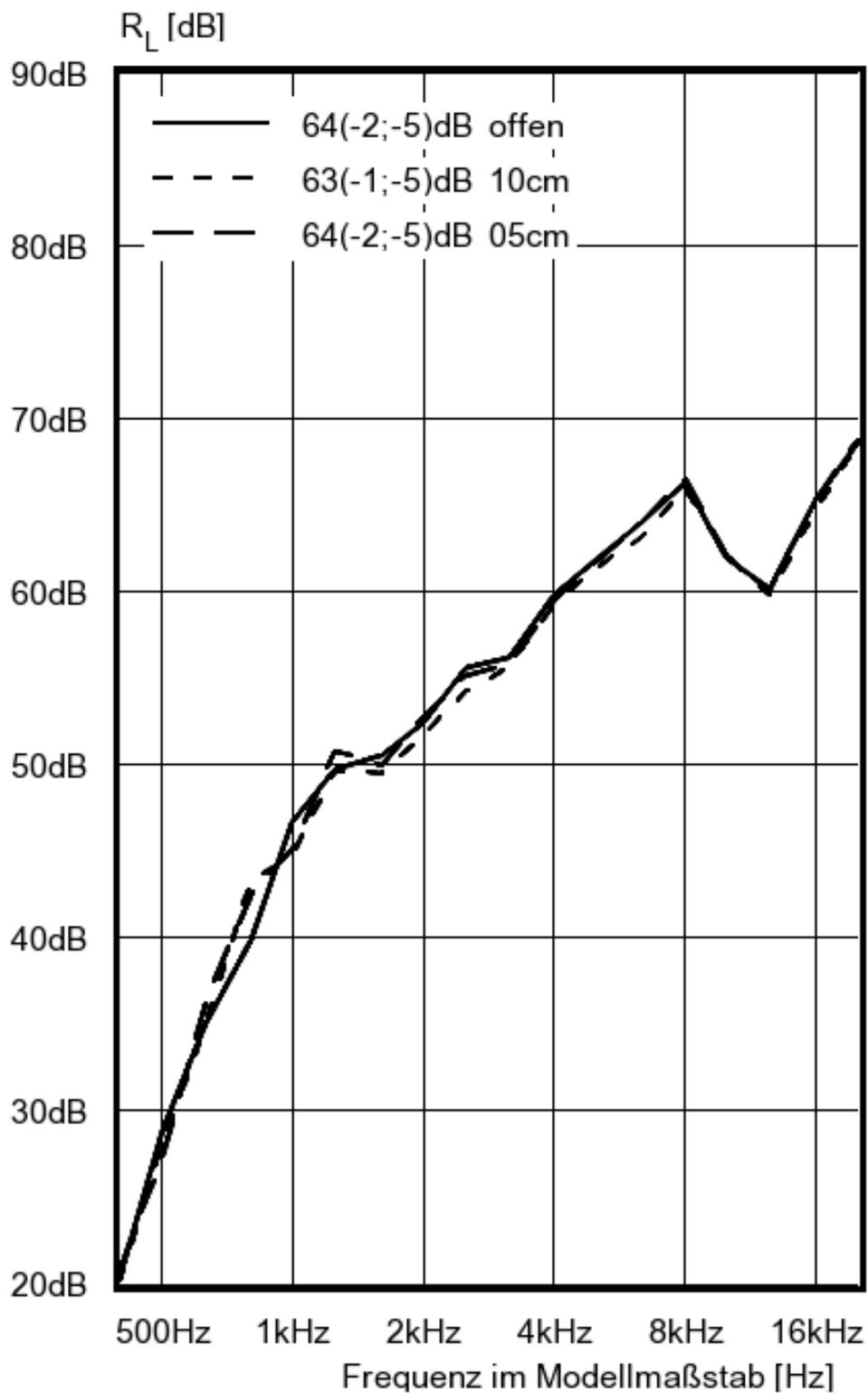


Bild 28 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt ohne Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 2; Variation der Rückraumtiefe **mit umrandender Rückraumbedämpfung**

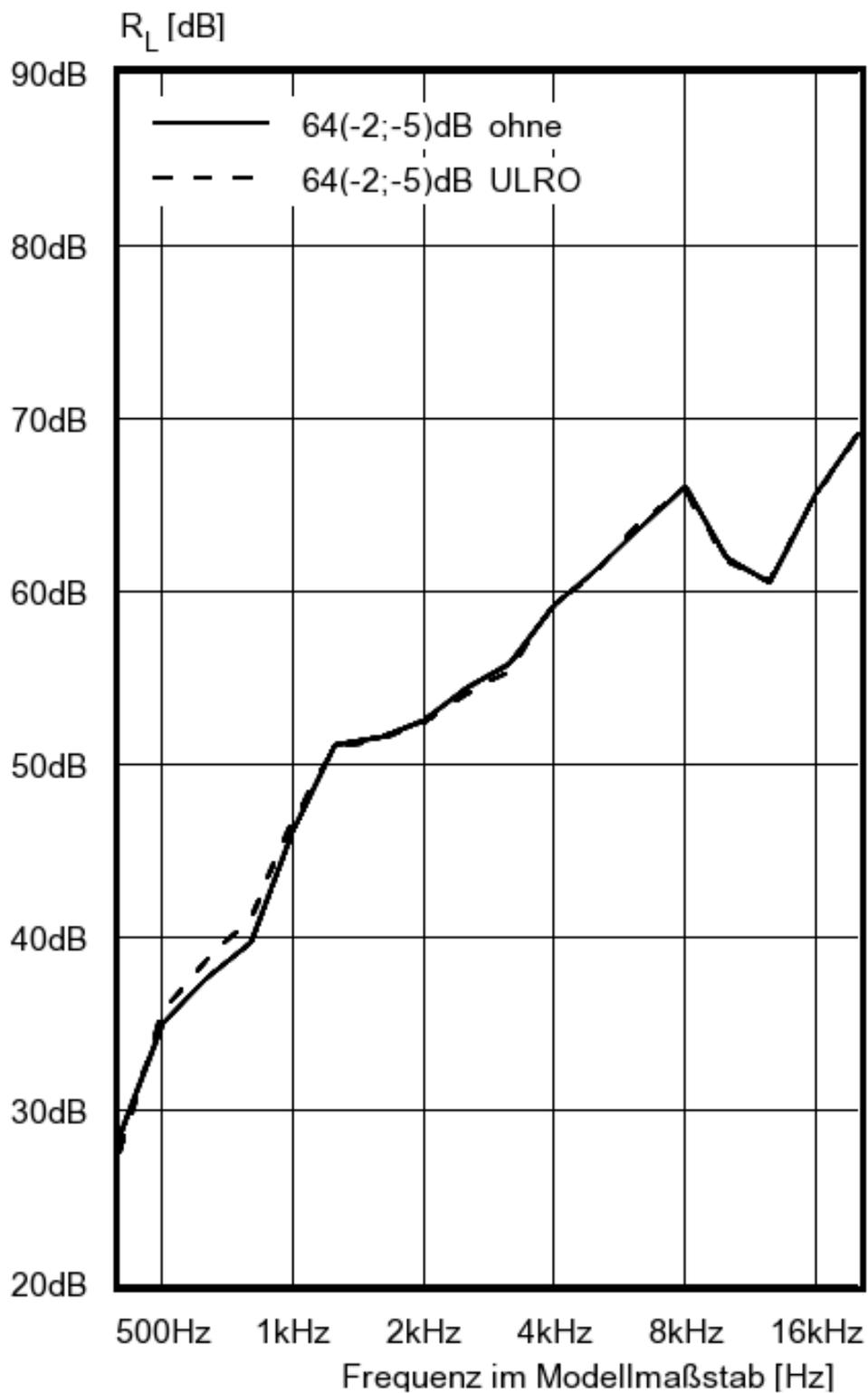


Bild 29 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt mit Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 3; Variation der Rückraumbedämpfung **ohne Rückwand hinter dem Prüfobjekt**

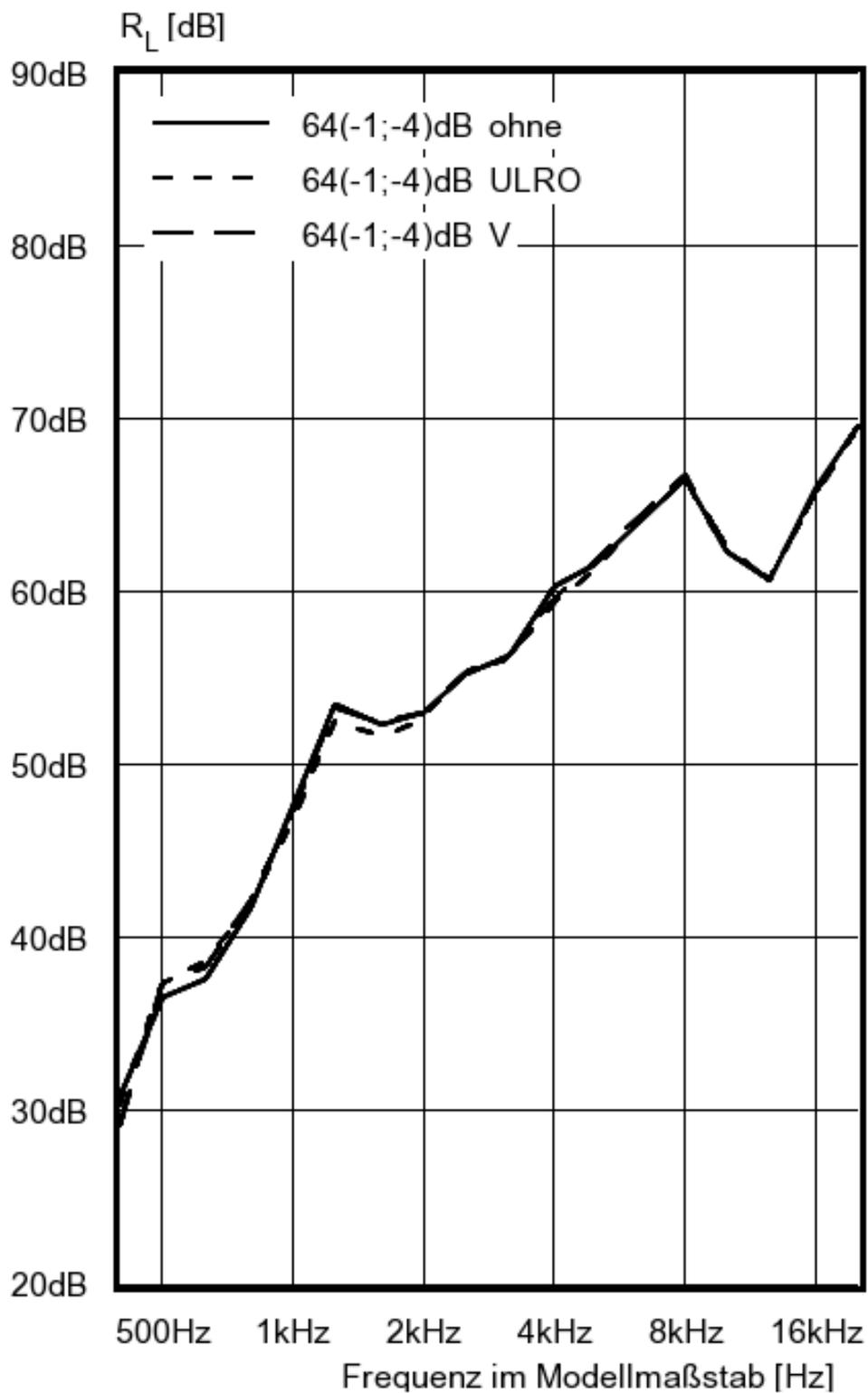


Bild 30 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt mit Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 3; Variation der Rückraumbedämpfung **mit Rückwand in 10 cm Abstand vom Prüfobjekt**

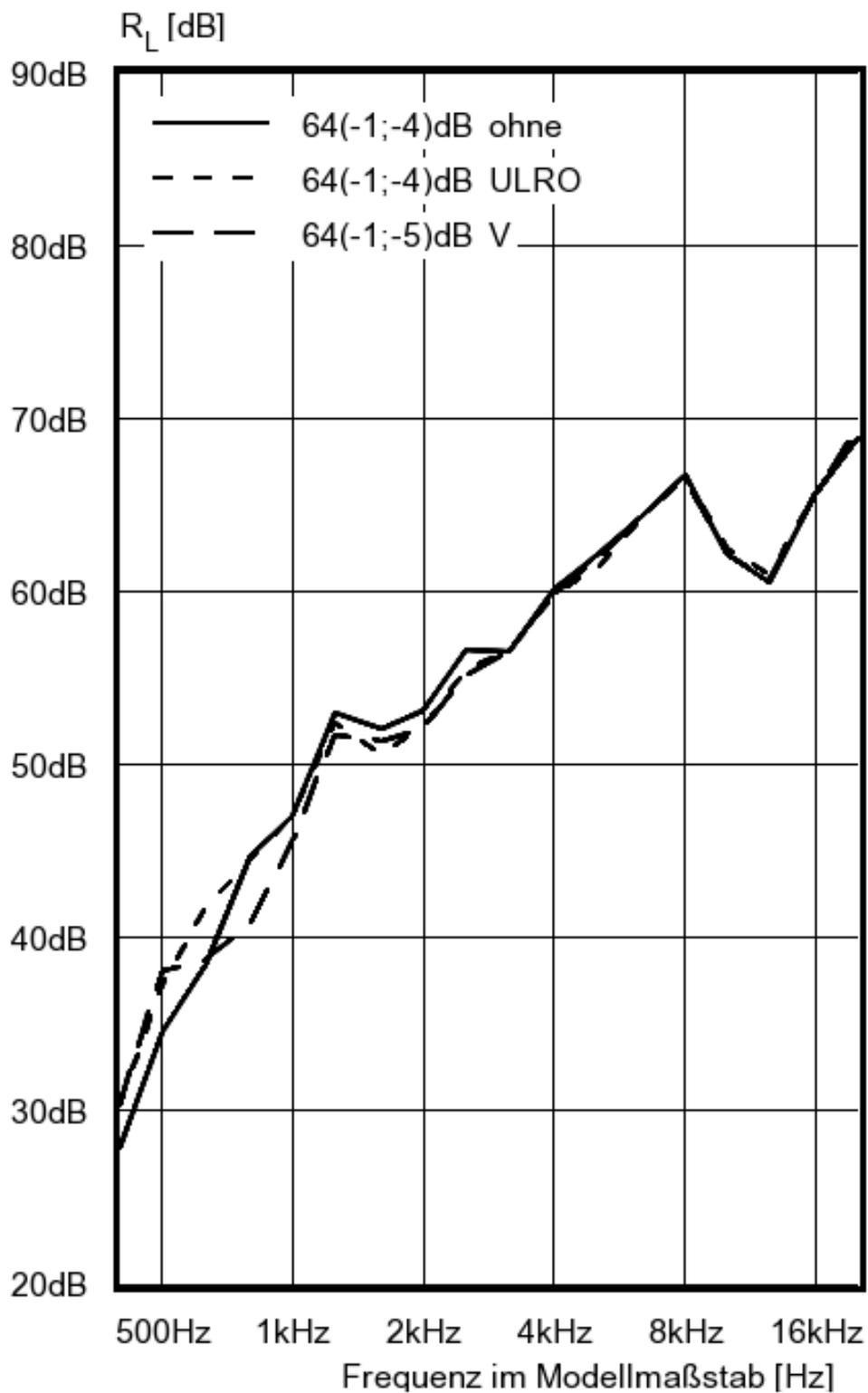


Bild 31 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt mit Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 3; Variation der Rückraumbedämpfung **mit Rückwand in 5 cm Abstand vom Prüfobjekt**

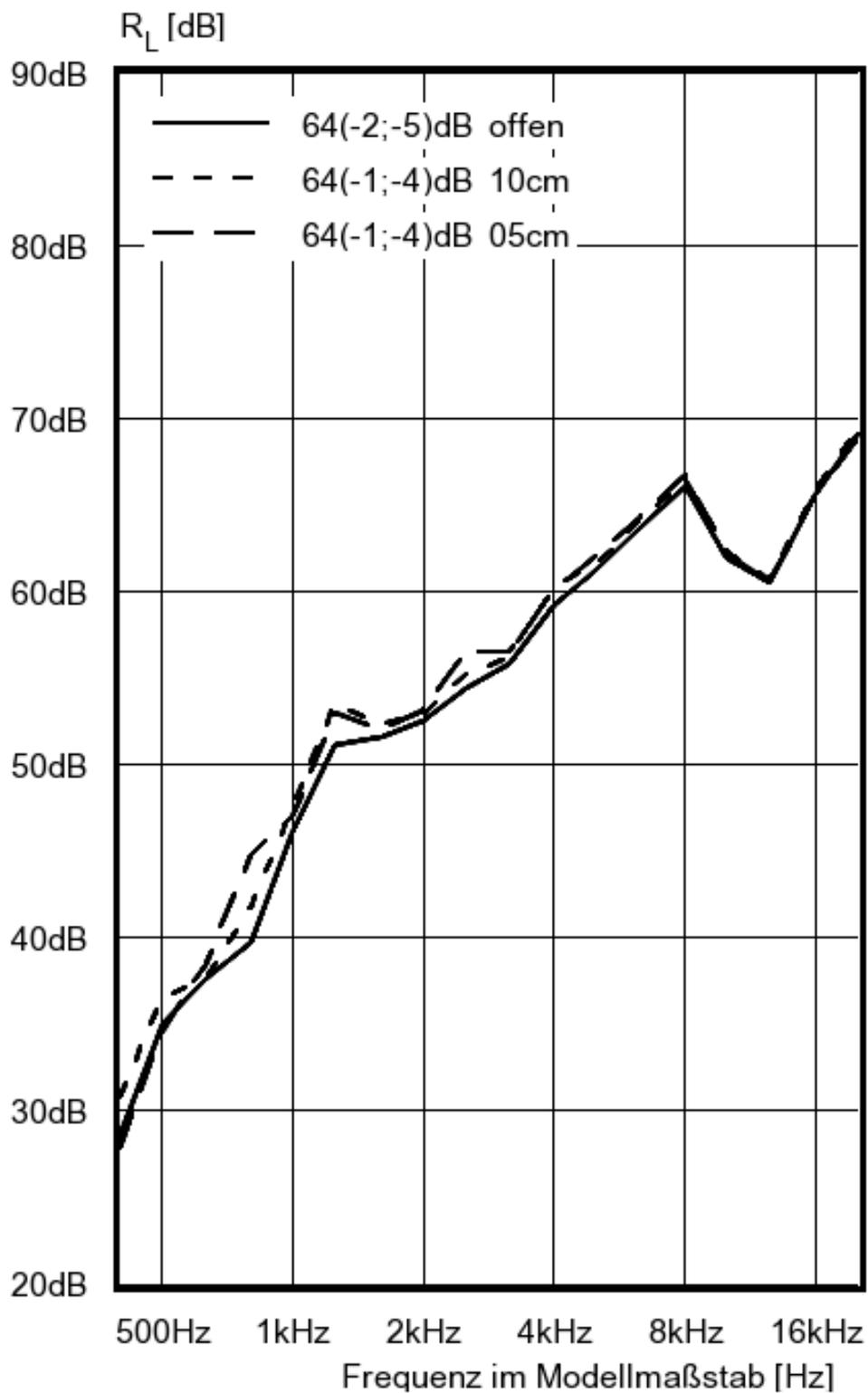


Bild 32 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt mit Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 3; Variation der Rückraumtiefe **ohne Rückraumbdämpfung**

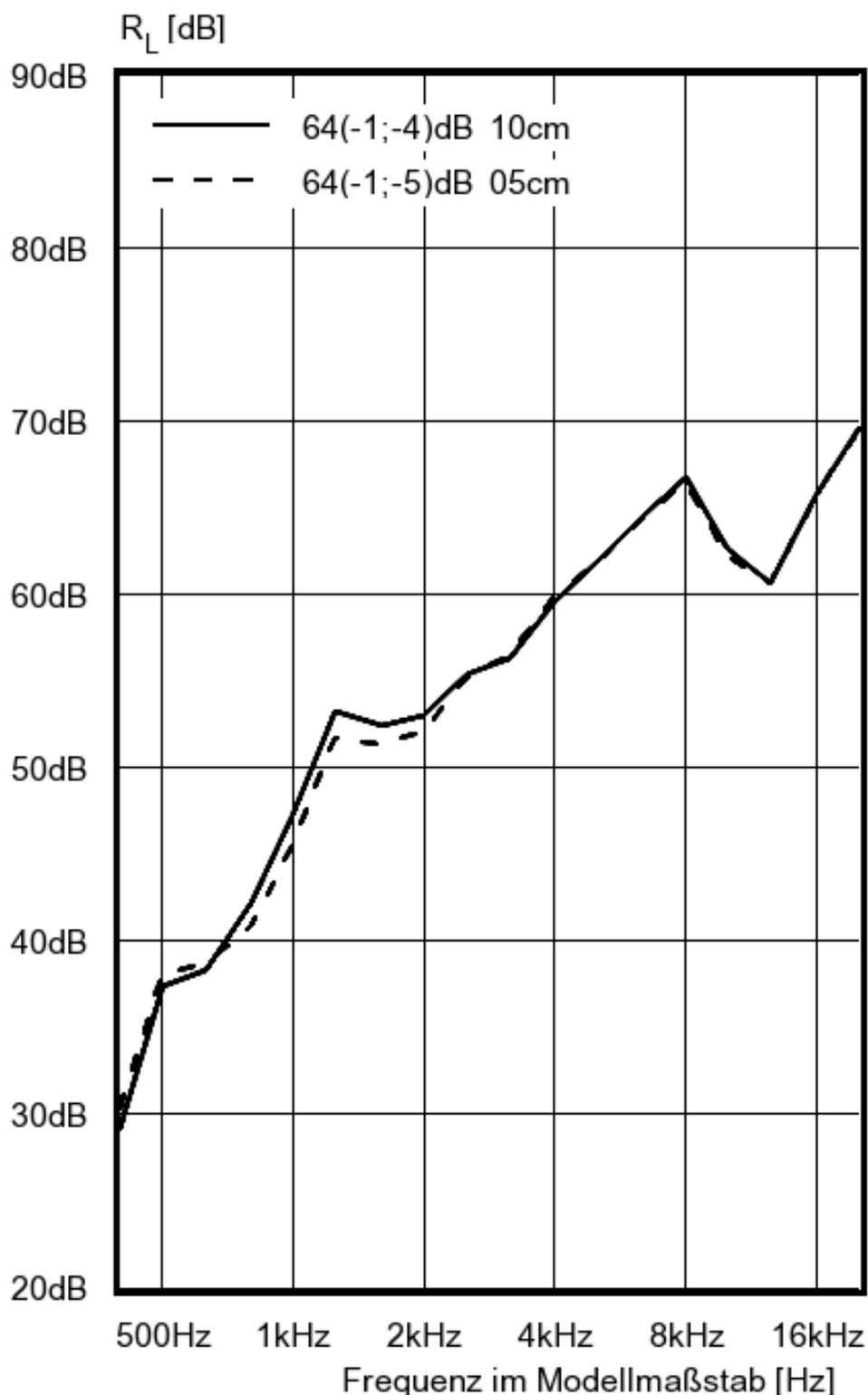


Bild 33 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt mit Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 3; Variation der Rückraumtiefe **mit vollflächiger Rückraumbedämpfung vor dem Prüfobjekt**; dabei wurden 2 bis 2,5 cm der Rückraumtiefe mit Dämmmaterial ausgekleidet

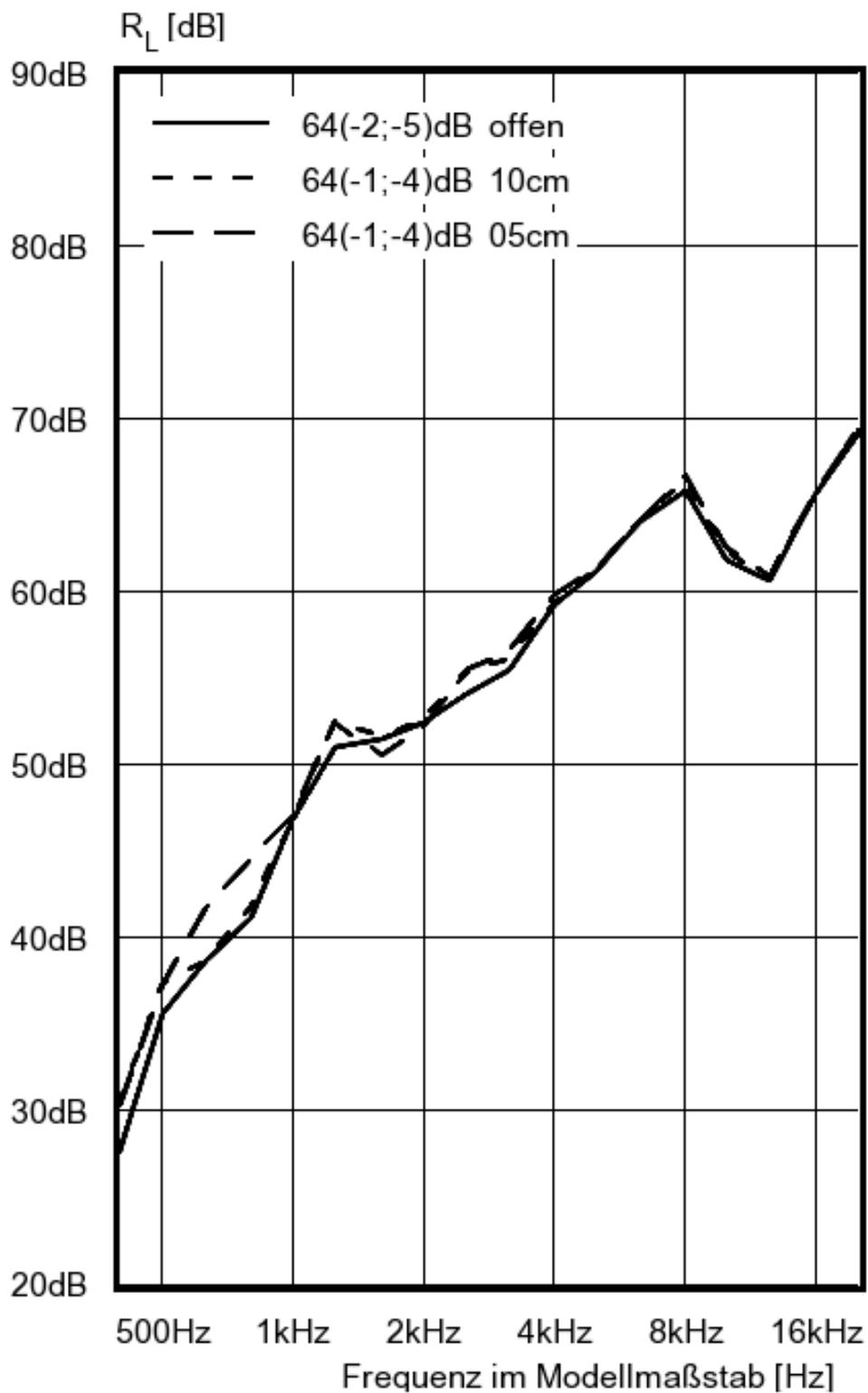


Bild 34 Messung an dem zweischaligen Prüfobjekt mit Kontakt zwischen den Wänden; Kurvenbezeichnungen gemäß Tabelle 3; Variation der Rückraumtiefe **mit umrandender Rückraumbedämpfung**

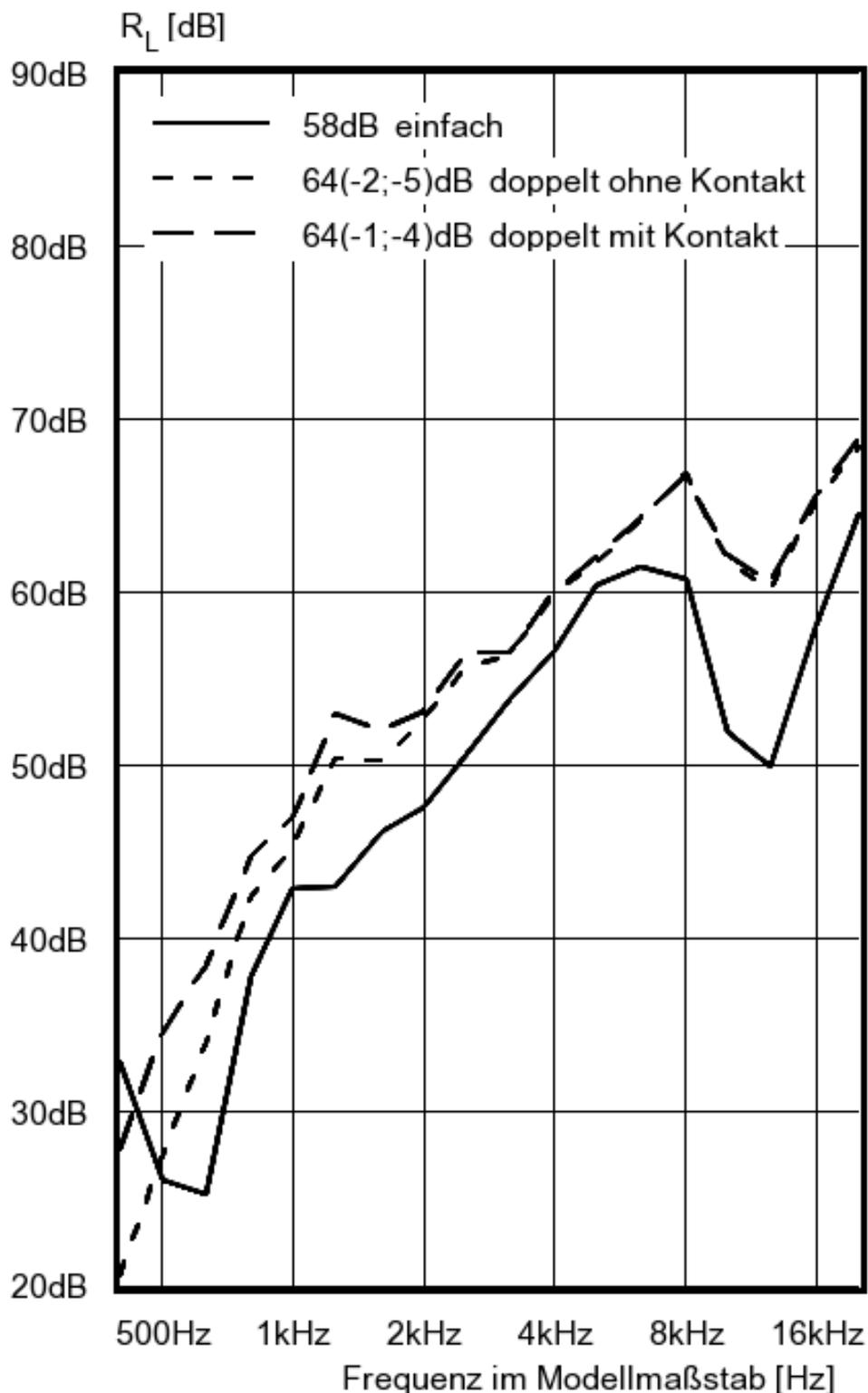


Bild 35 Messung für 5 cm Rückraumtiefe und **ohne Rückraumbedämpfung**; Variation der Wandkonstruktion

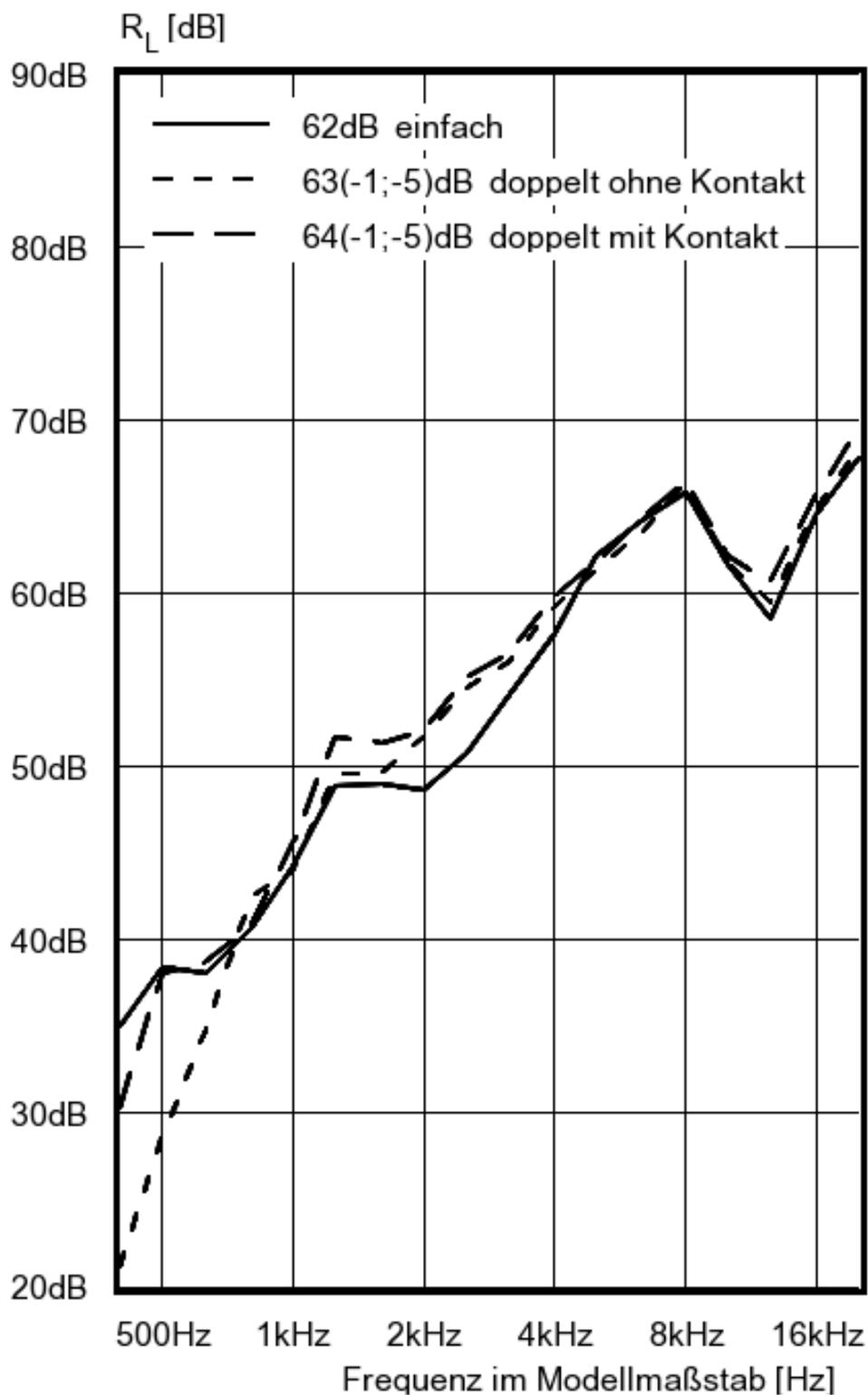


Bild 36 Messung für 5 cm Rückraumtiefe und **mit vollflächiger Rückraumbedämpfung**; dabei wurden 2 bis 2,5 cm der Rückraumtiefe mit Dämmmaterial ausgekleidet; Variation der Wandkonstruktion

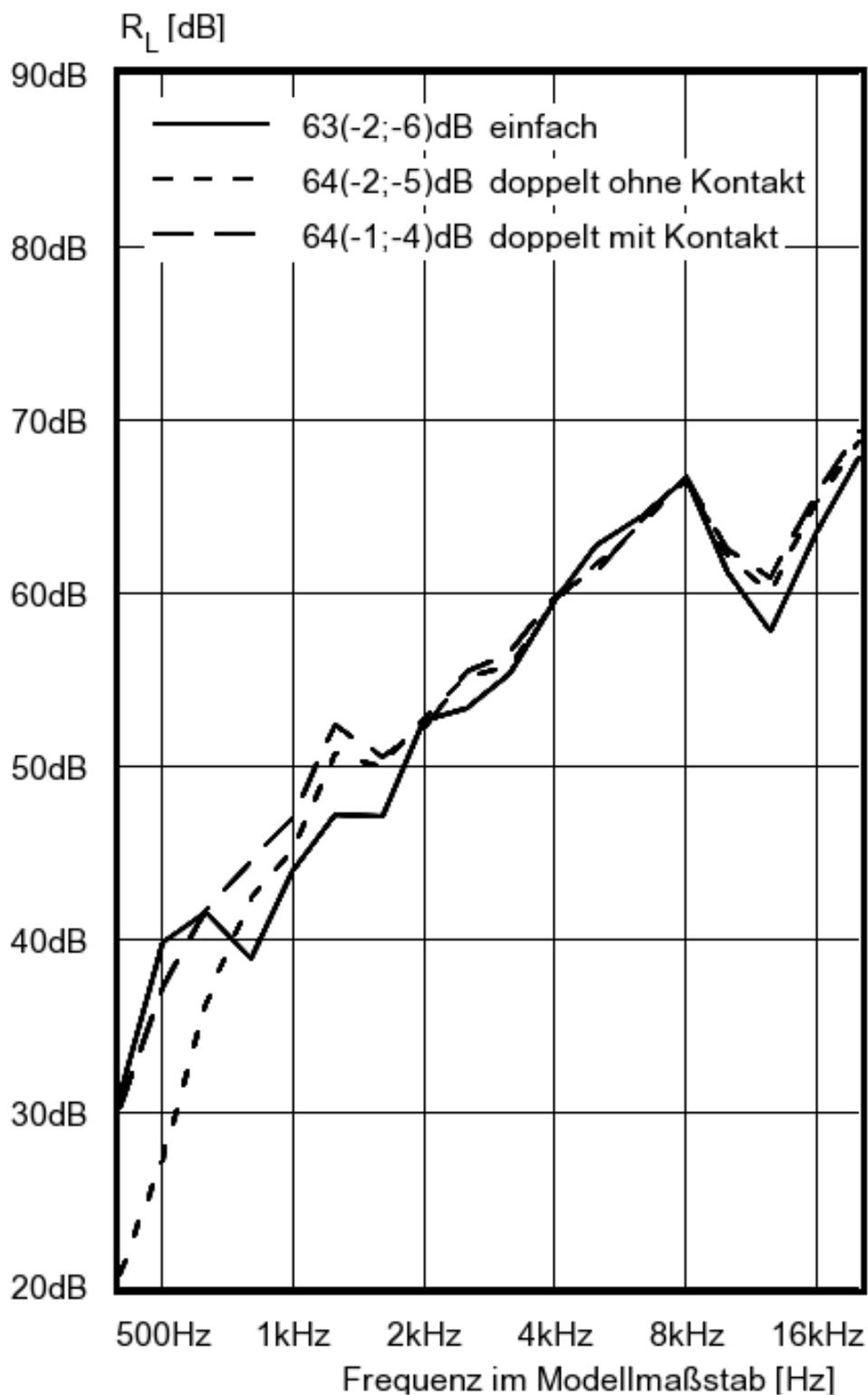


Bild 37 Messung für 5 cm Rückraumtiefe und **mit umrandender Rückraumbedämpfung**; Variation der Wandkonstruktion

Literatur

- [1] ISO 140-1:1997 + AM 1:2004: "Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Requirements for laboratory test facilities with suppressed flanking transmission"
- [2] ISO 140-2:1991: "Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 2: Determination, verification and application of precision data"
- [3] ISO 140-3:1995 + AM 1:2004: "Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 3: Laboratory measurement of airborne sound insulation of building elements"
- [4] ISO 140-9:1985: "Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 9: Laboratory measurements of room-to-room airborne sound insulation of a suspended ceiling with a plenum above it"
- [5] DIN EN ISO 140-16:2006 "Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 16: Messung der Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch zusätzliche Vorsatzschalen im Prüfstand"
- [6] DIN EN ISO 354:2003 "Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen"
- [7] DIN EN ISO 717-1:1996 + A1:2006 "Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung"
- [8] DIN EN ISO 10848-1:2006 "Akustik – Messung der Flankenübertragung von Luftschall und Trittschall zwischen benachbarten Räumen in Prüfständen – Teil 1: Rahmendokument"
- [9] DIN 52210-7: 1984 (Vornorm) "Bauakustische Prüfungen: Luft- und Trittschalldämmung – Bestimmung des Schall-Längsdämm-Maßes"
- [10] DIN EN ISO 10534-2:2001 "Akustik – Bestimmung des Schallabsorptionsgrades und der Impedanz in Impedanzrohren – Teil 2: Verfahren mit Übertragungsfunktion"
- [11] M. Schmelzer "Untersuchung der Verwendbarkeit normaler Wand- und Deckenprüfstände für die Bestimmung der Flankenübertragung von Wand- und Deckenkombinationen entsprechend den neuen europäischen Schallschutznormen", PTB-Bericht, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart, 2005, <http://www.irbdirekt.de>
- [12] M. Schmelzer, C. Bethke "Investigation into the influence of cavity damping on the sound reduction in the case of suspended ceilings", PTB-Bericht, Braunschweig, 2006
- [13] M. Schmelzer, W. Scholl "Längsdämmungsmessung in normalen Schalldämm-Prüfständen", Bauphysik, Nr. 28 (2006), Vol 4, pp. 253-256
- [14] H. Jachmann "Entwurf und Erprobung eines Modell-Hallraums im Maßstab 1:10", Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), Diplomarbeit, 2006

- [15] M. Schmelzer, C. Bethke "Zum Einfluss der Hohlraumbedämpfung auf die Schalldämmung bei abgehängten Unterdecken", Fortschritte der Akustik, DAGA 2007, Stuttgart, 2007
- [16] V. Wittstock, H. Jachmann "Aufbau und Erprobung eines Modellhallraums", Fortschritte der Akustik, DAGA 2007, Stuttgart, 2007

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig und Berlin ist das natur- und ingenieurwissenschaftliche Staatsinstitut und die technische Oberbehörde der Bundesrepublik Deutschland für das Messwesen und Teile der Sicherheitstechnik. Die PTB gehört zum Dienstbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. Sie erfüllt die Anforderungen an Kalibrier- und Prüflaboratorien auf der Grundlage der DIN EN ISO/IEC 17025.

Zentrale Aufgabe der PTB ist es, die gesetzlichen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI) darzustellen, zu bewahren und – insbesondere im Rahmen des gesetzlichen und industriellen Messwesens – weiterzugeben. Die PTB steht damit an oberster Stelle der metrologischen Hierarchie in Deutschland.

Zur Sicherstellung der weltweiten Einheitlichkeit der Maße arbeitet die PTB mit anderen nationalen metrologischen Instituten auf regionaler europäischer Ebene in EUROMET und auf internationaler Ebene im Rahmen der Meterkonvention zusammen. Das Ziel wird durch einen intensiven Austausch von Forschungsergebnissen und durch umfangreiche internationale Vergleichsmessungen erreicht.

The Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig and Berlin is the national institute for science and technology and the highest technical authority of the Federal Republic of Germany for the field of metrology and certain sectors of safety engineering. The PTB comes under the auspices of the Federal Ministry of Economics and Labour. It meets the requirements for calibration and testing laboratories as defined in the EN ISO/IEC 17025.

It is the fundamental task of the PTB to realize and maintain the legal units in compliance with the International System of Units (SI) and to disseminate them, above all within the framework of legal and industrial metrology. The PTB thus is on top of the metrological hierarchy in Germany.

To ensure worldwide coherence of measures, the PTB cooperates with other national metrology institutes within EUROMET on the regional European level and on the international level within the framework of the Metre Convention. The aim is achieved by an intensive exchange of results of research work carried out and by comprehensive international comparison measurements.