

**ERGEBNISSE VON ZWEI RINGVERSUCHEN
FÜR BAUAKUSTISCHE MESSUNGEN
IN GEBÄUDEN**



Ergebnisse von zwei Ringversuchen für bauakustische Messungen in Gebäuden

UBA-BE-067

Wien, Juni 1996

Bundesministerium für Umwelt, Jugend
und Familie



Autorin: Dipl. –Ing. Dr. Judith Lang

Diese Arbeit entstand im Rahmen der Tätigkeit der Arbeitsgruppe zur "Qualitätssicherung schalltechnischer Messungen" mit Vertretern der Ämter der Landesregierung und einiger Magistratsdienststellen.

Herzlichen Dank allen Ringversuchsteilnehmern für die freundliche Unterstützung

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1090 Wien, Spittelauer Lände 5

© Umweltbundesamt, Wien, Juni 1996

Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-317-0

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	I
-----------------------	---

TEIL 1

1. Einleitung.....	1
2. Prüfobjekte	1
3. Durchführung der Messungen.....	2
4. Ergebnisse der Messungen	3
4.1 Normschallpegeldifferenz.....	3
4.2 Normtrittschallpegel	6
4.3 Bau-Schalldämm-Maß des Fensters.....	8
5. Kurzmeßverfahren	10
6. Prüfberichte	11
ANHANG.....	25

TEIL 2

1. Einleitung.....	38
2. Prüfobjekte	39
3. Durchführung der Messungen.....	39
4. Ergebnisse der Messungen	40
4.1 Normschallpegeldifferenz.....	40
4.2 Normtrittschallpegel	44
4.3 Bau-Schalldämm-Maß des Fensters.....	46
5. Prüfberichte	48
ANHANG.....	49



Zusammenfassung

Im September 1994 wurde die Arbeitsgruppe „Schalltechnische Messungen“ des Arbeitskreises „Qualitätssicherung von Umweltmeßdaten“ im Umweltbundesamt gegründet. In dieser Arbeitsgruppe erarbeiteten die Vertreter der schalltechnischen Prüfstellen der Landesregierungen und Magistrate mehrerer Landeshauptstädte die Grundlagen für ein Qualitätssicherungs-Handbuch und Verfahrensbeschreibungen für die verschiedenen Messungen.

Als eine der wichtigsten Aufgaben wurde die Bestimmung der Meßunsicherheit angesehen und dazu eine Reihe von Vergleichsmessungen durchgeführt. Im Rahmen dieser Vergleichsmessungen wurden zwei Ringversuche für bauakustische Messungen organisiert, an welchen sich 6 Mitarbeiter der Arbeitsgruppe beteiligten. Um die Zahl der Teilnehmer zur Sicherung der Ergebnisse zu erhöhen, wurden auch die autorisierten Versuchsanstalten eingeladen; damit betrug die Zahl der teilnehmenden Prüfstellen insgesamt 14.

Bei der Auswertung der Trittschallschutzmessungen des 1. Ringversuches hat sich gezeigt, daß event. eine unterschiedlich wirksame Schallbrücke im schwimmenden Estrich der Decke die Ergebnisse beeinflußt hatte. Daher wurde beschlossen, eine zweite Serie von Vergleichsmessungen über den Luft- und Trittschallschutz im Gebäude durchzuführen. Weiters sollten die Messungen über den Schallschutz des Fensters fortgesetzt werden, um die Anzahl von teilnehmenden Prüfstellen auch für die Auswertung der Messungen am Fenster auf das erforderliche Maß zu erhöhen.

Die Ergebnisse beider Ringversuche sind in Teil 1 und Teil 2 dieses Berichts detailliert dargestellt.

Die Ringversuche ergaben im wesentlichen eine sehr gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse der bauakustischen Messungen und führten zum Vorschlag von Verbesserungen bzw. der Neuerstellung der entsprechenden ÖNORMEN.



**Ringversuch
für bauakustische Messungen
in Gebäuden**

Teil 1

Wien, im April 1995



1. Einleitung

Im Rahmen der Arbeiten der Arbeitsgruppe „Schalltechnische Messungen“ des Arbeitskreises „Qualitätssicherung von Umweltmeßdaten“ im Umweltbundesamt wurde ein Ringversuch für bauakustische Messungen durchgeführt. Von den in der Arbeitsgruppe mitarbeitenden schalltechnischen Prüfstellen der Landesregierungen und Magistrate nahmen daran folgende Dienststellen teil:

Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 19

Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Abt. Umweltschutz

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung Ia

Magistrat der Stadt Wien, Mag. Abt. 22 - Umweltschutz

Magistrat Graz, Abt. 23 - Amt für Umweltschutz

Magistrat Linz - Amt für Umweltschutz

Da für einen Ringversuch eine Mindestzahl von teilnehmenden Prüfstellen unbedingt erforderlich ist, wurden auch die autorisierten Versuchsanstalten eingeladen, an dem Ringversuch teilzunehmen. Folgende Versuchsanstalten beteiligten sich daraufhin an dem Ringversuch:

Bautechnische Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg

Bundesforschungs- und Prüfzentrum Arsenal, Wien

NÖ Umweltschutzanstalt, Maria Enzersdorf

Schreiner Consulting, Linz

Technischer Überwachungsverein Österreich, Zweigstelle Thalheim bei Wels

Versuchsanstalt für Wärme- und Schalltechnik am Technologischen Gewerbemuseum, Wien.

2. Prüfobjekte

Die folgenden Messungen wurden im neuerbauten Amtsgebäude des Umweltbundesamtes in Wien 9., Ingen Houszgasse, unmittelbar vor Bezug, im November und Dezember 1994 durchgeführt. Nur eine Prüfstelle führte die Messungen erst im April 1995 durch.

Normschallpegeldifferenz nach ÖNORM S 5100, Teil 1
zwischen den übereinanderliegenden hofseitigen Büroräumen 26,85 m² im 4. und 5. Stock

Aufbau der Decke:

- Belag
- 5 cm Betonestrich
- PE-Folie
- 2 cm Mineralwolle-Trittschalldämmplatte
- 20 cm Stahlbetonplatte

Aufbau der Wände: Feuermauer 25 cm Durisol
Außenwand 30 cm Durisol
Innenwände 10 cm Gipskarton-Ständerwände
Innenwand gegen Aufzug 25 cm Ziegelmauerwerk

Normtrittschallpegel nach ÖNORM S 5100, Teil 2

der Decke zwischen den hofseitigen Büroräumen 26,85 m² im 4. und 5. Stock
Aufbau der Decke und der flankierenden Wände wie vor.

Bau-Schalldämm-Maß nach ÖNORM S 5100, Teil 3 (bzw. DIN 52210, Teil 5)

des Fensters des hofseitigen Büroraumes 20,39 m² im 1. Stock
Aufbau des Fensters: PVC-Fenster mit Isolierglas 4/12/4, beschichtet

Die Lage und Anordnung der Meßräume ist in den Beilagen 1 und 2 ersichtlich.

3. Durchführung der Messungen

Die Vorbereitung und Auswertung des Ringversuches erfolgte nach ÖNORM EN 20140-2:1993 „Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Teil 2, Angaben von Genauigkeitsanforderungen“ unter Zugrundelegung von ISO 5725 „Precision of test methods - Determination of repeatability and reproducibility for a standard test method by inter-laboratory tests“.

Nach ÖNORM EN 20140-2 soll die Anzahl der Laboratorien mindestens $p = 8$ betragen, jedoch wird empfohlen, diese Anzahl zu erhöhen, um die Anzahl der erforderlichen Mehrfachmessungen zu verringern. Die Anzahl n der Prüfergebnisse in jedem Labor sollte so gewählt werden, daß $p \cdot (n-1) \geq 35$ ist.

Es wurden jeweils 5 Messungen der Normschallpegeldifferenz nach ÖNORM S 5100-1 und des Normtrittschallpegels nach ÖNORM S 5100-2 von jeder Prüfstelle durchgeführt, sodaß mit 11 teilnehmenden Prüfstellen $p \cdot (n-1) = 11 \times 4 = 44$ betrug und somit > 35 war. Die Ergebnisse der Messung im April 1995 konnten wegen der inzwischen eingetretenen Änderung der Prüfdecke nicht in die statistische Auswertung miteinbezogen werden.

Für die Messung des Bau-Schalldämm-Maßes an dem Fenster betrug allerdings die Zahl der Prüfstellen nur 8 und nur von 3 Prüfstellen wurden je 5 Messungen durchgeführt, von den anderen Prüfstellen nur 1, 3 oder 4 Messungen; darüber hinaus wurden zwei unterschiedliche Meßverfahren angewendet.

Die Prüfstellen sollten die Messungen in der Art und mit den Geräten, wie sie üblich arbeiten, durchführen. Details der Meßdurchführung der einzelnen Prüfstellen sind im nachfolgenden Punkt 4, zusammen mit den Meßergebnissen, angegeben.

4. Ergebnisse der Messungen

4.1 Normschallpegeldifferenz

11 Prüfstellen führten je 5, eine Prüfstelle 6 Messungen durch. Nachstehend sind Einzelheiten zur Meßdurchführung und das Ergebnis für die bewertete Normschallpegeldifferenz angegeben. Im Hinblick auf die zu erwartende (im Entwurf vorliegende) Neuauflage von ISO 717-1, in der neben der Einzulangabe „bewertete Normschallpegeldifferenz“ auch Spektrum-Anpassungswerte neu aufgenommen wurden, wurden auch die Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} errechnet und angeführt.

Prüfstelle Nr. *)	Meßgerät	Sendeschaallautsprecherpositionen	Schallfeld Mittelwertbildung	Nachhallzeitmessung	$D_{n,T,W}$ dB	C dB	C_{tr} dB
1	B u K 2231	Rauschen 2 Positionen	6 Einzelpositionen	Rauschen	61 61 61 61 61 61	-1 -2 -1 -1 -1 -1	-5 -5 -5 -5 -5 -5
2	B u. K 2133 Zweikanalanalysator	Rauschen 2 Positionen	Drehgalgen	Rauschen	61 61 61 61 61 61	-2 -1 -1 -2 -2 -2	-6 -6 -6 -6 -6 -7
3	Norsonic 840 Zweikanalanalysator	Rauschen 2 Positionen	Drehgalgen	Rauschen	60 61 61 60 59 61	-2 -2 -2 -2 -2 -2	-6 -6 -7 -6 -7 -5
4	Norsonic 823 Zweikanalanalysator	terzbreites Rauschen 2 Positionen	Drehgalgen	terzbreites Rauschen	61 61 62 61 61 61	-1 -2 -2 -1 -1 -1	-5 -6 -5 -5 -5 -5
5	Norsonic 830 Zweikanalanalysator	Rauschen 2 Positionen	Drehgalgen	Impuls	61 61 61 61 61 61	-1 -1 -1 -2 -2 -3	-5 -5 -5 -6 -6 -7
6	Larson-Davis LD 2900 Zweikanalanalysator	Rauschen 2 Positionen	Sendeseite händisch bewegt Empfangs. 6 Einzelpos.	Rauschen	60 60 60 60 61 61	-2 -1 -1 -2 -2 -2	-6 -5 -5 -5 -5 -5
7	Norsonic 830 Zweikanalanalysator	Rauschen 2 Positionen	6 Einzelpositionen	Rauschen	61 62 61 61 62 61	-1 -2 -2 -2 -2 -2	-4 -7 -5 -6 -6 -6

Prüfstelle Nr. *)	Meßgerät	Sendescha- llsprecher- positionen	Schallfeld Mittelwert- bildung	Nachhall- zeit- messung	D _{n,T,W} dB	C dB	C _{tr} dB
8	Norsonic 830 Zweikanal- analysator	terzbreites Rauschen 6 Positionen	6 Einzel- positionen	Rauschen	61	-2	-5
					61	-2	-5
					61 61	-2 -2	-6 -5
					60	-1	-5
					61	-2	-5
9	Norsonic 830 Zweikanal- analysator	Rauschen 2 Positionen	6 Einzel- positionen	Rauschen	61	-2	-7
					61	-2	-6
					61 61	-2 -2	-6 -6
					61	-2	-5
					61	-2	-6
10	Norsonic 830 Zweikanal- analysator	terzbreites Rauschen 4 Positionen	6 Einzel- positionen	terzbreites Rauschen	61	-2	-6
					61	-2	-7
					61 61	-2 -2	-6 -7
					60	-2	-7
					61	-2	-7
11	Norsonic 830 Zweikanal- analysator	Rauschen 2 Positionen	händisch be- weigt in 3 Positionen	Impuls	61	-2	-7
					61	-1	-5
					61 61	-2 -2	-6 -6
					61	-2	-6
					61	-2	-6
12	Norsonic 830 Zweikanal- analysator	Rauschen 2 Positionen	Drehgalgen	Impuls	62	-1	-6
					62	-1	-6
					62	-2 -1	-7 -6
					61	-2	-6
					62	-2	-7
					61	-1	-6

*)Die Nummern entsprechen der zufälligen Reihenfolge des Einlangens und der Eingabe der Meßergebnisse in den Computer; sie entsprechen nicht der Reihenfolge der Nennung der teilnehmenden Prüfstellen in Punkt 1.

Die Werte für die Normschallpegeldifferenz in Abhängigkeit von der Frequenz sind in den Beilagen 3 bis 5 dargestellt. Es sind jeweils die Mittelwerte der 5 (6) Messungen und die Standardabweichung für jede Prüfstelle eingezeichnet.

Die Darstellungen in den Beilagen 3 bis 5 und die Tabelle zeigen, daß die Meßergebnisse der Prüfstellen 1 bis 11 sehr gut übereinstimmen. Die Meßergebnisse der Prüfstelle 12 sind im Frequenzbereich ab 1000 Hz deutlich höher. Die Standardabweichung der jeweils 5 Messungen liegt für die bewertete Normschallpegeldifferenz bei allen Prüfstellen unter 1 dB und auch für die Normschallpegeldifferenz liegt im Bereich ab 400 Hz die Standardabweichung unter 1 dB; im tieffrequenten Bereich ist sie - wie zu erwarten - höher.

Aus den Werten der Standardabweichung (bzw. deren Quadrat, der Varianz) der einzelnen Prüfstellen 1 bis 11 wurde der Mittelwert der laborinternen Varianzen und daraus die Wiederholgrenze r (repeatability value) in Abhängigkeit von der Frequenz und für die Einzulangaben ermittelt. Dies ist der Betrag, unter dem der Absolutwert der Differenz zwischen zwei einzelnen unter Wiederholbedingungen gewonnenen Prüfergebnissen mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % erwartet werden kann.

Die Werte für r sind in Beilage 6 in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt und nachstehend für die Einzulangaben angeführt.

Aus den Mittelwerten der Meßergebnisse der einzelnen Prüfstellen und dem Mittelwert der laborinternen Varianzen wurde die Varianz zwischen den teilnehmenden Prüfstellen ermittelt und daraus die Vergleichsgrenze R (reproducibility value). Dies ist der Betrag, unter dem der Absolutwert der Differenz zwischen zwei einzelnen unter Vergleichsbedingungen gewonnenen Prüfergebnissen mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % erwartet werden kann.

Die Werte für R sind in Beilage 6 in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt und nachstehend für die Einzulangaben angeführt.

Größe	$D_{n,T,w}$	C	C_{tr}
Wiederholgrenze r	1,19	1,40	1,87
Vergleichsgrenze R	1,36	1,43	2,22

Wird von einer Prüfstelle nur eine Messung mit dem Ergebnis $D_{n,T,w}$ durchgeführt, so ist der Vertrauensbereich (Wahrscheinlichkeit von 95 %) für den wahren Wert $\underline{D}_{n,T,w}$ (z.B. eine Anforderung oder ein in einem Vertrag festgelegter Wert)

$$D_{n,T,w} - 0,96 < \underline{D}_{n,T,w} < D_{n,T,w} + 0,96$$

d.h. der wahre Wert kann um 1 dB höher oder geringer sein als das Meßergebnis.¹⁾

In ÖNORM EN 20140-2 sind Werte für die Vergleichsgrenze R für Felduntersuchungen mit Messungen der Luftschalldämmung nach ISO 140-4:1978 (der ÖNORM S 5100-1 im wesentlichen entspricht) in Abhängigkeit von der Frequenz angegeben; sie sind zum Vergleich auch in Beilage 6 eingezeichnet. Ersichtlich liegen die Ergebnisse des gegenständlichen Ringversuches bei allen Frequenzen günstig darunter.

Es ist allerdings darauf hinzuweisen, daß die Meßbedingungen in dem Raum mit rd. 70 m³ Volumen sehr günstig waren und bei kleinen Räumen ungünstiger sind. Es könnte in solchen Räumen die Vergleichsgrenze etwas höher sein.

In ÖNORM S 5100, Teil 1 ist nicht explizit angeführt, daß die Messung der Nachhallzeit mit Anregung durch Lautsprecher zu erfolgen hat; es ist aber implizit abzuleiten, da die Absorptionsfläche des Lautsprechers erwähnt wird und auch vorgeschrieben ist, daß in leeren Räumen zur Bestimmung der Nachhallzeit ein Lautsprecher zur Schallerzeugung benutzt werden muß, der bei der Messung des Schallpegels im Empfangsraum bereits im Empfangsraum steht. Da dies bedeutet, daß zur Meßausrüstung zwei Lautsprecher gehören müssen, ziehen manche Prüfstellen vor, die Nachhallzeit mit Impulsanregung zu messen. Von zwei Prüfstellen (8) und (11) wurde die Nachhallzeit sowohl mit Lautsprecheranregung als auch mit Impulsanregung je 5 mal gemessen. Prüfstelle 11 verwendet die Anregung mit Schuß für die Nachhallzeitmessung üblich und es wurden daher auch die Meßergebnisse dieser Messung in die Tabelle und in die Berechnung der Vergleichsgrenze aufgenommen. Ersichtlich unterscheiden sich die Meßergebnisse der Prüfstelle 11 in keiner Weise von den Meßergebnissen der anderen Prüfstellen. In Beilage 7 sind die Mittelwerte und die Standardabweichung der je 5 Meßreihen mit Lautsprecheranregung bzw. mit Impulsanregung für die Nachhallzeitmessung vergleichend zusammengestellt. Die bewertete Normschallpegeldifferenz ergab sich bei Impulsanregung für alle 5 einzelnen Messungen zu 61 dB und eben-

¹⁾ Der Vertrauensbereich für den wahren Wert μ ergibt sich aus dem Meßwert y und der Vergleichsgrenze R nach

$$y - \frac{R}{\sqrt{2}} < \mu < y + \frac{R}{\sqrt{2}}$$

so bei Lautsprecheranregung für alle 5 Messungen zu 61 dB. Ersichtlich stimmen die Werte für die Normschallpegeldifferenz in Abhängigkeit von der Frequenz überein und auch die Standardabweichung ist bei beiden Methoden der Nachhallzeitmessung gleich.

4.2 Normtrittschallpegel

10 Prüfstellen führten je 5 Messungen durch, eine Prüfstelle 4 Messungen. Nachstehend sind Einzelheiten zur Meßdurchführung und das Ergebnis für den bewerteten Normtrittschallpegel angegeben (Meßgeräte und Nachhallzeitmessung wie bei 4.1).

Die Werte des Normtrittschallpegels in Abhängigkeit von der Frequenz sind in den Beilagen 8 bis 10 dargestellt.²⁾ Es sind jeweils die Mittelwerte der 5 (bzw. 4) Messungen und die Standardabweichung für jede Prüfstelle angegeben.

Die Darstellungen in den Bildern 8 bis 10 zeigen, daß die Ergebnisse zwar im wesentlichen übereinstimmen, aber größere Unterschiede insbesondere im Frequenzbereich 500 bis 2000 Hz auftreten. Der Verlauf des Normtrittschallpegels über der Frequenz insbesondere der etwa gleichbleibende Pegel im Bereich von 500 bis 2000 Hz läßt deutlich erkennen, daß der schwimmende Estrich eine (oder mehrere) Schallbrücken aufweist; es kann die größere Streubreite der Meßwerte gerade in diesem Frequenzbereich daher durch event. unterschiedlichen Einfluß dieser Schallbrücke(n) bedingt sein.³⁾ Gerade im tieffrequenten Bereich, in dem üblich größere Unterschiede auftreten, stimmen die Trittschallpegel sehr gut überein. Es ist interessant festzustellen, daß auch die Werte der Normschallpegeldifferenz der Prüfstellen 5 bis 8 größere Unterschiede in dem Frequenzbereich 500 bis 2000 Hz aufweisen als die der anderen Prüfstellen, wobei die Prüfstelle, die den kleinsten Normtrittschallpegel gemessen hat, auch die höchste Normschallpegeldifferenz gemessen hat und umgekehrt.

Die Standardabweichung der einzelnen Prüfstellen ist sehr klein, ab 200 Hz unter 1 dB; dies zeigt, daß die unterschiedlichen Hammerwerksaufstellungen (mit unterschiedlichem Abstand zu einer event. Schallbrücke), die wohl bei den 5 Messungen gewählt wurden, am jeweiligen Tag keinen Einfluß hatten.

²⁾ Bei Prüfstelle 10 zeigte sich, daß - bedingt durch einen Fehler des Hammerwerks - die Schallpegel in den Terzen 2000, 2500 und 3150 Hz abwichen von den anderen Meßergebnissen; diese Werte wurden daher in die Auswertung nicht miteinbezogen.

³⁾ Z. B. haben die verschiedenen Prüfstellen bereits im Raum vorhandene Möbel zum Teil als Diffusoren in verschiedene Lagen versetzt und es ist nicht auszuschließen, daß damit die Schallbrücke verändert wurde.

Prüfstelle Nr.	Hammerwerkspositionen	Schallfeld Mittelwertbildung	bewerteter Normtrittschallpegel dB
1	4 Positionen	6 Einzelpositionen	46 45 46 46 46 46
2	2 Positionen	Drehgalgen	45 44 45 46 45
3	4 Positionen	Drehgalgen	46 46 46 46 45 46
4	2 Positionen	Drehgalgen	46 46 44 45 45 45
5	5 Positionen	Drehgalgen	44 44 44 45 45 44
6	4 Positionen	4 Einzelpositionen	45 45 45 45 44 45
7	4 Positionen	Drehgalgen	44 43 43 44 43 43
8	4 Positionen	4 Einzelpositionen	47 47 47 47 47 47
9	6 Positionen	6 Einzelpositionen	47 47 47 47 46 47
10	5 Positionen	5 Einzelpositionen	43 44 43 44 43 43
11	5 Positionen	händisch bewegt. in 5 Positionen	48 46 46 47 46 47

Aus den Werten der Standardabweichung der Meßergebnisse der einzelnen Prüfstellen wurde der Mittelwert und daraus die Wiederholgrenze r in Abhängigkeit von der Frequenz und für die Einzahlangabe ermittelt. Die Werte für r sind in Beilage 6 in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt und nachstehend für den bewerteten Normtrittschallpegel angeführt.

Aus den Mittelwerten der Meßergebnisse der einzelnen Prüfstellen und dem Mittelwert der laborinternen Varianz wurde die Varianz zwischen den teilnehmenden Prüfstellen ermittelt und daraus die Vergleichsvarianz und aus dieser die Vergleichsgrenze R errechnet. Die Werte für R sind in Beilage 6 in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt und nachstehend für den bewerteten Normtrittschallpegel angeführt.

Größe	$L_{n,T,w}$
Wiederholgrenze r	1,84
Vergleichsgrenze R	3,90

Wird von einer Prüfstelle nur eine Messung mit dem Ergebnis $L_{n,T,w}$ durchgeführt, so ist der Vertrauensbereich (Wahrscheinlichkeit 95 %) für den wahren Wert $L_{n,T,w}$ (z.B. eine Anforderung oder ein in einem Vertrag festgelegter Wert)

$$L_{n,T,w} - 2,8 < L_{n,T,w} < L_{n,T,w} + 2,8$$

Dieser vergleichsweise ungünstige Wert ist wesentlich durch den mittleren Frequenzbereich bestimmt, bei dem der Einfluß einer Schallbrücke gegeben ist.

In ÖNORM EN 20140-2 sind Werte für die Vergleichsgrenze R in Abhängigkeit von der Frequenz angegeben, die in Beilage 6 auch eingezeichnet sind. Man sieht, daß die Ergebnisse des gegenständlichen Ringversuchs deutlich günstiger sind. Nur in dem Frequenzbereich, in dem die Schallbrücke wirksam ist, sind die Ergebnisse an den oder knapp über den Werten für R nach ISO 140-2.

Es wird empfohlen, im Hinblick auf die große Varianz der Meßergebnisse für den Normtrittschallpegel, die sich aus den Schwankungen des Prüfobjekts ergibt, den Ringversuch für die Trittschallmessung zu wiederholen. Als Prüfobjekt sollte eine Stahlbetonplatte mit Bodenbelag ohne schwimmenden Estrich oder eine Decke mit schwimmendem Estrich ohne Schallbrücken ausgewählt werden.

4.3 Bau-Schalldämm-Maß des Fensters

Nur 8 Prüfstellen führten auch die Messung der Schalldämmung des Fensters durch.

Die ÖNORM S 5100, Teil 3 „Luftschallschutz von Fenstern und Außenwänden; Messung an Gebäuden“ beschreibt die Messung mit Straßenverkehrslärm; diese war allerdings beim hofseitigen Fenster nicht anwendbar. In der ÖNORM wird für die Messung mit Lautsprecher auf DIN 52210, Teil 5 verwiesen. Alle Prüfstellen legten daher die DIN 52210, Teil 5 zugrunde. In dieser ist in Punkt 3 das Verfahren bei Anregung mit Lautsprecherschall in 2 Varianten beschrieben. Punkt 3.1 legt die Messung des Sendeschallpegels im Nahbereich zugrunde; dabei wird der Schallpegel 5 bis 10 mm vor dem Prüfgegenstand an einer Anzahl fester Mikrofonstellungen oder mit einem vor der Prüffläche bewegten Mikrofon gemessen. In Punkt 3.2 wird die Messung des Sendeschallpegels im Fernbereich beschrieben; dabei wird der Schallpegel an einer Anzahl fester Mikrofonstellungen oder mit Hilfe eines bewegten Mikrophons in einem Abstand von mindestens 2 m vor dem Prüfgegenstand gemessen. In der Norm wird angeführt, daß das Lautsprecherverfahren mit Messung des Sendeschallpegels im Fernbereich des Prüfgegenstandes nur benutzt werden sollte, wenn die Messung im Nahbereich nicht möglich oder nicht zweckmäßig ist. In beiden Fällen wird das Prüfobjekt durch einen Lautsprecher mit einem Schalleinfallswinkel $\vartheta = 45 \pm 5^\circ$ beschallt. 3 Prüfstellen wählten das Verfahren mit Messung des Sendeschallpegels im Nahfeld, 3 Prüfstellen das mit Messung im Fernbereich, zwei Prüfstellen führten Messungen mit beiden Verfahren durch.

In nachstehender Tabelle sind Einzelheiten der Meßdurchführung und das bewertete Bau-Schalldämm-Maß zusammengestellt. Im Hinblick auf die im Entwurf vorliegende Neuauflage der ISO 717-1 wurden auch für das Fenster die Einzahlangaben der Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} zusätzlich berechnet und angegeben.

Prüfstelle Nr. *)	Messung Schallpegel außen	Mittelwert- bildung im Raum	Nachhallzeit- messung	R _w (dB)	C (dB)	C _{tr} (dB)
1	Fernbereich 1 Pos. 2 m	6 Einzel- positionen	Rauschen	32	-1	-4
2	Fernbereich 1 Pos. 2 m	Drehgalgen	Rauschen	31	-2	-3
5	Fernbereich 1 Pos. 1,6 m	Drehgalgen	Impuls	34 34	-2 -2	-5 -5
7	Nahfeld 6 Positionen	Drehgalgen	Rauschen	32 32 32 34 33	-1 -1 -1 -1 -2	-3 -3 -3 -4 -4
9	Nahfeld 6 Positionen	6 Einzel- positionen	Rauschen	34 34 34 34 34	-2 -2 -2 -2 -1	-4 -4 -4 -4 -3
10	Nahfeld 3 Positionen	6 Einzel- positionen	Rauschen	33 33 33	-1 -1 -1	-5 -4 -4
11	Nahfeld 6 Positionen	händisch bewegt in 6 Positionen	Impuls	33 33	-1 -1	-3 -3
	Nahfeld bewegt. Mikro	in 3 Positionen		33 33	-1 -1	-2 -3
	Fernbereich 2 m, bewegt. Mikrofon	in 3 Positionen		34 34	-2 -2	-4 -3
12	Nahfeld 3 Positionen	Drehgalgen	Impuls	33 33 33 34 33	-2 -1 -2 -2 -2	-5 -5 -6 -5 -5
	Fernbereich 2 m, bewegtes Mikrofon	Drehgalgen		34 33 33 32 33	-2 -2 -2 -2 -3	-5 -5 -7 -5 -7

In den Beilagen 11 und 12 sind die Ergebnisse für das Bau-Schalldämm-Maß des Fensters, jeweils Mittelwert der Messungen, in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt. Die Standardabweichung über die 5 bzw. 3 bzw. 4 Meßreihen wurde berechnet, sie ist in Beilage 11 auch dargestellt.

Die Darstellung in Beilage 11 zeigt, daß die Meßergebnisse mit Messung des Schallpegels außen im Nahfeld gut übereinstimmen; auch das bewertete Bau-Schalldämm-Maß liegt im sehr engen Bereich von 33 und 34 dB. Da insgesamt nur 22 Meßreihen von 5 Prüfstellen vorliegen, kann eine Berechnung von r und R nach ÖNORM EN 20140-2 nicht erfolgen. Auch in ISO 5725 ist angeführt, daß die Zahl der Prüfstellen nicht unter 8 liegen soll, allerdings als Zahl der Wiederholprüfungen mindestens 2 genannt. Wenn auch den statistischen Gesetzen nicht entsprechend, wurden doch zur Information Werte für r und R gerechnet, die als Anhaltswerte angesehen werden können. Für das bewertete Bau-Schalldämm-Maß ergab sich $r = 1,36$ und $R = 1,95$. Es wäre wünschenswert, daß auch diese Prüfstellen, die sich an dem Ringversuch für die Fenstermessung nicht beteiligten, diese Messung noch durchführen; dies umso mehr, als die Messung des Schallschutzes von Fenstern, sowohl zum Nachweis der für Förderungen vorgeschriebenen Mindestschalldämmung, als auch wegen Klagen von Konsumenten über den mangelnden Schallschutz von neu eingebauten „Schallschutzfenstern“ an Zahl und Bedeutung zunimmt.

Die Ergebnisse der Messungen mit Messung des Sendeschallpegels im Fernbereich zeigen größere Unterschiede (Beilage 12). Dies dürfte dadurch bedingt sein, daß der Sendepiegel nur an **einer** Position gemessen wurde, während in DIN 52210, Teil 5 die Messung an mindestens 6 Positionen oder mit einem bewegten Mikrophon vorgeschrieben ist. Die Messungen waren somit (mit Ausnahme von Prüfstellen 11 und 12) nicht normgemäß.

Der Vergleich der Meßergebnisse der Prüfstellen 11 und 12 mit der Messung des Sendeschallpegels im Nahfeld oder im Fernbereich zeigt, daß bei normgemäßer Durchführung beide Methoden übereinstimmende Meßwerte liefern.

Zukünftig sollte vorzugsweise das Verfahren mit Messung des Sendeschallpegels im Nahfeld, das auch gemäß der DIN-Norm vorzuziehen ist, angewendet werden. Bei Messung im Fernbereich ist jedenfalls das Mikrophon im erforderlichen Mindestabstand von 2 m entweder zu bewegen oder an 6 Positionen aufzustellen. Die im Entwurf (in englischer Sprache) bereits vorliegende Europäische Norm EN ISO 140-5 sieht für die Messung des Bau-Schalldämm-Maßes von Fenstern nur die Methode mit Messung des Schallpegels außen im Nahbereich vor.

5. Kurzmeßverfahren

Zurzeit wird in der europäischen Normung auch eine Norm mit einem Kurzmeßverfahren für bauakustische Messungen ausgearbeitet. Ziel dieses Kurzmeßverfahrens soll es sein, Messungen in kürzerer Zeit und mit geringerem Meßgeräteaufwand und mit ausreichender Genauigkeit durchführen zu können. Da noch wenig (oder keine) Erfahrungen vorliegen, wie weit die Ergebnisse mit dem Kurzmeßverfahren von den Meßergebnissen mit den genormten Verfahren abweichen, wurde vorgeschlagen, im Rahmen des Ringversuchs zusätzlich auch die Messungen mit dem Kurzmeßverfahren durchzuführen. Grundsätzlich sind die österreichischen Prüfstellen allerdings der Meinung, daß ein solches Kurzmeßverfahren nicht erforderlich ist, da einerseits die derzeit verfügbaren Meßgeräte eine Messung in sehr kurzer Zeit erlauben, andererseits der (nicht unbedeutende) Zeitaufwand vor der eigentlichen Messung durch ein Kurzmeßverfahren nicht verkürzt werden kann und eine Messung mit zwangsläufig geringerer Genauigkeit der Ergebnisse nicht zielführend ist.

Es wurde daher nur von einer Prüfstelle (7) zusätzlich zu den normgemäßen Prüfungen der Normschallpegeldifferenz und des Normtrittschallpegels auch die Messung mit dem Kurzmeßverfahren durchgeführt. Da dieses Meßverfahren einen höheren Zeitaufwand als eine normgemäße Messung beansprucht, wurden nur 3 Meßdurchgänge durchgeführt.

Die bewertete Normschallpegeldifferenz ergab sich zu 59, 60 und 60 dB und war damit geringer als nach dem normgemäßen Meßverfahren. Die Ursache liegt vermutlich in der Differenz der aus Tabellen abzulesenden Nachhallzeit für das Kurzverfahren, zu der gemessenen Nachhallzeit.

Der bewertete Normtrittschallpegel ergab sich zu 45, 44 und 45 dB und war damit höher als der mit dem normgemäßen Meßverfahren ermittelte. Die Ursache liegt auch hier in der Differenz der Nachhallzeit, die beim Kurzmeßverfahren aus einer Tabelle abzulesen ist, gegenüber der tatsächlich gemessenen.

6. Prüfberichte

Die Angaben in den Prüfberichten waren sehr unterschiedlich und enthielten zum Teil nicht die in den ÖNORMEN geforderten Angaben. Demnach sollten angegeben werden:

nach ÖNORM S 5100, Teil 1:

- Name der Prüfstelle, welche die Messungen durchgeführt hat
- Datum der Prüfung
- Beschreibung des Prüfgegenstandes (Trennbauteile und flankierende Bauteile), möglichst mit Skizze
- Abmessungen, Zustand und Bauart der Prüfräume
- Beschreibung der Meßgeräte, Art des verwendeten Schalles, Art der räumlichen und zeitlichen Mittelwertbildung
- die Normschallpegeldifferenz in Abhängigkeit von der Frequenz in Form eines Diagramms in einem in der Norm vorgeschriebenen Raster
- die bewertete Normschallpegeldifferenz
- Name und Unterschrift des für die Prüfung Verantwortlichen.

nach ÖNORM S 5100, Teil 2:

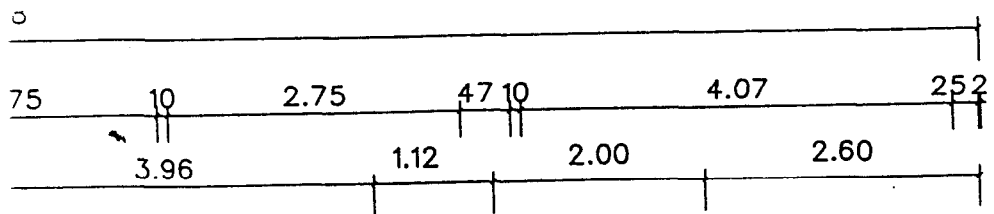
- Name der Prüfstelle, welche die Messungen durchgeführt hat
- Datum der Prüfung
- Beschreibung des Prüfgegenstandes (Decken und flankierende Bauteile), gegebenenfalls mit Skizze des Deckenaufbaues
- Abmessungen und Zustand des Empfangsraumes und Abmessungen der Deckenfläche
- Beschreibung der Meßgeräte, Art der räumlichen und zeitlichen Mittelwertbildung
- Darstellung des Normtrittschallpegels in Abhängigkeit von der Frequenz in Form eines Diagramms in einem in der Norm vorgeschriebenen Raster
- bewerteter Normtrittschallpegel
- Name und Unterschrift des für die Prüfung Verantwortlichen.

nach ÖNORM S 5100, Teil 3 (und DIN 52210, Teil 5)

- Name der Prüfstelle, die die Messungen durchgeführt hat
- Datum der Prüfung
- Beschreibung des Prüfgegenstandes, möglichst mit Skizze und Einzelheiten des Anschlusses an den Baukörper
- Plan des Gebäudes, der die Lage des Prüfgegenstandes angibt
- Abmessungen, Volumen, Zustand und Bauart des Empfangsraumes
- Fläche des Prüfgegenstandes
- Angabe des angewendeten Meßverfahrens
- Art des Lautsprechers
- Aufstellung des Lautsprechers zum Prüfgegenstand
- Abstand des Mikrophons vom Prüfgegenstand
- Beschreibung der Meßgeräte, Art der räumlichen und zeitlichen Mittelwertbildung, Art der Nachhallzeitmessung (Anregung)
- Darstellung des Bau-Schalldämm-Maßes oder der Normschallpegeldifferenz in Abhängigkeit von der Frequenz in einem in der Norm vorgeschriebenen Raster
- bewertetes Bau-Schalldämm-Maß oder bewertete Normschallpegeldifferenz
- Name und Unterschrift des für die Prüfung Verantwortlichen.

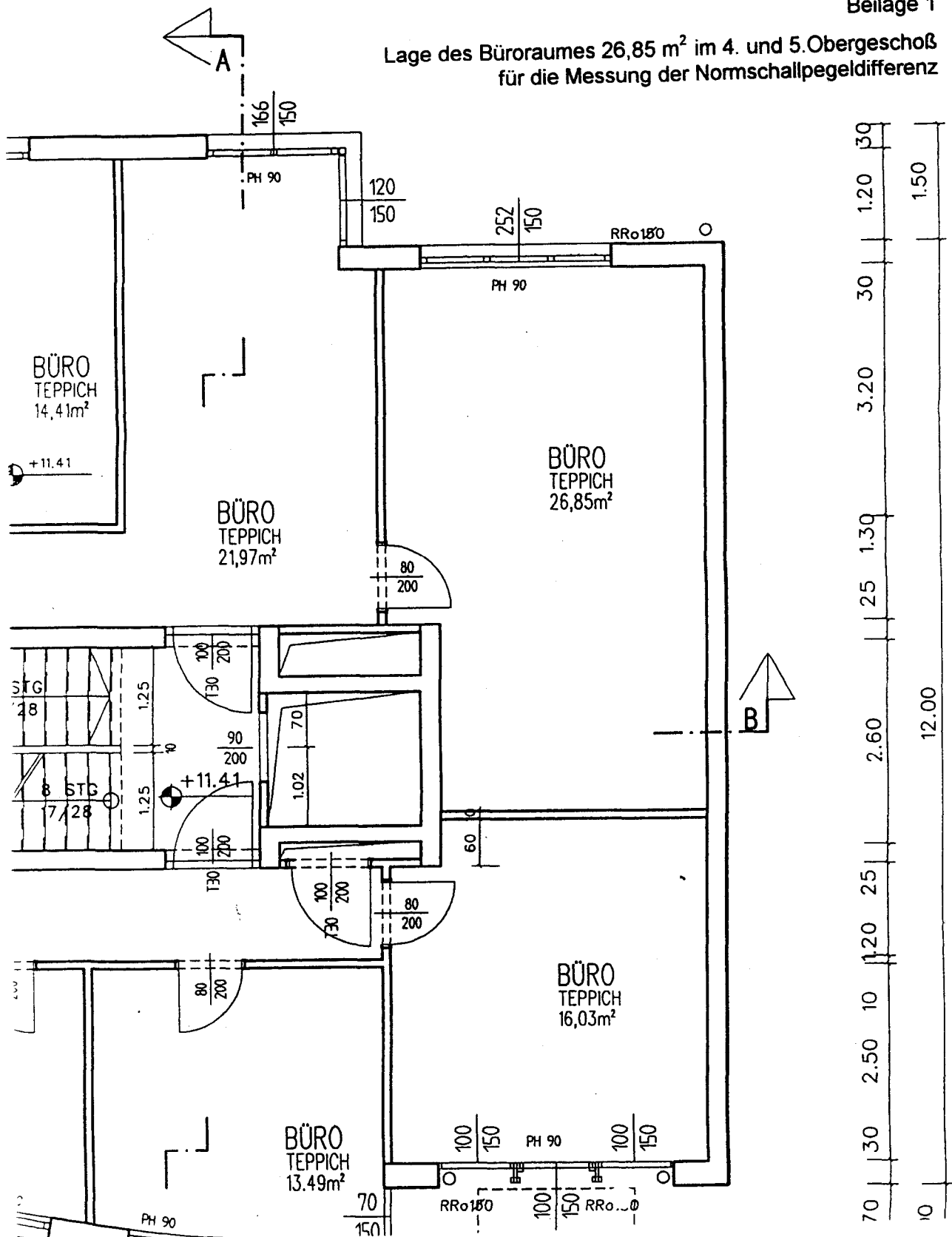
Einige Prüfstellen verwendeten auch nicht den in der jeweiligen Norm vorgeschriebenen Raster für die Darstellung der Ergebnisse. Es wird empfohlen, daß alle Prüfstellen in ihren Prüfberichten die Ergebnisse unbedingt in dem genormten Raster darstellen. Zur einfachen Anwendung werden im Anhang die in den im Entwurf fertigen neuen Fassungen der ISO 140-4, ISO 140-5 und ISO 140-7, die als EN-Normen auch in das österreichische Normenwerk übernommen werden müssen, vorgeschriebenen Formblätter für die Darstellung der Ergebnisse wiedergegeben, sowohl in der bis jetzt nur vorliegenden englischen Originalfassung als auch mit einer deutschen Übersetzung. Sie entsprechen auch (mit Ausnahme der Spektrum-Anpassungswerte) den derzeitigen österreichischen Normen. Allerdings ist zu beachten, daß nach der europäischen Normung die Schallpegeldifferenz und der Trittschallpegel im Gebäude sowohl auf 10 m² Schallschluckfläche im Empfangsraum als auch auf 0,5 Sekunden Nachhallzeit im Empfangsraum bezogen werden können.

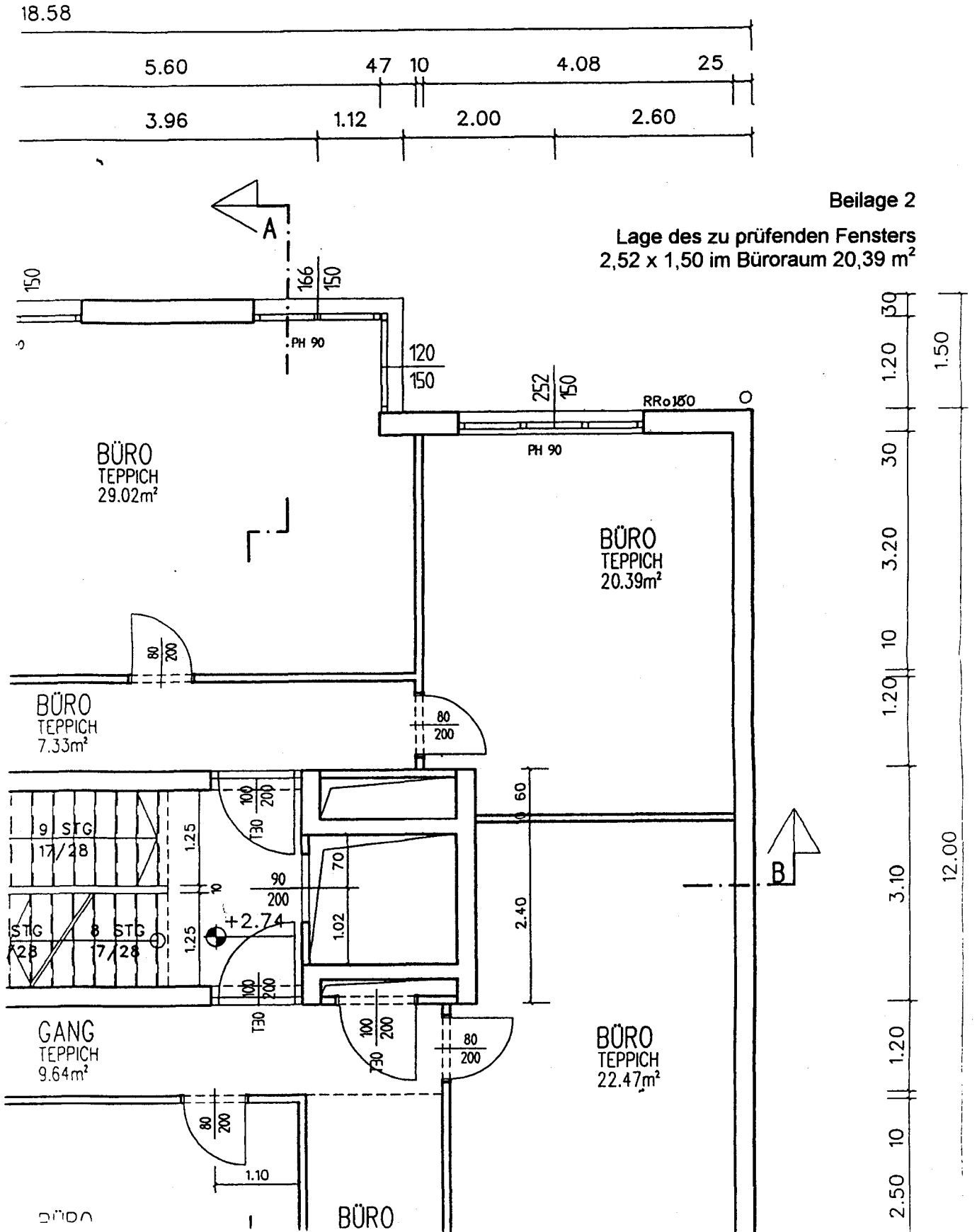
Bei Bezug auf 10 m² Schallschluckfläche im Empfangsraum ergibt sich die Normschallpegeldifferenz und der Normtrittschallpegel, bei Bezug auf 0,5 Sekunden Nachhallzeit ergibt sich die Standardschallpegeldifferenz und der Standardtrittschallpegel (die Bezeichnungen, die derzeit in der ÖNORM verwendet werden, sind gemäß der EN-Norm zu ändern). Die Bezeichnungen in der deutschen Übersetzung wurden in Analogie zu den englischen Bezeichnungen normalized und standardized gewählt. Zu den Formularen ist in den Normen angegeben, daß die Bezugskurve ergänzt oder zumindest ersetzt werden soll durch die gemäß dem Verfahren nach EN-ISO 717-1 bzw. 717-2 zur Ermittlung der Einzahlangabe verschobene Bezugskurve. Sowohl in EN-ISO 140-4 als auch in EN-ISO 140-7 sind auch die Messungen in Oktavbändern vorgesehen und die dazu erforderlichen Formblätter dargestellt. Da in Österreich Messungen in Oktavbändern praktisch nicht durchgeführt werden, sondern alle Prüfstellen in Terzbändern messen, sind die entsprechenden Formblätter hier nicht wiedergegeben und nicht übersetzt.



Beilage 1

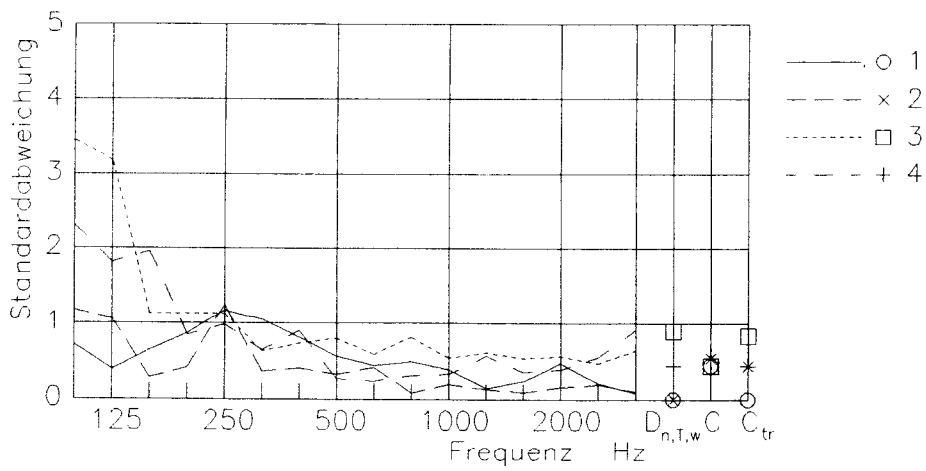
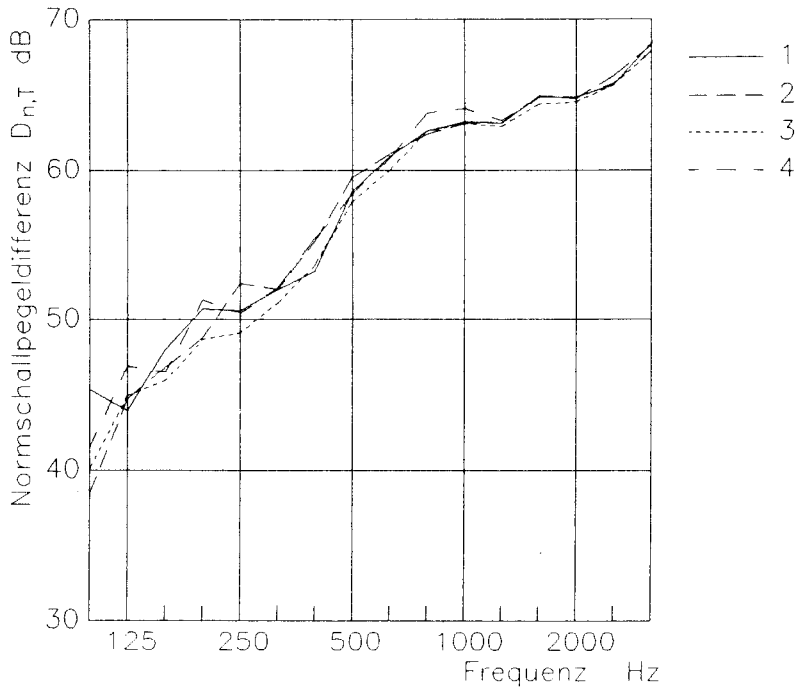
Lage des Büroraumes 26,85 m² im 4. und 5. Obergeschoß für die Messung der Normschallpegeldifferenz



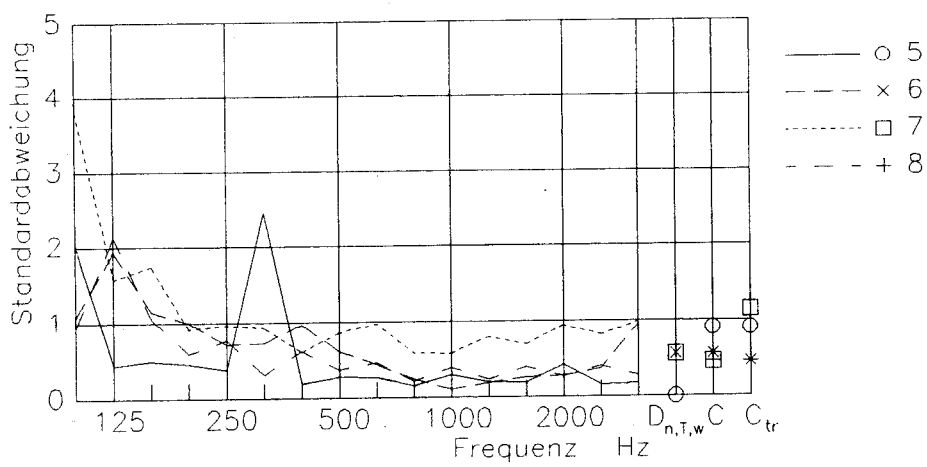
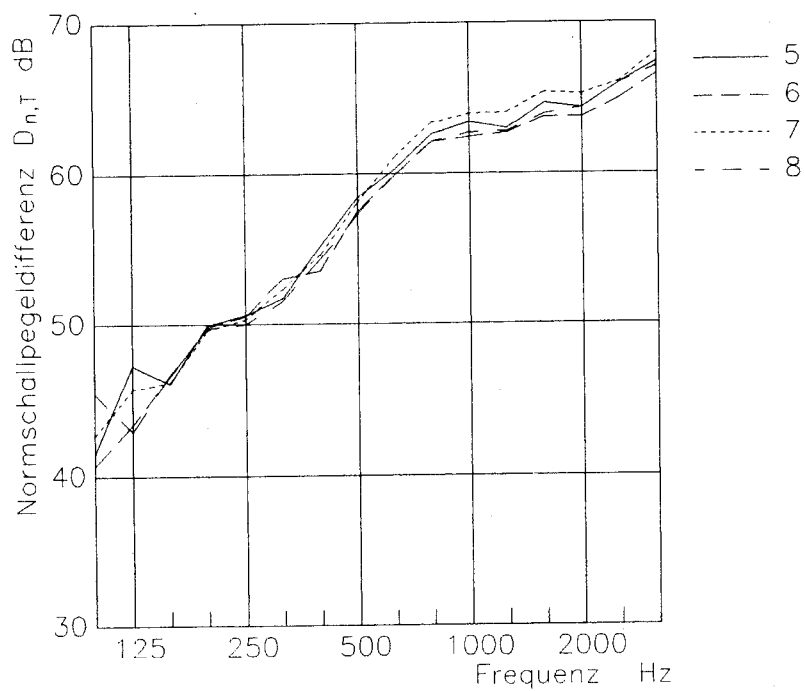


Beilage 3

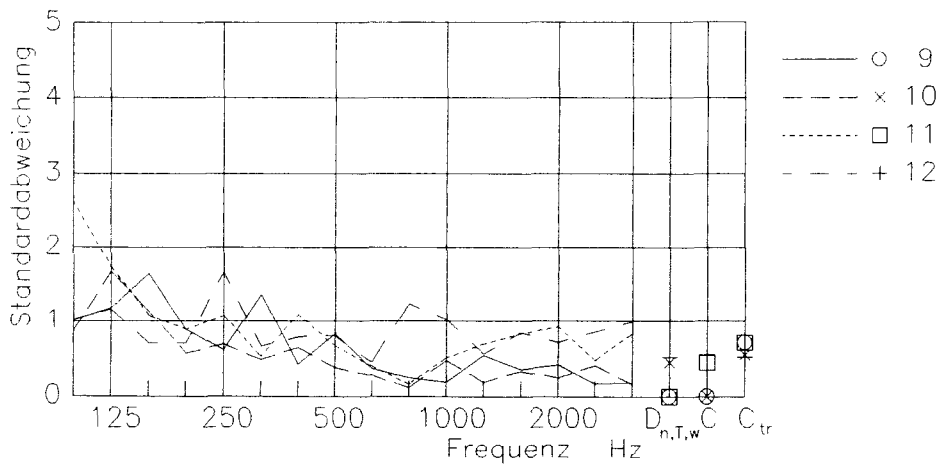
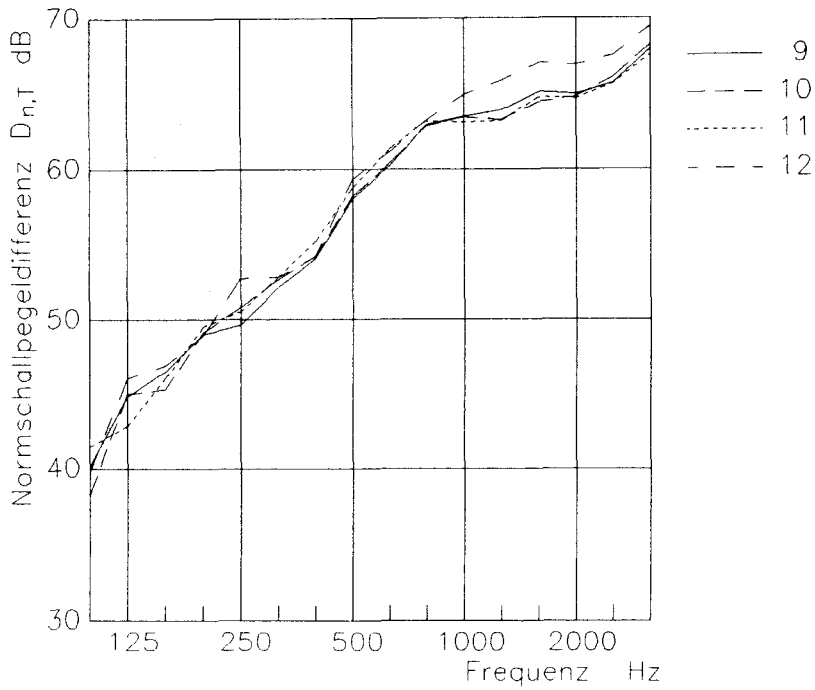
Messung der Normschallpegeldifferenz
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 1 bis 4



Messung der Normschallpegeldifferenz
Mittelwerte und Standardabweichung der
einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 5 bis 8

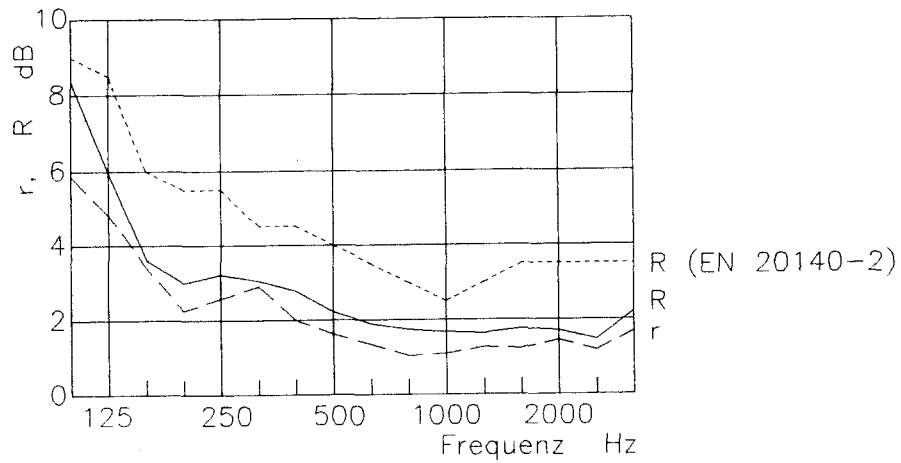


Messung der Normschallpegeldifferenz
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Messungen für die Prüfstellen 9 bis 12

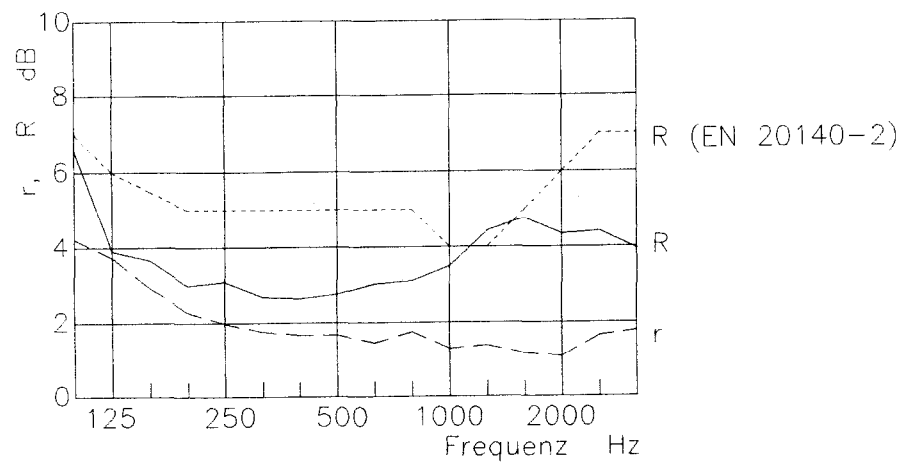


Wiederholgrenze r und Vergleichsgrenze R
in Abhängigkeit von der Frequenz

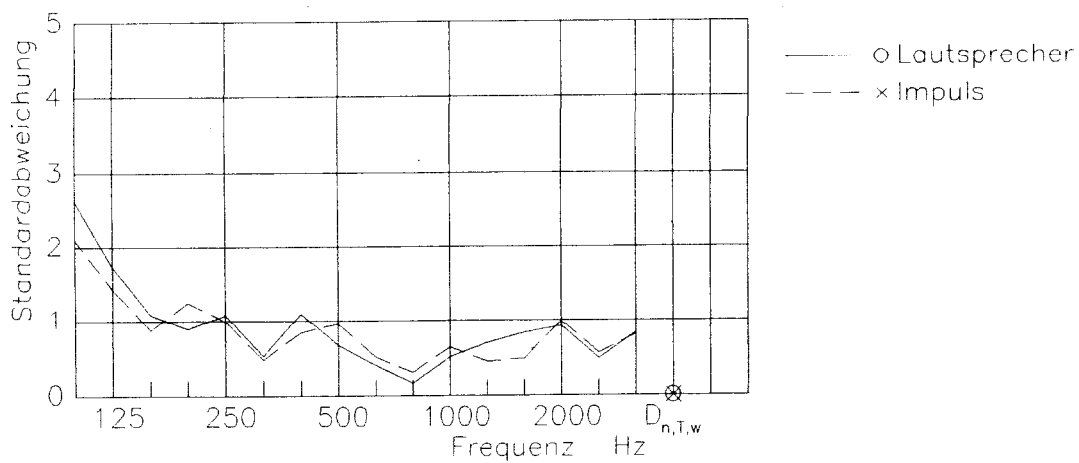
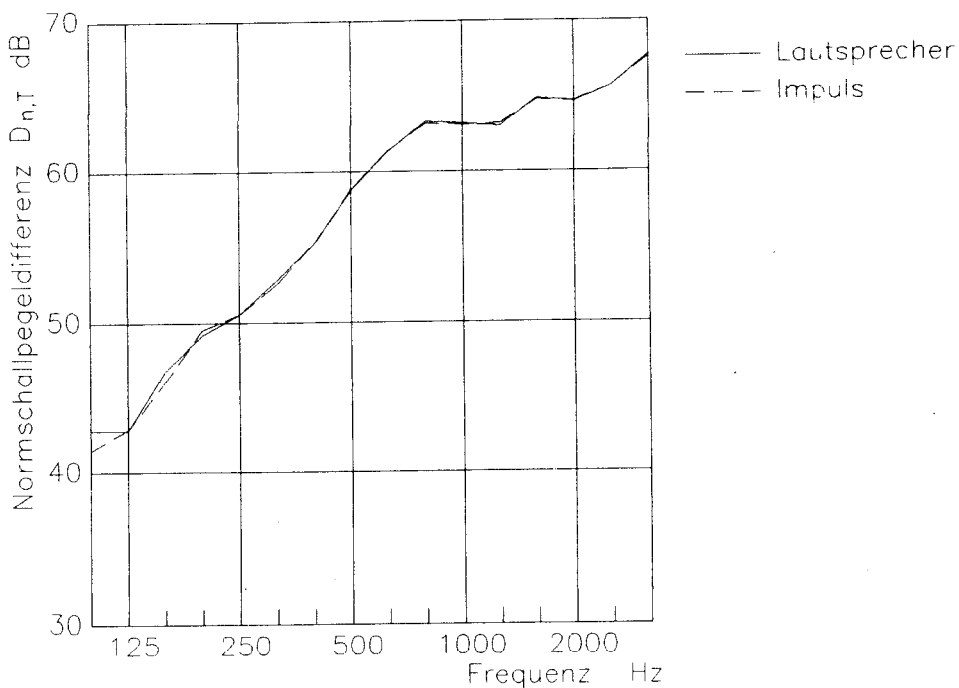
Normschallpegeldifferenz



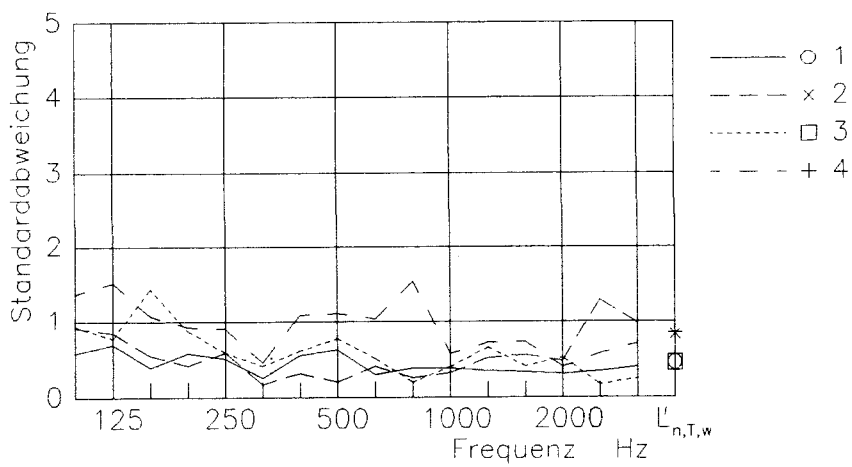
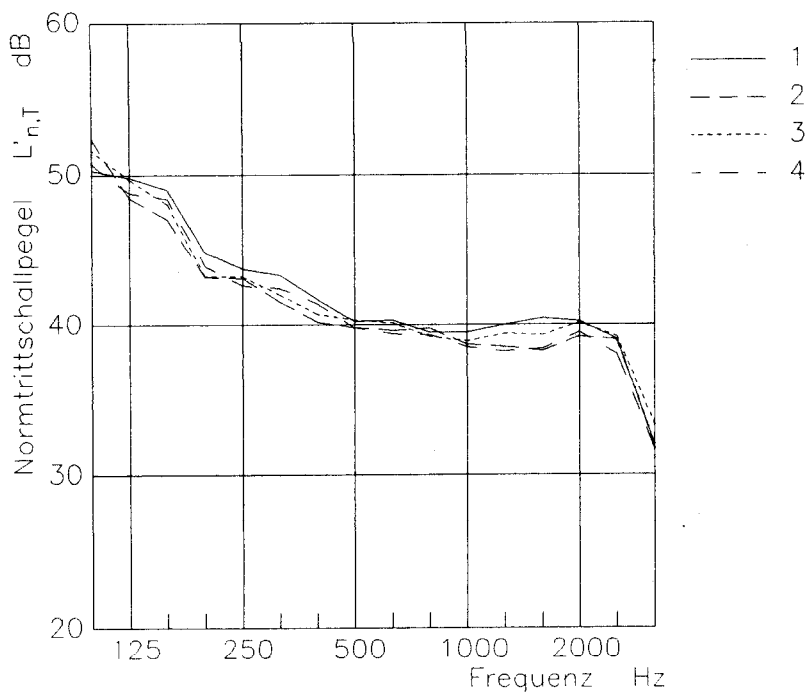
Normtrittschallpegel



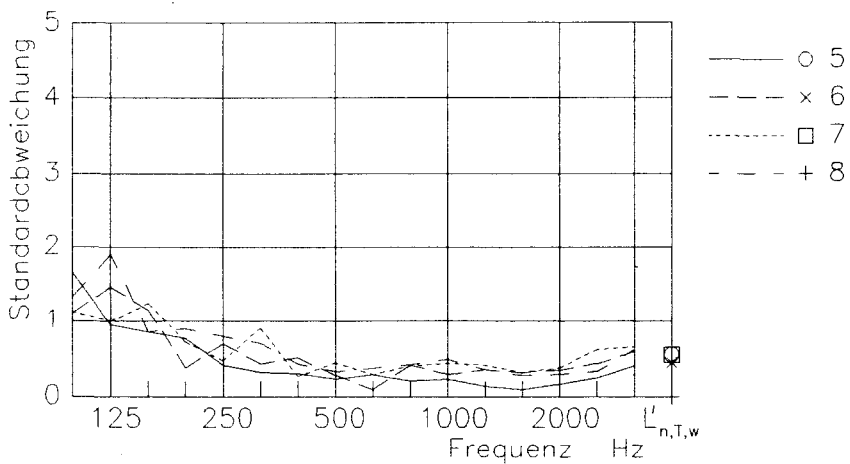
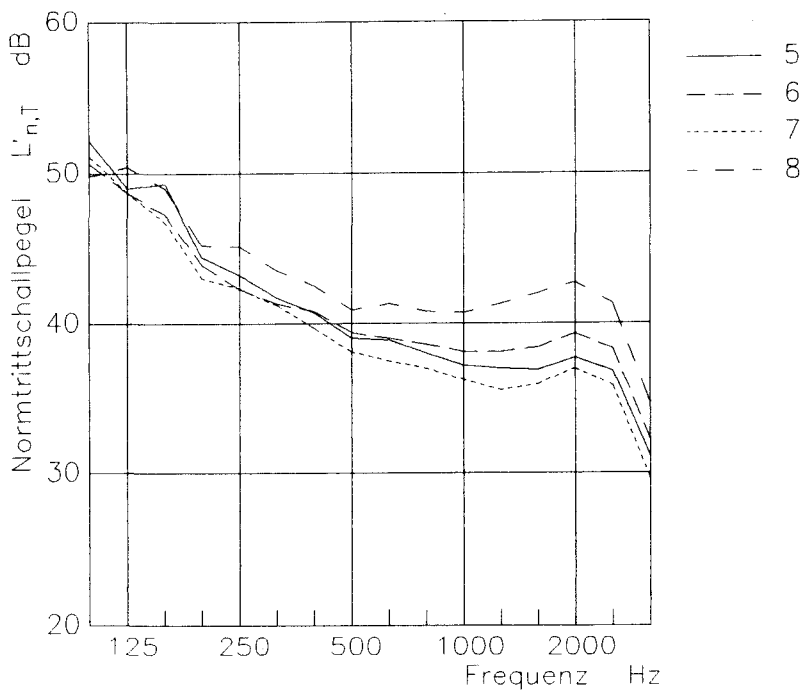
Messung der Normschallpegeldifferenz
 Mittelwerte und Standardabweichung
 Messung der Nachhallzeit mit
 Lautsprecher oder Impuls (Prüfstelle 11)



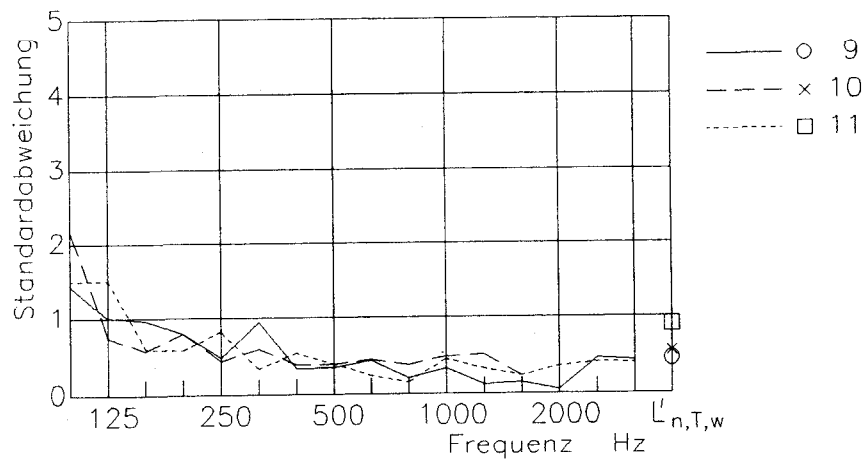
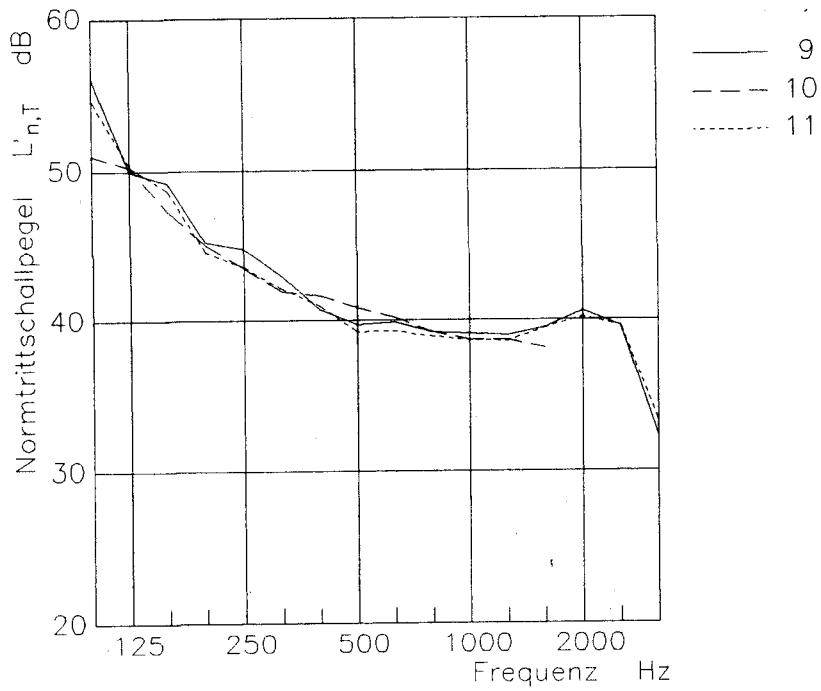
Messung des Normtrittschallpegels
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 1 bis 4



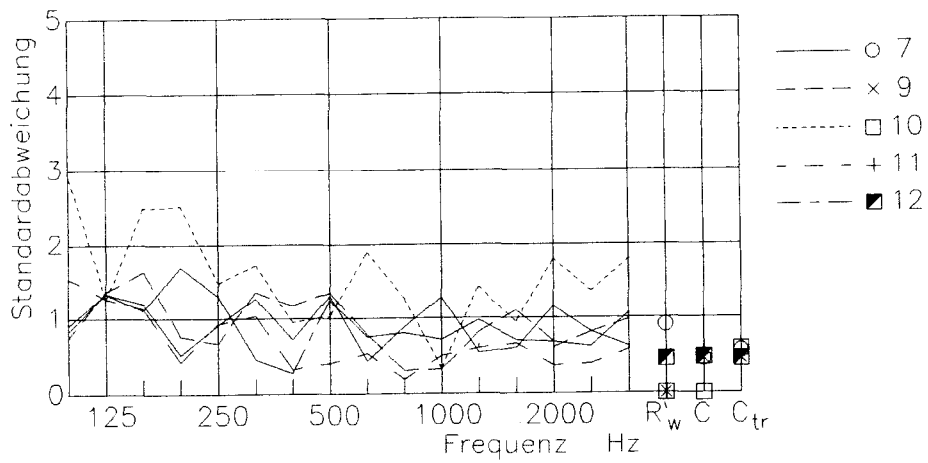
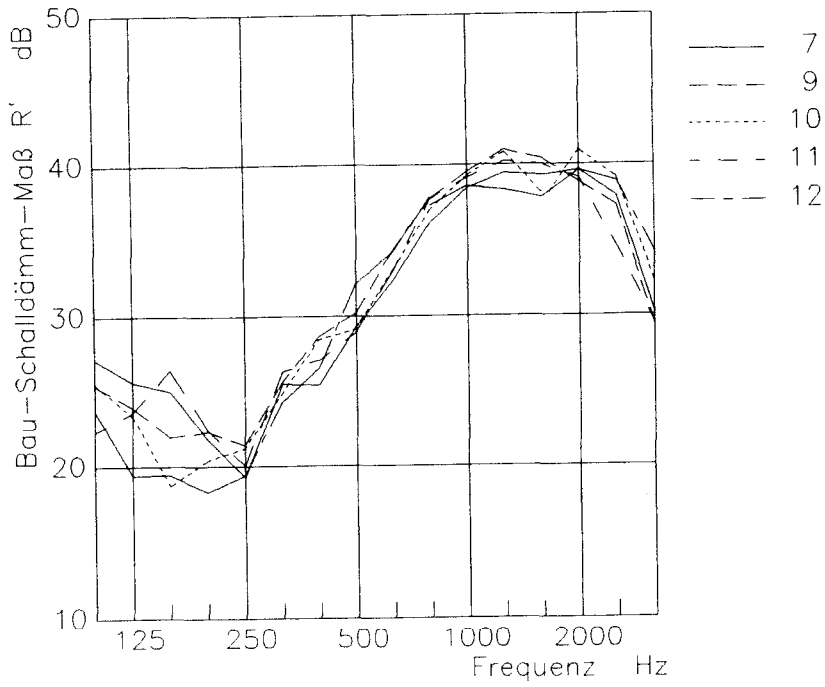
Messung des Normtrittschallpegels
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 5 bis 8



Messung des Normtrittschallpegels
Mittelwerte und Standardabweichung der
einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 9 bis 11

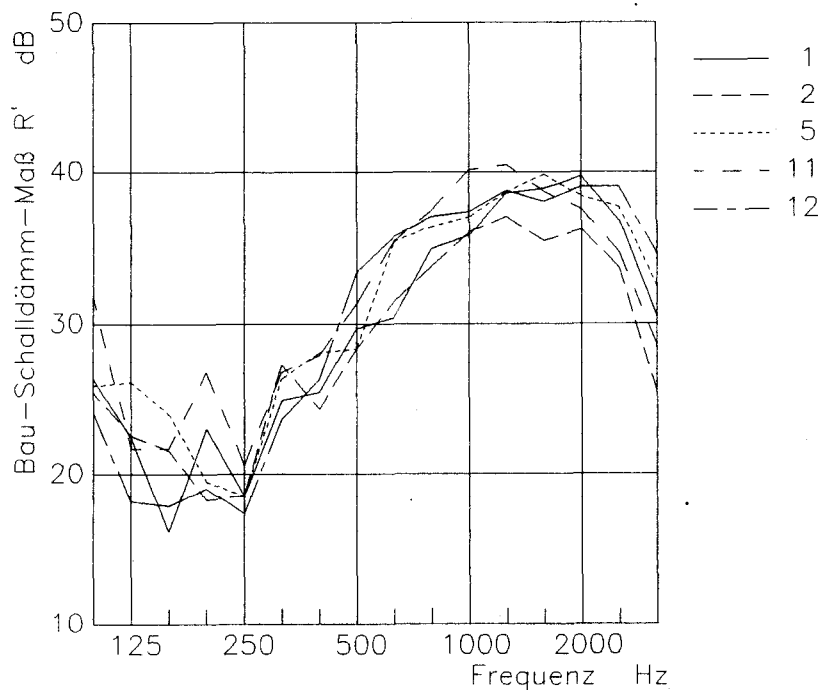


Messung des Bau-Schalldämm-Maßes
 des Fensters nach DIN 52210-5, Punkt 3.1
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Meßreihen

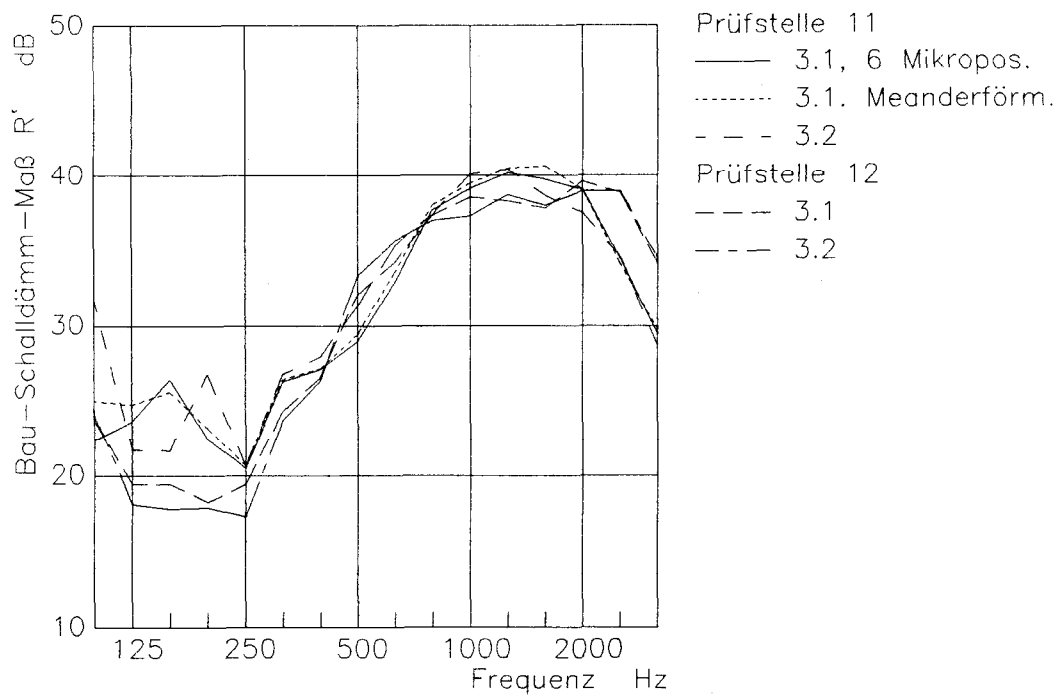


Messung des Bau-Schalldämm-Maßes
des Fensters nach DIN 52210-5, Punkt 3.2.

Mittelwerte der einzelnen Meßreihen



Vergleich der Ergebnisse einer Prüfstelle
bei Messung nach Punkt 3.1 und Punkt 3.2



ANHANG

Formulare

für die Darstellung der Meßergebnisse

nach ISO 140, Teil 4,5,7

Apparent sound reduction index according to EN-ISO 140-4

Field measurements of airborne sound insulation between rooms

Client:

Date of test:

Description of the building construction and test arrangement:

Area S of test specimen:

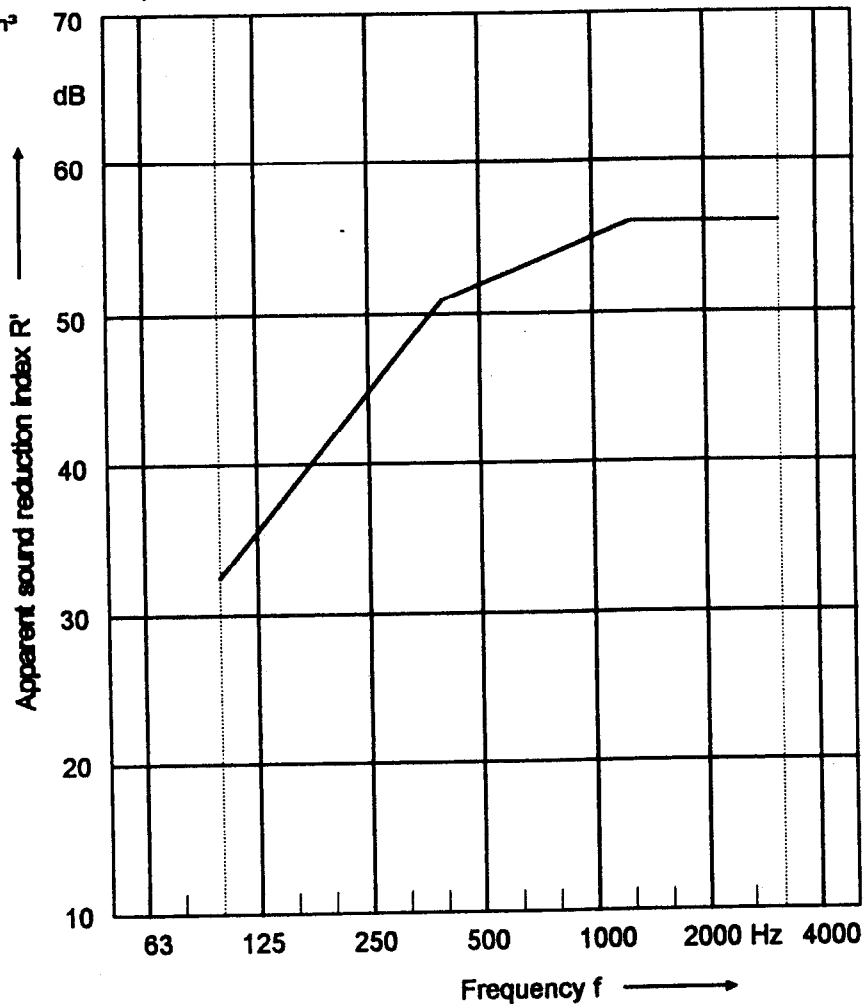
Source room volume:

Receiving room volume:

m²
m³
m³

frequency range according to the curve of reference values (EN-ISO 717-1)

Frequency Hz	R' 1/3oct dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Rating according to EN-ISO 717-1:

$R'_{w}(C;C_{tr}) = (\quad ; \quad)$ dB $C_{50-3150} = \quad$ dB; $C_{50-5000} = \quad$ dB; $C_{100-5000} = \quad$ dB

Evaluation based on field measurement results obtained by an engineering method $C_{tr,50-3150} = \quad$ dB; $C_{tr,50-5000} = \quad$ dB; $C_{tr,100-5000} = \quad$ dB

No. of test report:

Name of test institute:

Bau - Schalldämm - Maß nach EN-ISO 140-4

Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden

Auftraggeber:

Tag der Messung:

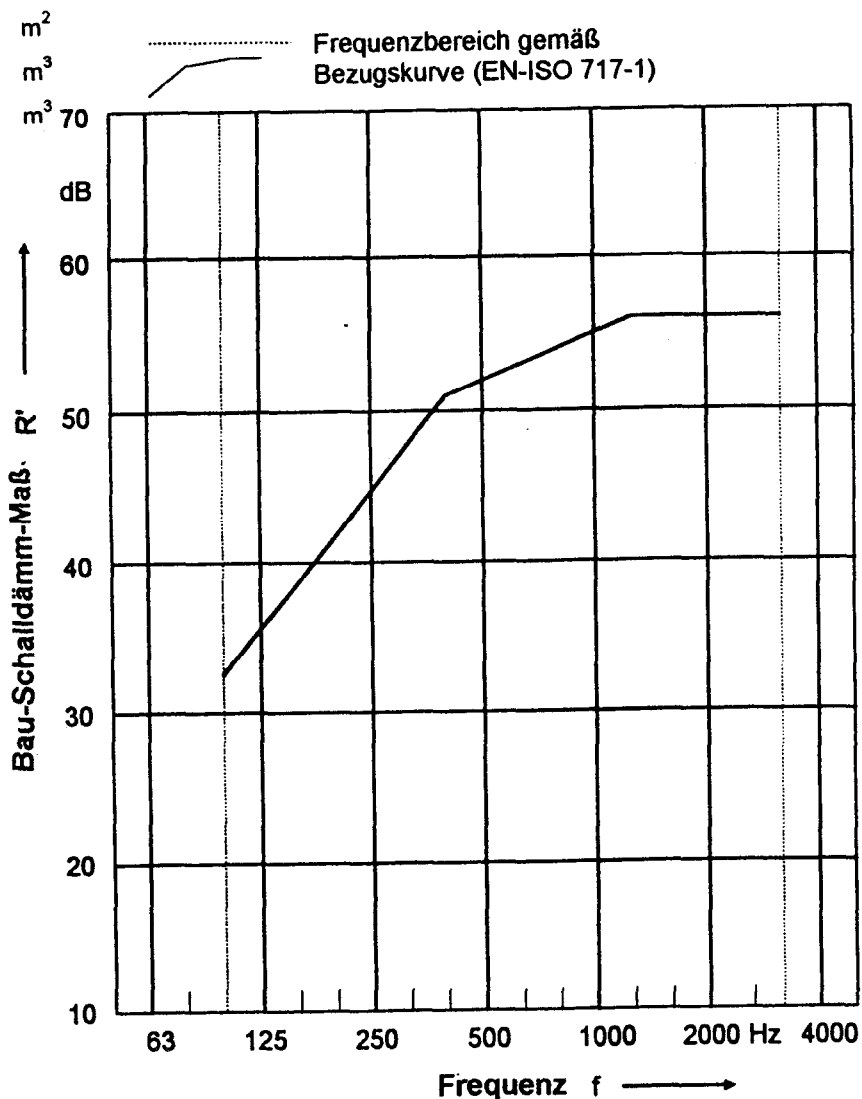
Beschreibung der Bauweise und der Prüfanordnung:

Fläche S des Prüfobjekts:

Volumen des Senderraums:

Volumen des Empfangsraums:

Frequenz Hz	R' Terz dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Bewertung gemäß EN-ISO 717-1

$R'_w(C; C_{tr}) = (\quad ; \quad) \text{ dB}$

Der Auswertung liegen die Ergebnisse einer Messung im Gebäude nach einer engineering Methode zugrunde

$C_{50-3150} = \quad \text{dB}; C_{50-5000} = \quad \text{dB}; C_{100-5000} = \quad \text{dB}$

$C_{tr,50-3150} = \quad \text{dB}; C_{tr,50-5000} = \quad \text{dB}; C_{tr,100-5000} = \quad \text{dB}$

Nr. des Prüfberichts:

Name des Prüfinstituts:

Standardized level difference according to EN-ISO 140-4

Field measurements of airborne sound insulation between rooms

Client:

Date of test:

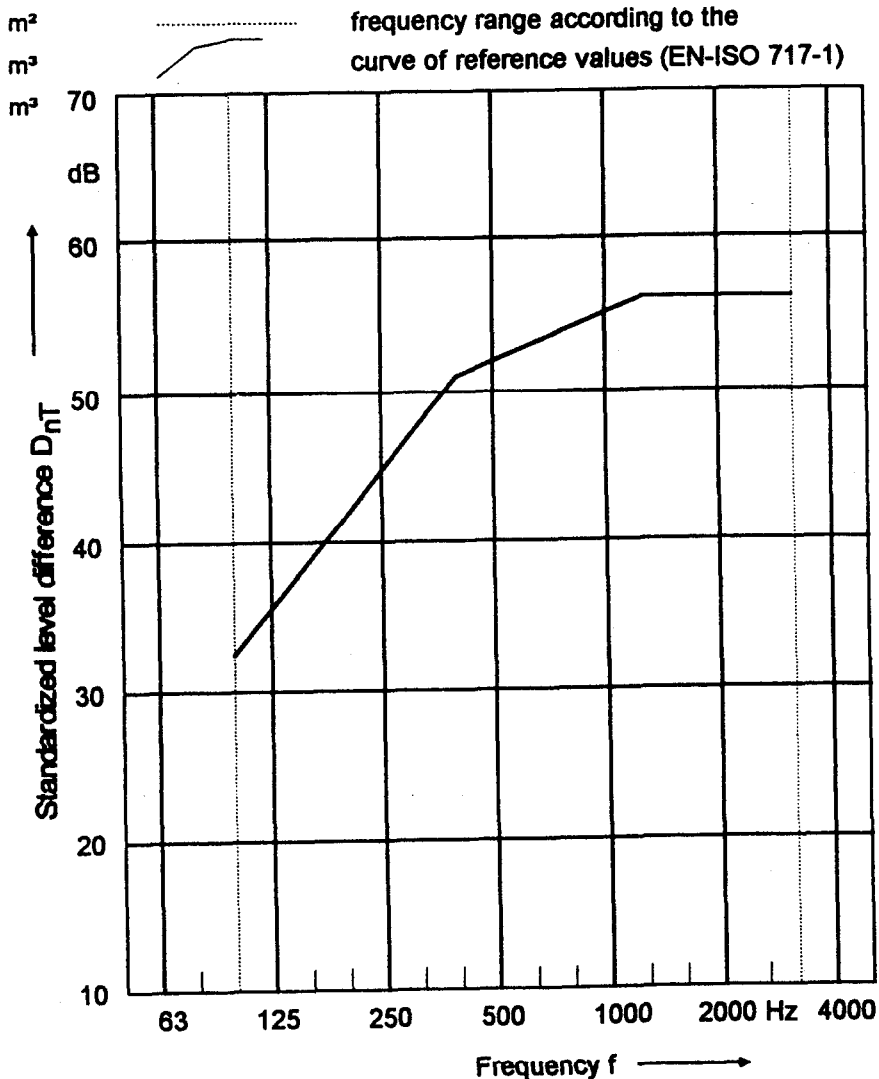
Description of the building construction and test arrangement, direction of measurement:

Area S of test specimen:

Source room volume:

Receiving room volume:

Frequency Hz	D_{nT} 1/3oct dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Rating according to EN-ISO 717-1:

$D_{nT,w}(C;C_{tr}) = (\quad ; \quad)$ dB $C_{50-3150} =$ dB; $C_{50-5000} =$ dB; $C_{100-5000} =$ dB

Evaluation based on field measurement results obtained by an engineering method $C_{tr,50-3150} =$ dB; $C_{tr,50-5000} =$ dB; $C_{tr,100-5000} =$ dB

No. of test report:

Name of test institute:

Standardschallpegeldifferenz nach EN-ISO 140-4

Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden

Auftraggeber:

Tag der Messung:

Beschreibung der Bauweise und der Prüfanordnung, Meßrichtung:

Volumen des Senderraums:

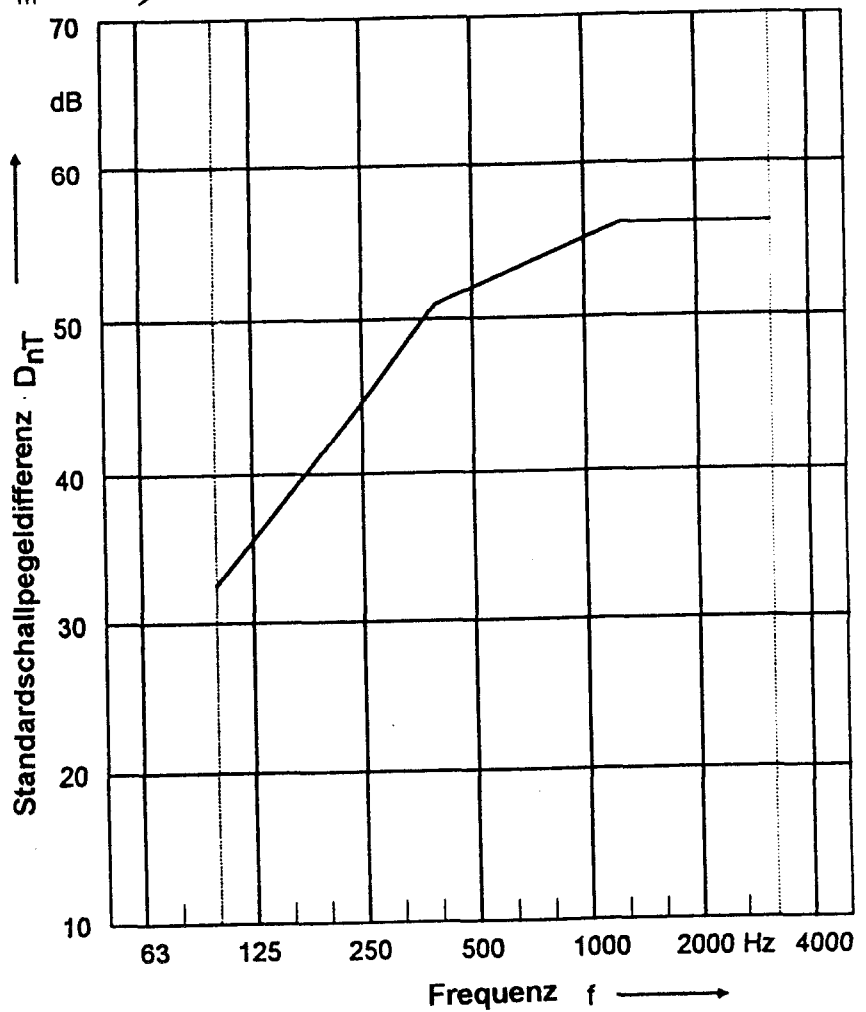
m³

Volumen des Empfangsraums:

m³

..... Frequenzbereich gemäß
 ———— Bezugskurve (EN-ISO 717-1)

Frequenz Hz	D _{nT} Terz dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Bewertung gemäß EN-ISO 717-1

$D_{nT,w}(C;C_{tr}) = (\quad ; \quad)$ dB $C_{50-3150} = \quad$ dB; $C_{50-5000} = \quad$ dB; $C_{100-5000} = \quad$ dB

Der Auswertung liegen die Ergebnisse einer Messung im Gebäude nach einer engineering Methode zugrunde $C_{tr,50-3150} = \quad$ dB; $C_{tr,50-5000} = \quad$ dB; $C_{tr,100-5000} = \quad$ dB

Nr. des Prüfberichts:

Name des Prüfinstituts:

Normalized level difference according to EN-ISO 140-4

Field measurements of airborne sound insulation between rooms

Client:

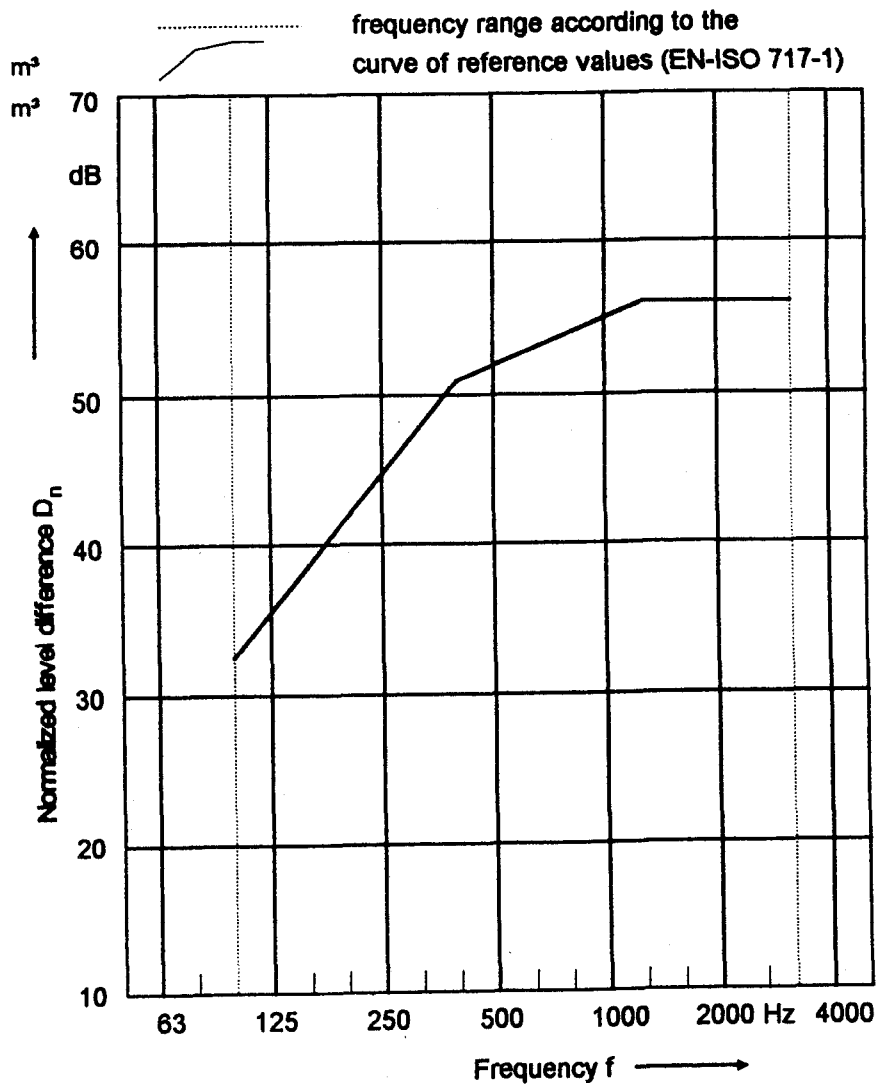
Date of test:

Description of the building construction and test arrangement, direction of measurement:

Source room volume:

Receiving room volume:

Frequency Hz	D_n 1/3oct dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Rating according to EN-ISO 717-1:

$D_{n,w}(C; C_{tr}) = (\quad ; \quad)$ dB $C_{50-3150} = \quad$ dB; $C_{50-5000} = \quad$ dB; $C_{100-5000} = \quad$ dB

Evaluation based on field measurement results obtained by an engineering method $C_{tr,50-3150} = \quad$ dB; $C_{tr,50-5000} = \quad$ dB; $C_{tr,100-5000} = \quad$ dB

No. of test report:

Name of test institute:

Normschallpegeldifferenz nach EN-ISO 140-4

Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden

Auftraggeber:

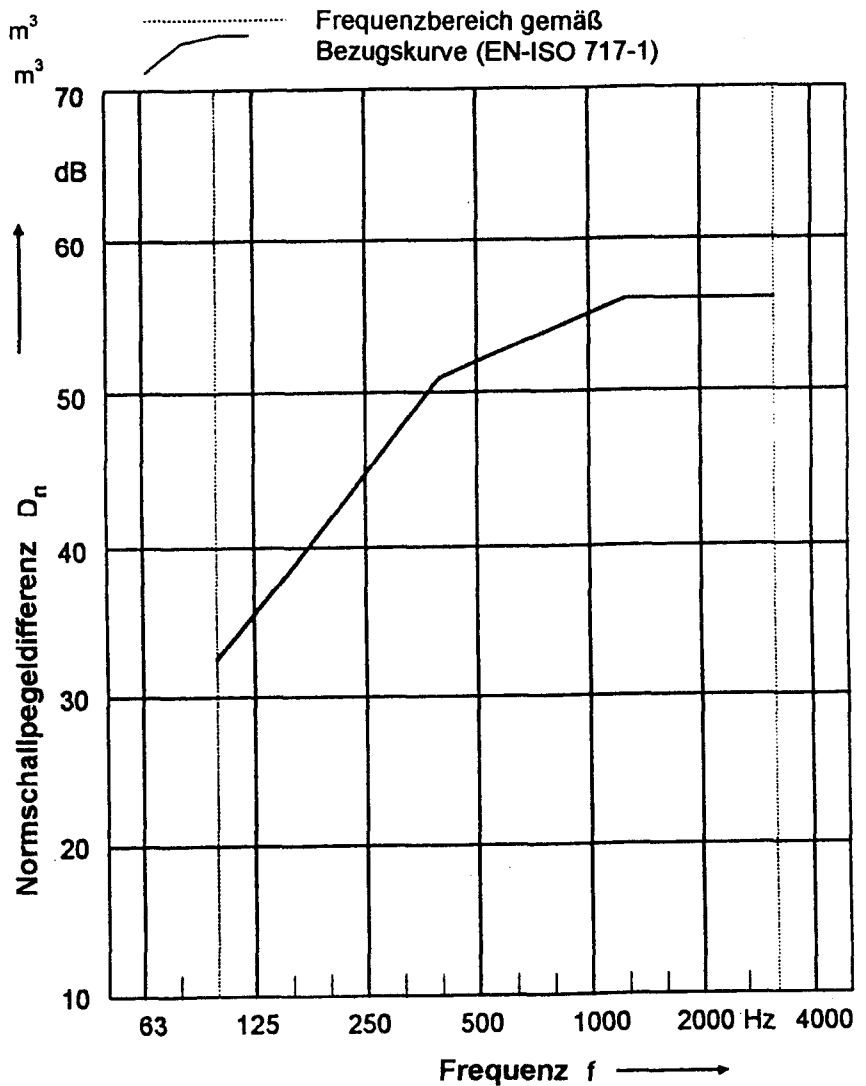
Tag der Messung:

Beschreibung der Bauweise und der Prüfanordnung, Meßrichtung:

Volumen des Senderraums:

Volumen des Empfangsraums:

Frequenz Hz	D_n Terz dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Bewertung gemäß EN-ISO 717-1

$D_{n,w}(C;C_{tr}) = (\quad ; \quad)$ dB

Der Auswertung liegen die Ergebnisse einer Messung im Gebäude nach einer engineering Methode zugrunde

$C_{50-3150} = \quad$ dB; $C_{50-5000} = \quad$ dB; $C_{100-5000} = \quad$ dB

$C_{tr,50-3150} = \quad$ dB; $C_{tr,50-5000} = \quad$ dB; $C_{tr,100-5000} = \quad$ dB

Nr. des Prüfberichts:

Name des Prüfinstituts:

Apparent sound reduction index according to ISO 140-5

Field measurements of airborne sound insulation of facade elements and facades

Client:

Date of test:

Description of the building construction and test arrangement:

Area S of test specimen:

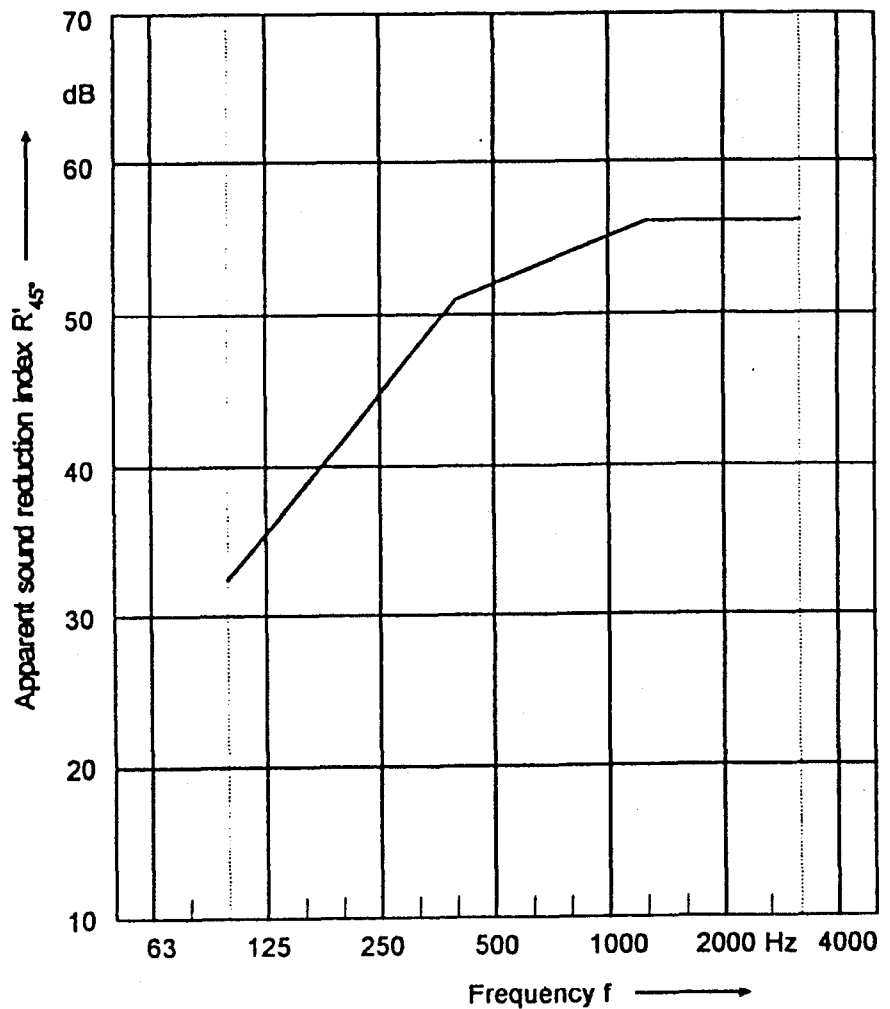
m²

Receiving room volume:

m³

frequency range according to the curve of reference values (ISO 717-1)

Frequency Hz	R' _{45°} 1/3oct dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Rating according to ISO 717-1:

$R'_{45°,w}(C;C_{tr}) = (;)$ dB $C_{50-3150} =$ dB; $C_{50-5000} =$ dB; $C_{100-5000} =$ dB

Evaluation based on field measurement results obtained by an engineering method $C_{tr,50-3150} =$ dB; $C_{tr,50-5000} =$ dB; $C_{tr,100-5000} =$ dB

No. of test report:

Name of test institute:

Date:

Signature:

Bau - Schalldämm - Maß nach EN-ISO 140-5

Messung der Luftschalldämmung von Außen-Bauteilen und Außenwänden in Gebäuden

Auftraggeber:

Tag der Messung:

Beschreibung der Bauweise und der Prüfanordnung:

Fläche S des Prüfobjekts:

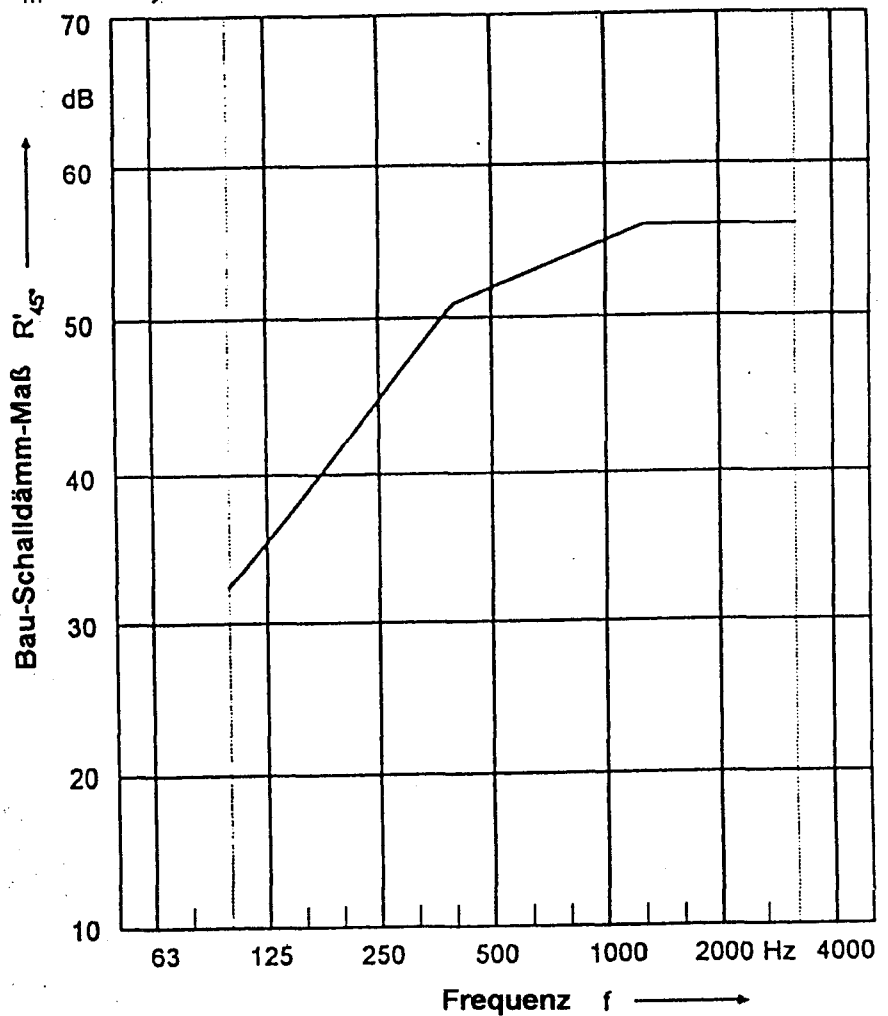
m²

Volumen des Empfangsraums:

m³

Frequenzbereich gemäß
Bezugskurve (EN-ISO 717-1)

Frequenz Hz	R' _{45°} Terz dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Bewertung gemäß EN-ISO 717-1

$R'_{45^\circ, w}(C; C_{tr}) = (\dots ; \dots)$ dB $C_{50-3150} =$ dB; $C_{50-5000} =$ dB; $C_{100-5000} =$ dB
 Der Auswertung liegen die Ergebnisse einer Messung im Gebäude nach einer engineering Methode zugrunde $C_{tr, 50-3150} =$ dB; $C_{tr, 50-5000} =$ dB; $C_{tr, 100-5000} =$ dB

Nr. des Prüfberichts:

Name des Prüfinstituts:

Standardized impact sound pressure levels according to EN ISO 140-7 Field measurements of impact sound insulation of floors

Client:

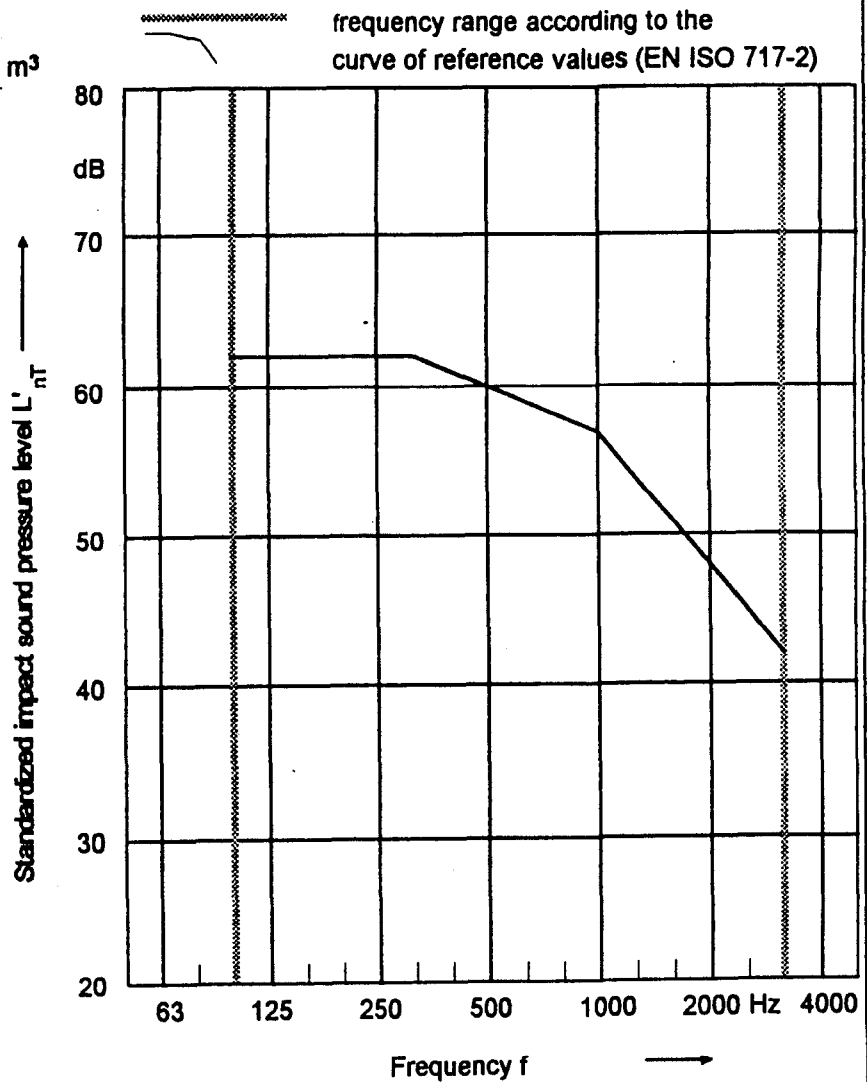
Date of Test:

Description of the building construction and test arrangement:

Receiving room volume:

m³

Frequency Hz	L' _{nT} 1/3oct dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Rating according to EN ISO 717-2:

$L'_{nT,w}(C_I) = (\quad) \text{ dB}$ $C_{I,50-3150} = \quad \text{dB}$

Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method.

No. of test report:

Name of test institute:

Standardtrittschallpegel nach EN-ISO 140-7

Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden

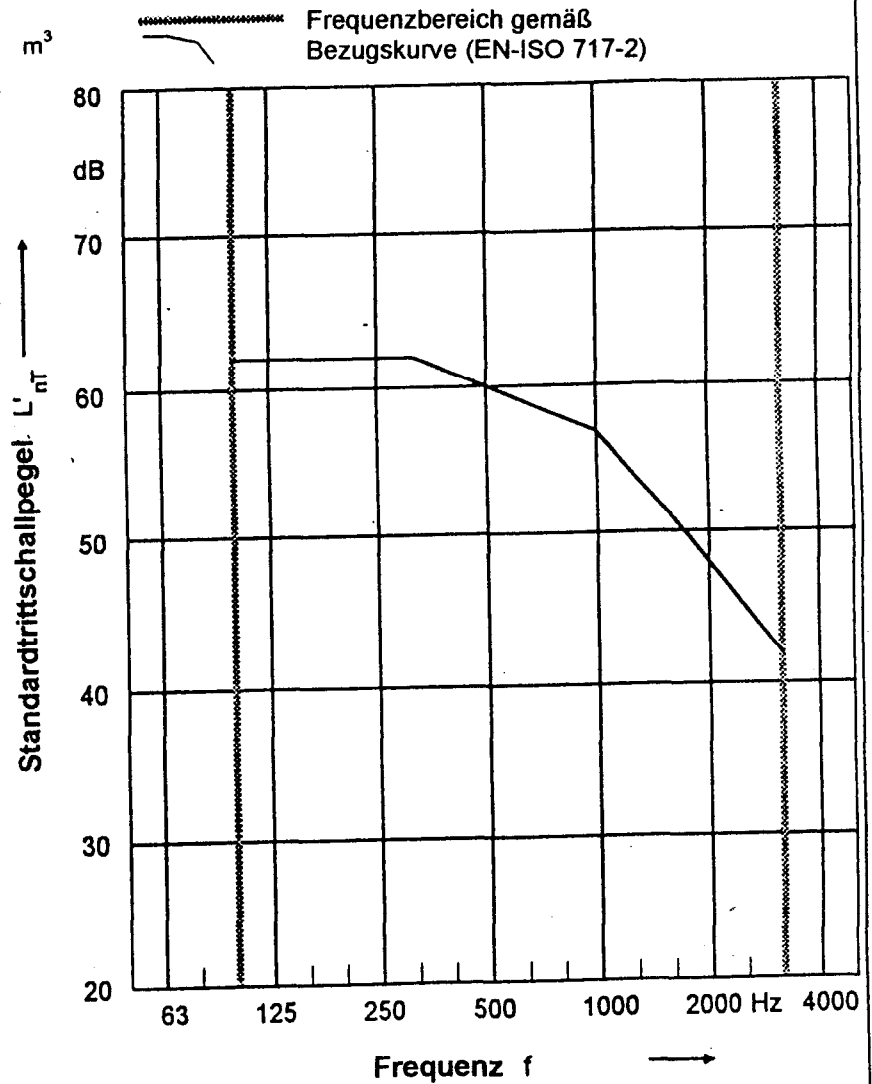
Auftraggeber:

Tag der Messung:

Beschreibung der Bauweise und der Prüfanordnung:

Volumen des Empfangsraums: m^3

Frequenz Hz	L'_{nT} Terz dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Bewertung gemäß EN-ISO 717-2

$L'_{nT,w} = \text{dB}$

Der Auswertung liegen die Ergebnisse einer Messung im Gebäude in Terzbändern nach einer engineering Methode zugrunde

Nr. des Prüfberichts:

Name des Prüfinstituts:

Normalized impact sound pressure levels according to EN ISO 140-7

Field measurements of impact sound insulation of floors

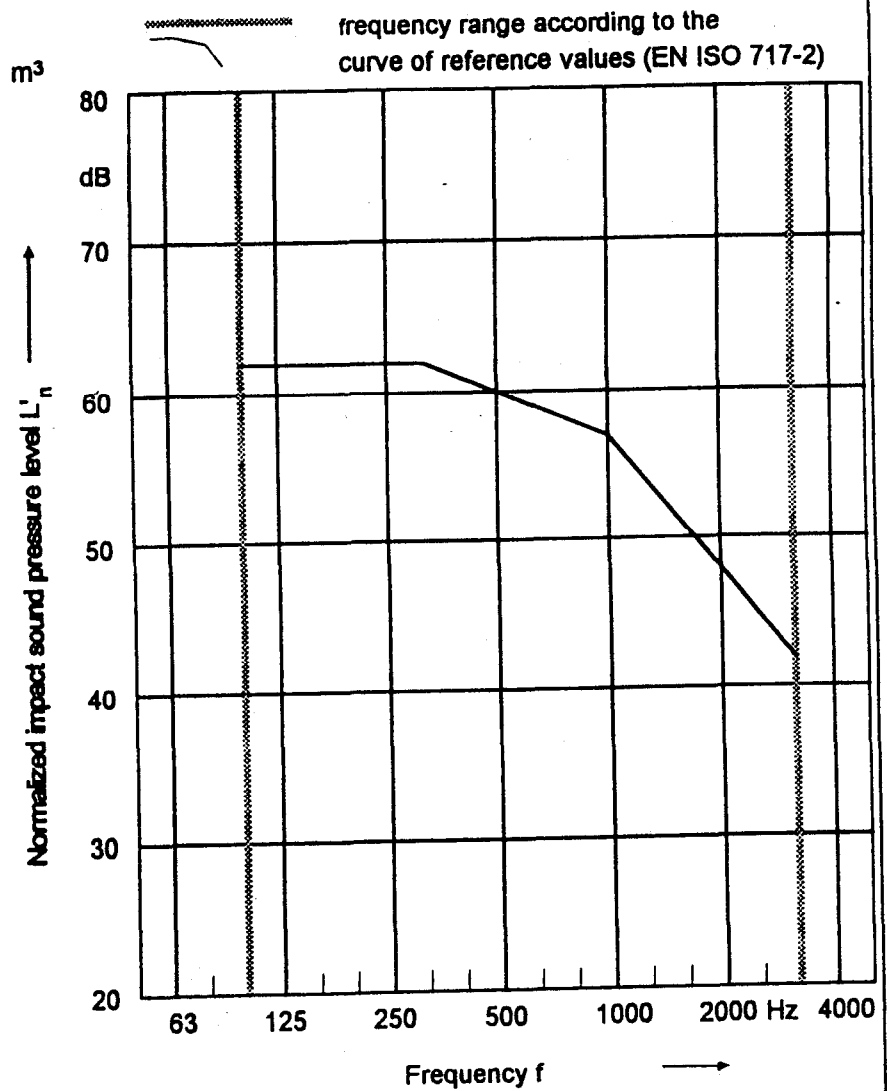
Client:

Date of Test:

Description of the building construction and test arrangement:

Receiving room volume:

Frequency Hz	L'_n 1/3oct dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Rating according to EN ISO 717-2:

$L'_{n,w}(C_1) = (\quad)$ dB $C_{1,50-3150} = \quad$ dB

Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method.

No. of test report:

Name of test institute:

Signature:

Normtrittschallpegel nach EN-ISO 140-7

Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden

Auftraggeber:

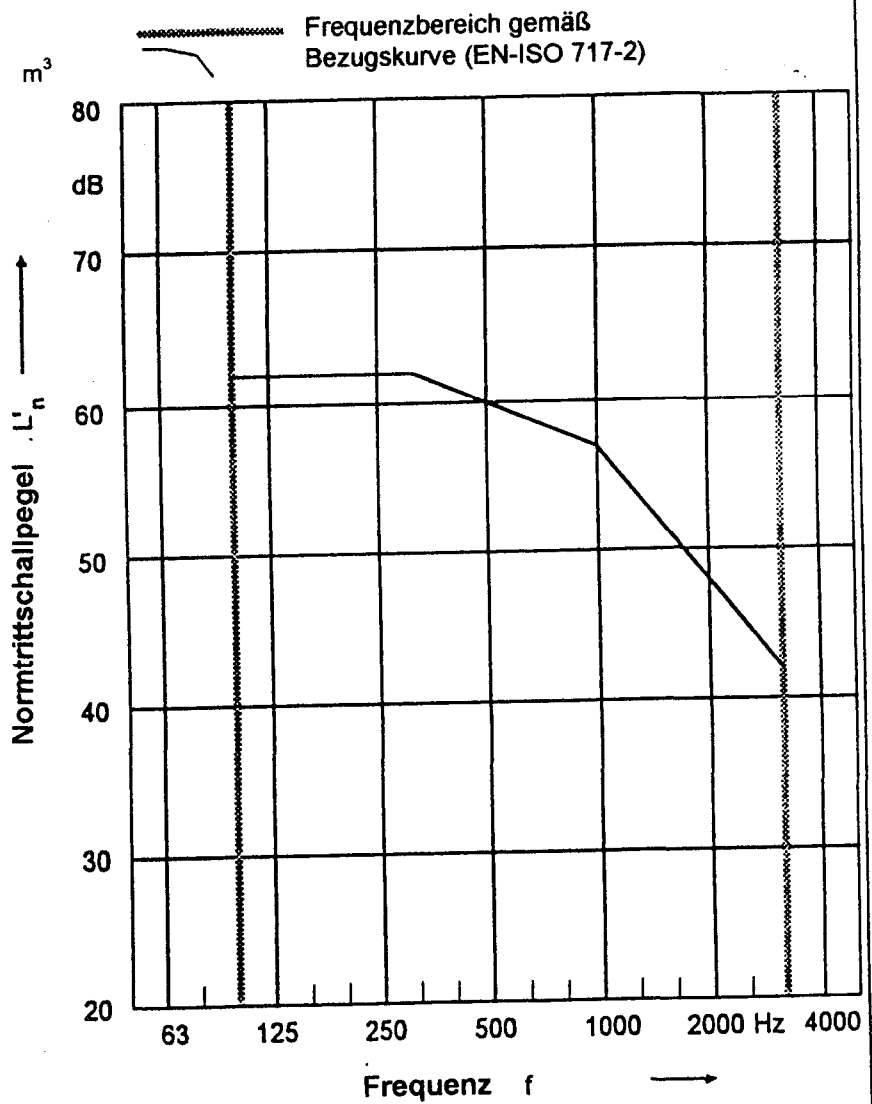
Tag der Messung:

Beschreibung der Bauweise und der Prüfanordnung:

Volumen des Empfangsraums:

m³

Frequenz Hz	L' _n Terz dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Bewertung gemäß EN-ISO 717-2

L'_{n,w} = dB

Der Auswertung liegen die Ergebnisse einer Messung im Gebäude in Terzbändern nach einer engineering Methode zugrunde

Nr. des Prüfberichts:

Name des Prüfinstituts:



**Ringversuch
für bauakustische Messungen
in Gebäuden**

Teil 2

Wien, im Feber 1996

1. Einleitung

Im Rahmen der Arbeiten der Arbeitsgruppe „Schalltechnische Messungen“ des Arbeitskreises „Qualitätssicherung von Umweltmeßdaten“ im Umweltbundesamt wurde ein Ringversuch für bauakustische Messungen durchgeführt und darüber ein Bericht im April 1995 ausgefertigt. Da sich bei der Auswertung der Trittschallschutzmessungen gezeigt hatte, daß event. eine unterschiedlich wirksame Schallbrücke im schwimmenden Estrich der Decke die Ergebnisse beeinflußt hatte, wurde beschlossen, eine zweite Serie von Vergleichsmessungen über den Luft- und Trittschallschutz im Gebäude durchzuführen. Weiters sollten die Messungen über den Schallschutz des Fensters fortgesetzt werden, um die Anzahl von teilnehmenden Prüfstellen auch für die Auswertung der Messungen am Fenster auf das erforderliche Maß zu erhöhen. Von den in der Arbeitsgruppe mitarbeitenden schalltechnischen Prüfstellen der Landesregierungen und Magistrate nahmen alle Teilnehmer der ersten Vergleichsmessung wieder teil wie folgt:

Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 19

Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Abt. Umweltschutz

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung Ia

Magistrat der Stadt Wien, Mag. Abt. 22 - Umweltschutz

Magistrat Graz, Abt. 23 - Amt für Umweltschutz

Magistrat Linz - Amt für Umweltschutz

Weiters wurden wieder die autorisierten Versuchsanstalten eingeladen, an dem Ringversuch teilzunehmen. Folgende Versuchsanstalten beteiligten sich an dem Ringversuch:

Bundesforschungs- und Prüfzentrum Arsenal, Wien

Magistrat der Stadt Wien, Mag. Abt. 39, Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien

NÖ Umweltschutzanstalt, Maria Enzersdorf

Schreiner Consulting, Linz

Technischer Überwachungsverein Österreich, Zweigstelle Thalheim bei Wels

Versuchsanstalt für Wärme- und Schalltechnik am Technologischen Gewerbemuseum, Wien.

Weiters beteiligte sich ein Zivilingenieurbüro an den Vergleichsmessungen:

Dipl.Ing. Arnulf Ibler, Dipl.Ing. Adolf Verderber, Spittal/Drau und Graz.

2. Prüfobjekte

Die folgenden Messungen wurden im Hochhaus des Technologischen Gewerbemuseums in Wien 20., Wexstraße 19-23 in der Zeit vom Juli bis November 1995 durchgeführt.

Normschallpegeldifferenz nach ÖNORM S 5100, Teil 1
zwischen den übereinanderliegenden hofseitigen Büroräumen 426 und 326 im 4. und 3. Obergeschoß

Aufbau der Decke: Belag
 schwimmender Estrich
 Stahlbeton-Rippendecke
 Untersichte

Normtrittschallpegel nach ÖNORM S 5100, Teil 2
der Decke zwischen den Räumen wie vor.

Der Grundriß der Meßräume ist in Beilage 1 wiedergegeben; die Raumhöhe beträgt 3,1 m, das Raumvolumen 74 m³.

Im neu erbauten Amtsgebäude des Umweltbundesamtes in Wien 9., Ingen Houszgasse wurden die Messungen fortgesetzt zu

Bau-Schalldämm-Maß nach DIN 52210, Teil 5, Punkt 3.1
des Fensters des hofseitigen Büroraumes 20,39 m² im 1.Stock.

Aufbau des Fensters: PVC-Fenster mit Isolierglas 4/12/4, beschichtet

Die Lage des Meßraumes ist in Beilage 2 ersichtlich.

3. Durchführung der Messungen

Die Vorbereitung und Auswertung des Ringversuches erfolgte nach ÖNORM EN 20140-2:1993 „Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Teil 2, Angaben von Genauigkeitsanforderungen“ unter Zugrundelegung von ISO 5725 „Precision of test methods - Determination of repeatability and reproducibility for a standard test method by inter-laboratory tests“.

Nach ÖNORM EN 20140-2 soll die Anzahl der Laboratorien mindestens $p = 8$ betragen, jedoch wird empfohlen, diese Anzahl zu erhöhen, um die Anzahl der erforderlichen Mehrfachmessungen zu verringern. Die Anzahl n der Prüfergebnisse in jedem Labor sollte so gewählt werden, daß $p \cdot (n-1) \geq 35$ ist.

Es wurden jeweils 5, von einem Teilnehmer 3, von einem Teilnehmer 6, von einem Teilnehmer 2x3, von zwei Teilnehmern 2 x 5 Messungen der Normschallpegeldifferenz nach ÖNORM S 5100-1 von 13 Prüfstellen und jeweils 5 Messungen des Normtrittschallpegels nach ÖNORM S 5100-2 von 12 Prüfstellen durchgeführt, sodaß die Anzahl der Einzelmessungen 75 bzw. 60 betrug.

Für die Messung des Bau-Schalldämm-Maßes an dem Fenster lagen mit den ergänzenden Messungen nach DIN 52210, Teil 5, Punkt 3.1 von 3 weiteren Prüfstellen insgesamt die Ergebnisse von 8 Prüfstellen mit 37 Einzelmeßreihen vor.

Die Prüfstellen sollten die Messungen in der Art und mit den Geräten, wie sie üblich arbeiten, durchführen. Details der Meßdurchführung der einzelnen Prüfstellen sind im nachfolgenden Punkt 4 zusammen mit den Meßergebnissen angegeben.

4. Ergebnisse der Messungen

4.1 Normschallpegeldifferenz

9 Prüfstellen führten je 5 Messungen, 2 Prüfstellen je 6 Messungen, eine Prüfstelle 10 Messungen und eine Prüfstelle 3 Messungen durch. Eine Prüfstelle führte weitere 5 Messungen unter Verwendung der MLS-Methode durch. Nachstehend sind Einzelheiten zur Meßdurchführung und das Ergebnis für die bewertete Normschallpegeldifferenz angegeben. Im Hinblick auf die zu erwartende (im Entwurf vorliegende) Neuauflage von ISO 717-1, in der neben der Einzahlangabe „bewertete Normschallpegeldifferenz“ auch Spektrum-Anpassungswerte neu aufgenommen wurden, wurden auch die Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} errechnet und angeführt.

Prüfstelle Nr. *)	Meßgerät	Sendeschaallautsprecherpositionen Senderraum	Schallfeld Mittelwertbildung	Nachhallzeitmessung	D _{n,T,W} (dB)	C (dB)	C _{tr} (dB)
1	Larson & Davis LD2900 Zweikanalanalysator	Rauschen 2 Positionen oben	6 Einzelpositionen	Rauschen	60	-2	-5
					60	-1	-5
					60 60	-1 -2	-5 -5
					60	-2	-5
					60	-2	-5
2	B u. K 2144 Zweikanalanalysator	Rauschen 2 Positionen oben	Drehgalgen	Rauschen	59	-2	-5
					60	-2	-5
					59 60	-2 -2	-5 -5
					60	-2	-6
					60	-2	-6
3	Norsonic 840 Zweikanalanalysator	Rauschen 2 Positionen unten	Drehgalgen	Rauschen	58	-2	-6
					59	-2	-5
					58 58	-2 -2	-5 -5
					58	-1	-5
					58	-2	-6
	wie vor mit MLS	Rauschen 2 Positionen unten	6 Einzelpositionen	Rauschen	59	-2	-5
					58	-1	-5
					58 58	-1 -1	-5 -5
					58	-1	-5
					59	-1	-5
4	Norsonic 823 Zweikanalanalysator	terzbreites Rauschen 2 Positionen oben	Drehgalgen	terzbreites Rauschen	60	-2	-5
					60	-2	-5
					60 60	-1 -1	-5 -5
					60	-1	-5
					61	-1	-5

Prüfstelle Nr. *)	Meßgerät	Sendescha- llautsprecher- positionen Senderraum	Schallfeld Mittelwert- bildung	Nachhall- zeit- messung	Dn,T,W (dB)	C (dB)	Ctr (dB)
5	Norsonic 830 Zweikanal- analysator	Rauschen 2 Positionen oben	Drehgalgen	Impuls	60 59 60 60	- 2 - 1 - 2 - 2	- 6 - 5 - 6 - 6
6	Larson & Davis LD 2900 Zweikanal- analysator	Rauschen 2 Positionen oben	6 Einzel- positionen	Rauschen	60 60 60 60 60 60	- 2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2	- 6 - 6 - 6 - 6 - 6 - 6
7	Norsonic 830 Zweikanal- analysator	Rauschen 2 Positionen unten	Drehgalgen	Rauschen	61 60 60 61 61 61	- 2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2	- 5 - 6 - 5 - 6 - 6 - 6
	--	oben	--	--	61 61 61 61 60 61	- 2 - 2 - 1 - 2 - 2 - 2	- 6 - 6 - 5 - 6 - 6 - 6
8	Norsonic 840 Zweikanal- analysator	terzbreites Rauschen 6 Positionen unten	6 Einzel- positionen	Rauschen (für Trittschall Impuls)	58 59 58 58 58 58	- 1 - 2 - 2 - 2 - 2 - 1	- 5 - 5 - 6 - 5 - 6 - 5
9	Norsonic 830 Zweikanal- analysator	Rauschen 2 Positionen oben	6 Einzel- positionen	Rauschen	59 58 58 58 58 57	- 2 - 2 - 1 - 2 - 2 - 1	- 6 - 6 - 6 - 6 - 6 - 6
10	Norsonic 823 Zweikanal- analysator	terzbreites Rauschen 4 Positionen oben	Drehgalgen	terzbreites Rauschen	58 58 58 58 57 58	- 1 - 2 - 1 - 1 - 1 - 2	- 5 - 5 - 5 - 5 - 5 - 5
11	Norsonic 830 Zweikanal- analysator	Rauschen 2 Positionen oben	Drehgalgen (5 Einzel- positionen)	Impuls	59 59 58 59 59 59 60	- 2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 1 - 2	- 6 - 6 - 5 - 6 - 6 - 5 - 6
12	Norsonic 830 Zweikanal- analysator	Rauschen 2 Positionen unten oben	Drehgalgen	Impuls	59 58 58 58 60 60 60 60	- 1 - 1 - 1 - 1 - 2 - 2 - 2 - 1	- 5 - 5 - 5 - 5 - 6 - 6 - 6 - 6

Prüfstelle Nr. *)	Meßgerät	Sendeschaal Lautsprecher- positionen	Schallfeld Mittelwert- bildung	Nachhall- zeit- messung	Dn,T,W (dB)	C (dB)	Ctr (dB)
13	Larson & Davis LD 2900 Zweikanal- analysator	Rauschen 2 Positionen	Drehgalgen	Rauschen	59	- 2	- 6
					59	- 2	- 6
					59	- 2 - 2	- 6 - 6
					60	- 2	- 6
					59	- 2	- 6

*) Die Nummern entsprechen der zufälligen Reihenfolge des Einlangens und der Eingabe der Meßergebnisse in den Computer; sie entsprechen nicht der Reihenfolge der Nennung der teilnehmenden Prüfstellen in Punkt 1.

Die Werte für die Normschallpegeldifferenz in Abhängigkeit von der Frequenz sind in den Beilagen 3 bis 5 dargestellt. Es sind jeweils die Mittelwerte der Einzelmessungen und die Standardabweichung für jede Prüfstelle eingezeichnet. Wurden Messungen in beiden Richtungen durchgeführt, ist das Mittel über alle Messungen für beide Richtungen und die entsprechende Standardabweichung eingezeichnet.

Die Darstellungen in den Beilagen 3 bis 5 zeigen, daß die Meßergebnisse aller Prüfstellen bei den tiefen und mittleren Frequenzen sehr gut übereinstimmen, bei den hohen Frequenzen jedoch größere Unterschiede auftreten. Es war anzunehmen, daß dies durch den Einfluß des Umgebungsgeräusches auf den Schallpegel im Empfangsraum verursacht worden ist. Es wurde daher an alle Teilnehmer ein Schreiben, das im Anhang wiedergegeben ist, gesandt, mit der Bitte zu prüfen, wieweit die Meßergebnisse durch den Fremdgeräuschpegel beeinflusst waren und erforderlichenfalls eine entsprechende Korrektur der Ergebnisse vorzunehmen. Eine Korrektur ist in der derzeit gültigen ÖNORM S 5100-1 nicht vorgesehen. In der im Entwurf vorliegenden Europäischen Norm EN ISO 140-4 und EN ISO 140-7 ist eine solche Korrektur enthalten; diese wurde nun auch als Ergänzung zu ÖNORM S 5100-1 und S 5100-2 vorgeschlagen (siehe Text im Anhang). Von den insgesamt 13 teilnehmenden Prüfstellen teilten zwei (Nr.4 und Nr.7) mit, daß die Ergebnisse nicht durch das Umgebungsgeräusch beeinflusst waren. Zwei Prüfstellen (Nr.8 und Nr.12) brachten Korrekturen an, die sich aus Werten für den Fremdgeräuschpegelabstand ≥ 6 dB ergaben, drei Prüfstellen (Nr. 3, 9 und 11) brachten Korrekturen an, wobei fallweise der Fremdgeräuschpegelabstand < 6 dB betrug. Die restlichen Prüfstellen teilten mit, daß bei der Messung angestrebt wurde, möglichst eine Beeinflussung durch das Umgebungsgeräusch zu vermeiden, eine rechnerische Korrektur jedoch nicht möglich ist. In den Beilagen 3a bis 5a sind die so erhaltenen Ergebnisse dargestellt.

Die Werte der bewerteten Normschallpegeldifferenz in der vorstehenden Tabelle sind die Ergebnisse nach Anbringen der Korrektur (allerdings wurden diese Einzahlangaben durch die Korrekturen im Bereich der hohen Frequenzen kaum beeinflusst).

Von einer Prüfstelle wurde auch die Messung mit dem Gerät Norsonic 840 unter Verwendung der MLS-Methode wiederholt. Bei dieser Messung wird im Gerät jeweils das real während der Meßzeit vorhandene Signal-Rausch-Verhältnis ausgewiesen. Um die Eignung der Methode nachzuweisen, wurde dabei die Leistung der Lautsprecher um 10 dB verringert. Trotzdem war es möglich, bei allen Frequenzen mit einem Fremdgeräuschpegelabstand > 10 dB zu messen. In Beilage 3a ist das Ergebnis dieser Messung auch eingetragen. Evident liegt es im Bereich der Werte, die ohne Einfluß von Fremdgeräusch ermittelt wurden und die Standardabweichung ist verglichen mit den anderen Messungen eher günstig gering.

Die Vergleichsmessungen haben gezeigt, daß die Lautsprecher entsprechende Schallleistung aufweisen müssen und die Beachtung und Messung des Fremdgeräuschpegels unbedingt erforderlich ist. Wenn das Meßsignal im Empfangsraum nicht mehr als 10 dB über dem Fremdgeräuschpegel liegt, sind entsprechende Korrekturen anzubringen und event. im Prüfbericht anzugeben, daß die Ergebnisse an der oberen Meßgrenze liegen. In die ÖNORM S 5100-1 wurde auf Grund der Erfahrung aus den vorliegenden Vergleichsmessungen eine entsprechende Ergänzung bereits aufgenommen. Weiters hat es sich als sehr günstig erwiesen, das MLS-Verfahren einzusetzen; ein entsprechender Text wurde ebenfalls in die ÖNORM S 5100-1 aufgenommen.

Eine Auswertung der Vergleichsgrenze R aus den durch den Fremdgeräuschpegel unterschiedlich beeinflussten Meßergebnissen scheint nicht zweckmäßig zur Kennzeichnung der Meßgenauigkeit des Meßverfahrens, gibt aber ein Bild über die Genauigkeit der Messungen bei den in der Praxis gegebenen und von den Meßdurchführenden akzeptierten Bedingungen.

Eine Auswertung der Vergleichsgrenze aus den nur 4 Meßergebnissen, die nicht korrigiert oder eindeutig korrigiert (Fremdgeräuschpegelabstand ≥ 6 dB) sind, ist wegen der zu geringen Zahl der Prüfstellen nicht möglich. Es können aber für die Auswertung der Vergleichsgrenze noch die drei Prüfstellen, die eine Korrektur anbrachten mit Fremdgeräuschpegelabstand < 6 dB, hinzugenommen werden, wobei dann darauf hinzuweisen ist, daß das Ergebnis bei den hohen Frequenzen (≥ 1000 Hz) für den Fall gilt, daß die Ergebnisse wegen zu geringen Fremdgeräuschpegelabstands korrigiert wurden bzw. an der oberen Meßgrenze liegen. Dies ist etwa der Fall mit Anwendung der nun ergänzten ÖNORM S 5100-1 bzw. der zukünftigen EN ISO 140-4.

Die Standardabweichung der Meßergebnisse der einzelnen Prüfstellen ergab sich bei dieser Vergleichsmessung höher als bei der ersten. Sie liegt zwar für die bewertete Normschallpegeldifferenz bei allen Prüfstellen wieder unter 1 dB, jedoch bei den einzelnen Frequenzen auch deutlich über 1 dB. Dieses ungünstigere Ergebnis dürfte zum Teil dadurch bedingt sein, daß in den dicht möblierten Räumen mit hoher Absorption keine so günstige Schallverteilung herrschte wie in den nur wenig möblierten Räumen bei der ersten Vergleichsmessung; zum Teil auch durch den jedenfalls für einige Prüfstellen und für die höheren Frequenzen gegebenen Einfluß des Umgebungsgerausches (das in den hofseitig gelegenen Meßräumen bei der ersten Vergleichsmessung keinen Einfluß hatte).

Aus den Werten der Standardabweichung (bzw. deren Quadrat, der Varianz) aller Prüfstellen und in einer zweiten Auswertung der 7 Prüfstellen, deren Ergebnisse keine Korrekturen erforderten bzw. korrigiert werden konnten, wurde der Mittelwert der laborinternen Varianzen ermittelt und daraus die Wiederholgrenze r in Abhängigkeit von der Frequenz und für die Einzahlangaben. Dies ist der Betrag, unter dem der Absolutwert der Differenz zwischen zwei einzelnen unter Wiederholbedingungen gewonnenen Prüfergebnissen mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % erwartet werden kann.

Die Werte für r aus beiden Auswertungen sind in Beilage 6 in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt und nachstehend für die Einzahlangaben angeführt.

Aus den Mittelwerten der Meßergebnisse aller Prüfstellen bzw. der 7 Prüfstellen und dem Mittelwert der laborinternen Varianzen wurde die Varianz zwischen den teilnehmenden Prüfstellen ermittelt und daraus die Vergleichsgrenze R (reproducibility value). Dies ist der Betrag, unter dem der Absolutwert der Differenz zwischen zwei einzelnen unter Vergleichsbedingungen gewonnenen Prüfergebnissen mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % erwartet werden kann.

Die Werte für R aus beiden Auswertungen sind in Beilage 6 in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt und nachstehend für die Einzahlangaben angeführt.

Größe	$D_{n,T,w}$		C		C_{tr}	
	13	7	13	7	13	7
Anzahl der Prüfstellen	13	7	13	7	13	7
Wiederholgrenze r	1,50	1,70	1,20	1,29	1,12	1,28
Vergleichsgrenze R	2,96	3,34	1,28	1,34	1,43	1,43

Für den Fall der ungünstigeren Meßbedingungen, wie sie bei dieser Vergleichsmessung vorlagen, ergibt sich damit: wird von einer Prüfstelle nur eine Messung mit dem Ergebnis $D_{n,T,w}$ durchgeführt, so ist der Vertrauensbereich (Wahrscheinlichkeit von 95 %) für den wahren Wert $\underline{D}_{n,T,w}$ (z.B. eine Anforderung oder ein in einem Vertrag festgelegter Wert)

$$D_{n,T,w} - 2 < \underline{D}_{n,T,w} < D_{n,T,w} + 2$$

d.h. der wahre Wert kann um 2 dB höher oder geringer sein als das Meßergebnis.¹⁾ Das Ergebnis ist damit deutlich ungünstiger als bei der ersten Vergleichsmessung.

In ÖNORM EN 20140-2 sind Werte für die Vergleichsgrenze R für Felduntersuchungen mit Messungen der Luftschalldämmung nach ISO 140-4:1978 (der ÖNORM S 5100-1 im wesentlichen entspricht) in Abhängigkeit von der Frequenz angegeben; sie sind zum Vergleich auch in Beilage 6 eingezeichnet. Ersichtlich liegt das Ergebnis des gegenständlichen Ringversuchs im unteren Frequenzbereich günstig darunter, im oberen Frequenzbereich jedoch wesentlich darüber.

4.2 Normtrittschallpegel

12 Prüfstellen führten je 5 Messungen durch. Nachstehend sind Einzelheiten zur Meßdurchführung und das Ergebnis für den bewerteten Normtrittschallpegel angegeben (Meßgeräte und Nachhallzeitmessung wie bei 4.1 angegeben).

Die Werte des Normtrittschallpegels in Abhängigkeit von der Frequenz sind in den Beilagen 7 bis 9 dargestellt. Es sind jeweils die Mittelwerte der 5 Messungen und die Standardabweichung für jede Prüfstelle angegeben.

Die Darstellungen in den Bildern 7 bis 9 zeigen, daß die Ergebnisse über den gesamten Frequenzbereich sehr gut übereinstimmen.

Die Standardabweichung der einzelnen Prüfstellen ist im gesamten Frequenzbereich ≤ 1 dB. Bei zwei Prüfstellen ist sie bei den höchsten Frequenzen, durch den Fremdgeräuschpegel beeinflusst, höher.

¹⁾ Der Vertrauensbereich für den wahren Wert μ ergibt sich aus dem Meßwert y und der Vergleichsgrenze R nach

$$y - \frac{R}{\sqrt{2}} < \mu < y + \frac{R}{\sqrt{2}}$$

Prüfstelle Nr.	Hammerwerkspositionen	Schallfeld Mittelwertbildung	bewerteter Normtrittschallpegel (dB)
1	4 Positionen	6 Einzelpositionen	42 42 42 42 42 42
2	2 Positionen	Drehgalgen	41 40 41 40 41 41
3	4 Positionen	Drehgalgen	42 42 42 42 42 42
4	2 Positionen	Drehgalgen	42 42 41 41 41 41
5	5 Positionen	Drehgalgen	41 41 41 41 41 41
6	4 Positionen	4 Einzelpositionen	40 41 40 41 41 41
7	4 Positionen	Drehgalgen	41 41 41 41 40 41
8	4 Positionen	4 Einzelpositionen	41 41 41 41 41 41
9	6 Positionen	6 Einzelpositionen	41 41 41 41 42 41
10	5 Positionen	5 Einzelpositionen	41 41 41 41 41 41
11	5 Positionen	händisch bewegt in 5 Positionen	42 42 42 42 42 42
13	2 Positionen	Drehgalgen	42 42 42 42 42 42

Aus den Werten der Standardabweichung der Meßergebnisse der einzelnen Prüfstellen wurde der Mittelwert und daraus die Wiederholgrenze r in Abhängigkeit von der Frequenz und für die Einzahlangabe ermittelt. Die Werte für r sind in Beilage 6 in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt und nachstehend für den bewerteten Normtrittschallpegel angeführt.

Aus den Mittelwerten der Meßergebnisse der einzelnen Prüfstellen und dem Mittelwert der laborinternen Varianz wurde die Varianz zwischen den teilnehmenden Prüfstellen ermittelt, daraus die Vergleichsvarianz und aus dieser die Vergleichsgrenze R errechnet. Die Werte für R sind in Beilage 6 in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt und nachstehend für den bewerteten Normtrittschallpegel angeführt.

Größe	$L_{n,T,w}$
Wiederholgrenze r	1,06
Vergleichsgrenze R	1,84

Wird von einer Prüfstelle nur eine Messung mit dem Ergebnis $L_{n,T,w}$ durchgeführt, so ist der Vertrauensbereich (Wahrscheinlichkeit 95 %) für den wahren Wert $L_{n,T,w}$ (z.B. eine Anforderung oder ein in einem Vertrag festgelegter Wert)

$$L_{n,T,w} - 1,3 < L_{n,T,w} < L_{n,T,w} + 1,3$$

d.h. der wahre Wert kann um 1 (bis 2) dB höher oder geringer sein als das Meßergebnis.²⁾

In ÖNORM EN 20140-2 sind Werte für die Vergleichsgrenze R in Abhängigkeit von der Frequenz angegeben, die in Beilage 6 auch eingezeichnet sind. Ersichtlich liegen die Ergebnisse für den gegenständlichen Ringversuch günstig darunter.

Die Vergleichsgrenze, die sich aus diesem zweiten Ringversuch ergibt, ist damit wesentlich günstiger als die nach dem ersten Ringversuch, in dem die unterschiedlichen Meßergebnisse der einzelnen Prüfstellen auch durch den sich ändernden Trittschallschutz der Prüfdecke bedingt waren.

4.3 Bau-Schalldämm-Maß des Fensters

Im Rahmen der ersten und der zweiten Vergleichsmeßreihe führten insgesamt 8 Prüfstellen auch die Messung der Schalldämmung des Fensters nach DIN 52210, Teil 5, Punkt 3.1 durch. Bei diesem Meßverfahren wird die Messung des Sendeschallpegels im Nahbereich zugrundegelegt; dabei wird der Schallpegel 5 bis 10 mm vor dem Prüfgegenstand an einer Anzahl fester Mikrofonstellungen oder mit einem vor der Prüffläche bewegten Mikrofon gemessen. Diese Meßmethode ist auch in ISO 140-5 zur Bestimmung des Bau-Schalldämm-Maßes von Fenstern im Gebäude beschrieben. Diese Norm wurde auf Grund des ungünstigen Ergebnisses der ersten Vergleichsmessung an dem Fenster mit verschiedenen Verfahren noch vor dem Erscheinen als europäische Norm als Entwurf ÖNORM EN 140-5 in Österreich zum Einspruch aufgelegt.

In nachstehender Tabelle sind Einzelheiten der Meßdurchführung und das bewertete Bau-Schalldämm-Maß zusammengestellt. Im Hinblick auf die im Entwurf vorliegende Neuauflage der ISO 717-1 wurden auch für das Fenster die Einzulangaben der Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} zusätzlich berechnet und angegeben.

Prüfstelle Nr.	Mittelwertbildung im Raum	Nachhallzeitmessung	R_w (dB)	C (dB)	C_{tr} (dB)
3	Drehgalgen	Rauschen	33	-1	-3
			32	-1	-4
			32 33	-1 -1	-2 -3
			33	-2	-4
4	Drehgalgen	terzbreites Rauschen	33	-2	-4
			33	-2	-4
			34	-2	-4
			34 34	-1 -1	-3 -3
			33	-1	-2
			34	-1	-3

²⁾ Werte für R_w , C, C_{tr} werden als ganze Zahlen ohne Dezimalstellen angegeben.

Prüfstelle Nr.	Mittelwertbildung im Raum	Nachhallzeitmessung	R _w (dB)	C (dB)	C _{tr} (dB)
6	6 Einzelpositionen	Rauschen	33	-1	-3
			33	-1	-4
			33 33	-1 -1	-2 -3
			33	-2	-4
			33	-1	-4
7 *)	Drehgalgen	Rauschen	32	-1	-3
			32	-1	-3
			32 33	-1 -1	-3 -3
			34	-1	-4
			33	-2	-4
9 *)	6 Einzelpositionen	Rauschen	34	-2	-4
			34	-2	-4
			34 34	-2 -2	-4 -4
			34	-2	-4
			34	-1	-3
10 *)	6 Einzelpositionen	Rauschen	33	-1	-5
			33 33	-1 -1	-4 -4
			33	-1	-4
11 *)	händisch bewegt in 6 bzw. 3 Positionen	Impuls	33	-1	-3
			33 33	-1 -1	-3 -3
			33	-1	-2
			33	-1	-3
12 *)	Drehgalgen	Impuls	33	-2	-5
			33	-1	-5
			33 33	-2 -2	-6 -5
			34	-2	-5
			33	-2	-5

*) übernommen aus der ersten Vergleichsmeßreihe

In den Beilagen 11 und 12 sind die Ergebnisse für das Bau-Schalldämm-Maß des Fensters, jeweils Mittelwert der Messungen, in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt. Die Standardabweichung über die 5 bzw. 3 bzw. 4 Meßreihen wurde berechnet, sie ist in den Beilagen auch dargestellt.

Die Tabelle und die Darstellungen in den Beilagen 11 und 12 zeigen, daß die Meßergebnisse der 8 Prüfstellen sehr gut übereinstimmen. Die Standardabweichung der einzelnen Messungen liegt für das bewertete Bau-Schalldämm-Maß bei allen Prüfstellen unter 1 dB; für das Bau-Schalldämm-Maß in den einzelnen Terzbereichen liegt sie für einige Prüfstellen unter 1 dB, für alle im wesentlichen unter 2 dB.

Aus den Werten der Standardabweichung (bzw. deren Quadrat, der Varianz) der einzelnen Prüfstellen wurde der Mittelwert der laborinternen Varianzen ermittelt und daraus die Wiederholgrenze r in Abhängigkeit von der Frequenz und für die Einzulangaben. Die Werte für r sind in Beilage 6 in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt und für die Einzulangaben in nachstehender Tabelle angegeben.

Aus den Mittelwerten der Meßergebnisse der einzelnen Prüfstellen und dem Mittelwert der laborinternen Varianzen wurde die Varianz zwischen den teilnehmenden Prüfstellen ermittelt

Aus den Mittelwerten der Meßergebnisse der einzelnen Prüfstellen und dem Mittelwert der laborinternen Varianzen wurde die Varianz zwischen den teilnehmenden Prüfstellen ermittelt und daraus die Vergleichsgrenze R. Die Werte für R sind in Abhängigkeit von der Frequenz in Beilage 6 dargestellt und nachstehend für die Einzulangaben angeführt.

Größe	R_w	C	C_{tr}
Wiederholgrenze r	1,27	1,23	1,76
Vergleichsgrenze R	1,86	1,39	2,62

Wird von einer Prüfstelle nur eine Messung mit dem Ergebnis R_w durchgeführt, so ist der Vertrauensbereich (Wahrscheinlichkeit von 95 %) für den wahren Wert R_w (z.B. eine Anforderung oder ein in einem Vertrag festgelegter Wert)

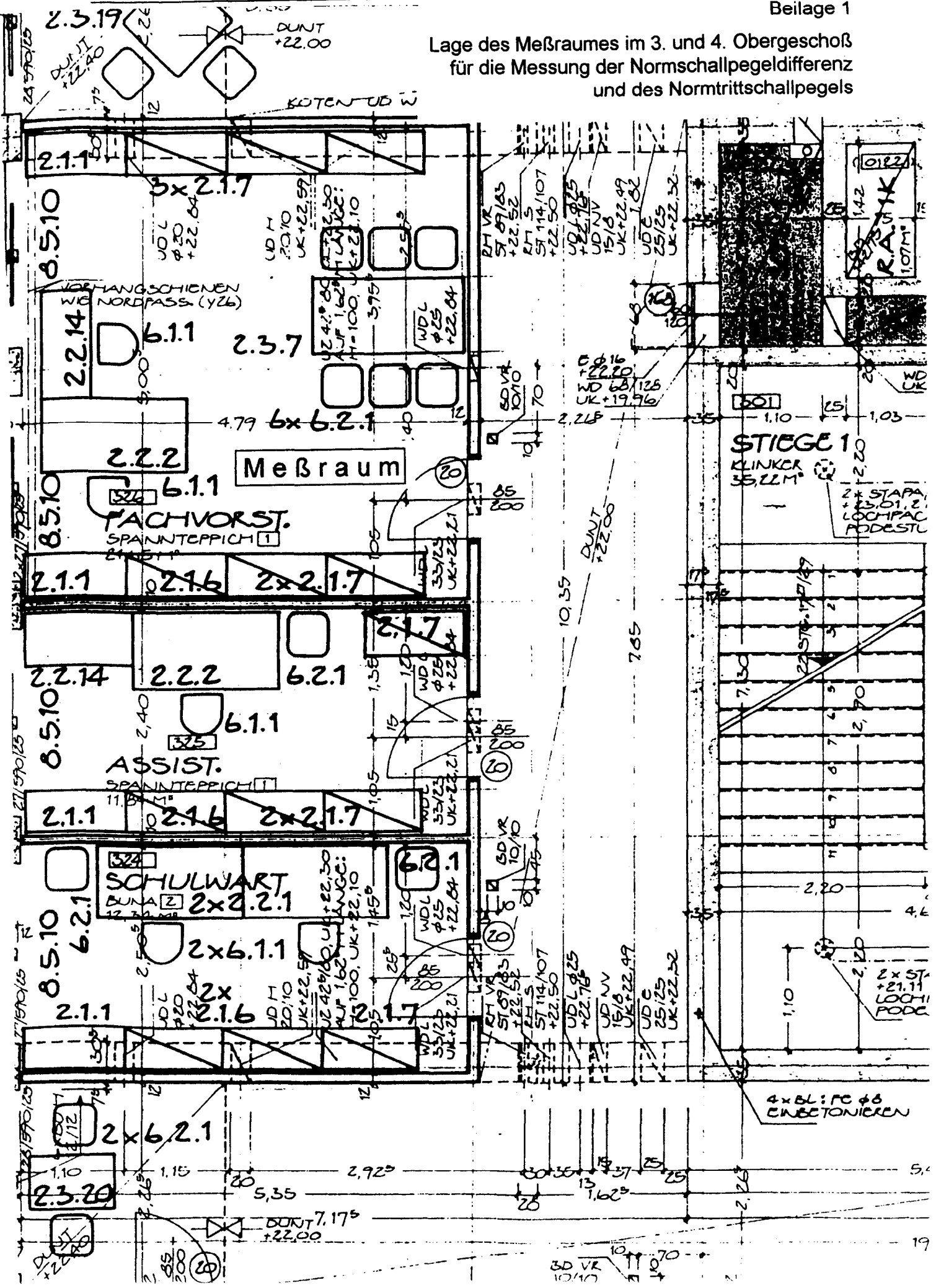
$$R_w - 1,3 < \underline{R_w} < R_w + 1,3$$

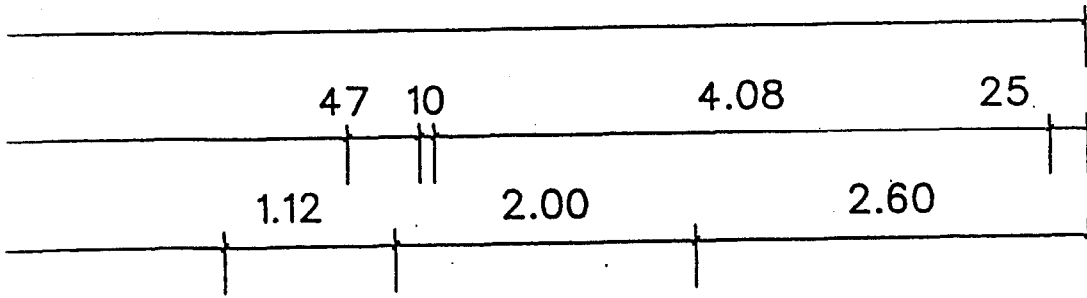
Im Entwurf ISO 140-5 ist für die Vergleichsgrenze ein Wert von etwa 2 dB angegeben. Werte für R in Abhängigkeit von der Frequenz bestehen nicht. Zum Vergleich sind in dem Diagramm in Beilage 6 die Werte für R eingezeichnet, die in EN 20140-2 für Messungen des Schallschutzes nach ISO 140-4, d.h. Luftschallschutz zwischen zwei Räumen, angegeben sind. Die Ergebnisse der gegenständlichen Vergleichsmessungen liegen in den Terzbereichen 160 und 200 Hz (Resonanzfrequenz) deutlich höher, ebenso im Bereich ab 2000 Hz (Koinzidenzfrequenz). Es ist anzunehmen, daß dies durch die Beschallung mit unterschiedlichem Winkel (etwas abweichend von dem Nennwert 45 Grad) bedingt ist.

5. Prüfberichte

Einige Prüfstellen verwendeten auch in der zweiten Vergleichsmeßreihe nicht den in der jeweiligen Norm vorgeschriebenen Raster für die Darstellung der Ergebnisse. Es wird empfohlen, daß alle Prüfstellen in ihren Prüfberichten die Ergebnisse unbedingt in dem genormten Raster darstellen. Im Anhang des Berichts über die erste Vergleichsmeßreihe wurden die in den im Entwurf fertigen neuen Fassungen der ISO 140-4, ISO 140-5 und ISO 140-7, die als EN-Normen auch in das österreichische Normenwerk übernommen werden müssen, vorgeschriebenen Formblätter für die Darstellung der Ergebnisse wiedergegeben, sowohl in der bis jetzt nur vorliegenden englischen Originalfassung als auch mit einer deutschen Übersetzung. Sie entsprechen auch (mit Ausnahme der Spektrum-Anpassungswerte) den derzeitigen österreichischen Normen.

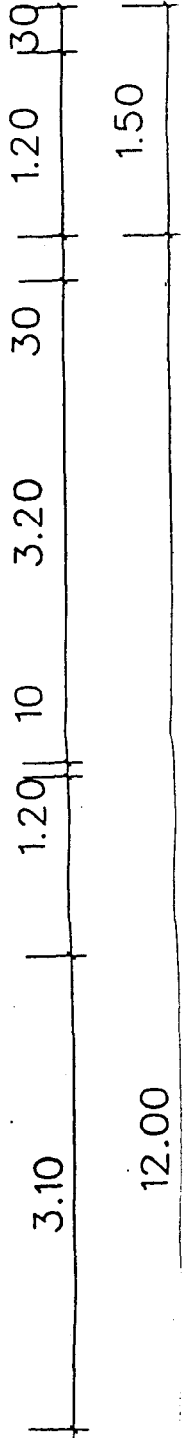
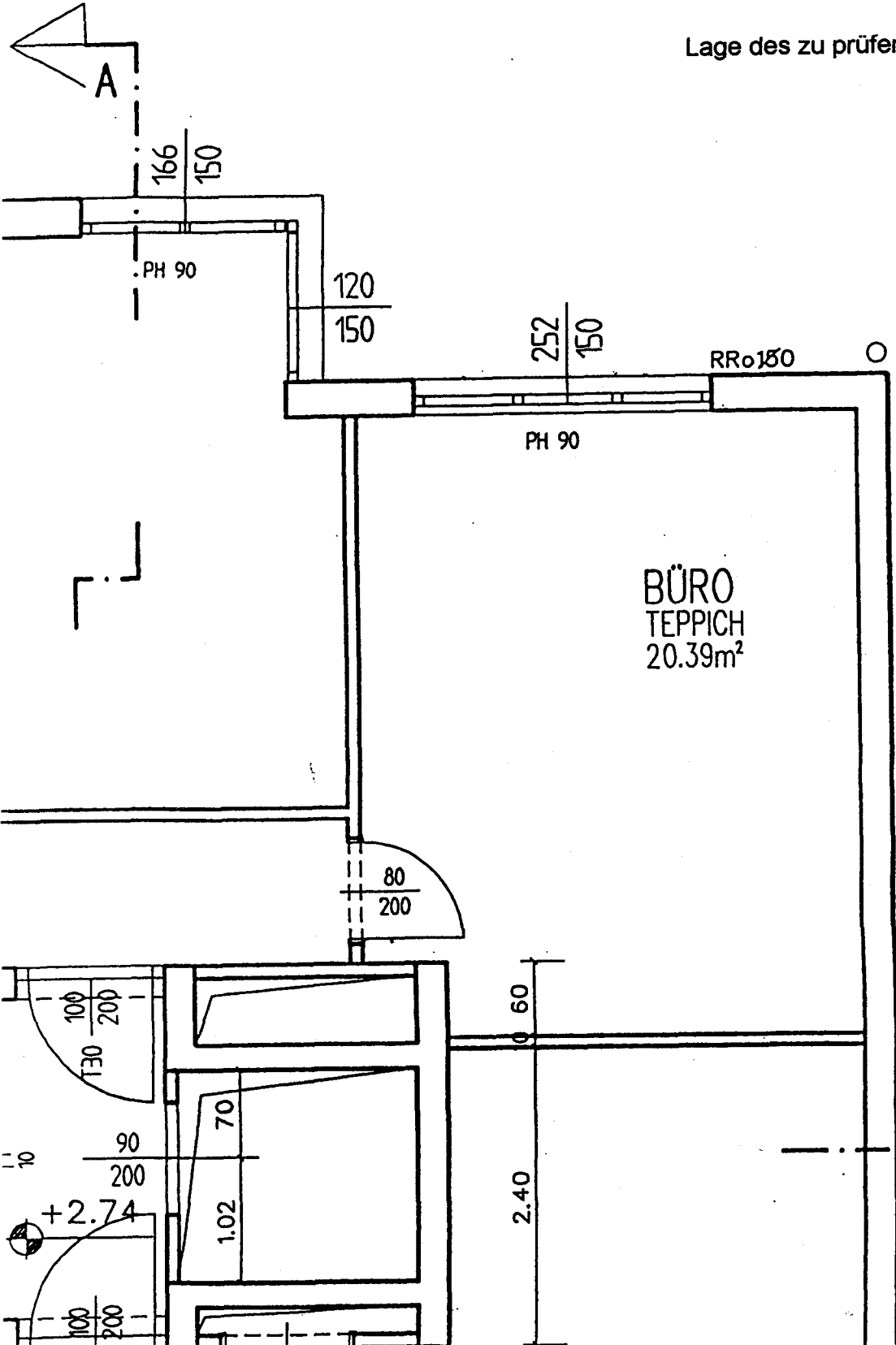
Lage des Meßraumes im 3. und 4. Obergeschoß für die Messung der Normschallpegeldifferenz und des Normtrittschallpegels



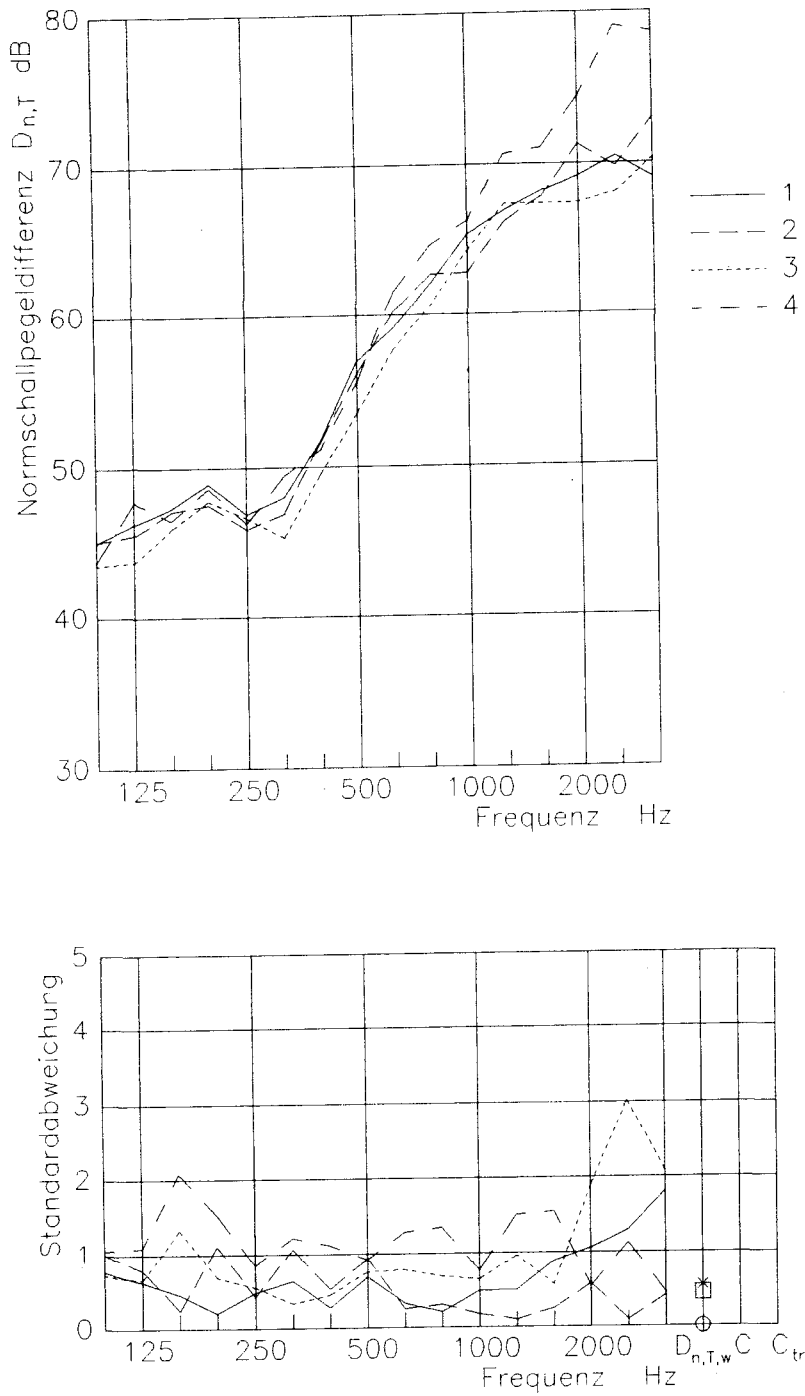


Beilage 2

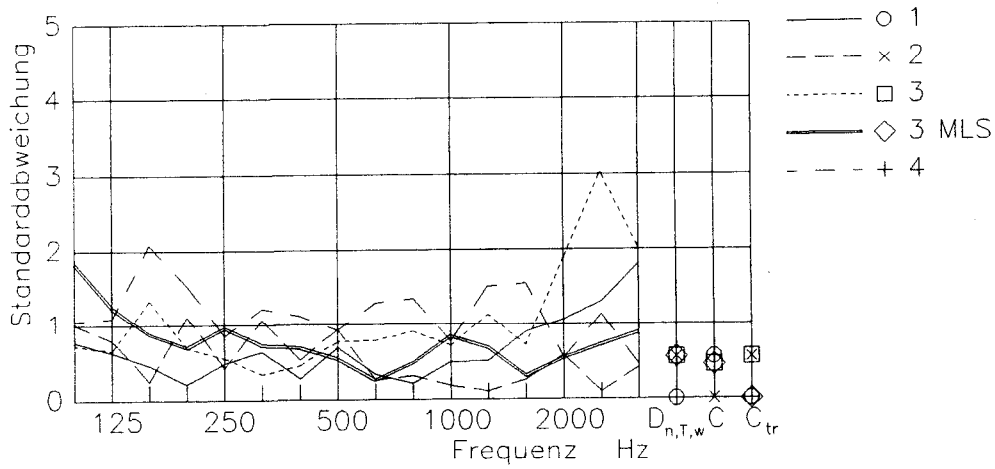
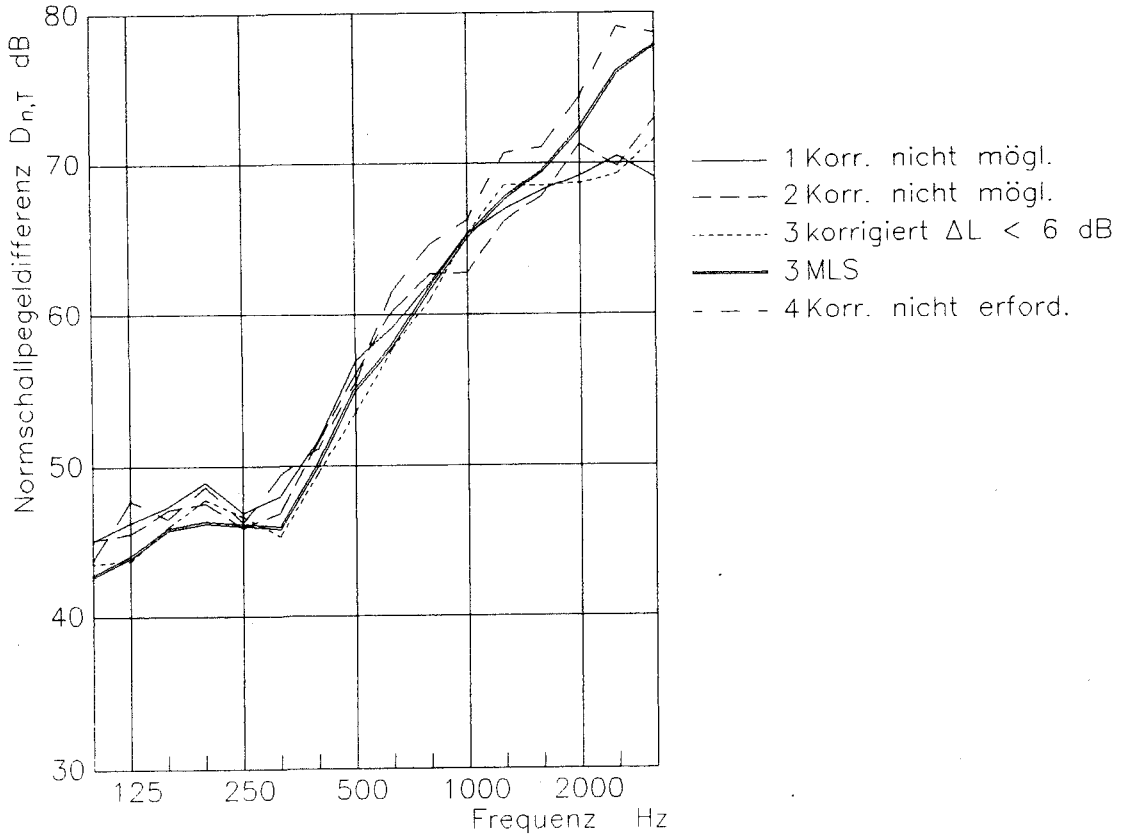
Lage des zu prüfenden Fensters 2,52 x 1,50
im Büroraum 20,39 m²



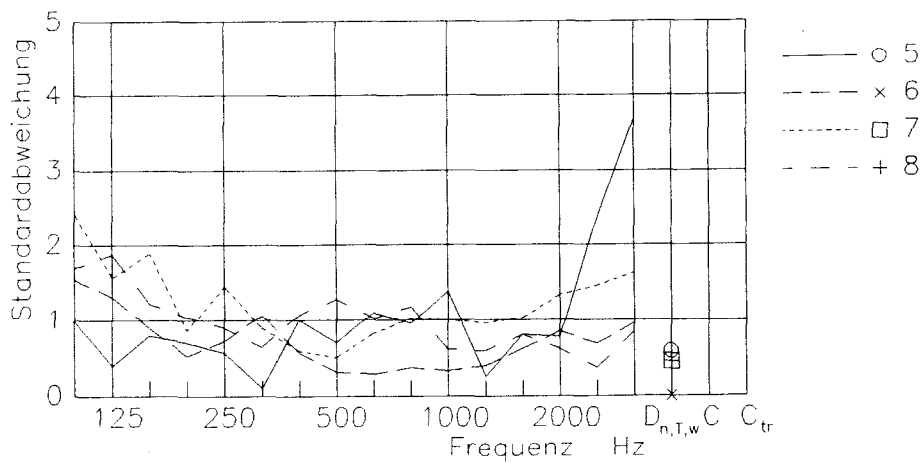
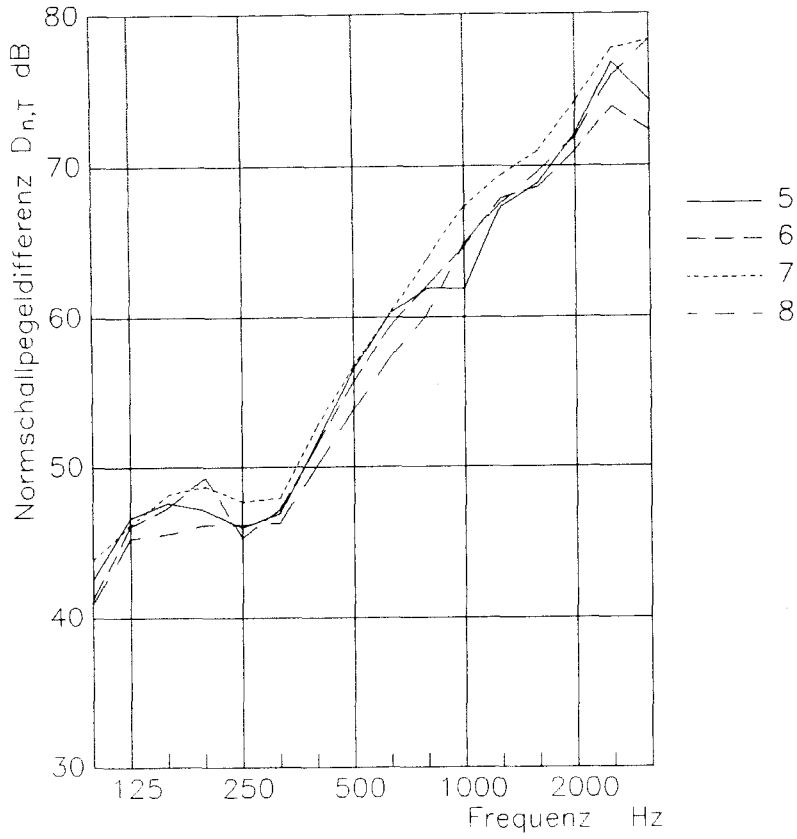
Messung der Normschallpegeldifferenz
Mittelwerte und Standardabweichung der
einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 1 bis 4



Messung der Normschallpegeldifferenz
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 1 bis 4

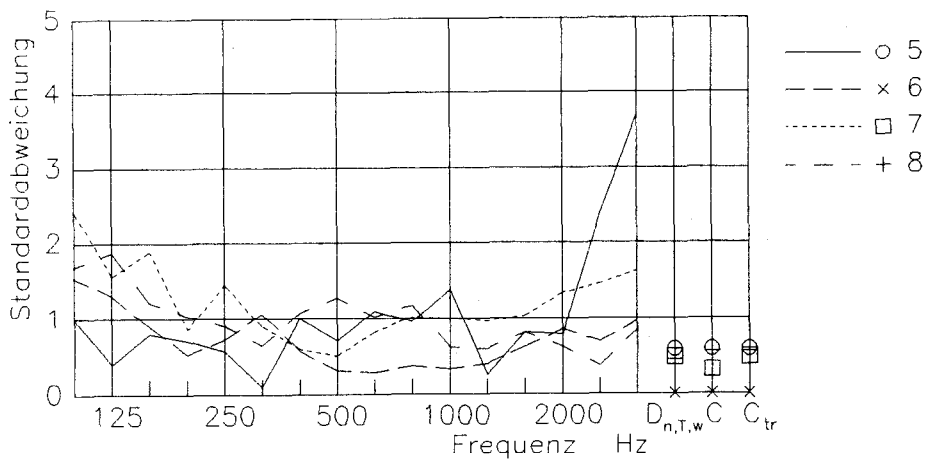
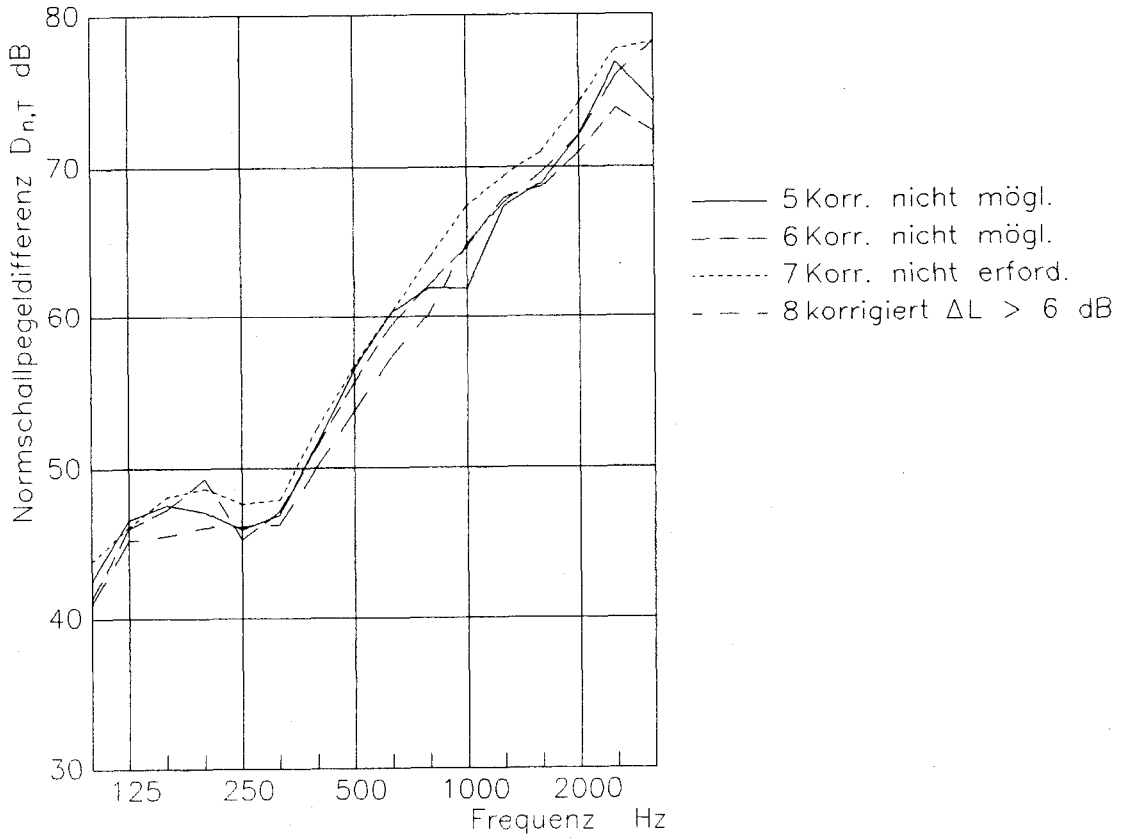


Messung der Normschallpegeldifferenz
Mittelwerte und Standardabweichung der
einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 5 bis 8

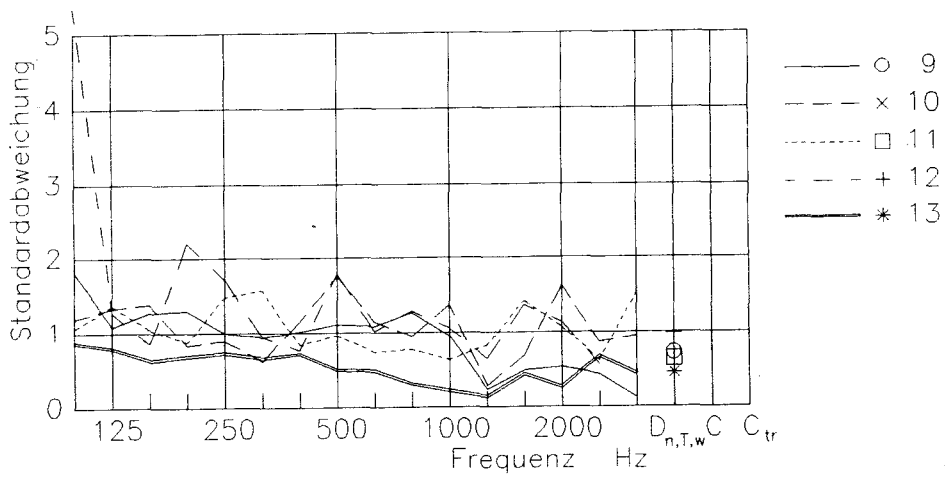
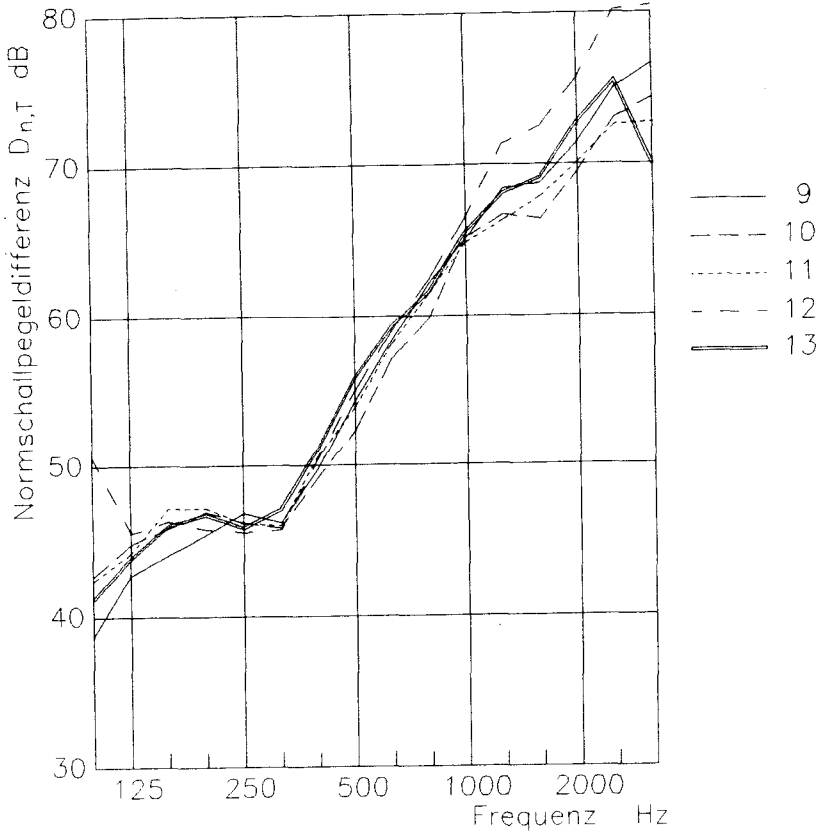


Beilage 4a

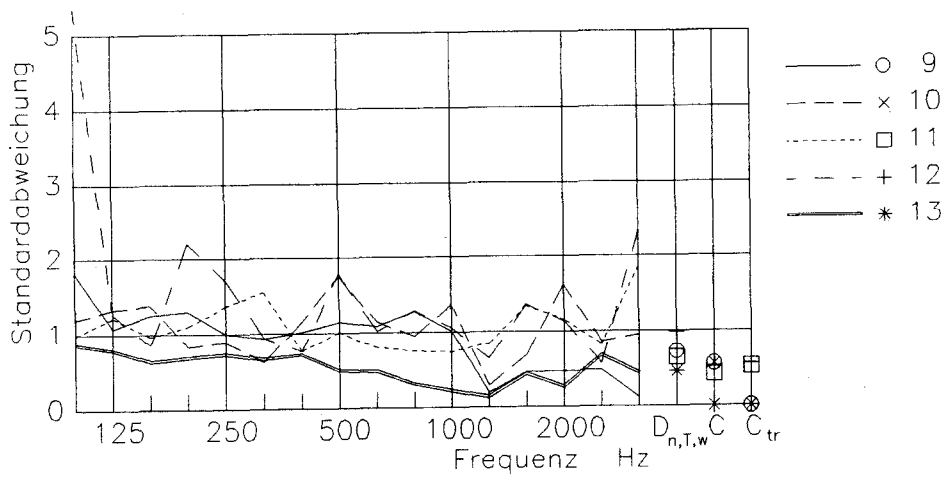
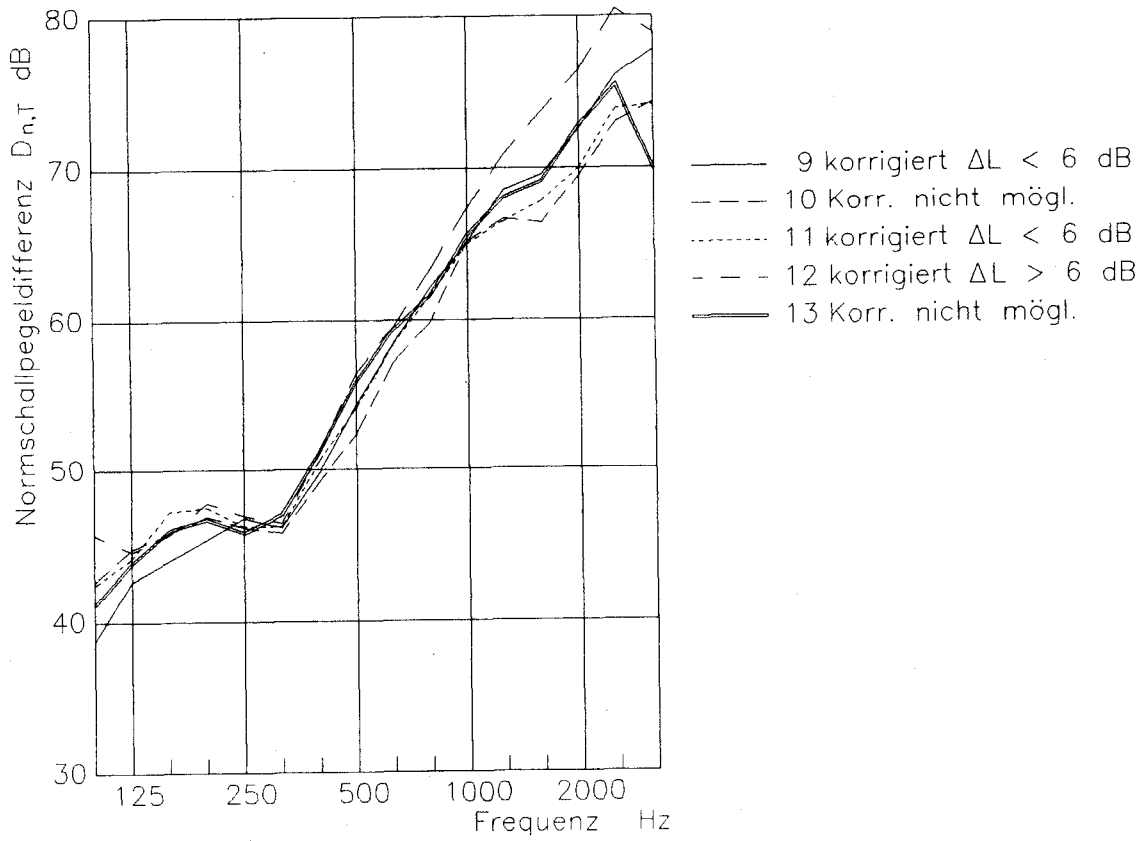
Messung der Normschallpegeldifferenz
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 5 bis 8



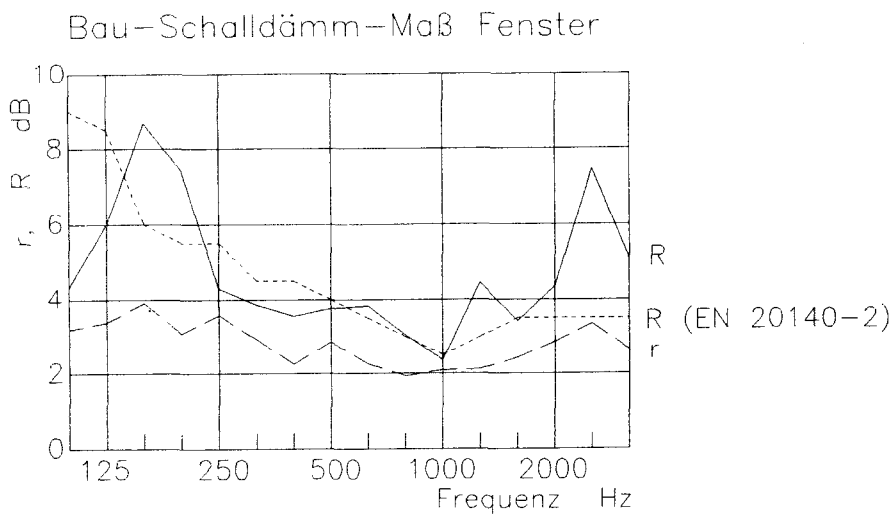
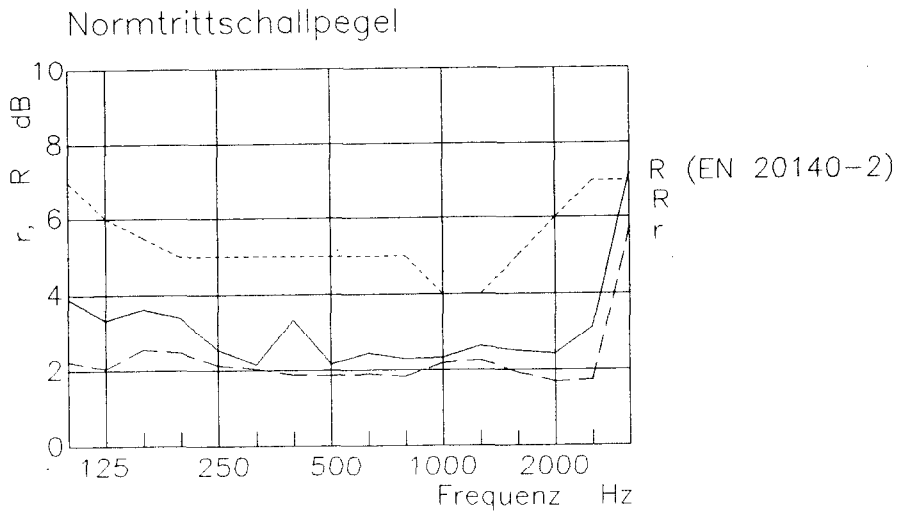
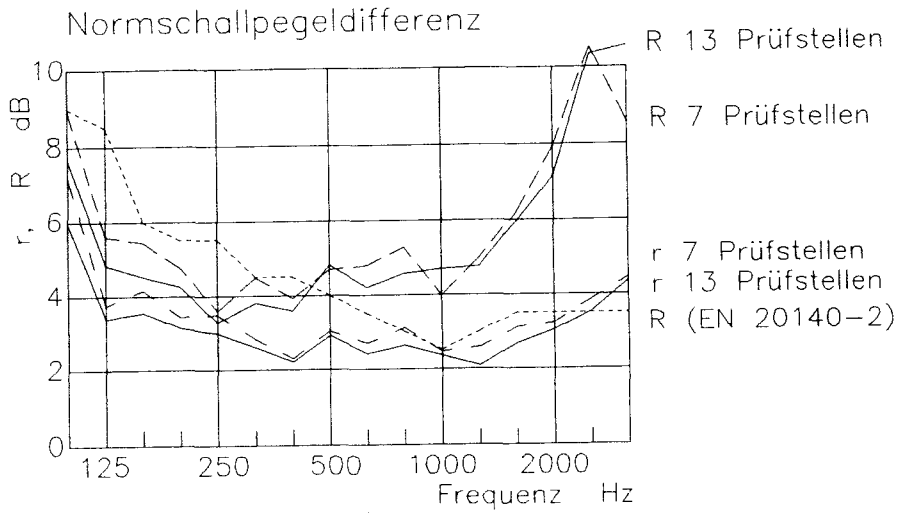
Messung der Normschallpegeldifferenz
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 9 bis 13



Messung der Normschallpegeldifferenz
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 9 bis 13

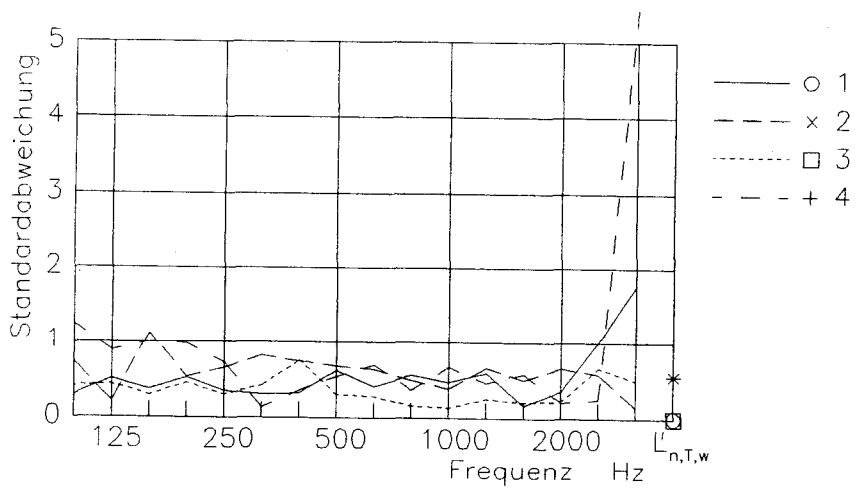
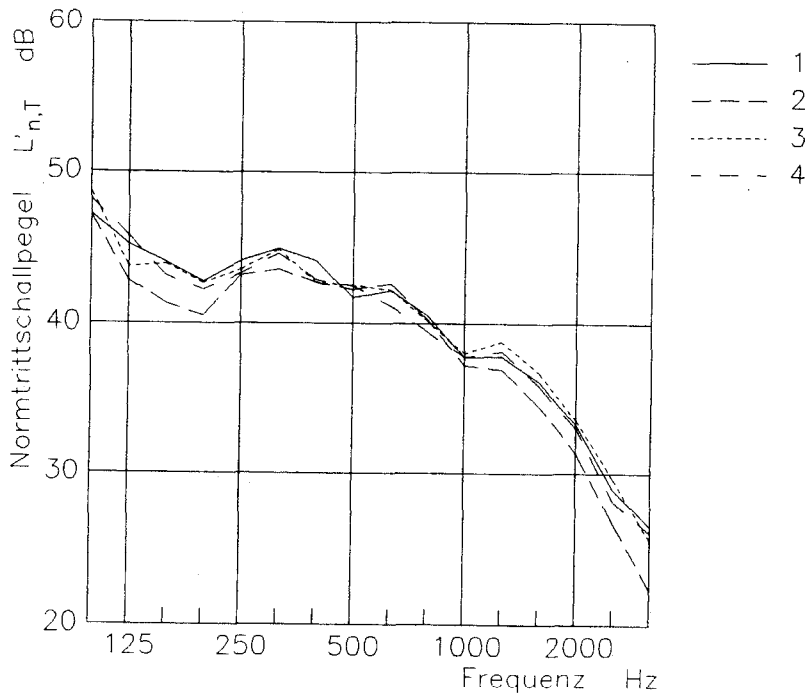


Wiederholgrenze r und Vergleichsgrenze R
in Abhängigkeit von der Frequenz



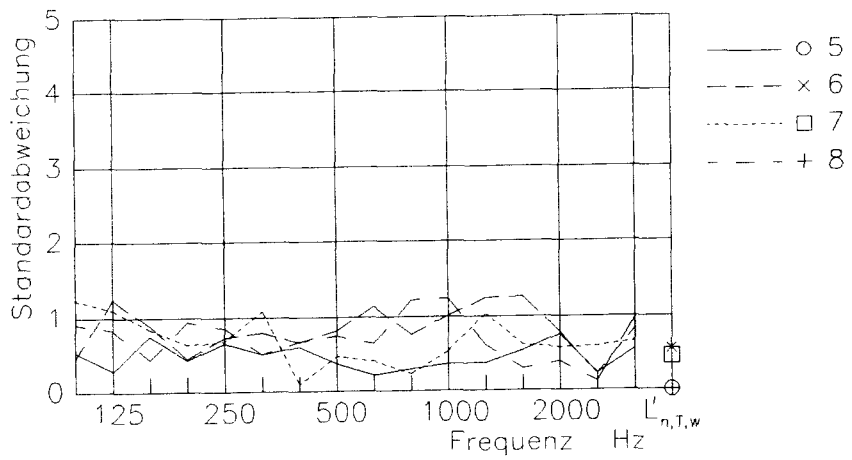
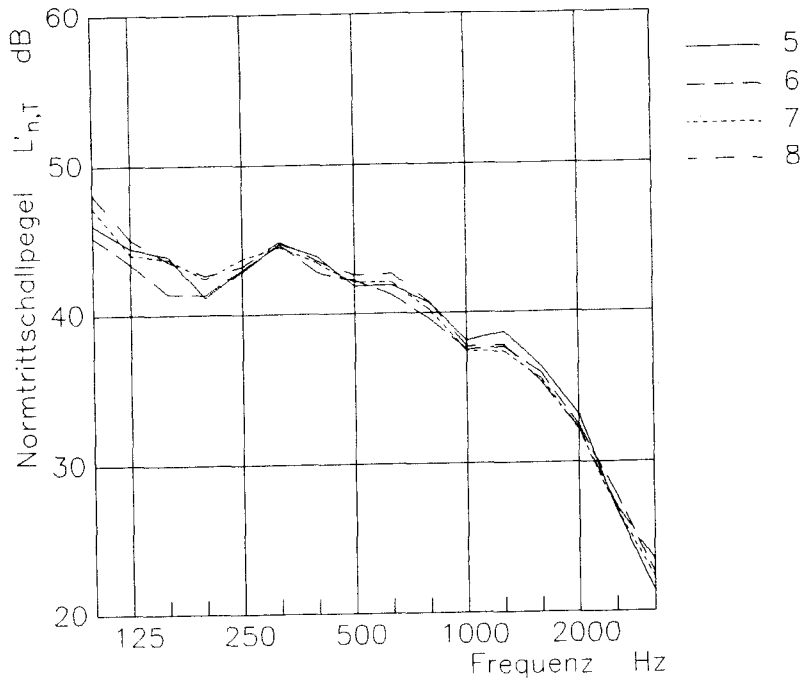
Beilage 7

Messung des Normtrittschallpegels
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 1 bis 4



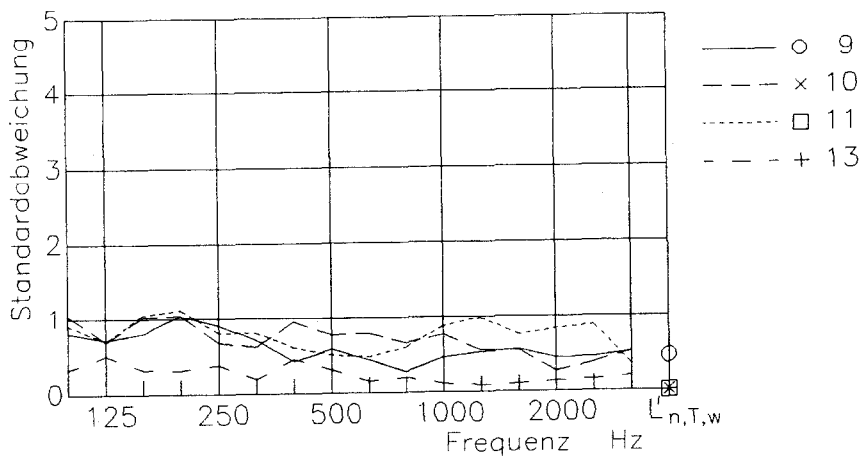
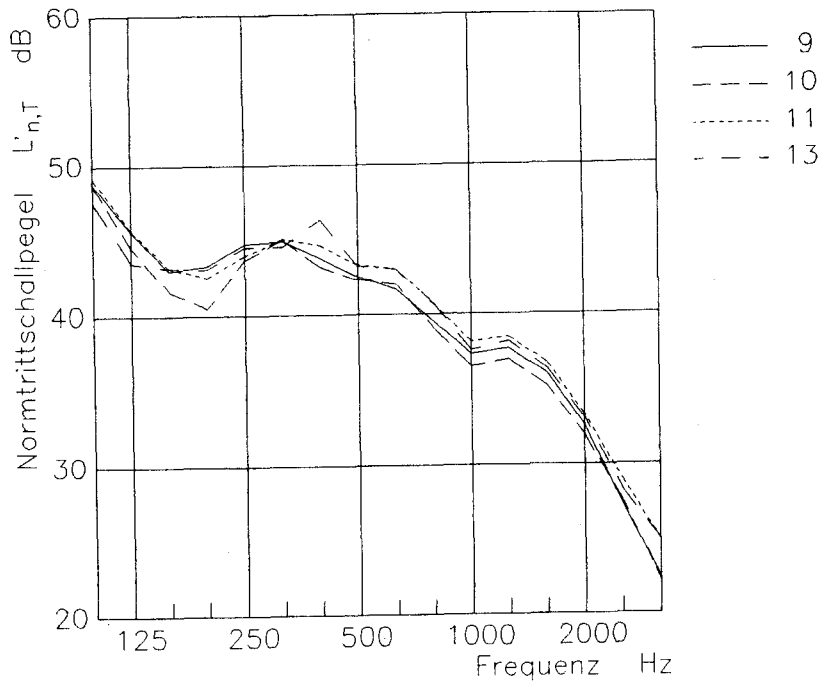
Beilage 8

Messung des Normtrittschallpegels
Mittelwerte und Standardabweichung der
einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 5 bis 8

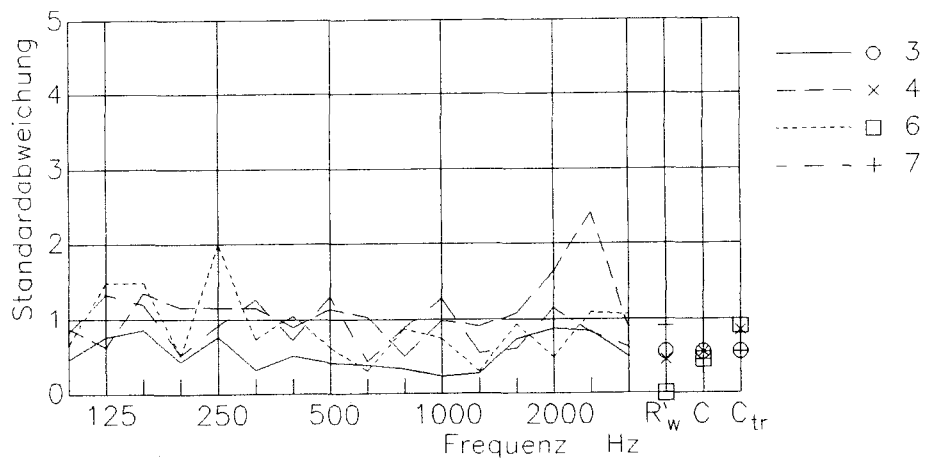
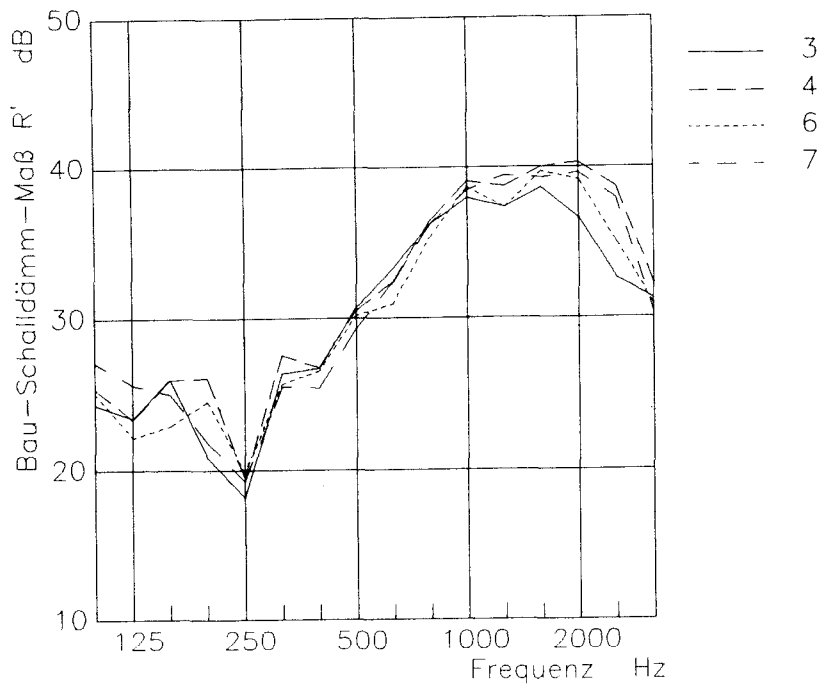


Beilage 9

Messung des Normtrittschallpegels
 Mittelwerte und Standardabweichung der
 einzelnen Meßreihen für die Prüfstellen 9 bis 13



Messung des Bau-Schalldämm-Maßes
des Fensters nach DIN 52210-5, Punkt 3.1
Mittelwerte und Standardabweichung der
einzelnen Meßreihen



Beilage 11

Messung des Bau-Schalldämm-Maßes des Fensters nach DIN 52210-5, Punkt 3.1
 Mittelwerte und Standardabweichung der einzelnen Meßreihen

