

Ermittlung des Langzeitverhaltens
von Trittschalldämm-Materialien –
insbesondere PE – in Laborversuchen
unter besonderer Berücksichtigung der
dynamischen Steifigkeit

T 2253

T 2253

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

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

© by Fraunhofer IRB Verlag

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

BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG (BAM)

D-1000 Berlin 45
Unter den Eichen 87
Fernruf 030/8104 - 1

Forschungsvorhaben: Ermittlung des Langzeitverhaltens von Trittschalldämm-Materialien (insbesondere PE) in Laborversuchen unter besonderer Berücksichtigung der dynamischen Steifigkeit

IfBt-Gesch.Z.: IV 1 - 5 - 541/88
BAM-Vorh. Nr.: 2437
Projekt Nr. : 243 04 05 301

Durchgeführt im: Laboratorium 2.43
Schallschutz, Lärmschutz

Projektleiter : RD Prof. Dr. Ing. W. Rückward

Beginn des Vorhabens: 01.08.1988
Ende des Vorhabens : 10.06.1990

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Dämmstoffmaterialien	1
3. Angaben in Normen	2
4. Durchführung der Untersuchungen	3
4.1. Einbau der Proben	3
4.1.1. Laborräume	3
4.1.2. Büroräume	4
4.1.3. Prüfstandsdecken	5
4.1.4. Dynamische Steifigkeit	5
4.2. Messungen	6
4.2.1. Großflächige Bauteile	6
4.2.2. Kleinflächige Bauteile	7
4.2.3. Dynamische Steifigkeit	8
4.2.4. Ergänzende Untersuchungen	8
5. Ergebnisse	9
5.1. Großflächige Bauteile	9
5.1.1. Wandprüfstand	9
5.1.2. Büroräume	10
5.2. Kleinflächige Bauteile	12
5.3. Dynamische Steifigkeit	15
5.4. Formbeständigkeit	15
6. Beurteilung	16
6.1. Mineralfaser	16
6.1.1. Großflächiges Bauteil	16
6.1.2. Kleinflächiges Bauteil	17
6.2. Polystyrol-Hartschaum-Dämmstoffe	18
6.2.1. Großflächiges Bauteil	18
6.2.2. Kleinflächiges Bauteil	18
6.3. Polyethylen-Dämmstoffe	18
6.3.1. Dämmstoff A	18
6.3.1.1. Großflächiges Bauteil	18
6.3.1.2. Kleinflächige Bauteile	19
6.3.2. Dämmstoff B	19
6.3.2.1. Großflächiges Bauteil	19
6.3.2.2. Kleinflächige Bauteile	20
6.3.3. Dämmstoff C	20

6.3.3.1. Großflächiges Bauteil	20
6.3.3.2. Kleinflächige Bauteile	20
6.3.4. Dämmstoff D	21
6.3.4.1. Großflächiges Bauteil	21
6.3.4.2. Kleinflächige Bauteile	21
6.3.5. Sonderuntersuchungen	21
7. Zusammenfassung	22
8. Abkürzungen	25
9. Literaturverzeichnis	26

Abschlußbericht

1. Einleitung

In der Norm DIN 4109 |1| Ausgabe 1962 werden an den Trittschallschutz in Teil 2 Tabelle 1 Mindestanforderungen gestellt, die eine Minderung des Trittschallschutzmaßes von $TSM = 3$ dB auf $TSM = 0$ dB nach zweijähriger Nutzung zuläßt. Dieselbe Differenz von 3 dB entnimmt man den Anforderungen an Deckenauf-lagen in DIN 4109 Teil 2 Abs. 4.1.2.3 und 4.1.2.5. Für Decken-auf-lagen der Massivdeckengruppe I darf das Verbesserungsmaß VM von $VM = 24$ dB auf 21 dB und für Massivdeckengruppe II von 19 dB auf 16 dB nach mindestens zweijähriger Nutzung absinken.

Die verwendeten schwimmenden Estriche besitzen hierbei eine Dämmschicht von "Matten, Filze oder Platten aus mineralischen oder pflanzlichen Faserdämmstoffen nach DIN 18165 |2| sowie Bahnen und Platten aus Schaumkunststoffen nach DIN 18164 |3| (Dämmschichtgruppe I oder II)", wie der DIN 4109, Teil 3 Ta-belle 1 und 2 (1962) zu entnehmen ist.

Neben den o.a. Dämmstoffen werden in den letzten Jahren häufig Polyethylen-Dämmstoffe (PE) geringer Dichte verwendet, deren Alterungsverhalten nicht ausreichend bekannt ist.

Untersuchungen des Alterungsverhaltens von z.B. schwimmenden Estrichen werden überwiegend in fertiggestellten Bauten durchgeführt und erfordern einen dementsprechenden Zeitaufwand. Es wurde daher versucht mit vorhanden einfachen Anregungsmetho-den in kürzerer Zeit einen Effekt zu erzielen, der einem Lang-zeitversuch entspricht. Andererseits wäre die Ermittlung eines Zeitabschnittes interessant, bei dem eine Konstanz der Kenn-werte von Materialien zu beobachten ist.

2. Dämmstoffmaterialien

Die in großen Mengen verwendeten Materialien bei der Herstel-lung von schwimmenden Estrichen sind (neben den Abdeckfolien und verschiedenen Estrichmaterialien) Mineralfaser- (Glasfaser-, Steinfaser-) platten und Polystyrol-Hartschaumplatten. Daher wurden in die Untersuchungen derartige Materialien einbezogen und zwar in der geringsten Dicke. Diese Dicke ist immerhin noch dreimal so dick wie die verwendeten PE-Materialien, lassen aber doch Vergleiche zu.

Die PE-Materialien (interne Bezeichnung A bis D) stammen von 4 verschiedenen Herstellern in Deutschland und wurden als Bahnware ausgeliefert.

Die Nenndicken werden von den Firmen wie folgt angegeben (d_L/d_B - Lieferdicke/Dicke unter Belastung)

Mineralfaserplatten	:	13/10
Polystyrol-Hartschaumplatten	:	17/15
Polyethylendämmstoff	A	: 6,0/5,9
"	B	: 6,4/5,8
"	C	: 7,2/5,2
"	D	: 5,3/4,9

3. Angaben in Normen

Nach den Angaben in Normen werden zwei verschiedene Beurteilungskriterien für Dämmstoffe angewendet

das Verbesserungsmaß VM (ΔL_w)
die dynamische Steifigkeit s'

Das Verbesserungsmaß muß hierbei immer in Verbindung mit der flächenbezogenen Masse des Estrichs gesehen werden.

DIN 4109 Teil 2 Abs. 4.1.2.3 nimmt Einstufungen nach dem Verbesserungsmaß vor, wobei im Abs. 4.1.2.5 bei Eignungsprüfungen Nachmessungen am Bau nach mindestens zweijähriger Nutzung vorgeschrieben sind. Hierbei dürfen die Werte infolge Alterung um 3 dB schlechter sein als bei der Prüfung im Laboratorium.

DIN 4109 Teil 3 führt im Abs.1.1.1 Beispiele von Deckenauflagen zur Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung von Massivdecken Gruppe I an, die bei einer flächenbezogenen Masse des Estrich von $m'' \geq 40 \text{ kg/m}^2$ und einer dynamischen Steifigkeit s' der Dämmschicht von $s' \leq 3 \text{ kp/cm}^3$ ($s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$) Luft- und Trittschallschutzmaße der Decke von LSM (TSM) $\geq 0 \text{ dB}$ sicherstellen.

Bei Massivdecken der Gruppe II ist bei gleichem m'' ein $s' \leq 9 \text{ kp/cm}^3$ ($s' \leq 90 \text{ MN/m}^3$) notwendig.

Der Zusammenhang zwischen dynamischer Steifigkeit s' und Verbesserungsmaß VM mit der flächenbezogenen Masse als Parameter ist dem Bild 4 in DIN 4109 Teil 5 |4| zu entnehmen.

Ein Zusammenhang zwischen Dicke der Dämmschicht und dynamischer Steifigkeit wurde für PS Materialien in Diagrammform an anderer Stelle angegeben. |5|

Ein Hinweis auf den Zusammenhang zwischen dynamischer Steifig-

keit s' ($s' = s_G + s_L$ bzw. $s'_t + s'_a$) und dem längenbezogenen Strömungswiderstand \bar{Z} ist in der DIN 52214 [6] zu finden (s.a. [7]).

Das bedeutet, daß in Zweifelsfällen die Prüfung des VM durchzuführen ist. Da ein längenbezogener Strömungswiderstand $\bar{Z} > 10^6 \text{ Ns/m}^4$ vorliegt, war die VM-Messung unerläßlich.

4. Durchführung der Untersuchungen

4.1. Einbau der Proben

Für die Untersuchungen waren zwei unterschiedliche Einbausituationen vorgesehen

1. großflächige Bauteile entsprechend DIN 52210 Teil 2 [8] Abs. 4.2 ($12 \geq S \geq 25 \text{ m}^2$)
2. kleinflächige Bauteile, die einen relativen Vergleich untereinander und die Zeitabhängigkeit am selben Bauteil möglich machen

Für die großflächigen Bauteile standen zwei Raumarten zur Verfügung

- zwei Laborräume (Anhang 1 Bild 1)
- vier im Umbau befindliche Büroräume (Anhang 2)

4.1.1. Laborräume

Im R-Prüfstand mit reduzierten Nebenwegen sind die schwimmenden Estriche erneuert worden, und zwar mit Polystyrol-Hartschaum-Platten in einem Raum und Mineralfaser-Platten in dem zweiten Raum. Die unmittelbar darunterliegenden Räume dienten als Empfangsräume.

Der Deckenaufbau läßt sich wie folgt angeben:

Raum 169	60	mm Estrich
	0,05	mm Folie
	10	mm Mineralfaser-Dämmstoff
ca. 200		mm Vollbetonplattendecke

Raum 169 B	60	mm Estrich
	0,05	mm Folie
	15	mm Polystyrol-Dämmstoff
ca. 200		mm Vollbetonplattendecke

Die Rohdichte des Estrich betrug $\rho = 2,11 \text{ kg/dm}^3$

4.1.2. Büroräume

Die Büroräume boten die Gelegenheit unter bauüblichen Bedingungen den schwimmenden Estrich herzustellen. Als Dämmstoffe fanden die vier PE-Materialien Verwendung. Da die bauseits vorhandenen Stahlbetondecken - wie häufig anzutreffen - in ihrer Dicke variierten und die spätere Lauffläche eben sein sollte, sind die Estrichdicken unterschiedlich dick ausgefallen. Damit variierten auch die flächenbezogenen Massen.

Die PE-Dämmstoffe wurden neutral mit den Buchstaben A - D gekennzeichnet, die Büroräume mit ihren Raumnummern. Die Aufbauten waren demnach wie folgt:

Raum 187	45	mm Estrich	
	0,05	mm Folie	
ca.	6	mm PE-Dämmstoff A	
ca.	190	mm Vollbetonplattendecke	
Raum 189	80	mm Estrich	
	0,05	mm Folie	
ca.	6	mm PE-Dämmstoff B	
ca.	190	mm Vollbetonplattendecke	
Raum 195	80	mm Estrich	
	0,05	mm Folie	
ca.	5	mm PE-Dämmstoff C	
ca.	180	mm Vollbetonplattendecke	
Raum 197	52	mm Estrich	
	0,05	mm Folie	
ca.	5	mm PE-Dämmstoff D	
ca.	180	mm Vollbetonplattendecke	

Die Rohdichte des Estrichs betrug $\rho = 2,11 \text{ kg/dm}^3$.

Die flächenbezogenen Massen der Estriche sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 Flächenbezogene Massen m'' der großflächigen schwimmenden Estriche

Nr.	Dämmstoff		Estrich		
	Art	d_B mm	S m^2	d_E mm	m'' kg/m^2
1	PS	15,8	16	40	85
2	MF	11,8	16	44	93
3	A	5,9	17	79	166
4	B	5,8	25	40	84
5	C	5,2	25	79	178
6	D	4,9	25	47	99

4.1.3. Prüfstandsdecken

Dem Anhang 3 ist der prinzipielle Aufbau der Meßsituation für kleinflächige Bauteile zu entnehmen.

Die oberen Decken der Deckenprüfstände sind in Bahnenform mit Glattstrich versehen. Auf diesem Glattstrich befinden sich die "schwimmenden Estriche" mit den jeweiligen konstanten Abmessungen

$$0,8 \text{ m} * 1,1 \text{ m} \text{ d.h. } S = 0,88 \text{ m}^2$$

und der Dicke $d = 45 \text{ mm}$.

Die Estrichplatten wurden in BAM-gefertigten Formen hergestellt.

Insgesamt 10 Kleinproben ("schwimmende Estriche") befinden sich auf den Deckenprüfständen: 6 Kleinproben unterliegen einer statischen und 4 Kleinproben einer dynamischen Beanspruchung.

Die Dämmstoffe für die Versuche mit statischer Belastung sind: alle 4 PE-Materialien, MF und PS.

Die Dämmstoffe für Versuche mit dynamischer Beanspruchung sind: alle 4 Materialien auf PE-Basis.

4.1.4. Dynamische Steifigkeit

Nach den Methoden von DIN 52214 bzw. DIN ISO 9052 Entwurf Dez. 1989 und hier der Aufbau nach Bild 1 ist der Aufbau für die Messungen von s'_t erfolgt. Die Stahlplatten mit den Abmessungen $20 \text{ cm} * 20 \text{ cm}$ (200 kg/m^2) liegen auf den Dämmstoffen mit den gleichen Abmessungen, verbunden über eine Gipsschicht mit Folie.

Verwendete Dämmstoffe: die 4 zu untersuchenden PE-Dämmstoffe sowie MF und PS.

4.2. Messungen

Entsprechend der Aufgabe und den Untersuchungsmöglichkeiten im Laboratorium erfolgten die Messungen mit den Untersuchungsmethoden von DIN 52210 Teile 1 bis 4. Lediglich die Messungen an den $0,88 \text{ m}^2$ großen Kleinproben weichen aufgrund ihrer Fläche von der Norm ab und können nur zum relativen Vergleich herangezogen werden.

4.2.1. Großflächige Bauteile

Bei der Bestimmung der Trittschallminderung ΔL ist die Rohdecke sowie die Decke mit Auflage gemäß DIN 52210 Teil 1 Abs. 3.11 gemessen worden. Für die Anregung wurde das in DIN 52210 Teil 1 Abs. 5.2.1 beschriebene Normhammerwerk benutzt.

In Abhängigkeit von der Standzeit der schwimmenden Estriche erfolgten die Messungen der Norm-Trittschallpegel L_n bzw. der Trittschallminderungen ΔL und die Bestimmung des bewerteten Norm-Trittschallpegel L_{nw} (ergänzend auch die Trittschallschutzmaße TSM) nach DIN 52210 Teil 4. |9|

Eine zusätzliche Belastung des schwimmenden Estrichs erfolgte nicht, so daß sich die Werte aus der zeitabhängigen Veränderung der Deckenauflage ergeben.

Die Zeitfolge der Messungen ist der untenstehenden Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2 Standzeiten der großflächigen schwimmenden Estriche mit MF und PS

Messungen	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tage	0	45	81	143	176	220	268	301	326

Die Empfangsräume sind in ihren absorbierenden Eigenschaften nicht verändert worden. Trotzdem wurde jeweils eine vergleichende Nachhallzeitmessung für angebracht gehalten.

Die Untersuchungen in den Büroräumen mit den verschiedenen Polyethylen-Dämmstoffen unterliegen einer Besonderheit: Das Alterungsverhalten der schwimmenden Estriche war nur in den ersten 70 Tagen möglich (50 Tage nach der ersten Messung), da danach alle Räume Linoleumbeläge erhielten. Trotzdem liegen auch Werte der schwimmenden Estriche mit Linoleum vor. Der Lin-

oleumbelag ist DIN-gerecht in seinem Verbesserungsmaß ΔL_w bestimmt worden. Es wird zeitabhängig untersucht, ob Veränderungen im ΔL -Verlauf auftreten. Gleichzeitig werden die Norm-Trittschallpegel L_n der schwimmenden Estriche mit Linoleumbelag gemessen, um Veränderungen festzustellen. Ändert sich der Linoleumbelag allein nicht in seinem Trittschallverhalten und treten Änderungen im Bürotrakt auf, so sind sie den veränderten Dämmverhalten der schwimmenden Estriche zuzuordnen.

Die erste und zweite verwertbare Messung erfolgte etwa 20 Tage nach Fertigstellung des schwimmenden Estrichs und 50 Tage nach der Erstmessung (70 Tage nach Fertigstellung). Über die Messung mit Linoleum und ihre Ergebnisse wird unter dem Abschnitt 6.3.5 "Sonderuntersuchungen" berichtet.

In der Zwischenzeit sind die Büroräume der normalen Nutzung zugeführt, so daß später Ergebnisse bei büroüblicher Beanspruchung vorgelegt werden können.

4.2.2. Kleinflächige Bauteile

Prüfungen an schwimmenden Estrichen mit kleineren Abmessungen als in der DIN vorgegeben können nicht für eine normgerechte Einstufung verwendet werden. Jedoch können unter gleichen Bedingungen wiederholte Messungen zum relativen Vergleich herangezogen werden.

Die in Serie hergestellten bewehrten 45 mm dicken Zement-Estrichplatten, auf dem Betonglattstrich der Prüfstandsdecken mit unterschiedlichen Dämmstoffen verlegt, wurden auf zwei Arten beansprucht:

1. Eine Serie von 6 Probenfeldern mit den 4 PE-Materialien A, B, C, D sowie MF und PS wurden nur einer statischen Beanspruchung unterworfen.
2. Vier Probenfelder sind mit den 4 PE-Materialien als Dämmstoff einer (neben der statischen) dynamischen Beanspruchung durch den stundenweisen Betrieb von Norm-Hammerwerken unterworfen worden.

Nach vorgegebenen Zeiten erfolgten die " L_T "-Messungen, die zum "Norm-Trittschallpegel L_n " und zur "Trittschallminderung ΔL " bzw. zur "bewerteten Trittschallminderung ΔL_w " (Verbesserungsmaß "VM") ausgewertet wurden.

Die Standzeiten bzw. die stundenweisen Beanspruchungen durch das Hammerwerk sind den Tabellen 3 und 4 zu entnehmen.

Tabelle 3 Standzeiten kleinflächiger "schwimmender Estriche" (MF, PS, PE)

Messungen	1	2	3	4	5	6	7
Tage	0	14	47	84	116	145	180

Tabelle 4 Beanspruchungszeiten kleinflächiger "schwimmender Estriche" (PE) mit Hammerwerk

Messungen	1	2	3	4	5	6	7	8
Stunden	0	57	72	87	102	117	132	147

Die Angabe "Stunden" bezieht sich auf die Summe der Beanspruchungszeiten.

4.2.3. Dynamische Steifigkeit

Die Bestimmung der dynamischen Steifigkeit s' erfolgte nach den Bedingungen von DIN 52214. Die 8 kg schwere Stahlplatte mit den Abmessungen 20 cm x 20 cm (entsprechend 200 kg/m²) erhielt die Schwingungen durch ein über Sinusgenerator und Leistungsverstärker angeregtes elektrodynamisches System. Ein auf der Stahlplatte befestigter Körperschallaufnehmer war mit einem Pegel-Frequenz-Analysator und einem Kathodenstrahloszilloskop verbunden.

In Abhängigkeit von der Zeit und der statischen Belastung ist die Resonanzfrequenz f_0 für die Berechnung der dynamischen Steifigkeit gemessen worden. Die notwendige seitliche Abdichtung der Proben erfolgte mit Vaseline.

Die Standzeiten der Bauteile und damit die bis zur jeweiligen Meßzeit vergangenen Zeiten sind in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5 Standzeiten von Proben für die Bestimmung der dynamischen Steifigkeit

Messungen	1	2	3	4	5	6	7
Tage	0	50	120	175	235	292	317

4.2.4. Ergänzende Untersuchungen

Neben den in DIN 18164 und 18165 vorgegeben Messungen ist auch die Formbeständigkeit Δd_K nach den Prüfrichtlinien des Instituts für Bautechnik bei 23° C und 35° C ermittelt worden. Die

Lieferdicke d_L und die Dicken nach 1 Std., 24 Std. und 120 Stunden Belastung waren entsprechend der Richtlinie zu prüfen.

5. Ergebnisse

Die Veränderung der Trittschallminderung in Abhängigkeit von der Zeit vollzieht sich bei den drei untersuchten Materialtypen unterschiedlich: Mineralfaser zeigt die geringsten, Polystyrol-Hartschaum meßbare und Polyethylen die deutlichsten Veränderungen. Dieses Verhalten bezieht sich sowohl auf den ΔL -Verlauf, als auch auf ΔL_w und s' Werte.

5.1. Großflächige Bauteile

5.1.1. Wandprüfstand

Die im nebenwegfreien Wandprüfstand vertikal gemessenen Trittschallpegel an den Rohdecken und Decken mit schwimmenden Estrichen (MF- und PS-Dämmstoff) und die Auswertungen zum bewerteten Norm-Trittschallpegel L_{nw} (bzw. Trittschallschutzmaß TSM), Trittschallverbesserungsmaß ΔL_w (früher VM) sind der Tabelle 6 und den Anlagen 1 bis 16 zu entnehmen.

Tabelle 6 Zeitabhängige L_{nw} und ΔL_w -Werte statisch beanspruchter schwimmender Estriche mit MF und PS (Labor)

Nr.	Tage	MF			PS		
		d_B mm	L_{nw} dB	ΔL_w dB	d_B mm	L_{nw} dB	ΔL_w dB
1	0		46	27		44	28
2	45		47	26		45	27
3	81		47	26		45	27
...
4	143		49	25		46	26
5	176	10	48	25	15	46	26
6	220		48	26		46	25
...
7	268		48	26		46	25
8	301		48	26		47	25
9	326		48	26		47	25

Es bedeuten

- d_B - Dämmstoffdicke unter Belastung
- L_{nw} - bewerteter Norm-Trittschallpegel
- ΔL_w - Trittschallverbesserungsmaß
- MF - Mineralfaser 13/10
- PS - Polystyrol- Hartschaumplatte 17/15

Die Dicken der Estrichplatten betragen etwa 60 mm bei einer mittleren Rohdichte $\rho \approx 2,11 \text{ kg/dm}^3$, das entspricht einer flächenbezogener Masse $m'' \approx 126 \text{ kg/m}^2$.

Die Anlagen 1 bis 6 beziehen sich auf Messungen mit Mineralfaserdämmstoffen und die Anlagen 7 bis 14 mit Polystyrol-Hartschaumplatten.

Die Diagramme stellen die Norm-Trittschallpegel L_n mit zugehörigen L_{nw} (TSM) Werten dar mit der Standzeit als Parameter. Hierbei werden

- der Anfangswert und Endwert
- der Anfangswert und der Wert der Stabilisierung
- der Wert der Stabilisierung und der Endwert

als charakteristische Ergebnisse herangezogen.

Dieselbe Darstellungsform wird auch für die Trittschallminderungsdiagramme gewählt.

Die Diagramme, gemessen im Frequenzbereich 50 Hz bis 5000 Hz, werden auch für $\Delta L \leq 0 \text{ dB}$ mitgeteilt, da sich die Abhängigkeit von der Zeit in einer Resonanzüberhöhung bemerkbar macht: der Resonanzeinbruch wird tiefer. Im Abschnitt 6 wird darauf eingegangen.

Für die schwimmenden Estriche mit Polystyrol-Hartschaumplatten als Dämmstoff, - die Ergebnisse in Diagrammform sind den Anlagen 7 bis 16 zu entnehmen - gelten die o.a. Erklärungen gleichermaßen.

5.1.2. Büroräume

Die Büroräume standen nicht für die gesamte Untersuchungszeit ungenutzt zur Verfügung. Durch verschiedene Gewerke sind Arbeiten vorgenommen worden, die aufgrund ihrer bauüblichen Vorgehensweise zu Schallbrücken führten, deren Auffindung und Beseitigung nicht ohne Probleme aber mit Erfolg vor sich gingen.

Rohdecke und Decke mit schwimmendem Estrich wurden in der üblichen Weise gemessen. Markierungen an den Wänden waren Anhaltspunkte für die ausgeführte Estrichdicke. Vertikal durch die Decke verlaufende Rohre mußten mehrmals von Schallbrücken mit dem Estrich befreit werden. Insgesamt standen 50 Tage Standzeit (nach einer 14 tägigen Trocknungszeit) zu Verfügung bis ein Linoleumbelag den schwimmenden Estrich abdeckte.

Die zur Anwendung gekommenen 4 unterschiedlichen Dämmstoffe aus Polyethylen (PE) erhielten die Bezeichnung A bis D.

L_{nw} und ΔL_w -Werte sind in der Tabelle 7 zusammen mit den Standzeiten angegeben. Aus den Anlagen 17 bis 32 sind die L_n bzw. ΔL -Werte in Abhängigkeit von der Frequenz (in Diagrammform) zu entnehmen.

Tabelle 7 Zeitabhängige L_{nw} und ΔL_w -Werte statisch beanspruchter großflächiger schwimmender Estriche mit Polyethylen (Büroräume)

Nr.	Tage	Material Bez.	d_B	L_{nw}	ΔL_w	d_E	m''_E
			mm				
1	0	A	6	50	22	79	166
2	50			53	20		
3	0	B	6	55	16	40	84
4	50			57	15		
5	0	C	5	53	21	79	178
6	50			54	21		
7	0	D	5	55	19	47	99
8	50			56	19		

Es bedeuten:

- A - D - Materialbezeichnungen der PE-Dämmstoffe
- d_B - Dämmstoffdicke unter Belastung (aufgerundet)
- d_E - Estrichdicke
- m''_E - flächenbezogene Masse des Estrichs

Ab 51. Tag erhielten die schwimmenden Estriche als obere Abdeckung einen Linoleumbelag mit einem Verbesserungsmaß ΔL_w (VM) = 7 dB. Damit trotzdem eine Aussage über das Alterungsverhalten der Dämmschicht gemacht werden kann wurden die Büroräume mit Linoleumbelag zeitabhängig in ihrem Trittschallpegel gemessen. Gleichzeitig liegen durch separate Messungen die Änderungen der ΔL und ΔL_w -Werte des Linoleums vor, d.h.: verändert sich der Linoleumbelag in seinen Pegel-Frequenzverlauf nicht und die Büroräume weisen veränderte L_T Werte auf, sind diese Änderungen den Dämmstoffen zuzuordnen.

In der Tabelle 8 sind für 120 Tage Bürobetrieb in diesen Räumen L_{nw} und ΔL_w -Werte angegeben.

Tabelle 8 Zeitabhängige L_{nw} und ΔL_w -Werte normal beanspruchter großflächiger schwimmender Estriche mit Polyethylen und Linoleum (Büroräume)

Nr. Tage		Material							
		A		B		C		D	
		L_{nw} dB	ΔL_w	L_{nw} dB	ΔL_w	L_{nw} dB	ΔL_w	L_{nw} dB	ΔL_w
1	0	50	22	53	17	53	22	55	19
2	43	49	23	53	18	53	22	54	19
3	79	50	22	54	17	53	22	54	19
4	120	50	23	54	17	53	22	54	20

Der Linoleumbelag mit einem $\Delta L_w = 7$ dB ruft Erhöhungen der Gesamtdämmung von 1 bis 3 dB hervor, also wie erwartet keine Addition der ΔL_w Werte.

5.2. Kleinflächige Bauteile

Sechs kleinformatige Bauteile ("schwimmende Estriche") lieferten bei statischer Beanspruchung durch 45 mm dicke und $0,88 \text{ m}^2$ große Betonestriche " L_{nw} " und " ΔL_w " -Werte für den relativen Vergleich in Abhängigkeit von der Zeit. In Tabelle 9 sind für 6 Zeitabschnitte (Tages-Standzeiten) die Ergebnisse aufgelistet.

Tabelle 9 Zeitabhängige "L_{nw}" und "ΔL_w" -Werte statisch beanspruchter kleinflächiger schwimmender Estrichplatten (S = 0,88 m²)

Nr.	Material		Zeit Tage	"L _{nw} "	"ΔL _w "	m" kg/m ²
	Art	d _B mm		dB	dB	
1	PS	15,8	0	14	25	100
2			30	(12)	22	
3			67	13	23	
4			99	12	23	
5			128	13	23	
6			170	13	23	
7	MF	11,1	0	19	32	
8			30	18	32	
9			67	18	32	
10			99	18	32	
11			128	18	32	
12			170	18	32	
13	A	5,9	0	5	18	
14			30	4	18	
15			67	3	17	
16			99	3	17	
17			128	3	17	
18			170	3	17	
19	B	5,8	0	10	22	
20			30	9	20	
21			67	8	19	
22			99	7	18	
23			128	8	19	
24			170	8	19	
25	C	5,2	0	10	21	
26			30	9	21	
27			67	8	19	
28			99	7	19	
29			128	8	19	
30			170	8	19	
31	D	4,9	0	7	18	
32			30	7	18	
33			67	5	16	
34			99	5	15	
35			128	6	16	
36			170	6	16	

In einer zweiten Versuchsreihe sollte der Einfluß der dynamischen Beanspruchung von Dämmstoffen auf das Trittschalldämmverhalten untersucht werden. Verwendung fanden nur PE-Dämmstoffe, beansprucht durch stundenweisen Betrieb des Norm-Hammerwerkes.

Tabelle 10 Zeitabhängige " L_{nw} " und " ΔL_w " -Werte dynamisch beanspruchter kleinflächiger schwimmender Estrichplatten ($S = 0,88 \text{ m}^2$) mit PE-Dämmstoffen

Nr.	Material Art	d_B mm	Zeit Tage	" L_{nw} "	" ΔL_w "	m" kg/m ²
				dB	dB	
1	A	5,9	0	56	20	100
2			57	19		
3			72	20		
4			87	18		
5			102	19		
6			117	18		
7			132	19		
8			147	19		
9	B	5,8	0	54	21	
10			57	20		
11			72	20		
12			87	18		
13			102	19		
14			117	19		
15			132	19		
16			147	18		
17	C	5,2	0	54	20	
18			57	20		
19			72	20		
20			87	17		
21			102	17		
22			117	17		
23			132	17		
24			147	17		
25	D	4,9	0	53	24	
26			57	22		
27			72	22		
28			87	19		
29			102	19		
30			117	19		
31			132	19		
32			147	19		

Die Angabe der Zeit in Stunden bezieht sich auf den aufsummierten Betrieb des Hammerwerkes.

Neben diesen Einzahlwerten zeigen die Diagramme der Anlagen 33 bis 74 die ermittelten "Norm-Trittschallpegel L_n " und "Trittschallminderungen ΔL " in Abhängigkeit von der Mittenfrequenz.

Das Material A ist ein PE-Dämmstoff, der schon etwa 18 Monaten in unserem Besitz war, als er für die Untersuchung verwendet wurde.

5.3. Dynamische Steifigkeit

Die an jeweils drei Proben von 6 Dämmstoffen nach DIN 52214 ermittelten dynamischen Steifigkeiten s'_t sind der Tabelle 11 zu entnehmen.

Tabelle 11 Dynamische Steifigkeit s'_t in Abhängigkeit von der Standzeit

Nr.	Zeit Tage	s'_t in MN/m ³					
		PS	MF	A	B	C	D
1	0	23,9	4,4	76,5	39,4	38,0	39,7
2	50	15,6	2,9	70,2	41,3	41,8	42,8
3	120	16,1	3,1	72,1	44,0	45,0	47,0
4	175	18,6	2,3	72,8	46,0	44,0	53,0
5	235	17,0	3,0	78,3	43,1	49,0	50,1
6	292	19,4	4,8	-	46,5	53,8	50,0
7	317	24,3	4,7	82,8	43,9	48,4	51,7

Als Ergänzung ist mit einem Strömungswiderstandsmeßgerät (dynamische Methode) der längenbezogene Strömungswiderstand \bar{E} ermittelt worden. Die mittleren Werte lauten:

Polystyrolhartschaum $\bar{E} = 6 * 10^4 \frac{Ns}{m^4}$

Mineralfaser $\bar{E} = 1 * 10^4 \frac{Ns}{m^4}$

Polyethylen $\bar{E} \geq 2 * 10^6 \frac{Ns}{m^4}$

5.4. Formbeständigkeit

Werte für die Formbeständigkeit Δd_K liegen für alle 6 verwendeten Dämmstoffe vor, wobei von Bedeutung nur die Polyethylen-Materialien sind. Die für 23°C und 35°C ermittelten Prozente werden in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12 Formbeständigkeit Δd_K von Dämmstoffen

Nr.	Temperatur T°C	Δd_K in %					
		PS	MF	A	B	C	D
1	23	1,0	0,7	2,6	15,1	11,3	12,1
2	35	1,6	2,7	6,1	51,2	27,0	29,1

Die Formel für Δd_K gilt der Entwicklung nach eigentlich nur für PE-Materialien. Zum Vergleich untereinander ist jedoch die Untersuchung auch auf PS und MF ausgedehnt worden.

6. Beurteilung

Die während der Untersuchungen verwendeten großflächigen schwimmenden Estriche im Laborprüfstand und in den Büroräumen unterlagen nur der statischen Belastung durch die Estriche. Entsprechend den baulichen Gegebenheiten im Bürotrakt konnten die Estrichdicken von der BAM nicht beeinflusst werden; die Dicken variierten daher von 40 mm bis 79 mm und dementsprechend auch die flächenbezogene Massen von 84 kg/m^2 bis 178 kg/m^2 . Anzumerken ist die (allerdings unerhebliche) nicht gleichbleibende Rohdichte des verwendeten Estrichmaterials.

Die Rohdichten der Kleinbauteile besaßen gleichbleibende Werte. Bei der Beurteilung der einzelnen Materialien lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

6.1. Mineralfaser

6.1.1. Großflächiges Bauteil

Die Messungen im Laboratorium weisen eine von der Standzeit herrührende geringe frequenzabhängige Verbesserung bei tiefen Frequenzen (bis etwa 500 Hz) auf, um sich dann oberhalb von 500 Hz zu verschlechtern (Anlagen 1 bis 5).

Die Resonanzfrequenz des Estrichs mit $m'' = 126 \text{ kg/m}^2$ und $s' = 3,6 \text{ MN/m}^3$ ergibt sich aus

$$f_0 \approx 160 \frac{s'}{m''} \text{ Hz} \approx 27 \text{ Hz}$$

also nicht mehr darstellbar (und auch nicht sicher meßbar). Die erkennbare Pegelabnahme um 400 Hz läßt sich aus der Formel für die Grenzfrequenz abschätzen

$$f_{gr} \approx 2 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{d} \frac{\rho}{E} \text{ Hz} = 380 \text{ Hz}$$

Der Verlauf des Norm-Trittschallpegels ab $f = 1000 \text{ Hz}$ deutet auf (nicht lokalisierbare) Verbindungen zwischen Estrich und Bauwerk hin. Die Minderung im Verbesserungsmaß von 1 dB vollzieht sich innerhalb der ersten Meßzeit (80 Tage).

6.1.2. Kleinflächiges Bauteil

Den Anlagen 39 bis 42 für statische Belastungen sind die relativen Änderungen der Norm-Trittschallpegel und Trittschallminderungen zu entnehmen. Die Resonanzfrequenz liegt außerhalb des Meßbereichs bei etwa $f_0 = 30$ Hz. Trotzdem ist in der Tendenz eine Pegelzunahme aus dem Meßwert bei $f = 50$ Hz abzulesen; dabei liegt der Schwerpunkt innerhalb der ersten Meßperiode (66 Tage). Die Zunahme bis 169 Tage fällt dagegen nicht ins Gewicht.

Aus Tabelle 6 ist ersichtlich, daß sich die Änderung in den ersten 45 Tagen vollzieht, gefolgt von einer kurzen weiteren Abnahme, um sich bei einer Minderung gegenüber dem Anfangswert von 1 dB zu stabilisieren.

Die dynamische Steifigkeit (Tabelle 11) reduziert sich innerhalb von 235 Tagen, um am Ende der Messungen den Anfangswert wieder zu erreichen. Bringt man s' und ΔL in Verbindung müßte nach etwa 170 Tagen mit der geringsten Steifigkeit auch eine bessere Trittschallminderung einhergehen, doch im Gegenteil: ΔL nimmt in der Tendenz ab. Diese Erscheinung läßt sich nicht mit s' allein erklären. Es ist zu vermuten, daß der Verlustfaktor η des Materials eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt. Am Ende der Untersuchungen lag er für Mineralfaser - gemessen als Halbwertsbreite Δf und Resonanzfrequenz f_0 - bei

$$\frac{\Delta f}{f_0} = 0,42$$

und damit am höchsten von allen gemessenen Dämmstoffen. Die Resonanzfrequenz selbst wird durch die Dämpfung nicht verändert.

Ob der E-Modul des Betons den zeitabhängigen Pegel-Frequenzverlauf beeinflußt läßt sich mit Sicherheit nicht sagen. Nach |10| ändert sich der relative Wert

$$\frac{E}{E_0}$$

(bezogen auf das Alter von 28 Tagen) von 0,8 bei 3 Tagen auf 1,15 bei 365 Tagen.

6.2. Polystyrol-Hartschaum-Dämmstoffe

6.2.1. Großflächiges Bauteil

Die Polystyrol-Hartschaumplatten zeigen nach 114 Tagen statische Belastung im Labor ein ausgeprägtes Resonanzverhalten. Die theoretische Resonanzfrequenz $f_0 = 77$ Hz läßt sich am Meßergebnis nachweisen. Der Pegelwert steigt um 4 dB an, die dynamische Steifigkeit fällt sogar von 23,9 auf 16,1 MN/m³, d.h. die Resonanzfrequenz müßte theoretisch um den Faktor 0,8 auf $f_0 = 63$ Hz sinken. Diese erhöhten Pegel sind wahrscheinlich auch hier auf die Abnahme der inneren Dämpfung zurückzuführen (Anlagen 7 bis 16).

Die Schnittpunktfrequenz, bei der sich die an verschiedenen Tagen gemessenen ΔL -Werte schneiden, liegt bei $f = 500$ Hz. Die Grenzfrequenz bei $f_{gr} = 418$ Hz läßt sich durch einen Einbruch zwischen 315 und 400 Hz nachweisen.

Der η -Wert, der für die Pegelerhöhung (Resonanzüberhöhung) bei der Resonanzfrequenz verantwortlich ist, beträgt $\eta = 0,12$, ist also wesentlich geringer als bei MF.

Die nach 114 Tagen ermittelte Veränderung im ΔL -Verhalten erreichte nicht die vorher erzielten Ergebnisse.

Nach 114 Tagen : 2 dB Minderung

nach 268 Tagen : 3 dB Minderung

ein Ergebnis, das sich auch nach 327 Tagen nicht verändert hat.

6.2.2. Kleinflächiges Bauteil

Dieses gleiche Verhalten lassen auch die statischen Untersuchungen an den Kleinproben erkennen (Anlagen 33 bis 38): die größten Abweichungen gegenüber der Nullmessung in den ersten 66 Tagen, danach keine gravierenden Änderungen.

Der " ΔL_w "-Wert fällt um 1 dB (Anlagen 33 bis 38).

6.3. Polyethylen-Dämmstoffe

Vier Polyethylen-Dämmstoffe sind in Bürobauten der BAM und als kleinformatische Bauteile verwendet worden.

6.3.1. Dämmstoff A

6.3.1.1. Großflächiges Bauteil

Die Minderung der Verbesserungsmaße beträgt im 1. Meßzeitraum 2 dB. Die Resonanzüberhöhung bei $f_0 = 125$ Hz ist (Anlage 17 und 18) ebenso wie die Resonanzfrequenz im Neuzustand eindeutig er-

kennbar (Rechenwert $f_0 = 109$ Hz). Das Alterungsverhalten macht sich bei dem 18 Monate gelagerten Material in einer Parallelverschiebung im ΔL -Verlauf bemerkbar. Längere Untersuchungen am schwimmenden Estrich allein konnten wegen der Belegung mit Linoleum nicht vorgenommen werden. Dieser mit $\Delta L_w = 7$ dB gemessene Belag erhöht die Trittschalldämmung wie in Anlagen 19 und 20 angeben um 3 dB (L_{nw}) bzw. 2 dB (ΔL_w).

6.3.1.2. Kleinflächige Bauteile

Die Anlagen 43 bis 47 stellen die " L_n " und " ΔL_w "-Werte dar.

Die berechnete Resonanzfrequenz liegt bei $f_0 \approx 140$ Hz, die gemessene (Anlage 47) bei $f = 200$ Hz. Die nach 70 Tagen gemessenen Werte liefern eine ab 259 Hz verschobene Kurve. Lediglich im Bereich unterhalb der Resonanzfrequenz betragen die Minderungen bis zu 6 dB. Eine Resonanzüberhöhung ist nicht feststellbar. Erst nach 167 Tagen deutet sich eine Resonanzüberhöhung an. Die aus der Halbwertsbreite errechnete innere Dämpfung errechnet sich zu $\eta = 0,31$.

Bei dem schweren großflächigen Estrich ist der Einbruch bei der Resonanzfrequenz nicht so ausgeprägt, ebenso der Anstieg. Der Anstieg entsprechend der Anlage 18 beträgt etwa 9 dB/Oktave, entsprechend der Formel

$$\Delta L = 30 \lg \frac{f}{f_0} .$$

Auch bei den dynamisch beanspruchten kleinflächigen Bauteilen ist die Resonanzüberhöhung bei $f = 200$ Hz erkennbar, ebenso die ΔL Abnahme bei $f = 50$ Hz.

6.3.2. Dämmstoff B

6.3.2.1. Großflächiges Bauteil

Die bewertete Trittschallminderung (Verbesserungsmaß) erreicht nur $\Delta L_w = 16$ dB, eine Minderung um 1 dB läßt sich nach 50 Tagen statischer Belastung nachweisen (Anlagen 21 und 22). Nachträglich eingebaute Schallbrücken waren nicht erkennbar. Die rechnerische Resonanzfrequenz läge bei $f_0 = 108$ Hz, die aus dem Diagramm ablesbare bei 100/125 Hz. Bei $f = 50$ Hz übertrifft die negative Änderung der Trittschallminderung die von 100 Hz. Es gibt auch keine Schnittpunktfrequenz bei der die nach 50 Tagen gemessene Kurve die unmittelbar nach Fertigstellung gemessene Kurve schneidet. Lediglich der Anstieg ändert sich von

12 dB/Oktave auf 9 dB/Oktave.

$\Delta L_w = 16$ dB erfüllt nicht die Anforderungen an Deckenauflagen.

6.3.2.2. Kleinflächige Bauteile

Auch bei den statisch belasteten Kleinproben läßt sich innerhalb von 70 Tagen eine Minderung von ΔL_w um 3 dB feststellen, auch hier als Parallelverschiebung der Diagramme. Die zwei unterschiedlich ansteigenden Kurven schneiden sich bei $f = 800$ Hz. Nach 70 Tagen tritt eine ΔL_w -Änderung nicht mehr ein (Anlagen 47 bis 50). Bis 1000 Hz erfolgt der Kurvenanstieg mit 12 dB/Oktave.

Die dynamisch beanspruchten Kleinproben weisen eine ausgeprägte Resonanzüberhöhung auf mit einem Verlust des " ΔL_w "-Wertes von 3 dB innerhalb von 87 Stunden Betriebszeit. Nach 147 Stunden Betriebszeit ist ein weiteres Absinken von ΔL nicht zu beobachten (bis auf den 80 Hz Wert, Anlage 66). Die dynamische Steifigkeit ist innerhalb der ersten 120 Tage um 12 % gestiegen und zwar bei statischer Belastung. Die Resonanzfrequenz erhöht sich hierdurch nur unwesentlich. Bis zur Schnittfrequenz beträgt der Anstieg 12 dB/Oktave; danach liegt er bei etwa 6 dB/Oktave.

6.3.3. Dämmstoff C

6.3.3.1. Großflächiges Bauteil

Aus den Anlagen 25 und 26 ist ein gleichmäßiger Kurvenanstieg von etwa 9 dB/Oktave ersichtlich, keine stark einsinkende Minderung bei der Resonanzfrequenz und ein Alterungsverhalten, das vernachlässigbar ist. Allerdings weist der Estrich eine flächenbezogene Masse von $m'' = 178 \text{ kg/m}^2$ auf. Rechnerisch müßte $f_0 = 80$ Hz betragen. Die Resonanzverschiebung könnte mit der Zunahme der Steifigkeit durch die Estrichmasse zusammenhängen, sie müßte theoretisch (aus f_0 berechnet) $s' \approx 105 \text{ MN/m}^3$ betragen. Dem widerspricht der relativ hohe $\Delta L_w = 21$ dB Wert.

6.3.3.2. Kleinflächige Bauteile

Die statischen Belastungen (Anlagen 51 bis 54) rufen in dem 70 Tagezeitraum nach Fertigstellung Änderungen von 2 dB hervor, bei einer Steigerung von etwa 9 dB/Oktave, die auch bei dem dynamischen beanspruchten Bauteil auftritt.

Eine Änderung im Bereich der Resonanzfrequenz und nach 167 Tagen auch oberhalb von $f = 1000$ Hz sind charakteristisch.

Die dynamische Steifigkeit ändert sich von $s' = 38 \text{ MN/n}^3$ über 44 nach 175 Tagen auf $48,4 \text{ MN/m}^3$ nach 317 Tagen, d.h. eine

Verschiebung von f_0 geschieht um den Faktor 1,13, also unerheblich. Die innere Dämpfung beträgt $\eta = 0,28$.

Die dynamische Beanspruchung (Anlagen 67 bis 70) ruft ähnlich wie die statische eine Abnahme von " ΔL_w " = 3 dB hervor und zwar innerhalb von 87 Stunden; die Änderung danach ist nicht mehr erheblich. Bei $f = 1000$ Hz liegt die Schnittpunktfrequenz, die nach der ersten Beanspruchungsperiode auftritt (147 Stunden die zweite Beanspruchungsperiode). Auch hier zwei Steigerungsbereiche im " ΔL "-Kurvenverlauf: bis 800 Hz 12 dB/Oktave danach etwa 9 dB/Oktave.

6.3.4. Dämmstoff D

6.3.4.1. Großflächiges Bauteil

Mit $\Delta L_w = 19$ dB und einer Minderung innerhalb von 50 Tagen um 1 dB verhält sich der Dämmstoff relativ günstig. Bei einem $\eta = 0,17$ ist die Resonanzfrequenz sehr ausgeprägt. Der Anstieg mit etwas mehr als 12 dB/Oktave ist charakteristisch für tiefe Resonanzeinbrüche. Ab 315 Hz verläuft der Anstieg nur mit etwa 6 dB/Oktave. Die dynamische Steifigkeit s' hat von allen PE-Materialien die größte Zunahme, sie wächst innerhalb von 317 Tagen von $39,7 \text{ MN/m}^3$ auf $51,7 \text{ MN/m}^3$.

6.3.4.2. Kleinflächige Bauteile

Innerhalb von 70 Tagen ändert sich " ΔL_w " um 2 dB bei statischer Belastung (Anlagen 55 und 56). Anstieg nach der Resonanzfrequenz mehr als 12 dB/Oktave, ab 250 Hz etwa 9 dB/Oktave. Eine zeitabhängige Resonanzüberhöhung ist feststellbar, ohne daß der Anstieg hier steiler wird.

Im Gegensatz hierzu ändert sich nach dynamischer Beanspruchung das Diagramm im Resonanzbereich wesentlich stärker. Bis $f = 315$ Hz liegt eine Parallelverschiebung vor; danach sind die Verläufe ähnlich. Der Anstieg ändert sich von 12 dB/Oktave auf 9 dB/Oktave. Die Minderung im " ΔL_w "-Wert von 3 dB ist bei dem schweren Estrich nicht festzustellen.

6.3.5. Sonderuntersuchungen

Alle Büroräume wurden bestimmungsgemäß genutzt und sind mit einem Linoleumbelag ($\Delta L_w = 7$ dB) versehen. Der separat gemessene Belag wurde ebenfalls in Abhängigkeit von der Zeit gemessen, ohne daß erkennbare Alterungserscheinungen auftraten. Die Messungen der Büroräume mit Linoleum haben bisher keine weiteren

Änderungen im ΔL -Verlauf gezeigt, so daß von einem stabilen Zustand ausgegangen werden kann.

Die frequenzabhängige Trittschallminderung des Belages darf - ebenfalls frequenzabhängig - zur Trittschallminderung dazugezählt werden, um die Summenverbesserung zu erzielen. Die Addition von Einzahlwerten führt zu fehlerhaft hohen Werten.

7. Zusammenfassung

1. Der untersuchte Polystyrolhartschaumtyp (17/15) weist bei statischer Belastung nach 220 Tagen eine Minderung im ΔL_w -Wert von 3 dB auf (bei großflächiger Belastung).
Kleinformatische Bauteiluntersuchungen weisen nach 70 Tagen statischer Belastung eine Minderung im " ΔL_w "-Wert von 2 dB auf. Dieser Wert bleibt über den weiteren Meßzeitraum konstant. Die dynamische Steifigkeit s'_t (s'_G) bei $\bar{Z} > 10^5$ Ns/m^4 fällt zunächst von 23,9 auf 15,6, MN/m^3 . Sie steigt nach 235 Tagen auf 17,6 MN/m^3 an, um nach 317 Tagen den Endwert von 24,3 MN/m^3 zu erreichen. Die innere Dämpfung ist mit $\eta = 0,12$ gering.
2. Mineralfaserplatten (13/10) fallen zunächst im ΔL_w -Wert um 2 dB (nach 143 Tagen), steigen nach 220 Tagen um 1 dB an mit dann gleichbleibenden Werten.
Bei den kleinflächigen Bauteilen verändert sich ΔL_w im Laufe von 170 Tagen nicht.
Die Gefügesteifigkeit $s'_t = s'_G$ nimmt zunächst geringfügig ab, mit anschließender (geringfügiger) Zunahme. Die Luftsteifigkeit (bei $\bar{Z} < 10^5$ Ns/m^4) berechnet sich zu $s'_a \approx 15$ MN/m^3 , müßte also zu den s'_t -Werten dazugezählt werden; der unmittelbare Vergleich von s'_t erscheint hier jedoch sinnvoller.
Eine Alterung im Sinne einer Dämm-Minderung erfolgt nicht über 1 dB hinaus.
3. Polyethylen-Dämmstoffe erreichen etwa nach 50 Tagen statischer Belastung durch Estriche ihren Endwert, d.h. 2 bis 3 dB Verlust gegenüber dem Anfangswert. Dabei weist 1 Material nur einen Dämmverlust von 1 dB auf, deren Ursache in einer längeren Lagerung (180 Tage) liegt.

Werden diese Materialien dynamisch durch Betrieb eines

Hammerwerkes beansprucht wird nach 90 Stunden Betriebszeit der (bis jetzt) ermittelte Endwert mit 1 bis 5 dB Dämmverlust festgestellt, wobei 1 dB sich auf das langzeitgelagerte Material bezieht. Das Material (PE-D) mit der geringsten inneren Dämpfung $\eta = 0,17$ ist mit 5 dB am stärksten betroffen, gefolgt von 3 dB und $\eta = 0,25$ (PE-B).

Die dynamischen Steifigkeiten ändern sich nicht so gravierend, daß hieraus wichtige Resonanzverschiebungen abgeleitet werden können.

Bei der Formbeständigkeit Δd_K läßt sich ableiten, daß (rechnet man MF und PS nach der selben Formel) MF, PS und das länger gelagerte PE-A die geringsten Formänderungen aufweisen ($\Delta d_K \leq 6,1 \%$)

4. Dynamische Steifigkeit, innere Dämpfung, Resonanzfrequenz und Resonanzerhöhung bestimmen den Verlauf des ΔL -Diagramms. Vier Bereiche sind im Diagramm erkennbar:

- Resonanzfrequenz f_0
- Anstieg mit $40 \lg \frac{f}{f_0}$
- Grenzfrequenzbereich f_{gr}
- Anstieg mit $30 \lg \frac{f}{f_0}$

5. Ein Zusammenhang zwischen herkömmlich gemessener dynamischer Steifigkeit und Verbesserungsmaß besteht bei Polyethylen-Dämmstoffen in der Form, wie in Bild 2 in DIN 4109 Beiblatt 2 angegeben ist, nicht. Die gemessenen ΔL_w -Werte sind um 7 bis 8 dB geringer als dem Diagramm entnommen werden kann.
6. Große Flächen können nicht künstlich gealtert werden. Bei kleineren Flächen ist eine dynamische Alterung möglich, die bei geeigneter Anregung in kürzerer Zeit als bei statischen Belastung Minderungs-werte liefert.
7. Eine Verwendung von Polyethylen-Dämmstoffen mit Dicken von ca. 6/5 mm bei flächenbezogenen Massen des Estrichs von $m'' \approx 100 \text{ kg/m}^2$ ist auszuschließen, da bei 16 cm dicken Vollbetonplattendecken ein bewerteter Norm-Trittschallpegel

$L_{nw} \leq 53$ dB (TSM ≥ 10 dB) bei vertikaler Messung nicht zu erreichen ist.

Weitere Untersuchungen über die Mechanismen der dynamischen Steifigkeit und ihrer anwendungsbezogenen Messung, sowie der Untersuchung des Zusammenhanges zwischen innerer Dämpfung, Resonanzfrequenz und ΔL_w -Werten sollten angeschlossen werden.

8. Abkürzungen

Es werden folgende Symbole und Abkürzungen verwendet.

L_n	in dB	- Norm-Trittschallpegel
" L_n "	in dB	- Norm-Trittschallpegel von Proben, die keine DIN-Flächen aufweisen
L_{nw}	in dB	- bewerteter Norm-Trittschallpegel
" L_{nw} "	in dB	- bewerteter Norm-Trittschallpegel von Proben, die keine DIN-Flächen aufweisen
TSM	in dB	- Trittschallschutzmaß
ΔL	in dB	- Trittschallminderung je Terz
" ΔL "	in dB	- Trittschallminderung je Terz von Proben, die keine DIN-Flächen aufweisen
ΔL_w	in dB	- bewertete Trittschallminderung (Verbesserungsmaß)
" ΔL_w "	in dB	- bewertete Trittschallminderung, die keine DIN-Flächen aufweisen
d_L	in mm	- Lieferdicke von Dämmstoffen
d_B	in mm	- Dicke von Dämmstoffen unter Belastung
d_E	in mm	- Dicke des Estrichs
m''	in kg/m^2	- flächenbezogene Masse
m''_E	in kg/m^2	- flächenbezogene Masse des Estrichs
ρ	in kg/dm^3	- Rohdichte
s'	in MN/m^3	- dynamische Steifigkeit
η		- innere Dämpfung
\bar{E}	in Ns/m^4	- längenbezogener Stömungswiderstand
Δd_K	in %	- Formbeständigkeit
PS		- Polystyrol-Hartschaum-Platte
MF		- Mineralfaser-Platte
PE		- Polyethylen
A, B, C, D		- Neutrale Bezeichnungen für die 4 verschiedenen Polyethylen-Materialien

9. Literaturverzeichnis

- |1| DIN 4109 Schallschutz im Hochbau
Teil 1 Begriffe (Sept. 1962)
Teil 2 Anforderungen (Sept. 1962)
Teil 3 Ausführungsbeispiele (Sept. 1962)
Teil 4 Schwimmende Estriche auf Massivdecken, Richtlinien für die Ausführung (Sept. 1962)
- |2| DIN 18165 Faserdämmstoffe für das Bauwesen
Teil 2 Dämmstoffe für die Trittschalldämmung (Mai 1987)
- |3| DIN 18164 Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauwesen
Teil 2 Dämmstoffe für die Trittschalldämmung (Juni 1979)
- |4| DIN 4109 Schallschutz im Hochbau
Teil 5 Erläuterungen (April 1963)
- |5| BAM-Jahresbericht 1979 S.50 Abb. 2-20,
Herausgegeben von der BAM
- |6| DIN 52214 Bauakustische Prüfungen
Bestimmung der dynamischen Steifigkeit von Dämmschichten für schwimmende Estriche (Dez. 1984) bzw.
DIN ISO 9052 Akustik
Bestimmung der dynamischen Steifigkeit
Teil 1 Materialien, die unter schwimmenden Estrichen in Wohnbauten verwendet werden
- |7| DIN 52213 Bauakustische Prüfungen
Bestimmung des Stömwiderstandes (Mai 1980)
- |8| DIN 52210 Bauakustische Prüfungen
Luft- und Trittschalldämmung
Teil 2 Prüfstände für Schalldämm-Messungen an Bauteilen (August 1984)
- |9| DIN 52210 Bauakustische Prüfungen
Luft- und Trittschalldämmung
Teil 4 Ermittlung von Einzahlangaben (August 1984)

|10|

Draft CEB MC 90 Modulus of elasticity of
concrete

Anhänge

Anhang 1

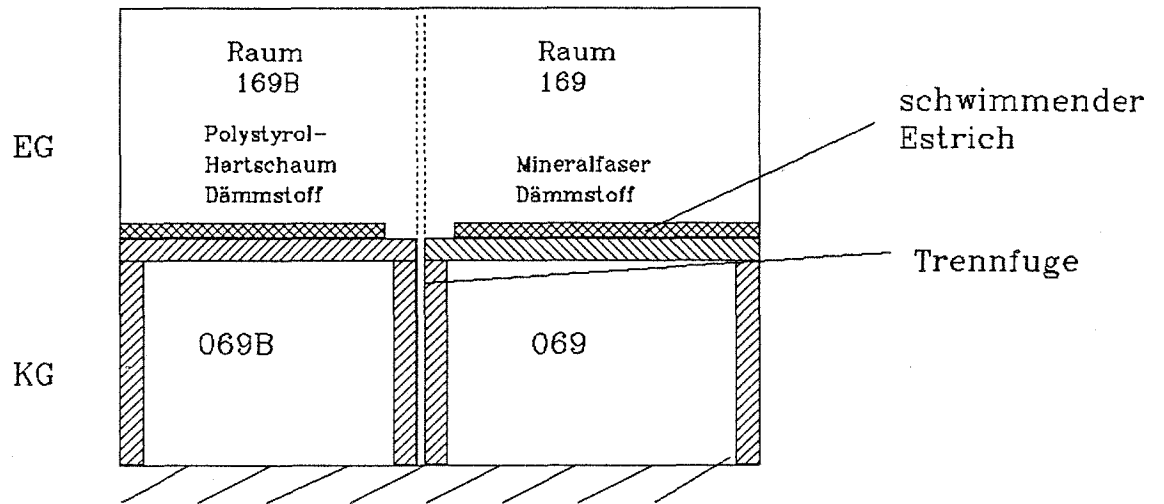


Bild 1 Wandprüfstand im Laboratorium

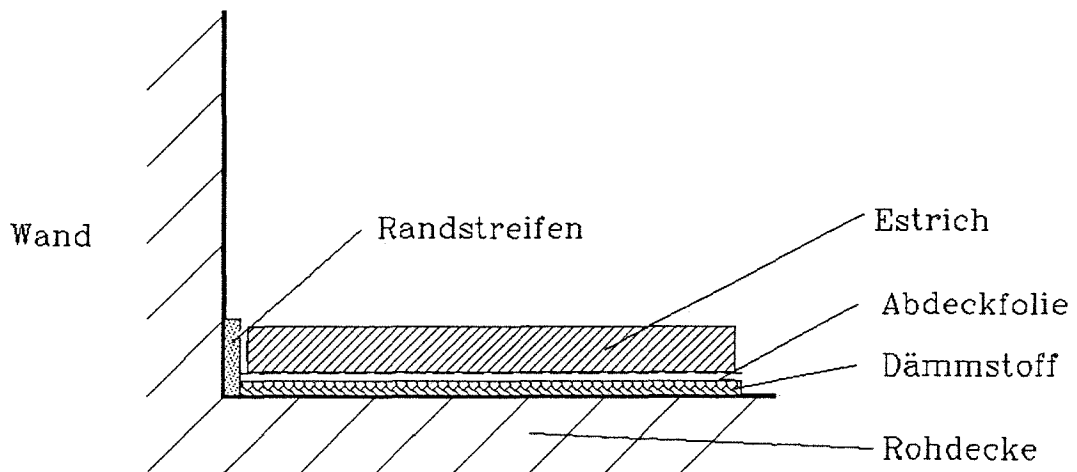


Bild 2 Schematischer Aufbau der schwimmenden Estriche

Anhang 2

EG	187	189	191	193		195	197
KG	087	089	091	093		095	097

EG Erdgeschoss
KG Kellergeschoss

Treppenhaus

Bild 3 Anordnung der Büroräume

Anhang 3

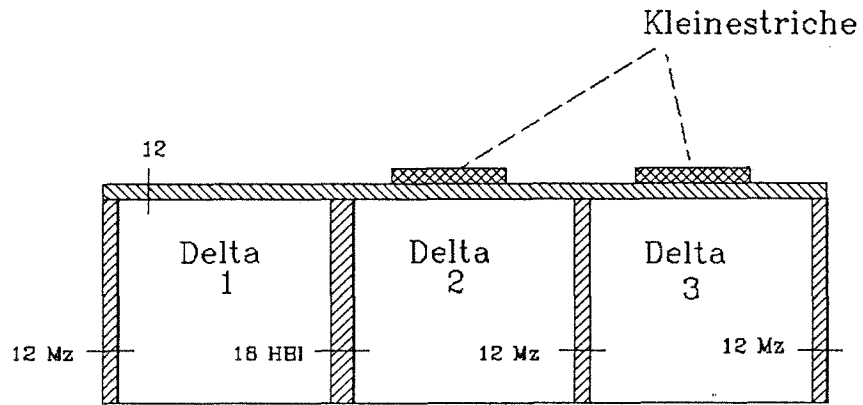


Bild.4 Delta L Prüfstände

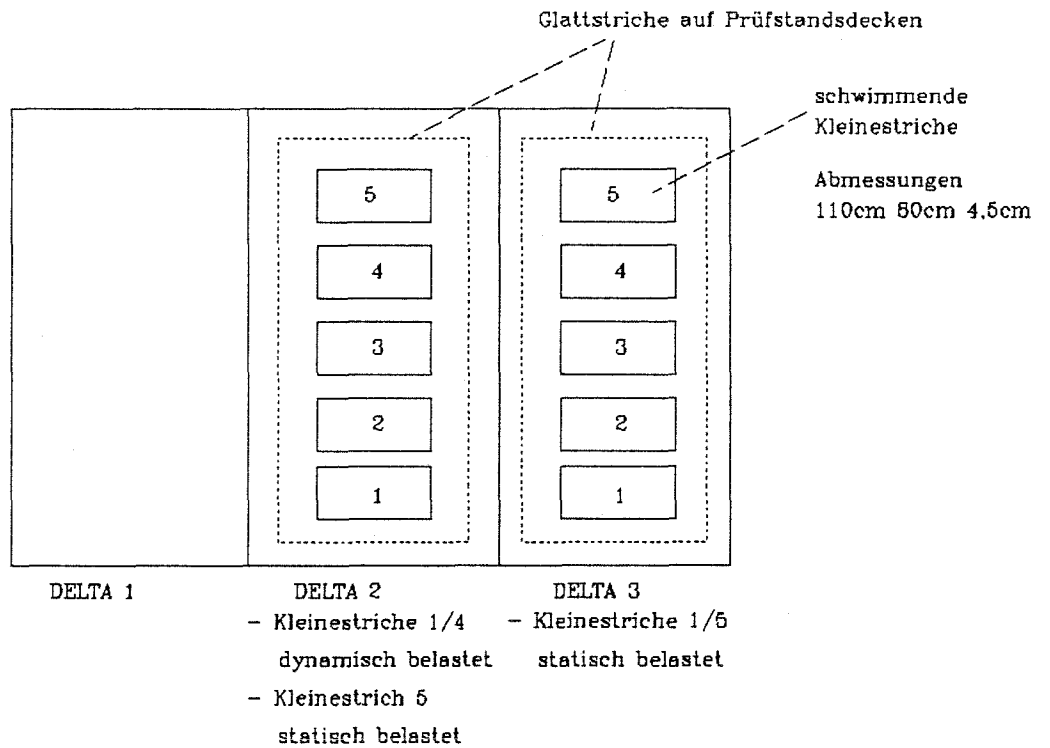
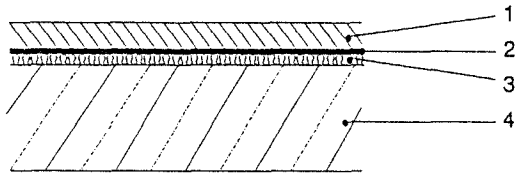


Bild 5 Kleinstriche auf Prüfstandsdecken

Anlagen

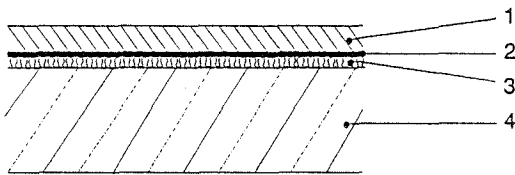
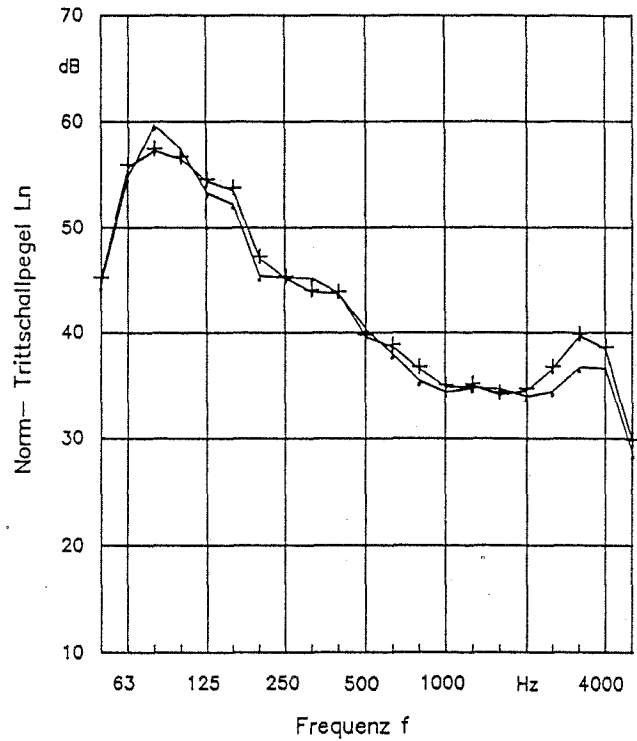


- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 127 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Mineralfaser, $d_t = 13 \text{ mm}$; $s_t' = 4 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
0	46	17	●—●
327	48	15	+—+

Anlage 1 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

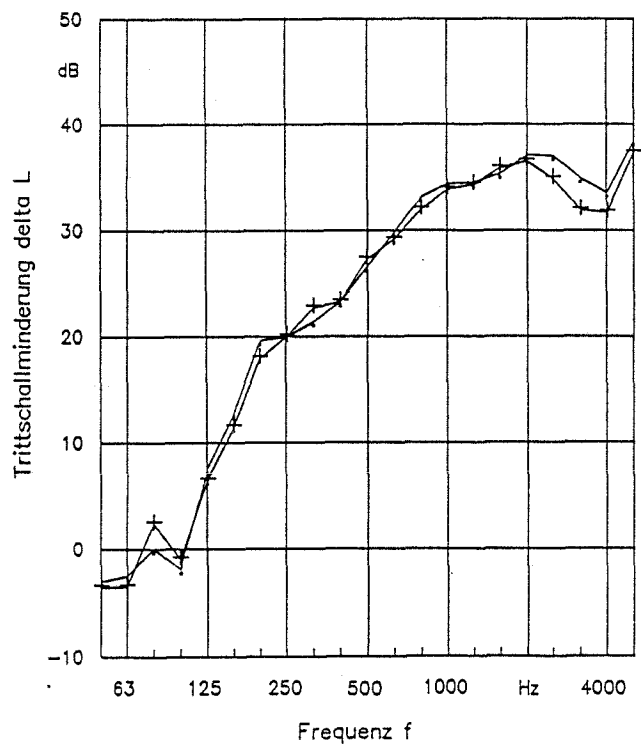


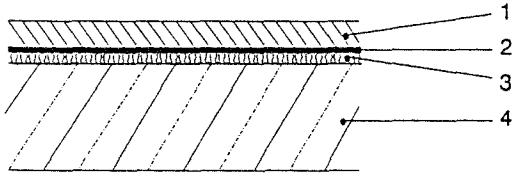
- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 127 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Mineralfaser, $d_t = 13 \text{ mm}$; $s_t' = 4 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
0	27	●—●
327	26	+—+

Anlage 2 Zeitabhängige Trittschallminderung im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



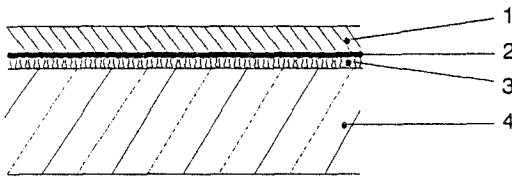
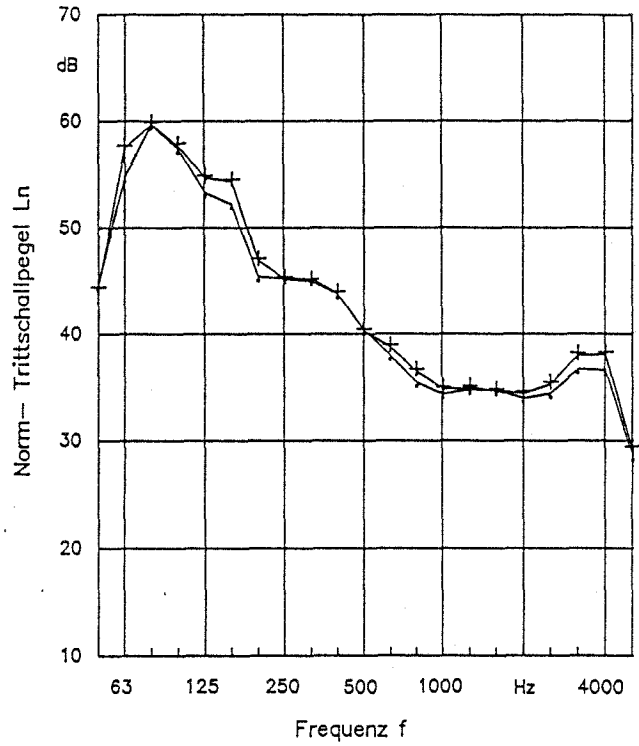


- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 127 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Mineralfaser, $d_L = 13 \text{ mm}$; $s_L' = 4 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
0	46	17	●—●
80	48	15	+—+

Anlage 3 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

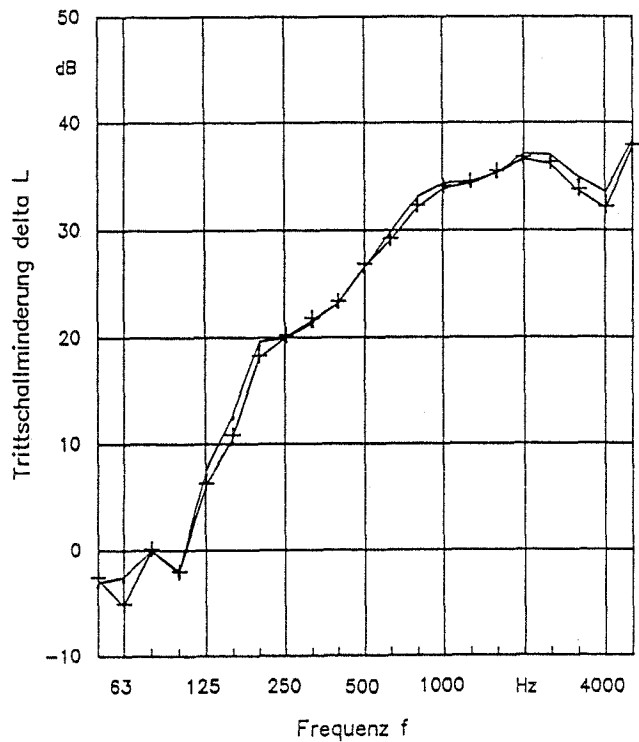


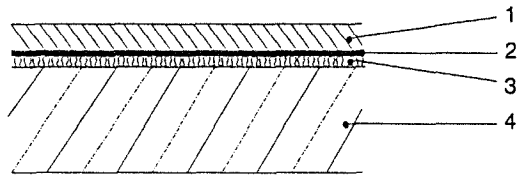
- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 127 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Mineralfaser, $d_L = 13 \text{ mm}$; $s_L' = 4 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
0	27	●—●
80	26	+—+

Anlage 4 Zeitabhängige Trittschallminderung im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



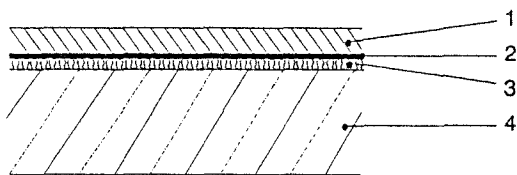
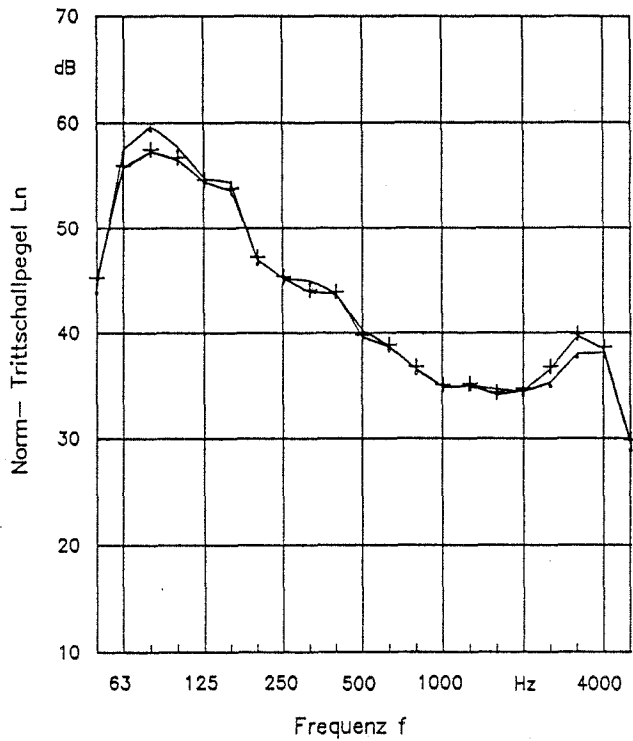


- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 127 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Mineralfaser, $d_L = 13 \text{ mm}$; $s_L' = 4 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
80	48	15	●—●
327	48	15	+—+

Anlage 5 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

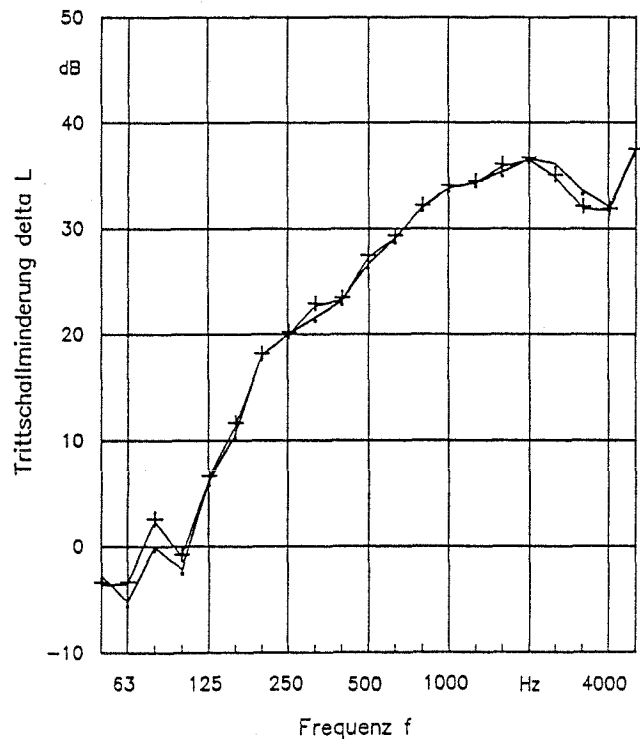


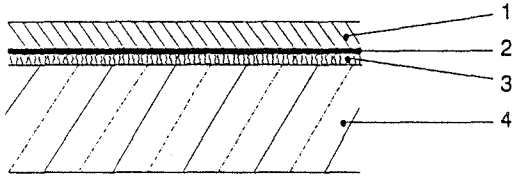
- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 127 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Mineralfaser, $d_L = 13 \text{ mm}$; $s_L' = 4 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
80	26	●—●
327	26	+—+

Anlage 6 Zeitabhängige Trittschallminderung im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



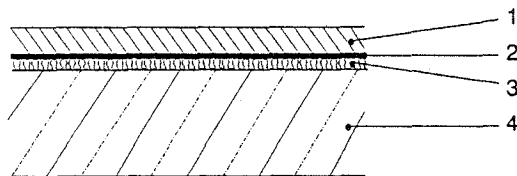
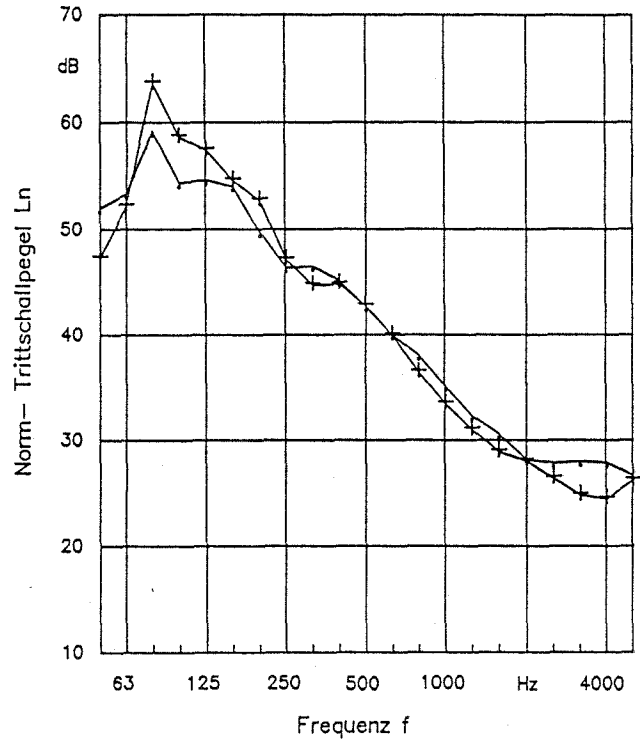


- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m' = 118 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polystyrol-Hartschaum, $d_t = 18 \text{ mm}$; $s' = 20 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
0	44	19	●—●
268	46	17	+—+

Anlage 7 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

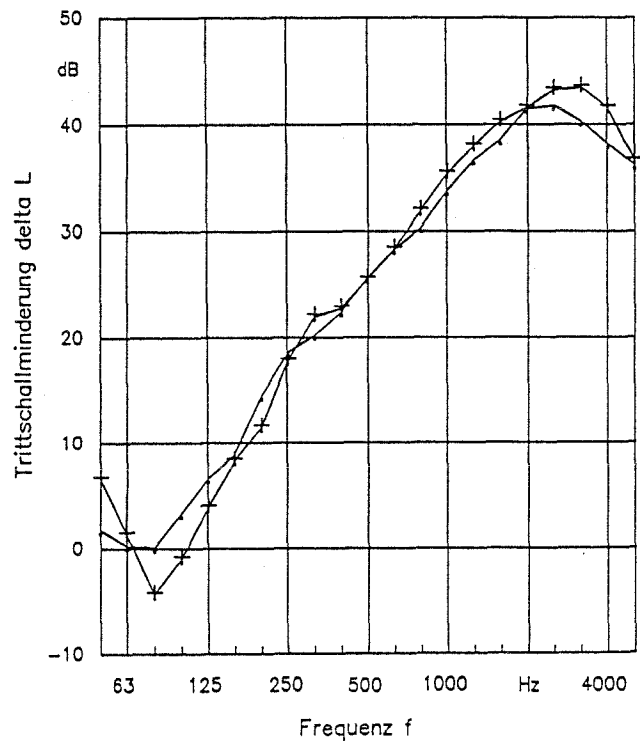


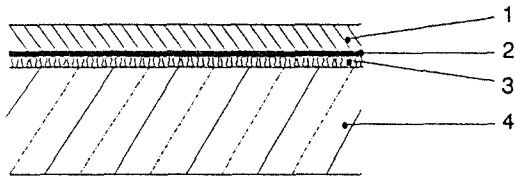
- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m' = 118 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polystyrol-Hartschaum, $d_t = 18 \text{ mm}$; $s' = 20 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
0	28	●—●
268	25	+—+

Anlage 8 Zeitabhängige Trittschallminderung im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



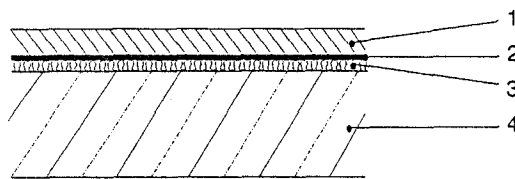
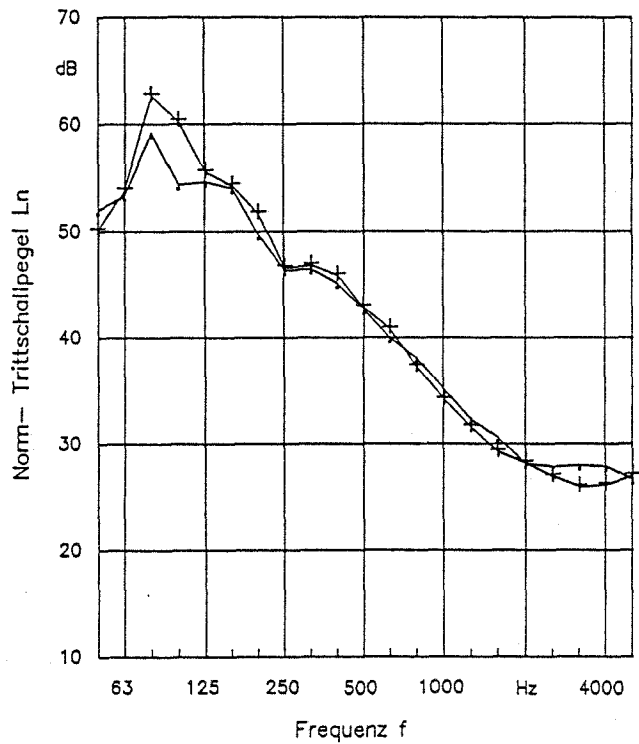


- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 118 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18 \text{ mm}$; $s' = 20 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
0	44	19	●—●
114	46	17	+—+

Anlage 9 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

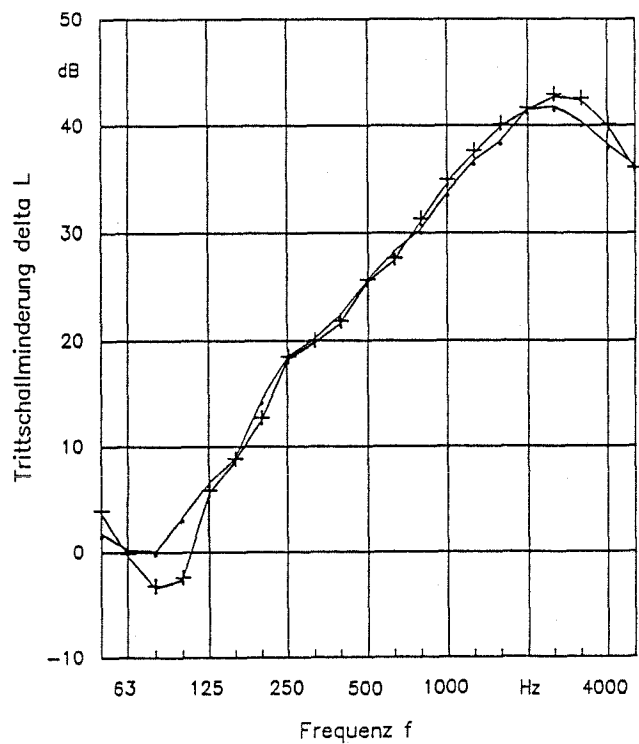


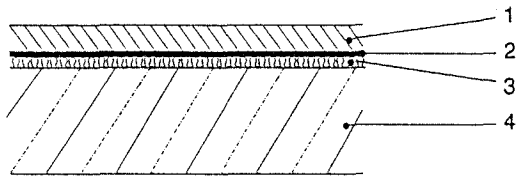
- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 118 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18 \text{ mm}$; $s' = 20 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
0	28	●—●
114	26	+—+

Anlage 10 Zeitabhängige Trittschallminderung im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



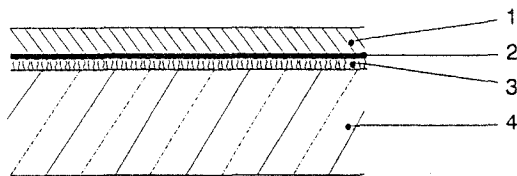
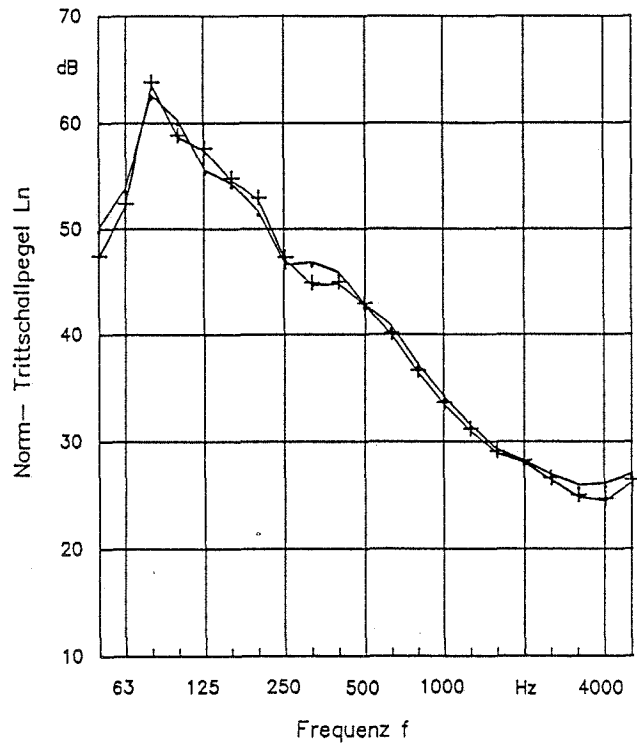


- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 118 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18 \text{ mm}$; $s' = 20 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
114	46	17	●—●
268	46	17	+—+

Anlage 11 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

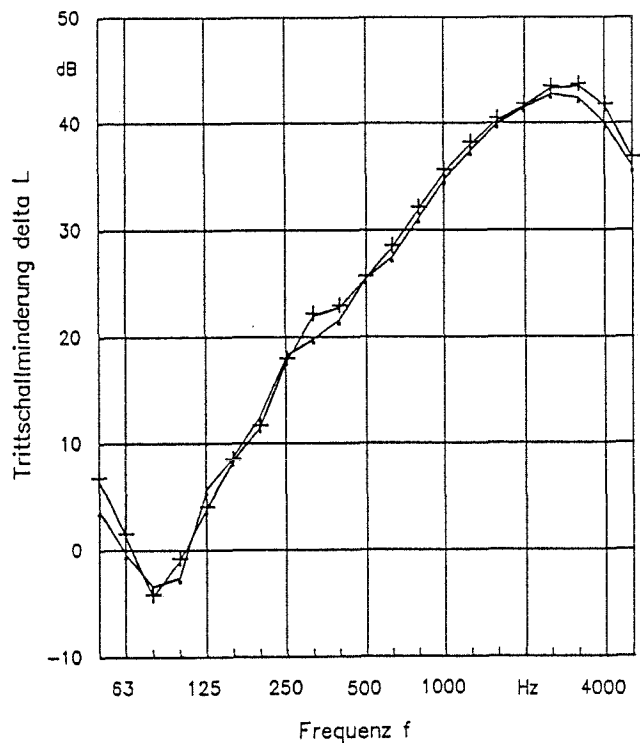


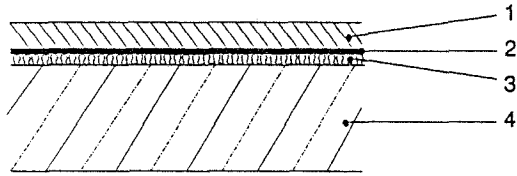
- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 118 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18 \text{ mm}$; $s' = 20 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
114	26	●—●
268	25	+—+

Anlage 12 Zeitabhängige Trittschallminderung im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



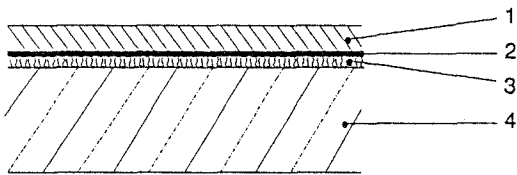
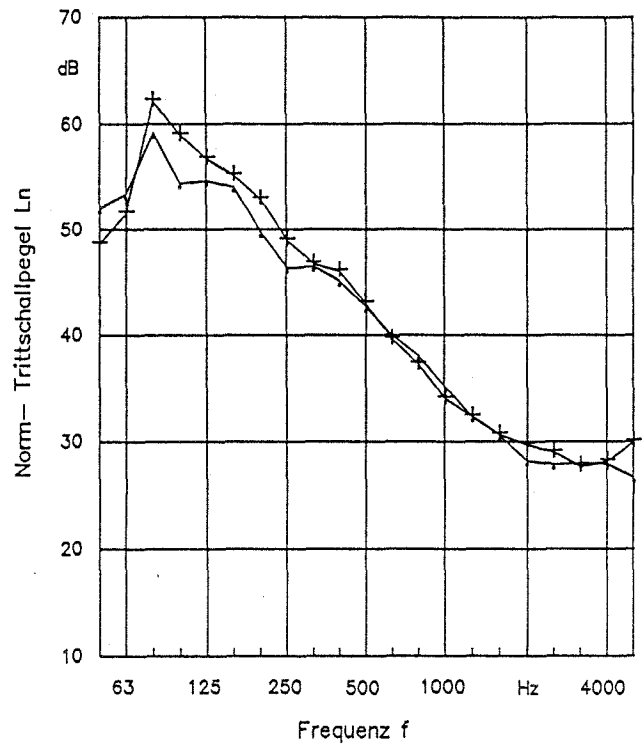


- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 118 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18 \text{ mm}$; $s' = 20 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
0	44	19	●—●
327	47	16	+—+

Anlage 13. Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

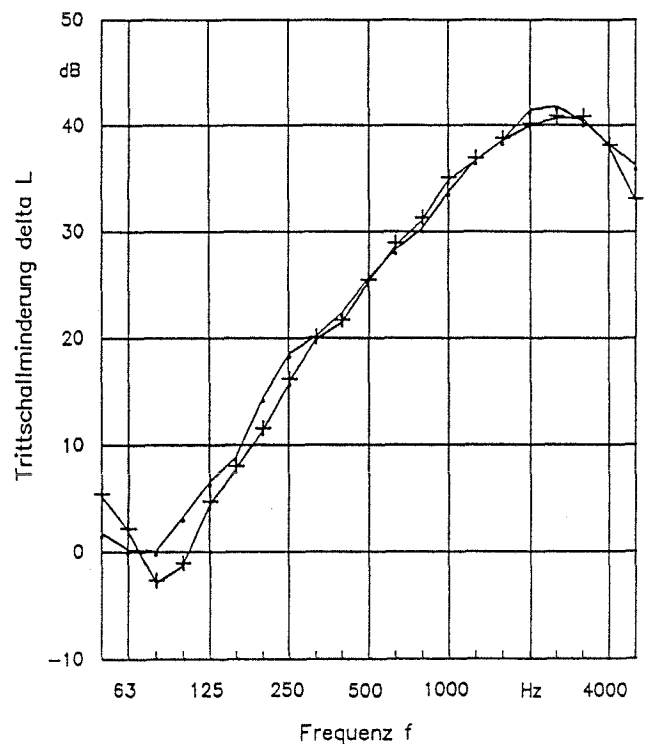


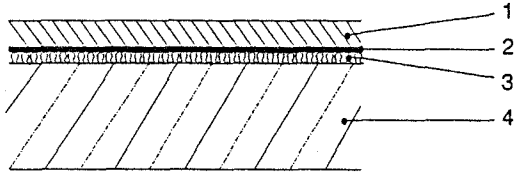
- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 118 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18 \text{ mm}$; $s' = 20 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
0	28	●—●
327	25	+—+

Anlage 14. Zeitabhängige Trittschallminderung im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



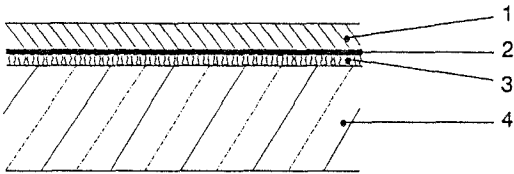
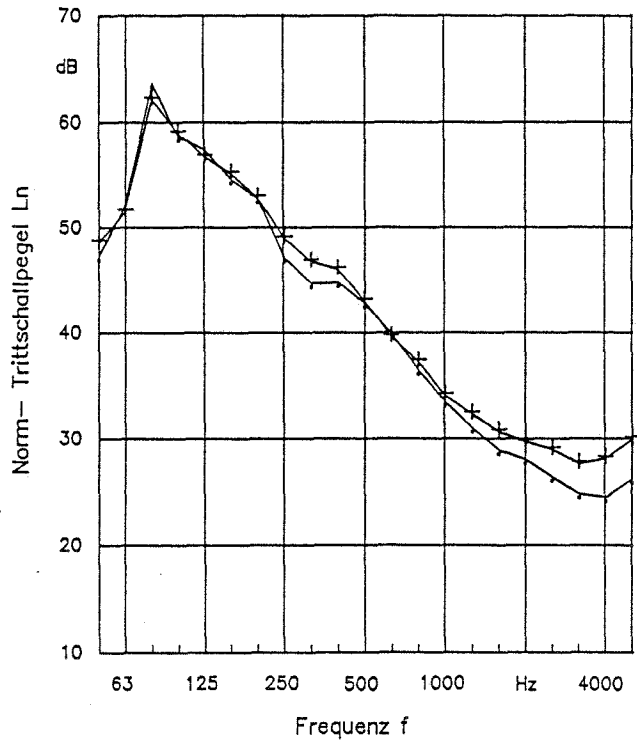


- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 118 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18 \text{ mm}$; $s' = 20 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
268	46	17	●—●
327	47	16	+—+

Anlage 15 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

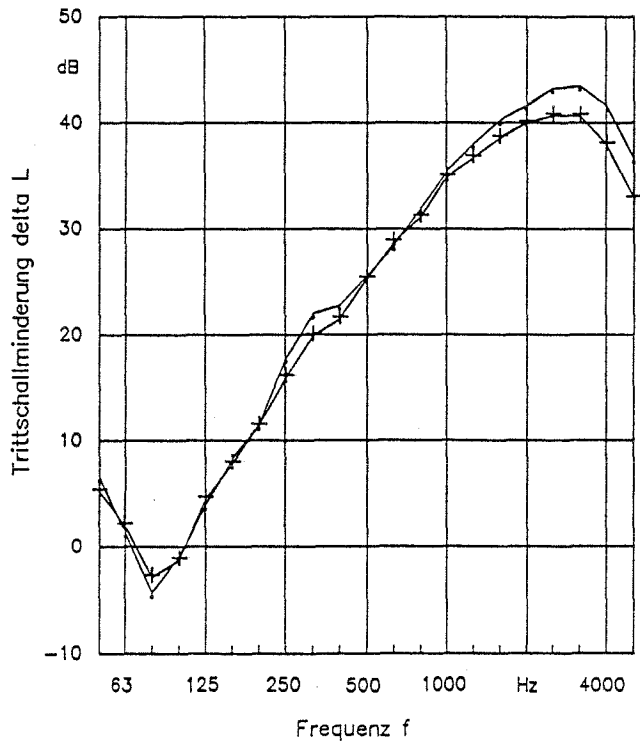


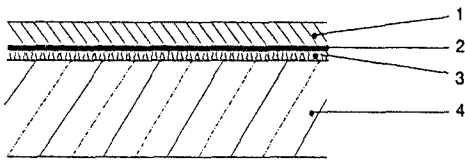
- 1: Zementestrich, $d = 60 \text{ mm}$; $m'' = 118 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18 \text{ mm}$; $s' = 20 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
268	25	●—●
327	25	+—+

Anlage 16 Zeitabhängige Trittschallminderung im Laborprüfstand mit $S = 16 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



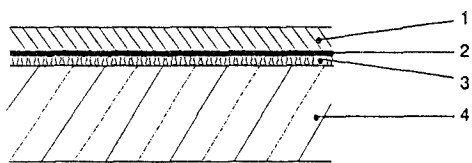
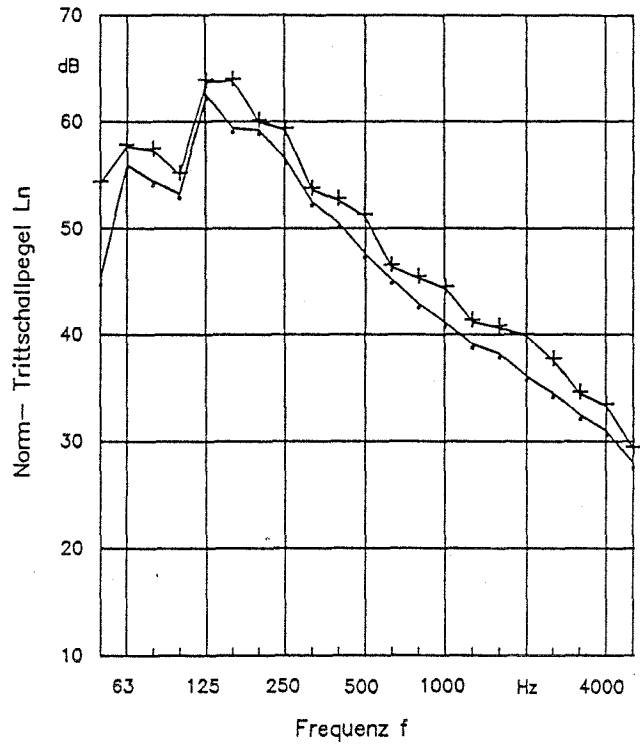


- 1: Zementestrich, $d = 79 \text{ mm}$; $m' = 166 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 71 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
0	50	13	●—●
50	53	10	+—+

Anlage 17 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Büroraum mit $S = 17 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

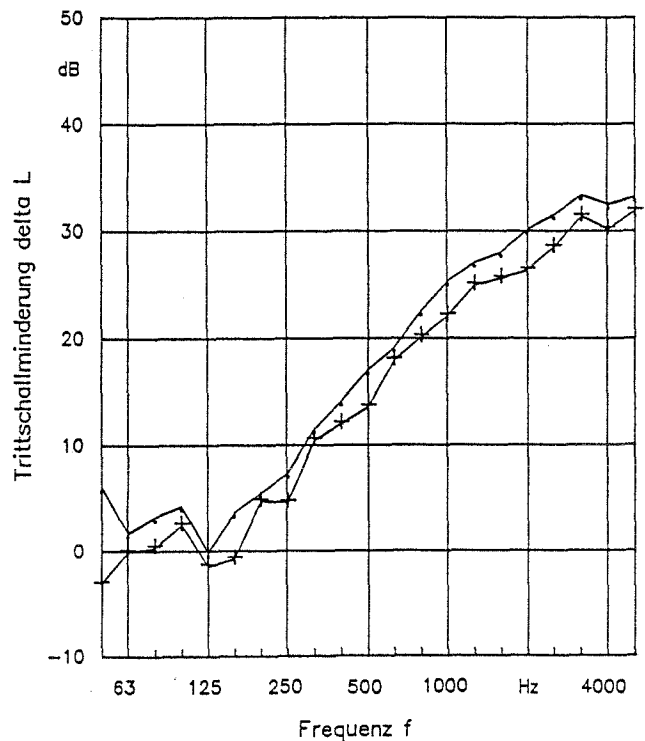


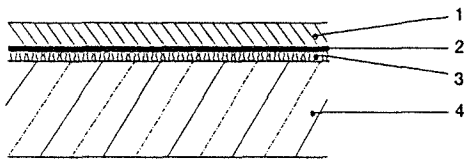
- 1: Zementestrich, $d = 79 \text{ mm}$; $m' = 166 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 71 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
0	22	●—●
50	20	+—+

Anlage 18 Zeitabhängige Trittschallminderung im Büroraum mit $S = 17 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



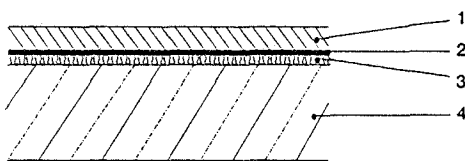
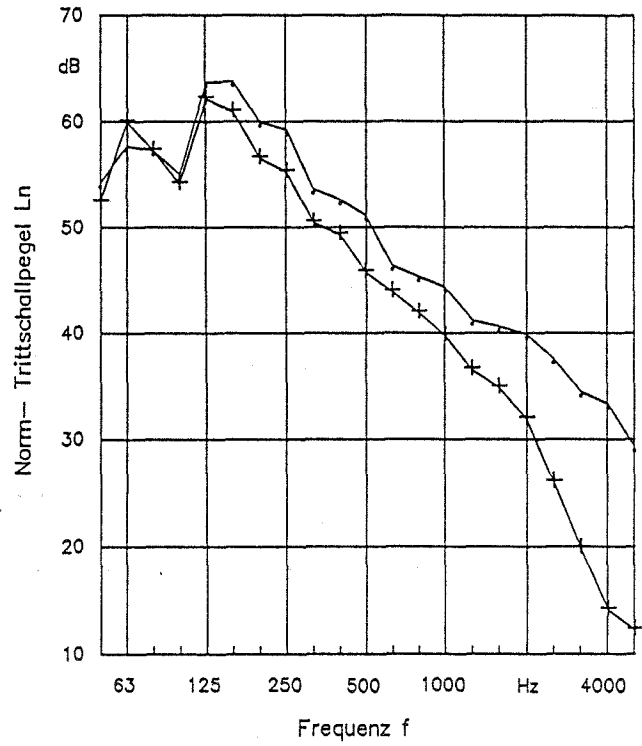


- 1: Zementestrich, $d = 79 \text{ mm}$; $m' = 166 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 71 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
50	53	10	●—●
86 *)	50	13	+—+

Anlage 19 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Büroraum mit $S = 17 \text{ m}^2$ Prüffläche. *) Estrich + Linoleum

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

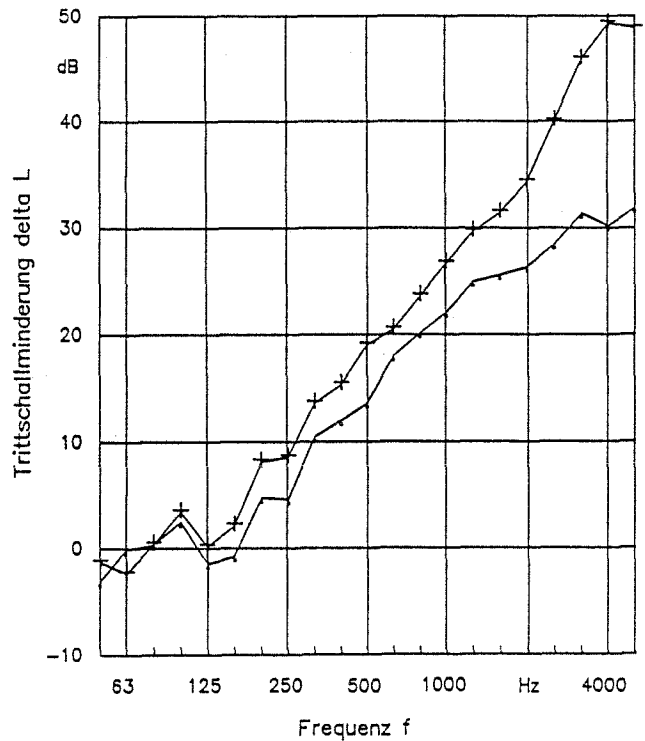


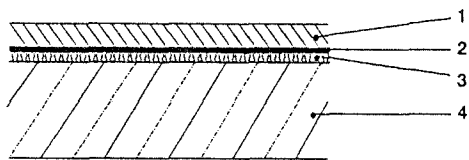
- 1: Zementestrich, $d = 79 \text{ mm}$; $m' = 166 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 71 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
50	20	●—●
86 *)	22	+—+

Anlage 20 Zeitabhängige Trittschallminderung im Büroraum mit $S = 17 \text{ m}^2$ Prüffläche. *) Estrich + Linoleum

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



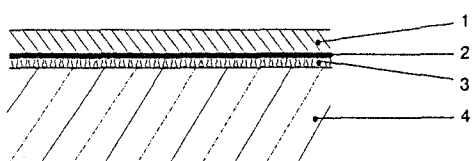
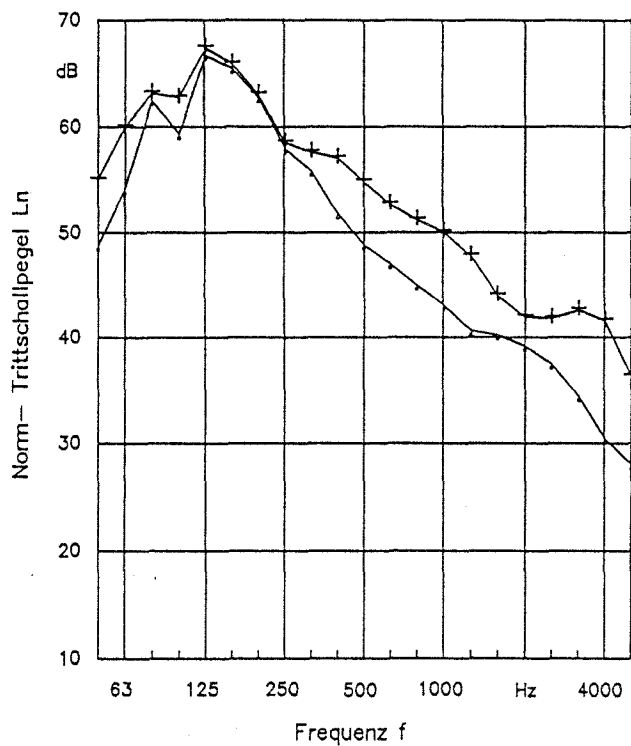


- 1: Zementestrich, $d = 40 \text{ mm}$; $m'' = 84 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 44 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
0	55	8	●—●
50	57	6	+—+

Anlage 21. Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

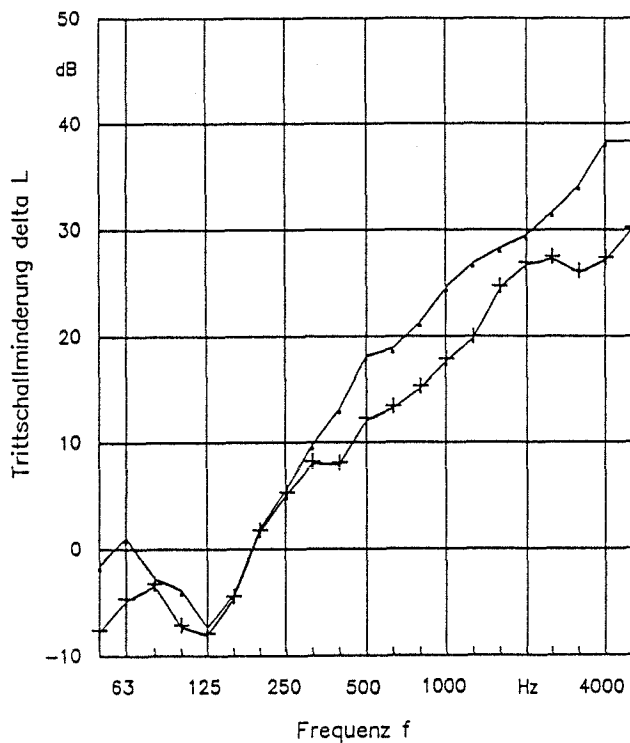


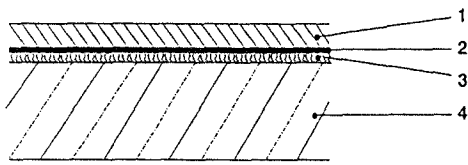
- 1: Zementestrich, $d = 40 \text{ mm}$; $m'' = 84 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 44 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
0	16	●—●
50	15	+—+

Anlage 22. Zeitabhängige Trittschallminderung im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



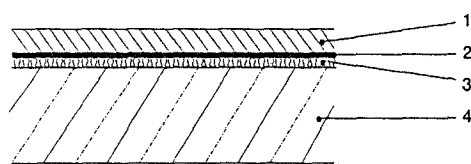
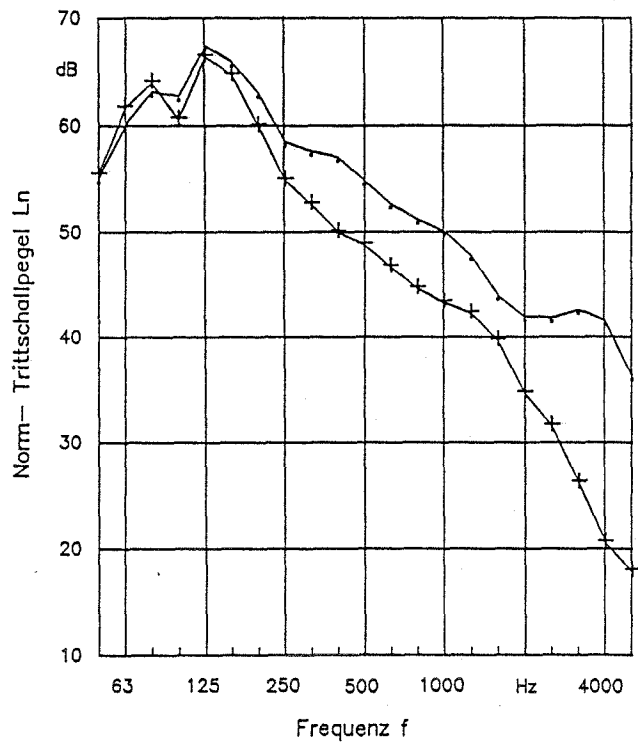


- 1: Zementestrich, $d = 40 \text{ mm}$; $m'' = 84 \text{ kg/m}^2$
 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 44 \text{ MN/m}^3$
 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
50	57	6	●—●
86 *)	53	10	+—+

Anlage 23 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche. *) Estrich + Linoleum

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

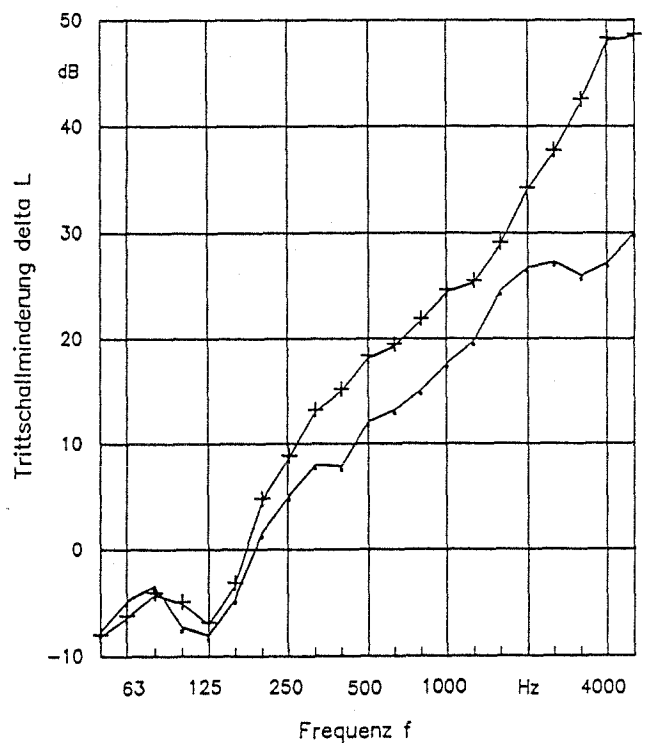


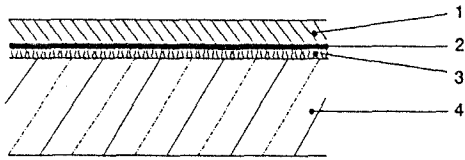
- 1: Zementestrich, $d = 40 \text{ mm}$; $m'' = 84 \text{ kg/m}^2$
 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 44 \text{ MN/m}^3$
 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
50	15	●—●
86 *)	17	+—+

Anlage 24 Zeitabhängige Trittschallminderung im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche. *) Estrich + Linoleum

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



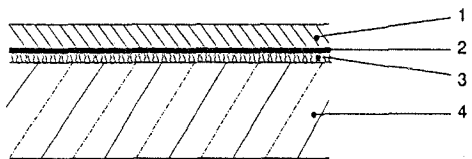
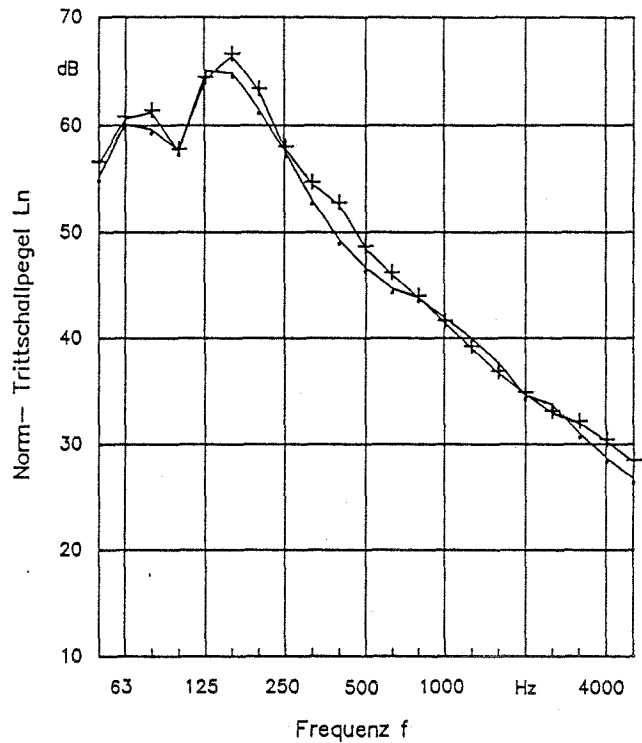


- 1: Zementestrich, $d = 79 \text{ mm}$; $m'' = 178 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 43 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
0	53	10	●—●
50	54	9	+—+

Anlage 25 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

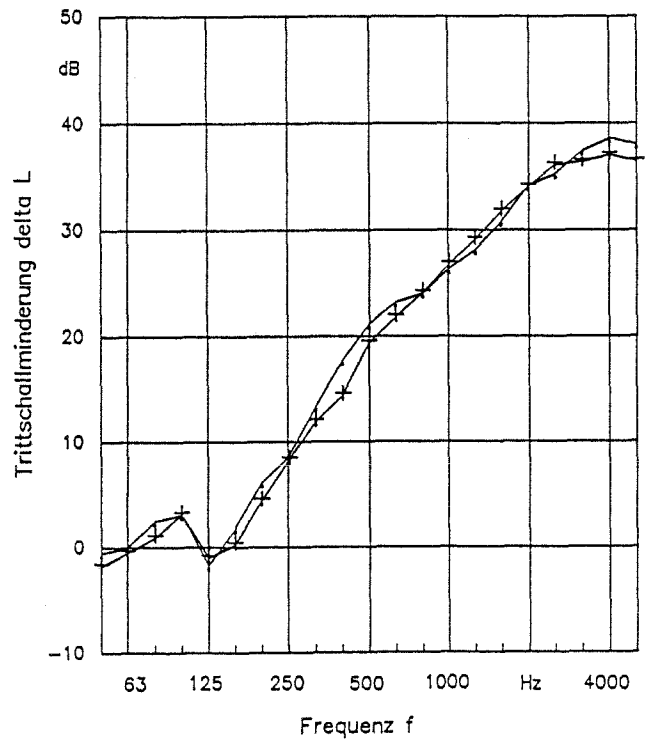


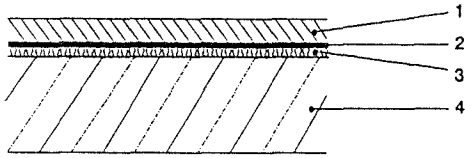
- 1: Zementestrich, $d = 79 \text{ mm}$; $m'' = 178 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 43 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
0	21	●—●
50	21	+—+

Anlage 26 Zeitabhängige Trittschallminderung im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



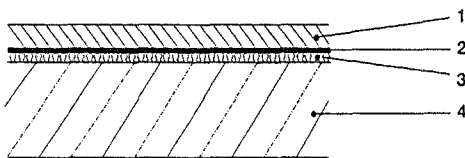
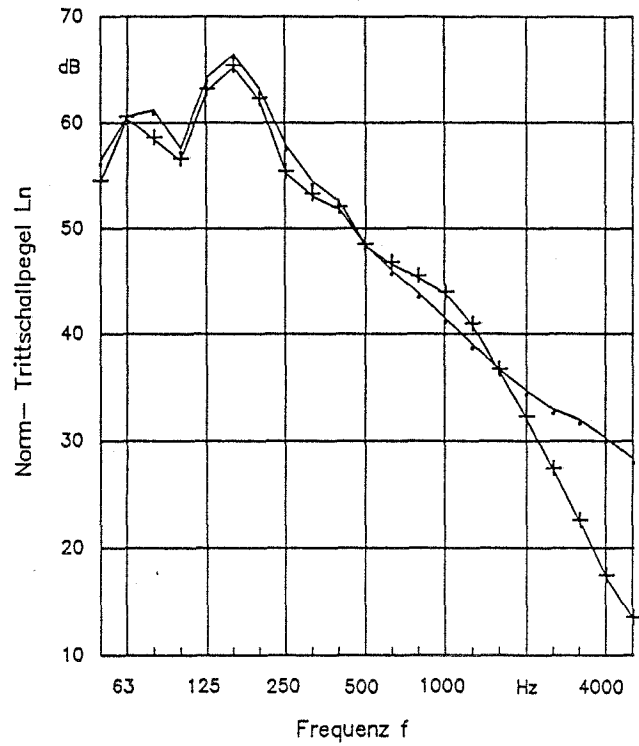


- 1: Zementestrich, $d = 79 \text{ mm}$; $m'' = 178 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 43 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
50	54	9	●—●
91 *)	53	10	+—+

Anlage 27 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche. *) Estrich + Linoleum

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

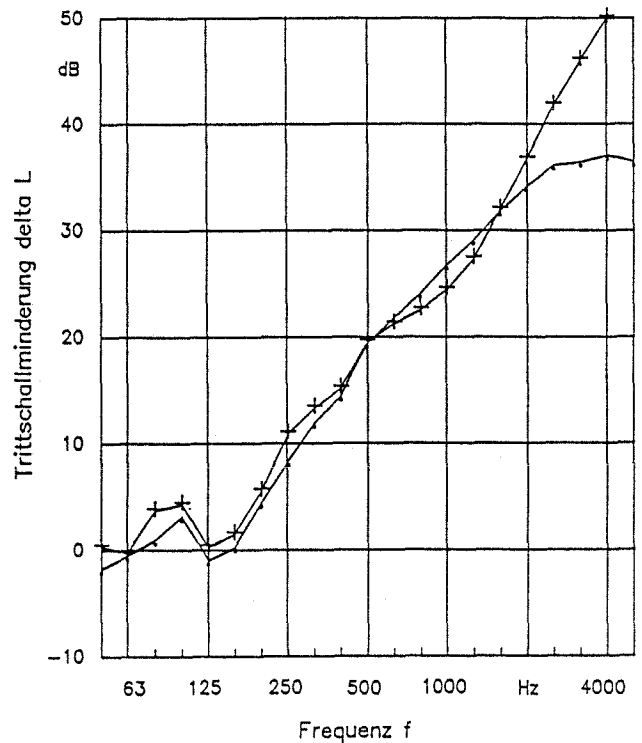


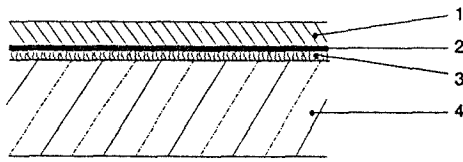
- 1: Zementestrich, $d = 79 \text{ mm}$; $m'' = 178 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6 \text{ mm}$; $s' = 43 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
50	21	●—●
91 *)	22	+—+

Anlage 28 Zeitabhängige Trittschallminderung im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche. *) Estrich + Linoleum

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



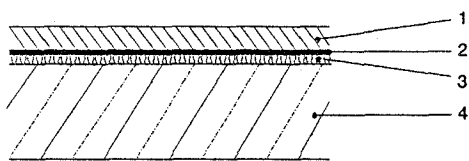
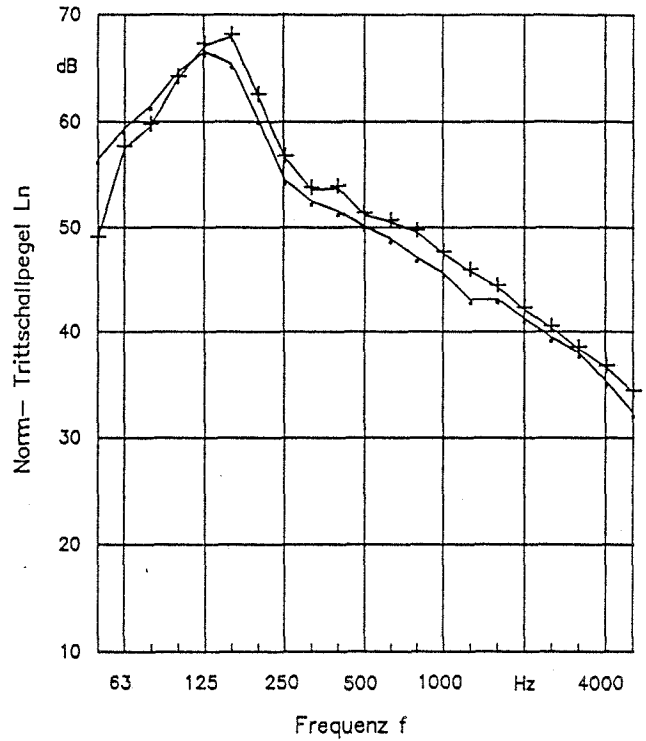


- 1: Zementestrich, $d = 47 \text{ mm}$; $m'' = 99 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5 \text{ mm}$; $s' = 48 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
0	55	8	●—●
50	56	7	+—+

Anlage 29 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

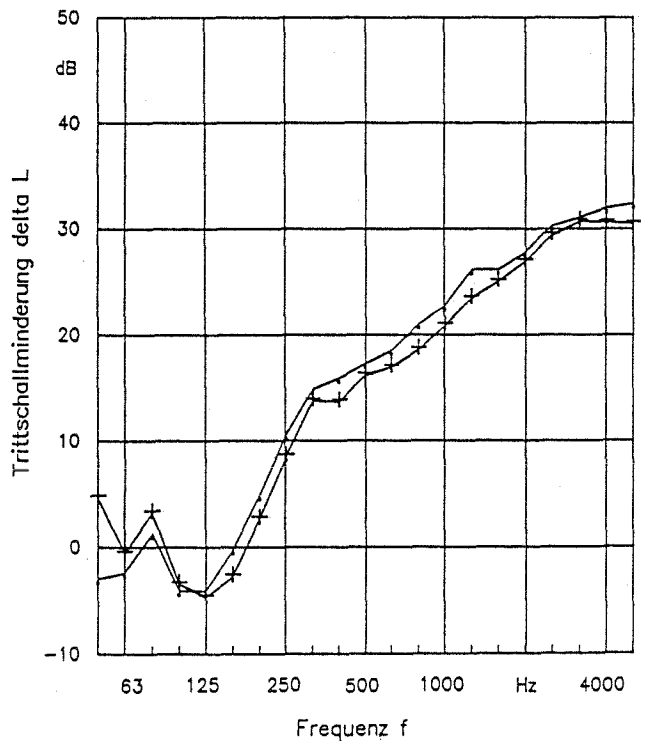


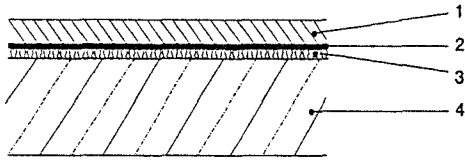
- 1: Zementestrich, $d = 47 \text{ mm}$; $m'' = 99 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5 \text{ mm}$; $s' = 48 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
0	19	●—●
50	18	+—+

Anlage 30 Zeitabhängige Trittschallminderung im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



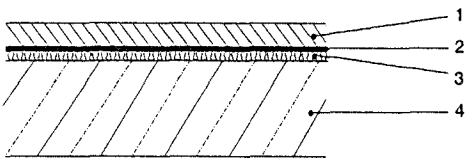
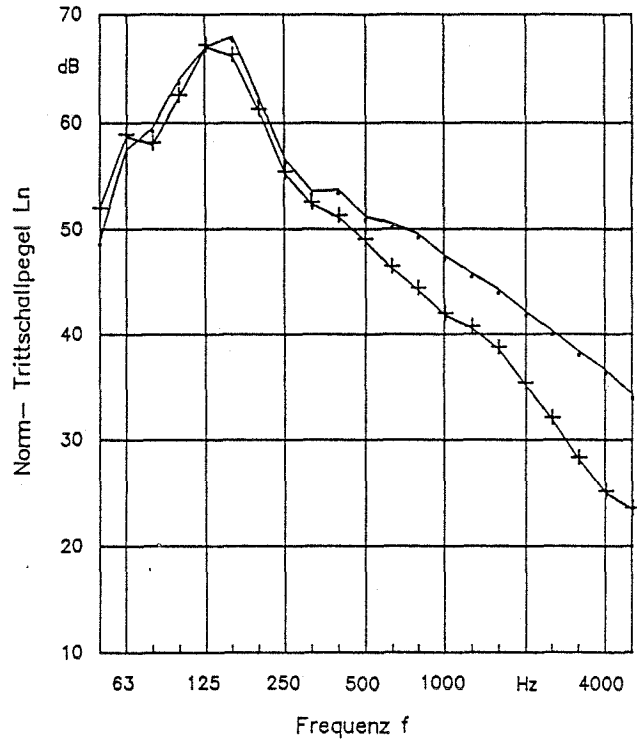


- 1: Zementestrich, $d = 47 \text{ mm}$; $m' = 99 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5 \text{ mm}$; $s' = 48 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	$L_{n,w}$ in dB	TSM in dB	Symbole
50	56	7	●—●
91 *)	55	8	+—+

Anlage 31 Zeitabhängiger Norm-Trittschallpegel im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche. *) Estrich + Linoleum

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.

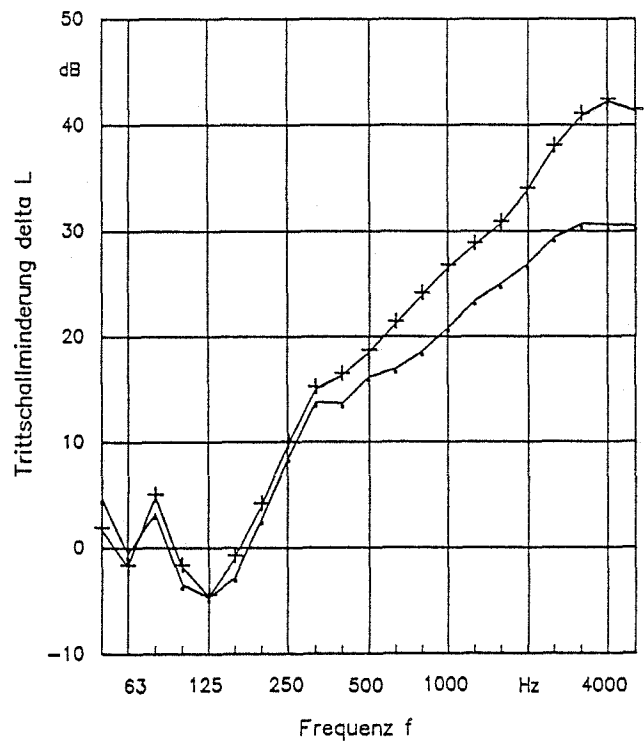


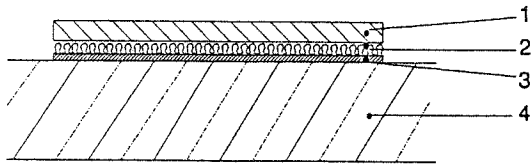
- 1: Zementestrich, $d = 47 \text{ mm}$; $m' = 99 \text{ kg/m}^2$
- 2: PE-Folie, $d = 0,1 \text{ mm}$
- 3: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5 \text{ mm}$; $s' = 48 \text{ MN/m}^3$
- 4: Rohdecke, $d = 200 \text{ mm}$

Tage	ΔL_w in dB	Symbole
50	18	●—●
91 *)	19	+—+

Anlage 32 Zeitabhängige Trittschallminderung im Büroraum mit $S = 25 \text{ m}^2$ Prüffläche. *) Estrich + Linoleum

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrich.



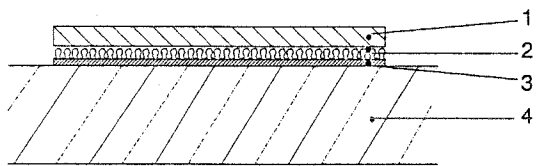
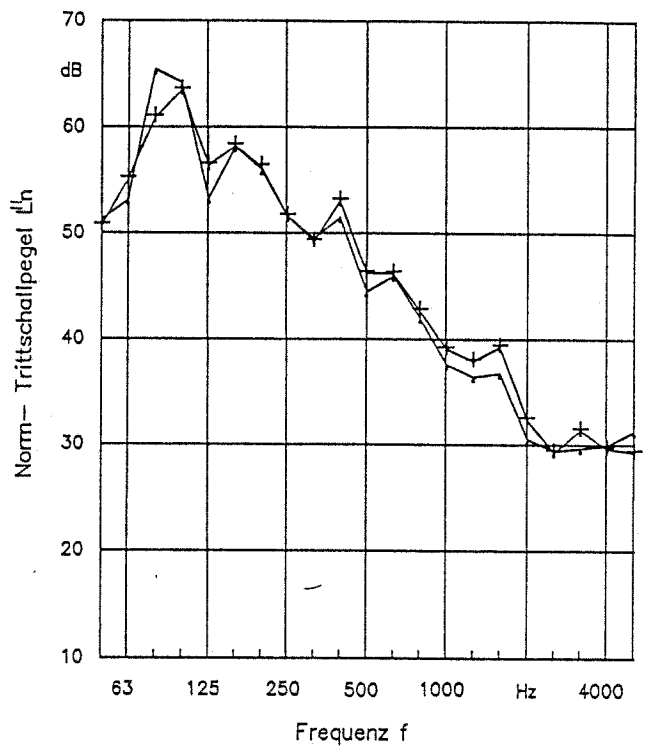


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polystyrol-Hartschaum, $d_s = 18\text{ mm}$; $s' = 20\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L''_{n,w}$ in dB	TSM'' in dB	Symbole
0	49	14	●—●
66	50	13	+—+

Anlage 33 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

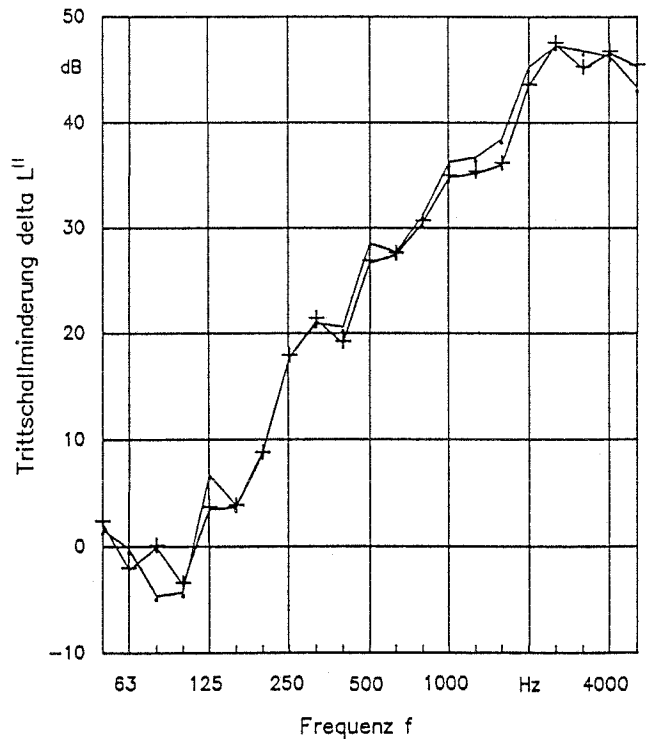


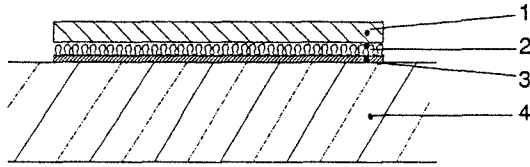
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polystyrol-Hartschaum, $d_s = 18\text{ mm}$; $s' = 20\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$\Delta L''_w$ in dB	Symbole
0	24	●—●
66	23	+—+

Anlage 34 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



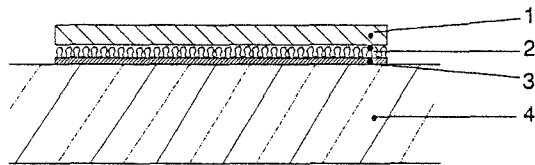
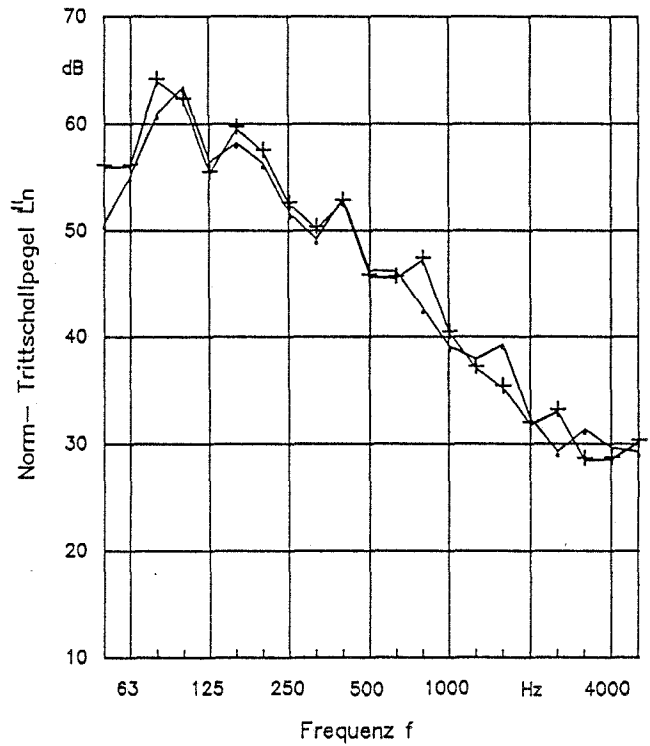


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{ mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18\text{ mm}$; $s' = 20\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L^*_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
66	50	13	●—●
163	50	13	+—+

Anlage 35 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

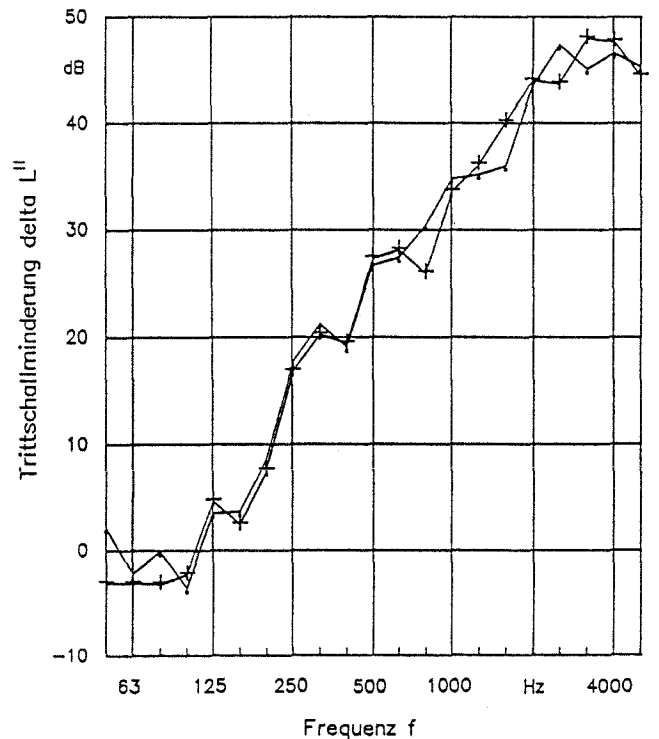


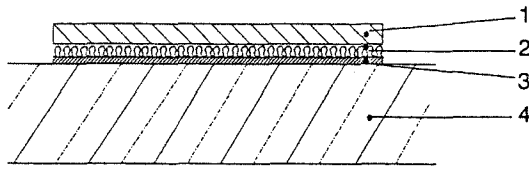
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{ mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18\text{ mm}$; $s' = 20\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	ΔL^*_{w} in dB	Symbole
66	23	●—●
163	23	+—+

Anlage 36 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



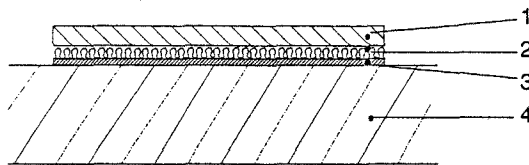
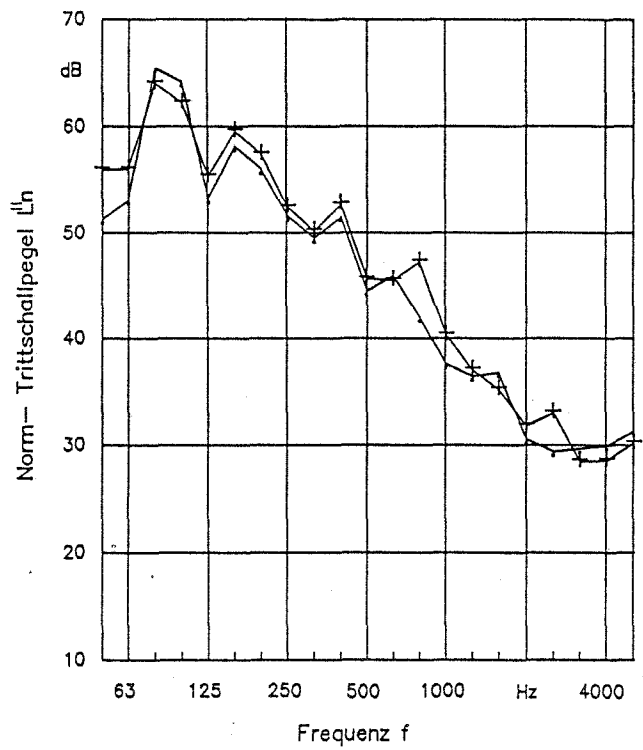


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18\text{ mm}$; $s' = 20\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L''_{n,w}$ in dB	TSM'' in dB	Symbole
0	49	14	●—●
163	50	13	+—+

Anlage 37 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

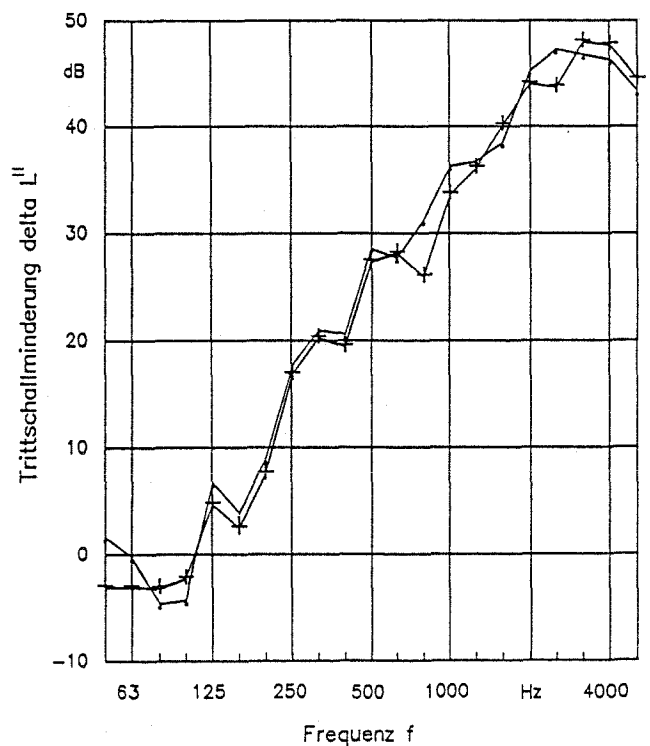


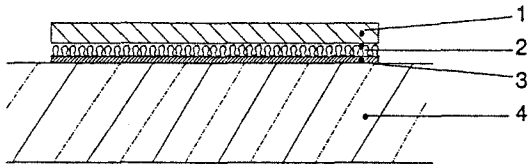
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polystyrol-Hartschaum, $d_L = 18\text{ mm}$; $s' = 20\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$\Delta L''_w$ in dB	Symbole
0	24	●—●
163	23	+—+

Anlage 38 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



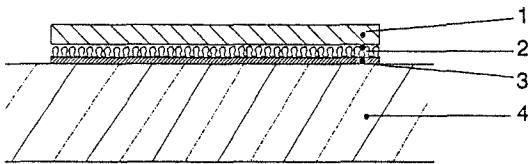
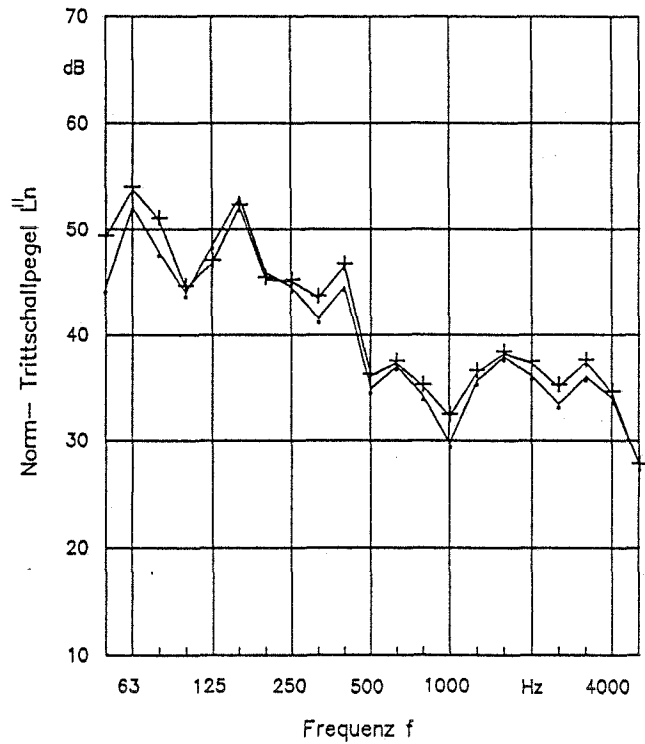


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{ mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Mineralfaser, $d_L = 13\text{ mm}$; $s_L'' = 4\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L''_{n,w}$ in dB	TSM'' in dB	Symbole
0	44	19	●—●
66	45	18	+—+

Anlage 39 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

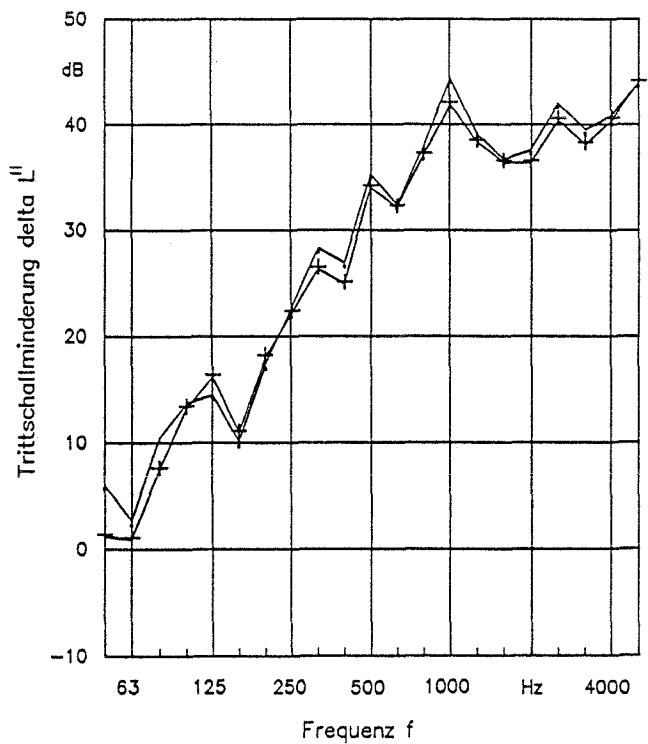


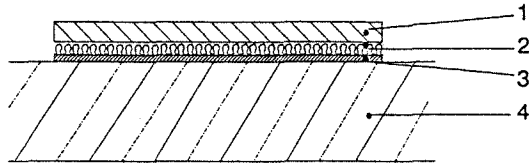
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{ mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Mineralfaser, $d_L = 13\text{ mm}$; $s_L'' = 4\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$\Delta L''_w$ in dB	Symbole
0	32	●—●
66	32	+—+

Anlage 40 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



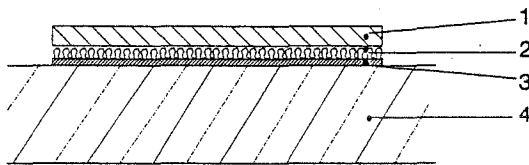
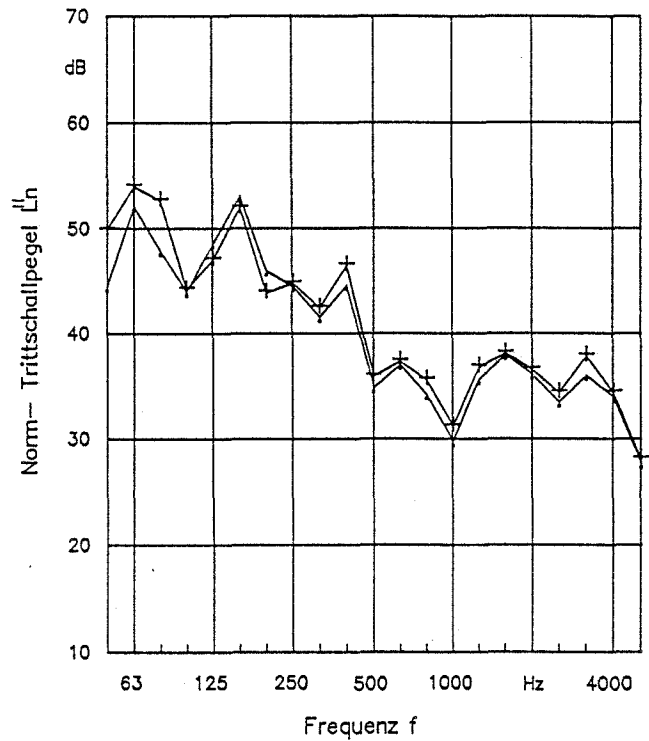


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Mineralfaser, $d_t = 13\text{ mm}$; $s_t' = 4\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L^*_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	44	19	●—●
169	45	18	+—+

Anlage 41 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

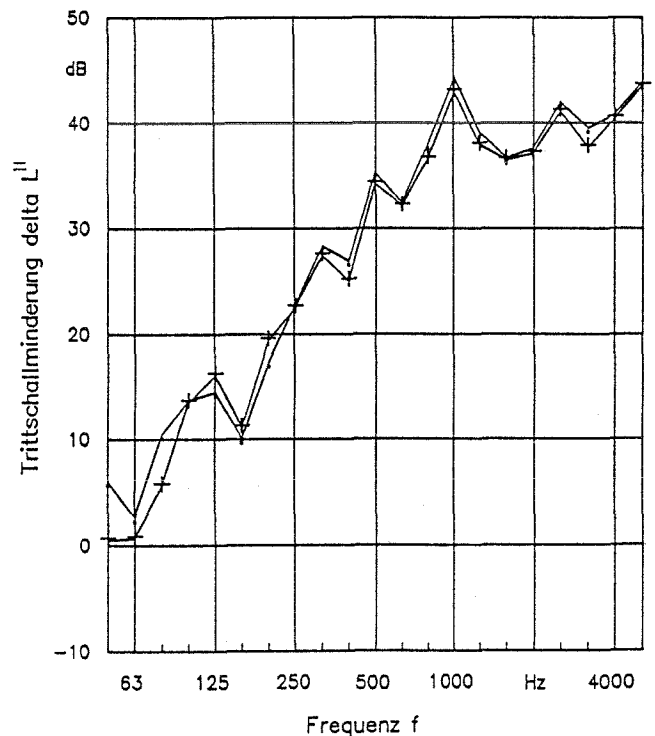


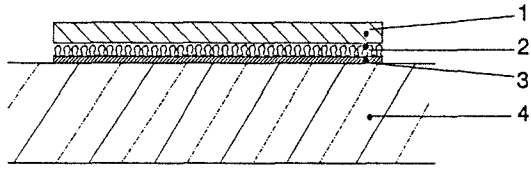
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Mineralfaser, $d_t = 13\text{ mm}$; $s_t' = 4\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	ΔL^*_{w} in dB	Symbole
0	32	●—●
169	32	+—+

Anlage 42 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



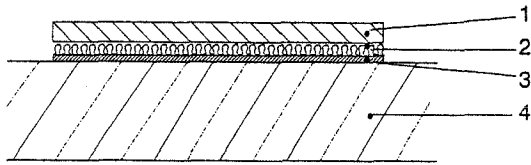
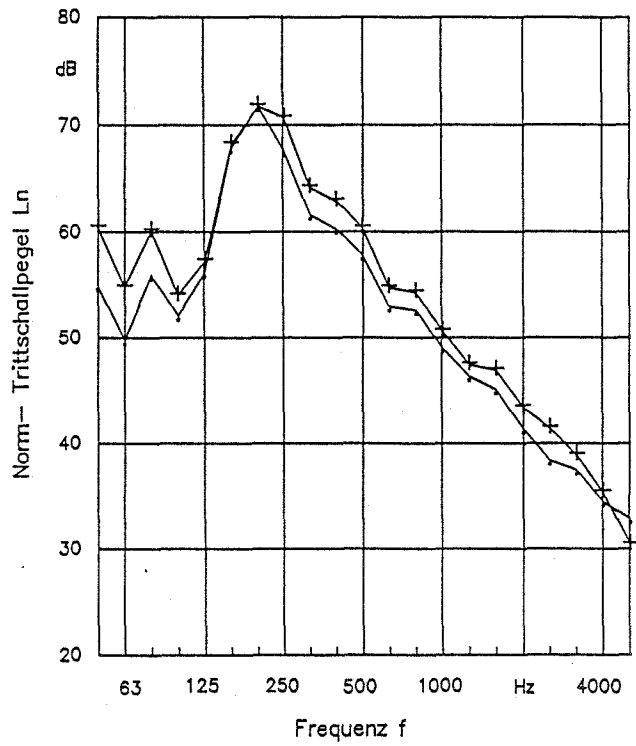


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 71\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L''_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	58	5	●—●
70	60	3	+—+

Anlage 43 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

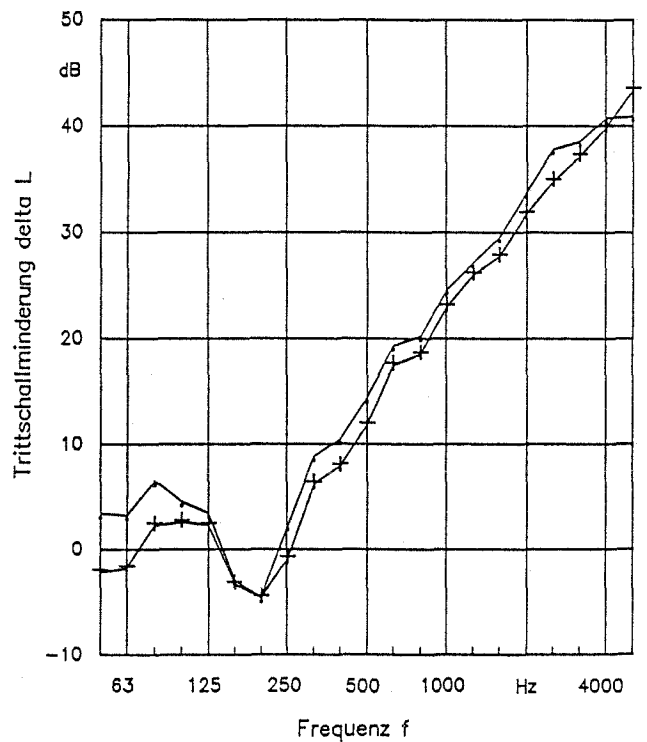


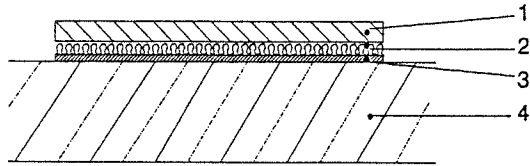
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 71\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$\Delta L''_w$ in dB	Symbole
0	18	●—●
70	17	+—+

Anlage 44 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



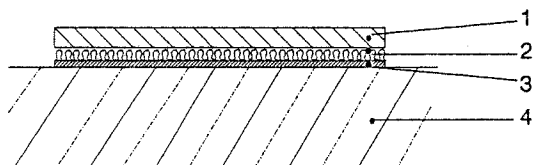
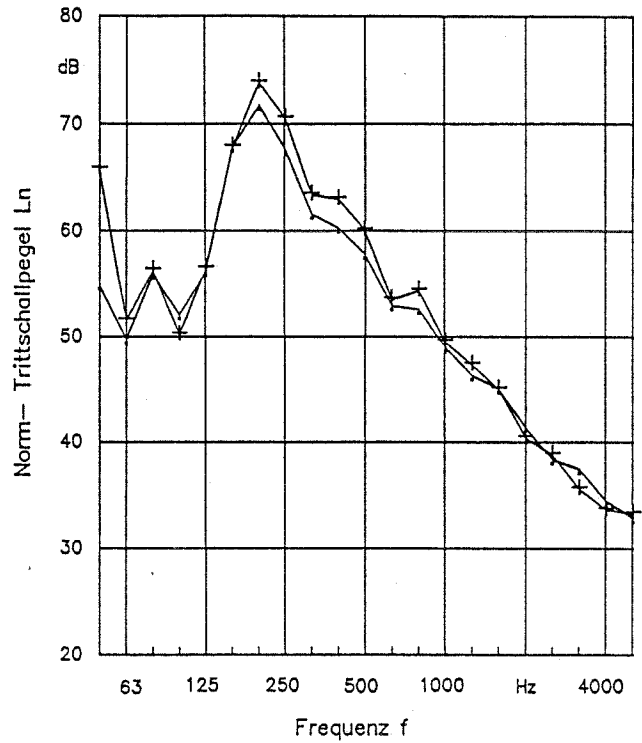


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 71\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L^*_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	58	5	●—●
167	60	3	+—+

Anlage 45 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

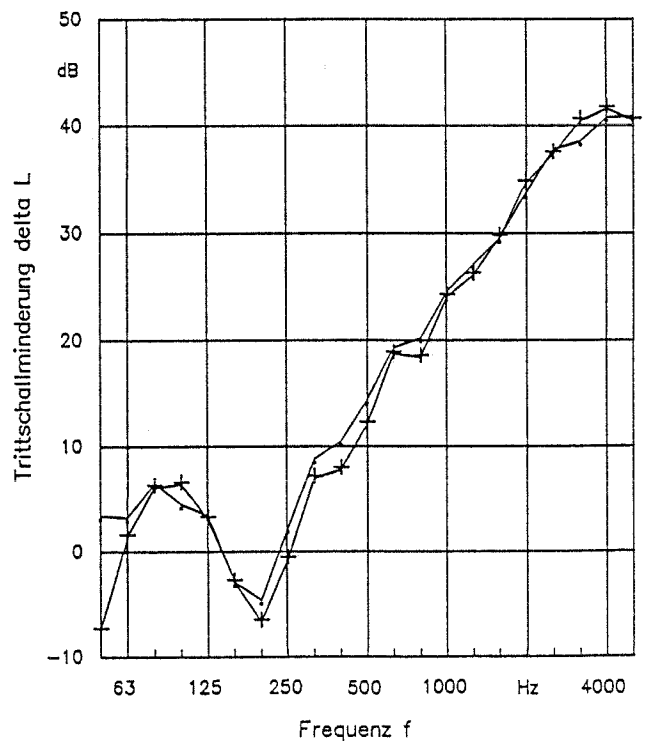


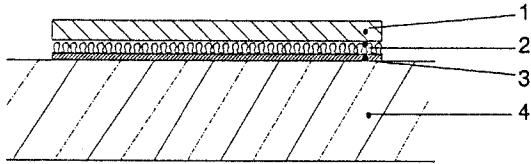
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 71\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	ΔL^*_{w} in dB	Symbole
0	18	●—●
167	17	+—+

Anlage 46 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



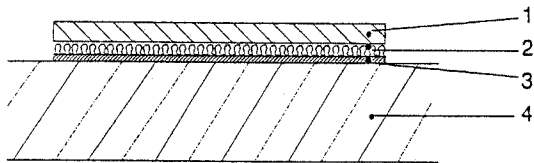
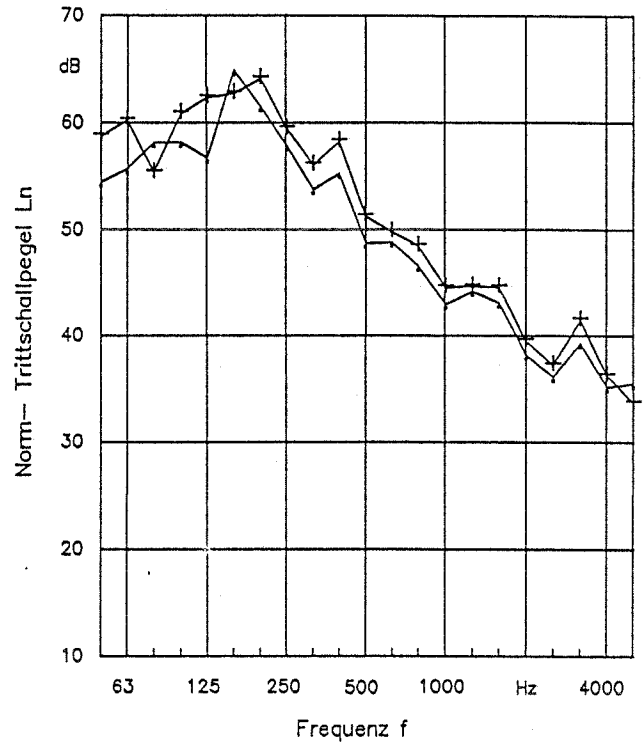


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 44\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L'_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	53	10	●—●
70	55	8	+—+

Anlage 47 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

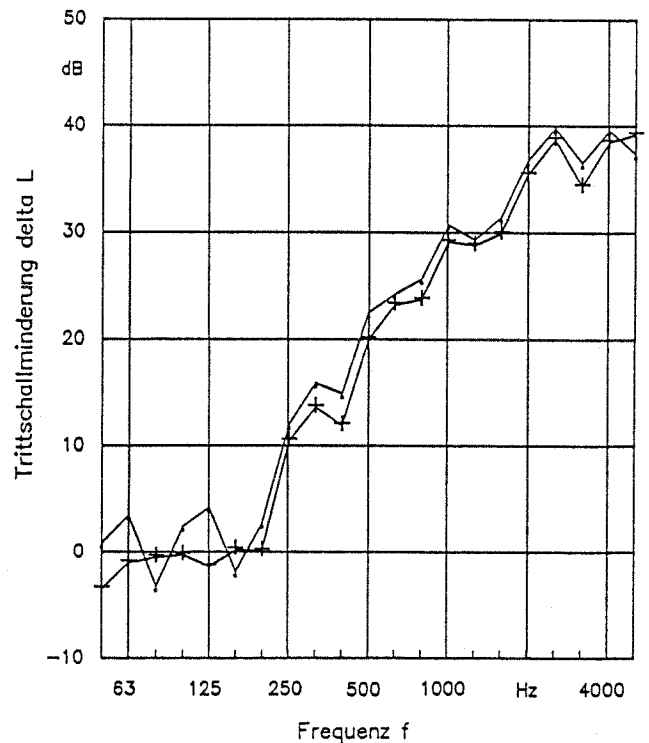


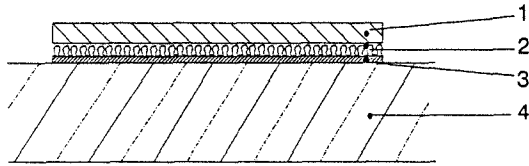
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 44\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$\Delta L'_{w}$ in dB	Symbole
0	22	●—●
70	19	+—+

Anlage 48 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



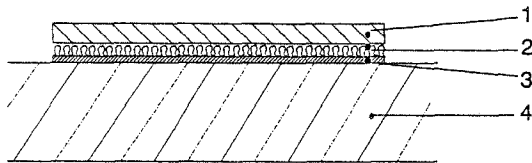
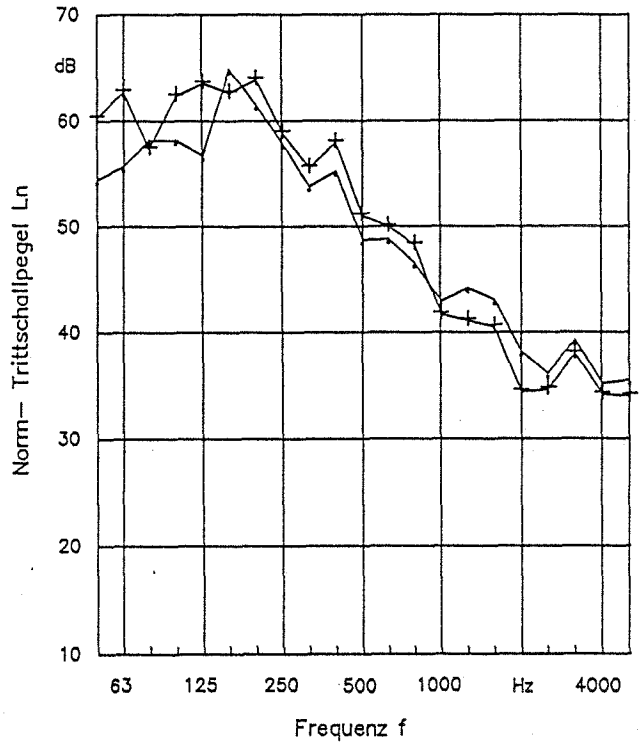


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 44\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L^*_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	53	10	●—●
167	55	8	+—+

Anlage 49 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

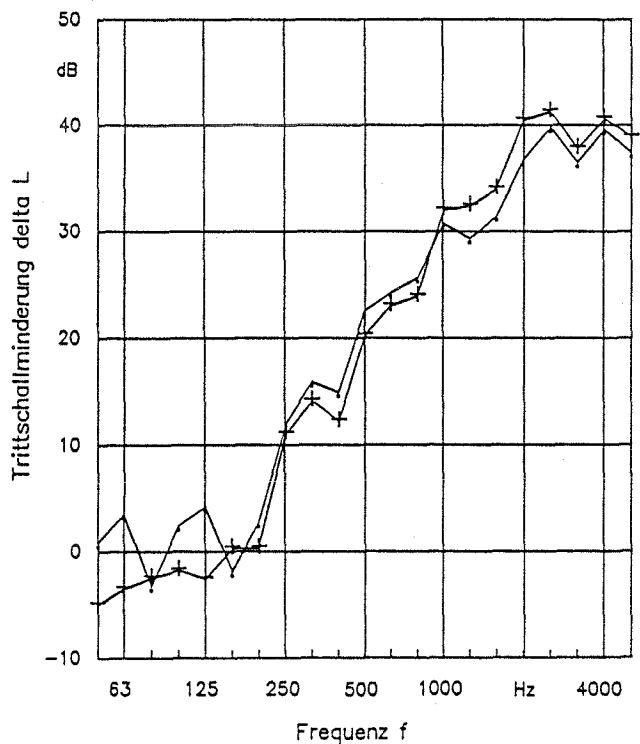


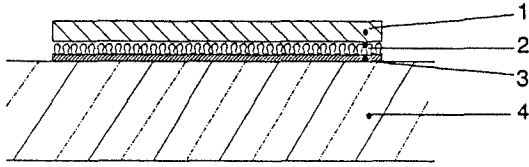
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 44\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	ΔL^*_{w} in dB	Symbole
0	22	●—●
167	19	+—+

Anlage 50 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



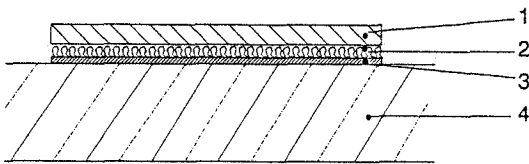
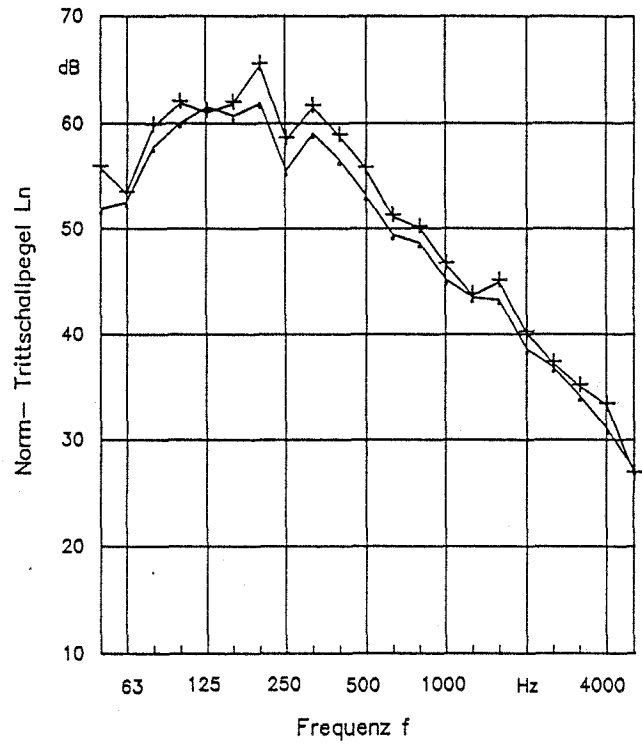


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{ mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 43\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L^*_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	53	10	●—●
70	55	8	+—+

Anlage 51 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

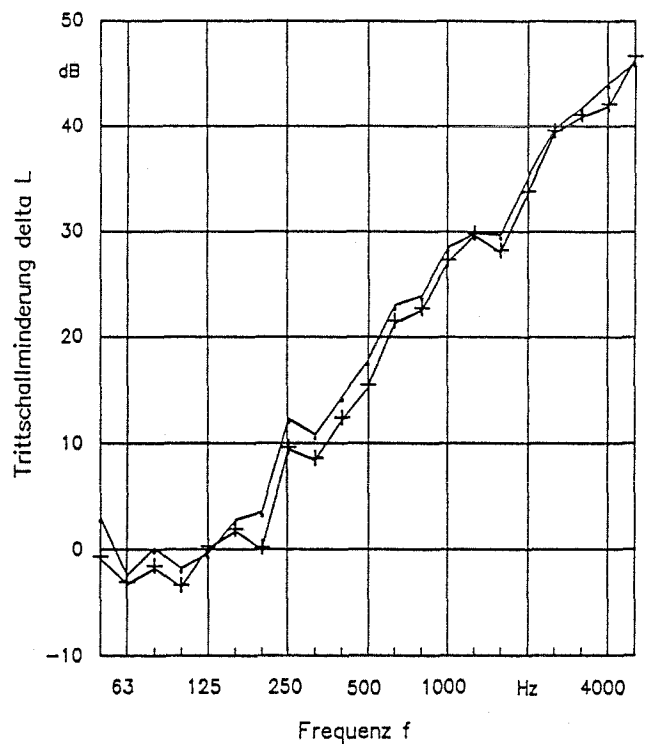


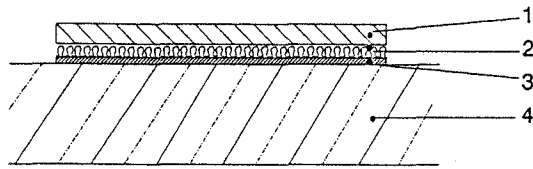
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{ mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 43\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	ΔL^*_{w} in dB	Symbole
0	21	●—●
70	19	+—+

Anlage 52 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



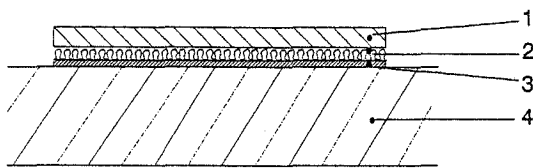
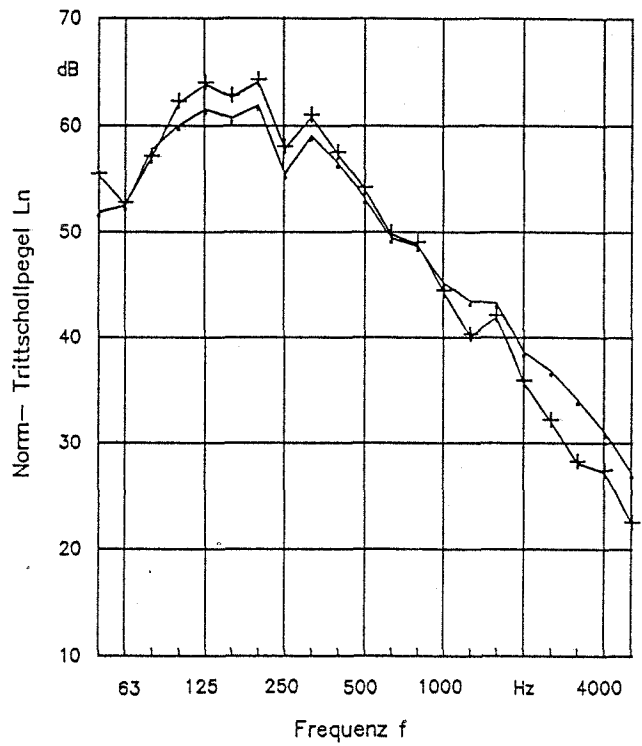


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 43\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L^*_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	53	10	●—●
167	55	8	+—+

Anlage 53 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

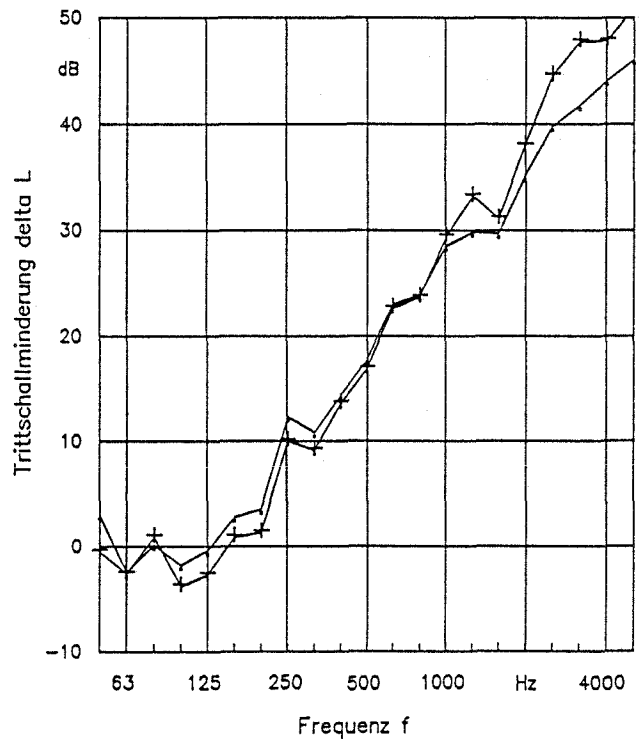


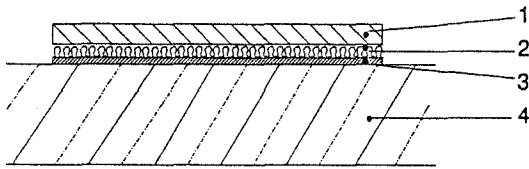
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 43\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	ΔL^*_{w} in dB	Symbole
0	21	●—●
167	19	+—+

Anlage 54 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



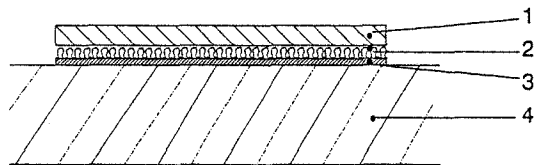
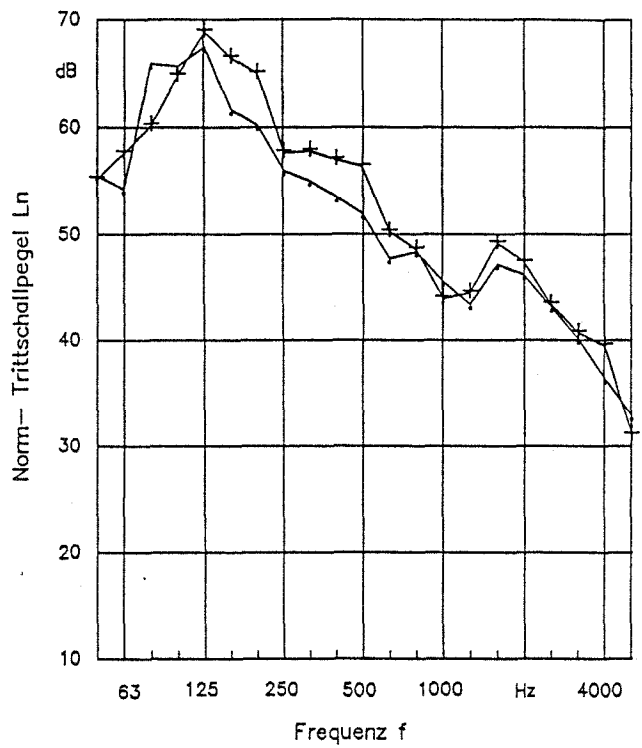


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5\text{ mm}$; $s' = 48\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L'_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	56	7	●—●
70	58	5	+—+

Anlage 55 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

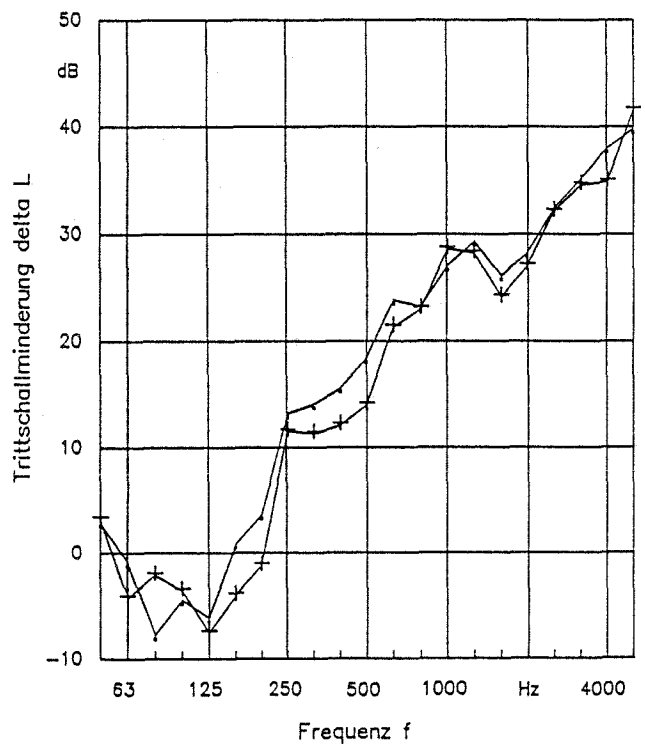


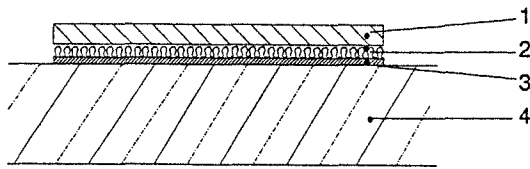
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5\text{ mm}$; $s' = 48\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$\Delta L'_{w}$ in dB	Symbole
0	18	●—●
70	16	+—+

Anlage 56 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



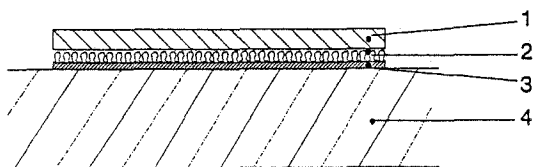
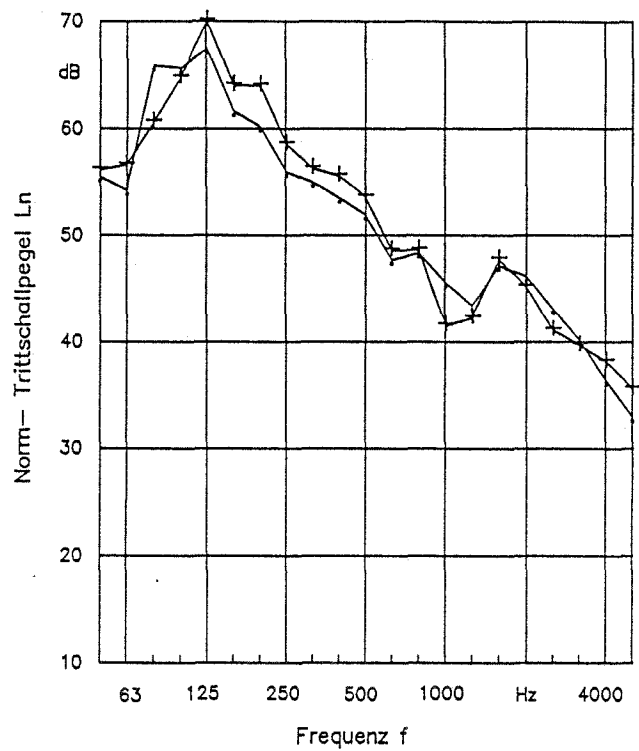


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5\text{ mm}$; $s' = 48\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$L''_{n,w}$ in dB	TSM'' in dB	Symbole
0	56	7	●—●
167	57	6	+—+

Anlage 57 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte

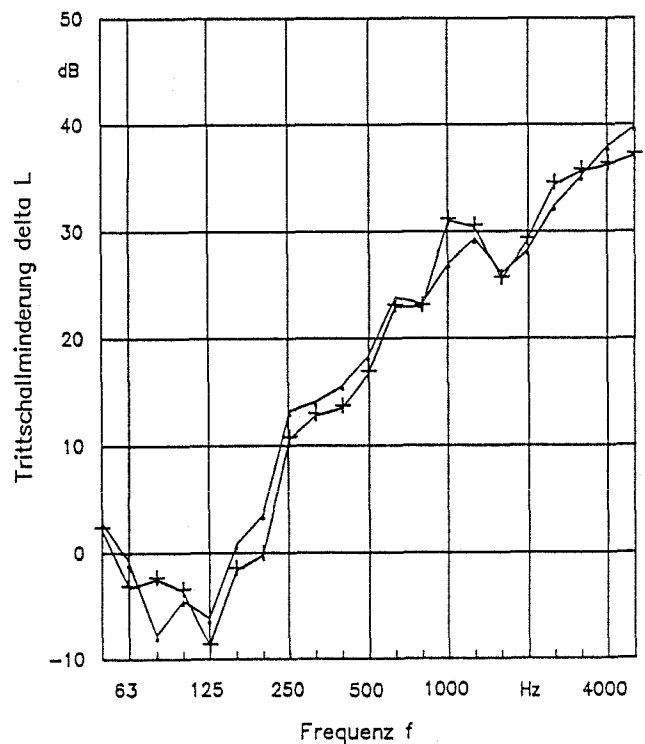


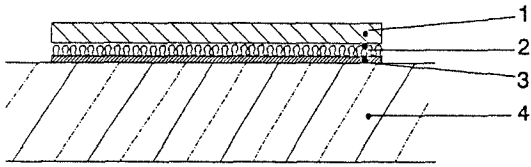
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5\text{ mm}$; $s' = 48\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Tage	$\Delta L''_w$ in dB	Symbole
0	18	●—●
167	16	+—+

Anlage 58 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Statische Belastung des Dämmstoffes durch Estrichplatte



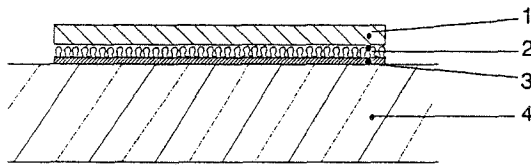
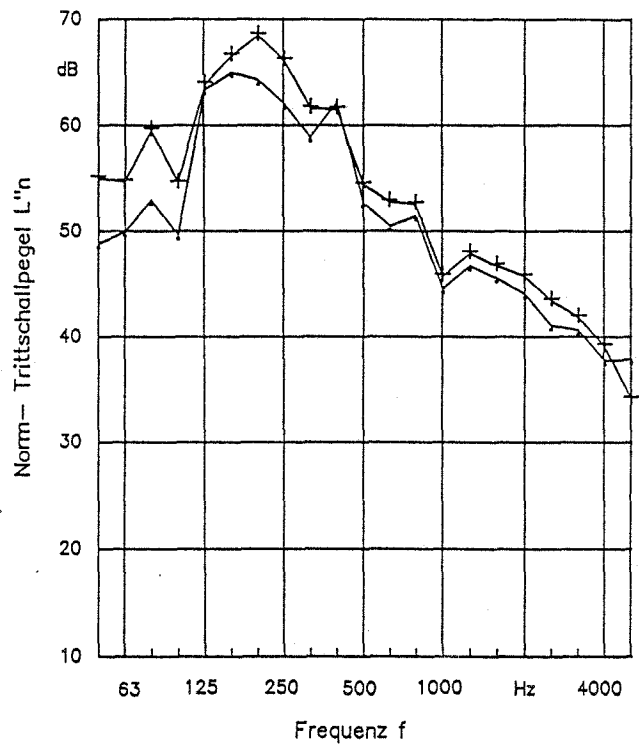


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 71\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$L''_{n,w}$ in dB	TSM'' in dB	Symbole
0	56	7	●—●
87	58	5	+—+

Anlage 59 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.

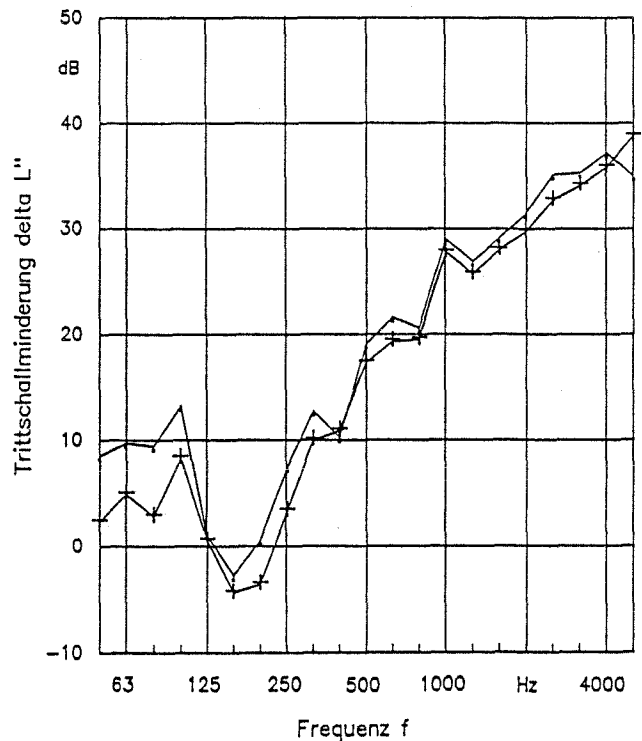


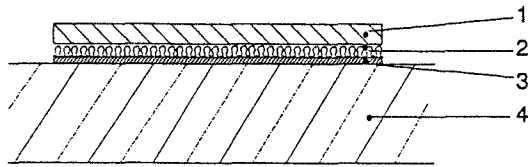
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 71\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$\Delta L''_w$ in dB	Symbole
0	20	●—●
87	18	+—+

Anlage 60 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.



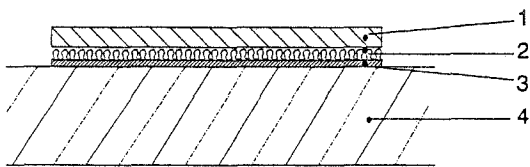
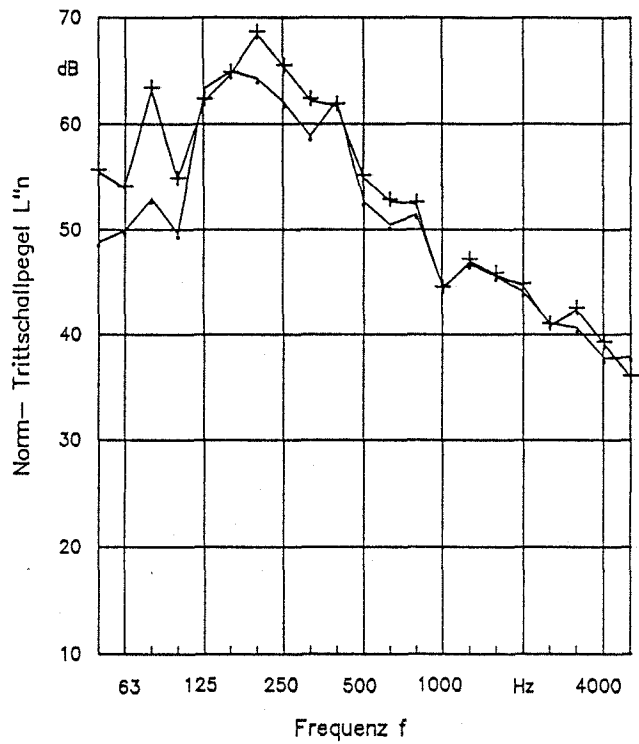


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{ mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 71\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$L^*_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	56	7	●—●
147	58	5	+—+

Anlage 61 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.

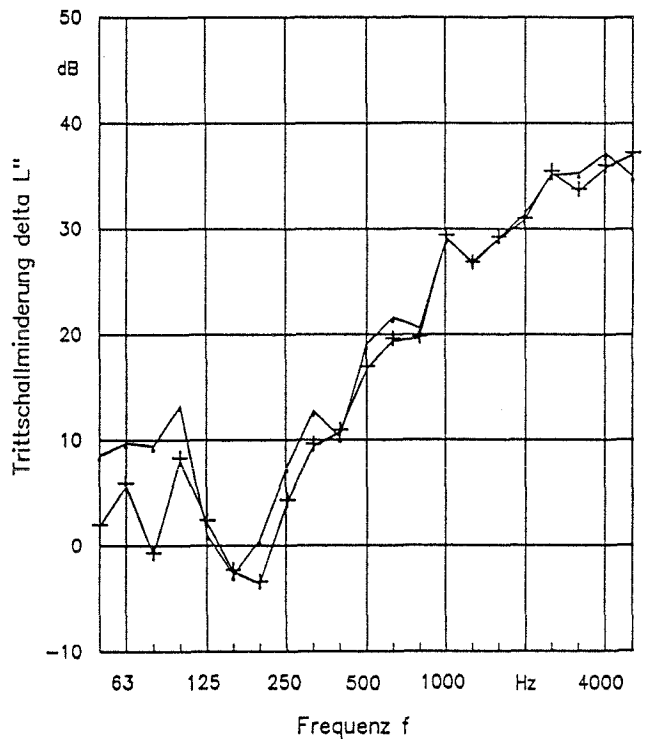


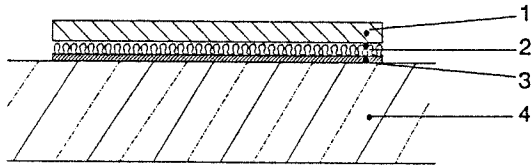
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{ mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn A, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 71\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	ΔL^*_{w} in dB	Symbole
0	20	●—●
147	19	+—+

Anlage 62 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.



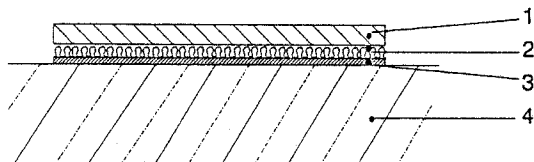
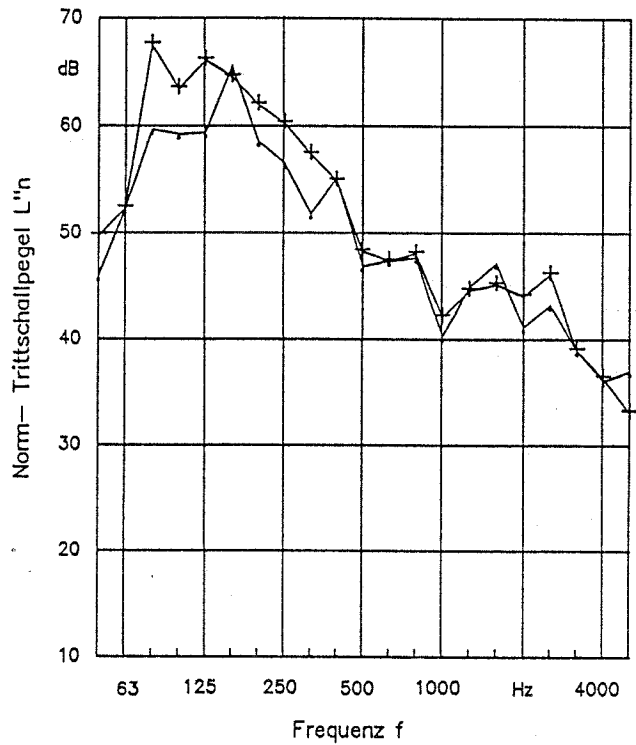


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 44\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$L''_{n,w}$ in dB	TSM'' in dB	Symbole
0	54	9	●—●
87	57	6	+—+

Anlage 63 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.

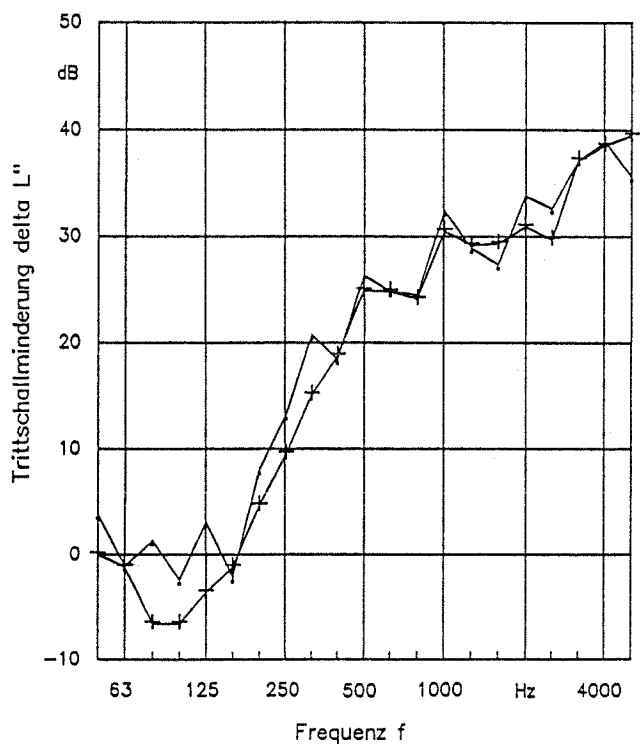


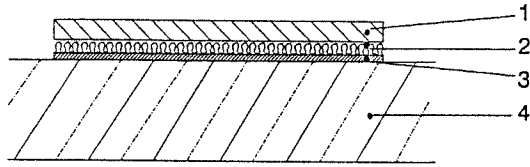
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 44\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$\Delta L''_w$ in dB	Symbole
0	21	●—●
87	18	+—+

Anlage 64 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.



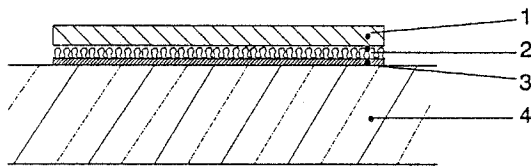
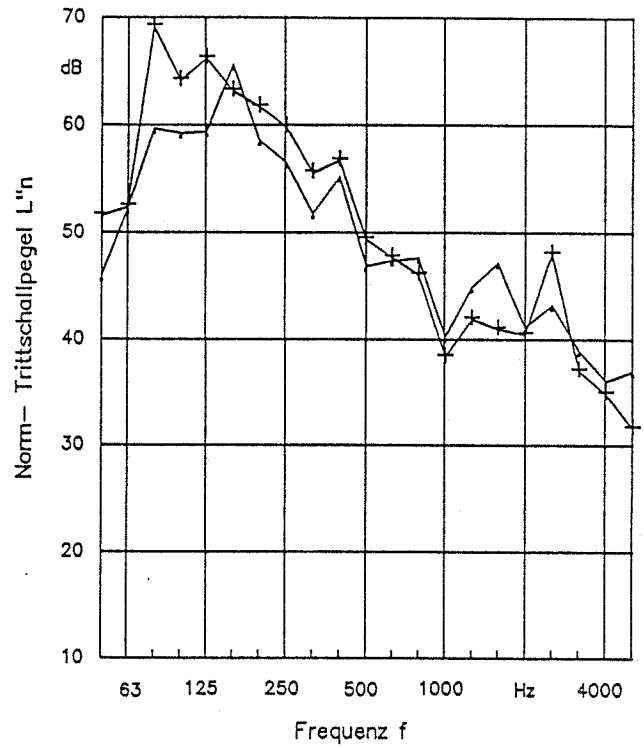


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 44\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$L''_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	54	9	●—●
147	57	6	+—+

Anlage 65 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.

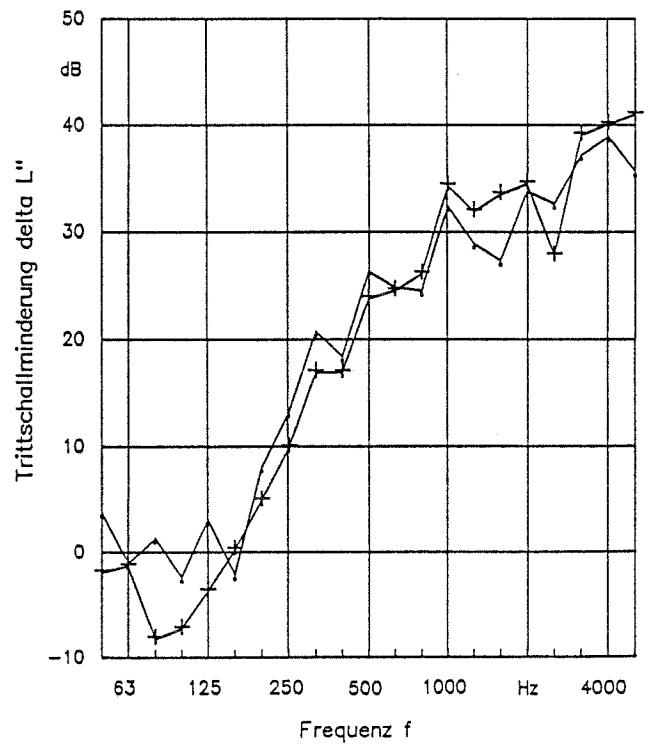


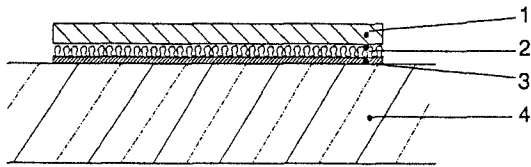
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn B, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 44\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$\Delta L''_w$ in dB	Symbole
0	21	●—●
147	18	+—+

Anlage 66 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.



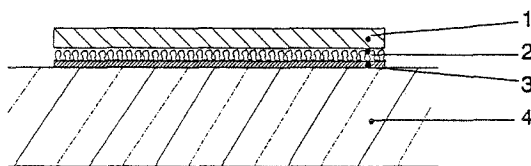
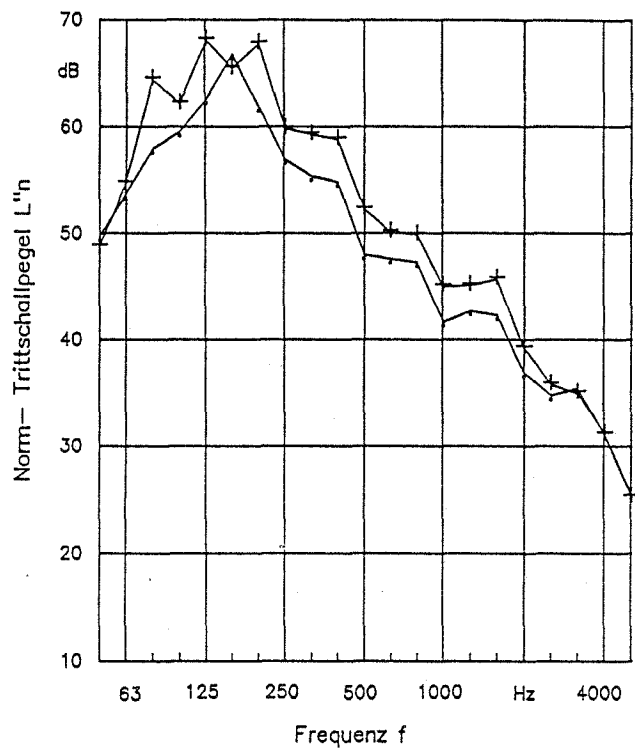


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 43\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$L^*_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	54	9	●—●
87	57	6	+—+

Anlage 67 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.

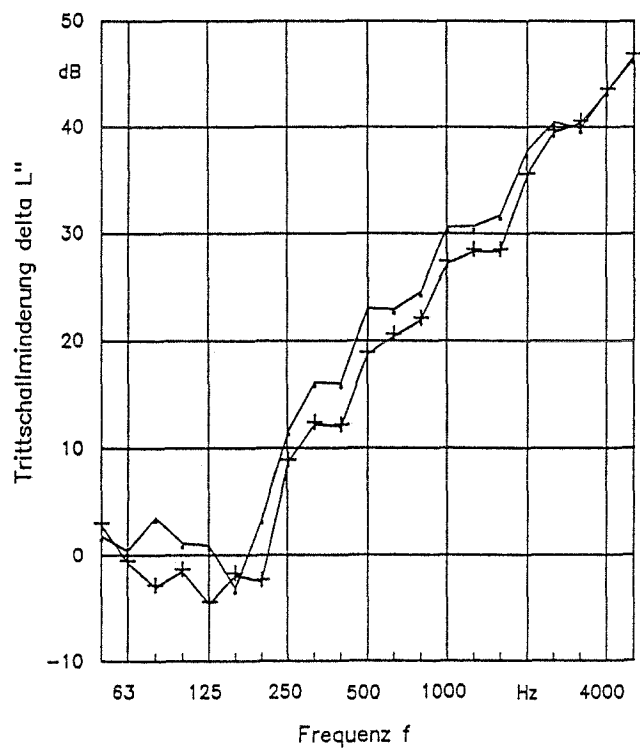


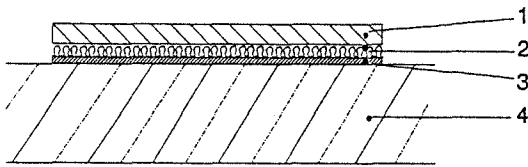
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 43\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	ΔL^*_{w} in dB	Symbole
0	20	●—●
87	17	+—+

Anlage 68 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.



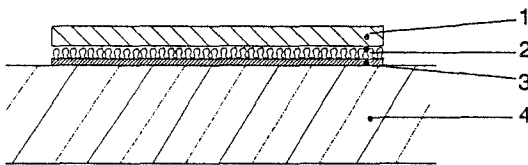
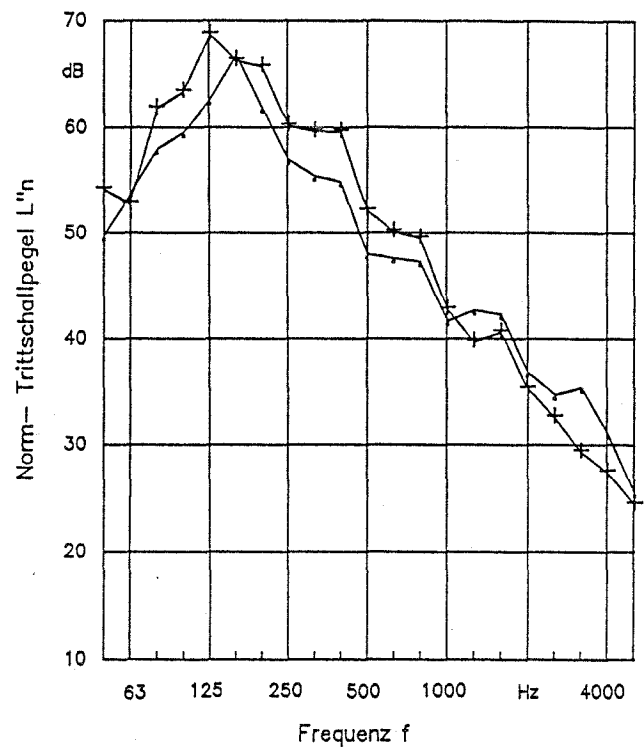


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 43\text{ MN/m}^2$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$L''_{n,w}$ in dB	TSM'' in dB	Symbole
0	54	9	●—●
147	57	6	+—+

Anlage 69 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.

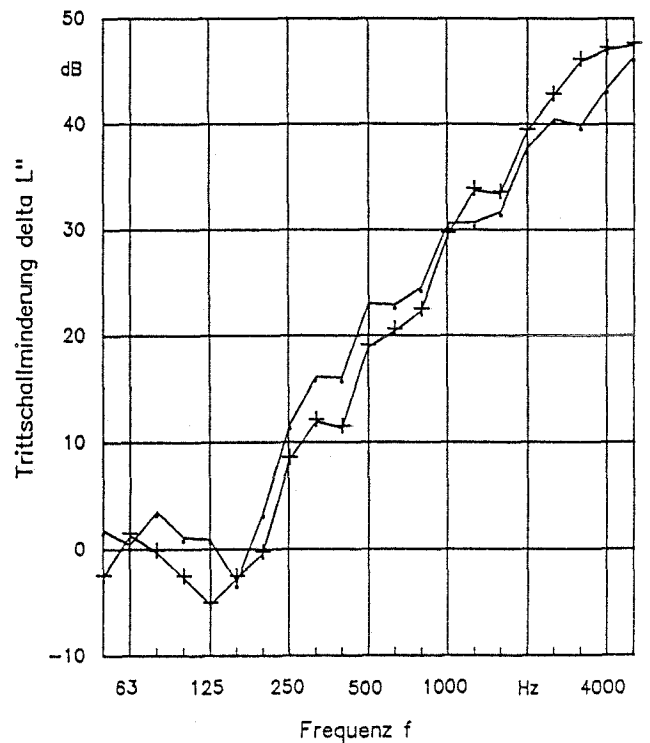


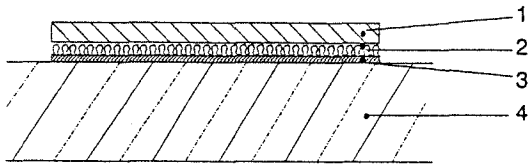
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn C, $d = 6\text{ mm}$; $s' = 43\text{ MN/m}^2$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$\Delta L''_w$ in dB	Symbole
0	20	●—●
147	17	+—+

Anlage 70 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.



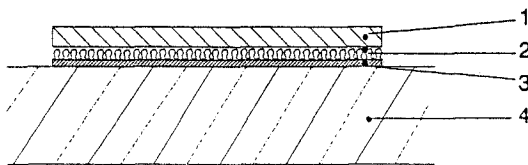
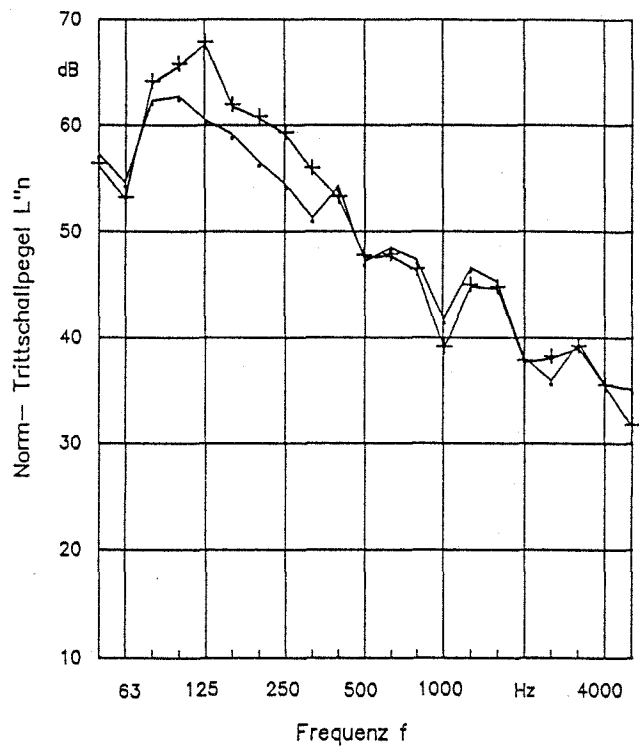


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5\text{ mm}$; $s' = 48\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$L''_{n,w}$ in dB	TSM'' in dB	Symbole
0	53	10	●—●
87	55	8	+—+

Anlage 71 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.

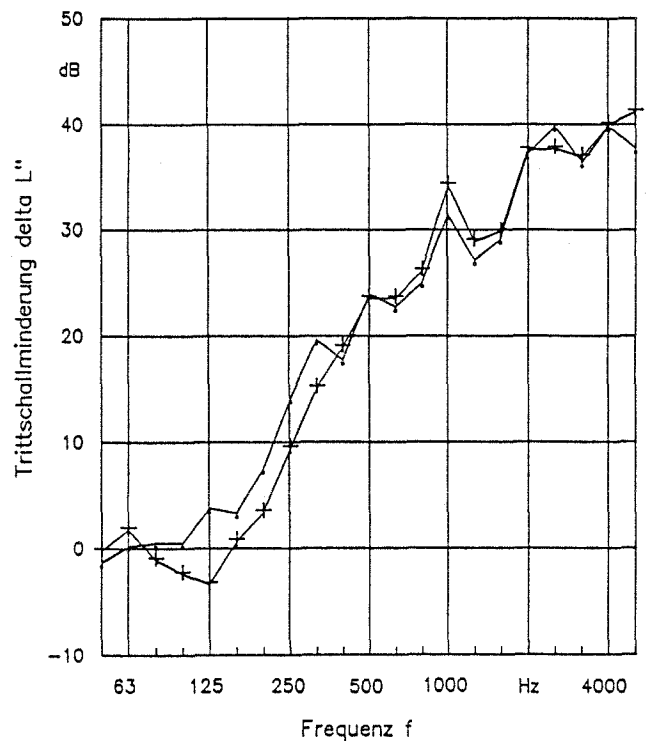


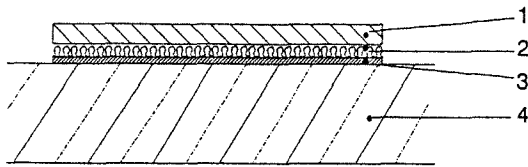
- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m'' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5\text{ mm}$; $s' = 48\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$\Delta L''_w$ in dB	Symbole
0	22	●—●
87	19	+—+

Anlage 72 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.



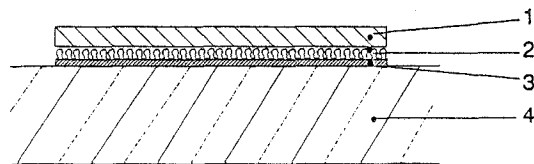
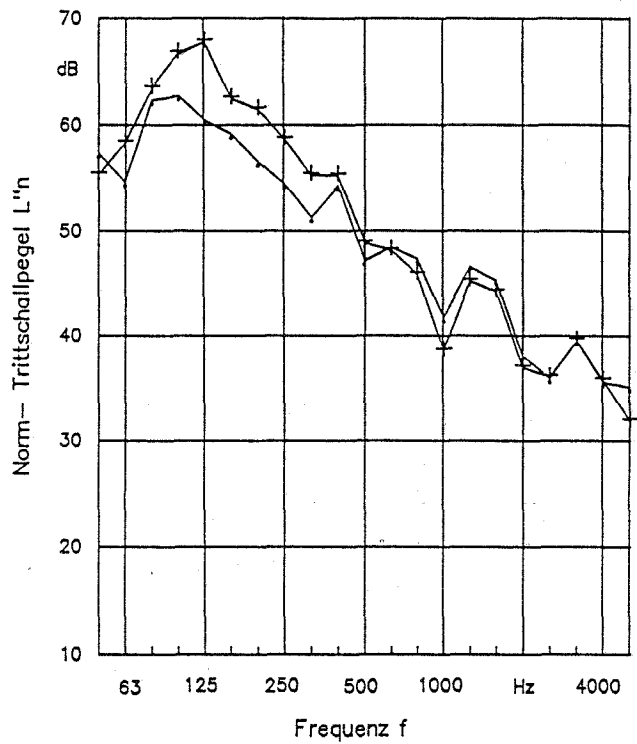


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5\text{ mm}$; $s' = 48\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$L'_{n,w}$ in dB	TSM* in dB	Symbole
0	53	10	●—●
147	56	7	+—+

Anlage 73 Zeitabhängiger "Norm-Trittschallpegel" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.

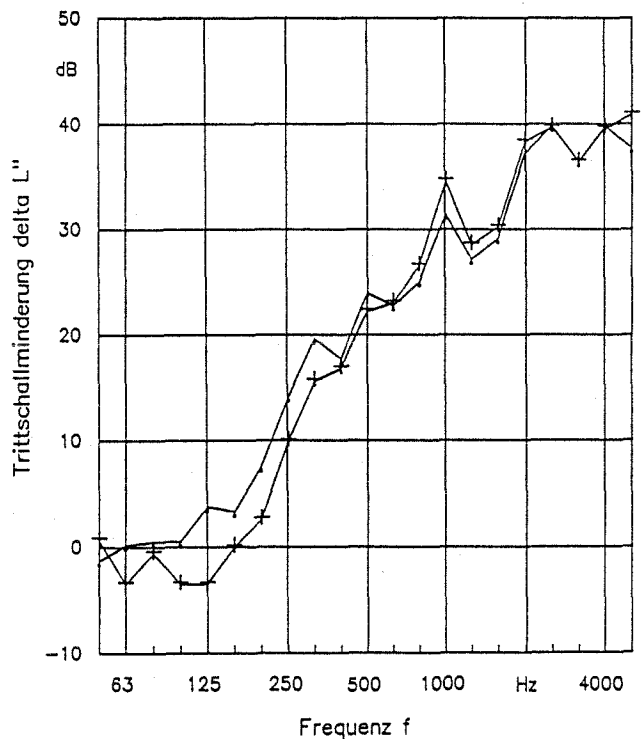


- 1: Zementestrich, $d = 45\text{mm}$; $m' = 100\text{ kg/m}^2$
- 2: Polyethylen-Schaumstoffbahn D, $d = 5\text{ mm}$; $s' = 48\text{ MN/m}^3$
- 3: Zementglattstrich, $d = 20\text{ mm}$
- 4: Rohdecke, $d = 120\text{ mm}$

Stunden	$\Delta L'_{w}$ in dB	Symbole
0	22	●—●
147	19	+—+

Anlage 74 Zeitabhängige "Trittschallminderung" im Laborprüfstand mit $S = 0,88\text{ m}^2$ Prüffläche.

Dynamische Belastung der Estrichplatte durch Hammerwerk.



Minderung der Trittschalldämmung von schwimmenden Estrichen

W. RÜCKWARD

(Bundeanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) Berlin)

In der Norm DIN 4109 Schallschutz im Hochbau, Teil 2 Tabelle 1 von 1962 ist eine Verschlechterung des Trittschallschutzmaßes nach 2 Jahren von $TSM = 3 \text{ dB}$ auf $TSM = 0 \text{ dB}$ bzw. $TSM = 13 \text{ dB}$ auf $TSM = 10 \text{ dB}$ vorsorglich eingeplant. An Materialien werden erwähnt in Teil 3 Tabelle 1 und 2 mineralische oder pflanzliche Faserdämmstoffe sowie Platten und Bahnen aus Schaumstoffen. Bahnen aus Schaumstoffen werden seit einigen Jahren in Neubauten gern verwendet wegen ihrer geringen Materialdicke (ca. 6 mm), leichten Transportierbarkeit (in z.B. 50 m Rollen), leichten Verlegeweise und z.T. wegen der Vernachlässigung von zusätzlichen Randstreifen (hochziehen der Dämmschicht). In den überwiegenden Fällen handelt es sich um Polyethylen-Materialien. In Laborversuchen und bei Neuverlegungen von schwimmenden Estrichen sind die Kennwerte von verschiedenen Dämmstoffen untersucht worden.

Untersuchungen an größeren Raumflächen wurden mit statischen Belastungen durchgeführt. Die Estrichdicke war aufgrund der unterschiedlichen Baugegebenheiten nicht einheitlich; damit änderte sich auch die flächenbezogene Masse. Diese Belastungen sind bei ähnlichen PE-Materialien offensichtlich nicht nur für das Resonanzverhalten sondern auch für die zeitabhängige Alterung der Estrichkonstruktion verantwortlich und damit für

- Zementestrich $m_1' = 100 \text{ kg/m}^2$
- Polystyrol-
hertschaum $d = 15 \text{ mm}$
 $s' = 20 \text{ MN/m}^2$
- Vollbeton-
plattendecke $m_2' = 350 \text{ kg/m}^2$
- Prüffläche $S = 16 \text{ m}^2$

Symbol	(L_{nw}) dB	(ΔL_w) dB	Zeit Tage
×-×	44	28	0
○-○	47	25	170

Statische Beanspruchung

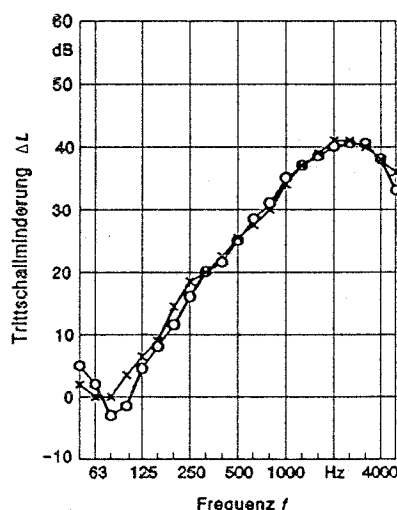


Bild 1. Änderung von ΔL_w und L_{nw} eines schwimmenden Estrichs großer Fläche mit PS nach ca. halbjähriger statischer Beanspruchung

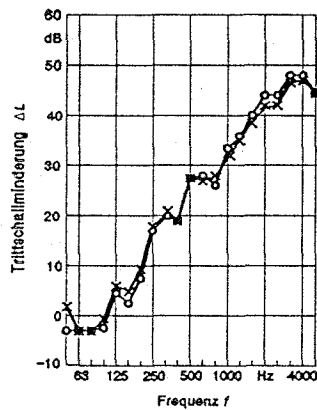
die Verringerung von ΔL_w (Bild 1). Für Absolutmessungen nicht geeignet aber für das zeitabhängige Verhalten verschiedener "schwimmender Estriche" durchaus verwertbar sind die Untersuchungen an Kleinproben. Eine Betondecke wurde mit $S = 0,9 \text{ m}^2$ gro-

Ben "schwimmenden Estrichen" mit gleicher flächenbezogener Masse belegt. Diese "Estriche" sind einer normalen Belastung und (eine zweite Charge) einer zusätzlichen stundenbezogenen dynamischen Beanspruchung mittels Normhammerwerk unterzogen worden. Durch Messungen entsprechend DIN 52210 wurden sowohl "Ln" als auch "

- Zementestrich $m_1^* = 100 \text{ kg/m}^2$
- Polystyrolhertschaum $d = 15 \text{ mm}$
 $s^* = 20 \text{ MN/m}^2$
- Vollbetonplattendecke $m_2^* = 350 \text{ kg/m}^2$
- Prüffläche $S = 0,9 \text{ m}^2$

Symbol	(L_{nw}) dB	(ΔL_w) dB	Zeit Tage
×—×	49	24	0
●—●	50	23	170

Statische Beanspruchung



- Zementestrich $m_1^* = 100 \text{ kg/m}^2$
- Dämmschicht $d = 6 \text{ mm}$
Polyethylen $s^* = 70 \text{ MN/m}^2$
- Vollbetonplattendecke $m_2^* = 350 \text{ kg/m}^2$
- Prüffläche $S = 0,9 \text{ m}^2$

Symbol	(L_{nw}) dB	(ΔL_w) dB	Zeit Tage
×—×	53	21	0
○—○	55	19	170

Statische Beanspruchung

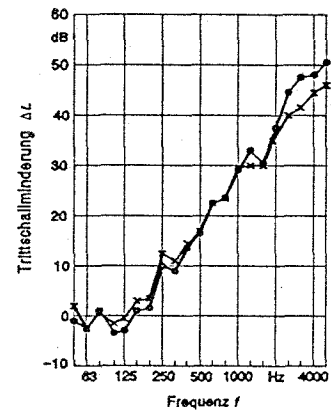


Bild 2. Änderungen von ΔL_w und L_{nw} einer kleinflächigen Probe mit PS nach ca. halbjähriger statischer Beanspruchung

Bild 3. Änderung von ΔL_w und L_{nw} einer kleinflächigen Probe mit PE nach ca. halbjähriger statischer Beanspruchung

- Zementestrich $m_1^* = 100 \text{ kg/m}^2$
- Dämmschicht $d = 6 \text{ mm}$
Polyethylen $s^* = 70 \text{ MN/m}^2$
- Vollbetonplattendecke $m_2^* = 350 \text{ kg/m}^2$
- Prüffläche $S = 0,9 \text{ m}^2$

Symbol	(L_{nw}) dB	(ΔL_w) dB	Zeit Std
×—×	54	20	0
○—○	57	17	147

Dynamische Beanspruchung

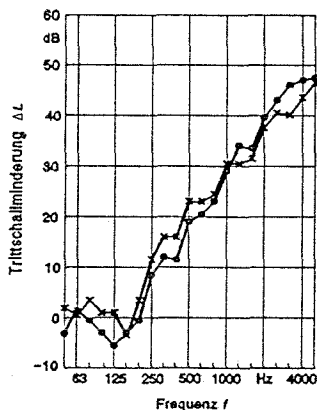


Bild 4. Änderung von ΔL_w und L_{nw} einer kleinflächigen Probe mit PE nach 147 Std. Beanspruchung mit dem Norm-Hammerwerk

ΔL " -Werte ermittelt (Bild 2-4). Auch hier ist die Minderung der Trittschalldämmung sowohl im L_{nw} als auch im ΔL_w -Wert angebbbar. Die dynamische Beanspruchung scheint die Veränderung schneller hervorzurufen als die statische allein. Bild 5 zeigt das prinzipielle Verhalten der schwimmenden Estriche mit PE nach mehrmonatiger Belastung: die

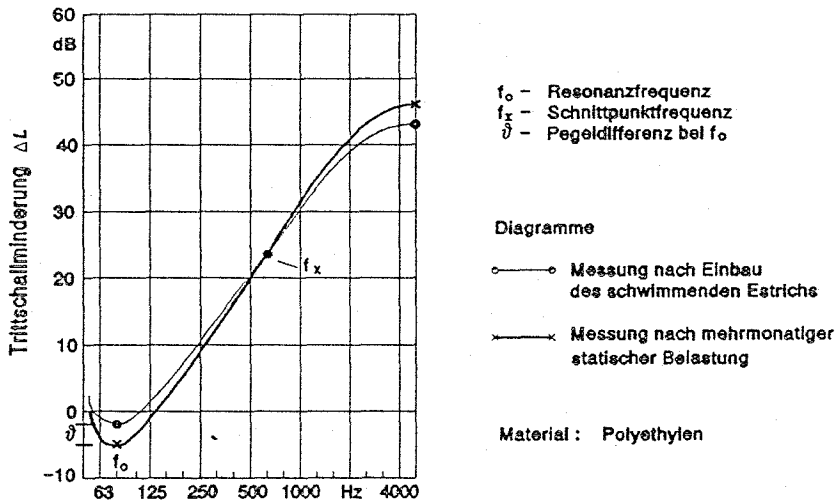


Bild 5. Verringerung der Trittschallminderung bei der Resonanzfrequenz mit steilerem Kurvenverlauf nach Langzeitbelastung

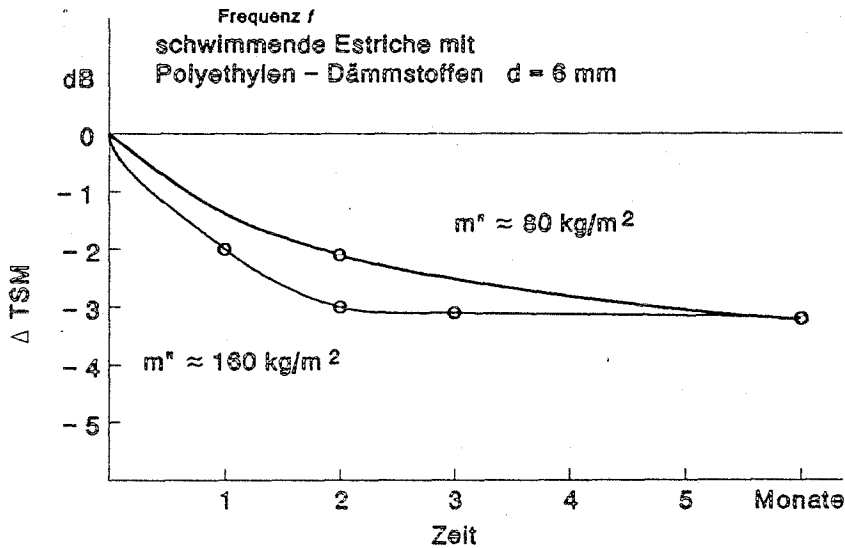


Bild 6. Zeitabhängigkeit der Trittschallminderung (und damit TSM) von der flächenbezogenen Estrichmasse

Zeit Tage	ΔL_w in dB					
	PS	MF	A	B	C	D
0	24	32	22	21	18	18
30	23	32	20	19	17	16
67	23	32	19	19	17	16
150	23	32	20	19	17	16

Kleinproben

Statische Belastung

$S = 0,9 \text{ m}^2$

Zeit Tage	ΔL_w in dB					
	PS	MF	A	B	C	D
0	28	27	16	21	22	19
60	27	26	15	18	19	18
150	26	26	-	-	-	-
350	25	26	-	-	-	-

Großflächen

Statische Belastung

$S = 16 \text{ m}^2$

Zeit Tage	s' in MN/m^3					
	PS	MF	A	B	C	D
0	20	4,4	39	38	76	40
30	16	3,1	41	42	70	43
67	16	2,9	44	45	68	47
150	19	2,3	45	44	73	53

Statische Belastung

$S = 0,04 \text{ m}^2$

Bild 7. Vergleich von Kleinproben und Großflächen in ihrem ΔL_w -Verhalten mit Zuordnung der dynamischen Steifigkeiten

Resonanzfrequenz wird ausgeprägter, beide Diagramme schneiden sich bei f_x . Bild 6 beschreibt ein weiteres Verhalten: je schwerer der Estrich, um so schneller wird der Endwert erreicht. Die dynamische Steifigkeit spielt -wie Bild 7 zeigt- aufgrund ihrer geringen Änderung eine unerhebliche Rolle.

Wesentliche Ergebnisse der Untersuchung waren

1. Die dynamische Steifigkeit s' ändert sich nicht wesentlich durch statische Belastungen.
2. Werden die geringen Veränderungen jedoch angegeben dann wird s' bei den Materialien
MF stetig kleiner
PS etwa gleich bleiben
PE -Materialien im Laufe der Zeit ansteigen.
3. Vermutlich durch Verringerung der inneren Dämpfung von PE wird die Resonanzfrequenz ausgeprägter, ohne daß sich f_0 meßbar verschiebt.
4. Bei großen Flächen und bei kleinen Versuchsproben verringert sich ΔL_w im Laufe der Zeit um 1 bis 3 dB.
5. Gegenüber einer 80 kg/m^2 wird eine 160 kg/m^2 schwere Estrichplatte eine Alterung in kürzerer Zeit (halbe Zeit) hervorrufen.
6. Die in DIN 4109 angegebenen Kurve VM als Funktion von s' und m'' gilt offensichtlich nicht für PE -Materialien. VM ist etwa 5 dB geringer z.B. bei $m'' \approx 100 \text{ kg/m}^2$
7. Für die Erfüllung der Anforderungen in DIN 4109 (Nov. 1989) bei vertikaler Messung ist PE nicht geeignet.

Investigation of the long-term-behaviour of damping material (especially polyethylen) in laboratory-experiments in particular consideration of the dynamic stiffness

Floating floors possess for the separation between floor and ceiling different damping materials, e.g. mineral wool, polystyren, coconut fibre and since the last five years polyethylen. By long-term-tests with great specimen ($S \geq 16 \text{ m}^2$) and small specimen ($S = 0,9 \text{ m}^2$) with different mass per unit of the floor, by working with the tapping machine up to 147 hours we found, that the weighted impact sound insulation ΔL_w and the dynamic stiffness s' had changed. The dynamic stiffness s' changed with little values to higher s' , but this fact cannot explain the loss of $1 \leq L_w \leq 3 \text{ dB}$. The reason for this result is the reduction of the internal damping η of the damping material with greater amplitudes in the range of resonance f_0 . Polyethylen-damping material which was older than six month had less variation in ΔL_w values than a young material. When using a floor with a great mass per unit ($m'' \geq 120 \text{ kg/m}^2$) the time till the ΔL_w is constant becomes shorter (about 50 %) than using a mass per unit of 80 to 90 kg/m^2 . The picture 2 in supplement-part 2 of DIN 4109 must be completed with a diagram for PE-material because: when there is an increase in the mass per unit of the floor over 70 kg/m^2 and with high dynamical stiffness (much more than MF and PS) the requirements in DIN 4109 cannot be fulfilled.