

Moritz Späh, Lutz Weber, Benjamin Hanisch

Verbesserter baulicher Schallschutz durch aktive Körperschallisolation haustechnischer Anlagen



F 2746

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. 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.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

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

2010

ISBN 978-3-8167-8434-0

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

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

IBP-Bericht B-BA 2/2010

Verbesserter baulicher Schallschutz durch aktive Körperschallisolation haustechnischer Anlagen

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung gefördert
(Aktenzeichen: Z6-10.08.18.7-07.34 / II 2-F20-07-44)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

Projektleiter: M. Späh

Bearbeiter: M. Späh, L. Weber, B. Hanisch

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

IBP-Bericht B-BA 2/2010

Verbesserter baulicher Schallschutz durch aktive Körperschallisolation haustechnischer Anlagen

Durchgeführt im Auftrag des
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Aktenzeichen: Z6-10.08.18.7-07.34 / II 2-F20-07-44

Der Bericht umfasst

137 Seiten Text

3 Tabellen

135 Bilder

Dr. Moritz Späh, Dr. Lutz Weber, Benjamin Hanisch

Stuttgart, 20. Juli 2010

Institutsleitung



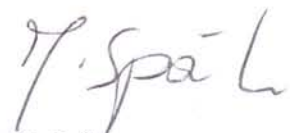
Univ.-Prof. Dr.-Ing.
K. Sedlbauer

Abteilungsleiter



Dr.-Ing. P. Leistner

Bearbeiter



Dr. M. Späh

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-00

Telefax +49 711 970-3395

www.ibp.fraunhofer.de

Institutsteil Holzkirchen

Fraunhoferstr. 10 | 83626 Valley

Telefon +49 8024 643-0

Telefax +49 8024 643-366

Projektgruppe Kassel

Gottschalkstr. 28a | 34127 Kassel

Telefon +49 561 804-1870

Telefax +49 561 804-3187

Inhalt

1	Einleitung	6
1.1	Überblick über diesen Bericht	7
2	Übersicht über bestehende Literatur	7
3	Grundlagen der aktiven Körperschall-Isolation	8
3.1	Körperschall	8
3.2	Körperschall-Leistung	9
3.3	Empfangsplatte	9
3.4	Verlustfaktor	10
3.5	Passive Körperschall-Isolation	10
3.6	Wirkungsweise und prinzipieller Aufbau der aktiven Körperschall-Isolation	11
3.7	Kontroll-Methode: Signal Vor- oder Rückspeisung (Feed forward oder Feedback)	14
3.8	Steife oder flexible Bodenplatte	15
3.9	Signal-Rückspeisung (Feedback)	15
3.9.1	Passives Masse-Feder-Masse-System	16
3.9.2	Masse-Feder-Masse-System mit Signal-Rückspeisung (Feedback)	17
3.9.3	Masse-Feder-Masse-System mit Beschleunigungs-Rückspeisung (Feedback)	19
3.9.4	Masse-Feder-Masse-System mit Auslenkungs-Rückspeisung (Feedback)	20
3.9.5	Masse-Feder-Masse-System mit Schnelle-Rückspeisung (Feedback)	21
3.9.6	Stabilität bei Signal-Rückspeisung (Feedback)	22
3.10	Signal-Vorspeisung (Feedforward)	24
3.10.1	Masse-Feder-Masse-System mit Kraftvorspeisung (Feed forward)	25
3.11	Zusammenfassung	27
4	Aktive Körperschallisolierung – Aufbau und Komponenten	27
4.1	Prüfstand	27
4.2	Akustik-Mess-System	28
4.3	Messaufbau	29
4.4	Komponenten des Modellaufbaus	30
4.4.1	Beschreibung des Aktors	30
4.4.2	Zusatzmasse für den Aktor	31
4.4.3	Dynamische Eigenschaften des Aktors	32
4.5	Elastische Zwischenlage als passive Körperschall-Isolation	33

4.5.1	Beschreibung der elastischen Zwischenlage	33
4.5.2	E-Modul der elastischen Zwischenlage	35
4.6	Sensoren	36
4.6.1	Anforderungen an Sensoren	36
4.6.2	Piezo-elektrische Sensoren	37
4.6.3	Kraft-Sensoren auf Dehnungsmessstreifen-Prinzip (DMS)	38
4.6.4	Elektro-dynamische Sensoren	40
4.6.5	MEMS – Sensoren	40
4.7	Zusammenfassung	41
5	Voruntersuchungen	41
5.1	Admittanz von Quelle und Struktur	41
5.2	Admittanz des Aktors	43
5.3	Einfluss des Aluminium-Drahts und der Spannfutter	44
5.4	Zusammenfassung	48
6	Aktive Körperschallisolierung - Modellmessungen	48
6.1	Starrer Modellaufbau	49
6.1.1	Signal-Rückspeisung (Feedback)	49
6.1.2	Schnelle-Rückspeisung (velocity-Feedback)	51
6.1.3	Auslenkungs-Rückspeisung (displacement-Feedback)	54
6.1.4	Beschleunigungs-Rückspeisung (acceleration-Feedback)	55
6.1.5	Kraft-Rückspeisung (force-Feedback)	56
6.1.6	Kraft-Vorspeisung (force-feed forward)	58
6.1.7	Zusammenfassung starrer Aufbau	60
6.2	Modellaufbau mit elastischer Zwischenlage (aktive mit passiver KSI kombiniert)	61
6.2.1	Schnelle-Rückspeisung im Aufbau mit elastischer Zwischenlage	62
6.2.2	Kraft-Vorspeisung im Aufbau mit elastischer Zwischenlage	64
6.2.3	Zusammenfassung aktive mit passiver KSI kombiniert	65
7	Weitere Versuche am Modellaufbau	66
7.1	Verwendung einer Zusatzmasse am Aktor	66
7.2	Aufzeichnung eines realitätsnahen Anregesignals	67
7.3	Kombination von aktiver und passiver KSI mit praxisnahem Anregesignal	68
7.3.1	Einfügungsdämm-Maß	70
7.3.2	Eingeleitete Körperschall-Leistung	72
7.3.3	A-bewertete eingeleitete Körperschall-Leistung	75
7.4	Veränderungen des Modellaufbaus zu einem realen Befestigungselement	76
7.4.1	Starrer Modellaufbau ohne Aluminiumdraht und Spannfutter	77
7.4.2	Aktive Körperschall-Isolierung an einem Duschwannenfuß	80
7.4.3	Aktive Körperschall-Isolierung an zwei Duschwannenfüßen	83
7.5	Untersuchungen zur Verwendung alternativer Sensoren	87

7.5.1	Geophon zur Schnelle-Rückspeisung	88
7.5.2	DMS-Kraftaufnehmer zur Kraft-Vorspeisung	90
7.5.3	MEMS-Beschleunigungssensor zur Schnelle-Rückspeisung	93
7.6	Zusammenfassung	94
8	Aktive Körperschallisolierung in bauähnlicher Situation	94
8.1	Modellaufbau im Installationsprüfstand	95
8.1.1	Modellaufbau mit starrer Verbindung zur Bodenplatte	95
8.1.2	Modellaufbau mit elastischer Zwischenschicht zur Bodenplatte	99
8.2	Messungen an der Duschwanne im Installationsprüfstand	103
8.2.1	Duschwanne mit einem Fuß und mit elastischer Zwischenschicht zur Bodenplatte	103
8.2.2	Duschwanne mit zwei Füßen und mit elastischer Zwischenschicht zur Bodenplatte	105
8.2.3	Duschwanne mit vier Füßen und mit elastischer Zwischenschicht zur Bodenplatte	107
8.3	Messungen an einer Whirlwanne aus Acryl (Hoesch)	110
8.3.1	Whirlwanne aus Acryl mit einem Fuß	111
8.3.2	Whirlwanne aus Acryl mit vier Füßen	114
8.4	Messungen an einer Whirlwanne aus Stahl-Email (Kaldewei)	116
8.5	Unterschiede in der Wannenkonstruktion und Folgerungen für die Wirksamkeit von aktiven Systemen	122
8.6	Zusammenfassung	125
9	Zusammenfassung	125
10	Literatur	128
11	Anhang	132