

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