

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Symbole	v
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Stand der Forschung	1
1.2 Zielsetzung und Gliederung der Arbeit	6
2 Theoretische Grundlagen	9
2.1 Grundgleichungen der Akustik	9
2.2 Grundgleichungen der Elastodynamik	12
2.3 Fluid-Struktur-Interaktionsprobleme	17
2.4 Grundgleichungen der Wärmeübertragung	18
3 Spektral-Elemente-Methode (SEM)	21
3.1 Numerische Methoden für Randwertprobleme	21
3.2 Grundlagen der SEM	24
3.2.1 Überblick über spektrale Näherungsverfahren	24
3.2.2 Interpolationsfunktionen	29
3.2.3 Numerische Integration	36
3.2.4 Kondition und Lösung des linearen Gleichungssystems	39
3.2.5 Zeitliche Diskretisierung	42
3.3 SEM für Akustik	45
3.4 SEM für Elastodynamik	49
3.5 SEM für Fluid-Struktur-Interaktionsprobleme	52
3.6 SEM für Wärmeleitungsprobleme	56
4 Validierungsbeispiele für die SEM	59
4.1 A priori Fehlerschätzung	59
4.2 Akustische Probleme	62
4.2.1 Beispiele im Frequenzbereich	62
4.2.2 Beispiele im Zeitbereich	72
4.3 Elastodynamische Probleme	76
4.3.1 Beispiele im Frequenzbereich	76
4.3.2 Beispiele im Zeitbereich	79
4.4 Fluid-Struktur-Interaktionsprobleme	80

- 4.4.1 Beispiele im Frequenzbereich 80
 - 4.4.2 Beispiele im Zeitbereich 93
- 4.5 Wärmeleitungsprobleme 97
 - 4.5.1 Stationäre Wärmeleitungsprobleme 97
 - 4.5.2 Transiente Wärmeleitungsprobleme 97
- 5 Das virtuelle Mehrzwecklabor und seine Anwendungsgebiete 101**
 - 5.1 Konzept und Aufbau des virtuellen Mehrzwecklabors 101
 - 5.2 Bestimmung des Schalldamm-Maßes 102
 - 5.2.1 Ermittlung im realen Versuchslabor 102
 - 5.2.2 Näherungen für monolithische und zweischalige Wände 104
 - 5.2.3 Näherungen für geometrisch komplexe Wandaufbauten 109
 - 5.2.4 Ermittlung der Schalldämmung im virtuellen Labor 111
 - 5.3 Bestimmung der Wärmedurchgangszahl 115
 - 5.4 Optimierung multifunktionaler Wandstrukturen 118
 - 5.4.1 Bestimmung der Zielfunktion 118
 - 5.4.2 Optimierung durch Parametervariation und genetischen Algorithmus 120
 - 5.5 Einflussparameter des virtuellen Mehrzwecklabors 122
- 6 Ausgewählte Anwendungsbeispiele 131**
 - 6.1 Schalldämmung von Wandstrukturen 131
 - 6.1.1 Schalldämmung von monolithischen und mehrschaligen Wänden . . 132
 - 6.1.2 Schalldämmung der CBMA Designs 136
 - 6.1.3 Schalldämmung von periodisch aufgebauten Wandstrukturen . . . 139
 - 6.2 Warmedämmung von Wandstrukturen 145
 - 6.3 Optimierung multifunktionaler Wandstrukturen 147
 - 6.3.1 Doppelschalige Wand mit Hohlräumen 147
 - 6.3.2 Wand mit sieben Schichten 150
- 7 Zusammenfassung und Ausblick 155**
 - 7.1 Zusammenfassung 155
 - 7.2 Ausblick 157
- A Anhang 159**
 - A.1 Fourier-Transformation 159
 - A.2 Analytische Lösung der Helmholtz-Gleichung mit Dirichlet-Randbedingungen 159
 - A.3 Numerische Lösung der Wärmeübertragung durch Wandstrukturen mit Hohlräumen 160

A.4 Berechnung der Dispersionsdiagramme von periodischen Strukturen	164
-----------------------------------------------------------------------------	-----

Literaturverzeichnis	167
-----------------------------	------------