

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	v
Kurzfassung	xiii
Abstract	xv
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Motivation	1
1.2 Stand der Forschung	2
1.2.1 Schalldruck und hydrodynamischer Druck	3
1.2.2 Anregung und Schallabstrahlung flächiger Strukturen	10
1.2.3 Umströmung wandnäherter Geometrien und diskreter Regionen an Fahrzeugen	14
1.3 Beitrag der Arbeit	14
1.4 Aufbau der Arbeit	17
2 Analyse von Strömungs- und Schallfeld	19
2.1 Mathematische Grundlagen	19
2.2 Wellenzahl-Spektren	24
3 Grundgleichungen der Fluid-Struktur-Akustik-Kopplung	27
3.1 Strömungskustik	27
3.1.1 Theoretische Grundlagen der Strömungskustik	27
3.1.2 Modellierung der Wanddruckschwankungen	31
3.2 Vibrationsakustik	34
3.2.1 Bewegungsgleichung einer dünnen Platte	34
3.2.2 Abgestrahlte Schallleistung	38
3.3 Theorie der Maschinenakustik	40
3.3.1 Maschinenakustische Grundgleichung	41
3.3.2 Anregung einer unendlich ausgedehnten Platte	43
3.3.3 Rechteckplatte	44
3.4 Schallfeld in Kavitäten	48

4 Versuchsaufbauten und Messtechnik	51
4.1 Generisches Modell einer strömungsangeregten Plattenstruktur	51
4.1.1 Mechanischer Aufbau	51
4.1.2 Applikation der Messtechnik am generischen Modell	54
4.2 Vereinfachtes Fahrzeugmodell	58
4.2.1 Mechanischer Aufbau	58
4.2.2 Applikation der Messtechnik am Fahrzeugmodell	62
4.2.3 Akustische Eigenschaften	67
4.2.4 Aerodynamische Eigenschaften	73
4.3 Räumliche und zeitliche Auflösung der Wanddruckschwankungen	78
4.3.1 Frequenzgang und Phasenwiedergabe ausgewählter Sensoren	79
4.3.2 Einfluss des Durchmessers der Sensormembran auf die Frequenzspektren der Wanddruckschwankungen	81
4.3.3 Alternative Sensoren und Einbaukonzepte	83
4.3.4 Wellenzahltransformation der mit einem Sensor-Array erfassten Wanddruckschwankungen	84
5 Strömungsinduzierte Schallabstrahlung am generischen Modell	87
5.1 Fluid-Struktur-Kopplung und Schallabstrahlung	87
5.1.1 Strömungsfeld	87
5.1.2 Strukturschwingung	88
5.1.3 Instationärer Wanddruck	92
5.1.4 Schallabstrahlung	93
5.2 Einfluss des Strömungsfelds auf die Schallausbreitung	97
6 Schalleintrag bei einem vereinfachten Fahrzeugmodell	101
6.1 Strömungsinduzierte Anregung	101
6.1.1 Hydrodynamische Wanddruckschwankungen	101
6.1.2 Akustische Druckschwankungen	113
6.2 Kopplung zwischen Druckfeld und Seitenscheibe	119
6.3 Schallabstrahlung in den Innenraum des Fahrzeugmodells	125
6.3.1 Schallfeld im Innenraum des Fahrzeugmodells	125
6.3.2 Einfluss von Parametervariationen auf die Schallabstrahlung . .	127
6.3.3 Zusammenhang zwischen der Anregung der Seitenscheibe und der Schallausbreitung im Modellinnenraum	133
7 Simulation der Umströmung des Fahrzeugmodells	145
7.1 URANS-Berechnungen	146
7.2 LES-Berechnungen	147
7.3 Allgemeine Erhaltungsgleichung und deren Diskretisierung	148
7.4 Parameter der URANS- und LES-Berechnungen	151
7.5 Druck- und Geschwindigkeitsverteilung der Strömungssimulationen .	153

8 Zusammenfassung und Ausblick	161
8.1 Zusammenfassung	161
8.2 Ausblick	166
Literaturverzeichnis	169