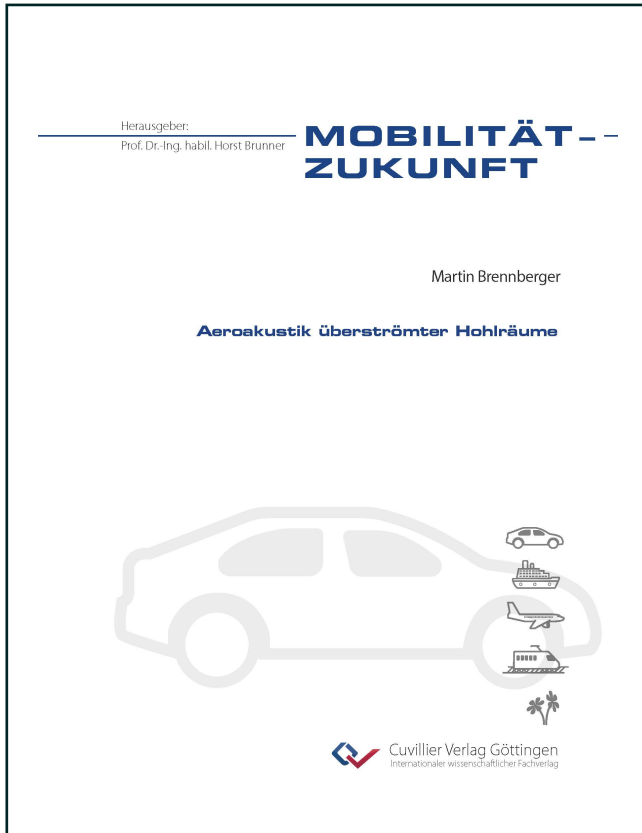




Martin Brenninger (Autor)  
**Aeroakustik überströmter Hohlräume**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8849>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen</b>	<b>VII</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung	1
1.2 Stand des Wissens	2
1.2.1 Experimentelle und analytische Betrachtungen	2
1.2.2 Numerische Untersuchungen	5
1.3 Zielsetzung	8
<b>2 Theoretische Grundlagen</b>	<b>9</b>
2.1 Allgemeine Akustikgrundlagen	9
2.1.1 Schalldruckpegel	9
2.1.2 Schmalband-Fourieranalyse	10
2.1.3 Schallschnelle, -intensität, -leistung und Impedanz	11
2.1.4 Schall und Pseudoschall	12
2.2 Theorie von Rossiter Pseudoschall	12
2.3 Allgemeine Edge-Tone Theorie	15
2.4 Helmholtzresonator	18
2.5 Navier-Stokes	21
2.5.1 Massenbilanz	21
2.5.2 Impulsbilanz	22
2.5.3 Energiebilanz	22
2.5.4 Allgemeine Form der Transportgleichung	23
2.5.5 Diskretisierung	23
2.5.6 Finite Volumen	24
2.5.7 Diskretisierung des Konvektionsterms	25
2.5.8 Diskretisierung des Zeiterms	27
2.5.9 Druckkorrektur	28
2.5.10 Turbulenzmodellierung	28
2.5.11 Standard-k- $\epsilon$ -Modell	29
2.5.12 Rechenverfahren	30
2.6 Lattice-Boltzmann Methode	30
2.6.1 Top-down versus bottom-up	31
2.6.2 Boltzmann Gleichung	32
2.6.3 Kollisionsoperator	33
2.6.4 Gleichgewichtsverteilung	35
2.6.5 Lattice-Boltzmann Gleichung	35
2.6.6 Diskretisierung	37
2.6.7 Multiskalen Analyse	38
2.6.8 Turbulenzmodellierung	40
2.6.9 Rechenverfahren	41

<b>3</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen</b>	<b>42</b>
	3.1 Messtechnik . . . . .	42
	3.2 Rechteckige Kavitäten . . . . .	43
	3.2.1 Der Helmholtzresonator . . . . .	43
	3.2.2 Flache Kavitäten . . . . .	48
	3.3 Heckklappenspalt . . . . .	50
	3.3.1 Vergleich A3/S3 . . . . .	51
	3.3.2 Verstimmerleiste . . . . .	55
	3.3.3 Kreuzkorrelation . . . . .	56
	3.3.4 CFD Ausblick . . . . .	57
	3.4 Motorhaubenspalt . . . . .	58
	3.4.1 Ziergitterposition . . . . .	60
	3.4.2 Störmaßnahmen zum Ziergitterpfeifen . . . . .	61
	3.4.3 Hitzdrahtmessungen . . . . .	64
<b>4</b>	<b>CFD Simulation</b>	<b>69</b>
	4.1 Helmholtzresonator . . . . .	70
	4.1.1 Basissimulation . . . . .	70
	4.1.2 Geschwindigkeitsreihe . . . . .	76
	4.1.3 Frequenzanalyse . . . . .	78
	4.2 Heckklappenspalt . . . . .	86
	4.2.1 Simulationsmethodik . . . . .	86
	4.2.2 Quasi-3D Simulation PowerFLOW . . . . .	89
	4.2.3 2D Simulation mit PowerFLOW . . . . .	92
	4.2.4 2D Simulation mit Navier-Stokes . . . . .	94
	4.2.5 Frequenzanalyse . . . . .	98
	4.3 Motorhaubenspalt . . . . .	102
	4.3.1 Simulationsmethodik . . . . .	103
	4.3.2 Simulationsergebnis . . . . .	104
<b>5</b>	<b>Bewertung und Ausblick</b>	<b>109</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>111</b>