

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	v
1 Einleitung	1
1.1 Offene Fragestellungen im Musikinstrumentenbau	1
1.2 Einordnung der Arbeit, Ziele und Motivation	2
1.3 Stand der Musikinstrumentenforschung	5
1.4 DG-SEM-Verfahren	8
2 Das Musikinstrument Fagott	11
2.1 Aufbau und historische Entwicklung	11
2.2 Töne und Klänge des Instrumentes	13
2.3 Material des Fagotts	15
3 Diskontinuierliche Galerkin-Spektralelementmethoden	17
3.1 Diskretisierung	17
3.1.1 Basisfunktionen	17
3.1.2 Stützstellenverteilung	20
3.1.3 Gekrümmte Elemente	22
3.1.4 Differentiation und Integration	25
3.2 Diskontinuierliche Form der 2D-Erhaltungsgleichungen	28
3.2.1 Euler-Gleichungen	28
3.2.2 Linearisierte Euler-Gleichungen	33
3.2.3 Navier-Stokes-Gleichungen	34
3.3 Randbehandlung	40
3.3.1 Randbehandlung für die Euler-Gleichungen	40
3.3.2 Randbehandlung für die linearisierten Euler-Gleichungen	45
3.3.3 Randbehandlung für die Navier-Stokes-Gleichungen	46
3.4 Zeitintegration	50
3.5 Programmablauf	53
3.6 Konvergenzanalyse	54
3.6.1 Lineare Wellenausbreitung	54
3.6.2 Viskose Strömung	59
3.6.3 Zylinderumströmung	62

4 Stabilisierung und stabilisierte Randbedingungen	67
4.1 Stabilisierung	67
4.1.1 Stand der Technik	67
4.1.2 Formulierung	68
4.1.3 Diskontinuitätsdetektierung	73
4.1.4 Numerische Tests	74
4.2 Künstliche Ränder	77
4.2.1 Stand der Technik	77
4.2.2 Formulierung	78
4.2.3 Numerische Tests	80
5 Tonlochuntersuchungen	89
5.1 Testkonfiguration	89
5.2 Resonanzfrequenzen	91
5.3 Strömungsakustische Untersuchungen des Tonlochs	95
6 Resonanzfrequenzen und Abstrahlverhalten des Fagotts	99
6.1 Vorbetrachtungen	99
6.2 Konfiguration	101
6.3 Ergebnisse im Zeitbereich	103
6.4 Resonanzfrequenzen	104
6.5 Abstrahlverhalten	107
7 Strömung im S-Bogen	113
7.1 Einleitung	113
7.2 Geometrie	115
7.3 Konfiguration	116
7.4 Stationäres Verhalten	119
7.5 Instationäres Verhalten	126
7.6 Akustisches Strömen	136
8 Strömungsakustik im Fagott	141
8.1 Einleitung	141
8.2 Geometrie	141
8.3 Randbehandlung	142
8.3.1 Doppelrohrblatt-Modellierung	142
8.3.2 Offene Ränder	143
8.4 Das Instrument unter Spielbedingungen	148

9 Zusammenfassung und Ausblick	163
9.1 Zusammenfassung	163
9.2 Ausblick	164
Literaturverzeichnis	167
Abbildungsverzeichnis	183
Tabellenverzeichnis	187
A Fluent® und Aeroakustik	189
A.1 Numerisches Verfahren	189
A.2 Konvergenzanalyse	189
A.3 Behandlung offener Ränder	192
B Anhang Tonlochuntersuchungen	195