

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Liste der verwendeten Formelzeichen	VIII
1 Einleitung und Fragestellung	1
2 Erhaltungsgleichungen und numerische Lösungsmethode	4
2.1 Erhaltungsgleichungen	4
2.2 Gleichungen in generalisierten Koordinaten	7
2.3 Räumliche und zeitliche Diskretisierung	9
2.3.1 Finite-Differenzen WENO-Verfahren	10
2.3.2 Zentrale-Differenzen Verfahren	13
2.3.3 Runge-Kutta Verfahren	14
2.4 Stabilität und spektrale Eigenschaften	15
2.5 Randbedingungen	18
2.6 Parallelisierung	25
3 Laminar/turbulente Transition	27
3.1 Rezeptivität	29
3.1.1 Rezeptivität akustischer Störungen	30
3.2 Primärinstabilität	31
3.2.1 Inkompressible Plattengrenzschichten	32
3.2.2 Kompressible Plattengrenzschichten	35
3.3 Sekundärinstabilität	37
3.3.1 Inkompressible Plattengrenzschichten	37
3.3.2 Kompressible Plattengrenzschichten	39
3.4 Zusammenbruch	39
4 Druckwellen im Transsonnenschall	41
4.1 Druckwellen und Transition am Profil	54
5 Validierung des numerischen Verfahrens	56
5.1 Ausbreitung von Druckwellen	56
5.1.1 Dämpfung in idealen Gasen	56
5.1.2 Nichtlineares Aufstellen	58
5.1.3 Akustische Grenzschicht	63
5.2 Transition	66

5.2.1	Plattengrenzschicht	66
5.2.2	Primärinstabilität	69
5.2.3	Sekundärinstabilität	71
6	Druckwellen und Transition	77
6.1	Grundströmung	77
6.2	Variation der Druckwellenfrequenz	88
6.2.1	Fundamentale Resonanz	89
6.2.2	Subharmonische Resonanz	99
6.3	Variation der Druckwellenamplitude	105
6.3.1	Fundamentale Resonanz	106
6.3.2	Subharmonische Resonanz	106
6.3.3	Einfluss des initialen Phasenwinkels	109
7	Zusammenfassung und Ausblick	114
Anhang		
A.1	Herleitung der stark konservativen Form der Erhaltungsgleichungen	a
A.2	Erhaltungsgleichungen für gradlinige, orthogonale Gitter in generalisierten Koordinaten	b
A.3	Erhaltungsgleichungen für 2D krummlinige Gitter in generalisierten Koordinaten	c
A.4	Koeffizienten des WENO Verfahrens	f
A.5	Interpolationskoeffizienten des gesamten WENO Flusses	g
A.6	Grundlagen der linearen Stabilitätsanalyse numerischer Verfahren	i
A.7	Linearisierte Stabilitätsgleichungen kompressibler Fluide	k
A.8	Orr-Sommerfeld Gleichung	o