

Inhaltsverzeichnis

Variablenverzeichnis	iv
Zusammenfassung	vii
1 Einleitung	1
1.1 Allgemeines	1
1.2 Stand der Forschung	3
1.3 Ziel der Arbeit	5
2 Beschreibung des verwendeten Eulerverfahrens	7
2.1 Eulergleichungen für ein mitrotierendes Koordinatensystem	7
2.2 Explizite und implizite Formulierung	10
2.3 Newtonverfahren	10
2.4 Punkt-SOR (Successive Over Relaxation)	11
2.5 Lower-Upper Symmetric Gauss-Seidel	12
2.6 Zeitdiskretisierungen höherer Ordnung	19
2.7 Expliziter Teil (Flußberechnung)	21
2.7.1 Flux difference splitting (FDS)	21
2.7.1.1 Approximativer Riemannlöser nach Eberle	21
2.7.1.2 Approximativer Riemannlöser nach Roe	23
2.7.2 Flux vector splitting (FVS)	24
2.7.2.1 FVS nach van Leer	24
2.7.2.2 AUSM Methode nach Liou/Steffen	26
2.8 Raumdiskretisierung höherer Ordnung	30
2.8.1 Low Dispersion Schema	31
2.8.2 MUSCL Schema mit TVD Limiter	32
2.8.3 UNO Verfahren	33
2.9 Randbedingungen	35
2.9.1 Körperrand	35
2.9.1.1 Kinematische Randbedingung	35
2.9.1.2 Belegung der Zellen im Körperinnern	36
2.9.1.3 Bestimmung des Druckes	37
2.9.2 Fernfeldrand	39

3 Kopplung von Potential- und Eulerverfahren	40
3.1 Erzeugung von Anfangs- und Randbedingungen	41
3.2 Verarbeitung der Daten	43
3.2.1 Berechnung der konservativen Variablen	43
3.2.2 Erzeugung der Anfangsbedingung	44
3.2.3 Erzeugung der Randbedingung	45
3.3 Anwendung der Wirbelgitterdaten in der Eulerrechnung	45
4 Chimeraverfahren	47
4.1 Grundlagen	47
4.2 Übergabemethode	48
4.3 Vektorisierungs – und Parallelisierungsaspekte	51
4.3.1 Optimierung der Lochprozedur	51
4.3.2 Lastbalanzierung	52
4.3.3 Parallele Implementierung	52
5 Validierung	57
5.1 Effizienzsteigerung des impliziten Lözers	57
5.1.1 Konvergenzverhalten von LUSGS und Punkt–SOR . .	57
5.1.2 Konvergenzverhalten bei Netzen verschiedener Feinheit	59
5.1.3 Rechenzeiten	60
5.1.3.1 Vergleich von LUSGS und Punkt–SOR	60
5.1.3.2 Vergleich der verschiedenen Flüsse	60
5.1.3.3 Beschleunigung durch Parallelisierung	61
5.2 Dissipationsreduzierung durch einseitige Differenzen am Körper	61
5.3 Auftriebsloser Vorwärtsflug	64
5.4 Auftriebsbehafteter Vorwärtsflug	71
5.4.1 Eurocopter 5-Blattrotor	71
5.4.2 ONERA PF1 3-Blattrotor	78
5.4.3 7AD 4-Blattrotor	85
6 Untersuchungen zum Wirbeltransport	92
6.1 Anwendung der Wirbelgitter–Randbedingung	92
6.2 Vergleich mit Chimerarechnung	94
7 Resümee und Ausblick	99

A Anhang	101
A.1 Komponenten des Roe'schen Riemannlösers	101
A.2 Numerische Umsetzung der Randbedingung	101
Literaturverzeichnis	104