

Inhaltsverzeichnis

Liste der wichtigsten Symbole	VIII
1. Einleitung	1
2. Das Gleichungssystem	3
3. Das LU-SGS-Verfahren	6
3.1 Die Rechte-Hand-Seite (RHS)	8
3.1.1 Die konvektiven Flüsse	9
3.1.2 Die diffusiven Flüsse	10
3.2 Die LU-Faktorisierung der Linken-Hand-Seite (LHS)	11
3.2.1 Der LHS-Operator der konvektiven Flüsse	11
3.2.2 Der LHS-Operator bei Berücksichtigung diffusiver Flüsse	15
3.3 Lösung des Gleichungssystems	16
4. Die Jacobi-Matrizen	19
4.1 Die Jacobi-Matrizen der konvektiven Flüsse	19
4.1.1 Die Jacobi-Matrizen mit äquivalentem Adiabatenexponenten	19
4.1.2 Die exakten Jacobi-Matrizen	21
4.2 Die Jacobi-Matrizen der diffusiven Flüsse	24
4.3 Die Jacobi-Matrix des Quellterms	25
5. Die künstlichen Dämpfungsterme	30
5.1 Die skalare Dämpfung	30
5.2 Die Matrix-Dämpfung	32
5.2.1 Strömung ohne Reaktionen	32
5.2.2 Strömung mit Reaktionen	34

5.3	Die Dämpfung mit TVD-Eigenschaften	37
5.4	Die Dämpfung turbulenter Erhaltungsgrößen	38
5.5	Die Dämpfungsrandbedingungen	38
5.6	Testfall zur Dämpfung	39
6.	Die Turbulenzmodellierung	46
6.1	Die Herleitung der gemittelten Navier-Stokes-Gleichungen	47
6.2	Die Modellierung der turbulenten Schwankungsgrößen	50
6.3	Das k - ϵ -Modell	52
6.3.1	Die Jacobi-Matrizen des k - ϵ -Modells	54
6.3.2	Lösung des Gleichungssystems der Turbulenzbewegung	55
6.4	Das q - ω -Modell	56
6.4.1	Die Jacobi-Matrizen des q - ω -Modells	58
6.4.2	Lösung des Gleichungssystems der Turbulenzbewegung	58
7.	Das Reaktionsgleichungssystem	59
8.	Die Stoffwertberechnung	62
8.1	Die Stoffwerte der reinen Stoffe	62
8.2	Die Stoffwerte des Gasgemisches	64
8.3	Die Temperaturbestimmung	64
9.	Die Zeitschrittbestimmung	66
10.	Rand- und Startbedingungen	68
10.1	Die Randbedingungen	68
10.1.1	Der Einlaß	69
10.1.2	Der Auslaß	70
10.1.3	Feste Wand	70
10.1.4	Symmetrie	71
10.1.5	Anschluß an einen anderen Block	71
10.1.6	Einblasung durch die Wand	72
10.2	Die Startbedingungen	72
11.	Die Blockstrukturierung	74
11.1	Die Datenstruktur	75

12. Die Programmvalidierung	77
12.1 Laminarer Testfall	77
12.2 Testfälle zu turbulenter Strömung	80
12.2.1 Rampenströmung	80
12.2.2 Testfall zur Einblasung über eine Wand	84
12.3 Testfall zur Überschallverbrennung	88
13. Untersuchungen zur Überschallverbrennung	94
13.1 Untersuchung unterschiedlicher Zumisch-	94
13.1.1 Lufteinblasung über die Wand	95
13.1.2 Wasserstoffeinblasung über die Wand	97
13.1.3 Lufteinblasung und -absaugung über die Wand	98
13.1.4 Wasserstoffeinblasung über die Wand hinter einer Stufe	99
13.1.5 Wasserstoffeinblasung über den Zentralkörper	102
13.2 Verbrennungssimulationen	104
13.2.1 Verbrennung bei Einblasung über die Wand	104
13.2.2 Verbrennung mit Einblasung über den Zentralkörper	107
14. Zusammenfassung	110
Literaturverzeichnis	111