

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Das V^2F2 Verfahren	2
1.2	Hauptergebnisse der Arbeit	3
1.3	Gliederung der Arbeit	3
2	Erhaltungsgleichungen	5
2.1	Massenerhaltungsgleichung	7
2.2	Impulserhaltungsgleichung	8
2.3	Energieerhaltungsgleichung	9
3	Navier-Stokes'sche Gleichungen	11
3.1	Grundgleichungen	11
3.2	Wirbeltransportdarstellung	12
3.3	Anfangs- und Randbedingungen	12
3.4	Entdimensionalisierung	13
4	Einführung in die verwendeten numerischen Verfahren	17
4.1	Integralgleichungsverfahren	18
4.1.1	Potentialtheorie	20
4.1.2	Randelementemethode	23
4.2	Finite-Volumen-Verfahren	30
4.2.1	Ortsdiskretisierung	31
4.2.2	Zeitdiskretisierung	32
4.2.3	Finite-Volumen-Methode	33
5	Lösungsverfahren	37
5.1	Ni's Lösungsansatz für die Berechnung der Geschwindigkeit	37
5.2	BEM für die Geschwindigkeitsberechnung	39
5.2.1	Berechnung des Skalarpotentials φ	39
5.2.2	Berechnung des Vektorpotentials A	39
5.2.3	Zusatzgleichung in Integralform	40
5.2.4	Vollständige Geschwindigkeitsformulierung in Integralform	41
5.3	Lösungsansatz für die Berechnung der Wirbelstärke	42
5.3.1	BEM für die Lösung der Diffusionsgleichung	43
5.3.2	FVM für die Wirbeltransportgleichung	45

6 Die Implementierung	49
6.1 POLOPT-Programmpaket	49
6.1.1 POLOPT in der Praxis	50
6.1.2 POLOPT-Processing	51
6.1.3 V^2F2 Struktur in POLOPT	51
6.2 Implementierung der BEM	51
6.2.1 Darstellungsformeln	53
6.2.2 Approximation der Darstellungsgleichungen	55
6.2.3 Berechnung der Randbelegungsdichten	56
6.2.4 Berechnung der Feldgrößen	61
6.3 Numerische Integration	61
6.3.1 Reguläre Integration	63
6.3.2 Nahezu-singuläre Integration	64
6.3.3 Singuläre Integration	64
6.4 Implementierung der FVM	66
6.5 V^2F2 -POLOPT Programmstruktur im Überblick	69
7 Numerische Ergebnisse	71
7.1 Berechnung der singulären Oberflächenintegrale	71
7.1.1 Singuläre Integration	72
7.1.2 Nahezu-Singuläre Integration	75
7.1.3 Reguläre Integration	76
7.2 Berechnung der singulären Volumenintegrale	76
7.2.1 Singuläre Integration	76
7.2.2 Nahezu-singuläre Integration	78
7.2.3 Reguläre Integration	79
7.3 Simulierte Strömungsbeispiele	80
7.3.1 Driven-Cavity Problem	81
7.3.2 Die umströmte Kugel	84
8 Zusammenfassung	101
8.1 Komplexitätsanalyse des vorgestellten Verfahrens	101
8.2 Schnelle Algorithmen	102
8.2.1 Wavelet-Verfahren	102
8.2.2 Multipol-Verfahren	103
8.2.3 Panel-Clustering-Verfahren	104
8.3 Grundzüge eines schnellen V^2F2 Algorithmus	105
8.4 Ausblick	106
A Die Komponenten der Rotation des Vektorpotentials	109
Verwendete Formelzeichen und Symbole	111