

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problembeschreibung	1
1.2	Inhalt der Arbeit	3
2	Stand der Forschung	4
3	Berechnung von Hyperschallströmungen	7
3.1	Grundgleichungen	7
3.1.1	Navier-Stokes-Verfahren	7
3.1.2	Grenzschichtverfahren	10
3.1.3	Turbulenzmodellierung	16
3.2	Modellierung der aerothermodynamischen Vorgänge	20
3.2.1	Berechnung der thermodynamischen Größen	20
3.2.2	Berechnung der Transportkoeffizienten	36
3.3	Anwendung der Strömungsverfahren	41
3.3.1	Navier-Stokes-Verfahren	41
3.3.2	Grenzschichtverfahren	44
4	Berechnung der instationären Temperaturfelder in Strukturen	54
4.1	Wärmeleitungsgleichung	54
4.2	Beschreibung des numerischen Verfahrens	54
4.2.1	Mathematischer Ansatz	55
4.2.2	Erweiterung des FEM-Verfahrens	58
4.3	Verifizierung des Strukturverfahrens	58
5	Simulation der thermischen Strömung/Struktur-Interaktion	62

VI

5.1	Iterative Lösungsmethode	62
5.2	Navier-Stokes/Struktur-Kopplung	63
5.3	Grenzschicht/Struktur-Kopplung	69
6	Zusammenfassung	74
	Literatur	76