

Dipl.-Ing. Oliver Knab, München

**Konsistente Mehr-
temperatur-Modellierung
von thermochemischen
Relaxationsprozessen
in Hyperschallströmungen**

Reihe **7**: Strömungstechnik

Nr. **300**

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Übersicht über thermochemische Relaxationsmodelle	2
1.2 Problemstellungen und sich daraus ergebende Motivation dieser Arbeit	4
1.3 Zielsetzung der Arbeit und Vorgehensweise	5
2 Die Theorie des Nichtgleichgewichtszustands	8
2.1 Die "mikroskopische" Erhaltungsgleichung	9
2.2 Die Maxwellsche Transportgleichung	11
2.3 Die Erhaltungsgleichungen für reagierende Strömungen	13
2.4 Die Transportgrößen	15
3 Mehrtemperatur-Modellierung	18
3.1 Die Verteilungsfunktionen der inneren Freiheitsgrade	18
3.2 Das reduzierte System von Erhaltungsgleichungen	22
3.3 Die Transporteigenschaften	26
1 Nichtgleichgewicht in Wiedereintrittsströmungen	30

5 Die CVCV-Modellierung	37
5.1 Konsistente Vibration-Chemie-Vibration-Kopplung	37
5.2 Das CVCV-Modell	42
5.3 Vergleiche mit anderen Modellierungen	55
6 Bewertung des CVCV-Modells	60
6.1 Bewertung der Boltzmann-Annahme	60
6.2 Bewertung der CVCV-Modellparameter	64
6.2.1 Übersicht über die Simulationsergebnisse	66
6.2.2 Stoßrohrexperiment von Vetter et al.	73
6.2.3 Vetter-Kugel mit Mach 35 Anströmung	77
6.2.4 FIRE II Freiflugexperiment	81
6.2.5 MIRKA-Rückkehrflug	89
6.2.6 Stoßrohrexperiment von Sharma et al.	94
7 Zusammenfassung und Ausblick	98
Literaturverzeichnis	101