

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	iii
Abbildungsverzeichnis	vi
Nomenklatur	vii
Kurzfassung	xiv
Abstract	xvi
1 Einleitung	1
1.1 Zusammenhang zwischen Totaltemperatur, Entropie und Wirkungsgrad	3
1.2 Charakteristische Größen der Strömungsphänomene	5
1.3 Anforderungen an die einzusetzende Totaltemperaturmesstechnik	7
2 Sensorkonzepte zum Bestimmen der instationären Totaltemperatur	10
2.1 Zweidraht-Vakuumsensor	10
2.2 Dünnschicht Totaltemperatursensor	12
2.3 Faseroptische Sensoren	15
2.4 Analyse der realisierten Totaltemperatursensoren	17
2.5 Sensorkonzept des Instituts für Luftfahrtantriebe	20
3 Modellbildung und Signalverarbeitung	24
3.1 Leistungsbilanz des Sensors	24
3.2 Berechnung der konduktiven Wärmestromdichte	26
3.2.1 Berechnung über die Analogie zum elektrischen Schaltkreis	26
3.2.2 Berechnung über ein lineares zeitinvariantes System	26
3.2.3 Berechnung über das Crank-Nicolson-Verfahren	33
3.2.4 Vergleich der Berechnungsverfahren	33
3.3 Messablauf	36
3.4 Signalaufbereitung	38

4	Fertigung der Totaltemperatursensoren	41
4.1	Oberflächenmodifikation	41
4.2	Metallisierung	45
4.3	Temperaturbehandlung	48
4.4	Strukturierung	49
4.5	Anschluss technik	52
5	Charakteristik der Totaltemperatursensoren	54
5.1	Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstands	54
5.2	Wärmeeindringkoeffizient des Polyimid	56
5.2.1	Herleitung der Auswertgleichung zur Kalibrierung	57
5.2.2	Experimentelle Bestimmung des Wärmeeindringkoeffizienten	58
5.3	Bestimmung des Temperaturgradienten	61
5.4	Wartezeit zwischen zwei Messungen	64
5.5	Berechnung der Messunsicherheit	65
6	Versuchseinsatz	68
6.1	Versuchsträger	68
6.2	Versuchsvorbereitung	70
6.3	Diskussion der Messergebnisse	71
6.3.1	Analyse der Rohdaten und der phasengemittelten Daten	71
6.3.2	Analyse der berechneten Totaltemperatur	87
7	Zusammenfassung und Ausblick	92
	Literaturverzeichnis	94
	Anhang	108
A	Materialdaten	108
	Lebenslauf	109