

Inhalt

Vorwort	III
Nomenklatur.....	VIII
Kurzfassung.....	XI
Abstract	XIII
1 Freie Konvektion an der vertikalen Platte.....	1
1.1 Konvektive Wärmeübertragung	2
1.1.1 Räumlicher Bezug der Wärmeübertragungs-Intensität.....	5
1.2 Laminar-turbulente Transition	6
2 Instationäre freie Konvektion.....	8
2.1 Beschreibung von instationären freien Konvektionsströmungen	9
2.2 Berechnung von instationären Strömungsgrößen	11
2.2.1 Physikalische Vereinfachungen	12
2.2.2 Modellbasierte Vereinfachungen	14
2.3 Weiterführende Betrachtung der instationären Wärmeübertragung.....	17
3 Experimentelle Analyse der Wärmeübertragung durch freie Konvektion an der vertikalen Platte	18
3.1 Versuchsaufbau.....	18
3.1.1 Konstruktion und Umgebungsbedingungen	19
3.1.2 Sandwich-Heizelemente	22
3.1.3 Leistungszufuhr und Regelung.....	24
3.1.4 Messwert-Erfassung.....	26
3.1.5 Betriebsverhalten.....	28
3.2 Stationäre Validierung.....	29
3.2.1 Bestimmung der Wärmeübertragung aufgrund von Strahlung.....	30
3.2.2 Bestimmung der konvektiven Wärmeübertragung.....	30
3.2.3 Isotherme Oberfläche.....	31
3.2.4 Homogene Wärmestromdichte	33
3.3 Instationäre Bewertungsmethodik	35
3.3.1 Quasi-stationärer Betrachtungsansatz.....	36
3.3.2 Bewertung der instationären Wärmeübertragung	38

3.3.3	Thermische Kapazität der Sandwich-Heizelemente	40
3.3.4	Messunsicherheits-Fortpflanzung	42
3.4	Versuchsreihen mit veränderlichen Randbedingungen	42
3.4.1	Zyklische Variationen.....	42
3.4.2	Sprungartige Änderungen mit anschließender Beharrung.....	50
3.5	Schlussfolgerungen zur instationären Wärmeübertragung	54
4	Phänomenologische Betrachtung	55
4.1	Strömungsvisualisierung	55
4.1.1	Versuchsaufbau zur Strömungsvisualisierung.....	55
4.1.2	Strömungsstrukturen	56
4.2	Strömungsgeschwindigkeiten.....	60
4.2.1	Versuchsaufbau zur Messung von Strömungsgeschwindigkeiten .	61
4.2.2	Geschwindigkeits-Fluktuationen	62
4.3	Schlussfolgerungen zu instationären Strömungsstrukturen	65
5	Analytische Prognose der Wärmeübertragung durch instationäre freie Konvektion.....	66
5.1	Physikalische Modellvorstellung.....	66
5.1.1	Potentielle und kinetische Energie der freien Konvektion	66
5.1.2	Zeitliche Entwicklung der Wärmeübertragung durch freie Konvektion	68
5.2	Prognosemodell zur instationären Wärmeübertragung bei zyklischer Variation der Randbedingungen	69
5.2.1	Validierungsmessungen für zyklische Variationen	70
5.2.2	Instationäre Phase bei zyklischen Variationen.....	73
5.2.3	Momentanwerte von zyklischen Variationen	76
5.2.4	Modellanwendung und Prognosegüte für zyklische Variationen..	78
5.3	Prognosemodell zur instationären Wärmeübertragung bei sprungartigen Änderungen mit anschließender Beharrung	80
5.3.1	Validierungsmessungen für sprungartige Änderungen.....	81
5.3.2	Instationäre Phase bei sprungartigen Änderungen.....	83
5.3.3	Momentanwerte von sprungartigen Änderungen	85

5.3.4 Modellanwendung und Prognosegüte für sprungartige Änderungen.....	87
6 Zusammenfassung.....	89
7 Ausblick.....	93
A Anhang.....	95
A.1 Ergebnisse der Validierungsmessungen für zyklische Variationen.....	95
A.2 Ergebnisse der Validierungsmessungen für sprungartige Änderungen.	100
Literatur.....	103