



Marc Hölling (Autor)

Asymptotische Analyse von turbulenten Strömungen bei hohen Rayleigh-Zahlen



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2052>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	v
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Bilanzgleichungen	3
2.2 Boussinesq-Approximation	5
2.3 Logarithmisches Wandgesetz	7
2.3.1 Wandschicht	8
2.3.2 Außenschicht	9
2.3.3 Überlappungsschicht	10
2.3.4 Viskose Unterschicht	11
2.3.5 Messdaten	11
2.4 Temperaturprofil der erzwungenen Konvektion	12
2.5 Wandfunktionen	13
3 Natürliche Konvektion an vertikalen Wänden	15
3.1 Temperaturprofil	19
3.1.1 Wandschicht	21
3.1.2 Außenschicht	22
3.1.3 Überlappungsschicht	22
3.1.4 Viskose Unterschicht	23
3.1.5 Vergleich mit Messdaten	23
3.2 Nusselt-Beziehung	30
3.2.1 Vertikaler Kanal	30
3.2.2 Beheizte vertikale Wand	31
3.3 Geschwindigkeitsprofil	32
3.3.1 Geschwindigkeitsprofil in der viskosen Unterschicht	33

3.3.2	Geschwindigkeitsprofil in der Überlappungsschicht	34
3.3.3	Vergleich mit Messdaten	36
3.4	Wandfunktionen von George und Capp	40
3.4.1	Temperaturprofil	41
3.4.2	Geschwindigkeitsprofil	43
3.5	Blending für die Buffer Layer	44
4	Implementierung der Wandfunktionen	47
4.1	FLUENT-Ergebnisse für die natürliche Konvektion	48
4.2	k -Gleichung zur Turbulenzmodellierung	51
4.2.1	Turbulenzproduktion durch Auftrieb	53
4.2.2	Generalized Gradient Diffusion Hypothesis (GGDH)	53
4.3	Implementierung der neuen Wandfunktionen	54
4.3.1	Universelle Profile	56
4.3.2	Temperatur-Wandfunktion	56
4.3.3	Geschwindigkeits-Wandfunktion	58
4.3.4	Randbedingungen für das Turbulenzmodell	60
4.4	Ergebnisse	60
4.4.1	Vergleich mit DNS-Daten	61
4.4.2	Vergleich von Turbulenzgrößen	62
5	Rayleigh-Bénard Konvektion	67
5.1	Temperaturprofil	69
5.1.1	Überlappungsschicht	72
5.1.2	Viskose Unterschicht	73
5.1.3	Vergleich mit Messdaten	73
5.1.4	Blending	76
5.2	Nußelt-Rayleigh Beziehung	76
5.2.1	Explizite Näherungslösung	77
5.2.2	Vergleich mit Messdaten	79
5.2.3	Theorie von Grossmann und Lohse	83
5.3	Validierung anhand weiterer Datensätze	86
5.3.1	Ilmenauer Fass	86
5.3.1.1	Strahlungseinfluss	88
5.3.1.2	Auswertung der Messdaten	90
5.3.2	Ergebnisse der Arbeitsgruppe Ahlers	95
5.4	Einfluss der Oberflächenrauheit	97

6	Gemischte Konvektion an vertikalen Wänden	101
6.1	Vertikale beheizte Couette-Strömung	103
6.2	Blending-Parameter	104
6.2.1	Umschreiben des Temperaturprofils	106
6.3	Besonderheiten der gemischten Konvektion	108
7	Zusammenfassung und Ausblick	111
7.1	Zusammenfassung	111
7.2	Ausblick	114
A	Entdimensionierung der Impulsbilanz	115
B	Variable Stoffwerte	117
B.1	Temperaturprofil in der viskosen Unterschicht	118
B.2	Geschwindigkeitsprofil in der viskosen Unterschicht	119
C	Bilanzgleichungen des CFD-Codes	121
D	Abschätzung der Dicke der viskosen Unterschicht	123
E	Blending-Parameter für die gemischte Konvektion	125
	Literaturverzeichnis	127
	Abbildungsverzeichnis	133
	Tabellenverzeichnis	134