

Inhaltsverzeichnis

Abbildungen	III
Tabellen	VI
Symbole	VII
1 Einleitung und Problemstellung	1
2 Grundlagen der Berechnung von Labyrinthdichtungen in Turbomaschinen	9
2.1 Funktionsprinzip und Durchflussverhalten	11
2.2 Integrale Korrelationen	21
2.3 Bulk-Flow Modelle	25
2.4 Numerische Strömungssimulation	36
3 Zielsetzung und Vorgehensweise	40
4 Dimensionsanalyse und Skalierung	42
4.1 Definition der Einflussgrößen	43
4.2 Ableitung der dimensionslosen Kennzahlen	45
4.3 Bewertung durch numerische Strömungssimulation	47
4.3.1 Skalierung des Durchflussverhaltens	48
4.3.2 Skalierung der Totaltemperaturänderung und des Drallverlaufs	50
4.4 Zusammenfassung	55
5 Versuchsaufbau und Messtechnik	56
5.1 Labyrinthgeometrie und Betriebsparameter	58
5.2 Versuchsaufbau	59
5.2.1 Versuchsanordnung	60
5.2.2 Auslegung der Rotorscheibe	63
5.2.3 Konzeption des Drallerzeugers	65
5.3 Messtechnik	66
5.3.1 Instrumentierung der Versuchsanlage	66
5.3.2 Strömungssonden	68
5.3.3 Laser-Doppler-Anemometrie	69

6 Validierung der numerischen Strömungssimulation	73
6.1 Beschreibung des numerischen Modells	73
6.1.1 Automatisierte Gittergenerierung	75
6.1.2 Gitterunabhängigkeitsstudie	76
6.1.3 Modellierung von Honigwabenanstreifbelägen	78
6.2 Durchflussverhalten	85
6.3 Drallverlauf	86
6.4 Totaltemperaturerhöhung und Reibmoment	91
6.5 Zusammenfassung	92
7 Entwicklung von analytischen Berechnungsansätzen	93
7.1 Integrale Betrachtung	93
7.1.1 Gleichgewichtsdrall	94
7.1.2 Drallverlauf	98
7.1.3 Totaltemperaturerhöhung	99
7.2 Bulk-Flow Modell	103
7.2.1 Durchflussverhalten	104
7.2.2 Drallverlauf	124
7.2.3 Totaltemperaturänderung	128
8 Zusammenfassung	131
Literatur	135
Anhang	159
A.1 Herleitung einer Skalierungsvorschrift für das Durchflussverhalten	159
A.2 Analogie von Geschwindigkeitsverhältnis $\omega R/c_{ax}$ und Umfangsmachzahl M_{tan}	161
A.3 Korrelationen für das Bulk-Flow Modell	164
A.3.1 Reibungsbeiwerte im Einlauf von Rohrströmungen (Scholz, 1960) . .	164
A.3.2 Durchflussverhalten von Düsen und Blenden (Parker & Kercher, 1991)	165