

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xvii
Nomenklatur	xix
1 Einleitung	1
1.1 Die Rolle der Gasturbine im Rahmen der Energiewende	3
1.1.1 Spezifische Anforderungen an den Gasturbinenverdichter . . .	5
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	7
2 Grundlagen und Stand der Wissenschaft	9
2.1 Funktionsweise des transsonischen Axialverdichters	9
2.1.1 Verdichterkennfeld	13
2.1.2 Passagenströmung und Sekundärströmungseffekte	16
2.2 Stabilitätsverhalten	19
2.2.1 Rotierender Strömungsabriss	20
2.2.2 Beginn des Strömungszusammenbruchs	21
2.2.3 Verdichterpumpen	23
2.3 Einlaufstörungen	25
2.3.1 Klassifizierung der Störungsarten	26
2.3.2 Methoden zur Untersuchung des Störungseinflusses auf das Verdichterverhalten	30
2.4 Zusammenfassung und Einordnung der vorliegenden Arbeit	38
3 Versuchsaufbau und Auswertemethodiken	41
3.1 Transsonischer Verdichterprüfstand	41
3.1.1 Prüfstandskonfigurationen	43
3.2 Versuchsdurchführung und Messtechnik	45
3.2.1 Erweiterung der Messverfahren	47
3.2.2 Stationäre Messtechnik	48
3.2.3 Instationäre Messtechnik	51
3.3 Kenngrößenberechnung	56

ix

3.4	Numerische Strömungssimulation	59
4	Ergebnisse – Stationäre Betriebspunkte	63
4.1	Experimentelle Untersuchung der Referenzkonfiguration	63
4.1.1	Verdichtereintritt	64
4.1.2	Stufenaustritt	64
4.1.3	Rotorebene	67
4.1.4	Ergebnisse der experimentellen Untersuchung der Referenz- konfiguration	71
4.2	Experimentelle Untersuchung der Ansaughauskonfiguration	71
4.2.1	Charakterisierung der Einlaufstörung	72
4.2.2	Globaler Einfluss der Einlaufstörung auf das Verdichter kennfeld	76
4.2.3	Stufenaustritt	78
4.2.4	Rotorebene	85
4.2.5	Ergebnisse der experimentellen Untersuchung der Ansaug- hauskonfiguration	92
4.3	Numerische Untersuchung der Interaktion von Einlaufstörung und Verdichter	94
4.3.1	Validierung mit experimentellen Daten	94
4.3.2	Einfluss des VIGVs auf die Störungsausbreitung	97
4.3.3	Axiale Störungsausbreitung durch den Verdichter	99
4.3.4	Ergebnisse der numerischen Untersuchungen von Referenz- und Ansaughauskonfiguration	106
5	Ergebnisse – Transientes Betriebsverhalten	109
5.1	Beginn des aerodynamischen Versagensprozesses	109
5.1.1	Einfluss der Zuströmung auf die Störungsentstehung und -ausbreitung	110
5.1.2	Störungstopologie und strömungsmechanische Ursachen . . .	117
5.1.3	Ergebnisse der Untersuchung des Versagensprozesses	119
5.2	Betriebsverhalten nach Überschreitung der Stabilitätsgrenze	120
5.2.1	Einfluss der Zuströmkonfiguration auf die Variation der Stall- varianten	121
5.2.2	Einfluss der Zuströmkonfiguration auf das Verdichterpumpen	123
5.2.3	Ergebnisse der Untersuchung des Betriebsverhaltens nach Überschreitung der Stabilitätsgrenze	126
6	Zusammenfassung und Ausblick	127
6.1	Zusammenfassung	127
6.2	Ausblick	129

