

Inhaltsverzeichnis:

1	Motivation und Einleitung.....	1
1.1	Energiewirtschaftlicher und technischer Hintergrund	1
1.2	Gasturbinenverbrennung unter realen Betriebsbedingungen	3
1.3	Ziele und Vorgehensweise	5
2	Allgemeine Grundlagen	7
2.1	Turbulente Drehströmungen.....	7
2.1.1	Grundlagen drallbehafteter Strömungen.....	7
2.1.2	Grundlagen turbulenter Strömungen.....	11
2.2	Klassifizierung technischer Schwingungssysteme	15
2.3	Grundlagen technischer Verbrennung.....	20
2.3.1	Feuerungstechnische Kenngrößen	20
2.3.2	Laminare Brenngeschwindigkeit	22
2.3.3	Turbulente Brenngeschwindigkeit	23
2.3.4	Einfluss der Betriebsparameter auf die Brenngeschwindigkeit von Vormischflammen	26
3	Periodische Verbrennungsinstabilitäten.....	29
3.1	Rückkopplung im Wirkungskreis Brenner- Flamme- Brennkammer.....	29
3.2	Die Brennkammer als Resonator.....	32
3.2.1	Akustische $\frac{1}{4}$ - und $\frac{1}{2}$ - Wellen - Resonatoren.....	32
3.2.2	Übertragungsverhalten von Helmholtz-Resonatoren	41
3.3	Bedeutung des Brennerplenums im Rückkopplungskreis Brenner – Flamme – Brennkammer.....	51
3.4	Die Flamme im Rückkopplungskreis des Verbrennungssystems	52
3.4.1	Periodisch instationäre Verbrennungsprozesse	52
3.4.2	Flammenfrequenzgänge und das Modell des idealen Totzeitgliedes.....	57
3.4.3	Skalierbarkeit periodischer Verbrennungsinstabilitäten.....	64

4	Versuchsaufbauten und - durchführungen.....	71
4.1	Zielsetzung der Experimente	71
4.2	Versuchsaufbauten.....	72
4.2.1	Versuchsaufbau zur Erfassung von Flammenfrequenzgängen unter atmosphärischen Druckbedingungen.....	72
4.2.2	Versuchsaufbau zur Identifizierung der Resonanzcharakteristik der Hochdruckbrennkammer unter Druck	77
4.2.3	Versuchsaufbau zur Untersuchung der Schwingungsneigung von pilotierten Vormischdrallflammen unter erhöhtem Betriebsdruck.....	80
4.3	Versuchsdurchführung und eingesetzte Messtechniken.....	82
4.3.1	Messung stationärer Betriebsgrößen	83
4.3.2	Messung instationärer Betriebsgrößen	83
4.3.3	Messaufbau und Durchführung der Experimente zur Ermittlung von Flammenfrequenzgängen und Stabilitätsgrenzen bezüglich periodischer Verbrennungsschwingungen.....	86
4.3.4	Messaufbau und Durchführung der Experimente zur Identifizierung der Resonanzcharakteristik der Hochdruckbrennkammer unter Druck	88
5	Messungen und Ergebnisse	91
5.1	Resonanzcharakteristiken der Hochdruck-Brennkammer	91
5.2	Dynamische Eigenschaften von Vormischflammen in Abhängigkeit relevanter Betriebsparameter	94
5.2.1	Allgemeine Verläufe von Flammenfrequenzgängen am Beispiel der Variation der mittleren thermischen Leistung	94
5.2.2	Überprüfung der Skalierungsgesetze anhand experimenteller Daten	98
5.2.3	Flammenfrequenzgänge unter Variation des mittleren Betriebsdruckes	103
5.3	Stabilitätsgrenzen in Abhängigkeit des mittleren Betriebsdruckes	107
6	Zusammenfassung und Fazit.....	111
7	Nomenklatur.....	115
8	Abbildungsverzeichnis	119
9	Literaturverzeichnis	125
10	Anhang.....	135