

## Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
1.1 Technischer Hintergrund zu der Aufgabenstellung	1
1.2 Begriffsklärungen und Erläuterung des Phänomens selbsterregter akustischer Schwingungen	2
1.3 Zielsetzung und Konzeption dieser Arbeit	3
2. Literaturübersicht	5
2.1 Untersuchungen zum Stabilitätsverhalten von Feuerungsanlagen	6
2.2 Untersuchungen zum dynamischen Flammenverhalten	7
3. Akustische Modellentwicklung zur Berechnung des Stabilitätsverhaltens einer Brennkammer	13
3.1 Akustische Grundlagen	13
3.1.1 Die Leitungsgleichungen	16
3.1.2 Berücksichtigung von Verlusten durch Dissipation in Rohrleitungen	19
3.2 Beschreibung des dynamischen Flammenverhaltens	23
3.3 Die Vierpoltheorie in der Akustik	29
3.3.1 Analytische Gleichungen zur Beschreibung einfacher akustischer Übertragungstrecken	30
3.3.2 Abschlußbedingungen	33
3.4 Stabilitätskriterien	37
3.4.1 Das Rayleigh-Kriterium	37
3.4.2 Regelungstechnischer Ansatz	38
3.4.3 Eigenwertanalyse und Deutung komplexer Frequenzen	38
3.4.4 Eine neue Methode zur akustischen Stabilitätsanalyse mit Hilfe des Nyquist-Kriteriums	40
4. Anwendung des Modells auf das Rijke-Rohr	43
4.1 Das Rijke-Phänomen	43
4.1.1 Thermoakustische Eigenschaften des Heizgitters	44
4.2 Berechnung des Stabilitätsverhaltens und Vergleich mit Ergebnissen aus der Literatur	47
5. Stabilitätsuntersuchungen an einem Versuchsbrenner	58
5.1 Versuchskonzeption	58
5.1.1 Aufbau des Versuchstandes	59

**Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)**

	<u>Seite</u>	
5.1.2	Systematik der Versuche	65
5.2	Darstellung der experimentellen Ergebnisse	66
5.2.1	Beschreibung der typischen Brenneigenschaften	66
5.2.2	Veränderungen der Flammrohrgeometrie	69
5.2.3	Veränderung des Zuströmgehäuses	74
5.3	Anwendung des akustischen Modells auf den Versuchsbrenner	78
5.3.1	Modellierung des Versuchsbrenners	78
5.3.2	Vergleich von experimentellen und rechnerischen Ergebnissen	80
5.3.3	Einfluß des Flammenfrequenzgangs	92
6.	Ein Finite-Elemente-Programm zur mehrdimensionalen Berechnung der Schallausbreitung	97
6.1	Beschreibung des Algorithmus	98
6.2	Darstellung der Ergebnisse	106
7.	Numerische Simulation des dynamischen Flammenverhaltens	111
7.1	Erhaltungsgleichungen zur Beschreibung von Verbrennungsvorgängen	112
7.2	Verbrennungsmodell	118
7.3	Bestimmung des Frequenzgangs durch Transformation in den Frequenzbereich	121
7.4	Darstellung und Bewertung der Ergebnisse	126
7.4.1	Stationäre Rechnung	126
7.4.2	Instationäre Rechnung	127
7.4.3	Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick auf weiterführende Arbeiten	132
8.	Zusammenfassung und Ausblick auf weiterführende Forschungsarbeiten	134
9.	Anhang	137
	Anhang 1: Vergleich der komplexen Schreibweise für akustische Größen mit der Darstellung durch trigonometrische Funktionen	137
	Anhang 2: Ausformulierung der FEM-Gleichungen für ein finites Element	139
10.	Literaturverzeichnis	142