

## Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen .....	6
Abkürzungen .....	7
Abstract .....	8
1. Einleitung .....	10
1. 1. Hintergrund und Problemstellung .....	10
1. 2. Auswirkungen verursacht durch Alkalikomponenten im Feuerungsprozess .....	11
1. 2. 1. Verschmutzung und Verschlackung .....	12
1. 2. 2. Hochtemperaturkorrosion .....	13
1. 2. 3. Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen .....	15
1. 2. 4. Einwirkung der Alkalikomponenten auf DeNOx Katalysatoren .....	16
1. 2. 5. Kombikraftwerksprozess auf Kohlebasis .....	17
1. 2. 6. Wirbelschicht – Bettmaterialagglomeration .....	19
2. Zielsetzung .....	21
3. Stand des Wissens .....	24
3. 1. Alkaliverbindungen in festen, fossilen Brennstoffen .....	24
3. 1. 1. Herkunft .....	24
3. 1. 2. Eigenschaften .....	26
3. 2. Freisetzungs- und Einbindungsverhalten unter Feuerungsbedingungen .....	27
3. 3. Thermodynamische Gleichgewichtsberechnungen zum Verhalten von Alkalikomponenten im Rauchgas .....	32
3. 4. Messmethoden zur Erfassung von Alkaliverbindungen im Verbrennungsprozess .....	33
3. 4. 1. Off-line Messverfahren .....	34
3. 4. 2. On-line Messverfahren .....	35
3. 5. Alkalimessungen in industriellen Feuerungsanlagen .....	38
3. 6. Fazit .....	41
4. Methoden, Versuchsprogramm, -aufbau und -durchführung .....	42
4. 1. Labortechnische Methoden .....	42
4. 1. 1. Brennstoffcharakterisierung und -ergebnisse .....	42
4. 1. 2. Beschreibung und Durchführung der sequentiellen Extraktion .....	45
4. 2. Theoretische Methoden .....	47
4. 2. 1. Beschreibung und Durchführung der Thermodynamischen Gleichgewichtsberechnungen .....	47
4. 3. Versuchseinrichtungen .....	53
4. 3. 1. Beschreibung des Verbrennungsreaktors und Versuchsdurchführung .....	53
4. 3. 2. Durchführung der Verbrennungsversuche .....	55
4. 3. 3. Beschreibung und Betrieb des Gasgenerators .....	59
4. 3. 4. Beschreibung der ELIF Messtechnik zur Erfassung gasförmiger Alkalien .....	61
5. Ergebnisse .....	67
5. 1. Sequentielle Extraktion .....	67

5. 2. Verbrennungsversuche .....	68
5. 2. 1. Variation der Feuerungsparameter .....	68
5. 2. 1. 1. Steinkohle – Einfluss der Temperatur .....	69
5. 2. 1. 2. Steinkohle – Einfluss der Verweilzeit .....	72
5. 2. 1. 3. Steinkohle – Einfluss der Luftzahl .....	74
5. 2. 1. 4. Braunkohle – Einfluss der Temperatur .....	75
5. 2. 1. 5. Braunkohle – Einfluss der Verweilzeit .....	76
5. 2. 1. 6. Braunkohle – Einfluss der Luftzahl .....	77
5. 2. 1. 7. Fazit aus der Variation der Feuerungsparameter .....	77
5. 2. 2. Variation der Brennstoffzusammensetzung .....	78
5. 2. 2. 1. Steinkohle – Einfluss der Tonerde .....	78
5. 2. 2. 2. Steinkohle – Einfluss der Natriumacetatzugabe .....	80
5. 2. 2. 3. Fazit aus der Variation der Brennstoffzusammensetzung .....	81
5. 2. 3. Variation der Gasphasenzusammensetzung .....	82
5. 2. 3. 1. Steinkohle – Einfluss des Chlors .....	82
5. 2. 3. 2. Steinkohle – Einfluss des Schwefels .....	83
5. 2. 3. 3. Steinkohle – Einfluss des Wasserdampfs .....	85
5. 2. 3. 4. Steinkohle – Gemeinsame Dosierung HCl, SO <sub>2</sub> und H <sub>2</sub> O .....	86
5. 2. 3. 5. Fazit aus der Variation der Gasphasenzusammensetzung .....	88
5. 3. Thermodynamische Gleichgewichtsberechnungen .....	90
5. 3. 1. Dampfdruckkurven ausgewählter Verbindungen .....	90
5. 3. 2. Kalium- und Natriumbilanz .....	91
5. 3. 2. 1. Einfluss der Temperatur .....	92
5. 3. 2. 2. Einfluss der Luftzahl .....	94
5. 3. 2. 3. Braunkohle .....	95
5. 3. 2. 4. Einfluss der Brennstoffzusammensetzung - Tonerde .....	95
5. 3. 2. 5. Einfluss der Brennstoffzusammensetzung – Natriumacetat .....	96
5. 3. 2. 6. Einfluss des Chlors .....	96
5. 3. 2. 7. Einfluss des Schwefels .....	97
5. 3. 2. 8. Einfluss des Wasserdampfs .....	97
5. 3. 2. 9. Fazit aus der thermodynamischen Gleichgewichtsberechnung .....	97
5. 4. Vergleich der Ergebnisse der Extraktion, Versuch und Berechnung .....	98
5. 4. 1. Steinkohle .....	99
5. 4. 2. Braunkohle .....	101
5. 5. Anwendungsorientierte Interpretation .....	102
5. 6. Fehlerbetrachtung .....	103
6. Zusammenfassung .....	105
7. Ausblick .....	109
8. Literatur .....	111
Anhang .....	118

A 1. Speziesauswahl der thermodynamischen Gleichgewichtsberechnung.....	118
A 2. ELIF Messdaten der gasförmigen Alkalimetallkonzentrationen. Mittelwerte und Standardabweichungen.....	119
A 2. 1. Steinkohle.....	119
A 2. 2. Braunkohle .....	119
A 2. 3. Steinkohle + Tonerde .....	120
A 2. 4. Steinkohle + Natriumacetat .....	120
A 2. 5. Steinkohle + Gasphasenmodifikation.....	121
A 3. Zusammensetzung der Brennstoffmischungen .....	122
A 4. Thermodynamische Gleichgewichtsberechnung K und Na Bilanzen .....	123
A 5. Thermodynamisches Gleichgewicht; Berechnete Werte.....	125