

Inhaltsverzeichnis

i	Formelzeichen	VIII
1	Einleitung	1
1.1	Ziel der Arbeit	2
2	Problemstellung und Motivation	3
2.1	Unterschiede zwischen ZAWSF und Staubfeuerung	3
2.2	Kohleverbrennung in der Wirbelschicht – Überblick über bisherige Arbeiten	4
2.3	Wirbelschichtmodelle in der Literatur	9
2.3.1	Das Modell von Rajan und Wen	13
2.3.2	Das IEA-FBC-Modell	16
2.3.3	Das ZAWSF-Modell von Weiß	18
2.3.4	Das 1-dimensionale ZAWSF-Modell von Wang	19
2.3.5	Das 1-dimensionale ZAWSF-Modell von Azevedo und Saraiva . . .	24
2.4	Mehrdimensionale Modelle	26
3	Kohleabbrand in ZAWSF	28
3.1	Chemische Reaktionskinetik	30
3.2	Energiebilanz einer Einzelpartikel	35
3.3	Partikelrocknung	39
3.4	Pyrolyse	42
3.4.1	Ein-Schritt-Pyrolyse	47
3.4.2	2-Schritt-Pyrolyse	49
3.4.3	Multireaktionsmodelle	50
3.4.4	Mehrkomponentenmodelle	51
3.5	Koksabbrand	59
3.6	Abbrand einer Kohlepartikel	67
3.7	Der Flüchtigenabbrand	73
3.7.1	Globalmodelle	73

3.7.2	Elementarreaktionsmodelle	75
3.7.2.1	Reaktionsmechanismus für den Methan- und Ethan-Abbau	76
3.7.2.2	Das vereinfachte Modell nach Warnatz/Smoot	79
3.7.2.3	Das Modell nach Peters	86
3.7.2.4	Reduktion von Elementarreaktionsmodellen auf Globalansätze	95
3.8	Implementierung von Elementarreaktionsmodellen in ein 3D-Strömungsprogramm	97
4	3-dimensionale Simulation turbulenter zweiphasiger Strömungen	98
4.1	Euler- und Lagrange-Darstellung der Bilanzgleichungen	99
4.2	Die grundlegenden Bilanzgleichungen	101
4.2.1	Die Massenbilanz	102
4.2.2	Die Impulsbilanz	103
4.2.3	Die Energiebilanz	106
4.2.4	Komponentenbilanz	107
4.3	Turbulenzmodelle	109
4.4	System der Bilanzgleichungen	112
4.5	Modellierung der Zweiphasenströmung einer ZAWSF	113
4.6	Das 3-dimensionale Feuerraummodell FLOREAN	114
4.6.1	Diskretisierung der Transportgleichungen	114
4.7	Anwendung des Modelles FLOREAN auf stark feststoffbeladene Strömungen	119
4.8	Das Abbrand-Postprocessing	121
5	Simulationsergebnisse	123
5.1	Simulation einer ZAWSF-Versuchsanlage	123
5.1.1	Die ZAWSF-Versuchsanlage Niederaussem	123
5.1.2	Die Versuchsergebnisse	127
5.1.3	Simulation der Versuche	131
5.1.3.1	Rheinische Braunkohle	132
5.1.3.2	Fehlerabschätzung der Referenzversuche	138
5.1.3.3	Griechische Braunkohle	140
5.2	Simulation einer Kohlenstaubflamme	141
5.3	Bewertung der Ergebnisse	146

6 Zusammenfassung

148

Literaturverzeichnis

150