

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die zirkulierende Wirbelschichtfeuerung	4
2.1	Allgemeines	4
2.2	System Ahlström Pyroflow	4
2.3	System Lurgi	6
2.4	System Babcock	6
2.5	System Studsvik	7
2.6	System Battelle/MSFB	7
3	Grundlagen und Stand der Forschung	9
3.1	Simulationsmodelle für ZWSF	9
3.1.1	Allgemeines zur Modellbildung	9
3.1.2	Überblick über die zur Zeit bekannten ZWSF - Simulationsmodelle	12
3.2	Gas-/Feststoff-Strömung	16
3.2.1	Allgemeines	16
3.2.2	Strömungsstruktur in zirkulierenden Wirbelschichten	17
3.2.3	Modellansätze für die Gas-/Feststoffströmung in ZWSF	19
3.3	Berechnung von Abscheidezyklonen	20
3.4	Wärmeübergang	23
3.4.1	Heizflächenarten in ZWSF-Systemen	23
3.4.2	Berechnungsmodelle	24
3.5	Kohleverbrennung	26
3.5.1	Aufwärmung	27
3.5.2	Trocknung	28
3.5.3	Entgasung (Pyrolyse)	28
3.5.4	Restkoksverbrennung	32
3.5.5	Modellierung des Abriebes an Kokspartikeln	36
3.6	Feststoffhaushalt	37
3.7	Schadstoffbildung und -Rückhaltung	40
3.7.1	Kohlenmonoxid	40

3.7.2	Stickoxide	41
3.8	Schwefeldioxid	41
4	Das Simulationsmodell	46
4.1	Programmstruktur	46
4.2	Verbrennungsrechnung	48
4.3	Modellierung der Feststoffverteilung	50
4.4	Modellierung des Feststoffhaushaltes	55
4.5	Modellierung der Wärmetechnik	58
4.5.1	Berechnung des Wärmeüberganges	59
4.5.2	Wärmefreisetzung zufolge chemischer Reaktionen in einer Bilanzzelle	62
4.5.3	Formulierung der Energiebilanzen	65
4.5.4	Berücksichtigung von Temperaturinhomogenitäten über den Querschnitt	75
4.6	Modellierung von Trocknung und Flüchtigenverbrennung	77
4.7	Modellierung der Koksverbrennung	83
4.7.1	Abbrandmodellierung eines einzelnen Kokspartikels	83
4.7.2	Modellannahmen	85
4.7.3	Modellierung der verschiedenen Abscheider	88
4.7.4	Abbrandmodul	90
4.8	Vorschlag für die Einbindung eines Entschwefelungsmodelles	94
4.9	Gas-Massenbilanzen	100
4.9.1	Gesamt-Gasmassenbilanz für eine Zelle j :	100
4.9.2	O_2 -Massenbilanz für eine Zelle j :	100
4.9.3	N_2 -Massenbilanz für eine Zelle j :	101
4.9.4	CO_2 -Massenbilanz für eine Zelle j :	101
4.9.5	CO -Massenbilanz für eine Zelle j :	102
4.9.6	SO_2 -Massenbilanz für eine Zelle j :	102
4.9.7	H_2O -Massenbilanz für eine Zelle j :	102

5	Simulationsergebnisse und Parameterstudien	103
5.1	Laststudie einer Anlage nach dem Ahlström-Prinzip :	103
5.1.1	Vollast-Rechnung	104
5.1.2	Teillast-Rechnung	108
5.2	Laststudie einer Anlage nach dem Lurgi-Prinzip	109
5.3	Änderung des Einsatzbrennstoffes in der Ahlström-Anlage	111
5.4	Einfluß der Brennstoffkörnung, Primär- bzw. Sekundärfragmentierung	112
5.5	Einfluß der Pyrolyse-Kinetik	113
5.6	Einfluß der Koks-Reaktivität	113
5.7	Einfluß des Temperaturniveaus auf den Feuerungsverlust	114
5.8	Zyklonkongometrie, Zyklonzahl, Asche-Aufteilung und Flugascherezirkulation	114
5.9	Aschesichter	115
5.10	Körnung des Feststoffinventars	115
5.11	Luftstufung	116
5.12	Einfluß der Kern/Ring-Struktur auf den Koksabbrand	117
5.13	Diskussion der Ergebnisse	118
6	Literaturverzeichnis	120