

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Aufgabenstellung	1
2. Stand des Wissens	5
2.1 Bisherige Arbeiten zur Direkteinkopplung konzentrierter Solarstrahlung in Gas-Partikel-Gemische	5
2.2 Strömungsmechanik zirkulierender Wirbelschichten	9
2.3 Strahlungstransport in Gas-Partikel-Gemischen	17
3. Versuchsanlagen, Versuchsgüter und Meßtechnik	21
3.1 Versuchsanlagen	21
3.1.1 Solarkonzentrator (Fix-Focus)	21
3.1.2 Wirbelschicht-Testanlage (TERZ)	24
3.2 Versuchsgut	28
3.3 Meßtechnik	30
3.3.1 Gas-Durchfluß	30
3.3.2 Externer Partikelmassenstrom	30
3.3.3 Druck und axiale Feststoffverteilung	32
3.3.4 Temperatur	34
3.3.5 Lokale Feststoffkonzentration	37
3.3.6 Solare Strahlung	38
3.3.7 Meßdatenerfassung	39
3.4 Besonderheiten der Versuchsdurchführung	40
4. Versuchsergebnisse	41
4.1 Strömungsmechanisches Verhalten	41
4.2 Temperaturverteilung in der bestrahlten Wirbelschicht	49
4.2.1 Hauptbrennfleck-Versuche	49
4.2.2 Nebenbrennfleck-Versuche	57
4.3 Verteilung der konzentrierten Solarstrahlung	60
5. Modellbildung strahlungsbeheizter zirkulierender Wirbelschichten	63
5.1 Modellierungskonzept und Modellstruktur	63
5.2 Modell der Strömungsstruktur	65
5.3 Berechnung des Wärmeübergangs Partikel-Gas	71
5.4 Energiebilanzen der Wirbelschicht	76
5.5 Energiebilanzen der Wand und des Aperturfensters	80
5.6 Strahlungstransportmodelle	82
5.6.1 Berechnung der Eingangsverteilung der konzentrierten Solarstrahlung	82

5.6.2	Transport der konzentrierten Solarstrahlung in der zirkulierenden Wirbelschicht	83
5.6.3	Transport der Wärmestrahlung in der zirkulierenden Wirbelschicht	87
5.7	Numerische Lösung der Modellgleichungen	91
6.	Anwendung des Modells auf die durchgeführten Versuche	93
6.1	Ermittlung der offenen Modellparameter	93
6.1.1	Wärmeverlustkoeffizienten	95
6.1.2	Dispersionskoeffizienten	95
6.1.3	Parameter für den Stoffaustausch zwischen dichter und dünner Phase	98
6.2	Berechnungen für Nebenbrennfleck-Versuche	103
6.3	Berechnungen für Hauptbrennfleck-Versuche	114
7.	Modellrechnungen für hohe Temperaturen	117
7.1	Modellparameter bei hohen Temperaturen	117
7.2	Parameterstudie	119
7.3	Schlußfolgerungen aus der Parameterstudie	133
8.	Zusammenfassung	136
9.	Anhang	139
9.1	Gemessene Feststoff-Konzentrationsprofile (faseroptische Messungen, Ergänzung zu Kapitel 4.1)	140
9.2	Gemessene Temperaturverteilungen bei Hauptbrennfleck-Versuchen (Ergänzung zu Kapitel 4.2)	143
9.3	Herleitung der Bestimmungsgleichungen (5.20) und (5.21) für den Wärmeübergang Partikel-Gas (Ergänzung zu Kapitel 5.3)	145
9.4	Herleitung der Energiebilanzen der Kopfzone der Wirbelschicht (Ergänzung zu Kapitel 5.4)	147
9.5	Parameterwerte für die Simulationsrechnungen	150
9.5.1	Berechnungen für Nebenbrennfleck-Versuche (Ergänzung zu Kapitel 6.2)	150
9.5.2	Berechnungen für Hauptbrennfleck-Versuche (Ergänzung zu Kapitel 6.3)	151
9.5.3	Hochtemperatur-Berechnungen (Ergänzung zu Kapitel 7)	152
10.	Literaturverzeichnis	153