Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Formelzeichen	iii
1 Einleitung und Zielsetzung	1
2 Grundlagen der Bildungs- und Wachstumsprozesse von Partikeln	5
2.1 Homogene Keimbildung, Kondensation und Verdunstung	9
2.1.1 Thermodynamische Grundlagen der homogenen Keimbildung	9
2.1.2 Klassische und selbstkonsistente klassische Keimbildungstheorien . . .	11
2.1.3 Chemische Reaktionskinetik	15
2.1.4 Kondensation und Verdunstung	16
2.1.5 Größenabhängige Oberflächenspannung und größenabhängiger Gleichgewichtsdruck	16
2.2 Koagulation und Oberflächenwachstum	18
2.2.1 Partikelkoagulation	18
2.2.2 Oberflächenwachstum	20
2.3 Koaleszenz	21
2.3.1 Thermodynamische Grundlage	21
2.3.2 Koaleszenzmechanismen und Skalengesetze	22
2.3.3 Phänomenologisches Wachstumsmodell	26
2.4 Transport	26
3 Aerosoldynamische Modelle und deren numerische Lösung	28
3.1 Populationsbilanzen zur Lösung von Verteilungsfunktionen	28
3.2 Charakteristische Zeiten und dimensionslose Kennzahlen	31
3.3 Aerosoldynamische Modelle mit Hauptaugenmerk	33
3.3.1 Sektionales Modell	33
3.3.2 Monodisperses Modell	38
3.4 Andere aerosoldynamische Modelle	39
3.4.1 Diskret-Sektionales Modell	39
3.4.2 Momentenmodell	40
3.5 Numerische Lösung der Gleichungssysteme	41
4 Bildung von Eisen-Nanopartikeln in einem Stoßwellenreaktor	43
4.1 Kurzdarstellung der experimentellen Methoden	43
4.2 Ergebnisse der Eisenatom-Konzentrations- und Partikelgrößenmessungen . .	45
4.3 Verifizierung der Eisen-Konzentrationsmessungen mit dem sektionalen und monodispersen Modell	46
4.3.1 Sektionales Modell	46

4.3.2	Monodisperses Modell	48
4.4	Verifizierung der Partikelgrößenmessungen mit dem sektionalen und monodispersen Modell	55
4.5	Extrapolation des monodispersen Modells für Bedingungen $T > 1100$ K . . .	59
5	Bildung von Eisen-Nanopartikeln in einem wandbeheizten Rohrreaktor	64
5.1	Kurzdarstellung der experimentellen Methoden	64
5.2	Ergebnisse der Partikelgrößenmessungen	65
5.3	Der Einfluss von Prozessparametern auf die Gas- und Partikelphase	66
5.3.1	Geschwindigkeit, Temperatur und Reaktionsrate	70
5.3.2	Berechnete Partikelparameter laut vereinfachtem sektionalem Modell	73
5.4	Vergleich mit experimentellen Ergebnissen	77
5.5	Überprüfung der Modellannahmen	85
5.5.1	Vergleich von Aerosolmodellen	85
5.5.2	Untersuchungen zur Partikelentstehung	93
5.5.3	Untersuchungen zum Partikelwachstum	97
6	Bildung von Eisen-Nanopartikeln in einem Mikrowellen-Plasmareaktor	107
6.1	Experimenteller Aufbau	108
6.2	Strömungsmodell und Partikelprozesse	108
6.3	Vergleich mit experimentellen Ergebnissen	112
7	Zusammenfassung und Ausblick	118
A	Anhang	121
A.1	Dimensionslose Darstellung des sektionalen Modells	121
A.2	Berechnung des repräsentativen Partikelvolumens einer Sektion	122
A.3	Partikelwachstum durch Koagulation	122
A.4	Weitere Gleichungen	123
A.5	Stoffdaten	124
A.5.1	Eisen	124
A.5.2	Aerosol	126
A.5.3	Vereinfachte Aerosoldaten	127
A.5.4	Reaktor	128
A.6	Wichtige Randbedingungen	130
A.6.1	Wandbeheizter Rohrreaktor	130
A.6.2	Mikrowellen-Plasmareaktor	132
	Literaturverzeichnis	133