



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zielsetzung</b>	<b>1</b>
1.1	Hintergrund . . . . .	1
1.2	Motivation . . . . .	3
1.3	Zielsetzung und Methodik der Arbeit . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Definition der verwendeten Begriffe</b>	<b>5</b>
2.1	Definition allgemeiner Begriffe . . . . .	5
2.2	Normierte Begriffe und Verfahren . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Literaturübersicht</b>	<b>13</b>
3.1	Zur Geschichte der Vergasung fester Brennstoffe . . . . .	14
3.2	Zum Stand der Anlagentechnik der allothermen Vergasung . . . . .	17
3.2.1	Zur indirekt beheizten Vergasung mit Wasserdampf . . . . .	17
3.2.2	Zur direkt beheizten Vergasung mittels Wasserdampf . . . . .	26
3.3	Experimente zur indirekt beheizten Vergasung von Biomasse im Festbett . . . . .	32
3.4	Modellierung von Vergasungsprozessen mittels des Gleichgewichts . . . . .	38
<b>4</b>	<b>Theoretischer Ansatz und Modellierung</b>	<b>43</b>
4.1	Diskussion des Reaktormodells . . . . .	45
4.2	Grundlegendes zur Modellierung . . . . .	48
4.2.1	Massen- und Partialmassebilanz . . . . .	48
4.2.2	Stoffbilanz . . . . .	49
4.2.3	Thermische Energiebilanz . . . . .	49
4.2.4	Annahmen und Voraussetzungen . . . . .	49
4.3	Beschreibung des Modells . . . . .	51
4.3.1	Trocknung und Aufheizung . . . . .	51
4.3.2	Pyrolyse und Sekundärdegradation . . . . .	52
4.3.3	Vergasung . . . . .	54
4.3.4	Wärmeübertrager . . . . .	56
4.4	Modellierung des Rohrvergasers . . . . .	57
4.4.1	Modelldaten aus dem Schwelversuch . . . . .	57
4.4.2	Ansatz zur Vergasungsgeschwindigkeit . . . . .	58



4.5	Integrale Energiebilanzen für die Zonen des Reaktors . . . . .	63
4.5.1	Trocknung . . . . .	63
4.5.2	Pyrolyse und Sekundärdegration . . . . .	64
4.5.3	Vergasung . . . . .	64
4.6	Programmstruktur und Lösungsalgorithmus . . . . .	65
<b>5</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen</b>	<b>71</b>
5.1	Aufbau und Durchführung der Versuche . . . . .	72
5.1.1	Aufbau des Versuchsstandes . . . . .	73
5.1.2	Durchführung und Auswertung der Versuche . . . . .	78
5.2	Übersicht über die Versuche . . . . .	80
5.2.1	Charakterisierung der Einsatzstoffe . . . . .	82
5.3	Bilanzierung des Prozesses . . . . .	83
5.4	Die Versuchsreihen im Einzelnen . . . . .	86
5.4.1	Versuchsreihe 1: Vergasung von Buchenholzkohle und Buchenholz . . . . .	86
5.4.2	Versuchsreihe 3 und 5: Vergasung von feuchtem Buchenholz . . . . .	90
5.4.3	Versuchsreihe 2 und 4: Vergasung verschiedener feuchter Biomasse und trockener Biomasse mit Wasserdampf . . . . .	112
5.5	Vergleich der Versuche . . . . .	112
5.5.1	Das Temperaturfeld im indirekt beheizten Festbettreaktor . . . . .	113
<b>6</b>	<b>Modellvalidierung und Anwendung</b>	<b>121</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>131</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>135</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>A 1</b>
A.1	Berechnung der Stoffwerte . . . . .	A 1
A.2	Berechnung des Wärmeübergangs . . . . .	A 6
A.3	Berechnung des Gleichgewichts . . . . .	A 10
A.4	Entwurfszeichnungen . . . . .	A 11
A.5	Daten der Modellierung . . . . .	A 18