



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>Nomenklatur.....</b>	<b>III</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation.....	2
1.2 Ziel und Abgrenzung der Arbeit.....	3
1.3 Vorgehensweise .....	4
<b>2 Stand von Wissenschaft und Technik .....</b>	<b>5</b>
2.1 Weltweite Aktivitäten .....	5
2.2 Mitverbrennung nicht torrefizierter Biomasse.....	7
2.3 Mitverbrennung torrefizierter Biomasse .....	11
<b>3 Grundlagen der Torrefizierung von Biomasse .....</b>	<b>15</b>
3.1 Brennstoff Biomasse.....	16
3.1.1 Makromolekularer Aufbau.....	16
3.1.2 Kurz- und Elementaranalyse.....	18
3.2 Prozess der Torrefizierung.....	20
3.2.1 Thermochemische Vorgänge bei der Torrefizierung .....	21
3.2.2 Produkte der Torrefizierung.....	23
3.2.3 Eigenschaften der festen Torrefizierungsprodukte .....	24
3.2.4 Sinnvolle Prozessparameter .....	30
3.3 Reaktortypen.....	32
<b>4 Betrachtete Szenarien und Kennzahlen.....</b>	<b>35</b>
4.1 Betrachtete Szenarien.....	35
4.2 Energetische Effizienz.....	38
<b>5 Modellbildung .....</b>	<b>39</b>
5.1 Kraftwerk.....	39
5.1.1 Gesamtprozess.....	40
5.1.2 Dampferzeuger .....	40
5.2 Mühlen .....	42
5.3 Trockner .....	46



5.4 Torrefizierungsreaktor.....	48
5.4.1 Reaktormodell .....	50
5.4.2 Thermochemisches Modell.....	56
5.5 Kühler.....	60
5.6 Pelletierung.....	60
5.7 Transport.....	61
5.8 Brennstoffe.....	64
5.9 Integration der Teilmodelle.....	66
5.9.1 Allgemeines.....	66
5.9.2 Integration in den Kraftwerksprozess .....	69
5.9.3 Eigenständige Anlagen zur Pelletproduktion .....	74
<b>6 Ergebnisse.....</b>	<b>77</b>
6.1 Ergebnisse der Teilmodelle .....	77
6.1.1 Dampfkraftwerk.....	77
6.1.2 Torrefizierungsreaktor.....	84
6.2 Vorbehandlung in Einzelanlagen.....	87
6.3 Vorbehandlung integriert in den Kraftwerksprozess .....	89
6.3.1 Dampfbeheizte Torrefizierung .....	90
6.3.2 Rauchgasbeheizte Torrefizierung .....	96
6.3.3 Auswirkungen der einzelnen Prozessschritte.....	100
6.4 Energetische Effizienz.....	101
6.5 CO <sub>2</sub> -Bilanz.....	103
6.5.1 CO <sub>2</sub> -Bilanz der untersuchten Brennstoffe.....	103
6.5.2 CO <sub>2</sub> -Bilanz der untersuchten Varianten .....	106
6.6 Abschließende Bewertung .....	107
<b>7 Zusammenfassung .....</b>	<b>111</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>115</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>127</b>