



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Vorgehen.....	4
1.3 Stand des Wissens	4
2 Konventionelle Wasserstoffherstellung.....	9
2.1 Grundlagen	9
2.2 Dampfreformierung.....	10
2.2.1 Prozessgrundlagen	10
2.2.2 Entschwefelung.....	11
2.2.3 Reformierung.....	12
2.2.4 Kohlenmonoxid-Konvertierung.....	15
2.2.5 Wasserstoffabtrennung.....	16
3 Reformierung von Biogas	19
3.1 Biogasherstellung	19
3.2 Umwandlung zu Wasserstoff.....	22
4 Thermochemische Wasserstoffherstellung aus Biomasse	25
4.1 Einführung.....	25
4.2 Biomasse.....	27
4.2.1 Biomassevortrocknung.....	30
4.3 Grundlagen der Vergasung.....	31
4.3.1 Ablauf der Vergasung	31
4.3.2 Einteilung der Vergasungsverfahren.....	33
4.3.3 Gaszusammensetzung.....	36
5 Untersuchte Vergasungsverfahren	39
5.1 FICFB-Zweibettwirbelschichtverfahren	39
5.2 AER-Zweibettwirbelschichtverfahren.....	43
5.3 Heatpipe-Reformer	46



5.4	Wirbelschichtverfahren des CUTEC	49
5.5	Druckwirbelschichtverfahren in Värnamo	52
5.6	Carbo-V-Prozess von CHOREN.....	54
5.7	Bioliq-Prozess des KIT.....	57
5.8	Hydrothermale Vergasung VERENA des KIT.....	60
5.9	Diskussion und Auswahl der Vergasungsprozesse.....	63
6	Rohgasreinigung und -konditionierung	67
6.1	Störkomponenten im Rohgas	67
6.1.1	Teere	67
6.1.2	Partikel.....	68
6.1.3	Schwefelverbindungen	68
6.1.4	Stickstoffverbindungen.....	69
6.1.5	Alkalien	69
6.1.6	Halogenverbindungen.....	69
6.1.7	Sonstige.....	70
6.2	Angewandte Verfahren	70
6.2.1	Staubabscheider.....	70
6.2.2	Entschwefelung.....	71
6.2.3	Reformierung.....	72
6.2.4	Verdichtung	80
6.2.5	Kohlenmonoxid-Konvertierung.....	81
6.2.6	Druckwechseladsorption.....	81
6.2.7	Sonstige.....	82
7	Prozessmodellierung und -simulation.....	83
7.1	Vorgehensweise	83
7.2	Prozessoptimierung.....	84
7.3	Modellentwicklung.....	86
7.3.1	Dampfreformierung von Erd- und Biogas	86
7.3.2	FICFB-Vergasungsverfahren	90
7.3.3	AER-Vergasungsverfahren	98
7.3.4	Carbo-V-Vergasungsverfahren.....	104
8	Auswertung der Prozesssimulation.....	109
8.1	Kennzahlen	109
8.2	Ergebnisse.....	113



8.2.1	Dampfreformierung von Erd- und Biogas	113
8.2.2	FICFB-Vergasungsverfahren	119
8.2.3	AER-Vergasungsverfahren	125
8.2.4	Carbo-V-Vergasungsverfahren	132
8.2.5	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse	138
8.3	Vergleich mit Literaturergebnissen	141
9	Abschließende Bewertung	145
9.1	Schwachstellenanalyse	145
9.2	Gesamtanalyse	147
10	Zusammenfassung und Ausblick	151
	Literatur	155
A	Anhang	167
A.1	Ausgewählte Literatur zum Thema „Rohgasreformierung“	167
A.2	Randbedingungen	168