

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>xi</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>xv</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>xvii</b>
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>xxi</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung . . . . .	1
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise . . . . .	3
1.3 Aufbau der Arbeit . . . . .	5
<b>2 Einführung in die Synthesegaserzeugung und die FT-Synthese</b>	<b>7</b>
2.1 Synthesegaserzeugung . . . . .	7
2.1.1 Synthesegasbereitstellung mittels Vergasungstechnologie . . . . .	10
2.1.2 Synthesegasbereitstellung mittels Reformertechnologie . . . . .	11
2.1.2.1 Partielle Oxidation . . . . .	11
2.1.2.2 Dampfreformierung . . . . .	11
2.1.2.3 Autotherme Reformierung . . . . .	12
2.2 Fischer-Tropsch-Synthese . . . . .	13
2.2.1 Historische Entwicklung . . . . .	13
2.2.2 Reaktionsbedingungen . . . . .	14
2.2.3 Reaktoren . . . . .	19
2.2.4 Katalysatoren . . . . .	20
2.2.5 Beeinflussung der Produktverteilung . . . . .	21
<b>3 Versuche</b>	<b>25</b>
3.1 Reformierprüfstand zur Synthesegaserzeugung . . . . .	25
3.1.1 Dosierung von Alkan-Mischungen zur Synthesegasherstellung . . . . .	27
3.1.2 Versuchsplanung . . . . .	28
3.1.3 Versuchsdurchführung . . . . .	29
3.1.4 Einstellung des H <sub>2</sub> /CO-Verhältnisses . . . . .	30
3.2 Herstellung der Wachsfraction mittels FT-Synthese . . . . .	33
3.2.1 Versuchsanlage . . . . .	33
3.2.2 Versuchsdurchführung . . . . .	35
3.2.3 Bestimmung der Kettenwachstumswahrscheinlichkeit aus der Produktverteilung der Wachsfraction . . . . .	36

<b>4</b>	<b>Bestimmung der Zielfraktion</b>	<b>39</b>
4.1	Analyse des straight-run FT-Wachses . . . . .	39
4.1.1	Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC)-Analytik . . . . .	40
4.1.2	Bestimmung des Siedeverlaufs . . . . .	42
4.2	Festlegung des erforderlichen Kettenlängenbereichs als Zielfraktion . . . . .	44
<b>5</b>	<b>Modellierung des Gesamtprozesses</b>	<b>47</b>
5.1	Grundlagen zur Berechnung von Phasengleichgewichten . . . . .	47
5.2	Parameter der Modellierung der Einzelprozesse . . . . .	49
5.2.1	Thermodynamisches Modell des Synthesegasprozesses . . . . .	50
5.2.2	Vergleich des thermodynamischen Modells des Synthesegasprozesses mit Versuchsdaten . . . . .	51
5.2.3	Thermodynamisches Modell der FT-Synthese . . . . .	56
5.2.4	Vergleich des thermodynamischen Modells der FT-Synthese mit Versuchsdaten . . . . .	58
5.2.5	Thermodynamisches Modell der atmosphärischen Destillation . . . . .	61
5.3	Parameter der Modellierung des Gesamtprozesses . . . . .	61
5.3.1	CO <sub>2</sub> -Separator . . . . .	61
5.3.2	Anpassen der Anlagengröße . . . . .	62
5.3.3	Erweiterung des Modells zur Synthesegaserzeugung . . . . .	62
5.3.3.1	Anpassen der Sauerstoffmenge . . . . .	64
5.3.3.2	Anpassen der Wassermenge . . . . .	64
5.3.3.3	Anpassen des Brennstoffstroms/Methan . . . . .	65
5.4	Stoff- und Energiemengen des modellierten GtWax-Prozesses . . . . .	65
<b>6</b>	<b>Wirtschaftliche Betrachtung der Prozessvarianten</b>	<b>69</b>
6.1	Methoden der Investitionsrechnung . . . . .	69
6.2	Kapitalwertmethode . . . . .	70
6.3	Grundlagen der Schätzung von Anfangsinvestitionen . . . . .	72
6.4	Methoden der Schätzung . . . . .	74
6.4.1	Kapazitätsmethode . . . . .	74
6.4.2	Strukturmethode . . . . .	75
6.5	Ermittlung der Anfangsinvestition der GtWax-Anlage . . . . .	77
6.5.1	Ermittlung der Anfangsinvestitionssumme ausgehend von einer großtechnischen Anlage . . . . .	77
6.5.2	Ermittlung der Anfangsinvestition der Gesamtanlage anhand der Ermittlung der Investitionssumme einzelner Anlagenbaugruppen . . . . .	78
6.5.2.1	Synthesegaserzeugung . . . . .	78
6.5.2.2	Fischer-Tropsch-Synthese . . . . .	79
6.5.2.3	Produktaufbereitung . . . . .	80
6.5.2.4	GuD-Kraftwerk . . . . .	81
6.5.2.5	CO <sub>2</sub> -Wäsche . . . . .	81
6.5.3	Ermittlung der Anlagennebenkosten . . . . .	82
6.6	Berechnung des Kapitalwertes . . . . .	86

6.7	Ermittlung der Ein- und Auszahlungen für die GtWax-Anlage . . . . .	86
<b>7</b>	<b>Sensitivitätsanalysen</b>	<b>93</b>
7.1	Einfluss des Methanpreises und des kalkulatorischen Zinssatzes . . . . .	93
7.2	Einfluss der Investition in ein Kraftwerk zur Deckung des Eigenstrom- bedarfs bei Gasrückkopplung . . . . .	95
7.3	Einfluss der Stickstoffverwendung aus der Luftzerlegungsanlage . . . . .	99
7.4	Einfluss der Kettenwachstumswahrscheinlichkeit . . . . .	100
<b>8</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>105</b>
	<b>Literatur</b>	<b>109</b>
	<b>Anhang</b>	<b>121</b>
A.1	Berechneten Stoff- und Energieströme der GtWax-Anlage mit ChemCad®	122
A.2	Anteil der Investitionen einzelner Baugruppen . . . . .	127
A.3	Anteil der Einzahlungen . . . . .	128
A.4	Bedarfs- und Ertragsmengen der GtWax-Anlage . . . . .	129
A.5	Kapitalwertberechnung . . . . .	131