

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	ix
Symbolverzeichnis	xi
Abkürzungsverzeichnis	xvii
1 Einführung	1
1.1 Motivation und Problemstellung	1
1.2 Aufbau der Arbeit	1
2 Forschungsgegenstand und Formulierung der Forschungsfragen	3
3 Überblick über Lösungsansätze basierend auf Speichertechnologien	8
3.1 Chemische Energiespeicher	10
3.1.1 Energiespeicherung mittels Wasserstoff	11
3.1.2 Energiespeicherung mittels höhermolekularen Verbindungen	15
3.2 Elektrochemische Energiespeicher	19
4 Potentialanalyse	22
4.1 Elektrizitätsangebot fluktuierender regenerativer Energien	24
4.1.1 Photovoltaikanlagen	24
4.1.2 Onshore-Windenergieanlagen	30
4.1.3 Offshore-Windenergieanlagen	36
4.2 Elektrizitätsangebot anderer regenerativer Energien	40
4.3 Elektrizitätsnachfrage	41
4.3.1 Nachfrageganglinien für Deutschland	42
4.3.2 Energiebedarf der chemischen Grundstoffindustrie	43
4.4 Ergebnisse der Potentialanalyse	51
4.5 Unsicherheitsbetrachtungen	58
5 Ableiten von Anforderungen an die Verfahrenstechnik	60
5.1 Logistikebene	60
5.2 Prozessebene	61
5.3 Apparateebene	62
5.3.1 Apparate zur Stoffumwandlung	63
5.3.2 Apparate zur Stofftrennung	66
5.4 Fazit aus den Darstellungen der Anforderungen	71

6 Reaktionstechnik: Heterogen katalysierter Gasphasenreaktor	73
6.1 Untersuchungen zur Stabilität von Temperaturprofilen und zum Anfahren von Gasphasenreaktoren	74
6.2 Schlussfolgerungen aus den Simulationsstudien	89
7 Trenntechnik: Kontinuierliche Rektifikationskolonne	91
7.1 Auslegung einer Rektifikationskolonne	91
7.2 Untersuchungen zum Anfahren von Rektifikationskolonnen	94
7.3 Untersuchungen zur Kapazitätsflexibilität von Rektifikationskolonnen . . .	104
7.4 Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen	111
8 Ökonomische und ökologische Bewertung des Konzepts	113
8.1 Aspekte der Bewertung	114
8.2 Versorgungsszenarien	118
8.3 Referenzszenarien	122
8.4 Prozesstechnische Fallbeispiele	126
8.4.1 Hydrierung von Nitrobenzol zu Anilin	126
8.4.2 Methanolsynthese	130
8.5 Ergebnisse der ökonomischen Bewertung	133
8.6 Bewertung der Integration eines Energiespeichersystems	141
8.7 Ergebnisse der ökologischen Bewertung	148
8.8 Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen	153
9 Zusammenfassung und Ausblick	154
10 Literaturverzeichnis	161
A Anhang	I