

# INHALTSVERZEICHNIS

Kurzfassung.....	I
Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis .....	VIII
Tabellenverzeichnis .....	XI
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Ziel der Arbeit .....	2
2 Stand der Forschung.....	5
2.1 Entwicklung des Energiesystems von Deutschland .....	5
2.2 Power-to-X-Anlagen.....	6
3 Simulationsansatz.....	11
3.1 Modelle von zentralen Systemkomponenten.....	11
3.1.1 Power-to-Gas-Anlagen.....	11
3.1.2 Batteriespeicher .....	15
3.1.3 Gas- und Dampfturbinenkraftwerke .....	16
3.1.4 Wärmeerzeuger und Wärmenetze .....	17
3.2 Systemgrenzen .....	19
3.2.1 Clustering der Gebiete .....	19
3.3 Bedarfsprofile .....	20
3.3.1 Datengrundlage .....	20
3.3.2 Strombedarfsprofile.....	21
3.3.3 Wärmebedarfsprofile .....	38
3.3.4 Bedarfsprofile des Verkehrssektors .....	40
3.4 Stromerzeugerprofile der regenerativen Stromerzeuger .....	41
3.4.1 Stromerzeugerprofile der Onshore- Windenergieanlagen.....	42

3.4.2	Stromerzeugerprofile der Offshore-Windenergieanlagen.....	47
3.4.3	Stromerzeugerprofile der Photovoltaikanlagen.....	47
3.4.4	Stromerzeugerprofile der Biomasseanlagen .....	50
3.4.5	Stromerzeugerprofile der Wasserkraftwerke .....	52
3.5	Abbildung des Strom- und Gasnetzes .....	52
3.6	Regelung der Systemkomponenten.....	55
3.6.1	Regelung der elektrischen Leistung.....	55
3.6.2	Regelung der Wärmeerzeugung .....	59
3.6.3	Regelung der Power-to-Gas-Anlagen .....	62
3.7	Bewertung der Szenarien .....	64
3.7.1	Kostenberechnung.....	64
3.7.2	CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	66
4	Szenarien .....	69
4.1	Szenario 1 – Referenzszenario .....	71
4.2	Szenario 2 – CO <sub>2</sub> -Abtrennung aus der Luft.....	80
4.3	Szenario 3 – Abwärmenutzung der PtG-Anlagen .....	86
4.4	Szenario 4 – Wasserstoffdirektnutzung .....	87
4.5	Szenario 5 – Power-to-Heat.....	90
4.6	Szenario 6 – Variation des Wasserstoffanteils im Gasnetz .....	96
4.7	Szenario 7 – Wasserstoffumstellung in Region 1 und Region 3.....	96
4.8	Szenario 8 – Wasserstoffumstellung und Power-to-Heat.....	101
5	Auswertung.....	105
5.1	Auswertung der Kosten .....	106
5.2	Auswertung der CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	110
5.3	Regionalisierte Auswertung .....	112
6	Zusammenfassung .....	115
	Literatur .....	119
	Anhang.....	129