

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	iii
Kurzfassung	v
Abstract	vii
Inhaltsverzeichnis	ix
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Hintergrund	1
1.2 Stand des Wissens	4
1.3 Zielsetzung und Struktur der Arbeit	13
2 Analyse der Problemstellung	16
2.1 Regulatorische Rahmenbedingungen	16
2.2 Modellierung erneuerbarer Energien	18
2.3 Elektrisches Übertragungsnetz	25
2.4 Flexibilisierungspotentiale	28
2.5 Resultierende Verfahrensanforderungen	34
3 Modellbildung	36
3.1 Mathematische Problemstellung	37
3.2 Analyse möglicher Lösungsansätze	42
3.2.1 Mathematische Optimierungsverfahren	42
3.2.2 Heuristische Lösungsverfahren	43
3.2.3 Mathematische Zerlegungsverfahren	44
3.3 Wahl des methodischen Ansatzes	51
4 Verfahrensentwicklung	54
4.1 Verfahrensübersicht	54
4.2 Modellierung von EE-Ausbaupotentialen	56
4.3 Aggregationsverfahren	58
4.4 Ausbauplanungsverfahren	60
4.4.1 Masterproblem	61
4.4.2 Subproblem	68

4.4.3	Kopplung Investitions- und Betriebsproblem	73
4.4.4	Beschleunigung des Lösungsverfahrens	77
5	Verifikation und Anwendung des Verfahrens	81
5.1	Szenarioannahmen	81
5.2	Verifikation des Verfahrens	85
5.3	Exemplarische Anwendung	93
5.3.1	Ausbauplanung mit modellendogener Wärmeversorgung	93
5.3.2	Europäische Ausbauplanung	98
5.3.3	Ausbauplanung in stündlicher Auflösung	103
5.4	Sensitivitätsanalysen	106
5.4.1	Sensitivität Power-to-Heat	106
5.4.2	Sensitivität CCS	111
5.4.3	Sensitivität CO ₂	113
6	Zusammenfassung und Ausblick	117
6.1	Zusammenfassung	117
6.2	Ausblick	123
	Abkürzungsverzeichnis	125
	Abbildungsverzeichnis	127
	Literaturverzeichnis	131
	Publikationsverzeichnis	146
A	Anhang	148