

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung	2
1.3	Vorgehensweise	3
2	Grundlagen	5
2.1	Die Wertschöpfungskette der Elektrizitätsversorgung	5
2.1.1	Erzeugung	5
2.1.1.1	Wärmeenergie	5
2.1.1.2	Mechanische Energie	7
2.1.1.3	Sonnenenergie	7
2.1.2	Transport	8
2.1.2.1	Übertragung	8
2.1.2.2	Verteilung	11
2.2	Regeln des Wettbewerbes an den Märkten für Elektrizität	12
2.2.1	Marktstruktur und Wettbewerb in nicht deregulierten Ländern	12
2.2.2	Natürliches Monopol und staatliche Eingriffe in den Wettbewerb	15
2.2.3	Die Regulierung der Elektrizitätswirtschaft	17
2.3	Die Deregulierung der Energieversorgung in Europa	20
2.4	Modelle zur Deregulierung des Elektrizitätsmarktes	22
2.4.1	Heutige Versorgungsstruktur der Bundesrepublik Deutschland	22
2.4.2	NTPA (Negotiated Third Party Access) mit Direktleitung	23
2.4.2.1	Merkmale	23
2.4.2.2	Auswirkungen	24
2.4.3	NTPA (Negotiated Third Party Access) und Single Buyer	25
2.4.3.1	Merkmale	25
2.4.3.2	Auswirkungen	26
2.4.4	Pool	27
2.4.4.1	Merkmale	27
2.4.4.2	Auswirkungen	28
2.4.5	Pool und Single Buyer	29
2.4.5.1	Merkmale	29

2.4.5.2	Auswirkungen	30
2.4.6	Das für den deutschen Markt gewählte Deregulierungsmodell	31
2.4.7	Vergleichende, qualitative Modellbewertung	32
3	Überblick über die europäische Stromwirtschaft	35
3.1	Verbrauchs- und Preisstrukturen in Europa	35
3.2	Primärenergiemix und Emissionsbilanzen	39
3.3	Deregulierung in Großbritannien und Norwegen	42
3.3.1	Ablauf der Deregulierung in Großbritannien	43
3.3.2	Ablauf der Deregulierung in Norwegen	45
3.3.3	Erzeugung	47
3.3.4	Transport	50
3.3.5	Verteilung	52
3.3.6	Übergreifende Themen	59
3.3.7	Zusammenfassung	62
4	Die deutsche Elektrizitätswirtschaft vor der Deregulierung	63
4.1	Allgemeine Entwicklung der deutschen Elektrizitätswirtschaft	63
4.1.1	Entwicklung der Nachfrageseite	63
4.1.2	Entwicklung der Angebotsseite	65
4.1.2.1	Grenzüberschreitender Stromaustausch	65
4.1.2.2	Inländische Erzeugung	66
4.2	Industriestruktur	70
4.2.1	Öffentliche Stromversorgung	70
4.2.1.1	Kategorisierung der öffentlichen Versorger	71
4.2.1.2	Eigentumsstruktur und Rechtsform der öffentlichen Versorger	74
4.2.2	Industrielle Eigenerzeugung und Stromversorgung der Deutschen Bahn AG	78
5	Modellbeschreibung	81
5.1	Zielsetzung des Modells	81
5.2	Modellierung von Problemen der kostenoptimalen Standortplanung	82
5.2.1	Begriff des Produktions- und Distributionssystems	83
5.2.2	Elemente des Distributionsdesigns	86
5.2.2.1	Ursachen und Typisierung der Kostendegression	86
5.2.3	Bewertung des Produktions- und Distributionsdesigns	90

5.2.4	Formen der modellgestützten Planung	90
5.2.5	Das Konzept der hierarchischen Planung	92
5.3	Mathematische Formulierung des Grundproblems	93
5.3.1	Gemischt-ganzzahlig: Kapazitiertes Warehouse-Location-Problem mit nichtlinearen, in diesem Falle konkaven Produktionskosten (NLWLP)	94
5.3.2	Kontinuierlich: Production-Distribution-Problem mit Standortwahl bei strikt konkaven Produktionskosten (LocPDP)	95
5.4	Verfahren zur numerischen Lösung des kapazitierten Warehouse-Location-Problems	96
5.4.1	Exakte Verfahren	97
5.4.2	Heuristische Verfahren	97
5.4.2.1	Eröffnungsverfahren	98
5.4.2.2	Verbesserungsverfahren	100
5.5	Auswahl eines Lösungsverfahrens für die Optimierung von Kraftwerksparks	104
6	Ein Verfahren zur dynamischen Optimierung von Kraftwerksparks	109
6.1	Grundüberlegungen	109
6.1.1	Statische Lösung	109
6.1.2	Dynamische Lösung	111
6.2	Ausgestaltung des Optimierungsalgorithmus	114
6.2.1	Statische Lösung	115
6.2.1.1	Modul 1: Optimierung eines bestehenden Kraftwerksparks	115
6.2.1.2	Modul 2: Berechnung der Angebotspreise für Stromlieferungen von außerhalb	116
6.2.1.3	Modul 3: Simulation eines Marktes für freie Erzeugungskapazitäten	117
6.2.2	Dynamische Lösung	120
6.2.3	Rechenzeitüberlegungen	121
7	Numerische Randbedingungen	127
7.1	Kraftwerksdaten	127
7.1.1	Bestehende Kraftwerke	127
7.1.1.1	Variable Kosten	129
7.1.1.2	Fixkosten	129
7.1.2	Kraftwerksneuinvestitionen	130
7.2	Entwicklung der Brennstoffpreise	135

7.3	Péage-Modelle	135
7.4	Entwicklung der Nachfrage	139
7.4.1	Preissensitivität der Stromverbraucher	139
7.4.2	Volkswirtschaftlich bedingte Änderungen der Stromnachfrage	145
8	Strukturelle Randbedingungen	147
8.1	Verhalten der Wettbewerbsteilnehmer	147
8.1.1	DVG-Unternehmen	147
8.1.2	Regionalversorger	148
8.1.3	Stadtwerke	148
8.2	Stromhandel mit dem Ausland	149
8.3	Ordnungspolitisches Umfeld	152
8.3.1	Steuerregime	152
8.3.2	Regenerative Energien	154
8.3.2.1	Windkraft	155
8.3.2.2	Holz und Stroh	156
8.3.2.3	Photovoltaik	157
8.3.2.4	Deponie-, Klär-, und Biogas	157
8.3.3	Moratorium beim Ausbau der deutschen Kernenergie	158
8.3.4	Berücksichtigung der Entsorgungskosten von Kernkraftwerken	160
9	Ergebnisse	163
9.1	Definition der Szenarios	163
9.2	Plausibilitätsprüfung	165
9.3	Ökologische Folgen	166
9.3.1	Gruppe A: Wettbewerbersverhalten	167
9.3.2	Gruppe B: Steuermodelle und Gaspreise	172
9.3.3	Gruppe C: Péage-Modelle ohne Steuer	177
9.3.4	Gruppe D: Péage-Modelle mit Steuer	180
9.3.5	Gruppe E: Importe	184
9.3.6	Gruppe F: Pool vs. NTPA mit Single Buyer	188
9.3.7	Gruppe G: Hohe vs. niedere variable Kosten der Kernenergie	192
9.3.8	Gruppe H: Abschaltung der Kernkraftwerke nach Ende der technischen Lebensdauer bei bis dahin niedrigen variablen Kosten der Kernkraft	196

9.3.9	Gruppe I: Abschaltung der Kernkraftwerke nach Ende der technischen Lebensdauer bei bis dahin hohen variablen Kosten der Kernkraft	200
9.3.10	Zusammenfassung	204
9.4	Ökonomische Folgen	206
9.4.1	Primärenergiemix	207
9.4.1.1	Gruppe 1: Weiterbetrieb und Ersatz von Kernkraftwerken wie bisher praktiziert	208
9.4.1.2	Gruppe 2: Stilllegung von Kernkraftwerken zum Ende der technischen Lebensdauer, vollständige Einrechnung der Entsorgung in die variablen Kosten	212
9.4.1.3	Vergleich der Kernergebnisse der Szenariogruppen	215
9.4.2	Entwicklung der Erzeugungskosten	216
9.4.3	Handelsvolumina	221
9.5	Regionale Folgen	225
9.5.1	Kunden- und Preisstruktur	225
9.5.2	Potentielle Kostensenkungen in der Erzeugung in regionaler Betrachtung	227
9.5.3	Fallstudie VEAG	228
9.5.4	Fallstudie BEWAG	231
10	Schlußbetrachtung und Ausblick	237
10.1	Ökologische Folgen	237
10.2	Ökonomische Folgen	239
10.2.1	Primärenergiemix	239
10.2.2	Erzeugungskosten	240
10.2.3	Handelsvolumina	240
10.3	Regionale Folgen	241
10.4	Ausblick	242
11	Zusammenfassung	245
	English summary	246
	Résumé français	248
	Anhang	251
	Literaturverzeichnis	253