

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	19
1.1 Hintergrund und Problemstellung der Arbeit	19
1.2 Gang der Untersuchung	20
2. Paradigmenwechsel in der europäischen Elektrizitätswirtschaft	23
2.1 Deregulierung und Liberalisierung	23
2.2 Die Ausgangssituation	24
2.2.1 Der Sektor in Zahlen und Fakten	24
2.2.2 Marktstrukturen aus funktionaler Sicht – Strommarktspezifische Eigenschaften von Angebot und Nachfrage	29
2.2.3 Marktstrukturen aus industrieökonomischer Sicht – Die „Besonderheitenlehre“ und die Grundzüge der Regulierung in Deutschland und der EU	32
2.3 Die Veränderungen des Rechtsrahmens und ihre Folgen	43
2.3.1 Die EU-Richtlinie zur Schaffung eines Binnenmarktes für Elektrizität	43
2.3.2 Die rechtliche Umsetzung der Richtlinie und ihre industrieökonomischen Auswirkungen in Deutschland	48
2.3.3 Die europäische Perspektive	55
2.4 Zusammenfassung	60
3. Empirische Untersuchung der Spotpreise für Elektrizität in Europa	62
3.1 Problemstellung	62
3.2 Kapitalmarkt versus Strommarkt	64
3.3 Beschreibung der verwendeten Datenbasis	69
3.4 Statistische Eigenschaften der Zeitreihen	71
3.4.1 Empirische Verteilung	71
3.4.2 Stationarität	73

3.5	ARIMA-Modellierung	77
3.5.1	Modellanpassung	77
3.5.2	Modellergebnisse	79
3.6	GARCH-Effekte	80
3.6.1	Modellanpassung	80
3.6.2	Modellergebnisse	82
3.6.3	Verteilung der Residuen	84
3.7	Kointegrationsanalyse	85
3.7.1	Modellanpassung	85
3.7.2	Modellergebnisse	87
3.8	Zusammenfassung	89
4.	Wettbewerb in der Produktion und im Großhandel – eine Fallstudie zum Electricity Pool von England und Wales	91
4.1	Koordinierung in Großhandelsmärkten für Elektrizität	91
4.1.1	Koordinierungserfordernisse zwischen der Stromerzeugung und -übertragung	91
4.1.2	Integrierte versus entflochtene Strukturen	93
4.1.3	Gestaltungsmöglichkeiten zur Einführung von Wettbewerb in Erzeugung und Großhandel	96
4.1.4	Bewertung der alternativen Organisationsformen	100
4.2	Eine Fallstudie: Der Electricity Pool von England und Wales	103
4.2.1	Überblick	103
4.2.2	Die Struktur der Elektrizitätswirtschaft in England und Wales	106
4.2.3	Der Electricity Pool als Großhandelsmarkt für Elektrizität	112
	Preisfindung und merit order	113
	Pool Purchase Price (PPP)	115
	Pool Selling Price (PSP)	117
4.2.4	Effizienzprobleme im Pool	121
	Preismanipulation durch Ausnutzung der Poolregeln	125
	Marktmachtproblematik	130
4.2.5	Neue Handelsarrangements für Elektrizität in England und Wales	134
4.3	Zusammenfassung	136

5. Ein industrieökonomischer Ansatz zur Modellierung des Wettbewerbs in der Elektrizitätsindustrie	138
5.1 Verschiedene Modellansätze im Überblick	138
5.2 Das Modell	142
5.2.1 Angebot	142
5.2.2 Nachfrage	144
5.3 Stromangebot im Monopol	145
5.3.1 Nullkapazität, nur Stromhandel	145
5.3.2 Positive Kapazität, kein Stromhandel	146
Entscheidungsstufe 3	146
Entscheidungsstufe 2	147
Entscheidungsstufe 1	151
5.4 Stromangebot im symmetrischen Oligopol	156
5.4.1 Symmetrisches Oligopol ohne Stromhandel	156
5.4.2 Symmetrisches Oligopol mit Stromhandel	159
Entscheidungsstufe 3	160
Entscheidungsstufe 2	162
Entscheidungsstufe 1	166
5.5 Stromangebot im asymmetrischen Oligopol	170
5.5.1 Asymmetrisches Oligopol ohne Stromhandel	170
5.5.2 Asymmetrisches Oligopol mit Stromhandel	175
5.5.2.1 Reservationspreise	175
5.5.2.2 Handelskonstellationen	175
5.5.2.3 Wahl von Kapazität und Absatz	177
Überkapazitäten bei M	178
Überkapazitäten bei N	180
Hinreichende Bedingungen für Stromhandel	181
5.5.2.4 Wirkungen von Stromhandel im asymmetrischen Oligopol	181
5.6 Zusammenfassung	183
6. Schlussbetrachtung	184
Literaturverzeichnis	187
Anhang	199

# Abbildungsverzeichnis

## Abbildungen im Text

Abbildung 1:	Stilisierter Verlauf der tageszeitlichen und saisonalen Leistungsinanspruchnahme	30
Abbildung 2:	Kraftwerkseinsatz und Lastbereiche	31
Abbildung 3:	Gestaltungsalternativen zur Etablierung wettbewerblcher Strukturen in Erzeugung/Großhandel	97
Abbildung 4:	Angebotsfunktion im Pool	114
Abbildung 5:	Preisdeterminierung im Pool	119
Abbildung 6:	Preisgestaltung im Pool	119
Abbildung 7:	Peak load pricing	123
Abbildung 8:	Kurz- und langfristige Kostendeckung im Pool	124
Abbildung 9:	Willan's Line	126
Abbildung 10:	Strategisches Bietverhalten	126
Abbildung 11:	Dreistufige Entscheidung	143
Abbildung 12:	Einteilung der Strafkosten	147
Abbildung 13:	Optimale Wahl der Flat-Rate-Verträge als Funktion des Marktvolumens bei gegebener Kapazität	150
Abbildung 14:	Optimale Wahl der Flat-Rate-Verträge als Funktion der Kapazität bei gegebenem Marktvolumen	151
Abbildung 15:	Kapazitätswahl bei unterschiedlichen Strafkosten	155
Abbildung 16:	Kapazität, Absatz und Preis in Abhängigkeit von den Strafkosten	155
Abbildung 17:	Gleichgewichtspreise für Flat-Rate-Verträge als Funktion der Strafkosten bei unterschiedlicher Marktstruktur	158
Abbildung 18:	Optimale Wahl der Flat-Rate-Verträge bei gegebener Kapazität bei Strombörsenhandel	166
Abbildung 19:	Preis und Anzahl der Flat-Rate-Verträge und Kapazität bei Stromhandel in Abhängigkeit von der Höhe der Strafkosten	169
Abbildung 20:	Kapazität bei Stromhandel bei großer Anzahl von Wettbewerbern	169
Abbildung 21:	Kapazität als Funktion der Strafkosten I	173
Abbildung 22:	Kapazität als Funktion der Strafkosten II	174
Abbildung 23:	Kapazität als Funktion der Strafkosten III	174

## *Abbildungen im Anhang*

Abbildung A.1:	Vergleich der jährlichen prozentualen Veränderung des Bruttoinlandsprodukts, Primärenergie- und Stromverbrauchs in Deutschland von 1965 bis 1999	201
Abbildung A.2:	Industriestrompreise an ausgewählten Orten der Europäischen Union, Anfang 1996 und Anfang 2000 im Vergleich	201
Abbildung A.3:	Spotpreisentwicklung ausgewählter Strommärkte im Zeitraum von Juni bis September 2000	202
Abbildung A.4:	Spotpreisentwicklung ausgewählter Strommärkte im Zeitraum von Juni bis September 2000 (ohne E & W)	202
Abbildung A.5:	Verlauf der Spotpreise in Niveaugrößen und in Preisänderungsraten für die Daten des Nord Pool (NP)	203
Abbildung A.6:	Verlauf der Spotpreise in Niveaugrößen und in Preisänderungsraten für die Daten des spanischen Pools (SP)	204
Abbildung A.7:	Histogramm und Boxplot der Preisrenditen im Pool von England und Wales	205
Abbildung A.8:	Histogramm und Boxplot der Preisrenditen an der Leipzig Power Exchange	206
Abbildung A.9:	Korrelogramm der Reihe EW in Niveaugrößen und ersten Differenzen	207
Abbildung A.10:	Q-Q-Diagramme der Residuen der Modelle	208
Abbildung A.11:	Anpassung der Residuen der Modellschätzung an die hyperbolische Verteilung	210

## Tabellenverzeichnis

### *Tabellen im Text*

Tabelle 1:	Unterschiede zwischen Finanz- und Energiemärkten	66
Tabelle 2:	Kointegrationsbeziehungen zwischen den Zeitreihen	88
Tabelle 3:	Vergleich der Marktanteile im Bereich der Stromerzeugung in E & W zwischen 1990 und 2000 (in %)	111
Tabelle 4:	Wechsel vom örtlichen zu einem alternativen Versorger nach Anzahl der Abnehmer und Umfang der Stromlieferungen nach liberalisierten Bereichen zwischen 1990 und 2000 in E & W	111
Tabelle 5:	Preisbildung bei vorliegenden Netzengpässen	117
Tabelle 6:	Konzentration der Erzeugungskapazitäten im Electricity Pool von England und Wales	131
Tabelle 7:	Konzentration der Erzeugungskapazitäten im Electricity Pool von England und Wales nach empfohlener horizontaler Entflechtung	133

### *Tabellen im Anhang*

Tabelle B.1:	Endenergie- und Stromverbrauch in der Europäischen Union (in 1.000 t SKE), Vergleich zwischen 1985 und 1999	212
Tabelle B.2:	Stromerzeugung nach Energiequellen in der Europäischen Union (in GWh absolut und in Prozent an der Gesamterzeugung), Vergleich zwischen 1985 und 1998	213
Tabelle B.3:	Installierte Kapazität, Stromerzeugung, Pro-Kopf-Verbrauch und Kapazitätsauslastung 1997 in der Europäischen Union	215
Tabelle B.4:	Bruttostromerzeugungskapazitäten (in GW), Bruttostromerzeugung (in TWh) und Auslastung (in %) nach Energieträgern in Deutschland, Vergleich zwischen 1991 und 1998	215
Tabelle B.5:	Stromverbrauch nach Verbrauchergruppen in der Europäischen Union (in GWh absolut und Anteile in Prozent des Gesamtverbrauchs), Vergleich zwischen 1985 und 1998	216
Tabelle B.6:	Strompreise (in Pf/kWh) nach Verbrauchergruppen in Deutschland, Vergleich zwischen den Jahren 1991, 1995 und 1998	217

Tabelle B.7:	Gefälle der Strompreise in €/100 kWh in der Europäischen Union nach Verbrauchergruppen, Vergleich zwischen 1998 und 2000	217
Tabelle B.8:	Inländischer Stromverbrauch und Stromaußenhandel in der Europäischen Union, Vergleich zwischen 1994 und 2000	218
Tabelle B.9:	Die untersuchten Zeitreihen	219
Tabelle B.10:	Deskriptive Statistik der Zeitreihen der Spotpreise und ihrer Veränderungsraten für den gesamten Beobachtungszeitraum	220
Tabelle B.11:	Ausgewählte Werte der Autokorrelationskoeffizienten und Q-Statistik des Ljung-Box-Tests auf Autokorrelation in den Zeitreihen	221
Tabelle B.12:	Ergebnisse der Prüfung auf Stationarität der Zeitreihen mittels erweitertem Dickey-Fuller-Test und Phillips-Perron-Test	221
Tabelle B.13:	Ergebnisse der ARIMA-Modellschätzung für die Zeitreihen der Preisrenditen der Spotpreise und Wert des Auswahlkriteriums	222
Tabelle B.14:	Ausgewählte Werte der Autokorrelationskoeffizienten, der Q-Statistik des Ljung-Box-Tests und zugehörige Wahrscheinlichkeiten für das Vorliegen von Autokorrelation in den Residuen der Modelle	223
Tabelle B.15:	Testwerte und zugehörige Wahrscheinlichkeiten des Breusch-Godfrey-Tests auf das Vorliegen von Autokorrelation in den Residuen der Modelle	223
Tabelle B.16:	Testwerte des ARCH-LM-Tests bezogen auf die Residuen der ARIMA-Modelle	223
Tabelle B.17:	Ergebnisse der GARCH (1,1)-Modellschätzung für die Zeitreihen der Preisrenditen der Spotpreise (außer SWEP)	224
Tabelle B.18:	Diagnose der Residuen der Modelle; BDS-Testwerte, ARCH-LM-Test und zugehörige Wahrscheinlichkeiten und Hypothesentest	225
Tabelle B.19:	Anpassung der hyperbolischen Verteilung an die empirische Verteilung der Residuen der Modelle	226