

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einführung	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2 Vorgehensweise	3
1.3 Begriffsabgrenzung	4
2 Der Elektrizitätsmarkt für industrielle Verbraucher und derzeitige Ansätze zum Lastmanagement	6
2.1 Elektrizitätsangebot	6
2.2 Nachfrage nach elektrischer Energie im Hinblick auf Lastmanagement-Maßnahmen in Industriebetrieben	9
2.2.1 Bestimmungsgrößen der Gesamtnachfrage	9
2.2.2 Ausgewählte Tagesleistungsganglinien	10
2.2.2.1 Lastverläufe an Höchstlasttagen der öffentlichen Versorgung in der BR Deutschland	10
2.2.2.2 Lastverläufe an Höchstlasttagen im Berliner Elektrizitätsversorgungssystem	12
2.2.2.3 Lastverlauf am Höchstlasttag 1987 im Freiburger Elektrizitätsversorgungssystem	13
2.2.3 Stromverbrauch verschiedener Verbrauchergruppen	14
2.3 Preisbildung elektrischer Energie für Industriebetriebe	15
2.3.1 Grundsätze der Preisbildung zur Gewährleistung einer kostengünstigen Elektrizitätsversorgung	15
2.3.2 Preisvereinbarungen für typische Sonderabnehmer	18
2.3.3 Preisvereinbarungen für atypische Sonderabnehmer	19
2.4 Lastmanagement für elektrische Energie bei heutiger Preisbildung	21
2.4.1 Überblick	21
2.4.2 Lastmanagement bei zeitlicher Preisdifferenzierung	22

2.4.2.1	Lastmanagement bei differenzierten Arbeitspreisen	22
2.4.2.2	Lastmanagement aufgrund der Leistungspreisbildung	23
2.4.3	Lastmanagement bei Preisdifferenzierung nach Verwendungszweck	24
2.4.4	Lastmanagement bei Preisdifferenzierung in Abhängigkeit von der Bezugsmenge	24
2.4.5	Lastmanagement bei Sonderkonditionen durch Lastabwurf	25
2.5	Lastmanagement durch Stromerzeugung in industriellen Eigenanlagen	25
3	Ansätze zur Initiierung von Lastmanagement-Maßnahmen durch neuere Formen der Preisbildung für elektrische Energie sowie Entwicklung eines zeitvariablen Preissystems	28
3.1	Überblick	28
3.2	Preiselastisches Nachfrageverhalten als Voraussetzung für strompreisabhängiges Lastmanagement in Industriebetrieben	28
3.2.1	Preistheoretische Grundlagen	29
3.2.2	Vorliegende Preiselastizitätsschätzungen der Stromnachfrage für die BR Deutschland	30
3.2.3	Vorliegende Preiselastizitätsschätzungen der Stromnachfrage für ausgewählte europäische Länder	32
3.2.4	Vorliegende Preiselastizitätsschätzungen der Stromnachfrage für die U.S.A. und Kanada	34
3.3	Ansätze zur Verbesserung der Preisbildung für elektrische Energie in der BR Deutschland	36
3.4	Formen zeitvariabler, grenzkostenorientierter Strompreisbildung und Lastmanagement in Europa und den U.S.A.	38
3.4.1	Zeitvariable Preise und Lastmanagement in Frankreich	38
3.4.2	Zeitvariable Preise und Lastmanagement in Großbritannien	43
3.4.3	Zeitvariable Preise und Lastmanagement in den U.S.A.	44
3.4.3.1	Time-Of-Use-Preisbildung	44
3.4.3.2	Spot-Preisbildung	48

3.5	Entwicklung eines zeitvariablen, auf Grenzkosten basierenden Strompreissystems für Industriebetriebe in der BR Deutschland	49
3.5.1	Theorie grenzkostenorientierter Preisbildung elektrischer Energie	49
3.5.1.1	Volkswirtschaftliche Grundlagen der Preisbildung	49
3.5.1.2	Preisbildung bei kurz- und langfristigen Grenzkosten	54
3.5.1.3	Bestehende Preisbildungsmodelle auf Basis der Grenzkosten	56
3.5.2	Zeitvariable, auf Grenzkosten basierende Preissysteme für Industriebetriebe in der BR Deutschland	57
3.5.2.1	Zeitvariable determinierte Preise für elektrische Energie	61
3.5.2.2	Zeitvariable Momentanpreise für elektrische Energie	61
3.5.2.3	Kriterien für zeitvariable Preissysteme	62
4	Produktions- und kostentheoretische Analyse des Einsatzes stromverbrauchender Anlagen im Hinblick auf Lastmanagement in Industriebetrieben	64
4.1	Überblick	64
4.2	Betriebliche Produktionsfaktoren	67
4.3	Stromverbrauchende Betriebsmittel	68
4.3.1	Klassifikation nach Anwendungsgebieten	69
4.3.2	Klassifikation nach Nutzenergieformen	70
4.3.3	Klassifikation nach Aggregatetypen	71
4.3.3.1	Aggregatetypen des Produktionsbereichs	72
4.3.3.2	Aggregatetypen der Haustechnik	73
4.3.4	Formen der Energiespeicherung	73
4.3.5	Betriebsmittelzeit	75
4.4	Formen der Anpassung an unterschiedliche Strompreise	76
4.4.1	Intensitätsmäßige Anpassung	77
4.4.2	Zeitliche Anpassung	78
4.4.3	Quantitative Anpassung ohne Betriebsgrößenvariation	78
4.4.4	Quantitative Anpassung mit Betriebsgrößenvariation	79
4.4.5	Selektive Anpassung	79
4.5	Kostenverlauf bei intensitätsmäßiger Anpassung	80
4.5.1	Kostenanalyse	80

	X	<u>Seite</u>
4.5.2	Intensitätsmäßige Anpassung von Stromverbrauchern bei konstanten Strompreisen	82
4.5.3	Intensitätsmäßige Anpassung von Stromverbrauchern bei zeitvariabler Preisbildung	84
4.5.4	Technische Beschränkungen einer intensitätsmäßigen Anpassung elektrischer Antriebe	87
4.6	Kostenverlauf bei zeitlicher Anpassung	88
4.6.1	Kostenanalyse	88
4.6.2	Zeitliche Anpassung von Stromverbrauchern bei konstanten Strompreisen	89
4.6.3	Zeitliche Anpassung von Stromverbrauchern bei zeitvariabler Preisbildung	90
4.7	Kostenverlauf bei quantitativer Anpassung ohne Änderung der Betriebsgrößen	92
4.7.1	Kostenanalyse	92
4.7.2	Quantitative Anpassung von Stromverbrauchern bei konstanten Strompreisen	92
4.7.3	Quantitative Anpassung von Stromverbrauchern bei zeitvariabler Preisbildung	93
4.8	Kostenverlauf bei quantitativer Anpassung mit Variation der Betriebsgröße	94
4.9	Kostenverlauf bei selektiver Anpassung	95
4.10	Zusätzliche Kosten der Anpassung als Bestimmungsgröße der Durchführung von Lastmanagement-Maßnahmen	95
4.10.1	Gegenüberstellung von zusätzlichen Kosten und Anpassungsarten	95
4.10.2	Lastmanagement-Maßnahmen in Abhängigkeit von zusätzlichen Kosten der Anpassung	96
4.10.3	Beispiele für Lastmanagement-Maßnahmen	98
5	Schätzung des Lastmanagement-Potentials von Industriebetrieben sowie Ermittlung von Bestimmungsgrößen für Lastmanagement	100
5.1	Überblick	100

5.2	Schätzung des Lastmanagement-Potentials für Betriebe ausgewählter Wirtschaftsgruppen aufgrund gesamtwirtschaftlicher Bestimmungsgrößen für die BR Deutschland	102
5.2.1	Statistische Bestimmungsgrößen des Lastmanagement-Potentials	102
5.2.2	Lastmanagement-Potential von Betrieben der Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	106
5.2.3	Lastmanagement-Potential von Betrieben der Eisenschaffenden Industrie	107
5.2.4	Lastmanagement-Potential von Betrieben der Nichteisen-Metallindustrie	108
5.2.5	Lastmanagement-Potential von Betrieben der Chemischen Industrie	110
5.2.6	Lastmanagement-Potential von Betrieben der Zellstoff-, Holzschliff-, Papier- und Pappeerzeugung	111
5.3	Ermittlung einzelwirtschaftlicher Bestimmungsgrößen für Lastmanagement und Schätzung des Lastmanagement-Potentials für Industriebetriebe aufgrund einer in der Berliner Industrie durchgeführten Befragung	112
5.3.1	Methodische Vorgehensweise	112
5.3.1.1	Untersuchungsrahmen und Auswahl der Betriebe	112
5.3.1.2	Durchführung	115
5.3.2	Aufteilung des Stromverbrauchs	118
5.3.3	Lastmanagement-Potential	120
5.3.3.1	Lastmanagement-Potential und Branche	120
5.3.3.2	Lastmanagement-Potential und Höchstlastoptimierung	121
5.3.4	Lastmanagement-Potential der verschiedenen Aggregatetypen sowie unterschiedlicher Wirtschaftsgruppen	122
5.3.4.1	Lastmanagement-Potential der verschiedenen Aggregatetypen	122
5.3.4.2	Lastmanagement-Potential und Wirtschaftsgruppe	124
5.3.5	Dauer der Lastverschiebung	127
5.3.6	Schätzung des Lastmanagement-Potentials der Berliner Industrie	129
5.3.7	Sonstige Ergebnisse im Hinblick auf das Lastmanagement-Potential	131
5.3.7.1	Anzahl der Arbeitsschichten	131
5.3.7.2	Art des Stromlieferungsvertrages	132
5.3.7.3	Lastmanagement-Potential und Stromvertrag	132
5.3.7.4	Einfluß des Preisunterschiedes zwischen Hoch- und Niedrigtarif-Zeiten	132
5.3.7.5	Zeitpunkt der Jahresleistungsspitze	133

5.3.7.6	Höchstlastoptimierungsanlagen	134
5.3.7.7	Eigenerzeugung	135
5.3.7.8	Preiselastizität	135
6	Ermittlung des Lastmanagement-Potentials von Industriebetrieben anhand eines Simulationsmodells	136
6.1	Überblick	136
6.2	Wahl des Modells	137
6.3	Aufbau des Simulationsmodells	138
6.3.1	Zielfunktion	138
6.3.2	Parameter des Modells	140
6.3.3	Berücksichtigung von Investitionsausgaben	146
6.4	Implementierung des Modells auf einem Mikrocomputer	147
6.5	Exemplarische Preissysteme	149
6.5.1	Preissystem I mit einem 4-stündigen Hochpreis	150
6.5.2	Preissystem II mit einem 16-stündigen Hochpreis	151
6.5.3	Preissystem III mit zwei Hochpreis-Perioden	152
6.6	Bestimmung des Lastmanagement-Potentials eines Betriebes des Grundstoff- und Produktionsgütergewerbes	154
6.6.1	Allgemeine Angaben zur Charakterisierung der Stromversorgung des gewählten Betriebes	154
6.6.2	Technische und wirtschaftliche Annahmen zu den unterschiedlichen Aggregatetypen	156
6.6.3	Ergebnisse der Modellrechnungen bei den unterschiedlichen Preissystemen	159
6.7	Bestimmung des Lastmanagement-Potentials eines Betriebes des Investitionsgütergewerbes	168
6.7.1	Allgemeine Angaben zur Charakterisierung der Stromversorgung des gewählten Betriebes	168
6.7.2	Technische und wirtschaftliche Annahmen zu den unterschiedlichen Aggregatetypen	170
6.7.3	Ergebnisse der Modellrechnungen bei den unterschiedlichen Preissystemen	175

7	Zusammenfassende Schlußfolgerungen	183
---	------------------------------------	-----

Anhang

I	Fragebogen zur Unternehmensbefragung über die Bestimmungsgründe des Verbrauchs elektrischer Energie in Industriebetrieben	189
---	---	-----

II	Grenzkostenverläufe an exemplarischen Tagen im Berliner Elektrizitätsversorgungssystem	198
----	--	-----

Literaturverzeichnis	202
----------------------	-----

Sachwortverzeichnis	223
---------------------	-----