

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VII
Symbolverzeichnis.....	IX
Abkürzungsverzeichnis.....	XVII
Einheitenverzeichnis.....	XIX
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangslage und Problemstellung.....	1
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise.....	4
2 Grundlagen und Rahmenbedingungen des Lastmanagements.....	7
2.1 Überblick über den Energiesektor.....	7
2.2 Erzeugung elektrischer Energie.....	10
2.2.1 Kraftwerkstechnologien zur Erzeugung elektrischer Energie.....	11
2.2.2 Ökonomische und ökologische Auswirkungen der Erzeugung.....	18
2.2.3 Energieversorgung durch das Verbundnetz.....	22
2.2.4 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	25
2.2.5 Zwischenfazit zur Energieerzeugung.....	28
2.3 Verbrauch elektrischer Energie.....	29
2.3.1 Überblick über den Energieverbrauch im Haushaltssektor.....	29
2.3.2 Verbrauch durch konventionelle Geräte.....	33
2.3.3 Verbrauch durch neuartige Geräte.....	37
2.3.4 Veränderungen der Verbrauchsseite.....	41
2.3.5 Zwischenfazit zum Energieverbrauch.....	43
2.4 Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie.....	44
2.4.1 Gestaltung des Ausgleichsverfahrens.....	44

2.4.2	Auswirkungen steigender Fluktuationen auf das Ausgleichsverfahren.....	47
2.4.3	Problematik schwankender Energiepreise für Energieversorgungsunternehmen	49
2.4.4	Zwischenfazit zum Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch	51
2.5	Lastmanagement im Haushaltssektor.....	51
2.5.1	Definition und Ziele des Lastmanagements	52
2.5.2	Umsetzung des Lastmanagements in Haushalten.....	55
2.5.3	Anpassung der Gerätenutzung in Reaktion auf Lastmanagementinstrumente	57
2.5.4	Potential des Einsatzes von Lastmanagement	59
2.5.5	Implementierung in Pilotprojekten und Feldstudien	63
2.5.6	Zwischenfazit zum Einsatz des Lastmanagements im Haushaltssektor	67
2.6	Fazit und Ableitung von Anforderungen an eine Untersuchungsmethode	68
3	Ansätze zur Untersuchung eines integrierten Lastmanagements in Haushalten.....	73
3.1	Modelle zur Generierung von Haushaltlastprofilen	73
3.1.1	Überblick über Modelle zur Generierung von Haushaltlastprofilen.....	73
3.1.2	Bottom-up Modelle zur Generierung von Haushaltlastprofilen.....	76
3.2	Modellierung der Instrumente des Lastmanagements in bottom-up Modellen.....	83
3.2.1	Simulationsverfahren.....	83
3.2.2	Multiagentenbasiertes Lastmanagement.....	87
3.2.3	Optimierungserfahren.....	90
3.2.4	Weitere Verfahren	94
3.3	Modelle zur integrierten Betrachtung verschiedener Energieformen in Haushalten	96
3.3.1	Integration verschiedener Energieformen in Simulationsmodellen	97
3.3.2	Integration verschiedener Energieformen in Optimierungsproblemen	97
3.4	Lastanpassung und Komfort in quantitativen Modellen	100
3.4.1	Nutzerverhalten mit Grenzwerten	101
3.4.2	Nutzerverhalten mit Berechnung von Komfortkosten.....	103
3.4.3	Nutzwertfunktionen zur Abbildung von Haushaltsverhalten	104
3.5	Fazit zur Literaturanalyse und Konkretisierung der Anforderungen	106

4	Entwicklung einer Untersuchungsmethode.....	109
4.1	Überblick über das Gesamtkonzept.....	109
4.2	Modellierung der Akteure	113
4.2.1	Allgemeine Aspekte der Modellierung.....	113
4.2.2	Modellierung des Energieversorgungsunternehmens.....	117
4.2.3	Modellierung der Strukturebene der Haushalte.....	119
4.2.4	Modellierung der Verhaltensebene der Haushalte.....	123
4.3	Verfahren zur Berechnung der Auswirkungen des Lastmanagements	127
4.3.1	Überblick über das dreistufige Untersuchungsverfahren	128
4.3.2	Generierung der Simulationsumwelt und der Population heterogener Haushalte.....	129
4.3.3	Simulation zur Berechnung unbeeinflusster Haushaltslastprofile.....	137
4.3.4	MILSOP zur Berechnung der Auswirkungen von Lastmanagementinstrumenten	146
4.4	Überblick über die Implementierung	149
4.4.1	Implementierung und Schnittstellen der Verfahrensstufen	149
4.4.2	Verifikation der Umsetzung	150
4.5	Zwischenfazit	151
5	Validierung und exemplarische Anwendung	153
5.1	Datengrundlage und -aufbereitung.....	153
5.1.1	Parametrisierung der Haushaltsagenten.....	153
5.1.2	Parametrisierung der Umwelt.....	155
5.1.3	Parametrisierung der Geräte mit verschiebbarer und nicht-verschiebbarer Nutzung.....	157
5.1.4	Parametrisierung elektrisch betriebener Fahrzeuge.....	160
5.1.5	Parametrisierung der Geräte mit anpassbarer Nutzung	161
5.1.6	Parametrisierung dezentraler PV-Anlagen	163
5.2	Modellvalidierung und -kalibrierung	163
5.2.1	Validierung der Generierungs- und Simulationsstufe	163
5.2.2	Kalibrierung der Optimierungsstufe.....	168
5.3	Exemplarische Anwendung an Fallstudien des deutschen Haushaltssektors.....	169

5.3.1	Vorgehen der Untersuchungen und Kennzahlen	169
5.3.2	Darstellung der Fallstudien und der Ergebnisse der Untersuchungen.....	172
5.4	Ableitung von Handlungsempfehlungen.....	185
5.4.1	Handlungsempfehlungen für Energieversorgungsunternehmen.....	185
5.4.2	Handlungsempfehlungen für Haushalte	188
5.4.3	Handlungsempfehlungen für weitere Akteure.....	189
6	Kritische Würdigung und Ausblick.....	191
6.1	Kritische Würdigung des entwickelten Modells	191
6.2	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	193
7	Zusammenfassung.....	197
	Literaturverzeichnis.....	201
	Anhang	229
A.	Detailierung der Eingangsdaten	229