

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

SOLARE ENERGIE- UND SYSTEMFORSCHUNG /
SOLAR ENERGY AND SYSTEMS RESEARCH

Smarte und Dezentrale Solare Fernwärme

Mehmet Elci

FRAUNHOFER VERLAG

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Hypothese	4
1.3	Geltungsbereich	4
1.4	Struktur der Dissertation	5
2	Stand von Wissenschaft und Technik	7
2.1	Fernwärme	7
2.2	Bewertung der Stromnetz-Interaktion	16
3	Dezentrales Solares Fernwärmesystem	21
3.1	Konzeptvorstellung	21
3.2	Methodik	23
3.2.1	Übersicht	23
3.2.2	Fallstudie: Stadt-Quartier Gutleutmatten	25
3.2.3	Modellierung	27
3.2.4	Bewertungsmethoden	63
3.3	Ergebnisse und Diskussion	79
3.3.1	Wärmeverteilverluste und EE-Anteil	79
3.3.2	Stromnetz-Interaktion	83
3.3.3	Wirtschaftlichkeit	90
4	Erweiterung der Wärmenetzregelung – Smart Heat Grid	98
4.1	Einleitung	98
4.2	Konzeptvorstellung	101
4.2.1	Funktion Kooperation	102
4.2.2	Funktion Abkühlung	105
4.2.3	Funktion Impuls	105
4.3	Methodik	110
4.3.1	Übersicht	110

4.3.2 Modellierung	111
4.3.3 Implementierung der Regellogik	114
4.3.4 Verifizierung der Funktionalität	128
4.4 Ergebnisse und Diskussion	140
5 Erweiterung der KWK-Regelung	145
5.1 Methodik	145
5.1.1 Übersicht	145
5.1.2 Optimierungsmethode	146
5.1.3 Modellierung	149
5.1.4 Validierung der Optimierungs-Methode	150
5.1.5 Modellgüte: Kreuzvalidierung	153
5.2 Ergebnisse und Diskussion	155
5.2.1 Stromnetz-Interaktion	155
5.2.2 Wirtschaftlichkeit	167
6 Zusammenfassung und Ausblick	171
6.1 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse	171
6.2 Ausblick	173
Anhang	176
A. Weitere Modellinformationen	176
B. Modellgüte Heizzentrale	185
C. Parameter zur Wirtschaftlichkeitsrechnung	188
D. Ergebnisse des Swinging Door Algorithmus	190
E. Intermittierender Wärmenetzbetrieb	191
F. Elemente der Wärmegestehungskosten	193
G. Temperaturen im Vorhaltevolumen	194
Nomenklatur	195
Abbildungsverzeichnis	199
Tabellenverzeichnis	207
Literaturangaben	208