

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1. Motivation und Hintergrund . . . . .	1
1.2. Stand der Forschung . . . . .	4
1.3. Beitrag und Aufbau der Dissertation . . . . .	8
<b>2. Energiebedarf der privaten Haushalte</b>	<b>11</b>
2.1. Determinanten des Wärmebedarfs . . . . .	12
2.1.1. Typologisierung zur Bestimmung des Wärmebedarfs . . .	12
2.1.2. Energetische Sanierung . . . . .	14
2.1.3. Kosten der Sanierungsmaßnahmen . . . . .	17
2.2. Modellierung des Wärmebedarfs . . . . .	20
2.2.1. Berücksichtigung des Nutzerverhaltens . . . . .	23
2.2.2. Zeitliche Auflösung des Wärmebedarfs . . . . .	26
2.3. Determinanten des Haushaltsstromverbrauchs . . . . .	28
<b>3. Dezentrale Versorgungstechniken</b>	<b>31</b>
3.1. Investitionskosten der Heizungsanlagen . . . . .	32
3.1.1. Wärmeerzeuger . . . . .	35
3.1.2. Wärmequellenanlagen . . . . .	38
3.1.3. Speicher . . . . .	39
3.1.4. Verteilnetze . . . . .	42
3.1.5. Heizflächen . . . . .	43
3.1.6. Anschlusskosten an externe Netze . . . . .	45
3.1.7. Tank- und Lagerkosten . . . . .	46
3.2. Investitionskosten der Stromerzeugungstechnologien . . . . .	46
3.3. Technologische Lerneffekte . . . . .	48
<b>4. Zentrale Wärmeversorgung</b>	<b>51</b>
4.1. Erzeugungstechnologien . . . . .	52
4.1.1. Planung und Leistungsauslegung . . . . .	53
4.1.2. Standortwahl . . . . .	56
4.1.3. Kosten . . . . .	57
4.2. Wärmenetze . . . . .	60
4.2.1. Trassenführung . . . . .	60
4.2.2. Verlegeverfahren und Rohrleitungssysteme . . . . .	62

4.2.3.	Netzparameter . . . . .	63
4.2.4.	Standardwerte der Bemessung . . . . .	65
4.2.5.	Netzdimensionierung . . . . .	69
4.2.6.	Kosten des Wärmenetzes . . . . .	70
4.3.	Hausübergabestationen . . . . .	72
<b>5.</b>	<b>Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</b>	<b>75</b>
5.1.	Kostendefinition der Bau- und Anlagentechnik . . . . .	76
5.1.1.	Kapitalgebundene Kosten . . . . .	76
5.1.2.	Bedarfsgebundene Kosten . . . . .	77
5.1.3.	Betriebsgebundene Kosten . . . . .	78
5.1.4.	Sonstige Kosten . . . . .	79
5.1.5.	Erlöse . . . . .	79
5.2.	Staatliche Förderinstrumente . . . . .	80
5.2.1.	Energetisch Sanieren . . . . .	80
5.2.2.	Erneuerbare Energien im Wärmemarkt . . . . .	81
5.2.3.	Kraft-Wärme-Kopplung . . . . .	81
5.2.4.	Wärmenetze . . . . .	83
5.2.5.	Fotovoltaik . . . . .	83
<b>6.</b>	<b>Modellentwicklung <i>DESCoM</i></b>	<b>85</b>
6.1.	Modul A: Gebäude . . . . .	86
6.1.1.	Beschreibung der Wärmebedarfsermittlung . . . . .	87
6.1.2.	Berücksichtigung des Sanierungsstandes . . . . .	89
6.2.	Modul B: Energieversorgung . . . . .	91
6.2.1.	Ökologische Bewertung der Heizungsanlagen . . . . .	92
6.2.2.	Besonderheiten der Kraft-Wärme-Kopplung . . . . .	97
6.2.3.	Simulation von stromerzeugenden Technologien . . . . .	100
6.3.	Modul C: Wirtschaftlichkeit . . . . .	106
6.4.	Modul D: Fernwärme . . . . .	108
<b>7.</b>	<b>Modellanwendung in exemplarischen Siedlungsgebieten</b>	<b>115</b>
7.1.	Untersuchungsgebiet . . . . .	115
7.2.	Szenariendefinition . . . . .	123
7.3.	Dimensionierung der Wärmenetze . . . . .	127
7.4.	Modellergebnisse . . . . .	131
7.4.1.	Szenario 1: Basis . . . . .	132
7.4.2.	Szenario 2: Deutlicher Preisanstieg . . . . .	146
7.4.3.	Szenario 3: Geringer Preisanstieg . . . . .	149
7.4.4.	Szenario 4: Förderinstrumente . . . . .	151
7.4.5.	Szenario 5: Vollsanierung . . . . .	153
7.4.6.	Szenario 6: Berücksichtigung der Grenzemissionen . . . . .	157

7.5. Zusammenfassende Bewertung der Modellergebnisse . . . . .	159
<b>8. Fazit</b>	<b>165</b>
<b>A. Modellgrundlagen</b>	<b>169</b>
<b>B. Entscheidungskriterien der Gebäudezuordnung</b>	<b>181</b>
<b>C. Rahmenannahmen der Energiepreisprognosen</b>	<b>183</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>186</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>192</b>