

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Motivation und Hintergrund	1
1.2. Stand der Forschung	4
1.3. Beitrag und Aufbau der Dissertation	8
2. Energiebedarf der privaten Haushalte	11
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
3. Dezentrale Versorgungstechniken	31
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
4. Zentrale Wärmeversorgung	51
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
5.	Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	75
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
6.	Modellentwicklung DESCoM	85
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
7.	Modellanwendung in exemplarischen Siedlungsgebieten	115
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
8. Fazit	165
A. Modellgrundlagen	169
B. Entscheidungskriterien der Gebäudezuordnung	181
C. Rahmenannahmen der Energiepreisprognosen	183
Abkürzungsverzeichnis	186
Literaturverzeichnis	192