

# Inhaltsverzeichnis

<b>Erklärung .....</b>	I
<b>Danksagung .....</b>	II
<b>Abstract .....</b>	III
<b>Kurzzusammenfassung .....</b>	IV
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	VII
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	VIII
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	XIII
<b>1 Ausgangslage .....</b>	1
1.1 Dezentrale Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien.....	1
1.2 Sektorkopplung zwischen Strom und Wärme.....	1
1.3 Potenziale elektrischer Wärmepumpen zum Lastmanagement .....	4
1.4 Stand der Technik und Forschung .....	5
<b>2 Problemstellung und Zielsetzung.....</b>	7
2.1 Problemstellung .....	7
2.2 Zielsetzung .....	8
2.3 Gliederung der Arbeit .....	9
<b>3 Grundlagen .....</b>	10
3.1 Begriffe und Definitionen .....	10
3.2 Thermische Speicher in Gebäuden.....	11
3.3 Stromerzeugung aus EE und Stromverbrauch in Wolfhagen .....	14
3.4 Potenzial zur Kopplung von Stromerzeugung aus EE und Wärmebereitstellung mit Wärmepumpen.....	18
3.5 Netzdienlicher Wärmepumpenbetrieb.....	19
3.5.1 Wärmegeführter Wärmepumpenbetrieb mit technischen Speichern .....	21
3.5.2 Netzgeführter Wärmepumpenbetrieb mit technischen Speichern.....	22
3.5.3 Netzgeführter Wärmepumpenbetrieb mit Gebäudemassen .....	23
3.6 Vorgang der zeitlichen Lastverschiebung .....	25
<b>4 Bewertungsmethodik.....</b>	27
4.1 Energetische Bewertung.....	27
4.2 Primärenergetische Bewertung .....	30
4.3 Bewertung des thermischen Raumkomforts .....	33
4.4 Wirtschaftliche Bewertung .....	35
4.5 Gesamtbewertung.....	38
<b>5 Lastmanagement mit einer Wärmepumpe in einem Beispielgebäude.....</b>	39
5.1 Software zur dynamischen Gebäudesimulation.....	39
5.2 Wetterdaten .....	40
5.3 Simulationsmodell.....	40
5.3.1 Interne Wärmegewinne .....	42
5.3.2 Trinkwarmwasserprofil .....	43
5.3.3 Wärmeübergabesysteme .....	44
5.3.4 Wärmepumpenanlage .....	45
5.3.5 Heizungspufferspeicher .....	47
5.3.6 Trinkwarmwasserspeicher .....	48
5.3.7 Lüftung.....	49
5.4 Parameterstudie für die Bewertung der netzdienlichen Betriebsführung.....	50

5.4.1 Parametervariationen .....	50
5.4.2 Referenzfall – Wärmegeführter Wärmepumpenbetrieb ohne Sperrzeiten.....	53
5.4.3 Wärmegeführter Wärmepumpenbetrieb mit Sperrzeiten .....	58
5.5 Netzdienlicher Wärmepumpenbetrieb.....	61
5.5.1 Energetische Bewertung bezogen auf die Endenergie .....	61
5.5.2 Energetische Bewertung bezogen auf die Primärenergie .....	65
5.5.3 Bewertung des thermischen Komforts .....	67
5.5.4 Wirtschaftliche Bewertung .....	68
5.5.5 Gesamtbewertung.....	75
6 Analyse des netzdienlichen Wärmepumpenbetriebs auf Quartiersebene .....	78
6.1 Problemstellung und Zielsetzung .....	78
6.2 Simulationsmodell.....	79
6.3 Ergebnisse.....	81
7 Zusammenfassung.....	83
8 Ausblick.....	85
9 Literaturverzeichnis.....	86
10 Anhang .....	94
10.1 Baukonstruktion.....	94
10.2 EXCEL-Tool nach DIN EN 1264.....	98
10.3 Simulationsmodell in TRNSYS .....	99