



Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung Kreis Groß-Gerau

Abschlussbericht vom 19.12.2012



Eine Studie der *Transferstelle Bingen*

Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung im Kreis Groß-Gerau

Auftraggeber:

Kreis Groß-Gerau
Energiekompetenzcenter
Projektleiter Klimaschutzteilkonzept: Herr Gregor Steiger
Wilhelm-Seipp-Straße 4
64521 Groß-Gerau
Tel.: 0 61 52 – 989 582
E-Mail: g.steiger@kreisgg.de
Internetadresse: www.kreis-gross-gerau.de und www.ekc-kreisgg.de

Konzepterstellung:

Transferstelle Bingen (TSB) in der ITB gGmbH
Berlinstraße 107a
55411 Bingen
Ansprechpartner: Frau Kerstin Kriebs
Tel.: 0 67 21 98 424 – 0
E-Mail: kriebs@tsb-energie.de

Gefördert aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen 03KS1472 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.
Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Projektleitung: Kerstin Kriebs, Michael Münch

Bearbeitung: William Clauß, Joachim Comtesse, Klaus Klaasen, Marc Meurer,
Birte Leibrecht, Jonas Pies, Corvin Veith, Christian Zepf

Inhaltsverzeichnis

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	7
Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis	11
Abkürzungsverzeichnis.....	14
1 Einführung und Ziele des Klimaschutzteilkonzepts.....	15
2 Projektrahmen und Ausgangssituation.....	17
2.1 Aufgabenstellung.....	18
2.2 Arbeitsmethodik	18
2.2.1 Partizipative Konzepterstellung.....	21
2.2.2 Umsetzung der Ergebnisse.....	24
2.3 Kurzbeschreibung der Region	26
2.4 Bisherige Entwicklungen im Kreis Groß-Gerau	29
2.4.1 Bestehende Netzwerke im Energiebereich	30
2.4.2 Leuchtturmprojekte.....	31
2.4.3 Organisation und Zuständigkeiten	32
3 Energie- und CO₂e-Bilanzierung – Stand 2010.....	34
3.1 Methodik	34
3.2 Regionaler Strom-Mix und dessen Emissionskennwert für Kreis Groß-Gerau.....	35
3.3 Energie und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte	37
3.4 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz kommunale Liegenschaften	40
3.5 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistungen	42
3.6 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Industrie	49
3.7 Energie- und CO ₂ e-Gesamtemissionsbilanz	56
3.8 Wärminfrastruktur	60
3.8.1 Wärmenetze im Bestand.....	61
3.8.2 Wärmekarten.....	65
4 Potenzialanalyse zur Energieeinsparung	67
4.1 Wohngebäude.....	67
4.1.1 Methodik.....	68
4.1.2 Ergebnis.....	69
4.1.3 Szenarien	74
4.2 Kommunale Liegenschaften	76
4.2.1 Methodik.....	77
4.2.2 Ergebnis.....	77
4.2.3 Szenarien bis 2050.....	78
4.3 Gebäude der Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.....	81
4.3.1 Methodik.....	81

4.3.2	Ergebnis.....	82
4.3.3	Szenarien bis 2050.....	83
4.4	Gebäude der Industrie	85
4.4.1	Methodik.....	86
4.4.2	Ergebnis.....	86
4.4.3	Szenarien bis 2050.....	87
5	Potenziale in der Energieeffizienz.....	89
5.1	Potenziale zur Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung	89
5.1.1	Kraft-Wärme-Kopplung.....	89
5.1.2	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung	96
5.1.3	Ausbauszenario.....	97
5.2	Potenziale industrielle Abwärmenutzung	99
5.2.1	Methodik.....	104
5.2.2	Ergebnis.....	106
5.2.3	Ausbauszenario.....	107
5.3	Potenziale zur Abwasserwärmenutzung	108
5.3.1	Methodik.....	109
5.3.2	Ergebnis.....	109
5.3.3	Potenziale aus gereinigtem Abwasser	111
6	Potenziale zur Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren Energien.....	115
6.1	Biomasse	115
6.1.1	Feste Biomasse.....	115
6.1.2	Gasförmige Biomasse	121
6.1.3	Ausbauszenario.....	127
6.2	Solarthermie	128
6.2.1	Bestandsanlage	128
6.2.2	Potenzialanalyse	129
6.2.3	Ausbauszenario.....	131
6.3	Reststoffe	132
6.4	Oberflächennahe Geothermie	133
6.4.1	Systeme zur Nutzung oberflächennaher Erdwärme	133
6.4.2	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	140
6.4.3	Potenziale der oberflächennahen Geothermie im Untersuchungsgebiet	144
6.4.4	Bestehende Anlagen im Untersuchungsgebiet.....	144
6.4.5	Ausbauszenario.....	146
6.5	Tiefengeothermie	146
6.5.1	Hydrothermale Systeme	146
6.5.2	Petrothermale Systeme	147
6.5.3	Tiefe Erdwärmesonden.....	148
6.5.4	Planung und Ablauf eines Tiefengeothermieprojekts	148
6.5.5	Kosten und Vergütungssätze.....	149
6.5.6	Potenziale zur Nutzung tiefer Geothermie im Untersuchungsgebiet.....	150

6.5.7	Bestehende Konzessionsgebiete	152
6.5.8	Klimarelevanz von tiefegeothermische Anlagen	154
6.5.9	Ausbauszenario.....	155
7	Potenziale zu Aus- und Zubau von Wärmenetzen	156
7.1	Wärmekarten zur Identifikation von potenziellen Wärmenetzgebieten	156
7.2	Vorgehensweise zur Entwicklung eines Wärmenetzes	160
7.2.1	Exemplarisches Wärmenetz in einer ländlich geprägten Kommune	162
7.2.2	Exemplarisches Wärmenetz in einer industriell geprägten Kommune	169
7.2.3	Ausbauszenario.....	177
8	Akteursbeteiligung.....	179
8.1	Projektgruppe	179
8.2	Klimaschutznetzwerk	179
8.3	Workshops.....	180
8.4	Gespräche	180
9	Maßnahmenkatalog	181
9.1	Maßnahmenbeschreibung: Aufbau, Inhalte und Bewertung	182
9.2	Auswertung Maßnahmenkatalog	186
9.2.1	Übergreifende Maßnahmen	186
9.2.2	Maßnahmen nach Sektoren und Bewertung.....	187
9.2.3	Maßnahmen nach Umsetzungszeitraum und Bewertung	189
10	Konzept Controlling	191
10.1	Dokumentation.....	191
10.2	Organisatorische Verankerung des Prozesses.....	192
10.3	Definition von Messindikatoren zur Bewertung der Zielerreichungsgrade	192
10.4	Ausbau beziehungsweise Aufbau von Controlling- und Managementsysteme	193
11	Konzept für Öffentlichkeitsarbeit.....	196
11.1	Anforderungen an eine erfolgreiche Öffentlichkeitsarbeit.....	196
11.2	Zielsetzung der Öffentlichkeitsarbeit.....	196
11.3	Zielgruppen der Öffentlichkeitsarbeit.....	196
11.4	Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit.....	197
11.5	Kommunikationskanäle	198
11.6	Ressourcen und Umsetzung der Öffentlichkeitsarbeit.....	198
11.7	Vorarbeiten – Öffentlichkeitsarbeit im Kreis Groß-Gerau	198
11.8	Ideensammlung	200
11.8.1	Zielgruppenspezifische Aktionen.....	200
11.8.2	Informationsmaterial	207
11.8.3	Ausstellungen	209
12	Klimaschutzziel und Umsetzung	210
13	Wirtschaftliche Effekte.....	213

13.1	Datengrundlage und Methodik.....	213
13.1.1	Investitionen und lokale Wertschöpfung durch die Aktivierung von Einspar- und Effizienzpotenziale.....	213
13.1.2	Ausbau erneuerbarer Energien.....	214
13.2	Ergebnisse.....	216
13.2.1	Ergebnisse der einmaligen regionalen Wertschöpfung und der Brutto-Investitionskosten im Bereich Einspar- und Effizienzmaßnahmen.....	216
13.2.2	Ergebnisse einmalige Wertschöpfung Erneuerbare Energien	217
13.2.3	Ergebnisse jährliche Wertschöpfung Erneuerbare Energien	218
13.2.4	Ergebniszusammenfassung	219
14	Zusammenfassung	220
15	Fazit	226
16	Literaturverzeichnis	228

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Entwicklung der Energiedaten bis 2050 (eigene Darstellung).....	15
Abbildung 2-1 Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen in Deutschland 2010 (Dena I, 2012)	17
Abbildung 2-2 Strategie Energieeinsparung, KWK und erneuerbare Energienutzung	18
Abbildung 2-3 Methodik im Klimaschutzteilkonzept (eigene Darstellung).....	21
Abbildung 2-4 Lage der Städte und Gemeinden im Kreis Groß-Gerau (verändert nach Geodaten des Kreises Groß-Gerau)	27
Abbildung 3-1 Strom-Mix im Netz Kreis Groß-Gerau	37
Abbildung 3-2 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte im Kreis Groß-Gerau 2010.....	39
Abbildung 3-3 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträgern, private Haushalte im Kreis Groß-Gerau 2010.....	40
Abbildung 3-4 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträgern, kommunale Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau 2010	41
Abbildung 3-5 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträgern, kommunale Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau 2010	42
Abbildung 3-6 Erwerbstätige GHD im Kreis Groß-Gerau (Stand August 2010) (Hessen, 2011)..	43
Abbildung 3-7 Endenergieverbrauch für Wärme-, Kälteversorgung in den Gebäuden von Gewerbe/Handel/Dienstleistung.....	46
Abbildung 3-8 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD im Kreis Groß-Gerau 2010	48
Abbildung 3-9 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträgern, GHD im Kreis Groß-Gerau 2010	48
Abbildung 3-10 Erwerbstätige in Industrie im Kreis Groß-Gerau	51
Abbildung 3-11 Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung in den Gebäuden der Industrie.....	53
Abbildung 3-12 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, Industrie im Kreis Groß-Gerau 2010.....	55
Abbildung 3-13 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, Industrie im Kreis Groß-Gerau 2010	55
Abbildung 3-14 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträgern, Gesamtbilanz 2010.....	57
Abbildung 3-15 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträgern, Gesamtbilanz 2010.....	57
Abbildung 3-16 Vergleich Endenergieverbrauch nach Sektoren und Nutzung 2010	58
Abbildung 3-17 Vergleich CO ₂ e-Emissionen nach Sektoren und Nutzung 2010.....	59
Abbildung 3-18 Energiekosten zur Gebäudewärme- und –kälteversorgung im Kreis Groß-Gerau nach Hauptendenergieträger 2010	60
Abbildung 3-19 Wärmenetze Kreis Groß-Gerau (verändert nach Geodaten des Kreises Groß-Gerau) 62	
Abbildung 3-20 Wärmekarte Riedstadt-Leeheim	66

Abbildung 4-1 Technisches Einsparpotenzial der privaten Haushalte nach Kommunen	69
Abbildung 4-2 Technisches Einsparpotenzial der privaten Haushalte nach Baualtersklassen.....	70
Abbildung 4-3 Wirtschaftliches Einsparpotenzial der privaten Haushalte nach Kommunen	72
Abbildung 4-4 Wirtschaftliches Einsparpotenzial der privaten Haushalte nach Baualtersklassen	73
Abbildung 4-5 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial der privaten Haushalte	74
Abbildung 4-6 Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme private Haushalte im Kreis Groß-Gerau.....	75
Abbildung 4-7 Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Wärme private Haushalte im Kreis Groß-Gerau...	76
Abbildung 4-8 Energieverbrauch und Einsparpotenzial der kommunalen Liegenschaften	78
Abbildung 4-9 Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme kommunale Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau.....	79
Abbildung 4-10: Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Wärme in kommunalen Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau.....	80
Abbildung 4-11 Einsparpotenzial Endenergieverbrauch Raumheizung und Klimakälte in Wirtschaftszweigen GHD im Kreis Groß-Gerau.....	82
Abbildung 4-12 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial der Gebäude in GHD	83
Abbildung 4-13 Szenarien bis 2050 des GHD-Sektors im Kreis Groß-Gerau.....	84
Abbildung 4-14 Einsparpotenzial Endenergieverbrauch Raumheizung und Klimakälte in Industriebranchen im Kreis Groß-Gerau.....	86
Abbildung 4-15 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial der Gebäude in der Industrie.....	87
Abbildung 4-16 Szenarien bis 2050 des Industriesektors im Kreis Groß-Gerau	88
Abbildung 5-1 Anzahl vorhandener KWK-Anlagen in Kommunen des Kreises Groß-Gerau	90
Abbildung 5-2 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Mehrfamilienhaus	92
Abbildung 5-3 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Krankenhaus.....	94
Abbildung 5-4 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Hotel.....	95
Abbildung 5-5 Entwicklung wärmeanteiliger Endenergieverbrauch durch Zubau von Kraft- Wärme-Kopplungsanlage	99
Abbildung 5-6 Beispiele Abwärmequelle und –senke (eigene Darstellung).....	103
Abbildung 5-7 Entwicklung industrielles Abwärmepotenzial im Kreis Groß-Gerau	107
Abbildung 6-1 Potenziale feste Biomasse im Kreis Groß-Gerau	120
Abbildung 6-2: Verteilung des freien Potenzials aus fester Biomasse	121
Abbildung 6-3: Vergleich der Energieerträge bezogen auf die Fläche (Daten von (FNR, 2011)).....	122
Abbildung 6-4 Biogasanlage in Wallerstädten (GGV, 2012)	124
Abbildung 6-5 Potenziale Biogas (nur Wärmeanteil) im Kreis Groß-Gerau	126
Abbildung 6-6 Verteilung des freien Potenzial aus biogenen Gasen	127
Abbildung 6-7 Entwicklung Wärmeertrag durch Zubau von Solarthermieranlagen	132
Abbildung 6-8 Erdwärmekollektoranlage (BWP, 2011 a).....	134
Abbildung 6-9 Erdwärmesonde (BWP, 2011 a)	135
Abbildung 6-10 Erdwärmennutzung mittels Grundwasser	136
Abbildung 6-11 Schema Kompressionswärmepumpe.....	137

Abbildung 6-12 Beispielhafte Leistungskurve einer Wärmepumpe in Abhängigkeit von Wärmequellen- und Senkentemperatur. Werte basieren auf Herstellerangaben nach (Waterkotte, 2009)	138
Abbildung 6-13 Exemplarischer Vergleich der Jahreskosten (eigene exemplarische Betrachtungen)	140
Abbildung 6-14 Standortbeurteilung für Erdwärmesonden (verändert nach (HLUG, 2012))....	142
Abbildung 6-15 Anzahl Neuzulassungen Erdwärmesonden im Kreis Groß Gerau	144
Abbildung 6-16 Anzahl neuerrichteten Anlagen in Städten und Gemeinden im Kreis Groß Gerau	145
Abbildung 6-17 Schema hydrothermales System zur Wärmenutzung	147
Abbildung 6-18 Temperaturfeld in Deutschland in 3.000 m Tiefe (LIAG, 2008).....	151
Abbildung 6-19 Temperaturfeld Untersuchungsgebiet in 3.000 m Tiefe (verändert nach (LIAG, 2008))	152
Abbildung 6-20 Konzessionsfelder Erdwärme Trebur und Groß-Gerau (ÜWG, 2012)	153
Abbildung 6-21 Vergleich CO ₂ e Emissionen Geothermieheizkraftwerk und konventionelle Strom- und Wärmeerzeugung	155
Abbildung 7-1 Wärmekarte Nauheim	158
Abbildung 7-2 Wärmedichtekarte Nauheim	159
Abbildung 7-3 Wärmedichtekarte Leeheim Jahr 0	162
Abbildung 7-4 Wärmedichtekarte Leeheim Jahr 4	163
Abbildung 7-5 Wärmedichtekarte Leeheim Jahr 8	163
Abbildung 7-6 Wärmedichtekarte Leeheim Jahr 10	164
Abbildung 7-7 exemplarisches Wärmenetz Leeheim	165
Abbildung 7-8 CO ₂ e-Emissionen exemplarisches Wärmenetz Leeheim	168
Abbildung 7-9 Wirtschaftlichkeit exemplarisches Wärmenetz Leeheim	169
Abbildung 7-10 Wärmedichtekarte Gustavsburg Jahr 0	170
Abbildung 7-11 Wärmedichtekarte Gustavsburg Jahr 4	171
Abbildung 7-12 Wärmedichtekarte Gustavsburg Jahr 8	171
Abbildung 7-13 Wärmedichtekarte Gustavsburg Jahr 10.....	172
Abbildung 7-14 exemplarisches Wärmenetz Gustavsburg	173
Abbildung 7-15 CO ₂ e-Emissionen exemplarisches Wärmenetz Gustavsburg.....	176
Abbildung 7-16 Wirtschaftlichkeit exemplarisches Wärmenetz Gustavsburg.....	177
Abbildung 9-1 Maßnahmensteckbrief (Beschreibungsteil)	182
Abbildung 9-2 Maßnahmensteckbrief (Bewertungsteil)	183
Abbildung 10-1 Aktivitätsprofil einer Musterstadt „Benchmark kommunaler Klimaschutz“ (Dena II, 2012).....	195
Abbildung 11-1 Muster Gebäudesteckbrief	203
Abbildung 12-1 Auswahlmatrix zur Abschätzung des Klimaschutzziels.....	210
Abbildung 12-2 Vergleich Endenergieverbrauch und Energieträgermix im Basisjahr 2010 und Vorschlag Klimaschutzziel 2030.....	211
Abbildung 12-3 Vergleich CO ₂ e-Emissionen im Basisjahr 2010 und Vorschlag Klimaschutzziel	212
Abbildung 13-1 Wertschöpfung durch die Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung im Kreis Groß-Gerau - einmalige Effekte im Jahre 2010 und 2030.....	217

Abbildung 13-2 Lokale Wertschöpfung durch die Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung im Kreis Groß-Gerau - jährliche Effekte in 2010 und 2030	218
Abbildung 13-3 Regionale Wertschöpfung durch Einspar-/ Effizienzmaßnahmen und erneuerbare Energien (näherungsweise bestimmt).....	219
Abbildung 14-1 Bilanz Endenergieverbrauch 2010 im Kreis Groß-Gerau	221
Abbildung 14-2 CO ₂ e-Emissionsbilanz 2010 im Kreis Groß-Gerau	222
Abbildung 14-3 Energiekosten im Kreis Groß-Gerau nach Hauptendenergieträger 2010	223
Abbildung 15-1 Gegenüberstellung Bilanz (Verbrauch 2010) mit Einsparpotenzialen und Potenzialen zur Nutzung Erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung	226

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1 Arbeitspakete des Klimaschutzteilkonzeptes integrierte Wärmenutzung	19
Tabelle 2-2 Projektgruppe Klimaschutzteilkonzept Kreis Groß-Gerau.....	22
Tabelle 2-3 Terminüberblick	23
Tabelle 2-4 Aufgabe des Klimaschutzmanagers zur Umsetzung.....	25
Tabelle 2-5 Kenndaten des Kreises Groß-Gerau	27
Tabelle 2-6 Übersicht Leuchtturmprojekte und Wirkungsansätze.....	33
Tabelle 3-1 Bilanzierungsprinzipien.....	34
Tabelle 3-2 Regenerative Stromproduktion im Kreis Groß-Gerau, Anlagenzahl und installierte Anlagenleistung 2010	36
Tabelle 3-3 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte	38
Tabelle 3-4 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz kommunale Liegenschaften.....	41
Tabelle 3-5 Abschätzung Erwerbstätigenzahl zusammengefasste Wirtschaftszweige GHD im Kreis Groß-Gerau ohne Raunheim verändert nach (Hessen, 2011) und (Hessisches Statistisches Landesamt, 2010).....	43
Tabelle 3-6 Erwerbstätigenzahlen in den einzelnen Wirtschaftszweigen im Sektor GHD auf Grundlage von (Arge, 2012) und (Hessen, 2011)	44
Tabelle 3-7 Endenergieverbrauch für Wärme- und Kälteversorgung nach Wirtschaftszweigen im Sektor GHD.....	45
Tabelle 3-8 Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen im Sektor GHD	47
Tabelle 3-9 Erwerbstätigenzahlen in den Industriebranchen auf Grundlage von (Hessisches Statistisches Landesamt, 2010), (Hessen, 2011),und (Arge, 2012).....	50
Tabelle 3-10 Endenergieverbrauch für Wärme- und Kälteversorgung in der Industrie	51
Tabelle 3-11 Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen im Sektor Industrie.....	54
Tabelle 3-12 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Gesamtbilanz Kreis Groß-Gerau 2010 (gerundet).....	56
Tabelle 3-13 Gesamtenergiebilanz nach Sektoren und Nutzung 2010 (gerundet).....	58
Tabelle 3-14 Gesamtemissionsbilanz nach Sektoren und Nutzung 2010 (gerundet).....	59
Tabelle 3-15 Übersicht zu bestehenden Wärmenetzen im Kreis Groß-Gerau	63
Tabelle 4-1 Anteil der nachträglich gedämmten beziehungsweise erneuerter Bauteilflächen nach (IWU, 2010)	68
Tabelle 4-2 Übersicht Amortisationszeit Mehrinvestition Energieeinsparmaßnahmen	70
Tabelle 4-3 Prozentuale Einsparpotenziale in der Gebäudebeheizung und –kühlung nach (ISI, FfE, 2003)	81
Tabelle 5-1 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung	93
Tabelle 5-2 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung	94
Tabelle 5-3 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung	96
Tabelle 5-4 Potenzial industrieller Abwärme im Kreis Groß-Gerau.....	106
Tabelle 5-5 Trockenwetterabfluss und Abwassertemperatur	109
Tabelle 5-6 Leistungs- und Wärmemengenpotenzial im Kanalsystem vor der Kläranlage	110
Tabelle 5-7 Wirtschaftlichkeit Kanalsystem als Wärmequelle.....	111
Tabelle 5-8 Leistungs- und Wärmemengenpotenzial im Ablauf hinter der Kläranlage	112
Tabelle 5-9 Mögliche Abnehmer für Wärmepotenziale aus gereinigtem Abwasser	113

Tabelle 5-10 Wirtschaftlichkeit zur Nutzung von gereinigtem Abwasser als Energiequelle.....	114
Tabelle 6-1 Energieholzpotenziale der Kommunen im Kreis Groß-Gerau.....	116
Tabelle 6-2 Potenziale aus KUP der Kommunen im Kreis Groß-Gerau	117
Tabelle 6-3 Potenziale aus Getreidestroh der Kommunen im Kreis Groß-Gerau.....	118
Tabelle 6-4 Potenziale aus Miscanthus der Kommunen im Kreis Groß-Gerau	119
Tabelle 6-5 Biogaspotenzial aus der Rindvieh- und Schweinehaltung je Kommune im Kreis Groß-Gerau	123
Tabelle 6-6 Solarthermische Anlagen im Bestand in den Kommunen des Kreises.....	128
Tabelle 6-7 Ausbaupotenzial Solarthermie zur Trinkwassererwärmung	130
Tabelle 6-8 Ausbaupotenzial Solarthermie zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung	130
Tabelle 6-9 Ausbaupotenzial Solarthermie im Kreis Groß-Gerau	131
Tabelle 6-10 Zusammenfassung der neuerrichteten Erdwärmesonden-Anlagen im Kreis Groß Gerau	145
Tabelle 6-11 Technische Daten Geothermiekraftwerk Landau	154
Tabelle 7-1 Auslegung exemplarische Heizzentrale Leeheim	166
Tabelle 7-2 Energie- und CO ₂ e-Bilanz exemplarisches Wärmenetz Leeheim.....	167
Tabelle 7-3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung exemplarisches Wärmenetz Leeheim	168
Tabelle 7-4 Auslegung exemplarische Heizzentrale Gustavsburg	174
Tabelle 7-5 Energie- und CO ₂ e-Bilanz exemplarisches Wärmenetz Gustavsburg.....	175
Tabelle 7-6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung exemplarisches Wärmenetz Gustavsburg	176
Tabelle 9-1 Kürzelbezeichnung im Beschreibungsteil des Maßnahmesteckbriefs.....	183
Tabelle 9-2 Punktebewertung im Maßnahmensteckbrief	185
Tabelle 9-3 Maßnahmen Sektor private Haushalte	188
Tabelle 9-4 Maßnahmen Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Sektor Industrie	188
Tabelle 9-5 Maßnahmen Sektor kommunale Liegenschaften	189
Tabelle 9-6 Kurzfristige Maßnahmen.....	190
Tabelle 10-1 Harte Maßnahmen- und Indikatorenliste	194
Tabelle 10-2 Weiche Maßnahmen- und Indikatorenliste	194
Tabelle 11-1 Internetpräsenz Energiekompetenzcenter	199
Tabelle 11-2 Initiative „500 Dächer für den Kreis Groß-Gerau“.....	200
Tabelle 11-3 Umsetzung von Wärmeeinsparpotenzialen in Wohngebäuden.....	204
Tabelle 11-4 Newsletter „Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie“	205
Tabelle 11-5 Öko-Check im Sportverein	206
Tabelle 11-6 Übersicht Programme zur Unterstützung der Öffentlichkeitsarbeit	207
Tabelle 13-1 Kennwerte für Brutto-Investitionskosten und regionale Wertschöpfung	214
Tabelle 13-2 Installierte Fläche zu Solarthermie und installierte Leistungen Wärmepumpe und Holzpelletanlagen in den Jahren 2010 und 2030 im Kreis Groß-Gerau	215
Tabelle 13-3 Herangezogene Kennzahlen zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte für Solarthermie nach (IÖW, 2010)	215
Tabelle 13-4 Herangezogene Kennzahlen zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte für Wärmepumpe nach (IÖW, 2010)	215
Tabelle 13-5 Herangezogene Kennzahlen zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte für Holzpelletanlagen nach (IÖW, 2010)	216

Tabelle 13-6 Ergebnistabelle der einmaligen regionalen Wertschöpfung und der Brutto- Investitionskosten Energieeinsparung / -effizienz	216
---	-----

Abkürzungsverzeichnis

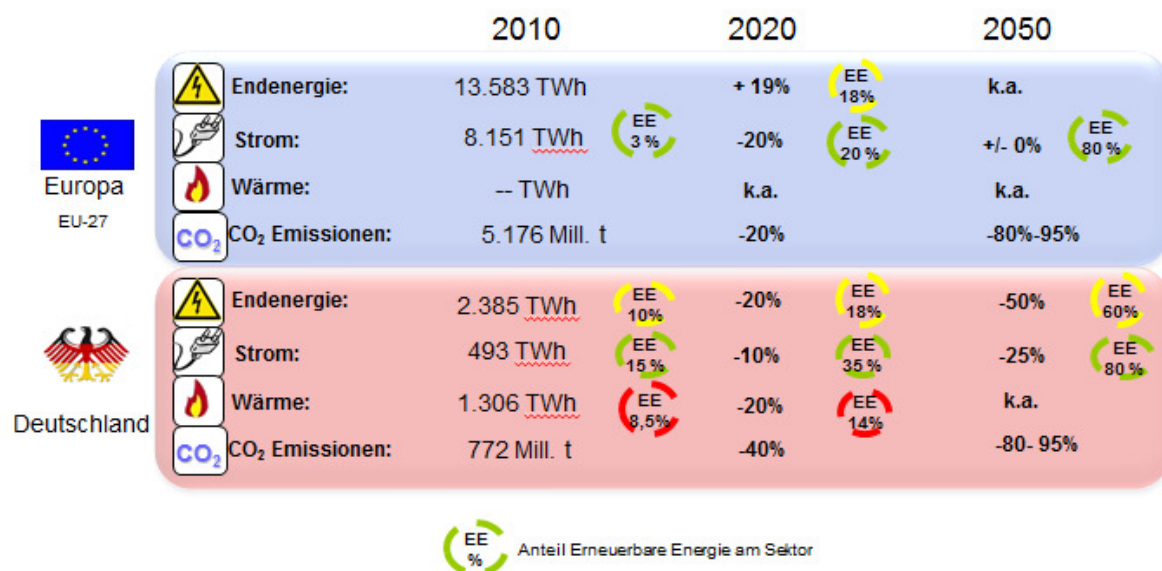
a	Jahr
AWS	Abfall-Wirtschafts-Service GmbH
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BRD	Bundesrepublik Deutschland
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (carbon dioxide equivalent, nach ISO 14067-1 Pre-Draft)
DENA	Deutsche Energie-Agentur GmbH
DGS	Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e. V.
DIN	Deutsches Institut für Normung
EnEV	Energieeinsparverordnung
EU	Europäische Union
FNR	Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e. V.
g	Gramm
Index f	Endenergie, DIN V 18599
Index Hi	Heizwert (lat. interior)
Index Hs	Brennwert (lat. superior)
Index th	thermisch
Index el	elektrisch
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kWh	Kilowattstunden
kW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKK	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
m ²	Quadratmeter
MWh	Megawattstunden
NGF	Nettogrundfläche
PtJ	Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH
t	Tonne
THG	Treibhausgase
TRT	thermal response test

1 Einführung und Ziele des Klimaschutzteilkonzepts

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den bundesweiten Ausstoß von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen bis zum Jahr 2020 um 40 %, bis zum Jahr 2030 um 55 %, bis zum Jahr 2040 um 70 % und bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % unter das Niveau von 1990 zu senken (BMWi, 2010). Auch aus dieser Motivation heraus wird seit 2008 im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Erstellung von kommunalen Klimaschutzkonzepten gefördert.

Die nachstehende Abbildung zeigt die Entwicklung der Energiedaten bis zum Jahr 2050 im Vergleich.

Energiewende: Ziele bis 2050



Stand: Oktober 2012

Abbildung 1-1 Entwicklung der Energiedaten bis 2050 (eigene Darstellung)

Die Motivation und das Ziel des Kreises Groß-Gerau ist es, die CO₂e-Gesamtemissionen im Landkreis maßgeblich zu senken. Damit einhergehend soll die Abhängigkeit von Energieimporten durch verstärkte Nutzung regionaler Ressourcen reduziert werden. Unter dem Leitbild der CO₂e-Neutralität sollen insbesondere Klimaschutzpotenziale erschlossen werden, welche die individuellen Stärken des Kreises betonen und langfristig zu Kostensenkungen und regionaler Wertschöpfung führen.

Mit dem Beitritt zum Klimaschutzbündnis der europäischen Städte und Kommunen mit indigenen Völkern der Regenwälder / Alianza del Clima e.V. hat sich der Kreis Groß-Gerau anderen Kommunen mit dem Ziel angeschlossen, bis 2030 eine Minderung der jährlichen CO₂e-Emissionen pro Kopf um 50 % gegenüber 1990 zu erreichen. Um diesem Ziel näher zu kom-

men, soll der Energieverbrauch im Kreis Groß-Gerau im Jahr 2020 zu 30 % aus erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden. Langfristiges Ziel ist eine 100%ige Versorgung aus erneuerbaren Energien.

Dazu hat der Kreistag 2007 die Erarbeitung eines Energiekonzepts angestoßen. Im Juni 2009 stellte ein Konsortium bestehend aus der TU Darmstadt und der juwi Holding AG ein Energiekonzept mit dem Fokus auf der Stromversorgung für den Kreis Groß-Gerau fertig, das vor allem eine Analyse der Ist-Situation und der maximal ausschöpfbaren Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien im Kreis Groß-Gerau enthält. Auftraggeber der Studie waren die Riedwerke Groß-Gerau.

Darauf aufbauend entwickelte die Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen (TSB) im Auftrag der Riedwerke Groß-Gerau ein Strategiepapier, in dem ein Rahmenplan für den Ausbau der erneuerbaren Energien erarbeitet wurde. Das Strategiepapier wurde im Jahr 2010 durch die TSB in Form eines Zeit- und Maßnahmenplans konkretisiert. Damit lag der bisherige Fokus auf der Stromversorgung.

Vor dem Hintergrund eines verstärkten Ausbaus der erneuerbaren Energien sollte auch die Wärmeversorgung einbezogen werden. So fasste der Kreistag 2009 den Beschluss, die zu sanierenden Liegenschaften und Neubauten in Trägerschaft des Kreises grundsätzlich im Passivhausstandard auszuführen. Darüber hinaus sollte eine fundierte Grundlage des Wärmebedarfs im Kreis Groß-Gerau im Zusammenhang mit dem verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien angegangen und in Form eines Wärmeatlanten dargestellt werden. Aus diesem Grund hat sich der Kreis Groß-Gerau dazu entschieden, ein Klimaschutzteilkonzept integrierte Wärmenutzung zu erstellen. Damit wird die Voraussetzung geschaffen, einen Maßnahmenplan zu erstellen, der eine gezielte und strukturierte Umsetzung, der aus dem Konzept resultierenden Handlungsempfehlungen ermöglicht.

2 Projektrahmen und Ausgangssituation

Im Klimaschutzteilkonzept integrierte Wärmenutzung liegt der Schwerpunkt auf der Wärmeversorgung der Gebäude aller Sektoren. Denn es zeigt sich, dass dem Gebäudebereich ca. 40 % des Endenergieverbrauchs zuzuordnen ist. In erster Linie handelt es sich um Raumwärme, Warmwasser und Beleuchtung, aber auch Klimakälte ist darin eingeschlossen. Die grafische Darstellung zur Energiebilanz 2010 für alle Sektoren in Deutschland aus (Dena I, 2012) veranschaulicht.

Gebäudebereich von zentraler Bedeutung für das Gelingen die Energiewende.

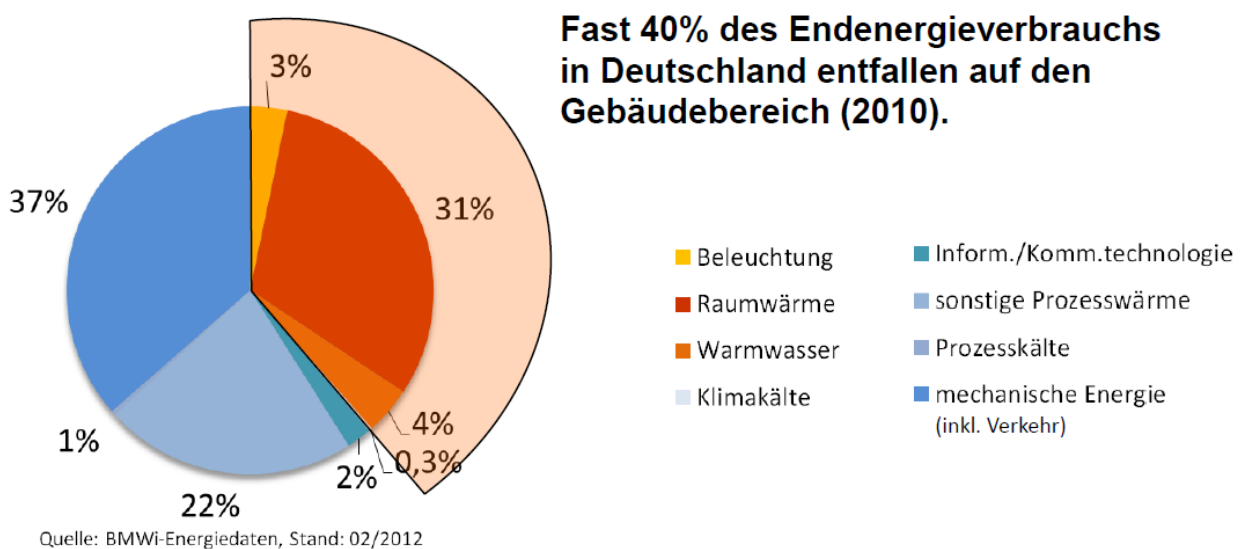


Abbildung 2-1 Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen in Deutschland 2010 (Dena I, 2012)

Aus dem Endenergieverbrauch resultiert, dass die Gebäude rund ein Drittel der CO₂e-Emissionen in 2010 verursachen. Bedingt durch den hohen absoluten Verbrauch und den Sanierungsstau in den Gebäuden ist ein klimaneutraler Gebäudebestand als ein wesentliches Ziel im Energiekonzept der Bundesregierung (BMWi, 2010) formuliert. Es schließt Wohn- und Nichtwohngebäude ein, sodass auch die öffentlichen und gewerblichen Gebäude berücksichtigt sind. Konkret soll das gesetzte Bundesziel (BMWi, 2010) erreicht werden, indem die Sanierungsrate auf 2 % gesteigert wird und sich damit der Wärmeverbrauch reduziert sowie gleichzeitig der Primärenergieverbrauch unter Einsatz erneuerbarer Energien wesentlich abgesenkt wird. In der Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV, 2012) ist vorgesehen, Neubauten ab 2020 als „klimaneutrales Gebäude“ zu errichten. Weiterhin hat die Bundesregierung u. a. angekündigt, einen Sanierungsfahrplan zu erstellen. Hier soll an erforderliche Sanierungsmaßnahmen Maßnahmen zur Energieeinsparung angeknüpft werden.

2.1 Aufgabenstellung

Mit dem Klimaschutzteilkonzept „Integrierte Wärmenutzung“ wird es dem Kreis Groß-Gerau ermöglicht, die bisherigen Ausarbeitungen insbesondere zum Erzeugungspotenzial erneuerbarer Energien auf die Wärme auszuweiten und in ein Gesamtkonzept zur Wärmeversorgung zu fassen.

Einsparpotenziale in allen klimarelevanten Bereichen, wie die kommunalen Liegenschaften, die privaten Haushalte, die Gebäude im Gewerbe, Handel, Dienstleistungs- sowie Industriesektor sollen aufgedeckt und in einem langfristigen umsetzbaren Handelskonzept zur Reduzierung der CO₂e-Emissionen und Optimierung hin zu nachhaltigen Wärmeversorgungsstrukturen im Kreisgebiet entwickelt werden.

Mit dem Prozess zur Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes erhalten der Kreis Groß-Gerau sowie lokale Akteure eine Datengrundlage und ein Umsetzungswerkzeug (Maßnahmenkatalog), die Energie- und Klimaschutzarbeit sowie die zukünftige Klimaschutzstrategie in der Wärmeversorgung konzeptionell, vorbildlich und nachhaltig zu gestalten.

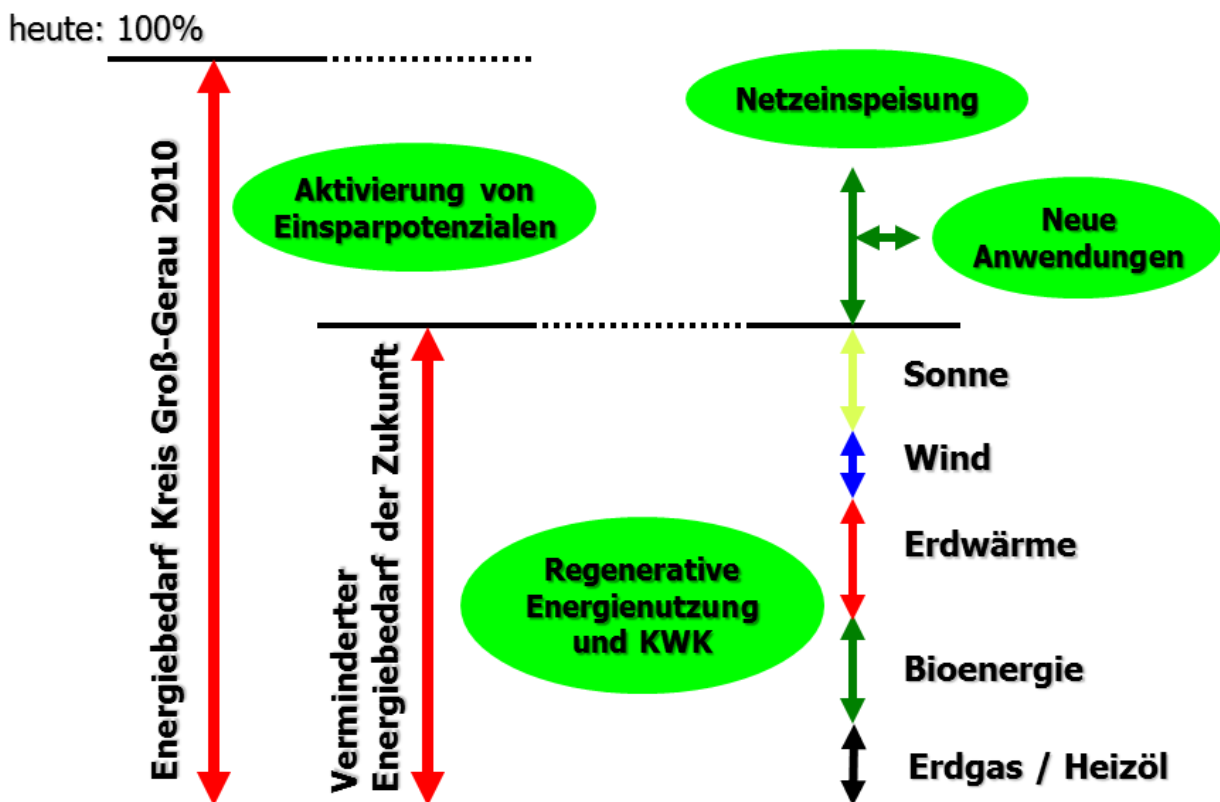


Abbildung 2-2 Strategie Energieeinsparung, KWK und erneuerbare Energienutzung

2.2 Arbeitsmethodik

Basis der Erarbeitung des Klimaschutzteilkonzeptes bildet ein durch den Kreis Groß-Gerau und der TSB abgestimmtes Anforderungsprofil. Weitere Anforderungen, die sich insbesondere aus der Richtlinie „zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Klimaschutzinitiative“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 01. Dezember 2010 ergeben, werden ebenfalls berücksichtigt. Bei den einzelnen Modulen ergaben sich teilweise Abweichungen in der Benennung und

Reihenfolge, um das Klimaschutzteilkonzept Wärme bestmöglich an die gegebenen Anforderungen vor Ort anpassen zu können.

Die einzelnen Arbeitspakete der Konzepterarbeitung (sowie Gegenüberstellung zur Beantragung) sind in nachstehender Tabelle dargestellt und werden im Folgenden kurz erklärt. Die entsprechenden Methoden werden jeweils in den entsprechenden Kapiteln erläutert.

Tabelle 2-1 Arbeitspakete des Klimaschutzteilkonzeptes integrierte Wärmenutzung

Konzepterarbeitung	Beschreibung der Module laut Vorhabensbeschreibung¹
Modul 1: Energie- und CO₂e-Bilanz	
Modul 2: Potenzialanalyse	Modul 2: Ermittlung des Energieeinsparpotenzials Modul 3: Ermittlung des Potenzials zur Nutzung Erneuerbarer Energien
Modul 3: Akteursbeteiligung	Modul 4: Erstellung eines Maßnahmenkatalogs
Modul 4: Maßnahmenkatalog	Modul 5: Integration der Bürgerinnen und Bürger und Bildung eines Akteursnetzwerkes
Modul 5: Öffentlichkeitsarbeit	
Modul 6: Controlling	

Energie-/CO₂e-Bilanzierung

Auf Basis der erhobenen Datengrundlage wird zunächst der gesamte Endenergieverbrauch, gegliedert nach Sektoren ermittelt. Die durch die Energieversorgung verursachten Treibhausgasemissionen im Untersuchungsgebiet des Kreises Groß-Gerau werden als CO₂-Äquivalente (CO₂e) bilanziert. CO₂-Äquivalente (CO₂e) drücken die Summe aller klimarelevanten Schadgase (Treibhausgase) aus. Sie werden über Kennwerte pro Einheit verbrauchter Energie in Abhängigkeit des genutzten Energieträgers auf den tatsächlichen Energieverbrauch in dem Kreis Groß-Gerau umgerechnet. CO₂e-Emissionen werden über den Lebenszyklus des Energieträgers betrachtet. So werden zum Beispiel für die Bereitstellung des Energieträgers Erdgas Methanemissionen bei der Förderung des Erdgases (Methan ist ungefähr 40-mal klimaschädlicher als CO₂, daher geht es pro Einheit als etwa 40 CO₂-Äquivalente in die Berechnung ein) eingerechnet. Weiter werden Verluste bei der Energieverteilung von der Förderung bis zum Endverbraucher berücksichtigt. So sind eine vollständige Bilanzierung der Klimaeffekte und ein objektiver Vergleich verschiedener Energieträger möglich.

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse ermittelt Energieeinsparpotenziale im Bereich Wärme in den einzelnen Sektoren (unter anderem kommunale Liegenschaften und private Haushalte) und noch nicht genutzte sowie ausbaufähige Erzeugungspotenziale für erneuerbare Energien. Außerdem werden

¹ Vorhabensbeschreibung: Klimaschutzteilkonzept des Kreises Groß-Gerau. 27. Januar 2011

Potenziale in der Energieeffizienz in Form von Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung sowie die Nutzung industrieller Abwärme und Abwasserwärme aufgezeigt.

Szenarien

Grundlage der Szenarienberechnung sind die wirtschaftlichen Ergebnisse aus der Potenzialbetrachtung in Verbindung mit der Ist-Energie- und CO₂e-Bilanz. In einem Referenz- und Klimaschutzszenario werden unterschiedliche mögliche Entwicklungen im Kreis Groß-Gerau hinsichtlich des Energie- und CO₂e-Verbrauchs und wirtschaftlicher Aspekte wie Investitionen und regionale Wertschöpfung für alle betrachteten Sektoren aufgezeigt. Diese helfen der Verwaltung und den politischen Gremien ein für die Umsetzung des Konzeptes notwendiges quantifiziertes Klimaschutzziel zu formulieren und zu beschließen.

Akteursbeteiligung

Im Rahmen der Konzepterstellung werden relevante Akteure identifiziert und frühzeitig in den Prozess der Konzepterstellung eingebunden, um damit eine Grundlage für ein umfassendes und interdisziplinäres Klimaschutznetzwerk zu schaffen. Hierzu finden sowohl Workshops als auch intensive Gespräche mit den lokalen Akteuren im Kreis Groß-Gerau statt. Die Akteursbeteiligung erfolgt modulübergreifend, wodurch eine passgenaue Ausrichtung des Konzeptes an regionalspezifischen Anforderungen gewährleistet ist (s. auch 2.2.1).

Maßnahmenkatalog

Aus den Erkenntnissen der Einzelgespräche, Workshops und der Grundlagenermittlung aus Bilanzen und Potenzialanalysen wird ein sogenannter Maßnahmenkatalog erstellt. Darin werden die nächsten Schritte und Maßnahmen, in Form eines Bündels an Maßnahmensteckbriefen beschrieben, die für den Klimaschutz im Kreis Groß-Gerau sinnvoll sind. Diese sind individuell auf den Kreis angepasst, wodurch eine größtmögliche Wirkung erzielt werden soll. Die Maßnahmen werden gegeneinander bewertet und zeitlich eingeordnet, sodass im Ergebnis ein Umsetzungsfahrplan (Prioritätenliste) vorliegt.

Öffentlichkeitsarbeit

In der Umsetzungsphase des Klimaschutzteilkonzeptes ist es wichtig, die Bürger zu beteiligen. Wesentliche Klimaschutzeffekte können nur durch Mitarbeit und Akzeptanz erreicht werden. Insbesondere die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen an Wohngebäuden ist notwendig. Hierfür müssen Bürger informiert und zur Umsetzung wirtschaftlich rentabler Maßnahmen überzeugt werden. Die Umsetzung größerer Energieerzeugungsprojekte (zum Beispiel Geothermieheizkraftwerke, Biogasanlagen) erfordert die Akzeptanz der Bevölkerung. Dies geht nur durch umfangreiche und transparente Information der Bürger.

Die Entwicklung eines Konzeptes für die Öffentlichkeitsarbeit dient dazu die Bürger bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen mitzunehmen.

Controlling

Die Entwicklung eines Controlling-Konzeptes soll die Kreisverwaltung in der Umsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes unterstützen. Dies bezieht sich insbesondere auf die Zielerreichung der

im Klimaschutzteilkonzept entwickelten Maßnahmen, sodass Erfolge der Umsetzungen evaluiert werden können.

Nachstehende Abbildung 2-3 veranschaulicht die methodische Vorgehensweise zur Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes.

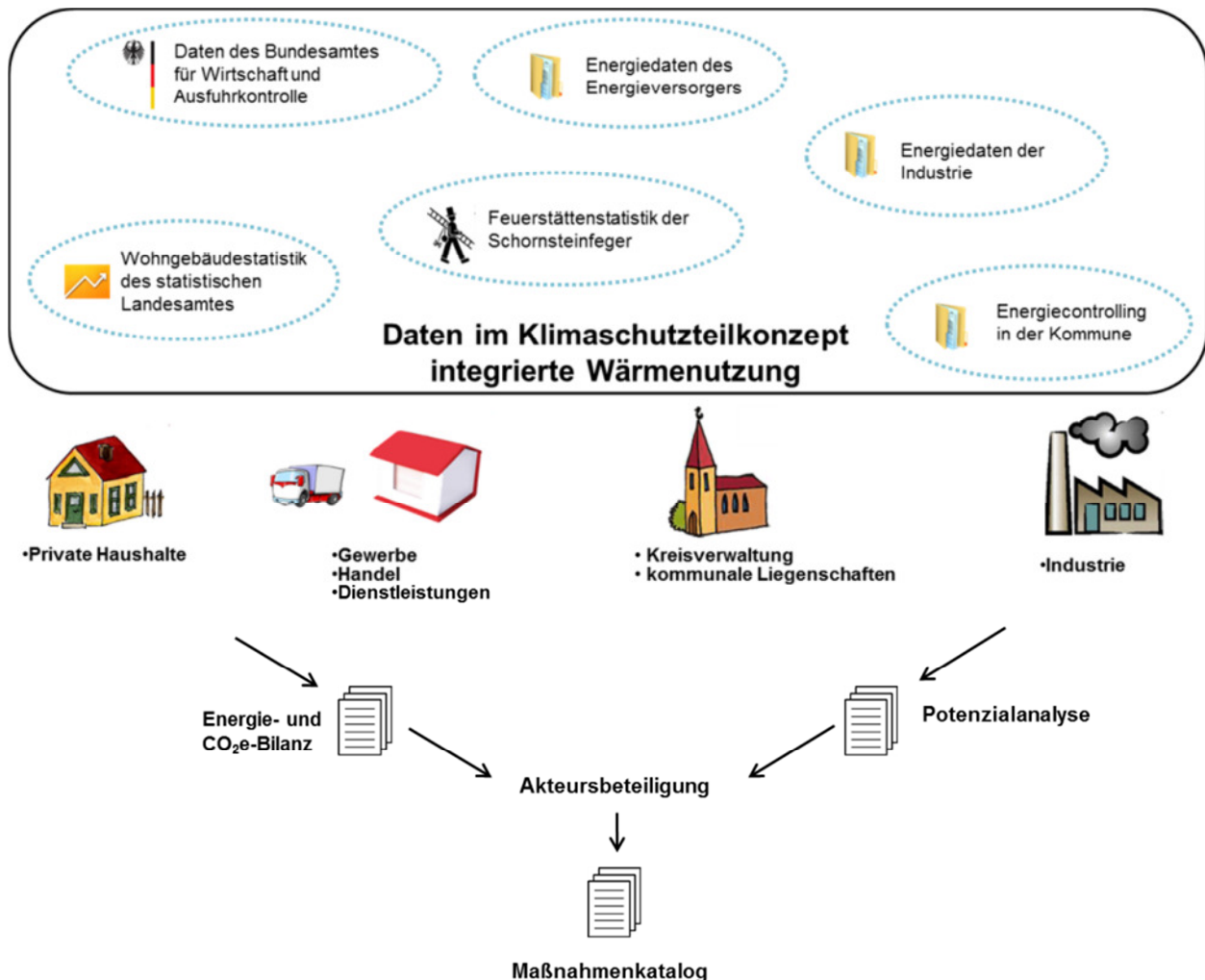


Abbildung 2-3 Methodik im Klimaschutzteilkonzept (eigene Darstellung)

2.2.1 Partizipative Konzepterstellung

Eine frühzeitige Einbindung relevanter regionaler Akteure versetzt die mit der Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes befassten Stellen in die Lage, die Datenerhebungen und Konzeptstruktur an tatsächlichen Verbräuchen, realistischen Potenzialen und regionalspezifischen Problemsektoren auszurichten. Darüber hinaus wird gewährleistet, dass eine breite Akzeptanz für den Klimaschutz und eine Motivation zum Handeln geschaffen wird und ausschließlich klimarelevante Maßnahmen entwickelt werden, die zu den strategischen Zielen des Kreises Groß-Gerau passen und politisch auch umsetzbar sind. Aus diesen Gründen erfolgt im Rahmen der Durchführung der vorgenannten Module eine umfassende Einbindung entsprechender Beteiligten.

Zu Beginn der Konzepterstellung wurde eine Projektgruppe (PGR) eingerichtet. Zielsetzungen bei der Zusammenstellung/Bildung der PGR waren:

- die Integration aller relevanten Entscheidungsträger aus Verwaltung, Politik, weitere Personen
- Vorbereitung der Maßnahmenumsetzung im Anschluss an die Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes
- Schaffen einer Gruppe, die weiter die Umsetzung des Konzeptes steuernd begleiten wird.

Wichtige Aufgaben der Projektgruppe sind:

- Projektgruppe agiert als Lenkungsgruppe im Rahmen der Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes
- Diskussion von Projektfortschritt, Methodik, Ergebnissen, Problemen sowie Unterstützungsbedarf durch die Transferstelle Bingen
- Aufnahme und Diskussion von Ideen aus Städten, Gemeinden und dem Landkreis
- Identifikation wesentlicher regionaler Akteure für die Bearbeitung des Klimaschutzteilkonzeptes
- Auswahl der Maßnahmenschwerpunkte
- Koordination der Maßnahmenumsetzung
- Verfolgung der Klimaschutzziele
- Diskussion aktueller Klima- und Energiethemen
- Steuerung und Fortführung des Klimaschutzteilkonzeptes

In Tabelle 2-2 sind die ständigen Mitglieder der Projektgruppe (Name /Institution / Funktion) dargestellt. Je nach Bedarf wurden weitere Akteure und Ideengeber eingebunden.

Tabelle 2-2 Projektgruppe Klimaschutzteilkonzept Kreis Groß-Gerau

Institution	Person und Funktion
Kreis Groß-Gerau	1. Thomas Schmitt, KV Groß-Gerau, Leiter Energiekompetenzcenter 2. Gregor Steiger, Projektleiter Kreis Groß-Gerau, KV Groß-Gerau, Energiekompetenzcenter 3. Sven Christiansen, KV Groß-Gerau, Regionalentwicklung 4. Martina Müller, KV Groß-Gerau, Bauaufsicht 5. Klaus Becker, KV Groß-Gerau, Schul- und Gebäudeservice
Stadt Mörfelden-Walldorf	1. Andreas Fröb, Energiebeauftragter Stadtverwaltung Mörfelden-Walldorf 2. Sebastian Staudenmeyer, Klimaschutzbeauftragter

	Stadtverwaltung Mörfelden-Walldorf
Stadt Riedstadt	1. Hans-Jürgen Unger, Fachbereich Stadtentwicklung und Umweltplanung und Natur, Stadtverwaltung Riedstadt
Kreistagsfraktion SPD	1. Hans-Jürgen Birkholz
Kreistagsfraktion CDU	1. Wilhelm Wald
Kreistagsfraktion FDP/FW	1. Fritz Klink
Kreistagsfraktion Die Linke offene Liste	1. Christiane Böhm 2. Volker Arndt
Kreistagsfraktion Die Grünen	1. Stefan Paul
Privat	1. Manfred Keller
Transferstelle Bingen	1. Projektleiterin Kerstin Kriebs 2. Projektleiter Michael Münch

Die Projektgruppe tagte regelmäßig und nach Bedarf in insgesamt vier Sitzungen in der Projektlaufzeit (vgl. Tabelle 2-3).

Tabelle 2-3 Terminüberblick

Termin	
03.08.2011	Erstbesprechung: Projektvorstellung / Ablauf
16.09.2011	Abstimmungsgespräch
07.10.2011	Gespräch zu Klimaschutzteilkonzept und Partizipativer Prozess zur Nutzung erneuerbarer Energien in der Stromversorgung
01.12.2011	Auftakt Klimaschutznetzwerkgründung
09.01.2012	1. Projektgruppentreffen
29.02.2012	2. Projektgruppentreffen
18.04.2012	3. Projektgruppentreffen
23.04.2012	Einzelgespräch Fachdienst Bau und Technik
23.04.2012	Einzelgespräch AWS
04.06.2012	2. Treffen „Netzwerk Energie für Klimaschutz“
22.08.2012	4. Projektgruppentreffen
04.12.2012	Abstimmungsgespräch

Die Moderation und Organisation waren Bestandteil des Auftrages der Transferstelle Bingen (u. a. Dokumentation von Tagesordnungen). Die daraus entwickelten Ergebnisprotokolle und weitere Dokumente sind dem Anhang des Klimaschutzteilkonzeptes zu entnehmen.

Die Projektgruppe wird weiterhin, nach Fertigstellung des Klimaschutzteilkonzeptes fortgeführt werden, um Umsetzungsprozesse und neue Projekte im Kreis Groß-Gerau zu steuern.

In der Anfangsphase des Konzeptes umfassen die Aktivitäten Einzelgespräche mit ausgewählten Akteuren sowie Anfragen für eine Daten- und Informationssammlung bei den Stadt- und Gemeindeverwaltungen, der Kreisverwaltung Groß-Gerau, dem Statistischen Landesamt Hessen, Energieversorgungsunternehmen sowie weiterer Akteure. Hierunter fallen auch Erhebungen zu aktuellen und geplanten Klimaschutzaktivitäten im Kreisgebiet.

Aus den Ergebnissen der im Modul 2 durchgeführten Untersuchungen werden in Abstimmungsgesprächen der Projektgruppe, in fachlichen Einzelgesprächen mit relevanten Akteuren sowie in Workshops mit regionalen Akteuren Ziele identifiziert und regional relevante Handlungsschwerpunkte für zukünftige Klimaschutzaktivitäten sowie darauf aufbauende Klimaschutzmaßnahmen abgeleitet.

Im Rahmen des Modul 4, welches die Entwicklung der Strategie und Erarbeitung von Maßnahmenempfehlungen des gesamtem Klimaschutzteilkonzeptes umfasst, ist die Zusammenarbeit mit allen zu beteiligenden Akteuren darauf ausgerichtet, Arbeitsfelder für eine gemeinsame Zusammenarbeit weiter zu konkretisieren und tragfähige Strukturen der Zusammenarbeit in der anschließenden Phase der Maßnahmenumsetzung zu identifizieren.

2.2.2 Umsetzung der Ergebnisse

Die Umsetzung der Ergebnisse aus dem Klimaschutzteilkonzept in Form des ausgearbeiteten Maßnahmenkatalogs ist schwerpunktmäßig das Aufgabenfeld des Energiekompetenzcenters in enger Abstimmung mit weiteren Fachbereichen der Kreis- und Kommunalverwaltung. Hierzu bedarf es einer personellen Verstärkung im Energiekompetenzcenter. Die wesentlichen Aufgaben sind, u.a.:

Tabelle 2-4 Aufgabe des Klimaschutzmanagers zur Umsetzung

Aufgaben/Arbeitsschritte des Klimaschutzmanagers	
Schnittstelle zwischen Verwaltung, Gremien und Akteuren	
Identifikation, Betreuung und Beratung der Akteure, ämterübergreifende und interkommunale Zusammenarbeit bei der Umsetzung moderieren, Organisation sowie Durchführung von Informations- und Schulungsmaßnahmen	
Maßnahmenübergreifende Öffentlichkeitsarbeit, Planung sowie Durchführung öffentlicher Informationsveranstaltungen, Pflege des Internetauftritt, Pressearbeit, Corporate Design, übergreifende Kampagnen	
Koordination von Planung, Kontrolle und Informationsversorgung, Kontinuierliche Überprüfung der Umsetzung und Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen, Moderation und Organisation Projektgruppentreffen, Jährliche Fortschreibung der CO₂e-Bilanz, Datenaufbereitung und Datenpflege, Abfrage neuer Daten, Kommunikation und Publikation	
Vernetzung mit anderen klimaschutzaktiven Kommunen, Klimaschutzmanagern, Teilnahme an Fortbildungen, Tagungen und Konferenzen // Mentoring	
Initiierung, Vorbereitung, Koordination, Durchführung, Identifizierung Finanzierungsmöglichkeiten und Überwachung der einzelnen Projekte	
Organisation von Informationskampagnen und Energiemessen zum Thema Energieeinsparung, Einsatz erneuerbare Energien in Privathaushalten; Initiierung einer unabhängigen Energieerstberatung, Gründung eines Netzwerks oder Vereins	
Planung und Durchführung von Informationsveranstaltung, Bereitstellung von Informationsmaterialien	
Verbrauchsdatenerfassung und -bewertung der kommunalen Liegenschaften, Entwicklung eines Leitbildes für den Energieverbrauch in den eigenen Gebäuden, Initiierung der Sanierung von kommunalen Liegenschaften (Best-Practice Beispiel für Bürger)	
Initiierung GHDI-Stammtische, Einrichten eines Newsletter "Energieeffizienz in Gewerbe, Handel, Dienstleistung"	

Die Gremien im Kreis Groß-Gerau legen strategische (insbesondere quantifizierbare Ziele) zur Umsetzung und Steuerung des Klimaschutzteilkonzeptes fest.

2.3 Kurzbeschreibung der Region

Das Untersuchungsgebiet umfasst die im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts mit dem Kreis Groß-Gerau kooperierenden Kommunen. Alle Kommunen bis auf die Gemeinde Raunheim, die ein eigenes Klimaschutzteilkonzept integrierte Wärmenutzung erstellt, sind berücksichtigt. Folgende Kommunen haben eine Kooperation mit dem Kreis zur Erstellung des Klimaschutzteilkonzepts integrierte Wärmenutzung vereinbart:

- Biebesheim am Rhein
- Bischofsheim
- Büttelborn
- Gernsheim
- Ginsheim-Gustavsburg
- Groß-Gerau
- Kelsterbach
- Mörfelden-Walldorf
- Nauheim
- Riedstadt
- Rüsselsheim
- Stockstadt
- Trebur

Im Folgenden ist unter der Bezeichnung „Kreis Groß-Gerau“ das oben definierte Untersuchungsgebiet gemeint.

Lage, administrative Gliederung

Der Kreis Groß-Gerau liegt in Hessen im oberen Rheingraben. Der Main bildet die nördliche, der Rhein die westliche Grenze. Im Osten beginnen die Ausläufer des Odenwalds. Ein großer Teil des Kreises liegt im Hessischen Ried. Der Kreis Groß-Gerau umfasst 14 Städte und Gemeinden. Mit einer Fläche von etwa 450 km² und rund 256.000 Einwohnern bilden diese den Kreis Groß-Gerau, dessen Verwaltungssitz sich in der Kreisstadt Groß-Gerau befindet.



**Abbildung 2-4 Lage der Städte und Gemeinden im Kreis Groß-Gerau
(verändert nach Geodaten des Kreises Groß-Gerau)**

Tabelle 2-5 Kenndaten des Kreises Groß-Gerau

	Anzahl Städte und Gemeinden	Einwohnerzahl (31.06.2011)	Fläche km ²	Einwohnerdichte EW/km ²
Kreis Groß-Gerau	14	255.996	453,1	565

Quelle: Statistisches Landesamt Hessen, <http://www.hsl.de>, Bevölkerung 2011, Stand 03.09.2012

Flächennutzung

Die Fläche des Kreises Groß-Gerau wird zu circa 47 % für landwirtschaftliche Zwecke genutzt, wovon rund 85 % für den Ackerbau verwendet werden. Der Anbau von Getreide nimmt dabei mehr als die Hälfte der Fläche ein. Der Waldbestand Groß-Geraus umfasst mit einem Anteil von rund 25 % 11.180 ha. Die Siedlungs- und Verkehrsflächen besitzen rund 20 % der Fläche, die übrigen Flächen mit 8 % gehören den Bereichen Erholung, Wasser und anderer Nutzung an (Hessische Gemeindestatistik, 2010).

Raumordnung

Innerhalb der Planungsregion Südhessen, befindet sich der gesamte Kreis Groß-Gerau in der „Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main“. Der nördliche Teil des Kreises wird außerdem in dem „Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main eingeordnet.

Im Regionalplan Südhessen (Südhessen, 2011) sind die Städte Groß-Gerau und Mörfelden-Walldorf im Kreis Groß-Gerau als Mittelzentrum dargestellt. Darüber hinaus hat Rüsselsheim Teilfunktionen eines Oberzentrums. Bischofsheim, Ginsheim-Gustavsburg, Kelsterbach, Nauheim und Raunheim sind als Unterzentren ausgewiesen.

Bevölkerung und demografische Entwicklung

Ende des Jahres 2009 zählte der Kreis Groß-Gerau rund 254.000 Einwohner (Hessische Gemeindestatistik, 2010). Bei der Altersstruktur stellt die größte Gruppe mit etwa 24 % die 35 bis 50 Jährigen, dicht gefolgt mit etwa 19 % die Altersgruppe der 50-65 Jährigen. Die Gruppen der unter 20 Jährigen und über 65 Jährigen machen jeweils 20 % beziehungsweise 19 % aus. Das Durchschnittsalter liegt bei rund 42 Jahren. Nach den Berechnungen des Statistischen Landesamtes werden sich die Verhältnisse durch den demografischen Wandels bis zum Jahr 2030 (und darüber hinaus) ändern. Bis 2020 wird die Einwohnerzahl im Kreis Groß-Gerau gegenüber 2008 um 0,3 % zunehmen und danach bis 2030 um -0,9 % bezogen auf 2008 sinken (Hessisches Statistisches Landesamt, 2010). Der Bevölkerungsanteil der unter 20-Jährige sowie der Anteil der 20- bis 65-Jährigen werden abnehmen. Der Bevölkerungsanteil der über 65-Jährigen wird dagegen bis 2030 um 13 % ansteigen und das Durchschnittsalter bei rund 46 Jahren liegen (Hessisches Statistisches Landesamt, 2010).

Vergleicht man die demografische Entwicklung in der Region anhand (Hessisches Statistisches Landesamt, 2010) zeigt sich, dass im Regierungsbezirk Darmstadt überwiegend mit einer geringfügigen Bevölkerungsabnahme von 0 bis unter 5 % gerechnet wird. Davon ausgenommen ist das Rhein-Main-Gebiet und Darmstadt, bei denen mit einer Zunahme gerechnet wird.

Die Einwohnerdichte im Kreis Groß-Gerau liegt bei 565 Einwohnern je km². Damit zählt der Kreis zu den Gebieten des verdichteten Raumes.

Wirtschaftliche Entwicklung und Arbeitsmarkt

Der Kreis Groß-Gerau bietet für die unterschiedlichsten Unternehmen einen interessanten Wirtschaftsstandort.

Die wirtschaftlichen Zentren sind mit Rüsselsheim (Automobilbranche) und Kelsterbach (Flughafen Rhein-Main, Logistik) im Norden des Kreises angesiedelt. Der südliche Teil des Kreises ist stärker landwirtschaftlich geprägt.

Die Wirtschaftsstruktur des Kreises Groß-Gerau profitiert von der guten Lage in der „Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main“. Sie ist durch einen Branchenmix bestehend aus:

- Verarbeitendes Gewerbe
- Dienstleistungen
- Verkehr und Nachrichtenübermittlung
- Handel

geprägt.

Landschaft, Natur und Umwelt

Die Region befindet sich in der oberrheinischen Tiefebene. Das flache Land wird im Norden vom Main und Taunus und im Osten/Südosten vom Odenwald eingeschlossen. Charakteristisch für die südliche Landschaft sind die Getreide- und Gemüsefelder, auf denen u. a. Spargel angebaut wird. Im Westen verläuft der Rhein, an dem sich das Europareservat Kühkopf-Knoblochsaue als Hessens größtes zusammenhängendes Naturschutzgebiet befindet. Der „Mönchbruch“ als zweitgrößtes Naturschutzgebiet in Hessen liegt zwischen Rüsselsheim und Mörfelden-Walldorf. Während noch bis Mitte des 19. Jahrhunderts die überwiegende Bevölkerung von der Landwirtschaft lebte, führte die Industrialisierung zu einem erheblichen Wandel. Heute befindet sich der Kreis Groß-Gerau in der „Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main“. (Kreis Groß-Gerau)

2.4 Bisherige Entwicklungen im Kreis Groß-Gerau

Mit dem Beitritt zum Klima-Bündnis der europäischen Städte und Kommunen mit indigenen Völkern der Regenwälder / Alianza del Clima e.V. hat sich der Kreis Groß-Gerau anderen Kommunen mit dem Ziel angeschlossen, bis 2030 eine Minderung der jährlichen CO₂e-Emissionen pro Kopf um 50 % gegenüber 1990 zu erreichen.

Dazu wurden bisher folgende Schritte unternommen:

Im Juni 2009 stellte ein Konsortium bestehend aus der TU Darmstadt und der juwi Holding AG ein Energiekonzept für den Kreis Groß-Gerau fertig, das vor allem eine Analyse der Ist-Situation und der maximal ausschöpfbaren Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien im Kreis Groß-Gerau enthält. Auftraggeber der Studie waren die Riedwerke Groß-Gerau.

Darauf aufbauend entwickelte die Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen (TSB) im Auftrag der Riedwerke Groß-Gerau ein Strategiepapier, in dem ein Rahmenplan für den Ausbau der erneuerbaren Energien erarbeitet wurde. Das Strategiepapier wurde im Jahr 2010 durch die TSB in Form eines Zeit- und Maßnahmenplans konkretisiert.

Die beschriebenen vorliegenden Studien fokussieren den Stromsektor. Vor diesem Hintergrund fasste der Kreistag am 14.12.2009 den Beschluss unter der Drucksache XVI/368:

„Der Kreis Groß-Gerau setzt sich zum Ziel, bis zum Jahr 2020 den Stromverbrauch im Kreisgebiet gegenüber 2007 um 20% zu reduzieren und 30% des verbleibenden Strombedarfes aus erneuerbaren Energien im Kreisgebiet zu erzeugen, aufbauend auf den Erfahrungen beim Ausbau der erneuerbaren Energien seit Einführung des „Erneuerbaren-Energien-Gesetz“ (EEG) und in Anlehnung an die vom Bundesumweltminister vorgelegte „Leitstudie 2008“.

Damit wollen wir unseren Beitrag leisten, damit bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen (CO₂ u. a.) um 40 % reduziert werden können.“

Parallel mit den ersten Schritten im Stromsektor fasste der Kreistag einen weiteren wichtigen energiepolitischen Beschluss am 30.03.2009 unter der Drucksache AE/XVI/093:

„Die im „Konjunkturprogramm des Bundes und des Landes“ aufgeführten Sanierungs- und Neubaumaßnahmen werden grundsätzlich in „Passivhausstandard“ ausgeführt.

Darüber hinaus werden alle zukünftig zu sanierenden Liegenschaften und Neubauten des Kreises Groß-Gerau grundsätzlich in „Passivhausstandard“ ausgeführt.

Die Riedwerke haben im vergangenen Jahr bereits mit der Bildung von Akteursnetzwerken zu verschiedenen Themenbereichen begonnen. Darunter fällt beispielsweise der „Runde Tisch zur Geothermie“, an dem die Kommunen beteiligt sind, die Arbeitsgruppe „Erneuerbare Energien“ und das Symposium zu „Bioenergie in Kommunalen Hand.“

Den Fragestellungen zur Wärmeversorgungsstruktur, Identifikation geeigneter Gebiete für einen Wärmeverbund unter Nutzung von Tiefengeothermie, Biomasse oder Kraft-Wärme-Kopplung und Identifikation von Gebieten mit energetischem Modernisierungsbedarf soll sich das Klimaschutzteilkonzept integrierte Wärmenutzung befassen. In Form eines Wärmeatlanten sollen die Informationen aufbereitet werden.

2.4.1 Bestehende Netzwerke im Energiebereich

Verankerung des Themas Klimaschutz in der Kreisverwaltung

Der Kreis Groß-Gerau befasst sich seit Jahren mit den Themen „Energie“ und „Klimaschutz“. Als Organisationseinheit wurde im Oktober 2010 das Energiekompetenzcenter gegründet. Über Mitarbeiter in der Verwaltung, Gremien und Ausschüssen wird eine nachhaltige Energie- und Klimapolitik betrieben. Dabei spielt die Zusammenarbeit mit den Kommunen und den Bürgern eine wichtige Rolle.

Netzwerk „Energie für Klimaschutz“

Um den Ausbau der erneuerbaren Energien im Kreis Groß-Gerau voranzutreiben und die formulierten Ziele zu erreichen, ist der Kreis auf die Kooperation mit weiteren Akteuren angewiesen.

Mit der Gründung des Netzwerks im Dezember 2011 ist für Akteure auf Kreis- und Regionsebene eine Möglichkeit gegeben, sich auszutauschen und neue Vorhaben zu initiieren.

2.4.2 Leuchtturmprojekte

Ausgewählte Leuchtturmprojekte in der Wärmeversorgung sind unten genannt.

Wärmeverbund rund um das Landratsamt

Die Wärmeversorgung des Landratsamts, des Kreiskrankenhauses, des Hallenbads, der DRK-Station, der beiden kreiseigenen Schulen (Martin-Buber-Schule mit Turnhalle und Luise-Büchner-Schule) und der Polizeidirektion wird über ein Nahwärmenetz sichergestellt. Derzeit speisen Erdgaskessel in den Wärmeverbund ein, die durch eine neue Wärmeerzeugung unter Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung oder erneuerbaren Energien ersetzt werden soll. Im Zuge dessen werden Träger weiterer öffentlicher Liegenschaften zur Anbindung angefragt.

Energetische Modernisierung kreiseigener Liegenschaften

An den Liegenschaften in Trägerschaft des Kreises wurden bereits zahlreiche energetische Effizienzmaßnahmen durchgeführt. Sowohl der Wärmedämmstandard der Gebäudehülle wurde verbessert als auch die effiziente Wärmeerzeugung u. a. unter Einsatz von Blockheizkraftwerken sowie Biomassekessel und Wärmepumpen umgesetzt. Außerdem erfolgen seit dem Kreistagsbeschluss 2009 energetische Modernisierungen von Bestandgebäuden und Errichtung von Neubauten unter der Maßgabe, dass grundsätzlich der „Passivhausstandard“ ausgeführt wird. U. a. wurden folgende Wärmeerzeuger in den letzten Jahren installiert:

Blockheizkraftwerk:

- Pestalozzischule mit Sporthalle Büttelborn (2012)
- Gustav-Brunner-Schule Ginsheim-Gustavsburg (2010)
- Oberstufengymnasium Groß-Gerau (2004/9)
- Kreissporthalle Groß-Gerau (2011)
- Wilhelm-Arnoul-Schule Mörfelden-Walldorf (2009)
- Grundschule Nauheim (2010)
- Sporthalle Grundschule Crumstadt (2010)

Holzhackschnitzelkessel:

- IGS Mainspitze Ginsheim-Gustavsburg (2007)

Holzpelletskessel:

- Mittelstufengymnasium Groß-Gerau (2008)
- Feriendorf Ober-Seemen, Gedern (2011)
- G.-Büchner-Schule Riedstadt/Goddelau (2007)
- Insel-Kühkopf-Schule Stockstadt (2010)
- MPS Trebur (2007)

Gaswärmepumpe:

- Schillerschule Auf Esch Groß-Gerau (2011)

Für einige Liegenschaften ist die energetische Modernisierung in den nächsten Jahre datiert:
2012-2014:

- Oberstufengymnasium Groß-Gerau
- Waldenserschule Mörfelden-Walldorf Waldstr.
- Sporthalle G.-Heinemann-Schule Rüsselsheim
- Grundschule Geinsheim

2016-2020:

- Martin-Niemöller-Schule Riedstadt/Goddelau
- Kreissporthalle Groß-Gerau
- Luise-Büchner-Schule Groß-Gerau

Energieeffizienz in Unternehmen

Im Rahmen des Projekts „Energieeffizienz im Kreis Groß-Gerau“ nutzt der Kreis das Förderprogramm der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) zur Energieeffizienzberatung zur Unterstützung der Unternehmen. Mit dem Projekt möchte der Kreis einerseits über die Beratung Energiekosteneinsparung und deren betriebswirtschaftliche Vorteile aufzeigen und andererseits die teilnehmenden Unternehmen in ein regionales Netzwerk einbinden. Unter Beteiligung der IHK Wiesbaden ließen sieben Unternehmen durch die Beratungsfirma Arqum GmbH eine Energieeffizienzberatung durchführen. (Kreisausschuss, 2011)

2.4.3 Organisation und Zuständigkeiten

Gebäude- und Liegenschaftsmanagement

Die Verwaltung der 59 kreiseigenen Liegenschaften erfolgt im Schul- und Gebäudeservice des Landratsamts. Er hat zur Aufgabe, die Gebäude bedarfsgerecht zu errichten, zu unterhalten und zu bewirtschaften. Darin eingeschlossen sind das Planen, Bauen und bei Bedarf Abbrechen der Gebäude und Gebäudeteile auch im Hinblick auf Maßnahmen zur Energieeinsparung. Außerdem ist der gesamte Bereich der Energieversorgung im Schul- und Gebäudeservice angesiedelt

Gründung des Energiekompetenzcenters

Mit der Gründung des Energiekompetenzcenters als Stabstelle im Oktober 2010 sollen die Aktivitäten in der Klimaschutzstrategie des Kreises gebündelt werden. Die Schwerpunkte sind auf die Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz, Ausbau erneuerbarer Energien und Entwicklung alternativer Energieversorgungskonzepte gelegt.

Räumliche Entwicklungsplanung

Im Bereich der Entwicklungsplanung ist der Fokus schon des Längeren auf eine ganzheitliche Betrachtung der Raumplanung gelenkt. Im Rahmen der Neuaufstellung von Regionalplänen und regionaler Flächennutzungsplänen in 2011 wurden flächendeckende Kartierungen zu den Themen Siedlungsentwicklung, Klima, Geologie, Biotope, Boden, Wasser und Energie erarbeitet.

Durch die Implementierung eines Klimaschutzteilkonzeptes integrierte Wärmenutzung sowie die Schaffung einer weiteren Stelle im Energiekompetenzcenter sollen bisherige Aktivitäten und weitere Klimaschutzmaßnahmen im öffentlichen, gewerblichen und privaten Bereich vorangebracht werden.

Tabelle 2-6 Übersicht Leuchtturmprojekte und Wirkungsansätze

Projekte	Energie-einsparung	Energie-effizienz	Energie-erzeugung
Wärmeverbund rund um das Landratsamt		X	X
Energetische Modernisierung kreiseigener Liegenschaften	X	X	
Energieeffizienz in Unternehmen	X	X	

3 Energie- und CO₂e-Bilanzierung – Stand 2010

Im nachfolgenden Kapitel wird die Energiebilanz des Energieverbrauchs in Kreis Groß-Gerau aufgestellt und die durch den Energieverbrauch entstehenden CO₂-äquivalent-Emissionen (internationale Schreibweise: „CO₂e“) berechnet.

3.1 Methodik

Die Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz des Kreises Groß-Gerau wird im vorliegenden Konzept für das Bezugsjahr 2010 erstellt. In die Bilanz fließen Verbrauchsdaten der Jahre 2007, 2008, 2009 und 2010 ein. Die Gemeinde Raunheim, die ein eigenes Klimaschutzteilkonzept integrierte Wärmenutzung erstellt, ist in allen Bilanzen ausgenommen.

Für folgende Sektoren werden zunächst Einzelbilanzen aufgestellt

- private Haushalte
- öffentliche Einrichtungen
- Gewerbe/Handel/Dienstleistung & Industrie (GHD + I)
- Verkehr

Im Anschluss werden die Einzelergebnisse zu einer Gesamtbilanz zusammengefügt.

Zunächst wird der Bilanzraum für die Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz festgelegt und die Art der Bilanzierung für den jeweiligen Sektor definiert. Aufgrund der unterschiedlichen Datengrundlage und Erfassungsmethodik werden in den einzelnen Sektoren verschiedene Bilanzierungsansätze gewählt.

Im vorliegenden Klimaschutzteilkonzept wurde eine Kombination aus Territorial- und Verursacherbilanz gewählt. In der nachstehenden Tabelle 3-1 werden die Bilanzierungsprinzipien für die Erstellung der kommunalen Energie- und CO₂e-Bilanz erläutert (Difu, 2011).

Tabelle 3-1 Bilanzierungsprinzipien

Endenergiebasierte Territorialbilanz

Bei der **Territorialbilanz** werden der gesamte innerhalb eines Territoriums anfallende Energieverbrauch sowie die dadurch entstehenden CO₂e-Emissionen berücksichtigt. Hierbei werden alle Emissionen lokaler Kraftwerke und des Verkehrs, der in oder durch ein zu bilanzierendes Gebiet führt, einbezogen und dem Bilanzgebiet zugeschlagen. Emissionen, die bei der Erzeugung oder Aufbereitung eines Energieträgers (z. B. Strom) außerhalb des betrachteten Territoriums entstehen, fließen nicht in die Emissionsbilanz mit ein.

Verursacherbilanz

Die **Verursacherbilanz** berücksichtigt alle Emissionen, die durch die im betrachteten Gebiet lebende Bevölkerung entstehen, aber nicht zwingend auch innerhalb dieses Gebietes anfallen. Bilanziert werden alle Emissionen, die auf das Konto der verursachenden Bevölkerung gehen; also zum Beispiel auch Emissionen und Energieverbräuche die durch Pendeln, Hotelaufenthalte u.ä. außerhalb des Territoriums entstehen.

Des Weiteren werden aus diesen grundlegenden Bilanzierungsprinzipien verschiedene Kombinationen abgeleitet.

Der gesamte Endenergieverbrauch innerhalb des Kreises Groß-Gerau und die dadurch verursachten CO₂e-Emissionen werden bilanziert (endenergiebasierte Territorialbilanz). Die von Einwohnern des Kreises Groß-Gerau außerhalb der Gemarkungsgrenze verursachten Energieverbräuche und Emissionen werden jedoch nicht in die Betrachtung einbezogen.

Nicht bilanziert wird zum Beispiel der Durchgangsverkehr, welcher bei einer reinen Territorialbilanz zu berücksichtigen wäre.

3.2 Regionaler Strom-Mix und dessen Emissionskennwert für Kreis Groß-Gerau

Der Stromverbrauch im Kreis Groß-Gerau mit Bezugsjahr 2010 wird als Mittelwert aus den Konzessionsabgabebescheiden der vorausgegangenen vier abgerechneten Jahre (2007 bis 2010) bestimmt. Demnach beläuft sich der Stromverbrauch im Kreis Groß-Gerau auf durchschnittlich rund 1.582.800 MWh_{el}/a.

Für die Aufstellung der CO₂e-Emissionsbilanz werden für den Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung Emissionskennwerte nach (GEMIS, 2010) herangezogen.

Regenerativ erzeugter Strom hat einen geringeren CO₂e-Emissionswert als Strom, der mit fossilen Energieträgern erzeugt wird. Je nach Stromerzeuger unterscheidet sich auch der CO₂e-Kennwert für regenerativen Strom.

Im GEMIS-Kennwert „Stromnetz lokal“ für konventionellen elektrischen Strom, der aus dem Stromnetz bezogen wird, gilt der Strom-Mix in Deutschland als Berechnungsgrundlage. In diesem Kennwert ist bereits, analog zur regenerativen Stromproduktion in Deutschland, ein Anteil regenerativ erzeugten Stroms berücksichtigt.

Im vorliegenden Konzept soll dem im Kreis Groß-Gerau erzeugten und ins Stromnetz eingespeisten regenerativen Strom Rechnung getragen werden, da dieser bilanziell einen Teil des fossil erzeugten Stroms verdrängt und somit den lokalen CO₂e-Kennwert für Strom im Bilanzraum Kreis Groß-Gerau verringert. Im vorliegenden Konzept wird daher für den Kreis Groß-Gerau ein eigener CO₂e-Kennwert für elektrischen Strom ermittelt, welcher die vorhandene regenerative Stromerzeugung innerhalb der Bilanzgrenze berücksichtigt.

Zur Ermittlung der im Kreis Groß-Gerau regenerativ erzeugten und ins Stromnetz eingespeisten Strommenge und der installierten Anlagenleistung wurden Daten des Onlineportals Energymap (<http://www.energymap.info/>) einbezogen.

Tabelle 3-2 Regenerative Stromproduktion im Kreis Groß-Gerau, Anlagenzahl und installierte Anlagenleistung 2010

	Anzahl der Anlagen	installierte Leistung kW beziehungsweise kW _p	Eingespeiste Strommenge kWh _{el} /a
Biomasse	5	1.133	7.810.717
Deponiegas	4	2.207	4.723.341
Geothermie	-	-	-
Grubengas	-	-	-
Klärgas	6	200	0
Solar	1.939	28.855	19.954.635
Wasserkraft	-	-	-
Windkraft	-	-	-
Summe	1.954	32.395	32.488.693

Im Bilanzjahr 2010 betrug die Anlagenleistung der im Kreis Groß-Gerau installierten regenerativen Stromerzeuger insgesamt ca. 32.400 kW_{el}. Fotovoltaikanlagen machen dabei mit rund 28.900 kW_{el} installierter Leistung den größten Anteil der regenerativen Stromerzeugung aus. Stromerzeugung aus Biomasse hat mit einer installierten Leistung von etwa 1.100 kW_{el} den zweitgrößten Anteil an der regenerativen Stromproduktion im Kreis Groß-Gerau, gefolgt von Deponiegas. Wind- und Wasserkraft oder andere regenerative Energieerzeuger werden nicht genutzt.

Bei einem Jahresstromverbrauch von ca. 1.582.800 MWh_{el}/a (entsprechend Konzessionsabgabebescheid des Energieversorgers) können erst knapp 2 % des Jahresstromverbrauchs im Kreis Groß-Gerau mit vor Ort regenerativ erzeugtem Strom abgedeckt werden.

Den größten Anteil an der regenerativen Stromproduktion hat dabei Fotovoltaikstrom (20.000 MWh_{el}/a), gefolgt von Energie aus Biomasse (7.800 MWh_{el}/a) und aus Deponiegas (4.700 MWh_{el}/a).

Der Anteil elektrischen Stroms aus erneuerbaren Energien beträgt im Stromnetz in Deutschland bereits 16 % nach (UBA, 2012). Bei der Bildung des Kennwertes für die je verbrauchter kWh elektrischen Stroms entstehenden CO₂e-Emissionen wird darüber hinaus die im Kreis Groß-Gerau regenerativ erzeugte Strommenge berücksichtigt. Der spezifische Emissionskennwert für elektrischen Strom beläuft sich demnach auf rund 653,0 g CO₂e je kWh_{el}. Dieser Kennwert wird im vorliegenden Konzept in den Berechnungen der Emissionsbilanzierung verwendet.

Die prozentuale Verteilung des regenerativ erzeugten Stroms wird in Abbildung 3-1 ersichtlich.

Zusammensetzung lokaler Strom-Mix und Anteil erneuerbare Energien-Strom

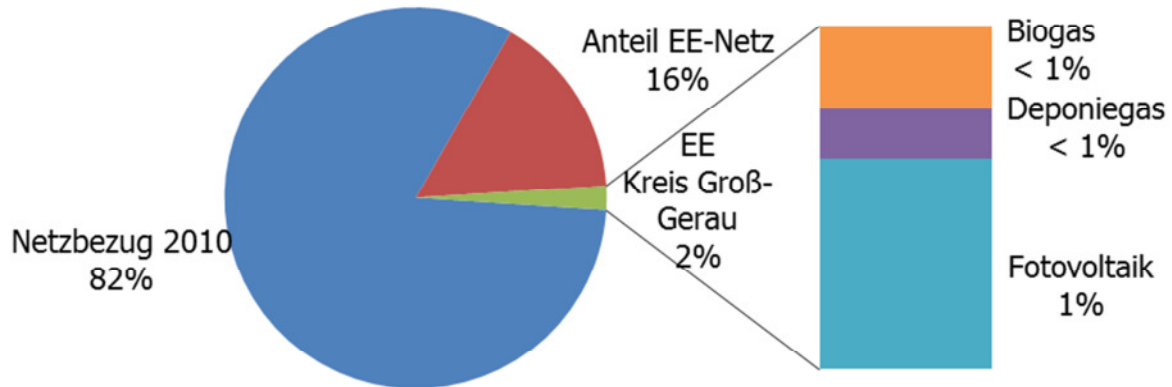


Abbildung 3-1 Strom-Mix im Netz Kreis Groß-Gerau

Zur Bilanzierung des Stromverbrauchs im Kreis Groß-Gerau wird somit eine Kombination aus Verursacher- und Territorialbilanz angewandt, da in den CO₂e-Emissionskennwerten auch solche Emissionen berücksichtigt sind, die durch die Stromerzeugung durch den Kraftwerkspark, die Gewinnung der Energieträger sowie Umwandlungs- und Übertragungsverluste entstehen. Diese spezifischen Emissionen sind je kWh genutzten Strom mitbilanziert und werden dem Stromverbraucher zugeschrieben, auch wenn die Emissionen nicht ausschließlich im Kreis Groß-Gerau entstanden sind.

3.3 Energie und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte

Grundlage für die Berechnung der Energie- und CO₂e-Bilanz der privaten Haushalte im Kreis Groß-Gerau bildet eine Siedlungszellenanalyse. Der Grundgedanke ist hierbei die Differenzierung des Wohngebäudebestands nach energierelevanten Kriterien. Dazu wird das Siedlungsgebiet in sogenannte Siedlungszellen eingeteilt. Die Einteilung in Siedlungszellen erfolgt nach einem vorherrschenden Gebäudetyp. Der Gebäudetyp setzt sich aus einer Gebäudeart, z. B. freistehendes Einfamilienhaus oder Reihenhauses, und einer Baualtersklasse, z.B. vor 1957 oder 1958 bis 1978, zusammen. Dazu wurden die Liegenschaftskataster aller kooperierenden Kommunen im gesamten Kreis anhand von bereitgestellten Bebauungsplänen sowie von aktuellen und historischen Luftbildern in Siedlungszellen eingeteilt. Damit sind für jede Siedlungszelle die Anzahl der Gebäude und deren Erdgeschossfläche bekannt. Mit Hilfe von Laserbefliegungsdaten kann die Gebäudehöhe und unter Annahme einer durchschnittlichen Geschosshöhe die gesamte Nutzfläche in jeder Siedlungszelle abgeschätzt werden. In der hessischen Gebäudetypologie aus (IWU, 2003) liegen nutzflächenbezogene Energiekennwerte vor. Jedoch handelt es sich dabei um Kennwerte, die den Ursprungszustand im Errichtungsjahr beschreiben. Da im Durchschnitt

die Wohngebäude heute einen gewissen Sanierungsstand aufweisen, sind die Energiekennwerte dahingehend angepasst. Dazu ist die Dortmunder Gebäudetypologie aus (EBÖK, 2003) herangezogen, die auf ein Verhältnis zwischen Ursprungszustand und heutigen Durchschnitt schließen lässt. Die so erstellte Gebäudetypologie für die Wohngebäude im Kreis Groß-Gerau stellt die Grundlage zur Abschätzung des Endenergieverbrauchs dar (siehe Anhang I)

Auf Grundlage dieses Endenergieverbrauchs wird eine CO₂e-Bilanzierung für den Sektor private Haushalte durchgeführt. Dazu werden die Erdgasverbrauchsdaten aus den Erdgaskonzessionsbescheiden der Gemeinden und Städte abgeschätzt und mit statistischen Beheizungsstrukturen in Wohngebäuden des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU, 2010) abgeglichen. Des Weiteren wird anhand dieser Beheizungsstruktur der Verbrauch von Heizöl und Kohle abgeschätzt. Der Stromverbrauch für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen kann aus den Daten der Energieversorgungsunternehmen ermittelt werden. Die Wärmebereitstellung durch Holzpellets und Solarthermie wird mittels Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle hochgerechnet. Der Verbrauch an Scheitholz in privaten Haushalten ist aus (HMUELV, 2010) entnommen und anhand der Daten der BAFA für die einzelnen Kommunen bestimmt. Die Beheizungsstruktur für den Kreis Groß-Gerau konnte nicht spezifischer ausgewertet werden, da Daten aus der Feuerstättenstatistik nur sehr unvollständig bzw. überhaupt nicht vorlagen.

Zur Erstellung der CO₂e-Emissionsbilanz der privaten Haushalte im Kreis Groß-Gerau werden der ermittelte Endenergieverbrauch und die Abschätzung der Verteilung auf die Energieträger zu Grunde gelegt. Zu diesem Endenergieverbrauch werden entsprechend des jeweiligen Energieträgers und des zugehörigen Emissionskennwertes nach (Öko-Institut e. V., 2011) die CO₂e-Emissionen ermittelt.

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte im Kreis Groß-Gerau beläuft sich auf insgesamt 1.489.800 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO₂e-Emissionen in Höhe von rund 414.400 t/a hervorgerufen (s. Tabelle 3-3).

Tabelle 3-3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh_f/a	CO₂e-Emissionen t/a
Erdgas	774.900	195.600
Heizöl	539.600	173.100
Strom Wärmepumpe	5.500	3.600
Strom Speicherheizungen	56.600	37.000
Scheitholz	95.900	1.600
Holzpellets	6.200	200
Solarthermie	3.900	200
Kohle	7.200	3.100
Summe	1.489.800	414.400

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch Wärme hat Erdgas (52 %) gefolgt von Heizöl (36 %). Strom für Nachtspeicherheizungen (4 %) hat nur einen relativ geringen Anteil. Die Nutzung von Scheitholz (7%) ist unter den regenerativen Energieträgern am stärksten verbreitet. Solarthermie, Strom für Wärmepumpen und Pellets besitzen jeweils einen Anteil geringer 1 %. Kohle (1%) wird nur noch in sehr geringem Maße genutzt.

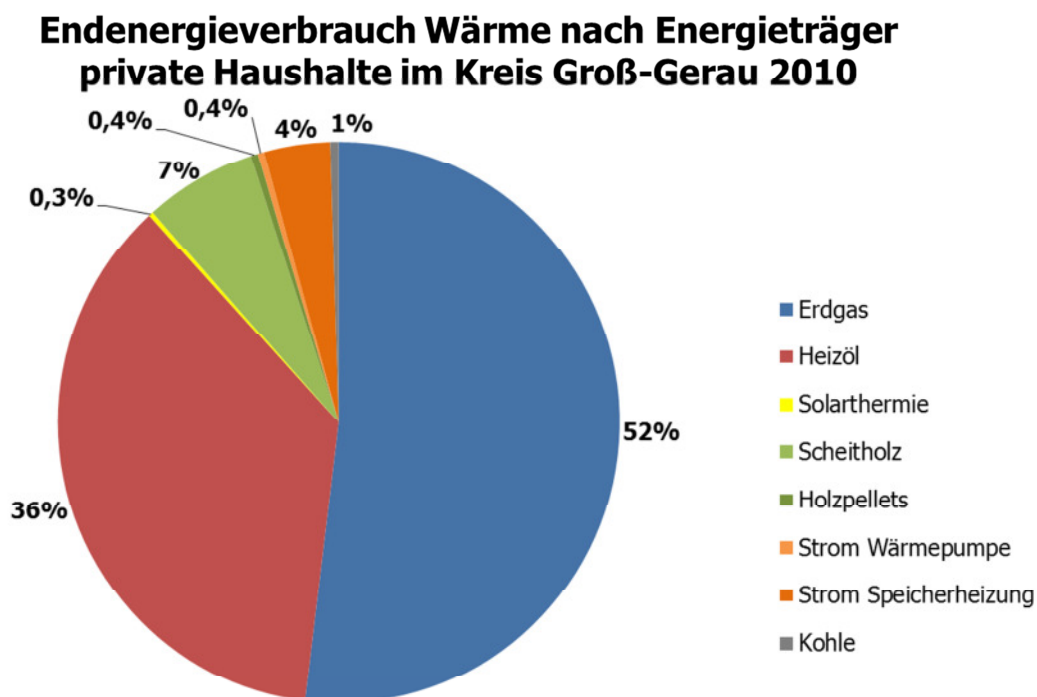


Abbildung 3-2 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte im Kreis Groß-Gerau 2010

In der Emissionsbilanz Wärme verschiebt sich das Verhältnis von Erdgas zu Heizöl leicht, da Heizöl je verbrauchter kWh höhere spezifische CO₂e-Emissionen freisetzt als Erdgas. Dennoch entfällt mit 47 % der höchste Anteil der CO₂e-Emissionen auf den Erdgasverbrauch, gefolgt von Heizöl mit 42 %. Höher noch als bei Heizöl sind die spezifischen CO₂e-Emissionen je verbrauchter Kilowattstunde elektrischen Stroms. Insgesamt entfällt auf den Stromverbrauch daher ein Anteil an den CO₂e-Emissionen von 9 % bei Speicherheizungen und 1 % bei Wärmepumpen. Kohle trägt rund 1 % zu den CO₂e-Emissionen bei. Verschwindend gering sind die CO₂e-Emissionen, die durch die Verwendung regenerativer Energieträger entstehen. Während Scheitholz, Holzpellets und Solarthermie einen Anteil von insgesamt rund 7 % am Endenergieverbrauch ausmachen, beträgt ihr aufsummierter Anteil an den CO₂e-Emissionen insgesamt lediglich 0,5 %.

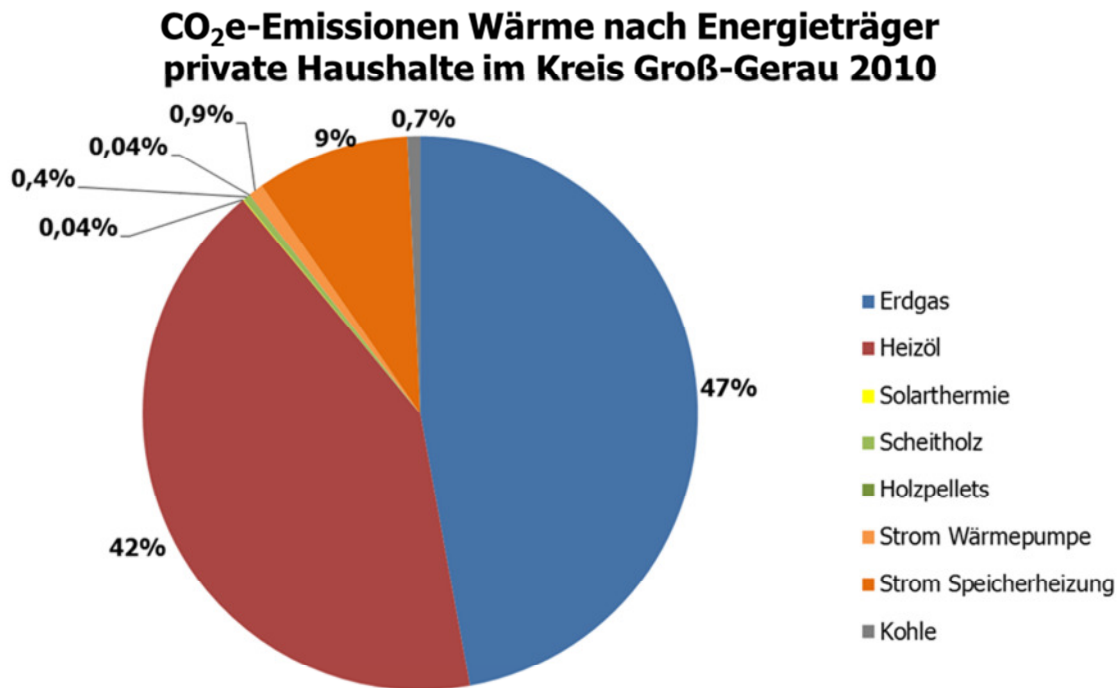


Abbildung 3-3 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträgern, private Haushalte im Kreis Groß-Gerau 2010

3.4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz kommunale Liegenschaften

Bei der Bilanzierung der kommunalen Liegenschaften werden jene Gebäude im Untersuchungsgebiet des Kreises Groß-Gerau berücksichtigt, die sich in Trägerschaft des Kreises, der Gemeinden und Städte befinden. Alle weiteren öffentlichen Einrichtungen sind im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung enthalten.

Datengrundlage für die Bilanzierung bilden die vom Kreis Groß-Gerau und von dessen kooperierenden Kommunen gelieferte Daten aus Energieverbrauchsabrechnungen zu den eigenen Liegenschaften. Da die Gemeinde Büttelborn keine Daten zur Verfügung stellen konnte, erfolgt eine Hochrechnung für diese Gebäude anhand des auf die Einwohnerzahl bezogenen Endenergieverbrauchs in den kommunalen Liegenschaften gemittelt über vergleichbare Kommunen.

Der Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung in den kommunalen Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau beläuft sich auf insgesamt rund 98.100 MWh_f/a, die durch den Energieverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen betragen in der Summe knapp 24.100 t/a (s. Tabelle 3-4).

Tabelle 3-4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz kommunale Liegenschaften

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh _t /a	CO ₂ e-Emissionen t/a
Erdgas (Heizkessel + BHKW)	88.900	22.340
Heizöl	1.500	480
Flüssiggas	500	140
Holzhackschnitzel	4.400	120
Holzpellets	1.300	30
Strom Raumheizung	700	460
Strom Klimakälte	800	520
Summe	98.100	24.090

Den überwiegenden Anteil am Endenergieverbrauch hat Erdgas mit 91 %. Holzhackschnitzel sind mit 4 % am zweitstärksten vertreten. Den geringsten Anteil am Gesamtendenergieverbrauch haben die Energieträger Flüssiggas (< 1%), Heizöl (2%), Strom (1%) und Holzpellets (1 %).

**Endenergieverbrauch Wärme nach Energieträgern
kommunale Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau**

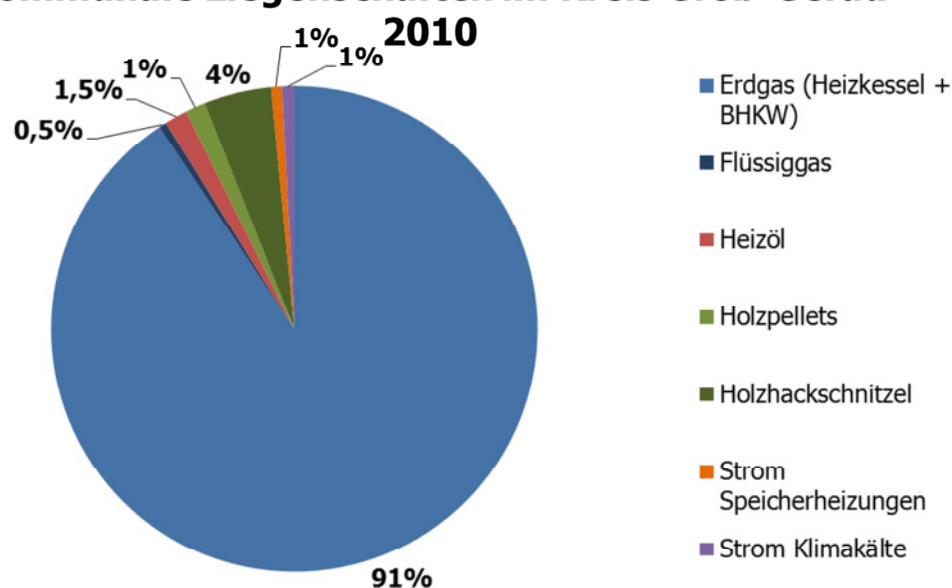


Abbildung 3-4 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträgern, kommunale Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau 2010

Wie aus nachfolgender Abbildung 3-5 hervorgeht, hat Erdgas analog zum Energieverbrauch den größten Anteil (93 %) an den durch den Energieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften verursachten CO₂e-Emissionen. Strom und Flüssiggas haben jeweils einen Anteil von rund 2 % und Heizöl von 1 % an den CO₂e-Emissionen. Die CO₂e-Emissionen, die durch Holzhackschnitzel und Holzpellets verursacht werden, liegen jeweils unter 1 %.

CO₂e-Emissionen Wärme nach Energieträger kommunale Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau

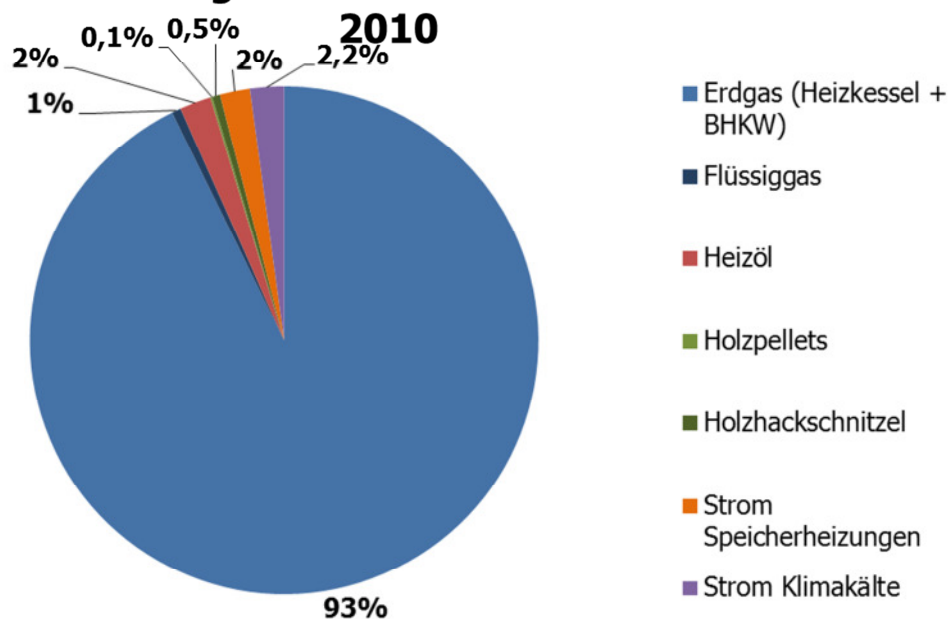


Abbildung 3-5 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträgern, kommunale Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau 2010

3.5 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistungen

Zur Bilanzierung des Sektors GHD existiert nur eine geringe Datengrundlage. Es bestehen verschiedene Methoden zur Erhebung des Energieverbrauchs im Sektor GHD. Von einer Anfrage bei den Unternehmen im Kreis Groß-Gerau wurde abgesehen, da üblicherweise nur mit einem geringen Rücklauf zu rechnen wäre, der letztendlich keine belastbare Einschätzung ermöglicht. Zwar sind die leitungsgelassenen Energieträger (Erdgas und Strom) über die Konzessionsabgabemengen bekannt, allerdings ist hier keine eindeutige Differenzierung des Verbrauchs nach Sektoren möglich. Aus diesen Gründen wird über spezifische Verbrauchskennwerte bezogen auf die Beschäftigtenzahl der Endenergieverbrauch für den Sektor GHD abgeschätzt. Die Gesamtbilanz aller Sektoren zeigte, dass der so ermittelte Endenergieverbrauch plausibel erscheint.

Für den Kreis Groß-Gerau liegt die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SvB) am Arbeitsort nach den Wirtschaftszweigen gemäß der statistischen Erhebung (Arge, 2012) vor. In (Hessisches Statistisches Landesamt, 2010) ist die Anzahl der SvB für jede Kommune angegeben. Darüber hinaus sind die Erwerbstätigenzahlen am Arbeitsort für zusammengefasste Wirtschaftszweige in (Hessen, 2011) bekannt. Da sich die branchenspezifischen Verbrauchskennwerte auf die Erwerbstätigenzahl beziehen, bedarf es zunächst einer überschlägigen Bestimmung der Erwerbstätigen in den einzelnen Wirtschaftszweigen im Kreis Groß-Gerau. Dazu wurde zunächst noch aus den Erwerbstätigenzahlen der Anteil, der der Stadt Raunheim zuzuordnen ist, überschlägig abgezogen.

Nach folgender Definition der Erwerbstätigen stellen die SvB nur einen Anteil der Erwerbstätigen dar:

„Erwerbstätige in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen

Zu den Erwerbstätigen in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen zählen alle Personen, die als Arbeitnehmer (Arbeiter, Angestellte, Beamte, geringfügig Beschäftigte, Soldaten) oder als Selbstständige beziehungsweise als mithelfende Familienangehörige eine auf wirtschaftlichen Erwerb gerichtete Tätigkeit ausüben, unabhängig vom Umfang dieser Tätigkeit. Personen mit mehreren gleichzeitigen Beschäftigungsverhältnissen werden nur einmal mit ihrer Haupterwerbstätigkeit erfasst (...).“ (Statistisches Bundesamt Deutschland, 2011)

Tabelle 3-5 Abschätzung Erwerbstätigenzahl zusammengefasste Wirtschaftszweige GHD im Kreis Groß-Gerau ohne Raunheim verändert nach (Hessen, 2011) und (Hessisches Statistisches Landesamt, 2010)

Wirtschaftszweig	Erwerbstätige
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (A)	1.300
Produzierendes Gewerbe einschl. Baugewerbe (B-F)	6.000
darunter Verarbeitendes Gewerbe (C)	34.099
Handel, Gastgewerbe und Verkehr (G-I)	20.424
Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister (J-N)	22.325
Öffentliche und private Dienstleister (O-S)	1.300
Summe	84.148

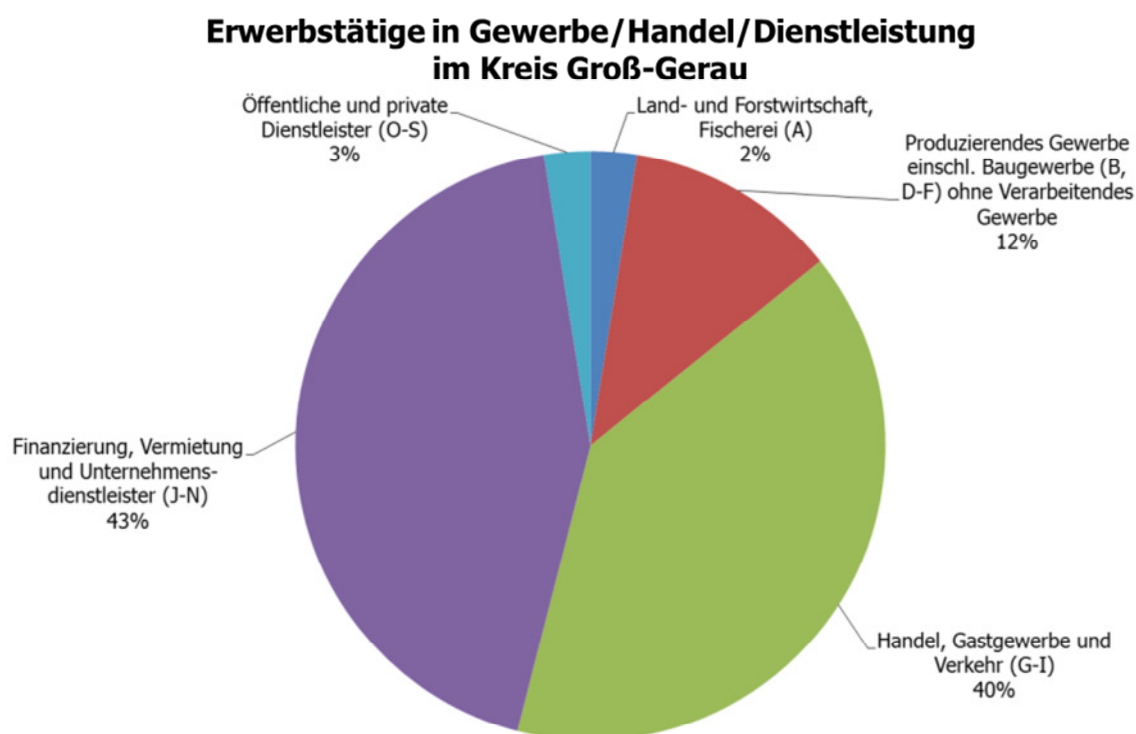


Abbildung 3-6 Erwerbstätige GHD im Kreis Groß-Gerau (Stand August 2010) (Hessen, 2011)

Im Sektor GHD dominieren bezogen auf die Erwerbstätigenzahlen Dienstleistungen und der Handel und das Gastgewerbe.

Auf der Basis sind die Erwerbstätigenzahlen der einzelnen Wirtschaftszweige bestimmt.

Tabelle 3-6 Erwerbstätigenzahlen in den einzelnen Wirtschaftszweigen im Sektor GHD auf Grundlage von (Arge, 2012) und (Hessen, 2011)

Wirtschaftszweig	Erwerbstätige
A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	1.300
B Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	169
D Energieversorgung	170
E Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen	1.426
F Baugewerbe	4.234
G Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	2.306
46 Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	6.28
47 Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	7.762
H Verkehr und Lagerei	17.262
I Gastgewerbe	
55 Beherbergung	822
56 Gastronomie	2.367
J Information und Kommunikation	5.606
58 Verlagswesen	166
K Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	2.963
L Grundstücks- und Wohnungswesen	561
M Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	5.396
N Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	7.308
P Erziehung und Unterricht	1.713
Q Gesundheits- und Sozialwesen davon:	
86 Gesundheitswesen	6.737
87 Heime (ohne Erholungs- und Ferienheime)	2.213
88 Sozialwesen (ohne Heime)	1.397
R Kunst, Unterhaltung und Erholung	429
S Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	3.653

Mit den ermittelten Erwerbstätigenzahlen nach einzelnen Wirtschaftszweigen ist mit den spezifischen Kennwerten aus (Schlomann, et al., 2009) der Endenergieverbrauch abgeschätzt. Da der Endenergieverbrauch für die kommunalen und kreiseigenen Liegenschaften zur Verfügung gestellt ist, erfolgt dazu keine Abschätzung nach branchentypischen Kennwerten. Der Wirtschaftszweig „Verarbeitendes Gewerbe“ wird diesem Sektor GHD nicht betrachtet, da es sich um Industrie handelt, die als eigener Sektor in dem Konzept ausgewiesen ist. Demnach sind rund 76.000 Erwerbstätige für den Sektor GHD relevant.

Tabelle 3-7 Endenergieverbrauch für Wärme- und Kälteversorgung nach Wirtschaftszweigen im Sektor GHD

Wirtschaftszweig	Raum- heizung	Klima- kälte	Prozess- wärme	Prozess- zess- kälte	Summe
	MWh _f /a	MWh _f /a	MWh _f /a	MWh _f /a	MWh _f /a
A Land- und Forstwirtschaft, Fische-	21.700	210	10.850	1.060	33.820
B Bergbau und Gewinnung von Stei- nen und Erden	1.120	10	320	0	1.450
D Energieversorgung / E Wasserver- sorgung, Abfall- u. Wasserentsor- gung etc.	1.110	10	60	0	1.180
E Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen	9.510	70	490	30	10.100
F Baugewerbe	18.510	10	2.050	40	20.610
G Handel; Instandhaltung und Repa- ratur von Kraftfahrzeugen	16.500	170	1.110	1.640	19.420
46 Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	41.360	530	2.970	5.160	50.020
47 Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	57.090	530	3.760	5.210	66.590
H Verkehr und Lagerei	29.520	0	7.320	80	36.920
I Gastgewerbe					
55 Beherbergung	9.410	20	5.100	1.070	15.600
56 Gastronomie	19.310	40	10.600	2.400	32.350
J Information und Kommunikation	34.790	250	1.810	110	36.960
58 Verlagswesen	410	10	40	0	460
K Erbringung von Finanz- und Versi-	15.730	150	880	70	16.830
L Grundstücks- und Wohnungswesen	3.440	30	180	10	3.660
M/N/S Freiberufliche, technische, wirtschaftliche Dienstleistungen u.	101.000	650	5.060	300	107.010
Q Gesundheits- und Sozialwesen	12.100	410	6.910	80	19.500
86 Gesundheitswesen (ohne Kran-	29.810	270	2.100	120	32.300
87 Heime (ohne Erholungs- und	18.410	30	9.760	1.610	29.810
88 Sozialwesen (ohne Heime)	8.690	60	430	20	9.200
R Kunst, Unterhaltung und Erholung	2.870	50	220	20	3.160
Summe	452.390	3.510	72.020	19.030	546.950

Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung in den Gebäuden von Gewerbe/Handel/Dienstleistung

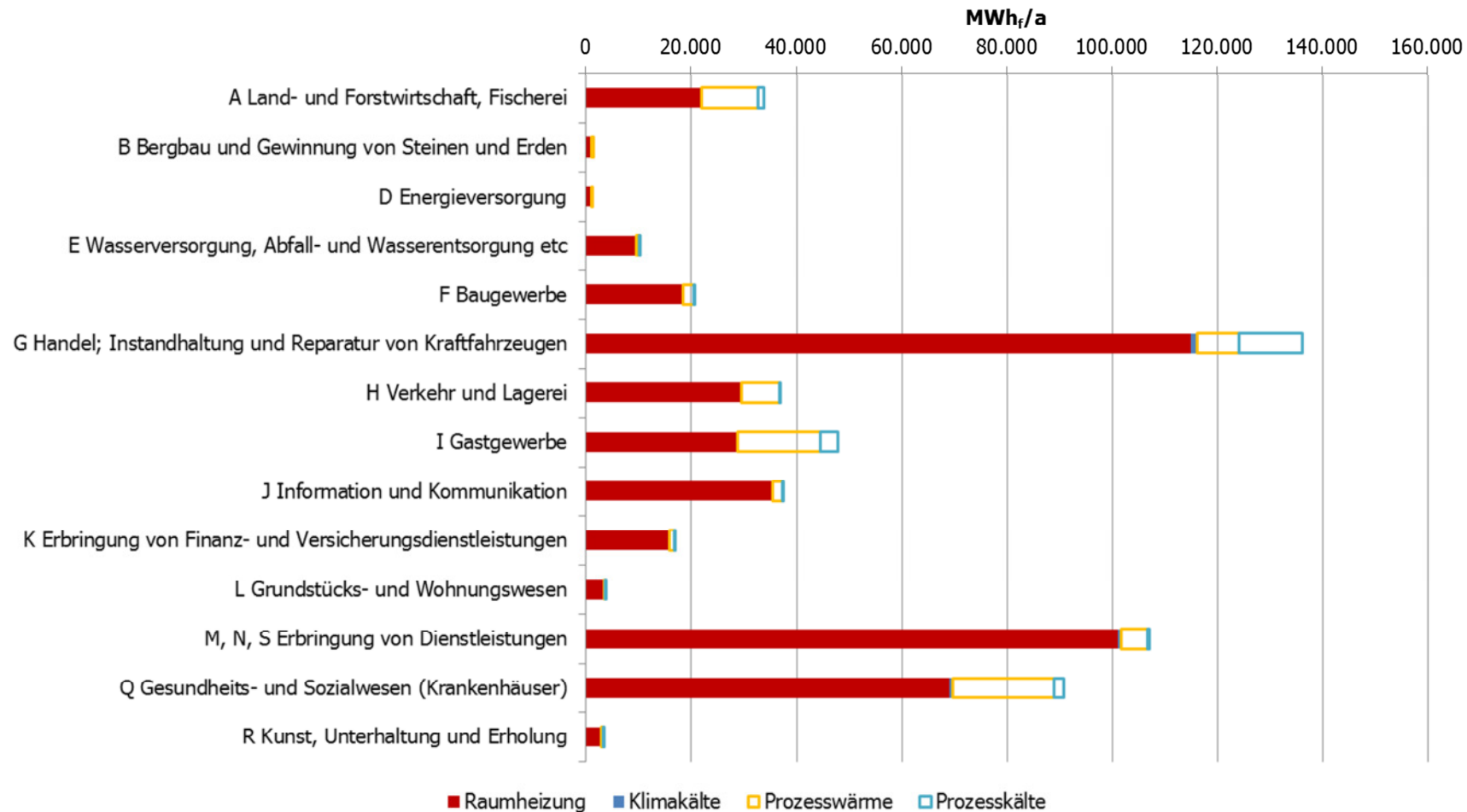


Abbildung 3-7 Endenergieverbrauch für Wärme-, Kälteversorgung in den Gebäuden von Gewerbe/Handel/Dienstleistung

Je nach Branche variiert der Endenergieverbrauch für die Raumheizung, Gebäudeklimatisierung, Prozesswärme und –kälte.

Der Handel, Dienstleistungen und das Gesundheits- und Sozialwesen erfordern den größten Endenergieverbrauch in der bestehenden Struktur des Sektors GHD im Kreis Groß-Gerau.

Zur vollständigen Darstellung ist der Endenergieverbrauch für Prozesse ausgewiesen, jedoch wird er nicht weiter verfolgt, denn die Gebäudebeheizung und –kühlung beansprucht den größten Verbrauch und bietet damit auch das größere Einsparpotenzial. Insgesamt beträgt der Endenergieverbrauch im Sektor GHD rund 456.000 MWh/a.

Nicht nur die Höhe des Endenergieverbrauchs zur Wärme- und Kälteversorgung der Gebäude in den jeweiligen Wirtschaftszweigen sondern auch der brennstoff- und strombezogene Anteil lässt sich über die Kennwerte beziffern. Zur weiteren Aufschlüsselung des brennstoffbezogenen Endenergieverbrauchs wird vereinfacht angenommen, dass Erdgas und Heizöl dominieren und im gleichen Verhältnis wie in den privaten Haushalten eingesetzt werden. Der über die Kennwerte ermittelte Stromanteil in der Gebäudebeheizung und –kühlung ist übernommen.

Tabelle 3-8 Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen im Sektor GHD

	Endenergieverbrauch MWh_f/a	CO₂e-Emissionen t/a
Erdgas (Heizkessel + BHKW)	245.400	62.000
Heizöl	192.600	61.800
Strom (Raumheizung)	14.400	9.100
Strom (Klimakälte)	3.500	2.200
Summe	455.900	135.100

Im heutigen Endenergieverbrauch dominieren Erdgas und Heizöl zur Gebäudeheizung im Sektor GHD. Der stromgedeckte Anteil zum Heizen und Kühlen der Gebäude beträgt ca. 4 %.

Endenergieverbrauch Gebäudebeheizung und -kühlung nach Energieträger in Gewerbe/Handel/Dienstleistung im Kreis Groß-Gerau 2010

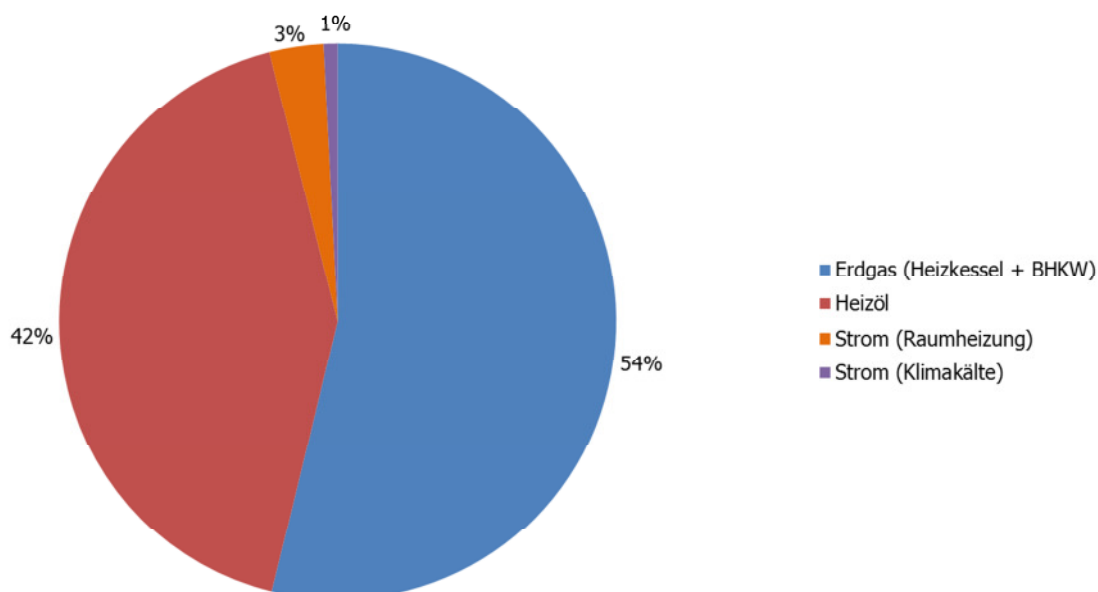


Abbildung 3-8 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD im Kreis Groß-Gerau 2010

Die durch den Energieverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen belaufen sich auf ca. 135.600 t/a (s. Tabelle 3-8). Bedingt durch die unterschiedlichen spezifischen CO₂e-Emissionsfaktoren für Erdgas, Heizöl und Strom verschiebt sich das Verhältnis etwas.

CO₂e-Emissionen Gebäudebeheizung und -kühlung nach Energieträger in Gewerbe/Handel/Dienstleistung im Kreis Groß-Gerau 2010

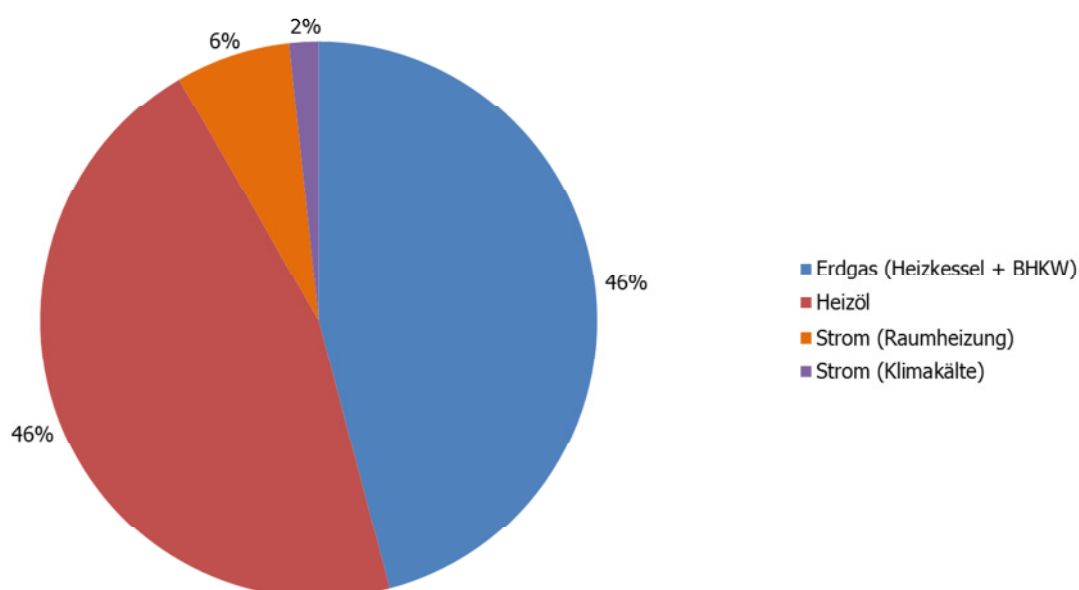


Abbildung 3-9 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträgern, GHD im Kreis Groß-Gerau 2010

3.6 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Industrie

Im Kreis Groß-Gerau sind Industrieunternehmen durch das Rhein-Main-Gebiet stark vertreten. Insbesondere die Wirtschaftszweige Herstellung von Kfz und –teilen, chemische Industrie, Herstellung von Metallerzeugnissen und Ernährungsgewerbe zählen zu den größten Vertretern des verarbeitenden Gewerbes.

Wie im GHD-Sektor so besteht auch für den Industriesektor nur eine geringe Datengrundlage zur Bilanzierung der Energie und CO₂e-Emissionen. So sind beispielsweise die leitungsgebundenen Energieträger (Erdgas und Strom) über die Konzessionsabgabemengen bekannt. Jedoch ist hier keine eindeutige Differenzierung des Verbrauchs nach den Sektoren möglich. Lediglich die konzessionsabgabefreien Erdgasmengen lassen sich per Definition eindeutig der Industrie zuordnen.

Die von der (IHK, 2011) zur Verfügung gestellten Daten der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes geben einen Überblick über die vertretenen Wirtschaftszweige in der Industrie im Kreis Groß-Gerau. Allerdings handelt es sich dabei um Daten aus der Gewerbeanmeldung, die nicht aktualisiert werden, sodass umgesiedelte oder nicht mehr existierende Unternehmen weiterhin in der Liste enthalten sind.

Seitens von (Hessen, 2011) ist die Gesamtanzahl der Erwerbstätigen im verarbeitenden Gewerbe im Kreis Groß-Gerau bekannt. Von (Arge, 2012) liegt die Angabe der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort in den Untergruppen des Wirtschaftszweigs verarbeitendes Gewerbe vor, sodass daraus folgende Aufteilung der Erwerbstätigen in den untergruppierten Branchen resultiert. Darüber hinaus ist die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort in den einzelnen Kommunen im Wirtschaftszweig verarbeitendes Gewerbe über (Hessisches Statistisches Landesamt, 2010) bekannt, sodass auch hier nur die mit dem Kreis Groß-Gerau kooperierenden Kommunen im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts bilanziert werden können. Demnach sind rund 26.900 als Erwerbstätige in der Industrie im Kreis Groß-Gerau ohne Stadt Raunheim beschäftigt.

Tabelle 3-9 Erwerbstätigenzahlen in den Industriebranchen auf Grundlage von (Hessisches Statistisches Landesamt, 2010), (Hessen, 2011), und (Arge, 2012)

Industriebranche	Erwerbstätige am Arbeitsort
10 Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	995
11 Getränkeherstellung	53
13 Herstellung von Textilien	51
16 Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	132
17 Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	231
18 Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	785
20 Herstellung von chemischen Erzeugnissen	1.999
21 Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	1.751
22 Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	365
23 Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	282
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	36
25 Herstellung von Metallerzeugnissen	798
26 Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	221
27 Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	178
28 Maschinenbau	485
29 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	17.638
30 Sonstiger Fahrzeugbau	535
31 Herstellung von Möbeln	38
32 Herstellung von sonstigen Waren	174
33 Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	156
Summe	26.904

Die Erwerbstätigen verteilen sich wie folgt auf die verschiedenen Industriebranchen.

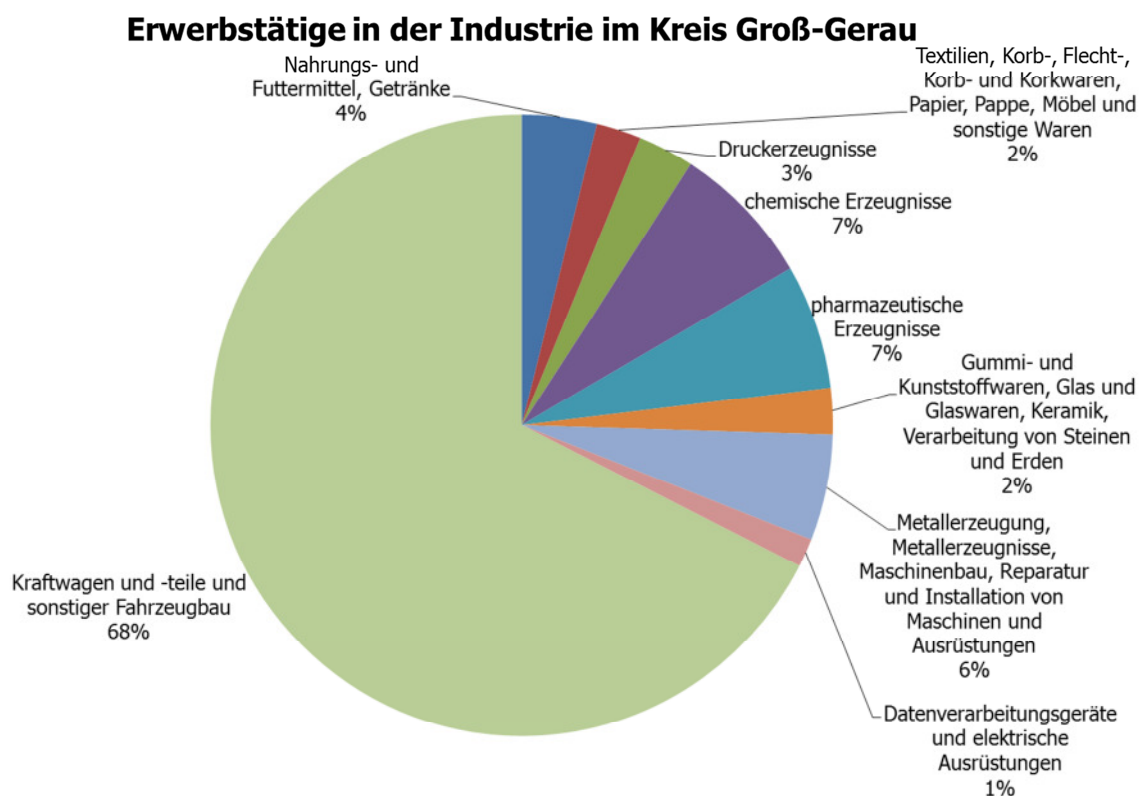


Abbildung 3-10 Erwerbstätige in Industrie im Kreis Groß-Gerau

Abgeleitet aus der Beschäftigtenzahl dominieren in der Industrie des Kreises Groß-Gerau die Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen sowie die Herstellung von chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen.

Der Endenergieverbrauch zur Raumheizung, Klimakälte, Prozesswärme und -kälte ist mittels der Erwerbstätigenzahlen und spezifischen Kennwerten nach (Schloman, et al., 2009) abgeschätzt. Die überschlägige Ermittlung des Endenergieverbrauchs der Prozesswärme beruht auf den Erwerbstätigenzahlen und spezifischen Kennwerten nach (IER, 2008). Um die letztgenannten Kennwerte anwenden zu können, wurden sie unter Annahme eines durchschnittlichen Jahresnutzungsgrads mit 85 % vom spezifischen Jahreswärmeverbrauch in Endenergieverbrauch umgerechnet.

Tabelle 3-10 Endenergieverbrauch für Wärme- und Kälteversorgung in der Industrie

Wirtschaftszweig	Raum- heizung MWh _f /a	Klima- kälte MWh _f /a	Prozess- wärme MWh _f /a	Prozess- zess- kälte MWh _f /a	Summe MWh _f /a
10 Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	7.200	200	600	800	8.800
11 Getränkeherstellung	400	10	5.600	0	6.010
13 Herstellung von Textilien	400	0	0	0	400

Wirtschaftszweig	Raum- heizung MWh _f /a	Klima- kälte MWh _f /a	Prozess- wärme MWh _f /a	Prozess- zess- kälte MWh _f /a	Summe MWh _f /a
16 Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	1.300	20	400	0	1.720
17 Herstellung von Papier, Pappe	1.600	20	209.100	0	210.720
18 Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	5.500	100	0	0	5.600
20 Herstellung von chemischen Erzeugnissen	13.500	60	423.800	300	437.660
21 Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	11.800	540	371.200	500	384.040
22 Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	2.500	60	401.500	0	404.060
23 Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	1.900	20	78.800	0	80.720
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	200	0	500	0	700
25 Herstellung von Metallerzeugnissen	4.400	10	10.600	0	15.010
26 Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	1.500	30	2.900	0	4.430
27 Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	1.200	20	2.400	0	3.620
28 Maschinenbau	3.300	100	6.500	0	9.900
29 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	132.100	1.600	228.300	0	362.000
30 Sonstiger Fahrzeugbau	4.100	50	7.100	0	11.250
31 Herstellung von Möbeln	400	10	100	0	510
32 Herstellung von sonstigen Waren	1.100	10	2.300	0	3.410
33 Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	1.000	40	2.000	0	3.040
Summe	195.40	2.900	1.753.700	1.600	1.953.6

Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung in den Gebäuden der Industrie

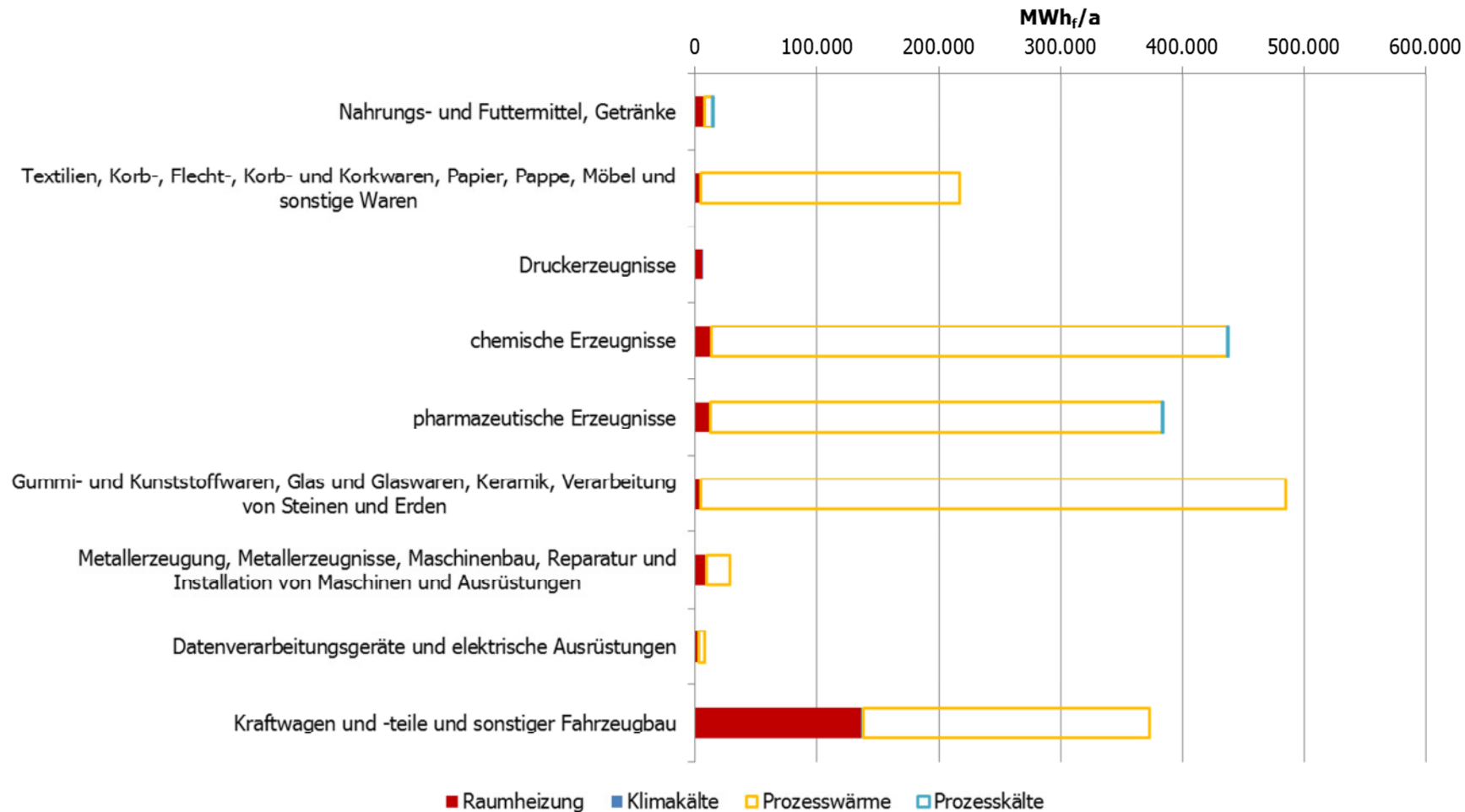


Abbildung 3-11 Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung in den Gebäuden der Industrie

Welcher Energieverbrauch in den Anwendungen (Raumheizung usw.) vorliegt, hängt sehr stark von der jeweiligen Industriebranche ab. Außerdem spiegeln sich auch hier die dominierenden industriellen Wirtschaftszweige wider. Demnach erfordert die Herstellung von Kraftwagen den größten Anteil am Endenergieverbrauch für die Raumheizung.

Zur vollständigen Darstellung ist der Endenergieverbrauch für Prozesswärme und –kälte angegeben, der branchenabhängig den weitaus größten Anteil einnimmt. Die Prozesswärme spielt in den weiteren Berechnungen in der Potenzialanalyse der industriellen Abwärme eine wesentliche Rolle.

Der Endenergieverbrauch für Raumheizung und Klimakälte beläuft sich auf etwa 198.000 MWh_f/a.

Um den Endenergieverbrauch auf die Energieträger aufzuschlüsseln, wird aus (Hessisches Statistisches Landesamt, 2012) für den Kreis Groß-Gerau das Verhältnis der Energieträger angelehnt. Zu beachten ist, dass dort der Endenergieverbrauch zur Wärme- und Stromversorgung sowie zur nichtenergetischen Nutzung enthalten ist, sodass Doppelzählungen vorliegen. Deswegen wird vereinfacht angenommen, dass der in der Statistik genannte Heizölverbrauch vollständig der Raumheizung zuzuordnen ist. Der Stromanteil an der Raumheizung wird mit dem Kennwert aus (Schloman, et al., 2009) übertragen. Die verbleibende Differenz wird dem Erdgas zugeschrieben, da keine erneuerbare Energien oder Kohle laut (Hessisches Statistisches Landesamt, 2012) verbraucht wurde. Ein Fernwärmeverbrauch ist zwar angegeben, jedoch ist der zugehörige Brennstoffverbrauch wegen der oben genannten Doppelzählung schon im Erdgas- und Heizölverbrauch enthalten.

Für die Klimakälte ist vereinfacht ausschließlich Strom als Energieträger angenommen.

Tabelle 3-11 Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen im Sektor Industrie

	Endenergieverbrauch MWh_f/a	CO₂e-Emissionen t/a
Erdgas (Heizkessel + BHKW)	171.070	43.200
Heizöl	5.900	1.900
Strom (Raumheizung)	18.230	11.500
Strom (Klimakälte)	2.900	1.800
Summe	198.100	58.400

Erdgas stellt den entscheidenden Energieträger zur Raumheizung im Sektor Industrie dar. Der Stromanteil an der Raumheizung und Klimakälte beträgt ca. 11 %.

Endenergieverbrauch Gebäudebeheizung und -kühlung nach Energieträger in Industrie im Kreis Groß-Gerau 2010

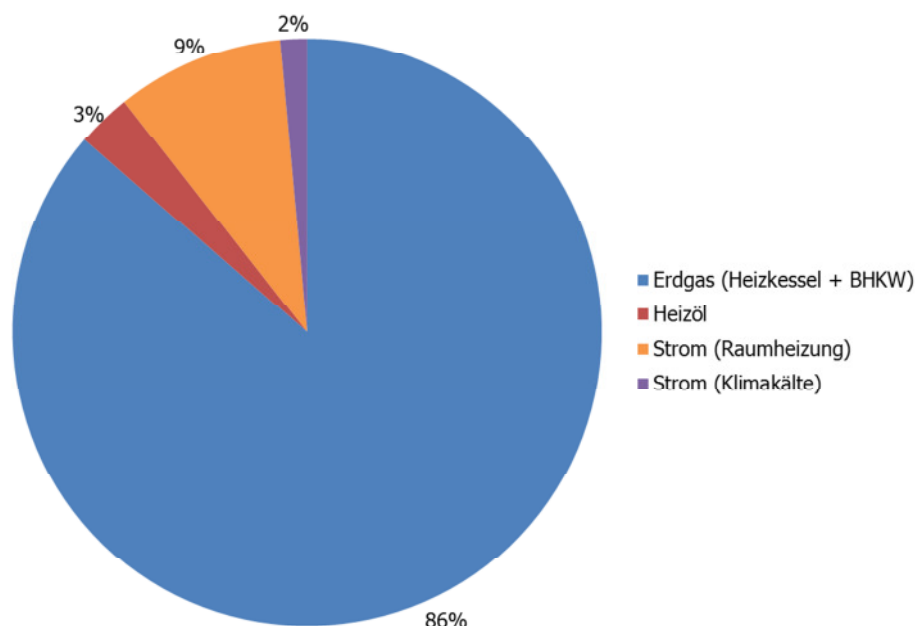


Abbildung 3-12 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, Industrie im Kreis Groß-Gerau 2010

Die durch den Endenergieverbrauch für Raumheizung und Klimakälte bedingten CO₂e-Emissionen belaufen sich auf etwa 58.000 t/a. Bedingt durch die unterschiedlichen spezifischen CO₂e-Emissionsfaktoren für Erdgas, Heizöl und Strom verschiebt sich das Verhältnis etwas.

CO₂e-Emissionen Gebäudebeheizung und -kühlung nach Energieträger in Industrie im Kreis Groß-Gerau 2010

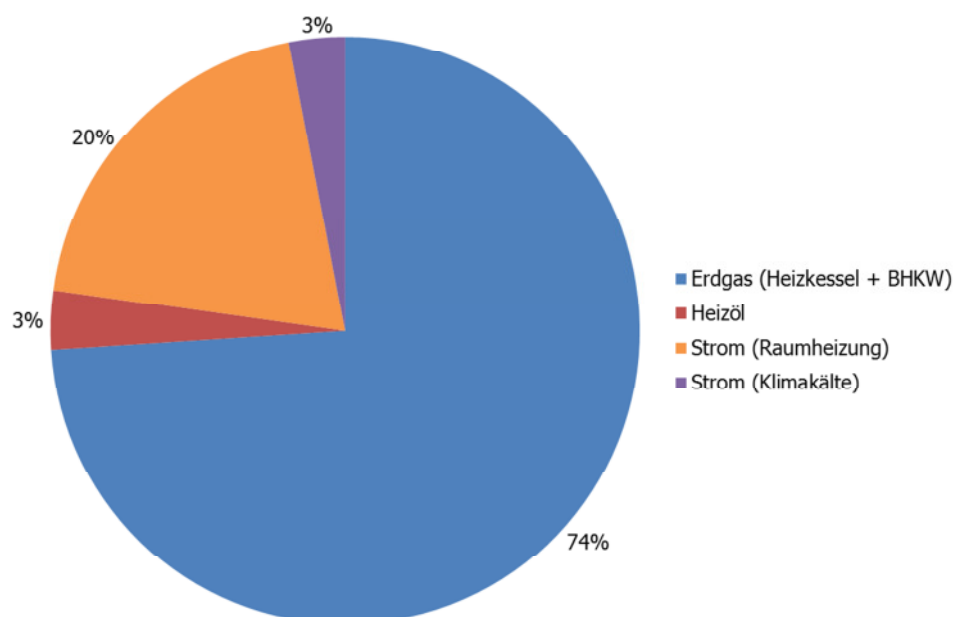


Abbildung 3-13 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, Industrie im Kreis Groß-Gerau 2010

3.7 Energie- und CO₂e-Gesamtemissionsbilanz

Der Endenergieverbrauch aller Sektoren zur Wärme- und Kälteversorgung der Gebäude beläuft sich im Kreis Groß-Gerau auf rund 2.242.000 MWh_f/a. In ähnlicher Größenordnung liegt mit etwa 1.846.000 MWh_f/a der Endenergieverbrauch für Prozesswärme und –kälte in der Industrie und im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung, der jedoch nicht weiter verfolgt wird. Die Bilanzen konzentrieren sich auf die Wärme- und Kälteversorgung der Gebäude. Durch den Energieverbrauch von rund 2,2 Mio. MWh_f/a für Raumwärme, Trinkwarmwasser und Klimakälte werden CO₂e-Emissionen von ca. 629.000 t/a verursacht (siehe Tabelle 3-12).

Tabelle 3-12 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Gesamtbilanz Kreis Groß-Gerau 2010 (gerundet)

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _f /a	t/a
Erdgas	1.260.300	318.260
Erdgas (BHKW)	20.000	1.120
Flüssiggas	500	140
Heizöl	739.600	237.230
Solarthermie	3.900	180
Scheitholz	95.900	1.630
Holzpellets	7.500	180
Holzhackschnitzel	4.400	120
Strom Wärmepumpe	5.500	3.590
Strom Speicherheizung	89.800	58.640
Kohle	7.200	3.080
Strom Klimakälte	7.400	4.830
Gesamt	2.242.000	629.000

Den mit Abstand größten Anteil am Endenergieverbrauch zur Wärme- und Kälteversorgung der Gebäude in allen Sektoren hat Erdgas mit ca. 57 %. Darauf folgen Heizöl mit rund 33 % und sowohl Scheitholz als auch Strom für Speicherheizungen mit jeweils etwa 4 %. Alle übrigen Energieträger nehmen einen Anteil von jeweils weniger als 1 % (siehe Abbildung 3-14) ein.

Endenergieverbrauch Wärme nach Energieträger 2010 im Kreis Groß-Gerau

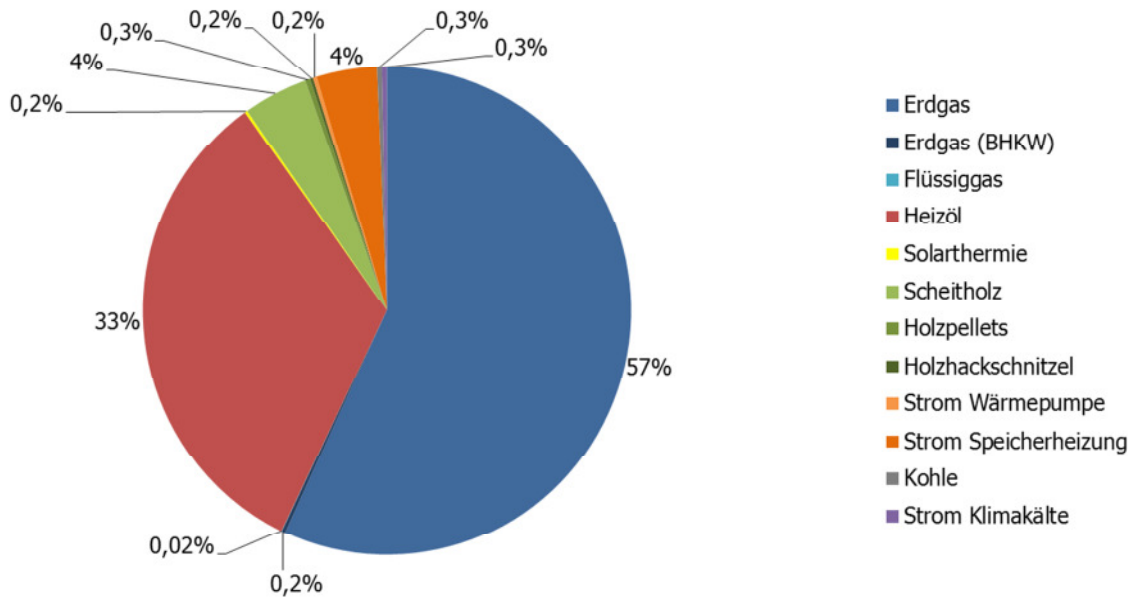


Abbildung 3-14 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträgern, Gesamtbilanz 2010

Wie beim Endenergieverbrauch stellt auch Erdgas mit ca. 51 % den größten Anteil an den CO₂e-Emissionen dar. Heizöl verursacht rund 38 % und Heizstrom etwa 9 % der Emissionen. Die übrigen Energieträger weisen jeweils einen Anteil unter 1 % auf.

CO₂e-Emissionen Wärme nach Energieträger 2010 im Kreis Groß-Gerau

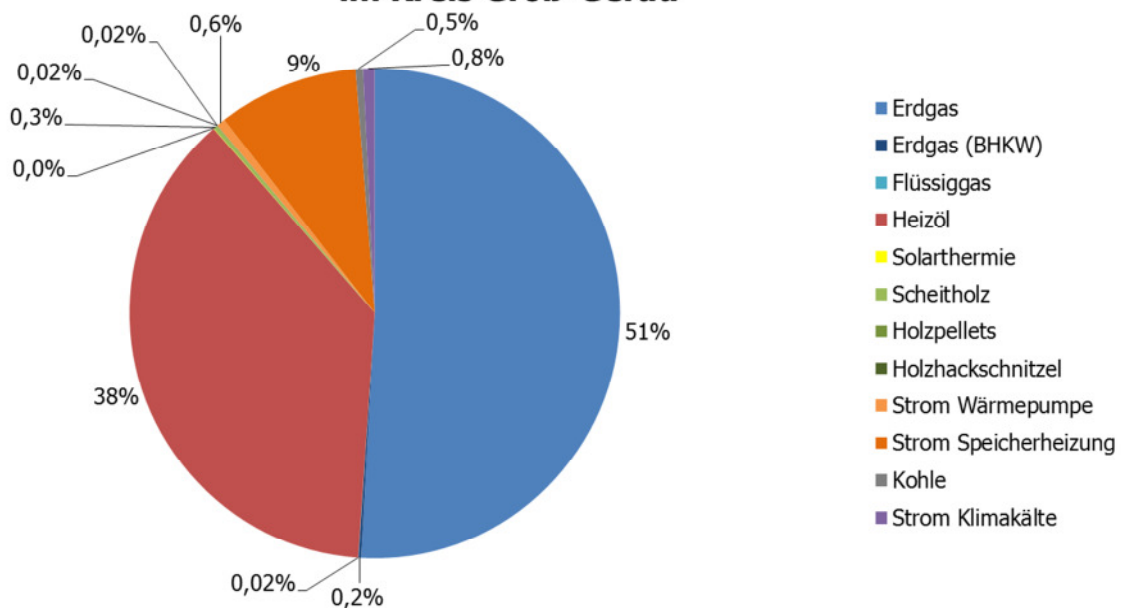


Abbildung 3-15 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträgern, Gesamtbilanz 2010

Aus der nachstehenden Abbildung 3-16, Abbildung 3-12 und der Tabelle 3-13 geht hervor, dass der Sektor private Haushalte den höchsten Endenergieverbrauch zur Wärme- und Kälteversorgung in den Gebäuden des Kreises Groß-Gerau aufweist. Er beläuft sich auf ca.

1.489.900 MWh_f/a und entspricht damit einem Anteil von etwa 66 %. Den zweithöchsten Verbrauch hat der Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung mit rund 456.000 MWh_f/a bzw. 20 %. Die kommunalen Liegenschaften im Kreis stellen den kleinsten Anteil dar. Zwar liegt im Industriesektor unter Berücksichtigung der Prozesswärme und –kälte ein sehr hoher Endenergieverbrauch vor, jedoch beansprucht die Gebäudewärme- und –kälteversorgung nur einen geringen Anteil. Die Prozesswärme und -kälte sind in der Grafik nur als Rahmen angedeutet, da der Einfluss des Kreises dort am geringsten ist.

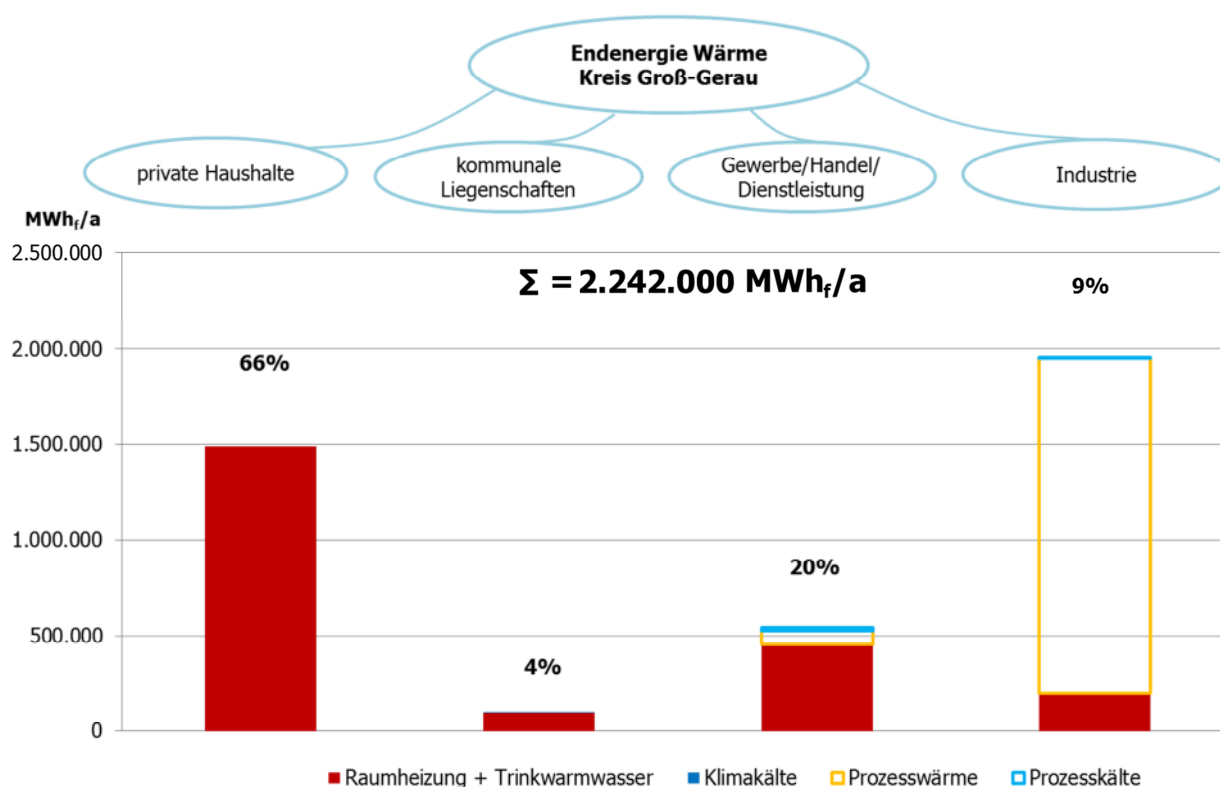


Abbildung 3-16 Vergleich Endenergieverbrauch nach Sektoren und Nutzung 2010

Tabelle 3-13 Gesamtenergiebilanz nach Sektoren und Nutzung 2010 (gerundet)

Endenergie- verbrauch	Private Haushalte	Kommunale Liegen- schaften	Gewerbe/ Handel/ Dienst- leistung	Industrie
	MWh _f /a	MWh _f /a	MWh _f /a	MWh _f /a
Raumheizung + Trinkwarmwasser	1.489.900	97.300	452.300	195.200
Klimakälte			72.000	1.753.600
Prozesswärme		800	3.700	2.900
Prozesskälte			19.000	1.600
Summe	1.489.900	98.100	547.000	1.953.300

Die Darstellung der CO₂e-Emissionen konzentriert sich auf die Gebäudewärme- und – kälteversorgung. Prozesswärme wird hier wegen der sehr geringen Einflussmöglichkeit nicht berücksichtigt. Bedingt durch den überwiegend von fossilen Energieträgern dominierender Energieträgermix ergibt sich ein vergleichbares Bild zu den CO₂e-Emissionen nach den Sektoren. Demnach sind dem Sektor private Haushalte mit ca. 414.250 t/a bzw. 66 % die größten Emissionen zuzuschreiben. Der Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung verursacht den zweitgrößten Anteil in Höhe von rund 132.950 t/a, die 21 % entsprechen, gefolgt vom Industriesektor mit etwa 57.730 t/a bzw. 9 %. Wie in der Energiebilanz weisen die kommunalen Liegenschaften mit 4 % (absolut ca. 24.060 t/a) den kleinsten Anteil auf.

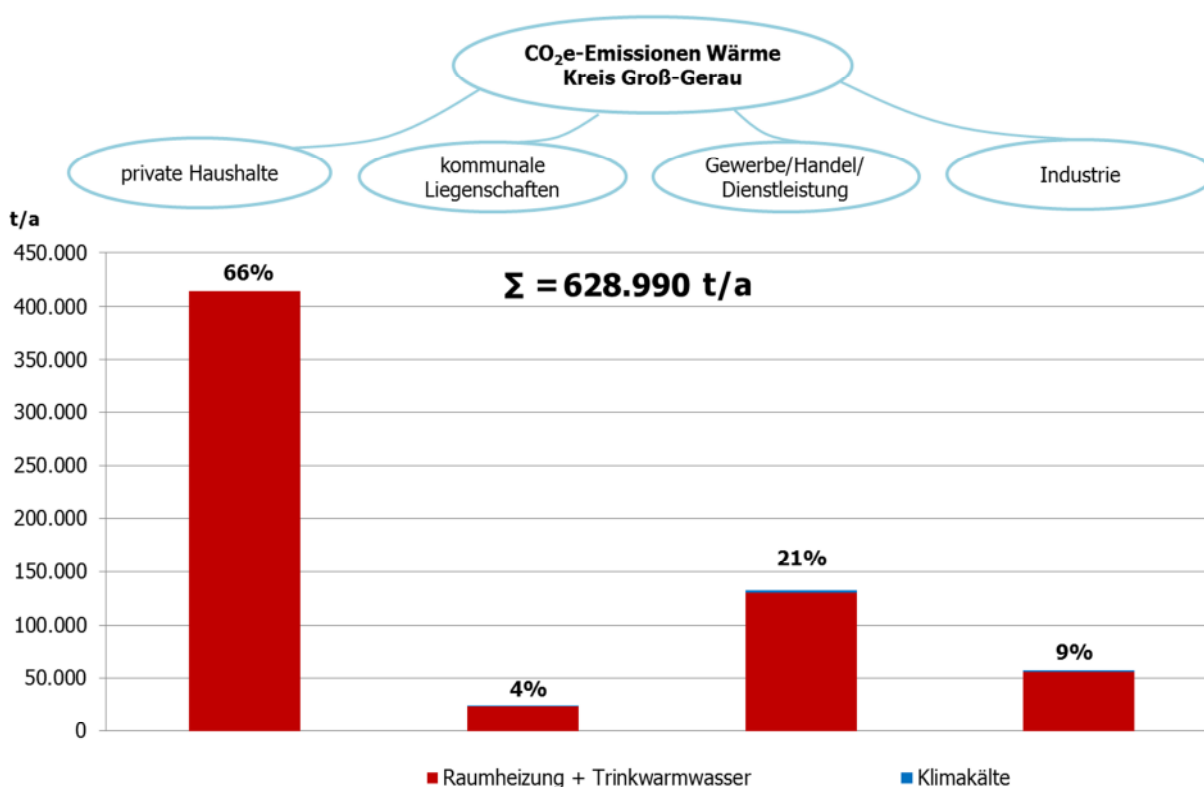


Abbildung 3-17 Vergleich CO₂e-Emissionen nach Sektoren und Nutzung 2010

Tabelle 3-14 Gesamtemissionsbilanz nach Sektoren und Nutzung 2010 (gerundet)

CO ₂ e-Emissionen	Private Haushalte	Kommunale Liegenschaften	Gewerbe/Handel/Dienstleistung	Industrie
	t/a	t/a	t/a	t/a
Raumheizung + Trinkwarmwasser	414.250	23.540	130.530	55.840
Klimakälte	0	520	2.420	1.890
Summe	414.250	24.060	132.950	57.730

Mit dem heutigen Energieträgermix zur Gebäudewärme- und –kälteversorgung erfolgt eine grobe Abschätzung der Energieaufwendungen nach üblichen Endenergieverbraucherpreisen für das Bilanzjahr 2010.

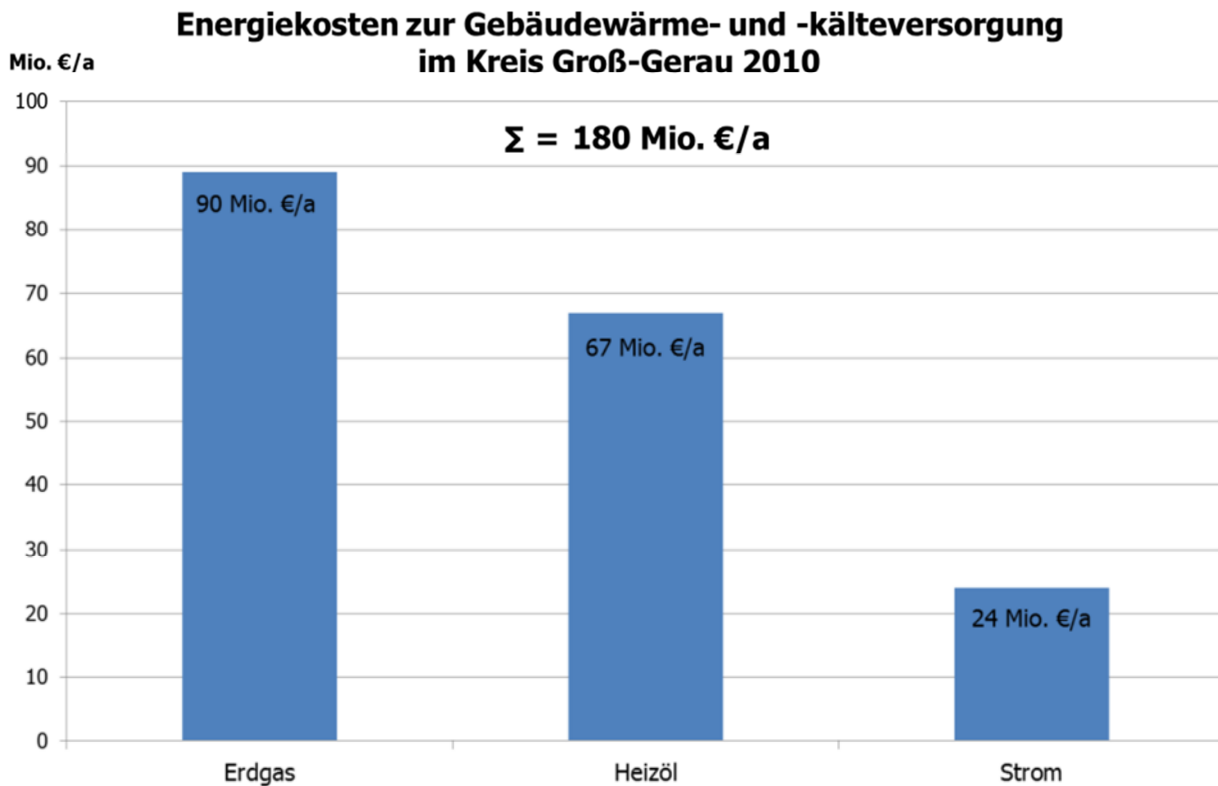


Abbildung 3-18 Energiekosten zur Gebäudewärme- und –kälteversorgung im Kreis Groß-Gerau nach Hauptendenergieträger 2010

Die Grafik zeigt, dass derzeit enorme Finanzmittel zur Wärmeversorgung im Kreis Groß-Gerau aufgewendet werden. Insbesondere wird der Energieträgermix durch die fossilen Brennstoffe dominiert. Sie stellen Energieimporte dar, deren Energiekosten als Finanzstrom den Kreis verlassen.

3.8 Wärmeinfrastruktur

Die Bilanzen zeigen, dass heute mit etwa 57 % ein Großteil des Endenergieverbrauchs zur Gebäudewärme- und –kälteversorgung im Untersuchungsgebiet durch den leitungsgebundenen Energieträger Erdgas gedeckt wird. Auch Strom als leitungsgebundener Energieträger wird in Speicherheizungen und in Wärmepumpen eingesetzt, dessen Anteil sich in einer Größenordnung von 4 % bewegt. Darüber hinaus werden einige Wärmenetze im Kreis Groß-Gerau betrieben, die teilweise aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder aus erneuerbare Energien versorgt werden.

3.8.1 Wärmenetze im Bestand

Die Wärmenetze, die den Kommunen bekannt sind, sind in einer Übersichtskarte (siehe Abbildung 3-19) dargestellt. Es handelt sich z. T. um sehr große Wärmenetze, wie beispielsweise auf dem Opelwerksgelände in Rüsselsheim, und um kleinere Wärmeinseln, die wenige kommunale Liegenschaften gemeinsam versorgen. Der Wärmeverbund auf dem Gelände des Philipppshospitals in Riedstadt ist mit etwa 100 Jahren der älteste im Untersuchungsgebiet. Die übrigen Wärmenetze sind nicht älter als 25 Jahre.

Die Erzeugung der Wärme basiert zum Großteil auf Erdgas (siehe Tabelle 3-15). Seit der Jahrtausendwende wird der Fokus vermehrt auf eine rationelle Erdgasverwertung mittels Blockheizkraftwerken (BHKW) gelegt. Während der letzten Jahre werden zunehmend erneuerbare Energiequellen in Form von Holzhackschnitzeln z. B. in Büttelborn oder Solarthermie z. B. in Mörfelden-Walldorf erschlossen.

Nicht nur kommunale Liegenschaften sondern auch Wohngebäude werden in den bestehenden Wärmenetzen versorgt. Im Wärmenetz-Workshop (siehe Kapitel 8.3) wurde von den Stadtwerken Rüsselsheim berichtet, dass für einige Wohngebäude in Trägerschaft der städtischen Wohnbaugesellschaft Wärmenetze vorhanden sind. Dies zeigt, dass durchaus weitere Wärmenetze im Kreis existieren dürften. Demnach erhebt die Darstellung im Konzept keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

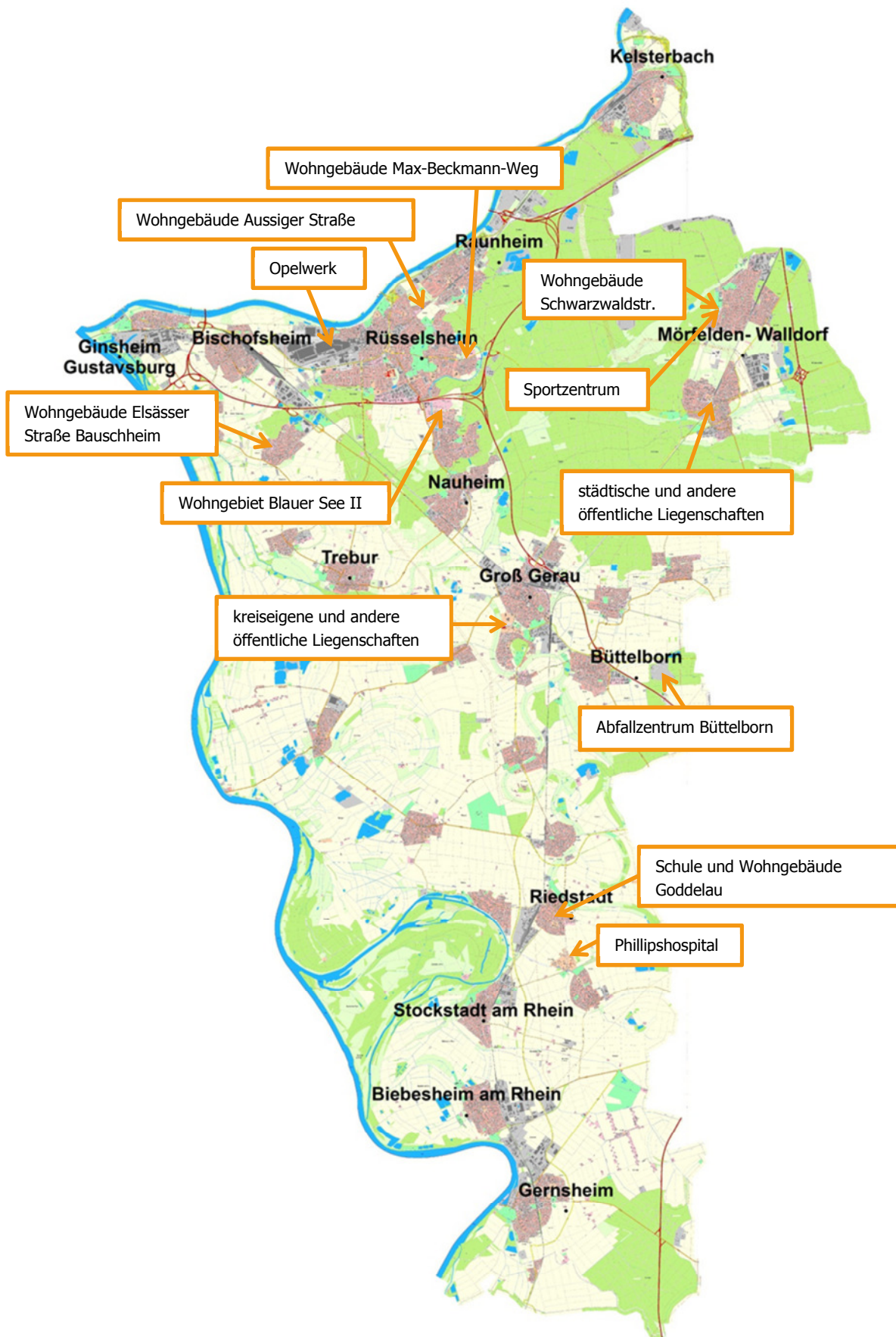


Abbildung 3-19 Wärmenetze Kreis Groß-Gerau (verändert nach Geodaten des Kreises Groß-Gerau)

Tabelle 3-15 Übersicht zu bestehenden Wärmenetzen im Kreis Groß-Gerau

Kommune	Betreiber	Inbetriebnahme-jahr	Standort	Wärmenetz-länge m	Wärmemenge MWh _{th} /a	Art der Wärme- erzeugung	Leistung Wärme- erzeuger kW _{th}	spez. Wärmeabsatz MWh _{th} /(m _{Netz} a)
Büttelborn	AWS, Abfall-Wirtschafts-Service GmbH	2009	Abfallzentrum Büttelborn, Verwaltungsgebäude und Kläranlage	1.000	9.000	Deponiegas-BHKW		9,50
					500	Holzackschnitzel	500	
Groß-Gerau, Stadt	HSE-Technik		kreiseigene und andere öffentliche Liegenschaften rund um das Landratsamt		8.500	Erdgaskessel		
						Heizölkessel		
Mörfelden-Walldorf	Stadt	1990	stadteigene und andere öffentliche Liegenschaften	200	430	Erdgaskessel	250	2,15
	Müller Contracting	2010	Festplatz Mörfelden, Sportzentrum	200	550	Erdgas-BHKW		
						Erdgas-BHKW	350	
	HSE-Technik	2011	Schwarzwaldstr. Walldorf, Wohngebäude	50	660	Erdgaskessel	250	13,20
						Solarthermie		
						Erdwärme		
Riedstadt	Vitos	1901	Phillipshospital	16.000	9.000	Erdgaskessel	3.900	0,56
	EON	2000	Goddelau, öffentliche Gebäude und Wohngebäude	8.200	3.500	Holzackschnitzel	1.500	0,43
						Erdgas-BHKW	1.095	
Rüsselsheim	Stadtwerke Rüsselsheim	2005	Bauschheim, Wohngebäude		330	Erdgas-BHKW	38	
					380	Erdgaskessel	200	
						Erdgaskessel	200	
	Opelgelände mit Wärmeversorgung über GuD-Kraftwerk	1999	Rüsselsheim, Werksgebäude	26.000	70.000	GuD		16,15
					350.000			
							84.000	
			Wohngebiet Blauer See II					

Kommune	Betreiber	Inbetriebnahme-jahr	Standort	Wärmenetzlänge m	Wärmemenge MWh _{th} /a	Art der Wärme- erzeugung	Leistung Wärme- erzeuger kW _{th}	spez. Wärmeabsatz MWh _{th} /(m _{Netz} a)	
			Nahwärmeversorgung GPR, Hochschule, Freizeitbad	1.100	700				
			BienZenker Bauschheim			Erdgas-BHKW	38	0,64	
						Erdgaskessel	400		
			Max-Beckmann-Weg			Erdgas-BHKW Erdgaskessel			
			Aussiger Straße			Erdgas-BHKW Erdgaskessel			

Ausgenommen das mit Wärme versorgte Opelwerk aus dem werkseigenen GuD-Kraftwerk mit 26.000 m Länge, erstrecken sich die Trassenlängen im Bereich von 50 – 2.500 m. Versorgt werden überwiegend öffentliche Gebäude wie Krankenhäuser in Groß-Gerau Stadt oder Riedstadt, oder Schulen wie z. B. in Riedstadt-Goddelau. Aber auch Mehrfamilienhäuser wie in Rüsselsheim-Bauschheim oder in Mörfelden Walldorf beziehen ihre Wärme aus einem Nahwärmenetz. In der Summe werden im Kreis Groß-Gerau etwa 33.550 MWh_{th}/a im Wärmeverbund abgesetzt. Bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch zur Gebäudewärmeversorgung einem Anteil von etwa 1,5 %.

Das Opelwerk mit eingerechnet, ergibt sich ein gesamter Wärmeabsatz von ca. 453.550 MWh_{th}/a. Der spezifische Wärmeabsatz als eine wesentliche Kenngröße von Wärmenetzen reicht in einer Spanne von 0,43 MWh_{th}/(m_{Netz}a) in Riedstadt-Goddelau bis zu 16,15 MWh_{th}/(m_{Netz}a) im Opelwerk in Rüsselsheim.

Als Betreiber der Wärmenetze treten häufig Energieversorgungsunternehmen, Energiedienstleister, Stadtwerke oder Contractor auf. Teilweise findet sich aber auch die Variante des Eigenbetriebs. In Büttelborn etwa sorgt die Abfall-Wirtschafts-Service GmbH für eine energetische Verwertung des Deponiegases und in Rüsselsheim-Bauschheim agieren die Stadtwerke Rüsselsheim als Betreiber des Nahwärmenetzes für Wohngebäude. Mit EON in Goddelau ist auch ein klassisches Energieversorgungsunternehmen vertreten. Im Fall Mörfelden-Walldorf, Nahwärmenetz Westendstr./Langgasse, ist mit der Stadt auch ein kommunaler Vertreter vorhanden. Die wesentlichen Informationen sind der Übersichtstabelle (siehe Tabelle 3-15) zu entnehmen.

3.8.2 Wärmekarten

Die räumlichen Darstellung der heutigen Gebäudewärme- und –kälteversorgung im Untersuchungsgebiet erfolgt in Form von Wärmekarten. Dort fließen die Erhebungen aus der Bilanzierung ein. Im Wesentlichen ist der Endenergieverbrauch der Wohngebäude dargestellt, ergänzt um die größeren kommunalen Wärmeverbraucher. Eine Verortung des Energieverbrauchs in den Gebäuden in Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie ist u. a. aus Datenschutzgründen nicht möglich. Zur Orientierung sind die Industriestandorte hervorgehoben, die eine industrielle Abwärmequelle vermuten lassen. Weiterhin sind in den Wärmekarten Gebiete mit bestehenden Wärmenetzen markiert. Auch die Lage der Kläranlagen, die ggf. für eine Abwasserwärmenutzung in Frage kommen ist eingetragen.

Für die zuvor definierten Siedlungszellen in Kapitel 3.3 ist in den Wärmekarten der heutige Wärmeverbrauch angegeben.

Als Beispiel ist für Riedstadt-Leeheim die Wärmekarte abgebildet. Die Wärmekarten von allen Kommunen befinden sich im Anhang IV.

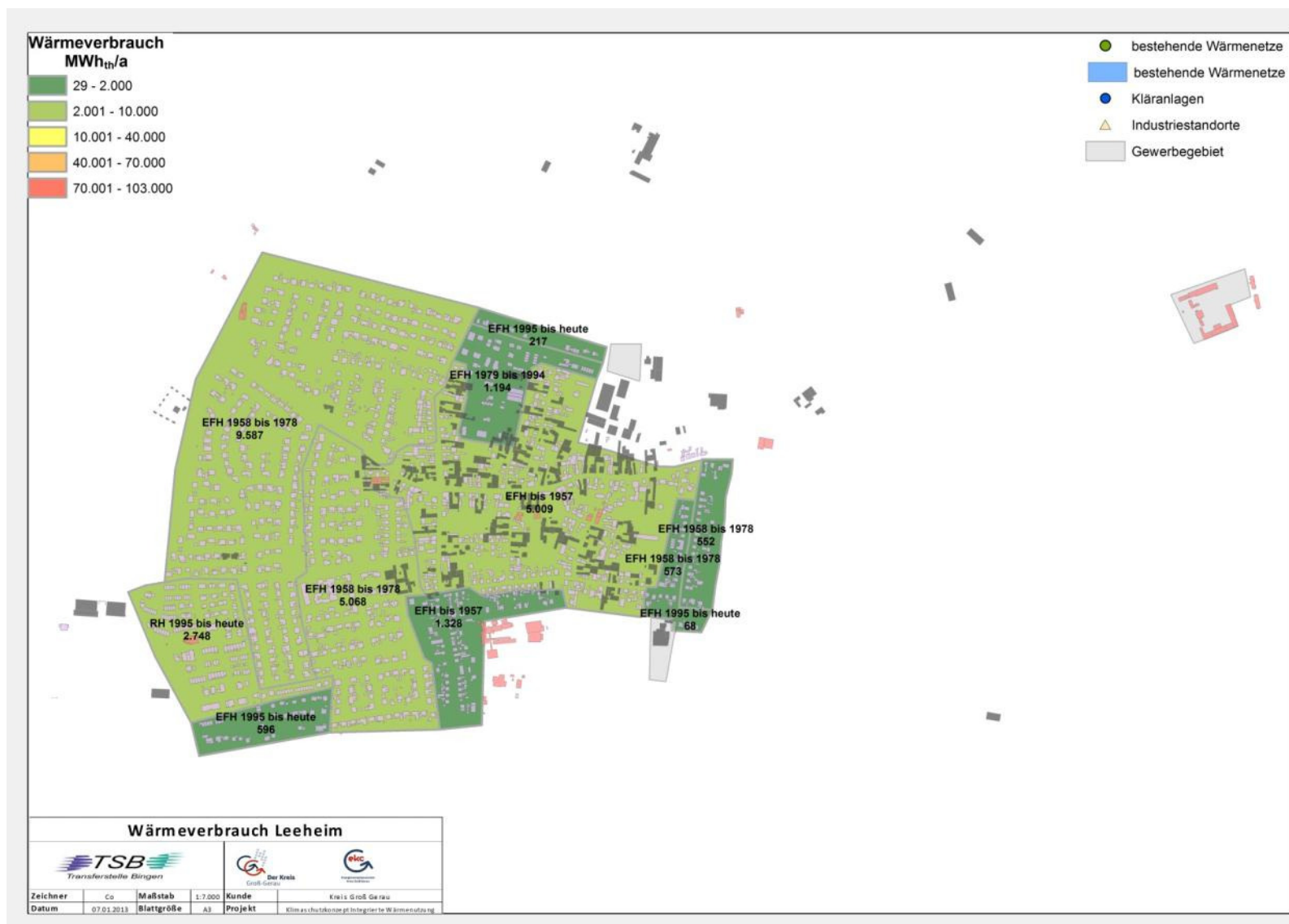


Abbildung 3-20 Wärmekarte Riedstadt-Leeheim

4 Potenzialanalyse zur Energieeinsparung

Für die Umsetzung kommunaler Klimaschutzteilkonzepte spielen Einsparpotenziale eine bedeutende Rolle. Eine Vollversorgung aus erneuerbaren Energien (ergänzt um KWK und weitere Effizienztechnologien) setzt einen vergleichsweise hohen Flächenbedarf, der verbunden ist mit Eingriffen in Naturhaushalt und Landschaft, voraus.

Besonders wichtig für die Energieversorgung der Zukunft ist es daher, den Energieverbrauch deutlich zu verringern, um einen natur-, menschen- und landschaftsverträglichen Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien gewährleisten zu können.

Für jeden Sektor (private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD), Industrie, und kommunale Liegenschaften) werden Szenarien erstellt, die mittel- und langfristige Entwicklungspfade des Endenergieverbrauchs zur Gebäudewärmeversorgung und/oder der CO₂e-Emissionen aufzeigen. Für jedes Handlungsfeld werden weniger (Trendszenario) und/oder mehr (Klimaschutzszenario) anspruchsvolle Entwicklungspfade dargestellt.

Die Szenarien werden anhand von Zahlen aus Studien, die mit vergleichbaren Klimaschutzzielsetzungen erstellt worden sind, in Verbindung mit jeweils regionalen Daten (Gebäudestatistik, branchenspezifische Daten beim Gewerbe, et cetera) entwickelt.

Den Entwicklungspfaden werden jeweils die wirtschaftlichen und technischen Potenziale gegenübergestellt. Die Potenziale werden über den Zeithorizont statisch dargestellt (Basisjahr 2010) da mittel- und insbesondere langfristige Projektionen mit verschiedenen Wahrscheinlichkeiten (energiepolitische, umweltpolitische, technische Entwicklungen, Wirtschaftsentwicklung, et cetera) behaftet sind.

4.1 Wohngebäude

Die Potenzialanalyse zur Energie- und CO₂e-Einsparung des Wohngebäudebestands des Kreises Groß-Gerau erfolgt auf der Basis der Ergebnisse aus Kapitel 3.3. Dabei wird sowohl das technische als auch das wirtschaftliche Einsparpotenzial ausgewiesen.

Für die Berechnung des Energie- und CO₂e-Einsparpotenzials im Bereich Wärme der privaten Haushalte im Kreis Groß-Gerau werden die in der Siedlungszellenanalyse identifizierten Gebäudetypen vor und nach einer energetischen Sanierung betrachtet. Die Maßnahmen der energetischen Sanierung der Gebäudehülle orientieren sich an den technischen Mindestanforderungen des Förderprogramms „Energieeffizient Sanieren“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW, 2011). Das Energie- und CO₂e-Einsparpotenzial bei Umsetzung aller Sanierungsmaßnahmen wird als technisches Einsparpotenzial bezeichnet. Hinsichtlich der Modernisierung der Anlagentechnik wird davon ausgegangen, dass im Bestand ein Niedertemperaturkessel aus den 80/90er Jahren eingesetzt wird und dieser gegen einen Brennwertkessel ausgetauscht wird bei gleichzeitiger Modernisierung der Wärmeverteilung und -übergabe (Dämmung der Rohrleitungen gemäß Anforderungen der Energieeinsparverordnung, Austausch der Thermostatventile et cetera).

In einem weiteren Schritt werden die Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bewertet. Dazu wird eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren durchgeführt, um die statische Amortisation und die Kosten pro eingesparte kWh_{th} Wär-

me zu bestimmen. Liegt die statische Amortisation innerhalb des Betrachtungszeitraums von 30 Jahren und sind die Kosten für die eingesparte Energie günstiger als die Energiebezugskosten, ist die Sanierungsmaßnahme als wirtschaftlich zu bezeichnen.

Das Energie- und CO₂e-Einsparpotenzial bei Umsetzung aller wirtschaftlichen Sanierungsmaßnahmen wird als wirtschaftliches Einsparpotenzial bezeichnet.

Berücksichtigung findet auch die Tatsache, dass Gebäude beziehungsweise Gebäudeteile in der Vergangenheit bereits saniert wurden und in absehbarer Zeit vermutlich nicht noch einmal energetisch modernisiert werden. Dazu werden die Ergebnisse der Studie „Datenbasis Gebäudebestand – Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU, 2010) herangezogen und auf den Gebäudebestand des Kreises Groß-Gerau übertragen.

Aus dieser Studie können übliche Werte für nachträglich gedämmte Bauteilflächen und die verwendeten Dämmstoffdicken für Gebäude, die bis 1978 und ab 1979 errichtet wurden, entnommen werden. In Tabelle 4-1 ist eine Übersicht über die nachträglich gedämmten Bauteilflächen gegeben:

Tabelle 4-1 Anteil der nachträglich gedämmten beziehungsweise erneuerter Bauteilflächen nach (IWU, 2010)

Baujahr	Außenwand	Fenster	Dachschräge	Oberste Geschossdecke	Kellerdecke
bis 1978	20%	38%	47%	47%	10%
nach 1979	4%	41%	11%	11%	2%

Dementsprechend sind bei Gebäuden, die bis 1978 errichtet wurden, im Mittel 20 % der Außenwandfläche gedämmt und 38 % der Fensterflächen erneuert.

Die Tabelle verdeutlicht, dass besonders Fenster, Dachschrägen und die oberste Geschossdecke bereits energetisch modernisiert wurden. Da davon auszugehen ist, dass die Bauteilflächen der Gebäude, die erst nach 1995 entstanden sind, bis zum heutigen Zeitpunkt noch nicht erneuert wurden, werden für diese keine Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt.

4.1.1 Methodik

Die Berechnung des Einsparpotenzials der privaten Haushalte im Kreis Groß-Gerau erfolgt in Anlehnung an das vereinfachte Verfahren zur Ermittlung des Jahres-Heizwärmebedarfs nach der (EnEV, 2007) in Verbindung mit DIN 4108-6, DIN V 4701-10 und den Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand (BMVBS, 2009). Hierbei werden die Verluste (Transmissions-, Wärmebrücken-, Lüftungswärmeverluste) und Gewinne (intern und solare Wärmegewinne) der Baustruktur im Kreises Groß-Gerau im Ist-Zustand und in dem modernisierten Zustand ermittelt. Die prozentuale Einsparung, die sich dabei durch technische sowie wirtschaftliche Modernisierungsmaßnahmen einstellt, wird anschließend auf das Ergebnis der Ist-Bilanz aus Kapitel 3.3 übertragen. Anhand der Energieeinsparungen kann schließlich unter

der Voraussetzung einer gleichbleibenden Beheizungsstruktur das CO₂e-Minderungspotenzial, das durch die Modernisierungsmaßnahmen erzeugt wird, dargestellt werden.

4.1.2 Ergebnis

Technisches Einsparpotenzial Wärme private Haushalte

Das technische Einsparpotenzial im Sektor private Haushalte im Bereich Wärme liegt im Kreis Groß-Gerau im Mittel bei rund 68 %. Der Endenergieverbrauch könnte von ca.

1.495.000 MWh_f/a um 1.000.000 MWh_f/a auf knapp 480.000 MWh_f/a reduziert werden.

Abbildung 4-1 stellt das technische Einsparpotenzial der Kommunen im Kreis Groß-Gerau dar. Je nach Baustruktur in den Gemeinden und Städten schwankt es zwischen 64 und 71 %.

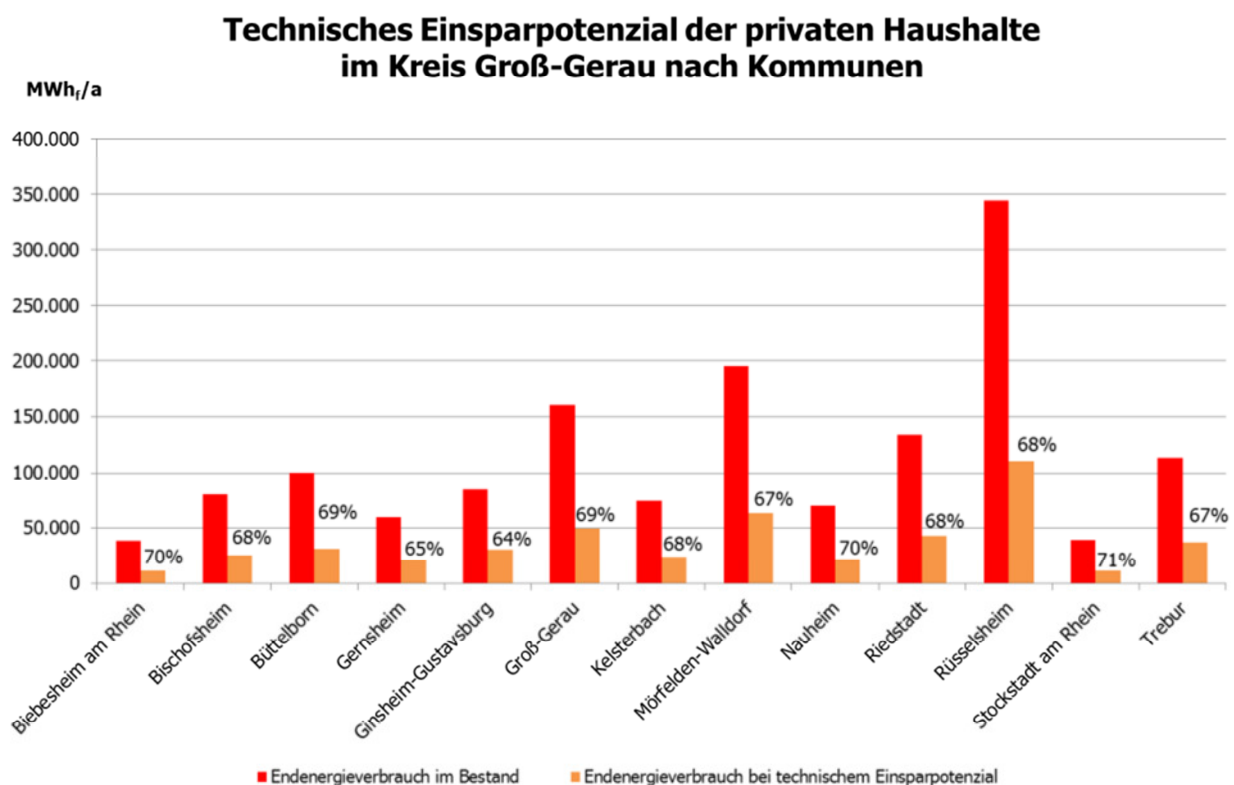


Abbildung 4-1 Technisches Einsparpotenzial der privaten Haushalte nach Kommunen

Die folgende Abbildung stellt das technische Einsparpotenzial der verschiedenen Baualtersklassen im Kreis Groß-Gerau dar. Das größte Einsparpotenzial liegt in der Baualtersklasse bis 1957 vor, da einerseits sich die meisten Wohngebäude in dieser Klasse befinden und andererseits ein hoher flächenspezifischer Energieverbrauchskennwert wiederum bedingt durch das Baujahr gegeben ist.

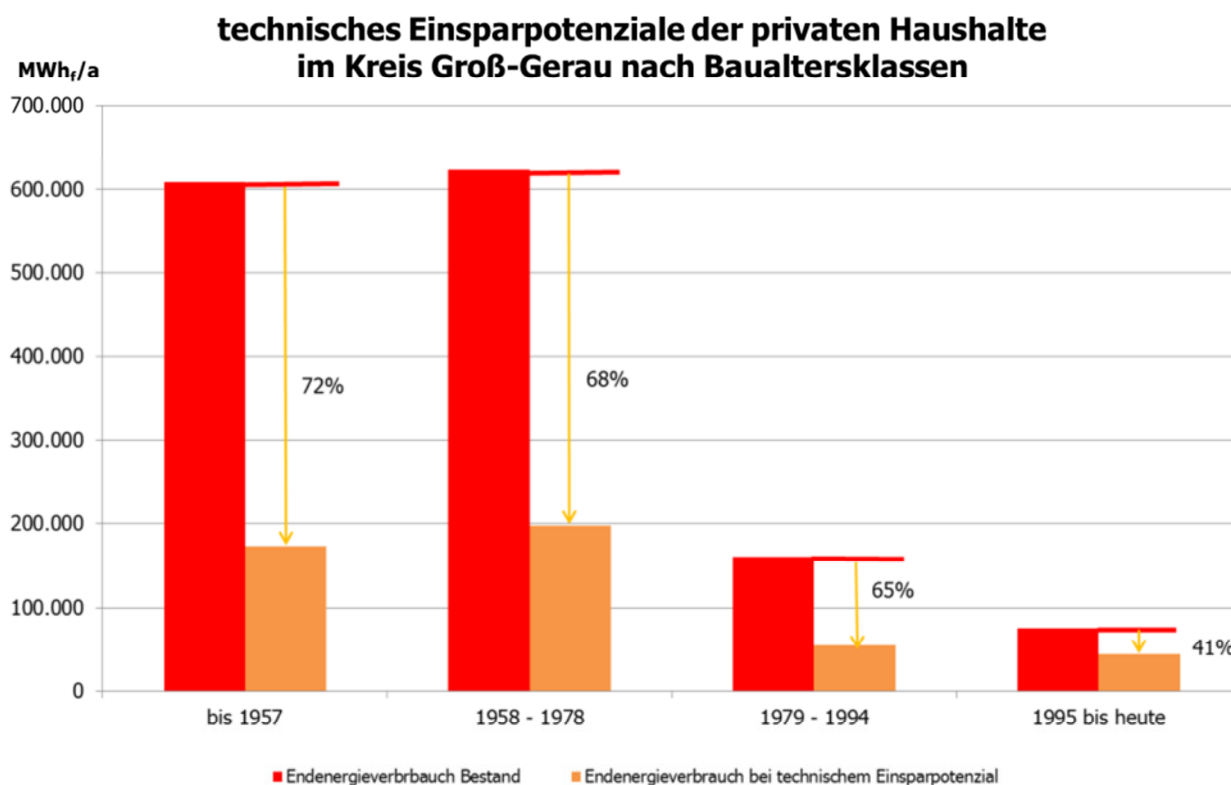


Abbildung 4-2 Technisches Einsparpotenzial der privaten Haushalte nach Baualtersklassen

Wirtschaftliches Einsparpotenzial Wärme private Haushalte

Die Energieeinsparmaßnahmen werden hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bewertet. Nicht jede Maßnahme, die aus technischer Sicht sinnvoll und umsetzbar ist, ist auch wirtschaftlich darstellbar. Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme erfolgt nach der statischen Amortisation. Als wirtschaftlich werden Maßnahmen eingeordnet, deren energiebedingten Mehrinvestitionskosten sich innerhalb ihrer rechnerischen Nutzungsdauer durch die Energiekosteneinsparungen amortisieren.

Tabelle 4-2 Übersicht Amortisationszeit Mehrinvestition Energieeinsparmaßnahmen

	Amortisationszeit der Einsparmaßnahme in Jahren				
	Außenwand	Fenster	Dach	Oberste Geschossdecke	Kellerdecke
EFH bis 57	11	34	8	13	15
EFH 58 - 78	11	52	14	18	18
EFH 79 - 94	21	52	39	40	25
EFH 95 - heute	51	106	50	52	44
MFH bis 57	10	37	6	13	12
MFH 58 - 78	13	49	10	21	16
MFH 79 - 94	22	52	39	40	29
MFH 95 - heute	51	106	50	52	44

	Amortisationszeit der Einsparmaßnahme in Jahren				
	Außenwand	Fenster	Dach	Oberste Geschossdecke	Kellerdecke
RH bis 57	11	47	7	16	13
RH 58 - 78	13	34	10	13	16
RH 79 - 94	22	52	39	40	29
RH 95 - heute	51	106	50	52	44
GMFH bis 57	11	41	4	8	9
GMFH 58 - 78	9	44	14	13	15
GMFH 79 - 94	19	44	24	18	19
GMFH 95 - heute	51	106	50	52	44
HH 58 - 78	11	34	17	-	16

Wirtschaftlich sind in vielen Fällen die Dämmung der Kellerdecke zum unbeheizten Keller sowie die Dämmung der obersten Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum. Das sind in der Regel kostengünstig durchführbare Maßnahmen. Bei älteren Gebäuden ist häufig auch die Anbringung eines Wärmedämmverbundsystems an der Außenwand wirtschaftlich, insbesondere dann, wenn ohnehin Arbeiten an der Fassade anstehen.

Der Austausch von Fenstern ist häufig nicht wirtschaftlich, sofern die Fenster im Bestand noch voll funktionstüchtig und dicht sind. Die Energieeinsparung allein ist aus wirtschaftlicher Sicht kein Argument für den Austausch von Fenster. Ein erhöhter Wohnkomfort, die Reduzierung von unkontrolliertem Luftaustausch sind weitere Argumente, die Fenster zu erneuern.

Hinsichtlich der Modernisierung der Anlagentechnik wird davon ausgegangen, dass im Bestand ein Niedertemperaturkessel aus den 80/90er Jahren vorhanden ist und dieser gegen einen Brennwertkessel ausgetauscht wird bei gleichzeitiger Modernisierung der Wärmeverteilung und -übergabe (Dämmung der Rohrleitungen gemäß Anforderungen der Energieeinsparverordnung, Austausch der Thermostatventile et cetera). Diese Maßnahme ist in allen betrachteten Gebäudetypen (Baujahr bis 1994) wirtschaftlich.

Das Einsparpotenzial durch die Umsetzung wirtschaftlicher Energieeinsparmaßnahmen liegt im Kreis Groß-Gerau im Mittel bei rund 54 %, was knapp 800.000 MWh_f/a entspricht. Je nach Kommune schwankt es in Abhängigkeit der Gebäudestruktur zwischen 47 und 58 %.

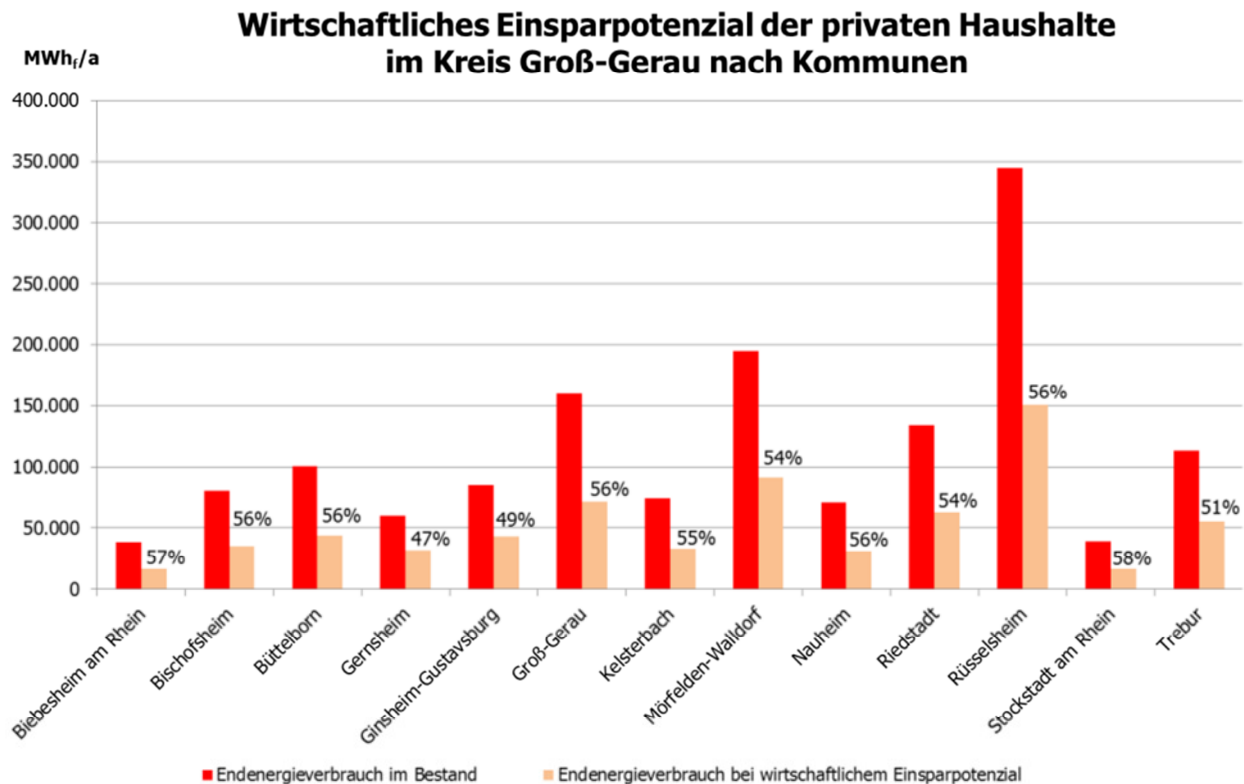


Abbildung 4-3 Wirtschaftliches Einsparpotenzial der privaten Haushalte nach Kommunen

Abbildung 4-4 zeigt das wirtschaftliche Einsparpotenzial des Kreises Groß-Gerau aufgeteilt nach Baualtersklassen auf. Die höchste prozentuale Einsparung wird in den Baualtersklassen, die vor 1978 entstanden sind, erreicht. Das technische Einsparpotenzial im MWh_f/a ist in diesen Baualtersklassen am höchsten. Das Einsparpotenzial in den Gebäuden, die nach 1978, also nach Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung, errichtet wurden, ist rund 10 % geringer. Die Gebäude, die erst nach der 3. Wärmeschutzverordnung entstanden sind, weisen lediglich ein wirtschaftliches Einsparpotenzial von rund 6 % auf.

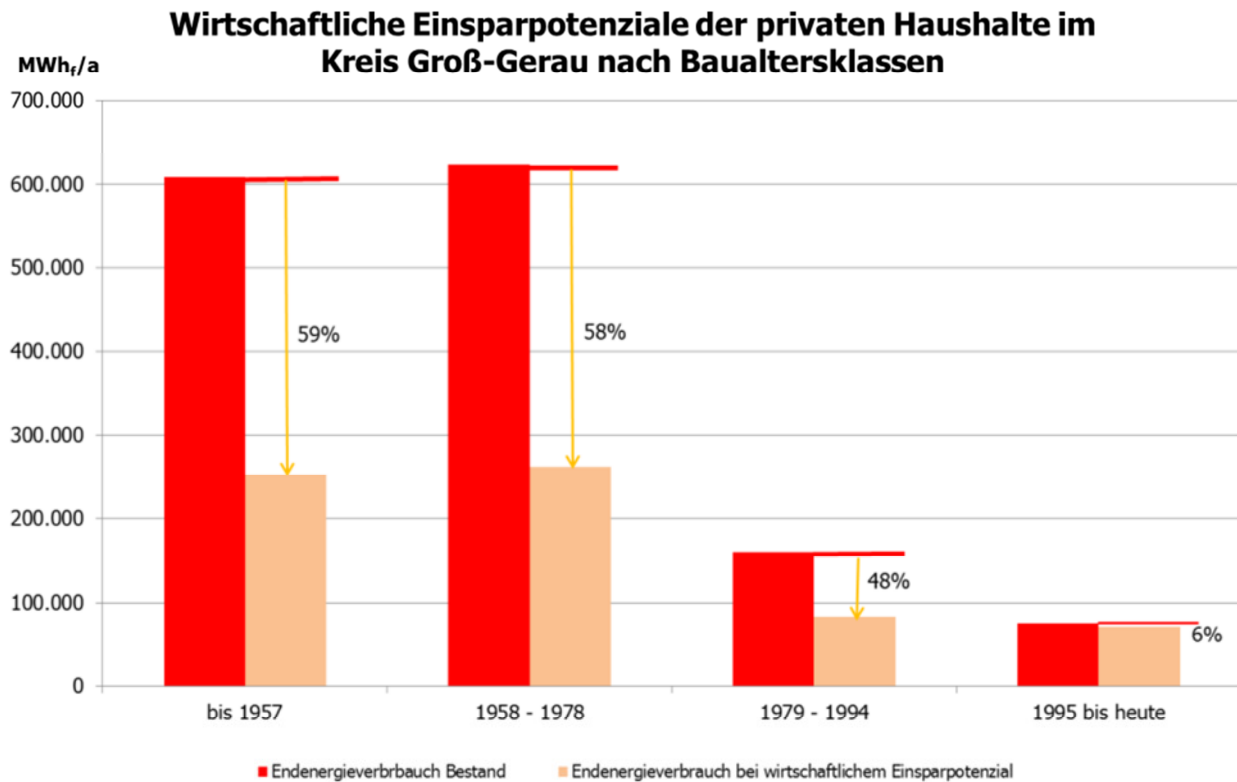


Abbildung 4-4 Wirtschaftliches Einsparpotenzial der privaten Haushalte nach Baualtersklassen

In der Gesamtbetrachtung für den Kreis Groß-Gerau ist etwas mehr als eine Halbierung des heutigen Endenergieverbrauchs zur Wärmeversorgung der Wohngebäude mit heute wirtschaftlich umsetzbaren Maßnahmen möglich.

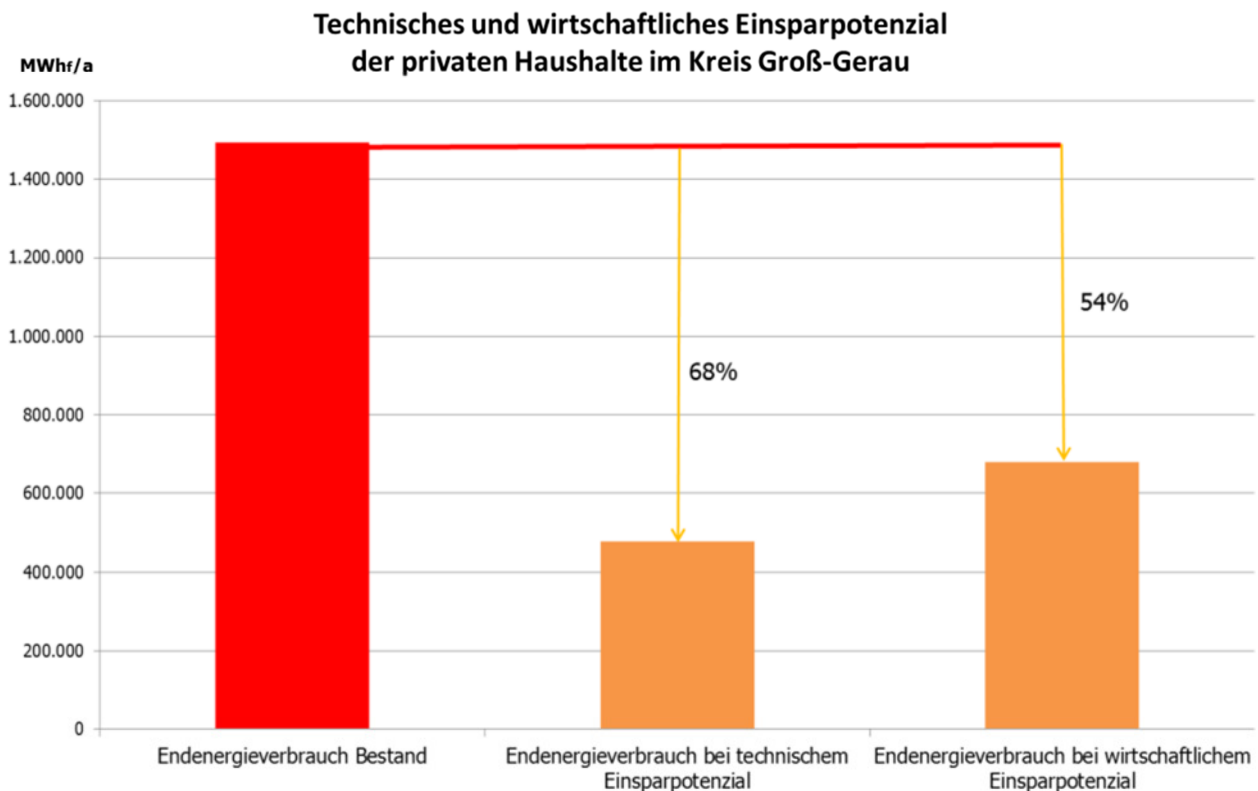


Abbildung 4-5 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial der privaten Haushalte

Der jährliche CO₂e-Ausstoß im Kreis Groß-Gerau könnte durch die wirtschaftlichen Maßnahmen um fast 225.000 t/a reduziert werden, unter der Annahme, dass der Anteil der verschiedenen Energieträger gegenüber der Ist-Situation konstant bleibt.

4.1.3 Szenarien

Nach statistischen Hochrechnungen in der Energiebilanz in Kapitel 3 beträgt der Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung der privaten Haushalte im Kreis Groß-Gerau rund 1.495.000 MWh/a, dies stellt die Ausgangssituation für die Szenarienbetrachtung dar.

In (HMUELV, 2012) wird die aktuelle energetische Sanierungsrate auf 0,75 % beziffert. In den Klimaschutzzielen der Bundesregierung (BMW, 2010) sind 2 % als Sanierungsrate vorgesehen. Auf Grundlage des Hessischen Energiegipfels liegt ein Entwurf für das Hessische Energiezukunftsgesetz (Landtag Hessen, 2012) vor, in dem u. a. die Steigerung der Sanierungsrate auf mindestens 2,5 bis 3 % im Gebäudebestand als Ziel formuliert ist.

In der Szenarienuntersuchung ist berücksichtigt, dass der durch eine energetische Modernisierung erreichte, spezifische auf die Wohnfläche bezogene Endenergieverbrauch sanierter Wohngebäude von Jahr zu Jahr sinkt. Dies ist an die Entwicklung in (NABU, 2011) angelehnt. Das bedeutet, dass eine Vollsanierung in 2020 zu einem geringeren flächenspezifischen Endenergieverbrauch führt als eine Vollsanierung in 2015.

Die Unterschiede zum Trendszenario liegen im sofortigen Anstieg der Sanierungsrate sowie höheren Anforderungen an die Energieeffizienz der Gebäudehülle. Der derzeitige Endenergiever-

brauch zur Wärmeversorgung der privaten Haushalte im Kreis Groß-Gerau würde bei einer nahezu Vervielfachung der energetischen Sanierungsrate vom 0,75 % auf 3 % bis zum Jahr 2030 um 26 % reduziert werden.

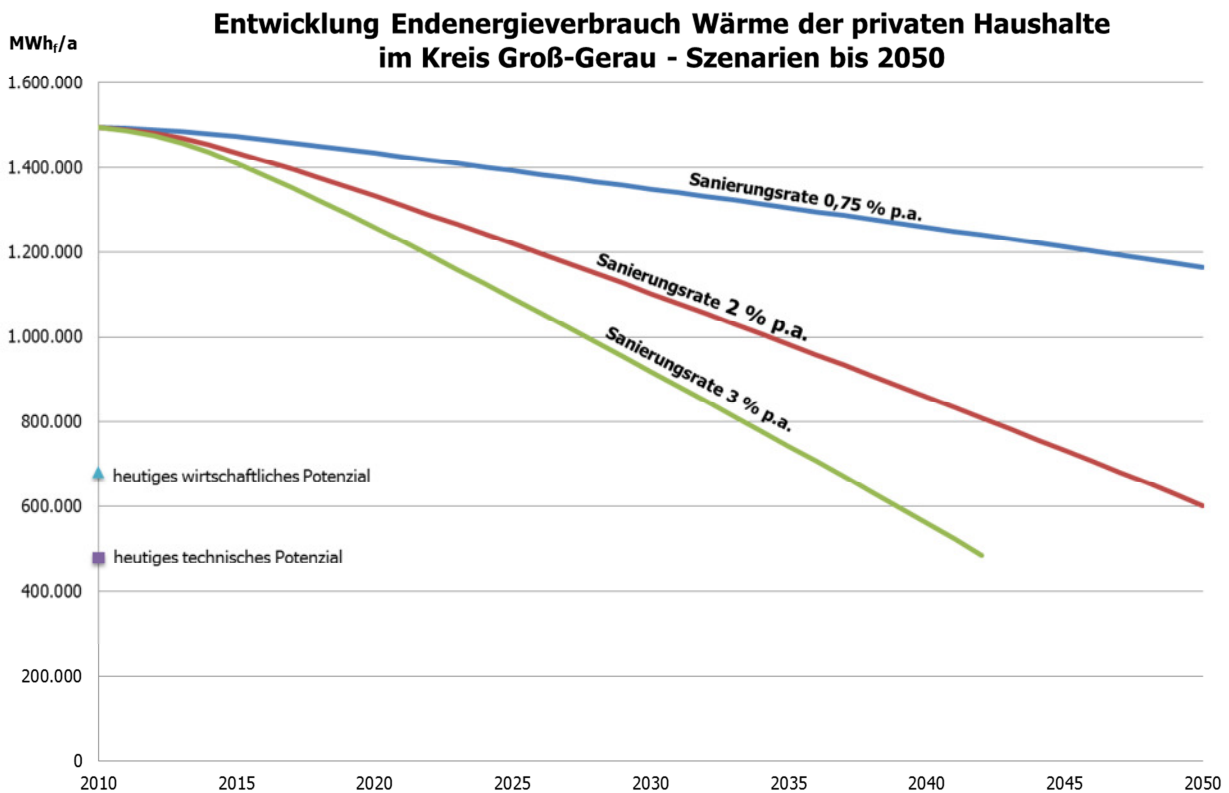


Abbildung 4-6 Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme private Haushalte im Kreis Groß-Gerau

Um die Entwicklung der CO₂e-Emissionen durch die Endenergieeinsparung aufzuzeigen, werden nur die heutigen Energieträgeranteile zu Grunde gelegt.

Bei Fortschreibung des derzeitigen Trends (entspricht: Sanierungsrate von 0,75 % pro Jahr) kann, gemäß der Abbildung 4-7 bis zum Jahr 2030 eine CO₂e-Minderung um ca. 40.000 t/a erzielt werden. Bei einer Sanierungsrate von 2 % kann eine CO₂e-Minderung um etwa 108.000 t/a bis zum Jahr 2030 erzielt werden. Bei Annahme eines ambitionierten Zielszenarios (entspricht Sanierungsrate von 3 % pro Jahr) können die verursachten CO₂e-Emissionen im Wärmebereich von derzeit 414.400 t/a um ca. 38 % im Jahr 2030 gesenkt werden.

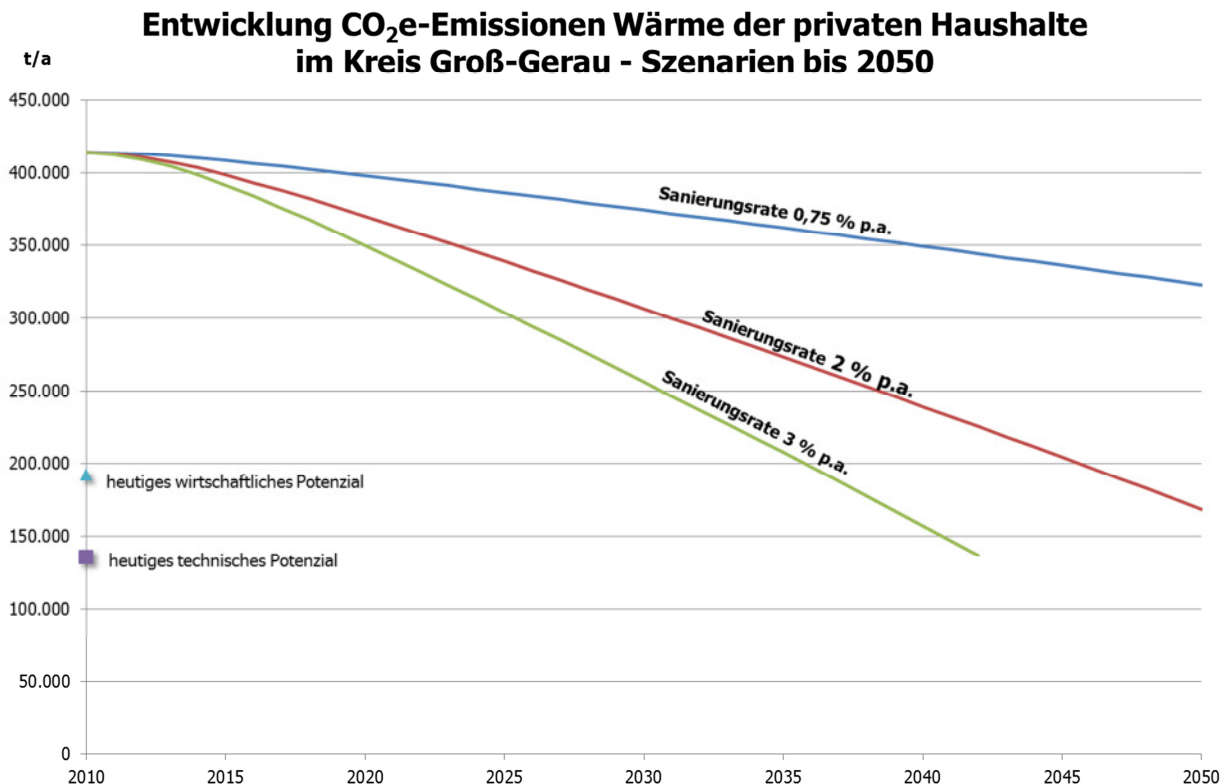


Abbildung 4-7 Entwicklung CO₂e-Emissionen Wärme private Haushalte im Kreis Groß-Gerau

Die Potenzialdarstellung im Rahmen der Szenariendarstellung ist statisch. Dies entspricht einem linearen Verlauf der Potenziale in den Abbildungen zur Szenarientwicklung für den Bereich Wärme. Die Potenziale für das Jahr 2010 werden für die Jahre fortgeschrieben, um einen Bezug zum Bilanzierungsjahr 2010 zu haben. Des Weiteren sind Annahmen zu einer zeitlichen Entwicklung energiebedarfsbestimmender Größen, wie die Entwicklung zum Gebäudebestand, u. a. Sanierung, Abrissrate und Neubaurate, welche entsprechend durch die demographische Entwicklung beeinflussten Wohnfläche abhängt, schwer vorherzusagen.

4.2 Kommunale Liegenschaften

Die Potentialanalyse zur Energieeinsparung der kreiseigenen Liegenschaften sowie der Gebäude in Trägerschaft der Gemeinden und Städte im Kreis Groß-Gerau erfolgt auf Basis der Ergebnisse aus der Bilanz (Kapitel 3.4).

Für die Berechnung des Energieeinsparpotenzials der kommunalen und kreiseigenen Gebäude im Kreis Groß-Gerau werden die in der Ist-Analyse identifizierten Gebäudetypen vor und nach einer energetischen Sanierung betrachtet. Hierfür wurden die Vergleichskennwerte eines Referenzgebäudes nach (EnEV, 2009) herangezogen und mit dem realen Verbrauch der Gebäude verglichen.

Die graphische Auswertung der Verbrauchskennwerte der einzelnen Liegenschaften im Vergleich mit ihren gebäudetypischen Vergleichskennwerten nach der (EnEV, 2009) können aus dem Anhang IX entnommen werden.

4.2.1 Methodik

Das Einsparpotenzial wird anhand von Vergleichskennwerten ermittelt. Die (EnEV, 2009) gibt je nach Gebäudetyp Vergleichskennwerte vor. Diese Vergleichskennwerte sind Mittelwerte für öffentliche Gebäude und variieren je nach Nutzung bzw. Gebäudekategorie. So wird bei der Erstellung von Energieverbrauchsausweisen der Verbrauch der Bestandsgebäude mit den Kennwerten der (EnEV, 2009) verglichen. In Anlehnung an den Vorschlag in (Dena I, 2011), zur Potenzialerhebung in den kommunalen Gebäuden den Vergleich mit den EnEV-Kennwerten als ersten Anhaltspunkt für Einsparpotenziale zu nutzen, erfolgt eine Abschätzung der Einsparung. Dort wird vorgeschlagen als Richtwert für eine höhere Anforderung als sie in der (EnEV, 2009) gestellt ist, den Vergleich mit einem um 20 % unter dem EnEV-Kennwert zu führen. Damit wäre laut (Dena I, 2011) jedoch kein besonders ambitionierter Standard aber ein guter Durchschnittswert für Bestandsgebäude erreicht.

- **Vergleichswert EnEV 100 %:** Es werden die Abweichungen zwischen dem aktuellen, flächenspezifischen Endenergieverbrauch und dem jeweiligen gebäudetypischen Kennwert nach dem EnEV-Niveau ermittelt.
- **Vergleichswert EnEV 80 %:** In Anlehnung an den Vorschlag in (Dena I, 2011) werden die Abweichungen zwischen jeweiligen flächenspezifischen Endenergieverbrauch jeder kommunaler Liegenschaft und dem um 20 % reduzierten Kennwert nach (EnEV, 2009) berechnet.

Die Festlegung der Sanierungseffizienz über die Vergleichskennwerte in der zeitlichen Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die Studie (NABU, 2011). Als Zielwert in 2050 werden im Durchschnitt $25 \text{ kWh}_t/(\text{m}^2\text{a})$ nach (DLR, 2012) angenommen.

4.2.2 Ergebnis

Um den heutigen Durchschnittswert des spezifischen Endenergieverbrauchs für bestehende Nichtwohngebäude gemäß der (EnEV, 2009) zu erreichen, wäre eine Reduzierung um 27 % erforderlich. Eine 37 % Verringerung des Endenergieverbrauchs ermöglicht, den flächenspezifischen Endenergieverbrauch in den kommunalen Liegenschaften auf 80 % des Durchschnitts gemäß (EnEV, 2009) zu erreichen.

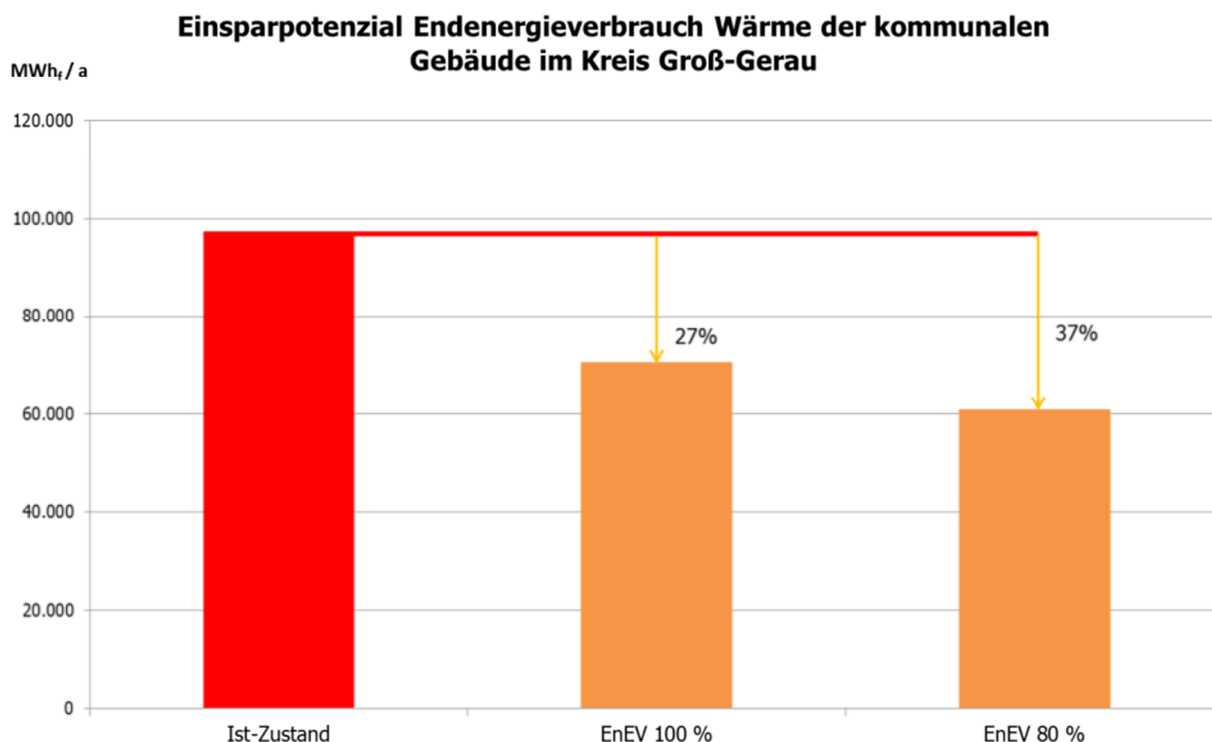


Abbildung 4-8 Energieverbrauch und Einsparpotenzial der kommunalen Liegenschaften

Der witterungsbereinigte Jahresendenergieverbrauch des kommunalen Gebäudebestandes im Kreis Groß-Gerau beträgt knapp 97.300 MWh_f/a. Werden die Gebäude gemäß den Annahmen nach „EnEV 100%“ energetisch modernisiert, kann der Jahresverbrauch um 26.700 MWh_f/a auf rund 70.600 MWh_f/a reduziert werden. Mit der Durchführung einer etwas ambitionierteren Modernisierung „EnEV 80%“ ergibt sich ein Einsparpotenzial von 36.300 MWh_f/a. Der Jahresendenergieverbrauch könnte sich auf knapp 61.000 MWh_f/a verringern.

Je nach Betrachtung ergibt sich für die untersuchten Gebäude ein CO₂e-Minderungspotenzial von jährlich rund 6.500 beziehungsweise 8.800 t/a, unter der Annahme, dass der Anteil der verschiedenen Energieträger gegenüber der Ist-Situation konstant bleibt.

Die Einsparpotenziale einzelner Gebäude in Trägerschaft des Kreises, der Gemeinden und Städte, die im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts analysiert wurden, können dem Anhang X entnommen werden. Hierbei ist zu beachten, dass nur die Liegenschaften genauer untersucht wurden, zu denen alle angefragten Daten bereitgestellt wurden, was auf insgesamt 59 Gebäude nicht zutrifft.

4.2.3 Szenarien bis 2050

Mit Hilfe der Potenzialanalyse wird die Energieeinsparung der kommunalen Gebäude im Kreis Groß-Gerau bis zum Jahr 2050 in Szenarien aufgezeigt. Für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme wird in den Szenarien die „Sanierungsrate“ und die „Sanierungseffizienz“ berücksichtigt.

- **Sanierungsrate:** Die Sanierungsrate gibt an, wie viel Prozent der betrachteten Gebäudefläche pro Jahr vollsaniert werden, darin sind Teilsanierungen als entsprechende Vollsanierungsäquivalente berücksichtigt. So werden z. B. bei 1.000 m² Gebäudefläche und einer Sanierungsrate von 1 % pro Jahr 10 m² saniert.
- **Sanierungseffizienz:** Mit der Sanierungseffizienz wird berücksichtigt, dass von Jahr zu Jahr ein besserer Wärmedämmstandard umgesetzt wird. So erreichen Gebäude, die in 2030 vollsaniert werden, einen niedrigeren, flächenspezifischen Verbrauchskennwert als die Gebäude, die in 2020 vollsaniert werden.

In zwei Szenarien wird der Endenergieverbrauch Wärme dargestellt. Das erste Szenario orientiert sich an der aktuellen Sanierungsrate von 1 % p.a. (BMW, 2010), das zweite Szenario wird an die novellierte EU-Richtlinie für Energieeffizienz, die bis Ende 2012 in Kraft treten und voraussichtlich innerhalb von 18 Monaten in nationales Recht umgewandelt werden soll, angelehnt. Das EU-Parlament sah ursprünglich vor, den Geltungsbereich der Richtlinie auf alle öffentlichen Gebäude zu beziehen (VDInachrichten, 2012). Im Juni 2012 beschloss das EU-Parlament jedoch, dass die EU-Mitgliedsstaaten 3 % p.a. aller öffentlichen Regierungsgebäude sanieren müssen. In der Szenarienbetrachtung wird die ursprüngliche Intention der EU berücksichtigt, so dass für das zweite Szenario eine Sanierungsrate von 3 % p.a. angenommen wird.

Ausgehend vom heutigen Endenergieverbrauch Wärme und der zu Grunde gelegten Sanierungsrate und –effizienz stellen sich die beiden Szenarien wie folgt dar:

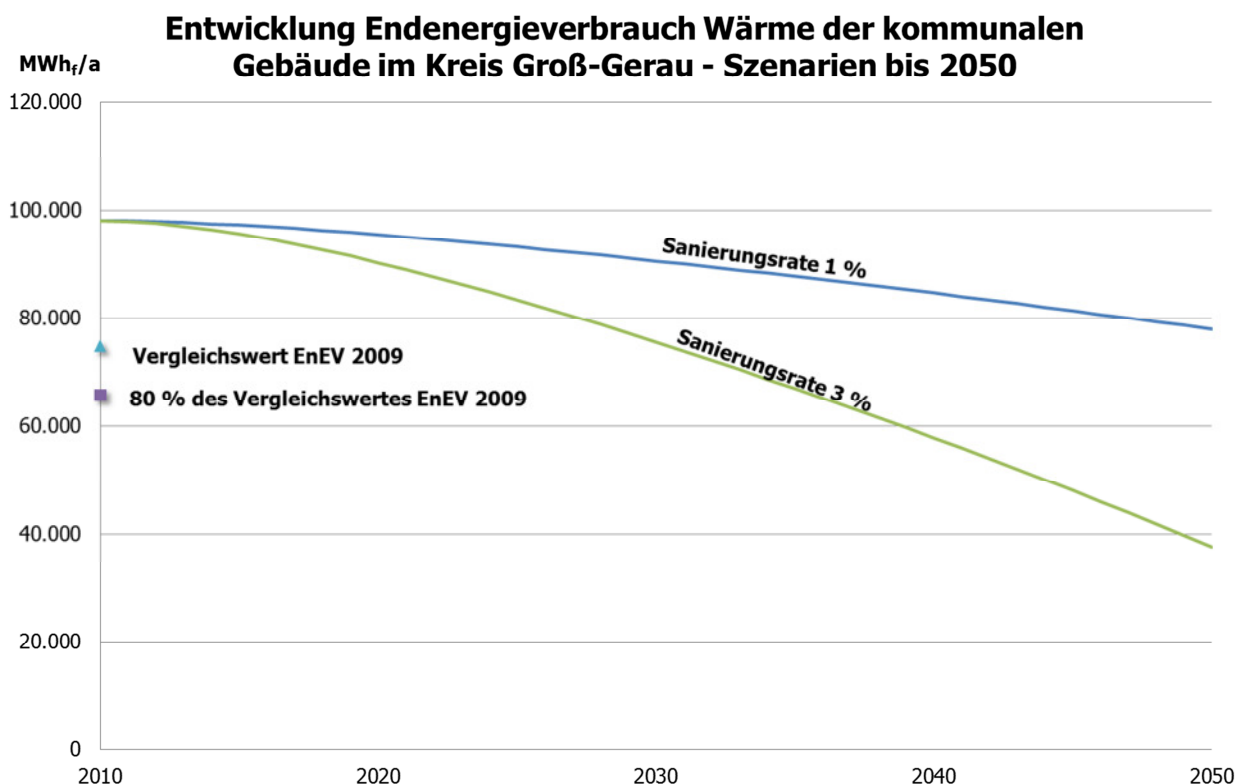


Abbildung 4-9 Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme kommunale Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau

Die Grafik macht deutlich, dass mit der aktuellen Sanierungsrate von 1 % p.a. der Endenergieverbrauch Wärme nach 2050 den heutigen Vergleichskennwert nach (EnEV, 2009) erreicht. In 2050 würde der Verbrauch um etwa 21 % niedriger sein. Mit der ambitionierten Sanierungsrate von 3 % p.a. reduziert sich der Endenergieverbrauch Wärme bis zum Jahr 2050 auf etwa 38.000 MWh_t/a und unterschreitet damit den 80 %-Wert des EnEV 2009 Vergleichswertes um 28.000 MWh_t/a. Demnach wäre der Verbrauch in 2050 um ca. 62 % niedriger als der heutige Verbrauch.

Die Grafik verdeutlicht, dass das ursprüngliche Vorhaben des EU-Parlaments, die Sanierungsrate von 3 % auf alle öffentlichen Regierungsgebäude zu beziehen, für den Kreis Groß-Gerau eine deutliche sektorenspezifische Einsparung bedeuten würde. Deutlich wird aber auch, dass mit dem aktuellen Trend der Sanierungsrate von 1 % p.a. in den nächsten 40 Jahren der Endenergieverbrauch Wärme nach den Vergleichskennwerten der (EnEV, 2009) nicht erreicht wird. Es empfiehlt sich, die Sanierungsaktivitäten für die eigenen Liegenschaften deutlich zu steigern.

Um die Entwicklung der CO₂e-Emissionen durch die Endenergieeinsparung aufzuzeigen, werden die heutigen Energieträgeranteile zu Grunde gelegt.

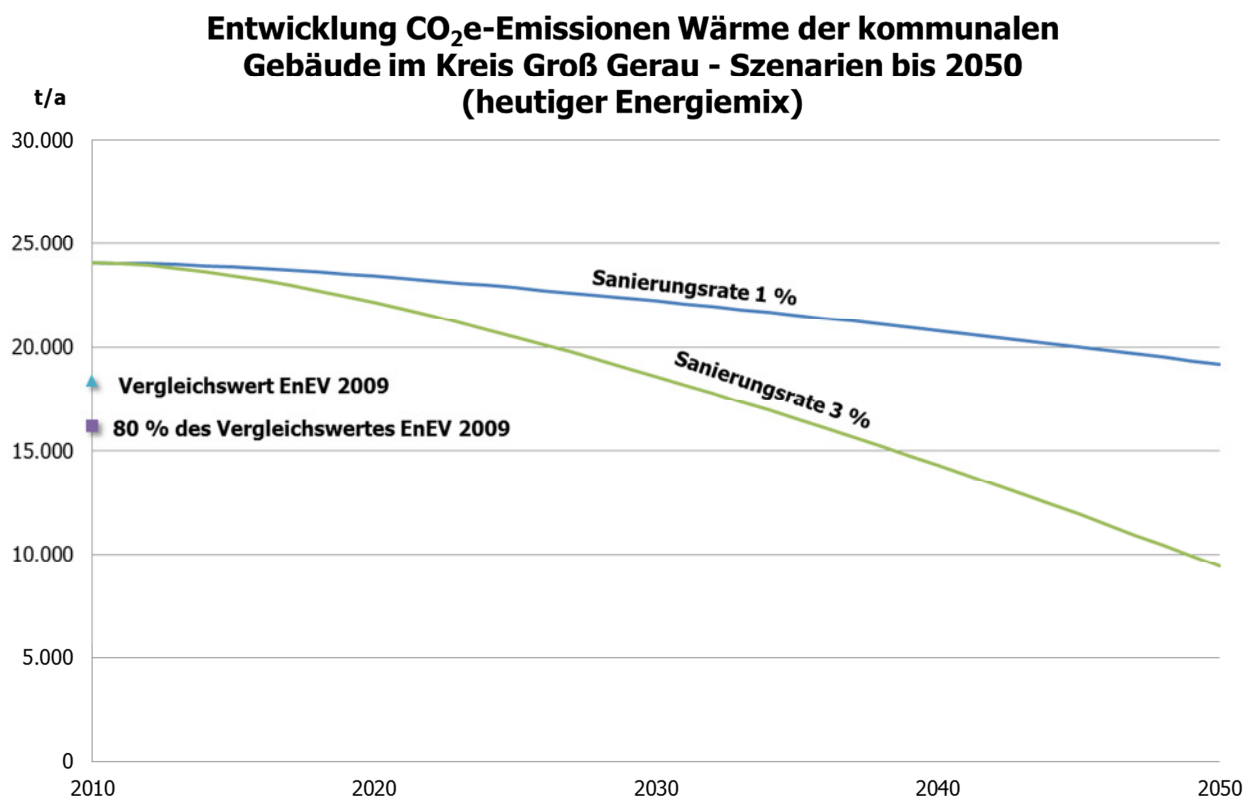


Abbildung 4-10: Entwicklung CO₂e-Emissionen Wärme in kommunalen Liegenschaften im Kreis Groß-Gerau

Nach den Berechnungen verringern sich durch die Energieeinsparung zur Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften die CO₂e-Emissionen bei 1 % p. a. als Sanierungsrate um ungefähr 21 % im Jahr 2050 bezogen auf heute und bei 3 % p. a. Sanierungsrate um ca. 62 %.

4.3 Gebäude der Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Auf der Bilanzierung des Endenergieverbrauchs und der zugehörigen CO₂e-Emissionen zur Wärme- und Kälteversorgung der Gebäude im Sektor GHD beruht die Potenzialanalyse zur Energieeinsparung. Die Bilanzierung zeigte, dass der größte Energieeinsatz in der Gebäudebeheizung erfolgt. Vereinzelt wird Klimakälte in wenigen Wirtschaftszweigen benötigt. Vor diesem Hintergrund beschränkt sich das Einsparpotenzial auf die gebäudebetreffende Wärme- und Kälteversorgung.

Es wird zwischen dem technischen und wirtschaftlichen Einsparpotenzial unterschieden. Die Definitionen sind an (Prognos, 2007) angelehnt.

Das technische Potenzial berücksichtigt die Energieeinsparung, die durch die aktuell effizienteste auf dem Markt erhältliche oder bald erhältliche Technologie zu erreichen ist. Eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit sowie mögliche Re-Investitionszyklen wie Wartung oder Reparatur werden hierbei nicht berücksichtigt. Bei Gebäuden wäre dies z. B. eine Sanierung aller Gebäude unter Berücksichtigung technischer Restriktionen auf den neusten Stand der Technik.

Das wirtschaftliche Potenzial repräsentiert das Potenzial, das sich innerhalb des zu betrachtenden Zeitraumes ergibt, wenn bei allen Ersatz-, Erweiterungs- und Neuinvestitionen die Technologien mit der höchsten Energieeffizienz eingesetzt werden sowie bei gegebenen Energiemarktpreisen kosteneffektiv sind. Organisatorische Maßnahmen wie Nutzerverhalten und regelmäßige Wartung finden ebenfalls Berücksichtigung. Bei der Gebäudedämmung würde dies z. B. bedeuten, dass relativ neue Gebäude nicht saniert werden, da der Gewinn, welcher aus der Energieeinsparung resultiert, auf Dauer die Investitionskosten der Maßnahmenumsetzung nicht ausreichend deckt.

4.3.1 Methodik

Wie in der Bilanzierung erfolgt die Potenzialbestimmung ebenfalls mittels Kennwerte, die aus (ISI, FfE, 2003) übernommen wurden. Ein Abgleich mit weiteren Literaturquellen ergab eine vergleichbare Größenordnung der Potenziale. Einsparpotenziale, die in der Gebäudebeheizung und -kühlung erreicht werden können setzen sich aus verschiedenen Maßnahmen, die Gebäudehülle und Anlagentechnik betreffen, zusammen und sind aus der Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 4-3 Prozentuale Einsparpotenziale in der Gebäudebeheizung und –kühlung nach (ISI, FfE, 2003)

Anlage	Maßnahme	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial
Wärmeerzeuger	Ersatz durch Brennwertkessel	12,5 %	6 %
Gebäudehülle	Besserer Wärmedämmstandard	46 %	14 %
Lüftungs- und Klimatisierungsanlagen	Kombinierte Maßnahmen	40 - 60 %	30 %

4.3.2 Ergebnis

Je nach Wirtschaftszweig variieren die Anteile der Gebäudebeheizung und -kühlung untereinander und am gesamten Endenergieverbrauch, sodass daraus unterschiedliche Einsparpotenziale resultieren.

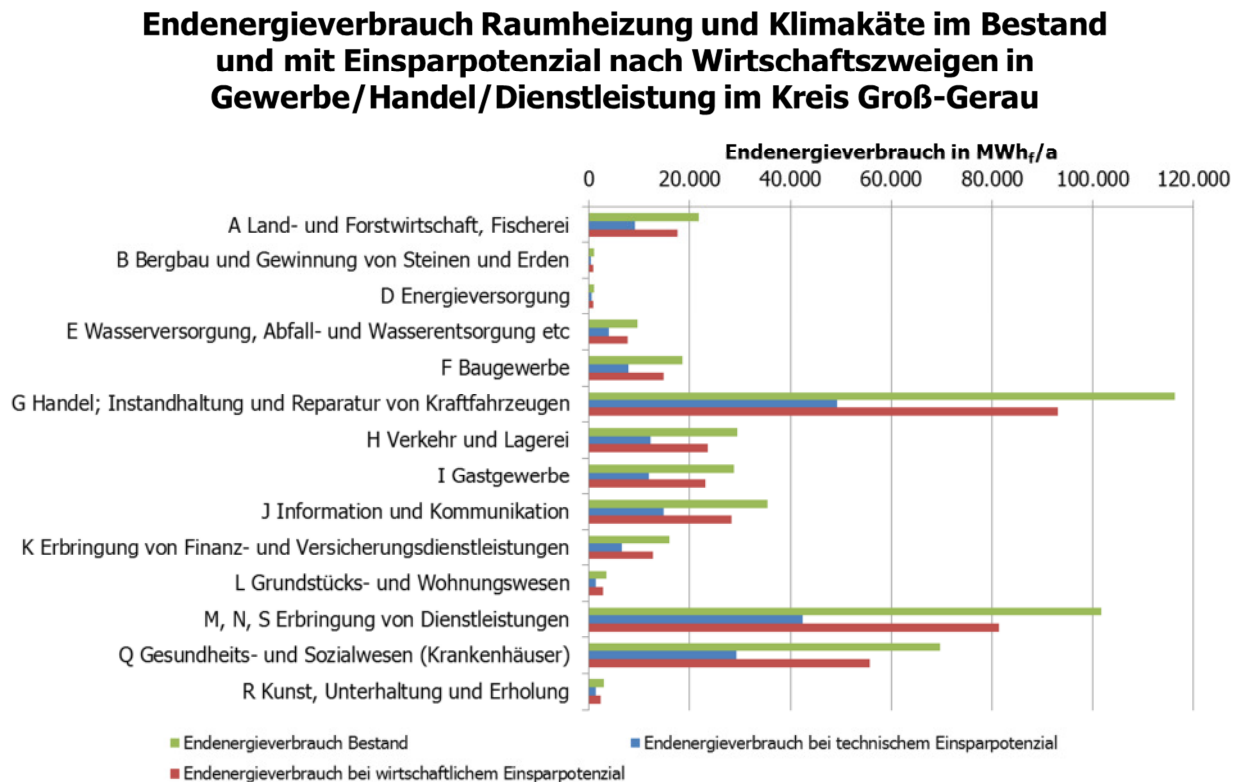


Abbildung 4-11 Einsparpotenzial Endenergieverbrauch Raumheizung und Klimakälte in Wirtschaftszweigen GHD im Kreis Groß-Gerau

Je nach Wirtschaftszweig bewegt sich das technische Einsparpotenzial zwischen 54 und 64 % und das wirtschaftliche Einsparpotenzial zwischen 18 und 21 % bezogen auf den heutigen Endenergieverbrauch zur Raumheizung und Klimakälte im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung. Bedingt durch den großen Anteil am Endenergieverbrauch in den Wirtschaftszweigen Handel, Dienstleistungen, Gesundheits- und Sozialwesen ist dort mehr als die Hälfte des gesamten Einsparpotenzials zu erwarten.

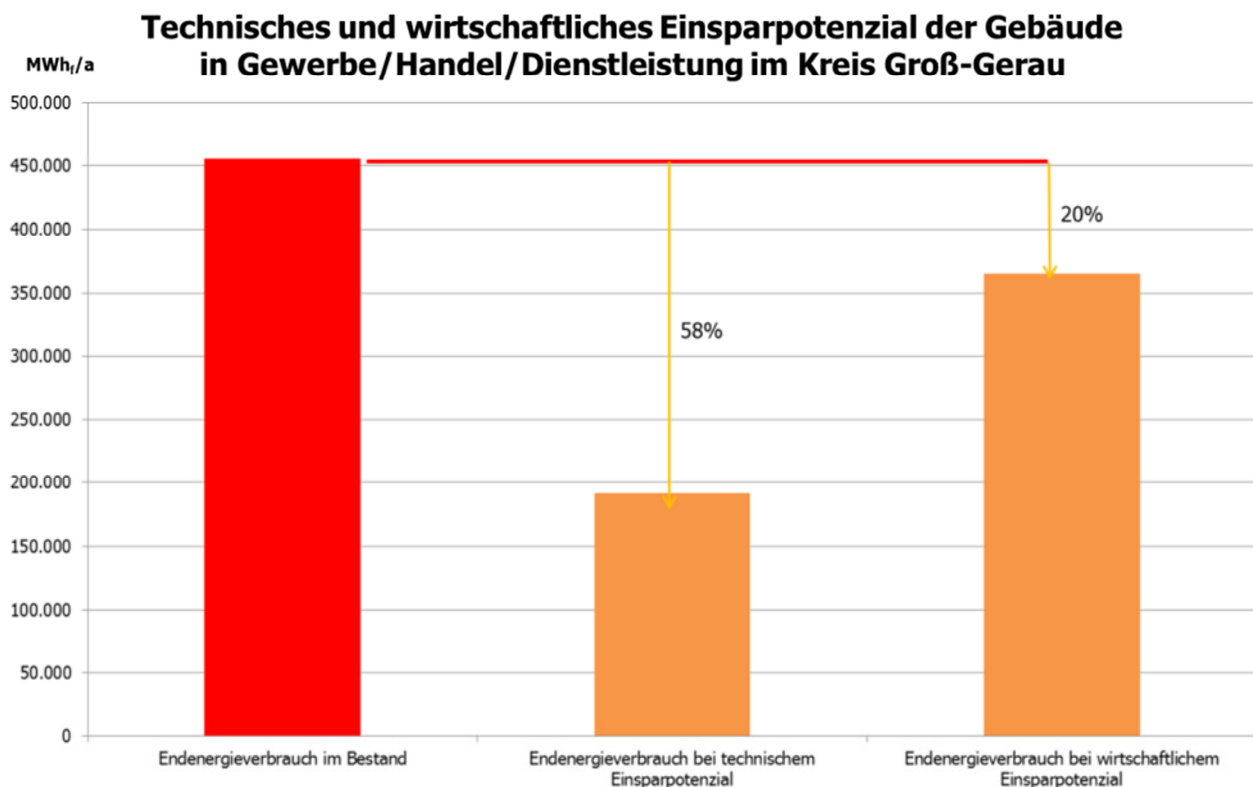


Abbildung 4-12 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial der Gebäude in GHD

Das gesamte wirtschaftliche Einsparpotenzial für den Sektor GHD im Kreis Groß-Gerau lässt sich auf 91.000 MWh_f/a beziffern, was einer Verringerung des Endenergieverbrauchs für Raumheizung und Klimakälte von ca. 20 % entspricht. Während das technische Einsparpotenzial mit etwa 264.000 MWh_f/a bzw. 58 % fast dreimal so hoch ist.

Die jährlichen CO₂e-Emissionen im Untersuchungsgebiet könnte durch die technischen Maßnahmen um ca. 55.000 t/a und durch die wirtschaftlichen Maßnahmen um etwa 106.000 t/a reduziert werden, unter der Annahme, dass der Anteil der verschiedenen Energieträger gegenüber der Ist-Situation konstant bleibt.

4.3.3 Szenarien bis 2050

Ausgehend vom heutigen Endenergieverbrauch wird in zwei Szenarien aufgezeigt, in welcher Größenordnung sich zukünftig die Energieeinsparung in Gewerbe/Handel/Dienstleistung abspielen könnte.

Im ersten Szenario wird die bisherige Trendentwicklung fortgeführt. Nach (DLR, 2012) wird sich unter der Annahme, dass weiterhin die Förderinstrumente fortgeführt werden, der Endenergieverbrauch zur Raumheizung auch in den Gebäuden des Sektors Gewerbe/Handel/Dienstleistung rund 1 % pro Jahr verringern. Dies wird als Trendentwicklung auf den Kreis Groß-Gerau übertragen.

Um die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Ziele erreichen zu können, wurde ebenfalls in (DLR, 2012) ermittelt, dass im Durchschnitt bis 2050 etwa 1,7 % des Endenergieverbrauchs pro Jahr verringert werden muss. In (DLR, 2012) ist dieselbe Sanierungsrate und –

effizienz wie für Wohngebäude angenommen. Jedoch wird für Nichtwohngebäude eine höhere Abriss- und Neubauquote angesetzt, sodass der durchschnittliche, auf die Fläche bezogene Endenergieverbrauch zur Raumheizung stärker sinkt. Demnach wird für 2050 im Mittel ca. 25 kWh_f/(m²a) als spezifischer Endenergieverbrauch für Nichtwohngebäude erwartet. Das Szenario geht davon aus, dass die beheizte Nutzfläche bis 2020 zunächst leicht zu-nimmt, dann bis 2050 kontinuierlich abnimmt. Im gleichen Zeitraum erfolgt der Flächenzubau aber unter besseren Standards. Ebenso findet eine Modernisierung des Altbaus mit gleichzeitigem Abriss und Neubau unter wiederum besseren Standards statt. Diese gegenläufige Entwicklung führt trotz Flächenzubau zu einem sinkenden Endenergieverbrauch. Hinzukommend wird eine Steigerung der Sanierungsrate von heute 1 % auf 2 % bis zum Jahr 2020 unterstellt. Die Sanierungsrate von 2 % soll bis zum Jahr 2050 beibehalten werden, um das Ziel des Energiekonzeptes der Bundesregierung zu erreichen. Wegen der höheren Abriss- und folglich höheren Neubaurate, kann letztendlich ein signifikant niedriger spezifischer Endenergieverbrauch für Raumwärme realisiert werden.

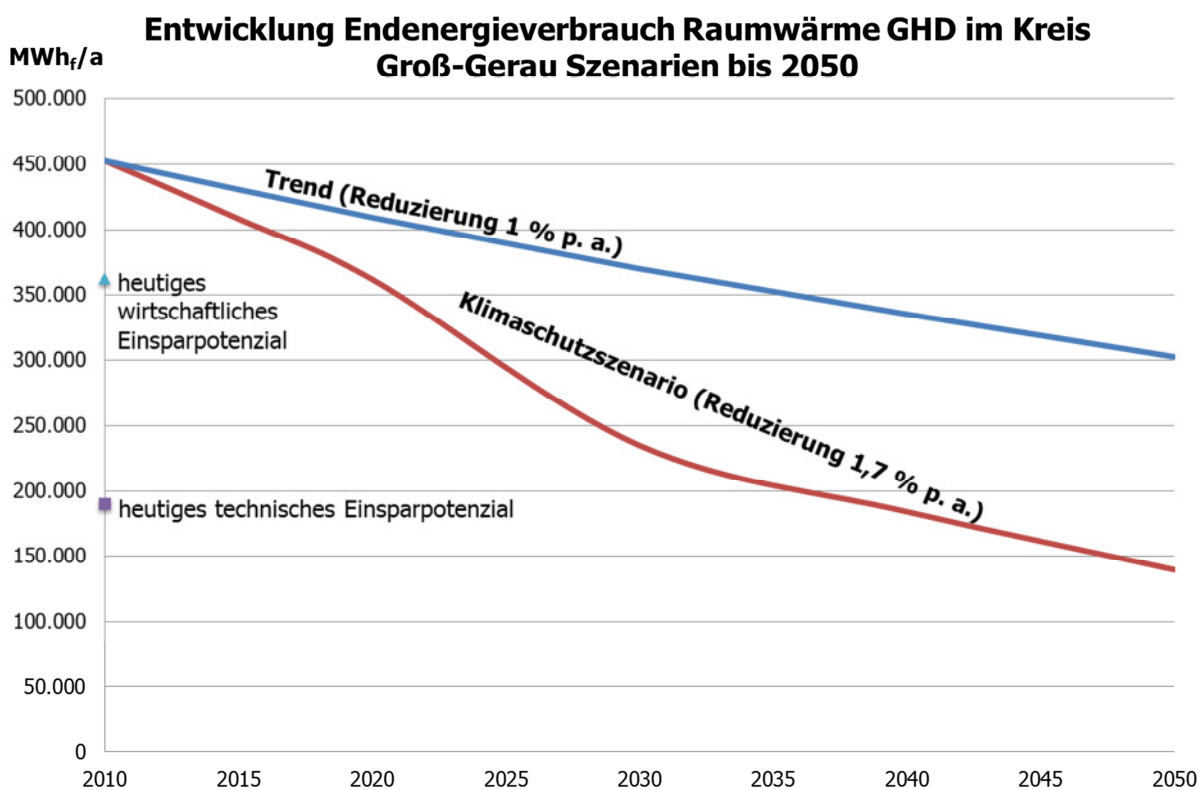


Abbildung 4-13 Szenarien bis 2050 des GHD-Sektors im Kreis Groß-Gerau

Zur Orientierung sind die heutigen wirtschaftlichen und technischen Einsparpotenziale eingetragen, die sich mit der weiteren Entwicklung der Technologien aber auch der Energiepreise ändern werden. Nach dem Trendszenario wäre das heutige wirtschaftliche Einsparpotenzial in etwas mehr als 20 Jahren erreicht. Nach dem Klimaschutzszenario könnte dies schon in etwa zehn Jahren erreicht werden.

Als Gründe für eine fehlende Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen werden vielfältige Hemmnisse angeführt. Insgesamt hat nach (Dena, 2012) die Energieeffizienz in großen Unter-

nehmen einen höheren Stellenwert als in KMU (kleine und mittlere Unternehmen). So wird nach einer Umfrage von (Brüggemann, 2005) gerade in kleineren Unternehmen oftmals das fehlende Kapital zur Maßnahmenumsetzung als Grund genannt. Zudem treten diese Investitionen oftmals in Konkurrenz zu Investitionen, die das Kerngeschäft betreffen und deswegen vorrangig getätigt werden. In dem Zusammenhang wird die Kapitalrendite als wichtiges Kriterium angeführt. Weitere Hemmnisse bestehen darin, dass oft keine energietechnischen Kenntnisse in den Betrieben vorhanden sind und Informationen über geeignete Maßnahmen fehlen.

4.4 Gebäude der Industrie

Die Einsparpotenziale in der Wärme- und Kälteversorgung der Gebäude im Sektor Industrie basiert auf der Bilanzierung des Endenergieverbrauchs und der zugehörigen CO₂e-Emissionen. Einsparpotenziale in der Prozesswärme- und Prozesskälteversorgung werden nicht ermittelt. Einerseits hängt der Endenergieverbrauch zur Prozesswärme und –kälte individuell von den einzelnen Unternehmen ab. Andererseits handelt es sich bei der Produktion um das Kerngeschäft der Industriebetriebe, die vorrangig hinsichtlich Effizienz- und Wirtschaftlichkeitssteigerung behandelt werden. Darüber hinaus sind keine belastbaren Zahlen zu heute schon umgesetzten Einsparpotenziale bekannt. (Dena, 2011) beziffert nach einer konservativen Schätzung das wirtschaftliche Einsparpotenzial des Endenergieverbrauchs für industrielle Prozesse in Deutschland auf etwa 7,5 %. Da die Einsparmöglichkeiten je nach Branche variieren und die Industriebranchenverteilung im Kreis Groß-Gerau nicht vergleichbar mit der in Deutschland ist, kann damit nicht das Einsparpotenzial in der Prozesswärmeversorgung hochgerechnet werden.

Es wird zwischen dem technischen und wirtschaftlichen Einsparpotenzial unterschieden. Die Definitionen sind an (Prognos, 2007) angelehnt.

Das technische Potenzial berücksichtigt die Energieeinsparung, die durch die aktuell effizienteste auf dem Markt erhältliche oder bald erhältliche Technologie zu erreichen ist. Eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit sowie mögliche Re-Investitionszyklen wie Wartung oder Reparatur werden hierbei nicht berücksichtigt. Bei Gebäuden wäre dies z. B. eine Sanierung aller Gebäude unter Berücksichtigung technischer Restriktionen auf den neusten Stand der Technik.

Das wirtschaftliche Potenzial repräsentiert das Potenzial, das sich innerhalb des zu betrachtenden Zeitraumes ergibt, wenn bei allen Ersatz-, Erweiterungs- und Neuinvestitionen die Technologien mit der höchsten Energieeffizienz eingesetzt werden sowie bei gegebenen Energiemarktpreisen kosteneffektiv sind. Also eine Amortisation der Investition unter Berücksichtigung eines definierten Zinssatzes innerhalb einer definierten Lebensdauer erzielen. Organisatorische Maßnahmen wie Nutzerverhalten und regelmäßige Wartung finden ebenfalls Berücksichtigung. Bei der Gebäudedämmung würde dies z. B. bedeuten, dass relativ neue Gebäude nicht saniert werden, da der Gewinn, welcher aus der Energieeinsparung resultiert, auf Dauer die Investitionskosten der Maßnahmenumsetzung nicht ausreichend deckt.

4.4.1 Methodik

Wie in den Berechnungen für den Sektor GHD erfolgt auch hier die Potenzialermittlung mittels Kennwerten aus (ISI, FfE, 2003) Sie beziehen sich auf Maßnahmen zur energetischen Verbesserung der Gebäudehülle und auf Effizienzmaßnahmen in der Anlagentechnik. Aus Tabelle 4-3 sind die Maßnahmen und deren Einsparpotenzial für den Sektor Industrie übernommen.

4.4.2 Ergebnis

Abhängig von der Industriebranche liegt ein unterschiedlich hoher Endenergieverbrauch zur Raumheizung und Gebäudeklimatisierung vor, sodass sich daraus unterschiedliche Einsparpotenziale ergeben.

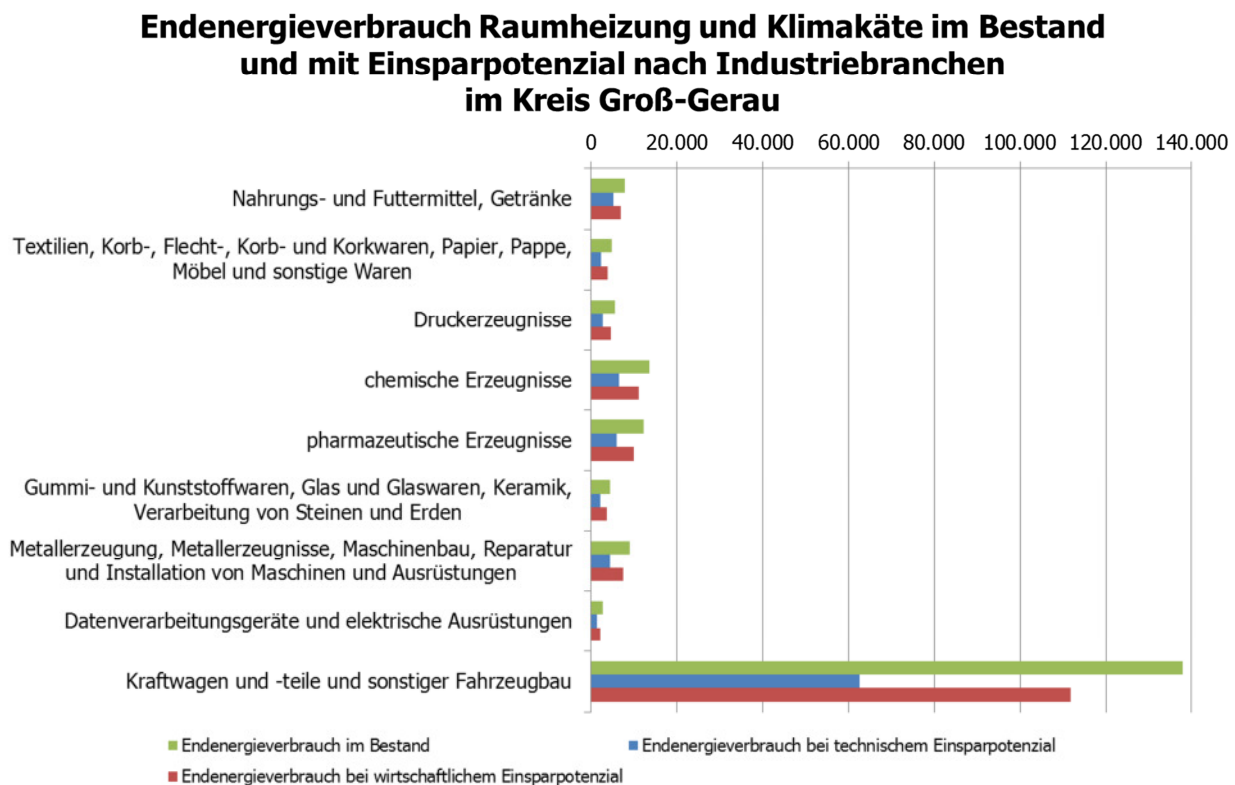


Abbildung 4-14 Einsparpotenzial Endenergieverbrauch Raumheizung und Klimakälte in Industriebranchen im Kreis Groß-Gerau

Im Kreis Groß-Gerau erfordert die Herstellung von Kraftwagen als dominierende Industriebranchen den größten Anteil des Endenergieverbrauchs zur Gebäudebeheizung und –kühlung. Daraus resultiert für diesen Industriezweig das größte absolute Einsparpotenzial. Demnach sind etwa 69 % des gesamten wirtschaftlichen Einsparpotenzials in der Kfz-Industrie zu finden. Die verbleibenden 31 % verteilen sich auf die übrigen Industriebranchen, was in einer Größenordnung von ca. 50.000 MWh/a als wirtschaftliches Einsparpotenzial nicht zu vernachlässigen ist.

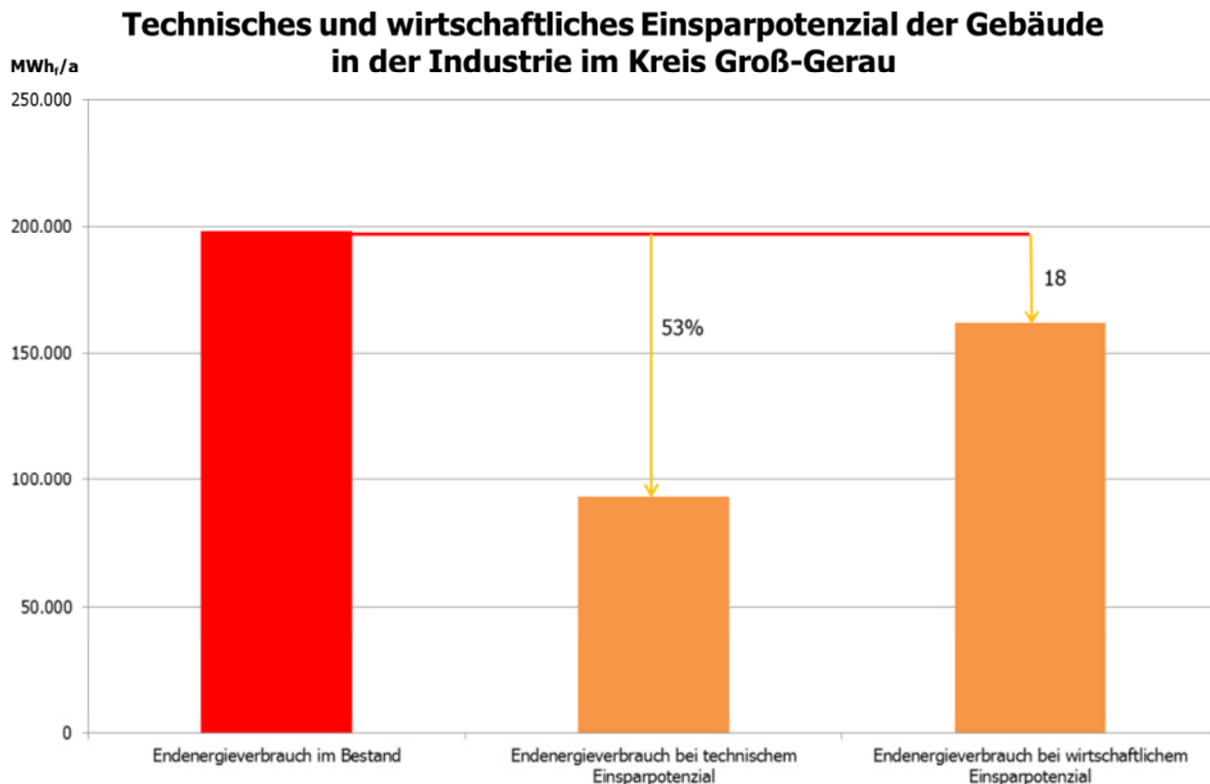


Abbildung 4-15 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial der Gebäude in der Industrie

Im Industriesektor des Kreises Groß-Gerau beläuft sich nach der überschlägigen Ermittlung das wirtschaftliche Einsparpotenzial in der Gebäudebeheizung und –kühlung auf etwa 36.000 MWh/a, was einer 18 % Reduzierung entspricht. Während das technische Einsparpotenzial mit ca. 105.000 MWh/a bzw. 53 % wesentlich höher ist.

Daraus resultiert ein CO₂e-Minderungspotenzial von jährlich rund 30.600 t/a mit technischen Maßnahmen beziehungsweise 10.600 t/a mit wirtschaftlichen Maßnahmen, unter der Annahme, dass der Anteil der verschiedenen Energieträger gegenüber der Ist-Situation konstant bleibt.

4.4.3 Szenarien bis 2050

Auf Basis des heutigen Endenergieverbrauchs werden zwei Szenarien für die zukünftige Entwicklung der Energieeinsparung in den Gebäuden der Industrie aufgestellt. Dazu wird im ersten Szenario der bisherige Trend fortgeführt, der in (DLR, 2012) beschrieben ist. Demnach wird unter der Annahme, dass Förderinstrumente weitergeführt werden, von 1 % Verringerung des Endenergieverbrauchs pro Jahr in den Gebäuden der Industrie ausgegangen.

Für ein ambitionierteres Szenario wird die ebenfalls in (DLR, 2012) aufgezeigte erforderliche Verbrauchsreduzierung für das Erreichen der im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Ziele angesetzt. In (DLR, 2012) ist für Nichtwohngebäude dieselbe Sanierungsrate und –effizienz wie für Wohngebäude angenommen. Jedoch wird für Nichtwohngebäude eine höhere Abriss- und Neubauquote angesetzt, sodass der durchschnittliche, auf die Fläche bezogene Endenergieverbrauch zur Raumheizung stärker sinkt. Demnach wird für 2050 im Mittel ca. 25 kWh/(m²a) als spezifischer Endenergieverbrauch für Nichtwohngebäude erwartet.

Das Szenario geht davon aus, dass die beheizte Nutzfläche bis 2020 zunächst leicht zunimmt und danach bis 2050 kontinuierlich abnimmt. Im gleichen Zeitraum erfolgt der Flächenzubau aber unter besseren Standards. Ebenso findet eine Modernisierung des Altbaus mit gleichzeitigem Abriss und Neubau unter wiederum besseren Standards statt. Diese gegenläufige Entwicklung führt trotz Flächenzubau zu einem sinkenden Endenergieverbrauch. Hinzukommend wird eine Steigerung der Sanierungsrate von heute 1 % auf 2 % bis zum Jahr 2020 unterstellt. Die Sanierungsrate von 2 % soll bis zum Jahr 2050 beibehalten werden, um das Ziel des Energiekonzeptes der Bundesregierung zu erreichen. Wegen der höheren Abriss- und folglich höheren Neubaurate, kann letztendlich ein signifikant niedriger spezifischer Endenergieverbrauch für Raumwärme realisiert werden.

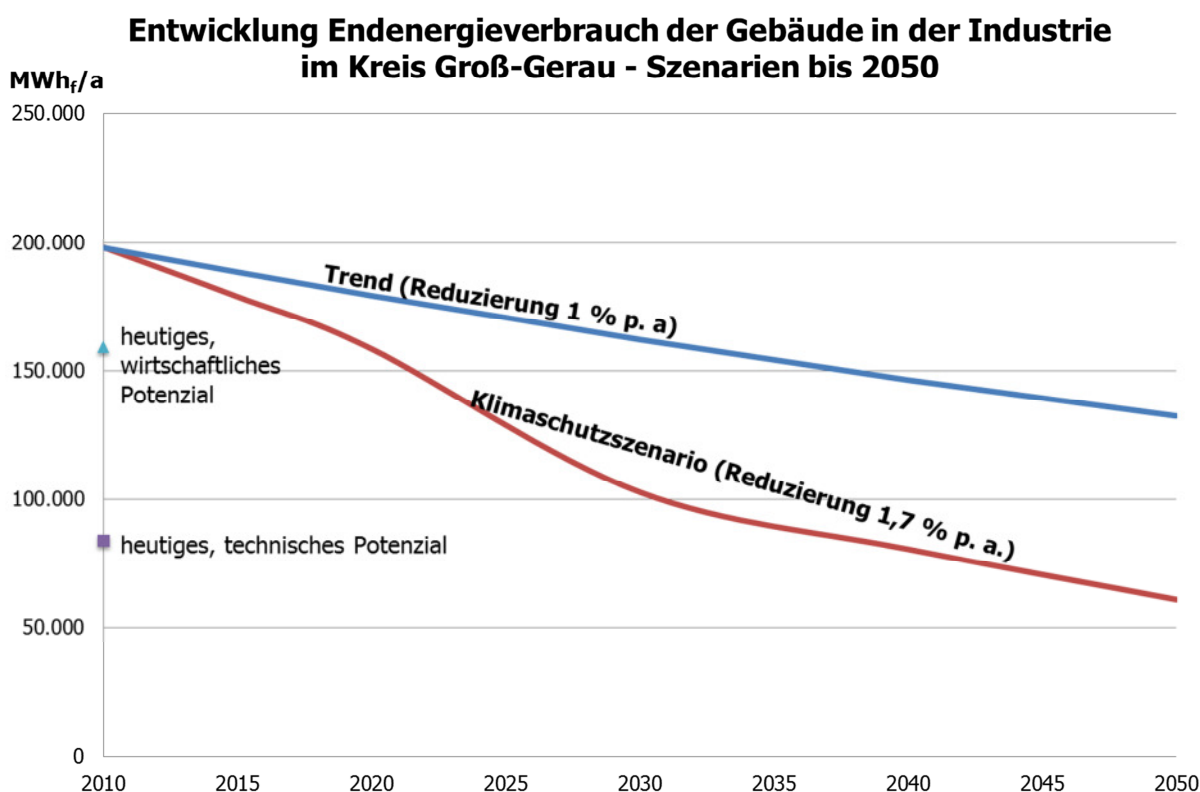


Abbildung 4-16 Szenarien bis 2050 des Industriesektors im Kreis Groß-Gerau

Zusätzlich zu den beiden Szenarien sind jeweils das heutige technische und wirtschaftliche Einsparpotenzial dargestellt. In Zukunft ist mit der fortschreitenden Technologieentwicklung und Energiepreisänderungen mit einem gesteigerten Potenzial zu rechnen.

Nach dem Trendszenario wäre das heutige, wirtschaftliche Einsparpotenzial nach mehr als 20 Jahren erreicht und im Klimaschutzszenario nach rund zehn Jahren.

5 Potenziale in der Energieeffizienz

Das vorangegangene Kapitel zeigt, dass große Potenziale in der Energieeinsparung bestehen. Darüber hinaus bietet die Kraft-Wärme-Kopplung sowie die Nutzung von Abwärme die Möglichkeit, den Brennstoff möglichst effizient einzusetzen und damit den Endenergieverbrauch weiterhin abzusenken. In den folgenden Kapiteln werden nachhaltige Ausbaupotenziale zur Kraft-Wärme-Kopplung, und Abwärmepotenziale in der Industrie und im Abwasser aufgezeigt. Vorhanden Anlagen werden berücksichtigt.

5.1 Potenziale zur Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung

Die Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung ermöglicht einen effizienteren Brennstoffeinsatz als die getrennte Strom- und Wärmeerzeugung. Dies trifft nicht nur auf Heizkraftwerke mit mehreren MW als Leistung sondern auch auf Mini-Blockheizkraftwerke und Mikro-KWK-Anlagen zu, die zur Objektversorgung oder in einem Wärmeverbund betrieben werden.

5.1.1 Kraft-Wärme-Kopplung

Im Kreis Groß-Gerau befinden sich schon einige Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in Betrieb. Die nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz zugelassenen Anlagen sind dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bekannt und liegen für das Konzept vor. Demnach liegen aus (BAFA, 2011) Angaben zum Standort (Kommune), zur elektrischen und thermischen Leistung, zum Energieträger sowie das Inbetriebnahmendatum vor. Die Auswertung ergibt, dass im Kreis Groß-Gerau demnach nur Erdgas-KWK-Anlagen vorhanden sind und sich wie in Abbildung 5-1 auf die Kommunen verteilen.

Im Untersuchungsgebiet existieren vier Anlagen mit mehr als 2 MW_{el} Leistung, die insgesamt 311 MW_{th} Wärmeleistung aufweisen. In der Größenklasse > 50 kW_{el} bis 2 MW_{el} befinden sich sieben Stück mit insgesamt 2.480 kW_{th}. Mit 70 Anlagen sind die Mikro-KWK bis 50 kW_{el} am stärksten vertreten, deren installierte Wärmeleistung in Summe 1.353 kW_{th} beträgt.

Anzahl installierter Erdgas-KWK-Anlagen nach Größenklassen im Kreis Groß-Gerau

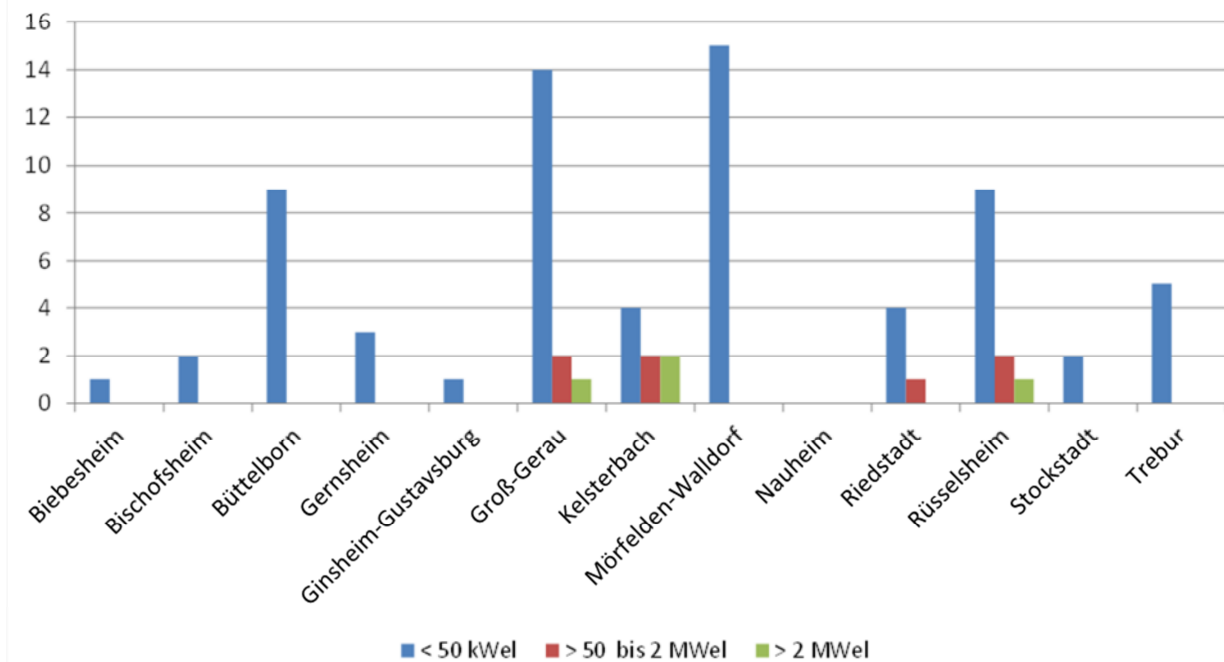


Abbildung 5-1 Anzahl vorhandener KWK-Anlagen in Kommunen des Kreises Groß-Gerau

Da im Konzept der Schwerpunkt auf der Gebäudewärmeversorgung liegt, konzentrieren sich die weiteren Betrachtungen auf Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zur Objekt- oder zur Nahwärmeversorgung. Somit liegt der Fokus auf motorischen Blockheizkraftwerken (BHKW) als stationäre Anlagen.

Motor-BHKW bestehen aus einem Verbrennungsmotor mit angekoppelten Generator- und Wärmetauschersystem. Durch die gleichzeitige Gewinnung von Strom und Wärme wird der eingesetzte Brennstoff besonders effizient ausgenutzt. Dabei kann die erzeugte elektrische Energie entweder selbst verbraucht oder ins öffentliche Netz eingespeist werden. Die Auslegung eines Blockheizkraftwerkes erfolgt entweder wärme- oder stromseitig. In Zeiten höheren Wärmebedarfs ergänzt eine Spitzenlastkesselanlage die Kraft-Wärme-Kopplungs-Aggregate. In Zeiten geringen Wärmebedarfs werden Speicher eingesetzt, die die überschüssige Wärme aufnehmen. Die Wärme dient nicht nur zur Beheizung sondern kann auch als Antriebsenergie für Absorptionskältemaschinen eingesetzt werden, deren Wirtschaftlichkeit muss im Einzelfall bestimmt werden.

Im Hinblick auf eine Wärmeversorgung basierend auf der Kraft-Wärme-Kopplung sind Wärmesenken mit einem möglichst hohen und ganzjährigen Wärmeverbrauch gefragt. Typische Einsatzfelder für Motor-BHKW sind:

- Krankenhäuser
- Seniorenheime

- Hotels
- Mehrfamilienhäuser
- Nahwärmenetze kommunaler Liegenschaften (Schulen, Sporthallen, Schwimmbäder, Verwaltungsgebäude)
- Gewerbebetriebe
- ...

Durch die Grundlastauslegung werden hohe Vollbenutzungsstunden erreicht und ein wirtschaftlicher Betrieb der Anlage ermöglicht. Mit dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG, 2012) wird für die dezentrale Stromerzeugung in Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung ein wirtschaftlicher Anreiz geschaffen, indem eine Zuschlagszahlung gewährt wird. Beispielsweise erhalten Anlagen kleiner 50 kW_{el} einen spezifischen Zuschlag in Höhe von 5,41 ct/kWh_{el} entweder für 10 Jahre oder für 30.000 Vollbenutzungsstunden.

Um die Wirtschaftlichkeit eines BHKW zu gewährleisten, sollte der erzeugte Strom möglichst selbst verbraucht werden. Für Private können Förderprogramme, wie das KfW-Programm Erneuerbare Energien oder Zuschüsse des BAFA für Mini-KWK-Anlagen, die ab dem 1. April 2012 wieder geleistet werden, die Investition in ein Blockheizkraftwerk attraktiver machen. Für Unternehmen bietet die KfW das ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm an.

Im Folgenden werden drei Beispiele für den Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung aufgezeigt. Dabei sind diese Rahmenbedingungen zu Grunde gelegt:

- KWK-Zuschlagszahlung nach (KWKG, 2012)
5,41 ct/kWh_{el} für Anlagen bis 50 kW_{el}
4,00 ct/kWh_{el} Leistungsanteil größer 50 kW_{el} und kleiner 250 kW_{el}
2,40 ct/kWh_{el} Leistungsanteil größer 250 kW_{el}
- Die Einspeisevergütung vom Energieversorger ist mit dem durchschnittlichen Preis für Baseload-Strom an der Strombörse EEX des jeweils letzten Quartals festgesetzt. Dadurch ändert sich die Einspeisevergütung alle drei Monate. Dieser lag für das 1. Quartal 2012 bei 4,991 ct/kWh_{el} (BHKW-Infozentrum, 2012).
- Ca. 0,5 ct/kWh_{el} vermiedene Netznutzungsentgelte
- 0,55 ct/kWh_{H₂} Energiesteuerrückerstattung Erdgas nach (EnergieStG, 2012)

5.1.1.1 Beispiel 1: BHKW in einem Mehrfamilienhaus

In diesem Beispiel wird für ein Mehrfamilienhaus die Betriebsweise eines Erdgas-BHKW wärmegeführt ausgelegt. Für die Ermittlung des Wärmebedarfs wird die Tagesmitteltemperatur Groß-Geraus als die bestimmende Größe zugrunde gelegt. Hierbei wird die Leistung des BHKW so bemessen, dass die Grundlast des Wärmebedarfs abgedeckt und eine möglichst hohe Laufzeit erreicht wird. Oberhalb dieser Grundlast wird ein Spitzenlastkessel zur weiteren Wärmebedarfsdeckung eingesetzt. Um kurzfristige Schwankungen der Wärmegrundlast, z. B. aufgrund der überlagerten Warmwasserversorgung, auszugleichen, wird in diesem Beispiel der Einsatz eines

Wärmespeichers vorgesehen. Die Berechnung des Heizwärmebedarfs erfolgt beispielhaft an einem Mehrfamilienhaus mit 16 Wohneinheiten mit zentraler Trinkwarmwassererwärmung. Das Haus aus den 50ern besitzt eine Wohnfläche von rund 1.100 m² und weist keinen wesentlich verbesserten Wärmedämmstandard auf, sodass ein verhältnismäßig hoher Jahreswärmebedarf vorliegt.

Die Grundlast des Jahreswärmebedarfs ergibt sich überwiegend aus dem Wärmebedarf zur Trinkwarmwasserbereitstellung.

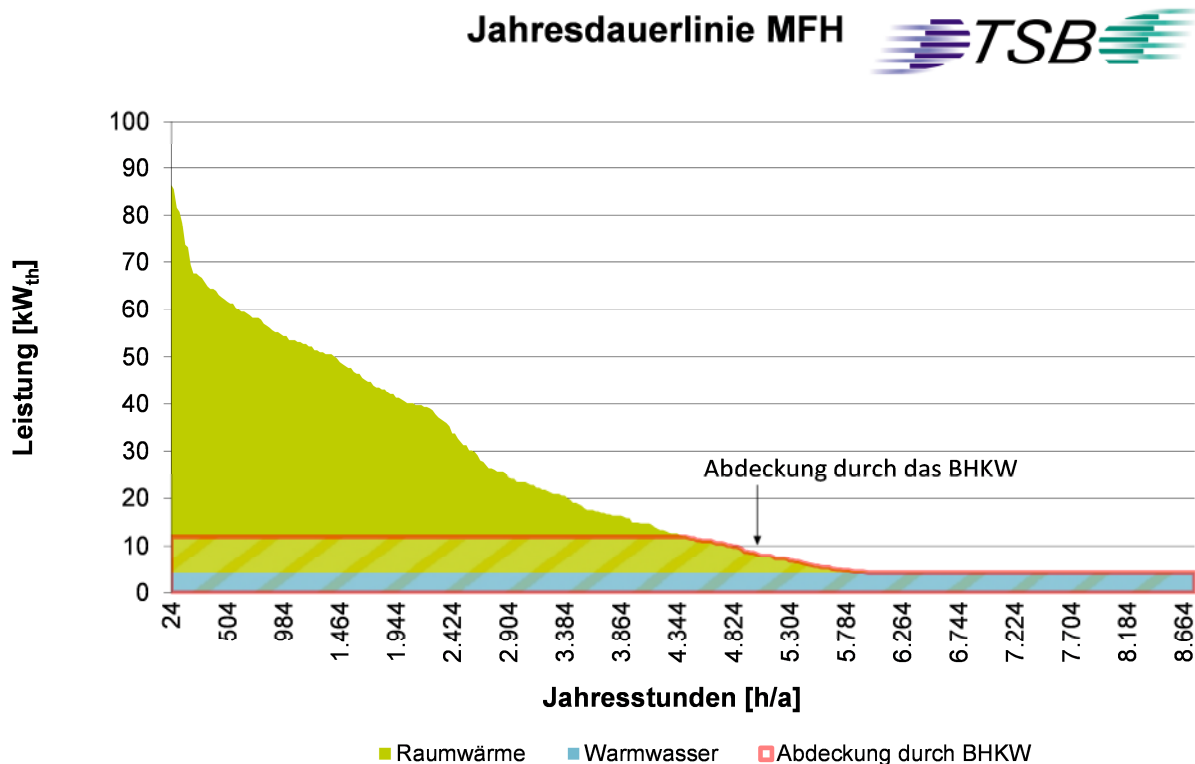


Abbildung 5-2 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Mehrfamilienhaus

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung des BHKW erfolgt unter der Annahme, dass eine Mieter-Vermieter-GbR gegründet ist. In dieser stellt der Vermieter das Blockheizkraftwerk, die Mieter mieten das BHKW und nehmen den erzeugten Strom soweit ab, wie sie ihn benötigen. Der Rest der elektrischen Energie wird in das öffentliche Netz eingespeist. Strom, der von den Mietern darüber hinaus verbraucht wird, wird zugekauft. Eine Einspeisung in das öffentliche Netz zu 100 % durch den Vermieter wirkt sich unrentabel aus.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ergibt sich aus der Summe der Kapital- sowie der Verbrauchs- und Betriebskosten abzüglich einer Gutschrift für Strom und Wärme. Die Stromgutschrift kommt durch die Einspeisung in das öffentliche Netz und die Weitergabe des Stroms an die Mieter zustande, die Wärmegutschrift berücksichtigt die vermiedene Erdgasmenge, die in einem Erdgaskessel verbraucht worden wäre. Eine Übersicht der angenommenen Rahmendaten zur Wirtschaftlichkeitsberechnung ist in Tabelle 5-1 dargestellt. Alle Angaben sind exklusive Mehrwertsteuer.

Tabelle 5-1 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Heizlast Gebäude	100	kW _{th}
Arbeitspreis Erdgas	6,2	ct/kWh _{HS}
Strompreis Bezug	21,0	ct/kWh _{el}
Strompreis Erlös: Weitergabe Mieter + KWK-Zuschlag	22,6	ct/kWh _{el}
Strompreis Erlös: EEX + KWK-Zuschlag + vermiedene Netznutzung	9,1	ct/kWh _{el}
Anteil Strom an Mieter	50	%
Anteil Strom ins öffentliche Netz	50	%

Bei der Berechnung wird angenommen, dass 50 % der erzeugten elektrischen Energie von den Mietern abgenommen werden kann.

Unter den angenommenen Rahmenbedingungen könnte ein BHKW, das etwa 12 % der gesamten Wärmeleistung abdeckt, ca. 40 % des Jahreswärmebedarfs erzeugen. Mit dieser Auslegung würde das BHKW (ca. 12 kW_{th} und 5,5 kW_{el}) rund 6.400 Vollbenutzungsstunden erreichen und sich in ca. 11 Jahren und damit innerhalb der rechnerischen Nutzungsdauer statisch amortisieren. Der Betrieb eines Blockheizkraftwerkes in einem Mehrfamilienhaus kann somit wirtschaftlich sinnvoll sein und Kosten bei Mietern und Vermietern reduzieren.

5.1.1.2 Beispiel 2: BHKW in einem Krankenhaus

Für den Einsatz eines Blockheizkraftwerks sind in einem Krankenhaus gute Voraussetzungen gegeben. Denn Krankenhäuser zeichnen sich durch einen hohen Raumwärmebedarf, einem ganzjährigen Wärmebedarf für die Warmwasserbereitstellung und durch einen hohen Strombedarf mit konstanter Grundlast aus. Zur Ermittlung des Raumwärmebedarfs werden auch hier die Tagesmitteltemperaturen Groß-Geraus herangezogen. Die Bestimmung des Warmwasserbedarfs erfolgt anhand von Kennzahlen für Krankenhäuser aus (Recknagel S. S., 2007). Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgt für ein Krankenhaus mit 220 Betten. Das BHKW wird so ausgelegt, dass möglichst hohe Vollbenutzungsstunden erreicht werden. Die Spitzenlast wird durch die Installation eines weiteren Kessels abgedeckt. Für die Berechnung der Jahresdauerlinie ergibt sich das in Abbildung 5-3 dargestellte Bild:

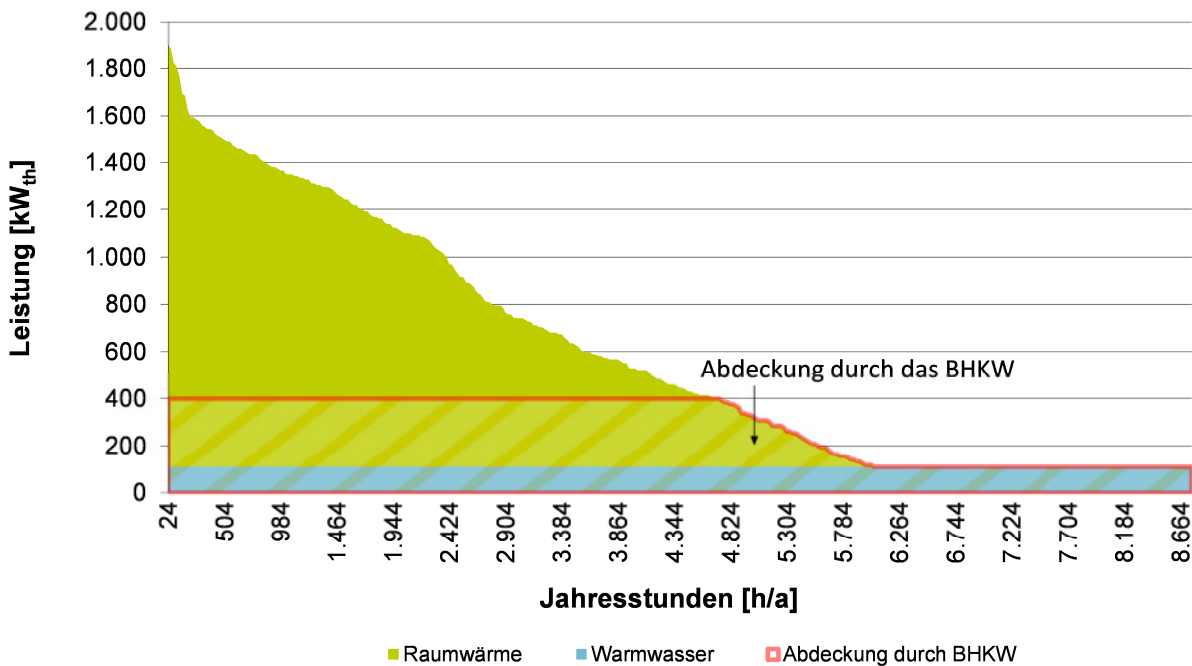


Abbildung 5-3 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Krankenhaus

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird in diesem Fall angenommen, dass das BHKW durch das Krankenhaus selbst betrieben wird. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit eines Betreibermodells, in dem die Installation und Betriebsführung durch einen Contractor geleistet wird. Die Vergabe an einen Contractor bietet den Vorteil, dass der Aufwand für Planung, Installation, Betrieb, Wartung und weitere Serviceleistungen sowie der anfangs relativ hohe Kapitaleinsatz nicht durch das Krankenhaus getragen werden muss. Ob dieses Modell wirtschaftlich interessant ist, hängt von der Höhe der vereinbarten Strom- und Wärmepreise ab.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung des BHKW ergibt sich aus der Summe der Kosten abzüglich einer Gutschrift für Strom und Wärme. Es wird davon ausgegangen, dass das Krankenhaus den erzeugten Strom zur Hälfte selbst nutzen kann. Eine Übersicht der angenommenen Rahmendaten findet sich in Tabelle 5-2. Alle Angaben sind exklusive Mehrwertsteuer.

Tabelle 5-2 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Heizlast Gebäude	2.000	kW _{th}
Arbeitspreis Erdgas	6,2	ct/kWh _{HS}
Strompreis	13,8	ct/kWh _{el}
KWK-Zuschlag Durchschnittlich über die Leistungsklassen	1,4	ct/kWh _{el}
Anteil Strom Eigennutzung	50	%
Anteil Strom ins öffentliche Netz	50	%

Bei einer Auslegung von etwa 400 kW_{th} und 250 kW_{el} könnte ein Blockheizkraftwerk mit rund 6.300 Vollbenutzungsstunden fast 50 % des Wärmebedarfs abdecken. Unter diesen Annahmen

liegt die statische Amortisation unter 5 Jahren. Damit zeigt sich das BHKW als eine wirtschaftlich sinnvolle Maßnahme in einem Krankenhaus, um Kosten und Primärenergie einzusparen.

5.1.1.3 Beispiel 3: BHKW in einem Hotel

Der Betrieb von Blockheizkraftwerken bietet sich auch im Bereich des Gastgewerbes an. Gerade Hotels besitzen einen hohen ganzjährigen Bedarf an Raumwärme und Warmwasser. Die Ermittlung des Wärmebedarfs erfolgt anhand der Tagesmitteltemperaturen Groß-Geraus. Die wärme-seitige Auslegung des BHKW soll die Grundlast abdecken und hohe Vollbenutzungsstunden erreichen. Oberhalb dieser Wärmegrundlast wird ein Spitzenlastkessel eingesetzt. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgt für ein Hotel mit 80 Zimmern mit eigener Dusche. Die Belegung beträgt über das Jahr gesehen rund 50 %. Das Warmwasser wird zentral erhitzt.

Abbildung 5-4 zeigt die Jahresdauerlinie des Hotels:

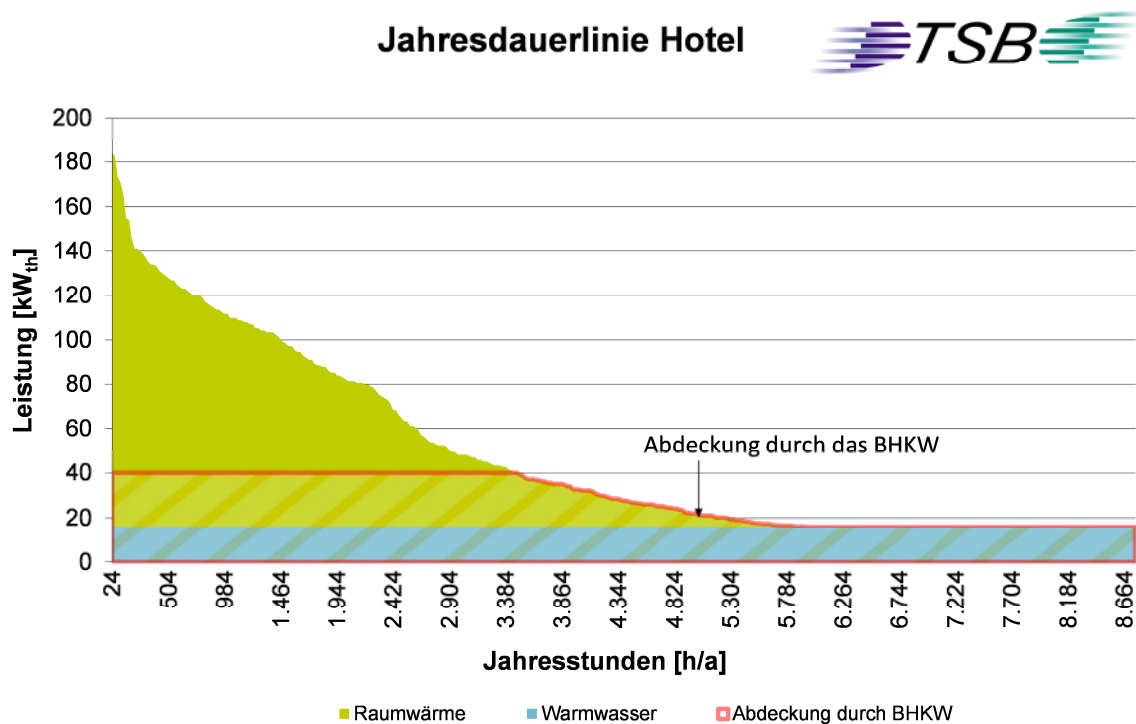


Abbildung 5-4 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Hotel

Für die ökonomische Betrachtung wird angenommen, dass das Blockheizkraftwerk vom Hotel selbst betrieben wird. Die Vergabe an einen Contractor bietet sich jedoch auch für ein Hotel an und kann eine gute Alternative zum bisherigen Beheizungssystem darstellen. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung des BHKW ergibt sich aus der Summe der Kosten abzüglich einer Gutschrift für Strom und Wärme. Es wird davon ausgegangen, dass das Hotel die Hälfte des erzeugten Stroms selbst nutzen kann. Eine Übersicht der angenommenen Rahmendaten findet sich in Tabelle 5-3. Alle Angaben sind exklusive Mehrwertsteuer.

Tabelle 5-3 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Heizlast Gebäude	300	kW _{th}
Arbeitspreis Erdgas	6,2	ct/kWh _{HS}
Strompreis	16,0	ct/kWh _{el}
KWK-Zuschlag Durchschnittlicher Zuschlag bei Laufzeit 15 Jahre	3,61	ct/kWh _{el}
Strompreis Erlös: EEX + KWK-Zuschlag + vermiedene Netznutzung	9,1	ct/kWh _{el}
Anteil Strom Eigennutzung	50	%
Anteil Strom ins öffentliche Netz	50	%

Unter den angenommenen Bedingungen könnte ein BHKW, das etwa 19 % der gesamten Wärmeleistung abdeckt, ca. 58 % des Jahreswärmebedarfs erzeugen. Mit dieser Auslegung würde das BHKW (ca. 40 kW_{th} und 25 kW_{el}) rund 6.200 Vollbenutzungsstunden erreichen und sich in ca. 9 Jahren und damit innerhalb der rechnerischen Nutzungsdauer statisch amortisieren.

5.1.2 Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

Kälte wird in Form von Klimakälte und Prozesskälte je nach Anwendung benötigt. Da es gezielt um die Energieversorgung der Gebäude im Konzept geht, beschränkt sich die Betrachtung auf die Klimakälte. Mit steigenden Komfortansprüchen gewinnt die Gebäudeklimatisierung zunehmend an Bedeutung. Die Raumklimatisierung erfolgt derzeit weitestgehend über Kompressionskältemaschinen, die mittels elektrischer Energie betrieben werden.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Klimakälte mit thermisch angetriebenen Kältemaschinen bereitzustellen. Die häufigste dabei angewendete Technik sind Absorptions- und Adsorptionskältemaschinen, wobei der Absorber bzw. Adsorber dabei rein technisch zur Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen Kreislaufes dient. Das erforderliche Temperaturniveau, das durch die Wärmequelle zur Verfügung gestellt werden muss, beträgt mindestens rund 85°C. Für die Bereitstellung der thermischen Energie zum Antrieb des Kälteprozesses bietet sich eine Vielzahl verschiedener Möglichkeiten an. So kann diese z. B. durch Blockheizkraftwerke, Nah- oder Fernwärme oder industrielle Abwärme zur Verfügung gestellt werden. Gerade beim Betrieb von BHKW bietet sich eine Kombination an, da ein Blockheizkraftwerk in der Regel nur zur Wärmebereitstellung von Warmwasser und während der Wintermonate von Raumwärme eingesetzt wird. Mit einer weiteren Nutzungsmöglichkeit der BHKW-Wärme insbesondere in den Sommermonaten kann die Kraft-Wärme-Kopplungsmaschine ihre Auslastung steigern und dadurch wirtschaftlich noch attraktiver sein. Dabei wird der eingesetzte Brennstoff noch effizienter genutzt und Emissionen vermieden. Zu den technisch geeigneten Einsatzfeldern zählen z. B. klimatisierte Büro- und Verwaltungsgebäude.

Adsorptionskältemaschinen

In der Adsorptionskältemaschine erfolgt die Verdichtung thermisch, indem Wasserdampf adsorbiert wird. Als Kältemittel wird Wasser mit einem Feststoff (Silikagel) als Adsorptionsmittel eingesetzt.

In der Adsorptionskältemaschine läuft ein zyklischer Prozess mit dem Adsorptionsmittel Silikagel ab. Indem das Adsorptionsmittel Wasser aufnimmt, entsteht Kälte, mit der das Kühl-

medium für die Klimatisierung gekühlt wird. Zur Regenerierung des Silikagels muss Wärme auf einem höheren Temperaturniveau, die z. B. aus Abwärme gewonnen wird, zugeführt werden, um die aufgenommene Feuchtigkeit wieder auszutreiben. Dadurch befindet sich das Silikagel wieder im Ausgangszustand und ist wasseraufnahmefähig. Durch das zyklische Umschalten zwischen zwei Adsorberbetten ist nur ein quasi kontinuierlicher Prozess mit einer solchen Anlage möglich.

Während Adsorptionskältemaschinen früher nur in größeren Leistungsklassen wirtschaftlich rentabel waren, haben sie mittlerweile auch in den kleinen und mittleren Leistungsklassen ab 5 kW_{th} Kälteleistung Marktreife erlangt.

Absorptionskältemaschine

Typisches Anwendungsgebiet der Absorptionskältemaschine ist der Klimabereich mit Nutzttemperaturen von +4°C bis +12°C und der Bereich tiefer Nutzttemperaturen bis -60°C. Die Lösungsmittelkombination Wasser-Lithiumbromid wird für die Klimakälte eingesetzt. Im Absorptionsprozess wird der im Verdampfer entstehende Kältemitteldampf (Wasserdampf) bei einem niedrigen Verdampfungsdruck von einem Lösungsmittel (Lithiumbromid) im Absorber aufgenommen. Die Lösungsmittelpumpe erhöht den Verflüssigungsdruck der angereicherten Lösung und fördert sie in den Austreiber. Dort wird das Kältemittel (Wasser) durch Zufuhr von Wärme ausgetrieben. Die kältemittelarme Lösung (bzw. lösungsmittelreiche Lösung) wird zum Absorber zurückgeführt. Das verdampfte Kältemittel (Wasserdampf) aus dem Austreiber kondensiert unter Wärmeabgabe im Verflüssiger wie im üblichen Kälteprozess.

Serienmäßige Absorptionskältemaschinen sind für die Heizmedien Heißwasser und Dampf im Temperaturbereich von 80 bis 180°C konzipiert. Aufgrund dessen wird hauptsächlich Abwärme von Kraftwärmekopplungsanlagen und Prozessabwärme als Wärmezufuhr für den Austreiber eingesetzt.

Im Vergleich zu Kompressionskältemaschinen mit 15 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Nutzungsdauer für Absorptionskältemaschinen meist 20 Jahre. Da Absorptionskältemaschinen bis auf die Lösungsmittelpumpe kaum mechanisch bewegte Teile besitzen, sind sie nahezu wartungsfrei.

5.1.3 Ausbauszenario

Aufbauend auf den vorhandenen KWK-Anlagen besteht noch weiteres Ausbaupotenzial. So soll z. B. mit dem (KWKG, 2012) bis 2020 in Deutschland die Stromerzeugung aus KWK auf 25 % erhöht werden. Inwiefern sich der Zubau weiterer KWK-Anlagen im Kreis Groß-Gerau darstellt wird in zwei Szenarien entwickelt.

Die Kraft-Wärme-Kopplung wird als Brückentechnologie in der zukünftigen Entwicklung der Energieversorgung verstanden. Im Zuge der Energiewende ändern sich die Rahmenbedingungen für den Einsatz von KWK-Anlagen, denn die erneuerbare Stromerzeugung wird zunehmen und gleichzeitig der Wärmeverbrauch in Gebäuden zurückgehen. Ein gewisser Grundstock an Anlagen wird auch bei verstärktem Ausbau erneuerbaren Stromerzeugung erforderlich sein. Insgesamt schätzt (DLR, 2012) ein, dass der Anteil der KWK an der zukünftigen Stromversor-

gung eher gering ausfällt. Damit wäre auch in der Wärmeversorgung von einem geringen Anteil auszugehen. Unter den beschriebenen Bedingungen wird empfohlen den KWK-Ausbau voranzutreiben unter Beachtung, dass der langfristig benötigte Grundstock nicht überschritten wird. Auf den beiden Studie (Prognos, 2010) und (DLR, 2012) beruhen die im Folgenden beschriebenen Szenarien.

Das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG, 2009) verfolgt das Ziel, den Anteil der Stromerzeugung aus KWK bis 2020 auf 25 % zu erhöhen.

Während heute die Stromkennzahl, die für das Verhältnis zwischen elektrischer und thermischer Leistung einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage steht, nach (DLR, 2012) bei 0,46 liegt, wird sie bis 2050 kontinuierlich auf 0,72 steigen. Das hat zur Folge, dass sich in der Kraft-Wärme-Kopplung die Energieerzeugung zur Stromerzeugung verlagert und sich dadurch die Wärmeerzeugung in der KWK verringert. Trotz Zubau von KWK-Anlagen bedeutet das einen Rückgang der Wärmeerzeugung. Aber da der Wärmeverbrauch durch Energieeinsparmaßnahmen ebenfalls sinkt, kann trotzdem der KWK-Anteil an der Wärmeversorgung zunehmen.

Zu beachten ist, dass der fossile Brennstoff langfristig durch erneuerbare Energien ersetzt wird. Dazu zählen u. a. auch Wasserstoff und Methan aus erneuerbaren Energien. Derzeit beträgt der Anteil erneuerbarer Energien in der KWK 11,7 % und wird bis 2050 auf 52 % zunehmen.

Es zeigt, dass der KWK-Ausbau von sehr vielen Faktoren und z. T. gegenläufigen Entwicklungen beeinflusst wird. (DLR, 2012) gewichtet für den KWK-Ausbau wirksame Förderprogramme und Anreizsysteme stärker als geeignete Wärmesenken in der dezentralen und zentralen Wärmeversorgung.

Für die Entwicklung des nur der Wärmeerzeugung zu zurechnende Endenergieverbrauchs durch den Zubau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlage sind zwei Annahmen getroffen:

- Trendszenario
Die Annahme basiert auf der Fortschreibung der bisherigen Entwicklung zwischen 1993 und 2010 nach Daten aus (BAFA, 2011). Hieraus ergibt sich ein Zubau der Wärmeleistung von ca. 150 kW_{th} pro Jahr. Es werden im Durchschnitt 5.000 Vollbenutzungsstunden angenommen.
- Klimaschutzszenario
Die Annahmen des Klimaschutzszenarios ist an (DLR, 2012) angelehnt.

In der nachstehenden Abbildung 5-5 ist die Entwicklung des wärmeanteiligen Endenergieverbrauchs durch den Zubau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen dargestellt.

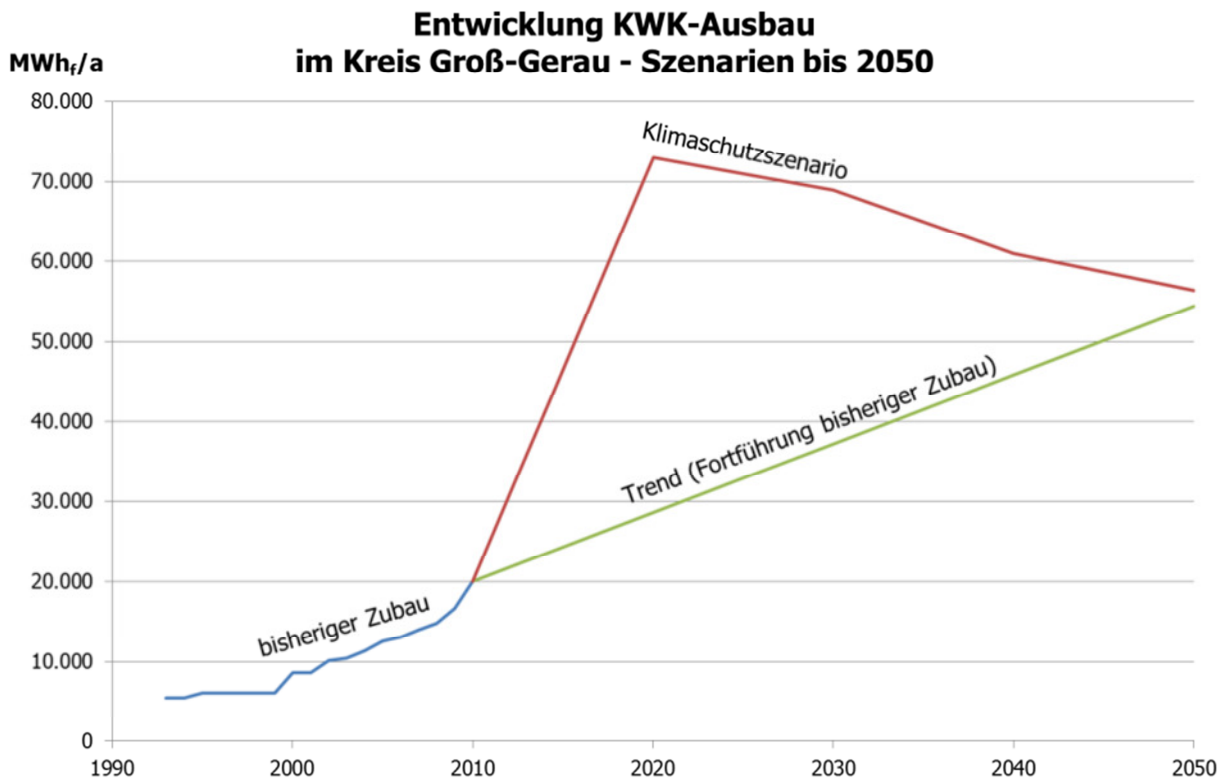


Abbildung 5-5 Entwicklung wärmeanteiliger Endenergieverbrauch durch Zubau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlage

Das aus (DLR, 2012) abgeleitete Klimaschutzszenario berücksichtigt gerade im Ausbau der nächsten zehn Jahre das im (KWKG, 2012) formulierte Ziel, bis 2020 die Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland auf 25 % anzuheben. Durch die heutige Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet kommt der Verlauf des Klimaschutzszenarios zustande.

Das Trendszenario entwickelt sich linear aus dem bisherigen Zubau, sodass sich bis 2020 der wärmeanteilige Endenergieverbrauch mit rund 37.000 MWh/a gegenüber 2010 fast verdoppelt.

5.2 Potenziale industrielle Abwärmenutzung

In der Industrie wird durch vielfältige Energie- und Prozessverfahren industrielle Abwärme erzeugt. Die Abwärmequellen sind dabei sehr unterschiedlicher Natur und reichen von raumluft-technischen Anlagen über mit Elektromotoren betriebene Systeme bis hin zu Prozessanlagen wie z. B. Trocknern, Öfen oder Kesseln.

Rund 56 % der aus betrieblichen Prozessen anfallenden Abwärme fällt nach (Fraunhofer ISI, 2003) diffus durch Strahlung und Konvektion an (z.B. Oberflächenverluste von Anlagen), so dass eine gezielte Nutzung nur bedingt erfolgen kann. Bei den verbleibenden 44 % handelt es sich um mediengedundene Abwärmeströme wie z.B. Abluft- und Abgasströme, Kühlflüssigkeiten oder den Wärmeinhalt eines Produktes. Diese konzentrierte Abwärme fällt häufig auf höherem Temperaturniveau als die diffuse Abwärme an und ist prinzipiell für eine Nutzung besser geeignet.

Durch energieeffiziente Komponenten und eine effiziente Betriebsweise kann zwar die Abwärmemenge reduziert, jedoch nie vollkommen ausgeschlossen werden. Eine Abwärmenutzung sollte aus wirtschaftlichen Gründen nach der unten aufgelisteten Reihenfolge beurteilt werden:

- produktionsinterne Nutzung,
- betriebsinterne Nutzung,
- externe Nutzung.

Durch die Nutzung der Abwärme kann die Energieeffizienz und damit die Wirtschaftlichkeit des Betriebes häufig gesteigert werden. Die bestehende Wärmeversorgung wird dadurch entlastet. Insofern ergeben sich zahlreiche Vorteile aus Abwärmenutzung:

- Verminderung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen,
- Verminderung der Energiekosten und damit Produktionskosten,
- Reduzierte Nutzung der Wärmeerzeugungsanlagen bis hin zu reduziertem Wärmeleistungsbedarf und damit niedrigeren Investitionskosten,
- Reduzierte Nutzung der Kühlanlagen bis hin zu reduziertem Kälteleistungsbedarf und damit niedrigeren Investitionskosten.

In Industrieproduktionen fällt meist Abwärme an, die nicht mehr nutzbar ist und das Gebäude z. B. über raumluftechnische (RLT-) Anlagen bzw. den eigentlichen Prozess verlässt. Genannt sei hier beispielsweise die mit Feuchtigkeit beladene warme Abluft aus Trocknern und Backöfen. Zum anderen fällt Abwärme bei elektrischen Antrieben an. Dies trifft beispielsweise charakteristisch für Druckluftkompressoren, Pumpen, Kompressionskältemaschinen etc. zu. Durch energieeffiziente Komponenten und eine effiziente Betriebsweise kann hier zwar die Abwärmemenge reduziert, jedoch nie vollkommen ausgeschlossen werden.

Nachfolgend sind die wichtigsten Abwärmequellen aufgeführt:

- Druckluft
- RLT-Anlagen
- Trocknung
- Kälteanlagen
- Abgas
- Prozessabluft
- (Brüden-)Dampf
- Abwasser
- Thermische Nachverbrennung

Bei der Abwärmenutzung kann prinzipiell zwischen der Wärmerückgewinnung (bzw. interne Abwärmenutzung) und der externen Abwärmenutzung unterschieden werden:

Bei der Wärmerückgewinnung (WRG) wird die Abwärme dem Ursprungsprozess bzw. der gleichen Anlage ohne wesentliche Zeitverschiebung wieder zugeführt. Dadurch wird der Anlagenwirkungsgrad der Anlage erhöht (z.B. RLT-Anlagen). Im Bereich der WRG stehen häufig standardisierte Verfahren zu Verfügung.

Bei der externen Abwärmenutzung (AWN) kommt die Abwärme dagegen nicht im ursprünglichen Prozess zum Einsatz. Durch die Mehrfachnutzung der Wärme wird die Energieeffizienz des Anlagenverbundes erhöht; der Wirkungsgrad der einzelnen Anlagen bleibt jedoch unverändert. Kann die Abwärme nicht betriebsintern genutzt werden, so besteht die Möglichkeit der Abgabe an Dritte. Mit den Erlösen aus der Wärmeabgabe können die Energiekosten des Betriebes reduziert werden. AWN-Anlagen sind aufgrund der Vielfalt der Kombinationsmöglichkeiten von Wärmequellen und –verbrauchern individuell zu planen.

Systeme zur Wärmerückgewinnung bzw. Abwärmenutzung können in vielen Fällen wirtschaftlich umgesetzt und betrieben werden. Voraussetzung ist, dass die Abwärmequelle und die Wärmesenken zueinander passen. Wichtige Kriterien sind daher:

- **nutzbares Temperaturniveau:** die Temperatur der Abwärme muss die der Wärmesenke übersteigen (mind. 5 - 10 K). Je höher die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke, umso besser ist die Übertragung der Wärme.
- **Wärmemenge und Wärmeleistung:** stimmen die zur Verfügung stehende Abwärmemenge und Wärmeleistung nicht mit dem Bedarf überein, muss ggf. die Spitzenlast durch eine weitere Anlage abgedeckt werden oder aber überschüssige Abwärme geht weiterhin verloren. Die Wirtschaftlichkeit der Wärmerückgewinnung kann auch schon bei geringen Abwärmemengen gegeben sein, wenn die Anlage kontinuierlich (= hohe Vollbenutzungsstunden) genutzt wird, der Umsetzungsaufwand nicht hoch und der substituierte Brennstoffpreis ausreichend hoch liegt.
- **Platzbedarf und räumliche Nähe:** Da die Kosten und Möglichkeiten der Einbindung entscheidend für die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme sein können, sollten Abwärmequelle und Wärmesenke möglichst nahe beieinander liegen bzw. muss entsprechend Platz zur Installation des Systems vorhanden sein. Welche Entfernung wirtschaftlich überbrückt werden kann, hängt von der übertragenen Wärmemenge, den Investitionskosten für die restliche Wärmenutzungsanlage, dem substituierten Brennstoffpreis und dem Transportmedium und damit von den spezifischen Kosten für die Wärmeübertragungsleitung ab.
- **Zeitliche Differenz zwischen Wärmeangebot und –bedarf:** Je größer die Übereinstimmung im zeitlichen Verlauf zwischen der Wärmequelle und der Wärmesenke, desto besser kann die Abwärme genutzt werden. Häufig stimmt das Bedarfsprofil jedoch nicht mit dem Angebotsprofil überein. In diesem Fall besteht die Möglichkeit mit einem Wärmespeicher Leistungsspitzen und zeitliche Differenzen abzupuffern.
- **Jährliche Betriebsstunden und Nutzungsdauer der Anlage:** Je länger eine Anlage in Betrieb ist und je höher die Vollbenutzungsstunden sind, desto besser fällt die Wirtschaftlichkeit einer entsprechenden Wärmerückgewinnungsanlage aus.
- **Betreibermodell:** Ermöglichen die technischen und ökonomischen Rahmenbedingungen eine Abwärmenutzung, muss ein denkbares Betreibermodell erörtert werden. Der Wärmeverkauf ist nicht das Kerngeschäft der Unternehmen, die die Abwärme anbieten. Für eine wirtschaftliche Erschließung müssen längerfristige Verträge abgeschlossen werden. Darin gilt es zu klären, was mit der Wärmeversorgung bei einer Produktionsumstellung passiert, mit der das Produkt zukünftig energieeffizienter und im

Umkehrschluss mit weniger Abwärme hergestellt werden kann. Weiterhin muss rechtlich geklärt sein, welche Folgen eine Standortschließung oder sogar eine Insolvenz haben.

Ein weiteres ausschlaggebendes Kriterium für die Umsetzung einer Maßnahme ist die Wirtschaftlichkeit der Investition. Nicht jeder wärmefreisetzende Prozess kann wirtschaftlich genutzt werden. Die Wärme muss mit vertretbarem Aufwand erschlossen und transportiert werden können. Je aufwändiger dieser Prozess ist, desto höher liegen die Investitionskosten. Die Wirtschaftlichkeit hängt zum anderen aber auch sehr stark von den Energiepreisen ab. Bei steigenden Preisen für Strom und fossile Brennstoffe amortisiert sich die Investition umso schneller, je höher die Preise steigen.

Auch die Versorgungssicherheit und die Gewährleistung der Produktion spielen eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung. Wird ein Prozess ausschließlich mit Abwärme betrieben, ist häufig ein redundantes System vorzusehen, um den durchgängigen Anlagenbetrieb auch bei Ausfall der Abwärmequelle zu gewährleisten. Handelt es sich um einen sensiblen Prozess, bei dem beispielsweise die chemische Reaktion von einem bestimmten Temperaturniveau abhängt, müssen die prozesstechnischen Rahmenbedingungen vor einer Abwärmenutzung unbedingt im Detail geprüft werden.

Abbildung 5-6 zeigt, dass die Art der Nutzung der Abwärme maßgeblich vom Temperaturniveau der Abwärmequelle bestimmt wird. Es wird dargestellt, welche Abwärmequellen mit den einhergehenden Temperaturniveaus für eine Abwärmesenke genutzt werden können.

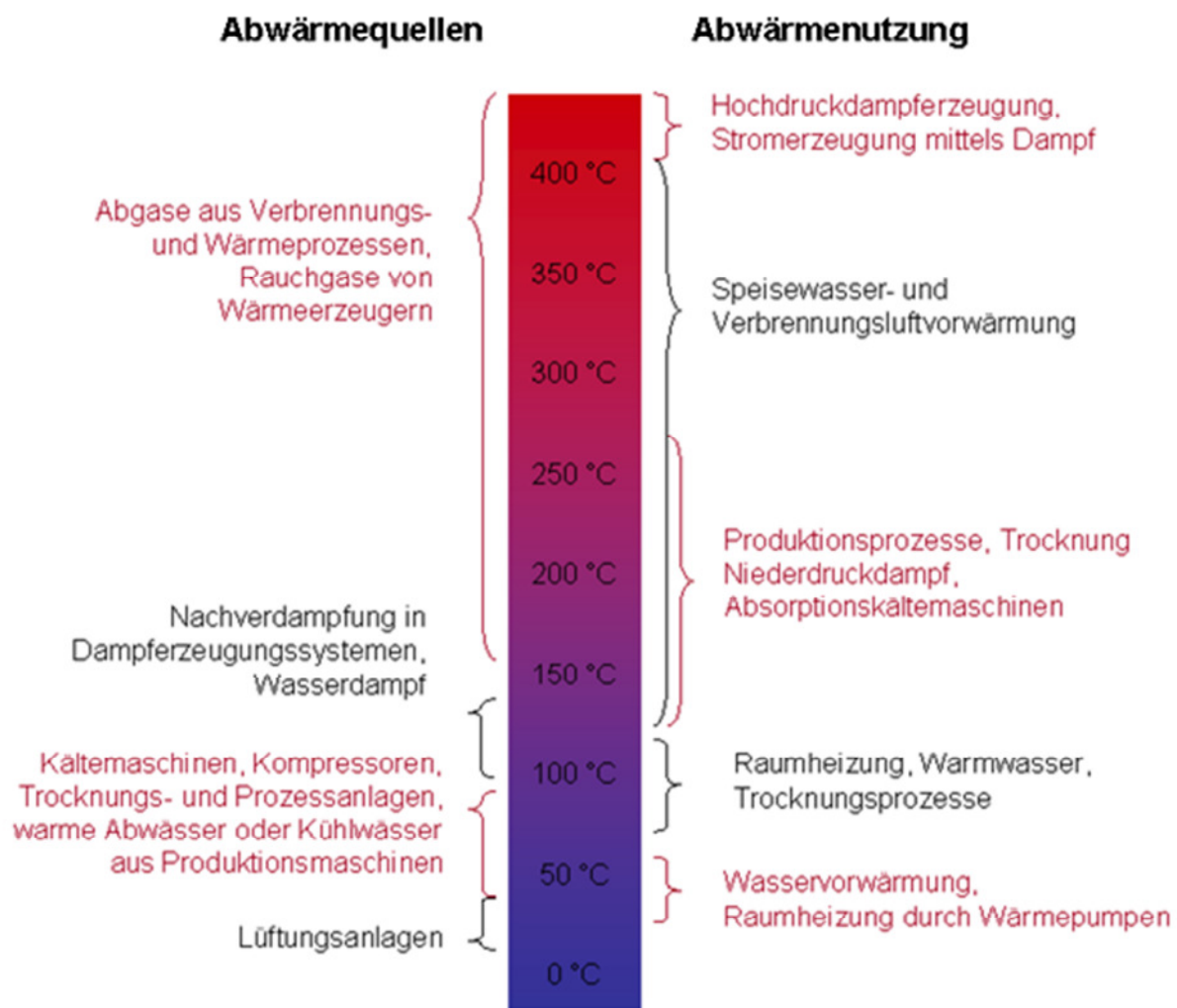


Abbildung 5-6 Beispiele Abwärmequelle und –senke (eigene Darstellung)

So können z. B. Kraftwerke aufgrund ihrer Verbrennungsprozesse die Abwärme zur Speisewasser- und Verbrennungsluftvorwärmung nutzen. Aber auch Absorptions- und Adsorptionskälteanlagen (AKM) können Abwärme für die Kälteerzeugung nutzen. Im Gegensatz zu Kompressionskältemaschine findet statt der mechanischen Verdichtung eine thermische Verdichtung statt. Die erforderliche Heizleistung kann bei AKM durch eine direkte oder indirekte Befeuerung, d.h. durch Abwärme, bereitgestellt werden. Serienmäßige Absorptionskältemaschinen sind für die Heizmedien Heißwasser und Dampf im Temperaturbereich von 80 bis 180°C konzipiert. Mit Adsorptionskälteanlagen können dagegen auch Temperaturen mit nur 55°C noch genutzt werden. Bei ausreichend hohen Abwärmepertemperaturen (95°C – 300°C) bietet sich die Nutzung der Abwärme zur Stromerzeugung an. Dies kann – inzwischen technisch ausgereift und von unterschiedlichen Herstellern am Markt verfügbar – über den so genannten ORC-Prozess (ORC = Organic Rankine Cycle) geschehen. Der ORC-Prozess entspricht dem Dampf-Kraft-Prozess. Anstelle von Wasser kommt ein leicht siedendes organisches Arbeitsmedium zum Einsatz. Die Abwärme wird zur Verdampfung des Arbeitsmediums im ORC-Prozess genutzt.

Die Abwärme von z. B. Kältemaschinen und Kompressoren ist schon durchaus ausreichend für eine Raumheizung und die Bereitstellung von Warmwasser.

Zur weiteren Spezifikation, welche Abwärmesenkentechnologie für welche Industriebranche sinnvoll ist, wurde von (Saena, 2012) eine Auswahlhilfe erarbeitet. Es wurden auf Basis des NACE-Codes (**N**omenclature statistique des **a**ctivités économiques dans la **C**ommunauté **e**uropéenne) Branchen mit einem Abwärmepotenzial aufgeschlüsselt. Für die Darstellung der Einsetzbarkeit der Technologien in den Branchen wurde auf das bewährte Ampelsystem zurückgegriffen.

Für die Bewertung der Eignung einer Technologie für eine Branche wurden folgende Faktoren berücksichtigt:

- Temperaturniveau der Abwärme,
- Leistungsklasse der Abwärme,
- zeitlicher Anfall und Volllaststunden der Abwärme,
- realistischer Bedarf nach dem Produkt der Nutzungstechnologie (z.B. Kälte),
- üblicher Standort und Betriebsgröße (wichtig für externe Verwendung der Abwärme).

Einzelne Betriebe innerhalb der Branchen unterscheiden sich zum Teil deutlich voneinander, so dass sowohl die Angaben zum Temperaturniveau der Prozesswärme als auch die Erstbewertung der Technologien nicht immer allgemeingültig ist. Wie oben bereits angedeutet, ist für die potenziell nutzbare Technologie das Temperaturniveau der Abwärme ausschlaggebend. Die Temperatur der Abwärme ist jedoch sehr stark von den bereits eingesetzten Maßnahmen zur Energierückgewinnung abhängig, weshalb es nicht in diese Tabelle aufgenommen wurde.

Nach dieser Einordnung von (Saena, 2012) besitzen die im Kreis Groß-Gerau ansässigen Branchen Metallverarbeitung, Glas- und Keramikherstellung ein weit nutzbares Abwärmepotenzial bzw. ein breites Anwendungsfeld (wie z. B. Wärmepumpen, betriebsinterne Wärmenutzung). Dem Maschinen- und Fahrzeugbau sowie der Herstellung von Gummi und Kunststoffwaren wird ein beschränktes Potenzial zugesprochen. Die restlichen Branchen besitzen durchaus Abwärmepotenziale, die aber mit den heute vorhandenen Technologien kaum wirtschaftlich nutzbar sind. Hierfür bedarf es Einzelfalluntersuchungen.

Grundsätzlich muss ein Abwärmekonzept für jeden Betrieb einzeln ausgearbeitet werden, da die konkreten Anforderungen und Leistungsdaten stark variieren. Dazu finden sich bereits viele Handlungsleitfäden für Unternehmen, um die eigenen Potenziale zu ermitteln. Die Investitionskosten zur Errichtung eines Wärmenutzungssystems hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab und können nur nach sorgfältiger Planung und Kalkulation belastbar angegeben werden.

5.2.1 Methodik

Zum industriellen Abwärmepotenzial existieren nur wenige Erhebungen. Im Wesentlichen beruhen die folgenden Berechnungen auf Erkenntnissen von (IZES, 2011) und (DLR, 2012).

Grundsätzlich wird nach drei Arten von Abwärmepotenzialen in (IZES, 2011) unterschieden:

- **Theoretisches Abwärmepotenzial:** theoretisch physikalisch nutzbares Energieangebot.

- **Technisches Abwärmepotenzial:** Anteil des theoretischen Energieangebotes, der mit den zurzeit verfügbaren Technologien nutzbar ist, ohne Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeitsaspekten.
- **Wirtschaftliches Abwärmepotenzial:** Das nach einer Kosten-Nutzen Analyse verfügbare, nutzbare Energiepotenzial.

In (IZES, 2011) ist für Deutschland aus dem Endenergieverbrauch in der Industrie das theoretische Abwärmepotenzial nach folgenden Annahmen ermittelt:

- Der Anteil der Prozesswärme am Endenergieverbrauch beträgt 66,8 %.
Die theoretisch nutzbare Abwärme aus der Prozesswärme beträgt 60 %.
- Der Anteil der mechanischen Energie am Endenergieverbrauch beträgt 21,9 %.
Der Anteil der Abwärme an der mechanischen Energie beträgt 10 %.
- Der Anteil der theoretisch nutzbaren Abwärme aus Prozesswärme und mechanischer Energie beträgt 60 %

Es handelt sich hierbei um eine rein statistische Erhebung, deren technische und wirtschaftliche Plausibilität nicht untersucht wurde. Es wird u. a. angenommen, dass in den verbleibenden 40 % die bereits umgesetzten Energieeinsparungen enthalten sind (IZES, 2011).

Aus (Hessisches Statistisches Landesamt, 2012) kann der Endenergieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes im Kreis Groß-Gerau abgelesen werden, so dass mit Hilfe dieser Annahmen ein erstes Abwärmepotenzial ermittelt werden kann.

Auf der Grundlage von (DLR, 2012) kann ein Szenario zum Abwärmepotenzial erstellt werden. Danach wird mit einer Reduktion des Prozesswärmebedarfs um 30 % bis zum Jahr 2050 gerechnet. Der industriebedingten Prozesswärme werden noch große Einsparpotenziale zugestanden, weswegen (DLR, 2012) die angegebenen Einsparpotenziale von 30 % als konservativ ansieht. Es wird u. a. beschrieben, dass der Ausbau des Energiecontractings und die Abwärmenutzung beispielsweise über Kaskadenschaltung zu einer gesteigerten Effizienz führen. Demnach ist der Ausbau der Abwärmenutzung ein Bestandteil zur Verringerung des Endenergieverbrauchs für Prozesswärme. Darüber hinaus kann, wie oben beschrieben, die Abwärme auch betriebsintern bzw. auch extern zur Gebäudebeheizung eingesetzt werden. In der Papierindustrie sind nach aktuellen Untersuchungen sogar Einsparungen bis zu 50 % möglich und auch in der Grundstoffchemie werden Einsparungen von 37 % erwartet. Den Unternehmen wird ein hohes Eigeninteresse an der Effizienzsteigerung der Prozesswärmeanwendung unterstellt, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Ausgehend von den Basisdaten können im nächsten Schritt Szenarien abgeleitet werden. Es werden ein Trendszenario und ein Klimaschutzszenario gebildet, wobei letzteres ambitioniertere Ziele setzt. Die geringe Datengrundlage erfordert für die Darstellung der Szenarien ebenfalls einige Annahmen. Es wird angenommen, dass von dem ermittelten theoretischen nutzbaren Anteil der Abwärme nur 50 % technisch-wirtschaftlich nutzbar sind. Die Entwicklung der Szenarien startet bei einer Leistung von Null MWh_{th}/a, da keine Anhaltspunkte über die heutige Abwärmenutzung bekannt sind. Für das Trendszenario wird bis zum Jahr 2050 angenommen, dass 10 % des theoretisch nutzbaren Potenzials genutzt werden, das Klimaschutzszenario hingegen rechnet mit dem doppelten Anteil.

5.2.2 Ergebnis

Für das Jahr 2010 gibt das (Hessisches Statistisches Landesamt, 2012) einen Endenergieverbrauch im verarbeitenden Gewerbe von 8.545.261 GJ an. Bei dieser Angabe muss beachtet werden, dass zum einen der Einsatz von Brennstoffen zur Stromerzeugung in eigenen Anlagen Doppelzählungen im Gesamtenergieverbrauch enthält und zum anderen der nicht-energetische Verbrauch ebenfalls enthalten ist. Aus diesem Grund ist der Fernwärmeverbrauch mit 1.704 51 GJ vom gesamten Endenergieverbrauch abgezogen. Folgendes theoretisches Abwärmepotenzial ergibt sich für den Kreis Groß-Gerau:

Tabelle 5-4 Potenzial industrieller Abwärme im Kreis Groß-Gerau

Endenergieverbrauch verarbeitendes Gewerbe (ohne Fernwärme)	1.900.200 MWh _f /a
Prozesswärme (66,8 % des Endenergieverbrauchs)	1.269.300 MWh _{th} /a
Theoretisch nutzbares Abwärmepotenzial aus Prozesswärme (60 % der Prozesswärme)	761.600 MWh _{th} /a
mechanische Energie (21,9 % des Endenergieverbrauchs)	416.100 MWh _{th} /a
Abwärme aus mechanischer Energie (10 % der mechanischen Energie)	41.600 MWh _{th} /a
Theoretisch nutzbares Abwärmepotenzial aus mechanischer Energie (60 % der Abwärme aus mechanischer Energie)	25.000 MWh _{th} /a
Summe theoretisch nutzbares Abwärmepotenzial	786.600 MWh_{th}/a

Momentan wird nach Tabelle 5-4 das praktisch nutzbare Abwärmepotenzial im Kreis Groß-Gerau auf ca. 786.600 MWh_{th}/a geschätzt. Das macht etwa 41 % des Endenergieverbrauchs im verarbeitenden Gewerbe, also der Industrie, aus. Herausgerechnet ist hierbei die Fernwärme, da Doppelzählungseffekte vermieden werden sollen. Nach der Studie (ifeu, 2010) kann angenommen werden, dass im Durchschnitt der in Deutschland vertretenden Branchen ein Drittel des Abwärmepotenzials im Temperaturbereich von 60 bis 140 °C liegt und der restliche Anteil > 140 °C. Es ist aber unbekannt, wie viel von diesem Potenzial in der Industrie im Kreis Groß-Gerau bereits ausgeschöpft wird. Da es sich lediglich um das theoretische Abwärmepotenzial handelt, muss nach Berücksichtigung des technischen und wirtschaftlichen Potenzials mit einem wesentlich niedrigeren nutzbaren Abwärmeangebot gerechnet werden.

5.2.3 Ausbauszenario

In (DLR, 2012) wird bis 2050 mit 30 % Endenergieeinsparung in der Prozesswärmebereitstellung bezogen auf 2010 ausgegangen, weil heute schon die industriellen Einsparpotenziale in Deutschland relativ weit umgesetzt sind und sich die Hebung weiterer Potenziale aufwendiger gestaltet. Es wird beschrieben, dass der Ausbau des Energiecontractings und die Abwärmenutzung beispielsweise über Kaskadenschaltung zu einer gesteigerten Effizienz führen. Demnach ist der Ausbau der Abwärmenutzung ein Bestandteil zur Verringerung des Endenergieverbrauchs für Prozesswärme. Darüber hinaus kann, wie oben beschrieben, die Abwärme auch betriebsintern bzw. auch extern zur Gebäudebeheizung eingesetzt werden.

Gemäß den eben getroffenen Annahmen stellt die Abbildung 5-7 die beiden Szenarien dar. Den Szenarien wird eine statische Nutzung der Abwärme unterstellt, d. h., es wird nicht berücksichtigt, dass die Nutzung der Abwärme in Zukunft mit neuen Technologien effizienter erfolgen könnte, da hierzu keine Anhaltspunkte bekannt sind.

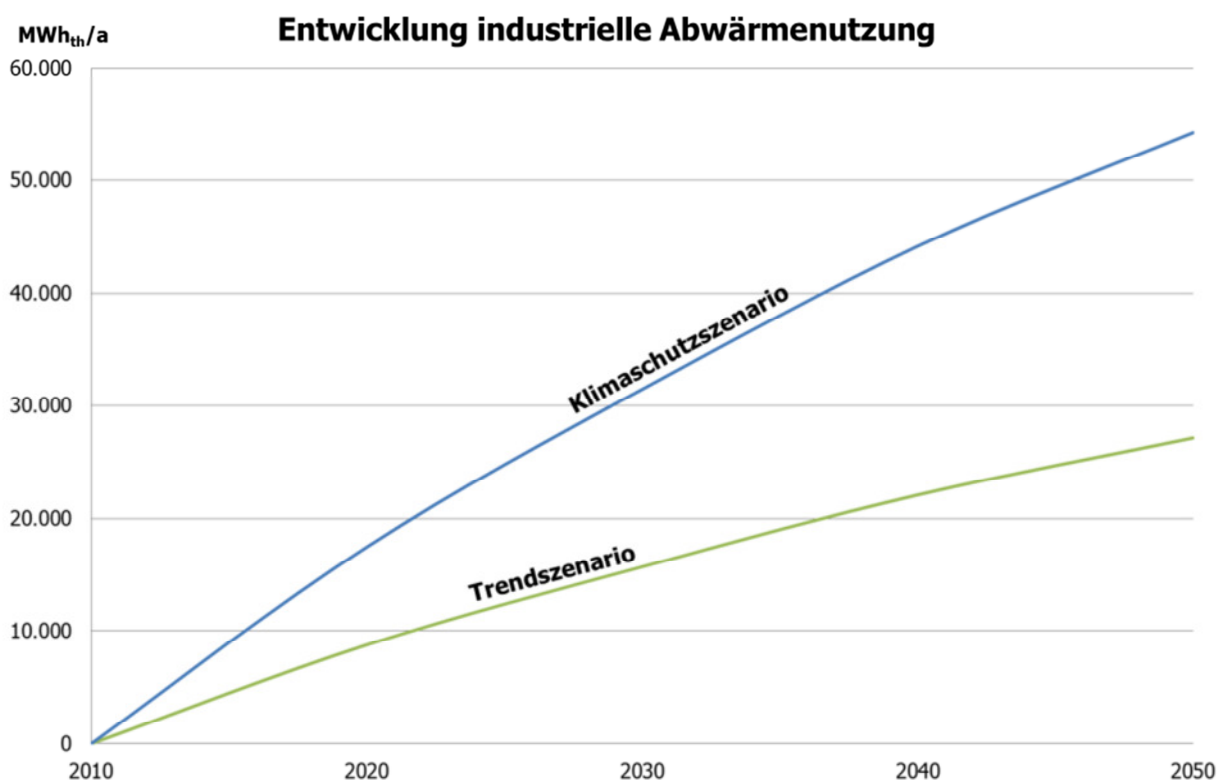


Abbildung 5-7 Entwicklung industrielles Abwärmepotenzial im Kreis Groß-Gerau

Abbildung 5-7 zeigt, dass im Trendszenario bis 2020 etwa 9.000 MWh_{th}/a genutzt werden können. Das ambitioniertere Klimaschutzscenario sieht eine Verdoppelung der Abwärmenutzung im Vergleich zum Trendszenario vor.

5.3 Potenziale zur Abwasserwärmenutzung

Für die Nutzung von Wärmepotenzialen aus Abwässern bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Die Gewinnung der Wärme direkt aus dem Kanalsystem vor der Kläranlage oder die Nutzung des gereinigten Abwassers hinter der Kläranlage.

Potenziale aus dem Kanalsystem

Um Wärmepotenziale aus Abwasserkanalsystemen gewinnen zu können, werden Wärmetauscher direkt in einem Abwasserkanal installiert und mit einer Wärmepumpe verbunden. Die durchschnittlichen Abwassertemperaturen betragen selbst im Winter i. d. R. rund 10 bis 15 °C und eignen sich daher gut als Wärmequelle für Wärmepumpen (DBU, 2005). Voraussetzung dabei ist, dass ausreichend große Trockenwetterabflüsse (mindestens 15 l/s) vorhanden sind (DBU, 2005), um genügend Wärme aus dem Abwasser zu ziehen und sich geeignete Abnehmer in nächster Umgebung befinden. Die Wärmeabnehmer sollten dabei nur niedrige Vorlauftemperaturen benötigen, wie sie z. B. bei Flächenheizungen oder Niedrigenergiehäusern gebraucht werden, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu gewährleisten. Meist ist die Installation von Wärmetauschern nur in Hauptsammlern möglich, da diese ausreichend groß dimensioniert sind und die erforderlichen Durchflussmengen beinhalten.

Potenziale aus gereinigtem Abwasser

Die Nutzung der Wassermengen aus dem Ablauf einer Kläranlage bietet im Vergleich zu den Abwässern im Kanalsystem zum einen den Vorteil, dass die Leistung der Wärmetauscher aufgrund des gereinigten Abwassers weniger durch Ablagerungen vermindert wird. Zudem können größere Wärmemengen aufgrund einer höheren Temperaturabsenkung entnommen werden. Denn während im Winter die Temperaturabsenkung im Zulauf einer Kläranlage durchschnittlich 0,5 °C nicht überschreiten bzw. die Zulufttemperatur von 10 °C nicht unterschritten werden sollte, um die Reinigungsleistung der Kläranlage nicht zu beeinträchtigen, darf die Ablauftemperatur in den Vorfluter auf 3 °C verringert werden (DBU, 2005). Dadurch kann ein Vielfaches der gerade im Winter benötigten Wärmemengen im Ablauf entnommen werden.

Der Nachteil besteht darin, das Wärmepotenzial zu den Verbrauchern zu bringen, da sich diese i. d. R. nicht in direkter Nachbarschaft zu einer Kläranlage befinden. Um die Wärme aus dem Ablauf zum Nutzer zu transportieren, stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Erstere besteht im Aufbau eines Nahwärmenetzes. Dabei wird das gereinigte Abwasser zu einer Heizzentrale geführt, in der mittels einer Wärmepumpe und eines Spitzenlastkessels die Wärme auf das benötigte Temperaturniveau angehoben und anschließend an die Verbraucher verteilt wird. Die zweite Variante besteht in der Installation eines Kaltwassernetzes. Hierzu wird mittels Wärmetauschern Wärme aus dem Ablauf gezogen und über ein Kaltwassernetz verteilt. Jeder Verbraucher betreibt hierbei selbst eine Wärmepumpe, um das benötigte Temperaturniveau zu erreichen. Der Vorteil des Kaltwassernetzes gegenüber einem Nahwärmenetz liegt in dem geringeren Temperaturniveau, wodurch geringe Wärmeverluste entstehen und größere Entfernungen zum Abnehmer möglich sind. Jedoch muss darauf geachtet werden, dass die Wärmeabnehmer hinsichtlich ihres Heizungssystems und Wärmebedarfs für die Nutzung einer Wärmepumpe geeignet sind.

Datenbasis

Für die Abschätzung der Potenziale aus dem Kanalsystem und dem Ablauf wurden die mittleren Trockenwetterabflussmengen bestimmt. Im Untersuchungsgebiet befinden sich dreizehn Kläranlagen. Für fünf Kläranlagen mit ausreichenden Angaben wurde das Wärmepotenzial aus Abwässern untersucht. Vorliegende Daten sind in Tabelle 5-5 dargestellt:

Tabelle 5-5 Trockenwetterabfluss und Abwassertemperatur

Kläranlage	Mittlerer Trockenwetterabfluss l/s	Minimale Abwassertemperatur °C
Geinsheim	5,8	9,2
Ginsheim-Gustavsburg + Bischofsheim	37,0	-
Mörfelden-Walldorf	99,1	7,5
Nauheim	17,2	-
Stockstadt	7,7	15,9
Trebur	9,8	9,5

5.3.1 Methodik

Anhand der Abflussmengen und –Temperaturen können die theoretischen Wärmemengenpotenziale berechnet werden. Dazu wird im Zulauf von einer maximalen Temperaturabsenkung um 0,5 K und im Ablauf von einer maximalen Temperaturabsenkung auf 3 °C ausgegangen. Da nur Daten der Zulauftemperaturen vorlagen, wird davon ausgegangen, dass ähnliche Temperaturen im Ablauf vorliegen.

5.3.2 Ergebnis

Potenziale aus dem Kanalsystem

Die in Tabelle 5-5 aufgeführten Abwassermengen zeigen, dass nur in den Kanalsystemen vor der Kläranlage Ginsheim-Gustavsburg/Bischofsheim, der Kläranlage Mörfelden-Walldorf und der Kläranlage Nauheim erforderliche Mindestvolumina von 15 l/s vorhanden sind. Die erforderlichen Mindesttemperaturen von 10 °C in den Kläranlagen sind jedoch von vorneherein nicht erfüllt. Dies muss jedoch nicht heißen, dass dort keine Potenziale vorhanden sein können, da die minimale Temperatur nur den Tagesmittelwert des kältesten Tages darstellt. Es wird daher das Potenzial für die beiden Kläranlagen mit dem höchsten Trockenwetterabflusswert bei einer maximalen Temperaturabsenkung von 0,5 K in Tabelle 5-6 aufgezeigt.

Tabelle 5-6 Leistungs- und Wärmemengenpotenzial im Kanalsystem vor der Kläranlage

		Kläranlage Ginsheim-Gustavsburg + Bischofsheim	Kläranlage Mörfelden-Walldorf
Entzugsleistung Wärmetauscher	kW_{th}	77	207
Vollbenutzungs- stunden	h/a	2.000	2.000
Wärmemenge Wärmetauscher	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	155	415
COP Wärmepumpe		4,2	4,2
Wärmeleistung Wärmepumpe	kW_{th}	102	272
Wärmemenge Wärmepumpe	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	203	545

Ob und inwieweit sich Potenziale im Kanalsystem nutzen lassen muss im Vorfeld genau geprüft werden.

Abnehmer

Für Mörfelden-Walldorf ergeben sich die größten Potenziale. Aus den Daten der Sohlhöhen und Profilgrößen des Kanalsystems sowie der Durchflussmenge wurden die Potenziale in den Kanalsystemen, die in ihrer Dimensionierung ausreichend groß sind, für Mörfelden abgeschätzt. Da keine genauen Daten der Durchflussmengen innerhalb des Kanalsystems vorlagen, werden die Durchflussmengen anteilig vom Zulauf der Kläranlage auf die Kanalleitungen verteilt. Anschließend wird geschaut, welche öffentlichen Liegenschaften sich in der Nähe von den Potenzialen befinden. In Frage kämen der Friedhof, das Bürgerhaus, das alte Rathaus, die Kindertagesstätte in der Heidelberger Straße sowie das Waldschwimmbad und das Sportlerheim.

Beispiel

Für die Kindertagesstätte wurde überschlägig eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt. In dieser ist derzeit ein Erdgasbrennwertkessel mit $56 \text{ kW}_{\text{th}}$ installiert. Aus der Potenzialanalyse geht hervor, dass in der Kindertagesstätte eine Wärmepumpe mit rund $20 \text{ kW}_{\text{th}}$ Leistung installiert werden könnte. In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird eine Kombination aus Wärmepumpe als Grundlastanlage und Erdgasbrennwertkessel als Spitzenlastkessel der derzeitigen Versorgung gegenübergestellt.

Tabelle 5-7 Wirtschaftlichkeit Kanalsystem als Wärmequelle

		Wärmepumpe + Erdgasbrennwertkessel	Ist-Zustand Erdgasbrennwertkessel
Jahresheizwärmebedarf	kWh _{th} /a	104.100	104.100
Investitionskosten	€	38.400	-
Kapitalkosten	€/a	2.600	-
Verbrauchs-kosten	€/a	5.100	7.700
Wartungskosten	€/a	500	200
Jahreskosten	€/a	8.200	7.900
Wärmepreis	ct/kWh _{th}	7,9	7,6
statische Amortisation	a	15	

Wie in Tabelle 5-7 zu erkennen ist, liegt der Wärmepreis bei der Kombination von Wärmepumpe und Erdgasbrennwertkessel etwas höher gegenüber der Einzelversorgung. Die bivalente Beheizung amortisiert sich nach dieser Betrachtung nach rund 15 Jahren statisch. Da jedoch hierbei Erdgas- sowie Strompreissteigerungen unberücksichtigt blieben, könnte sich eine Wirtschaftlichkeit solcher Beheizungssysteme in dieser Leistungsklasse in naher Zukunft einstellen. Bei Gebäuden gilt der Einsatz einer Wärmepumpe, die ihre Energie aus dem Kanalsystem beziehen, heute schon ab einer Leistung von rund 150 kW_{th} als wirtschaftlich (DBU, 2005).

5.3.3 Potenziale aus gereinigtem Abwasser

Die im Ablauf entnehmbaren Wärmemengenpotenziale sind um ein vielfaches höher als im Kanalsystem. In Tabelle 5-8 werden die Potenziale, die bei einer Abkühlung des gereinigten Abwassers auf 3 °C bei geringsten Trockenwetterabfluss und minimalen Zulufttemperaturen verfügbar sind, aufgezeigt. Da in der Kläranlage Ginsheim-Gustavsburg/Bischofsheim keine Abwassertemperaturen bekannt waren, wurde dort von einer durchschnittlichen möglichen Temperaturabsenkung um 6 K ausgegangen.

Tabelle 5-8 Leistungs- und Wärmemengenpotenzial im Ablauf hinter der Kläranlage

		Kläranlage Geinsheim	Kläranlage Ginsheim- Gustavsburg + Bischofsheim	Kläranlage Mörfelden- Walldorf	Kläranlage Nauheim	Kläranlage Stockstadt	Kläranlage Trebur
Entzugsleistung Wärmetauscher	kW_{th}	150	930	1.870	430	410	270
Vollbenutzungs- stunden	h/a	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Wärmemenge Wärmetauscher	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	300	1.859	3.734	863	826	535
COP Wärmepumpe		4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Wärmeleistung Wärmepumpe	kW_{th}	200	1.220	2.450	570	540	350
Wärmemenge Wärmepumpe	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	401	2.478	4.978	1.150	1.102	714

In der Kläranlage Mörfelden-Walldorf bestehen die größten Potenziale bei einer Nutzung des gereinigten Abwassers. In der Kläranlage Geinsheim fallen aufgrund des geringen Trockenwetterabflusses auch die kleinsten Potenziale an.

Abnehmer

Während die Entfernung zwischen Abwasser als Wärmequelle und Wärmesenke rund 200 m nicht überschreiten sollte, kann das Kaltwassernetz Entfernungen von bis zu über 1 km überbrücken (DBU, 2005). In Tabelle 5-9 wurden mögliche Abnehmer zur Nutzung der Wärme aus gereinigtem Abwasser dargestellt. Generell sollte bei der Entwicklung von Neubaugebieten, die sich in der Nähe von Kläranlagen befinden, über die Nutzung des Wärmepotenzials nachgedacht werden.

Tabelle 5-9 Mögliche Abnehmer für Wärmepotenziale aus gereinigtem Abwasser

Kläranlage	Potenzielle Wärmesenke	Entfernung
Geinsheim	Gewerbe im Beckerweg und der Untergasse	ca. 50 m
Ginsheim-Gustavsburg/ Bischofsheim	Gewerbe Gustavsburg	ab 750 m
Mörfelden-Walldorf	Öffentliche Liegenschaften	250 m bis 1 km
	Gewerbe in Gerauer Straße	ca. 250 m
Nauheim	Feuerwehr	ca. 50 m
	Aussiedlerhof	ca. 100 m
	Misch- und Wohngebiet	ca. 100 m
Stockstadt	Schwimmbad in Stockstadt	ca. 500 m
Trebur	Schwimmbad in Trebur	ca. 500 m

Wie aus Tabelle 5-9 zu entnehmen ist, erfüllen Geinsheim und Nauheim das Kriterium für ein Nahwärmenetz, nämlich eine geringe Entfernung zwischen Wärmequelle und –senke. In allen anderen Kommunen besteht nur die Möglichkeit, Wärme über ein Kaltwassernetz zu den Wärmeabnehmern zu transportieren. Aufgrund dieser großen Entfernungen ist jedoch eine Umsetzung mit größeren Investitionen verbunden und eignet sich nicht für kleinere Abnehmer. Generell bietet sich jedoch für die Kläranlagen selbst die Möglichkeit, das vorhandene Wärmepotenzial aus dem Abwasser zur Beheizung der Betriebsgebäude zu nutzen. Gerade aufgrund der kurzen Distanz von wenigen Metern könnte eine Umsetzung wirtschaftlich sinnvoll sein. Die technische Umsetzbarkeit wird im Wesentlichen von den Vor- und Rücklauftemperaturen des Heizsystems in der Wärmesenke bestimmt. Wärmepumpen sind vor allem für energetisch optimierte Bestandsgebäude und Neubauten geeignet, da in deren Heizsystem niedrige Vorlauftemperaturen ausreichen. In Bestandsgebäuden können zusätzliche Heizflächen erforderlich sein, um bei verringerten Heizsystemtemperaturen die Räume bedarfsgerecht beheizen zu können.

Wirtschaftlichkeit

Einzig bei der Kläranlage in Geinsheim bestehen derzeit noch teils unbebaute Neubaugebiete in näherer Umgebung. Daher wird eine modellhafte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung überschlägig für ein fiktives Bürogebäude, dass in rund 100 m Entfernung zur Kläranlage Geinsheim errichtet werden könnte, durchgeführt. In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird dazu die Nutzung des Wärmepotenzials aus gereinigtem Abwasser (Variante 1) einer Beheizung mit Erdwärmepumpe

(Variante 2) und einer mit Erdgasbrennwertkessel (Basisvariante) gegenübergestellt. Der Wärmetransport erfolgt bei Variante 1 über eine Nahwärmeleitung von 170 m Länge und einem Nenndurchmesser von DN 40. Der Heizleistungsbedarf des Bürogebäudes liegt bei 90 kW.

Tabelle 5-10 Wirtschaftlichkeit zur Nutzung von gereinigtem Abwasser als Energiequelle

		Basisvariante Erdgasbrennwertkessel	Variante 1 Wärmepumpe Abwasserwärme	Variante 2 Wärmepumpe Erdreich
Jahresheizwärmebedarf	kWh _{th} /a	138.000	145.000	138.000
Investitionskosten	€	20.000	176.000	109.000
Kapitalkosten	€/a	1.800	10.800	7.300
Verbrauchs-kosten	€/a	10.300	5.500	5.200
Betriebskosten	€/a	500	800	900
Jahreskosten	€/a	12.600	17.100	13.400
Wärmepreis	ct/kWh _{th}	9,1	11,8	9,7

Wie aus Tabelle 5-10 zu entnehmen ist, hat in dieser Betrachtung die Variante 1, also die Nutzung des gereinigten Abwassers als Energiequelle, den ungünstigsten Wärmepreis. Dies ist vor allem mit der großen Länge der Nahwärmeleitung zu erklären, die mit hohen Investitionskosten verknüpft ist. Die reinen Verbrauchs- und Betriebskosten liegen dagegen rund 4.500 € pro Jahr günstiger als bei einer Beheizung durch einen Erdgasbrennwertkessel. Dies bedeutet, dass sich unter günstigeren Bedingungen, z. B. durch eine geringere Entfernung des zu beheizenden Gebäudes vom Ablauf der Kläranlage, die Wirtschaftlichkeit zur Nutzung von Wärmepotenzialen aus gereinigtem Abwasser einstellen würde. So sollte eine Wärmegewinnung aus dem Ablauf für eine Kläranlage selbst wirtschaftlich sinnvoll sein.

6 Potenziale zur Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren Energien

In den nachstehenden Kapiteln werden die Potenziale erneuerbarer Energieträger in den drei Bereichen Solarthermie, Bioenergie und Geothermie dargestellt. Grundlegend für die Entwicklung von Maßnahmen und das Aufzeigen kurz-, mittel- und langfristiger Entwicklungschancen im Kreis Groß-Gerau ist die Darstellung eines nachhaltigen Ausbaupotenzials. Das Ausbaupotenzial ergibt sich aus der Ermittlung eines nachhaltigen Potenzials, abzüglich der jeweiligen im Kreis Groß-Gerau bereits genutzten Potenziale erneuerbarer Energieträger (Bestand).

6.1 Biomasse

In diesen Abschnitt werden die Potenziale zur Gewinnung und energetischen Nutzung von Biomasse dargestellt. Hierzu gehören biogene Reststoffe die zum jetzigen Zeitpunkt schon anfallen oder in Zukunft anfallen werden, sowie speziell für die energetische Verwertung angebaute Energiepflanzen. Die Potenzialschätzungen für den Kreis Groß-Gerau sind dazu weitestgehend der Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen entnommen (HMUELV, 2010), die plausibel erschienen.

Es handelt sich beim Anbau nachwachsender Rohstoffe um eine Abschätzung, deren Methodik und Kennwerte auf der Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen (HMUELV, 2010) beruht. Es sind noch keine Aspekte zur technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit, wie z. B. erforderliche Mindestgröße für eine vernünftige Auslastung der Erntegeräte, logistische Grenzen u. ä. berücksichtigt. Deswegen resultiert für Kommunen mit relativ kleiner Landwirtschaftsfläche ein entsprechend geringes Potenzial. Es ist durchaus denkbar, dass in einer solchen Kommune eine wesentlich größere Landwirtschaftsfläche für den Anbau nachwachsender Rohstoffe in Frage kommt, wenn die Rahmenbedingungen dafür sprechen. In der späteren Szenarienbetrachtung wird durch den Vergleich des zukünftigen Wärmebedarfs mit den verschiedenen Potenzialen zur Wärmeerzeugung Ableitungen möglich sein, ob und inwieweit z. B. der Anbau nachwachsender Rohstoffe ausgebaut werden sollte.

6.1.1 Feste Biomasse

Das Potenzial für feste Biomasse besteht hauptsächlich aus Holz aus unterschiedlichen Quellen. Es gibt Reststoffpotenziale und Potenziale für Biomasse, die speziell zur energetischen Nutzung angebaut wird.

Waldholz:

Die Waldfläche im Kreis Groß-Gerau beläuft sich einschließlich der Stadt Raunheim auf 11.176 ha. Davon befinden sich rund 40 % in kommunaler Hand, rund 59 % in staatlichem Besitz und weniger als 1 % in Privatbesitz (Forstamt Groß-Gerau, 2012). Jedes Jahr stehen rund 7.100 Erntefestmeter Energieholz nach (HMUELV, 2010) zur Verfügung, die zur Wärme- produktion in den neun Holzheizwerken des Kreises Groß-Geraus genutzt werden. Im privaten Sektor liegt der Verbrauch bei rund 66.500 rm Scheitholz pro Jahr. Die Herkunft der im privaten Bereich verbrauchten Holzmengen kann nur unzureichend abgeschätzt werden, da das Brenn-

holz auch aus anderen Landkreisen bezogen wird. Die gesamten, bereits genutzten und noch vorhandenen Potenziale zur Wärmeerzeugung werden für die einzelnen Kommunen in Tabelle 6-1 dargestellt. Die Daten zur Waldfläche stammen dazu aus der Hessischen Gemeindestatistik des Statistischen Landesamt (Hessische Gemeindestatistik, 2010).

Tabelle 6-1 Energieholzpotenziale der Kommunen im Kreis Groß-Gerau

	Waldfläche ha	Gesamt- potenzial MWh_{Hi}/a	Bereits ge- nutztes Potenzial MWh_{Hi}/a	freies Potenzial MWh_{Hi}/a
Untersuchungsgebiet	10.544	45.100	17.220	27.880
Biebesheim	60	200	90	110
Bischofsheim	16	100	20	80
Büttelborn	571	2.300	880	1.420
Gernsheim	952	3.800	1.470	2.330
Ginsheim-Gustavsburg	46	200	70	130
Groß-Gerau	1.347	5.400	2.080	3.320
Kelsterbach	576	2.300	890	1.410
Mörfelden-Walldorf	2.509	10.100	3.870	6.230
Nauheim	563	2.300	870	1.430
Riedstadt	781	3.200	1.200	2.000
Rüsselsheim	2.604	10.500	4.010	6.490
Stockstadt	382	1.500	590	910
Trebur	137	600	210	390

Insgesamt stehen somit weitere 11.000 m³/a Erntefestmeter im Untersuchungsgebiet zur Verfügung, die in Holzheizwerken und Holzheizkraftwerken genutzt werden können. Das gesamte, endenergetische Potenzial beläuft sich nach einer Trocknung von 50 % auf 20 % Wassergehalt mit einem Heizwert von 4,1 MWh_{Hi}/t auf rund 45.100 MWh_{Hi}/a.

Demnach befinden sich rund 38 % des Potenzials bereits heute in Nutzung.

Altholz:

In den hessischen Landesstatistiken sind die Altholzaufkommen nicht aufgeführt und in der jährlich erscheinenden Abfallmengenbilanz werden diese nicht näher beschrieben (HMUEL, 2010). In Bischofsheim befindet sich jedoch eine Altholzaufbereitungsanlage, in der das Altholz gemäß der Klassifizierung nach der Altholzverordnung in stoffliche und energetische Nutzung aufgeteilt wird. Die Vermarktung des energetischen Teils erfolgt dabei durch die Holzcontor Bischofsheim GmbH (AWS, 2012). Nicht nur das Altholz des Kreises Groß-Gerau sondern auch aus weiteren Regionen wird dort aufbereitet, das wiederum über die Kreisgrenze hinweg vertrieben. Demnach ist das energetisch einsetzbare Altholzpotezial heute schon erschöpft.

Grünschnitt:

Der Grünschnitt aus dem Kreis Groß-Gerau wird nach Einschätzung von der AWS nahezu vollständig über die Wertstoffhöfe erfasst. Der holzige Anteil zur energetischen Nutzung wird als Brennstoff an Händler weitergegeben, die den Brennstoff überregional an Heiz- und Heizkraftwerke vertreiben (AWS, 2012). Der gesammelte Grünabfall beträgt in 2007 rund 15.100 t/a im Kreis Groß-Gerau. Die holzige Fraktion beläuft sich mit einem Anteil von 40 % auf rund 6.000 t/a (HMUELV, 2010). Nach anschließender Trocknung auf einen Wassergehalt von 30 % und einem angenommenen Energiegehalt von 3,4 MWh_{Hi}/t entspricht der holzige Grünschnitt ca. 24.700 MWh_{Hi}/a (HMUELV, 2010), der nicht nur im Kreis Groß-Gerau energetisch genutzt wird.

Landschaftspflege- und Verkehrswegebegleitholz:

In der Biomassestudie des Landes Hessen wird das Verkehrswegebegleitholzpotenzial entlang von Straßen, Bahnlinien und Stromtrassen betrachtet, die im Rahmen regelmäßiger, intensiver Pflegemaßnahmen anfallen. Für die Grünpflege der Straßen ist Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement als obere Landesbehörde zuständig. Das technische Potenzial des Straßenbegleitgrüns wird hierbei auf rund 360 t/a nach (HMUELV, 2010) geschätzt. Nach Auskunft von Hessen Mobil wird der Grünschnitt bereits gesammelt. Daher bestehen in diesem Bereich keine weiteren Potenziale.

Holz aus Kurzumtriebsplantagen:

In der Biomassestudie Hessen (HMUELV, 2010) ist das Potenzial für Kurzumtriebsplantagen (KIP) mit 10 % der Landwirtschaftsfläche beziffert. Daraus resultieren für das Untersuchungsgebiet rund 309 ha als Anbaufläche.

Als Kurzumtriebshölzer bieten sich Weiden und Hybridpappeln an, die auf günstigen Standorten eine mittlere Ertragsmenge von 12,5 t Trockensubstanz pro Hektar und Jahr erreichen. Bei einem Wasseranteil von 20 % und einem Energiegehalt von 4 MWh_{Hi}/t ergibt sich ein Potenzial von 19.310 MWh_{Hi}/a für den Kreis Groß-Gerau. Die Potenziale für die einzelnen Kommunen sind in nachstehender Tabelle dargestellt:

Tabelle 6-2 Potenziale aus KUP der Kommunen im Kreis Groß-Gerau

	Kurzumtriebsplantage ha	Endenergiepotenzial MWh_f/a
Untersuchungsgebiet	309	19.310
Biebesheim	18	1.090
Bischofsheim	5	330
Büttelborn	26	1.600
Gernsheim	32	1.970
Ginsheim-Gustavsburg	6	400
Groß-Gerau	42	2.650

	Kurzumtriebsplantage ha	Endenergiepotenzial MWh _f /a
Kelsterbach	3	220
Mörfelden-Walldorf	13	840
Nauheim	7	440
Riedstadt	70	4.400
Rüsselsheim	17	1.080
Stockstadt	15	910
Trebur	54	3.380

Die gesamte Landwirtschaftsfläche im Kreis Groß-Gerau nimmt etwa 47 % ein, davon werden 85 % für den Ackerbau verwendet. Mehr als die Hälfte dieser Fläche wird mit Getreide angebaut. Auch der Gemüseanbau ist im südlichen Kreisgebiet vertreten. Vor diesem Hintergrund ist es fraglich, ob Ackerflächen für Kurzumtriebsplantagen bereitgestellt werden können.

Stroh:

Im Untersuchungsgebiet fallen auf rund 8.200 ha rund 31.600 t Getreidestroh an. Nach (HMUELV, 2010) stehen davon für den Kreis rund 15 % nach Abzug der stofflichen Verwertung für Tierhaltung, Düngung und Sonderkulturenanbau zur energetischen Verwertung zur Verfügung. Dies entspricht rund 4.700 t/a. Der Heizwert beläuft sich bei einem Wassergehalt von 15 % auf 4 MWh_{Hi}/t, wodurch sich ein energetisches Potenzial von 18.800 MWh_{Hi}/a ergibt.

Tabelle 6-3 Potenziale aus Getreidestroh der Kommunen im Kreis Groß-Gerau

	Anbau- fläche ha	Gesamtes Strohauf- kommen t/a	Stroh energetische Verwertung t/a	Endenergiepotenzial MWh _{Hi} /a
Untersuchungsgebiet	8.173	31.000	4.700	18.800
Biebesheim	661	2.500	400	1.600
Bischofsheim	202	800	100	400
Büttelborn	458	1.700	300	1.200
Gernsheim	817	3.100	500	2.000
Ginsheim-Gustavsburg	152	600	100	400
Groß-Gerau	1.151	4.400	700	2.800
Kelsterbach	57	200	0	0
Mörfelden-Walldorf	0	0	0	0
Nauheim	148	600	100	400
Riedstadt	2.160	8.200	1.200	4.800
Rüsselsheim	422	1.600	200	800
Stockstadt	274	1.000	200	800
Trebur	1.669	6.300	900	3.600

Bedingt durch die geringere Energiedichte des Stroh im Vergleich zu Holz, spielt die Brennstofflogistik, also das vorhandene Potenzial im Einzugsgebiet eine entscheidende Rolle. Im Gegensatz zu Dänemark existieren in Deutschland kaum strohbefeuerte Anlagen. Die Technik in Deutschland ist nach der Einschätzung noch nicht so ausgereift wie die Holzfeuerung. Insgesamt besteht noch Entwicklungsbedarf.

Vereinzelte befinden sich in Deutschland Pilotanlagen in Planung bzw. in Betrieb. So wird z. B. in Niedersachsen derzeit Deutschlands größtes Strohheizkraftwerk mit fast 50 MW_{th} Feuerungs-wärmeleistung errichtet. In 2012 ging ein Biomassekessel, in dem 480 t/a Stroh verfeuert werden, in Betrieb und versorgt mittels Nahwärmenetz ein Neubaugebiet.

Demnach ist unter den heutigen Bedingungen kein relevantes Potenzial in naher Zukunft zu benennen.

Miscanthus:

In (HMUEL, 2010) wird zum Miscanthusanbau für eine energetische Nutzung im Kreis Groß-Gerau ca. 160 ha als Potenzial angegeben, die ungefähr 0,8 % der Landwirtschaftsfläche entsprechen. Bei einem Durchschnittsertrag von 15 t Trockensubstanz pro Jahr und Hektar können damit jährlich 2.400 t produziert werden. Der Energieertrag von Miscanthus liegt bei einem Wassergehalt von 15 % bei 4 MWh_{hi}/t. Durch den Anbau von Miscanthus können somit fast 11.000 MWh_{hi}/a zur energetischen Verwertung zur Verfügung gestellt werden.

Tabelle 6-4 Potenziale aus Miscanthus der Kommunen im Kreis Groß-Gerau

	Miscanthus ha	Endenergiepotenzial MWh_{hi}/a
Untersuchungsgebiet	160	10.960
Biebesheim	9	620
Bischofsheim	3	190
Büttelborn	13	910
Gernsheim	16	1.120
Ginsheim-Gustavsburg	3	230
Groß-Gerau	22	1.500
Kelsterbach	2	120
Mörfelden-Walldorf	7	470
Nauheim	4	250
Riedstadt	36	2.500
Rüsselsheim	9	610
Stockstadt	7	520
Trebur	28	1.920

Ähnlich wie bei Kurzumtriebsplantagen stellt sich auch hier beim Anbau nachwachsender Rohstoffe in Form von Miscanthus die Frage, ob Flächen für den Anbau bereitgestellt werden können.

Ergebnis:

Insgesamt ergibt sich für die feste Biomasse ein ungenutztes Potenzial von rund 89.800 MWh_{Hi}/a für das Untersuchungsgebiet. Dabei besteht das größte Potenzial in der Nutzung von Energieholz aus Durchforstungsmaßnahmen. Das Gesamtpotenzial beläuft sich auf rund 202.400 MWh_{Hi}/a, wovon rund 55 % derzeit schon genutzt werden. Das bereits genutzte Potenzial beschränkt sich dabei auf die Verwertung des holzigen Anteils des Grünschnitts, einen Teil des Waldholzaufkommens und des Altholzes. Diese Substrate werden allerdings auch außerhalb des Untersuchungsgebiets verwertet.

Potenziale feste Biomasse im Kreis Groß-Gerau

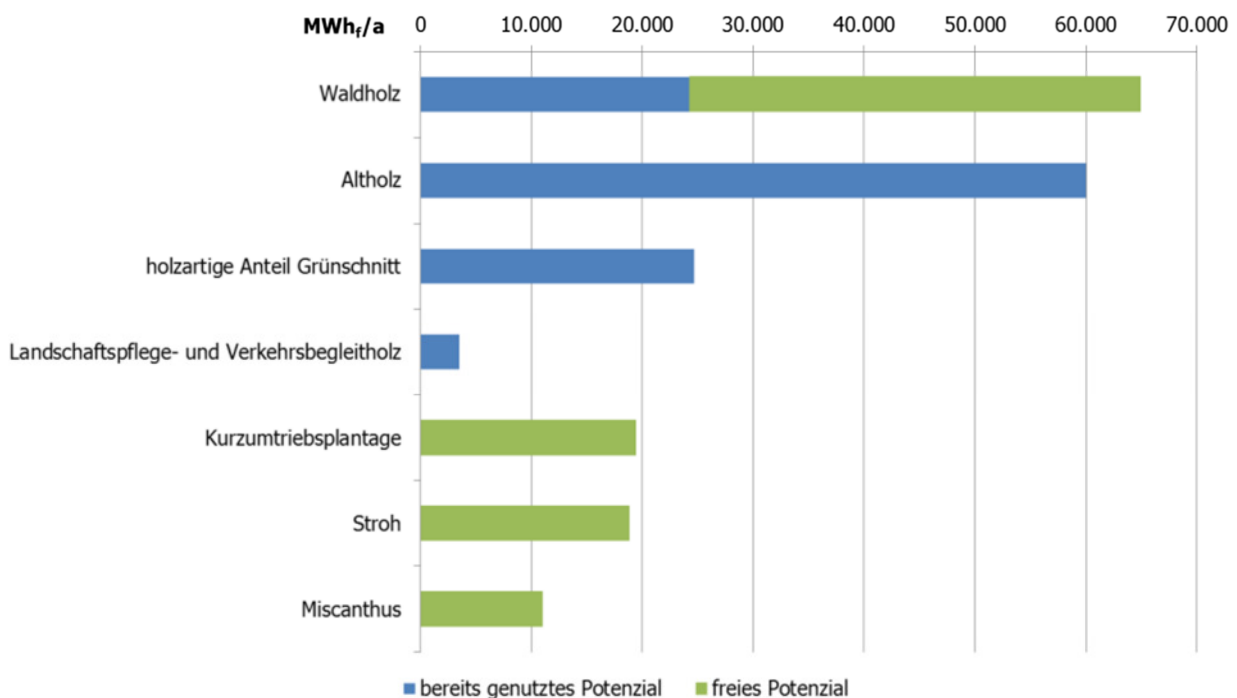


Abbildung 6-1 Potenziale feste Biomasse im Kreis Groß-Gerau

freies Potenzial biogener Festbrennstoffe im Kreis Groß-Gerau

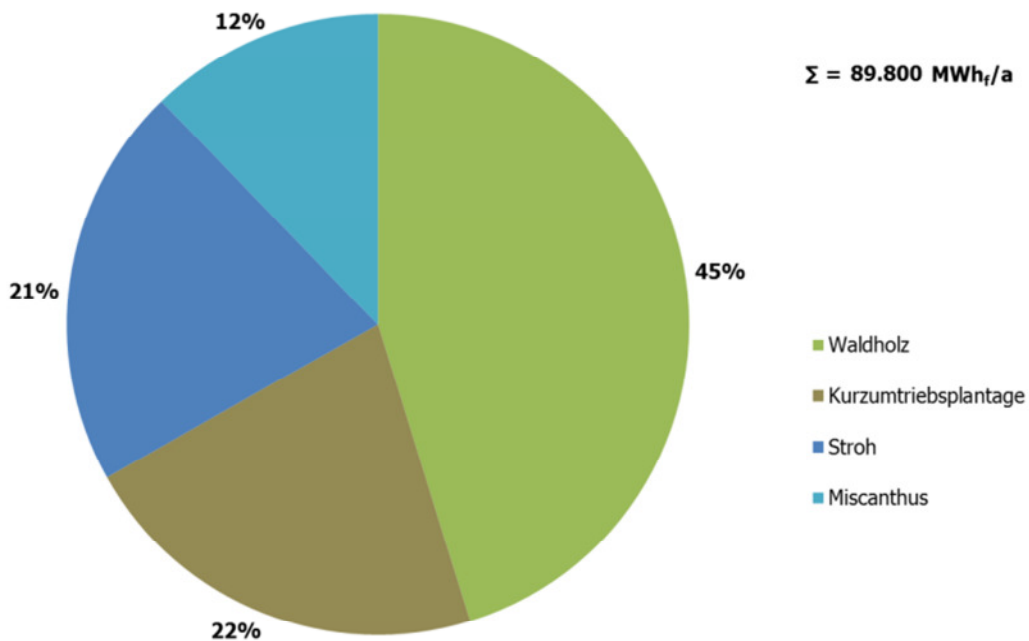


Abbildung 6-2: Verteilung des freien Potenzials aus fester Biomasse

Die Umsetzung dieser Potenziale kann teilweise kurzfristig, teilweise jedoch auch nur langfristig z. B. Holz aus Kurzumtriebsplantagen, erfolgen. Ob und in welchem Maß diese Potenziale in der Zukunft genutzt werden, hängt von sehr vielen Faktoren ab und kann deshalb in diesem Rahmen nicht wiedergegeben werden.

Die feste Biomasse kann in Pelletkesseln, Hackschnitzelanlagen oder teilweise auch als Scheitholz zur Beheizung genutzt werden. Bei einem durchschnittlichen Jahresnutzungsgrad von ca. 85 % könnte so ein Wärmeertrag von rund 76.000 MWh_{th}/a erzeugt werden.

Generell ist es sinnvoll, die Biomasse so nah wie möglich am Entstehungsort zu verwenden, da sonst meist hohe Transportkosten anfallen.

6.1.2 Gasförmige Biomasse

In diesem Abschnitt werden Potenziale ermittelt, mit denen im Untersuchungsgebiet gasförmige Biomasse (Biogas) aus nachwachsenden Rohstoffen oder Reststoffen gewonnen werden oder Klärgas produziert werden kann.

Die Herstellung von Brennstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, birgt im Vergleich zur Herstellung von Biogas einen deutlich niedrigeren Energieertrag pro Fläche, daher wurde die Erzeugung von Biogas aus organischen Abfällen und auf landwirtschaftlichen Flächen in dieser Potenzialanalyse vorrangig betrachtet.

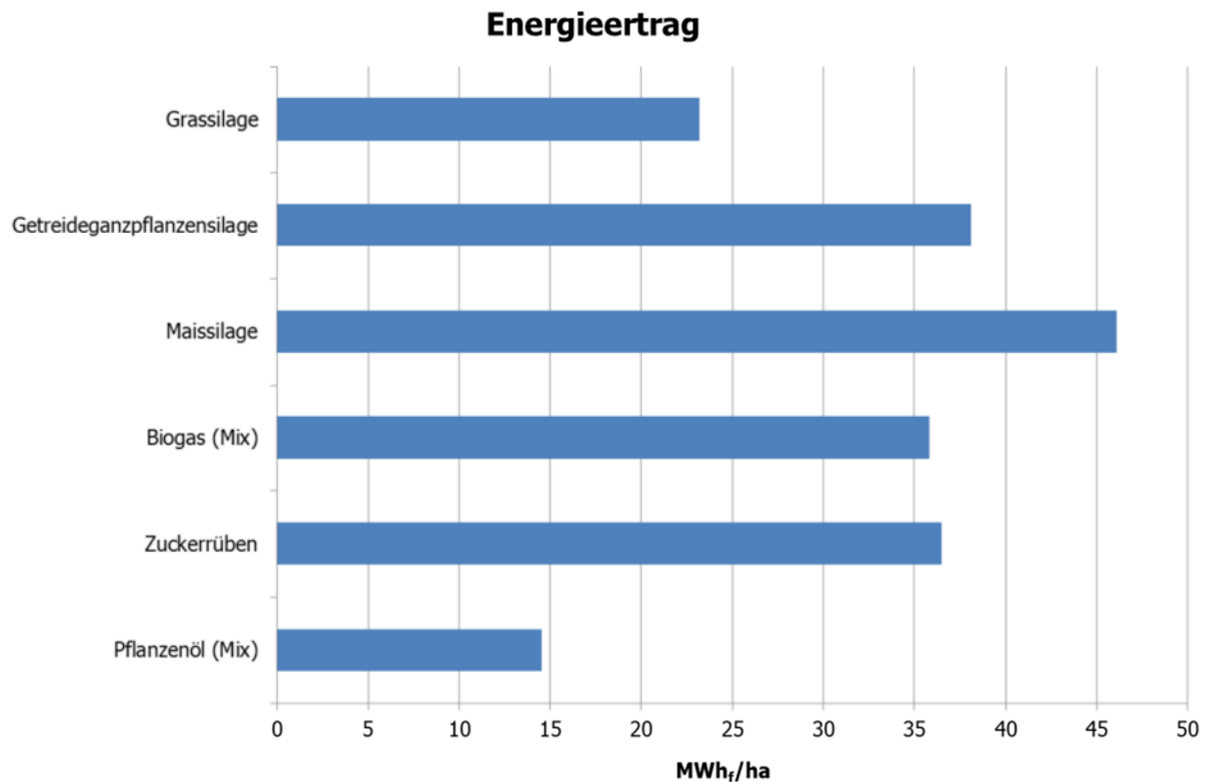


**Abbildung 6-3: Vergleich der Energieerträge bezogen auf die Fläche
(Daten von (FNR, 2011))**

In diesem Diagramm ist ersichtlich, das Pflanzenöl einen deutlich niedrigeren Energieertrag besitzt im Vergleich zu Biogas.

Biogas aus Bioabfällen:

Im Kreis Groß-Gerau werden jährlich rund 29.500 t Bioabfälle von den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern eingesammelt. Auf die Einwohnerzahl bezogen entspricht dies 117 kg/(EW*a). Die energetische Verwertung des Abfalls erfolgt außerhalb des Kreises im Rhein-Main-Deponiepark Flörsheim-Wicker (AWS, 2012).

Biogas aus Wirtschaftsdünger:

In (Hessische Gemeindestatistik, 2010) sind zu jeder Kommune im Kreis Groß-Gerau die Anzahl der Nutztviehhaltung bekannt. Daraus resultiert für das Untersuchungsgebiet aus der Rindvieh- und Schweinehaltung jährlich rund 25.000 t/a Gülle sowie 5.000 t/a Festmist. Durch eine Vergärung könnten rund 1.640.000 m³ Methan erzeugt werden, das einem Energiegehalt von rund 5.300 MWh_{Hi}/a entspricht. In Tabelle 6-5 sind die Potenziale, die aus der Rind- und Schweinehaltung gewonnen werden können, dargestellt:

Tabelle 6-5 Biogaspotenzial aus der Rindvieh- und Schweinehaltung je Kommune im Kreis Groß-Gerau

	Anzahl Rindvieh	Anzahl Schweine	Endenergiepotenzial MWh _{Hi} /a
Untersuchungsgebiet	2.218	11.264	5.300
Biebesheim	224	171	200
Bischofsheim	43	105	100
Büttelborn	104	105	100
Gernsheim	105	1.509	600
Ginsheim-Gustavsburg	76	105	100
Groß-Gerau	264	411	300
Kelsterbach	0	0	0
Mörfelden-Walldorf	0	0	0
Nauheim	76	210	100
Riedstadt	406	3.204	1.400
Rüsselsheim	76	210	100
Stockstadt	76	419	200
Trebur	767	4.816	2.200

Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen:

Für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur Biogaserzeugung wird nach (HMUELV, 2010) eine Fläche von 1.550 ha angesetzt. Dies entspricht rund 7,4 % der landwirtschaftlichen Fläche des Kreises Groß-Gerau. Zur Biogaserzeugung bieten sich in erster Linie einjährige Energiepflanzen wie Mais und Getreide-Ganzpflanzen an. Es wird angenommen, dass auf 60 % der Fläche Mais mit einem Biomasseertrag von 50 t/ha und auf 40 % die Getreide-Ganzpflanzen mit einem Ertrag von 25 t/ha angebaut werden können. Die Biogasproduktion mit einem Methan-gehalt von 52 % liegt bei Mais bei 200 Nm³ je Tonne Frischmasse und bei den Getreidepflanzen bei 196 Nm³ je Tonne Frischmasse. Mit einem Energiegehalt von 10 kWh_{Hi}/Nm³ Methan können damit jährlich rund 64.200 MWh_{Hi}/a erzeugt werden.

Eine Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen zur Biogaserzeugung findet derzeit nur in der Biogasanlage Wallerstädten statt. Dort wurde 2008 eine Biogasanlage in Betrieb genommen, die von 50 Landwirten aus näherer Umgebung jedes Jahr rund 13.000 t Energiepflanzen zur Biogaserzeugung verwendet. Das Biogas wird anschließend in einem BHKW mit einer Leistung von 1.090 kW_{th} und 1.086 kW_{el} eingesetzt und somit jährlich rund 8.300 MWh_{th}/a und 8.300 MWh_{el}/a erzeugt. Rund die Hälfte der erzeugten Wärme wird dabei als Eigenbedarf und zur Trocknung der Energiepflanzen verwendet.



Abbildung 6-4 Biogasanlage in Wallerstädten (GGV, 2012)

Voraussetzung für den wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage sind zum einen die Verfügbarkeit nachwachsender Rohstoffe sowie deren Entfernung zur Biogasanlage, da mit größerer Distanz die Transportkosten zunehmen. Zum anderen müssen Wärmeabnehmer in nächster Umgebung vorhanden sein. Wird das Potenzial nachwachsender Rohstoffe, das vom Land Hessen in der Biomassestudie ausgewiesen ist, zugrunde gelegt und auf die verfügbaren landwirtschaftlichen Flächen zum Anbau einjähriger Energiepflanzen übertragen, ergeben sich im Kreis Groß-Gerau im Wesentlichen zwei Kommunen, die für die Errichtung einer Biogasanlage in Frage kommen. Sowohl Trebur als auch Riedstadt verfügen über ausreichend große Landwirtschaftsflächen, auf denen Energiepflanzen angebaut werden und einer anschließenden Strom- und Wärmeproduktion zugeführt werden können. Aufgrund der besonderen Lage und Qualität des Bodens in der Gemeinde Trebur, ist der Gemüseanbau stark vertreten. Deswegen ist es fraglich, ob Ackerflächen für den Energiepflanzenanbau bereitgestellt werden könnten. Im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts erneuerbare Energien für die Gemeinde Trebur (TSB, 2012) wurde nach Rücksprache in der Projektgruppe sowie in einem Expertengespräch mit Vertretern aus der Landwirtschaft diese Substratmengen nicht dem verfügbaren Potenzial angerechnet.

Ob in den übrigen Kommunen entsprechende Wärmesenken vorhanden sind, die die erzeugte Wärme abnehmen können, muss im Einzelnen genau geprüft werden und kann daher an dieser Stelle nicht genau bewertet werden. Erste Ansätze hierzu ermöglicht der im Rahmen des Konzepts entwickelte Wärmeatlas.

Klärgas:

Jährlich fallen im Kreis Groß-Gerau rund 6.000 t Trockensubstanz als Klärschlammmenge an. Der anfallende Klärschlamm kann auf verschiedenen Wegen weiterverarbeitet werden. Zum einen kann er einer Verbrennung zugeführt werden, hier oftmals als Ersatzbrennstoff für Braunkohle oder in Müllverbrennungsanlagen. Weiterhin ist eine Verarbeitung in einem Faulturn möglich. Dabei entsteht Klärgas, welches in der Regel direkt in der Kläranlage in einem BHKW genutzt wird.

Nach (HMUELV, 2010) beträgt die mittlere Klärgasproduktion in den sieben von dreizehn kommunalen Kläranlagen im Kreis Groß-Gerau derzeit 2.100.000 Nm³ pro Jahr. Weiterhin wird angegeben, dass 0,4 GWh_{th}/a Wärme und 3,5 GWh_{el}/a Strom mit den vorhandenen Klärgas-BHKW erzeugt werden.

Um das noch verfügbare Potenzial abzuschätzen, wurde angenommen, dass eine Installation einer Anlage zur Klärgasproduktion ab einem Anschlusswert von mindestens 10.000 Einwohnern sinnvoll erscheint. Daraus ergeben sich für Groß-Gerau drei Anlagen, an die insgesamt 47.800 Einwohner angeschlossen sind. Bei einer Klärgasproduktion von 8 Nm³ pro Einwohner und Jahr ergibt sich eine Klärgasmenge von 380.000 Nm³/a. Bei einem Methangehalt von 65 % steht ein energetisches Potenzial von rund 2.500 MWh_{th}/a zur Verfügung.

Bei einem durchschnittlichen elektrischen Wirkungsgrad von 40 % und einem durchschnittlichen thermischen Wirkungsgrad von 45 % ergibt sich für weitere Klärgas-BHKW ein Stromertrag von etwa 1.000 MWh_{el}/a und einen Wärmeertrag von etwa 1.125 MWh_{th}/a. Ein Teil der erzeugten Wärme wird danach jedoch als Prozesswärme zurückgeführt.

In (HMUELV, 2010) wird das Ausbaupotenzial in den kommunalen Kläranlagen auf 0,7 GWh_{th}/a Wärme und 5,2 GWh_{el}/a beziffert.

Deponiegas:

Potenziale zur Nutzung von Deponiegas werden seitens der Biomassestudie des Landes Hessen für den Kreis Groß-Gerau nicht angegeben. Der Bericht geht davon aus, dass zukünftig die Nutzung von Deponiegas aufgrund des fehlenden Biomasseanteils durch die Novellierung der TASI in 2005 zurückgehen wird (HMUELV, 2010).

Im Kreis Groß-Gerau wird derzeit an zwei Deponiestandorten Deponiegas verstromt und anschließend in das öffentliche Netz eingespeist. In Mörfelden besitzt das Deponiegas-BHKW eine elektrische Leistung von 250 kW_{el}. Die Wärme wird zur Beheizung der Betriebsgebäude genutzt. Das BHKW in Büttelborn hat eine elektrische Leistung von 500 kW_{el} (AWS, 2012).

Je nach Größe der Biogasanlage und deren Biogasproduktionsmengen kommen folgende Anlagenkonzepte in Frage:

1. Biogas-BHKW neben Biogasanlage (wie Wallerstätten)

Der Einsatz des erzeugten Biogases kann direkt in einem Blockheizkraftwerk erfolgen. Besonderer Vorteil liegt in der Möglichkeit, den Eigenbedarf an Wärme dabei selbst decken zu können. Nachteil besteht darin, dass sich in relativ geringer Entfernung Verbraucher befinden müssen, an die die erzeugte Wärme über eine Nahwärmeleitung abgegeben werden kann.

2. Mikrogasnetz

Als Alternative zu einer Verteilung der erzeugten Wärme über ein Nahwärmenetz bietet sich die Installation einer Mikrogasleitung insbesondere bei größeren Entfernungen an. Dabei wird das BHKW am Ort der Verbraucher errichtet und das Biogas von der Biogasanlage über die Mikro-

gasleitung an das BHKW geliefert. Dadurch werden die Wärmeverluste, die bei einem längeren Transport über eine Nahwärmeleitung auftreten, vermieden.

3. Biogas in Erdgasqualität

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, das erzeugte Biogas auf Erdgasqualität aufzubereiten und in das öffentliche Erdgasnetz einzuspeisen. Aufgrund des hohen technischen Aufwands ist die Einspeisung jedoch nur für den Betrieb relativ großer Gasaufbereitungsanlagen mit einer Leistung größer 1 MW wirtschaftlich sinnvoll (Müller-Langer, F. et. Al., 2008).

Ergebnis:

Im Untersuchungsgebiet kann durch das Nutzbarmachen bestehender Biogas- und Klärgaspotenziale eine Endenergiemenge von insgesamt 60.300 MWh_f pro Jahr zur Verfügung gestellt werden. Um diese Energiemenge besonders effizient zu nutzen, empfiehlt sich die Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung. In der Potenzialdarstellung sind die Endenergiemengen, die der Wärmeerzeugung zuzuschreiben sind, angegeben.

Das größte Potenzial besteht im Anbau und der Vergärung nachwachsender Rohstoffe, wie in Abbildung 6-6 dargestellt. Ein Teil dieses verfügbaren Potenzials wird heute schon in dem Biogaskraftwerk in Wallerstätten genutzt. Darüber hinaus werden auch an einigen Kläranlagen Klärgas-BHKW betrieben. Potenziale aus der Abfallentsorgung werden schon heute energetisch genutzt, sodass dort kein weiteres Potenzial zu heben ist. Das bereits genutzte Potenzial biogener Gase beläuft sich auf rund 46 %. So steht ein weiteres derzeit noch ungenutztes Potenzial von rund 32.600 MWh_{Hi}/a zur Verfügung.

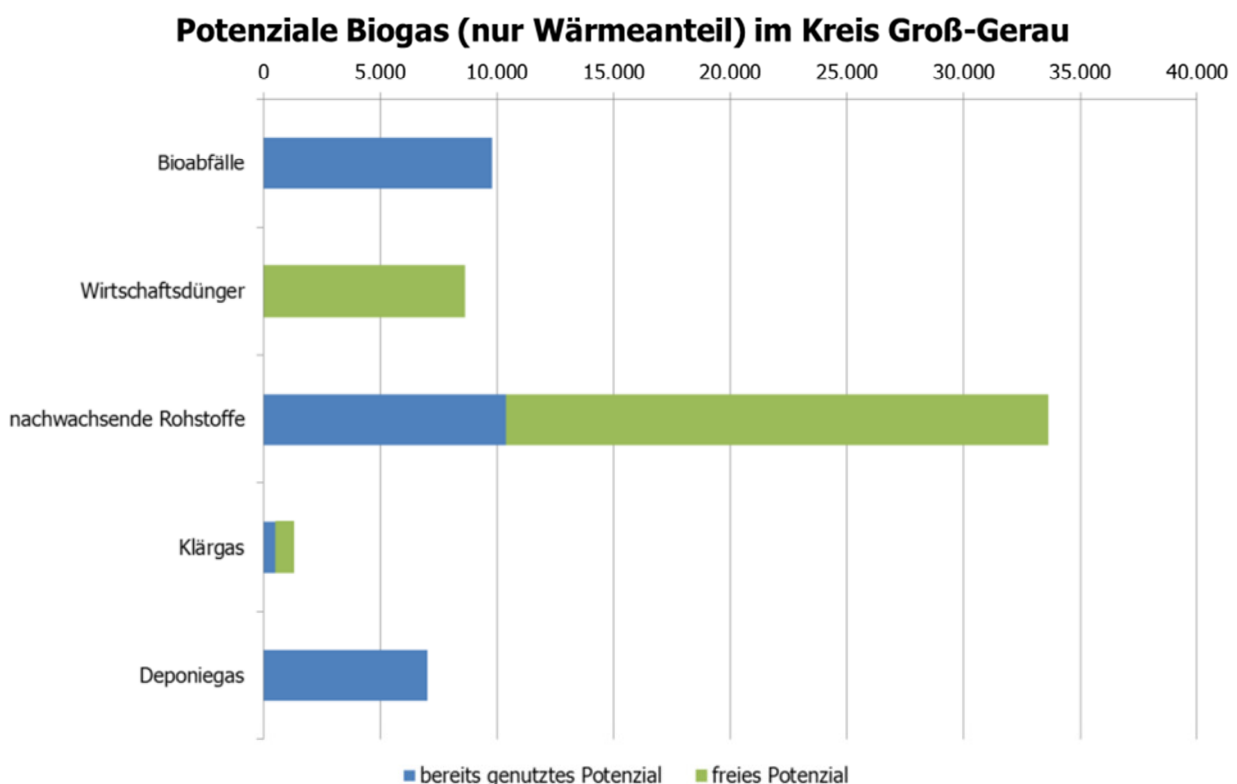


Abbildung 6-5 Potenziale Biogas (nur Wärmeanteil) im Kreis Groß-Gerau

freies Potenzial biogener Gase im Kreis Groß-Gerau

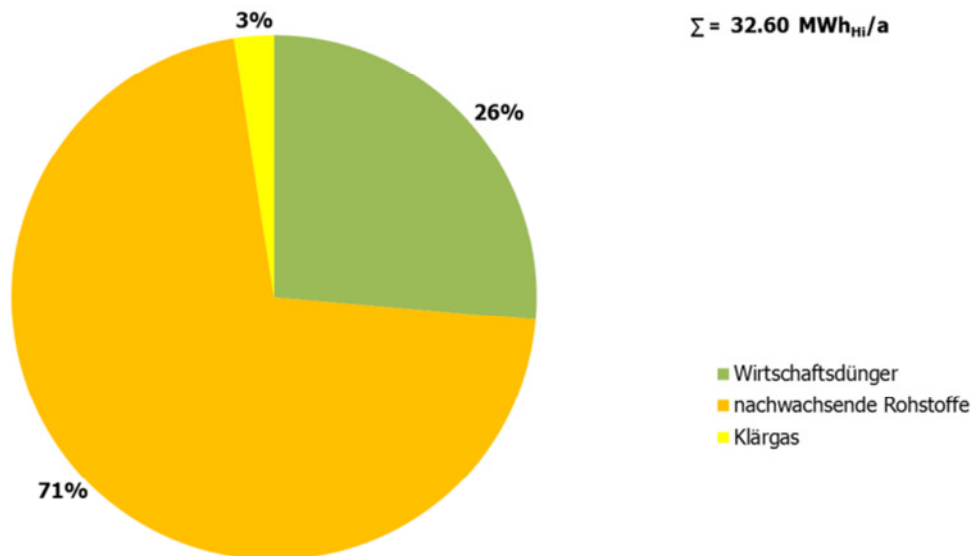


Abbildung 6-6 Verteilung des freien Potenzial aus biogenen Gasen

Von diesen Potenzialen sind die Klärgas-BHKW, sofern die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen an den Kläranlagen geeignet sind, kurzfristig umsetzbar.

Inzwischen sind Biogasanlagen mit einer Leistung unter 100 kW_{el} am Markt verfügbar, die überwiegend mit Wirtschaftsdünger arbeiten, sodass Landwirtschaftsbetriebe nahezu ohne weiteren Anbau von nachwachsenden Rohstoffen eine Biogasanlage betreiben können.

Die Potenziale zu den nachwachsenden Rohstoffen muss kritisch betrachtet werden. Für eine Umsetzung einer Biogasanlage müssen in einem angemessenen Umkreis ausreichend biogene Einsatzstoffe verfügbar sein.

Die Potenziale stellen ein erstes Bild dar. Ob und in welchem Maß diese Potenziale in der Zukunft genutzt werden, hängt von sehr vielen Faktoren ab und kann deshalb in diesem Rahmen nicht wiedergegeben werden.

6.1.3 Ausbauszenario

Unter Beachtung der Ergebnisse der Biomassepotenzialerhebung wird im Ausbauszenario für Biomasse zunächst nur die Entwicklung des Ausbaues von Pelletsheizungen unter Beibehaltung der bisherigen Zubaurate seit dem Jahr 2001 berücksichtigt.

Demnach sind bis einschließlich 2020 Anlagen mit einer Gesamtleistung von gut 9.000 kW_{th} im Untersuchungsgebiet installiert. Dies entspricht mit rund 16.000 MWh_f/a etwa 0,7 % des heutigen Endenergieverbrauchs zur Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet. Bis 2030 würde der Anteil mit ca. 25.000 MWh_f/a auf etwa 1,1 % ansteigen.

6.2 Solarthermie

In diesem Abschnitt wird das Potenzial im Bereich der thermischen Nutzung von Solarenergie ermittelt und das bereits genutzte sowie das Ausbaupotenzial dargestellt. Der Schwerpunkt liegt auf den Wohngebäuden, die im Gegensatz zu den meisten Nichtwohngebäuden einen kontinuierlichen Trinkwarmwasserbedarf aufweisen.

Auf dem ersten Blick besteht eine Nutzungskonkurrenz zwischen Solarthermie und Fotovoltaik. Da die erforderliche Solarkollektorfläche nur einen Bruchteil der Dachfläche beansprucht, empfiehlt sich auch vor dem Hintergrund, dass Solarwärme den vor allem fossilen Endenergieverbrauch in der Wärmeversorgung einspart, der Solarthermie den Vorrang zu geben. Die verbleibende Dachfläche steht der Fotovoltaik zur Verfügung. Die solare Stromerzeugung ist nicht Bestandteil dieses Konzepts.

6.2.1 Bestandsanlage

Die Erfassung der bestehenden solarthermischen Anlagen erfolgt durch Auswertung der Datenbank "Solaratlas" (BSW-Solar, 2011). Dort sind die Daten der Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAfA) aufbereitet, die das sogenannte Marktanreizprogramm betreut, ein Förderprogramm für den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeherzeugung. Solarthermische Anlagen, die ohne einen Zuschuss aus diesem Programm errichtet wurden, sind daher nicht erfasst. Die Anzahl dieser Anlagen ist allerdings als gering einzuschätzen. Die im Konzept ausgewerteten Daten liegen bis zum Stand 31.10.2011 vor.

Im Kreis Groß-Gerau waren einschließlich August 2011 1.377 Solarthermieanlagen mit insgesamt 11.152 m² Kollektorfläche installiert. Die durchschnittliche Kollektorfläche pro Anlage beträgt rund 8,1 m². Nach (Späte & Ladener, 2007) kann zur Abschätzung des durchschnittlich nutzbaren Solartrags 350 kWh_{th}/(m²a) angenommen werden. Die mit solarthermischen Anlagen im Untersuchungsgebiet erzeugte und genutzte Wärmemenge kann somit auf rund 3.900 MWh_{th}/a geschätzt werden. Damit nimmt die Solarwärme etwa 0,3 % des Endenergieverbrauchs zur Wärmeversorgung der privaten Haushalte ein. In Tabelle 6-6 sind die Daten für die Kommunen des Untersuchungsgebiets aufgeführt. Hier zeigen sich im Einzelnen Unterschiede je nach Größe der Kommune.

Tabelle 6-6 Solarthermische Anlagen im Bestand in den Kommunen des Kreises

Kommune	Anlagen-anzahl	Kollektor-fläche m ²	Spez. Kollektor-fläche m ² /Anlage	Nutzbarer Wärme-ertrag MWh _{th} /a	Anteil an Wärme-verbrauch %
Biebesheim	69	491	7,5	172	0,4
Bischofsheim	48	404	8,8	142	0,2
Büttelborn	125	961	7,7	336	0,3
Gernsheim	103	875	8,5	306	0,5
Ginsheim-Gustavsburg	45	326	7,2	114	0,1
Groß-Gerau	173	1.564	9,0	548	0,3

Kommune	Anlagen- anzahl	Kollektor- fläche m ²	Spez. Kollektor- fläche m ² /Anlage	Nutzbarer Wärme- ertrag MWh _{th} /a	Anteil an Wärme- verbrauch %
Kelsterbach	62	495	8,0	173	0,2
Mörfelden- Walldorf	136	1.180	8,7	413	0,2
Nauheim	61	533	8,7	187	0,3
Riedstadt	158	1.199	7,6	420	0,3
Rüsselsheim	220	1.770	8,0	619	0,2
Stockstadt	57	511	9,0	179	0,5
Trebur	120	843	7,0	295	0,2
Summe	1.377	11.152	8,1	3.903	0,3

6.2.2 Potenzialanalyse

Solarthermische Anlagen werden fast ausschließlich auf Wohngebäuden installiert, in Ausnahmefällen auf kommunalen Nichtwohngebäuden mit entsprechendem Trinkwarmwasserbedarf (Turnhallen, Sportheime) oder in besonderen Fällen in Unternehmen mit Prozesswärmebedarf. Bei der Potenzialermittlung werden daher ausschließlich Wohngebäude betrachtet. Solarthermische Anlagen sind auf den Wärmebedarf zur Unterstützung der Trinkwassererwärmung und der Raumheizung des Gebäudes ausgelegt. Die benötigte Fläche ist dadurch begrenzt. Im Kreis Groß-Gerau beträgt die durchschnittliche Kollektorfläche einer solarthermischen Anlage ca. 8 m². Hieraus kann geschlossen werden, dass der weitaus größte Teil der Anlage nur zur Trinkwassererwärmung genutzt wird und nur ein geringer Teil die Raumheizung unterstützt. Es ist zu erwarten, dass dieser Anteil zunimmt, da mit steigenden Energiepreisen auch die Heizungsunterstützung wirtschaftlich interessanter wird. Außerdem sieht das Marktanreizprogramm (MAP, 2012) seit 2010 u. a. nur noch eine Förderung für solarthermische Anlagen zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung vor.

Ausgehend von der Siedlungszellenanalyse wird vereinfacht davon ausgegangen, dass bei allen Wohngebäude, die vor 1995 errichtet wurden, solarthermische Anlagen zur Trinkwassererwärmung eingesetzt werden können. Solarthermische Anlagen zur Unterstützung der Trinkwassererwärmung und der Raumheizung wird für Wohngebäude mit der Baualtersklasse „1995 bis heute“ vereinfacht angenommen.

Weiterhin sind die Wohngebäude in zwei Klassen eingeteilt. Zum einen bilden Einfamilienhäuser (EFH) und Reihenhäuser (RH) eine Klasse und zum anderen die Mehrfamilienhäuser (MFH). Hochhäuser sind nicht betrachtet.

Der spezifische Wärmebedarf für die Trinkwassererwärmung liegt nach (EnEV, 2009) bei 12,5 kWh_{th}/(m²_{Nutzfläche}a). Üblicherweise werden Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung so ausgelegt, dass sie ca. 60 % des gesamten erforderlichen Wärmebedarfs abdecken (Späte &

Ladener, 2007). Mit einem spezifischen Ertrag von $350 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2_{\text{Kollektor}}\text{a})$ nach (Späte & Ladener, 2007) ist die insgesamt benötigte Kollektorfläche berechnet. Nachfolgende Tabelle stellt das technische Potenzial für die solarthermische Trinkwassererwärmung dar, unter Angabe der Anzahl der Gebäude, deren Nutzfläche, der Kollektorfläche und den Solarwärmeerträgen.

Tabelle 6-7 Ausbaupotenzial Solarthermie zur Trinkwassererwärmung

Solarthermie Trinkwassererwärmung		EFH + RH vor 1995	MFH + große MFH vor 1995	Summe Wohngebäude Vor 1995
Anzahl Gebäude		43.475	2.377	45.852
Nutzfläche	m ²	10.240.000	1.042.000	11.282.000
Trinkwasserwärmebedarf	MWh _{th} /a	128.000	13.000	141.000
Solarertrag	MWh _{th} /a	76.800	7.800	84.600
Kollektorfläche	m ²	219.400	22.300	241.700

Das Potenzial zur solarthermischen Trinkwassererwärmung in Wohngebäuden mit Baujahr vor 1995 beläuft sich im Kreis Groß-Gerau auf etwa 84.600 MWh_f/a.

Nach (DGS, 2004) kann als Faustformel zur Flachkollektorflächenbestimmung für einen kombinierten Betrieb zwischen 0,8 bis 1,1 m² je 10 m² beheizte Wohnfläche genutzt werden. Mit der Annahme 1 m² je 10 m² beheizte Wohnfläche und $350 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2\text{a})$ als Solarertrag nach (Späte & Ladener, 2007) ist der Solarertrag für die Wohngebäude in der Baualtersklasse „1995 bis heute“ ermittelt. Üblicherweise erreichen kombinierte Solaranlagen einen Deckungsanteil von ca. 30 % am gesamten Jahreswärmebedarf (Späte & Ladener, 2007).

Tabelle 6-8 Ausbaupotenzial Solarthermie zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

Solarthermie Trinkwassererwärmung Heizungsunterstützung		EFH + RH ab 1995	MFH + große MFH ab 1995	Summe Wohngebäude ab 1995
Anzahl Gebäude		2.756	572	3.328
Wohnfläche	m ²	557.000	159.000	716.000
Kollektorfläche	m ²	55.700	15.900	71.600
Solarertrag	MWh _{th} /a	19.500	5.600	25.100

Zur Unterstützung der Trinkwassererwärmung und Raumheizung in Wohngebäuden mit Baujahr ab 1995 beträgt das technische Potenzial im Untersuchungsgebiet ca. 25.100 MWh_f/a.

In der Zusammenfassung zeigt sich, dass sich das solarthermische Potenzial auf etwa 109.700 MWh_t/a beläuft, was etwa 7 % des Endenergieverbrauchs zur Wärmeversorgung der privaten Haushalte entspricht. Bisher werden ca. 4 % des gesamten Potenzials genutzt.

Tabelle 6-9 Ausbaupotenzial Solarthermie im Kreis Groß-Gerau

Wohngebäude		
Anzahl Gebäude	49.180	
Kollektorfläche	313.300	m ²
Solarertrag	109.700	MWh _{th} /a

6.2.3 Ausbauszenario

Für die Entwicklung des Wärmeertrages durch Zubau von solarthermischen Anlagen wurden zwei Annahmen getroffen:

- Trendszenario
Die Annahme basiert auf der Fortschreibung der bisherigen Entwicklung zwischen 2001 und 2010, die sich ebenfalls aus den Daten aus (BSW-Solar, 2011) ableiten lässt. Hieraus ergibt sich ein Zubau der Kollektorfläche von ca. 2.800 m² pro Jahr. Es wird ein spezifischer Ertrag von 350 kWh_{th}/(m²a) angenommen.
- Klimaschutzszenario
Die Annahmen des Klimaschutzszenarios ist an (DLR, 2012) angelehnt. Des Weiteren wird ein spezifischer Ertrag von 350 kWh_{th}/(m²a) angenommen

In der nachstehenden Abbildung 6-7 ist die Entwicklung des Wärmeertrages durch den Zubau von Solarthermie dargestellt.

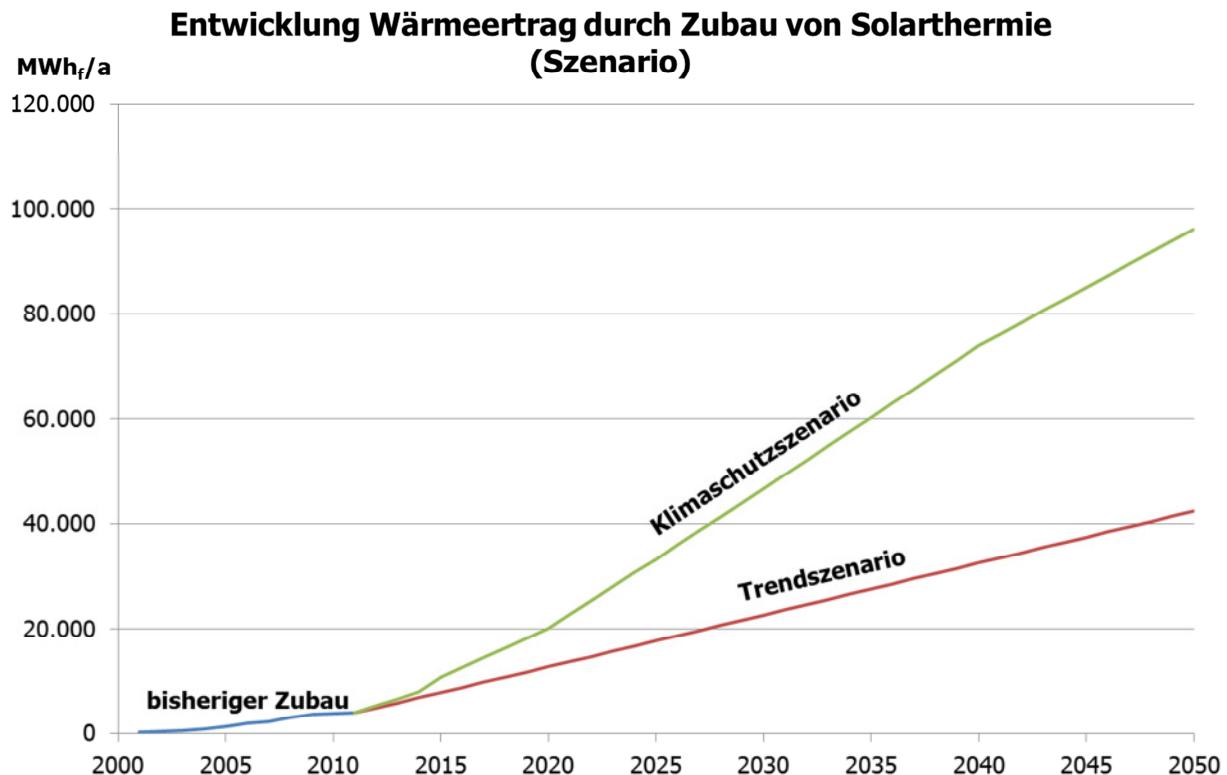


Abbildung 6-7 Entwicklung Wärmeenergieertrag durch Zubau von Solarthermieranlagen

Gemäß dem Trend ergeben sich bis 2020 insgesamt rund 36.600 m² als Kollektorfläche und ein Wärmeenergieertrag von ca. 12.800 MWh_f/a durch die bis zu diesem Zeitpunkt installierten Anlagen. Dies entspricht einem Anteil am Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung im Kreis Groß-Gerau von rund 0,6 %. Bis 2030 würde sich die Kollektorfläche auf ungefähr 64.800 m² vergrößern. Hiermit könnte ein Wärmeenergieertrag von rund 22.700 MWh_f/a erzeugt werden, was einen Anteil am Wärmeverbrauch von 1,0 % entspricht.

Gemäß dem Klimaschutzszenario wird ein fünfmal so großer Wärmeenergieertrag wie heute bis 2020 angenommen. Die Kollektorfläche würde bis zum Jahr 2020 auf rund 57.700 m² steigen. Die bis dahin installierten Anlagen würden einen Wärmeenergieertrag von rund 20.200 MWh_f/a erzielen. Dies entspräche einem Anteil am heutigen Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet von 0,9 %. Bis 2030 würde sich die Kollektorfläche gegenüber 2020 etwas mehr als verdoppeln auf etwa 133.300 m² und ein Wärmeenergieertrag von ca. 46.600 MWh_f/a erzielt werden. Der Anteil am Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung beläuft sich dann auf rund 2,1 %.

6.3 Reststoffe

Nach Auskunft der AWS wird der gesamte Hausmüll im Kreis Groß-Gerau im Müllheizkraftwerk Darmstadt eingesetzt. Damit erfolgt schon heute eine energetische Nutzung, die jedoch außerhalb des Kreises Groß-Gerau erfolgt.

Auch der Bioabfall im Kreis Groß-Gerau wird schon einer energetischen Verwertung zugeführt, indem die rund 30.000 t/a nach Auskunft der AWS in der Vergärungsanlage auf der Rhein-Main-

Deponie Flörsheim-Wicker, die sich ebenfalls außerhalb des Kreises Groß-Gerau befindet, eingesetzt werden. Die Verstromung des Biogases findet in der Deponiegasverwertungsanlage statt. Gewerbliche Speisereste werden von der bioLOG GmbH in der Speiserestaufbereitungsanlage in Büttelborn hygienisiert und für die Verwendung in Biogasanlagen aufbereitet. Insgesamt findet für die im Kreis anfallenden Reststoffe eine energetische Verwertung statt, sodass hier kein Potenzial zur Wärmeversorgung im Kreis zu erwarten ist.

6.4 Oberflächennahe Geothermie

Die Nutzung von Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 m wird als oberflächennahe Geothermie bezeichnet (PKT, 2007). In diesem Anwendungsbereich wird Erdwärme auf sehr niedrigem Temperaturniveau erschlossen ($< 20\text{ °C}$). Diese kann zur Gebäudeheizung oder Kühlung eingesetzt werden. Üblicherweise besteht ein System zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie aus drei Elementen: Wärmequellenanlage, Wärmepumpe und Wärmesenke (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 2003).

6.4.1 Systeme zur Nutzung oberflächennaher Erdwärme

Die Nutzung oberflächennaher Erdwärme lässt sich in drei Komponenten einteilen, die in folgenden Kapiteln erläutert werden.

6.4.1.1 Wärmequellenanlagen

Wärmequellenanlagen können als geschlossene oder offene Systeme ausgeführt werden. Geschlossene Systeme können vereinfacht in horizontal verlegte Erdwärmekollektoren und vertikale Erdwärmesonden unterschieden werden. Bei beiden Varianten zirkuliert ein Wärmeträgermedium (meist ein Wasser-Frostschutzmittelgemisch, wird auch als Sole bezeichnet) innerhalb des Systems. Dieses entzieht dem Erdreich die Wärmeenergie (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 2003).

Erdwärmekollektoren werden in geringer Tiefe (ca. 1 bis 2 m unter der Erde) verlegt. Es ist darauf zu achten, die Kollektoren unterhalb der Frostgrenze anzubringen.

Ein Kollektorsystem hat einen vergleichsweise hohen Platzbedarf. Selbst bei energetisch sanierten Neubauten ist der Flächenbedarf immer höher als die zu beheizende Gebäudenutzfläche. Der entscheidende Faktor für die Auslegung der Kollektorfläche ist die spezifische Entzugsleistung des Bodens. Sie reicht von 10 W/m^2 bei trockenem nicht bindigem Boden bis zu 40 W/m^2 bei wassergesättigtem Kies oder Sand (VDI, 2010). Abbildung 6-8 zeigt ein Schema einer Erdwärmenutzung mittels Erdwärmekollektoren.

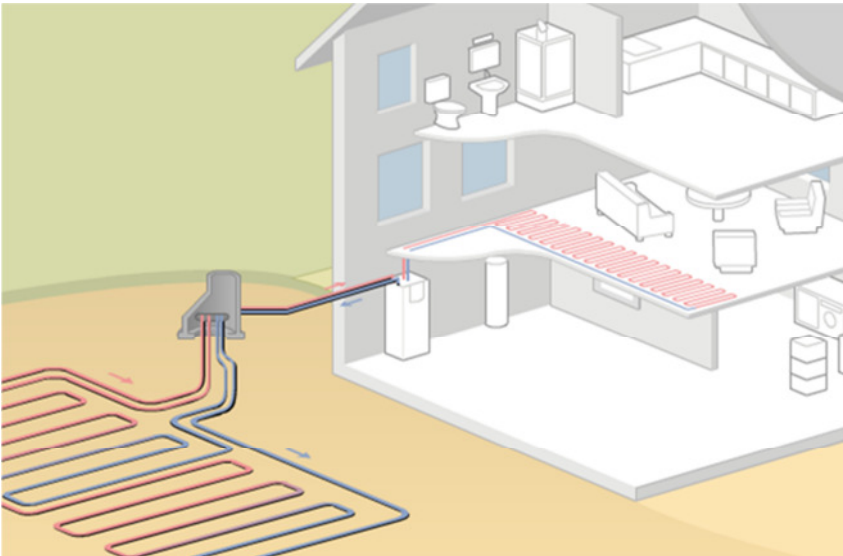


Abbildung 6-8 Erdwärmekollektoranlage (BWP, 2011 a)

Höhere spezifische Entzugsleistungen können grabenverlegte Kollektoren wie z.B. Künettenkollektoren erreichen (Ochsner, 2007).

Erdwärmekollektoren können zur "passiven Gebäudetemperierung" eingesetzt werden. Dabei wird das Gebäude mittels Geothermie im Sommer gekühlt ohne eine aktive Reduzierung der Temperatur der Wärmepumpe. Die Wärmeenergie wird dabei an das Wärmeträgermedium in den Kollektoren abgegeben.

Erdwärmesonden zeichnen sich durch einen vergleichsweise geringen Platzbedarf aus. Bei dieser Art von System werden vertikale Erdsonden mittels Bohrungen ins Erdreich gebracht. Erdwärmesonden sind die am weitesten verbreitete Methode um Erdwärme zu erschließen.

Je nach Wärmebedarf handelt es sich um eine oder mehrere Bohrungen bis üblicherweise 100 m tief abgeteuft. Jede Bohrung zur Gewinnung von Erdwärme über 100 m Tiefe unterliegt der Betriebsplanpflicht nach (BBergG, 2009) und (Altrock, 2009).

Ab einer Tiefe von 15 m herrscht im Erdreich eine konstante Temperatur von ca. 15 °C. Erdwärmesondensysteme sind unabhängig von Witterungseinflüssen, da sie hauptsächlich Energie nutzen die aus dem terrestrischen Wärmestrom stammt. In den Wintermonaten, der Hauptheizsaison, findet eine Auskühlung des Bodens statt, da in der Regel mehr Wärme entzogen wird als aus dem Erdinneren nachströmt. Dieser Effekt ist bei der Auslegung der Sondenanlage zu beachten.

Erdwärmesonden eignen sich ebenfalls zur passiven Gebäudetemperierung. Diese Möglichkeit hat nicht nur einen angenehmen Komforteffekt, sondern wirkt auch der Auskühlung des Bodens entgegen. Ein Schema einer Erdwärmesondenanlage wird in Abbildung 6-9 gezeigt.

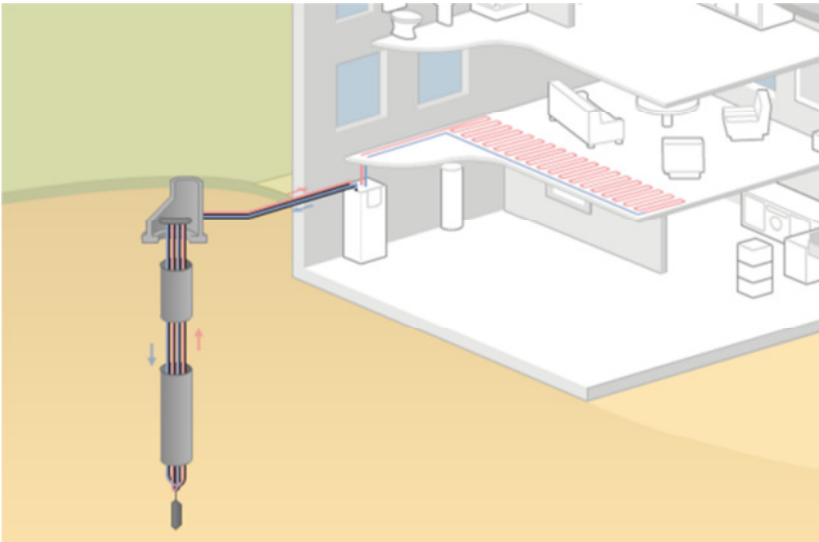


Abbildung 6-9 Erdwärmesonde (BWP, 2011 a)

Die benötigte Bohrtiefe ergibt sich aus der Wärmeleitfähigkeit und der daraus resultierenden Wärmeentzugsleistung des Bodens. Beide Parameter variieren mit der geologischen Schichtfolge, der Wassersättigung des Erdreiches und der Tiefe. Die (VDI, 2010) bietet Auslegungsmöglichkeiten für Anlagen $< 30 \text{ kW}_{\text{th}}$ über Tabellenwerte. Verschiedenen Gesteinsarten sind dort Wärmeleitfähigkeiten und Wärmeentzugsleistung zugeordnet. Diese Methode ist jedoch nur als erste Annäherung zu sehen. Wird diese Methode bei kleineren Objekten angewandt sind meist Sicherheitsaufschläge notwendig. Bei größeren Objekten ist es immer notwendig, einen Fachplaner zu beauftragen.

Eine Auslegungsmöglichkeit für mehrere Erdsonden bietet ein „Thermal Response Test“ (TRT). Dieser Test wird anhand einer Testbohrung oder an einer ersten Bohrung eines Erdwärmesondenfeldes vorgenommen. In der Regel wird diese Bohrung im späteren Anlagenbetrieb genutzt. Mittels des TRT kann die effektive Wärmeleitfähigkeit λ_{eff} (W/(mK)), die mittlere ungestörte Bodentemperatur und der Bohrlochwiderstand R_b (mK/W) bestimmt werden (VBI, 2009). Mithilfe dieser Parameter kann eine relativ genaue Auslegung des Sondenfeldes erfolgen.

Grundwasserbrunnen ermöglichen es Erdwärme mittels eines offenen Systems zu nutzen. Die Grundwassertemperatur liegt das ganze Jahr über konstant bei etwa 8 bis 12 °C. Daher arbeiten Wärmepumpen mit Grundwasser als Wärmequelle vergleichsweise effektiv (Ochsner, 2007). Das Grundwasser dient als Wärmeträger und wird mittels eines Brunnens zutage gefördert und anschließend zum Verdampfer der Wärmepumpe geleitet. Nach der energetischen Nutzung folgt eine Wiedereinleitung des Grundwassers mittels eines Schluckbrunnens. Damit ist keine indirekte Wärmeübertragung wie bei einer Erdwärmesonde vorhanden.

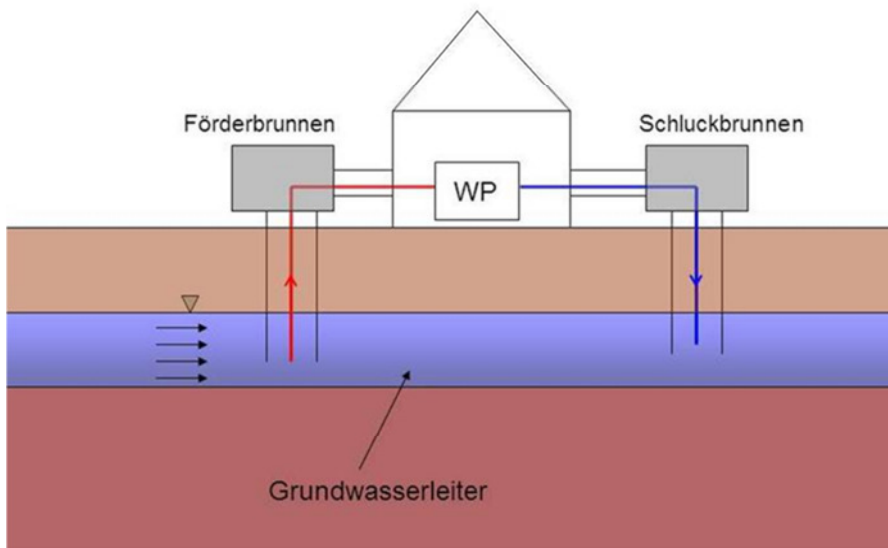


Abbildung 6-10 Erdwärmenutzung mittels Grundwasser

Es ist notwendig, ausreichend ergiebige Grundwasserleiter in nicht allzu großer Tiefe (max. ca. 15 m) vorzufinden. Überschlägig kann mit dem Kennwert 160 l/h je kW_{th} (Heizleistung) der Wasserbedarf ermittelt werden (Ochsner, 2007). Zu beachten ist, dass die Entnahme und das Wiedereinleiten von Grundwasser eine Benutzung gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 5 (WHG, 2012) ist. Daher sind Grundwassernutzungsanlagen immer genehmigungspflichtig.

6.4.1.2 Wärmepumpe

Die zweite Systemkomponente einer Anlage zur Erdwärmenutzung ist eine Wärmepumpe. Wärmepumpen entziehen einem Trägermedium (Grundwasser, Sole oder Luft) Wärme auf vergleichsweise niedrigem Temperaturniveau und heben diese auf ein höheres Temperaturniveau. Man unterscheidet zwischen Kompressions- und Absorptionswärmepumpen. Da elektrisch angetriebene Kompressionswärmepumpen die am weitesten verbreitete Form der Wärmepumpe sind, wird auf das Funktionsprinzip dieser Art der Wärmepumpe eingegangen.

In Kompressionswärmepumpen zirkuliert ein Kältemittel, das bei sehr niedrigen Temperaturen verdampft. Am Verdampfer nimmt das Kältemittel die Erdwärme auf und wird dadurch verdampft. Über einen Verdichter werden der Druck (und damit auch die Temperatur des Arbeitsmittels) erhöht. Der Verdichter wird über einen Elektromotor angetrieben, der den wesentlichen Stromverbrauch einer Wärmepumpe aufweist. Am Kondensator gibt das Arbeitsmittel die Wärme an den Heizkreislauf ab und kondensiert. Über ein Expansionsventil wird das Arbeitsmittel entspannt (Druckreduktion), wieder abgekühlt, und erneut zum Verdampfer geführt. Zur Veranschaulichung zeigt Abbildung 6-11 ein Schema einer solchen Anlage.

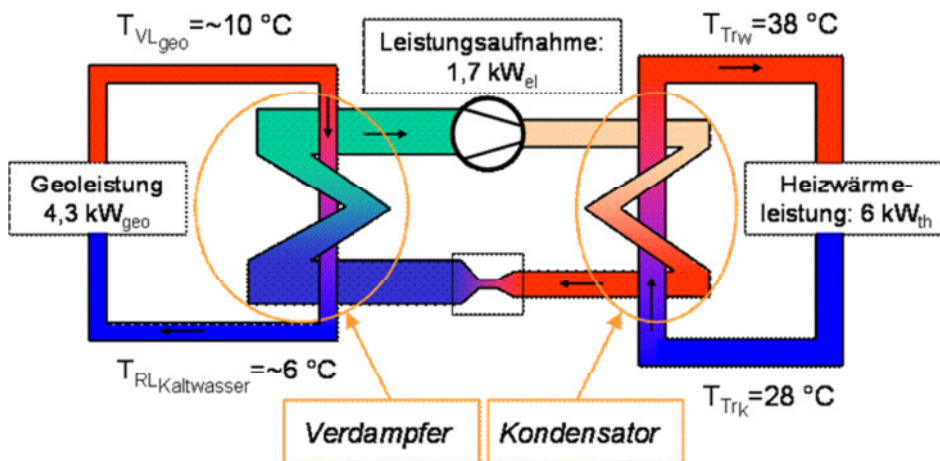


Abbildung 6-11 Schema Kompressionswärmepumpe

Entscheidend für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpe ist der Stromverbrauch je erzeugter wärmemenge. Mit steigender Effizienz der Wärmepumpe (insbesondere abhängig von der Wärmequellen- und Senken- Temperatur) nimmt der Stromverbrauch ab. Die Effizienz einer Wärmepumpe kann durch verschiedene Kennziffern bewertet werden. Der Coefficient of Performance (COP, Leistungszahl) gibt das Verhältnis (bei genormten Betriebsbedingungen) des abgegebenen Nutzwärmestroms, bezogen auf die elektrische Leistungsaufnahme des Verdichters, und weiterer Komponenten an.

$$COP = \frac{\dot{Q}_{Nutz}}{P_{el}}$$

Ein COP von 4 bedeutet z. B., dass aus 1 kW_{el} (elektr. Leistung) und 3 kW_{geo} (Umweltwärmeleistung) 4 kW_{th} (Heizwärmeleistung) werden. Je geringer der Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Wärmesenke ausfällt, desto günstiger ist die Leistungszahl. In Abbildung 6-12 wurde die Leistungszahl für verschiedene Heizsystemtemperaturen in Abhängigkeit von der Quellentemperatur aufgetragen.

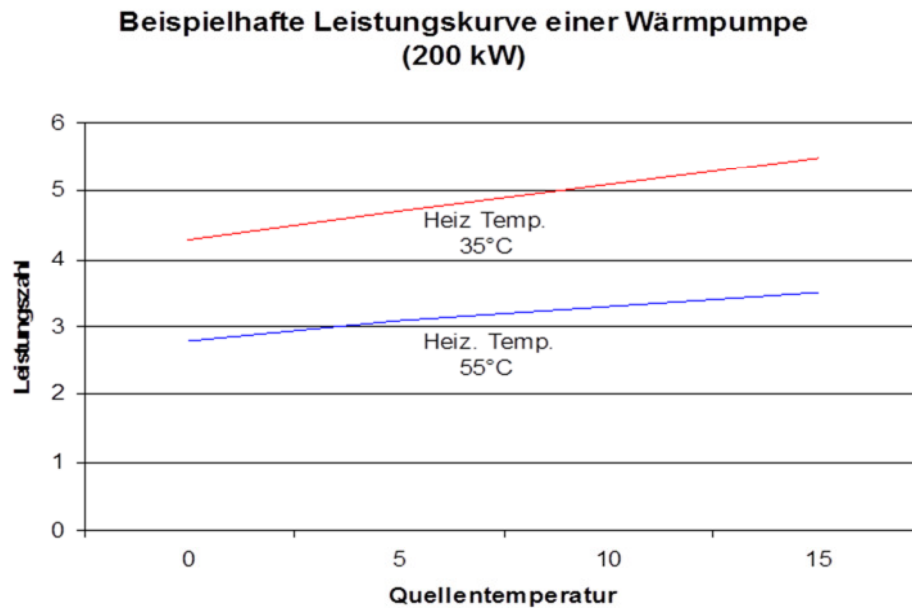


Abbildung 6-12 Beispielhafte Leistungskurve einer Wärmepumpe in Abhängigkeit von Wärmequellen- und Senktemperatur. Werte basieren auf Herstellerangaben nach (Waterkotte, 2009)

Die rote Linie stellt eine Leistungskurve für eine Heizsystemtemperatur von 35 °C dar, die blaue Linie symbolisiert eine Leistungskurve für eine Systemtemperatur von 55 °C. Das Diagramm zeigt, dass bei einer geringeren Heizsystemtemperatur die Leistungszahlen bei gleicher Quellentemperatur immer höher sind, als die der höheren Heizsystemtemperatur.

Daher sind Wärmepumpen vor allem für energetisch optimierte Neubauten oder Altbauten mit Flächenheizsystem interessant, da diese eine niedrigere Vorlauftemperatur haben. Die Leistungszahl ist ein vom Hersteller der Wärmepumpen vorgegebener Kennwert und wurde unter Normbedingungen auf dem Prüfstand ermittelt. Sie definiert somit immer einen bestimmten Betriebspunkt.

Eine anwendungsbezogene Kennziffer für die Effizienz ist die Jahresarbeitszahl (β). Diese gibt das Verhältnis der abgegebenen Nutzwärme, bezogen auf die eingesetzte elektrische Arbeit, für den Antrieb des Verdichters und der Hilfsantriebe (z. B. Solepumpe) über ein Jahr an (VDI, 2010).

$$\beta = \frac{W_{\text{Nutz}}}{W_{\text{el}}}$$

Da die Jahresarbeitszahl auf realen Betriebsbedingungen basiert, ist sie immer etwas kleiner als die Leistungszahl. Die Jahresarbeitszahl bewertet den Nutzen der eingesetzten elektrischen Arbeit und ist somit das entscheidende Kriterium für den wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpe.

6.4.1.3 Wärmesenke

Das dritte Systemelement ist die Wärmesenke. Als Wärmesenke werden beispielsweise zu beheizende Gebäude, Wärmeverbrauch zur (Trink-)Wassertemperierung und Prozesse mit Wärmeverbrauch bezeichnet. Der für den Einsatz der Wärmepumpe ideale Verbraucher sollte ein Heizsystem mit relativ geringem Temperaturniveau aufweisen, da so die Effizienz einer Wärmepumpe am höchsten ist. Zur Gebäudebeheizung eignen sich so vor allem Flächenheizungen, wie z. B. Wand- oder Fußbodenheizungen.

Es kommen vor allem Neubauten oder energetisch optimierte Altbauten in Frage. Zwar können moderne Wärmepumpen eine Heiztemperatur von bis zu 65 °C bereitstellen, jedoch ist die Effizienz dabei meist sehr gering, sodass der wirtschaftliche Betrieb einer Wärmepumpe oft erschwert ist.

Nach dem Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG, 2011) müssen alle Neubauten einen gewissen Anteil ihres Wärmebedarfs mit Erneuerbaren Energien decken (§ 3 (EEWärmeG, 2011)[EEWärmeG]). Bei Erdwärmenutzung sind dies 50 % (§ 5 Abs. 4 (EEWärmeG, 2011)). Bei einem Vergleich der Wirtschaftlichkeit einer Erdwärmenutzung mit einer konventionellen Beheizungstechnik (Gasbrennwertkessel) ist es sinnvoll, eine solarthermische Anlage zur Erfüllung der Anforderungen nach EEWärmeG mit zu betrachten. Diese muss mindestens 15 % des Jahreswärmeverbrauchs decken. Bei Wohngebäuden ist es ausreichend, eine vorgegebene Kollektorenfläche (Aperturfläche = 3 bis 4 % der Nutzfläche) einzuhalten. Bei Gebäuden mit passenden Eigenschaften für den Einsatz von Wärmepumpen muss im Einzelfall geprüft werden, ob der Einsatz von Erdwärme wirtschaftlich sinnvoll ist. Die Investitionskosten zur Erstellung eines Heizsystems mit Erdwärmesonden liegen deutlich über denen konventioneller Systeme. Neubauten weisen bei Berücksichtigung der Erfordernisse der aktuellen Energieeinsparverordnung einen sehr günstigen Wärmebedarf auf. Durch eine günstige Verbrauchssituation kleinerer Neubauten (beispielsweise Einfamilienhäuser) können mit der Erdwärme erzielte Verbrauchskosteneinsparungen die höheren Investitionen oft nicht ausgleichen. Daher amortisieren sich höhere Investitionen vor allem in Gebäuden mit höherem absolutem Wärmeverbrauch, im Neubaufall insbesondere in größeren Gebäuden.

Vergleicht man die anfallenden Jahreskosten einer geothermischen Heizanlage mit einem konventionellen System (Brennwertgerät und Solarthermie) ist die Gewichtung der Kosten unterschiedlich. Während bei dem konventionellen System die Verbrauchskosten überwiegen, sind bei dem System mit Erdwärme die Kapitalkosten (auf die rechnerische Nutzungsdauer umgelegte Investitionskosten) der größte Kostenpunkt. Abbildung 6-13 zeigt vergleichsweise die Größenordnung der drei Hauptkostenpunkte innerhalb eines Jahres.

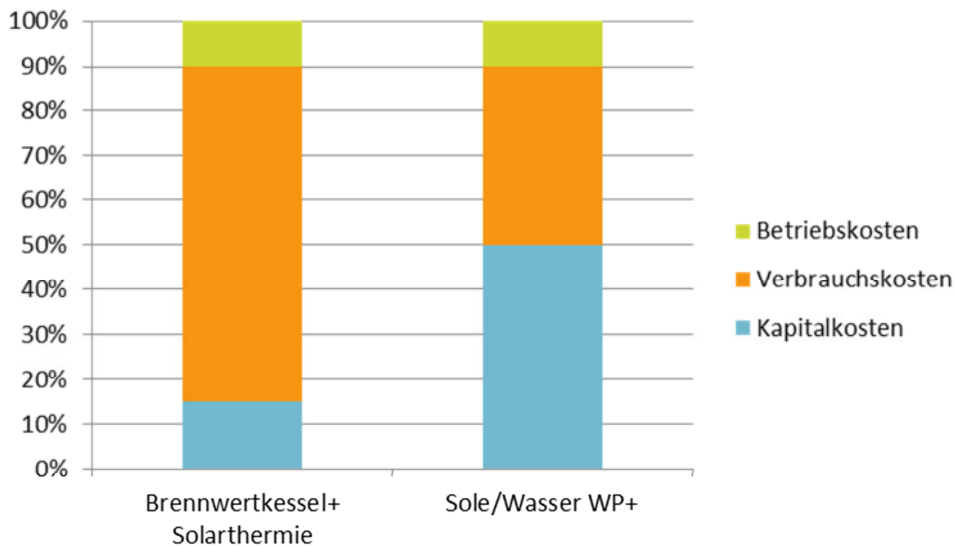


Abbildung 6-13 Exemplarischer Vergleich der Jahreskosten (eigene exemplarische Betrachtungen)

Die Abbildung verdeutlicht, dass auch bei angenommenen identischen Jahreskosten der beiden Systeme die Erdwärmenutzung in der Verteilung der fixen und laufenden Jahreskosten wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt: Durch den vergleichsweise kleinen Anteil der Verbrauchskosten (Energiebezugskosten) an den Vollkosten der Beheizung ergibt sich eine deutlich geringere Abhängigkeit der Erdwärmenutzung bei schwankenden Bezugskosten auf den Energiemärkten. Es besteht die Möglichkeit der Förderung von effizienten Wärmepumpen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Eine elektromotorische Sole/Wasser oder Wasser/Wasser Wärmepumpe gilt als Effizient wenn sie bei Wohngebäuden eine Jahresarbeitszahl von 3,8 oder bei Nichtwohngebäuden eine Jahresarbeitszahl von 4 aufweist (MAP, 2012). Luft/Wasser Wärmepumpen gelten bei einer Jahresarbeitszahl von ca. 3,5 als effizient. Derzeit sind nur Wärmepumpen in Bestandsgebäuden förderfähig (MAP, 2012).

6.4.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Erdwärmesonden

Für die Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmesondenanlage ist eine wasserrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung nach § 8 (WHG, 2012) erforderlich.

Vor der Errichtung einer Erdwärmesondenanlage ist ein entsprechender Antrag bei der jeweiligen unteren Wasserbehörde einzureichen.

In Hessen wird das Erlaubnisverfahren durch den Erlass „Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden“ geregelt (HLUG, 2011). Darin sind z. B. Regelungen über den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen oder Anforderungen zur Errichtung und Betrieb enthalten. Der Erlass gilt für Anlagen mit einer Heizleistung kleiner $30 \text{ kW}_{\text{th}}$.

Bei der Antragsstellung sind die hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Gegebenheiten am Standort zu prüfen, da möglicherweise ein vereinfachtes Verfahren durchgeführt werden kann.

Die Gebiete werden dabei in drei Gruppen aufgeteilt (HLUG, 2011):

günstige Gebiete:

In diesen Gebieten ist sowohl die hydrogeologische als auch die wasserwirtschaftliche Situation günstig. Dort ist keine hydrogeologische Einzelfallprüfung notwendig.

Hier kann ein vereinfachtes Antragsverfahren durchgeführt werden. Es gelten die Standardauflagen aus dem Erlass „Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden“ (HLUG, 2011).

ungünstige Gebiete:

In diesen Bereichen ist die hydrogeologische und/oder die wasserwirtschaftliche Situation ungünstig. Aus hydrogeologischer Sicht ungünstig sind beispielsweise Gebiete mit nennenswerten Grundwasser-, Mineralwasser- oder Heilwasservorkommen, die durch eine Grundwasserüberdeckung geschützt werden.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ungünstig gelten z.B. Bereiche in Zonen III von Wasserschutzgebieten oder in der Umgebung einer kontaminierten Altlast.

Hier ist eine hydrogeologische Einzelfallprüfung zwingend erforderlich. Aus solch einem Gutachten können sich gegebenenfalls zusätzliche Anforderungen ergeben, die bei der Errichtung der Erdwärmesondenanlage eingehalten werden müssen.

unzulässige Gebiete:

Wegen der wasserwirtschaftlichen Situation ist die Errichtung von Erdwärmesonden in diesen Gebieten unzulässig.

Abbildung 6-14 zeigt eine Karte des HLUG mit der Einteilung in die verschiedenen Gebiete für eine Erststandortbeurteilung im Kreise Groß Gerau.

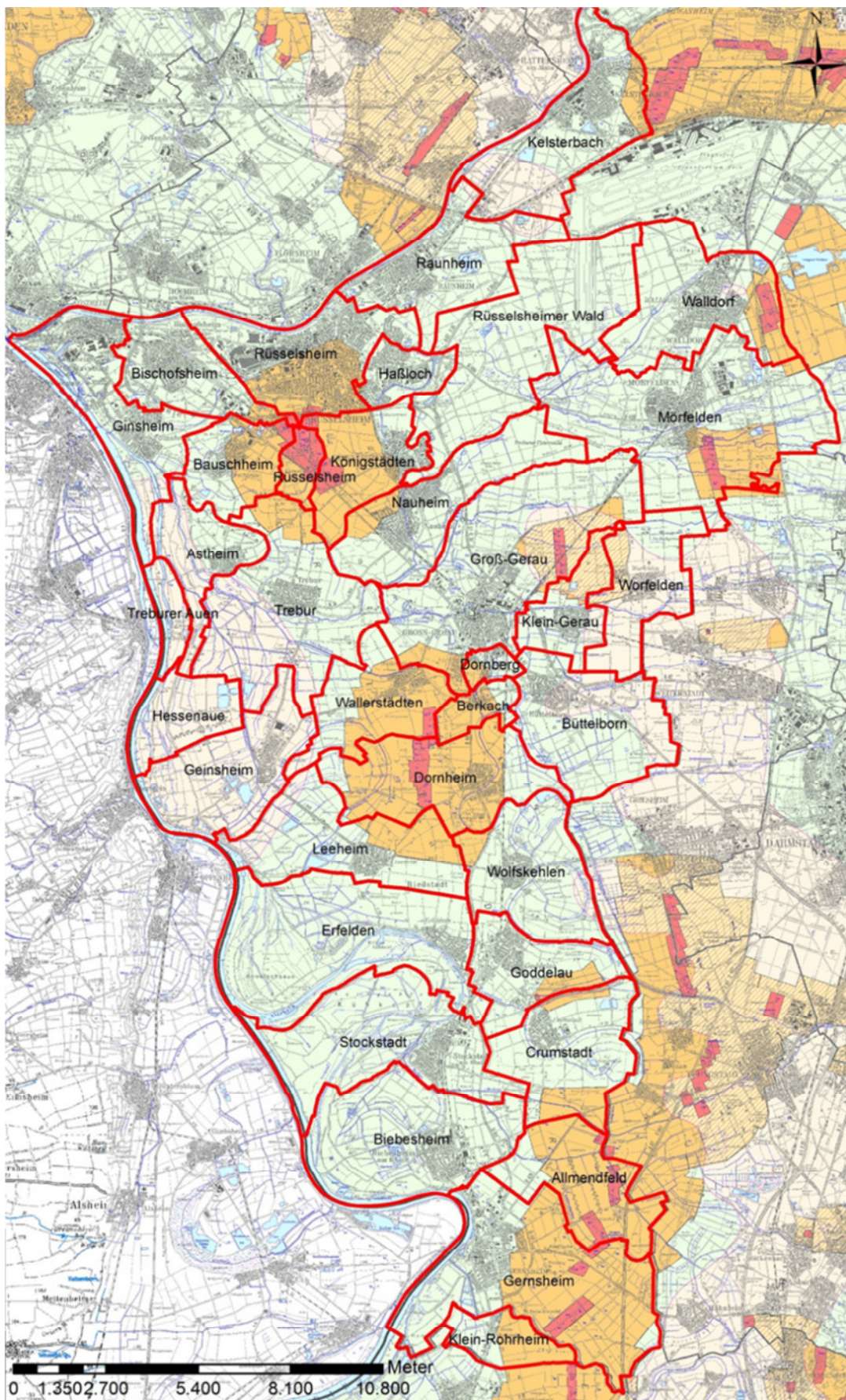


Abbildung 6-14 Standortbeurteilung für Erdwärmesonden (verändert nach (HLUG, 2012))

Neben einer wasserrechtlichen Erlaubnis kann möglicherweise eine Genehmigung nach Bundesberggesetz (BBergG, 2009) erforderlich sein. Erdwärme ist nach § 3 Abs. 3 (BBergG, 2009) ein „bergfreier Bodenschatz“. Damit ist für die Erdwärmegewinnung grundsätzlich eine bergrechtliche Bewilligung nach § 8 (BBergG, 2009) erforderlich, Grundstückseigentum allein reicht nicht aus. Jedoch unterliegt nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 (BBergG, 2009) "das Lösen oder Freisetzen von Bodenschätzen in einem Grundstück aus Anlass oder im Zusammenhang mit dessen baulicher oder städtebaulicher Nutzung" nicht dem Gewinnungsbegriff des BBergG. Bei dieser Ausnahmeregelung darf benachbarten Grundstücken keine Erdwärme entzogen werden. Für die Entnahme von Erdwärme besteht die Möglichkeit einer Sonderregelung nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 (BBergG, 2009), wenn die Heizleistung der Anlage kleiner $30 \text{ kW}_{\text{th}}$ ist und der Abstand der Erdwärmebohrung zu den Grundstücksgrenzen 5 m nicht überschreitet (HLUG, 2011).

Nach § 127 (BBergG, 2009) müssen Bohrungen über 100 m dem HLUG mindestens zwei Wochen vorher angezeigt werden. Sie unterliegen somit der Bergaufsicht (HLUG, 2011).

Nach § 4 Lagerstättengesetz sind Bohrungen zwei Wochen vor Beginn dem HLUG anzuzeigen. Dieses Verfahren übernehmen in der Regel die Bohrunternehmen.

Erdwärmekollektoren:

Für Erdwärmekollektoren, die mindestens 1 m über dem höchsten Grundwasserstand liegen, gelten die „Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden“ nicht. Es wird davon ausgegangen, dass diese Anlagen keine Auswirkungen auf das Grundwasser haben (HLUG, 2011).

Dies gilt ebenfalls für Erdwärmekörbe und Spiral- oder Schneckensonden, falls diese eine maximale Eibautiefe von 3 m nicht überschreiten.

Wird der Abstand von 1 m zum Grundwasserstand unterschritten, werden diese Anlagen wie Erdwärmesonden behandelt.

Grundwasserbrunnen

Bei Grundwasserbrunnen wird direkt Wasser gefördert. Neben den Nutzungen von Grundwasser nach (WHG, 2012) bei den geschlossenen Systemen kommt hier noch ein Nutzungstatbestand nach § 9 Abs. 1 Nr. 5 (WHG, 2012) hinzu.

Es wird empfohlen vor der Errichtung einer Brunnenanlage eine Grundwasseranalyse durchzuführen mit Bezug auf die Parameter Eisen, Mangan und Sauerstoff. Diese Stoffe können später zu einer Verockerung der Brunnenanlage führen (HLUG, 2011). Im Kreis Groß-Gerau ist mit hohem Eisen und Mangan gehalten zu rechnen (GG, 2012). Daher ist eine Analyse des Grundwassers sinnvoll. Für das Erlaubnisverfahren ist eine Analyse aber nicht zwingend erforderlich. Ansonsten ist das Erlaubnisverfahren ähnlich zu dem einer Erdwärmesonde (GG, 2012).

6.4.3 Potenziale der oberflächennahen Geothermie im Untersuchungsgebiet

Geschlossene Systeme (Erdwärmesonden und Kollektoren) können aus geologischer Sicht standortunabhängig errichtet werden. Die benötigte Bohrtiefe oder Verlegefläche hängt von standortspezifischen Bedingungen ab. Die Wärmeleitfähigkeit λ (W/(mK)) des Gesteins ist ein wichtiger Parameter für die Auslegung geschlossener Systeme. Ist das Erdreich wassergesättigt, ist die Wärmeleitfähigkeit deutlich erhöht.

Für offene Systeme (Grundwasserbrunnen) ist es notwendig, dass am Standort eine ausreichende förderbare Wassermenge in geringer Tiefe vorhanden ist.

Erste Anhaltspunkte über die Geologie in einem Bereich bietet die geologische Übersichtskarte von Hessen. Dort sind die obertägig erschlossenen geologischen Schichten abgebildet. Mithilfe von Tabellenwerten der (VDI, 2010), kann anhand der geologischen Einheiten eine erste Abschätzung der Wärmeleitfähigkeit getroffen werden. Allerdings ist dies nur eine erste Einschätzung, da die geologischen Voraussetzungen sich schon kleinräumig und in geringen Tiefenlagen unterscheiden können.

Eine Standortbewertung zur Festlegung der Bohrparameter sollte daher immer von einem Fachmann durchgeführt werden.

6.4.4 Bestehende Anlagen im Untersuchungsgebiet

Im Bereich oberflächennaher Geothermie stellen Erdwärmesonden (EWS) den größten Teil der bestehenden und neuerrichteten Anlagen dar. Aus diesem Grund wird in diesem Abschnitt nur auf Erdwärmesonden eingegangen.

Abbildung 6-15 zeigt die Anzahl der neuerrichteten Erdwärmesonden in Zeitraum von 10 Jahren.

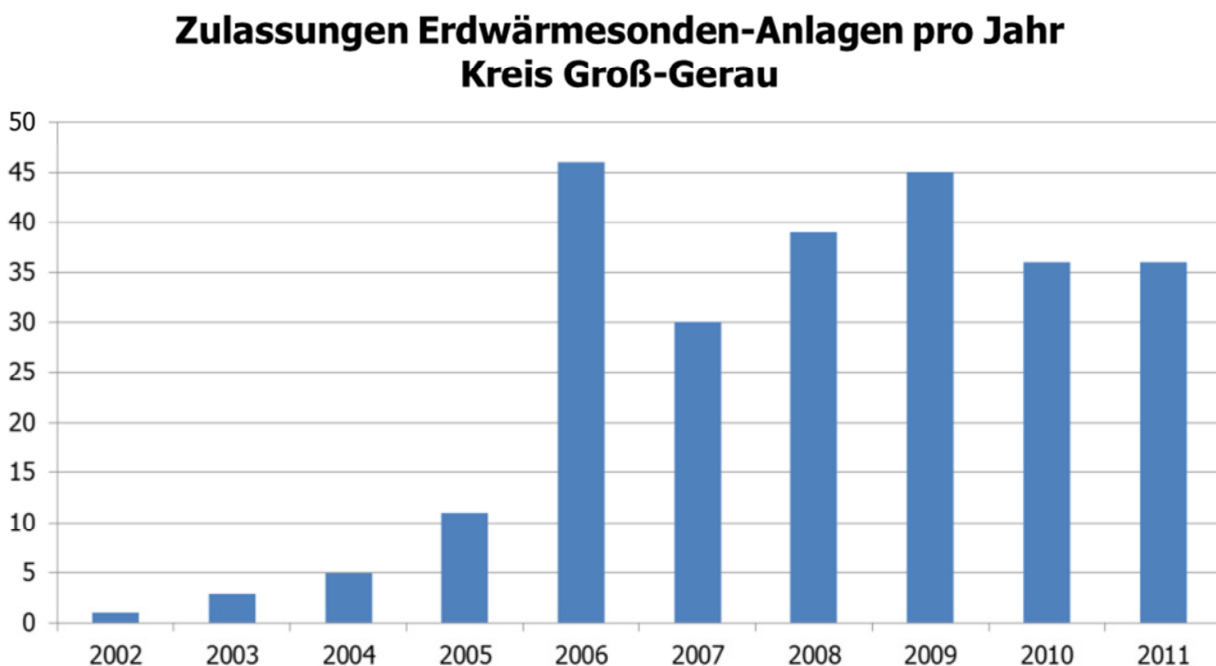


Abbildung 6-15 Anzahl Neuzulassungen Erdwärmesonden im Kreis Groß Gerau

Ab 2006 hat die Anzahl der Neuzulassungen von Erdwärmesonden deutlich zugenommen. Im Schnitt lag die Zahl der Neuzulassungen bei ca. 40 Anlagen pro Jahr. In Jahren davor waren es meist weniger als 10 Anlagen pro Jahr.

Die folgende Abbildung zeigt die Aufteilung der Neuerrichtungen auf die Städte und Gemeinden im Kreis Groß Gerau.

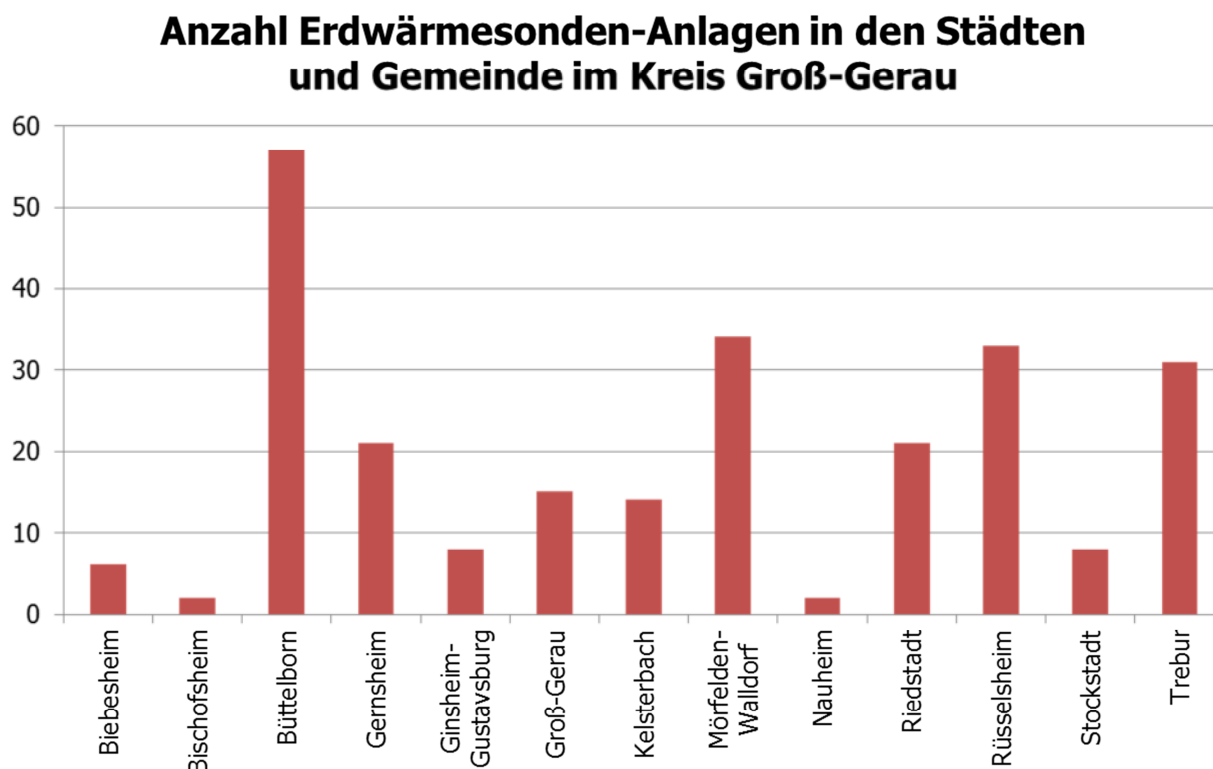


Abbildung 6-16 Anzahl neuerrichteten Anlagen in Städten und Gemeinden im Kreis Groß Gerau

Demnach sind mit 57 Anlagen die meisten in der Gemeinde Büttelborn errichtet wurden. Vergleichsweise viele Anlagen wurden auch in Mörfelden-Walldorf, Rüsselsheim und Trebur errichtet.

Im Zeitraum von 2002 bis 2011 sind im Kreis Groß Gerau 252 Erdwärmesonden-Anlagen neu errichtet wurden. Insgesamt liegt die neuerrichtete Heizleistung in Summe bei ca. 3.232 kW_{th}. Im Durchschnitt hat jede Erdwärmesonden-Anlage demnach eine Heizleistung von ca. 13 kW_{th} (vgl. Tabelle 6-10).

Tabelle 6-10 Zusammenfassung der neuerrichteten Erdwärmesonden-Anlagen im Kreis Groß Gerau

Anzahl Erdwärmesonden- Anlagen	257
Installierte Heizleistung	3.470
durchschnittliche Heizleistung	14

6.4.5 Ausbauszenario

Da sich weite Teile des Untersuchungsgebietes in einem mit Bezug auf die Erdwärmennutzung günstigen Gebiet liegen (vgl. Abbildung 6-14) sind die rechtlichen Rahmenbedingungen weitestgehend günstig.

Geschlossene Systeme (Sonden und Kollektoren) sind standortunabhängig. Aussagen ob das Untersuchungsgebiet aus geologischer Sicht besondere Vorteile aufweist, lassen sich im Rahmen dieser Studie nicht treffen.

Die Entwicklung des Wärmepumpen-Ausbaus im Kreis Groß-Gerau wird anhand der Branchenstudie 2011 des Bundesverbands Wärmepumpen e. V. (BWP, 2011 b) ermittelt. Die darin prognostizierte bundesweite Entwicklung wird dabei auf das Untersuchungsgebiet übertragen.

Demnach steigt der in Wärmepumpen genutzte Strom von derzeit 5.500 MWh_{el}/a bis 2020 auf 12.660 MWh_{el}/a an, was rund 0,5 % des Endenergieverbrauchs für Wärme im Untersuchungsgebiet entspricht. Die damit erzeugte Nutzwärme liegt bei etwa 17.430 MWh_{th}/a. 2030 liegt der Anteil des in Wärmepumpen genutzten Stroms bei etwa 0,8 % des Endenergieverbrauchs Wärme.

6.5 Tiefengeothermie

Die Nutzung von Erdwärme aus einer Tiefe ab 400 m wird als Tiefengeothermie bezeichnet. In der Praxis spricht man jedoch erst ab einer Tiefe von 1.000 m und einer Temperatur von ca. 60 °C von tiefer Geothermie (PK TG, 2007). Abhängig vom Temperaturniveau kann die Energie aus tiefengeothermischen Lagerstätten zur Stromerzeugung und/oder zu Heizzwecken genutzt werden. Tiefengeothermische Lagerstätten können in Lagerstätten mit hoher (> 200 °C) und niedriger (< 200 °C) Enthalpie unterschieden werden (GTV, 2011). In Deutschland kommen ausschließlich Lagerstätten mit niedriger Enthalpie vor.

Neben dem Temperaturniveau wird innerhalb der Tiefengeothermie zwischen hydrothermalen und petrothermalen Systemen unterschieden (GTV, 2011).

6.5.1 Hydrothermale Systeme

Hydrothermale Systeme nutzen wasserführende Schichten in großer Tiefe. Dies sind vor allem Grundwasserleiter (Aquifere) in geothermisch relevanter Tiefe oder an/in Störungszonen. Bei Wasservorkommen in großer Tiefe spricht man in der Regel von Thermalwässern. Thermalwasser ist laut Definition Wasser das aus natürlichen Quellen austritt oder durch Bohrungen erschlossen wird und dessen Temperatur mehr als 20 °C beträgt (DHV, 2010). Wasservorkommen hydrothermalen Lagerstätten werden in der Regel mithilfe von mindestens zwei Bohrungen (Dublette) erschlossen. Über eine Produktionsbohrung wird das Wasser an die Erdoberfläche gefördert, wo es dann einer energetischen Nutzung zugeführt wird. Über eine Injektionsbohrung wird das Wasser in den genutzten Aquifer zurückgeführt. Bei einer solchen Nutzungsweise besteht die Gefahr der Auskühlung des Reservoirs. Um diesen Effekt zu vermeiden, sollte der

Abstand im Zielhorizont zwischen den Bohrungen zwischen 1 bis 2 km betragen (Paschen, Oertel, & Grünwald, 2003).

Hydrothermale Lagerstätten mit einer Temperatur von unter 100 °C können zu Heizzwecken genutzt werden. Ein Wärmetauscher entzieht dem geförderten Thermalwasser geothermische Energie. Diese Energie wird dann beispielsweise über ein Wärmenetz zu Heizzwecken genutzt. Je nach erforderlichem Temperaturniveau der Wärmenutzung ist ein Temperaturhub mittels einer Wärmepumpe notwendig. Auf die Funktionsweise einer Niedertemperaturwärmenutzung mittels Wärmepumpe wird in Kapitel 6.4.1.2 eingegangen.

Abbildung 6-17 zeigt einen schematischen Aufbau eines hydrothermalen Systems zur Wärmenutzung.

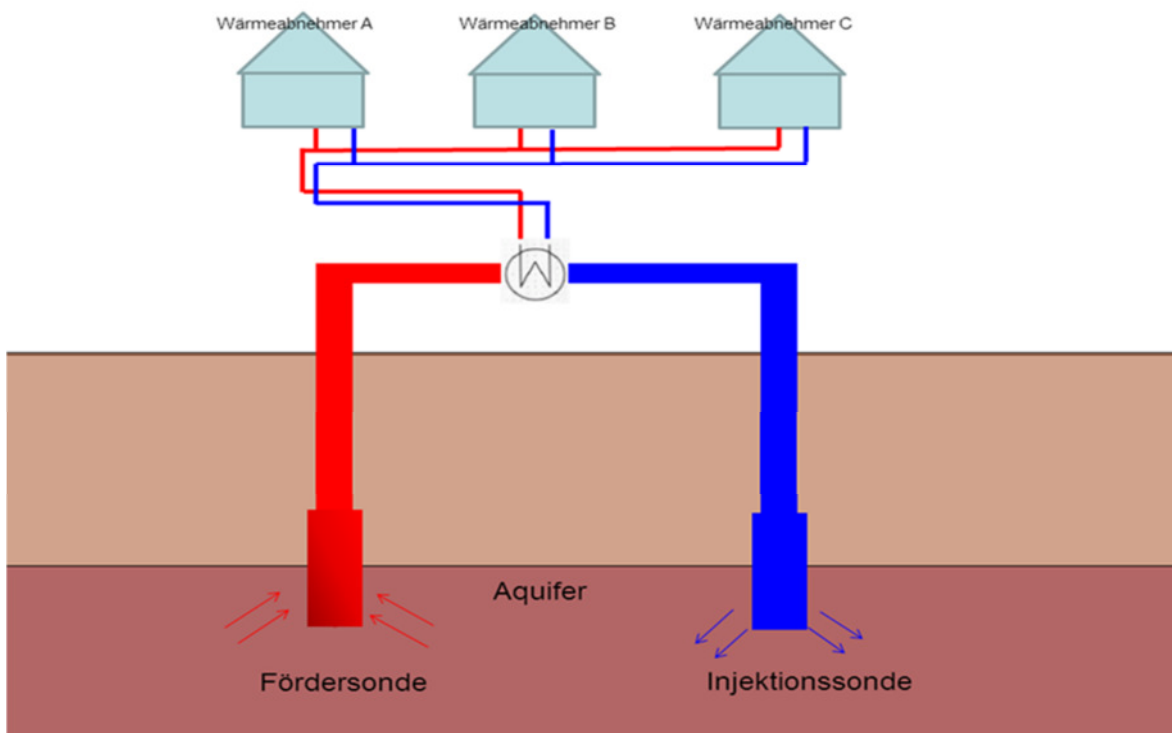


Abbildung 6-17 Schema hydrothermales System zur Wärmenutzung

Thermalwassertemperaturen ab ca. 100 °C können mittels spezieller Dampfkraftprozesse zur Stromproduktion genutzt werden. Dazu werden Verfahren wie der Organic Rankine Cycle (ORC) oder das Kalina Verfahren eingesetzt.

6.5.2 Petrothermale Systeme

Petrothermale Systeme (oder Hot-dry-Rock-Systeme (HDR)) nutzen die hohe Temperatur (150 - 250 °C) der kristallinen Gesteine (Gneis oder Granite) in großen Tiefen (um 5.000 m) (PK TG, 2007). Petrothermale Lagerstätten (Hot dry Rock) können ausschließlich mithilfe von Stimulationsmaßnahmen erschlossen werden. Wasservorkommen sind dort sehr selten und oft nicht in ausreichender Menge vorzufinden. Hier ist es denkbar, mittels Verpressen von Wasser unter hohem Druck in die Injektionsbohrung (hydraulic fracturing) ein künstliches Rissystem zu erzeugen, dass als künstlicher Wärmetauscher dient und die Fluidwegsamkeiten erhöht. In diesen

künstlich geschaffenen Wärmetauscher wird nun mittels Injektionsbohrungen Wasser verpresst. Über eine oder mehrere Produktionsbohrungen wird das erhitzte Wasser zu Tage gefördert. Auch hier sollte es zur Optimierung eines wirtschaftlichen Betriebs möglich sein, einen größtmöglichen Teil der Georestwärme zu vermarkten. Petrothermale Systeme sind damit standortunabhängig erschließbar. Es besteht kein „Fündigkeitsrisiko“ wie bei hydrothermalen Systemen. Bei petrothermalen Systemen wird die geothermische Energie primär zur Stromerzeugung genutzt (PK TG, 2007). In Deutschland ist noch kein petrothermales System im näheren Sinn realisiert. 95 % Prozent der verfügbaren geothermischen Energie entfallen auf kristalline Gesteine (Paschen, Oertel, & Grünwald, 2003). Damit können Hot-Dry-Rock Systeme in Zukunft eine interessante Möglichkeit zur Erschließung geothermischer Energie darstellen. Diese Technologie befindet sich noch in der Entwicklungs- und Erprobungsphase. Es existiert nahezu keine Praxiserfahrung. Daher wird bei der nachfolgenden Potenzialanalyse das Potenzial dieser Technik nicht berücksichtigt.

6.5.3 Tiefe Erdwärmesonden

Tiefe Erdwärmesonden bilden eine Sonderform der tiefen Geothermie. Hierbei handelt es sich um ein geschlossenes System, welches die geothermische Energie in der Regel aus 400 - 1.000 m Tiefe fördert (GTV, 2011).

Innerhalb der Erdwärmesonde zirkuliert ein Wärmeträgermedium (meist Wasser oder Sole), welches die Wärme der umliegenden Gesteinsschichten aufnimmt und sie zur Oberfläche transportiert. Es besteht kein direkter Kontakt zwischen Wärmeträgermedium und dem umliegenden Erdreich. Das Wärmeträgermedium kann meist nur eine Temperatur weit unter der des umgebenden Gesteins annehmen (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 2003). Sie können nur zur Wärmeversorgung eingesetzt werden (PK TG, 2007). Technisch gesehen können tiefe Erdwärmesonden aufgrund ihrer geschlossenen Bauweise überall eingesetzt werden. In hydrogeologisch kritischen Gebieten, wie zum Beispiel Trinkwasserschutzgebieten können rechtliche Hemmnisse auftreten. Hier ist im Einzelfall zu prüfen, ob aus ökologischer Sicht eine Tiefe Erdwärmesonde errichtet werden kann.

6.5.4 Planung und Ablauf eines Tiefengeothermieprojekts

Die Realisierung eines Tiefengeothermieprojekts ist, im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieanlagen, sehr komplex und langwierig. Standortsspezifische Aussagen lassen sich ohne aufwendige Untersuchungen nicht treffen.

Im Folgenden wird das Vorgehen bei Projekten der tiefen Geothermie beschrieben, um einen Überblick zu geben, welche Maßnahmen nötig sind, Erdwärme in großer Tiefe zu erschließen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei bei hydrothermalen Systemen. Der Ablauf eines Tiefengeothermieprojektes kann in vier verschiedene Phasen unterteilt werden (TSB, 2010).

- Vorerkundungsphase
- Explorationsphase
- Reservoirerschließungsphase

- Planungs-, Bau- und Betriebsphase

In der Vorerkundungsphase wird das vorhandene Datenmaterial (bereits vorhandenen Daten von seismischen Messungen oder Bohrungen) im Untersuchungsgebiet aus geologischer Sicht mit Bezug auf die Nutzung geothermischer Energie grob bewertet. Gegebenenfalls können zu diesem Zeitpunkt technisch/wirtschaftliche Vorstudien mit Bezug auf die Wärmevermarktung durchgeführt werden. Sind die Ergebnisse aus geologischer Sicht positiv kann mit der Explorationsphase und damit der Aufsuchung der Erdwärme begonnen werden. Da es sich bei Erdwärme um einen bergfreien Bodenschatz (§3 Absatz 3 Satz 2 (BBergG, 2009)) handelt, wird zur Aufsuchung eine Aufsuchungserlaubnis nach §7 (BBergG, 2009) benötigt.

Im ersten Explorationsschritt werden die vorhandenen Daten genauer betrachtet und interpretiert. Auf Grundlage dieser Ergebnisse werden innerhalb des Konzessionsfeldes geophysikalische Explorationsmaßnahmen wie Seismik, Gravimetrie oder Magnetotellurik durchgeführt. Für jedes dieser Vorhaben muss ein Aufsuchungsbetriebsplan nach §51 (BBergG, 2009) aufgestellt werden.

Nebenher ist es empfehlenswert, konkretere technisch/wirtschaftliche Machbarkeitsstudien durchzuführen wobei der Fokus vor allem auf die Ermittlung geeigneter Wärmesenken gelegt werden sollte (TSB, 2010).

Sind die Ergebnisse der geophysikalischen Exploration vielversprechend, kann mit der Planung einer Probebohrung begonnen werden. Dabei sollten geologische und technisch/wirtschaftliche Standortdaten zur Festlegung eines optimalen Standortes überlagert werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den geologischen Parametern.

Nach Niederbringung der Probebohrung werden hydraulische und hydrochemische Tests innerhalb des Bohrloches durchgeführt. Gegebenenfalls müssen Stimulationsmaßnahmen eingesetzt werden. Wenn die Ergebnisse der Bohrlochtests zufriedenstellend sind, kann mit der Reservoirerschließungsphase begonnen werden (TSB, 2010). Rechtlich gesehen gehört diese noch zur Aufsuchung nach §7 (BBergG, 2009). Anhand der Ergebnisse aus der Explorationsphase wird hier der Standort der zweiten Bohrung festgelegt. Nach der Niederbringung der zweiten Bohrung wird ein Zirkulationstest zwischen den Bohrungen durchgeführt, gegebenenfalls muss auch hier stimuliert werden.

Sind alle Ergebnisse positiv, kann mit der Planungs-, Bau- und Betriebsphase begonnen werden. Um die Erdwärme gewinnen zu können, wird eine bergrechtliche Bewilligung nach §8 (BBergG, 2009) benötigt. Das Antragverfahren wird in §12 (BBergG, 2009) geregelt. Des Weiteren ist ein Betriebsplan nach §51 (BBergG, 2009) aufzustellen. Zur Errichtung der geothermischen Anlage ist eine Baugenehmigung nach §34 oder 35 (BauGB, 2011) erforderlich.

Nach der Planung und Ausschreibung kann der Bau der Anlage beginnen. Ist der Probebetrieb erfolgreich abgeschlossen kann der Dauerbetrieb aufgenommen werden.

6.5.5 Kosten und Vergütungssätze

Die erforderlichen Investitionskosten für ein Projekt im Bereich der tiefen Geothermie sind schwer abzuschätzen, insbesondere da sie teilweise abhängig von örtlichen Gegebenheiten und von schwankenden Preisen auf Weltmärkten sind. Die Kosten für die Vorerkundung und Explorationsmaßnahmen liegen in einem Bereich von ca. ein bis zwei Millionen Euro (Reif, 2009).

Der kostenintensivste Punkt bei einem tiefergeothermischen Projekt sind die Tiefbohrungen. Diese schlagen mit ca. 2.000 € pro Bohrmeter zu Buche (BMU, 2007). Die Anlagenkosten hängen von der geplanten Leistungsgröße des Heizkraftwerkes ab.

Die Stromerzeugung aus tiefergeothermischen Anlagen wird durch das (EEG 2012, 2011) gefördert. Der Fördersatz beträgt nach § 28 (EEG 2012, 2011) 25 Ct/kWh_{el}. Wird Strom aus petrothermaler Technik gewonnen steigt die Förderung um 5 Ct/kWh_{el}.

Die Degression beginnt im Jahr 2018 und beträgt 5 % pro Jahr (§ 20 Abs.2 Nr. 5 (EEG 2012, 2011)).

Über das Marktanreizprogramm (MAP, 2012) werden Anlagen zur thermischen Nutzung, zur Stromerzeugung und zur kombinierten Wärme- und Stromnutzung aus erneuerbaren Energien gefördert.

Im Bereich der oberflächennahen Geothermie werden vor allem effiziente Wärmepumpen im Bestand gefördert (MAP, 2012). Bohrungen im Bereich der Tiefergeothermie werden je nach Bohrtiefe mit 375 bis 750 €/m gefördert (MAP, 2012). Bei Vorhaben zur Stromerzeugung oder kombinierten Wärme- und Stromerzeugung werden die Bohrmeter ab 2.500 m nicht gefördert. Mit dem Förderbaustein „Mehraufwendungen bei Tiefbohrungen“ werden Mehraufwendungen gegenüber der Planung abgedeckt.

Das Kreditprogramm „Fündigkeitsrisiko Tiefergeothermie“ ist bei hydrothermalen Projekten interessant. Hier können bis zu 80 % der Bohr- und Stimulationskosten finanziert werden.

6.5.6 Potenziale zur Nutzung tiefer Geothermie im Untersuchungsgebiet

Bisher sind in Deutschland nur hydrothermale Systeme oder Enhanced Geothermal Systems realisiert worden. Aufgrund der fehlenden Marktreife von petrothermalen Systemen liegt der Fokus bei der folgenden Betrachtung auf den bisherigen Systemen.

In Deutschland gibt es drei Gebiete mit ausgewiesenen hydrothermalen Vorkommen: das norddeutsche Becken, der Oberrheingraben und das süddeutsche Molassebecken (Paschen, Oertel, & Grünwald, 2003). Der Kreis Groß-Gerau liegt im Bereich des nördlichen Oberrheingrabens und damit in einem aussichtsreichen Gebiet.

Im nördlichen Oberrheingraben stehen unterhalb der quartären und tertiären Ablagerungen sogenannte Rotliegend-Sedimente an, die möglicherweise für eine geothermische Nutzung interessant sind (Gall, 2009).

Quartär und Tertiär sind erdgeschichtliche Zeiteinheiten die innerhalb des Känozoikums (65 Millionen Jahre bis heute) zusammengefasst werden können. Stratigraphische Gliederungen ordnen verschiedene Schichtungen zeitlich ein. Bei Sedimentgestein kann so eine Aussage über den Zeitpunkt der Ablagerung getroffen werden. Rotliegendes gehört zur Zeiteinheit des Perm, wurde also vor 286-245 Mio. Jahren abgelagert.

Damit Rotliegend-Sedimente für eine geothermische Nutzung interessant sind, müssen innerhalb der Sedimente Gesteinsarten mit einer hohen Permeabilität vorhanden sein wie z. B. Sandsteine oder Konglomeratgestein.

Mithilfe von Temperaturkarten des Leibnitz Instituts für angewandte Geophysik (LIAG) kann ein erster Eindruck über die Temperaturen in verschiedenen Tiefen gewonnen werden (LIAG, 2011). Diese Karten basieren auf Daten aus Forschungs- und Industriebohrungen.

Abbildung 6-18 zeigt das Temperaturfeld in Deutschland für eine Tiefe von 3.000 m.

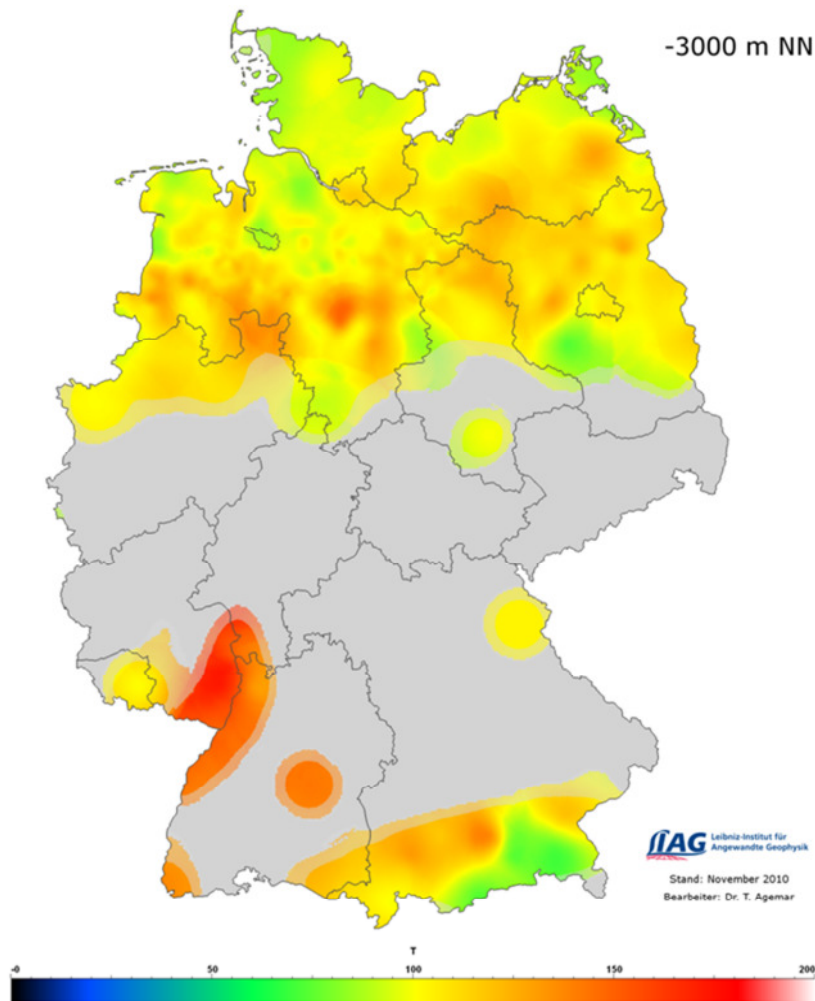


Abbildung 6-18 Temperaturfeld in Deutschland in 3.000 m Tiefe (LIAG, 2008)

Die höchsten Temperaturen in Deutschland sind im mit ca. 150 bis 180 °C in 3.000 m Tiefe im Bereich des südlichen Oberrheingrabens zu erwarten (vgl. Abbildung 6-18). In Gebieten mit geringer Datendichte kann keine Abschätzung der Temperaturen in großer Tiefe vorgenommen werden (LIAG, 2011). In der Karte sind diese Gebiete grau dargestellt. Zur besseren Übersicht wurde das Untersuchungsgebiet mit der Temperaturkarte verschnitten.

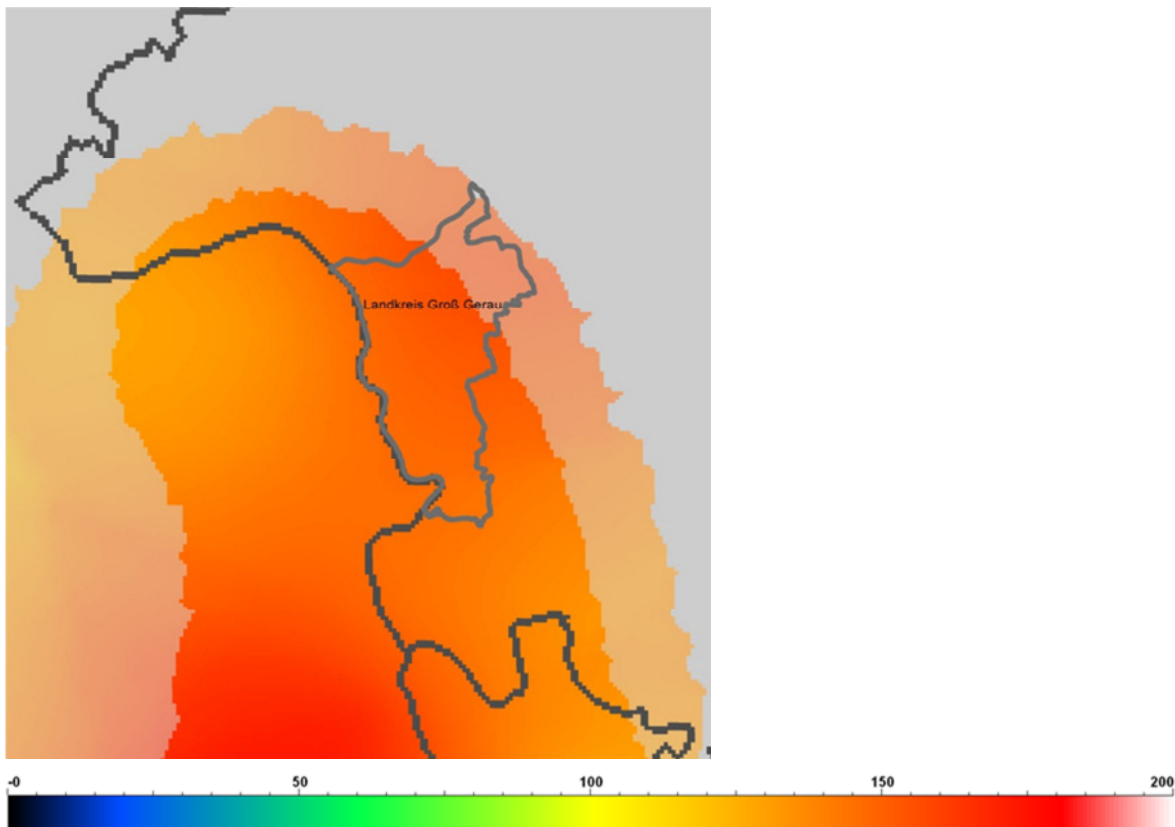


Abbildung 6-19 Temperaturfeld Untersuchungsgebiet in 3.000 m Tiefe (verändert nach (LIAG, 2008))

Bei der Lage des Kreises ist in 3000 m Tiefe mit Temperaturen um 150 bis 160 °C zu rechnen (vgl. Abbildung 6-19). Aufgrund des erhöhten Temperaturgradienten und des geologischen Aufbaus ist die Nutzung von Erdwärme innerhalb des Untersuchungsgebietes interessant. Da das Temperaturniveau deutlich über 100°C liegt, besteht die Möglichkeit der geothermischen Stromerzeugung.

Ein ausreichendes Temperaturniveau zur geothermischen Wärmenutzung (< 100 °C) ist somit in wesentlich geringeren Tiefen zu erreichen. Dadurch ist mit vergleichbar moderaten Bohrkosten bei Systemen zur Wärmenutzung zu rechnen.

Aufgrund der Lage innerhalb des Oberrheingrabens stehen die Chancen eine ausreichende Wassermenge für die Errichtung eines hydrothermalen Systems vorzufinden hoch.

6.5.7 Bestehende Konzessionsgebiete

Innerhalb des Untersuchungsgebietes und angrenzend existieren bereits fünf Konzessionsgebiete zur Aufsuchung von Erdwärme:

- Feld Wiesbaden
- Feld Walldorf
- Feld Groß-Gerau
- Feld Trebur
- Feld Riedstadt

Die Lage der Felder Groß Gerau und Trebur ist in Abbildung 6-20 dargestellt. Das Feld Wiesbaden grenzt nordwestlich an die Felder Trebur und Groß Gerau. Das Feld Walldorf liegt nordöstlich davon. Südlich der beiden Felder liegt das Konzessionsfeld Riedstadt.

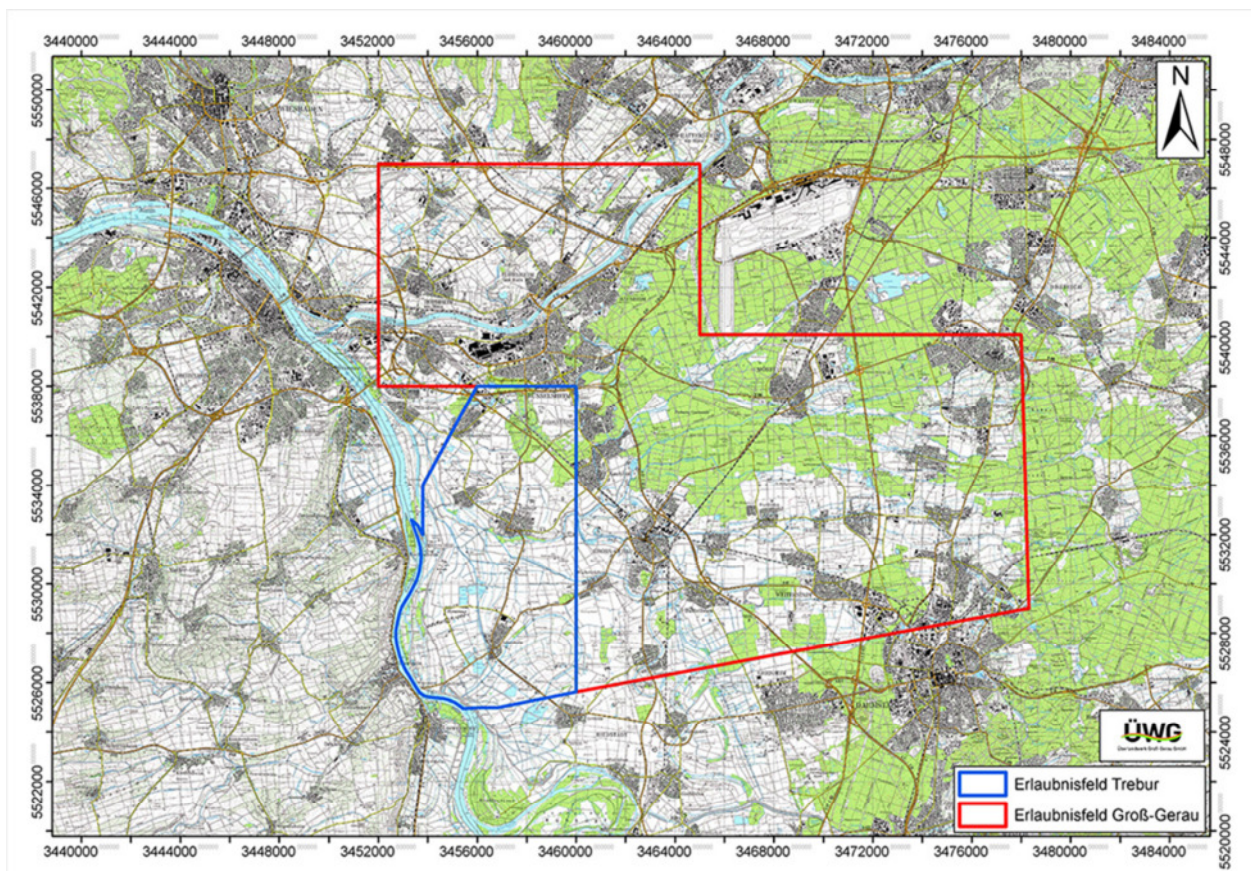


Abbildung 6-20 Konzessionsfelder Erdwärme Trebur und Groß-Gerau (ÜWG, 2012)

Die Felder Trebur und Groß Gerau werden durch die Überlandwerk Groß Gerau GmbH (ÜWG) untersucht. Die bisherigen Untersuchungen ergaben, dass in einem Gebiet von ca. 117 km² gute Bedingungen zur Errichtung eines Kraftwerkes herrschen (ÜWG, 2012). Das Gebiet erstreckt sich über den Großraum Groß Gerau, Büttelborn, Trebur, Nauheim und Bereiche von Rüsselheim. Zurzeit finden genauere Untersuchungen zur Standortbestimmung des geplanten Kraftwerkes statt. Mit dem Bau des Kraftwerkes soll im Jahr 2014 begonnen werden. Geplant ist eine Leistungsgröße von ca. 3 MW_{el} und 6 MW_{th} (ÜWG, 2012).

Im Bereich des Feldes Riedstadt fanden schon seismische Voruntersuchungen statt. Zurzeit werden die 3-D-seismischen Messungen ausgewertet, um einen Standort für Probebohrungen festzulegen (Riedstadt, 2012).

Bei einem positiven Ergebnis der Vorerkundung ist innerhalb des Feldes Walldorf der Bau eines Hybridkraftwerkes geplant. Das Hybridkraftwerk wird aus einer Kombination aus Erdwärme und Biogas betrieben und soll primär der Versorgung des Frankfurter Flughafens dienen (RWE, 2012).

Die Stadt Wiesbaden und die ESWE Versorgungs AG wollen im Bereich des Feldes Wiesbaden ein geothermisches Kraftwerk errichten. Im Untersuchungsfeld Wiesbaden wurden Anfang 2010 2-D-seismische Messungen durchgeführt.

Genauere 3-D-seismische Messungen wurden im Oktober 2012 begonnen. Die Ergebnisse dieser Messungen sollen ein detailliertes Bild über die geologischen Verhältnisse des Untergrundes geben (ESWE, 2012).

6.5.8 Klimarelevanz von tiefergeothermische Anlagen

Um die Klimarelevanz eines geothermischen Heizkraftwerkes zu bewerten, wurden anhand der technischen Daten des Heizkraftwerkes Landau die CO₂-Äquivalent (CO₂e) Emissionen der Anlage in Landau berechnet. Die technischen Daten des Kraftwerkes sind in Tabelle 6-11 zusammengefasst.

Tabelle 6-11 Technische Daten Geothermiekraftwerk Landau

Geothermiekraftwerk Landau	
Betreiber	geo-x GmbH
Bohrtiefe	Bohrung 1 : 3.300 m Bohrung 2 : 3.170 m
Thermalwassertemperatur an der Oberfläche	160 °C
Schüttleistung im Betrieb	50-70 l/s
elektr. Leistung	3,6 MW _{el}
elektr. Arbeit	22.800 MWh _{el} /a

Im Jahr 2007 wurde eine „Machbarkeitsstudie zur optimierten Wärmenutzung des Geothermiekraftwerkes Landau“ von der Transferstelle Bingen erarbeitet (TSB, 2007). Bei optimaler Wärmenutzung kann eine Wärmeenergie von ca. 11.000 MWh_{th}/a vermarktet werden und damit ein Erdgasverbrauch von ca. 11.300 MWh_{HS}/a vermieden werden (TSB, 2007). Bei der Ermittlung der klimarelevanten Emissionen wurde von einer optimierten Wärmevermarktung ausgegangen.

Die Emissionskennwerte wurde mit der Datenbank von (GEMIS, 2010) ermittelt. Bei dem geothermischen Heizkraftwerk wurden die Emissionen hauptsächlich auf die Stromproduktion bezogen. Der Großteil der für die Wärmebereitstellung aufzuwendenden CO₂e-Emissionen sind der Stromerzeugung zugerechnet (insbesondere Förder- und Injektionspumpe und luftgekühltes Rückkühlwerk). Verglichen wurden die anfallenden Emissionen bei äquivalenter elektrischer Arbeit unter Nutzung des deutschen Strommixes und für die Wärmebereitstellung wurde von einer Erdgasnutzung ausgegangen. In Abbildung 6-21 sind die klimarelevanten Emissionen für die geothermische Anlage in Landau und für eine konventionelle Energieversorgung dargestellt.

Vergleich der klimarelevanten Emissionen

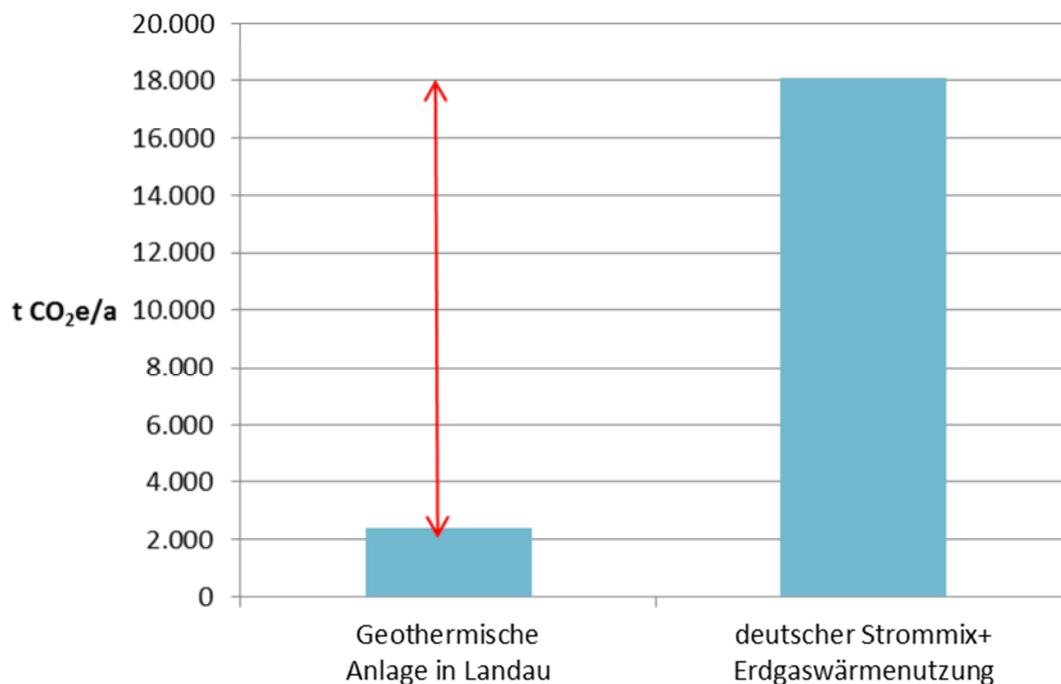


Abbildung 6-21 Vergleich CO₂e Emissionen Geothermieheizkraftwerk und konventionelle Strom- und Wärmeherzeugung

Bei einer optimalen Wärmevermarktung können bis zu ca. 16.000 t/a CO₂e-Emissionen eingespart werden. Das Klimaschutzpotential von tiefeingeothermischen Heizkraftwerken ist also hoch.

6.5.9 Ausbauszenario

Aufgrund der Lage innerhalb des Oberrheingrabens ist eine geothermische Nutzung im Bereich des Kreises Groß-Gerau interessant. Neben einem erhöhten Temperaturgradienten ist auch die Wahrscheinlichkeit, eine ausreichend Schüttung für die Realisierung eines hydro-thermalen Projektes zu finden, hoch.

In großen Teilen des Landkreises befinden sich Konzessionsgebiete zur Aufsuchung von Erdwärme. Teilweise sind bereits detaillierte Ergebnisse zu vorgenommenen seismischen Messungen verfügbar. Es sind auch konkrete Planungen zur Errichtung geothermischer Kraftwerke in naher Zukunft vorhanden. So will das ÜWG im Jahr 2014 mit dem Bau eines Kraftwerkes beginnen.

Mittelfristig ist aufgrund der günstigen geologischen Bedingungen und den bereits vorhandenen Konzessionsgebieten mit einem deutlichen Ausbau der Nutzung von tiefeingeothermischer Energie zu rechnen.

7 Potenziale zu Aus- und Zubau von Wärmenetzen

Wärmenetze bieten die Möglichkeit, verstärkt Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung und erneuerbare Energien in die Wärmeversorgung einzubeziehen, was beispielsweise in Einfamilienhäusern nur teilweise umsetzbar ist. Insbesondere die Geowärmenutzung in der Tiefengeothermie erfordert wegen der hohen Wärmeleistung in einer Größenordnung von etwa 6 MW_{th} eine entsprechend große Wärmesenke beispielsweise in Form eines Wohngebiets mit Wärmenetz oder ein Gewerbebestandort.

Im Kreis Groß-Gerau befinden sich Gebiete sowohl mit ländlicher als auch industrieller Prägung. Um die Unterschiede zu berücksichtigen, werden am Beispiel von zwei Stadtteilen modellhaft für das gesamte Untersuchungsgebiet eine Vorgehensweise zur Bestimmung des Wärmeverbundpotenzials und ein exemplarischer Aufbau eines Wärmenetzes in regionaltypischen Siedlungen aufgezeigt.

7.1 Wärmekarten zur Identifikation von potenziellen Wärmenetzgebieten

Um Gebiete in den Städten und den Gemeinden des Untersuchungsgebiets, die sich für einen Wärmeverbund eignen zu identifizieren, wird auf die Wärmekarten aus der Bilanzierung zurückgegriffen. Dort sind alle Städte und Gemeinden des Untersuchungsgebiets in Siedlungszellen eingeteilt. Eine Siedlungszelle ist charakterisiert durch den vorherrschenden Bebauungstyp (EFH oder MFH) und der Baualtersklasse, woraus mit weiteren Kenndaten auf den jeweiligen Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung in einer Siedlungszelle geschlossen ist.

Nicht nur der absolute Jahreswärmeverbrauch in einem Gebiet ist eine wichtige Größe zur Einschätzung eines potenziellen Wärmenetzes. Der spezifische Wärmeabsatz stellt ein wesentliches Kriterium für die Umsetzung eines Wärmeverbunds dar. Der spezifische Wärmeabsatz besagt, welche Wärmemenge pro m Wärmetrasse und Jahr über das Wärmenetz transportiert wird. Demnach sind die anzuschließenden Wärmesenken und der Trassenverlauf von Bedeutung. Je höher die Kenngröße ist, desto interessanter ist die Errichtung eines Wärmenetzes. So kann z. B. nach (MAP, 2012) ein Tilgungszuschuss für die Investition in ein Wärmenetz beantragt werden, wenn 500 kWh_{th}/(m_{Trasse}a) als Mindestwärmeabsatz vorliegt.

Um einen spezifischen Wärmeabsatz zu errechnen, ist modellhaft ein Wärmenetz entlang des Straßenverlaufs gezeichnet. An diese Wärmetrasse sind die Gebäude über Hausanschlussleitungen angebunden, indem vereinfacht die Leitung ausgehend vom Gebäudemittelpunkt an die Wärmetrasse in der Straße gezeichnet ist.

Bei der Berechnung des absoluten Jahreswärmeverbrauchs sowie der Wärmedichte sind alle Wohngebäude berücksichtigt, die sich innerhalb der Siedlungszellen befinden. Garagen, Geräteschuppen, Gartenhäuser, etc., die nicht beheizt werden, werden mittels der georeferenzierten Adresskoordinaten herausgefiltert. Wenn die Koordinaten fehlten, wurde über die kleinste Gebäudegrundfläche eines Flurstücks solche Gebäudetypen aussortiert. Im Vergleich zu den in (Hessisches Statistisches Landesamt, 2010) angegebenen Wohngebäudezahl differenziert nach der Anzahl der Wohnungen in einem Wohngebäude um etwa 2 % von der nach der georeferenzierten Methode ab. Damit ist der Fehler jedoch gering und kann somit in der Gesamtrechnung vernachlässigt werden.

Kommunale Liegenschaften, die sich innerhalb einer Siedlungszelle befinden und deren Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung mindestens 50 MWh_f/a aufweist, sind im Verbrauch der Siedlungszelle berücksichtigt. Der statistisch erhobene Endenergieverbrauch der gewerblichen und industriellen Gebäude kann nicht in den Karten verortet werden. Stattdessen sind die bekannten Standorte des „Verarbeitenden Gewerbes“, also der Industrie, auf den Karten gekennzeichnet, da dort potenzielle Abwärmequellen vorhanden sein dürften.

Mit dem gesamten Jahreswärmeverbrauch und dem spezifischen Wärmeabsatz können Siedlungszellen ausgemacht werden, die sich für ein Wärmenetz eignen.

Die erste Darstellung zeigt den absoluten Endenergieverbrauch in den Siedlungszellen für den heutigen Stand am Beispiel von Nauheim.

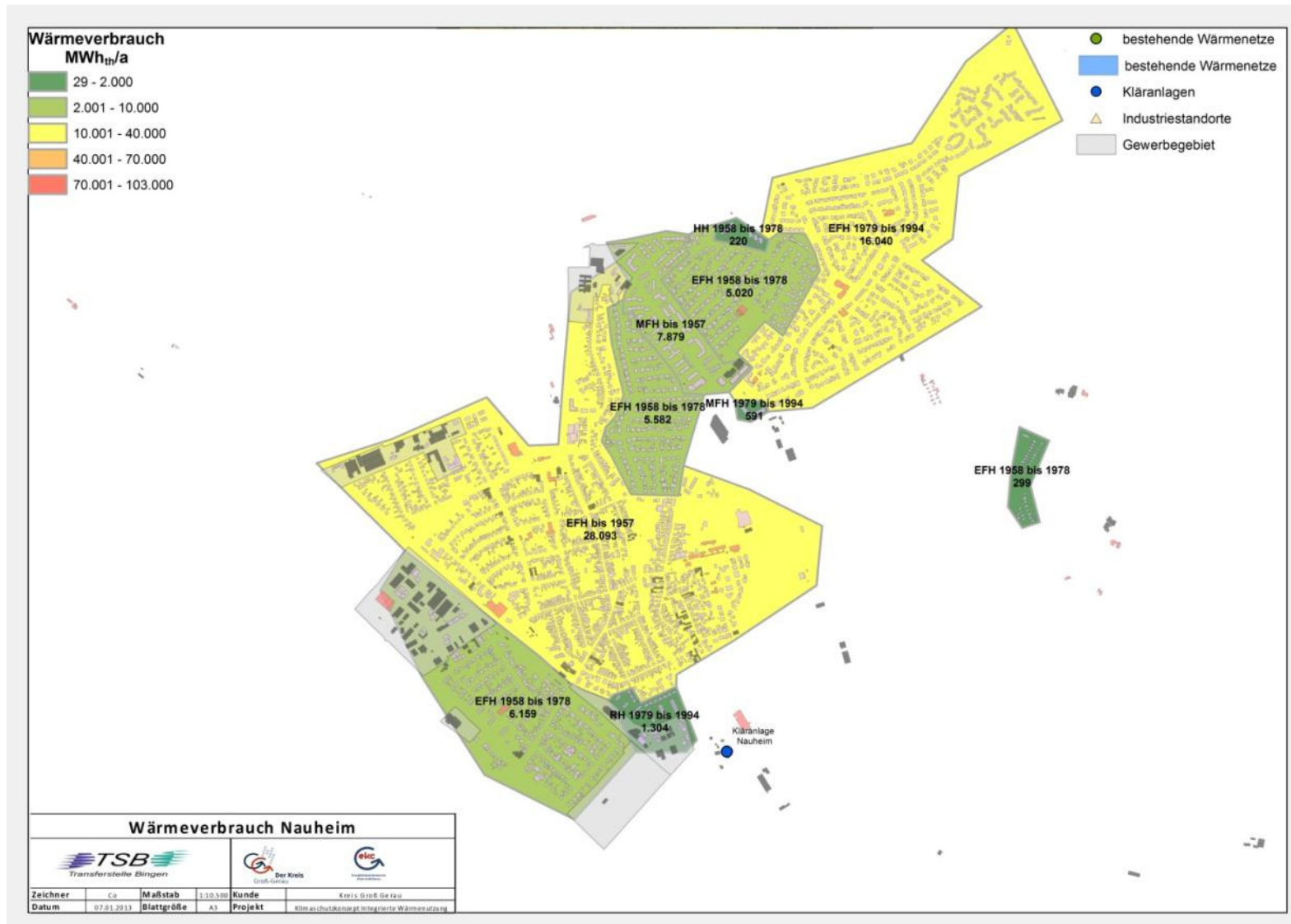


Abbildung 7-1 Wärmekarte Nauheim

In der zweiten Darstellung ist ebenfalls für Nauheim für den heutigen Endenergieverbrauch und unter der Annahme, dass alle Gebäude einer Siedlungszelle an ein Wärmenetz angeschlossen sind, der spezifische Wärmeabsatz abgebildet.

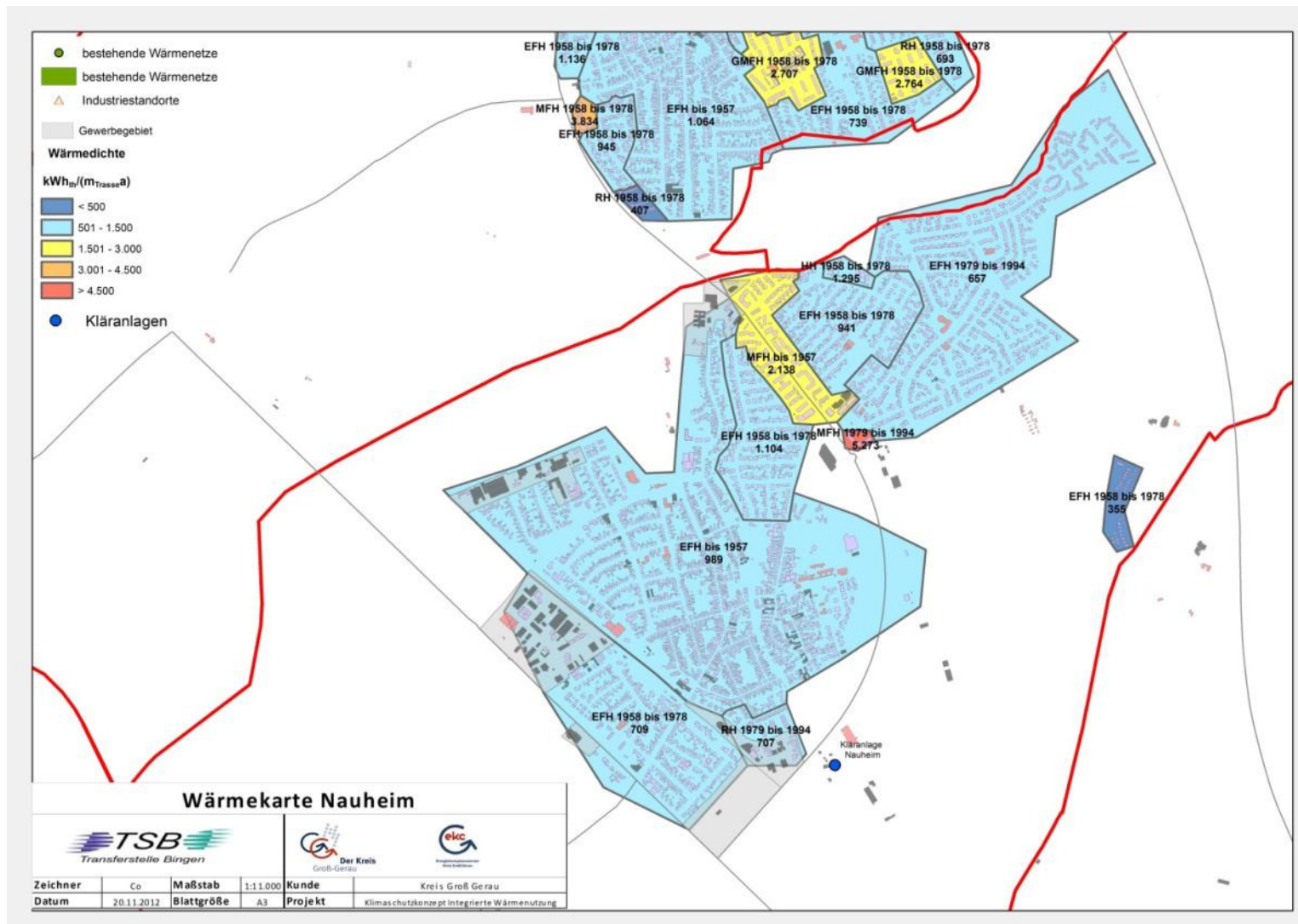


Abbildung 7-2 Wärmedichtekarte Nauheim

7.2 Vorgehensweise zur Entwicklung eines Wärmenetzes

Die im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts erstellten Wärmedichtekarten ermöglichen, Gebiete zu identifizieren, die für die Entwicklung eines Wärmeverbunds in Frage kämen. Um die Vorgehensweise zu veranschaulichen werden für zwei Stadt-/Ortsteile die Möglichkeiten eines Nahwärmenetzes aufgezeigt. Bedingt durch die Strukturunterschiede im Untersuchungsgebiet, wird jeweils ein Stadtteil aus dem nördlichen Kreisgebiet mit industrieller Prägung und aus dem ländlich geprägten Süden betrachtet. Dazu wurde u. a. im ersten Projektgruppentreffen (Protokoll siehe Anhang VI) nach eingehender Diskussion der Ortsteil Gustavsborg der Gemeinde Ginsheim-Gustavsborg und der Stadtteil Riedstadt-Leeheim als Beispiel ausgewählt. Anhand der beiden Schwerpunktgebiete werden exemplarisch der Aufbau je eines Nahwärmenetzes in regionaltypischen Siedlungen dargestellt und das Ausbaupotenzial von Nah- und Fernwärme durch Hochrechnung auf den Kreis übertragen.

Allgemein empfiehlt sich für die Entwicklung eines Wärmeverbunds in bestehender Bebauung, zunächst über Wärmeinseln nachzudenken. Beispielsweise bietet sich für benachbarte, kommunale Liegenschaften eine gemeinsame Wärmeversorgung an. Je nach Baujahr der vorhandenen Wärmeerzeugung besteht die Möglichkeit, die installierte Wärmeerzeugungsanlage als Spitzenlastanlage im Wärmeverbund weiter zu betreiben. In einem nächsten Schritt wäre die Frage zu stellen, ob auch sich in der Nähe befindenden Wohngebäude, bevorzugt älteren Baujahrs und/oder Mehrfamilienhäuser, einzubeziehen. Nicht nur die Lage und energetischen Daten, die aus den Wärmedichtekarten entnommen werden können, sondern auch weitere Informationen können Ideen für ein Wärmenetz geben. So ist die Kenntnis in den Kommunen über geplante Straßensanierungen wertvoll, um Synergieeffekte nutzen zu können. Denn die Tiefbauarbeiten und die Verlegung der Wärmetrassen können gemeinsam erfolgen, sodass nur einmal die Straße wiederhergestellt werden muss, was neben Vorteilen für die Wirtschaftlichkeit auch zur besseren Akzeptanz in der Bevölkerung beiträgt. Mit dem Wissen über die Gebiete, für die aus wirtschaftlichen Gründen seitens der Erdgasnetzbetreiber keine Anbindung an das Erdgasnetz erfolgt, kann ebenfalls ein Anstoß sein, um als Alternative ein Wärmenetz zu prüfen. Weitere Impulse sind aus der Industrie und deren Abwärmepotenziale zu erwarten. Über die Kommune können Kontakte zu Wärmesenken z. B. benachbarte Unternehmen hergestellt werden. Damit sind vielfältige Anknüpfungspunkte gegeben, um die Machbarkeit von Wärmenetzen zu prüfen.

Zu beiden Ort- bzw. Stadtteilen erfolgt zunächst die Identifikation von in Frage kommender Wärmeinseln ausschließlich über die Wärmedichtekarten. Die Wärmedichtekarten basieren auf dem heutigen Verbrauch und unter der Annahme, dass alle Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen sind. Zusätzlich sind für die beiden ausgewählten Stadtgebiete weitere Wärmedichtekarten erstellt, in dem für einen Zeitraum über die nächsten zehn Jahre eine zeitliche Entwicklung des Verbrauchs unter der Annahmen einer Sanierungsquote von 2 % pro Jahr und einer Zunahme der Anschlussquote von 3 % pro Jahr aufgezeigt wird. Dabei wird angenommen, dass zu Beginn die Anschlussquote 30 % beträgt. Mit dieser realitätsnäheren Darstellung ist eine gezieltere Identifikation von Wärmeverbundgebieten möglich. So wird bei den beiden Stadtteilen vorrangig von kommunalen Liegenschaften ausgehend ein solches Gebiet mit Wohngebäuden älteren Baujahrs und/oder Mehrfamilienhäusern als große Wärmeverbraucher ausgewählt.

In den weiteren Schritten findet ein Variantenvergleich zu einer Auswahl mehrerer Wärmeerzeuger für die Beispielwärmenetze statt. Dabei handelt es sich um folgende exemplarische Varianten:

- Vergleichsvariante: Erdgaskessel (Grundlast) + Heizölkessel (Spitzenlast)
- Variante 1: Holzhackschnitzelkessel (Grundlast) + Heizölkessel (Spitzenlast)
- Variante 2: Erdgas-BHKW (Grundlast) + Erdgaskessel (Spitzenlast)
- Variante 3: Restwärme Tiefengeothermie (Grundlast) + Heizölkessel (Spitzenlast)

Vor dem Hintergrund der für eine tiefengeothermische Nutzung günstigen Lage wird in der Variante 3 eine Nutzung der Georestwärme nach Verstromung in einem Tiefengeothermiekraftwerk betrachtet. Grundsätzlich sind die Varianten so aufgebaut, dass insbesondere die erneuerbaren Energien (Biomasse und Tiefengeothermie) bzw. die hocheffizienten Anlagen (BHKW) den größten Teil des Jahreswärmeverbrauchs als Grundlastanlage abdecken, sodass eine gute Wirtschaftlichkeit gegeben ist. Um die wesentlich höheren Investitionskosten über die günstigeren Verbrauchskosten bzw. Erlöse in der KWK auszugleichen, sind möglichst hohe Vollbenutzungsstunden der Anlagen erforderlich, sodass sie in der Regel als Grundlastanlage ausgelegt werden. Aus Gründen der Versorgungssicherheit wird in der Geowärmevariante der Spitzenlastkessel für die gesamte Wärmeleistung ausgelegt.

Die überschlägigen Ermittlungen werden in Form einer Energie- und CO₂e-Bilanz sowie einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dokumentiert. So gehen in der Energie- und CO₂e-Bilanz alle relevanten Energie- und Brennstoffströme ein. In einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden die Netto-Jahreskosten aus den Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten berechnet. Sie beruht auf folgenden Rahmenbedingungen für die Annuitätsmethode in Anlehnung an (VDI, 2000) und eigenen Erfahrungswerten.

Rahmenbedingungen Wirtschaftlichkeit

Bestimmung kapitalgebundene Kosten

Zinssatz	4 %
Abschreibungsdauer Wärmenetz	30 a
Abschreibungsdauer Heizkessel und Pufferspeicher	20 a
Abschreibungsdauer BHKW und Thermalwasserwärmetauscher	15 a
Abschreibungsdauer Bautechnik	50 a
Abschreibungsdauer Planung und Unvorhergesehenes	15 a

Bestimmung verbrauchsgebundene Kosten

Mittlerer Strompreis	20 Ct/kWh _{el}
Arbeitspreis Erdgas	5,5 Ct/kWh _{HS}
Grundpreis Erdgas	750 €/a (Heizzentrale)
Spez. Heizölpreis	89 Ct/l
Spez. Holzhackschnitzelpreis	90 €/MWh _{Hi}
Spez. Geowärmepreis: anlegbarer Preis, um nahezu die gleichen Jahreskosten der günstigsten Variante zu erreichen.	

Bestimmung betriebsgebundene Kosten

Wartungskosten Heizkessel

2 % der Investition

Wartungskosten BHKW

0,5 bis 1,3 bis Ct/kWh_{el}

Emissionsüberwachung

180 €/a

Bestimmung Gutschrift BHKW-Stromerzeugung

Rückerstattung Energiesteuer

0,55 Ct/kWh_{HS}

Zuschlagszahlung nach KWK-Gesetz

nach (KWKG, 2012)

Einspeisevergütung Netzbetreiber

5 Ct/kWh_{el}

Vermiedene Netznutzung

0,5 Ct/kWh_{el}

7.2.1 Exemplarisches Wärmenetz in einer ländlich geprägten Kommune

Als in der Projektgruppe ausgewähltes Beispiel für die ländlich geprägte Region steht Riedstadt-Leeheim. Es handelt sich um einen Stadtteil der durch eine überwiegende Bebauung mit Einfamilienhäusern gekennzeichnet ist. Darüber hinaus existiert dort kein Industrie- oder Gewerbegebiet sondern typischerweise Kleingewerbe. Dies spiegelt sich im Verhältnis der Beschäftigtenzahl bezogen auf die Einwohnerzahl wider.

Wie im Kapitel 1.1 beschrieben sind zusätzliche Wärmedichtekarten für einen Zeithorizont von zehn Jahren unter Berücksichtigung einer Sanierungsquote und einer Anschlussquote erstellt, um besser ein Gebiet für ein Wärmenetz identifizieren zu können. Für das Jahr 0, 4, 8 und 10 sind die Karten unten aufgeführt, um möglichst realitätsnahe Entwicklung aufzuzeigen.

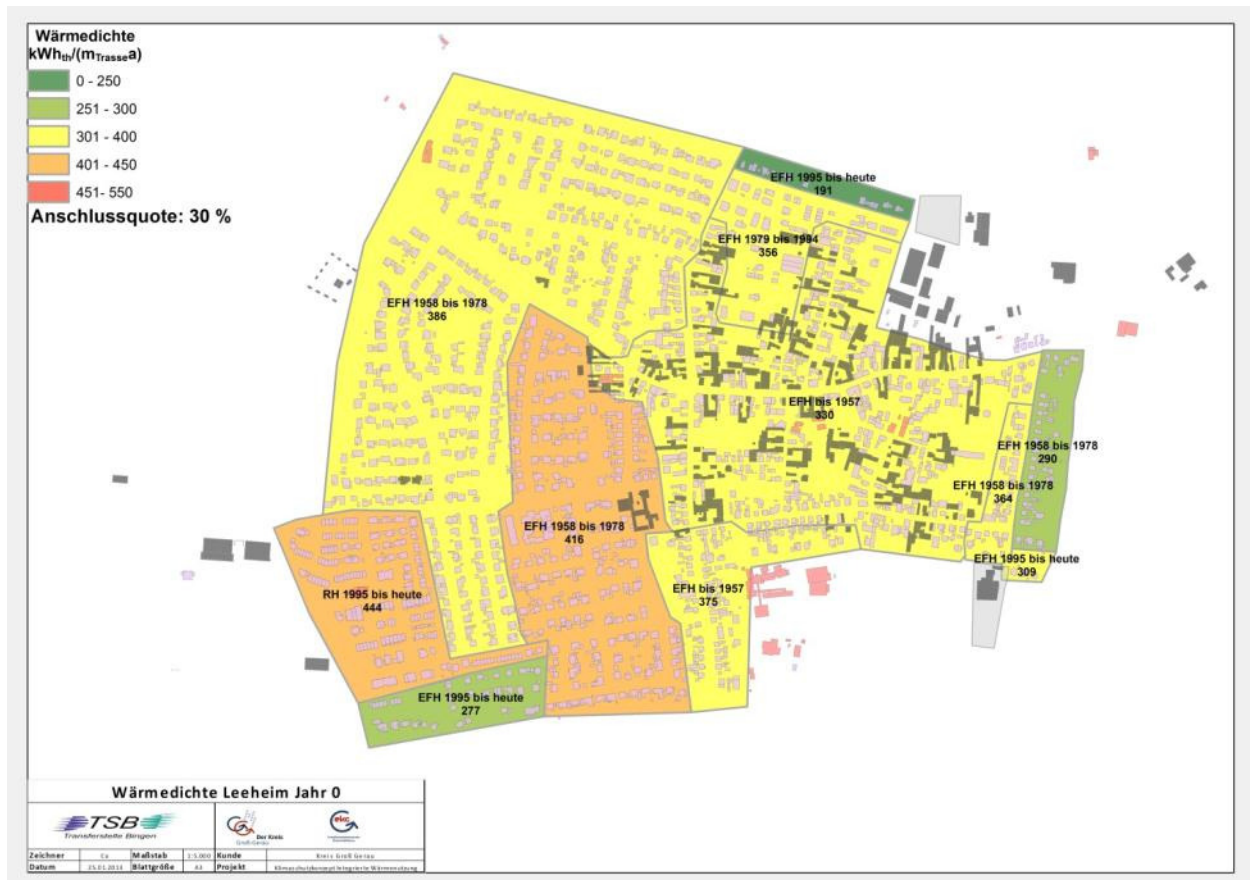


Abbildung 7-3 Wärmedichtekarte Leeheim Jahr 0

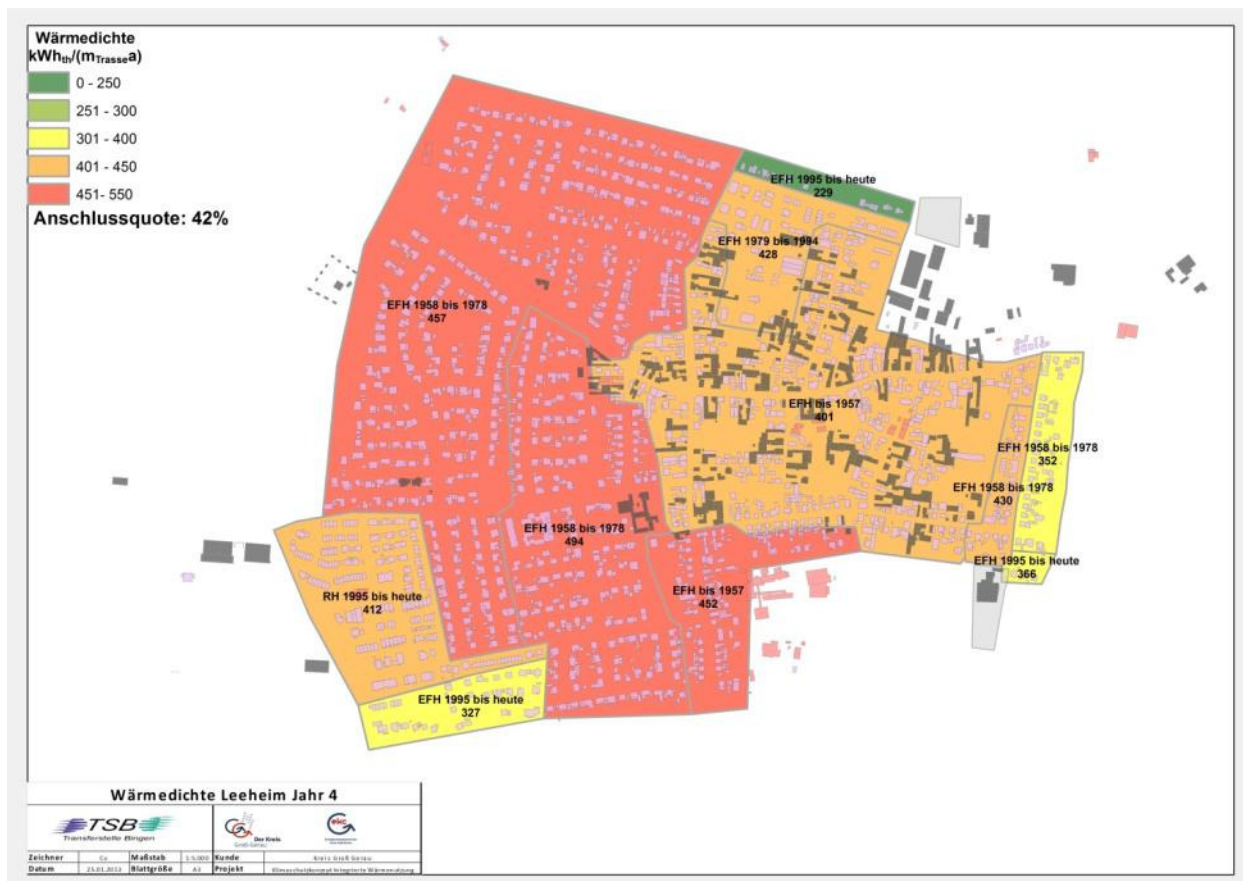


Abbildung 7-4 Wärmedichtekarte Leeheim Jahr 4

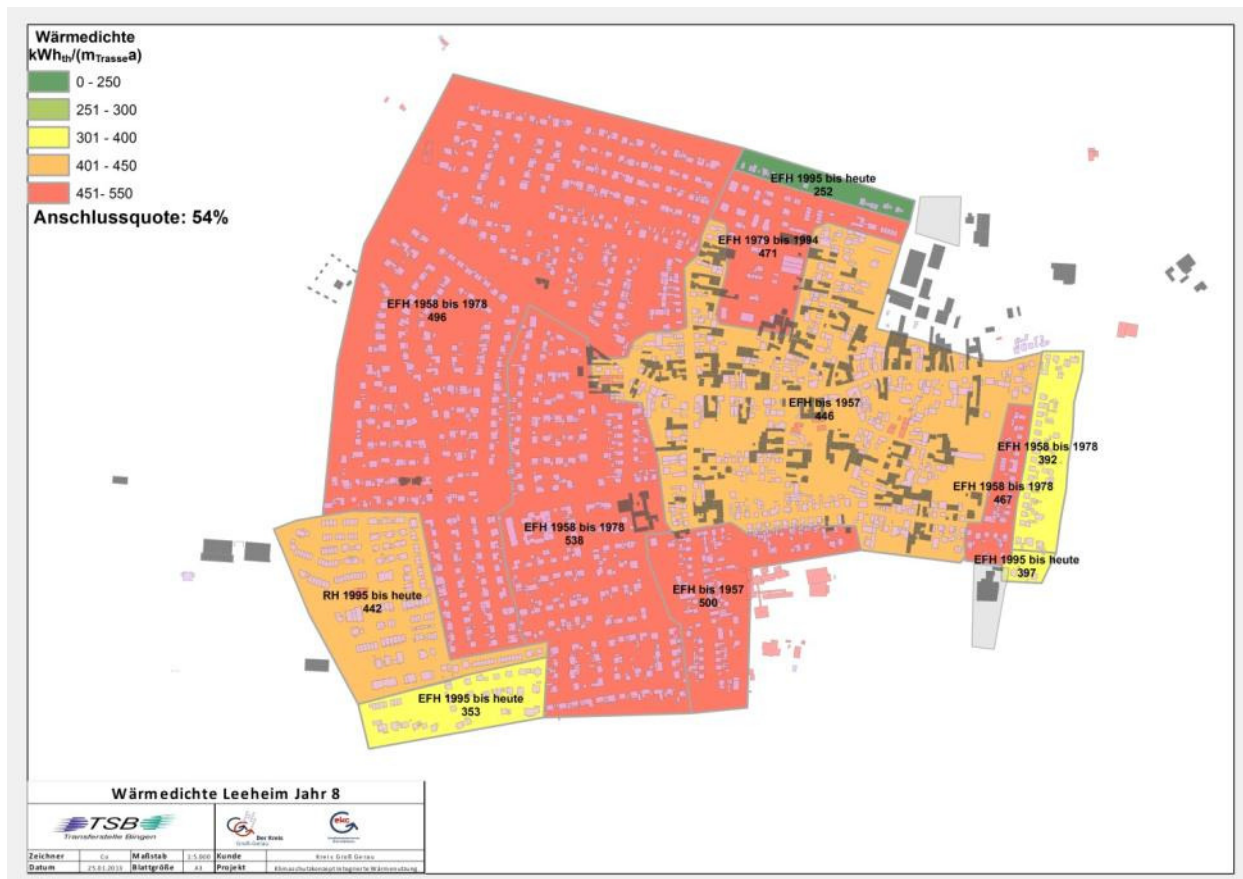


Abbildung 7-5 Wärmedichtekarte Leeheim Jahr 8

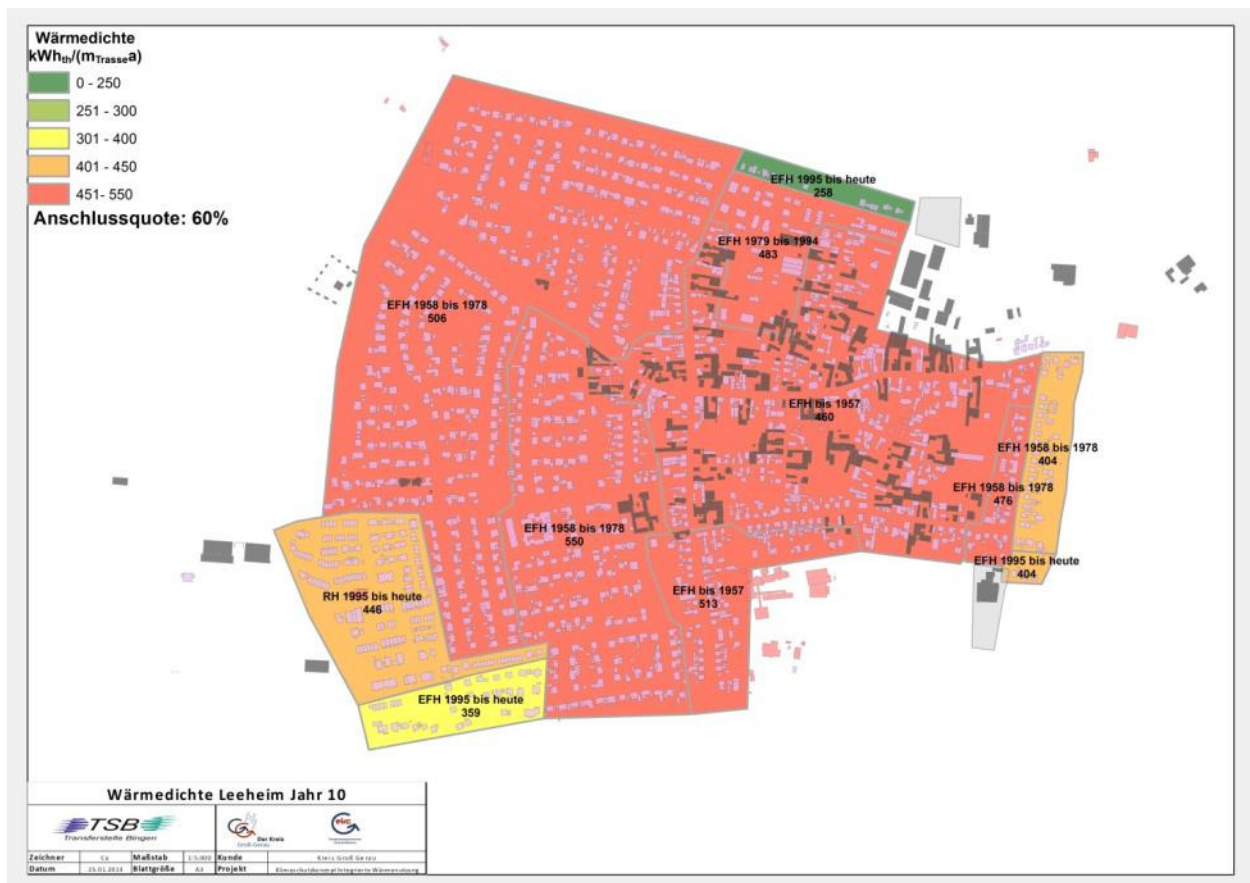


Abbildung 7-6 Wärmedichtekarte Leeheim Jahr 10

Die beispielhafte Entwicklung zeigt, dass trotz fortschreitender Sanierungsquote mit der angesetzten Steigerung der Anschlussquote insgesamt der spezifische Wärmeabsatz in dem Modellwärmesetz zunimmt.

Im Südwesten Leeheims befinden sich mehrere kommunale Liegenschaften, die aufgrund der Lage zueinander sich für eine Wärmeinsel eignen würden. Es handelt sich um:

- Sport- und Kulturhalle Leeheim in Trägerschaft der Stadt Riedstadt
- Grundschule Leeheim in Trägerschaft des Kreises Groß-Gerau
- Kindergarten in Trägerschaft der evangelischen Kirche

Darüber hinaus bietet es sich an, modellhaft die Wohngebäude in der angrenzenden Siedlungszelle „EFH bis 1957“ einzubeziehen. Wegen der Baualtersklasse ist hier von einem hohen Verbrauch auszugehen.

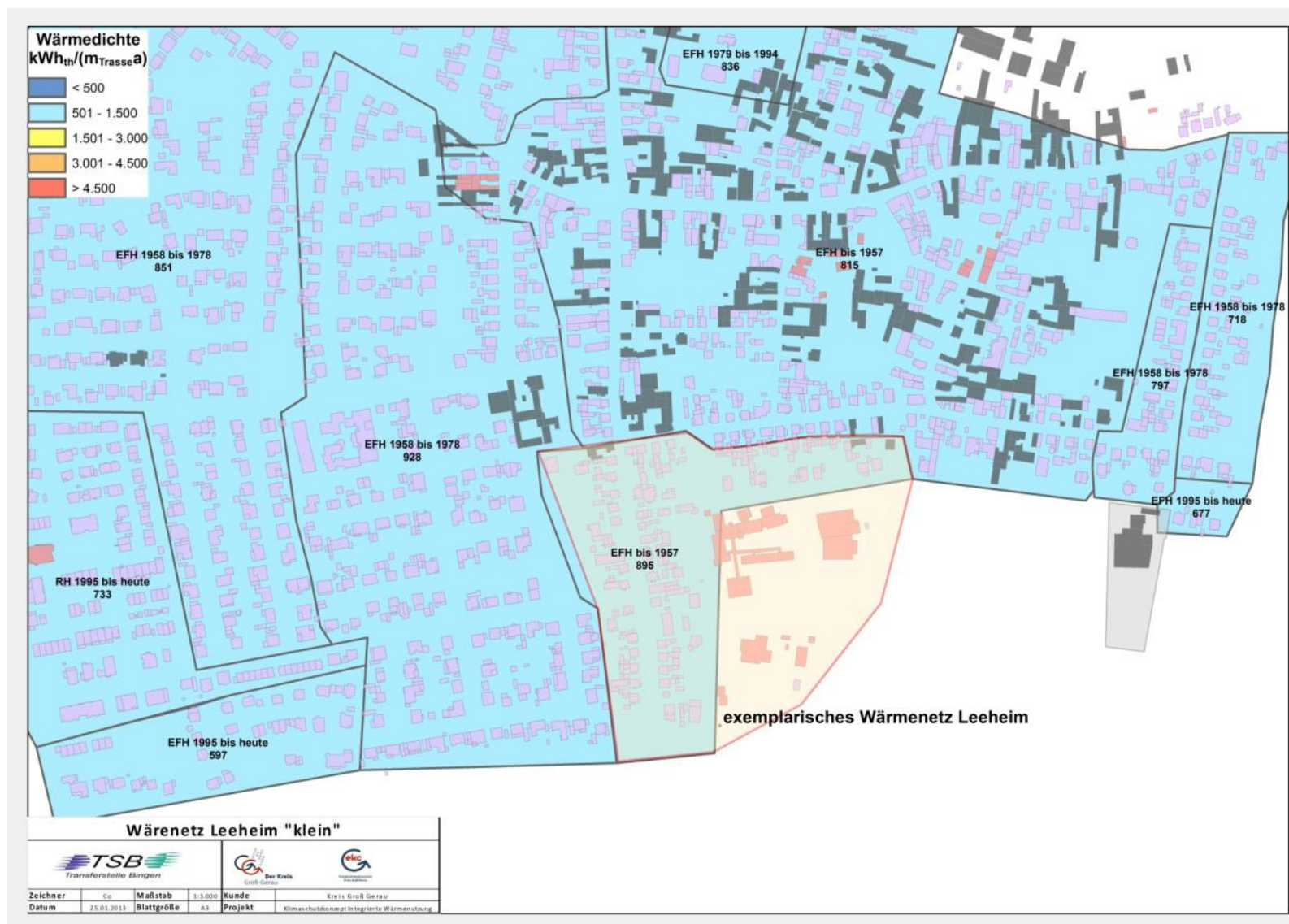


Abbildung 7-7 exemplarisches Wärmenetz Leeheim

Nach der in Kapitel 1.1 beschriebenen Vorgehensweise sind für die vereinfachte Betrachtung, dass alle Gebäude von Beginn an am Wärmenetz angebunden sind, die Ergebnisse ermittelt. Zunächst wurde der Jahreswärmeverbrauch ermittelt. Während zu den beiden, kommunalen Liegenschaften die relevanten Daten zur Wärmeversorgung im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts bekannt sind, musste für den kirchlichen Kindergarten die benötigten Daten anhand von typischen Kennwerten überschlagen werden. Der Verbrauch in den Wohngebäuden konnte aus der Wärmekarte abgelesen werden. In der Abschätzung der erforderlichen Heizleistung in der Heizzentrale wurde ein Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt.

Tabelle 7-1 Auslegung exemplarische Heizzentrale Leeheim

	Jahreswärmeverbrauch	Wärmeleistung
Sport- und Kulturhalle Leeheim	140 MWh _{th} /a	100 kW _{th}
Grundschule Leeheim	240 MWh _{th} /a	200 kW _{th}
Evangelischer Kindergarten	230 MWh _{th} /a	80 kW _{th}
Wohngebäude	1.330 MWh _{th} /a	700 kW _{th}
Heizzentrale	1.940 MWh _{th} /a	930 kW _{th}

Das exemplarische Wärmenetz in Leeheim setzt sich aus etwa 1 km langen Wärmetrasse und mehr als 200 m Gebäudeanschlussleitungen zusammen. Daraus resultiert ein spezifischer Wärmeabsatz von ca. 1.600 kWh_{th}/(m a). Hierbei machen sich die öffentlichen Liegenschaften als große Verbraucher bemerkbar, denn in der Siedlungszelle des Wohngebiets beträgt der Wärmeabsatz ca. 900 kWh_{th}/(m a).

Zu den Wärmeversorgungsvarianten für ein exemplarisches Wärmenetz in Leeheim ist die Energie- und CO₂e-Bilanz aufgestellt.

Tabelle 7-2 Energie- und CO₂e-Bilanz exemplarisches Wärmenetz Leeheim

		Vergleichsvariante Erdgaskessel + Heizölkessel	Variante 1 Biomassekessel + Heizölkessel	Variante 2 Erdgas-BHKW + Erdgaskessel	Variante 3 Georestwärme + Heizölkessel
Wärmeleistung					
Erdgaskessel	kW _{th}	450		780	
Heizölkessel	kW _{th}	480	480		930
Biomassekessel	kW _{th}		450		
Erdgas-BHKW	kW _{th}			150	
Georestwärme	kW _{th}				930
Summe	kW _{th}	930	930	930	1.060
Wärmemenge					
Erdgaskessel	MWh _{th} /a	1.800			
Heizölkessel	MWh _{th} /a	140	140	940	
Biomassekessel	MWh _{th} /a		1.800		
Erdgas-BHKW	MWh _{th} /a			1.000	
Georestwärme	MWh _{th} /a				1.940
Summe	MWh _{th} /a	1.940	1.940	1.940	1.940
Energiebedarf					
Erdgas (Kessel)	MWh _{HS} /a	2.090		1.070	
Heizöl	l/a	1.420.000	1.420.000		
Holzhackschnitzel	t/a		530		
Erdgas (BHKW)	MWh _{HS} /a			1.710	
Georestwärme	MWh _{th} /a				2.040
CO₂e-Emissionen	t/a	543	130	322	49

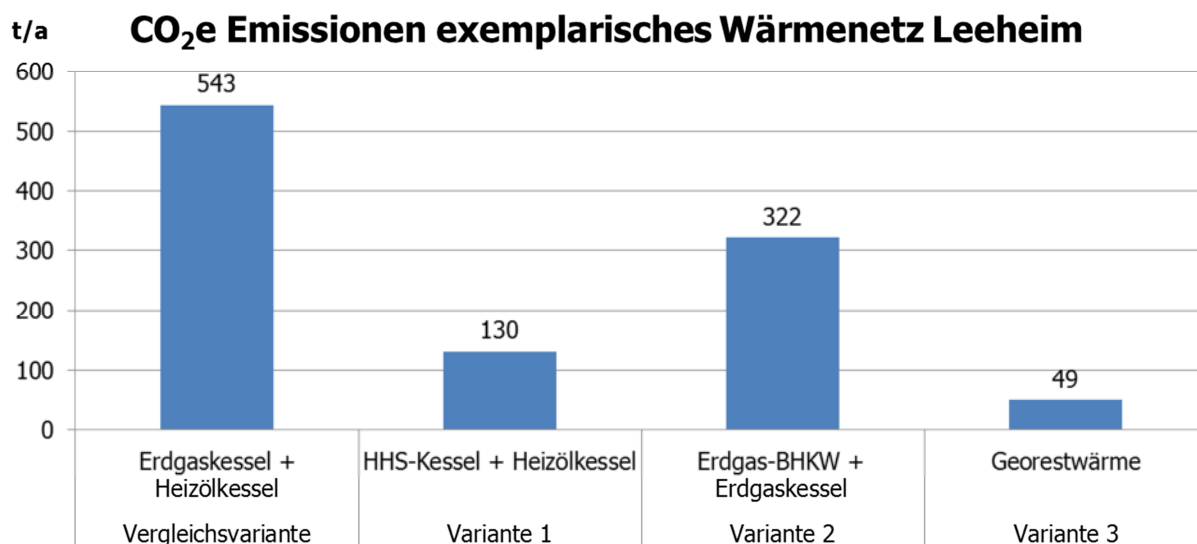


Abbildung 7-8 CO₂e-Emissionen exemplarisches Wärmenetz Leeheim

Der Variantenvergleich verdeutlicht, dass die Anlagen, die erneuerbare Energien nutzen oder hocheffizient sind (BHKW), wesentlich niedrigere CO₂e-Emissionen aufweisen als eine ausschließlich mit fossilen Brennstoffen erzeugte Wärme.

Die Ergebnisse einer überschlägigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind in der Tabelle zusammengestellt, die Kosten sind ohne die gesetzliche Mehrwertsteuer angegeben. Der Wärmege-
stehungspreis ergibt sich aus den Jahreskosten bezogen auf den Jahreswärmebedarf im Wär-
menetz mit 1.940 MWh_{th}/a.

Tabelle 7-3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung exemplarisches Wärmenetz Leeheim

	Vergleichs- variante Erdgaskessel + Heizölkessel	Variante 1 Biomassekessel + Heizölkessel	Variante 2 Erdgas- BHKW + Erdgaskessel	Variante 3 Georestwärme + Heizölkessel
Investition	910.000 €	1.020.000 €	1.060.000 €	1.030.000 €
Kapitalkosten	56.000 €/a	63.000 €/a	75.000 €/a	66.000 €/a
Verbrauchs-kosten	134.000 €/a	84.000 €/a	159.000 €/a	78.000 €/a
Betriebskosten	2.000 €/a	3.000 €/a	8.000 €/a	4.000 €/a
Erlöse	-89.000 €/a			
Jahreskosten	192.000 €/a	150.000 €/a	153.000 €/a	148.000 €/a
Wärme- gestehungspreis	9,9 Ct/kWh _{th}	7,8 Ct/kWh _{th}	7,9 Ct/kWh _{th}	7,8 Ct/kWh _{th}

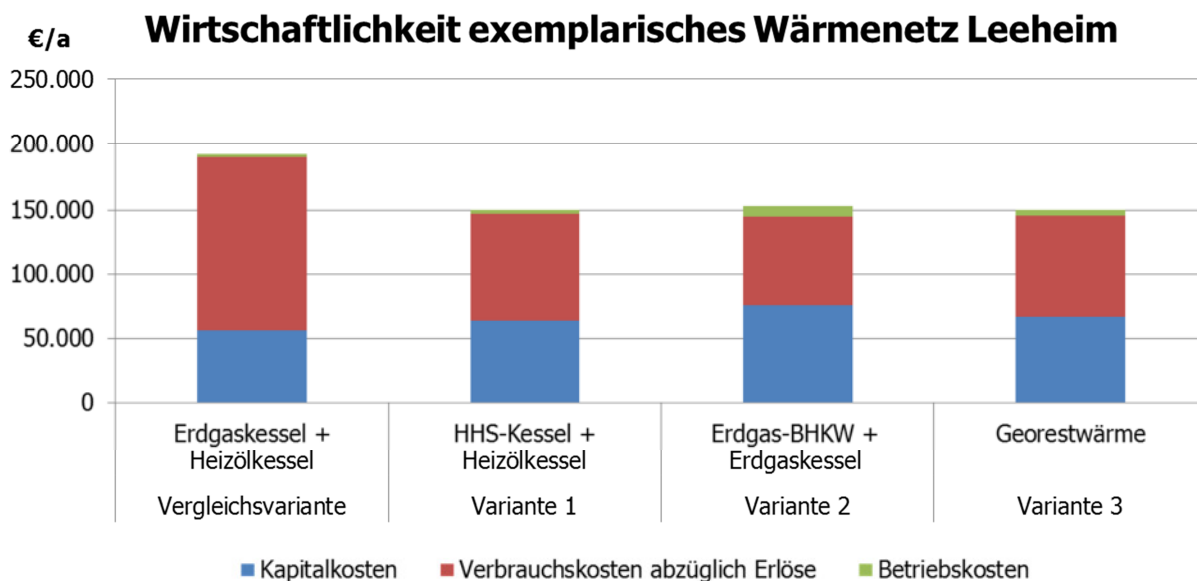


Abbildung 7-9 Wirtschaftlichkeit exemplarisches Wärmenetz Leeheim

Nach der sehr groben Betrachtung zeigt sich, dass ein Wärmenetz basierend auf fossilen Brennstoffen um etwa 20 % höhere Jahreskosten erfordert als die übrigen Varianten. Damit ein Geowärmeverbund vergleichbare Jahreskosten wie beispielsweise ein Biomassekessel oder ein BHKW erreicht, wäre die Geowärme mit einem spezifischen Preis von etwa 3,8 Ct/kWh_{th} zu bewerten.

Die exemplarische Betrachtung am Beispiel von Leeheim lässt erkennen, dass durchaus auch in eher ländlich geprägten Kommunen technisch und wirtschaftlich unter entsprechenden Voraussetzungen ein Wärmeverbund darstellbar ist.

Insbesondere stellt die Vorfinanzierung der Wärmetrasse, deren Investitionen etwa 60 % der Gesamtinvestitionen beansprucht, im Zusammenhang mit der Anschlussquote der Wohngebäudebesitzer eine wesentliche Herausforderung dar. Deswegen empfiehlt es sich, von Beginn an kommunale Liegenschaften als große Wärmeverbraucher in den Wärmeverbund einzubeziehen. Mit der zeitlichen Entwicklung der Anschlussquote kann die erforderliche Heizleistung in der Heizzentrale mit modularen Anlagen zugebaut werden. Gegebenenfalls gleicht sich der gesamte Wärmebedarf im Wärmenetz aus, wenn sich im Laufe der Zeit mehr Gebäude anschließen und die angeschlossenen Gebäude durch Dämmmaßnahmen ihren Verbrauch reduzieren.

7.2.2 Exemplarisches Wärmenetz in einer industriell geprägten Kommune

Der Ortsteil Gustavsborg in der Gemeinde Ginsheim-Gustavsborg, die als Vertreter einer industriell geprägten Kommune von der Projektgruppe ausgewählt wurde, wird ebenfalls exemplarisch ein Wärmenetz aufgezeigt. In dem Stadtteil dominieren Mehrfamilienhäuser in der Wohnbebauung. Außerdem befinden sich südlich von Gustavsborg mehrere zusammenhängende Gewerbe- und Industriegebiete, die sich vom Hafen bis zur Autobahn erstrecken.

Zunächst sind wie im Kapitel 1.1 erläutert weitere Wärmedichtekarten mit einer angenommenen zeitlichen Entwicklung der Anschlussquote und der Sanierungsquote erstellt.

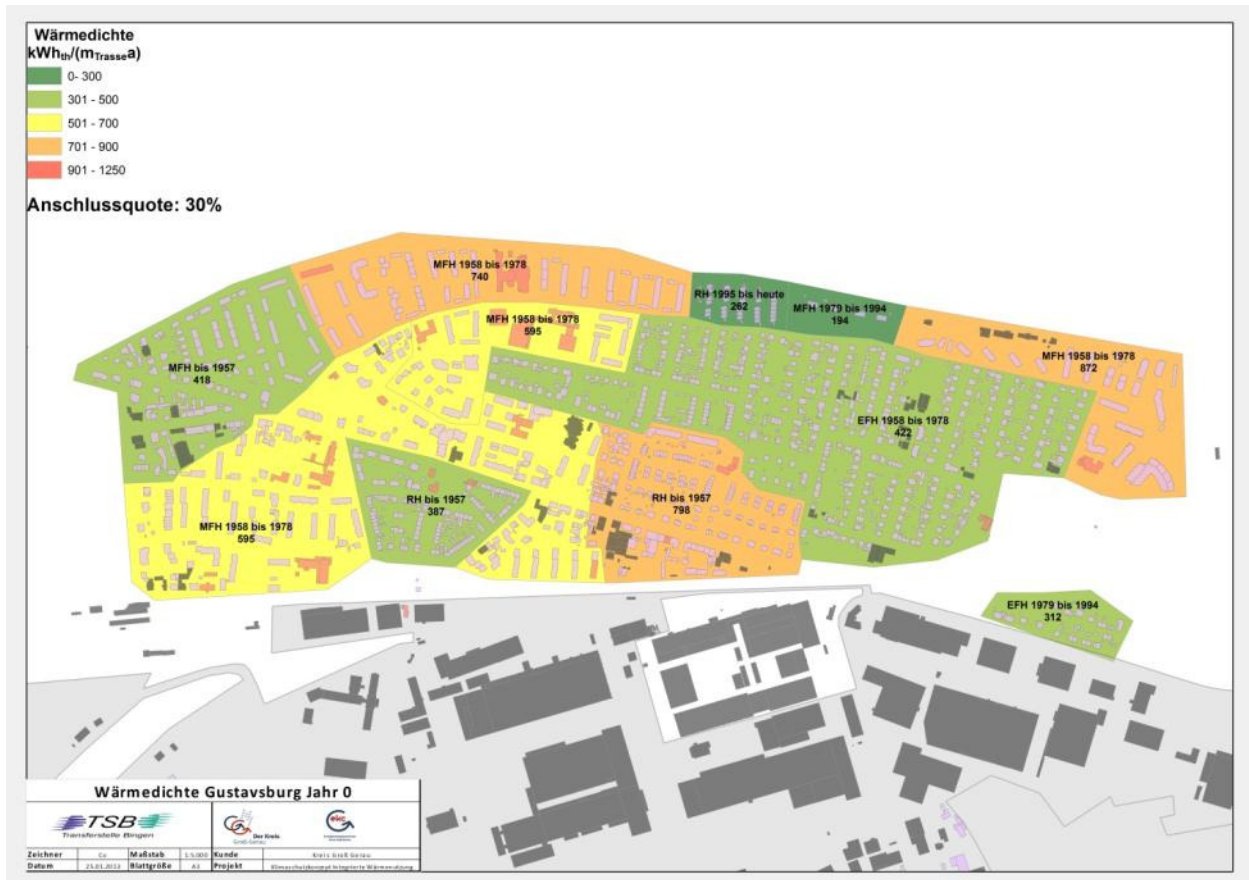


Abbildung 7-10 Wärmedichtekarte Gustavsburg Jahr 0

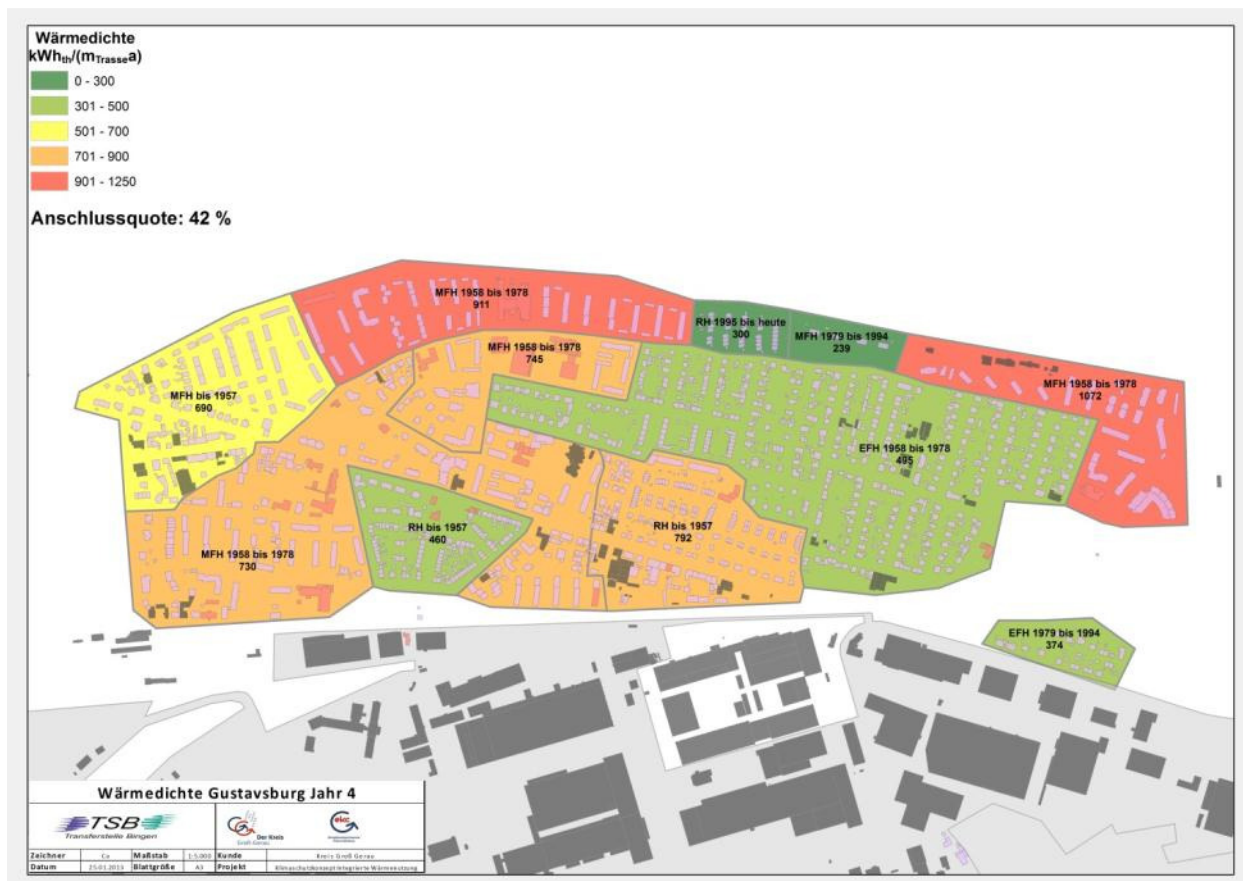


Abbildung 7-11 Wärmedichtekarte Gustavsburg Jahr 4

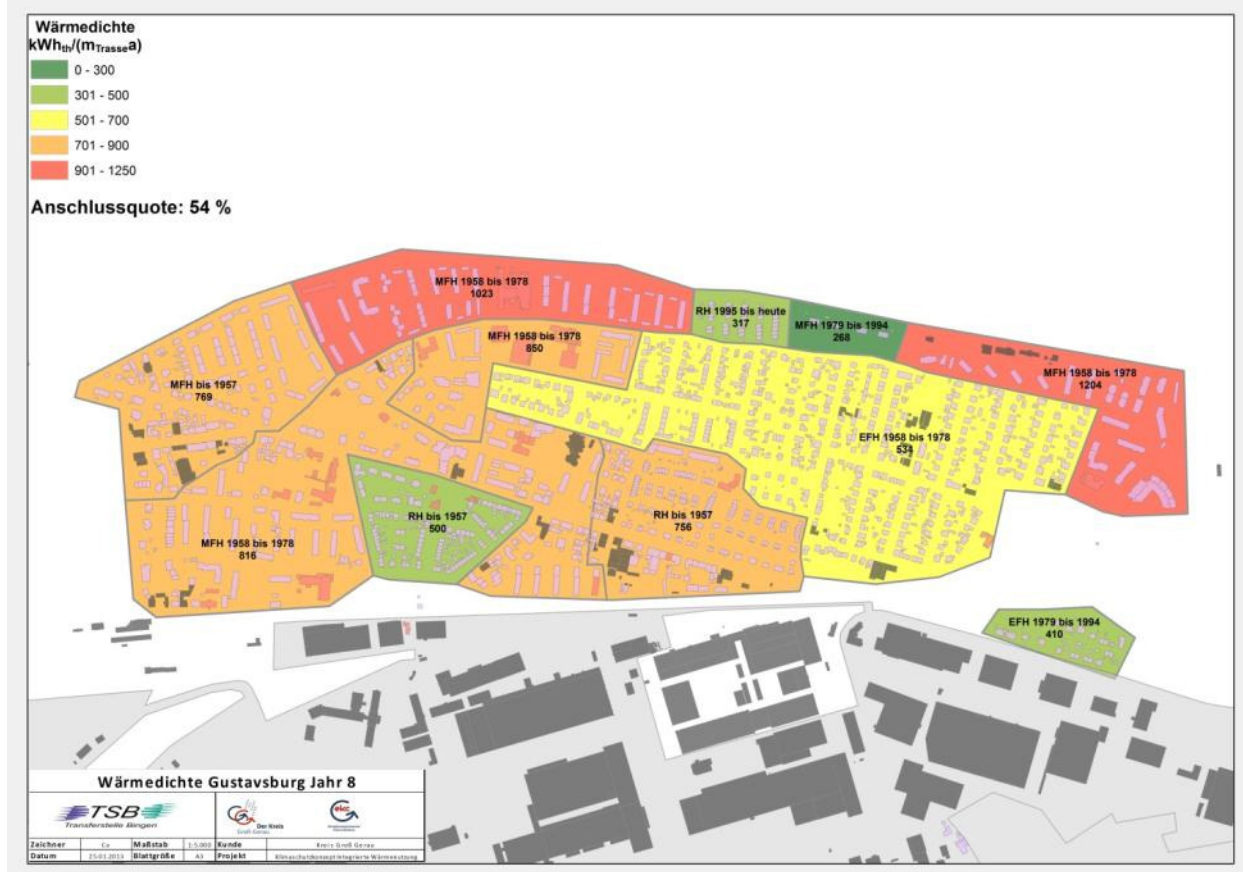


Abbildung 7-12 Wärmedichtekarte Gustavsburg Jahr 8

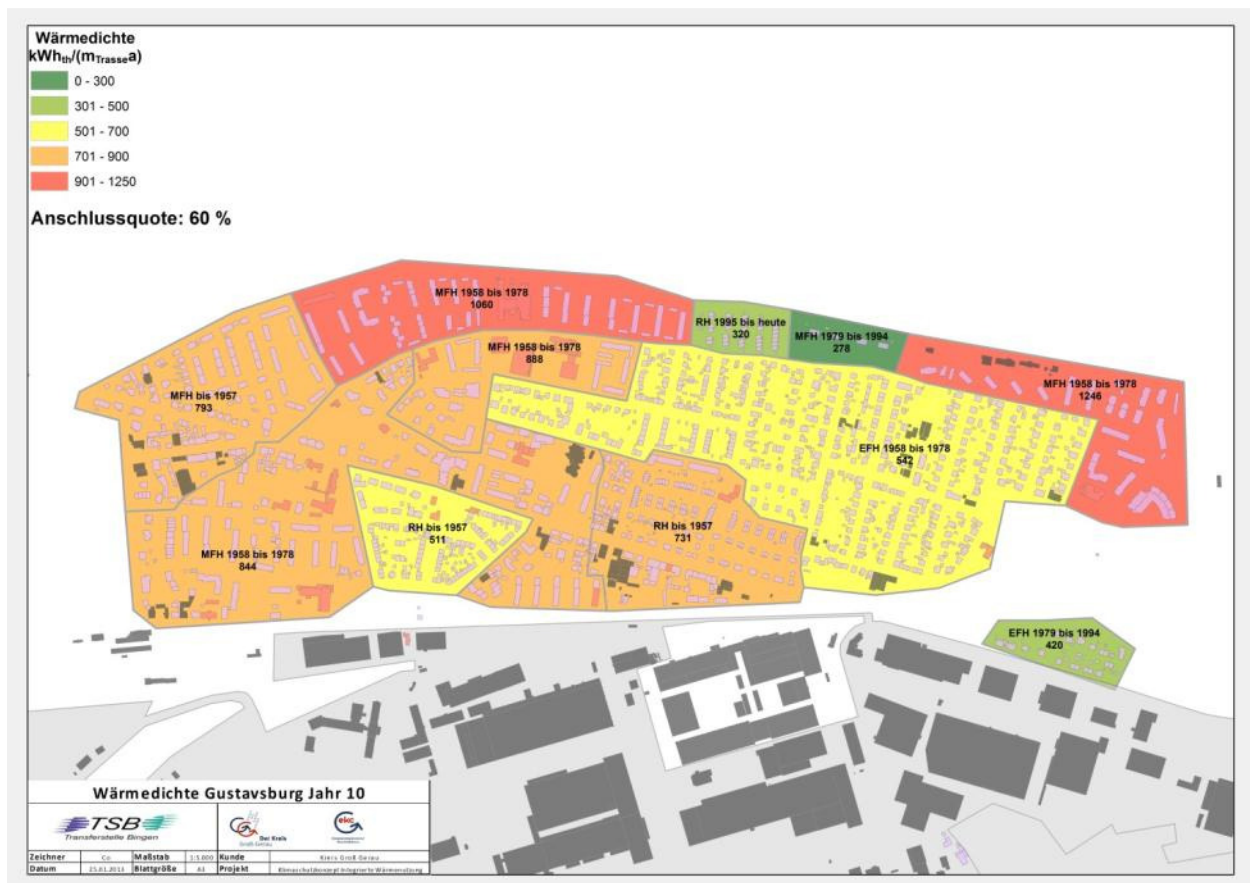


Abbildung 7-13 Wärmedichtekarte Gustavsburg Jahr 10

Die beispielhafte Entwicklung zeigt, dass trotz fortschreitender Sanierungsquote mit der angesetzten Steigerung der Anschlussquote insgesamt der spezifische Wärmeabsatz in dem Modellwärmesetz zunimmt.

Im Norden Gustavsburgs befinden sich in der Nähe einiger öffentlicher Liegenschaften Siedlungszellen mit Mehrfamilienhäusern. Es handelt sich dabei um folgende öffentliche Liegenschaften:

- Gustav-Brunner-Schule in Trägerschaft des Kreises Groß-Gerau
- Turnhalle Gustavsburg in Trägerschaft der Gemeinde Ginsheim-Gustavsburg
- Kindertagesstätte Bebelstraße in Trägerschaft der Gemeinde Ginsheim-Gustavsburg
- Altenzentrum Haus Mainblick in Trägerschaft der GfDE - Gesellschaft für diakonische Einrichtungen in Hessen und Nassau mbH

Nach der Siedlungszellenanalyse befinden sich in der Nähe Mehrfamilienhäuser der Baualtersklasse „1958 bis 1978“, die bedingt durch die Größe und des Baujahrs einen hohen Verbrauch und damit eine hohe Wärmedichte erwarten lassen.

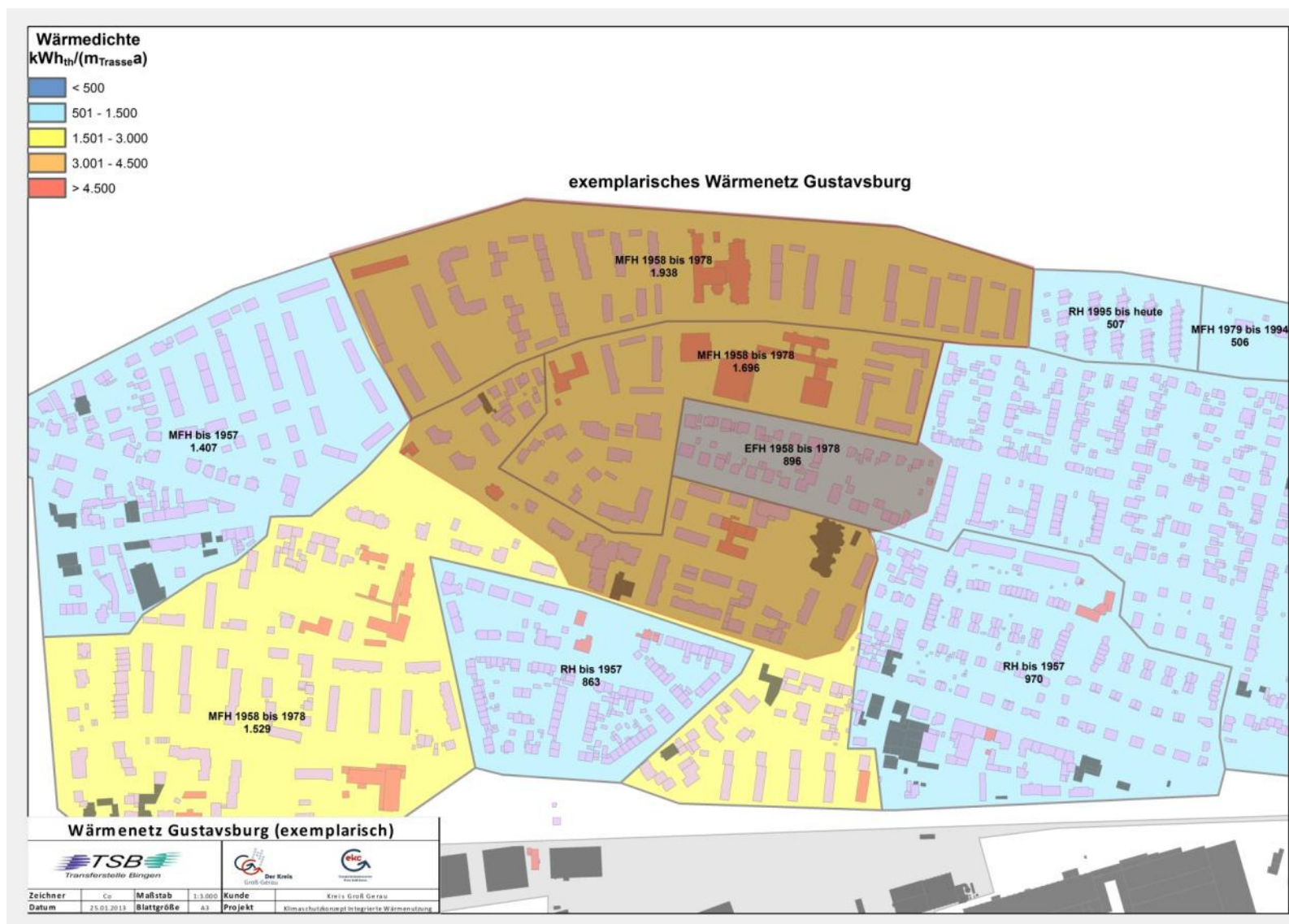


Abbildung 7-14 exemplarisches Wärmenetz Gustavsburg

Nach der in Kapitel 1.1 beschriebenen Vorgehensweise sind für die vereinfachte Betrachtung, dass alle Gebäude von Beginn an am Wärmenetz angebunden sind, die Ergebnisse ermittelt. Zunächst wurde der Jahreswärmeverbrauch ermittelt. Während zu den kommunalen Liegenschaften die relevanten Daten zur Wärmeversorgung im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts bekannt sind, musste für das Altenzentrum die benötigten Daten anhand von typischen Kennwerten überschlagen werden. Der Verbrauch in den Wohngebäuden konnte aus der Wärmekarte abgelesen werden. In der Abschätzung der erforderlichen Heizleistung in der Heizzentrale wurde ein Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt.

Tabelle 7-4 Auslegung exemplarische Heizzentrale Gustavsborg

	Jahreswärmeverbrauch	Wärmeleistung
Gustav-Brunner-Schule	370 MWh _{th} /a	240 kW _{th}
Turnhalle Gustavsborg	60 MWh _{th} /a	60 kW _{th}
Kindertagesstätte Bebelstraße	100 MWh _{th} /a	90 kW _{th}
Altenzentrum Haus Mainblick	970 MWh _{th} /a	470 kW _{th}
Wohngebäude	9.430 MWh _{th} /a	4.600 kW _{th}
Heizzentrale	10.930 MWh _{th} /a	4.600 kW _{th}

Für das exemplarische Wärmenetz in Gustavsborg liegen rund 3,9 km für die Wärmetrasse und ca. 2,6 km für die Gebäudeanschlussleitungen vor. Daraus resultieren etwa 1.700 kWh_{th}/(m a) als spezifischer Wärmeabsatz. Da sowohl die Wohn- als auch Nichtwohngebäude große Einzelverbraucher darstellen, entspricht dieser Wert auch dem Durchschnittswert der beiden Siedlungszellen „MFH 1958 bis 1978“.

Zu den Wärmeversorgungsvarianten für ein exemplarisches Wärmenetz in Gustavsborg ist die Energie- und CO₂e-Bilanz aufgestellt.

Tabelle 7-5 Energie- und CO₂e-Bilanz exemplarisches Wärmenetz Gustavsborg

		Vergleichsvariante Erdgaskessel + Heizölkessel	Variante 1 Biomassekessel + Heizölkessel	Variante 2 Erdgas-BHKW + Erdgaskessel	Variante 3 Georestwärme + Heizölkessel
Wärmeleistung					
Erdgaskessel	kW _{th}	2.500		3.600	
Heizölkessel	kW _{th}	2.100	2.100		4.600
Biomassekessel	kW _{th}		2.500		
Erdgas-BHKW	kW _{th}			1.000	
Georestwärme	kW _{th}				3.000
Summe	kW _{th}	4.600	4.600	4.600	4.600
Wärmemenge					
Erdgaskessel	MWh _{th} /a	10.000		2.930	
Heizölkessel	MWh _{th} /a	930	930		1.930
Biomassekessel	MWh _{th} /a		10.000		
Erdgas-BHKW	MWh _{th} /a			8.000	
Georestwärme	MWh _{th} /a				9.000
Summe	MWh _{th} /a	10.930	10.930	10.930	10.930
Energiebedarf					
Erdgas (Kessel)	MWh _{HS} /a	11.580		3.400	
Heizöl	l/a	10.390.000	10.390.000		21.500.000
Holzhackschnitzel	t/a		2.940		
Erdgas (BHKW)	MWh _{HS} /a			13.540	
Georestwärme	MWh _{th} /a				11.250
CO₂e-Emissionen	t/a	3.089	805	1.339	274

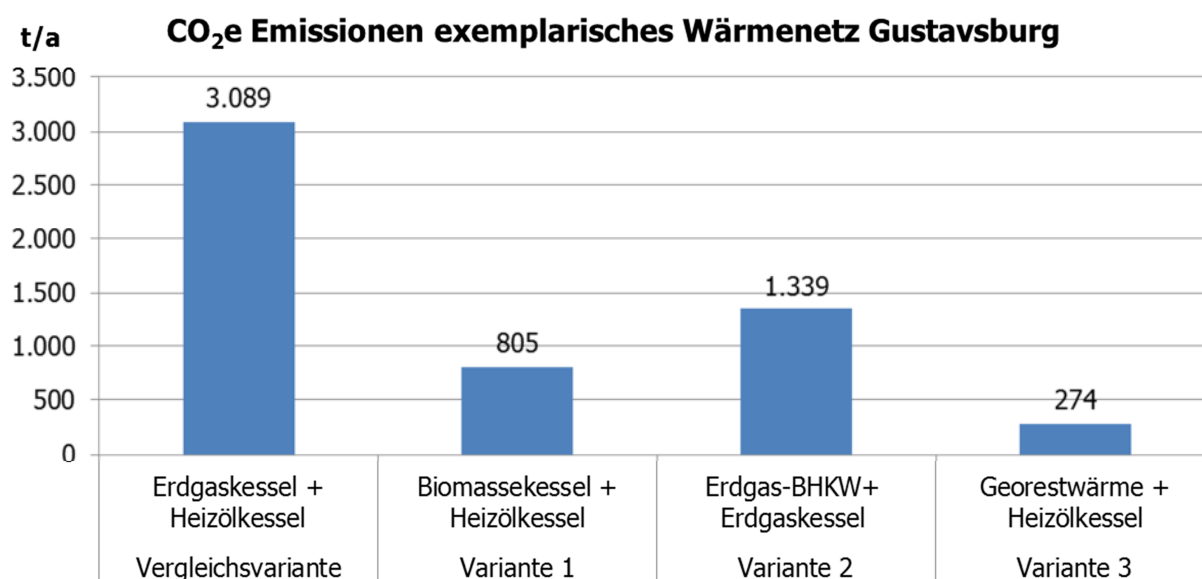


Abbildung 7-15 CO₂e-Emissionen exemplarisches Wärmenetz Gustavsburg

Der Variantenvergleich verdeutlicht, dass die Anlagen, die erneuerbare Energien nutzen oder hocheffizient sind (BHKW), wesentlich niedrigere CO₂e-Emissionen aufweisen als eine ausschließlich mit fossilen Brennstoffen erzeugte Wärme.

Die Ergebnisse einer überschlägigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind in der Tabelle zusammengestellt, die Kosten sind ohne die gesetzliche Mehrwertsteuer angegeben. Der Wärmege-
stehungspreis ergibt sich aus den Jahreskosten bezogen auf den Jahreswärmebedarf im Wär-
menetz mit 10.930 MWh_{th}/a.

Tabelle 7-6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung exemplarisches Wärmenetz Gustavsburg

	Vergleichs- variante Erdgaskessel + Heizölkessel	Variante 1 Biomassekessel + Heizölkessel	Variante 2 Erdgas- BHKW + Erdgaskessel	Variante 3 Georestwärme + Heizölkessel
Investition	4.340.000 €	4.580 000 €	4.700 000 €	4.570.000 €
Kapitalkosten	271.000 €/a	288.000 €/a	318.000 €/a	290.000 €/a
Verbrauchskosten	763.000 €/a	487.000 €/a	965.000 €/a	512.000 €/a
Betriebskosten	4.000 €/a	7.000 €/a	33.000 €/a	8.000 €/a
Erlöse	-412.000 €/a			
Jahreskosten	1.038.000 €/a	782.000 €/a	904.000 €/a	810.000 €/a
Wärme- gestehungspreis	9,5 Ct/kWh _{th}	7,2 Ct/kWh _{th}	8,3 Ct/kWh _{th}	7,4 Ct/kWh _{th}

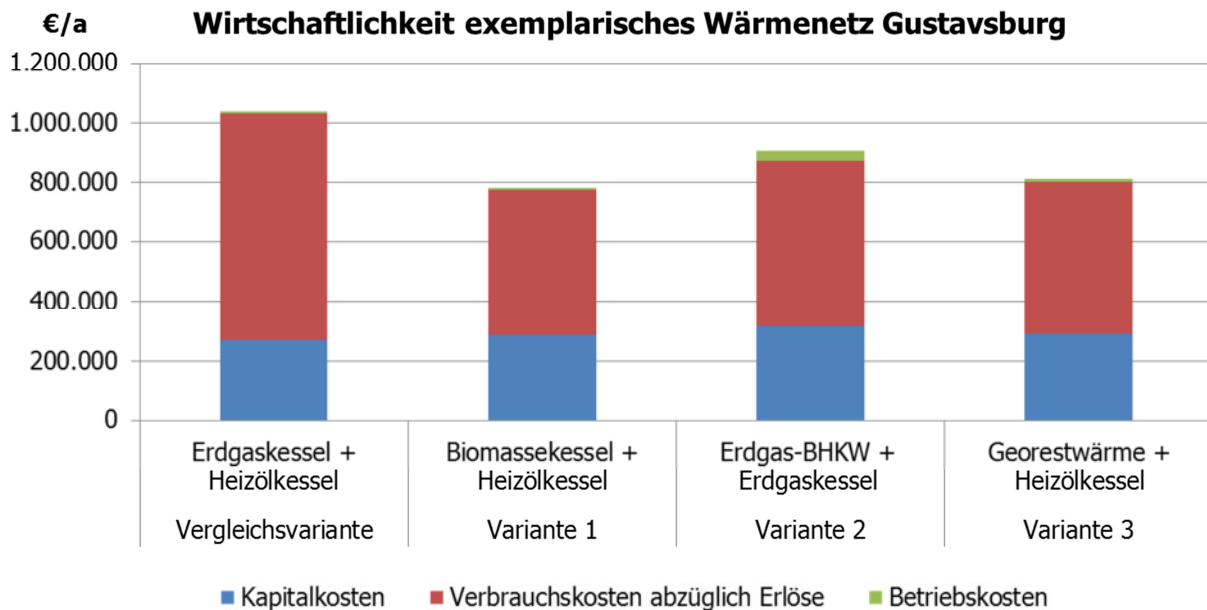


Abbildung 7-16 Wirtschaftlichkeit exemplarisches Wärmenetz Gustavsburg

In der überschlägigen Berechnung liegen die Jahreskosten in der Vergleichsvariante mit den rein fossilen Energieträgern zwischen ca. 15 und max. 30 % über denen der übrigen Varianten. Auch hier ist für eine Geowärmeversorgung der anlegbare Geowärmepreis mit 4,2 Ct/kWh_{th} so gewählt, dass diese Variante vergleichbare Jahreskosten der günstigsten Variante erreicht. In dieser Größenordnung wäre ein Geowärmeverbund unter den wirtschaftlich günstigeren Varianten zu finden.

Gerade in einer eher industriell geprägten Kommune bietet sich wegen der großen Einzelverbraucher in Form von Mehrfamilienhäusern in Verbindung mit öffentlichen Liegenschaften eine gute Voraussetzung für ein Wärmenetz. Denn vor allem dort sind hohe Wärmedichten gegeben, was ein wesentlicher Aspekt für eine technische und wirtschaftliche Machbarkeit darstellt. Aber auch hier gilt es, eine möglichst hohe Anschlussquote der an den Wärmetrassen liegenden Gebäude hinsichtlich der Vorfinanzierung des Wärmenetzes zu erreichen. In der vorliegenden exemplarischen Betrachtung nehmen die Investitionskosten des Wärmenetzes über 70 % der Gesamtinvestitionskosten ein. Deswegen ist ein modularer Aufbau mit kleinen Wärmeinseln unter der Option einer späteren Erweiterung ein Weg, um den Auf- und Ausbau von Wärmenetzen voranzutreiben.

7.2.3 Ausbauszenario

In Kapitel 3.8.1 sind Wärmenetze im Bestand dokumentiert. Es zeigt, dass im Kreis Groß-Gerau durchaus unterschiedliche Aktivitäten im Bereich einer gemeinsamen Wärmeversorgung existieren. In allen Sektoren bestehen schon heute Wärmenetze. Die Versorgung im Wärmeverbund entspricht etwa 1,5 % des Endenergieverbrauchs zur Gebäudewärmeversorgung im Untersuchungsgebiet und weist damit auf weiteres Ausbaupotenzial hin.

Die vorausgegangenen, exemplarischen Betrachtungen zeigen, dass nicht nur in industriell und städtisch geprägten Kommunen sondern auch in Kommunen ländlicher Prägung Möglichkeiten bestehen, mit kleinen Wärmenetzen für öffentliche Liegenschaften in das Thema Wärmeverbund einzusteigen. Ausgehend von solchen Wärmenetzen können weitere Wohn- oder auch Gewerbegebiete eingebunden werden. Hier spielt die Vorbildfunktion des Kreises und der Kommunen eine wichtige Funktion.

Hauptsächlich für die Nutzung erneuerbarer Energien und der Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung bieten sich Wärmenetze an. In diesem Zusammenhang lässt insbesondere die Tiefengeothermie im Untersuchungsgebiet mittelfristig ein wesentliches Ausbaupotenzial erwarten. Aber auch die Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung (siehe Kapitel 5.1) steht für einen Zubau von Wärmenetzen.

Das Klimaschutzteilkonzept lässt nur eine qualitative Einschätzung des Potenzials an Wärmenetzen im Untersuchungsgebiet dazu. Mit den Wärmekarten ist es der Verwaltung im Kreis und in dessen Gemeinden und Städten möglich, mit deren weitergehenden Kenntnissen beispielsweise über Kesselerneuerungsbedarf in eigenen Liegenschaften, geplante Straßensanierung, etc. möglich, Gebiete zu identifizieren und weitere Untersuchungen hinsichtlich einer Machbarkeit durchzuführen.

8 Akteursbeteiligung

Wesentlich für die Erstellung eines Klimaschutzteilkonzepts ist, durch eine frühzeitige Akteursbeteiligung die lokalen Gegebenheiten mit einfließen zu lassen, um später eine erfolgreiche Umsetzung zu erreichen. Es geht dabei um den Informationsaustausch zwischen den Akteuren vor Ort und den Konzepterstellern. Darüber hinaus gilt es, für den Klimaschutz zu sensibilisieren und zu motivieren.

8.1 Projektgruppe

Als Lenkungsgruppe für die Konzeptphase ist die sogenannte Projektgruppe seitens des Landratsamts Groß-Gerau zusammengestellt. Sie setzt sich einerseits aus politischen Vertretern des Kreistags und andererseits Mitarbeiter des Landratsamts zusammen. Projektbegleitend fanden insgesamt vier Projektgruppentreffen statt. Von denen wichtige Impulse für die Ausrichtung des Klimaschutzteilkonzepts ausgingen. Die Protokolle und Präsentationen dokumentieren im Anhang die Treffen.

8.2 Klimaschutznetzwerk

Der Kreis Groß-Gerau verfolgt das Ziel, langfristig eine vollständige Energieversorgung mit erneuerbaren Energien zu erreichen. Als Meilenstein ist formuliert, bis 2020 den Stromverbrauch um 20 % gegenüber 2007 zu reduzieren und den verbleibenden Strombedarf zu 30 % aus erneuerbaren Energien laut Kreistagsbeschluss zu decken. Vorausgegangen ist eine Studie, die durch ein Strategiepapier und einen Zeit- und Maßnahmenplan zur Zielerreichung ergänzt ist. Um es in die Umsetzung zu bringen wurde das Energiekompetenzcenter in der Kreisverwaltung eingerichtet. Es kümmert sich u. a. auch um das Klimaschutzteilkonzept, das den Kreis Groß-Gerau befähigt, Meilensteine zur Wärmeversorgung festzulegen.

Für die Umsetzung der Klimaschutzziele ist die Kommune auf die Beteiligung weiterer Akteure angewiesen. Dazu gründete der Kreis am 1. Dezember 2011 ein Akteursnetzwerk „Energie für Klimaschutz“. Es beschränkt sich nicht nur auf den Kreis sondern bezieht Nachbarn in der Region mit ein. In erster Linie ist eine Plattform zum Austausch und zur Kooperation geschaffen. Dort sollen Klimaschutzaktivitäten gebündelt und neue initiiert werden.

Am 4. Juni 2012 fand das zweite Netzwerktreffen statt. Der aktuelle Stand im „Klimaschutzteilkonzept integrierte Wärmenutzung im Kreis Groß-Gerau“ sowie im partizipativen Prozess „Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Bereich Strom“ wurde vorgestellt. Außerdem stellte das Energie- und Klimaschutzbüro Mörfelden-Walldorf seinen Aktivitäten vor. Als weiteren Beitrag einer Kommune wurde das Quartiersmanagement in Bischofsheim erläutert, das im Rahmen des Förderprogramms HEGISS durchgeführt wird.

8.3 Workshops

Am dritten Projektgruppentreffen wurden die beiden Workshopthemen festgelegt. Sie spiegeln zwei Schwerpunkte wider, die ein relevantes Klimaschutzpotenzial aufweisen. Es handelt sich dabei um Energieeinsparpotenzial in Wohngebäude und den Aus- und Zubau von Wärmenetzen. Die Bilanzierung zeigt, dass Wohngebäude einen sehr großen Anteil am Wärmeverbrauch beanspruchen. Hier gilt es, Energiesparmaßnahmen verstärkt in die Umsetzung zu bringen und so den Energieverbrauch und die CO₂e-Emissionen zu reduzieren.

Ein weiterer Schwerpunkt stellen Wärmenetze dar. Gerade ein Wärmeverbund bietet sich aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen für die Nutzung erneuerbarer Energien sowie den Einsatz Kraft-Wärme-Kopplung an. Konkret stellt sich die Frage, wie verstärkt Wärmeverbünde in die Umsetzung gebracht werden können.

Die Protokolle im Anhang dokumentieren die beiden Workshops. Maßnahmen die aus den Diskussionen abgeleitet sind, befinden sich im Maßnahmenkatalog.

8.4 Gespräche

Gespräche mit kleinen Akteursgruppen sind einerseits für die Potenzialanalyse und andererseits für die Entwicklung einer konkreten Maßnahme im direkten Handlungsfeld des Kreises geführt.

Zur Eruierung der biogene Reststoffe bzgl. deren heutige, energetische Nutzung und des noch verfügbaren Potenzials fand ein Gesprächstermin mit Vertretern der Abfall-Wirtschafts-Service GmbH, des Energiekompetenzcenters und den Konzepterstellern statt. Zu den angesprochenen Themen zählen Deponiegas, Bioabfall, Altholz, Grünschnitt, Verkehrswegebegleitgrün, Restabfall und gewerbliche Speisereste. Im Protokoll sind die Erkenntnisse festgehalten, die auch in der Potenzialanalyse enthalten sind.

Ein großer Wärmeverbund unter Beteiligung kreiseigener Liegenschaften besteht in der Stadt Groß-Gerau. Handlungsbedarf besteht in der Erneuerung der Wärmeerzeugung. Derzeit befinden sich verschiedene Wärmeerzeugungsvarianten auch auf Basis erneuerbarer Energien in der Diskussion. Außerdem stehen Änderungen bei den Wärmeabnehmern (Abriss und Neubau) bevor. Auch eine Erweiterung des Wärmenetzes durch die Anbindung benachbarter Gebäude wäre denkbar. Damit bietet sich die Optimierung des bestehenden Wärmeverbunds als ein eigenes Vorbildprojekt des Kreises an. Gerade wegen des kurzfristigen Handlungsbedarfs ist eine solche Maßnahme, die sowohl im direkten Handlungsfeld des Kreises liegt als auch zeitnah umzusetzen ist, sehr wichtig, um weitere Akteure zu motivieren, selbst aktiv zu werden.

9 Maßnahmenkatalog

Kommunale Klimaschutzkonzepte basieren auf Bilanzen zu Energieverbrauch und CO₂e-Emissionen in Kommunen, des Weiteren auf Potenzialanalysen für Einsparung, Effizienz und Erneuerbare Energien und Klimaschutzentwicklungsszenarien. Aus diesen Grundlagendaten wird unter Beteiligung regionaler Akteure ein Maßnahmenkatalog entwickelt. Der Maßnahmenkatalog enthält eine Übersicht von neuen beziehungsweise auf bereits durchgeführten klimaschutzrelevanten Aktivitäten aufbauende Maßnahmen für die drei Gemeinden.

Die Maßnahmenvorschläge kamen aus verschiedensten Gruppen und Gremien, wie der Projektgruppe, der Verwaltung, den Workshops, der Politik, et cetera. Insbesondere die beiden Workshops, die während der Projektphase durchgeführt wurden, dienten dazu, Ideen zu identifizieren, zu diskutieren und abzustimmen. Durch die Kooperation und den Dialog mit möglichen Interessensgruppen („Machern“ und Multiplikatoren) sowie dem Informationstransfer zwischen den bereits aktiven Klimaschutz-Akteuren ist eine breite Akzeptanz für den Klimaschutz und eine Motivation zum Handeln geschaffen. Darüber hinaus ist gewährleistet, dass ausschließlich klimarelevante Aktivitäten entwickelt wurden, die zu den strategischen Zielen des Kreises Groß-Gerau passen und politisch auch durchsetzbar sind. Eine Grundlage für die weitere Konkretisierung und erfolgreiche Umsetzung der Handlungsmaßnahmen ist somit gegeben.

Der Maßnahmenkatalog beinhaltet eine Sammlung bewerteter und nach Bedeutsamkeit und Umsetzungszeitraum sortierter Maßnahmensteckbriefe. Je Maßnahme existiert ein Maßnahmensteckbrief. Grundsätzlich soll der dargestellte Katalog von Einzelmaßnahmen dazu dienen, dem Leser knapp und übersichtlich mitzuteilen:

- welche Maßnahmen vorgeschlagen werden,
- welche Schritte und Aktivitäten zur Umsetzung erforderlich sind,
- wo und mit welcher Wirkung eine Maßnahme ansetzt,
- an welche Adressaten sich die Maßnahme richtet,
- ob begleitende Aktivitäten erforderlich sind,
- welche Hemmnisse einer erfolgreichen Umsetzung der Maßnahme entgegen stehen,
- welcher Zeitaufwand für die Umsetzung der Maßnahme erforderlich ist,
- wo es weitere Erfahrungen bzw. Informationen zu der Maßnahme gibt.

Die Umsetzung der Maßnahmen ist die wesentliche Aufgabe eines einzustellenden Klimaschutzmanagers. Der Maßnahmenkatalog dient einem künftigen Klimaschutzmanager und/oder der Klimaschutzstelle in der Verwaltung als Arbeitsgrundlage für die Vorbereitung, Koordination und Umsetzung der Maßnahmensteckbriefe in Zusammenarbeit mit den weiteren Akteuren in den drei Gemeinden.

Im Folgenden werden der Aufbau und die wichtigsten Bewertungskategorien des Kataloges erläutert.

9.1 Maßnahmenbeschreibung: Aufbau, Inhalte und Bewertung

Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden die ausgewählten Maßnahmen in einem standardisierten Maßnahmenraster dargestellt. Dieses erlaubt eine spätere Sortierung und Priorisierung in direktem Vergleich der einzelnen Maßnahmen.

Der Projektsteckbrief bietet einen knappen Überblick über die wesentlichen Merkmale einer Maßnahme. Dazu gehören eine kurze Beschreibung der Maßnahme, Ziele und nächste Schritte, Handlungsfeld sowie Querverweise zu Neben-/flankierenden Maßnahmen. Neben den eher deskriptiven Elementen werden im Bewertungsteil bewertende Kategorien berücksichtigt, welche die Grundlage für die Priorisierung von geeigneten Maßnahmen darstellen.

Die nachstehende Abbildung 9-1 und Abbildung 9-2 zeigen beispielhaft den Aufbau einer Maßnahme.

Maßnahmensteckbrief :Ü Nr. Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung im Kreis Groß-Gerau	
Titel	
Sektor	Übergreifende Maßnahmen ▼
Handlungsfeld	☐ Energieeinsparung und -effizienz ☐ Erneuerbare Energien ☐ Netzwerk/Kampagnen/Öffentlichkeitsarbeit ☐ Begleitung in der Bauleitplanung ☐ Wärmenetze
Beschreibung	
nächste Schritte	
Chancen und Hemmnisse	
Anschubkosten	
Akteure	
Zielgruppe	
Umsetzungszeitraum	☐ kurzfristig ☐ mittelfristig ☐ langfristig
Vorschlag von	
Neben-/flankierende Maßnahmen	

Abbildung 9-1 Maßnahmensteckbrief (Beschreibungsteil)

Vorauswahl Gewichtung in %						
CO ₂ e-Minderung	Wirt-schaftlichkeit	Endenergie-einsparung	Wert-schöpfung	Umsetzungs-geschwindigkeit	Einflussnahme durch die Kommune	Wirkungs-tiefe
25 ▾	20 ▾	20 ▾	10 ▾	10 ▾	10 ▾	5 ▾
Summe Gewichtung 100%						
Bewertung						
	Punkte	Gewicht	Bewertung		Punkte	Gewicht
CO ₂ e-Minderung	0 ▾	25 %	0	Umsetzungs-geschwindigkeit	0 ▾	10 %
Wirtschaft-lichkeit	0 ▾	20 %	0	Einflussnahme durch die Kommune	0 ▾	10 %
Endenergie-einsparung	0 ▾	20 %	0	Wirkungstiefe	0 ▾	5 %
Wertschöpfung	0 ▾	10 %	0	Gesamtwert 0		

Abbildung 9-2 Maßnahmensteckbrief (Bewertungsteil)

Im Folgenden werden die Kriterien, mit der die Maßnahmen beschrieben werden kurz erläutert.

Beschreibungsteil (siehe Abbildung 9-1)

Der Maßnahme wird ein „Kürzel“ zugewiesen, das aus der Sektorenbezeichnung und einer laufenden Nummer besteht.

Tabelle 9-1 Kürzelbezeichnung im Beschreibungsteil des Maßnahmesteckbriefs

Kürzel	Bezeichnung
Ü 1	Übergreifende Maßnahme 1
HH 2	Maßnahme Privathaushalte 2
Öff 3	Maßnahme Öffentliche Einrichtungen 3
GHDI 4	Maßnahme Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie 4

Der „**Titel**“ der Maßnahme wird kurz und prägnant formuliert, evtl. auftretende Abkürzungen oder zusammengesetzte Wortkreationen müssen erläutert werden.

Das Auswahlfeld „**Sektor**“ beinhaltet die klimaschutzrelevanten Sektoren „Private Haushalte“, „Gewerbe/Handel/Dienstleistungen“, „Industrie“, „Öffentliche Einrichtungen“ sowie „übergreifende Maßnahmen“ (mehrere Sektoren gleichzeitig betreffend).

Das Auswahlfeld „**Handlungsfeld**“ beschreibt das Handlungsfeld in welchem die Maßnahmen ihre Wirkung hat. Es erfolgt eine Unterteilung in folgende Handlungsfelder:

- Energieeffizienz
- Erneuerbare Energien
- Netzwerk/Kampagnen/Öffentlichkeitsarbeit
- Begleitung in der Bauleitplanung
- Wärmenetze.

Die „**Maßnahmenbeschreibung**“ umfasst die allgemeine Beschreibung der Maßnahme. Zusätzlich sind wesentliche Informationen oder Beispiele sowie Querweise zu anderen Maßnahmen hinterlegt.

Weiterhin werden Angaben gemacht die für die Koordination und Umsetzung der Maßnahme relevant sind:

Im Feld „**Nächste Schritte**“ werden die nächsten Handlungsschritte, die für die Umsetzung der Maßnahmen erforderlich sind kurz beschrieben.

Als „**Chancen und Hemmnisse**“ werden die Chancen, die mit der Maßnahme verbunden sind sowie eventuelle Schwierigkeiten und Hindernisse angegeben, die die Umsetzung der Maßnahme erschweren oder blockieren können.

Im Auswahlfeld „**Anschubkosten**“ werden Kosten aufgelistet, die insbesondere bei Kampagnen / Öffentlichkeitsarbeit und so weiter anfallen (z. B. Kosten für die Erstellung von Flyer, Broschüren, und so weiter).

Als „**Akteure**“ können Projektverantwortliche, Ansprechpartner während der Umsetzung, sowie ausführende Personen samt Kontaktmöglichkeit genannt werden.

Das Auswahlfeld „**Zielgruppe**“ beschreibt, welche Akteure für diese Maßnahme zugeschnitten sind.

Das Auswahlfeld „**Umsetzungszeitraum**“ ist unterteilt in „kurzfristig“, „mittelfristig“, „langfristig“, benennt Beginn und/oder Umsetzungszeitraum einer Maßnahme.

Das Eingabefeld „**Vorschlag von**“ enthält Namen, Funktion und die Kontaktmöglichkeit des Ideengebers der Maßnahme. Der Klimaschutzmanager erhält im Hinblick auf die Umsetzung einen konkreten Ansprechpartner.

Unter „**Neben-/flankierende Maßnahmen**“ können Maßnahmen mit ihrem Kürzel genannt werden,

- Die als Werkzeug zur Erreichung der in den Hauptmaßnahmen beschriebenen Energieeffizienz- und Einsparpotenziale dienen (Nebenmaßnahme)
- die sich teilweise mit der eigentlichen Maßnahme überschneiden oder sich gut in den Ablauf der Maßnahme einfügen, das heißt in dieselbe Richtung wirken (flankierende Maßnahme)
- die ohne nennenswerten Mehraufwand mitrealisiert werden können (flankierende Maßnahme)
- die gleichzeitig mehreren Sektoren zuordnen sind (flankierende Maßnahme)

Bewertungsteil (siehe Abbildung 9-2)

Der Bewertungsteil des Maßnahmenkataloges setzt sich aus mehreren Elementen zusammen. Zu den Kriterien zählen:

- das **„CO2-Minderungspotenzial“**, gemessen am errechneten wirtschaftlichen Gesamtminderungspotenzial,
- die **„Wirtschaftlichkeit“** der Maßnahme, welche auf dem Verhältnis von Amortisationszeit zu Nutzungsdauer beruht,
- die **„Endenergieeinsparung“** verglichen mit dem im Szenario berechneten wirtschaftlichen Einsparpotenzial
- die **„lokale Wertschöpfung“**: Effekte, die sich positiv auf die lokale / regionale Wirtschaft, positiv auf die Kaufkraft in der Region und positiv auf die Einnahmen im kommunalen Haushalt auswirken.
- die **„Umsetzungsgeschwindigkeit“**, welche angibt, im welchen Zeitraum die Maßnahme umgesetzt werden soll
- die **„Einflussmöglichkeiten der Kommune“** und
- die **„Wirkungstiefe“**, welche angibt, wie viele unterschiedliche Zielgruppen von der Maßnahme angesprochen werden.

Die Kriterien werden jeweils gewichtet. Diese wird von der Kommune bzw. Konzeptentwickler von Hand angepasst und gilt jeweils für ein Projekt. Das bedeutet, dass jede Maßnahme die gleiche Gewichtung erhält.

Für die Kriterien werden jeweils Punktevorschläge vergeben:

Tabelle 9-2 Punktbewertung im Maßnahmensteckbrief

Punkte	Bedeutung
1	Keine oder sehr geringe Effekte
2	↓
3	
4	
5	sehr bedeutsame Effekte

Aus der Addition der Punkte ergibt sich für jede Maßnahme ein Gesamtwert. Durch den Gesamtwert lässt sich eine Maßnahme im Hinblick auf die Umsetzung priorisieren.

9.2 Auswertung Maßnahmenkatalog

Der umfassende Maßnahmenkatalog mit detaillierten Beschreibungen zu jeder Maßnahme kann dem Anhang dieses Berichtes entnommen werden. Diese Auflistungen sind zugleich die wesentliche Arbeitsgrundlage für die Konzeptumsetzung durch einen Klimaschutzmanager. Hintergrund ist hierbei die Absicht des Kreises Groß-Gerau, nach Fertigstellung des Klimaschutzteilkonzeptes und basierend auf den darin entwickelten Klimaschutzmaßnahmen, im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums einen Antrag für eine finanzielle Unterstützung zur Umsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes zu erstellen.

9.2.1 Übergreifende Maßnahmen

Zu den übergreifenden Maßnahmen zählen insbesondere institutionell-organisatorische Maßnahmen, Kommunikations- und öffentlichkeitswirksame Maßnahmen zum Klimaschutz sowie Maßnahmen die nicht einem bestimmten Sektor zuzuordnen sind.

Zur Anregung, Bündelung und Koordinierung von Klimaschutzaktivitäten sowie zur Unterstützung durch begleitende Öffentlichkeitsarbeit müssen im Kreis Groß-Gerau entsprechende Strukturen geschaffen, beziehungsweise bereits bestehende Strukturen weiterentwickelt werden. Hierfür wird die zentrale Anlaufstelle für Klimaschutz (Klimaschutzmanager) eingestellt, der die Maßnahmenumsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes maßgeblich begleitet. Unterstützt wird er durch die Einführung eines Klimaschutz-Controlling, in dessen Rahmen auch die Projektgruppe, die während der Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes gebildet wurde, eingebunden werden soll, um gemeinsam die weiteren Schritte der Maßnahmenumsetzung und Evaluierung zu beraten und die erforderlichen Impulse in die einzelnen Bereiche (Sektoren) weiterzutragen. Intensive Öffentlichkeitsarbeit, unter anderem durch öffentlichkeitswirksame Aktionen (z. B. Informationsabende) soll in weiten Kreisen der Institutionen im Kreis, in den Unternehmen und der Bürgerschaft für Bewusstseinsbildung und steigende Bereitschaft zur Beteiligung an Klimaschutzprojekten sorgen.

Ü 1: Einstellung eines Klimaschutzmanagers

„Der Klimaschutzmanager soll den Kreis Groß-Gerau bei der Umsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes „Integrierte Wärmenutzung“ sowie in den Aktivitäten im Bereich der Stromversorgung und dem Ausbau der erneuerbaren Energien aktiv unterstützen. Hierbei moderiert er im Wesentlichen den Prozess und unterstützt die Fachbereiche der Verwaltung bei der Umsetzung der im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes entwickelten Klimaschutzmaßnahmen. Zu den wesentlichen Aufgaben des Klimaschutzmanagers gehören insbesondere die Initialisierung und Steuerung von Klimaschutzprojekten, inhaltliche Zuarbeit sowie fachliche Beratung von Entscheidungsträgern und Sachbearbeitern bei der Vorbereitung und Planung von Entscheidungen. Weitere Aufgaben sind unter anderem die Erfassung und Auswertung von Daten (Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz) und Berichterstattung, Koordinierung und Umsetzung von Klima-

schutzmaßnahmen sowie Berichterstattung, Beratung von Akteuren bei wichtigen Förderprogrammen und/oder die Durchführung von kommunalen und regionalen Fachforen.

Ü 2: Klimaschutz-Controlling

„Ergebnisse / Erfolge im Rahmen der Umsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes sollen insbesondere für die politischen Entscheidungsträger präsent dargestellt werden. Hierzu gehört die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz, als Kurzbilanz (jährlich) und eine ausführliche Energie- und CO₂e-Bilanzierung (alle 3 bis 5 Jahre). Die Ergebnisse der Bilanzierung sind in regelmäßigen Abständen den zuständigen Ausschüssen (halbjährlich) und dem Kreistag (jährlich) mitzuteilen. Darüber hinaus soll für jede umgesetzte Klimaschutzmaßnahme eine entsprechende Evaluierung erfolgen. Die Ergebnisse aus Klimaschutzmaßnahmen und Bilanzierungsergebnisse sind darüber hinaus, entsprechend aufbereitet und für jedermann verständlich auf der Internetseite und ggf. in den Amtsblättern der Kommunen zu veröffentlichen. Das Klimaschutz-Controlling ist eine der wesentlichen Aufgaben des Klimaschutzmanagers.“

9.2.2 Maßnahmen nach Sektoren und Bewertung

Um einen Überblick zu erhalten, welche Maßnahmen auf welche Zielgruppe ausgerichtet ist, werden die im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes erarbeiteten Maßnahmen in den nachstehenden Tabelle 9-3 bis Tabelle 9-5 nach den Verbrauchssektoren gegliedert sowie nach der Prioritäteneinschätzung (Bewertung) u. a. in Bezug auf ihren Beitrag zum Klimaschutz erfasst.

Privathaushalte

Die privaten Haushalte haben einen Anteil von rund 66 % am Gesamtenergieverbrauch im Kreis Groß-Gerau. Dementsprechend ergeben sich in diesem Bereich hohe Energieeffizienz- und Energieeinsparpotenziale. Ein Großteil der Bevölkerung im Untersuchungsgebiet lebt in Ein- und Zweifamilienhaushalten. Da der Kreis keinen direkten Einfluss auf die Modernisierung des privaten Wohnungsbestandes hat, ist es wichtig, über gezielte Beratung und Öffentlichkeitsarbeit die Bereitschaft für Sanierungstätigkeiten zu wecken.

Über bewährte Kommunikationsmethoden, wie Kampagnen, Informationsmaterialien zu Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten, Mitarbeiterschulungen in Betrieben und öffentlichen Einrichtungen, Integration des Themas in Bildungseinrichtungen, das Angebot von Beratungsleistungen an Bürger und Bürgerinnen, et cetera sollen die Erschließung der Energieeffizienz- und Einsparpotenziale angestoßen werden. Die Wirkungen dieser vielen Einzelmaßnahmen sind Bewusstseinsbildung, Aufklärung und Wissensvermittlung bei den Zielgruppen, eine positive Außenwirkung bei den Initiatoren sowie eine forcierte Umsetzung von Maßnahmen.

Ein entscheidender Baustein ist die Einrichtung einer neutralen Beratungsstelle für Bauherren und Gebäudeeigentümer, die vom Kreis organisiert wird.

In der nachstehenden Tabelle 9-3 sind die einzelnen Maßnahmen aufgelistet.

Tabelle 9-3 Maßnahmen Sektor private Haushalte

Kürzel	Titel	Punkte
HH 1	Aufbau Netzwerk „Energieberatung im Kreis Groß-Gerau“	3,75
HH 2	Ausbau der Energieberatung	3,2

Gewerbe / Handel / Dienstleistung und Industrie

Durch Unterstützung dieser Maßnahmen sollen Wärmeeinsparpotenziale im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und im Sektor Industrie erschlossen werden. Der Sektor GHD macht einen Anteil von etwa 20 % und der Industriesektor ca. 9 % an den gesamten CO₂e-Emissionen im Untersuchungsgebiet aus. Der Kreis Groß-Gerau hat keine unmittelbare Einwirkungsmöglichkeit zur Umsetzung von Einsparpotenzialen in den Sektoren. Durch eine gezielte Bewerbung von Förder- und Netzwerkmöglichkeiten und Informationsveranstaltungen für Unternehmen kann der Kreis den Prozess zur Erschließung von Energieeinsparpotenzialen anstoßen.

In der nachstehenden Tabelle 9-4 sind die Maßnahmen im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und dem Sektor Industrie aufgeführt.

Tabelle 9-4 Maßnahmen Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Sektor Industrie

Kürzel	Titel	Punkte
GHDI 1	Einrichten eines Newsletter „Energieeffizienz in Gewerbe, Handel, Dienstleistung“	3,1
GHDI 2	Branchenstammtisch GHDI	3,1

Kommunale Liegenschaften

Auch wenn, wie die Energie- und CO₂e-Bilanz zeigt, die quantitativen Effekte im Handlungsfeld des Kreises und auch der Kommunen begrenzt sind, muss die Kreisverwaltung in ihren eigenen Bereichen mit gutem Beispiel voran gehen, um mittels exzellent umgesetzter energetischer Maßnahmen Vorbildfunktion zu entfalten. Einige Modernisierungsmaßnahmen konnten in den letzten Jahren durchgeführt werden. Zukünftiges Potenzial liegt insbesondere im Energiemanagement bei den eigenen Liegenschaften (Erstellung von Energieberichten, Identifizierung von Handlungsschwerpunkten, Auswertung von Maßnahmen). Darüber hinaus soll auch das Bewusstsein der Mitarbeiter und Gebäudenutzer für das Thema Klimaschutz und Energie(-kosten) über entsprechende langfristige Maßnahmen sensibilisiert werden. In der nachstehenden Tabelle 9-5 sind Maßnahmen im Bereich kommunale Liegenschaften zusammengefasst.

Tabelle 9-5 Maßnahmen Sektor kommunale Liegenschaften

Kürzel	Titel	Punkte
Öff 1	Energetische Sanierung von kommunalen Gebäuden als Best-Practice-Beispiel für Bürger nutzen	3,2
Öff 2	Beispiel für Bürger nutzen	3,7
Öff 3	kommunaler Erfahrungsaustausch Wärmenetze	3,3
Öff 4	Wärmenetzrichtlinie	3,4
Öff 5	Intensivierung Verbrauchsdatenerfassung und -bewertung der öffentlichen Gebäude	3,5
Öff 6	Sensibilisierung und Motivation der Gebäudenutzer zum sparsamen Umgang mit Energie	3,4
Öff 7	Leitbild für Energieverbrauch in öffentlichen Gebäuden entwickeln	2,65
Öff 8	Qualitätssicherung bei Neubau und Sanierung - Baubegleitung	2,75
Öff 9	Begleitung Tiefengeothermieprojekte	3,0

9.2.3 Maßnahmen nach Umsetzungszeitraum und Bewertung

In der nachstehenden Tabelle 9-6 sind die im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes entwickelten Maßnahmen nach Zeitraum und Priorisierung (Bewertung) gegliedert. Die einzelnen Maßnahmensteckbriefe befinden sich im Anhang und können so losgelöst vom Bericht ausgedruckt und verwendet werden.

Die nachstehende Auflistung der Maßnahmen zeigt eine große Bandbreite aus einfacheren, kurzfristig realisierbaren Maßnahmen.

Tabelle 9-6 Kurzfristige Maßnahmen

Kürzel	Titel	Punkte
Ü 1	Klimaschutzmanager	
Ü 2	Klimaschutzcontrolling	
HH 1	Aufbau Netzwerk „Energieberatung im Kreis Groß-Gerau“	3,75
Öff 2	Wärmenetzausbau und neue Wärmeerzeugung in Groß-Gerau	3,7
Öff 5	Intensivierung Verbrauchsdatenerfassung und -bewertung der öffentlichen Gebäude	3,5
Öff 4	Wärmenetzrichtlinie	3,4
Öff 6	Sensibilisierung und Motivation der Gebäudenutzer zum sparsamen	3,4
Öff 3	kommunaler Erfahrungsaustausch Wärmenetze	3,3
HH 2	Ausbau der Energieberatung	3,2
Öff 1	Energetische Sanierung von kommunalen Gebäuden als Best-Practice-Beispiel für Bürger nutzen	3,2
GHDI 1	Einrichten eines Newsletter „Energieeffizienz in Gewerbe, Handel, Dienstleistung“	3,1
GHDI 2	Branchenstammtisch GHDI	3,1
Öff 9	Begleitung Tiefengeothermieprojekte	3,0
Öff 8	Qualitätssicherung bei Neubau und Sanierung - Baubegleitung	2,75
Öff 7	Leitbild für Energieverbrauch in öffentlichen Gebäuden entwickeln	2,65

10 Konzept Controlling

Das Controlling soll die Unterstützung des Kreises Groß-Gerau durch Koordination von Planung, Kontrolle und Informationsversorgung gewährleisten. Dies bezieht sich insbesondere auf die Begleitung und Evaluation von Klimaschutzmaßnahmen und damit auf die Zielerreichung der im Klimaschutzteilkonzept dargelegten Maßnahmenvorschläge und -ideen. Durch das Controlling soll erreicht werden, dass der Zeitraum zur Erreichung der Klimaschutzziele eingehalten wird und ggf. Schwierigkeiten bei der Bearbeitung frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Das Controlling-Konzept für die Umsetzung der Klimaschutzvorhaben im Kreis Groß-Gerau verfolgt dabei folgende zentrale Funktionen und Anforderungen:

- Kontinuierliche Überprüfung der Umsetzung und Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen
- Gewährleistung einer fortwährenden Datenauswertung (Fortschreibung der Energie-/CO₂e-Bilanz), Darstellung der Änderungen im Bilanzjahr
- Zeitnahe Prüfung des Erreichungsgrad der Klimaschutzziele
- Information und Koordination der am Klimaschutzmanagementprozess Beteiligten sowie der Öffentlichkeit
- Bewertung der organisatorischen Abläufe im Klimaschutzmanagementprozess selbst
- Schaffung einer Datenbasis für die Entwicklung und Konzeption weiterer Klimaschutzmaßnahmen. Bei Bedarf Einbeziehung von Verbesserungsvorschlägen, die wiederum als Grundlage zur Aktualisierung der Klimaschutzaktivitäten dienen.

Durch das Controlling-Konzept kann somit frühzeitig die Anpassungsfähigkeit an das sich entwickelnde Marktumfeld sowie die Reaktionsfähigkeit auf Störungen in der Umsetzbarkeit der Maßnahmenvorschläge verbessert werden.

10.1 Dokumentation

Für ein systematisches Controlling des Klimaschutzmanagementprozesses ist ein kontinuierliches Berichtswesen erforderlich. In einem zu erstellenden Bericht werden die Zielvorgaben des Klimaschutzteilkonzeptes aufgegriffen und die bisherigen Entwicklungen und der Erreichungsgrad aufgezeigt. Der Bericht umfasst dabei in kompakter und aussagekräftiger Form folgende Inhalte:

- Aktuelle Daten zum lokalen jährlichen Energieverbrauch sowie CO₂e-Bilanzen (grafische Darstellungen)
- Jährliche Kosten der Energieversorgung (grafische Darstellungen)
- Soll-Ist-Vergleich dieser Daten (grafische Darstellungen)
- Rückblick auf durchgeführte und Ausblick auf geplante Maßnahmen

Dieser Bericht in Kurzform sollte jährlich erstellt werden und dient primär der Information interner Entscheidungsträger und als Berichtsvorlage für den Ausschuss zur Beratung und Beschlussempfehlung für den Kreistag des Kreises Groß-Gerau.

Darüber hinaus sollte am Ende der ersten drei bis fünf Jahre nach der Arbeitsaufnahme des Klimaschutzmanagers ein ausführlicher Klimaschutzbericht erstellt werden. Dieser beinhaltet

eine Fortschreibung detaillierter Bilanzen und Darstellung der erreichten Ziele mit Unterstützung externer Fachkräfte. Dieser beinhaltet darüber hinaus auch Strukturen und übergreifende Ergebnisse (unter anderem Akteursstrukturen, Koordination der Maßnahmen und Zielerreichung) zum Klimaschutz.

Da mit dem Controlling Erfolge und Effekte der Strategien und Maßnahmen aufgezeigt und überprüft werden sollen, können die Prüfergebnisse allen an der Umsetzung beteiligten Akteuren Zielorientierung, im Sinne von Erkenntnisgewinn, Bestätigung und Motivation für weiterführende Aktivitäten bieten. Bei Bedarf kann die Strategie auf Grundlage der im Bericht erhobenen Informationen neu angepasst und Maßnahmen und Organisationsstrukturen modifiziert beziehungsweise neue Maßnahmen entwickelt werden.

Das Instrument des Berichtswesens muss als fortlaufender Prozess in die Klimaschutzaktivitäten eingebunden und auf Verwaltungsebene etabliert werden. In öffentlichen Ratssitzungen sollen die entsprechenden Gremien die Presse und die interessierte Bevölkerung regelmäßig über die Umsetzung des Konzeptes berichten.

Neben der Erstellung eines internen Berichtes (kurz: jährlich; detailliert: 3 bis 5jährig) soll eine anschauliche Kurzfassung mit den wichtigsten Ergebnissen und Erfolgen zur Information der Bevölkerung und weiterer Akteure erfolgen und öffentlichkeitswirksam (zum Beispiel Internetseite des Kreises Groß-Gerau, Nachrichtenblatt, etc.) kommuniziert werden. Inhalte hierfür sind auch hier die Darstellung von Bilanzen und Skizzierung erreichter Ziele. Damit soll zum einen die Akzeptanz des Klimaschutzteilkonzeptes und einzelner Maßnahmen weiter gefördert werden und zum anderen das Thema weiter im öffentlichen Bewusstsein gehalten werden.

10.2 Organisatorische Verankerung des Prozesses

Für die Umsetzung, Fortschreibung und Fortentwicklung des Klimaschutzteilkonzeptes ist die Einrichtung beziehungsweise Benennung einer fachverantwortlichen Stelle innerhalb der Kreisverwaltung erforderlich. Die entsprechende Stelle ist zugleich Ansprechpartner und Koordinator für alle künftigen Initiativen im Bereich des Klimaschutzes. Diese Stelle kann beispielsweise durch den Klimaschutzmanager ausgefüllt werden und/oder durch Änderungen von Aufgabenbereichen innerhalb der Kreisverwaltung geschaffen werden. Es soll eine Struktur geschaffen werden, die eine optimale Vernetzung unterschiedlicher Akteure ermöglicht, um einen dynamischen Start des Klimaschutzteilkonzeptes zu gewährleisten.

10.3 Definition von Messindikatoren zur Bewertung der Zielerreichungsgrade

Bereits vor der Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes wurden im Kreis Groß-Gerau Maßnahmen zur Energieeinsparung sowie der effizienten Nutzung von Energie und Einsatz von erneuerbaren Energien umgesetzt. Durch die Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes sollen die bisherigen Bestrebungen im öffentlichen, gewerblichen und privaten Bereich weiter vorangetrieben werden und zusätzlich, um eine regelmäßige Datenerfassung und Datenkontrolle, eine Verfolgung des Prozessverlaufs, eine Darstellung des Stands der Maßnahmenumsetzung sowie um eine Darlegung der Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen erweitert werden. Die im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes erstellte Bilanz berücksichtigt als Datenbasis das Jahr 2010. Es soll darauf geachtet werden, dass nicht nur der Grad der Umsetzung von Klima-

schutzmaßnahmen überprüft wird, sondern auch die Wirkung einzelner Klimaschutzmaßnahmen im Hinblick auf die CO₂e-Minderungspotenziale erfasst wird. Darüber hinaus sollte die sektor-spezifische Kostenentwicklung des Kreises beziehungsweise der einzelnen Gemeinden und Städte betrachtet werden. Hierzu ist eine konsequente Erfassung, Aufbereitung und Auswertung entsprechender Daten erforderlich. Zur Vermeidung von Datenfriedhöfen ist eine Beschränkung auf wesentliche Messindikatoren sinnvoll.

10.4 Ausbau beziehungsweise Aufbau von Controlling- und Managementsysteme

Fortschreibung der Energie und CO₂e-Bilanz

Die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz dient der Überprüfung, inwieweit die Klimaschutzziele erreicht worden sind. Allerdings sind die regelmäßigen Erhebungen von Verbrauchswerten mit erheblichem Aufwand verbunden. Demnach wird vorgeschlagen, jährlich eine Kurzbilanz und alle drei bis fünf Jahre eine Fortschreibung beziehungsweise ausführliche Energie- und CO₂e-Bilanzierung zu erstellen.

Für die Fortschreibung der Energie und CO₂e-Bilanz ergeben sich folgende Anforderungen:

- Die Bilanzierungsmethodik muss es ermöglichen, die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz mit möglichst geringem Aufwand durchzuführen
- Die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz sollte alle zwei Jahre von dem Klimaschutzmanager mit Unterstützung von weiteren Akteuren aktualisiert werden.
- Die Ergebnisse sollen im Klimaschutzbericht veröffentlicht werden und bei der Identifizierung neuer beziehungsweise Anpassung von Maßnahmen berücksichtigt werden.

Ziel der Fortschreibung einer Bilanz sollte sein, lokale Effekte durch die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in der Energie- und CO₂e-Bilanz abbilden zu können.

Für die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz bedeutet dies:

- Verwendung der Methodik, mit der die erste Bilanz erstellt wurde (u. a. gleiche Datenquellen, alle drei bis fünf Jahre)
- Beurteilung von Klimaschutzmaßnahmen auf Basis der errechneten CO₂-Minderungen und Abzug von den Emissionen aus dem Basisjahr 2010 (für Kurzbilanz).
- Erstgespräch zwischen Konzeptentwickler und Klimaschutzmanager notwendig
- Wissenschaftliche Begleitung der Umsetzung (10.000 €/a) sinnvoll

Prozessbegleitende Evaluation

Aufgebaut werden muss die prozessbegleitende Evaluation von Klimaschutzmaßnahmen. Hierzu muss definiert werden, zu welcher Maßnahme welche Indikatoren verwendet beziehungsweise erhoben werden.

Für „harte“ Maßnahmen lässt sich der Erfolg relativ gut und einfach darstellen. Quantitative Werte für Energieeinsparung und CO₂e-Minderung können ermittelt werden. Einige Beispiele für sogenannte „harte“ Maßnahmen sind in nachstehender Tabelle 10-1 dargestellt.

Tabelle 10-1 Harte Maßnahmen- und Indikatorenliste

Maßnahmen	Indikatoren
Mustersanierungsoffensive von Gebäuden	CO ₂ -Einsparungen, eingesparte Energie(kosten)
Umstellung Wärmeerzeugung in eigener Liegenschaft auf erneuerbare Energien	CO ₂ -Einsparungen, eingesparte Energie(kosten)

Die Erfolgsmessung von „weichen“ Maßnahmen ist dagegen schwieriger. Hierzu können beispielsweise die in nachstehender Tabelle 10-2 aufgelisteten Indikatoren hilfsweise verwendet werden.

Tabelle 10-2 Weiche Maßnahmen- und Indikatorenliste

Maßnahmen	Indikatoren
Klimaschutz-Netzwerk „Effiziente Wärmeversorgung und Energieeinsparung“	Anzahl der teilnehmenden Handwerker, Banken, Planer, etc.
Unabhängige Energieberatung	Anzahl der Beratungen, Investierte Mittel

Um eine konkrete Maßnahmenwirkung von weichen Maßnahmen zu bewerten, können zum Beispiel stichprobenartig Kurzinterviews mit entsprechenden Akteuren geführt oder Fragebögen für Nutzer und Betroffene eingesetzt werden.

Zum Controlling der Klimaschutzziele können weitere Hilfsmittel eingesetzt werden. Dazu zählt zum Beispiel der „Benchmark kommunaler Klimaschutz“, der im Folgenden erläutert wird.

Benchmark kommunaler Klimaschutz / Aktivitätsprofil

In Zusammenarbeit von Bundesumweltamt und Klima-Bündnis wurde ein internetbasiertes Tool zum Vergleich der Klimaschutzarbeit von verschiedenen Kommunen eingerichtet. Mit dem Instrument werden Städte und Gemeinden bei der systematischen Erfassung und Darstellung der eigenen Aktivitäten und Ergebnisse im Bereich Klimaschutz unterstützt. Die Umsetzung des Benchmarks erfolgt als online Tool. Es steht Kommunen kostenlos zur Verfügung.

Das Benchmark besteht aus folgenden Elementen:

- **Steckbrief:** Im Steckbrief sind allgemeine Daten einer Kommune hinterlegt. Hier werden die wichtigsten Parameter einer Kommune eingetragen, zum Beispiel die Einwohnerzahl, Fläche, und so weiter.
- **Aktivitätsprofil:** Das Aktivitätsprofil bildet die qualitativ erfassbaren Klimaschutzbemühungen einer Kommune in Form eines Netzdiagramms ab (siehe Abbildung 10-1). In diesem Diagramm wird für die vier Handlungsfelder Klimapolitik, Energie, Verkehr und Abfallwirtschaft die Umsetzungstiefe einzelner Themenfelder erfasst und dargestellt.
- **CO₂-Bilanzdatensatz:** Im CO₂-Bilanzdatensatz können die Ergebnisse einer kommunalen Energie- und CO₂-Bilanz eingetragen und dargestellt werden. Es findet keine Berechnung statt. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für einige Indikatoren.

- Indikatoren: Eine Reihe von Kennwerten soll die Fortschritte der Klimaschutzanstrengungen einer Kommune abbilden, die sich nicht direkt durch Energie- und CO₂-Bilanzen ableiten lassen. Eine Einschätzung der eigenen Situation wird durch einen Vergleich mit dem Durchschnittswert von Deutschland oder den Durchschnitt von allen Kommunen ermöglicht.

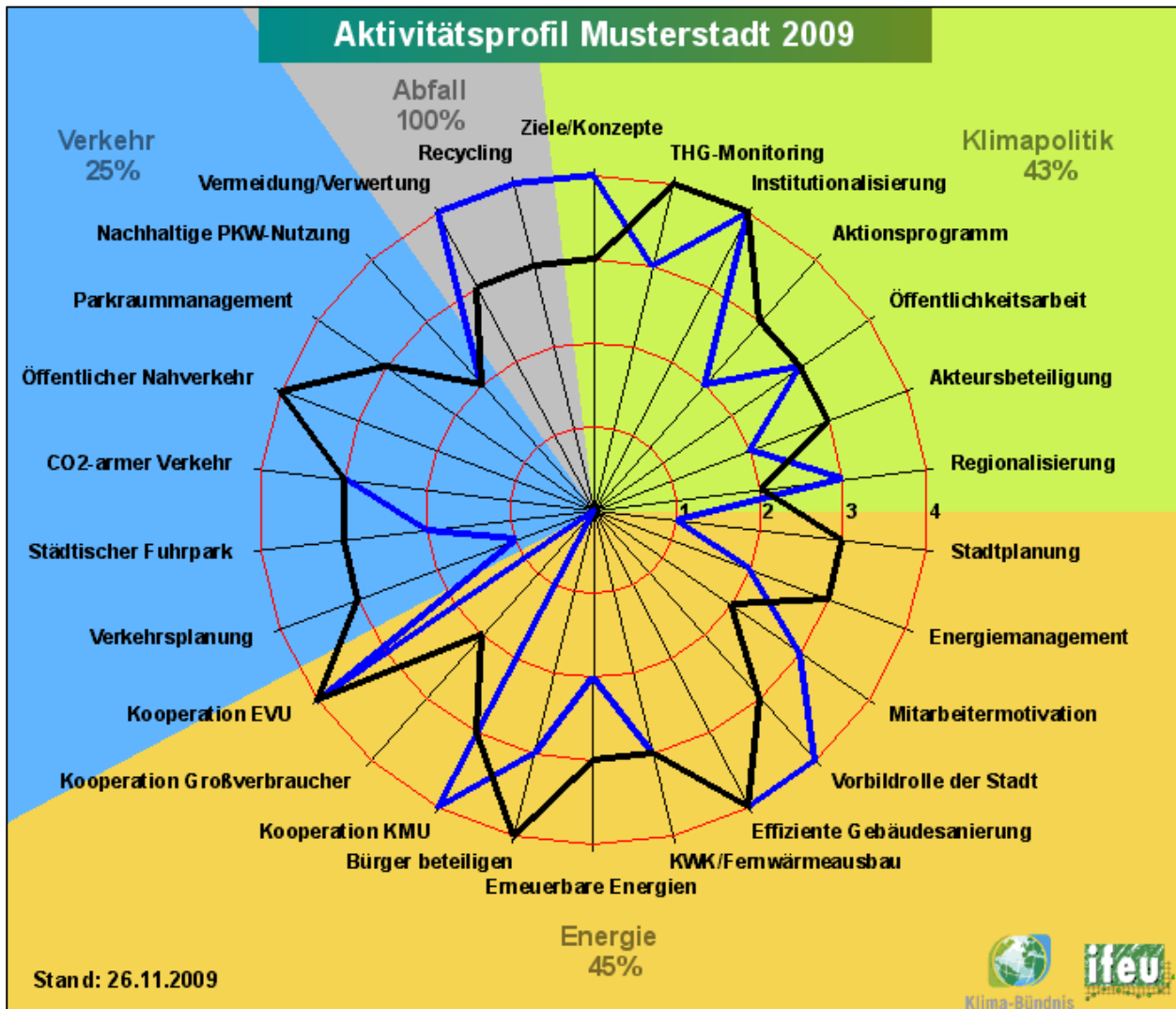


Abbildung 10-1 Aktivitätsprofil einer Musterstadt „Benchmark kommunaler Klimaschutz“ (Dena II, 2012)

Der Benchmark kann neben der Funktion als Controlling-Instrument, insbesondere als Instrument zur Öffentlichkeitsarbeit herangezogen werden.

11 Konzept für Öffentlichkeitsarbeit

Um die ermittelten Energie- und CO₂e-Einsparpotenziale im größeren Maßstab realisieren zu können, bedarf es nicht allein der Anstrengungen der öffentlichen Hand, denn ein Großteil der Energie- und CO₂e-Einsparpotenziale liegen in den Sektoren private Haushalte und Gewerbe. Hier sind insbesondere private Akteure die Verantwortlichen und Handelnden. Diese gilt es zu motivieren, Energie- und CO₂-Reduktionsmaßnahmen durchzuführen und Erneuerbare Energien zu nutzen. Ein wichtiges Instrument stellt demnach die Öffentlichkeitsarbeit und die damit verknüpfte Bewusstseinsbildung dar.

11.1 Anforderungen an eine erfolgreiche Öffentlichkeitsarbeit

Im Hinblick auf die Konzeption der Öffentlichkeitsarbeit steht die Frage, wie Inhalte und Ziele der kommunalen Klimaschutzarbeit verständlich und wirkungsvoll für die relevanten Zielgruppen vermittelt werden können, wie über die eigenen Klimaschutzaktivitäten und deren Ergebnisse informiert wird, wie der Kreis Groß-Gerau Wünsche von relevanten Akteuren sammelt und wie die Kommunikationswege innerhalb der Verwaltung gestaltet werden. Das Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit beantwortet folgende Fragen:

- Welche Zielsetzungen werden mit der Öffentlichkeitsarbeit verfolgt?
- Welche Zielgruppen werden angesprochen?
- Welche Inhalte werden zu welchem Zeitpunkt kommuniziert?
- Welche Kommunikationskanäle werden verwendet?
- Welche Ressourcen werden zur Hilfe genommen?

11.2 Zielsetzung der Öffentlichkeitsarbeit

Klimaschutzbedingte Öffentlichkeitsarbeit hat folgende Zielsetzungen:

- Vermittlung von Informationen über Klimaschutzaktivitäten an Mitbürger und Entscheidungsträger im Kreis beziehungsweise den Gemeinden und Städten mit dem Ziel, bei dem genannten Personenkreis Einstellungs- und Verhaltensänderungen in Gang zu setzen.
- Bewusstseinsbildung und Sensibilisierung bei möglichst vielen Menschen.
- Motivation von möglichst vielen Mitbürgern, sich an der Umsetzung einzelner Maßnahmen des Klimaschutzteilkonzeptes zu beteiligen oder individuelle Maßnahmen durchzuführen.

11.3 Zielgruppen der Öffentlichkeitsarbeit

Bei der Umsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes müssen, je nach den Inhalten der zu kommunizierenden Maßnahmen, jeweils unterschiedliche Zielgruppen aktiv angesprochen werden. Die wichtigen Zielgruppen für die Öffentlichkeitsarbeit sind:

- Entscheidungsträger und Multiplikatoren in Politik und Wirtschaft:
Diese Akteure können für einen breiten Rückhalt und eine breit gestreute Kommunikation für das Klimaschutzteilkonzept sorgen.

- **Wohngebäudebesitzer:**
Diese Akteure gilt es, insbesondere zur energetischen Sanierung ihrer Gebäude zu motivieren
- **Bauherren und Investoren:**
Diese Akteure sollten dazu bewegt werden, bei ihren Bauvorhaben bestmögliche energetische Standards anzuwenden und Erneuerbare Energien zu nutzen.
- **Unternehmen:**
Entscheidungsträger in Unternehmen sind wichtig hinsichtlich der Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen und des Einsatzes von erneuerbaren Energien im Wirtschaftssektor.
- **Schulen und Kindergärten:**
Diese Akteure sind ein wichtiger Multiplikator im Hinblick auf die Stärkung des Bewusstseins für die Themen Energie, Umwelt und Klimaschutz.
- **Vereine:**
Diese sind wichtige Akteure um die Themen Energie, Umwelt und Klimaschutz im privaten Bereich breit zu multiplizieren.

11.4 Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit

Die Klimaschutzmaßnahmen zielen größtenteils auf kurz- bis mittelfristige Veränderungen im Kreis Groß-Gerau ab. Dementsprechend muss die Berichterstattung immer einen Bezug auf übergeordnete, mittelfristige Ziele nehmen und deutlich gemacht werden, worin der Beitrag und Nutzen einer aktuellen Maßnahme besteht. Dies können quantifizierbare Effekte sein, wie zum Beispiel die Darstellung der Wirtschaftlichkeit (Benennung konkreter jährlicher Energie- oder Kosteneinsparungen), nicht zuletzt aus Gründen der Ausgabentransparenz öffentlicher Gelder sowie qualitativ positiver Effekte, wie zum Beispiel die Stärkung des Bewusstseins für den Klimaschutz. Zugleich sollten Bezüge zu aktuellen Themen und Ereignissen hergestellt werden. Dadurch wird die Berichterstattung verständlicher.

Folgende Grundelemente sollen unabhängig von den jeweiligen Klimaschutzmaßnahmen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit kommuniziert werden:

- Benennung durchgeführter und geplanter Projekte
- Projektverantwortliche
- Angesprochene Zielgruppen
- Beschreibung der Projektinhalte und Projektziele
- Umsetzungszeitplan
- Projektstatus
- Projektergebnisse

Bei der Aufbereitung von Klimaschutzthemen sollte zudem auf eine für alle Mitbürger gut verständliche und lesbare Berichterstattung geachtet werden.

11.5 Kommunikationskanäle

Gängige Medien für die Berichterstattung im Kreis Groß-Gerau sind das Nachrichtenblatt der Städte und Gemeinden, die Internetseite des Kreises und des Energiekompetenzcenters sowie die Allgemeine Zeitungen.

Es ist sinnvoll, in diesen Medien einen festen Platz für die Berichterstattung festzuhalten. Die Internetseite sollte hierbei das zentrale Element der Öffentlichkeitsarbeit darstellen. Zahlreiche Informationen zu den Themen Energie und Klimaschutz stehen bereits auf der Internetseite des Kreises und des Energiekompetenzcenters. Diese können durch folgende Inhalte ergänzt werden:

- Ausweisung von Kennzahlen und Bilanzen aus dem Klimaschutzteilkonzept
- Integration der lokalen Akteure (Forum)
- Klimaschutzkarte Kreis Groß-Gerau
- Energiespartipps

Schnittstellen zur Verwaltung ergeben sich mit dem Fachbereich Bauen und Umwelt, der Wirtschaftsförderung, sowie der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.

Weitere sehr wichtige Kommunikationskanäle sind neben den bereits zuvor genannten Medien auch audiovisuelle Medien. Der künftige Klimaschutzmanager sollte den Kontakt zu allen regionalen Medien suchen und sich mit den entsprechenden Medienvertretern vernetzen. Die Vernetzung kann auch für einen dauernden Informationsrückfluss an den Klimaschutzmanager beziehungsweise die Kreisverwaltung genutzt werden, um einen Pressespiegel zu den Klimaschutzaktivitäten zu erstellen.

11.6 Ressourcen und Umsetzung der Öffentlichkeitsarbeit

Um eine erfolgreiche Realisierung der im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes entwickelten Maßnahmen ermöglichen zu können, ist es nach Einschätzung der beteiligten Experten und Akteure empfehlenswert, dass entsprechende personelle und finanzielle Ressourcen bereitgestellt werden, unter anderem die Einstellung eines Klimaschutzmanagers. Dieser soll als zentraler Ansprechpartner bei der Verwaltung agieren und die Klimaschutzarbeit in der Verwaltung verankern. Daneben umfasst sein Aufgabenfeld die Sammlung und Aufbereitung relevanter Daten, die vorbereitende Umsetzung, Koordinierung und Bewerbung konkreter Maßnahmen und des kommunalen Energiemanagements sowie die Unterstützung und damit einhergehende Entlastung des Energiekompetenzcenters in seiner bisherigen Arbeit im Rahmen des Klimaschutzes. Eine weitere Aufgabenschwerpunkt ist das Projektcontrolling (siehe Kapitel 10).

11.7 Vorarbeiten – Öffentlichkeitsarbeit im Kreis Groß-Gerau

Zu den Themen „Energie“ und „Klimaschutz“ wurden im Kreis Groß-Gerau bisher einzelne Projekte durchgeführt. Als Beispiel für die Öffentlichkeitsarbeit werden zwei ausgewählte Projekte als Beispiele vorgestellt.

Tabelle 11-1 Internetpräsenz Energiekompetenzcenter

Maßnahme	Internetpräsenz des Energiekompetenzcenters Kreis Groß-Gerau
Projektverantwortliche	Kreis Groß-Gerau
Beschreibung der Maßnahme	Für das Energiekompetenzcenter im Kreis Groß-Gerau wurde eine eigene Internetpräsenz erstellt, um die Kommunen, Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen hinsichtlich Energie und Klimaschutz anzusprechen.
Zielgruppe	Einwohner im Kreis Groß-Gerau
Zielsetzung	Die Internetpräsenz soll alle Aktivitäten des Kreises Groß-Gerau zum Klimaschutz und zur umweltfreundlichen Energieversorgung darstellen. Damit soll der Bevölkerung gezeigt werden, dass der Kreis Groß-Gerau seinen Teil zum Klimaschutz beiträgt. Darüber hinaus sollen im Einzelnen für die Bürgerinnen und Bürger, die Kommunen und Unternehmen konkrete Hinweise zu ersten Schritten und aktuelle Förderprogramme vorgestellt werden, damit Maßnahmen angestoßen und umgesetzt werden. Mit der Internetpräsenz sollen die Bürger in die Thematik Klimaschutz eingebunden werden.
Nutzen	Über die Internetpräsenz können sich Interessierte auf dem aktuellen Stand halten.
Zeitraumen	Nach Gründung des Energiekompetenzcenters wurde in 2011 die Internetpräsenz erstellt. Sie wird regelmäßig aktualisiert.

Tabelle 11-2 Initiative „500 Dächer für den Kreis Groß-Gerau“

Maßnahme	500 Dächer für den Kreis Groß-Gerau
Projektverantwortliche	Kreis Groß-Gerau
Beschreibung der Maßnahme	In 2010 wurde die Initiative „500 Dächer für den Kreis Groß-Gerau“ gestartet, damit verstärkt Fotovoltaikanlagen im Kreis umgesetzt werden. Daran sind der Kreis Groß-Gerau, Energietechnik Rhein-Main GmbH ETech, Kreissparkasse Groß-Gerau und Volksbank Main Spitze eG, Groß-Gerauer Volksbank und Rüsselsheimer Volksbank eG beteiligt.
Zielgruppe	Private und gewerbliche Gebäudeeigentümer im Kreis Groß-Gerau
Zielsetzung	Mit der unabhängigen Information, Beratung einschließlich der Finanzierung und einer Liste des umsetzenden Handwerks sollen Gebäudeeigentümer motiviert werden, verstärkt Fotovoltaikanlagen umzusetzen.
Nutzen	Insbesondere die unabhängige Beratung durch den Kreis ermöglicht Interessierten sich über die Möglichkeiten einer Fotovoltaikanlage zu informieren. Das Angebot kann den Ausbau der Fotovoltaik im Kreis Groß-Gerau unterstützen.
Zeitraum	Seit 2010 besteht die Initiative

11.8 Ideensammlung

Erste Ideen für öffentlichkeitswirksame Aktionen werden in Form von Steckbriefen in diesem Kapitel dargestellt. Sie sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern zeigen exemplarische Umsetzungsmöglichkeiten. Vielfältige Öffentlichkeitsarbeits- und Bewusstseinsbildungsmaßnahmen sind im Klimaschutzteilkonzept des Kreises Groß-Gerau vorgesehen und können dem Maßnahmenkatalog entnommen werden.

11.8.1 Zielgruppenspezifische Aktionen

Wohngebäudebesitzer

Gebäudesteckbriefe

Die Feststellung des Wärmeverbrauchs und der Einsparpotenziale innerhalb eines Klimaschutzteilkonzeptes bilden einen ersten Schritt. Um Einsparpotenziale im Wohngebäudebestand aktivieren zu können, bedarf es vor allem der Aufklärung der Bürgerinnen und Bürger. Gerade seitens des Kreises und der Städte und Gemeinden besteht die Möglichkeit, Veranstaltungen und Messen zu organisieren, um Gebäudeeigentümer direkt anzusprechen und sie mit Beratern, Handwerkern und Finanzierern zusammenzubringen. Die im Rahmen des Konzeptes erarbeiteten Gebäudesteckbriefe dienen dabei als erste Informationsquelle, um einen gebäudetypspezifischen (aber nicht individuellen) Überblick über Sanierungsmöglichkeiten zu vermitteln. Mit diesen ersten Informationen können sich Hausbesitzer an Handwerker und Berater wenden, um

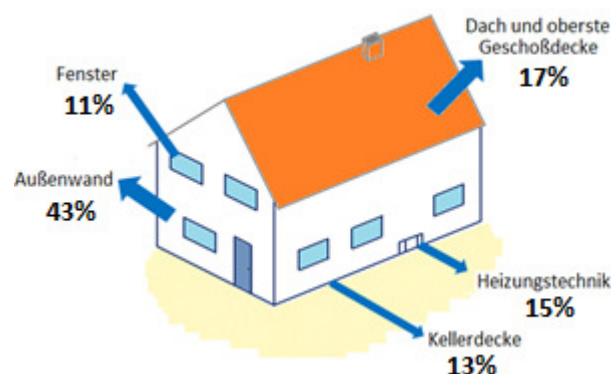
wirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen zur Gebäudesanierung zu finden und sich mit Finanzierern zusammensetzen, um diese Maßnahmen auch umzusetzen. Die Gebäudesteckbriefe können einen Beitrag zur Kenntnis über die Rentabilität von Sanierungsmaßnahmen und einen Anschub zur Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen leisten. Die Unkenntnis über die Wirtschaftlichkeit ist immer noch eines der größten Umsetzungshemmnisse.

Die Steckbriefe wurden für die häufigsten Gebäudetypen entwickelt, um möglichst eine breite Masse von Gebäudeeigentümern ansprechen zu können.

Die Gebäudesteckbriefe können Anhang II des Klimaschutzteilkonzeptberichtes entnommen werden.

Muster Gebäudesteckbrief Gebäude Einfamilienhaus 60er Jahre:

Bauteil	Beschreibung	U-Wert nach Gebäudetypologie W/m ² K	U-Wert nach Sanierung in W/m ² K	Energieeinsparung in kWh/m ² a (bezogen auf Bauteil)
Außenwand	Bimsstrohblockstein-Mauerwerk	1,30	0,20	89
Fenster	Zweifach-Verglasung	2,70	0,95	151
Dachschräge	Sparschalung, Putz auf Holzwohle-Leichtbauplatten	1,40	0,14	101
Oberste Geschossdecke	Hobeldielen, Deckbalken 18/22, Kalkgipsputz auf Holzwohle-Leichtbauplatten	0,80	0,14	45
Kellerdecke	Rippendecke mit Füllkörpern, Aufbeton und Putz, Holzwohle-Leichtbauplatten, Steinholz	1,10	0,25	42
Heizsystem	Niedertemperaturkessel aus 80/90er Jahren			
Warmwasser-Bereitung	Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher			
Sonstige typische Schwachpunkte	<u>Wärmebrücken:</u> Heizkörpernischen, auskragende Balkonplatten <u>Schwachstellen Anlagentechnik:</u> Rohrleitungen nicht gedämmt, keine voreinstellbaren Thermostatköpfe, überdimensionierter Kessel, überdimensionierte Umwälzpumpe, fehlende Zeitschaltung an Zirkulation			



Allgemein

Bauteil	Maßnahmen		Energie- bedingte Investition [€/m ²]	Gesamtkosten Investition [€/m ²]	Kosten der eingesparten Energie [ct/kWh]
Außenwand	Außenwanddämmung, 14 cm, WLK 035		51	124	3,4
Fenster	3-fach-Wärmeschutz- verglasung $U_w = 0,95$		350	350	13,8
Dachschräge	Zwischensparrendämmung, 24 cm, WLK 035		42	188	2,5
Oberste Geschossdecke	Wärmedämmung, 24 cm, WLK 035		44	44	5,8
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung, 12 cm, WLK 032		52	52	7,3

Anlagenerneuerung im unsanierten Zustand

Anlagentechnik	Ist-Zustand	Maßnahme	Mehrkosten gegenüber NT-Kessel [€]	Vollkosten [€]	Dynamische Amortisation [a]
Heizsystem und Warmwasser	Nieder- temperatur- Kessel	Gasbrennwertkessel und Solaranlage mit 8 m ² Kollektorfläche	5.300	13.500	12,1
		Brennwertkessel	400	8.700	1,7
		Holzvergaserkessel	14.700	18.700	9,5
		<u>Holzpelletkessel</u>	20.400	28.600	16,1

Modellgebäude

Flächen [m²]	Energiebedingte Mehrkosten [€]	Vollkosten [€]	Energieeinsparung [%]	Ø Kosten-einsparung [€/a]	CO ₂ e-Einsparung [kg/a]	Dynamische Amortisation [a]
190	9.700	23.600	29	3.220	5.500	6,6
30	10.500	10.500	7	1.160	1.400	18,1
30	1.300	5.600	5	580	1.000	5,0
105	4.600	4.600	8	910	1.500	10,7
130	6.800	6.800	9	1.060	1.800	13,3
Summe	32.900	51.100	58	6.930	11.200	10,0

Anlagenerneuerung im sanierten Zustand

Maßnahme	Mehrkosten gegenüber NT-Kessel [€]	Vollkosten [€]	Energieeinsparung [%]	Ø Kosten-einsparung [€/a]	CO ₂ e-Einsparung [kg/a]	Dynamische Amortisation [a]
Gasbrennwertkessel mit Solarthermieanlage	5.200	12.800	35	710	1.010	11,7
Erdgasbrennwertkessel	400	8.000	11	330	520	9,7
Holzvergaserkessel	4.600	12.300	0	1.150	4.630	8,0
Holzpelletkessel	15.700	23.300	6	1.500	4.500	11,6

CO₂e-Einsparung

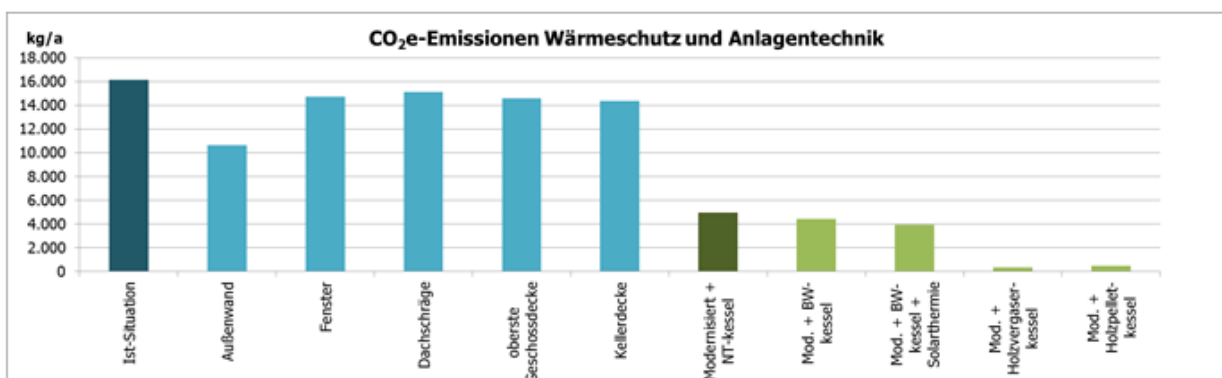


Abbildung 11-1 Muster Gebäudesteckbrief

Tabelle 11-3 Umsetzung von Wärmeeinsparpotenzialen in Wohngebäuden

Maßnahme	Umsetzung von Wärmeeinsparpotenzialen in Wohngebäuden
Beschreibung der Maßnahme	Der Anteil des Wärmeverbrauchs der privaten Haushalte im Kreis Groß-Gerau beträgt rund 66 %. In diesem Bereich besteht ein hohes technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial. Wärmeeinsparpotenziale sollen im Kreis Groß-Gerau beworben werden. Der Kreis Groß-Gerau hat an dieser Stelle keine unmittelbaren Einwirkmöglichkeiten zur Umsetzung von Einsparpotenzialen in privaten Haushalten. Über bewährte Kommunikationsmethoden, Kampagnen, Informationsmaterialien zu Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten, Mitarbeiterschulungen in Betrieben und Einrichtungen, Integration des Themas in Bildungseinrichtungen, Beratungsleistungen, etc. kann die Erschließung der Potenziale von Seiten des Kreises angestoßen werden. Hierzu müssen zum Beispiel Energiespartipps durch eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit an die Bevölkerung weitergeleitet werden.
Zielgruppe	Wohngebäudebesitzer, Einwohner des Kreises Groß-Gerau
Zielsetzung	• Erschließung der Wärmeeinsparpotenziale im Sektor der privaten Haushalte • Senkung von Treibhausgasemissionen • Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele im Kreis Groß-Gerau • Bewusstseinsbildung
Nutzen für Zielgruppe	Energie- und Kosteneinsparungen
Nächste Schritte	Aktivierung der Bürger durch Bewerbung von Informations-/Beratungsangeboten und Fördermöglichkeiten, Linksammlung zur Einsparung von Heizenergie auf internetbasierten Energie-/Klimaschutzseite
Kosten	
Zeitraumen	Mittelfristiger Umsetzungszeitraum

Unternehmen

Tabelle 11-4 Newsletter „Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie“

Maßnahme	Newsletter „Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie“
Querverweis zu folgenden Maßnahmensteckbriefen	Branchenstammtisch
Beschreibung der Maßnahme	Der Newsletter informiert über Maßnahmen zu Energieeffizienzsteigerungen in branchenübergreifenden Querschnittstechnologien, beinhaltet Informationsangebote zu Energieberatung, Energiemanagement in Unternehmen, Veranstaltungen, etc. Der Newsletter soll quartalsweise erscheinen.
Zielgruppe	Kaufmännische und technische Entscheidungsträger in Unternehmen
Zielsetzung	Motivieren von Unternehmen für Energieeffizienzmaßnahmen, Erschließung von Energieeinsparpotenzialen und CO ₂ e-Emissionsminderungspotenzialen im Wirtschaftssektor
Nutzen für Zielgruppe	Die Unternehmen erhalten regelmäßig Informationen zu möglichen Energiesparmaßnahmen und Fördermöglichkeiten mit der Chance, Kosteneinsparungen im Betrieb bei entsprechender Umsetzung zu erzielen.
Nächste Schritte	Inhaltliche Organisation und Konzeptionierung des Newsletters durch den Klimaschutzmanager
Kosten	Finanzierung im Rahmen der Arbeit des Klimaschutzmanagers
Zeitraumen	In Absprache mit beteiligten Akteuren, insbesondere regionales Gewerbe und Handwerk

Vereine

Tabelle 11-5 Öko-Check im Sportverein

Maßnahme	Öko-Check im Sportverein Informationsveranstaltung für Sportvereine
Beschreibung der Maßnahme	Um die Vorstände und Mitglieder der Sportvereine im Kreis Groß-Gerau für den Klimaschutz zu sensibilisieren, wird die Durchführung einer Informationsveranstaltung/Workshop empfohlen. Im Fokus der Veranstaltung stehen Förderprogramme und Möglichkeiten für Vereine Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen. So können zum Beispiel das Förderprogramm des Landessportbundes Hessen "Öko-Check" vorgestellt werden. Im Rahmen dieses Programmes können Sportvereine ihre Einrichtungen im Hinblick auf Kostensenkungspotenziale in den Bereichen Gebäude, Wasserversorgung, Strom und Abfall untersuchen lassen.
Zielgruppe	Sportvereine mit eigenen Sportstätten
Zielsetzung	Durch die Informationsveranstaltungen können die Sportvereine erreicht werden, Maßnahmen zur Verbesserung des energetischen Zustandes der Sportstätten durchzuführen.
Nutzen für Zielgruppe	Die Sportvereine erhalten Unterstützung durch einen Öko-Check, z. B. in Form einer kurzen Gebäudeenergie-, Wasserspar-, Stromeinspar- und/oder Fotovoltaikberatung zur ersten Einschätzung.
Nächste Schritte	Städte und Gemeinden im Kreis Groß-Gerau informieren, damit diese Kontakt zu Sportvereinen mit eigenen Sportstätten im Kreis Groß-Gerau aufnehmen
Kosten	Die Kosten in Höhen von 650 € zzgl. der gesetzlichen MwSt. sind für Mitgliedervereine des Landessportbundes Hessen e. V. kostenfrei.
Zeitraumen	Wenn eine Modernisierung oder ein Neu- oder Anbau oder ein hoher Energie- und Wasserverbrauch bekannt ist, sollte auf das Programm hingewiesen werden. Ansonsten über die Städte und Gemeinden alle Sportvereine ansprechen und Flyer beilegen.

11.8.2 Informationsmaterial

Zu den Themen Energieeinsparung, -effizienz und Einsatz erneuerbarer Energien existiert vielfältiges Informationsmaterial, insbesondere für Wohngebäude, aber auch für Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie sowie Bildungseinrichtungen. Für Wohngebäudebesitzer stehen beispielsweise hier Informationen bereit:

- Hessische Energiespar-Aktion
<http://www.energiesparaktion.de/>
- Verbraucherzentrale Hessen
<http://www.verbraucher.de/energiesparen>
- Deutsche Energieagentur
<http://www.zukunft-haus.info/de/verbraucher/energieeffizient-sanieren.html>

Insbesondere die Hessische Energiespar-Aktion, eine Initiative des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, bietet für Wohngebäudeeigentümer vielfältige Informationen zur Energieeinsparung in Bestandsgebäuden und in Neubauten. Außerdem unterstützt sie die Kommunen, um ihre Bürgerinnen und Bürger für Energieeinsparung zu motivieren. Die Hessische Energiespar-Aktion bietet den Kommunen in Form einer Kooperation an, mit Informationsmaterial, Ausstellungen, Vorträgen und eine Bürger-Energieberatung an.

Tabelle 11-6 enthält eine Auswahl zu Informationsmaterialien und Aktionen, die hauptsächlich Schulen und Kindergärten ansprechen.

Tabelle 11-6 Übersicht Programme zur Unterstützung der Öffentlichkeitsarbeit

Institution	Zielgruppe	Programm
BMU + co2online GmbH	Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer	Energiesparmeister: jährlicher deutscher Schulwettbewerb zu spannenden, erfolgreichen und kreativen Klimaschutzprojekten an Schulen Insgesamt 50.000 € Preisgeld  http://www.energiesparmeister.de
BMU, UfU, weitere	Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer, Kindergärten	Ausleihe von Experimentierkisten (unter anderem Solarkoffer, Wassererlebniskoffer, Energiefahrrad, et cetera), Filme über Arten und Klimaschutz http://www.ufu.de/de/bildung/verleih/experimentierkisten.html

FNR	Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer	Lehrmaterialien für den Schulunterricht  http://www.nachwachsenderohstoffe.de
BMU, BildungsCent e.V.	Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer	Aktion Klima! Mobil: Umsetzung von Klimaschutzprojekten außerhalb der Schule unterstützt durch aktive Netzwerkarbeit  http://aktion-klima-mobil.de/info-kurzknap
BMU, Zeitbild Stiftung	Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer	Green Day Jährlicher Berufsorientierungstag für Jugendliche zu Beruf und Studium im Umweltbereich http://www.greenday2012.de
Hessisches Kultusministerium	Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer	Umweltschule Lernen und Handeln für unsere Zukunft Auszeichnung, die vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und vom Hessischen Kultusministerium für das besondere Engagement einer Schule im Bereich Umwelterziehung und ökologische Bildung vergeben wird. Gewürdigt wird die Verbesserung der Qualität von Unterricht und Schulleben im Sinne der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. http://www.umweltschule-hessen.de/

11.8.3 Ausstellungen

Ausstellungen zu den Themen Klimaschutz sowie rationeller und regenerativer Energienutzung bieten den Zielgruppen durch die Umsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes begleitende Öffentlichkeitsarbeit die Möglichkeit, sich über alternative Technologien und deren Einsatzmöglichkeiten zu informieren.

Die Hessische Energiesparaktion bietet Ausstellungen zum Thema „Energiesparen im Altbau“ und „Fassadendämmung“ an. Zur Leistung gehört auch eine Eröffnung mit Pressegespräch sowie kostenfreie Aufstellung und Abbau.

<http://www.energiesparaktion.de/wai1/showcontent.asp?ThemaID=5199>

Eine weitere Möglichkeit wäre, umgesetzte Maßnahmen an kreiseigenen Liegenschaften als Best-Practice-Beispiel zu präsentieren. Zu den Maßnahmen könnten Informationen zur Einsparung und den Kosten bereitgestellt werden.

Best-Practice-Beispiele können auch modernisierte Wohngebäude im Untersuchungsgebiet sein, die bekannt gemacht werden.

Beispiele für Mustersanierungen werden auch bei der Hessischen Energiesparaktion veröffentlicht. <http://www.energiesparaktion.de/wai1/showcontent.asp?ThemaID=4806>

12 Klimaschutzziel und Umsetzung

Auf Basis der Ergebnisse des Klimaschutzteilkonzepts integrierte Wärmenutzung wurde ein Vorschlag zu einem quantifizierten Klimaschutzziel für den Kreis Groß-Gerau formuliert. Er soll als Diskussionsgrundlage in der Verwaltung und in den politischen Gremien dienen.

Der Vorschlag ist mithilfe des Szenarienrechners, in dem für alle Sektoren das Einsparpotenzial und das Ausbaupotenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie Kraft-Wärme(-Kälte)-Kopplung unterschieden nach dem Trend- und nach einem Klimaschutzszenario eingegangen sind, erarbeitet. Er dient der Findung eines quantifizierten Klimaschutzziels für den Kreis Groß-Gerau. Darin gehen die Szenarien für die einzelnen Handlungsfelder (private Haushalte, kommunale Liegenschaften, Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie) hinsichtlich deren Einsparpotenzials aus Kapitel 4 ein. Außerdem finden die Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz aus Kapitel 5 und zur Nutzung erneuerbarer Energien aus Kapitel 6 Berücksichtigung. Hierbei werden in einem ersten Schritt nur CO₂e-Minderungseffekte durch die Erschließung von Einsparpotenzialen bei angenommenen unverändertem Wärmemix (wie Basisjahr 2010) berücksichtigt.

Danach wird der zukünftige Wärmemix durch Entwicklungslinien des jeweils spezifischen Emissionsfaktors über der Zeit mit eingerechnet. Ergebnis ist eine Kurve der möglichen zukünftigen Entwicklung der CO₂e-Emissionen zur Wärmeversorgung in Kreis Groß-Gerau.

Abbildung 12-1 zeigt die Auswahl der für die Abschätzung genutzten Entwicklungslinien:

Wärmemix - CO ₂ e-Emissionen	
Haushalte ☐ Trend ☒ KSI	☐ Trend ☐ 2010 ☒ KSI Eingabeeinstellung Szenarienrechner für den Vorschlag eines Klimaschutzziels im Rahmen der Konzepterstellung: Emissionsminderung (CO₂e) in der Wärmeversorgung des Kreises Groß- Gerau um 49 % bis 2030
Öffentliche Einrichtungen ☐ Trend ☒ KSI	
GHD ☒ Trend ☐ KSI	
Industrie ☒ Trend ☐ KSI	

Abbildung 12-1 Auswahlmatrix zur Abschätzung des Klimaschutzziels

Im Vorschlag wäre eine Verringerung des Endenergieverbrauchs von 32 % bis 2030 gegeben. Der verbleibende Verbrauch zur Wärmeversorgung würde sich demnach auf rund 1.532.000 MWh_f/a belaufen. Die daraus abgeleitete Entwicklung des Energieträgermixes ist in der Abbildung 12-2 veranschaulicht.

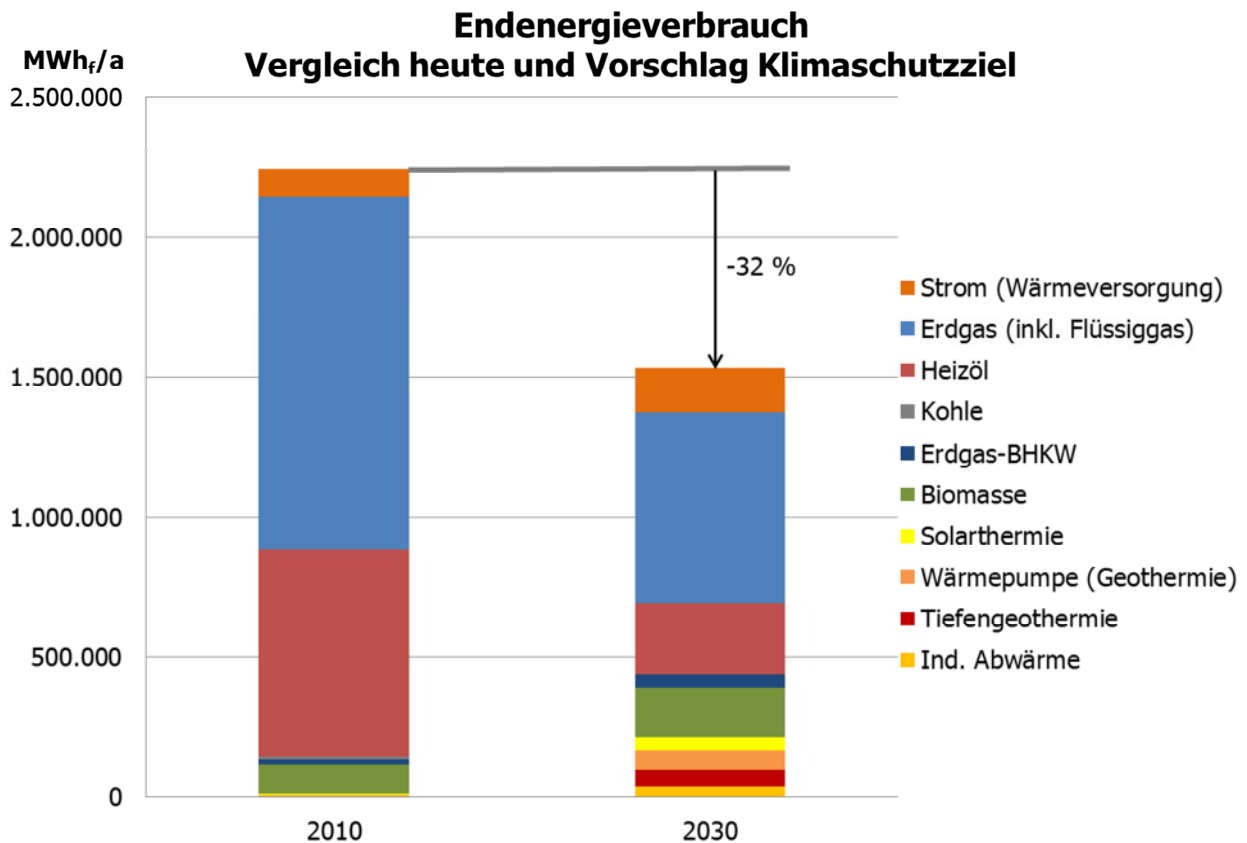


Abbildung 12-2 Vergleich Endenergieverbrauch und Energieträgermix im Basisjahr 2010 und Vorschlag Klimaschutzziel 2030

Aus der Reduzierung des absoluten Endenergieverbrauchs und der Änderung des Energieträgermixes wäre mit dem vorgeschlagenen Klimaschutzziel rund 49 % CO₂e-Emissionseinsparung erreichbar.

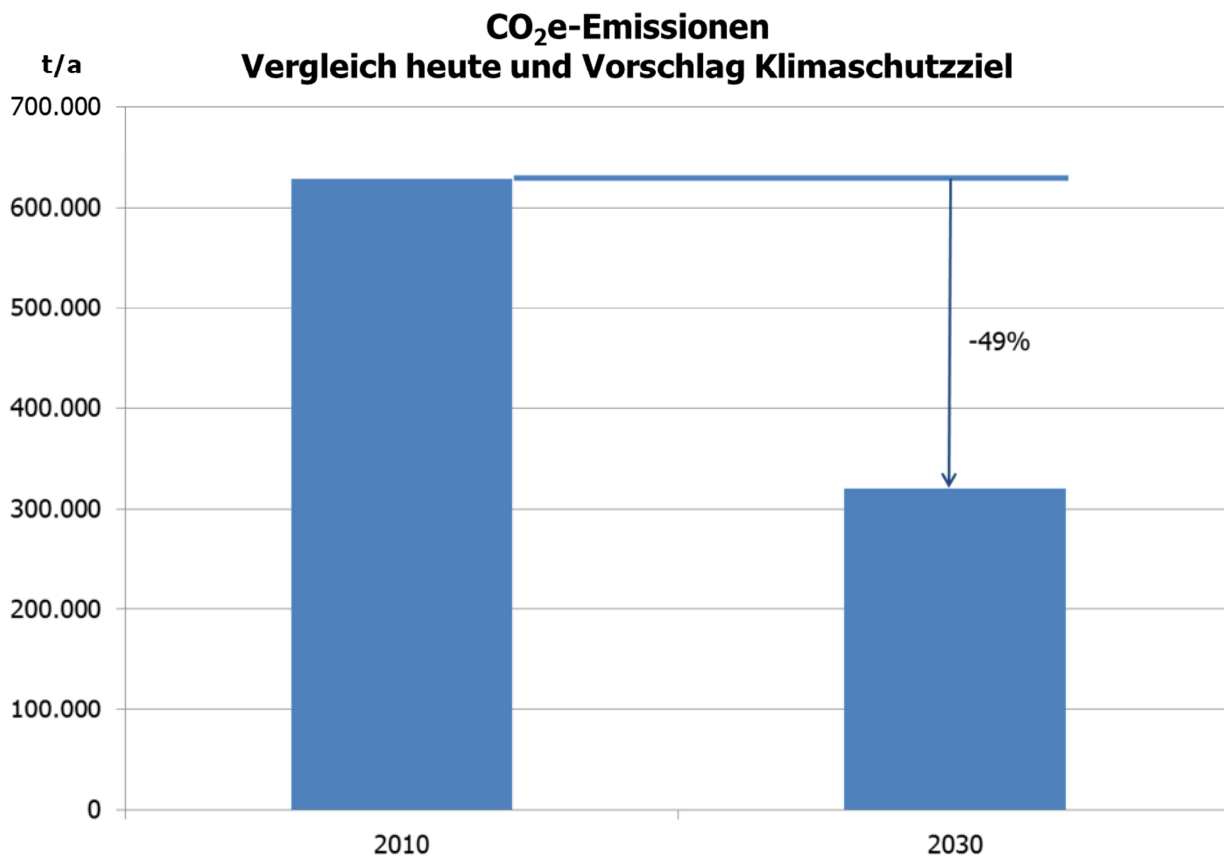


Abbildung 12-3 Vergleich CO₂e-Emissionen im Basisjahr 2010 und Vorschlag Klimaschutzziel

Aus dem vorgeschlagenen Klimaschutzziel resultieren ca. 308.000 t CO₂e-Einsparungen in 2030.

Die weiteren Schritte, um ein Klimaschutzziel für die Wärmeversorgung im Kreis Groß-Gerau sowie die Umsetzung des Konzepts zu beschließen, sind:

- Diskussion des vorgeschlagenen Klimaschutzziels in der Kreisverwaltung unter Beteiligung des Energiekompetenzcenters und des ersten Kreisbeigeordneten
- Ausarbeitung eines Klimaschutzziels als Empfehlung zur Vorlage des Kreisausschusses und dem Kreistag zur endgültigen Entscheidung

13 Wirtschaftliche Effekte

Durch die Umsetzung der Maßnahmen des Klimaschutzteilkonzepts reduziert der Kreis Groß-Gerau nicht nur CO₂e-Emissionen, sondern es entstehen auch lokale und regionale Wertschöpfungseffekte durch die Umsetzung von Effizienz- und Einsparmaßnahmen sowie durch den Ausbau Erneuerbarer Energien.

Ein verstärktes Engagement in diesen Bereichen bietet dabei die Chance zur Schaffung lokaler Wertschöpfungseffekte durch den wirtschaftlichen Erfolg ortsansässiger Unternehmen, Gewinnung zusätzlicher Stellen für Arbeitnehmer sowie zusätzliche Steuereinnahmen (Gewerbesteuern und Kommunalanteil der Einkommenssteuer im Haushalt der Städte und Gemeinden). Zu den Profiteuren vor Ort zählen Energiedienstleister, Handwerk, Planungsbüros, weitere Dienstleister, Kommunen (z. B. über Steuereinnahmen, Pachtzahlungen) etc. Durch die Realisierung von Einspar- und Effizienzmaßnahmen sowie den Ausbau Erneuerbarer Energien verbleibt mehr Kapital in der Region und fließt weniger für fossile Energieimporte ab. Die Region wird durch diese Aspekte gestärkt und die nachhaltige Entwicklung gefördert.

13.1 Datengrundlage und Methodik

Die Ermittlung der regionalen Wertschöpfung wird nach den Maßnahmen in der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung als auch nach den Maßnahmen für den Ausbau erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung unterschieden.

13.1.1 Investitionen und lokale Wertschöpfung durch die Aktivierung von Einspar- und Effizienzpotenziale

Die Berechnung der Einspar- und Effizienzpotenziale beruht auf dem vorgeschlagenen Klimaschutzziel, in dem für die verschiedenen Sektoren Zielszenarien (Trend, Klimaschutzszenario) festgelegt sind. Auf Basis des Szenarienrechners wurden die Einsparpotenziale bis 2050 ermittelt. Im Zielvorschlag für den Kreis Groß-Gerau ist betont, dass insbesondere in den privaten Haushalten und den kommunalen Liegenschaften über den Trend hinaus zu agieren ist. Die genaue Festlegung der Zielszenarien ist in dem vorgeschlagenen Klimaschutzziel zu entnehmen. Die Szenarien werden anhand von Zahlen aus Studien, die mit vergleichbaren Klimaschutzzielsetzungen erstellt worden sind, in Verbindung mit jeweils regionalen Daten (Gebäudestatistik, branchenspezifische Daten beim Gewerbe, etc.) entwickelt. Der Zielhorizont ist für 2030 vorgeschlagen und die Ergebnisse werden für das Zielszenario dargestellt.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die verwendeten Daten für den Bereich Wärme:

Tabelle 13-1 Kennwerte für Brutto-Investitionskosten und regionale Wertschöpfung

		Private Haushalte	Kommunale Liegenschaften	Gewerbe/ Handel/ Dienstleistung	Industrie
Brutto- Investitions- kosten	€/kWh _f	2,19	1,75	1,75	1,75
regionale Wertschöpfung	€/kWh _f	1,21	0,96	0,96	0,96

Die Datengrundlage für die Brutto-Investitionskosten und der regionalen Wertschöpfung aus der Einsparung der Endenergie zur Wärmeversorgung sieht wie folgt aus:

- Private Haushalte
Die Brutto-Investitionskosten pro eingesparter kWh_f wurden aus Potenzialermittlungen in Klimaschutzprojekten (Mittelwert aus Vollsaniierung inkl. Wärmeerzeuger) abgeschätzt. Für die Erhebung der Wertschöpfung wurde von einem mittleren Anteil der Handwerkerkosten ausgegangen. Dies entspricht 55 % der Brutto-Investitionskosten.
- Kommunale Liegenschaften
Die Brutto-Investitionskosten pro eingesparter kWh_f der kommunalen Liegenschaften berechnen sich aus dem Wert der Privathaushalte minus 20 %. Regionale Wertschöpfung vgl. Annahme Privathaushalte Einsparung Endenergie Wärme.
- Gewerbe/Handel/Dienstleistung
Vgl. Datengrundlage kommunale Liegenschaften.
- Industrie
Vgl. Datengrundlage kommunale Liegenschaften.

13.1.2 Ausbau erneuerbarer Energien

Die Hochrechnungen zur Wertschöpfung der Erneuerbaren Energien im Untersuchungsgebiet beschränken sich auf den Ausbau von Holzpellet-, Wärmepumpe- und solarthermischer Anlagen. Zur Tiefengeothermie existiert keine Datengrundlage zur Abschätzung der Wertschöpfungseffekte. In den anderen Bereichen sind keine nennenswerten Potenziale gegeben. Die Daten zum Bestand und Ausbau der erneuerbaren Energienutzung im Kreis Groß-Gerau basieren auf der in Kapitel 3 ermittelten Energie- und CO₂e-Bilanz sowie den in Kapitel 6 untersuchten Potenzialen zur Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren Energien. Aufgrund der installierten Leistung in 2010 und 2030 gemäß dem Vorschlag und mithilfe von Kennzahlen können kommunale Wertschöpfungseffekte berechnet werden.

Tabelle 13-2 Installierte Fläche zu Solarthermie und installierte Leistungen Wärmepumpe und Holzpelletanlagen in den Jahren 2010 und 2030 im Kreis Groß-Gerau

		installierte Fläche bzw. Leistung 2010	Fläche bzw. Leistung nach Klimaschutzziel 2030 (Abschätzung)
Solarthermie	m ²	11.100	131.400
Wärmepumpe	kW _{th}	9.000	159.800
Holzpellet-Anlage	kW _{th}	4.200	6.900

Zur Berechnung der Wertschöpfung der Erneuerbaren Energien dienen Kennzahlen der Studie „Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“ des Institutes für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW, 2010).

Die Brutto-Investitionskosten betreffend liegen für die Berechnung der Wertschöpfung aus der Studie folgende Zahlen zu Grunde:

- Solaranlagen bis 20 m²: 794 €/m²
- Solaranlagen ab 20 m²: 545 €/m²
- Wärmepumpen: 1.439 €/kW_{th}
- Holzpelletsanlagen: 1.251 €/kW_{th}

Weiterhin basieren die Berechnungen auf Unternehmensgewinne, Einkommenseffekte und Kommunalsteuern. Bei den einmaligen Effekten wurden Planung, Installation und Ausgleichsmaßnahmen zur Berechnung herangezogen. Weitere Daten sind nicht berücksichtigt, da beispielsweise die Produktion von Anlagenteilen meist nicht in der Kommune stattfindet und somit dort auch keine Wertschöpfungseffekte entstehen. Die jährlichen Effekte sind ebenfalls in die Bereiche Unternehmensgewinne, Einkommenseffekte und Kommunalsteuern gegliedert und beinhalten Daten zum Betrieb der Anlagen, der sich aus Wartung und Instandhaltung, etc. zusammensetzt.

Tabelle 13-3 Herangezogene Kennzahlen zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte für Solarthermie nach (IÖW, 2010)

Kennzahlen Solarthermie	Einmalige Effekte [€/kW_{th}]	Jährliche Effekte [€/(kW_{th}a)]
Unternehmensgewinne	18,00	1,00
Einkommenseffekte	136,00	4,00
Kommunalsteuern	6,00	0,30

Tabelle 13-4 Herangezogene Kennzahlen zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte für Wärmepumpe nach (IÖW, 2010)

Kennzahlen Wärmepumpe	Einmalige Effekte [€/kW_{th}]	Jährliche Effekte [€/(kW_{th}a)]
Unternehmensgewinne	4,00	8,00
Einkommenseffekte	50,00	27,00
Kommunalsteuern	2,00	1,00

Tabelle 13-5 Herangezogene Kennzahlen zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte für Holzpelletanlagen nach (IÖW, 2010)

Kennzahlen Holzpellet-Anlage	Einmalige Effekte [€/kW _{th}]	Jährliche Effekte [€/(kW _{th} a)]
Unternehmensgewinne	7,00	6,00
Einkommenseffekte	59,00	27,00
Kommunalsteuern	44,00	20,00

13.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse sind getrennt nach den Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung und den Maßnahmen zum Ausbau erneuerbaren Energien dargestellt.

13.2.1 Ergebnisse der einmaligen regionalen Wertschöpfung und der Brutto-Investitionskosten im Bereich Einspar- und Effizienzmaßnahmen

Den größten Anteil an der regionalen Wertschöpfung im Bereich Einspar- und Effizienzmaßnahmen stellt die Wärme in privaten Haushalten dar, da hier die höchsten Einspar- und Effizienzeffekte zu erzielen sind. Der Tabelle 13-6 ist zu entnehmen, dass die kumulierte Wertschöpfung bis 2030 als vorgeschlagener Zielhorizont im Bereich der Energieeinsparung / -effizienz insgesamt 821 Mio. € beträgt. Daraus kann man schlussfolgern, dass hieraus ein großes Potenzial für die Entwicklung der Region zu ziehen ist.

Tabelle 13-6 Ergebnistabelle der einmaligen regionalen Wertschöpfung und der Brutto-Investitionskosten Energieeinsparung / -effizienz

Energieeinsparung Wärme	Endenergie- einsparung	Brutto- Investitions- kosten	regionale Wertschöpfung kumuliert bis 2030
Private Haushalte	568.400 MWh _f /a	1.245.000.000 €	685.000.000 €
Kommunale Gebäude	22.600 MWh _f /a	40.000.000 €	22.000.000 €
GHD	82.400 MWh _f /a	144.000.000 €	79.000.000 €
Industrie	36.100 MWh _f /a	63.000.000 €	35.000.000 €
Summe	709.500 MWh_f/a	1.492 Mio. €	821 Mio. €

13.2.2 Ergebnisse einmalige Wertschöpfung Erneuerbare Energien

Den größten Anteil an der einmaligen Wertschöpfung stellen bei den Solarthermie- und Wärmepumpenanlagen die Einkommenseffekte dar. Den zweitgrößten Wertschöpfungseffekt bringen die Unternehmensgewinne bis 2030, ebenfalls für die Solarthermie und die Wärmepumpen. Die Wertschöpfungseffekte für Pelletanlagen sind relativ gesehen zu den Zahlen der beiden anderen Energieträger sehr niedrig.

Lokale Wertschöpfung durch Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung im Kreis Groß-Gerau - einmalige Effekte

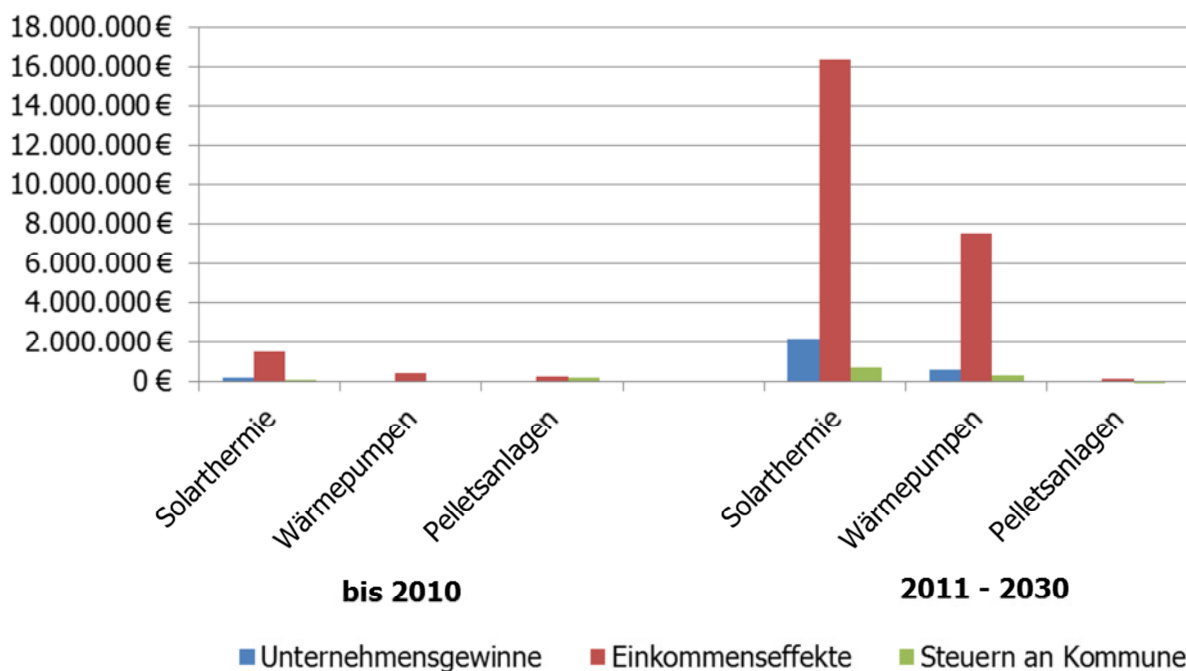


Abbildung 13-1 Wertschöpfung durch die Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung im Kreis Groß-Gerau - einmalige Effekte im Jahre 2010 und 2030

13.2.3 Ergebnisse jährliche Wertschöpfung Erneuerbare Energien

Sowohl in 2010 als auch in 2030 als vorgeschlagener Zielhorizont zeigt das Einkommen bei den Wärmepumpenanlagen die größten Effekte auf, gefolgt von den Unternehmensgewinnen. Die geringsten jährlichen Wertschöpfungseffekte liegen in diesem Bereich bei den Steuern, die an die Kommune gehen. Die Solarthermie ist bis 2030 auch in der jährlichen Wertschöpfung zweitgrößter Motor. Die Pelletanlagen tragen zur jährlichen Wertschöpfung im Vergleich zur einmaligen einen größeren Beitrag bei.

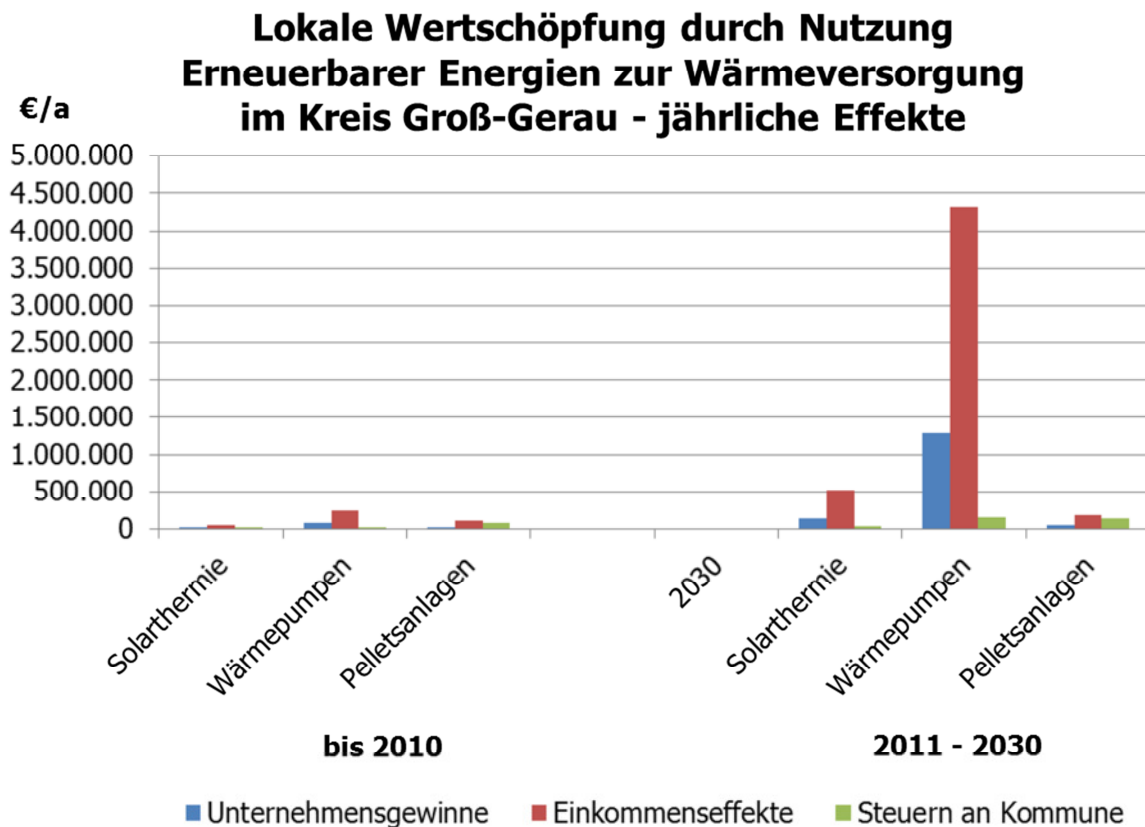


Abbildung 13-2 Lokale Wertschöpfung durch die Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung im Kreis Groß-Gerau - jährliche Effekte in 2010 und 2030

13.2.4 Ergebniszusammenfassung

In Abbildung 13-3 ist zu erkennen, dass durch Effizienz- und Einsparpotenziale im Bereich Wärme in den privaten Haushalten mit etwa jährlichen 40 Mio. € die größten einmaligen Wertschöpfungspotenziale liegen. Im Bereich der Erneuerbaren Energien liegt das größte jährliche Wertschöpfungspotenzial bei der Technologie der Wärmepumpen.

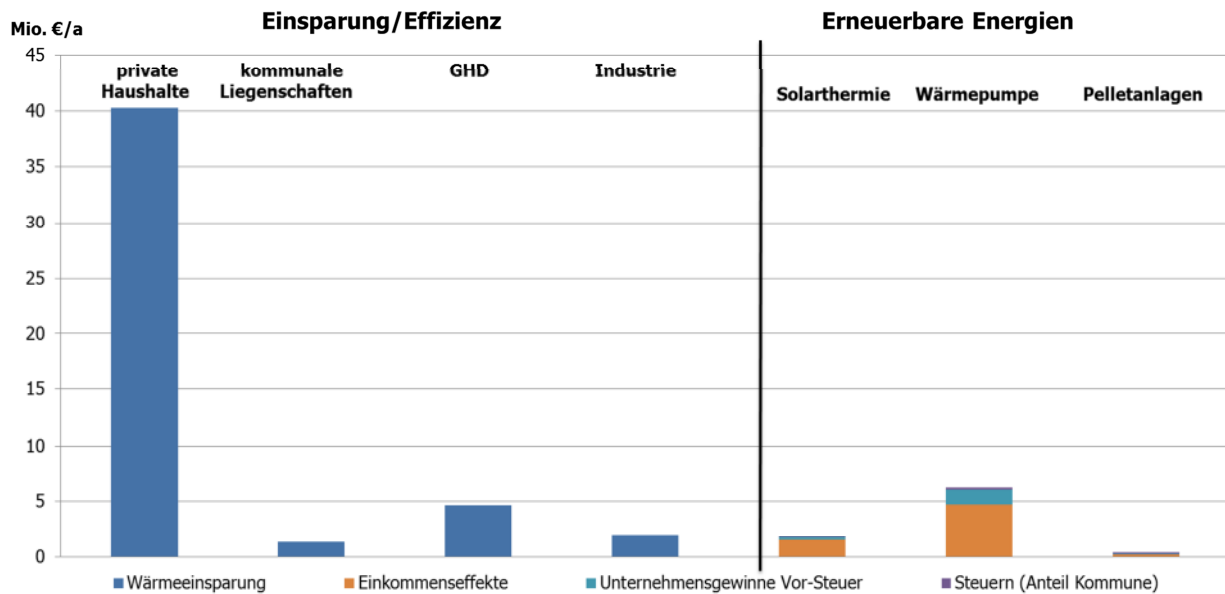


Abbildung 13-3 Regionale Wertschöpfung durch Einspar-/ Effizienzmaßnahmen und erneuerbare Energien (näherungsweise bestimmt)

14 Zusammenfassung

Die Bundesregierung hat mit Ihrem Energiekonzept (BMWi, 2010) das Ziel definiert, bis zum Jahr 2050 die Emissionen an Treibhausgasen (THG als Kohlenstoffdioxidäquivalente CO₂e) um 80 bis 95 % gegenüber der Emission des Jahres 1990 zu verringern.

Der Kreis Groß-Gerau unterstützt dieses Ziel und wird sich ein eigenes Ziel setzen.

Das vorliegende „Klimaschutzteilkonzept integrierte Wärmenutzung Kreis Groß-Gerau“ wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert. Das Konzept wurde von den politischen Gremien initiiert und in Zusammenarbeit mit der Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen (TSB), einem Aninstitut der Fachhochschule Bingen, entwickelt.

Das vorliegende Klimaschutzteilkonzept in Verbindung mit dem ausstehenden Beschluss der Umsetzung und der konkreten Klimaschutzziele soll den Akteuren im Kreis Groß-Gerau (insbesondere den politischen Gremien und der Verwaltung) helfen, richtungsweisende Entscheidungen zu treffen und Projekte anzugehen, die den bereits angestoßenen Prozess für mehr Klimaschutz, weniger Energieverbrauch mehr Effizienz, Wertschöpfung und Erneuerbare Energien zu intensivieren.

Die wesentlichen Inhalte des folgend zusammengefassten Klimaschutzteilkonzepts waren:

1. Identifikation von bisherigen Klimaschutzaktivitäten und relevanten Akteuren
2. Erstellung einer Energie- und CO₂e-Bilanz
3. Ermittlung von Einsparpotenzialen und Potenzialen zur Effizienzsteigerung
4. Identifikation von Potenzialen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien sowie KW(K)K
5. Akteursbeteiligung: Durchführung von Arbeitsgruppen und Workshops; partizipative Ideenfindung
6. Entwicklung und Abstimmung eines Maßnahmenkatalogs sowie einer Prioritätenliste
7. Entwicklung eines Konzeptes für die Öffentlichkeitsarbeit und für das Klimaschutz-Controlling

2010 ist das Basisjahr des Konzepts, einige Daten zu Energieverbrauch und Statistik (Gebäude, Branchen, ...) konnten nicht explizit für das Bilanzjahr ermittelt werden und wurden trotz abweichender Bezugsjahre (alle im Zeitraum 2008-2011) im Konzept für das Basisjahr 2010 verwendet.

Zielhorizont des Konzeptes ist das Jahr 2030, siebzehn Jahre nach Beginn der Umsetzungsphase. Entwicklungsszenarien wurden bis in das Jahr 2050 projiziert, um einen Blick in die weitere Zukunft zu ermöglichen.

Bezugsjahr für die Zielsetzung ist abweichend zu den Zielen der Bundesregierung das Basisjahr 2010. Ältere Energie- und CO₂e-Bilanzen lagen nicht vor.

Die wichtigsten Ergebnisse aus den oben genannten Schwerpunkten sind im Folgenden zusammengefasst:

Erstellung einer Energie- und CO₂e-Bilanz:

Im Bezugsjahr 2010 wurden durch den Energieverbrauch zur Wärmeversorgung von rund 2.242.000 MWh_f/a im Untersuchungsgebiet rund 629.000 Tonnen CO₂e pro Jahr emittiert. Die Bilanzierung ergab sektorenübliche Emissionswerte. Zur vollständigen Darstellung sind in den gewerblichen Sektoren (GHD und Industrie) der Endenergieverbrauch auch für Prozesswärme und –kälte angedeutet. Da jedoch das Klimaschutzteilkonzept auf die Gebäudewärme- und –kälteversorgung abzielt, wird die Prozesswärme sowohl in der Industrie als auch in Gewerbe/Handel/Dienstleistung in der CO₂e-Bilanzierung nicht weiterverfolgt.

Abseits des Sonderfalls liegen die Schwerpunkte des Energieverbrauchs und der CO₂e-Emissionen bei den privaten Haushalten. Die Emissionen der Haushalte bedingt durch die Wärmeversorgung machen einen Anteil von etwa 66 % der Gesamtemissionen im Kreis Groß-Gerau aus. Daraus lässt sich ein Schwerpunkt für Klimaschutzmaßnahmen ableiten, der im Laufe der Konzeptentwicklung detaillierter als ein weiterer Baustein entwickelt wurde.

Der Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD) verursacht etwa 21 % und der Industriesektor rund 9 % der Emissionen. Der Anteil der kommunalen Liegenschaften liegt bei ca. 4 %.

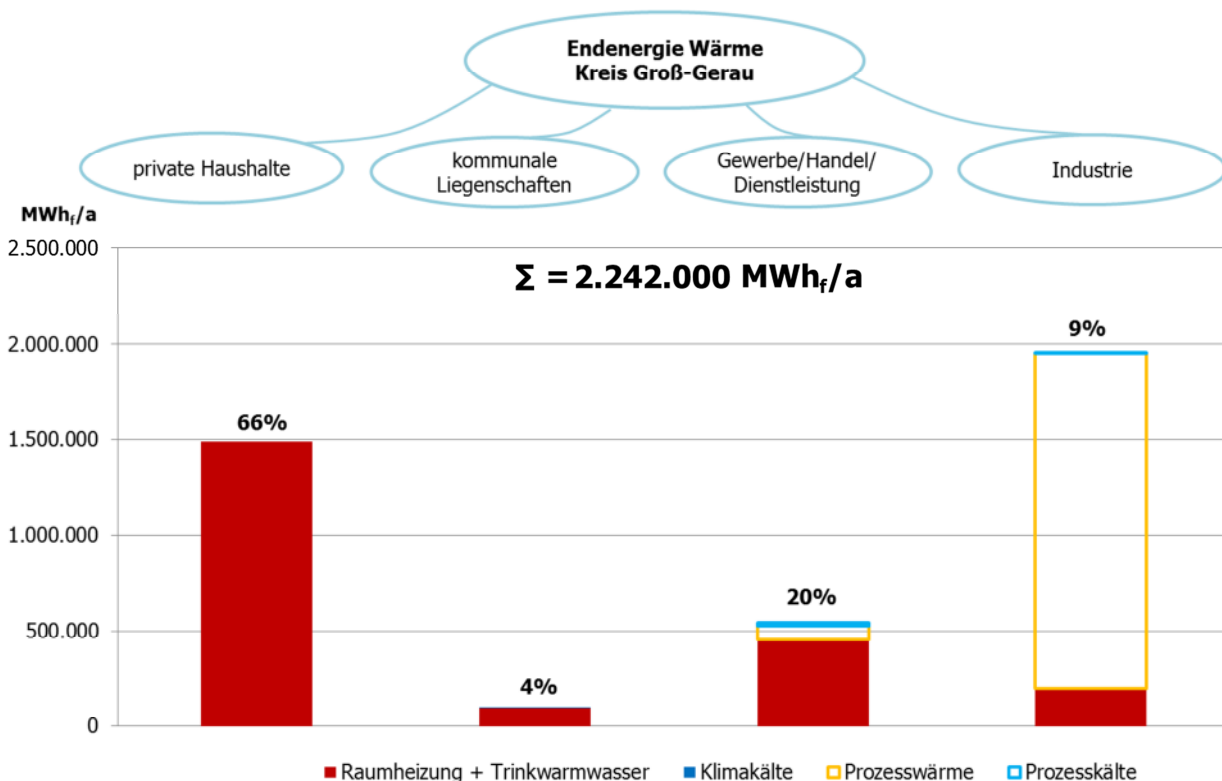


Abbildung 14-1 Bilanz Endenergieverbrauch 2010 im Kreis Groß-Gerau

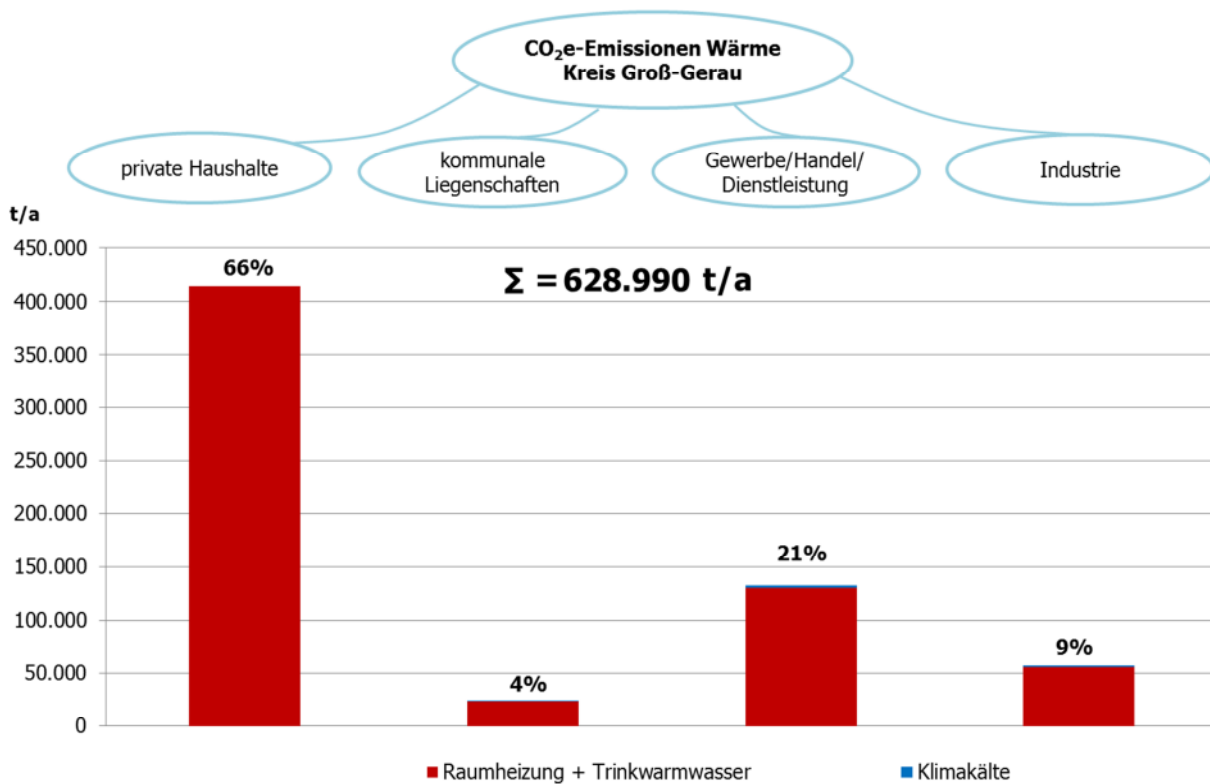


Abbildung 14-2 CO₂e-Emissionsbilanz 2010 im Kreis Groß-Gerau

In der nachstehenden Abbildung 14-3 sind die grob abgeschätzten Energieaufwendungen für die Hauptenergieträger zur Wärmeversorgung nach üblichen Endenergieverbraucherpreisen dargestellt. Die Darstellung basiert auf den Endenergieverbräuchen der Energie- und CO₂e-Bilanz des Jahres 2010.

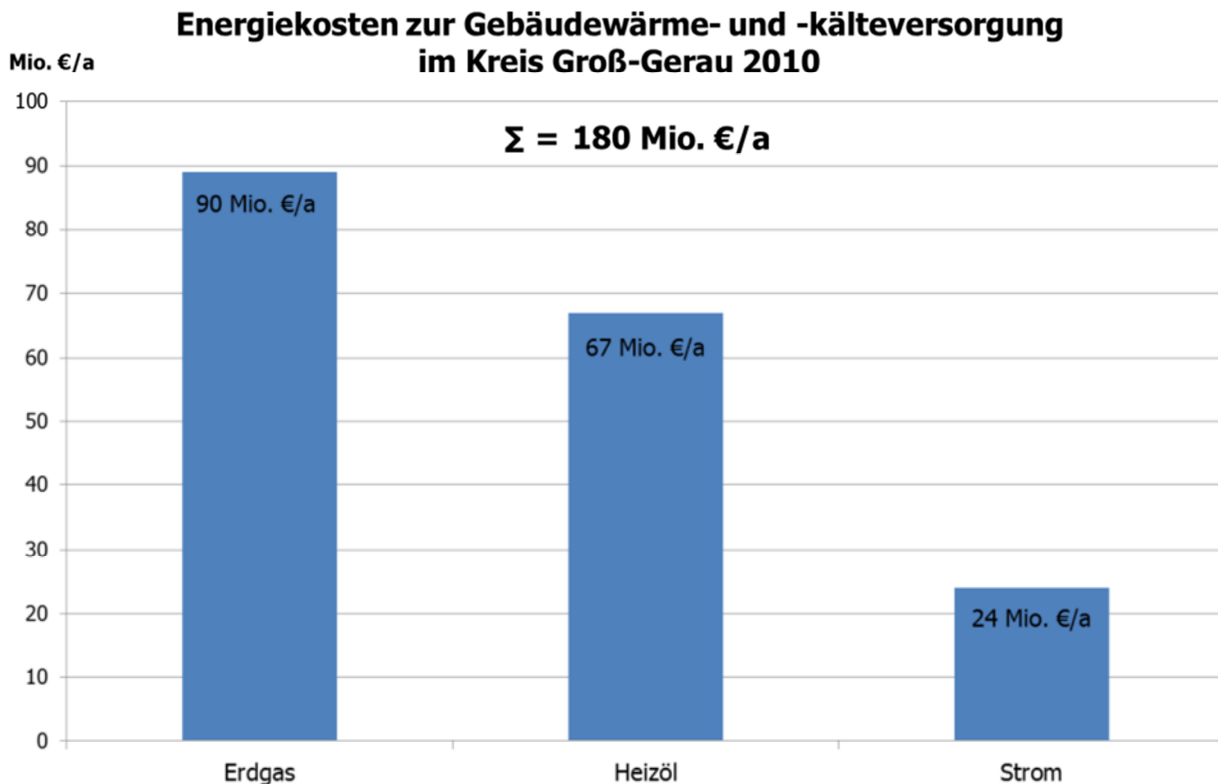


Abbildung 14-3 Energiekosten im Kreis Groß-Gerau nach Hauptenergieträger 2010

Diese Abbildung verdeutlicht, dass Finanzmittel zur Finanzierung von (wirtschaftlich sinnvollen) Klimaschutzmaßnahmen zur Verfügung stehen: Wird der jährliche Aufwand für den Bezug von Brennstoffen zur Wärmeerzeugung minimiert, stehen die eingesparten Mittel zur Deckung von Tilgung und Zins von Finanzierungen für Einsparmaßnahmen zur Verfügung. Von der Umsetzung von Einsparmaßnahmen profitieren vor allem regionale Akteure (Berater, Planer, Handwerk, Finanzierer, Kommune,...).

Ermittlung von Einsparpotenzialen:

Bei der Ermittlung von Einsparpotenzialen hat sich ergeben, dass insbesondere im Bereich der Wärmeversorgung bei privaten Haushalten hohe wirtschaftliche Einsparpotenziale bestehen. Hieraus ergibt sich ein Schwerpunkt für die Akteursbeteiligung und die Entwicklung von Maßnahmen.

Das Einsparpotenzial bei kommunalen Liegenschaften beträgt etwa 27 %. Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau ergibt sich ein Gesamteinsparpotenzial von bis zu etwa 37 %.

Für alle Sektoren und Handlungsfelder wurde eine mögliche Entwicklung („Szenarien“) aufgestellt. Für jeden dieser Bereiche wurden mindestens ein Trend und ein ambitionierterer Entwicklungspfad (Klimaschutzszenario) für die Umsetzung aufgestellt. Die Szenarien sind sowohl für den Endenergieverbrauch als auch für die Entwicklung der CO₂e-Emissionen ausgearbeitet. Sie werden, soweit diese identifiziert und quantifiziert wurden, den Potenzialen gegenübergestellt.

Die Szenarien dienen dazu, den politischen Entscheidungsprozess für die Findung eines quantifizierbaren Klimaschutzziels zu unterstützen.

Zunächst wurden die Potenziale durch Effizienzsteigerung mittels Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung (KW(K)K) sowie Abwärmenutzung aus Industrie und Abwasser bestimmt. Ausbaupotenziale für KW(K)K bestehen vorrangig zur Objektversorgung (z. B. Krankenhäuser, Seniorenheime, Hotels, Gewerbebetriebe, etc.) und im Zubau von Wärmenetzen.

Für die erneuerbaren Energien wurden die wirtschaftlichen Potenziale zur Nutzung von Solar-energie, Biomasse und Geothermie ermittelt. Ausbaupotenziale der Solarenergienutzung ergeben sich insbesondere bei Wohngebäuden. Als feste Biomasse ergibt sich beim Durchforsten das größte Potenzial. Ein Großteil der biogenen Reststoffe werden bereits heute vorwiegend außerhalb des Untersuchungsgebiets energetisch genutzt. Bezüglich der oberflächennahen Geothermie bieten weite Teile des Untersuchungsgebiets eine günstige Voraussetzung für eine Erdwärmenutzung. Tiefengeothermie ist aufgrund der Lage im Oberrheingraben für das Untersuchungsgebiet interessant, so sind konkrete Planungen zur Errichtung geothermischer Kraftwerke in naher Zukunft vorhanden.

Hinsichtlich des Zu- und Ausbaus von Wärmenetzen besteht durchaus Potenzial im Kreis Groß-Gerau. Ausgehend von Wärmeinseln bieten selbst eher ländlich geprägte Kommunen ein Potenzial. Bereits heute existieren unterschiedlich große Wärmenetze zur Versorgung kommunaler Liegenschaften, Wohngebäude und gewerbliche Gebäude. Mit einem Wärmeverbund wird die Möglichkeit eröffnet insbesondere erneuerbare Energien oder auch KW(K)K verstärkt umzusetzen. Dies wurde als ein weiterer Schwerpunkt des Konzepts von der Projektgruppe definiert.

Die Akteursbeteiligung:

Die Akteursbeteiligung erfolgte auf verschiedenen Ebenen. Hierzu zählen zum Beispiel politische Gremien, Verwaltung, Projektleitung, Projektgruppe, Einzelgespräche, Workshops und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Erstellung und Umsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes obliegt dem Energiekompetenzcenter. Die Leitung des Energiekompetenzcenters und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter waren jederzeit an der Konzepterstellung beteiligt und informierten, je nach Belang, ämterübergreifend in der Verwaltung. Des Weiteren fanden regelmäßig Abstimmungsgespräche zwischen der Projektleitung des Kreises Groß-Gerau und der Projektleitung der Transferstelle Bingen (TSB) als Konzeptentwickler statt.

Zu Beginn der Konzepterstellung wurde eine Projektgruppe (PGR) eingerichtet. Zielsetzungen bei der Zusammenstellung/Bildung der PGR waren die Integration aller relevanten Entscheidungsträger aus Verwaltung, Politik, weitere Personen und die Vorbereitung der Maßnahmenumsetzung im Anschluss an die Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes.

Viele engagierte Akteure konnten im Zuge von zwei themenspezifischen Workshops zu den Themen Energieeinsparung in Wohngebäuden und Initiierung, Planung und Finanzierung von Wärmenetzen identifiziert werden. Neben den Workshops fanden Abstimmungen und Experten-

gespräche mit unterschiedlichsten Institutionen statt, die direkt oder indirekt mit dem Handlungsfeld Energie- und Klimaschutz befasst sind.

In der Konzepterstellungphase wurde über das gegründete Netzwerk und dessen Treffen sowie auf der Internetpräsenz des Energiekompetenzcenters der aktuelle Stand der Bearbeitung veröffentlicht. Im Anhang des Berichts liegen Pressemeldungen zum Klimaschutzteilkonzept des Kreises Groß-Gerau bei.

Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit und Klimaschutz-Controlling:

Die Säulen der Öffentlichkeitsarbeit sollten die Pressearbeit, Aktionen sowie die Internetseite des Energiekompetenzcenters sein. Durch Controlling-Instrumente soll sichergestellt werden, dass das Klimaschutzteilkonzept in der Verwaltungspraxis implementiert und „gelebt“ wird. Wesentliche Aufgaben des Klimaschutz-Controllings sind die Prüfung der Umsetzung und Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen sowie der Klimaschutzziele, die Gewährleistung einer fortschreibbaren Energie-/CO₂e-Bilanz, Information und Koordination der am Klimaschutzmanagementprozess Beteiligten und Öffentlichkeit sowie entsprechende Dokumentationen beziehungsweise Berichtspflichten.

Maßnahmenkatalog und Prioritätenliste:

Bei der Entwicklung des Maßnahmenkatalogs wurden die Schwerpunkte Kommunikation und Information, Energieeinsparung und Energieeffizienz, Erneuerbare Energien und Wärmenetze in den verschiedenen Sektoren berücksichtigt. Im Vordergrund standen Maßnahmen, mit denen sich mit geringen Mitteleinsatz hohe Emissionsminderungen erreichen lassen. Hier bietet sich vor allem der Bereich Netzbildung/Kampagnen/Öffentlichkeitsarbeit an. Beispiele sind der Aufbau eines Branchenstammtisches sowie Kampagnen für Energieeffizienzmaßnahmen. Zur Finanzierung der Maßnahmen können weitere Akteure (zum Beispiel Kammern und Wirtschaftsverbände, Energieversorger) mit einbezogen werden und als Sponsoren gewonnen werden. Für die operative Maßnahmenkoordination und -umsetzung ist die Einstellung eines Klimaschutzmanagers für den Kreis Groß-Gerau nahezu unabdingbar.

Die wichtigsten Maßnahmen wurden in einer Prioritätenliste zusammengefasst und können im Kapitel 9 nachgelesen werden.

15 Fazit

Das vorliegende Klimaschutzteilkonzept zeigt durchaus übliche Energieverbrauchs- und Emissionswerte für ein teils ländlich und teils industriell geprägtes Gebiet.

Die Potenzialanalyse für Energieeinsparung und die Nutzung erneuerbarer Energien zeigt Wege auf, die zur Minderung der Emissionen führen können. Diese Wege wurden in Szenarien quantitativ bewertet und Mittel zur Umsetzung im Maßnahmenkatalog ausgearbeitet.

Die folgende Abbildung zeigt die Gegenüberstellung von Bilanz (Verbrauch 2010) und Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung:

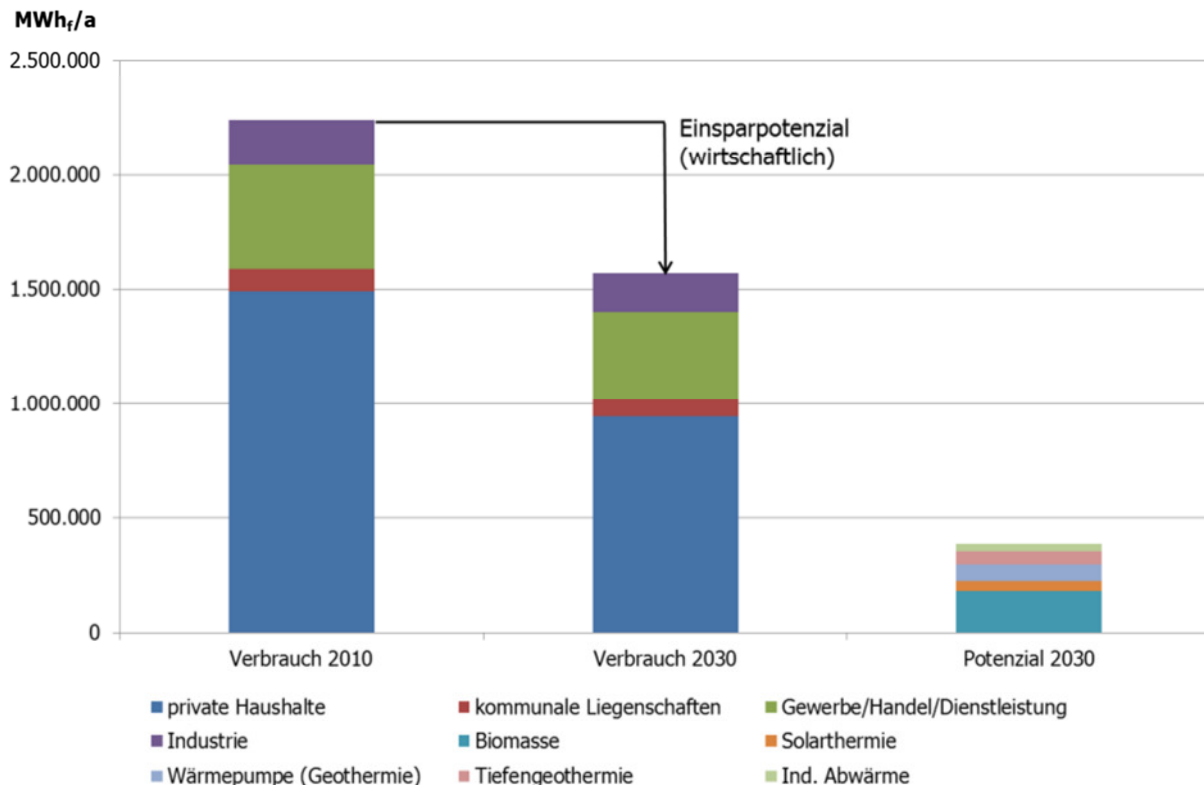


Abbildung 15-1 Gegenüberstellung Bilanz (Verbrauch 2010) mit Einsparpotenzialen und Potenzialen zur Nutzung Erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung

Die Abbildung zeigt, dass im Bereich der Wärmeversorgung große wirtschaftliche Potenziale zur Verbrauchminderung bestehen. Die Nutzung von Erneuerbaren Energien (EE) zur Wärmeerzeugung hingegen zeigt vergleichsweise wenig lokale, umsetzungsnahe Potenziale.

Aus den beschriebenen Ergebnissen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Die Umsetzung der Potenziale zur Energieeinsparung hat den größten Klimaschutzeffekt.
- Aufgrund des relativ kleinen Anteils der Emissionen in den kommunalen Einrichtungen müssen zur Aktivierung von Einsparpotenzialen des Wärmeverbrauchs, Maßnahmen im Bereich Kampagnen, Förderungen und Öffentlichkeitsarbeit umgesetzt werden. Dieses ist ein zeitaufwendiges Unterfangen. Hier bedarf es eines „Kümmers“.

- Durch eigene Investitionen des Kreises Groß-Gerau wie beispielsweise die Erneuerung der Heizzentrale des Wärmeverbunds kann die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand gewahrt werden. Sie tragen zur Glaubwürdigkeit bei dem Bestreben, Dritte zu Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen zu motivieren, bei.
- In der Umsetzungsphase sind funktionierende Zuständigkeiten und Organisationsstrukturen wichtig. Hier empfehlen wir die Weiterführung der Projektgruppe als Aufsichts- und Steuerungsgremium des Prozesses. Die Verantwortlichkeit sollte bei einem Klimaschutzmanager (s. u.) liegen, der im Energiekompetenzcenter eingegliedert ist. Die zuständigen Verwaltungsmitarbeiter für Wirtschaftsförderung und Öffentlichkeitsarbeit sollten kontinuierlich in den Umsetzungsprozess integriert und informiert werden.
- Klimaschutzmanager: Wir empfehlen Ihnen die Schaffung der Stelle eines Klimaschutzmanagers in Vollzeit. Die beschriebenen Aufgaben, insbesondere die Aktivierung von Einsparpotenzialen in der Wärmeversorgung und darüber hinaus das Erreichen der bereits formulierten Zielen in der Stromversorgung sind gerade bei Dritten sehr zeitaufwendig und können nur mit einer neuen Stelle erfolgreich umgesetzt werden.

Umsetzung konkreter Ziele bis 2030, abgeleitet aus den Szenarien (priorisiert):

1. Umsetzung Klimaschutzszenario Einsparung Wärmeverbrauch Haushalte (Klimaschutzpotenzial: etwa 159.000 t CO₂e/a)
2. Umsetzung Klimaschutzszenario Einsparung Wärmeverbrauch in den kommunalen Liegenschaften (Klimaschutzpotenzial: etwa 5.000 t CO₂e/a)

Die beschriebenen Teilziele führen zu einer Reduktion der Treibhausgase um etwa 298.000 t/a im Jahr 2030. Die weiteren Klimaschutzeffekte (in Summe etwa 134.000 t/a) resultieren aus vielen kleineren Maßnahmen, sowie vor allem aus der Wärmeverbrauchsentwicklungen, die sich im Trend ergeben und einer Änderung des Wärmemix bis zum Jahr 2030, die aus Zielwerten aus der Leitstudie (DLR, 2012) Szenario A abgeleitet wurden.

16 Literaturverzeichnis

- Altrock, G. L. (2009). *Gutachterliche Äußerung: "Rechtshemmnisse für die Genehmigung Tiefegeothermischer Anlagen"*. Berlin: Becker, Büttner & Held.
- Arge. (Januar 2012). Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort in den Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes im Kreis Groß-Gerau. *Statistik der Bundesagentur für Arbeit*. Frankfurt: Bundesagentur für Arbeit.
- Arge. (Januar 2012). Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort nach Wirtschaftszweigen Kreis Groß-Gerau. *Statistik der Bundesagentur für Arbeit*. Bundesagentur für Arbeit.
- AWS. (23. April 2012). Gespräch. *Abfall-Wirtschafts-Service GmbH*.
- BAFA. (November 2011). Beim BAFA nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz zugelassene KAW-Anlagen im Kreis Groß-Gerau. Eschborn.
- BauGB. (22. Juli 2011). Baugesetzbuch (BauGB). *Bundesgesetzblatt I S. 1509*. Bonn.
- BBergG. (31. Juli 2009). Bundesberggesetz. *BGBI. I S. 2585*.
- BHKW-Infozentrum. (6. September 2012). http://kwk-infozentrum.info/wiki/index.php?title=EEX_Baseload_Preis_2011. Von Stromverkauf im 1. Quartal 2012. abgerufen
- BMU. (September 2007). Bericht: Tiefe Geothermie in Deutschland. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- BMVBS. (30. Juli 2009). *Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung - Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand*.
- BMWi. (2010). *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin.
- Brüggemann. (2005). KfW-Beratung zu den Hemmnissen und Erfolgsfaktoren von Energieeffizienz in Unternehmen. Frankfurt am Main: KfW Bankengruppe, Abteilung Volkswirtschaft.
- BSW-Solar. (1. Juli 2011). *Solaratlas*. (B. f. (BAFA), Herausgeber, & eclareon GmbH Unternehmensberatung) Abgerufen am 11.. April 2012 von Der Vertriebskompass für die Solarbranche: <http://www.solaratlas.de/index.php?id=startseite>
- BWP. (2011 a). *Bundesverband Wärmepumpe e. V.* Abgerufen am 7.. Juni 2011 von Die Wärmepumpe, Wärmequellen: <http://www.waermepumpe.de/endverbraucher/die-waermepumpe/waermequellen/erdsonde.html>
- BWP. (August 2011 b). BWP-Branchenstudie 2011, Szenarien und politische Handlungsempfehlungen. *Daten zum Wärmemarkt bis 2010 und Prognosen bis 2030*. Berlin: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.
- DBU. (2005). *Deutsche Bundesstiftung Umwelt - Energie aus Kanalabwasser*.
- Dena. (Dezember 2011). Energetische Modernisierung industrieller Wärmeversorgungssysteme. *Möglichkeiten der Effizienzsteigerung und der Energieeinsparung an großen feuerungstechnischen Anlagen*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- Dena. (2012). Anreizsysteme für private und industrielle Verbraucher zur Steigerung der Energieeffizienz. Berlin.

- Dena I. (Juli 2011). Energie- und Klimaschutzmanagement: Der Schlüssel zu mehr Energieeffizienz in Kommunen. *gefördert durch Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund des Beschlusses des Deutschen Bundestags*. Berlin.
- Dena I. (Mai 2012). Sicher, bezahlbar, nachhaltig: Intelligente Energiesysteme für die Energieversorgung der Zukunft. *Vortrag im IHC-Forum Spezial Energiewende in Bielefeld am 31.05.2012*. Bielefeld: Stephan Kohler.
- Dena II. (2012). *Deutsche Energie Agentur: Benchmark Kommunalen Klimaschutz*. Abgerufen am 10. August 2012 von <http://www.energieeffiziente-kommune.de/energiemanagement/schritt-3-analysieren/benchmarks-und-wettbewerbe/kommunaler-benchmark-klimaschutz/>
- DGS. (2004). Leitfaden Solarthermische Anlagen. (L. B.-B.-H. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Hrsg.) Berlin.
- DHV. (2010). Begriffbestimmungen - Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, ERholungsorten und Heilbrunnen. Bonn: Deutscher Heilbäderverband.
- Difu. (2011). Klimaschutz in Kommunen. Praxisleitfaden .
- DLR. (2012). *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global*. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) et. al., Stuttgart.
- DLR. (2012). *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global*. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Stuttgart; Institut für Technische Thermodynamik, Abt. Systemanalyse und Technikbewertung; Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel; Ingenieurbüro für neue Energien (IFNE).
- EBÖK. (2003). *Dortmunder Gebäudetypologie - Neuauflage der Hausdatenblätter im Auftrag des Umweltamtes der Stadt Dortmund*.
- EEG 2012. (2011). *Konsolidierte fassung des Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG, gültig ab 01.01.2012*.
- EEWärmeG. (22. Dezember 2011). Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG). *Bundesgesetzblatt I S. 3044*. Bonn.
- EnergieStG. (5. Dezember 2012). Energiesteuergesetz (EnergieStG). *Bundesgesetzblatt Teil I S. 2436*. Bonn.
- EnEV. (Juli 2007). Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden. *Energieeinsparverordnung (EnEV)*.
- EnEV. (April 2009). Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung.
- EnEV. (Oktober 2012). Zum EnEV-Entwurf Stand: 15. Oktober 2012, Nichtamtliche Lesefassung. *Entwurf Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung*. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.
- ESWE. (2012). *Tiefengeothermie Wiesbaden*. Abgerufen am 14.. Dezember 2012 von <http://www.tiefengeothermie-wiesbaden-rheinmain.de/news>
- FNR. (2011). *www.fnr.de*. Abgerufen am 07. 09 2011 von verschiedene Themenportale Forstamt Groß-Gerau. (26. März 2012). Telefonat.

- Fraunhofer ISI. (2003). *Möglichkeiten, Potenzial, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch*. Karlsruhe/München: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Forschungsstelle für Energiewirtschaft.
- Gall, K. W. (November 2009). Tiefe Geothermie im Raum Groß-Gerau - Erkenntnisse einer Reconnaissance Studie. *Vortrag am Geothermiekongress*. Bochum.
- GEMIS. (August 2010). Ausgewählte Ergebnisdaten aus GEMIS (Globales-Emissions-Modell Integrierter Systeme) Version 4.6. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- GG. (3. Dezember 2012). Telefonat. Untere Wasserbehörde Kreis Groß-Gerau.
- GGV. (14. Mai 2012). Stadtwerke Groß-Gerau Versorgungs GmbH. Bilder zur Biogasanlage in Wallerstädten auf Datenträger.
- GTV. (2011). *www.geothermie.de*. Abgerufen am 21. 09 2011 von Einteilung der geothermischen Quellen: <http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/einstieg-in-die-geothermie/einteilung-der-geothermiequellen.html>
- Hessen, S. (2011). Hessische Kreiszahlen, Ausgewählte neue Daten für Landkreise und kreisfreie Städte. *Band 1, 56. Jahrgang*. Wiesbaden: Hessisches Statistisches Landesamt.
- Hessische Gemeindestatistik. (2010). *Statistisches Landesamt Hessen*.
- Hessisches Statistisches Landesamt. (August 2010). Bevölkerung in Hessen 2060. *Statistische Berichte, Kennziffer: A I 8 – Basis 31.12.2008, Ergebnisse der regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnung bis 2030 auf der Basis 31.12.2008*. Wiesbaden.
- Hessisches Statistisches Landesamt. (2010). Hessische Gemeindestatistik 2010. *Ausgewählte Strukturdaten aus Bevölkerung und Wirtschaft 2009*. Wiesbaden.
- Hessisches Statistisches Landesamt. (Februar 2012). Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitendem Gewerbe in Hessen im Jahr 2010. *Statistische Berichte*. Wiesbaden.
- Hessisches Statistisches Landesamt. (2012). *Statistische Berichte Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Hessen im Jahr 2010*. Wiesbaden.
- HLUG. (2011). Erdwärmenutzung in Hessen - Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen. (4. überarbeitete Auflage). Wiesbaden: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie.
- HLUG. (8. März 2012). *Karte Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung für Erdwärmesonden in Hessen Kreis Groß-Gerau*. Abgerufen am 28.. November 2012 von http://www.hlug.de/fileadmin/img_content/geologie/erdwaerme/karten/ewstandortbeurteilung50_grossgerau.jpg
- HMUELV. (2010). *Biomassepotenzialstudie Hessen - Materialband*.
- HMUELV. (Mai 2012). Pressemeldung vom 4. Mai 2012. *IWU leistet wichtige Arbeit für Steigerung der Energieeffizienz*. Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- IER. (Februar 2008). Wärmeatlas Baden-Württemberg. *Erstellung eines Leitfadens und Umsetzung für Modellregionen*. (I. f. Stuttgart, Hrsg.) Stuttgart.
- ifeu. (2010). Die Nutzung industrieller Abwärme – technisch-wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung. *Bericht im Rahmen des Vorhabens "Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative"*. Heidelberg, Karlsruhe: ifeu -

- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, IREES GmbH.
- IHK. (2011). Daten des herstellenden Gewerbes und der Kleingewerbebetriebe im Kreis Groß-Gerau. Offenbach: IHK Offenbach.
- IÖW. (September 2010). Kommunale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien. *Schriftenreihe des IÖW 196/10*. Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsförderung.
- ISI, FfE. (2003). Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch. Karlsruhe, Münschen: Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung, Forschungsstelle für Energiewirtschaft.
- IWU. (22. Januar 2003). *Institut für Wohnen und Umwelt - Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie. im Auftrag des Impulsprogramms Hessen*.
- IWU. (Dezember 2010). *Datenbasis Gebäudebestand - Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand*. Darmstadt.
- IZES. (2011). *Industrielle Abwärme - eine Potentialstudie für Deutschland*.
- Kaltschmitt, M., Wiese, A., & Streicher, W. (2003). *Erneurbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*. Berlin: Springer.
- KfW. (März 2011). *Energieeffizient Sanieren - Tabelle 2 der Anlage - Technische Mindestanforderungen und ergänzende Informationen für Maßnahmen zur Sanierung zum KfW-Effizienzhaus und für Einzelmaßnahmen*.
- Kreis Groß-Gerau. (kein Datum). *Porträt eines Kreises*. Abgerufen am 10. Dezember 2012 von <http://www.kreisgg.de/der-kreis-gg/portrait-eines-kreises.html>
- Kreisausschuss. (September 2011). Pressemitteilung Nr. 320/2011. *Energieeffizienz schont Umwelt und Firmenkassen: Unternehmen sparen Energie ein*. Groß-Gerau.
- KWKG. (Juli 2012). Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz). *Bundesgesetzblatt Jahrgang 2012 Teil I Nr. 33 ausgegeben zu Bonn am 18. Juli 2012*. Bonn.
- Landtag Hessen. (22. Mai 2012). Gesetzentwurf der Landesregierung für ein Hessisches Energiezukunftsgesetz. Wiesbaden.
- LIAG. (2008). *Temperaturkarten Deutschlands unterschiedlicher Tiefen*. Abgerufen am 9. September 2011 von <http://www.liag-hannover.de/s/s4/forschungsfelder/temperaturfeld-im-untergrund-deutschlands/temperaturkarten.html>
- LIAG. (2011). *www.liag-hannover.de*. Abgerufen am 10. 05 2011 von <http://www.liag-hannover.de/methodenforschung-sektionen/geothermik-informationssysteme/forschungsfelder/temperaturfeld-des-tieferen-untergrundes/karten-des-temperaturfeldes-im-untergrund-deutschlands.html>
- MAP. (20. Juli 2012). Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Müller-Langer, F. et. Al. (2008). *Erdgassubstitute aus Biomasse im Überblick - Ökonomische und ökologische Parameter im Vergleich*. In: Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe

(FNR): Erdgassubstitute aus Biomasse – Eine Bestandsaufnahme. Gülzower Fachgespräche 29.

- NABU. (2011). *Anforderungen an einen Sanierungsfahrplan*. Naturschutzbund Deutschland (NABU) e. V. Berlin: Druckhaus Berlin-Mitte GmbH.
- Ochsner. (2007). *Wärmepumpen in der Heizungstechnik*. Heidelberg: C. F. Müller.
- Öko-Institut e. V. (2011). *Effizienz-Ranking "Strom sparen im Haushalte"*. Berlin.
- Paschen, H., Oertel, D., & Grünwald, R. (2003). *Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland*. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) .
- PK TG, P. T. (2007). *Nutzung der geothermischen Energie aus dem tiefen Untergrund- Arbeitshilfe für geologische Dienste*.
- PKT. (8. Februar 2007). Nutzung der geothermischen Energie aus dem tiefen Untergrund - Arbeitshilfe für die geologischen Dienste. Personenkreis Tiefe Geothermie.
- Prognos. (2007). Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen. *Endbericht 18/06*. Basel und Berlin: Prognos und Protrans.
- Prognos. (27. August 2010). Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. (E.-E.-G. Prognos AG, Hrsg.) Basel, Köln, Osnabrück: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- Recknagel, S. S. (2007). *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik einschließlich Warmwasser und Kältetechnik*. München: Oldenbourg Industrieverlag GmbH.
- Reif, v. D. (13. Juli 2009). Finanzierung und Wirtschaftlichkeit von Projekten der Tiefengeothermie. *Vortrag an der Fachtagung "Klima schützen - Werte schaffen" der Bayern LB*. München.
- Riedstadt. (15. November 2012). Telefonat. Fachgruppe Umwelt Stadtverwaltung Riedstadt.
- RWE. (2012). *Feld Walldorf soll Frankfurter Flughafen versorgen*. Abgerufen am 14.. November 2012 von <http://www.rwe.com/web/cms/de/1029772/rwe-innogy/technologien/neue-technologien/geothermie/feld-walldorf/>
- Saena. (Juni 2012). Technologien der Abwärmenutzung. *Energieeffizienz in Unternehmen*. Dresden: Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH.
- Schlomann, B., Gruber, E., Geiger, B., leeberger, H., Wehmöhrner, U., Herzog, T., et al. (2009). *Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006*. Fraunhofer Institut System- und Innovationsforschung (ISI).
- Späte, F., & Ladener, H. (2007). *Solaranlagen - Handbuch der thermischen Solarenergienutzung*. Freiburg: ökobuch Verlag.
- Statistisches Bundesamt Deutschland. (11. November 2011). *www.destatis.de*. (S. B. Deutschland, Herausgeber, & Statistisches Bundesamt) Abgerufen am 11. November 2011 von http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/STATmagazin/Arbeitsmarkt/2009__03/ErwerbstaetigeVGR,templateId=renderPrint.psm1
- Südhessen. (August 2011). Regionalplan Südhessen / Regionaler Flächennutzungsplan 2010. Regionalversammlung Südhessen, Regierungspräsidium Darmstadt, Regionalverband FrankfurtRheinMain.
- TSB. (2007). Bericht: Machbarkeitsstudie zur optimalen Wärmenutzung des Geothermiekraftwerks Landau. Bingen.

- TSB. (2010). Bericht: 30 % Regenerativstrom 2020 - Machbarkeitsstudie für die Stadt Mainz unter Berücksichtigung des Versorgungsgebietes der Stadtwerke Mainz AG. *unveröffentlicht*. Bingen: Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung im ITB gGmbH.
- TSB. (Dezember 2012). Integriertes Klimaschutzkonzept und Klimaschutzteilkonzept Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren-Energien-Potenziale in der Gemeinde Trebur. *Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, Förderkennzeichen 03KS1529 und 03KS1529-1*. Bingen.
- UBA. (23. November 2012). *Strommix in Deutschland*. (Umweltbundesamt, Hrsg.) Abgerufen am 3. Dezember 2012 von Nettostromerzeugung in Deutschland 2010 nach Primärenergieträgern: <http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/strommix-karte.pdf>
- ÜWG. (2012). *Geothermie-Projekt der ÜWG*. Abgerufen am 13.. November 2012 von <http://www.erdwärme-gg.de/>
- VBI. (2009). VBI-Leitfaden Oberflächennahe Geothermie . Berlin: Verein beratender Ingenieure.
- VDI. (September 2000). Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung. *Blatt 1*. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure.
- VDI. (Dezember 2010). VDI 4640 Blatt 1 Thermische Nutzung des Untergrundes - Grundlagen. Düsseldorf.
- VDInachrichten. (2012). *VDI nachrichten*. (V. nachrichten, Herausgeber) Abgerufen am 9. Juli 2012 von Contracting macht Gebäudesanierung kostenneutral: <http://www.vdi-nachrichten.com/artikel/Contracting-macht-Gebaeudesanierung-koste>
- Waterkotte. (2009). Waterkotte Fachinformationen. Herne: Waterkotte GmbH.
- WHG. (5. Dezember 2012). Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG). *Bundesgesetzblatt I S. 2449*.