



INSTITUT FÜR
SYSTEMISCHE ENERGIEBERATUNG

Kommunales Energienutzungskonzept

Geisenhausen

Endbericht



Erstellt von:

Institut für Systemische Energieberatung GmbH

an der Hochschule Landshut

Prof. Dr. Petra Denk / Katharina Garbe

Am Lurzenhof 1

84036 Landshut

Tel: +49 (0)871-506-274

E-Mail: info@ise-landshut.de

Das kommunale Energienutzungskonzept für den Markt Geisenhausen wurde in der Zeit vom März 2013 bis Februar 2014 erstellt.

Auftraggeber:

Markt Geisenhausen
Marktplatz 6
84144 Geisenhausen

Auftragnehmer:

Institut für Systemische Energieberatung GmbH
an der Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1
84036 Landshut
Tel: +49 (0)871-506-274
E-Mail: info@ise-landshut.de

Gefördert durch:



Copyright:

Die vorliegende Studie unterliegt dem geltenden Urheberrecht. Ohne die Zustimmung der Autoren darf diese nicht an Dritte weitergegeben werden. Die nicht-autorisierte Nutzung ist nicht gestattet.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	14
Danksagung	16
Zusammenfassung.....	17
Einleitung.....	21
1. Ausgangssituation im Markt Geisenhausen	20
1.1 Geographische Einordnung.....	20
1.2 Flächenverteilung	20
1.3 Bevölkerungsentwicklung	21
1.4 Verkehr	22
1.5 Land- und Forstwirtschaft	23
1.6 Bisherige Klimaschutzaktivitäten in Geisenhausen	24
2. Energie- und CO ₂ -Bilanz des Markts Geisenhausen.....	26
2.1 Grundlagen zur Erstellung der Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	26
2.1.1 Verwendete Bilanzierungsmethodik.....	26
2.1.2 Datengrundlage	27
2.1.3 Datenqualität.....	28
2.2 Ergebnisse der Endenergiebilanz.....	28
2.2.1 Endenergiebedarf in Geisenhausen	28
2.2.2 Elektrischer Endenergiebedarf im Markt Geisenhausen.....	32

2.2.3	Stromerzeugung aus regenerativen Energien im Markt Geisenhausen	35
2.2.4	Thermischer Endenergiebedarf im Markt Geisenhausen	37
2.2.5	Mobiler Endenergiebedarf im Markt Geisenhausen.....	41
2.3	Ergebnisse der CO ₂ -Bilanz	43
2.3.1	Private Haushalte	44
2.3.2	Gewerbe / Industrie	44
2.3.3	Kommunale Liegenschaften	45
2.3.4	Verkehr	46
2.3.5	Abwasser und Abfall	46
2.3.6	Zusammenfassung	47
2.3.7	CO ₂ -Emissionen nach Sektoren	47
3.	Erstellung eines Wärmekatasters für den Markt Geisenhausen.....	51
3.1	Einteilung des Markts Geisenhausen in Bearbeitungsraster	51
3.2	Wärmebedarfsermittlung der einzelnen Bearbeitungsraster	54
3.3	Potenzialgebiet für Nahwärmeverbundlösungen	57
4.	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Nahwärmenetz.....	64
4.1	Technische Grundlagen.....	64
4.1.1	Brennwerttechnik	64
4.1.2	Hackschnitzel.....	64
4.1.3	Blockheizkraftwerke	65
4.1.4	Holzvergaser.....	66
4.1.5	Nahwärmenetz.....	67
4.2	Kennzahlen zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit.....	68
4.3	Betrachtung Siedlungsgebiet „Seniorenheim“	72
4.4	Varianten für das „Geisenhausen OST“	72
4.5	Kombination der Gebiete	
	„Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“	75

4.6	Ergebnisse „Seniorenheim“	76
4.7	Ergebnisse Varianten „Geisenhausen Ost“	82
4.8	Kombination der Gebiete	
	„Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“	99
4.9	Verwendung eines Holzvergaser in Siedlungsgebiet Geisenhausen Ost.....	111
4.10	Auswirkungen auf die pro Kopf CO ₂ -Emissionen des Markts Geisenhausen....	113
5.	Potenzialanalyse.....	114
5.1	Potenzialbegriffe	114
5.2	Energieeinspar- und Effizienzpotenziale	115
5.2.1	Elektrische Energie: Energieeinspar- und Effizienzpotenziale.....	116
5.2.2	Thermische Energie: Energieeinspar- und Effizienzpotenziale	127
5.2.3	Einspar- und Effizienzpotenziale im Sektor Verkehr.....	134
5.2.4	Zusammenfassung der Einspar- und Effizienzpotenziale.....	135
5.3	Potenziale erneuerbarer Energien im Markt Geisenhausen	139
5.3.1	Potenzial Windenergie im Markt Geisenhausen	139
5.3.2	Potenzial der Biomasse in Geisenhausen	145
5.3.3	Geothermiepotenzial im Markt Geisenhausen.....	150
5.3.4	Solares Potenzial im Markt Geisenhausen	154
5.3.5	Wasserkraft im Markt Geisenhausen.....	163
5.3.6	Sonstiges	163
5.3.7	Zusammenfassung Potenzialanalyse erneuerbare Energien	165
5.4	Einsparpotenziale CO ₂ -Emissionen.....	167
6.	Energiestrategie 2021 für Geisenhausen	170
7.	Controlling-Konzept	175
7.1	Vorschlag weitere Vorgehensweise.....	175
7.2	Controlling-System Geisenhausen	177

8. Öffentlichkeitsarbeit	180
9. Fazit	183
10. Quellenverzeichnis	185
11. Glossar	192

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Priorisierte Maßnahmen	20
Abbildung 2: Entwicklung der Einwohnerzahl im Markt Geisenhausen von 1840 - 2012..	21
Abbildung 3: Fahrzeugbestand in der Stadt Geisenhausen 2009-2012	22
Abbildung 4: Bodennutzung in Geisenhausen im Jahr 2010.....	23
Abbildung 5: Verteilung der Viehbestände in Geisenhausen 2010	24
Abbildung 6: Verteilung Endenergiebedarf nach Nutzenergie 2011	30
Abbildung 7: Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf 2011.....	31
Abbildung 8: Verteilung Primärenergiebedarf nach Nutzenergie 2011.....	32
Abbildung 9: Aufteilung des elektrischen Endenergiebedarfs des Marktes Geisenhausen 2011.....	32
Abbildung 10: Prozentuale Verteilung des Strombedarfs kommunaler Liegenschaften 2011	35
Abbildung 11: Stromerzeugung aus regenerativen Energien 2005 – 2011	36
Abbildung 12: Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung 2011	37
Abbildung 13: Anteile der Sektoren am thermischen Endenergiebedarf 2011	38
Abbildung 14: Anteile am thermischen Endenergiebedarf im Sektor Private Haushalte 2011.....	38
Abbildung 15: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergiebedarf im Sektor Gewerbe / Industrie 2011	39
Abbildung 16: Anteil der Energieträger am thermischen Endenergiebedarf der kommunalen Liegenschaften 2011	40
Abbildung 17: Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten thermischen Endenergiebedarf 2011	41
Abbildung 18: Mobiler Endenergiebedarf nach Fahrzeugarten 2011	42
Abbildung 19: Vergleich der PKWs pro Kopf/Vergleich des mobilen Endenergiebedarfs .	42

Abbildung 20: Endenergie- und Primärenergiebedarf in MWh sowie CO ₂ -Emissionen im Sektor private Haushalte in t/a 2011	44
Abbildung 21: Endenergie- und Primärenergiebedarf in MWh sowie CO ₂ -Emissionen im Sektor Gewerbe in t/a 2011.....	45
Abbildung 22: Endenergie- und Primärenergiebedarf in MWh sowie CO ₂ -Emissionen im Sektor kommunale Liegenschaften in t/a 2011	45
Abbildung 23: Endenergie- und Primärenergiebedarf in MWh sowie CO ₂ -Emissionen im Sektor Verkehr in t/a 2011.....	46
Abbildung 24: Endenergie- und Primärenergiebedarf in MWh sowie CO ₂ -Emissionen in t/a 201 in des Marktes Geisenhausen	47
Abbildung 25: Verteilung der jährlichen CO ₂ -Emissionen auf die einzelnen Sektoren 2011	48
Abbildung 26: CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern in t/Kopf 2011	48
Abbildung 27: CO ₂ -Emissionen pro Kopf in Geisenhausen im Vergleich mit Bayern/BRD.....	49
Abbildung 28: Einteilung des Markts Geisenhausen in Bearbeitungsraster	53
Abbildung 29: Wärmedichten IST der Siedlungsgebiete in Geisenhausen	56
Abbildung 30: Vergleich der Wärmebedarfsdichten IST / 2021 / 2030.....	58
Abbildung 31: Wärmebelegungsdichtekarte (IST) Markt Geisenhausen.....	60
Abbildung 32: Wärmebelegungsdichten der sechs Gebiete oberhalb des Schwellenwerts.....	61
Abbildung 33: Wärmebelegungsdichte der sieben (inkl. Pöschl Tobacco Group) Gebiete	62
Abbildung 34: Bearbeitungsraster oberhalb des Schwellenwerts 1,2 MWh/(m ² a)	62
Abbildung 35: Varianten für die Detailbetrachtung	63
Abbildung 36: Preisentwicklung Hackschnitzel und Pellets im Vergleich	65
Abbildung 37: Holzvergaservergaseresystem	67
Abbildung 38: Nahwärmenetz Siedlungsgebiet „Seniorenheim“	72

Abbildung 39: Variante 1 „Geisenhausen OST“ ohne Asylantenheim.....	73
Abbildung 40: Variante 2 „Geisenhausen OST“ inkl. Gebäude an der Trasse.....	74
Abbildung 41: Nahwärmenetz „Geisenhausen OST“ gesamt.....	74
Abbildung 42: Nahwärmenetz Variante 1 „Kombination der Gebiete“.....	75
Abbildung 43: Nahwärmenetz „Kombination der Gebiete inkl. Großverbraucher“.....	76
Abbildung 44: Geordnete Jahresdauerlinie "Seniorenheim".....	76
Abbildung 45: Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Erzeugungsvarianten.....	78
Abbildung 46: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Seniorenheim“.....	79
Abbildung 47: CO ₂ -Einsparungen pro Jahr nach Varianten.....	80
Abbildung 48: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5.....	80
Abbildung 49: Vergleich der Jahresgesamtkosten.....	81
Abbildung 50: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3.....	81
Abbildung 51: Geordnete thermische Jahresdauerlinie im Siedlungsgebiet „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“.....	83
Abbildung 52: Wärmegestehungskosten verschiedener Erzeugungsvarianten.....	84
Abbildung 53: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“..	84
Abbildung 54: CO ₂ -Einsparungen pro Jahr.....	85
Abbildung 55: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5.....	86
Abbildung 56: Vergleich der Jahresgesamtkosten.....	86
Abbildung 57: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3.....	87
Abbildung 58: Geordnete thermische Jahresdauerlinie im Siedlungsgebiet "Geisenhausen_Ost inkl. private Haushalte".....	88
Abbildung 59: Wärmegestehungskosten bei 100 % Anschlussquote.....	89

Abbildung 60: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Geisenhausen_Ost inkl. privater Haushalte“	90
Abbildung 61: CO ₂ -Einsparungen pro Jahr	90
Abbildung 62: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5	91
Abbildung 63: Vergleich der Jahresgesamtkosten	92
Abbildung 64: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3.....	92
Abbildung 65: Geordnete thermische Jahresdauerlinie im Siedlungsgebiet "Geisenhausen_Ost"	93
Abbildung 66: Wärmegestehungskosten bei 80 % Anschlussquote.....	95
Abbildung 67: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Geisenhausen_Ost“	95
Abbildung 68: CO ₂ -Einsparungen pro Jahr	96
Abbildung 69: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5	97
Abbildung 70: Vergleich der Jahresgesamtkosten	98
Abbildung 71: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3.....	98
Abbildung 72: Geordnete thermische Jahresdauerlinie im Siedlungsgebiet „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“	99
Abbildung 73: Wärmegestehungskosten verschiedener Erzeugungsvarianten	100
Abbildung 74: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“	101
Abbildung 75: CO ₂ -Einsparungen pro Jahr	101
Abbildung 76: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5	102
Abbildung 77: Vergleich der Jahresgesamtkosten	103
Abbildung 78: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3.....	103
Abbildung 79: Geordnete thermische Jahresdauerlinie im Siedlungsgebiet	

„Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“	104
Abbildung 80: Wärmegestehungskosten bei 80 % Anschlussquote.....	106
Abbildung 81: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“.....	106
Abbildung 82: CO ₂ -Einsparungen pro Jahr	107
Abbildung 83: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5	108
Abbildung 84: Vergleich der Jahresgesamtkosten	109
Abbildung 85: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3.....	109
Abbildung 86: Vergleich der Varianten	110
Abbildung 87: Weitere Annahmen für die Erzeugungsvariante 6.....	111
Abbildung 88: Abdeckung der Jahresdauerlinie	112
Abbildung 89: Wärmegestehungskosten der Variante 6 in Jahr 1.....	113
Abbildung 90: Reduktion der pro Kopf Emissionen nach Hebung der Nahwärmepotenziale	113
Abbildung 91: Jährlicher Strombedarf einer alten und neuen Umwälzpumpe.....	116
Abbildung 92: Beispielsrechnung Kostenentwicklung Umwälzpumpe.....	117
Abbildung 93: Energieeffizienzsteigerung bei Haushaltsgeräten	118
Abbildung 94: Ergebnisse Analyse Kläranlage Geisenhausen Sehlhoff GmbH	124
Abbildung 95: Einsparung durch Dimmung der 29 LED Leuchten	126
Abbildung 96: Energieeinsparpotenzial durch Nachtabschaltung der Straßenbeleuchtung.....	127
Abbildung 97: Sanierungspotenzial im Markt Geisenhausen	129
Abbildung 98: CO ₂ -Emissionen nach Hebung des Nahwärmepotenzials sowie des gesamten Einsparpotenzials	138

Abbildung 99: Ausschlussgebiete im Markt Geisenhausen.....	140
Abbildung 100: Restriktionskriterien für die Windenergie im Markt Geisenhausen (1)....	140
Abbildung 101: Restriktionskriterien für die Windenergie im Markt Geisenhausen (2)....	141
Abbildung 102: Potenzialflächen Windenergie im Markt Geisenhausen	142
Abbildung 103: Überblick über die sechs Windpotenzialflächen in Geisenhausen	143
Abbildung 104: Mögliche Windenergieanlagen am Standort Birken/Fimbach.....	144
Abbildung 105: Vergleich Maisanbau Geisenhausen mit Landkreis/ bayerischer Durchschnitt.....	148
Abbildung 106: Biogasanlage Hohenberg	148
Abbildung 107: Temperaturen in 1.500m Tiefe in Geisenhausen	151
Abbildung 108: PV-Freiflächen Potenzial entlang der Autobahn/Bahnstrecke.....	157
Abbildung 109: Beispiel PV-Freiflächenanlage Geisenhausen	159
Abbildung 110: Wirtschaftlichkeitsabschätzung PV-Freiflächenanlage Geisenhausen...	159
Abbildung 111: Sensitivitätsanalyse Beispielfeld.....	160
Abbildung 112: Bestehende Kleinwasserkraftanlagen Geisenhausen	163
Abbildung 113: Technisches Angebotspotenzial zur Erzeugung elektrischer Energie durch regenerative Energien.....	166
Abbildung 114: Technisches Angebotspotenzial zur Erzeugung thermischer Energie durch regenerative Energien.....	167
Abbildung 115: Pro Kopf CO ₂ -Emissionen in Geisenhausen nach Hebung der Einspar- und Effizienzpotenziale sowie der Potenziale Erneuerbarer und Umsetzung Nahwärme „Kombination_GH Ost_Großverbraucher_private Haushalte“ ..	169
Abbildung 116: Zeitliche Entwicklung des elektrischen Endenergiebedarfs sowie Energiepotenzials.....	173
Abbildung 117: Zeitliche Entwicklung des thermischen Endenergiebedarfs sowie Energiepotenzials.....	173
Abbildung 118: Möglicher Verlauf der Investitionen in Geisenhausen	174

Abbildung 119: Beispiel für einen Maßnahmensteckbrief.....	176
Abbildung 120: Beispiel für einen Controlling-Steckbrief.....	177
Abbildung 121: Umwälzpumpenaustauschaktion Geisenhausen.....	182
Abbildung 122: "Wer hat das älteste Kühlgerät im Markt Geisenhausen?"	182

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächenverteilung 1980, 2011.....	20
Tabelle 2: Endenergiebedarf (2011) im Markt Geisenhausen.....	29
Tabelle 3: Strombedarfe kommunaler Liegenschaften 2011 in MWh _{el}	35
Tabelle 4: Emissionsfaktoren unterschiedlicher Energieträger in g/kWh bzw. t/EW	43
Tabelle 5: Prämissen für die überschlägige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	70
Tabelle 6: Kenndaten Nahwärmenetz „Seniorenheim“.....	77
Tabelle 7: Kennzahlen „kommunale Liegenschaften Stadtteilzentrum Nord“.....	77
Tabelle 8: Kenndaten der Wärmeerzeuger in der Variante 5	79
Tabelle 9: Kenndaten Nahwärmnetz "Geisenhausen Ost_Großverbraucher"	83
Tabelle 10: Kenndaten der Wärmeerzeuger „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“	85
Tabelle 11: Kenndaten „Geisenhausen_Ost inkl. privater Haushalte“	88
Tabelle 12: Kenndaten der Wärmeerzeuger „Geisenhausen_Ost inkl. privater Haushalte“	91
Tabelle 13: Kenndaten "Geisenhausen_Ost"	94
Tabelle 14: Kenndaten der Wärmeerzeuger „Geisenhausen Ost“	97
Tabelle 15: Kenndaten Nahwärmnetz „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg "	100
Tabelle 16: Kenndaten der Wärmeerzeuger „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“	102
Tabelle 17: Kenndaten „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“	105
Tabelle 18: Kenndaten der Wärmeerzeuger „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“	108
Tabelle 19: Versorgungs- und Verbrauchsdaten der Wärmeerzeuger	112

Tabelle 20: Beispielrechnung: Geräte im dauerhaften Stand-by-Betrieb	120
Tabelle 21: Kenndaten Straßenbeleuchtung Geisenhausen	126
Tabelle 22: Einsparpotenziale thermischer Energie in den einzelnen Siedlungsgebieten bis 2021 / 2030	130
Tabelle 23: Einspar- und Effizienzpotenzial Strom nach Szenarien	136
Tabelle 24: Einspar- und Effizienzpotenzial Wärme nach Szenarien	137
Tabelle 25: Übersicht Biogaspotenzial	147
Tabelle 26: Überschlägige Massen- und Wärmeerträge ausgewählter biogener Reststoffe	150
Tabelle 27: Zusammenfassung Photovoltaik und Solarthermie	162
Tabelle 28: Zusammenfassung technisches Angebots- und Nachfragepotenzial aus erneuerbaren Energien	165
Tabelle 29: Einsparpotenziale CO ₂ -Emissionen im Bereich Strom nach Szenarien	168
Tabelle 30: Einsparpotenziale CO ₂ -Emissionen im Bereich Wärme nach Szenarien	168
Tabelle 31: Reduktionspotenzial CO ₂ durch Verwirklichung des technischen Nachfragepotenzials im Bereich regenerativer Energien	169
Tabelle 32: Potenziale zur Reduktion der Primärenergie nach Szenarien	171
Tabelle 33: Reduktionspotenzial der Primärenergie durch erneuerbare Energien	172
Tabelle 34: Kennzahlen zur Kontrolle des Energiebedarfs/Energieerzeugung im Markt Geisenhausen	179

Danksagung

Für die erfolgreiche Ausarbeitung des kommunalen Energienutzungskonzepts für den Markt Geisenhausen war die Mitarbeit der lokalen Akteure sowie der kommunalen Verwaltung entscheidend.

Das Institut für Systemische Energieberatung GmbH an der Hochschule Landshut möchte sich deshalb herzlich beim Markt Geisenhausen, insbesondere bei Herrn Bürgermeister Mayer sowie Herrn Rötzer, für die unkomplizierte Zusammenarbeit bedanken.

Ein besonderer Dank gilt den Mitarbeitern der Verwaltung des Marktes Geisenhausen, insbesondere Frau Vögl und Herrn Beresowski, für die stets zügige Zusammenstellung der notwendigen Daten und Unterlagen für die Ausarbeitung des Konzeptes sowie die kooperative Zusammenarbeit.

Bei den für den Markt Geisenhausen zuständigen Kaminkehrern Herrn Brandl, Herrn Schenk und Herrn Wimmer bedanken wir uns für die zeitnahe und detaillierte Zusendung der Daten zur Feuerstättenzählung.

Ein besonderer Dank geht auch an Herrn König und Frau Koller vom Bayernwerk. Außerdem möchten wir uns bei Herrn Geser von der Zulassungsstelle des Landratsamts Landshut für die schnelle Bereitstellung der für die Erarbeitung des Energienutzungskonzeptes notwendigen Daten bedanken.

Zusammenfassung

Der Markt Geisenhausen hat beschlossen, ein kommunales Energienutzungskonzept erarbeiten zu lassen, um zukünftig koordiniert, strukturiert und systematisch den Energie- und Klimaschutz im Markt zu fördern sowie konkrete energiepolitische Ziele zu verankern.

Das vorliegende Konzept für den Markt Geisenhausen wurde zwischen März 2012 und Januar 2014 vom Institut für Systemische Energieberatung GmbH an der Hochschule Landshut erarbeitet. Die Mithilfe der Kommune sowie verschiedener Behörden und Unternehmen trug maßgeblich zum Erfolg bei.

Das Konzept beinhaltet Analysen zum Endenergie- und Primärenergiebedarf¹, zum CO₂-Ausstoß sowie Potenzialaussagen zu Energieeinsparungen / Energieeffizienz sowie zu erneuerbaren Energien. Daran anknüpfend werden Szenarien zur Energieeinsparung bzw. Effizienzsteigerung bewertet und konkrete Maßnahmen in einem separat erstellten Maßnahmenkatalog aufgezeigt, mit denen die selbstgesteckten Ziele hinsichtlich Endenergiebedarfs- und Emissionsreduzierung bis zum Jahr 2021 erreicht werden können.

Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz

Im Jahr 2011 wurde im Markt Geisenhausen eine Endenergiemenge in Höhe von 207 GWh benötigt. Diese verteilt sich auf den Sektor private Haushalte mit 116 GWh (56%), den Sektor Mobilität mit 68 GWh (33%), den Sektor Gewerbe / Industrie mit 20 GWh (10 %) und den Sektor kommunale Liegenschaften mit 3 GWh (1 %). Die obige Endenergiemenge entspricht einem Primärenergiebedarf in Höhe von 210 GWh². Der jährliche Endenergiebedarf bedingt CO₂-Emissionen in Höhe von insgesamt ca. 58 Tsd. t³. Im Durchschnitt ist somit jeder Bürger von Geisenhausen für einen energiebedingten CO₂-Ausstoß von ca. 9 t im Jahr 2011 verantwortlich. Wird der Wert für den pro Kopf Ausstoß mit dem bundesdeutschen Wert (11,2 t / Kopf⁴) verglichen, so liegt Geisenhausen um ca. 2,2 t / Kopf unter diesem Wert. Im europäischen Durchschnitt werden pro Kopf ca. 9,1 Tonnen CO₂-Äquivalent emittiert. [VGL. UMWELTBUNDESAMT 2013_B].

Geisenhausen ist bereits vor Erarbeitung des kommunalen Energienutzungskonzeptes im Bereich erneuerbare Energien engagiert gewesen. So wurden 2011 ca. 9,2 GWh_{el} elektri-

¹ Im Folgenden wird, wie im gesellschaftlichen Sprachgebrauch üblich, der Begriff „Strom-/Wärme“ verwendet, obwohl physikalisch der Begriff „elektrischer Energiebedarf / thermischer Energiebedarf“ korrekt wäre.

² Verwendung der Primärenergiefaktoren für den nicht-erneuerbaren Anteil

³ Anwendung des Bundesstrommix

⁴ Bezogen auf CO₂-Äquivalent.

sche Energie durch erneuerbare Energien bereitgestellt. Dies entspricht einem Anteil am jährlichen Gesamtstrombedarf von 73 %.

Thermische Energie wird in Geisenhausen durch erneuerbare Energien in Höhe von ca. 17 GWh_{th} erzeugt. Damit werden derzeit 14 % des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien abgedeckt.

Im Rahmen des kommunalen Energienutzungskonzeptes hat Geisenhausen folgende Ziele entwickelt:⁵

- Reduktion des **Strombedarfes um 13 %** bis 2021
- Reduktion des **Wärmebedarfes um 8 %** bis 2021
- Reduktion der **Treibhausgas-Emissionen um 20 %** bis 2021
- Senkung des **Primärenergiebedarfes um 15 %** bis 2021
- Erhöhung der Stromerzeugung aus **erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung⁶ auf 100 %**.

Bis zum Jahr 2021 lässt sich – je nach Anstrengung und finanziellem Aufwand – im Bereich Strom der Endenergiebedarf bis zu ca. 26 % und im Bereich Wärme der Bedarf bis zu ca. 12 % reduzieren. Die größten Einsparpotenziale liegen im Bereich Strom in der Änderung des Verbraucherverhaltens (Stand-By bzw. Austausch veralteter Elektrogeräte), im Bereich Wärme sind der Austausch von alten Kesseln sowie die Gebäudesanierung die wesentlichen Maßnahmen, die zur Erreichung der Ziele umgesetzt werden müssen.

Um die CO₂-Emissionen um 20 % bis 2021 zu reduzieren, reicht die Zielerreichung der Einspar- / Effizienzpotenziale (Reduktion Strom- bzw. Wärmebedarf um 13% bzw. 8 %), alleine nicht aus. Entscheidend zur Erreichung dieser Ziele wird sein, dass weitere erneuerbare Energieerzeugungsanlagen (Biogas / Photovoltaik / Windenergie etc.) realisiert werden. Nur dann wird es möglich sein, entsprechende CO₂-Emissionen einzusparen. Das Ziel „100 % Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien“ kann bereits erreicht werden, wenn das ausgewiesene technische Nachfragepotenzial von Wind zu 25 % umgesetzt wird.

Die Möglichkeit der Errichtung eines Nahwärmenetzes in den Gebieten „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“ und „Seniorenheim“ sollte weiter konkretisiert bzw. an Hand der vorliegenden Varianten eine Entscheidung getroffen werden. Eine erste Wirtschaftlichkeitsrechnung zeigt, dass in diesen Gebieten durch-

⁵ In Bezug auf die im Folgenden aufgeführte IST-Analyse.

⁶ Die Bruttostromerzeugung ist gleichzusetzen mit der elektrischen Primärenergieerzeugung.

aus eine auch ökonomisch sinnvolle Lösung für ein Nahwärmenetz darstellbar ist⁷. In den restlichen Gebieten mit erhöhten Wärmebelegungsdichten ($MWh_{th}/(m^2 \cdot a)$) liegt auch ein entsprechend hohes Sanierungspotenzial bis 2021 bzw. 2030 vor. Deshalb erscheint es für diese derzeit sinnvoller, das ausgewiesene Sanierungspotenzial zu realisieren und damit eine Reduktion des Wärmebedarfs der „privaten Haushalte“ zu erreichen.

Nicht berücksichtigt bei der Zieldefinition wurde der Verkehr, obwohl zweitgrößter sektorieller Verbraucher (33 % der Endenergie). Hier sind Einsparungen nur schwer zu realisieren, da es ein grundlegendes Umdenken sowie völlig neuer Mobilitätskonzepte bedarf. Solange diese nicht „großflächig“ vorhanden sind, werden in Geisenhausen keine signifikanten Einsparungen im Sektor Verkehr erzielt werden können. Dennoch werden auch für diesen Sektor einige Maßnahmen vorgeschlagen.

Wichtig zur Erreichung der obig aufgeführten Ziele ist es, die Bürger zu sensibilisieren und zu motivieren. Nur wenn diese die Energiewende in Geisenhausen positiv begleiten und bereit sind, viele (kleine und größere) Maßnahmen umzusetzen, wird die Energiewende erfolgreich in Geisenhausen realisiert werden können. Die Kommune sollte hierbei den Bürgerinnen und Bürgern motivierend zur Seite stehen, ihre Vorbildfunktion wahrnehmen und soweit möglich, auch finanziell unterstützen.

Das kommunale Energienutzungskonzept gliedert sich in zwei Teile: dem hier vorliegenden Bericht sowie einen separat erstellten Maßnahmenkatalog, in dem sämtliche vorgeschlagene Maßnahmen detailliert beschrieben sind.

Die zehn+1 vom Institut für Systemische Energieberatung GmbH an der Hochschule Landshut priorisierten Maßnahmen stellt die nachfolgende Übersicht dar.

⁷ Abklärung der aktuellen Wärmebereitstellungskosten /variablen Kosten der Großverbraucher notwendig.

Priorisierte Maßnahmen	
Maßnahmen im Bereich elektrischer Energie	
M9	Konzeptentwicklung Potenzialumsetzung Windenergie
M10	Erarbeitung eines Konzepts für PV- Freiflächen
M24	Informationsoffensive: Eigenstromnutzung für "private Haushalte"
M41	Optimierung der Eigenstromnutzung Kläranlagen und bei weiteren Liegenschaften
Maßnahmen im Bereich thermischer Energie	
M6	Anreizprogramm Sanierung
M21	Erstellung einer Machbarkeitsstudie "Geisenhausen_Ost"
M22	Überprüfung der Umsetzung Nahwärmenutzung "Seniorenheim"
M38	Konzepterstellung: "Energieeffizienz in Neubaugebieten"
Sonstige Maßnahmen	
M23	Nachverdichtung Erdgasnetz
M40	Zusammenarbeit "Energie" Pöschl Tabak
M61	Definition einer Maßnahme zur Beantragung der Projektförderung beim ALE

Abbildung 1: Priorisierte Maßnahmen

Einleitung

Der Erhalt der klimatischen Bedingungen ist in den letzten 10 bis 20 Jahren für viele Staaten zu einer bedeutenden Aufgabe geworden. Vielerorts entstanden ambitionierte Programme zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen. So plant die Bundesregierung, den CO₂-Ausstoß gegenüber dem Basisjahr 1990 bis 2020 um 40 % und bis 2050 um 80 % - 95 % zu senken [VGL. PROJEKTRÄGER JÜLICH 2012: S. 2]. Ähnliche Einsparpläne verfolgt das Klimabündnis der Gemeinden und Kommunen. Das Land Bayern sieht insbesondere eine Verdoppelung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bis 2021 vor.

Diese Ziele können aber nur erreicht werden, wenn kommunal entsprechende Maßnahmen zur Erreichung der Ziele definiert und umgesetzt werden. Um effektive Maßnahmen definieren zu können, wird eine entsprechende Transparenz bezüglich der IST-Situation der Kommunen - Endenergiebedarf, CO₂-Ausstoß, Energieerzeugung durch erneuerbare Energien - benötigt. Erst wenn diese Transparenz vorhanden ist, können Ziele formuliert und entsprechende Maßnahmen zur Erreichung der Ziele definiert werden.

Genau hier unterstützen kommunale Energienutzungskonzepte. Die Aufgabe eines solchen Konzeptes ist es, der Kommune zu helfen, die übergeordneten und insbesondere die im Rahmen des Konzeptes definierten Ziele zu erreichen und Wege und Strategien aufzuzeigen, um den lokal notwendigen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele zu verstärken.

Entsprechend ist bei der Erstellung des Konzeptes für den Markt Geisenhausen wie folgt vorgegangen worden:

- Analyse der Ausgangssituation
- Erstellung einer IST-Energie- und CO₂-Bilanz
- Erarbeitung einer Wärmedichtekarte
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Nahwärme
- Identifikation von Potenzialen: Energieeinsparung, Energieeffizienz, erneuerbare Energien
- Erarbeitung konkreter Zieldefinitionen bis 2021 basierend auf den Schritten 1 – 5
- Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit
- Definition der zur Zielerreichung notwendigen Maßnahmen (separat aufgeführt im Maßnahmenkatalog)
- Vorschlag eines Controlling-Konzeptes

Basierend auf dieser Vorgehensweise wird der Bericht wie folgt strukturiert. In Kapitel 1 wird zuerst die Ausgangssituation im Markt Geisenhausen beschrieben. Kapitel 2 zeigt die erstellte Energie- und CO₂-Bilanz für den Markt Geisenhausen. Daran anschließend wird in

Kapitel 3 ein Wärmekataster des Marktes erstellt, um auf dessen Basis das Potenzial für den Ausbau Wärmeversorgung mittels Nahwärme zu ermitteln. Auf der Grundlage der Kapitel 1 - 3 beschreibt Kapitel 4 die in Geisenhausen vorliegenden Einspar- und Effizienzpotenziale sowie das Potenzial der erneuerbaren Energien im Marktgebiet. Kapitel 5 analysiert mittels einer Wirtschaftlichkeitsrechnung am Beispiel verschiedener Siedlungsgebiete, in welchen prinzipiell Potenzial für ein Nahwärmenetz besteht, ob diese auch wirtschaftlich sinnvoll sind. In Kapitel 6 werden die Ziele aufgeführt, die der Markt bis 2021 erreichen möchte und es wird der Frage nachgegangen, wie diese grundsätzlich realisiert werden können. In Kapitel 7 wird ein Vorschlag für ein Controlling der vorgeschlagenen Maßnahmen im Markt Geisenhausen unterbreitet, um eine nachhaltige Umsetzung des Energienutzungskonzeptes sicherstellen zu können. Im nachfolgenden Kapitel 8 wird das Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit im Markt Geisenhausen dargestellt. Abschließend wird in Kapitel 9 ein Fazit zum kommunalen Energienutzungskonzept des Marktes Geisenhausen gezogen.

Der separat erstellte Maßnahmenkatalog beschreibt im Einzelnen die in Geisenhausen notwendigen Maßnahmen, um die in Kapitel 6 beschriebenen Ziele bis 2021 zu erreichen.

Durch die Erstellung des kommunalen Energienutzungskonzeptes ist eine Basis sowie Diskussionsgrundlage geschaffen worden. Hierauf aufbauend sollten in einem zweiten, nachfolgenden Schritt die von der Kommune favorisierten Maßnahmen im Detail untersucht und der finanziell benötigte Aufwand quantifiziert werden. Bei entsprechend positiven Resultaten sollten dann operative Umsetzungs- und Zeitpläne definiert werden. Die Verantwortung hierfür obliegt der Kommune; gerne kann das Institut für Systemische Energieberatung GmbH an der Hochschule Landshut weiterhin beratend zur Seite stehen.

1. Ausgangssituation im Markt Geisenhausen

1.1 Geographische Einordnung

Der Markt Geisenhausen liegt im niederbayerischen Landkreis Landshut im Regierungsbezirk Niederbayern. Das Marktzentrum Geisenhausen ist ca. 10 km südöstlich der Stadt Landshut und ca. 90 km von der Landeshauptstadt München entfernt. Durch die Lage an der B 299 sowie über die Züge der Deutschen Bahn AG ist der Markt Geisenhausen gut erreichbar.

Nachbargemeinden Geisenhausens sind die Gemeinden Kumhausen, Adlkofen, Kröning sowie Vilsburg, Velden, Neufraunhofen, Baierbach und Altfraunhofen. Geisenhausen ist dabei in insgesamt 103 Ortsteile gegliedert. Das gesamte Stadtgebiet hat heute eine Gesamtfläche von ca. 6.249 ha [VGL. STADT GEISENHAUSEN (HRSG.) 2013].

1.2 Flächenverteilung

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der Stadtfläche auf die unterschiedlichen Nutzungsarten.

	1980	Verteilung in % 1980	2011	Verteilung in % 2011	Veränderung in % 1980-2011
Gebäude- und Freiflächen	149	2%	324	5%	117%
Betriebsflächen	7	0%	27	0%	286%
Erholungsflächen	4	0%	8	0%	100%
Verkehrsflächen	150	2%	216	3%	44%
Landwirtschaftsfläche	4.569	73%	4.299	69%	-6%
Wald	1.350	22%	1.347	22%	0%
Wasser	22	0%	21	0%	-5%
Flächen anderer Nutzung	1	0%	7	0%	600%
Summe	6.252	100%	6.249	100%	0%

Tabelle 1: Flächenverteilung 1980, 2011

Quelle: eigener Entwurf nach MARKT GEISENHAUSEN 2013, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2012: S.12

Dementsprechend werden die 6.249 ha der Stadt Geisenhausen im Jahr 2011 zu 69 % landwirtschaftlich genutzt, 2 % der Fläche sind Gebäude- und Freiflächen, während 22 % vom Wald bedeckt sind und 2 % als Verkehrsflächen genutzt werden. Die restliche

Fläche bilden Betriebsflächen, Erholungsflächen sowie Wasser und Flächen sonstiger Nutzung. Im Vergleich zum Jahr 1980 hat vor allem die landwirtschaftlich genutzte Fläche um 6 % (1980: prozentualer Anteil 73 %) abgenommen und die Gebäude- und Freiflächen sowie die Betriebsflächen haben deutlich zugenommen (117 % bzw. 286 %). Dies begründet sich primär durch den Anstieg der Einwohnerzahl (vgl. Abbildung 2) [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2013: S. 12].

1.3 Bevölkerungsentwicklung

Die Entwicklung der Einwohnerzahlen des Marktes Geisenhausen spiegelt die stetige Weiterentwicklung des Ortes wider. Waren es im Jahr 1970 noch 4.744 Bürger, so gibt es heute (Stand: 2012) bereits ca. 6.576 Einwohner in Geisenhausen. Die Bevölkerungszahl hat sich somit von 1970 - 2012 um ca. 39 % erhöht [VGL. MARKT GEISENHAUSEN 2013], wobei der Zuwachs i. W. im Zeitraum von 1970-2002 erfolgte. Auf Grund der relativ konstanten Bevölkerungszahl in den letzten Jahren wird nachfolgend angenommen, dass diese auch bis 2021 konstant bleibt.

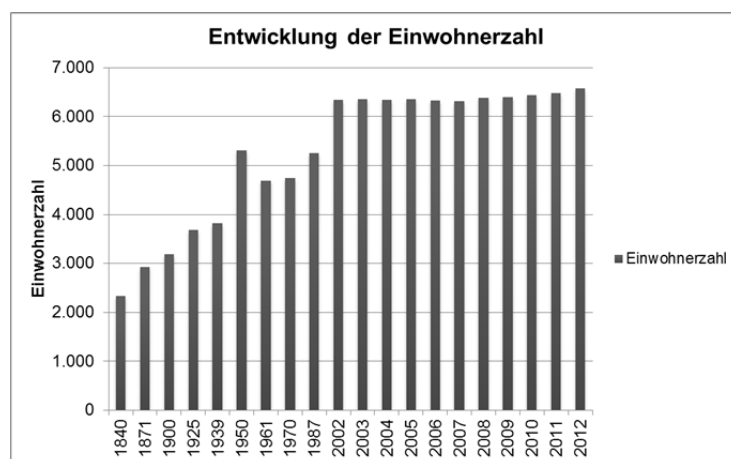


Abbildung 2: Entwicklung der Einwohnerzahl
im Markt Geisenhausen von 1840 - 2012

Quelle: Eigener Entwurf nach BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2013: S. 6, MARKT GEISENHAUSEN 2013

Laut Statistik kommunal 2013 leben die 6.471 Einwohner (2011) Geisenhausens in 2.837 Wohnungen auf einer Wohnfläche von ca. 313.057 m² [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2013: S. 11]. Dies entspricht einer pro Kopf Wohnfläche in Geisenhausen von 48,4 m² (2011) und liegt somit deutlich (17 %) über dem bayerischen Durchschnitt (41,3 m²) [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (HRSG.) 2010].

1.4 Verkehr

Der Markt Geisenhausen ist durch die Bundesstraße B 299 über private sowie öffentliche Verkehrsmittel (Bus und Bahn) erreichbar. Die Gesamtzahl der Fahrzeuge, sowie Ihre Unterteilung in PKW, LKW, Busse, Zugmaschinen (ZKW), Krafträder (KRD) und sonstige KFZ stellt Abbildung 3 dar.

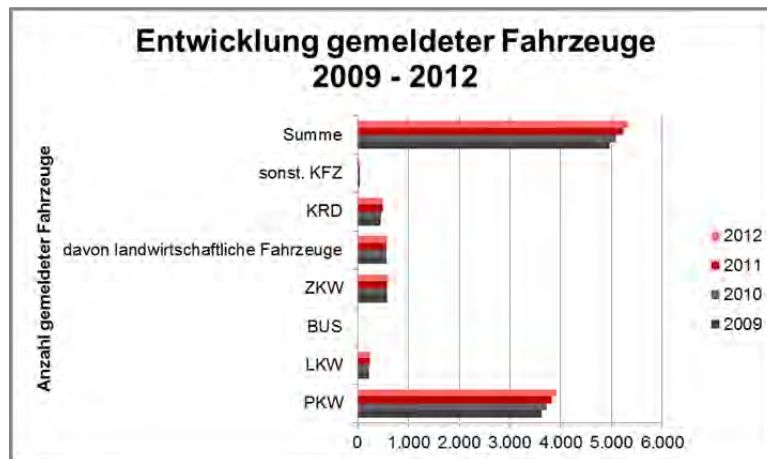


Abbildung 3: Fahrzeugbestand in der Stadt Geisenhausen 2009-2012

Quelle: Eigener Entwurf nach LANDRATSAMT GEISENHAUSEN 2013

Die Zahl der PKW in Geisenhausen hat sich von 2009 – 2011 um ca. 5 % erhöht und liegt im Jahr 2011 bei 3.830 PKW (2012: 3.913). Im Jahr 2011 kommen somit auf 100 Einwohner in Geisenhausen ca. 60 PKW. Damit befindet sich Geisenhausen über dem bundesdeutschen Wert, der laut Shell-Studie bei 57 PKW pro 100 Einwohner liegt [VGL. SHELL DEUTSCHLAND OIL GMBH 2009: S.2]. Insgesamt ist die Zahl der zugelassenen KFZ im genannten Zeitraum um ca. 5 % von 4.969 auf 5.241 KFZ angestiegen [VGL. LANDRATSAMT LANDSHUT 2013].

Gemäß den Angaben des Landratsamtes Landshut sind im Jahr 2012 Benzin- und Dieselantriebe mit einem Anteil von zusammen 99 % dominierend. Unter den alternativen Antriebsformen ist nur der Anteil der Benzin / Flüssiggasantriebe mit 26 Fahrzeugen im Jahr 2011 hervorzuheben. Bei Erdgas- und Benzin / Erdgasantrieben gibt es in Geisenhausen 2011 jeweils ein Fahrzeug, wohingegen 2 Benzin / Elektroantriebe (Hybridfahrzeuge) sowie ein Elektroautos gemeldet sind [VGL. LANDRATSAMT LANDSHUT 2013]. Die Kommune selbst besitzt insgesamt 22 Fahrzeuge, von denen 21 diesel- und eines benzinbetrieben ist. Alternative Antriebsformen werden somit auch vom Markt selbst noch nicht genutzt [VGL. STADT GEISENHAUSEN 2013].

1.5 Land- und Forstwirtschaft

Landwirtschaft

Im Jahr 2010 gibt es in Geisenhausen 129 landwirtschaftliche Betriebe [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2012: S.13]. Damit hat sich die Zahl der Betriebe zwischen 1999 (164 Betriebe) und 2010 (129 Betriebe) um ca. 21 % verringert. Dabei sind nicht nur kleine landwirtschaftliche Betriebe (unter 10 ha), sondern auch größere (20 ha – 50 ha) weggefallen. Von den rund 4.322 ha landwirtschaftliche Nutzfläche im Jahr 2010⁸ wurden ca. 15 % als Grünland und ca. 85 % als Ackerland genutzt [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2012: S.12]. Mit einem Anteil von 53 % dominiert der Getreideanbau. Die genaue Aufteilung der Bodennutzung stellt Abbildung 4 dar.

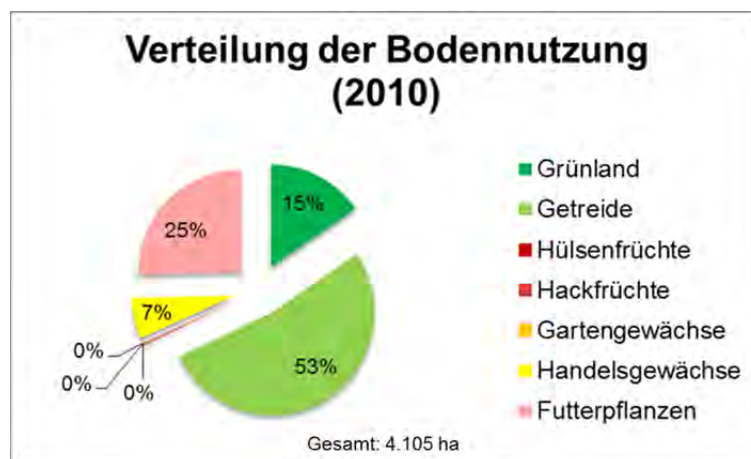


Abbildung 4: Bodennutzung in Geisenhausen im Jahr 2010

Quelle: Eigener Entwurf, nach BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2012: S.12

Wird die Verteilung der Viehbestände analysiert, so zeigt sich, dass in Geisenhausen die Schweinehaltung (ca. 85 %) dominant ist (vgl. Abbildung 5).

⁸ Für die Verteilung der Bodennutzung im Jahr 2011 konnten keine Daten übermittelt werden.

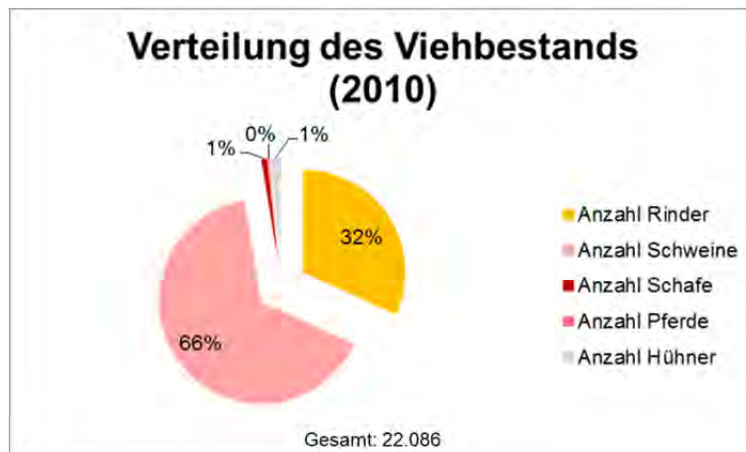


Abbildung 5: Verteilung der Viehbestände in Geisenhausen 2010

Quelle: Eigener Entwurf, nach BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2012: S. 13

Forstwirtschaft

Die Waldfläche (ca. 1.347 ha) Geisenhausens ist nach Angaben des Markts zu 99 % in privatem Besitz. Die restlichen 1 % sind im Besitz des Markts Geisenhausen. Die Nutzung erfolgt sowohl stofflich als auch energetisch. Pro Jahr und Hektar werden in Geisenhausen ca. 7,5 Festmeter Holz⁹ geerntet. Der jährliche erntbare Zuwachs liegt, bei ca. 10 Festmetern/Jahr und Hektar. Entsprechenden Angaben folgend bedeutet dies, dass ein Teil des zur Verfügung stehenden Holzes heute nicht genutzt wird [VGL. AMT FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2013].

1.6 Bisherige Klimaschutzaktivitäten in Geisenhausen

Der Markt Geisenhausen beschäftigte sich bereits vor der Erstellung des kommunalen Energienutzungskonzeptes mit dem Thema Klimaschutz. Klimaschutz und energiepolitische Aktivitäten im Markt Geisenhausen beruhen dabei vor allem auf Einzelmaßnahmen bzw. projektbezogenen Vorhaben, wie beispielsweise Generalsanierung einzelner Liegenschaften. Mit dem kommunalen Energienutzungskonzept soll ein Gesamtkonzept im Themenbereich Energiepolitik/Klimaschutz in der Marktentwicklung Geisenhausens integriert werden.

⁹ Festmeter: "Maßeinheit für die feste Holzmasse ohne Hohlräume, die rechnerisch einem Rauminhalt von 1 Kubikmeter (m³) entspricht" [BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (HRSG.) 2012]

Folgende Einzelmaßnahmen im Bereich Klimaschutz in Geisenhausen sind bereits umgesetzt worden:

- Generalsanierung der Mittelschule und kleiner Turnhalle sowie der Grundschule und Umstellung auf eine Hackschnitzelheizung, wodurch ca. 380 MWh_{th} Energie pro Jahr eingespart werden können.
- Auf dem Klärwerk sowie der Kinderkrippe St. Theobald wurden 2011 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 107 kW_p errichtet. Im Jahr 2013 sind zudem auf der Kinderkrippe St. Martin und dem Feuerwehrgerätehaus 95 kW_p installiert worden. In der Summe können somit künftig 203 MWh_{el} und damit bereits 34 % des elektrischen Energiebedarfs der Liegenschaften mittels Photovoltaik regenerativ bereitgestellt werden.
- Zur Energieeffizienzsteigerung im Bereich der Straßenbeleuchtung ist neben einer Wattreduzierung der Austausch von Quecksilberdampf Lampen sowie der Einbau neuer Kompaktleuchtstofflampen durchgeführt worden.
- Zur effizienten Wärmeerzeugung und damit Einsparung von Primärenergie wurde in der Kinderkrippe St. Theobald 2011 ein Blockheizkraftwerk installiert.
- Für die Kläranlage Geisenhausen wurde ein Einsparkonzept erstellt, dessen Umsetzung geplant ist. [VGL. MARKT GEISENHAUSEN 2013]
- Im Jahr 2013 wurde auf Initiative einiger engagierter Bürger eine Bürgerenergiegenossenschaft gegründet. Diese hat das Ziel die regional vorhandenen Potenziale zu ermitteln und umzusetzen. Daneben will sie die Bürgerinnen / Bürger beraten, wo man Energie einsparen bzw. effizienter nutzen kann.

Die Basis eines kommunalen Energienutzungskonzepts ist eine detaillierte Energie- und CO₂-Bilanz. Diese ist Inhalt des Kapitels 2.

2. Energie- und CO₂-Bilanz des Markts Geisenhausen

Eine Energie- und CO₂-Bilanz bilanziert die Energie (Primär- und / oder Endenergie) und die mit der Energieversorgung verbundenen Treibhausgasemissionen (bei Energie vor allem Kohlendioxid - CO₂) spezifisch für ein Gebiet, wie z.B. für den Markt Geisenhausen.

Im Folgenden wird der gesamte Endenergiebedarf auf dem Marktgebiet erfasst und in verschiedenen Gruppierungen dargestellt:

- Endenergiebedarf nach Verbrauchssektoren (Private Haushalte, Gewerbe / Industrie, Kommunale Liegenschaften und Verkehr)
- Endenergiebedarf entsprechend der Nutzung Strom, Wärme, Verkehr
- Struktur der Primärenergieträger, die zur Erzeugung der Endenergieträger eingesetzt werden.

Durch Verwendung entsprechender Emissionsfaktoren kann die Endenergiebilanz in eine CO₂-Bilanz umgerechnet werden. Die Emissionsfaktoren für die verschiedenen Energieträger reflektieren, dass jeder Energieträger einen spezifischen CO₂-Betrag¹⁰ pro erzeugter Kilowattstunde emittiert. Beispielweise werden bei der Verbrennung von Erdgas pro kWh_{Endenergie} etwa 250 g CO₂ frei [VGL. ÖKO-INSTITUT E.V. 2008], Strom im nationalen Mix erzeugt (2010) pro kWh Endenergie ca. 566 g CO₂ [VGL. UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) 2012: S.3]. Für das Jahr 2012 wird der CO₂-Austoß pro kWh elektrischer Energie auf 576 g CO₂ abgeschätzt [VGL. UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) 2013: S.2]. Gesicherte Zahlen liegen hierfür noch nicht vor.

Zum besseren Verständnis werden nachfolgend in Kapitel 2.1 die Grundlagen zur Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz erläutert, um dann in Kapitel 2.2 die Ergebnisse der Energiebilanz bzw. in Kapitel 2.3 die Ergebnisse der CO₂-Bilanz darzustellen.

2.1 Grundlagen zur Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz

2.1.1 Verwendete Bilanzierungsmethodik

Bei der Bilanzierung gibt es derzeit keine standardisierte oder einzig richtige Methode. Da die Bilanzierung ein Werkzeug darstellt, um bestimmte Aussagen zu bekommen, hängt die Art der Bilanzierung auch von dem Ziel („Was soll dargestellt werden?“) ab. Für die Erstellung einer kommunalen CO₂-Bilanz stehen derzeit drei grundlegende Prinzipien (Akteurs-

¹⁰ Genauer handelt es sich um CO₂-Äquivalente, in welchen auch andere Treibhausgase wie Methan, Lachgas u.a. berücksichtigt sind, jeweils einschließlich sämtlicher Vorketten wie Förderung, Aufbereitung, Transport etc..

prinzip, Verursacherprinzip, Territorialprinzip) in mehreren Variationen zur Verfügung. Empfohlen wird die Verwendung des endenergiebasierten Territorialprinzips, welches auch für die Erstellung der CO₂-Bilanz des Markts Geisenhausen angewendet wird.

Dieses Prinzip berücksichtigt alle im betrachteten Territorium anfallenden Bedarfe auf Ebene der Endenergie (Energie, die z.B. am Hauszähler gemessen wird) und ordnet diese den verschiedenen Verbrauchssektoren zu. Über spezifische Emissionsfaktoren werden dann die CO₂-Emissionen berechnet. Graue Energie (die z.B. in Produkten steckt) und Energie, die außerhalb der Stadtgrenzen benötigt wird (z.B. bei einem Hotelaufenthalt), werden nicht bilanziert [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.215].

Die spezifischen Emissionsfaktoren der fossilen Energieträger werden für Geisenhausen mit GEMIS berechnet; die der erneuerbaren Energieträgern aus der Studie des Umweltbundesamts [UMWELTBUNDESAMT 2012: S. 5 FF.] entnommen.

In der Berechnung der CO₂-Emissionen des Marktes Geisenhausen werden die Vorketten der Energiebereitstellung (Gewinnung, Umwandlung und Transport) berücksichtigt. Folglich verursachen auch erneuerbare Energieträger, wie bspw. die Biomasse CO₂-Emissionen, die mit in die Bilanz einkalkuliert werden.

Entsprechend des Praxisleitfadens des DIFU wird bei der Berechnung der CO₂-Emissionen von der Berücksichtigung der CO₂-Emissionen aus der Landwirtschaft abgesehen, da sie nur einen kleinen Teil der Gesamtemissionen darstellen [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.223]. Die Abfall- und Abwasserentsorgung hingegen wird in der nachfolgenden CO₂- Bilanz entsprechend der Angaben des Praxisleitfadens „Klimaschutz in Kommunen“ berücksichtigt, d.h. es werden mittels der angegebenen pro Kopf Emissionswerte (CO₂-Äquivalent) die gesamten Emissionen in diesem Bereich hochgerechnet [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.266 FF.].

2.1.2 Datengrundlage

Folgende Daten wurden von den unten genannten Unternehmen / vom Markt dankenswerterweise zur Verfügung gestellt:

- **Strombedarfe** (differenziert nach Tarif- und Sonderkunden): Energieversorger Bayernwerk (2005-2011)
- **Strombedarfe detailliert** (je kommunaler Liegenschaft, für das Jahr 2009-2012): Markt Geisenhausen
- **Schornsteinfegerdaten** (Feuerstättenzählung: Anzahl, Leistungsklasse, Baujahr, Stand 01.01.2013): Bezirkskaminkehrmeister Herr Brandel, Hr. Schenk und Hr. Wimmer

- **Liste/Karten der Bebauungspläne** (Aufstellungsdatum) sowie sonstiger Gebiete, Stand Frühjahr 2013: Markt Geisenhausen
- **KFZ-Daten** (Anzahl, differenziert nach Klasse und Kraftstoff): Landratsamt Landshut

Wie oben ersichtlich, mussten aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten IST - Werte von 2011 verwendet werden, da für das Jahr 2012 keine durchgängigen Daten vorlagen.

2.1.3 Datenqualität

Die Genauigkeit der Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz hängt entscheidend von der Datenqualität der Inputdaten ab.

Im Strombereich sowie bei den erfassten Einspeisemengen erneuerbarer Energieträger liegt eine hohe Datenqualität - im Sinne von Detailtiefe und Datenmenge - vor.

Hingegen müssen bei der Ermittlung der Bedarfe der einzelnen Energieträger zur Wärmebereitstellung sowie im Verkehr Annahmen gemacht bzw. Mittelungen vorgenommen werden. Die Ergebnisse werden entsprechend von den jeweils getroffenen Annahmen beeinflusst. Daher ist es wichtig, die jeweiligen Annahmen, die in den entsprechenden Kapiteln im Detail erläutert werden, bei der Bewertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

2.2 Ergebnisse der Endenergiebilanz

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Endenergiebilanz des Markts Geisenhausen, differenziert nach den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität sowie unterteilt nach den Sektoren private Haushalte, Gewerbe / Industrie, kommunale Liegenschaften und Verkehr dargestellt.

2.2.1 Endenergiebedarf in Geisenhausen

In Tabelle 2 wird summarisch der gesamte Endenergiebedarf differenziert nach Nutzenergieformen sowie Sektoren dargestellt.

Die in Geisenhausen angesiedelte Pöschl Tabacco Group ist der weltweit größte Hersteller von Schnupftabakwaren und mit rund 390 Beschäftigten am Standort Geisenhausen der

größte Arbeitgeber. Aufgrund des notwendigen Bearbeitungsprozesses für Tabakwaren bzw. dem dementsprechend hohen Energiebedarf [VGL. PÖSCHL TABACCO GROUP 2013] beeinflusst das Unternehmen im hohen Maße den Strom- und im noch höheren Maße den Wärmebedarf des Marktes, ohne dass dieser Möglichkeiten hätte, gezielt auf den Wärme- und Strombedarf bzw. auf dessen Erzeugung einzugehen.

Daher wurde - in Abstimmung mit dem Markt Geisenhausen - beschlossen, im Folgenden die Endenergiebedarfe sowie die CO₂-Bilanz bereinigt um den Wärme- und Strombedarf der Pöschl Tabacco Group ausführlich zu diskutieren sowie als Basis zur Identifikation von Effizienz- und Einsparpotenzialen zu verwenden.

Ergebnisse Endenergiebedarf 2011			
IST - Elektrischer Energiebedarf in MWh	20.806	17.124	
Szenarien	mit Pöschl Tabak	ohne Pöschl Tabak	
	abs.	abs.	%
Private Haushalte	8.313	8.313	49%
Gewerbe / Industrie	11.527	7.845	46%
Kommunale Liegenschaften	594	594	3%
Straßenbeleuchtung	372	372	2%
Summe Elektrischer Energiebedarf	20.806	17.124	100%
IST- Thermischer Energiebedarf in MWh	188.814	121.926	
Szenarien	mit Pöschl Tabak	ohne Pöschl Tabak	
	abs.	abs.	%
Private Haushalte	108.036	108.036	89%
Gewerbe / Industrie	79.238	12.349	65%
Kommunale Liegenschaften	1.541	1.541	1%
Summe thermischer Energiebedarf	188.814	121.926	100%
IST - Mobiler Energiebedarf in MWh	67.575	67.575	
		ohne Pöschl Tabak	mit Pöschl Tabak
Endenergie Gesamt	277.194	206.624	
	abs.	abs.	%
Strom	20.806	17.124	8%
Wärme	188.814	121.926	59%
Verkehr	67.575	67.575	33%
Endenergie Gesamt	277.194	206.624	100%

Tabelle 2: Endenergiebedarf (2011) im Markt Geisenhausen

Abbildung 6 stellt entsprechend oben stehender Tabelle den Endenergiebedarf des Marktes Geisenhausen nach den Nutzenergieformen Strom, Wärme und Mobilität dar. Bei der Analyse des Endenergiebedarfs (206.624 MWh) Geisenhausens nach den Nutzenergieformen Strom, Wärme und Verkehr verursacht die Nutzenergieform Wärme mit 59 % den größten Endenergiebedarf. Es folgt der Endenergiebedarf für die Mobilität mit einem Anteil von 33 % und für den Strom mit 8 %.

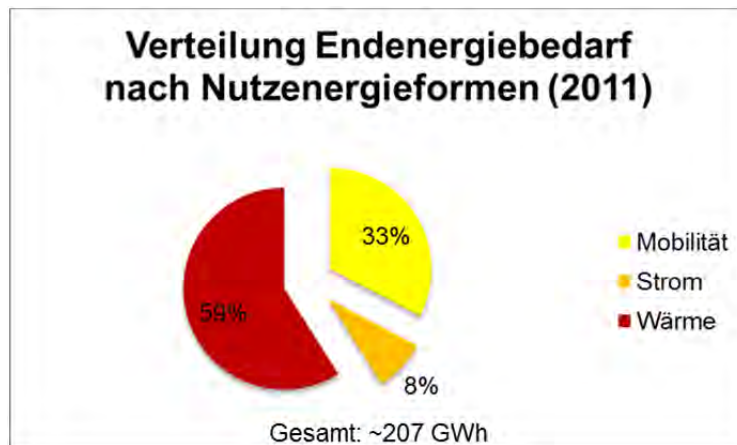


Abbildung 6: Verteilung Endenergiebedarf nach Nutzenergie 2011

Zum Vergleich hat in Deutschland die Endenergieform Wärme einen Anteil von 51 % am gesamten Endenergiebedarf Deutschlands. Es folgen der Bereich Verkehr mit einem Anteil von 29 % und der Bereich Strom mit 20 % [VGL. UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) 2011]. Der höhere Anteil des mobilen Endenergiebedarfs am gesamten Endenergiebedarf in Geisenhausen im Vergleich zur Bundesrepublik ist auf das Pendelaufkommen (60 PKWs/100 Einwohner, vgl. Kapitel 1.4) zurückzuführen. Der geringere Anteil des elektrischen Endenergiebedarfs am gesamten Bedarf wiederum ist im Falle Geisenhausens zum einen dadurch begründet, dass der Energiebedarf der Pöschl Tabacco Group Geisenhausen in der vorliegenden Bilanz nicht berücksichtigt wurde und zum anderen darauf, dass eine geringe Anzahl von Industrie- und Gewerbebetrieben in Geisenhausen im Vergleich zur Bundesrepublik vorliegt.

Bei der Verteilung des Endenergiebedarfs nach Sektoren dominieren die Sektoren private Haushalte (56 %) und Verkehr (33 %) (vgl. Abbildung 7). Die kommunalen Liegenschaften haben mit einem Anteil von 1 % die mit Abstand geringste Bedeutung für den gesamten Endenergiebedarf des Marktes Geisenhausen und auch der Sektor Gewerbe / Industrie (10 %) ist insgesamt betrachtet von untergeordneter Bedeutung.

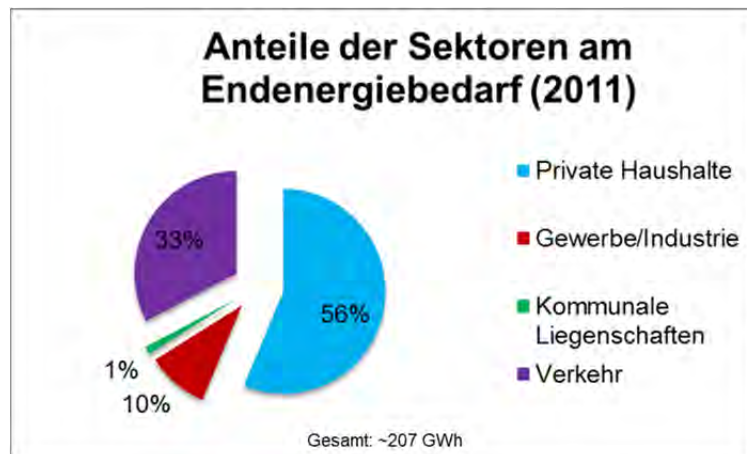


Abbildung 7: Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf 2011

Während mittels des Endenergiebedarfs diejenige Menge an Energie dargestellt wird, die beim Endverbraucher ankommt, bspw. elektrische Energie, beschreibt der Primärenergiebedarf diejenige Menge an Energie, die bereitgestellt werden muss, um die jeweilige Menge an Endenergie zu produzieren. Da die Umwandlung von Primärenergie in Endenergie zum einen je nach Energieträgern mit unterschiedlichem Aufwand verbunden ist (notwendiger Energieeinsatz für Förderung, Aufbereitung etc.) und zum anderen mit verschiedenen Wirkungsgraden erfolgt, ist der Primärenergiebedarf in der Regel deutlich größer als der Endenergiebedarf.

Mittels Primärenergiefaktoren¹¹ wird aus dem oben beschriebenen Endenergiebedarf des Marktes der Primärenergiebedarf ermittelt. Der Primärenergiebedarf für Strom liegt bei 12.552 MWh_{el} und der für Wärme bei 119.720 MWh_{th}. Für Treibstoff kann der Primärenergiebedarf mit 77.558 MWh beziffert werden.

Wird die prozentuale Verteilung der Nutzenergieformen (Strom, Wärme, Mobilität, vgl. Abbildung 6) am Endenergiebedarf mit den Anteilen am Primärenergiebedarf (vgl. Abbildung 8) verglichen, so wird ersichtlich, dass sich die Verhältnisse leicht verschieben. Wärme hat mit 57 % weiterhin den größten Anteil am gesamten Primärenergiebedarf (519.054 MWh), gefolgt von Mobilität mit 36 %. Der elektrische Primärenergiebedarf hat mit 6 % den geringsten Anteil und verliert somit im Vergleich zum Endenergiebedarf (8 %) bei der Verteilung des Primärenergiebedarfs genauso wie die Nutzenergieform Wärme an Bedeutung. Dies ist auf den insbesondere hohen Anteil regenerativen Stroms (ca. 73 %) sowie auf den regenerativen Anteil an Wärme (ca. 14 %) in Geisenhausen zurückzuführen.

¹¹ Der Primärenergiefaktor gibt an, wie viel Kilowattstunden Primärenergie (Anteil nicht erneuerbare Energie) eingesetzt werden müssen, um eine Kilowattstunde Endenergie zu erzeugen.

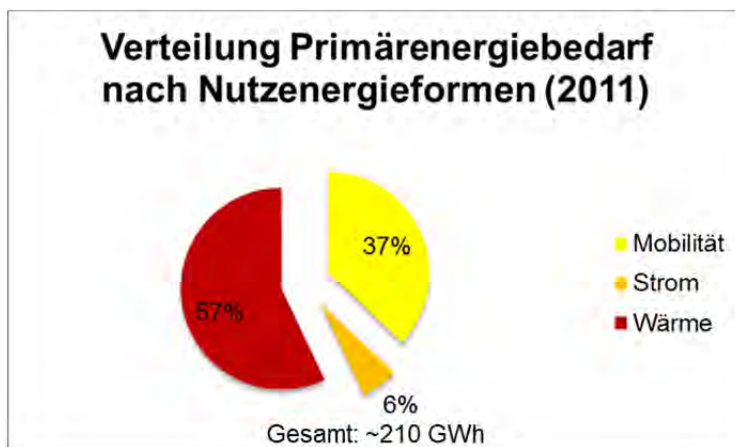


Abbildung 8: Verteilung Primärenergiebedarf nach Nutzenergie 2011

2.2.2 Elektrischer Endenergiebedarf im Markt Geisenhausen

Die Stromversorgung des Markts Geisenhausen erfolgt durch die Bayernwerk AG. Die Strombedarfe der einzelnen Sektoren können auf Basis dieser Daten errechnet¹² werden.

Insgesamt hat der Markt Geisenhausen im Jahr 2011 einen elektrischen Endenergiebedarf in Höhe von 55.044 MWh_{el}. Wie Abbildung 9 zeigt, benötigt der Sektor private Haushalte am meisten elektrische Energie (49 %), gefolgt vom Sektor Gewerbe/Industrie (46 %) sowie den kommunalen Liegenschaften (3 %). Die Straßenbeleuchtung wird extra ausgewiesen und verursacht ca. 2 % des angeführten Gesamtstrombedarfs.

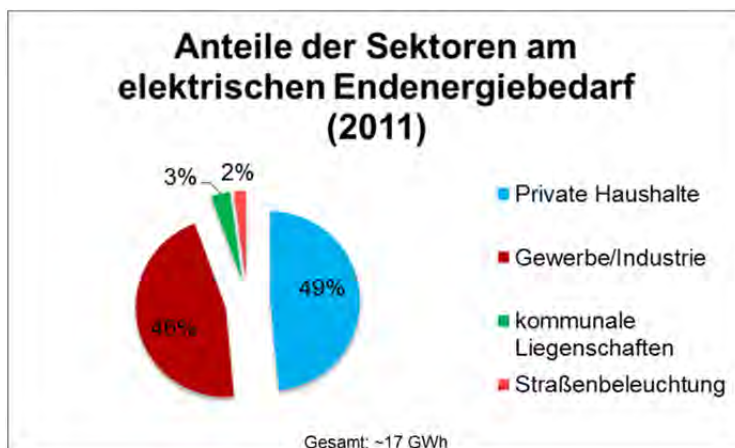


Abbildung 9: Aufteilung des elektrischen Endenergiebedarfs des Marktes Geisenhausen 2011

¹² Für den Sektor kommunale Liegenschaften wird bei der Berechnung der Strombedarfe nach Sektoren auf die durch den Markt ermittelten Bedarfswerte der einzelnen Liegenschaften zurückgegriffen.

Die in Geisenhausen installierten Wärmepumpen und Stromheizungen werden in der Energie- und CO₂-Bilanz vollständig dem thermischen Endenergiebedarf zugerechnet, da diese thermische Energie erzeugen. Dementsprechend ist in obig aufgeführter Berechnung der Strombedarf der Wärmepumpen und Stromheizungen nicht enthalten.

Der pro Kopf Strombedarf Geisenhausens liegt im Jahr 2011 bei 2.646 kWh_{el}. Der Wert für Bayern liegt im Vergleich dazu um 148 %, der Wert der Bundesrepublik um 141 % darüber. Dies ist auf den größeren Anteil der Industrie- und Gewerbebetriebe in Bayern bzw. der Bundesrepublik im Vergleich zu Geisenhausen (ohne Pöschl Tabacco Group) zurückzuführen.

Der durchschnittliche Strombedarf pro Person im Sektor Private Haushalte in der Bundesrepublik bzw. in Bayern beträgt ca. 1.671 kWh_{el}/Kopf [VGL. ENERGIEAGENTUR NORDBAYERN 2012] bzw. 1.910 kWh_{el}/Kopf [VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE 2013]. Dies vergleicht sich mit einem durchschnittlichen Strombedarf pro Person im Sektor Private Haushalte in Geisenhausen von 1.326 kWh_{el}/Kopf. Somit benötigen die Bürger Geisenhausens im Jahr 2011 ca. 21 % bzw. 31 % weniger Strom als der Durchschnittsbürger in der Bundesrepublik bzw. in Bayern.

Für den Sektor kommunale Liegenschaften kann eine detaillierte Betrachtung des Strombedarfs vorgenommen werden, da hier die realen Verbrauchszahlen nach kommunalen Gebäuden vorliegen [VGL. STADT GEISENHAUSEN 2013]. Insgesamt haben die durch den Markt Geisenhausen angegebenen kommunalen Liegenschaften im Jahr 2011 einen Strombedarf von 594 MWh_{el} exklusive des Strombedarfs für die Straßenbeleuchtung. In Tabelle 3 ist der Strombedarf der einzelnen kommunalen Liegenschaften dargestellt. Der Bedarf an elektrischer Energie bei den kommunalen Liegenschaften ist von 2009 bis 2011 konstant geblieben. Nimmt man jedoch auch die Werte des Jahres 2012, die einzig für die kommunalen Liegenschaften vorliegen und vergleicht diese mit dem Jahr 2009, so ist der Bedarf um 3% angestiegen. Besonders signifikant ist die Zunahme beim ehemaligen Feuerwehrgerätehaus, dem Feuerwehrgerätehaus_Holzhausen, dem Jugendzentrum sowie dem Kindergarten St. Theobald. Dies ist aller Wahrscheinlichkeit nach auf eine verstärkte Nutzung dieser Liegenschaften zurückzuführen. Beim ehem. Neukaufgebäude, dem Mehrfamilienhaus und dem Bauhof hingegen ist eine deutliche Reduktion des Strombedarfs festzustellen.

	2009	Anteil am Gesamt- strombedarf 2009	2011	Anteil am Gesamt- strombedarf 2011	Bedarfs- änderung 2009-2011
Kläranlage	235.410	40%	241.784	41%	3%
Rathaus und Rathausanbau	30.685	5%	28.885	5%	-6%
Grund- und Mittelschule St. Martin inkl. Sporthallen	102.999	17%	108.255	18%	5%
Kindergarten St. Theobald/Kinderkrippe	12.881	2%	14.141	2%	10%
Mehrfamilienhaus	3.346	1%	2.939	0%	-12%
Jugendzentrum	1.232	0%	2.230	0%	81%
Bauhof	7.176	1%	9.395	2%	31%
Leichenhaus	4.265	1%	2.379	0%	-44%
Hilfskrankenhaus	6.838	1%	5.893	1%	-14%
ehem. Neukauf-Gebäude	11.540	2%	8.360	1%	-28%
Freibad	97.277	16%	94.773	16%	-3%
Feuerwehrgerätehaus inkl. Schüt- zenheim	19.595	3%	19.153	3%	-2%
Feuerwehrgerätehaus_Holzhausen	9	0%	23	0%	156%
ehemaliges Feuerwehrgerätehaus	902	0%	2.837	0%	215%
Feuerwehrgerä- tehaus_Diemannskirchen	432	0%	352	0%	-19%
Feuerwehrgerä- tehaus_Johannesbergham	86	0%	227	0%	164%
Feuerwehrgerätehaus_Hörlkam	2.853	0%	2.423	0%	-15%
Wasserversorgung: Druckbehälter- pumpwerk	13.554	2%	12.141	2%	-10%
Abwasser: Pumpwerk am Bauhof	15.631	3%	14.122	2%	-10%
Abwasser: Regenüberlaufbecken	4.032	1%	2.924	0%	-27%
Abwasser: Pumpstation_1	-	-	545	0%	-
Abwasser: Pumpstation_2	21.117	4%	18.542	3%	-12%

Stromversorgung für Märkte und Veranstaltungen	1.854	0%	1.179	0%	-36%
Summe	593.714	100%	593.502	100%	0%

Tabelle 3: Strombedarfe kommunaler Liegenschaften 2011 in MWh_{el}

Quelle: MARKT GEISENHAUSEN 2013

Den größten Anteil am Strombedarf der kommunalen Liegenschaften hat die Kläranlage, gefolgt von der Grund- und Mittelschule. Nachfolgende Abbildung 10 stellt die prozentuale Verteilung des Strombedarfs der kommunalen Liegenschaften nochmals in einer Gesamtübersicht dar und verdeutlicht den hohen Anteil der Kläranlage.

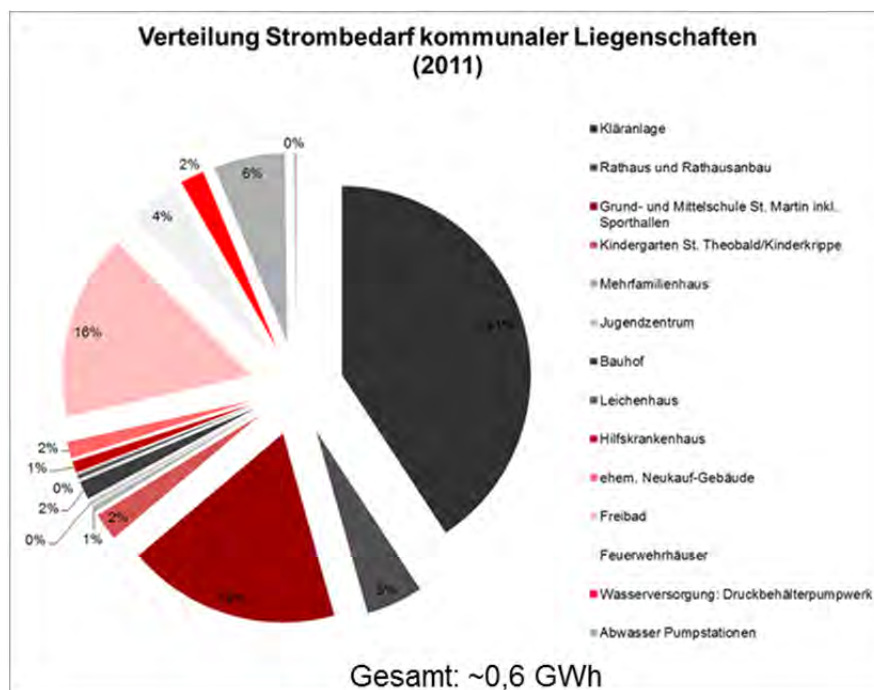


Abbildung 10: Prozentuale Verteilung des Strombedarfs kommunaler Liegenschaften 2011

2.2.3 Stromerzeugung aus regenerativen Energien im Markt Geisenhausen

Die Anzahl erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen hat von 2005 – 2011 stetig zugenommen, wobei in Geisenhausen Photovoltaikanlagen mit einer Anzahl von 480 im Jahr 2011 dominierend sind. Daneben gibt es in Geisenhausen im Jahr 2011 fünf Biomasseanlagen und ein Wasserkraftwerk. Die insgesamt 486 erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen (99 % Photovoltaik) entsprechen im Jahr 2011 einer installierten Leistung von ca. 9,8 MW_{el}, während sie im Jahr 2005 noch bei ca. 0,85 MW_{el} lag. Der große Zuwachs der PV-Anlagen spiegelt sich entsprechend in der zunehmenden installierten Leistung der Photovoltaik zwi-

schen 2005-2012 (0,85 MW_{el} bzw. 11,78 MW_{el}) sowie der erhöhten Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wider.

Im Jahr 2005 wurden in Geisenhausen 1.860 MWh_{el} aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt. 2011 liegt die jährliche Erzeugung bereits bei 12.541 MWh_{el} (vgl. Abbildung 11).

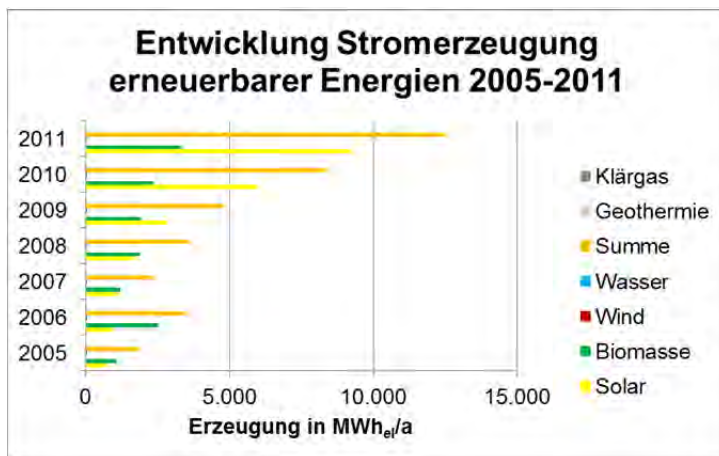


Abbildung 11: Stromerzeugung aus regenerativen Energien 2005 – 2011

Quelle: Bayernwerk AG 2013

Insgesamt stellt Geisenhausen im Jahr 2011 bereits 73 % seines Gesamtstrombedarfs (ca. 13 GWh_{el}) durch erneuerbare Energieerzeugungsanlagen im Marktgebiet bereit (vgl. Abbildung 12). Im Vergleich dazu liegt der Anteil der erneuerbaren Energien an der Gesamtstromerzeugung in Bayern im Jahr 2011 bei ca. 29 %, wobei hier die Wasserkraft mit ca. 42 % dominierend ist, gefolgt von Photovoltaik (ca. 28 %) und Biomasse (ca. 26 %). Die Windenergie leistet nur einen geringen Beitrag von ca. 3 % [VGL. BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2013]. Das Ziel der Bundesrepublik, den Anteil der erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2020 auf 35 % zu erhöhen, hat der Stadt Geisenhausen damit bereits heute erreicht. Auch das Ziel Bayerns (bis 2021), den Anteil der Erneuerbaren auf 50 % zu erhöhen hat der Markt Geisenhausen bereits 2011 um 23 %-Punkte übertroffen.

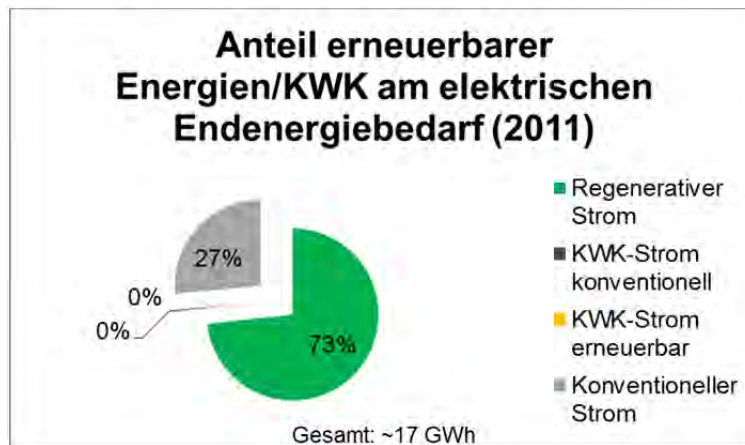


Abbildung 12: Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung 2011

Im Jahr 2012 hat sich sowohl die Anzahl als auch die installierte Leistung und damit die jährliche elektrische Energieerzeugung aus regenerativen Energieerzeugungsanlagen in Geisenhausen nochmals erhöht, sodass 2012 585 Anlagen mit einer Leistung von ca. 12,53 MW_{el} Leistung durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden können. Diese installierte Leistung entsprach nach Angaben der Bayernwerk AG einer elektrischen Arbeit in Höhe von 15.975 MWh_{el}. So konnten im Jahr 2012 bei einem angenommenen konstanten Strombedarf von 17 GWh_{el} bereist 93 % des Bedarfs über das Jahr gemittelt durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden.

2.2.4 Thermischer Endenergiebedarf im Markt Geisenhausen

Über eine von den Kaminkehrermeistern durchgeführte Feuerstättenzählung nach Energieträgern (Erdgas, Heizöl, Pellets etc.) und Leistung sowie mittels der Angaben der Bayernwerk AG bzgl. Stromheizungen und Wärmepumpen, wird der thermische Energiebedarf Geisenhausens ermittelt. Nachfolgend wird mit durchschnittlichen jährlichen Vollbenutzungstunden der Heizsysteme je nach Sektor sowie den Mittelwerten der unterschiedlichen Leistungsklassen gerechnet, um den Gesamtwärmebedarf des Markts zu ermitteln [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK 2011: S. 229].

Der Gesamtwärmebedarf von 121.896 MWh_{th} teilt sich auf die Sektoren private Haushalte (89 %), Gewerbe / Industrie (10 %) sowie kommunale Liegenschaften (1 %) auf (vgl. Abbildung 13).

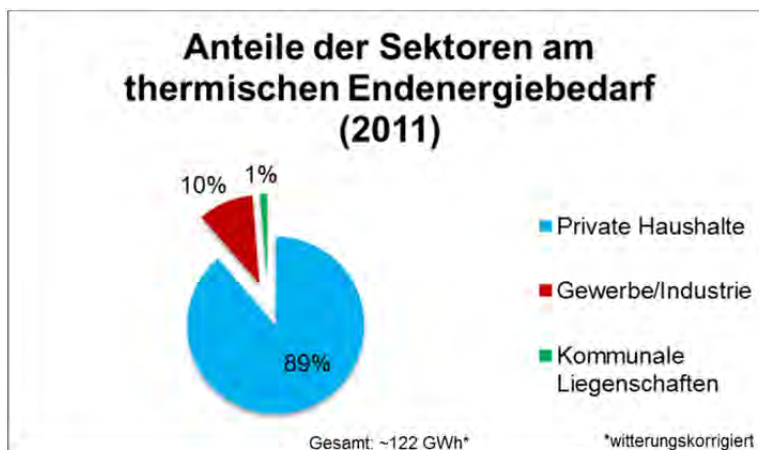


Abbildung 13: Anteile der Sektoren am thermischen Endenergiebedarf 2011

Private Haushalte

Den mit Abstand größten Anteil am thermischen Endenergiebedarf mit 89 % und einem jährlichen Wärmebedarf von ca. 107.985 MWh_{th} hat der Sektor private Haushalte. Wie Abbildung 14 zeigt, wird in Geisenhausen der größte Teil der benötigten Wärmeenergie in privaten Haushalten durch den Energieträger Heizöl 65 % (70.309 MWh_{th}) gedeckt. Es folgen Erdgasheizungen 17 % (18.282 MWh_{th}), Scheitholzheizungen 10 % (10.571 MWh_{th}), Pellets 3 % (2.805 MWh_{th}) sowie Flüssiggas 2 % (1.743 MWh_{el}). Hackschnitzel- und Stromheizungen und Wärmepumpen sowie Solarthermieanlagen stellen jeweils einen Anteil von 1 % an der Wärmebereitstellung dar.

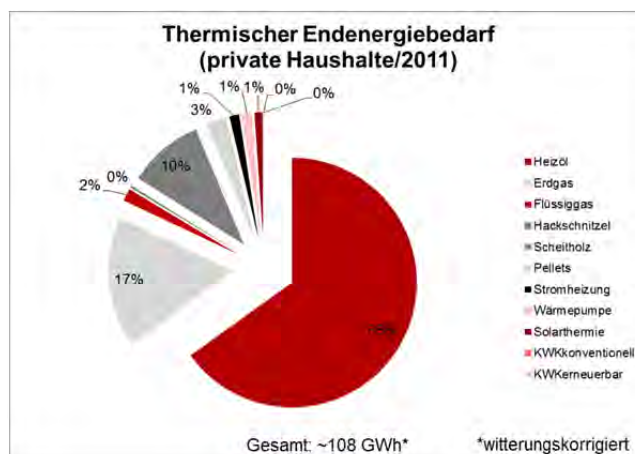


Abbildung 14: Anteile am thermischen Endenergiebedarf im Sektor Private Haushalte 2011

Gewerbe / Industrie

Der Sektor Gewerbe / Industrie benötigt jährlich 12.349 MWh_{th}. Dies entspricht einem Anteil von 10 % am gesamten thermischen Endenergiebedarf der Marktes Geisenhausen. In diesem Sektor wird ebenfalls der größte Teil (57 %) der Wärme (vgl. Abbildung 15) durch Heizöl

betriebene Heizsysteme bereitgestellt. Der Anteil der Erdgasheizungen liegt im Sektor Gewerbe/Industrie mit 29 % deutlich über dem des Sektors private Haushalte. Daneben ist auch erkennbar, dass im Sektor Gewerbe / Industrie bereits ca. 13 % des notwendigen Wärmebedarfs durch den erneuerbaren Energieträger Holz (hauptsächlich Hackschnitzel 9 %) zur Verfügung gestellt wird.

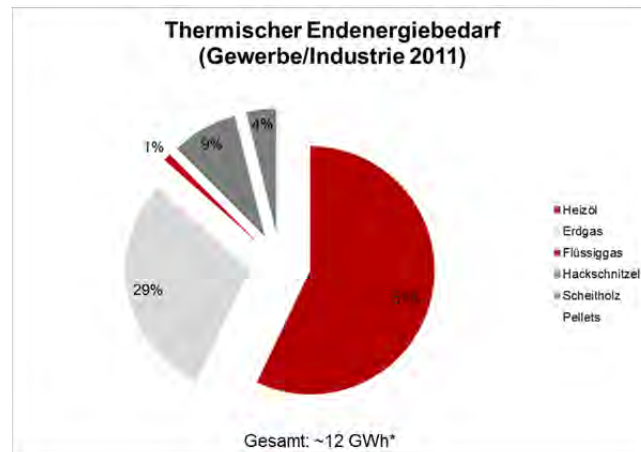


Abbildung 15: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergiebedarf im Sektor Gewerbe / Industrie 2011

Kommunale Liegenschaften

Mit ca. 1 % bzw. 1.668 MWh_{th} Wärmebedarf im Jahr 2011 haben die kommunalen Liegenschaften den geringsten Anteil am gesamten thermischen Endenergiebedarf des Markts Geisenhausen (vgl. Abbildung 16). Diese 1.668 MWh_{th} werden, siehe auch unten stehende Abbildung, bereits zu 61 % mittels regenerativer Energien, d.h. Hackschnitzel, sowie der am Rathaus installierten Wärmepumpe¹³ bereitgestellt. Die restlichen Liegenschaften werden überwiegend mit Erdgas versorgt, wobei in der Kinderkrippe St. Theobald neben einem Erdgasspitzenlastkessel ein BHKW zur gleichzeitigen Wärme- und Stromerzeugung installiert ist. Dass bedeutet, dass hier bereits Primärenergie eingespart wird.

¹³ Die Wärmepumpe wird an dieser Stelle den erneuerbaren Energien hinzugerechnet, da für den Antrieb der Wärmepumpe Ökostrom eingesetzt wird.

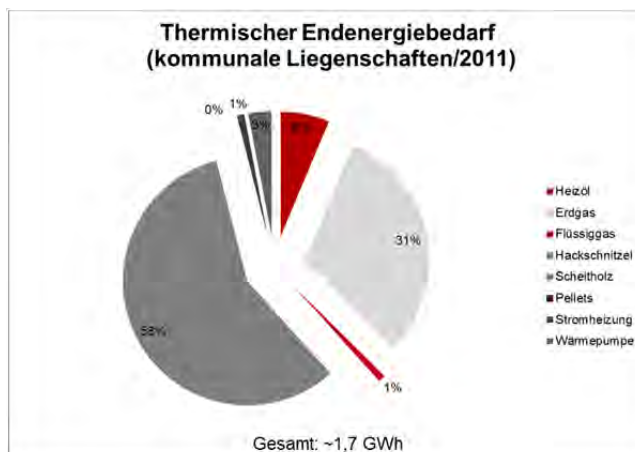


Abbildung 16: Anteil der Energieträger am thermischen Endenergiebedarf der kommunalen Liegenschaften 2011

Wird zusammenfassend der gesamte thermische Endenergiebedarf betrachtet (Abbildung 17), zeigt sich, dass der größte Teil (86 %) dieses thermischen Endenergiebedarfs durch fossile Energieträger gedeckt wird, während nur 14 % durch erneuerbare Energieträger (Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz, Solarthermie) bereitgestellt werden.

Die Wärmepumpe wird in diesem Zusammenhang vollständig¹⁴ dem nicht erneuerbaren Anteil der Wärmebereitstellung hinzugerechnet, da die benötigte Hilfsenergie im Wesentlichen durch fossile Energieträger bereitgestellt wird.

Ziel der Bundesregierung im Bereich der Wärmebereitstellung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energieträger bis zum Jahr 2020 auf 14 % zu erhöhen [VGL. BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (2008): S. 2]. Der Markt Geisenhausen hat dieses Ziel schon 2010 erreicht (vgl. Abbildung 17). Jedoch werden dementsprechend immer noch 86 % der benötigten Wärmeenergie mittels fossiler Energieträger bereitgestellt.

¹⁴ Bis auf die im Rathaus betriebene Wärmepumpe, da nach Angaben des Marktes mit Ökostrom betrieben wird.

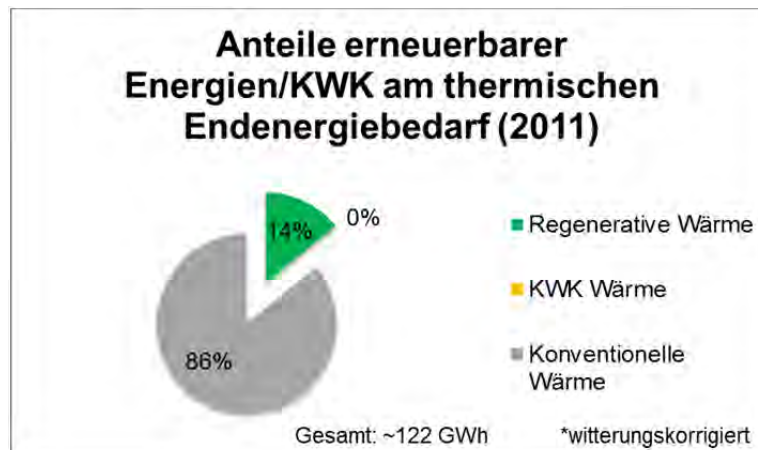


Abbildung 17: Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten thermischen Endenergiebedarf 2011

2.2.5 Mobiler Endenergiebedarf im Markt Geisenhausen

Die Datengrundlage für die Berechnung des mobilen Energiebedarfs sind die Verkehrsdaten, die das Landratsamt Landshut zur Verfügung gestellt hat [VGL. LANDRATSAMT LANDSHUT 2013].

Mittels durchschnittlicher Fahrleistungen pro Jahr für die einzelnen Fahrzeugarten sowie durchschnittlichen Verbräuchen (l/100 km) werden die gesamten Kraftstoffverbräuche in Geisenhausen ermittelt. Die durchschnittlichen Werte der jährlichen Fahrleistungen und Kraftstoffverbräuche werden aus der Studie „Kraftfahrzeugverkehr 2010: Weiteres Wachstum und hohe Bedeutung von Firmenwagen“ des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung e.V. entnommen. Der so ermittelte Gesamtkraftstoffverbrauch in Geisenhausen wird anschließend mittels Umrechnungsfaktoren in den jährlichen mobilen Energiebedarf (MWh) umgerechnet [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2010].

Es ergibt sich ein Gesamtendenergiebedarf im Sektor Verkehr in Höhe von 67.577 MWh, der sich auf die Kraftstoffe Diesel (40.410 MWh), Benzin (26.864 MWh), Erdgas (23 MWh), Flüssiggas (278 MWh) sowie Elektro (3 MWh) verteilt.

Der mobile Gesamtendenergiebedarf teilt sich somit zu 59,8 % auf Dieselantriebe, zu 39,8 % auf Benzinantriebe. Der Anteil der sonstigen Antriebsformen liegt damit unter 1 %.

Die Höhe des mobilen Endenergiebedarfs ist dabei vor allem auf die gemeldeten PKWs (3.830) sowie LKW's (246) in Markt Geisenhausen und dementsprechende hohe Kraftstoffverbräuche / Endenergiebedarfe zurückzuführen. Daneben tragen die in Geisenhausen gemeldeten Sattelzüge (22), Busse (21) sowie Krafträder (507) zu einem Anteil von ca. 27 % zum mobilen Endenergiebedarf bei (vgl. Abbildung 18).

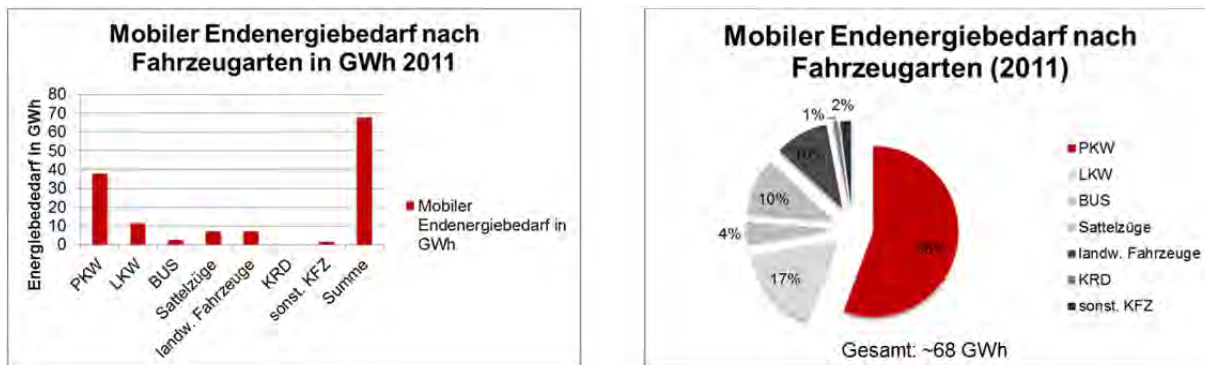


Abbildung 18: Mobiler Endenergiebedarf nach Fahrzeugarten 2011

Um sowohl die Anzahl der gemeldeten PKWs pro Kopf als auch den gesamten mobilen Endenergiebedarf im Markt Geisenhausen einordnen zu können, werden beide Werte in den nachfolgenden zwei Abbildungen sowohl mit dem jeweiligen bayerischen und bundesdeutschen Durchschnitt als auch mit den Werten anderer in der Region angesiedelten Kommunen verglichen. Wird Geisenhausen mit Bayern und der BRD verglichen, wird deutlich, dass der Markt bei den PKWs pro Kopf oberhalb der bayerischen und bundesdeutschen Durchschnittswerte liegt. Im Vergleich zu anderen regionalen Kommunen weist Geisenhausen vergleichbar hohe Werte auf. Wird hingegen der mobile Endenergiebedarf pro Kopf betrachtet, so liegt der Markt Geisenhausen zwar sowohl oberhalb des bundesdeutschen als auch des bayerischen Durchschnittswerts, jedoch im Vergleich mit anderen ländlichen Kommunen ist der Bedarf gering. Denn die Kommunen 2 und 4 sind stadtnah angesiedelt und verfügen daher über eine gute ÖPNV-Anbindungen, weshalb diese beiden Werte entsprechend geringer sein müssen. Dies wiederum ist auf die geringe Anzahl gemeldeter Sattelzüge/LKWs zurückzuführen.

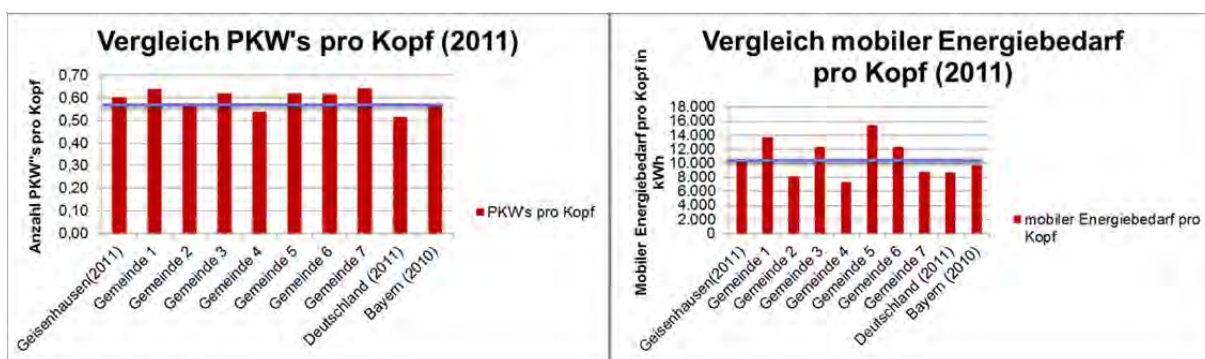


Abbildung 19: Vergleich der PKWs pro Kopf/Vergleich des mobilen Endenergiebedarfs

2.3 Ergebnisse der CO₂-Bilanz

Im Folgenden werden die auf Basis der ermittelten Endenergiebedarfe berechneten CO₂-Emissionen des Markts Geisenhausen dargestellt. Die CO₂-Emissionen werden mit Hilfe spezifischer Emissionsfaktoren (in Abhängigkeit der Endenergiebedarfe) für die jeweiligen Energieträger ermittelt (vgl. Tabelle 4). Die Emissionsfaktoren werden dabei mit der Software GEMIS errechnet [VGL. ÖKO-INSTITUT E.V. 2008] sowie aus Berechnungen des Umweltbundesamtes übernommen, [VGL. ÖKO-INSTITUT E. V. 2008]. Um eine Übersicht über die durch Abfall und Abwasser verursachten Treibhausgasemissionen zu erhalten, wird hierfür mit spezifischen Werten pro Einwohner gerechnet¹⁵. Die beiden Emissionswerte für Abfall und Abwasser sind Bundesdurchschnittswerte, die dem Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ entnommen wurden [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.266 FF].

Energieträger/Technologie	Emissionsfaktoren (g/kWh _{Endenergie}) CO ₂ -Äquivalent
Heizöl	316
Flüssiggas	264
Erdgas	252
Scheitholz	17
Pellets	23
Hackschnitzel	23
Bundesstrommix 2010	566
Photovoltaik	69
Biogas	234
Wasserkraft	4
Abfall/Abwasser	Emissionsfaktoren (t/EW) CO ₂ -Äquivalent
Abfall	0,09
Abwasser	0,03

Tabelle 4: Emissionsfaktoren unterschiedlicher Energieträger in g/kWh bzw. t/EW

Quelle: ÖKO-INSTITUT E.V. 2008, UMWELTBUNDESAMT 2012: S. 1,
DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.266 FF

¹⁵ Hierbei handelt es sich um bundesweite Durchschnittswerte, die aus dem nationalen Treibhausinventar gebildet werden, d.h. hier gilt das Inländerprinzip [DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.266 FF].

Nachfolgend werden die jährlichen CO₂-Emissionen der einzelnen Sektoren sowie die Verteilung der Gesamtemissionen auf die vier verschiedenen Sektoren und der ermittelte pro Kopf CO₂-Ausstoß in Geisenhausen dargestellt.

2.3.1 Private Haushalte

Im Sektor private Haushalte werden gemäß der Endenergiebilanz im Jahr 2011 8.313 MWh_{el} sowie 107.985 MWh_{th} Endenergie benötigt. Daraus ergeben sich, unter Anwendung der Primärenergiefaktoren sowie der obigen Emissionsfaktoren, ein jährlicher Primärenergiebedarf im Sektor private Haushalte in Höhe von 112.591 MWh und ein entsprechender jährlicher CO₂-Ausstoß in Höhe von 31.327 t, berechnet auf Basis des bundesdeutschen Strommix (vgl. Abbildung 20). Der größte Teil der Emissionen wird durch die Wärmeerzeugung durch Heizöl bzw. Erdgas verursacht.

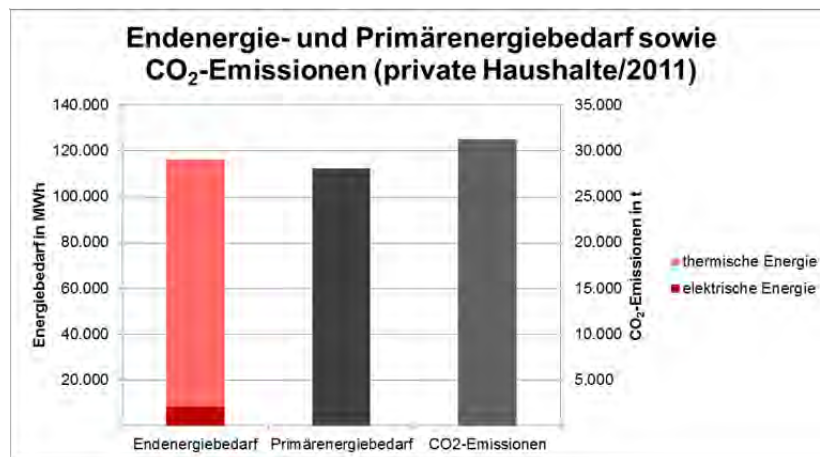


Abbildung 20: Endenergie- und Primärenergiebedarf in MWh sowie CO₂-Emissionen im Sektor private Haushalte in t/a 2011

2.3.2 Gewerbe / Industrie

Der Sektor Gewerbe / Industrie benötigt pro Jahr 7.845 MWh_{el} und 12.349 MWh_{th}. Dies entspricht einem jährlichen Primärenergiebedarf in diesem Sektor von 17.961 MWh. Daraus ergeben sich wiederum jährliche CO₂-Emissionen in Höhe von 5.149 t. Die CO₂-Emissionen werden in diesem Sektor v.a. durch die Wärmeerzeugung durch Erdgas und Heizöl verursacht.

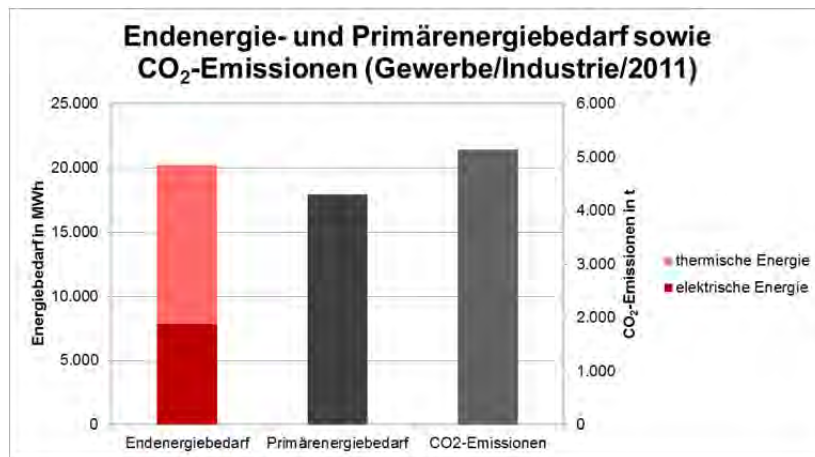


Abbildung 21: Endenergie- und Primärenergiebedarf in MWh sowie CO₂-Emissionen im Sektor Gewerbe in t/a 2011

2.3.3 Kommunale Liegenschaften

Im Sektor kommunale Liegenschaften liegt der jährliche Endenergiebedarf bei 966 MWh_{el}¹⁶ und bei 1.562 MWh_{th}, woraus sich ein jährlicher Primärenergiebedarf in Höhe von 1.622 MWh ergibt. Die jährlichen CO₂-Emissionen können somit mit 435 t beziffert werden und sind im Vergleich zu den Sektoren private Haushalte und Gewerbe / Industrie erwartungsgemäß gering (vgl. Abbildung 22). Dabei werden durch die Wärmebereitstellung durch Erdgas die größten CO₂-Emissionen verursacht.

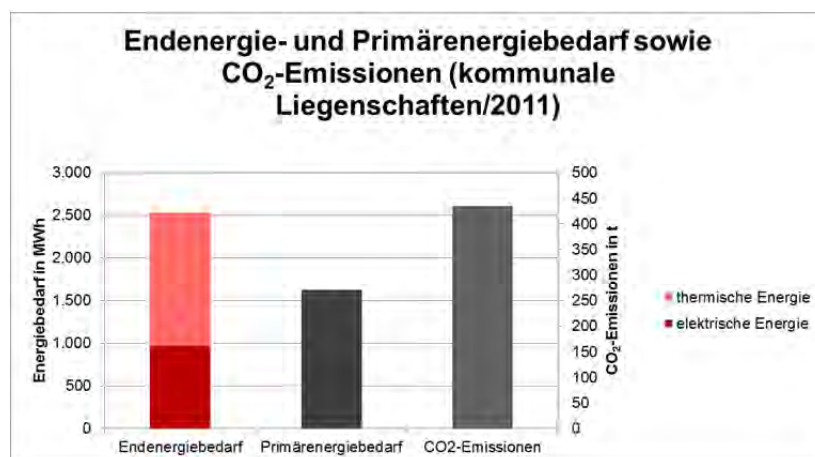


Abbildung 22: Endenergie- und Primärenergiebedarf in MWh sowie CO₂-Emissionen im Sektor kommunale Liegenschaften in t/a 2011

¹⁶ Im Strombedarf der kommunalen Liegenschaften ist an dieser Stelle auch der Strombedarf für die Straßenbeleuchtung Geisenhausens enthalten.

2.3.4 Verkehr

Der Sektor Verkehr benötigt jährlich eine Endenergiemenge in Höhe von 67.577 MWh, was einem jährlichen Primärenergiebedarf von 77.558 MWh entspricht. Die jährlichen Emissionen betragen daher 21.090 t (vgl. Abbildung 23).

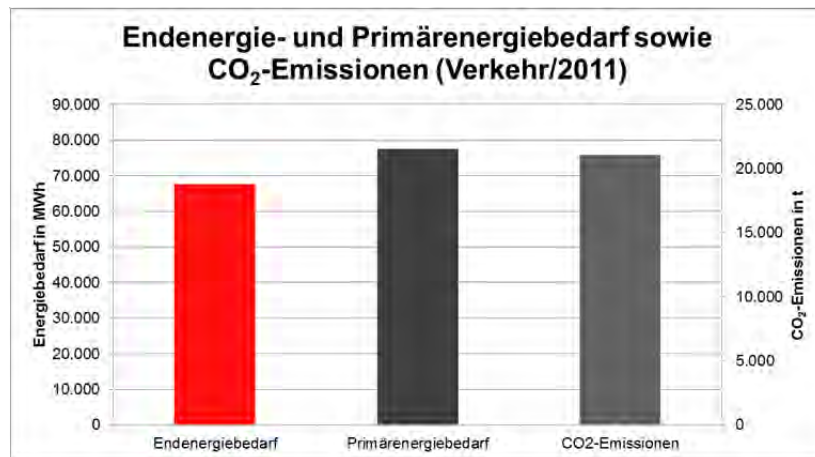


Abbildung 23: Endenergie- und Primärenergiebedarf in MWh sowie CO₂-Emissionen im Sektor Verkehr in t/a 2011

2.3.5 Abwasser und Abfall

Anhand der CO₂-Äquivalente pro Einwohner aus dem Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ können die jährlichen Emissionen im Bereich Abwasser/Abfall ermittelt werden. Sie betragen 188 t im Bereich Abwasser. Analog lassen sich die CO₂-Emissionen im Bereich Abfall mit 595 t beziffern. Beides ist in obigen Abbildungen bereits anteilig auf die Sektoren (private Haushalte, Gewerbe/Industrie sowie kommunale Liegenschaften) verteilt worden.

2.3.6 Zusammenfassung

Insgesamt wird somit in Geisenhausen im Jahr 2011 ein Endenergiebedarf in Höhe von 206.597 MWh verursacht. Dies wiederum entspricht auf Grund des hohen Anteils erneuerbarer Energieträger einem Primärenergiebedarf von 209.732 MWh und gesamten CO₂-Emissionen in Höhe von 58.001 t (siehe Abbildung 24).

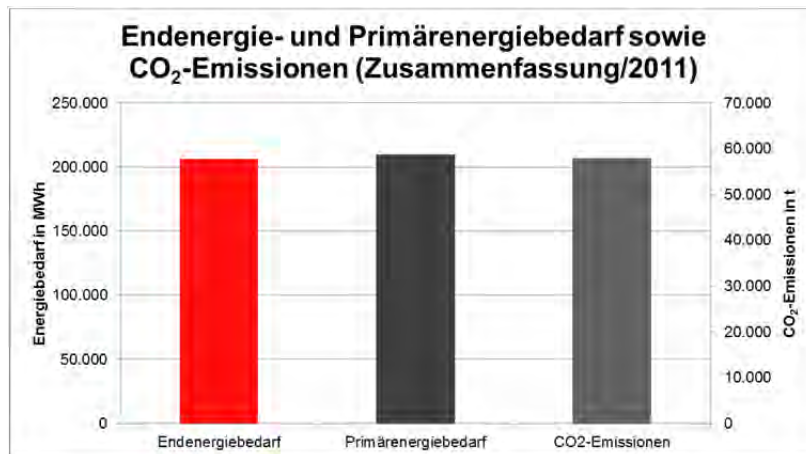


Abbildung 24: Endenergie- und Primärenergiebedarf in MWh sowie CO₂-Emissionen in t/a 201 in des Marktes Geisenhausen

2.3.7 CO₂-Emissionen nach Sektoren

Entsprechend obiger Ausführungen zu den jährlichen CO₂-Emissionen der einzelnen Sektoren können die gesamten jährlichen CO₂-Emissionen des Marktes Geisenhausen mit 58.001 t quantifiziert werden. Wie aus unten stehender Abbildung 25 ersichtlich wird, hat der Sektor private Haushalte mit 53 % den größten Anteil an den gesamten CO₂-Emissionen, es folgen der Sektor Verkehr mit einem Anteil von 36 % sowie der Sektor Gewerbe / Industrie (9 %) und kommunale Liegenschaften (1 %). Abfall und Abwasser haben zusammen einen Anteil von 1 % an den gesamten CO₂-Emissionen des Marktes.

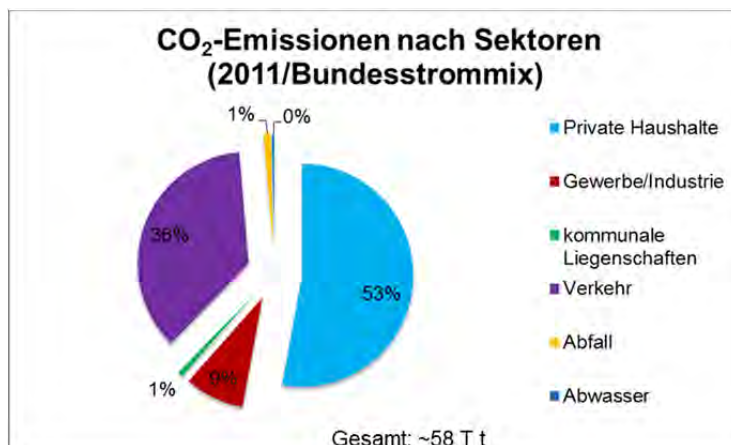


Abbildung 25: Verteilung der jährlichen CO₂-Emissionen auf die einzelnen Sektoren 2011

Gemäß der Einwohnerzahl (6.471) aus dem Jahr 2011 liegt der pro Kopf CO₂-Ausstoß im Jahr 2011 somit bei ca. 9 t.

Abbildung 26 zeigt den Anteil der einzelnen Energieträger an den gesamten pro Kopf CO₂-Emissionen in Geisenhausen. Durch die Verbrennung von Heizöl wird dabei mit pro Kopf CO₂-Emissionen in Höhe von ca. 3,8 t der größte Anteil (42 %) an den gesamten pro Kopf CO₂-Emissionen Geisenhausens verursacht, was aufgrund der Endenergiebilanz nicht weiter verwunderlich ist. Daneben beeinflussen vor allem die durch die Verbrennung von Diesel/Benzin (ca. 3,3 t) hervorgerufenen Emissionen die Höhe der pro Kopf Emissionen mit einem Anteil von ca. 36 % entscheidend.

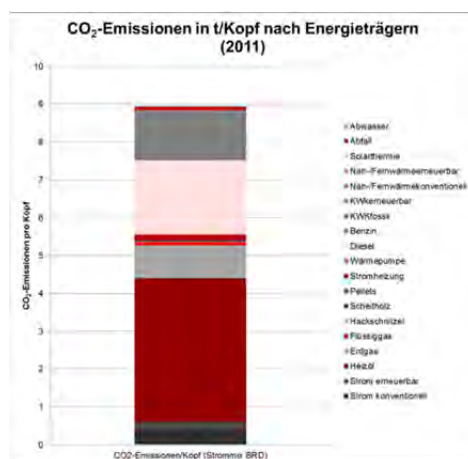


Abbildung 26: CO₂-Emissionen nach Energieträgern in t/Kopf 2011

Der bundesdeutsche Durchschnitt der CO₂-Emissionen liegt bei 11,2 t/Kopf und Einwohner [VGL. UMWELTBUNDESAMT 2013_B] (vgl. Abbildung 27, gelber Balken). Wird der CO₂ Ausstoß

pro Kopf des Markts Geisenhausen mit dem bundesdeutschen pro Kopf Ausstoß verglichen, fällt auf, dass dieser Wert (9 t/Kopf) um ca. 2,2 t/Kopf unterhalb des Niveaus Deutschlands liegt (vgl. Abbildung 27, blau schraffierter Balken/Geisenhausen Strommix Deutschland).

Der bayerische Durchschnitt der CO₂-Emissionen liegt derzeit bei ca. 7,4 t/Kopf¹⁷ und Einwohner [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG 2013] (vgl. Abbildung 27, blauer Balken). Wird der Emissionsfaktor für den bayerischen Strommix an Stelle des bundesdeutschen verwendet, so verringern sich die CO₂-Emissionen pro Kopf in Geisenhausen nur auf ca. 8,6 t, da der Anteil des konventionellen Stroms jedoch bereits relativ gering ist (27 %) und daher eine Verbesserung des Emissionsfaktors „Strom“ nur geringe Auswirkungen hat. Der CO₂ Ausstoß pro Kopf des Markts Geisenhausen liegt jedoch oberhalb des bayerischen Durchschnitts (vgl. Abbildung 27, gelb schraffierter Balken/Geisenhausen Strommix Deutschland).

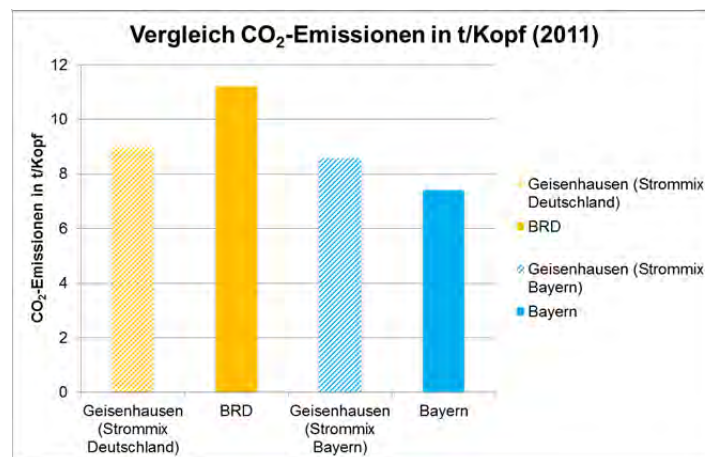


Abbildung 27: CO₂-Emissionen pro Kopf in Geisenhausen im Vergleich mit Bayern/BRD

Die Differenz sowohl zwischen den bundesdeutschen und den bayerischen pro Kopf Emissionen als auch zwischen dem pro Kopf Emissionen Geisenhausen (Strommix Deutschland/Strommix Bayern) erklärt sich durch den verwendeten Emissionsfaktor: bei der Erstellung der Bilanz für Geisenhausen wird der Emissionsfaktor für den bundesdeutschen Strommix verwendet und nicht der für den bayerischen Strommix. Der bayerische Emissionsfaktor ist aufgrund des hohen Anteils an Kernenergie sowie des im Vergleich zum Bundesdurchschnitt hohen Anteils an erneuerbaren Energien niedriger. Der Markt Geisenhausen emittiert pro Kopf demnach ca. 40 % mehr CO₂ als der bayerische Durchschnitt. Dies ist vor allem auf den erhöhten Wärmebedarf pro Kopf in Geisenhausen, der um 27 % oberhalb des bayerischen pro Kopf Wärmebedarfs liegt, zurückzuführen.

¹⁷ Bezogen auf CO₂-Äquivalent.

Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Gesamtstromerzeugung wirkt sich positiv auf die gesamten CO₂-Emissionen des Markts Geisenhausen aus. Durch die installierten erneuerbaren Energien Erzeugungsanlagen im Marktgebiet konnten bisher insgesamt jährlich ca. 10.600 t CO₂-Emissionen in Geisenhausen vermieden werden.

Um die Folgen und Risiken des Klimawandels zu begrenzen, ist es notwendig einen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur über 2 Grad Celsius zu vermeiden [VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT 2009]. Dazu müssen die pro Kopf CO₂-Emissionen langfristig auf weniger als 2,5 t CO₂ pro Kopf und Jahr gesenkt werden [VGL. KLIMAWANDEL UND KOMMUNEN 2011: S. 5]. Für Geisenhausen würde dies bedeuten, dass der aktuelle pro Kopf CO₂-Austoß (9 t /Kopf) um ca. 72 % reduziert werden muss.

3. Erstellung eines Wärmekatasters für den Markt Geisenhausen

Grundsätzlich bietet eine Nahwärmeverbundlösung („Wärmenetz“) die Möglichkeit, über ein zentrales Kraftwerk (Heizzentrale) Wärme zu erzeugen und von dort an die Endverbraucher zu verteilen. In Kommunen, in denen auch in den Sommermonaten Wärme in zumindest gewissen Mengen benötigt wird, können Wärmenetze eine wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Möglichkeit darstellen. Wichtig ist es, hierbei zu berücksichtigen, dass ein mögliches Wärmenetz nicht nur unter den heute gegebenen Nachfragestrukturen ökologisch und ökonomisch zielführend sein sollte, sondern diese Eigenschaften insbesondere auch unter Berücksichtigung eines sinkenden Wärmebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen aufweisen sollte.

Ziel dieses Kapitels ist es, mittels errechneter Wärmebedarfe (Basis Daten Markt Geisenhausen, vgl. Kapitel 2.1.2), für den Markt Geisenhausen eine Wärmedichtekarte / eine Wärmebelegungs-dichtekarte des Marktgebiets zu erstellen, um abschätzen zu können, in welchen Siedlungsgebieten ein Nahwärmenetz sinnvoll sein könnte.

Deshalb werden im Folgenden die aktuellen und künftigen Wärmebedarfe für die vorab definierten Bearbeitungsraster berechnet und bewertet.

3.1 Einteilung des Markts Geisenhausen in Bearbeitungsraster

In einem ersten Schritt wird der Markt Geisenhausen in verschiedene Bearbeitungsraster eingeteilt. Diese Einteilung erfolgt mit Hilfe der vom Markt zur Verfügung gestellten Aufstellung der in Geisenhausen existierenden Bebauungspläne bzw. im Ortskern an Hand der Zusammenfassung nach Straßenzügen gemäß den Angaben von Frau Vogl (Bauamt Geisenhausen). Den Rastern wurden daher die Namen der vorliegenden Bebauungspläne gegeben.

Dementsprechend können folgende 45 Bearbeitungsraster benannt werden:

An der Irlacher Straße; An der Salksdorfer Straße; Brunnfeld; Brunnfeld I ; Feldkirchen; Fimbacher Feld; Geisenhausen Ost; Gewerbegebiet Kreuzfeld; Grandauer Berg; Hopfengarten; Kreuzfeld-Erweiterung; Kreuzfeld-Erweiterung II; Kreuzfeld-Erweiterung III/IV; Kreuzfeld-Erweiterung IV; Lindenstraße-Lockerlgasse; Östlich der Salksdorfer Straße; Pfarrfeld; Pfarrfeld-Erweiterung; Poststraße; Theobaldsbreite; Theobaldshöhe; Theobaldshöhe-Süd; Ziegeleigelande; Frontenhausener Str., Vilsbiburger Str.; Bahnhofstr., Hauptstr., Altfraunhofener Str.; Salksdorfer-, Frontenhausener-, Martin-Zeiler-Str.; Martinstr., Lochhamer Str., Ludwigstr.; Blumenstraße; Poststr., Parkweg; Seniorenwohnheim; Vilsbiburgerstr., Hauptstr.;

Schulzentrum; Vilsbiburgerstr, Theobald; Westersbergham; Johannesbergham; Rebensdorf; Diemannskirchen; Helmsdorf; Helmsau; Salksdorf; Vogelsang; Fimbach; Hörlikam; Vils; Holzhausen;

Für die Gebäude im Außenbereich des Markts Geisenhausen müssen separate, dezentrale Lösungen gefunden werden.

Nachfolgende Abbildung 28 zeigt die Einteilung des Markts Geisenhausen in Bearbeitungsraster.

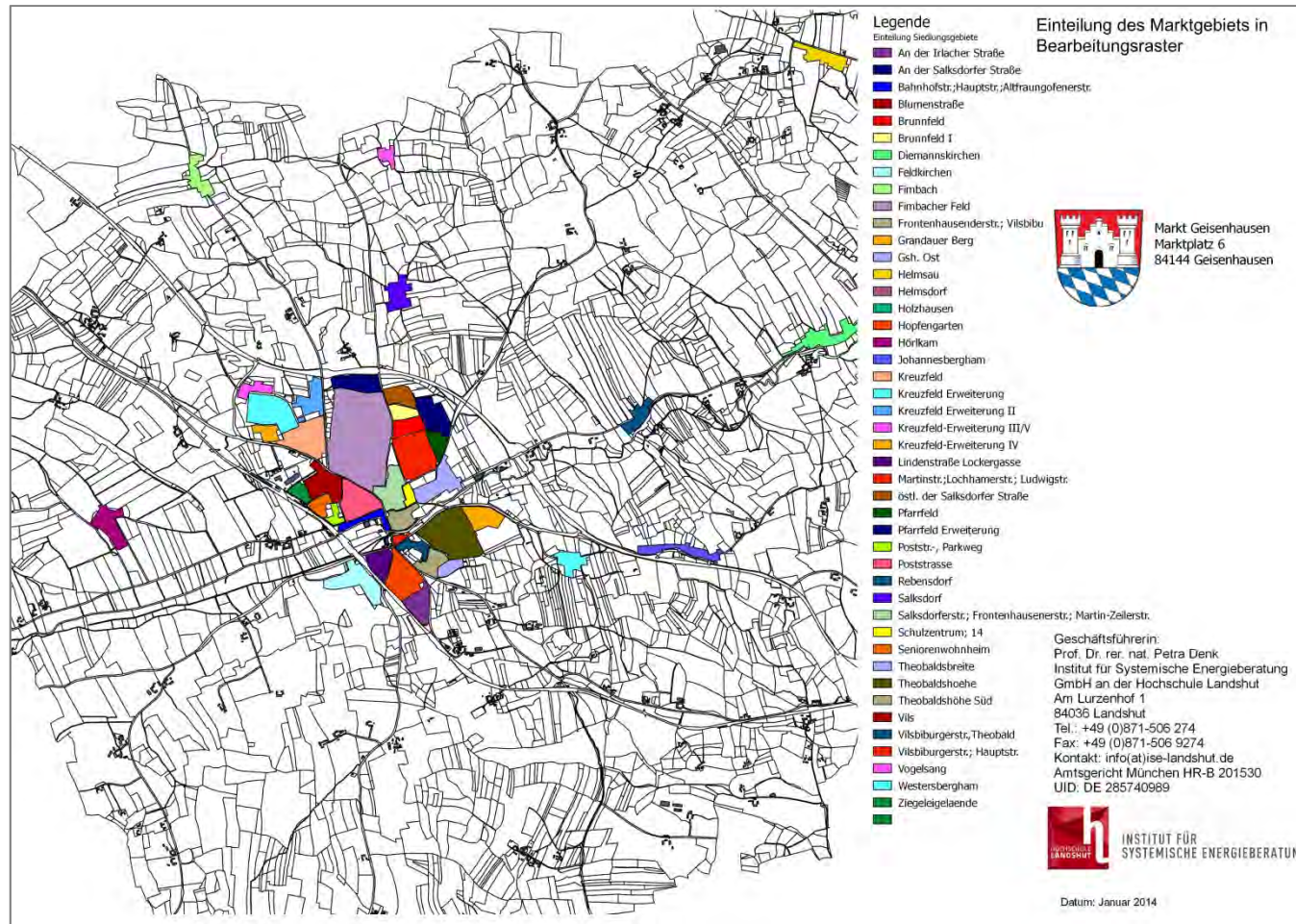


Abbildung 28: Einteilung des Markts Geisenhausen in Bearbeitungsraster

3.2 Wärmebedarfsermittlung der einzelnen Bearbeitungsraster

Ein erstes Kriterium für die Ermittlung des Potenzials von Nahwärmenetzen in den einzelnen Siedlungsgebieten ist der Wärmebedarf pro Siedlungsfläche, die so genannte Wärmedichte (:=Wärmebedarf/(ha *a)). Je größer diese ist, umso besser sind die Bedingungen zur zentralen Versorgung des Gebietes über ein Nahwärmenetz. Somit eignen sich eher kompakt bebaute Gebiete als weitläufige Siedlungen.

Die Siedlungsfläche anhand der Bebauungspläne kennend, muss nun der Wärmebedarf ermittelt werden.

Der Gesamtwärmebedarf pro Gebäude in kWh/a wird gemäß der nachfolgenden Formel berechnet [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011: S.21]:

$$Q_{GWB} = (q_{HWP} + q_{BWB} - q_{SA}) * EB + Q_{PW} \quad \text{mit}$$

- Q_{GWB} : Gesamtwärmebedarf pro Gebäude (kWh_{th}/m^2*a)
- q_{HWP} : spezifischer Heizwärmebedarf ($kWh_{th}/(m^2*a)$)
- q_{BWB} : spezifischer Brauchwasserbedarf ($kWh_{th}/(m^2*a)$)
- q_{SA} : spezifischer Abschlag für Sanierung ($kWh_{th}/(m^2*a)$)
- Q_{PW} : Prozesswärmebedarf im Fall von Industriebetrieben, wird hier nicht weiter berücksichtigt
- EB: Energiebezugsfläche in m^2

Die zu ermittelnde Wärmedichte hängt von den nachfolgenden Kriterien ab:

- der Art und Weise der Bebauung (Gebäudetyp, z.B. Einfamilienhaus oder Mehrfamilienhaus)
- der Anzahl der Gebäude pro Flächeneinheit
- dem spezifischen Gesamtwärmebedarf der Gebäude in $kWh/(m^2*a)$, der wiederum von der Güte der Wärmedämmung abhängt.

Von diesen benannten Faktoren ist nur der Dritte kurz- bis mittelfristig beeinflussbar, denn dieser kann sich durch Sanierungsmaßnahmen innerhalb eines Siedlungsgebiets erheblich verändern. Daher werden auch Szenarien dargestellt, wie sich der Wärmebedarf in Abhängigkeit eines unterstellten Sanierungszyklus verändert.

Die erforderlichen Daten zur Berechnung des Wärmebedarfs bzw. der Wärmedichten sind somit:

- der Gebäudetyp,
- das Baualter,
- die Gesamtfläche,
- die spezifischen Werte für den Heizwärmebedarf und den Brauchwasserbedarf nach Baualtersklassen
- die Kenntnis über bereits durchgeführte Sanierungsmaßnahmen
- die Flächengrößen der Siedlungsgebiete.

Die Daten der spezifischen Heizwärmebedarfswerte in ($\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$) sowie der spezifischen Brauchwasserbedarfswerte in ($\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$) nach den Baualtersklassen (A-J) und die Sanierungsabschläge in ($\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{Jahr})$) werden aus dem „Leitfaden Energienutzungsplan“ entnommen. Der angenommene Sanierungsabschlag wird bei all jenen Siedlungsgebieten, in denen eine Sanierung gemäß Sanierungszyklus (45 Jahre) bereits durchgeführt worden sein sollte bzw. bei der Berechnung der Wärmedichten für 2021 und 2030 turnusmäßig anfallen sollte, angesetzt.

Hinsichtlich des Gebäudetyps gibt es nach Angaben des Markts Geisenhausen vorwiegend Einfamilienhäuser (EFH), Reihenhäuser (RH) sowie einige Mehrfamilienhäuser (MFH) und große Mehrfamilienhäuser (GMH) [VGL. MARKT GEISENHAUSEN 2012]. Für die Energiebezugsflächen der einzelnen Gebäudetypen wird auf die Angaben der Tabula Studie des Instituts für Wohnen und Umwelt zurückgegriffen. Die Baualtersklassen werden aus dem Inkrafttreten der jeweiligen Bebauungspläne abgeleitet bzw. den Angaben des Marktes zu den Bauungszeiträumen in den einzelnen Bearbeitungsraster / Siedlungsgebieten entnommen. Die Anzahl der Gebäude in den einzelnen Gebieten sowie die Größen der einzelnen Bearbeitungsraster werden mittels Geoinformationssystem (GIS) ermittelt bzw. aus der Datenerfassung des Markts Geisenhausen herausgelesen und mittels GIS überprüft und angepasst.

In Abbildung 29 werden die Wärmedichten (IST) des Markts Geisenhausen nach Bearbeitungsraster / Siedlungsgebieten dargestellt. Bei den 16 gelb markierten Gebieten ist die Wärmebedarfsdichte kleiner $150 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$. Aktuell haben 14 Siedlungsgebiete eine Wärmedichte zwischen $150 - 300 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$, fünf liegen zwischen $300 - 450 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$, weitere sechs zwischen $450-600 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und je ein Gebiet besitzt eine Wärmedichte zwischen $750-900 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ bzw. $>900 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$.

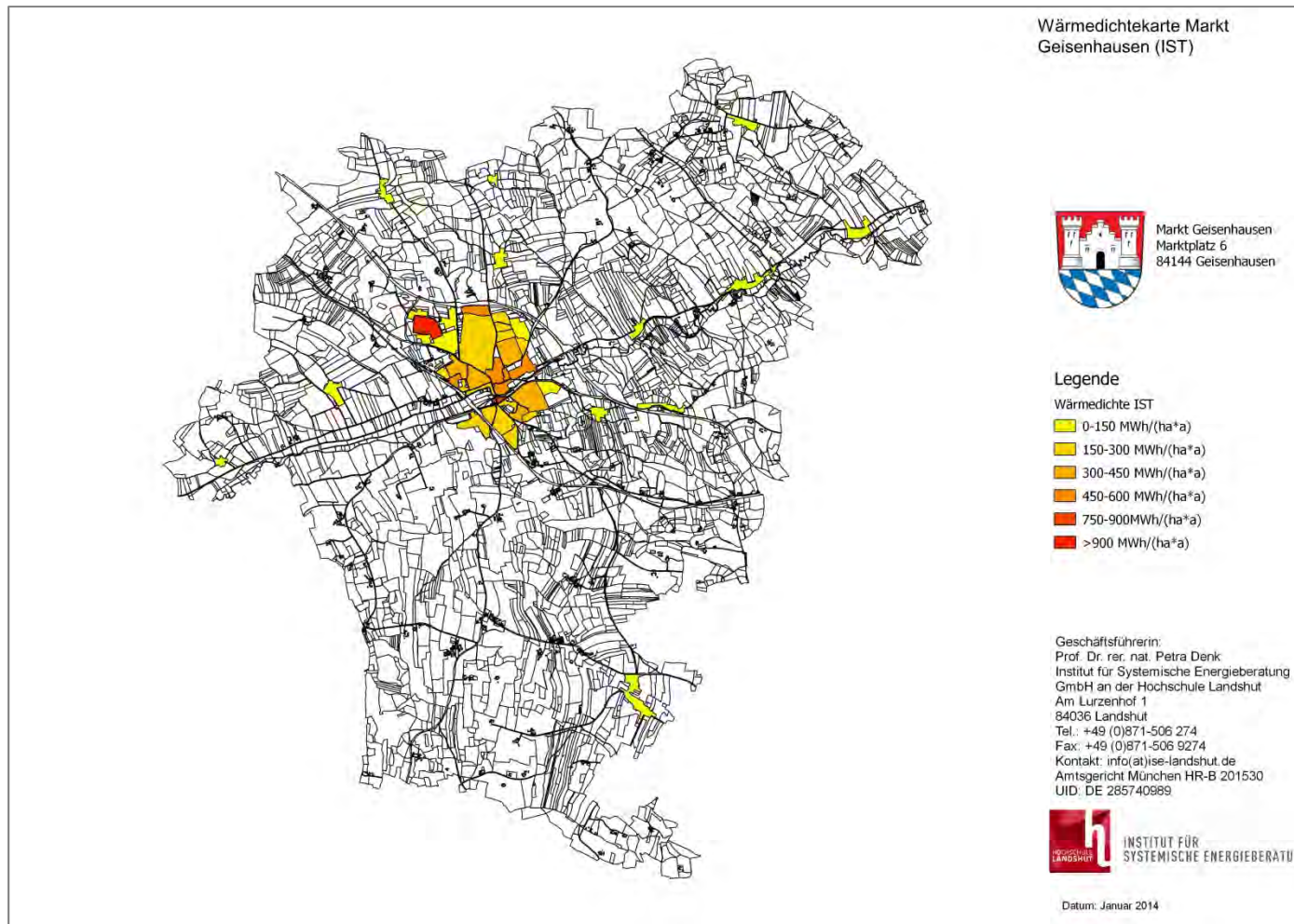


Abbildung 29: Wärmedichten IST der Siedlungsgebiete in Geisenhausen

3.3 Potenzialgebiet für Nahwärmeverbundlösungen

Um abschätzen zu können, ob eine Nahwärmeverbundlösung ökonomisch vertretbar ist, spielen Kennzahlen wie die Wärmedichte eine wesentliche Rolle. In der Literatur wird oftmals zur groben Orientierung ein erster Schwellenwert in Höhe von $150 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ angegeben [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT U.A. 2011: S.48]. Allerdings ist dieser Schwellenwert stark abhängig von etwaigen Förderungen, den Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit, Annahmen für die Zukunft etc.. Generell kann jedoch davon ausgegangen werden, dass Wärmenetze unter $150 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ohne entsprechend große Förderung nicht wirtschaftlich zu betreiben sind. In Geisenhausen liegen (IST) 27 Siedlungsgebiete mit einer Wärmedichte $> 150 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ vor (vgl. Abbildung 29).

Die gelb markierten Gebiete haben eine Wärmebedarfsdichte kleiner $150 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und liegen somit unter dem angenommenen ersten Schwellenwert.

Um abschätzen zu können, ob in den 25 Siedlungsgebieten mit einer Wärmedichte größer $150 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ ein Wärmenetz Sinn machen könnte, werden Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen auf den zukünftigen Wärmebedarf analysiert. Dies geschieht mit Hilfe eines Zukunftsszenarios, in dem Sanierungsraten berücksichtigt werden. Für die Szenarioberechnung bis 2021 / 2030 wird ein Sanierungszyklus von 45 Jahren angenommen. Die zukünftigen Gesamtwärmebedarfe pro Haus bzw. die künftigen Wärmebedarfsdichten pro Siedlungsgebiet werden dabei ermittelt, indem der IST-Wärmebedarf um einen Abschlag reduziert wird. Dieser Abschlag reflektiert das durch eine Vollsanierung des Gebäudes durchschnittliche mögliche Einsparpotenzial thermischer Energie [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT U.A. 2011: S.107].

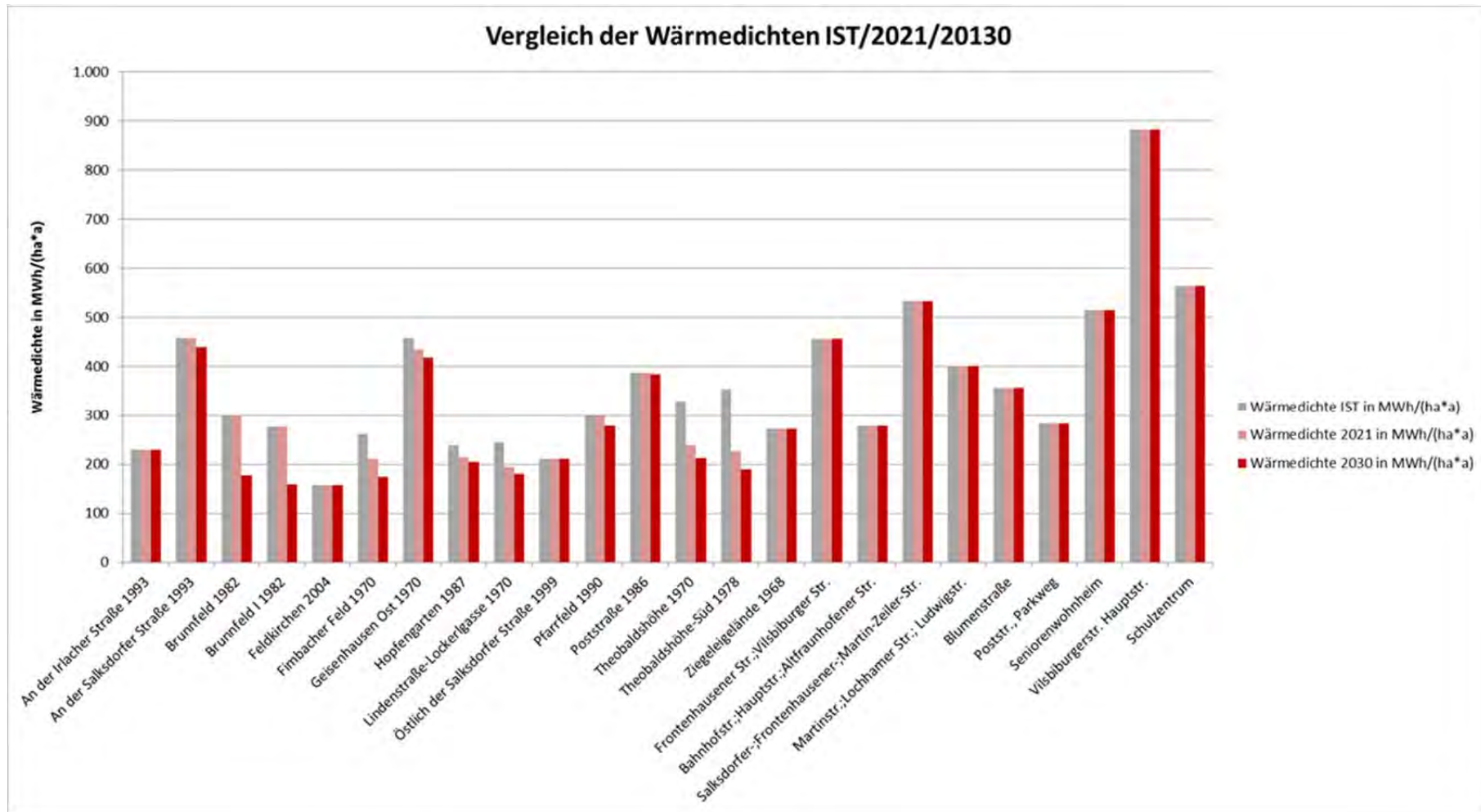


Abbildung 30: Vergleich der Wärmebedarfsdichten IST / 2021 / 2030

Wie in Abbildung 30 ersichtlich, reduzieren sich die Wärmedichten einzelner Siedlungsgebiete durch Sanierungsmaßnahmen bis 2021 / 2030 zum Teil deutlich. Dennoch haben von den aktuell 27 Siedlungsgebieten mit einem IST-Wärmebedarf größer $150 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ in 2021 noch immer 26 eine Wärmedichte oberhalb dieses Schwellenwert.

Im Jahr 2030 gibt es in Geisenhausen unter den angenommenen Bedingungen 24 der 45 Gebiete, die eine Wärmedichte $> 150 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ haben.

Neben der Wärmedichte gibt die Wärmebelegungsdichte in $\text{MWh}_{\text{th}}/(\text{m} \cdot \text{a})$ einen weiteren Hinweis zur wirtschaftlichen Umsetzung von Nahwärmeverbundlösungen. Den Angaben aus der Literatur folgend sollte dieser Wert bei ca. $1,2\text{-}1,5 \text{ MWh}/(\text{m} \cdot \text{a})$ liegen [VGL. JÜRGEN KARL 2012: S. 409; LEUCHTWEIS CHRISTIAN 2009]. Die Wärmebelegungsdichten wurden für die 45 Bearbeitungsraster des Markts Geisenhausen mittels eines fiktiv verlegten Nahwärmenetzes berechnet.

Nachfolgende Abbildung 31 zeigt die ermittelten Wärmebelegungsdichten (IST) der 45 Bearbeitungsraster des Markts Geisenhausen. Aktuell liegen dementsprechend sieben der 45 Bearbeitungsraster oberhalb des Schwellenwerts ($1,5 \text{ MWh}/(\text{m} \cdot \text{a})$).

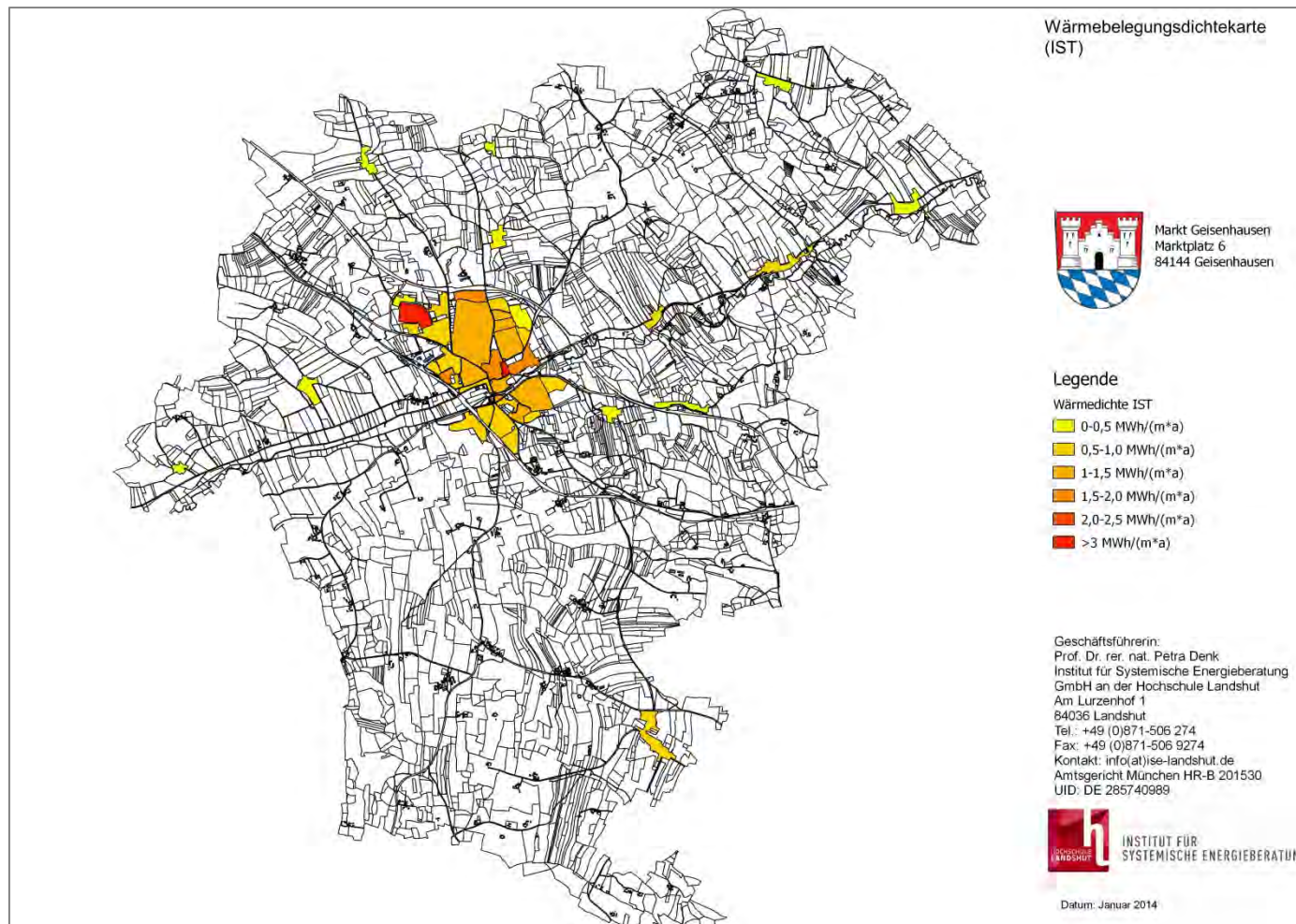


Abbildung 31: Wärmebelegungs-dichtekarte (IST) Markt Geisenhausen

Nachfolgende Abbildung 32 zeigt die Entwicklung der Wärmebelegungsichte für die sechs¹⁸ Gebiete Geisenhausens oberhalb des genannten Schwellenwerts.



Abbildung 32: Wärmebelegungsichten der sechs Gebiete oberhalb des Schwellenwerts

Die sechs Bearbeitungsraster „An der Salksdorfer Straße“, „Schulzentrum“, „Geisenhausen OST“, „Salksdorfer-, Frontenhausener-, Martin-Zeiler-Str.“, „Vilsbiburgerstraße, Hauptstraße“ und „Seniorenheim“ kommen somit unter Berücksichtigung sowohl der Wärmedichte als auch der Wärmebelegungsichte prinzipiell für die Errichtung einer zentralen Wärmeversorgung in Frage. Gemäß Abbildung 32 besitzen jedoch nur fünf der sechs Gebiete unter Berücksichtigung des angegebenen Sanierungszyklus auch im Jahr 2030 eine Wärmebelegungsichte $>1,5$ MWh/(m²*a).

Wie in Abbildung 33 dargestellt, wird das Siedlungsgebiet „Schulzentrum“ („grün markiert“), bestehend aus Grund- und Mittelschule St. Martin inkl. Sporthallen, bereist heute zentral mittels regenerativer Energie aus einem Hackschnitzelkessel bereitgestellt. Beim rot markierte Gebiet „Salksdorfer Straße“ würde beim angenommenen Sanierungszyklus 2030 eine Wärmebelegungsichte unterhalb des Schwellenwerts aufweisen.

¹⁸ Das Siedlungsgebiet „Kreuzfeld Erweiterung“ bleibt an dieser Stelle unberücksichtigt, da in diesem die Pöschl Tobacco Group der hohe Wärmeverbraucher ist. Eine separate Analyse ist hier sinnvoll.

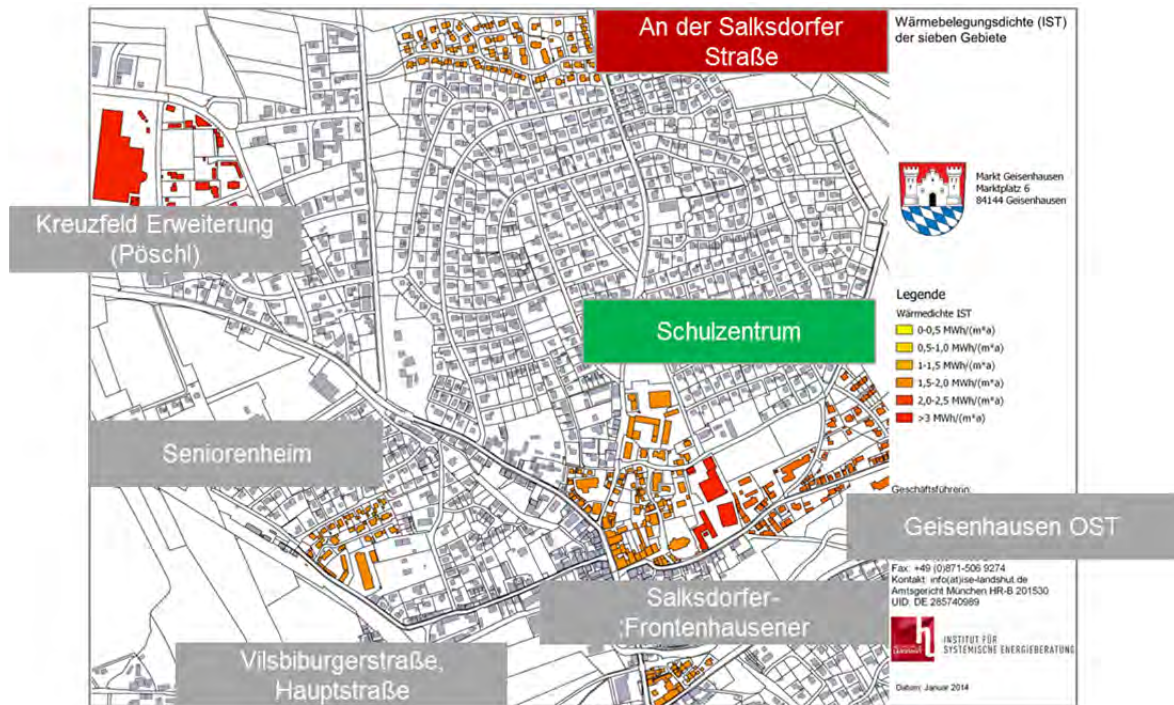


Abbildung 33: Wärmebelegungsichte der sieben (inkl. Pöschl Tobacco Group) Gebiete

Wird die untere Grenze des in der Literatur zitierten Schwellenwerts der Wärmebelegungsichte, also 1,2 MWh/(m²a) angenommen, so würden weitere sieben Gebiete für die Versorgung mittels Nahwärme in Frage kommen (Abbildung 34).



Abbildung 34: Bearbeitungsraster oberhalb des Schwellenwerts 1,2 MWh/(m²a)

Die restlichen Bearbeitungsraster / Siedlungsgebiete liegen unterhalb des Schwellenwerts, weshalb hier angenommen werden kann, dass (großflächige) Nahwärmenetze dort nicht ökonomisch sinnvoll sind. Anders kann es jedoch bei sog. Mirko-Nahwärmenetzen aussehen, bei denen wenige Verbraucher mit hohem thermischem Endenergiebedarf dezentral versorgt werden.

Nach einer Besprechung mit dem Markt werden im nachfolgenden Kapitel vier verschiedene Versorgungsvarianten mittels Nahwärme für die Bearbeitungsraster „Seniorenheim“ sowie „Geisenhausen OST“ sowie eine Kombination aus den Großverbrauchern „Geisenhausen OST“ und „Salksdorferstraße“ an Hand einer ersten Wirtschaftlichkeitsrechnung untersucht und bewertet (siehe Abbildung 35)¹⁹.

- **Berechnung „Seniorenheim“**
- **Berechnung verschiedener Varianten „Geisenhausen Ost“**
 - 1. Versorgung der größten Verbraucher
 - 2. Versorgung der größten Verbraucher inkl. private Haushalte entlang der Trasse
 - 3. Versorgung des gesamten Gebiets „Geisenhausen Ost“
- **Kombination der Gebiete „Geisenhausen Ost“ und „Salksdorferstraße“**
 - 4. Versorgung der größten Verbraucher
 - 5. Versorgung der größten Verbraucher inkl. privater Haushalte entlang der Trasse

Abbildung 35: Varianten für die Detailbetrachtung

Zu diesem Zweck wurden mit Hilfe des zweiten Bürgermeisters Herrn Wolfsecker, möglichst viele, exakte (Ist-) Verbrauchswerte der potenziellen Abnehmer ermittelt.

¹⁹ Ein Gasnetz existiert zwar sowohl in Geisenhausen als auch in den ausgewählten Gebieten, jedoch weder flächendeckend noch lückenlos in den erschlossenen Teilen des Marktes.

4. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Nahwärmenetz

Wie schon in Kapitel 3 erwähnt, sollte ein mögliches Wärmenetz nicht nur unter den heute gegebenen Nachfragestrukturen ökologisch und ökonomisch zielführend sein, sondern diese Eigenschaften insbesondere auch unter Berücksichtigung eines sinkenden Wärmebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen aufweisen.

4.1 Technische Grundlagen

Nachfolgend werden die Technik der möglichen Wärmeerzeugungssysteme und die technischen Daten des möglichen Nahwärmenetzes diskutiert.

4.1.1 Brennwerttechnik

Die Brennwerttechnik ermöglicht es, die im jeweiligen Energieträger enthaltene Energie möglichst optimal zur Erzeugung von Heizwärme auszunutzen. Werden kohlenwasserstoffhaltige Energieträger, wie Erdgas / Heizöl verbrannt, so entsteht zusätzlich Wasserdampf. Bei herkömmlichen Wärmeerzeugern geht die im Wasserdampf enthaltene Energie über das Abgas verloren. Brennwertkessel nutzen diese Energie durch Abkühlung des Wasserdampfes mittels Wärmetauscher (Kondensation) aus und erzielen somit einen höheren Wirkungsgrad im Vergleich zu Niedertemperaturkessel [VGL. BOSCH THERMOTECHNIK GMBH 2013].

Erdgaskessel / Heizölbrennwertkessel werden auf Grund ihrer sehr guten Regelbarkeit zur Deckung der Spitzenlast eingesetzt und können gut mit anderen Wärmeerzeugersystemen kombiniert werden.

4.1.2 Hackschnitzel

Anders als bei fossilen Energieträgern ist der Heizwert des Holzes bzw. der Hackschnitzel schwankend und hängt insbesondere vom Wassergehalt der Hackschnitzel sowie der verwendeten Baumart ab. Je höher der Wassergehalt ist, desto niedriger ist der Heizwert der Hackschnitzel. Dementsprechend ist eine gut belüftete Lagerung zum Trocknen der Hackschnitzel wichtig. Durch die Verwendung gepresster Holzabfälle, der so genannten Pellets, könnte ein konstant hoher Heizwert sichergestellt werden, jedoch sind Pellets im Vergleich zu Hackschnitzel teurer (vgl. Abbildung 36). Pellets sind zudem nässeempfindlich; daher ist die Lagerhaltung aufwendiger als bei Hackschnitzeln.

Aufgrund der geringeren Kosten und der einfacheren Lagerung werden in der nachfolgend wirtschaftlich bewerteten Variante Hackschnitzel als Energieträger verwendet.

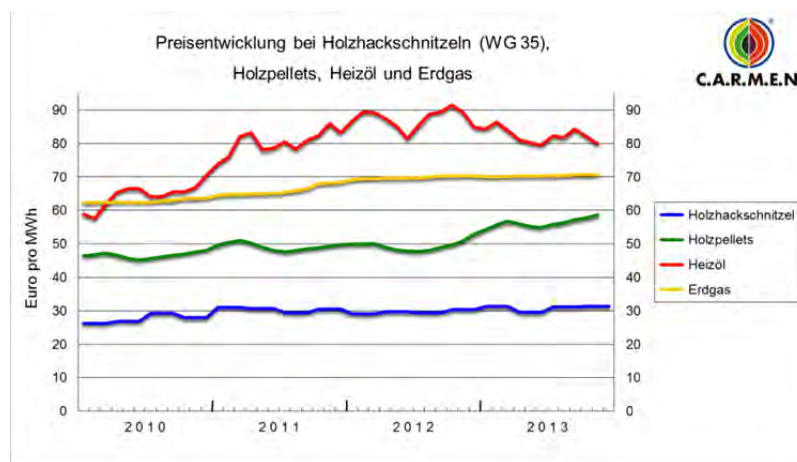


Abbildung 36: Preisentwicklung Hackschnitzel und Pellets im Vergleich

Quelle: CARMEN E.V. 2014

Neben der Gewährleistung eines relativ konstanten Heizwertes dient die Lagerung auch zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit. Nachfolgend wird angenommen, dass der Brennstoff dreimal jährlich angeliefert wird, die entsprechenden Mengen werden in einem hierfür dimensionierten Raum direkt an der Heizzentrale gelagert.

Der Hackschnitzelkessel wird auf Grund seiner schlechten Teillastfähigkeit zur Grundlastabdeckung verwendet, wodurch hohe Volllaststunden erreicht werden können (i.d.R. werden ca. 80 % der Jahresheizarbeit durch den Hackgutkessel abgedeckt). Daher muss neben dem Hackschnitzelkessel ein Spitzenlastkessel zur vollständigen Abdeckung des Wärmebedarfs sowie aus Redundanzgründen installiert werden. Dies geschieht im Allgemeinen durch einen konventionellen Energieträger (Erdgas / Heizöl).

4.1.3 Blockheizkraftwerke

BHKWs sind besonders effizient, da neben der Stromproduktion, auch die durch das Antriebsaggregat erzeugte Abwärme zu Heizzwecken genutzt werden kann. Diese parallele Erzeugung von Wärme und Strom wird Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) genannt.

Der Vorteil des Blockheizkraftwerks gegenüber der getrennten Strom- und Wärmeerzeugung liegt vor allem in der besseren Ausnutzung der eingesetzten Primärenergie. Der Brennstoffausnutzungsgrad liegt bei der KWK bei ca. 85 %, während er sich bei der getrennten Strom- und Wärmeerzeugung bei nur ca. 60 % befindet [JÜRGEN KARL 2012: S. 165]. Um den wirtschaftlichen Betrieb eines BHKWs sicher zu stellen, müssen i.d.R. möglichst lange Laufzeiten im Volllastbetrieb ohne Unterbrechungen erzielt werden. BHKWs ei-

genen sich deshalb, genauso wie der oben beschriebene Hackschnitzelkessel, besonders für die Abdeckung der Grundlast.

Es wird zwischen drei unterschiedliche Betriebsweisen unterschieden, wobei erstere in Bezug auf Nahwärmebereitstellung am sinnvollsten ist:

- Wärmegeführt: Betriebsweise folgt dem Wärmebedarf der Abnehmer.
- Stromgeführt: Betriebsweise folgt dem Ziel möglichst große Mengen Strom zu produzieren, eine ausreichend große Wärmeabnahme steht jederzeit zur Verfügung.
- Kombination aus wärme- und stromgeführt: Beispielsweise für Krankenhäuser interessant, da ein Wärme- und Stromgrundlastbedarf vorhanden ist.

Neben der einmoduligen BHKW-Anlage, könnte die Gesamtleistung auch auf mehrere kleinere Aggregate aufgeteilt werden. Der Vorteil mehrerer Aggregate liegt in der besseren Anpassungsfähigkeit der Erzeugungsleistung an die notwendigen Leistungsanforderungen und in der höheren Verfügbarkeit. Jedoch werden durch mehrmodulige Anlagen auch höhere Investitionskosten und dementsprechend höhere jährliche Wartungskosten verursacht [VGL. ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN ENERGIEVERBRAUCH E.V. O.A.: S. 16 F]. Nachfolgend wird daher von einer einmoduligen BHKW-Anlage ausgegangen.

4.1.4 Holzvergaser

Die Holzvergasertechnik ermöglicht es mittels Biomasse, i.d.R. Hackschnitzel oder Pellets, gleichzeitig elektrische und thermische Energie zu erzeugen. Der gesamte Prozess kann dabei in vier einzelne Schritte eingeteilt werden.

In einem ersten Schritt (Trocknung) wird das in der Biomasse enthaltene Wasser verdampft. Danach werden in der Pyrolyse wesentliche Teile des Holzes in die Gasphase überführt. In der dritten Phase (Oxidation) wird ein Teil des Gases verbrannt, wobei diese Energie für die Schritte 1,2,4 verwendet wird. Im letzten Schritt (Reduktion) entsteht schließlich das Produktgas, welches nach Kühlung und Reinigung (neben heizwertliefernden Gasen enthält das Produktgas bspw. auch spezielle „Teere“) im BHKW in elektrische und thermische Energie umgewandelt wird.

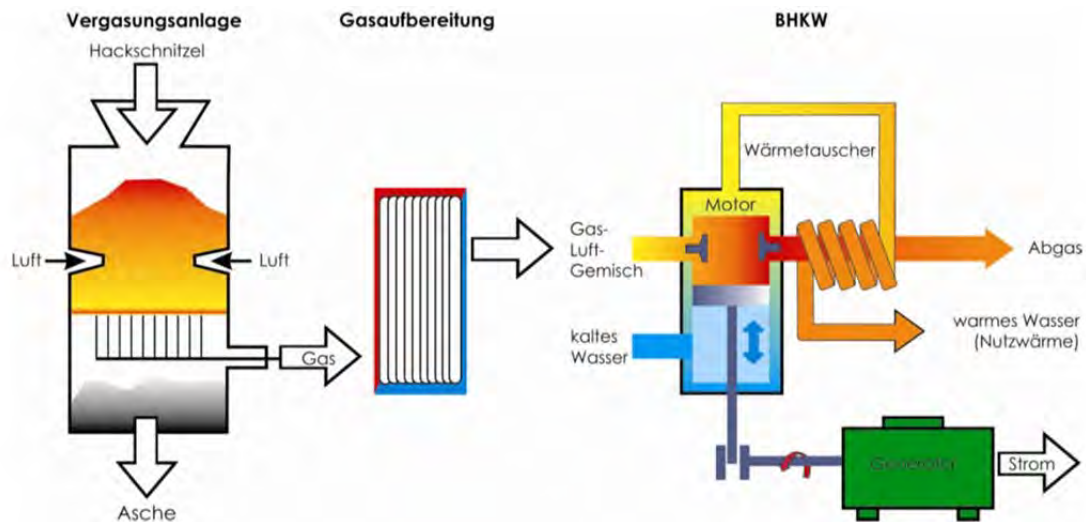


Abbildung 37: Holzvergaser-System

Quelle: CARMEN E.V. 2014_A

Insgesamt wird auch der Holzvergaser, wie das BHKW, zur Grundlastabdeckung eingesetzt. Im Gegensatz zum BHKW, befindet sich die Holzvergasertechnik immer noch in der Entwicklungsphase und muss ihre dauerhafte Funktionsfähigkeit noch unter Beweis stellen. Entsprechend wichtig ist es, bei Einsatz dieser Technik auf Referenzen für das jeweilige Anlagenkonzept (notwendige Holzqualität, Betreuungsaufwand, Wartung- und Instandhaltung etc.) sowie Erfahrungen /Referenzobjekte der Anbieter zu achten [VGL. CARMEN E.V. 2013_B S. 5 FF].

4.1.5 Nahwärmenetz

Bei der Versorgung der Endverbraucher eines bestimmten Gebietes mit Nahwärme wird die benötigte Wärme zentral in einer Heizzentrale erzeugt und mittels eines Nahwärmenetzes an die einzelnen Endverbraucher verteilt. Die Wärme wird dabei mittels Kesseln / BHKW, die mit unterschiedlichen Energieträgern (z.B. Erdgas, Heizöl, Hackschnitzel) betrieben werden, erzeugt. Um das System des Nahwärmenetzes von dem jedes einzelnen Endverbraucher zu trennen, verfügt jeder angeschlossene Haushalt über eine so genannte Wärmeübergabestation [VGL. KARL JÜRGEN S. 100].

4.2 Kennzahlen zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit

Um die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes beurteilen zu können, ist es zielführend, u.a. folgende Kennwerte als ersten Anhaltspunkt²⁰ heranzuziehen:

- Wärmedichte [$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{ha}\cdot\text{a}$]
- Wärmebelegungsichte [$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{m}_{\text{Trasse}}\cdot\text{a}$]
- Anschlussdichte [$\text{kW}/\text{m}_{\text{Trasse}}$]
- Wärmegestehungskosten [$\text{ct}/\text{kWh}_{\text{th}}$]

Wie in Kapitel 3 beschrieben, gilt die Wärmedichte pro Siedlungsgebiet als ein erster Schwellenwert zur Abschätzung der Sinnhaftigkeit eines Nahwärmenetzes für ein bestimmtes Gebiet. Der Schwellenwert wird in der Literatur mit $>150 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ha}\cdot\text{a})$ angegeben. Ein weiterer Kennwert ist die ebenfalls im vorherigen Kapitel eingeführte Wärmebelegungsichte, die sich bei $1,2 - 1,5 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{m}\cdot\text{a})$ befinden sollte [VGL. JÜRGEN KARL 2012: S. 409; LEUCHTWEIS CHRISTIAN 2009]. Die Wärmebelegungsichte spiegelt das Verhältnis der benötigten Wärmemenge pro Jahr zur Länge des Netzes wider. Eine hohe Wärmebelegungsichte bedeutet i.d.R. auch eine hohe Auslastung des Netzes und damit einen wirtschaftlichen Betrieb des Nahwärmenetzes. Ein weiteres Indiz für die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes ist die so genannte Anschlussdichte. Diese gibt an, wie hoch die durchschnittliche Anschlussleistung pro Trassenmeter Rohrleitung ist und sollte bei etwa 1 bzw. 1,2 kW/m Trasse liegen [VGL. JÜRGEN KARL: S. 408]. Ausschlaggebend für die Höhe dieses Werts sind somit die Baudichte, die Bausubstanz und vor allem die Struktur der Abnehmer. Große Abnehmer wie ein Schwimmbad oder ein Gewerbe- / Industriebetrieb begünstigen die Höhe dieses Kennwertes. Zum Vergleich unterschiedlicher Systeme (Nahwärmenetz vs. dezentrales Heizsystem) werden die sogenannten spezifischen Wärmegestehungskosten als ein vierter Kennwert verwendet. Diese geben an, wie viel die Erzeugung einer Kilowattstunde thermischer Energie kostet.

Kosten

Um die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes mit Heizzentrale für die verschiedenen Bearbeitungsrastrer / Siedlungsgebiete bewerten zu können, werden die jährlichen Kosten verschiedener Varianten mit einer individuellen dezentralen Lösung (Erdgaskes-

²⁰ Die Kennwerte geben dabei einen ersten Hinweis auf die ökonomische Sinnhaftigkeit eines Nahwärmenetzes. Die regionalen Gegebenheiten und Rahmenbedingungen müssen jedoch stets in die Bewertung miteinfließen.

sel/Heizölkessel) verglichen. Die Kosten für die einzelnen Wärmeerzeuger setzen sich folgendermaßen zusammen:

Kapitalgebundene Kosten:

Die kapitalgebundenen Kosten resultieren aus den jeweiligen Investitionskosten²¹ (Nahwärmenetz, Heizzentrale etc.), dem angenommenen Zinssatz sowie der festgesetzten Abschreibungsdauer. Die angenommenen Investitionskosten können durch verschiedene Förderprogramme²² erheblich gesenkt werden.

Verbrauchsgebundene Kosten:

Die verbrauchsgebundenen Kosten werden durch die Brennstoffkosten der verschiedenen Wärmeerzeuger verursacht und sind dementsprechend von den jeweiligen Volllaststunden bzw. dem eingesetzten Energieträger abhängig. Die Energiepreise haben einen großen Einfluss auf die Kosten/Jahr und können die Wirtschaftlichkeit erheblich beeinflussen. Es ist davon auszugehen, dass die Energiekosten in Zukunft weiter ansteigen, aus diesem Grund werden in der nachfolgenden Kalkulation jährliche Preissteigerungen angesetzt.

Für die Brennstoffe werden folgende Nettopreise angenommen:

- Heizöl 6,2 ct/l_{HS}
- Erdgas 4,5 ct/kWh_{HS} (Mischpreis netto)
- Bioerdgas 9,2 ct/kWh_{HS} (Mischpreis netto, Einsatzstoffgüteklasse I, Größe Bioerdgasanlage 1.400 m³/h)
- Hackschnitzel 2,1 ct/kWh_{HS}
- Pellets 4,0 ct/kWh_{HI}

Hilfsenergie Strom: 20 ct/kWh (Mischpreis netto)

Betriebsgebundene Kosten:

Die betriebsgebundenen Kosten werden durch Wartung und Instandhaltung, Personalaufwand sowie Verwaltung und sonstigen Aufwand hervorgerufen.

²¹ Diese beruhen nicht auf konkreten Angeboten, sondern auf durchschnittlichen Marktpreisen. Entsprechend können sie bei einer tatsächlichen Realisierung sowohl nach unten als auch nach oben abweichen.

²² In der Wirtschaftlichkeitsrechnung berücksichtigt.

Sonstige Kosten:

Unter sonstigen Kosten werden nachfolgend die Projektabwicklungskosten sowie die einkalkulierten Kosten für Unvorhergesehenes verstanden.

Erlöse:

Erlöse fallen dann an, wenn als Wärmeerzeuger ein Blockheizkraftwerk oder Holzvergaser eingesetzt werden, da somit Einnahmen durch den eingespeisten Strom entstehen. Die Vergütung pro Kilowattstunde Strom wird entweder durch das Erneuerbare Energien Gesetz oder das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz geregelt. Wenn nicht anders erläutert, wird davon ausgegangen, dass der gesamte produzierte Strom in das öffentliche Netz eingespeist wird.

Wirtschaftlichkeit

Aus den ermittelten Kenndaten für ein mögliches Nahwärmenetz wird eine dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnung durchgeführt. Dabei werden die Jahresgesamtkosten mittels der verschiedenen Kosten (kapitalgebundene, verbrauchsgebundene, betriebsgebundene, und sonstige Kosten) errechnet. Mit Hilfe der Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Wärmegestehungskosten pro Jahr ermittelt. Diese stellen die spezifischen Kosten pro Kilowattstunde der Endenergiebereitstellung dar. Nachfolgende Tabelle 5 zeigt die in die Wirtschaftlichkeitsrechnung eingehenden Prämissen.

Annahmen	Wert
Jahr der Inbetriebnahme	2014
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Zinssatz	4,5 % p.a., v.St.
Finanzierungsstruktur	30 % Eigenkapital, 70 % Fremdkapital
Jährliche Preissteigerung	2 %
Abschreibungszeitraum Anlagentechnik	10 Jahre
Abschreibungszeitraum Nahwärmenetz	30 Jahre
Fördermöglichkeiten	Berücksichtigt (KfW, Bafa, BioKlima)
Vergütung elektrische Energie	Berücksichtigt (KWKG bzw. EEG)

Tabelle 5: Prämissen für die überschlägige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Sensitivitätsanalyse

Um Änderungen bei den Kapitalkosten bzw. den Brennstoffkosten zu berücksichtigen und um die in diesem Stadium der Projektentwicklung bestehende Unsicherheit bzgl. des Aufwandes für den Aufbau der Wärmeversorgung darzustellen, wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, die den Einfluss der Parameter auf die Wärmegestehungskosten darstellt.

4.3 Betrachtung Siedlungsgebiet „Seniorenheim“

Das Siedlungsgebiet „Seniorenheim“ besitzt folgende Randbedingungen:

- 21 Anschlüsse
- Wärmebedarf (IST): 1.135 MWh/a
- Leitungslänge: 720 m
- Wärmebelegungsdichte: 1,6 MWh/(m*a)
- Aktueller Energieträger Seniorenheim: Erdgas

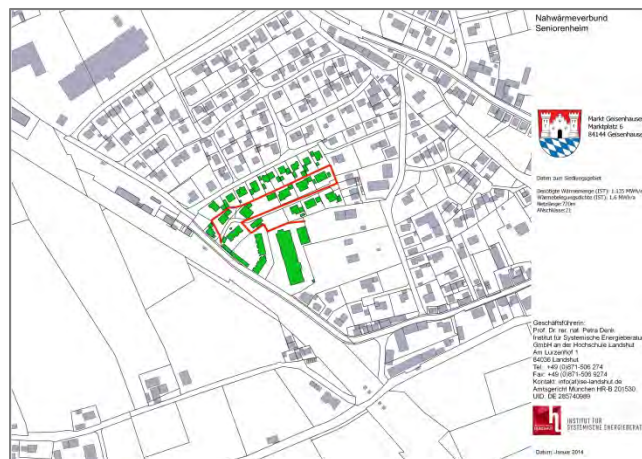


Abbildung 38: Nahwärmenetz Siedlungsgebiet „Seniorenheim“

4.4 Varianten für das „Geisenhausen OST“

Für das Gebiet „Geisenhausen OST“ werden nachfolgend drei Varianten näher betrachtet:

- Variante 1: Versorgung der größten Verbraucher
- Variante 2: Versorgung der größten Verbraucher inkl. private Haushalte entlang der Trasse
- Variante 3: Gesamtes Gebiet „Geisenhausen OST“

Variante 1 weist folgende Rahmenbedingungen auf (siehe Abbildung 39):

- 6 Anschlüsse
- Wärmebedarf IST: ca. 972 MWh_{th}/a (witterungskorrigiert)
- Leitungslänge: 800 m
- Wärmebelegungsdichte: 1,2 MWh/(m*a)

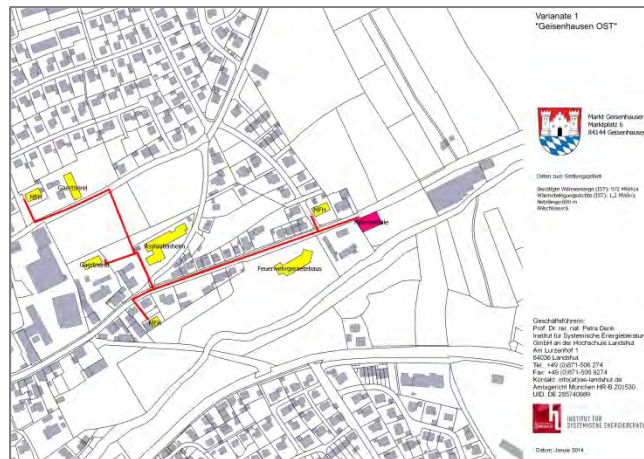


Abbildung 39: Variante 1 „Geisenhausen OST“ ohne Asylantenheim

Berücksichtigt man in Variante 1 auch das direkt an der vorgeschlagenen Trasse liegende Asylantenheim, so würde sich die Wärmebelegungsdichte unter den angenommenen Rahmenbedingungen²³ auf 2,1 MWh/(m*a) erhöhen.

In Variante 2 werden im Unterschied zu Variante 1 die an der Trasse liegenden Gebäude mitberücksichtigt. Dementsprechend ergeben sich folgende Rahmenbedingungen (siehe Abbildung 40):

- 28 Anschlüsse
- Wärmebedarf IST: ca. 1.619 MWh/a (witterungskorrigiert)
- Leitungslänge: 1.020 m
- Wärmebelegungsdichte: 1,6 MWh/(m*a)

²³ Baujahr Ende der 60er Jahre, Fläche 3.800 m² [ANGABEN HERR WOLFSECKER].

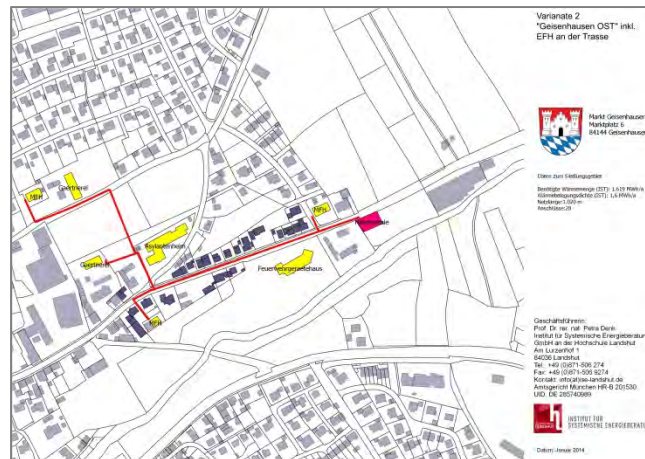


Abbildung 40: Variante 2 „Geisenhausen OST“ inkl. Gebäude an der Trasse

Variante 3 betrachtet schließlich das gesamte Bearbeitungsraster „Geisenhausen OST“. Es ergeben sich folgende Rahmenbedingungen (siehe Abbildung 41):

- 54 Anschlüsse
- Wärmebedarf IST: 2.060 MWh/a (Verbrauchswerte witterungskorrigiert)
- Leitungslänge: 1.800 m
- Wärmebelegungsdichte: 1,1 MWh/(m*a)

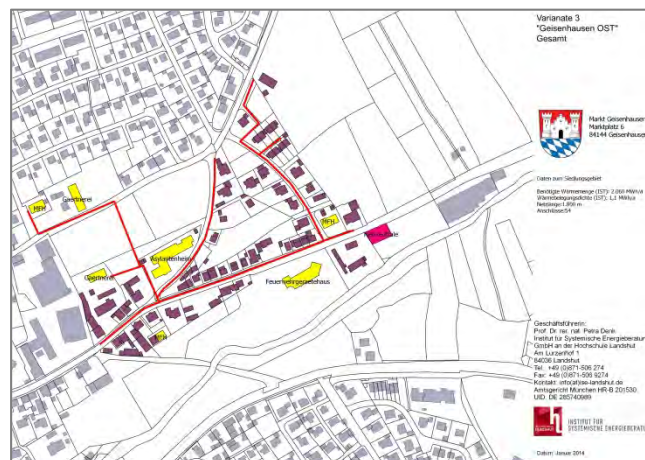


Abbildung 41: Nahwärmenetz „Geisenhausen OST“ gesamt

4.5 Kombination der Gebiete „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“

Neben dem Gebieten „Seniorenheim“ und „Geisenhausen OST“ werden zwei Varianten in Kombination mit einigen Großverbrauchern des Siedlungsgebiets „Salksdorferstraße“ und „Anglberg“ betrachtet:

- Variante 1: Versorgung der Großverbraucher aus den Gebieten
- Variante 2: Versorgung der Großverbraucher inkl. privater Haushalte entlang der Trasse

Werden nur die Großverbraucher aus den drei Gebieten versorgt, ergibt sich folgende Struktur (Variante 1):

- 14 Anschlüsse
- Wärmebedarf IST: 2.148 MWh_{th}/a
- Leitungslänge: 1.520 m
- Wärmebelegungsdichte: 1,4 MWh/(m*a)

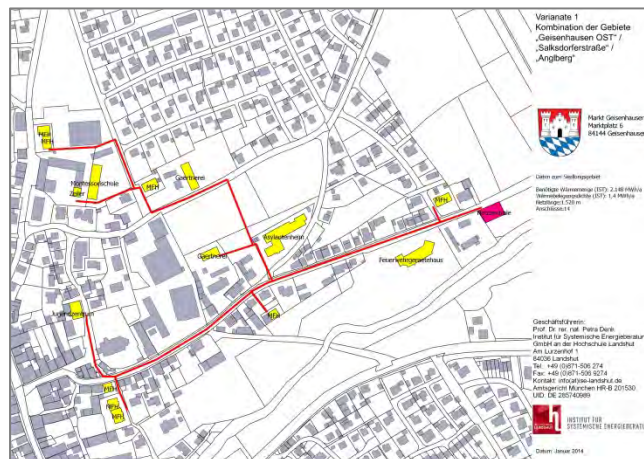


Abbildung 42: Nahwärmenetz Variante 1 „Kombination der Gebiete“

Für Variante 2 ergeben sich folgende Rahmenbedingungen:

- 46 Anschlüsse
- Wärmebedarf IST: 4.012 MWh_{th}/a
- Leitungslänge: 1.835 m
- Wärmebelegungsdichte: 2,2 MWh/(m*a)

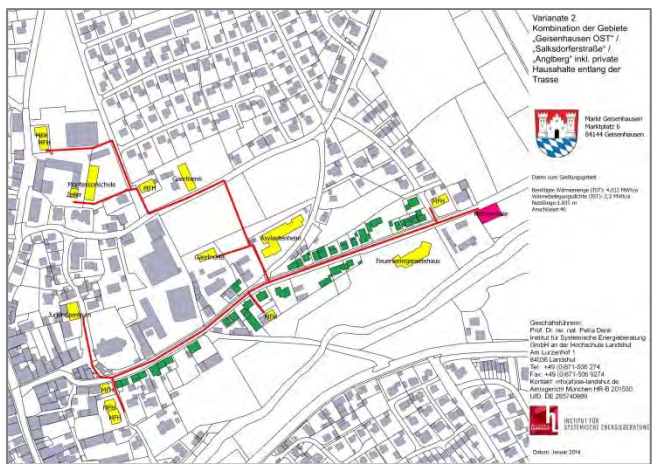


Abbildung 43: Nahwärmenetz „Kombination der Gebiete inkl. Großverbraucher“

4.6 Ergebnisse „Seniorenheim“

Im Folgenden wird analysiert und bewertet, ob ein Nahwärmenetz für die Varianten im Siedlungsgebiet „Seniorenheim“ sinnvoll ist.

Für das Gebiet ergibt sich dabei die in nachfolgender Abbildung 44 dargestellte thermische Jahresdauerlinie.

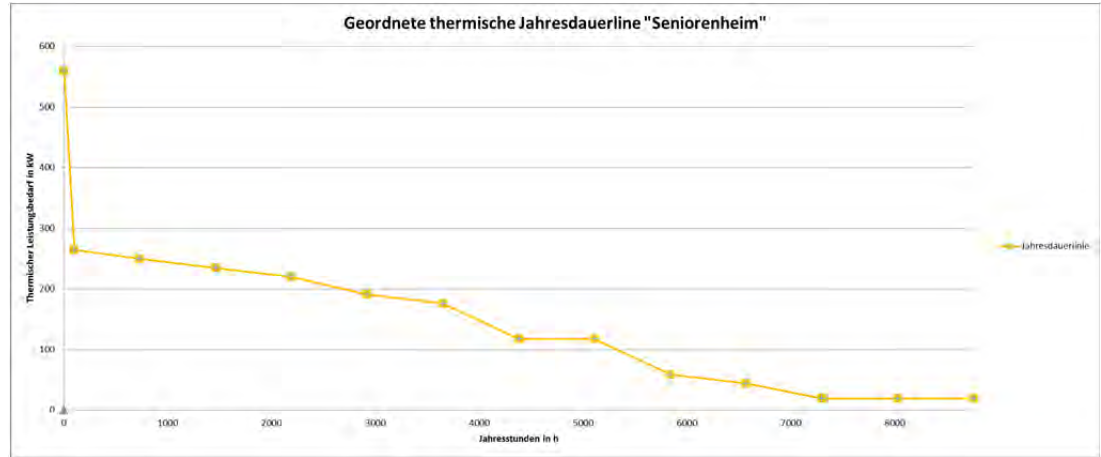


Abbildung 44: Geordnete Jahresdauerlinie "Seniorenheim"

Kenndaten

In nachstehender Tabelle sind die angenommenen Daten des potenziellen Nahwärmenetzes dargestellt.

Kenndaten	Werte
Trassenlänge	720 m
Anschlussquote	100 %
Benötigte Spitzenlast	685 kW _{th}
Gesamtwärmebedarf „Seniorenheim“ bei 100 %	1.135 MWh _{th} /a
Gesamtwärmebedarf „Seniorenheim“ (inkl. Netzverluste)	1.293 MWh _{th} /a
Verlustwärme	158 MWh _{th} /a

Tabelle 6: Kenndaten Nahwärmenetz „Seniorenheim“

Es ergeben sich für die in 4.2 beschriebenen Kennzahlen die in nachfolgender Tabelle dargestellten Werte.

Kennzahl	Wert
Wärmedichte	516 MWh _{th} /(ha*a)
Wärmebelegungsdichte	1,6 MWh _{th} /(m _{Trasse} *a)
Anschlussdichte	1 kW/m _{Trasse}

Tabelle 7: Kennzahlen „kommunale Liegenschaften Stadtteilzentrum Nord“

Gemäß Kapitel 4.2 sind somit die Werte aller Kennzahlen positiv bzw. im Rahmen der genannten Schwellenwerten²⁴. Dies deutet daraufhin, dass sich ein Nahwärmenetz für das Siedlungsgebiet „Seniorenheim“ im Vergleich zu einem dezentralen System wirtschaftlich darstellen lassen wird. Um einen Vergleich unterschiedlicher Varianten (zentral / dezentral) zu ermöglichen, werden nachfolgend die spezifischen Wärmegestehungskosten ermittelt.

²⁴ Kennzahlen: Wärmedichte 150 MWh/(ha*a), Wärmebelegungsdichte 1,2-1,5 MWh/(m*a) sowie Anschlussdichte 1-1,2 kW/m_{Trasse}

Varianten

Es werden die fünf Varianten – Bioerdgas-BHKW/Erdgaskessel (Variante 1), Bioerdgas-BHKW/Hackgutkessel/Erdgaskessel (Variante 2), Hackgutkessel/Erdgaskessel (Variante 3), Hackgutkessel/Heizölkessel (Variante 4) sowie Erdgas-BHKW/Erdgaskessel (Variante 5) – betrachtet.

In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird, entsprechend der Altersstruktur des Gebietes, davon ausgegangen, dass der Wärmebedarf auch künftig auf diesem Niveau bleibt, d.h. es wird keine Reduzierung des Bedarfs auf Grund von Sanierungsmaßnahmen angenommen. Außerdem wird nachfolgend von einer Anschlussquote von 80 % ausgegangen.

Wie Abbildung 45 zeigt, werden unter den angenommenen Rahmenbedingungen die niedrigsten Wärmegestehungskosten (ca. 9,3 ct/kWh_{th}) in diesem Fall durch Variante 3/4 (Hack- schnitzelkessel/Erdgaskessel bzw. Heizölkessel) verursacht.

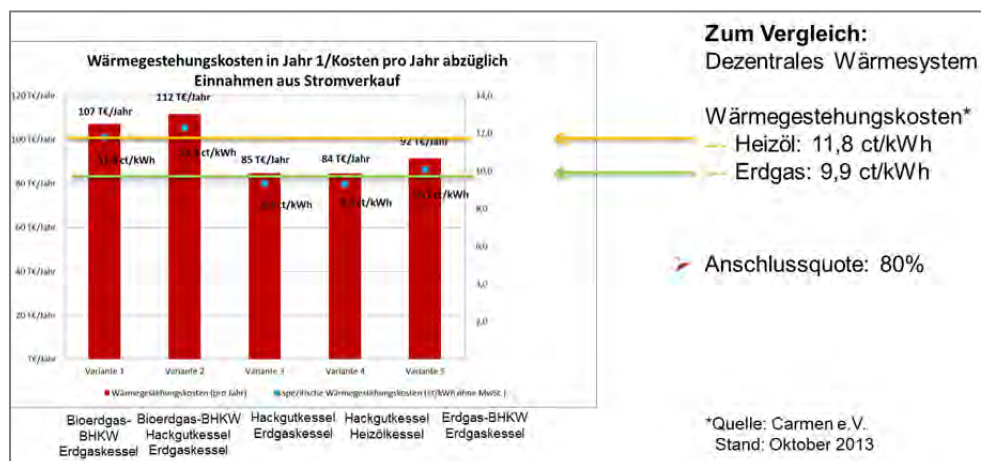


Abbildung 45: Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Erzeugungsvarianten

Die Wärmeerzeuger der Variante 3 (Hackschnitzelkessel / Erdgaskessel) haben die in nachfolgender Tabelle dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Wärmeerzeuger	Hackschnitzelkessel	Erdgaskessel
Laufpriorität	1	2
Thermische Nennleistung (kW _{th})	190	400
Volllaststunden (h)	5.250	150
Erzeugte Jahreswärmemenge (MWh _{th})	998	60
Anteil an der Gesamtwärmebereitstellung (%)	94	6

Tabelle 8: Kenndaten der Wärmeerzeuger in der Variante 5

Nachfolgende Abbildung zeigt die Abdeckung der Jahresdauerlinie in Variante 3 durch den Hackschnitzelkessel (Grundlast) bzw. den Erdgaskessel (Spitzelast).

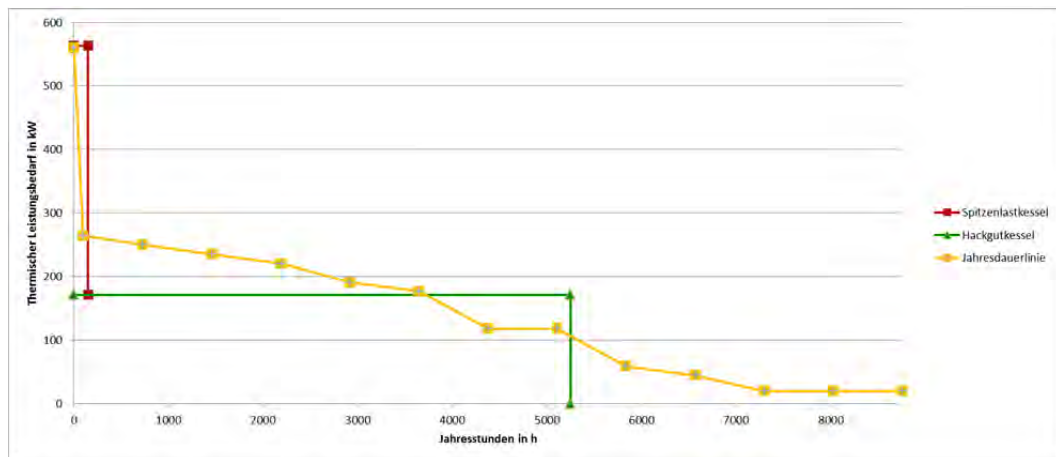


Abbildung 46: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Seniorenheim“

Das zu realisierende CO₂-Einsparpotenzial der verschiedenen Varianten zeigt Abbildung 47. Bei Umsetzung von Variante 5 könnten somit pro Jahr ca. 220 t CO₂ eingespart werden.

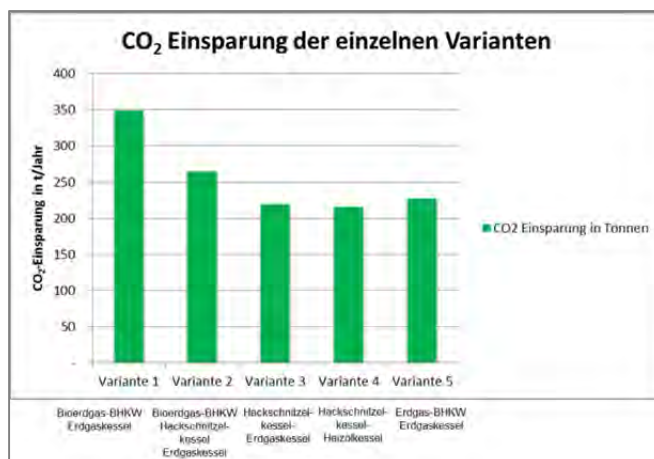


Abbildung 47: CO₂-Einsparungen pro Jahr nach Varianten

Investitionsprognose

Nachfolgende Abbildung 48 zeigt für die unterschiedlichen Varianten 1-5 die angenommene Investitionsprognose. Diese ist unterteilt in die Kosten für Grundstück / Gebäude, für den Wärmeerzeuger, für Projektentwicklung und für Unvorhergesehenes.

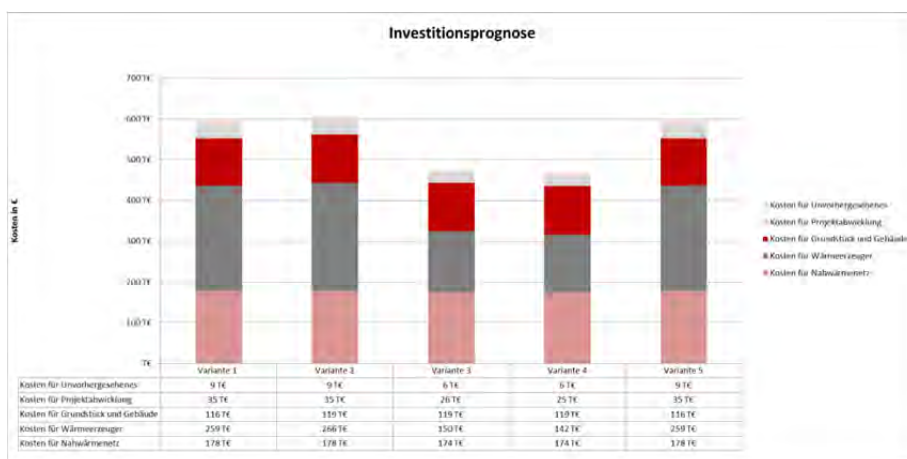


Abbildung 48: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5

Jährliche Ausgaben

In der nachfolgenden Abbildung 49 sind die jährlichen Kosten, bestehend aus den kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten, nach den Varianten 1-5 dargestellt.

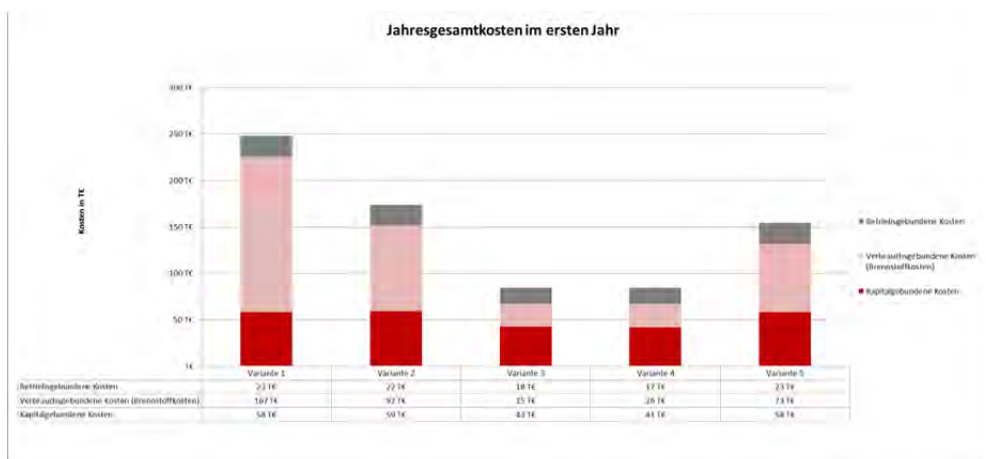


Abbildung 49: Vergleich der Jahresgesamtkosten

Die niedrigsten jährlichen Kosten fallen dabei in den Varianten drei und vier an. Die verbrauchsgebundenen Kosten sowie die Jahresgesamtkosten sind in Variante 1 (Biomethan-BHKW/Erdgaskessel) am höchsten.

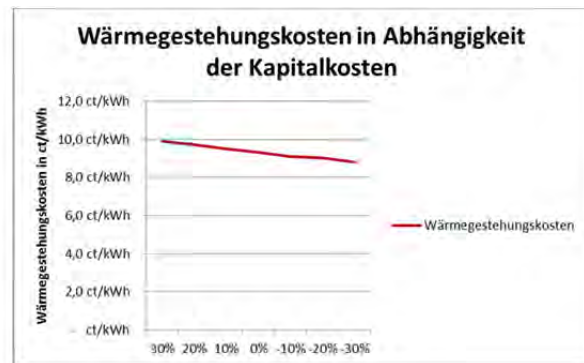
Zu beachten ist, dass die Investitionskosten basierend auf Erfahrungswerten abgeschätzt wurden, konkrete Angebote wurden nicht eingeholt. Wie sich variierende Investitions- und Brennstoffkosten auf die spezifischen Wärmegestehungskosten auswirken, wird durch nachfolgende Sensitivitätsanalyse abgebildet²⁵.

Sensitivitätsanalyse

Um die Abhängigkeit der spezifischen Wärmegestehungskosten von den Brennstoffkosten sowie den Kapitalkosten darzustellen, wird eine Sensitivitätsanalyse für die Variante 3 durchgeführt. Mit einer Variation von +/- 30% in Bezug auf die Nettopreise bzw. den Zinssatz aus Tabelle 5 werden die Auswirkungen der sich ändernden Parameter auf die Wärmegestehungskosten berechnet. Die beiden nachfolgenden Abbildungen stellen diese grafisch dar. Es zeigt sich, dass die Wärmegestehungskosten geringfügig sensitiver hinsichtlich der Brennstoffkosten im Vergleich zu den Kapitalkosten sind. Würden die Brennstoffkosten um 30 % steigen, so würden sich damit die Wärmegestehungskosten auf ca. 10,1ct/kWh_{th} erhöhen. Hingegen wirkt sich eine Steigerung der Kapitalkosten um 30 % geringer auf die Wärmegestehungskosten aus, d.h. diese würden dann einen Wert von ca. 9,9 ct/kWh_{th} erreichen.

Abbildung 50: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3

²⁵ Dies gilt auch für alle nachfolgenden Betrachtungen verschiedener Nahwärmenetze, falls nicht anders beschrieben.



Empfehlung

Wie Abbildung 45 zeigt, entsprechen die Wärmegestehungskosten bei Versorgung des gesamten „Seniorenheim“ bei einer Anschlussquote von 80 % mit 9,3 ct/kWh unter denen eines dezentralen Erdgaskessels. Wird in einem weiteren Szenario die Anschlussquote auf 100 % erhöht, so sinken die Wärmegestehungskosten der Variante 3 deutlich und zwar auf 8,7 ct/kWh. Entscheidend für die Umsetzbarkeit einer solchen Nahwärmelösung im Siedlungsgebiet „Seniorenheim“ ist selbstredend dessen Anschlussbereitschaft. Ist diese nicht gegeben, macht auch eine zentrale Versorgung mittels Nahwärme in diesem Gebiet keinen Sinn. Die Wärme für das Seniorenheim wird aktuell mittels Erdgas bereitgestellt, wobei die derzeitigen Wärmegestehungskosten des vorhandenen Heizsystems nicht bekannt sind. In einem nächsten Schritt sollte somit die Anschlussbereitschaft des Seniorenheims abgeklärt werden.

4.7 Ergebnisse Varianten „Geisenhausen Ost“

Im Folgenden wird analysiert und bewertet, ob ein Nahwärmenetz für das Siedlungsgebiet „Geisenhausen“ in den drei in Kapitel 4.5 vorgestellten Varianten sinnvoll ist.

Variante 1: Versorgung der Großverbraucher „Geisenhausen Ost“

Für dieses Gebiet ergibt sich die in nachfolgender Abbildung 51 dargestellte thermische Jahresdauerlinie. Es wird von einer 100 % Anschlussquote ausgegangen, d.h. alle in Abbildung 39 dargestellten Gebäude schließen an das Nahwärmenetz an.

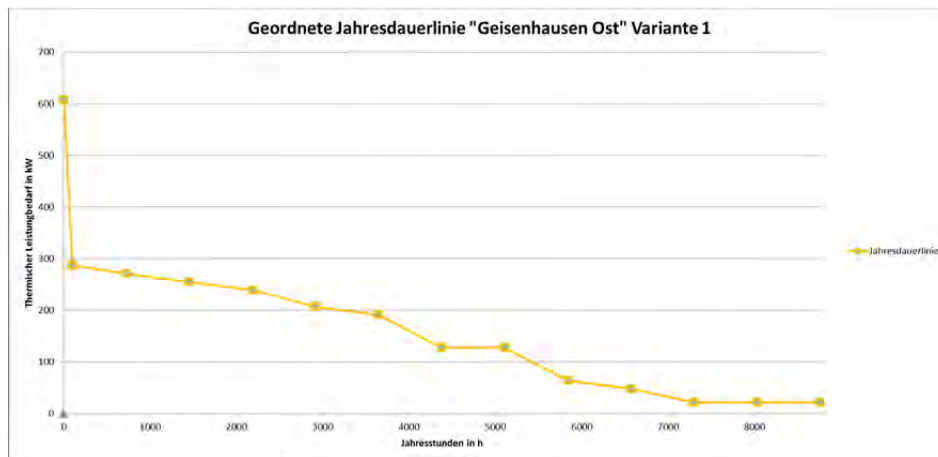


Abbildung 51: Geordnete thermische Jahresdauerlinie im Siedlungsgebiet „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“

Kenndaten „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“

In nachstehender Tabelle sind die angenommenen Daten des potenziellen Nahwärmenetzes dargestellt.

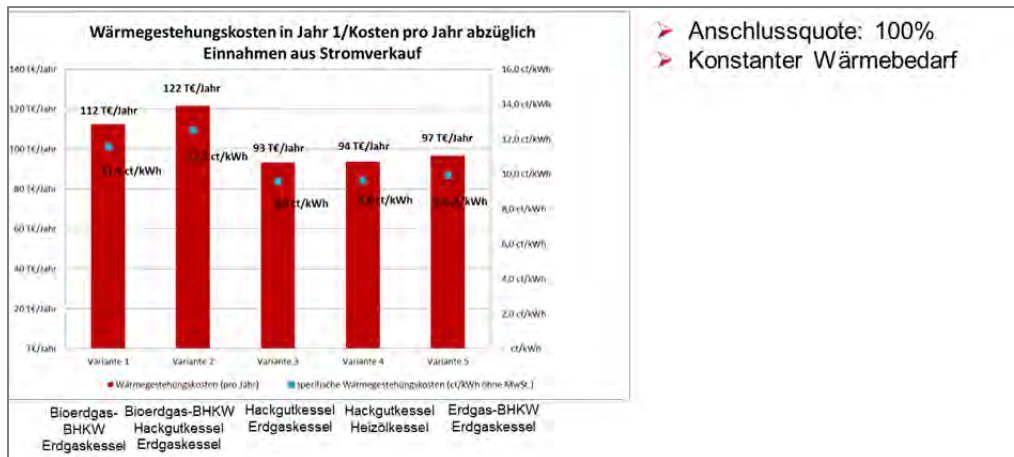
Kenndaten	Werte
Trassenlänge	800 m
Anschlussquote	100 %
Spitzenleistung	610 kW _{th}
Gesamtwärmebedarf „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“	972 MWh _{th} /a
Gesamtwärmebedarf „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“ (inkl. Netzverluste)	1.145 MWh _{th} /a
Verlustwärme	173 MWh _{th} /a

Tabelle 9: Kenndaten Nahwärmenetz "Geisenhausen Ost_Großverbraucher"

Varianten

Nachfolgend werden, entsprechend der Ausführungen in Kapitel 4.6 fünf verschiedene Erzeugungskombinationen betrachtet.

Für die Gebäude wird ein konstanter Wärmebedarf angenommen. Wie Abbildung 52 zeigt, wird in diesem Szenario von einer Anschlussquote von 100 % ausgegangen. Die Wärmegeheimungskosten im Jahr 1 liegen im günstigsten Fall (Variante 3/4: Hackschnitzelkessel/Erdgaskessel bzw. Heizölkessel) bei 9,6 ct/kWh.



- Anschlussquote: 100%
- Konstanter Wärmebedarf

Abbildung 52: Wärmegestehungskosten verschiedener Erzeugungsvarianten

Nachfolgende Abbildung 53 zeigt die Abdeckung der Jahresdauerlinie in Variante 3 (kostengünstigste Variante im Jahr 1) mittels Hackschnitzelkessel (Grundlast) bzw. Erdgaskessel (Spitzenlast).

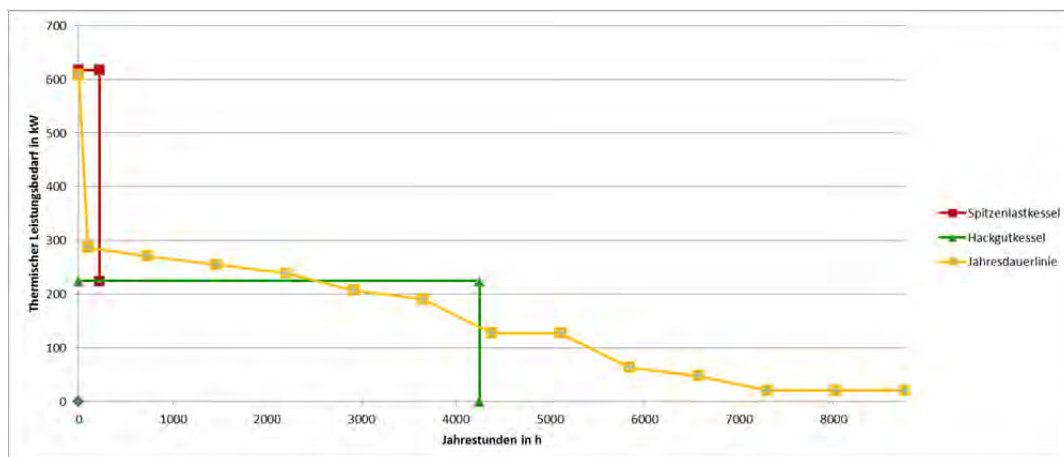
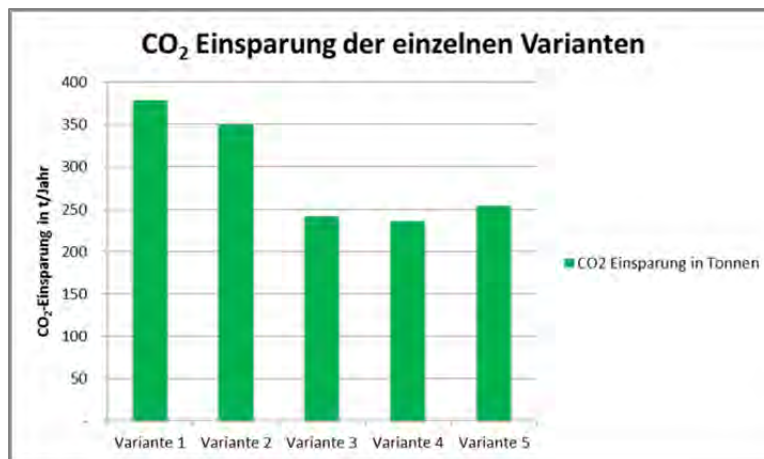


Abbildung 53: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“

Durch eine Versorgung des Gebiets „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“ könnten pro Jahr gemäß nachfolgender Abbildung 54 (Variante 3: Hackschnitzelkessel/Erdgaskessel) ca. 240 t CO₂ reduziert werden.

Abbildung 54: CO₂-Einsparungen pro Jahr

Die Wärmeerzeuger haben bei Versorgung des Siedlungsgebiets „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“ die in nachfolgender Tabelle 10 dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Wärmeerzeuger	Hackschnitzelkessel	Erdgaskessel
Laufpriorität	1	2
Thermische Nennleistung (kW _{th})	400	250
Volllaststunden (h)	220	4.250
Erzeugte Jahreswärmemenge (MWh _{th})	1.063	88
Anteil an der Gesamtwärmebereitstellung (%)	92	8

Tabelle 10: Kenndaten der Wärmeerzeuger „Geisenhausen Ost_Großverbraucher“

Investitionsprognose

Nachfolgende Abbildung 55 zeigt für die unterschiedlichen Varianten 1-5 die angenommene Investitionsprognose.

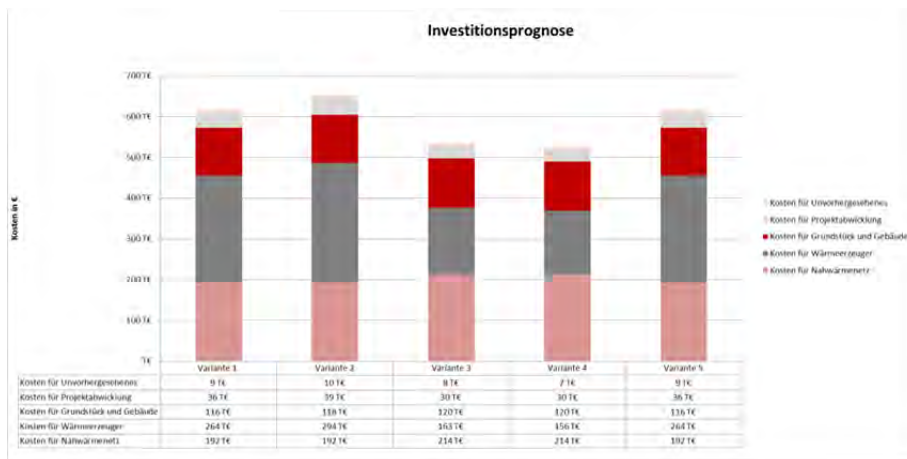


Abbildung 55: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5

Jährliche Ausgaben

Nachfolgenden Abbildung 56 zeigt die Jahresgesamtkosten der Varianten 1-5.

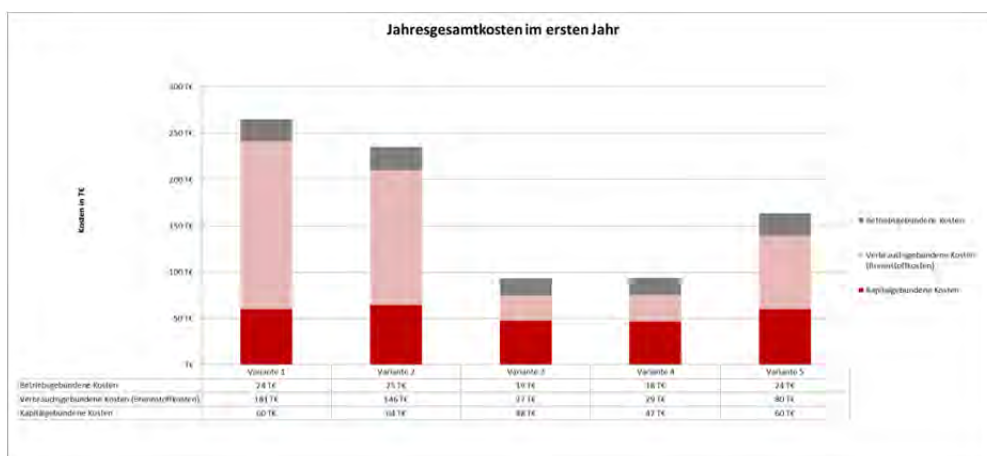


Abbildung 56: Vergleich der Jahresgesamtkosten

Sensitivitätsanalyse

Es zeigt sich auch hier, dass die Wärmegestehungskosten sensibler hinsichtlich der Brennstoffkosten im Vergleich zu den Kapitalkosten sind. Würden die Brennstoffkosten in diesem Fall um 30 % steigen, so würden sich damit die Wärmegestehungskosten auf ca. 10,4 ct/kWh_{th} erhöhen. Hingegen wirkt sich eine Steigerung der Kapitalkosten um 30 % geringer auf die Wärmegestehungskosten aus, d.h. diese würden dann einen Wert von ca. 10 ct/kWh_{th} erreichen.

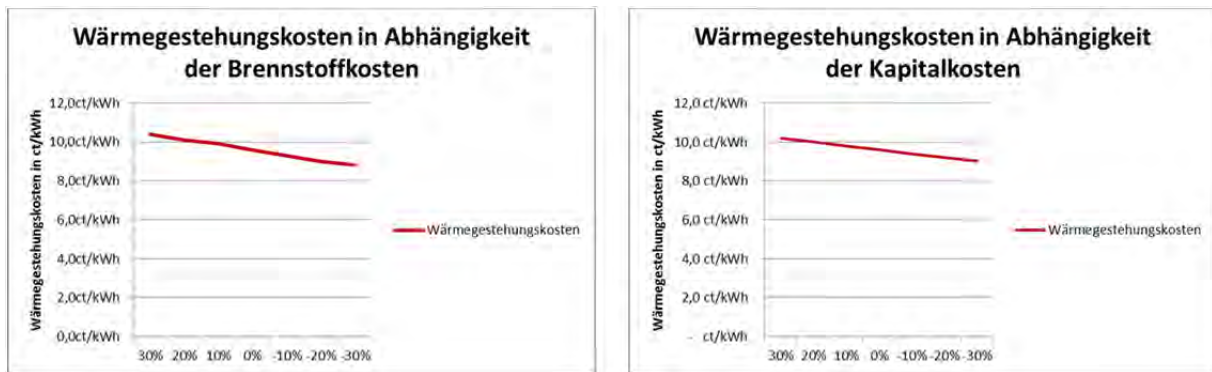


Abbildung 57: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3

Empfehlung

Auch in diesem Fall sollte in einem nächsten Schritt ein Vergleich mit den aktuellen Wärmegegostehungskosten der einzelnen Abnehmer durchgeführt werden, um die Konkurrenzfähigkeit einer zentralen Wärmeversorgung überprüfen zu können.

Unberücksichtigt bleibt bei allen (auch den nachfolgenden Varianten) das direkt an der Trasse liegende Asylantenheim, welches ein upside Potenzial darstellt, das in jedem Fall abgeklärt werden sollte.

Variante 2: Versorgung des gesamten Gebiets „Geisenhausen Ost_Großverbraucher inkl. privater Haushalte an der Trasse“

Für das Gebiet ergibt sich bei einer reduzierten Anschlussquote von 100 % die in nachfolgender Abbildung 58 dargestellte thermische Jahresdauerlinie²⁶.

²⁶ In dem betrachteten Gebieten ist eine Gasversorgung vorhanden, eine zentrale Lösung muss somit immer mit einem dezentralen Kessel konkurrieren können.

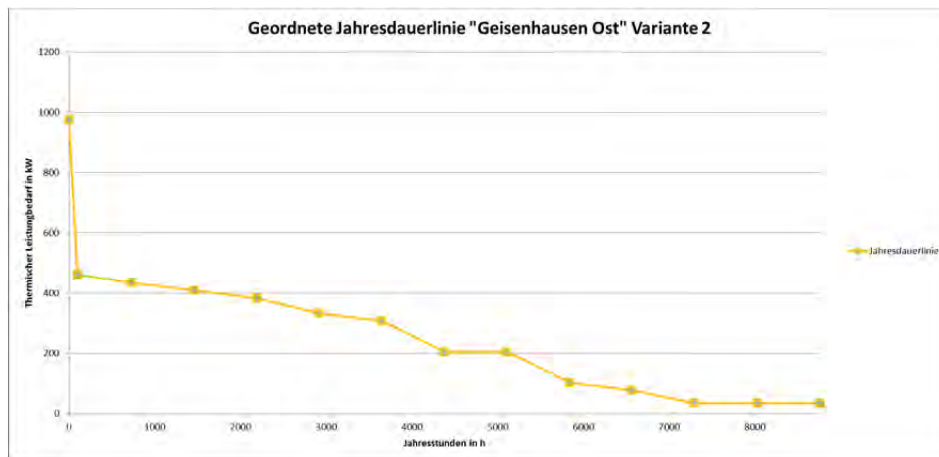


Abbildung 58: Geordnete thermische Jahresdauerlinie im Siedlungsgebiet "Geisenhausen_Ost inkl. private Haushalte"

Kenndaten „Geisenhausen_Ost inkl. private Haushalte“

In nachstehender Tabelle sind die angenommenen Daten des potenziellen Nahwärmenetzes dargestellt.

Kenndaten	Werte
Trassenlänge	1.020 m
Anschlussquote	100 %
Spitzenleistung	976 kW _{th}
Gesamtwärmebedarf „Geisenhausen_Ost inkl. privater Haushalte“	1.619 MWh _{th} /a
Gesamtwärmebedarf „Geisenhausen_Ost inkl. privater Haushalte“ (inkl. Netzverluste)	1.843 MWh _{th} /a
Verlustwärme	224 MWh _{th} /a

Tabelle 11: Kenndaten „Geisenhausen_Ost inkl. privater Haushalte“

Varianten

Nachfolgend werden, entsprechend der Ausführungen in Kapitel 4.5 fünf verschiedene Erzeugungskombinationen betrachtet.

In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde entsprechend der Baualtersklassen der privaten Haushalte, eine Reduzierung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungen berücksichtig.

sichtigt²⁷. Dementsprechend reduziert sich der Wärmebedarf im Siedlungsgebiet „Geisenhausen_Ost inkl. privater Haushalte“ bis zum Jahr 2033 deutlich, um ca. 10 %.

Die Wärmegestehungskosten im Jahr eins liegen wie Abbildung 59 zeigt, bei Variante 3 bei 8,5 ct/kWh_{th}. Werden die unterschiedlichen Varianten mit den spezifischen Wärmegestehungskosten eines dezentralen Systems verglichen, so wird deutlich, dass bei einer Anschlussquote von 100 % eine zentrale Wärmeenerzeugung unter den angenommenen Rahmenbedingungen mit einem dezentralen Erdgaskessel²⁸ (ca. 9,9 ct/kWh_{th}, grüne Linie) konkurrieren kann.

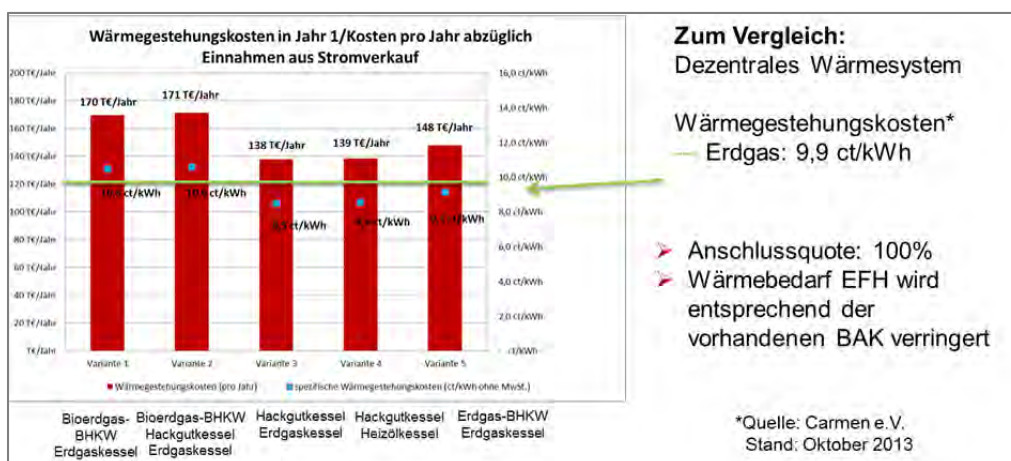


Abbildung 59: Wärmegestehungskosten bei 100 % Anschlussquote

Nachfolgende Abbildung 60 zeigt die Abdeckung der Jahresdauerlinie in Variante 3 mittels Hackschnitzelkessel (Grundlast) bzw. Erdgaskessel (Spitzelast).

²⁷ Anmerkung: Diese privaten Haushalte wurden als Baualtersklasse (BAK) E bzw. F identifiziert. Infolgedessen reduziert sich der Wärmebedarf der Haushalte aus BAK F.

²⁸ Großteils Erdgasversorgung durch die Energienetze Bayern vorhanden.

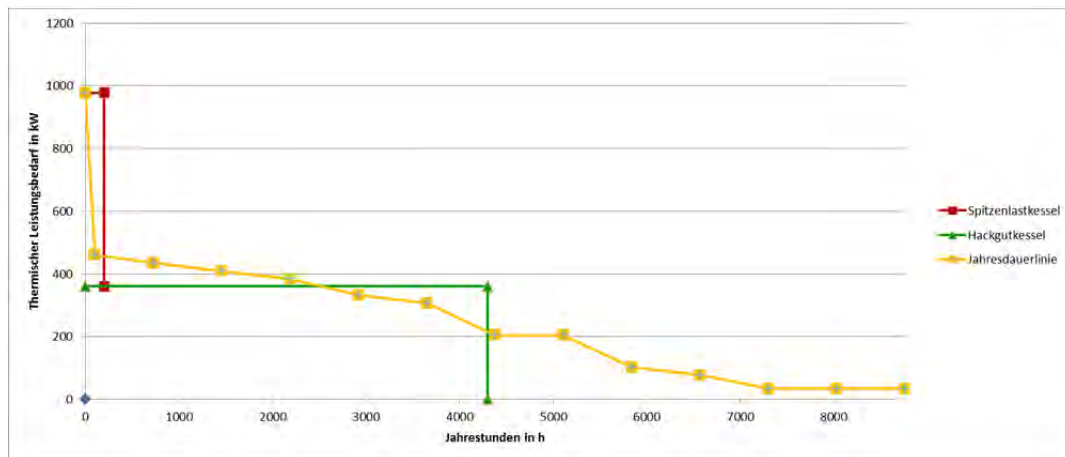


Abbildung 60: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Geisenhausen_Ost inkl. privater Haushalte“

Wie in nachfolgender Abbildung ersichtlich können in diesem Fall pro Jahr ca. 350 t CO₂ eingespart werden.

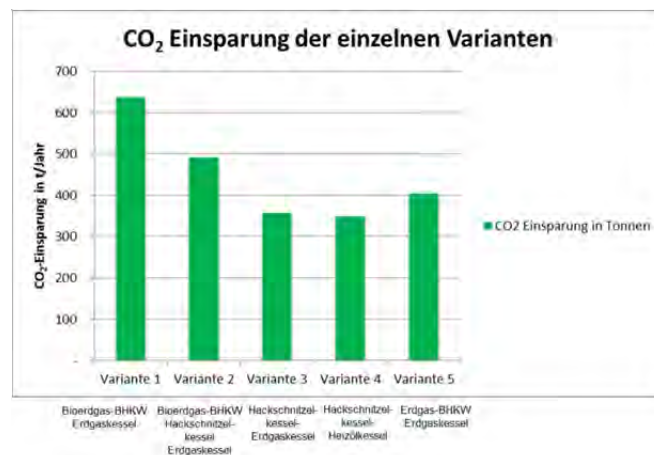


Abbildung 61: CO₂-Einsparungen pro Jahr

Die Wärmeerzeuger haben bei Versorgung des Siedlungsgebiets „Geisenhausen_Ost inkl. privater Haushalte“ die in nachfolgender Tabelle 12 dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Wärmeerzeuger	Hackschnitzelkessel	Erdgaskessel
Laufpriorität	1	2
Thermische Nennleistung (kW _{th})	400	630
Volllaststunden (h)	4.300	200
Erzeugte Jahreswärmemenge (MWh _{th})	1.720	126
Anteil an der Gesamtwärmebereitstellung (%)	93	7

Tabelle 12: Kenndaten der Wärmeerzeuger „Geisenhausen_Ost inkl. privater Haushalte“

Investitionsprognose

Nachfolgende Abbildung 62 zeigt für die unterschiedlichen Varianten 1-5 die angenommene Investitionsprognose.

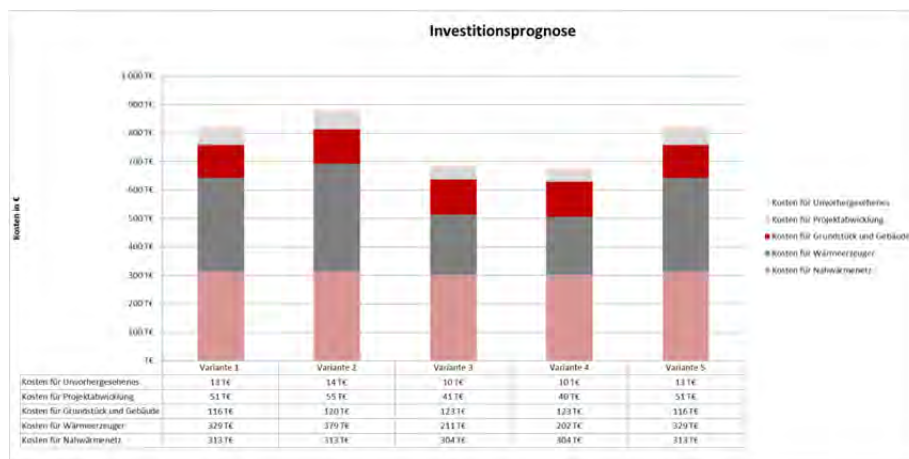


Abbildung 62: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5

Jährliche Ausgaben

Nachfolgenden Abbildung 63 zeigt die Jahresgesamtkosten der Varianten 1-5.

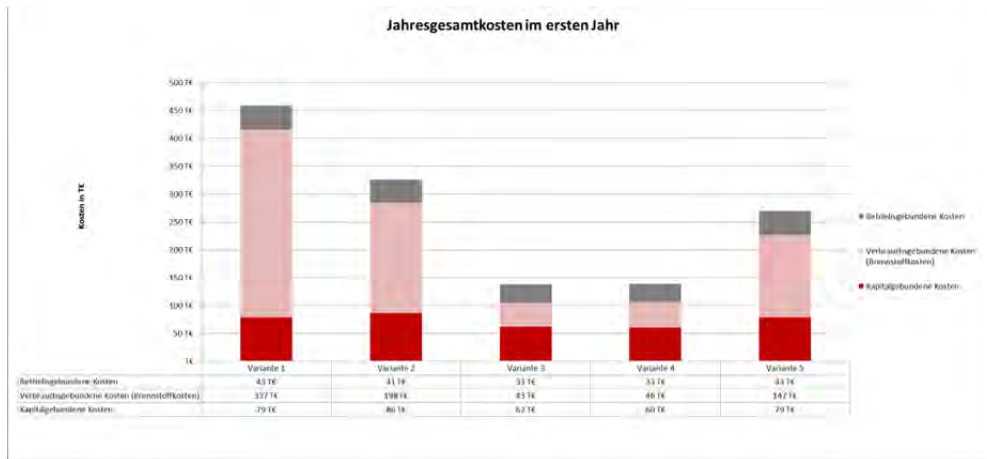


Abbildung 63: Vergleich der Jahresgesamtkosten

Sensitivitätsanalyse

Es zeigt sich auch hier, dass die Wärmegestehungskosten sensitiver hinsichtlich der Brennstoffkosten im Vergleich zu den Kapitalkosten sind. Würden die Brennstoffkosten in diesem Fall um 30 % steigen, so würden sich damit die Wärmegestehungskosten auf ca. 9,3 ct/kWh_{th} erhöhen. Hingegen wirkt sich eine Steigerung der Kapitalkosten um 30 % geringer auf die Wärmegestehungskosten aus, d.h. diese würden dann einen Wert von ca. 9 ct/kWh_{th} erreichen.



Abbildung 64: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3

Empfehlung

Werden die privater Haushalte direkt an der Trasse der Variante 1 mitberücksichtigt, so erhöht sich die Wärmebelegungsdichte von 1,2 MWh/(m*a) auf 1,6 MWh/(m*a). Allein dadurch kann abgeleitet werden, dass sich dies positiv auf die Wärmegestehungskosten auswirkt. Nimmt man an, dass alle an der Trasse liegenden Haushalte anschließen, so verringern sich

die Wärmegestehungskosten um 11%. Bei Umsetzung der Nahwärmelösung ist also ein Anschluss möglichst vieler privater Haushalte, die direkt an der Trasse liegen, anzustreben²⁹.

Variante 3: Versorgung des gesamten Gebiets „Geisenhausen_Ost“

Für das Gebiet ergibt sich bei einer reduzierten Anschlussquote von 80 % die in nachfolgender Abbildung 58 dargestellte thermische Jahresdauerlinie³⁰.

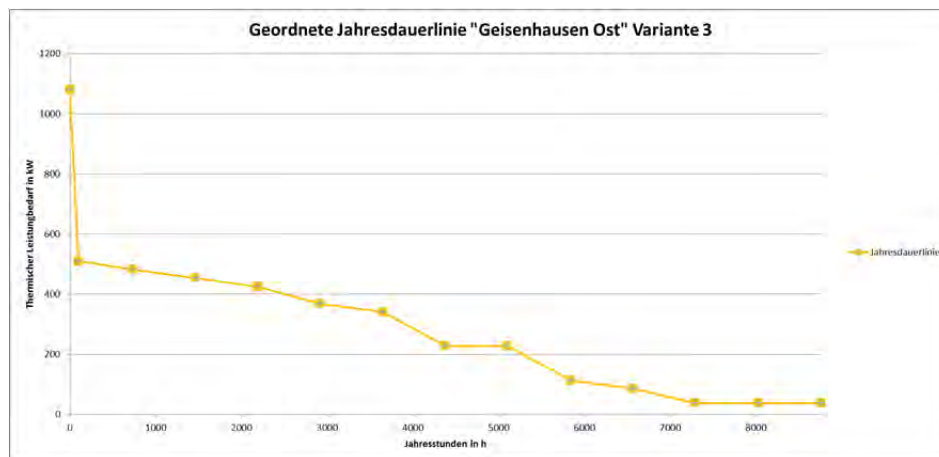


Abbildung 65: Geordnete thermische Jahresdauerlinie im Siedlungsgebiet "Geisenhausen_Ost"

Kenndaten „Geisenhausen_Ost“

In nachstehender Tabelle sind die angenommenen Daten des potenziellen Nahwärmenetzes dargestellt.

²⁹ Gemäß vorliegender Karte der Energienetze Bayern, verläuft das Erdgasnetz bereits entlang der Frontenhausenerstr.. Wie viele private Haushalte jedoch daran angeschlossen sind, ist daraus nicht ersichtlich. Ist dies jedoch der Fall, wird ein Anschluss an ein mögliches Nahwärmenetz unwahrscheinlich.

³⁰ In dem betrachteten Gebieten ist eine Gasversorgung zumindest teilweise vorhanden und der Großteil der Gebäude sind private Haushalte. Aus diesem Grund muss bereits im ersten Schritt von einer geringeren Anschlussquote ausgegangen werden.

Kenndaten	Werte
Trassenlänge	1.800 m
Anschlussquote	80 %
Spitzenleistung	1.080 kW _{th}
Gesamtwärmebedarf „Geisenhausen_Ost“	1.648 MWh _{th} /a
Gesamtwärmebedarf „Geisenhausen_Ost“ (inkl. Netzverluste)	2.042 MWh _{th} /a
Verlustwärme	394 MWh _{th} /a

Tabelle 13: Kenndaten "Geisenhausen_Ost"

Varianten

Nachfolgend werden, entsprechend der Ausführungen in Kapitel 4.6 fünf verschiedene Erzeugungskombinationen betrachtet.

In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde entsprechend der Baualtersklassen der Gebäude im Siedlungsgebiet „Geisenhausen_Ost“, eine Reduzierung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungen berücksichtigt. Dementsprechend reduziert sich der Wärmebedarf im Siedlungsgebiet „Geisenhausen_Ost“ bis zum Jahr 2033 deutlich, um ca. 8 %.

Wie Tabelle 11 zeigt, wird in diesem Szenario zudem von einer Anschlussquote von 80 % und damit einer reduzierten Wärmeabnahme von ca. 1.648 MWh_{th}³¹ (100 % Anschlussquote: 2.060 MWh_{th}) ausgegangen.

Die Wärmegestehungskosten im Jahr eins liegen wie Abbildung 59 zeigt, bei Variante 3 bei 10,5 ct/kWh_{th}. Werden die unterschiedlichen Varianten mit den spezifischen Wärmegestehungskosten eines dezentralen Systems verglichen, so wird deutlich, dass bei einer Anschlussquote von 80 % eine zentrale Wärmeerzeugung über den angenommenen Rahmenbedingungen nicht mit einem dezentralen Erdgaskessel³² (ca. 9,9 ct/kWh_{th}, grüne Linie) konkurrieren kann.

³¹ 44 Gebäude werden an das Netz angeschlossen.

³² Großteils Erdgasversorgung durch die Bayernnetz GmbH vorhanden.

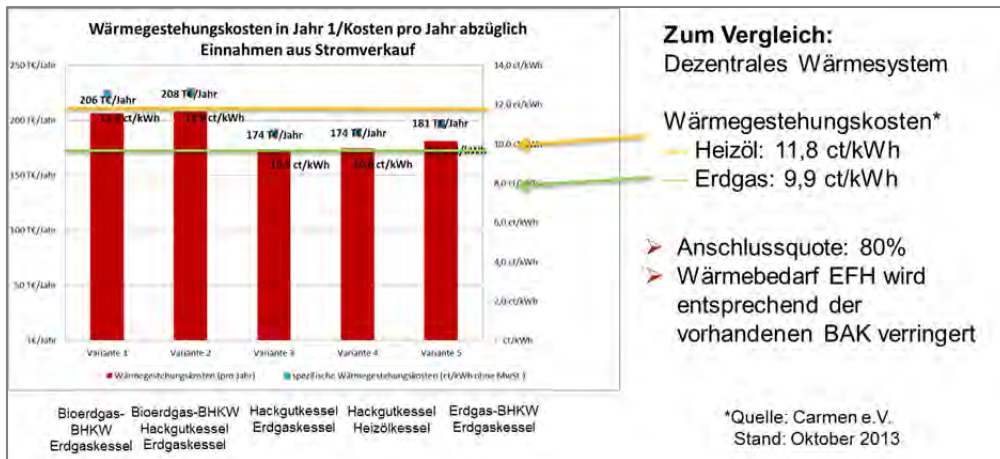


Abbildung 66: Wärmegestehungskosten bei 80 % Anschlussquote

Nachfolgende Abbildung 60 zeigt die Abdeckung der Jahresdauerlinie in Variante 3 mittels Hackschnitzelkessel (Grundlast) bzw. Erdgaskessel (Spitzenlast).

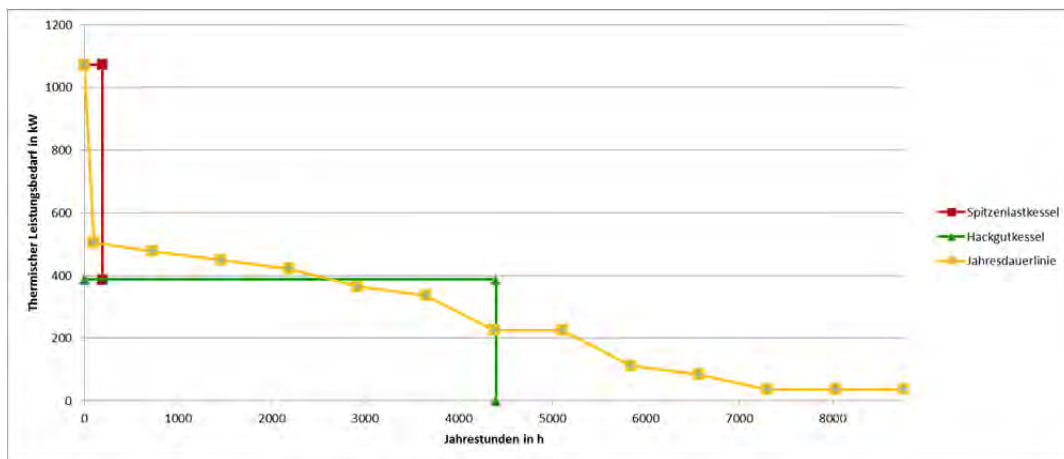


Abbildung 67: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Geisenhausen_Ost“

Wie in nachfolgender Abbildung ersichtlich, können in diesem Fall pro Jahr ca. 380 t CO₂ eingespart werden.

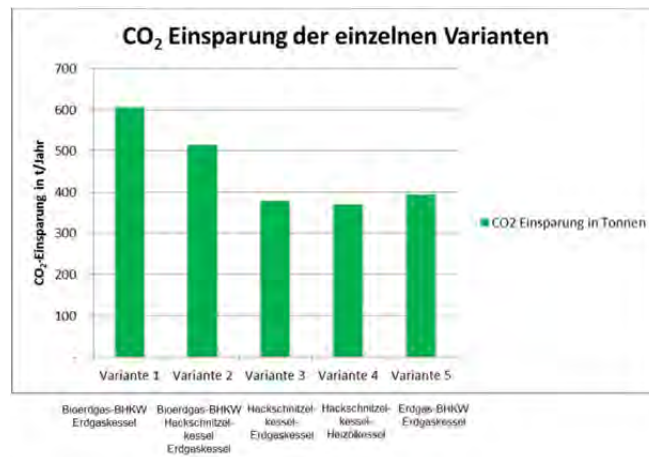


Abbildung 68: CO₂-Einsparungen pro Jahr

Die Wärmeerzeuger haben bei Versorgung des Siedlungsgebiets „Geisenhausen_Ost“ die in nachfolgender Tabelle 12 dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Wärmeerzeuger	Hackschnitzelkessel	Erdgaskessel
Laufpriorität	1	2
Thermische Nennleistung (kW _{th})	430	700
Volllaststunden (h)	4.400	190
Erzeugte Jahreswärmemenge (MWh _{th})	1.892	133
Anteil an der Gesamtwärmebereitstellung (%)	93	7

Tabelle 14: Kenndaten der Wärmeerzeuger „Geisenhausen Ost“

Investitionsprognose

Nachfolgende Abbildung 62 zeigt für die unterschiedlichen Varianten 1-5 die angenommene Investitionsprognose.

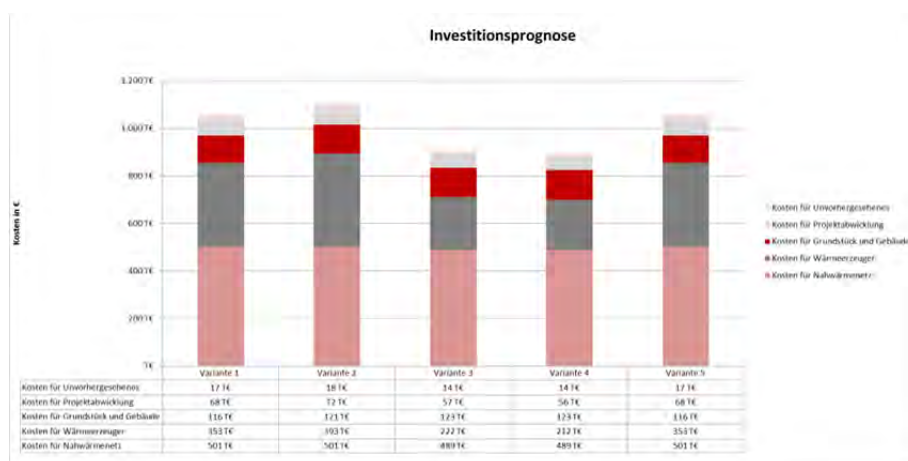


Abbildung 69: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5

Jährliche Ausgaben

Nachfolgende Abbildung 63 zeigt die Jahresgesamtkosten der Varianten 1-5.

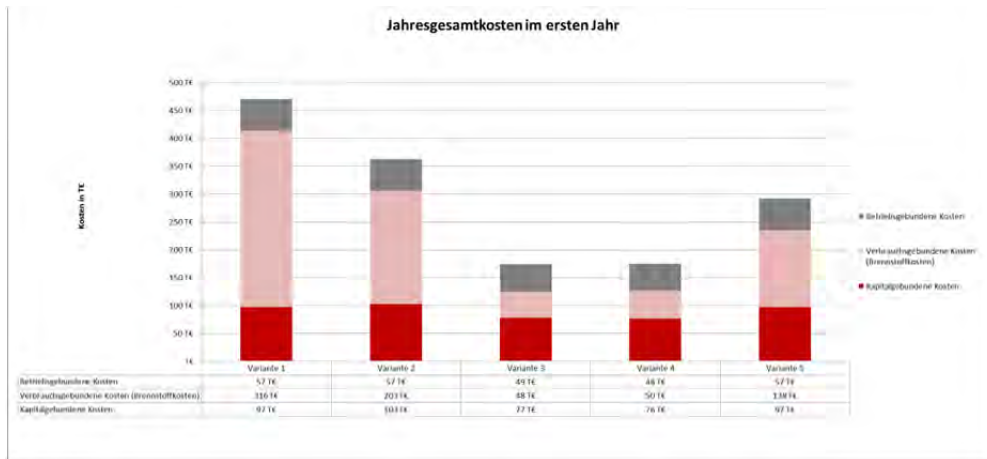


Abbildung 70: Vergleich der Jahresgesamtkosten

Sensitivitätsanalyse

Es zeigt sich auch hier, dass die Wärmegestehungskosten sensibler hinsichtlich der Brennstoffkosten im Vergleich zu den Kapitalkosten sind. Würden die Brennstoffkosten in diesem Fall um 30 % steigen, so würden sich damit die Wärmegestehungskosten auf ca. 11,4 ct/kWh_{th} erhöhen. Hingegen wirkt sich eine Steigerung der Kapitalkosten um 30 % geringer auf die Wärmegestehungskosten aus, d.h. diese würden dann einen Wert von ca. 11,1 ct/kWh_{th} erreichen.



Abbildung 71: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3

Empfehlung

Wird das gesamte in Abbildung 41 dargestellte Gebiet bei einer angenommenen Anschlussquote von 80 % zentral über die Kombination Hackschnitzelkessel / Erdgaskessel versorgt, so liegen die Wärmegestehungskosten in Jahr bei 10,5 ct/kWh und können damit nicht mit einem dezentralen Erdgaskessel konkurrieren. Wird die Anschlussquote auf 60 % reduziert, so steigen die Wärmegestehungskosten auf 11,8 ct/kWh in Jahr eins und damit um 12 % im Vergleich zu den 10,5 ct/kWh bei einer Anschlussquote von 80 %.

Variante 2 „Versorgung der Geisenhausen_Ost_Großverbraucher inkl. privater Haushalte an der Trasse“ ist mit Wärmegestehungskosten von 8,5 ct/kWh in Jahr eins somit die wirtschaftlichste Lösung in diesem Gebiet.

4.8 Kombination der Gebiete „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“

Variante 1: Kombination der Gebiete_Großverbraucher

In dieser Versorgungsvariante mittels Nahwärmenetz wird die Kombination der Gebiete „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“, untersucht.

Es ergibt sich die in nachfolgender Abbildung 72 dargestellte thermische Jahresdauerlinie.

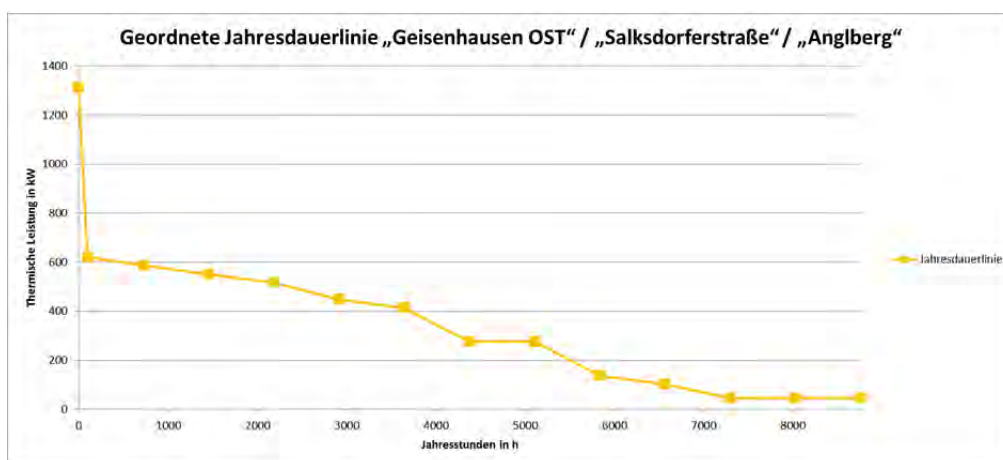


Abbildung 72: Geordnete thermische Jahresdauerlinie im Siedlungsgebiet „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“

Kenndaten „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“

In nachstehender Tabelle sind die angenommenen Daten des potenziellen Nahwärmenetzes dargestellt.

Kenndaten	Werte
Trassenlänge	1.520 m
Anschlussquote	100 %
Spitzenleistung	1.313 kW _{th}
Gesamtwärmebedarf „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“	2.148 MWh _{th} /a
Gesamtwärmebedarf „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg Gebiete“ (inkl. Netzverluste)	2.481 MWh _{th} /a
Verlustwärme	333 MWh _{th} /a

Tabelle 15: Kenndaten Nahwärmenetz " Geisenhausen OST" / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg "

Varianten

Nachfolgend werden, entsprechend der Ausführungen in Kapitel 4.6 fünf verschiedene Erzeugungskombinationen betrachtet.

Dabei wird für die in Abbildung 42 dargestellten Gebäude ein konstanter Wärmebedarf angenommen.

Wie Abbildung 73 zeigt, wird in diesem Szenario von einer Anschlussquote von 100 % ausgegangen. Die Wärmegestehungskosten im Jahr 1 liegen im günstigsten Fall (Variante 3: Hackschnitzelkessel/Erdgaskessel bzw. Heizölkessel) bei 8,4 ct/kWh.

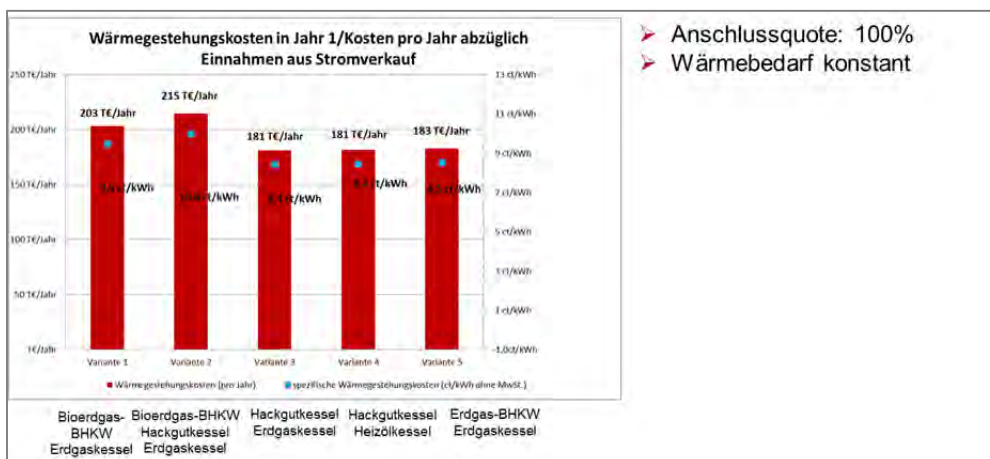


Abbildung 73: Wärmegestehungskosten verschiedener Erzeugungsvarianten

Nachfolgende Abbildung 74 zeigt die Abdeckung der Jahresdauerlinie in Variante 3 (kostengünstigste Variante im Jahr 1) mittels Hackschnitzelkessel (Grundlast) bzw. Erdgaskessel (Spitzelast).

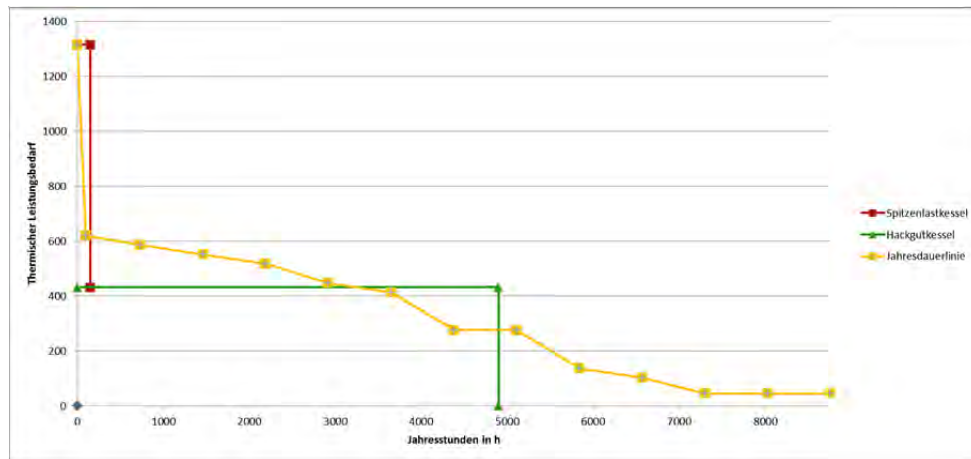


Abbildung 74: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“
 Durch eine Versorgung des Gebiets „„Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg““ könnten pro Jahr gemäß nachfolgender Abbildung 75 ca. 460 CO₂ reduziert werden.

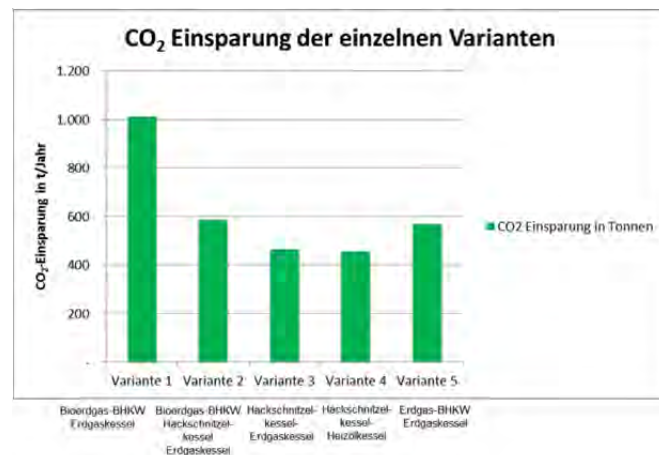


Abbildung 75: CO₂-Einsparungen pro Jahr

Die Wärmeerzeuger haben bei Versorgung bei Kombination der Gebiete die in nachfolgender Tabelle 16 dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Wärmeerzeuger	Hackschnitzelkessel	Erdgaskessel
Laufpriorität	1	2
Thermische Nennleistung (kW _{th})	480	900
Volllaststunden (h)	4.900	150
Erzeugte Jahreswärmemenge (MWh _{th})	2.352	150
Anteil an der Gesamtwärmebereitstellung (%)	95	5

Tabelle 16: Kenndaten der Wärmeerzeuger „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“

Investitionsprognose

Nachfolgende Abbildung 76 zeigt für die unterschiedlichen Varianten 1-5 die angenommene Investitionsprognose.

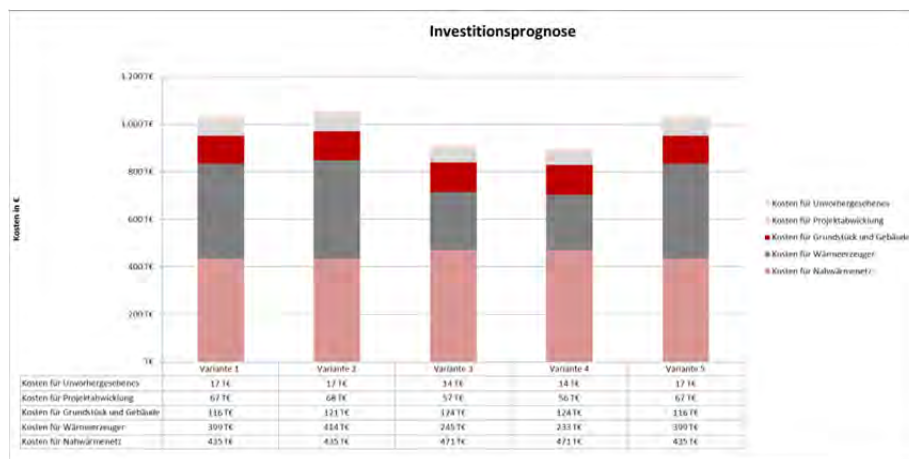


Abbildung 76: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5

Jährliche Ausgaben

Nachfolgenden Abbildung 77 zeigt die Jahresgesamtkosten der Varianten 1-5.

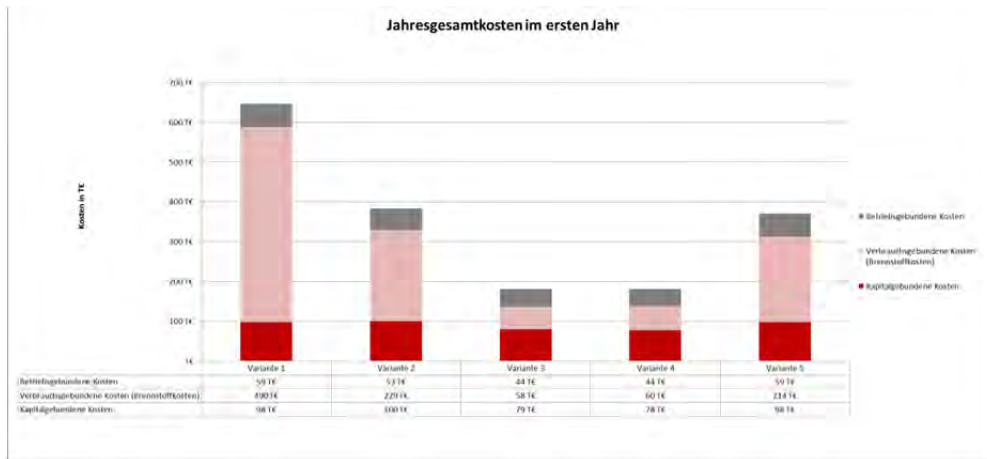


Abbildung 77: Vergleich der Jahresgesamtkosten

Sensitivitätsanalyse

Die Wärmegestehungskosten sind auch in diesem Fall sensitiver hinsichtlich der Brennstoffkosten im Vergleich zu den Kapitalkosten. Würden die Brennstoffkosten um 30 % steigen, so würden sich damit die Wärmegestehungskosten auf ca. 9,2 ct/kWh_{th} erhöhen. Hingegen wirkt sich eine Steigerung der Kapitalkosten um 30 % geringer auf die Wärmegestehungskosten aus, d.h. diese würden dann einen Wert von ca. 8,9 ct/kWh_{th} erreichen.

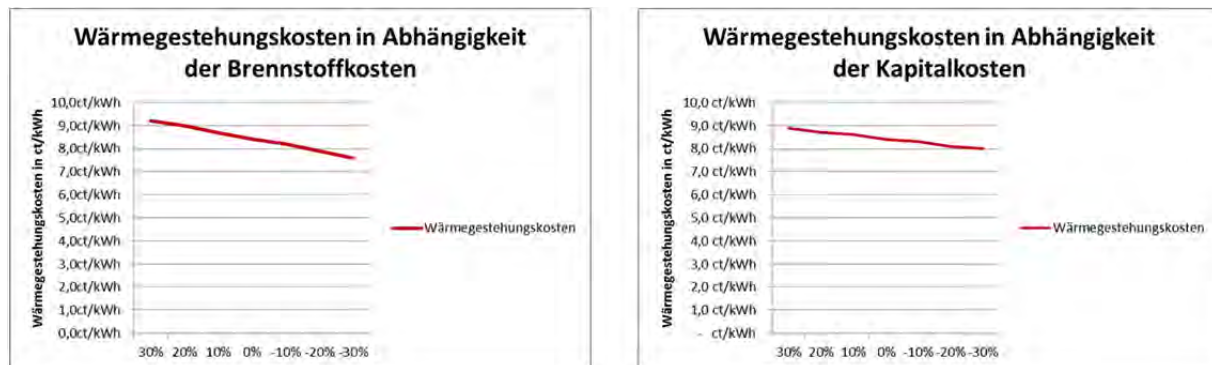


Abbildung 78: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3

Empfehlung

Den Ausführungen entsprechend, kann auch die Errichtung eines Nahwärmenetzes für die Kombination der beiden Gebiete empfohlen werden.

Variante 2: Kombination der Gebiete „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“

Für das Gebiet ergibt sich bei einer reduzierten Anschlussquote von 80 %³³ die in nachfolgender Abbildung 58 dargestellte thermische Jahresdauerlinie³⁴.

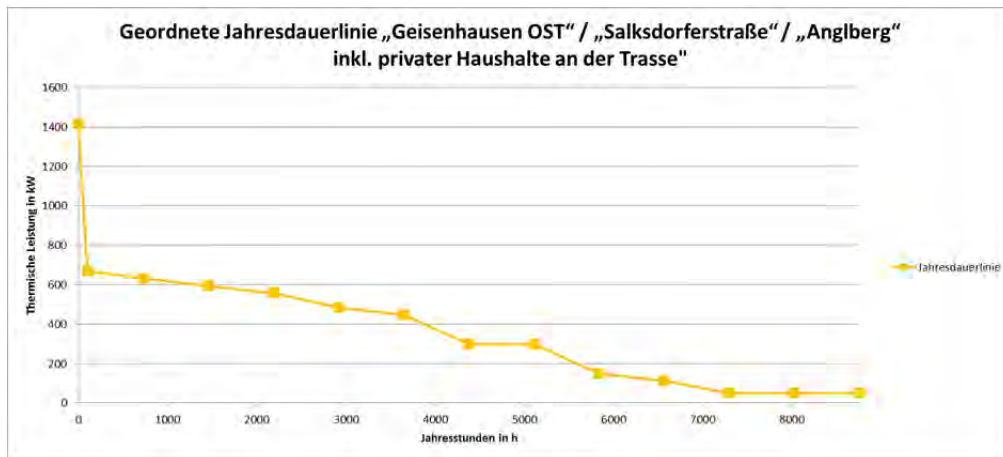


Abbildung 79: Geordnete thermische Jahresdauerlinie im Siedlungsgebiet „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“

Kenndaten „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“

In nachstehender Tabelle sind die angenommenen Daten des potenziellen Nahwärmenetzes dargestellt.

³³ Annahme: Nur 80 % der an der Trasse liegenden privaten Haushalte

³⁴ In dem betrachteten Gebieten ist eine Gasversorgung zumindest teilweise vorhanden, aus diesem Grund muss bereits im ersten Schritt von einer geringeren Anschlussquote ausgegangen werden.

Kenndaten	Werte
Trassenlänge	1.740m
Anschlussquote	80 % ³⁵
Spitzenleistung	1.720 kW _{th}
Gesamtwärmebedarf „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“	2.861 MWh _{th} /a
Gesamtwärmebedarf „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“ (inkl. Netzverluste)	3.249 MWh _{th} /a
Verlustwärme	388 MWh _{th} /a

Tabelle 17: Kenndaten „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“

Varianten

Nachfolgend werden, entsprechend der Ausführungen in Kapitel 4.6 fünf verschiedene Erzeugungskombinationen betrachtet.

In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde entsprechend der Baualtersklassen der Gebäude im Siedlungsgebiet „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“, eine Reduzierung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungen berücksichtigt. Dementsprechend reduziert sich der Wärmebedarf im Siedlungsgebiet „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse bis zum Jahr 2033, um ca. 6 %.

Wie Tabelle 11 zeigt, wird in diesem Szenario zudem von einer Anschlussquote von 80 % der privaten Haushalte entlang der Trasse und damit einer reduzierten Wärmeabnahme von ca. 2.861 MWh_{th} (100 % Anschlussquote: 3.040 MWh_{th}) ausgegangen.

Die Wärmegestehungskosten im Jahr eins liegen, wie Abbildung 59 zeigt, bei Variante 3 bei 8,2 ct/kWh_{th}. Werden die unterschiedlichen Varianten mit den spezifischen Wärmegestehungskosten eines dezentralen Systems verglichen, so wird deutlich, dass bei einer Anschlussquote von 80 % eine zentrale Wärmeerzeugung unter den angenommenen Rahmen-

³⁵ Der an der Trasse liegenden privaten Haushalte

bedingungen nicht mit einem dezentralen Erdgaskessel³⁶ (ca. 9,9 ct/kWh_{th}, grüne Linie) konkurrieren kann.

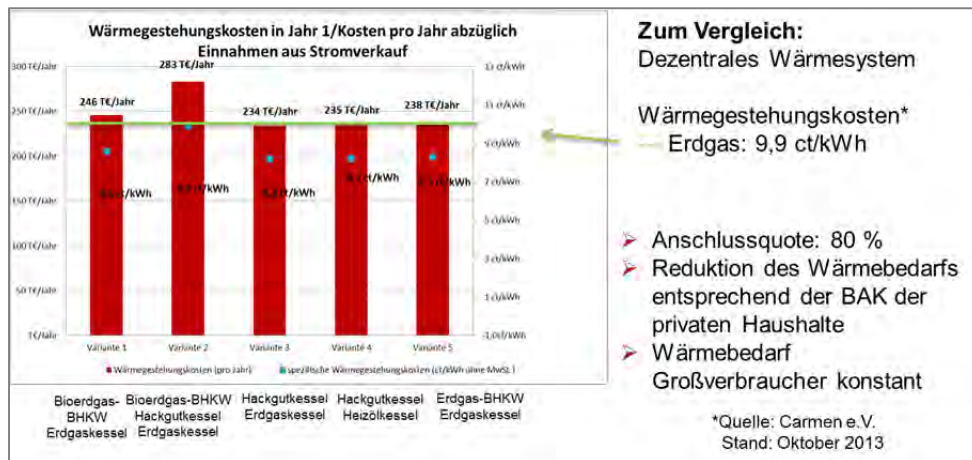


Abbildung 80: Wärmegestehungskosten bei 80 % Anschlussquote

Nachfolgende Abbildung 60 zeigt die Abdeckung der Jahresdauerlinie in Variante 3 mittels Hackschnitzelkessel (Grundlast) bzw. Erdgaskessel (Spitzelast).

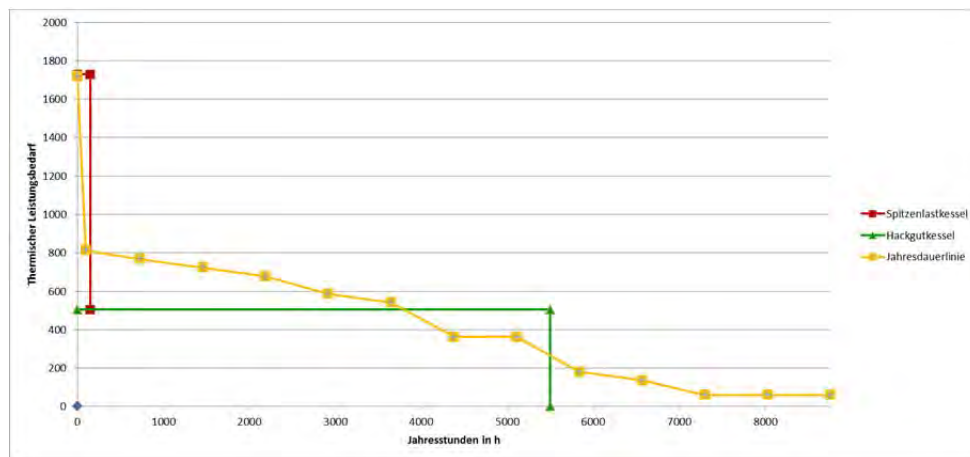
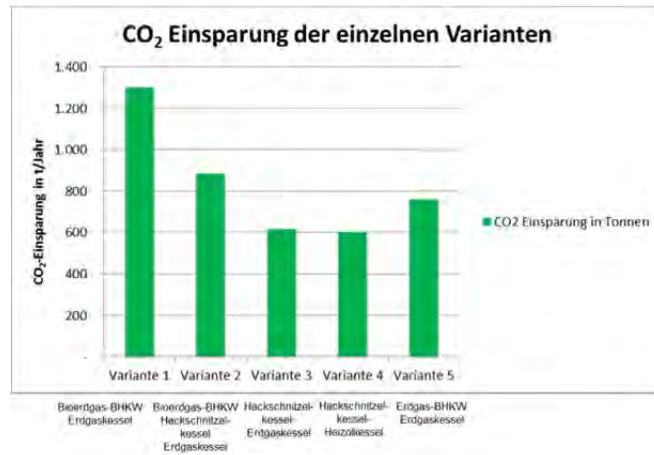


Abbildung 81: Abdeckung der Jahresdauerlinie „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“

Wie in nachfolgender Abbildung ersichtlich, können in diesem Fall pro Jahr ca. 620 t CO₂ eingespart werden.

³⁶ Großteils Erdgasversorgung durch die Bayernnetz GmbH vorhanden.

Abbildung 82: CO₂-Einsparungen pro Jahr

Die Wärmeerzeuger haben bei Versorgung des Siedlungsgebiets „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse“ die in nachfolgender Tabelle 12 dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Wärmeerzeuger	Hackschnitzelkessel	Erdgaskessel
Laufpriorität	1	2
Thermische Nennleistung (kW _{th})	560	1.250
Volllaststunden (h)	5.500	150
Erzeugte Jahreswärmemenge (MWh _{th})	3.080	188
Anteil an der Gesamtwärmebereitstellung (%)	94	6

Tabelle 18: Kenndaten der Wärmeerzeuger „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse

Investitionsprognose

Nachfolgende Abbildung 62 zeigt für die unterschiedlichen Varianten 1-5 die angenommene Investitionsprognose.

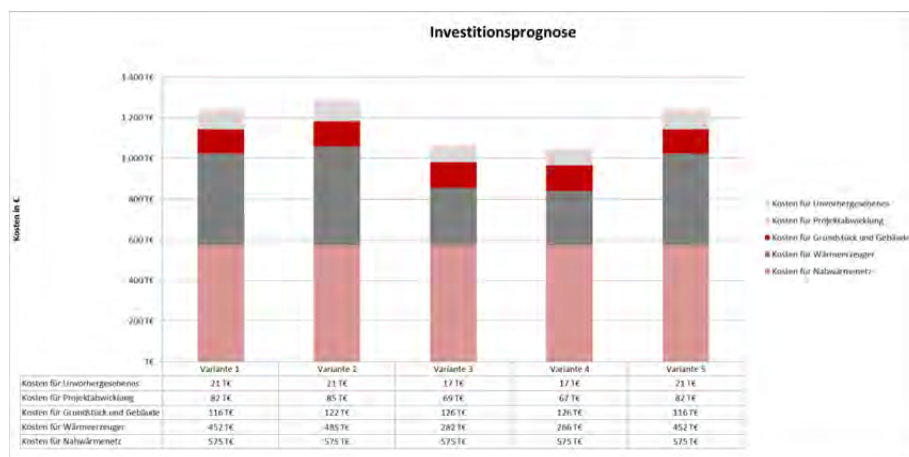


Abbildung 83: : Investitionskostenprognose der Varianten 1-5

Jährliche Ausgaben

Nachfolgende Abbildung 63 zeigt die Jahresgesamtkosten der Varianten 1-5 i.

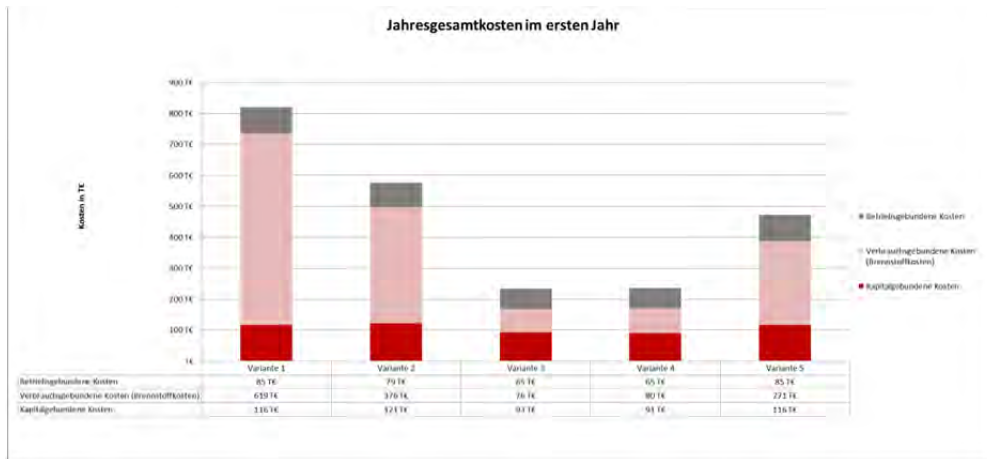


Abbildung 84: Vergleich der Jahresgesamtkosten

Sensitivitätsanalyse

Es zeigt sich auch hier, dass die Wärmegestehungskosten sensibler hinsichtlich der Brennstoffkosten im Vergleich zu den Kapitalkosten sind. Würden die Brennstoffkosten in diesem Fall um 30 % steigen, so würden sich damit die Wärmegestehungskosten auf ca. 9 ct/kWh_{th} erhöhen. Hingegen wirkt sich eine Steigerung der Kapitalkosten um 30 % geringer auf die Wärmegestehungskosten aus, d.h. diese würden dann einen Wert von ca. 8,6 ct/kWh_{th} erreichen.

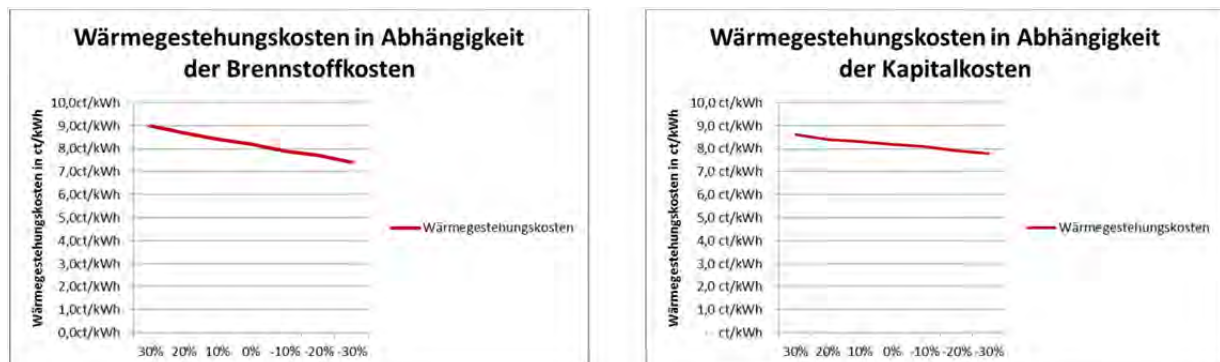


Abbildung 85: Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Brennstoff- bzw. Kapitalkosten für Variante 3

Empfehlung

Wird angenommen, dass nur 80% der an der Trasse liegenden privaten Haushalte anschließen, so ergeben sich in der Kombination Hackschnitzelkessel / Erdgaskessel die geringsten Wärmegestehungskosten in Höhe von 8,2 ct/kWh. Vergleicht man diese mit der Variante 1, in der zwar die Gebiete miteinander kombiniert jedoch nur die Großverbraucher berücksichtigt werden, können die Wärmegestehungskosten in Jahr eins damit um ca. 2 % reduziert werden. Ein Anschluss möglichst vieler privater Haushalte in der Trasse ist somit anzustreben.

Vergleich der Varianten

Werden die sechs unterschiedlichen Varianten miteinander verglichen, so kann festgestellt werden, dass die kostengünstigste Möglichkeit die Kombination der Großverbraucher inkl. 80 % der an der Trasse liegenden privaten Haushalte (Siedlungsgebiet Geisenhausen Ost) mit Wärmegegestehungskosten in Jahr 1 in Höhe von 8,2 ct/kWh bei Anwendung der Erzeugungsvariante 3 ist. Unberücksichtigt bleiben an dieser Stelle zwei weitere interessante Aspekte, welche bei Umsetzung einer Nahwärmeverbundlösung genauer betrachtet werden müssen. Zum einen der Anschluss des direkt an der Trasse liegenden Asylantenheims und zum anderen die Möglichkeit der Nutzung des vorhandenen Erdgaskessels an der Schule, da dieser nicht vollständig ausgelastet ist. Beide Aspekte würden sich selbstredend nochmals positiv auf die vorliegende Betrachtung auswirken. Abzuklären ist jedoch in jedem Fall auch, welche Wärmegegestehungskosten aktuell bei den einzelnen Großverbrauchern anfallen, um diese mit den vorliegenden Berechnungen vergleichen zu können. Für die privaten Haushalte gilt, dass die Gestehungskosten von 8,2 ct/kWh_{th} unter den beschriebenen Rahmenbedingungen³⁷ mit denen eines dezentralen Erdgaskessels (9,9 ct/kWh_{th}) konkurrieren können.

Es wird empfohlen, dass im Anschluss an dieses Konzept eine detaillierte technische und wirtschaftliche Analyse unter Berücksichtigung von Richtpreisanangeboten erstellt wird. Auf Basis dieser Analyse sollte dann entschieden werden, ob ein Nahwärmenetz errichtet wird.

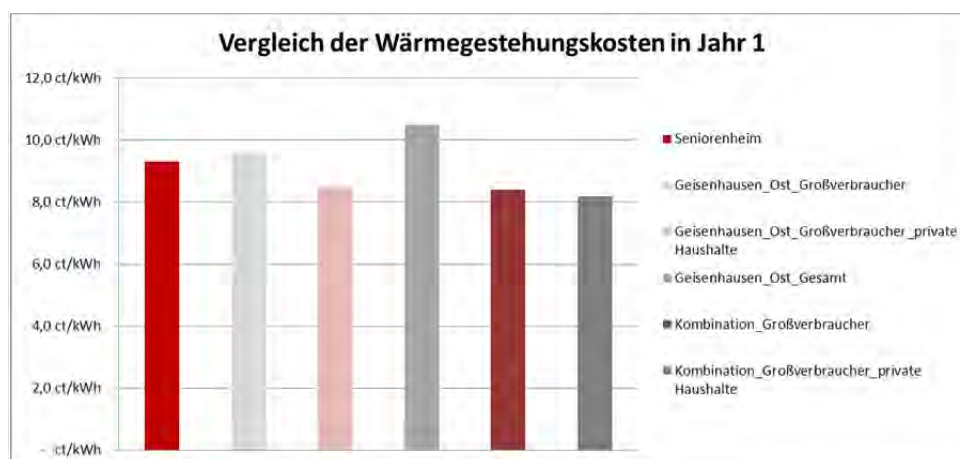


Abbildung 86: Vergleich der Varianten

³⁷ Berechnungen beruhen auf durchschnittlichen Marktpreisen, es wurden also keine Angebote eingeholt.

4.9 Verwendung eines Holzvergaser in Siedlungsgebiet Geisenhausen Ost

In Absprache mit dem Markt Geisenhausen wurde neben den fünf beschriebenen Erzeugungsvarianten für das Siedlungsgebiet Geisenhausen Ost (Variante 2: Kombination_Großverbraucher_private Haushalte) auch eine sechste Erzeugungsvariante betrachtet. Bei dieser werden ein Holzvergaser, ein Hackschnitzelkessel sowie ein Erdgasspitzenlastkessel miteinander kombiniert. Dieser soll entsprechend der Angaben der Firma AgroEnergie mit Pellets betrieben werden und bei einer installierten Leistung von 270 kW_{th} Investitionskosten in Höhe von 600.000 Tausend Euro verursachen [VGL. AGROENERGIE GMBH 2013].

Nachfolgend wird entsprechend den Ausführungen zu Variante 2 bei Kombination der Gebiete ebenfalls von einer Anschlussquote von 80% sowie den in Tabelle 17 angegebenen Kenndaten ausgegangen.

Es wurden die in nachfolgender Abbildung 87 dargestellten weiteren Annahmen für die Berechnung getroffen.

Folgende Nettopreise wurden angenommen:	
▪ Investitionskosten:	600.000 T€
▪ Wartungskosten:	0,033 €/kWh _{el}
▪ Holzpelletspreis:	210 €/t
▪ Zündölkosten:	1.000 €/t
Weitere Annahmen:	
▪ Leistung des Holzvergasers	180 kW _{el} / 270kW _{th}
▪ 5 % Eigenstrombedarf der Anlage	
▪ Vergütung gemäß EEG inkl. Bonus Einsatzstoffgüteklasse 1	
▪ Eigenstromnutzung	0%
▪ EK Quote	30 %
▪ Ohne Eigenstromnutzung	

Abbildung 87: Weitere Annahmen für die Erzeugungsvariante 6

Nachfolgende Abbildung 88 zeigt die Abdeckung der Jahresdauerlinie in Variante 6 mittels Holzvergaser (Grundlast), Hackschnitzelkessel (Mittellast) bzw. Erdgaskessel (Spitzenlast).

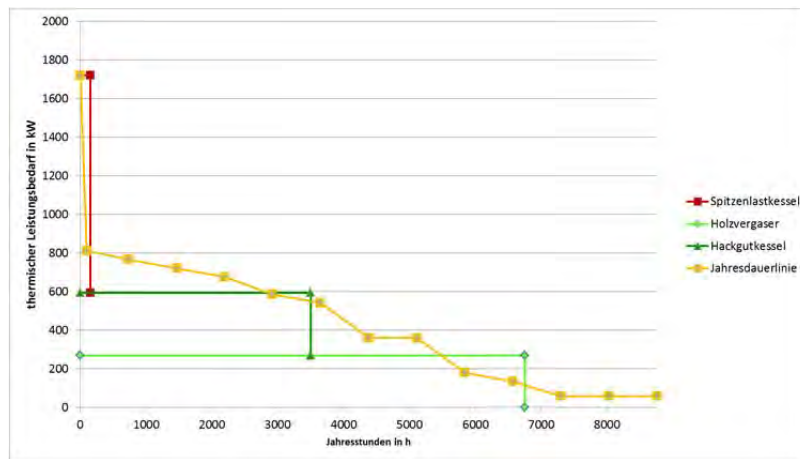


Abbildung 88: Abdeckung der Jahresdauerlinie

Die Wärmeerzeuger haben bei Versorgung des Siedlungsgebiets „Geisenhausen OST“ / „Salksdorferstraße“ / „Anglberg“ inkl. privater Haushalte an der Trasse die in nachfolgender Tabelle 12 dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Wärmeerzeuger	Holzvergaser	Hackgutkessel	Erdgaskessel
Laufpriorität	1	2	3
Thermische Nennleistung (kW_{th})	270	360	1.000
Volllaststunden (h)	6.750	3.500	150
Erzeugte Jahreswärmemenge (MWh_{th})	1.823	1.260	173
Anteil an der Gesamtwärmebereitstellung (%)	56	39	5

Tabelle 19: Versorgungs- und Verbrauchsdaten der Wärmeerzeuger

Es ergeben sich dementsprechend die in nachfolgender Abbildung dargestellten Wärmege-
stehungskosten für die Variante 6 in Höhe von 9,5 ct/ kWh_{th} , wobei eine Eigenstromnutzung
der erzeugten elektrischen Energie, wie bei allen anderen Erzeugungsvarianten mit Kraft-
Wärme-Kopplung, aktuell noch nicht berücksichtigt wurde und ein upside-Potenzial darstellt.
Ebenso wurden in nachfolgender Abbildung keine evtl. möglichen Förderungen bei Einsatz
eines Holzvergasers berücksichtigt, diese könnten jedoch zu einer erheblichen Reduktion
der Investitionskosten führen.

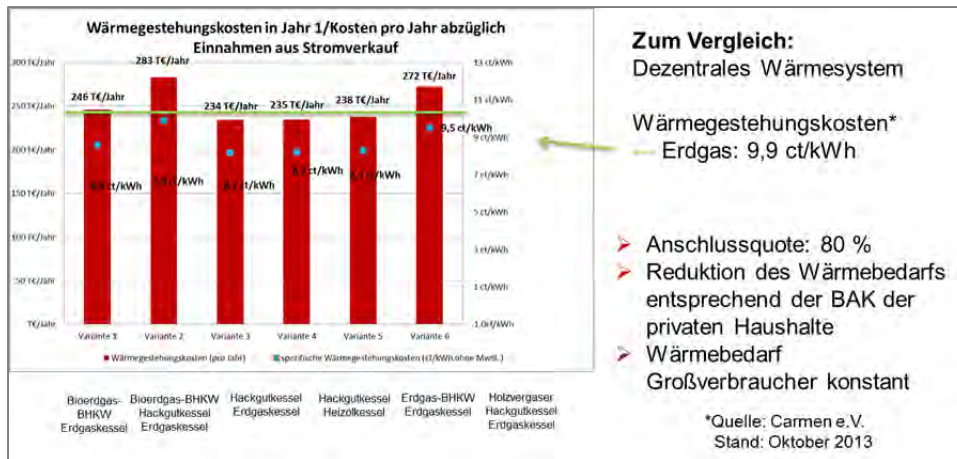


Abbildung 89: Wärmegestehungskosten der Variante 6 in Jahr 1

Empfehlung

Der mögliche Einsatz eines Holzvergaseres bei Umsetzung bzw. detaillierterer Betrachtung einer Nahwärmeverbundlösung nochmals zu analysieren und eventuelle Fördermöglichkeiten, die zu diesem Zeitpunkt noch möglich sind, sind zu berücksichtigen. Ganz entscheidend wird für diese Variante der mögliche Anteil der Eigenstromnutzung sein. Hierfür gilt es im Rahmen der Detailuntersuchung ein Konzept zu entwickeln.

4.10 Auswirkungen auf die pro Kopf CO₂-Emissionen des Markts Geisenhausen

Wird angenommen, dass bis 2021 der Nahwärmeverbund „für die Kombination_Geisenhausen_Ost_Großverbraucher_private Haushalte“ umgesetzt wird, so können die jährlichen CO₂-Emissionen und damit auch die jährlichen pro Kopf Emissionen gemäß Abbildung 90 auf ca. 8,2 t/Kopf reduziert werden.

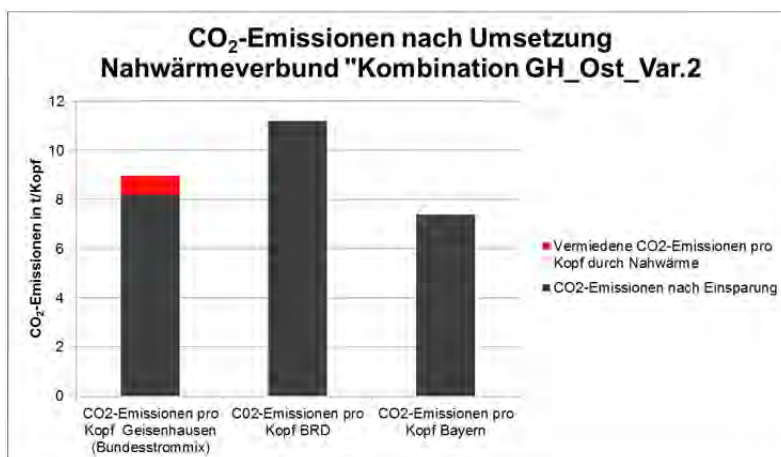


Abbildung 90: Reduktion der pro Kopf Emissionen nach Hebung der Nahwärmepotenziale

5. Potenzialanalyse

Im folgenden Kapitel werden ausgehend von einer Definition der Begrifflichkeiten die Energieeinspar- und Effizienzpotenziale sowie die Potenziale erneuerbarer Energien dargestellt. Die Nutzung erneuerbarer Energien zur Kraftstoffbereitstellung wird hierbei nicht weiter berücksichtigt. Die Potenziale erneuerbarer Energien werden nach Windenergie, Biomasse, Geothermie, Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie) sowie Wasserkraft differenziert.

5.1 Potenzialbegriffe

Bei der nachfolgenden Potenzialanalyse wird zwischen folgenden verschiedenen Potenzialbegriffen unterschieden:

- **Theoretisches Potenzial:** Das theoretische Potenzial beschreibt das „gesamte physikalisch nutzbare Energieangebot eines Energieträgers oder einer Energietechnik innerhalb des Untersuchungsgebietes zu einem bestimmten Zeitpunkt“ [DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK 2011.S. 275]. Es wird allein durch die physikalischen Nutzungsgrenzen bestimmt und markiert damit die Grenze des theoretisch realisierbaren Beitrags zur Energiebereitstellung. Zum Beispiel ist das theoretische Potenzial der Sonnenenergie naturgemäß enorm, da die eingestrahlte Sonnenenergie die Menge des gegenwärtigen Energiebedarfs der Menschheit um ein tausendfaches übertrifft. Aufgrund verschiedener Faktoren und Restriktionen (verfügbare Fläche, Systemwirkungsgrad, Verschattung etc.) ist das tatsächlich realisierbare Potenzial um ein vielfaches geringer. Das theoretische Potenzial macht wenig Aussage darüber, was mit der jeweiligen Technologie tatsächlich realisiert werden kann und wird daher im Folgenden nicht weiter ausgewiesen.
- **Technisches Angebotspotenzial:** Das technische Angebotspotenzial beschreibt den Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen nutzbar ist. Zusätzlich werden u.a. strukturelle Restriktionen sowie ggf. gesetzliche Vorgaben berücksichtigt. Nicht berücksichtigt werden hingegen Akzeptanzprobleme (z.B. in der Bevölkerung), da diese letztlich keine technischen Einschränkungen darstellen. Beispielsweise stellt das technische Angebotspotenzial für Photovoltaik in Geisenhausen die Strommenge dar, die unter Berücksichtigung der nutzbaren Flächen und Wirkungsgrade tatsächlich bereitstellbar ist [VGL. NEUBARTH / KALTSCHMITT 2000].

- **Technisches Nachfragepotenzial:** Gegenüber dem technischen Angebotspotenzial berücksichtigt das technische Nachfragepotenzial zusätzlich auch nachfrageseitige Restriktionen. Diese Unterscheidung wird bei der Solarthermie sowie der Photovoltaik angewandt. Da die nicht verwendete Wärme bei ersterer nicht wie bei der elektrischen Energie in das Netz eingespeist werden kann, sondern dann vollständig ungenutzt bleibt. Bei der Photovoltaik sowie der Solarthermie soll zudem dargestellt werden, dass die zur Verfügung stehende Dachfläche nur einmal genutzt werden kann. [VGL. NEUBARTH / KALTSCHMITT 2000].

Nachfolgend werden Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenziale sowie vorhandene Potenziale erneuerbarer Energien in Geisenhausen ausgewiesen.

5.2 Energieeinspar- und Effizienzpotenziale

Ziel dieses Kapitels ist es, mögliche technische Energieeinspar- und Effizienzpotenziale bis 2021 in den Bereichen Strom und Wärme, differenziert nach den Sektoren private Haushalte und Gewerbe / Industrie überschlägig zu quantifizieren. Gemäß des energiewirtschaftlichen Dreisprungs: Einsparung, Effizienz, Erneuerbare – sollte erst der IST-Bedarf durch Einsparung- / Effizienzmaßnahmen reduziert werden. Im Anschluss daran sollte ermittelt werden, in welchem Maße sich der (reduzierte) IST-Bedarf durch Erzeugung aus erneuerbaren Energien decken lässt.

Zur Ermittlung der Energieeinspar- und Effizienzpotenziale wird folgende Herangehensweise gewählt bzw. werden folgende Annahmen getroffen:

- Bei der Ableitung der Potenziale wird davon ausgegangen, dass es bis 2021 keine signifikante Veränderung der Einwohnerzahl gibt.
- Die Bestimmung der potenziellen Energieeinsparungen erfolgt statisch, also gegenüber einem festen Bezugspunkt (Strom: 2011, Wärme 2011) mit fest gehaltenem Mengengerüst. Diese Vorgehensweise unterstellt, dass gegenläufige Effekte (gesellschaftliche Entwicklung, eine zu unterstellende (technische) Weiterentwicklung hinsichtlich Energieeffizienz, Preiseffekte) sich kompensieren, so dass der Strom- und Wärmebedarf bis 2021 (vor Ausweisung der Einsparungs- und Effizienzpotenziale) als konstant angenommen werden kann.

Nachfolgend wird zuerst auf mögliche Ansatzpunkte zur Energieeinsparung bzw. Effizienzsteigerung im Bereich Strom und daran anschließend im Bereich Wärme eingegangen.

5.2.1 Elektrische Energie: Energieeinspar- und Effizienzpotenziale

- **Sektor private Haushalte**

Im Bereich Strom ergeben sich folgende Ansatzpunkte zur Energieeinsparung, auf die nachfolgend näher eingegangen wird:

- Gebäudetechnische Anlagen
- Beleuchtung
- Elektrogeräte

Gebäudetechnische Anlagen

Neben dem Heizkessel ist die Umwälzpumpe ein zentrales Element des gesamten Heizungssystems, denn sie befördert das erhitzte Wasser über ein Rohrnetz zu den einzelnen Heizkörpern des Hauses. Die Umwälzpumpe wird mittels elektrischer Energie betrieben und kann bis zu 10 % des Strombedarfs eines Haushalts verursachen. In vielen Fällen sind die Umwälzpumpen veraltet. Vor der Verkündung der EnEV 2002 wurde in den allermeisten Wohngebäuden standardmäßig unregulierte Heizungspumpen eingebaut, die die meiste Zeit des Jahres (ca. 6.000) bei voller Leistung betrieben werden, unabhängig davon, ob bzw. in welchem Maße Heizleistung in den Räumen des Gebäudes benötigt wird. Zudem sind die Pumpen häufig überdimensioniert und falsch eingestellt. In nachfolgender Abbildung kann der jährliche Strombedarf einer neuen mit dem einer alten Umwälzpumpe verglichen werden.

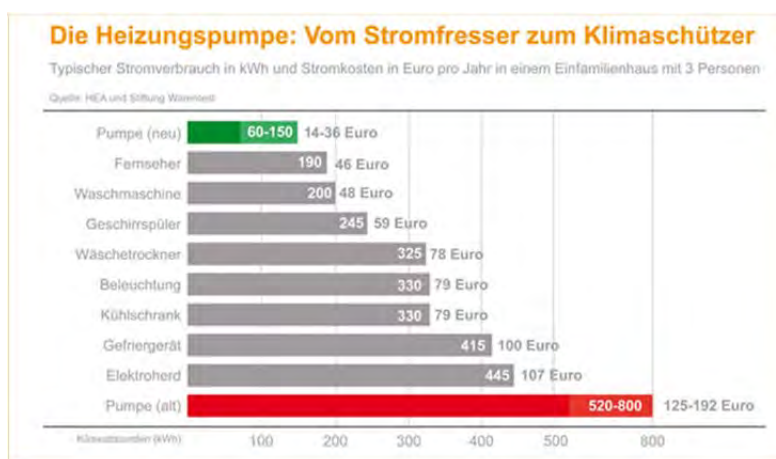


Abbildung 91: Jährlicher Strombedarf einer alten und neuen Umwälzpumpe

Quelle: CO2ONLINE GMBH 2013

Unter der Annahme, dass durch den Austausch einer veralteten Umwälzpumpe eine jährliche Stromeinsparung von ca. 370 kWh_e/EFH möglich ist (vgl. Abbildung 91) sowie der An-

nahme, dass bis 2021 all die Heizsysteme, die vor 1997 installiert wurden, ausgetauscht werden, ergibt sich ein gesamtes Effizienzpotenzial durch den Ersatz ineffizienter Pumpen in Höhe von **440 MWh_{el}**.

Anmerkung: Werden für ein EFH durchschnittliche Anschaffungskosten einer solchen effizienteren Pumpe in Höhe von 450 Euro angesetzt, so hat sich diese Maßnahme innerhalb von ca. 3-4 Jahren (siehe Abbildung 92) amortisiert³⁸.

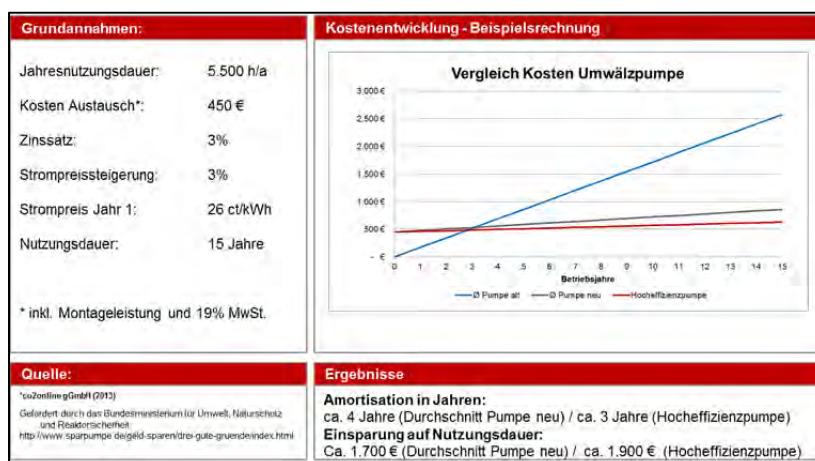


Abbildung 92: Beispielsrechnung Kostenentwicklung Umwälzpumpe

Beleuchtung

Der Anteil der Beleuchtung am Strombedarf im Sektor private Haushalte beträgt durchschnittlich ca. 11 % [VGL. PROGNOSE 2007: S.35], im Falle von Geisenhausen entspricht dies einer Strommenge von 914 MWh_{el}/Jahr. Durch den Austausch der konventionellen Lampen (Glühlampen) gegen Energiesparlampen kann ein erhebliches Einsparpotenzial gehoben werden, da eine Energiesparlampe nur ca. 20 % der Energie einer herkömmlichen Glühlampe verbraucht. Aber auch der Einsatz einer Halogenlampe, die etwa 60 % der Energie einer Glühlampe benötigt, führt zu einer Energieersparnis in diesem Bereich. Der künftig vermehrte Einsatz von LEDs wird zu weiteren Effizienzsteigerungen im Bereich der Beleuchtung führen [VGL. LICHT.DE 2013].

Da die Glühlampe bereits abgeschafft wurde (aber im Strombedarf 2011 noch weitgehend enthalten ist), ist davon auszugehen, dass bis 2021 ein Großteil der heute verwendeten Glühlampen durch effizientere Beleuchtungstechnik (Energiesparlampe, Halogenlampe oder

³⁸ Angenommener Strompreis: 26 ct/kWh [VGL. AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN 2013]

LED) ersetzt werden. Gemäß Prognos kann davon ausgegangen werden, dass 40 % des in privaten Haushalten für Licht benötigten Stroms einzusparen ist, dies entspricht einem Potenzial von **366 MWh_{el}** bis 2021.

Elektrogeräte

Das Energielabel soll es dem Verbraucher erleichtern, den Energiebedarf bspw. der verschiedenen Haushaltsgeräte (Fernseher, Waschmaschine, Trockner, Kühl- und Gefriergerät) zu erkennen und somit möglichst energieeffiziente Geräte zu erwerben. Die beste Energieeffizienzklasse (A+++, A++, A+, A) ist dabei Grün markiert, während die schlechteste Rot (G) gekennzeichnet ist [VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE 2012]. Nachfolgende Abbildung 93 zeigt, dass nach Angaben der Deutschen Energie Agentur bereits der Austausch eines zehn Jahre alten Wäschetrockners gegen ein sparsames Modell eine jährliche Kostenersparnis von ca. 100 € bringt (vgl. Abbildung 93).

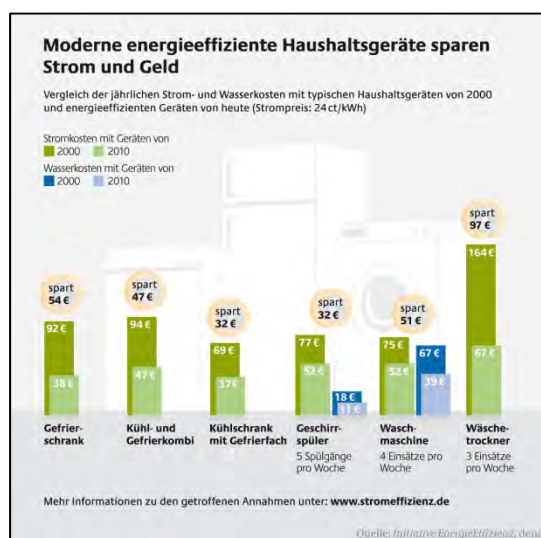


Abbildung 93: Energieeffizienzsteigerung bei Haushaltsgeräten

Quelle: DEUTSCHE ENERGIE AGENTUR E.V. 2011

Die Mehrkosten der Anschaffung amortisieren sich somit auf Grund der erheblichen Effizienzsteigerung bei Großgeräten (Wäschetrockner, Waschmaschine etc.) und damit jährlicher Energieeinsparung i.d.R. innerhalb weniger Jahre [VGL. BOSCH SIEMENS HAUSGERÄTE 2011].

Da der Anteil der Elektrogeräte am gesamten Strombedarf des Sektors private Haushalte bei durchschnittlich 27 % (2.244 MWh_{el}/a) liegt, können durch den Austausch ineffizienter Geräte erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden. Es wird ein Einsparpotenzial in einem Zeit-

raum von 8 Jahren in Höhe von 30 % angenommen [VGL. PROGNOSE 2007: S. 35FF]. Dieser Annahme folgend ergibt sich ein Einsparpotenzial von **651 MWh_{el}**.

Stand-By

Die durchschnittlichen Stand-By-Kosten eines 4-Personen-Haushalts betragen ca. 70-80 Euro/(Jahr*Haushalt)³⁹ [DEUTSCHE ENERGIE AGENTUR 2012]. Bei einem Strompreis von ca. 26 ct/kWh_{el} [VGL. AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN 2013] entspricht dies wiederum einer Strommenge pro Haushalt von ca. 290 kWh_{el}/a. Nachfolgende Tabelle 20 zeigt die Werte für die Stand-By-Leistung einzelner Geräte nach Angaben der Deutschen Energie Agentur e.V..

³⁹ Max. betragen die Stand-by Kosten pro Haushalt ca. 115 € (siehe Tabelle 20).

	Leistung im Stand-by (Watt)	Durchschnittl. Stand-by- Betrieb am Tag (Stunden)	Kosten gerundet (Euro pro Jahr)
TV LCD, 80-94 cm	1	20	2
TV alt	6	20	10
DVB-T-Receiver	10	20	16
DVD-Rekorder mit Fest- platte	8	22	14
Hi-Fi-Anlage	10	20	16
Radios (3 Geräte)	5	21	8
PC mit Monitor und Dru- cker	10	20	16
DSL-Modem + Router	7	20	11
Telefon schnurlos (Lade- schale)**	2	23	4
Anrufbeantworter**	3	24	6
Spielkonsole	3	22	5
Kaffeevollautomat	3	23	6
Gesamtkosten pro Jahr (gerundet)			115

Tabelle 20: Beispielrechnung: Geräte im dauerhaften Stand-by-Betrieb⁴⁰

Quelle: Deutsche Energie Agentur e.V. 2013a

Unter der Annahme von ca. 2.900 Haushalten in Geisenhausen [VGL. STADT GEISENHAUSEN 2012] kann somit der Stand-By-Bedarf des Markts Geisenhausen mit **842 MWh_{el}** beziffert werden, der durch entsprechende Aufklärung und Maßnahmen um bis zu 100 % reduziert werden kann.

⁴⁰ „In unserem Beispiel gehen wir - je nach Gerät - von einem Stand-by-Betrieb von täglich 20 bis 24 Stunden aus, an 335 Tagen im Jahr. Strompreis: 26 Cent/kWh (Stand 2013). Bitte beachten Sie, dass der Strompreis je nach Anbieter und Region variiert und z. B. auch höher ausfallen kann. **Diese Geräte sind 365 Tage im Jahr am Netz“ [DEUTSCHE ENERGIE AGENTUR E.V. 2013A].

Verbraucher

Neben den genannten Einspar- und Effizienzpotenzialen im Sektor private Haushalte bestehen auch in der Beeinflussung des Verhaltens und der Entscheidungen des Endverbrauchers Potenziale zur Reduktion des Energiebedarfs. Am wirkungsvollsten scheint in diesem Zusammenhang eine gezielte Information und Aufklärung des Endverbrauchers (Öffentlichkeitsarbeit). Das Potenzial solcher Maßnahmen kann im Rahmen dieser Studie nicht quantifiziert werden.

• **Sektor Gewerbe / Industrie**

Im Sektor Gewerbe / Industrie ergeben sich folgende Ansatzpunkte zur elektrischen Energieeinsparung, auf die nachfolgend näher eingegangen wird:

- Gebäudetechnische Anlagen
- Beleuchtung
- Kühl- und Tiefkühlgeräte
- Informations- und Kommunikationstechnik

Gebäudetechnische Anlagen

Gemäß den Ausführungen des vorherigen Kapitels bzgl. des Austausches veralteter, ineffizienter Heizungspumpen, stellt dieser auch im Sektor Gewerbe / Industrie ein Effizienzpotenzial für elektrische Energie dar, das sich - Herleitung und Annahmen analog denen für private Haushalte - mit **24 MWh_{el}** bis 2021 beziffern lässt.

Beleuchtung

Für das Gewerbe / Industrie sind insbesondere folgende Maßnahmen zur elektrischen Energieeinsparung im Bereich Beleuchtung relevant [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2009: S. 30 FF]:

- Nutzung des natürlichen Tageslichts
- Regelmäßige Reinigung der Leuchten und Reflektoren
- Optimale Anordnung der Leuchten am Arbeitsplatz
- Tageslichtgeregelter Steuerung
- Einbau energieeffizienter Leuchten

Bei Umsetzung entsprechender Maßnahmen bis 2021 kann der Strombedarf im Bereich Beleuchtung um ca. 30 % reduziert werden [PROGNOS 2007: S.83], dies entspricht in Geisenhausen einem Effizienzpotenzial bis 2021 in Höhe von **827 MWh_{el}**.

Kühl- und Tiefkühlgeräte

Im Sektor Gewerbe spielt die Kühltechnik vor allem zur Kühlung von Lebensmitteln eine wichtige Rolle.

Folgende Maßnahmen können bei Kühl- und Tiefkühlgeräten u.a. zu Energieeinsparung führen [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2009: S. 20 FF]:

- Austausch der veralteten Geräte
- Überprüfung der eingestellten Kühltemperatur sowie der Kühlzeiten
- Regelmäßige Wartung der Anlage
- Wärmedämmung der Anlagenteile
- Minimierung von Wärmelasten

Bei Austausch der veralteten Geräte kann der Energiebedarf im Bereich Kühl- und Tiefgeräte um ca. 27 % bis 2021 reduziert werden [VGL. PROGNOS 2007: S.83], dies entspricht in Geisenhausen einem Effizienzpotenzial in Höhe von **318 MWh_{el}**.

Klima und Raumluftechnik

Im Sektor Gewerbe existieren i.d.R. zahlreiche raumluftechnische Anlagen. Viele dieser Anlagen sind überdimensioniert und/oder nicht oder nur ein- oder zweistufig regelbar.

Im diesem Zusammenhang bieten sich deshalb bspw. folgende Maßnahmen an:

- Reduktion bzw. Regelung des Volumenstroms
- Bedarfsabhängige Regelung
- Einbau einer Wärmerückgewinnung
- Ausweitung des Toleranzbereiches bei Temperatur- und Feuchtigkeitssollwerten

Das mögliche Effizienzpotenzial in diesem Bereich wird mit knapp 60 % beziffert [VGL. PROGNOS 2007: S.78]; bezogen auf Geisenhausen entspricht dies einem Effizienzpotenzial in Höhe von **694 MWh_{el}** bis 2021.

Informations- und Kommunikationstechnik

Der Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik wächst stark und dementsprechend nimmt auch der Energiebedarf in diesem Bereich stetig zu.

Folgende Maßnahmen können u.a. zur Energieeinsparung in diesem Bereich führen [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2009: S. 35]:

- Anordnung der Serverschränke
- Beachtung der Energieeffizienz bei der Beschaffung von IT-Hardware
- Optimierung der Einstellungen der Energieoptionen bei den Geräten
- Ausschalten der Geräte außerhalb der Betriebszeiten

Das mögliche Effizienzpotenzial in diesem Bereich wird mit ca. 16 % beziffert [VGL. PROGNOSE 2007: S.83]; bezogen auf Geisenhausen entspricht dies einem Effizienzpotenzial in Höhe von **176 MWh_{el}** bis 2021.

- **Sektor Kommunale Liegenschaften**

Im Sektor kommunale Liegenschaften sind neben der Kläranlage, die Grund- und Mittelschule St. Martin inkl. Sporthallen sowie das Freibad die größten Stromverbraucher.

Kläranlage

Gemäß den Angaben des Umweltbundesamtes liegt der spezifische Strombedarf einer Kläranlage der Größenklasse 4 (>5.000-10.000 EW) bei 44 kWh/(EW*a). Wird dies mit den durchschnittlichen Strombedarf der Kläranlage Geisenhausen verglichen, so ergibt sich ein spezifischer Strombedarf in Höhe von durchschnittlich 43 kWh/(EW*a)⁴¹. Dieser liegt somit um ca. 2 % unter dem Durchschnittswert der Größenklasse 4.

Die größten Stromverbraucher einer Kläranlage sind dabei typischerweise kontinuierlich laufende Pumpen, die Belüftung sowie durchgehend laufende Rührwerke.

Folgende Ansatzpunkte für Energieeinspar- und Effizienzpotenziale in der Kläranlage sollen hier angeführt werden [VGL. UMWELTBUNDESAMT 2009: S. 6 FF]:

- Austausch der Belüfter
- Optimierung der Belüftungsanordnung
- Regelung der Belüftung
- Vermeidung von Druckverlusten
- Einsatz moderner Pumpen
- Kontinuierliche Überwachung der größten Stromverbraucher.

⁴¹ Anschlussgrad gemäß Sehlhoff GmbH 5.646 Einwohner [VGL. SEHLHOFF GMBH: S. 7]

An der Kläranlage Geisenhausen ist im Rahmen einer separaten Studie durch die Sehlhoff GmbH detailliert betrachtet worden. Dabei wurden die in nachfolgender Abbildung dargestellten Schwachstellen herausgearbeitet.

Funktionsbereich	KA	KA	Zielwerte / Toleranzwerte
	Geisenhausen kWh/a (2011)	Geisenhausen kWh/(EWxa)	
Vorklärung			
Rechen	1.285	0,23	0,5 / 1,0
Belüfteter Sandfang / Sandwäsche	16.592	3,02	1,5 / 3,0
Summe Vorklärung	17.877	3,25	2,5 / 5,0
Biologische Stufe			
Gebläse	119.145	21,7	10 / 18
Rührwerke	41.846	7,6	2 / 4
Nachklärung (Räumer etc.)	2.783	0,5	0,3 / 0,6
Rücklaufschlamm	20.919	3,8	0,6 / 1,2
Summe Biologische Stufe	184.693	33,6	13 / 25
Schlammbehandlung			
Überschussschlamm	1.104	0,15	0,1 / 0,2
Eindickung	747	0,14	0,1 / 0,2
Schlammwässerung	15.330	2,79	2,0 / 4,0
Summe Schlammbeh.	17.181	3,12	2,5 / 5,0
Sonstige Verbräuche			
Heizungen etc.	13.939		
Summe Kläranlage	233.690	42,5	18 / 35

Abbildung 94: Ergebnisse Analyse Kläranlage Geisenhausen Sehlhoff GmbH
[SEHLHOFF GMBH: S.15]

Außerdem schlägt die Studie konkrete Maßnahmen zur weiteren Reduktion des Energiebedarfs der Kläranlage Geisenhausen vor, die nach Angaben des Markts nun Schritt für Schritt umgesetzt werden sollen. Folgende Maßnahmen schlägt die Studie u.a. vor:

- Energieeffiziente Rührwerke
(Einsparung: ~15.000 kWh/a)
- Erneuerung der Belüftung
(Einsparung: ~20.000 kWh/a)
- Erneuerung der Pumpen im Schlammumpwerk
(Einsparung: ~2.000 kWh/a)

Nach Umsetzung aller Maßnahmen können insgesamt ca. 45.000 kWh des derzeitigen elektrischen Energiebedarfs vermieden werden [VGL. SEHLHOFF GMBH: S. 7]. Dies würde einer Reduktion des Strombedarfs um ca. 19 % entsprechen und den pro Kopf Wert der Kläranlage auf 35 kWh/EW verbessern. Damit würde den Kläranlage Geisenhausen den durch das Umweltbundesamt angegebenen Durchschnittswert um 20 % unterschreiten.

Gemäß Angabe aus der Datenerfassung des Markts Geisenhausen ist zudem auf der Kläranlage Geisenhausen eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 72,89 kW_p installiert.

Diese hat im Jahr 2012 ca. 72 MWh_{el} elektrische Energie erzeugt, diese wird vollständig in das Netz eingespeist [VGL. MARKT GEISENHAUSEN 2013]. Hier sollte in jedem Fall die Umstellung auf Eigenstromnutzung überprüft werden. Da die Kläranlage einen täglich rel. konstanten Strombedarf aufweist, ist davon auszugehen, dass ein hoher Anteil des erzeugten Stroms direkt vor Ort genutzt werden kann.

In nachfolgender Abbildung wird „konservativ“ von einer Eigenstromnutzung von 50 % an der Kläranlage und der Inbetriebnahme der Photovoltaikanlage Mitte 2011 ausgegangen, womit jährlich ca. 11 T€ eingespart werden könnten. Die Umstellung auf Eigenstromnutzung an der Kläranlage sollte entsprechend zeitnah umgesetzt werden und bei geplanter Neuinstallation, wie an der Kinderkrippe St. Martin und dem Feuerwehgerätehaus, berücksichtigt werden.

Abschätzung der Wirtschaftlichkeit: Eigenstromnutzung vs. 100 % Netzeinspeisung					
<i>Bitte geben Sie den Strombezugspreis, das genaue Inbetriebnahmedatum, den Jahresstrombedarf, die installierte Leistung, die Postleitzahl sowie die gewünschte Eigenstromnutzung in Prozent ein! Falls der berechnete Jahresertrag nicht Ihrer Anlage entspricht können Sie ihn einfach mit der korrekten Angabe überschreiben.</i>					
Eingabedaten					
Strombezugspreis (brutto)	25,00	ct/kWh	Postleitzahl	84144	
Inbetriebnahme	06	Monat	Jahresstromertrag	81.782,58	kWh/a
	2011	Jahr	Jahresstrombedarf	241.784,00	kWh/a
installierte Leistung	72,89	kWp	Gewünschte Eigenstromnutzung	50,0%	
			daraus berechneter Eigenverbrauch	40.891,29	kWh/a
Ergebnis					
Einsparung gegenüber 100 % Netzeinspeisung	10.539	€a*	*inkl. 40 €a für Zweirichtungszähler		
EEG Vergütungssätze					
Einspeisevergütung	27,33	ct/kWh	Eigenstromvergütung Ja/Nein	Ja	
			Eigenstromvergütung bis 30%	10,95	ct/kWh
			Eigenstromvergütung ab 30%	15,33	ct/kWh

Straßenbeleuchtung

Bei den kommunalen Liegenschaften nimmt die Straßenbeleuchtung eine Sonderstellung ein, da sie nicht direkt dem Strombedarf der kommunalen Liegenschaften zuzuordnen ist. Optimierungen lassen sich an dieser Stelle vor allem durch den Austausch des Lampentyps, den Ersatz von Vorschaltgeräten sowie die bedarfsangepasste Schaltung der Anlagen, erzielen [VGL. PROGNOSE 2007: S. 80].

Der Markt Geisenhausen hat in diesem Zusammenhang bereits teilweise mit der Umrüstung und Umstellung auf energieeffiziente Beleuchtung begonnen.

Gemäß der Datenerfassung sind zum Thema Straßenbeleuchtung im Markt Geisenhausen folgende Leuchtsysteme installiert:

Leuchtsystem	Leuchtdauer (h)	Anschlussleistung(kW)	Energiebedarf (kWh)	Anzahl	Status
TC-TEL	4.050	25,5	103.319	553	Neu eingebaut
TC-L	4.050	7,4	30.132	124	Neu eingebaut
T26	4.050	22,5	91.287	245	Umrüstung auf Aura Thermolampe (Einsparung/a: 45.644 kWh, 2013)
LED	4.050	1,1	4.463	29	Neu installiert (Dimmung möglich)
HME	4.050	4,9	19.825	55	Ab 2015 verboten (Umrüstung auf LED; Einsparung/a: 15.370 kWh)
HSE / HST	4.050	6,8	27.472	66	Energieeffizientes Gelblicht

Tabelle 21: Kenndaten Straßenbeleuchtung Geisenhausen

Dabei sind sowohl die TC-TEL als auch die TC-L (beides Kompaktleuchtstofflampen) neu eingebaut (dies entspricht einer Einsparung von ca. **95,5 MWh_{el}/a** [VGL. BAYERNWERK 2013]) worden. Mit den 66 HSE / HST Leuchten ist zudem energieeffizientes Gelblicht installiert worden. Daneben wurden 29 LED Leuchtsysteme in Neubaugebieten installiert, wobei diese nach Angaben der Bayernwerk AG aktuell noch nicht gedimmt werden.

Für die aktuell 245 Leuchtstofflampen (T 26 Peitschenlampen) ist eine Umrüstung auf Aura Thermolampen geplant (Umsetzung für 2013 geplant), durch diese Maßnahme kann die Leistungsaufnahme pro Leuchte von 92 Watt auf 46 Watt reduziert werden. Damit werden zusätzliche **ca. 46 MWh_{el}/a** eingespart.

Da die bestehenden 55 HME Leuchten (Quecksilberlampen) ab 2015 sowieso verboten sind, sollten diese durch hocheffiziente LED Miniiridium Leuchten ersetzt werden. Mit dieser Maßnahme könnten nochmals **ca. 15 MWh_{el}/a** eingespart werden.

Für die in den Neubaugebieten installierten LED Leuchten wird eine Dimmung und damit Reduktion der Leistungsaufnahme um 50% von 12 Uhr nachts – 4 Uhr morgens vorgeschlagen, womit gemäß Abbildung 95 nochmals **0,8 MWh_{el}/a** eingespart werden..

Dimmung	Reduktion Stundenzahl/a	Einsparung in kWh	Einsparung in €/a
12 Uhr nachts – 4 Uhr morgens	1.460	~803	~160

* Annahme Strompreis: 20 ct/MWh netto

Abbildung 95: Einsparung durch Dimmung der 29 LED Leuchten

Dies entspricht einer Reduktion des aktuellen Strombedarfs (372 MWh_{el}) um insgesamt 157 MWh_{el} von 42 %. Da der Einbau der TC-TEL Leuchten bereits umgesetzt wurde, verbleibt ein Potenzial von ca. **62 MWh_{el}/a**.

Eine weitere Steigerung der Effizienz könnte dann nur noch durch eine Umrüstung der TC-TEL/TC-L und Aura Thermolampen auf LED-Leuchten erfolgen. Dies macht jedoch erst in einigen Jahren Sinn, da die genannten Leuchten erst neu installiert wurden.

Daneben könnte ein Konzept zur Nachtabschaltung einzelner Straßenzüge entwickelt werden. Nachfolgende Tabelle zeigt beispielhaft das mögliche Einsparpotenzial bei unterschiedlicher Stundenzahl⁴² für die verbleibenden Leuchten⁴³.

Nachtabschaltung	Reduktion Stundenzahl/a	Einsparung in MWh	Einsparung in T€*
12 Uhr nachts – 4 Uhr morgens	1.460	~50	~10
2 Uhr nachts – 4 Uhr morgens	730	~25	~5
3 Uhr nachts - 4 Uhr morgens	365	~12	~2,5

* Annahme Strompreis: 20 ct/kWh netto

Abbildung 96: Energieeinsparpotenzial durch Nachtabschaltung der Straßenbeleuchtung

Gebäudetechnische Anlagen

Gemäß den Ausführungen des vorherigen Kapitels bzgl. des Austausches veralteter, ineffizienter Heizungspumpen, stellt dieser auch im Sektor kommunale Liegenschaften ein Effizienzpotenzial für elektrische Energie dar, das sich - Herleitung und Annahmen analog denen für private Haushalte - mit **3 MWh_{el}** bis 2021 beziffern lässt.

5.2.2 Thermische Energie: Energieeinspar- und Effizienzpotenziale

Im Bereich der thermischen Energie sind drei Maßnahmen (Gebäudesanierung, Kesselaustausch, Optimierung Heizsystem) besonders wirkungsvoll. Die Ermittlung entsprechender Einsparpotenziale in den jeweiligen Sektoren erfolgt im Folgenden.

⁴² Nach Angaben der Bayernwerke wird die Nachtabschaltung bereits bei ca. 20 Kommunen erfolgreich umgesetzt.

⁴³ Für 50 % der Leuchten bzw. der Leistungsaufnahme excl. LED

- **Sektor Private Haushalte**

Gebäudesanierung

Die weitaus wichtigste Maßnahme zur Reduktion des Wärmebedarfs ist die Gebäudesanierung. Das nachfolgend dargestellte Potenzial ist dabei als hypothetisches Potenzial unter den unten beschriebenen Annahmen zu verstehen, zu dessen Hebung die Unterstützung durch die Kommune notwendig sein wird.

Für den Markt Geisenhausen wird das Energieeinsparpotenzial bis 2021 bzw. bis 2030, welches sich durch das Ergreifen von Sanierungsmaßnahmen in den einzelnen Siedlungsgebieten ergibt, unter Berücksichtigung nachfolgender Annahmen überschlägig berechnet:

- Sanierungszyklus: 45 Jahre
- Gesamtsanierung (Fenstererneuerung, Dachdämmung, Wanddämmung, Kellerdeckendämmung) bei Fälligkeit der Sanierung
- Sanierungszeitpunkt gemäß Aufstellungsdatum Bebauungspläne bzw. Bauzeiträumen sowie den Angaben aus der Datenerfassung

Nachfolgende Karte zeigt das Sanierungspotenzial im Markt Geisenhausen nach Siedlungsgebieten. Da in Geisenhausen die dominierende Baualtersklasse E ist, sollte ein Großteil der Gebäude bereits saniert sein. Die Top drei Siedlungsgebieten in denen eine Sanierungsoffensive⁴⁴ durchgeführt werden sollte sind:

Fimbacher Feld, Theobaldshöhe, Theobaldshöhe Süd

⁴⁴ D.h. es wäre sinnvoll ein entsprechendes Förderprogramm sowie Informationsveranstaltungen zum Thema Sanierung zur Unterstützung der Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen in privaten Haushalten durchzuführen (siehe Maßnahmenkatalog).

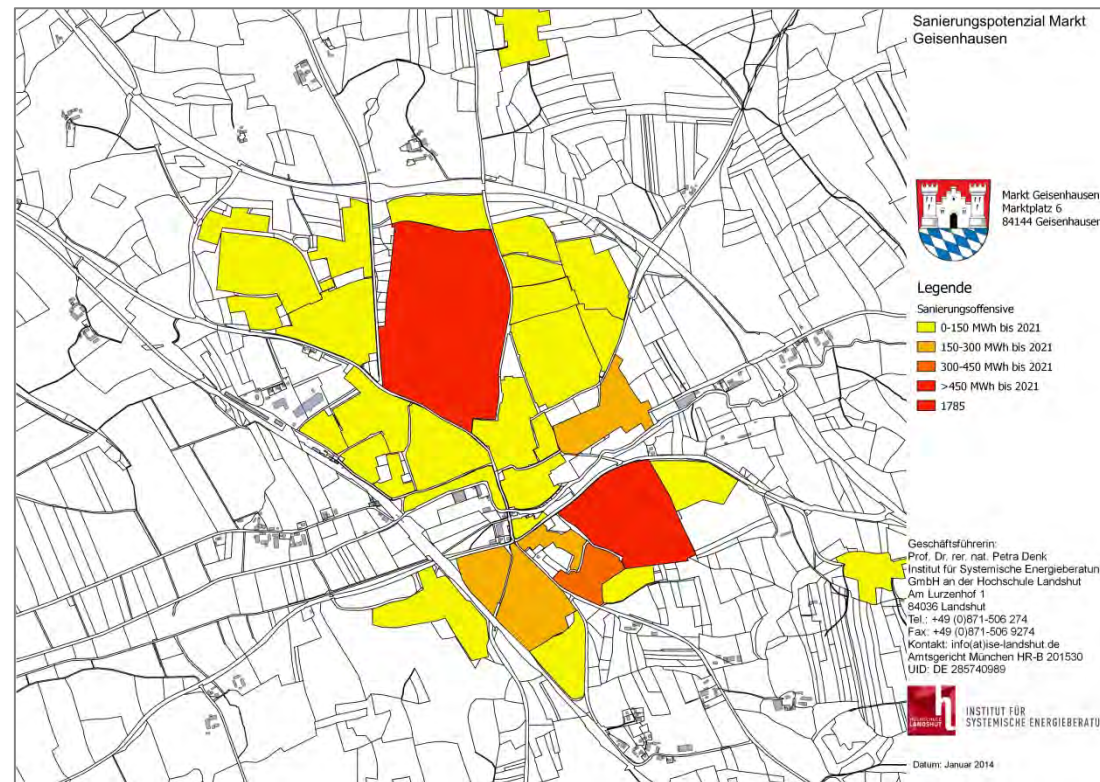


Abbildung 97: Sanierungspotenzial im Markt Geisenhausen

In Tabelle 22 wird das thermische Einsparpotenzial durch Sanierung bis 2021 bzw. 2030 (in Bezug zum IST-Bedarf) des Markts Geisenhausen⁴⁵ (je nach Alter des Bebauungsplans) für die Siedlungsgebiete mit dem größten Einsparpotenzial dargestellt.

Siedlungsgebiet	Einsparpotenzial bis 2021 in MWh _{th} (in Bezug zum IST-Bedarf)	Wärmebedarf bis 2030 in MWh _{th} (in Bezug zum IST-Bedarf)
Fimbacher Feld	1.785	3.062
Geisenhausen Ost	149	265
Hopfengarten	186	259
Lindenstraße-Lockerlgasse	186	239
Theobaldshöhe	1.284	1.651
Theobaldshöhe Süd	434	558
Vilsbiburgerstr., Theobald	186	239
Weitere Gebiete ⁴⁶	-	1.017
Summe	4.209	7.290

Tabelle 22: Einsparpotenziale thermischer Energie in den einzelnen Siedlungsgebieten bis 2021 / 2030

In einigen Siedlungsgebieten, wie bspw. „Theobaldshöhe Süd“ oder „Vilsbiburgerstr., Theobald“ unterscheidet sich das thermische Einsparpotenzial für 2021 nur geringfügig von dem für 2030. Dies liegt am jeweiligen Baualter der Gebäude bzw. der entsprechenden rechnerischen Fälligkeit der Sanierung gemäß Sanierungszyklus 45 Jahre, die in den Zeitraum bis 2021 fallen.

Entsprechend Tabelle 22 ergibt sich ein gesamtes Einsparpotenzial an thermischer Energie bis 2021 / 2030 in Höhe von ca. 4.209 MWh_{th} / 7.290 MWh_{th}; da ca. 99 % der Gebäude Wohngebäude sowie 1 % kommunale Liegenschaften sind und Gebäudezahl der Gewerbe / Industrie⁴⁷ unbekannt ist, werden **bis 2021 / 2030 3.738 MWh_{th} / 6.473 MWh_{th}** Einsparpotenzial dem Sektor private Haushalte zugeordnet.

⁴⁵ inkl. Gewerbebetriebe

⁴⁶ An der Salksdorfer Straße; Brunnfeld; Brunnfeld I; Pfarrfeld; Poststraße; Theobaldsbreite; Martinstr.; Lochhamer Str.; Ludwigstr.

⁴⁷ Annahme: feste jährliche Sanierungsrate von 0,5 % des Wärmebedarfs

Erneuerung des Wärmeerzeugers

Gemäß des Klimaschutzleitfadens des DIFU wird bei Wärmeerzeugern ein Austauschzyklus von ca. 15 Jahren angesetzt [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK 2011: S. 277]. Dementsprechend liegt auch im Markt Geisenhausen ein großes Effizienzpotenzial im Austausch alter Heizsysteme. Gemäß Prognos wird das mögliche Effizienzpotenzial mit 5 % in einem Zeitraum von 8 Jahren beziffert [VGL. PROGROS 2007: S. 48]. Durch die Erneuerung der Wärmeerzeuger im Sektor private Haushalte können somit **5.271 MWh_{th}** eingespart werden.

Optimierung des Heizsystems

Ein hydraulischer Abgleich stellt sicher, dass die erzeugte Wärme gleichmäßig im Haus verteilt wird. Ohne diesen Abgleich werden manche Heizkörper schneller warm als andere. Durch starke Pumpen kann dieses Problem ausgeglichen werden, allerdings erhöht sich damit auch der Strombedarf der Pumpe. Ein hydraulischer Abgleich ermöglicht die effiziente und saubere Einstellung des Heizsystems und sollte dementsprechend stets vor der Anschaffung einer neuen Pumpe durchgeführt werden. Nach dem hydraulischen Abgleich fließt in jeden Heizkörper (durch die Installation eines entsprechenden Ventils) nur noch so viel Heizwasser, wie dieser für seine volle Wärmeleistung benötigt [VGL. ENERGIREFERAT, MAINOVA, STADT FRANKFURT 2006: S.6 F]. Durch einen hydraulischen Abgleich können Heizenergieeinsparungen in Höhe von 5-15 kWh_{th}/m² erreicht werden [VGL. PROGROS 2007: S.42]. Unter der Annahme, dass durch einen hydraulischen Abgleich pro m² ca. 10 kWh_{th} eingespart werden können, ist ein Effizienzpotenzial in Höhe von **3.653 MWh_{th}** bis 2021 anzunehmen.

- **Sektor Gewerbe / Industrie**

Gebäudesanierung

Auch im Sektor Gewerbe / Industrie liegt ein Einsparpotenzial durch die Sanierung der Gebäude vor. Die Ermittlung dieses Potenzials erfolgt wie unter „private Haushalte“ beschrieben und wird bis 2021 auf **426 MWh_{th}** bzw. bis 2030 auf **737 MWh_{th}** geschätzt.

Austausch des Wärmeerzeugers

Das Effizienzpotenzial durch den Austausch veralteter Wärmeerzeuger (Annahmen analog denen des Sektors privater Haushalte) wird mit **617 MWh_{th}** bis 2021 quantifiziert.

Optimierung des Heizsystems

Der hydraulische Abgleich (siehe Wärme: Sektor private Haushalte) ist auch im Sektor Gewerbe / Industrie sinnvoll, um den thermischen Endenergiebedarf durch die Optimierung des

gesamten Heizsystems zu reduzieren. Die möglichen Heizenergieeinsparungen werden entsprechend den Annahmen im Sektor private Haushalte berechnet und können mit **153 MWh_{th}** bis 2021 beziffert werden.

- **Sektor Kommunale Liegenschaften**

Bei den kommunalen Liegenschaften werden derzeit mehr als die Hälfte des Wärmebedarfs mittels erneuerbarer Energieträger bereitgestellt. Zudem werden bereits ein BHKW sowie eine Wärmepumpe zur Bereitstellung des Wärmebedarfs der kommunalen Liegenschaften verwendet. Um hier ein deutliches Signal an die Bürgerinnen/Bürger Geisenhausens zu geben und damit der Vorbildfunktion gerecht zu werden, könnte über den weiteren Einsatz alternativer Energieträger in den aktuell mittels fossil Energie versorgten Gebäuden nachgedacht werden (z.B. Jugendzentrum, Bauhof, Feuerwehrgerätehaus inkl. Schützenheim). Weitere Modernisierungsmaßnahmen an öffentlichen Gebäuden sollten überprüft und bei gegebener Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen durchgeführt werden.

Gebäudesanierung

Auch im Sektor kommunale Liegenschaften liegt ein Einsparpotenzial durch die Sanierung der Gebäude vor. Die Ermittlung dieses Potenzials erfolgt analog der für private Haushalte angewendeten Methode und wird bis 2021 auf **46 MWh_{th}** bzw. bis 2030 auf **80 MWh_{th}** geschätzt.

Austausch des Wärmeerzeugers

Das Effizienzpotenzial durch den Austausch veralteter Wärmeerzeuger (Annahmen analog denen des Sektors privater Haushalte) wird mit **78 MWh_{th}** bis 2021 quantifiziert.

Optimierung des Heizsystems

Der hydraulische Abgleich (siehe Wärme: Sektor private Haushalte) ist auch im Sektor Gewerbe / Industrie sinnvoll, um den thermischen Endenergiebedarf durch die Optimierung des gesamten Heizsystems zu reduzieren. Die möglichen Heizenergieeinsparungen werden entsprechend den Annahmen im Sektor private Haushalte berechnet und können mit **20 MWh_{th}** bis 2021 beziffert werden.

5.2.3 Einspar- und Effizienzpotenziale im Sektor Verkehr

Obwohl der Sektor Verkehr mit ca. 33 % den zweitgrößten Anteil am Endenergiebedarf hat, gibt es derzeit nur wenige Möglichkeiten, diesen zu reduzieren.

Die Potenzialausschöpfung auf dem Gebiet der Effizienz im Individualverkehr kann auf kommunaler Ebene nur durch eine gesteigerte Auslastung der benutzten Fahrzeuge, durch die Nutzung anderer Verkehrsmittel (ÖPNV), durch den Ersatz ineffizienter Fahrzeuge durch effizientere und durch Ersatz großer Fahrzeuge durch kleinere verbessert werden.

Für Kfz-Nutzer ergeben sich intrinsische Anreize zur Erhöhung der Fahrzeugauslastung nur aus finanziellen Überlegungen, welche maßgeblich über den Kraftstoffpreis beeinflusst werden. Dieser Preis lässt sich auf kommunaler Ebene nicht verändern. Allerdings könnten Effizienzpotenziale erzielt werden, indem durch eine (Online-)Mitfahrzentrale Fahrgemeinschaften gebildet werden.

Die verstärkte Nutzung des ÖPNV setzt ein vorhandenes und mit einer entsprechenden Taktung versehenes ÖPNV-Netz voraus, welches derzeit in Geisenhausen nicht im ausreichenden Maße existiert. Hier gäbe es Ansatzpunkte zur Hebung von Effizienzpotenzialen.

Der Ersatz ineffizienter Fahrzeuge durch effizientere bzw. der Ersatz großer Fahrzeuge durch kleine kann durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit gesteigert werden. Tatsächlich müsste hier aber großflächig ein gesellschaftliches Umdenken stattfinden (Auto ungleich Statussymbol), um hier größere Effizienzpotenziale heben zu können.

Die Situation im gewerblichen Verkehr stellt sich ähnlich wie im Individualverkehr dar. Da insbesondere im Transportgewerbe Leerfahrten hohe Kosten verursachen, wird in diesem Sektor ohnehin schon auf eine hohe Auslastung der Frachtkapazitäten geachtet. Einflussmöglichkeiten der Kommune werden hier nicht gesehen.

Sicherlich kann davon ausgegangen werden, dass die Verbräuche pro 100 km sowohl bei LKWs als auch bei Sattelzugmaschinen aufgrund technischen Fortschritts reduziert werden können, andererseits kann diese Reduktion leicht durch eine etwaige Zunahme des Verkehrsaufkommens kompensiert werden.

Da Elektroautos derzeit auf Grund der hohen Kosten, der fehlenden Infrastruktur sowie der noch nicht ausgereiften Technologie (leistungsfähige Lithium-Ionen-Batterien) noch keine pendlerfähige und damit für die Verbreitung in Geisenhausen realistische Option darstellen,

werden sie an dieser Stelle nicht als Potenzial aufgeführt⁴⁸. Es sei jedoch angemerkt, dass Elektroautos vermehrt Anwendung finden und künftig verstärkt durch verkaufsfördernde Maßnahmen, wie bspw. Billigkredite, gefördert werden sollen.

Da dieser Sektor aufgrund obiger Argumente entsprechend schwierig zu beeinflussen ist, wird für diesen Sektor **kein Effizienzpotenzial** ausgewiesen.

5.2.4 Zusammenfassung der Einspar- und Effizienzpotenziale

Die in den vorherigen Abschnitten quantifizierten Einspar- und Effizienzpotenziale werden nachfolgend nochmals tabellarisch sowie grafisch für den Bereich Strom und Wärme dargestellt.

Dabei werden drei Szenarien unterschieden:

Szenario 1, Business as Usual (BAU): Keine oder nur unwesentliche Maßnahmen werden zur Hebung der Potenziale ergriffen. Somit können von dem gesamten identifizierten Potenzial nur 5 % gehoben werden.

Szenario 2, Klimavorbild: Maßnahmen werden ergriffen, jedoch nicht in ausreichendem Maße bzw. verspätet. Nur 50 % des identifizierten Potenzials kann bis 2021 gehoben werden.

Szenario 3, Klimaplus: Umfangreiche Maßnahmen zur Hebung der Potenziale werden zeitnah und kontinuierlich ergriffen. In Summe kann das gesamte in Kapitel 5.2 identifizierte Potenzial gehoben werden.

Strom

Tabelle 23 zeigt - absolut und prozentual vom Gesamtstrombedarf - alle ermittelten Einspar- und Effizienzpotenziale für den Bereich Strom differenziert nach den Sektoren Private Haushalte, Gewerbe / Industrie sowie kommunale Liegenschaften.

⁴⁸ Um hier eine detaillierte Betrachtung und Einschätzung zu ermöglichen, müsste ein separates Mobilitätskonzept in Auftrag gegeben werden.

IST - Elektrischer Energiebedarf 2011 in MWh		17.124					
Szenarien	BAU		Klimavorbild		Klimaplus		
Einsparpotenzial in %	5%		50%		100%		
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Private Haushalte							
Heizungspumpe	22	0,1%	220	1,3%	440	2,6%	
Beleuchtung	18	0,1%	183	1,1%	366	2,1%	
Elektrogeräte	33	0,2%	325	1,9%	651	3,8%	
Stand-By	42	0,2%	421	2,5%	842	4,9%	
Summe	115	0,7%	1.149	6,7%	2.299	13,4%	
Gewerbe	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Heizungspumpe	1	0,0%	12	0,1%	24	0,1%	
Beleuchtung	41	0,2%	413	2,4%	827	4,8%	
Kühl- und Tiefkühlgeräte	16	0,1%	159	0,9%	318	1,9%	
LuK	9	0,1%	88	0,5%	176	1,0%	
Klima- und Raumlufttechnik	35	0,2%	347	2,0%	694	4,1%	
Summe	102	0,6%	1.019	6,0%	2.038	11,9%	
Kommunale Liegenschaften	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Straßenbeleuchtung	3	0,0%	31	0,2%	62	0,4%	
Heizungspumpe	0	0,0%	2	0,0%	3	0,0%	
Summe	3	0,0%	33	0,2%	65	0,4%	
Summe Gesamt (8 Jahre)	220	1,3%	2.201	12,9%	4.402	25,7%	

Tabelle 23: Einspar- und Effizienzpotenzial Strom nach Szenarien

Es wird deutlich, dass die größten Einspar- und Effizienzpotenziale im Bereich der privaten Haushalte bei den Elektrogeräten sowie Standby liegen und im Bereich Gewerbe bei der Beleuchtung. Es folgen Einsparmöglichkeiten im Bereich Heizungspumpe sowie der Beleuchtung bei privaten Haushalten. Durch die identifizierten Einsparpotenziale können im Szenario Klimaplus maximal 26 % (4.402 MWh_{eI}) des derzeitigen Strombedarfs reduziert werden. Dadurch können in Geisenhausen maximal 4 % der CO₂-Emissionen vermieden werden. Die Maßnahmen die zur Hebung von Effizienzpotenzialen in diesen Bereichen führen, sollten priorisiert werden.

Wärme

Tabelle 24 zeigt - absolut und prozentual vom Gesamtwärmebedarf - alle ermittelten Einspar- und Effizienzpotenziale für den Bereich Wärme differenziert nach den Sektoren Private Haushalte und Gewerbe / Industrie.

IST - Thermischer Energiebedarf 2011 in MWh		121.896					
Szenarien	BAU		Klimavorbild		Klimaplus		
Einsparpotenzial in %	5%		50%		100%		
Private Haushalte	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Optimierung Heizsystem	183	0,1%	1.826	1,5%	3.653	3,0%	
Kesselaustausch	264	0,2%	2.636	2,2%	5.271	4,3%	
Sanierung	187	0,2%	1.869	1,5%	3.738	3,1%	
Summe	633	0,5%	6.331	5,2%	12.661	10,4%	
Gewerbe	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Optimierung Heizsystem	8	0,0%	77	0,1%	153	0,1%	
Kesselaustausch	31	0,0%	309	0,3%	617	0,5%	
Sanierung	21	0,0%	213	0,2%	426	0,3%	
Summe	60	0,0%	598	0,5%	1.196	1,0%	
Kommunale Liegenschaften	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Optimierung Heizsystem	1	0,0%	10	0,0%	20	0,0%	
Kesselaustausch	4	0,0%	39	0,0%	78	0,1%	
Sanierung	2	0,0%	23	0,0%	46	0,0%	
Summe	7	0,0%	72	0,1%	144	0,1%	
Summe Gesamt	700	0,6%	7.001	5,7%	14.001	11,5%	

Tabelle 24: Einspar- und Effizienzpotenzial Wärme nach Szenarien

Es wird deutlich, dass das größte Einspar- und Effizienzpotenzial im Kesselaustausch sowie in der Sanierung liegt. Durch die identifizierten Einsparpotenziale können im Szenario Klimaplus maximal 12 % (14.001 MWh_{th}) des derzeitigen Wärmebedarfs reduziert werden⁴⁹. Dadurch können in Geisenhausen maximal 8 % CO₂-Emissionen vermieden werden.

Hierfür müssten (finanzielle) Anreize seitens der Kommune bzw. auf übergeordneter Ebene (Bund, Länder) geschaffen werden, um dieses Potenzial zu heben.

Der Markt Geisenhausen liegt nach der Hebung (2021) der gesamten elektrischen und thermischen Einsparpotenziale (Szenario Klimaplus) noch immer über dem bayerischen pro Kopf Durchschnittswert für CO₂-Emissionen. Jedoch kann der pro Kopf Ausstoß durch Einsparung elektrischer und thermischer Energie um ca. 1 t/Kopf und damit insgesamt auf ca. 7 t/Kopf verringert werden.

⁴⁹ Die beiden Ansatzpunkte Kesselaustausch und Sanierung sind jedoch nicht unabhängig voneinander, sondern sollten i.d.R. in Kombination umgesetzt werden (Reduktion Wärmebedarf durch Sanierung → Änderung der Kesseldimensionierung).

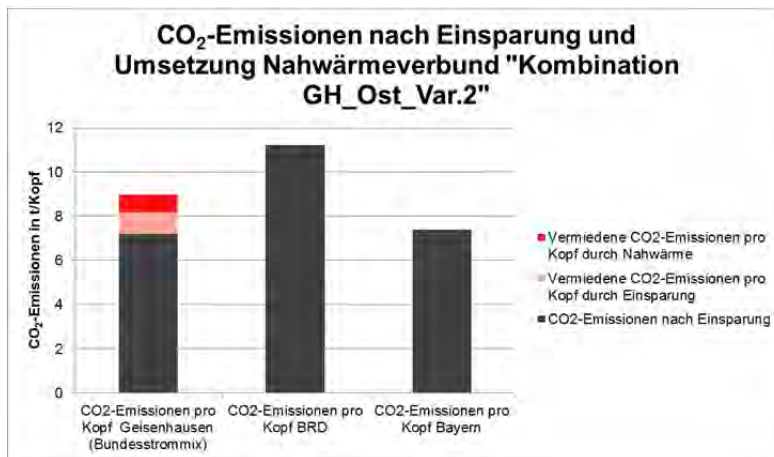


Abbildung 98: CO₂-Emissionen nach Hebung des Nahwärmepotenzials⁵⁰
sowie des gesamten Einsparpotenzials

⁵⁰ Siehe Kapitel 4.10

5.3 Potentiale erneuerbarer Energien im Markt Geisenhausen

Im folgenden Kapitel werden Möglichkeiten zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Markt Geisenhausen analysiert und, sofern möglich, deren technische Angebots- bzw. Nachfragepotenziale ausgewiesen. Die unten aufgeführte Quantifizierung der Potentiale stellt eine überschlägige Abschätzung dar und ersetzt keine detaillierte Machbarkeitsstudie.

5.3.1 Potenzial Windenergie im Markt Geisenhausen

Zur Identifikation etwaiger Windenergiepotenziale wird auf den Regionalplan / Teilbereich Wind⁵¹ zurückgegriffen sowie mittels Geoinformationssystem eine eigene Karte zu den Potenzialflächen für Windenergie in Geisenhausen erstellt.

Laut Regionalem Planungsverband sind große Teile des Marktgebiets Geisenhausens (vgl. Abbildung 99) als sogenanntes Ausschlussgebiet⁵² gekennzeichnet. Es gibt in Geisenhausen Vorranggebiete⁵³ und unbeplante-weiße Gebiete⁵⁴ (Abbildung 99), jedoch keine noch Vorbehaltsgebiete⁵⁵ [VGL. REGIONALER PLANUNGSVERBAND LANDSHUT 2012: S.12].

⁵¹ Verbindlichkeitserklärung wurde beantragt.

⁵² Ausschlussgebiete: Standorte, an denen Ausschlusskriterien oder mehrere Restriktionskriterien (siehe Anhang) zum Tragen kommen [VGL. REGIONALER PLANUNGSVERBAND LANDSHUT 2013: S.19].

⁵³ Vorranggebiete: Bereiche mit ausreichender Windhöffigkeit von 5 m/s Windgeschwindigkeit in 140 m Höhe oder mehr; Standorte, an denen keine derzeit bekannten Ausschlusskriterien (siehe Anhang) zum Tragen kommen [VGL. REGIONALER PLANUNGSVERBAND LANDSHUT 2013: S.19].

⁵⁴ Unbeplante Gebiete ohne regionalplanerische Aussage (Bereiche mit geringer Windhöffigkeit, aber ohne Ausschlusskriterien; Abwägung von Restriktionskriterien soll erst bei einem konkreten Vorhaben entschieden werden [VGL. REGIONALER PLANUNGSVERBAND LANDSHUT 2013: S.19].

⁵⁵ Vorbehaltsgebiete: Bereiche mit ausreichender Windhöffigkeit; Standorte, an denen Restriktionskriterien zum Tragen kommen [VGL. REGIONALER PLANUNGSVERBAND LANDSHUT 2013: S.19].

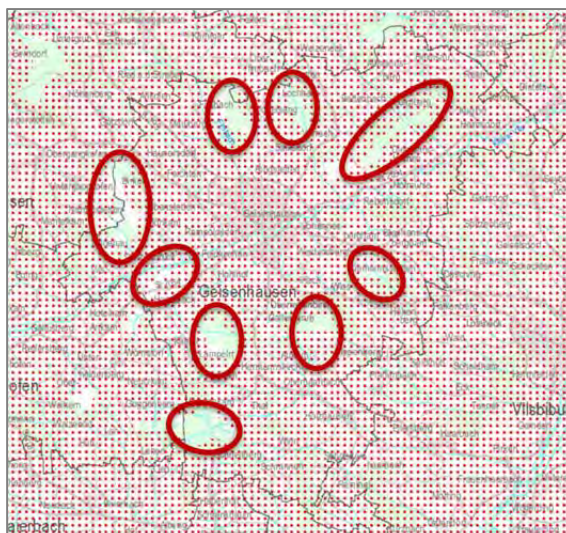


Abbildung 99: Ausschlussgebiete im Markt Geisenhausen

Quelle: REGIONALER PLANUNGSVERBAND LANDSHUT 2013A

Bei der Untersuchung des Marktgebiets Geisenhausen wurden folgende Kriterien (Abbildung 100, Abbildung 101) berücksichtigt, wodurch sich die in Abbildung 102 dargestellten Potenzialflächen (orange Flächen) zur Windenergienutzung ergeben.

Markt Geisenhausen	
Flächen	Lampeln I; Lampeln II (Abstimmung Wasserwirtschaftsamt); Birken; Fimbach; Lochham; Salksdorf; Gallersgrub
Bebauung	Abstände zu Wohnbaugebieten (800m); Gemischten Gebieten/Weiler (500m); Gewerbe- und Industriegebiet (300m); Einrichtungen mit besonderem Ruhebedarf (1.000 m)
Verkehr	- Abstände zu qualifizierten Straßen/Bahnanlagen (200 m)
Stromleitung (Freileitungen)	Abstände zu Stromleitungen (20 kV: 250m; 45 kV: 300m; Hochspannungsleitung: 300m) → Flächennutzungsplan liegt nicht georeferenziert vor Unterirdische Leitungen → Einzelfallprüfung im Rahmen des Genehmigungsverfahrens
Richtfunktrassen	Die Störung einer Richtfunktrasse ist dann ausgeschlossen, wenn beiderseits der Trasse ein Mindestabstand von 100m eingehalten wird. → Flächennutzungsplan liegt nicht georeferenziert vor
Wasserwirtschaft	- Stillgewässer und Fließgewässer erhalten auf Grund des naturschutzfachlichen Potenzials einen Schutzabstand von 30 m; - Überschwemmungs- und Hochwassergebiete liegt vor ; - Vorbehalts- und Vorranggebiet für die Wasserversorgung (Wasserwirtschaftliche Gebiete) liegen vor - flächenhafte Berücksichtigung; - Trink- und Heilwasserschutzgebiete (Wasserschutzgebiete) liegen vor - flächenhafte Berücksichtigung

Abbildung 100: Restriktionskriterien für die Windenergie im Markt Geisenhausen (1)

Markt Geisenhausen	
Schutzgebiete	<ul style="list-style-type: none"> - Naturschutzgebiete liegen nicht vor; - FFH-Gebiete liegt vor; - Vogelschutzgebiete liegen nicht vor; - National- und Naturpark liegt nicht vor; - Biosphärenreservate liegen nicht vor; - Landschaftsschutzgebiete liegen nicht vor; - Schutzwälder?
Denkmal	<ul style="list-style-type: none"> - Bodendenkmal: schließen den Bau einer WEA nicht aus → Prüfung notwendig-liegen vor - Baudenkmal: Wirkung des Denkmals soll nicht beeinträchtigt werden-liegt vor - Landschaftsprägende Denkmäler: WEA sollten in der Umgebung nicht errichtet werden → Einzelfallprüfung - liegen nicht vor
Regionalplan	<ul style="list-style-type: none"> - Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Bodenschätze liegen vor - Landschaftliches Vorbehaltsgebiet liegt vor - Trenngrün liegt nicht vor - Erholungsgebiete liegen nicht vor - Fluggelände liegt nicht vor - Abstand Radarstation (Haindling bei Freising) unter 50 km → Prüfung notwendig
Nachbarorte	Abstände zu Nachbarorten/Weilern (500m) wurden miteinbezogen
Umspannwerk	Drei Umspannwerke sind vorhanden; Ein Umspannwerk ist in Geisenhausen in Planung → Optimal für alle Standorte (excl. Gallersgrub)

Abbildung 101: Restriktionskriterien für die Windenergie im Markt Geisenhausen (2)

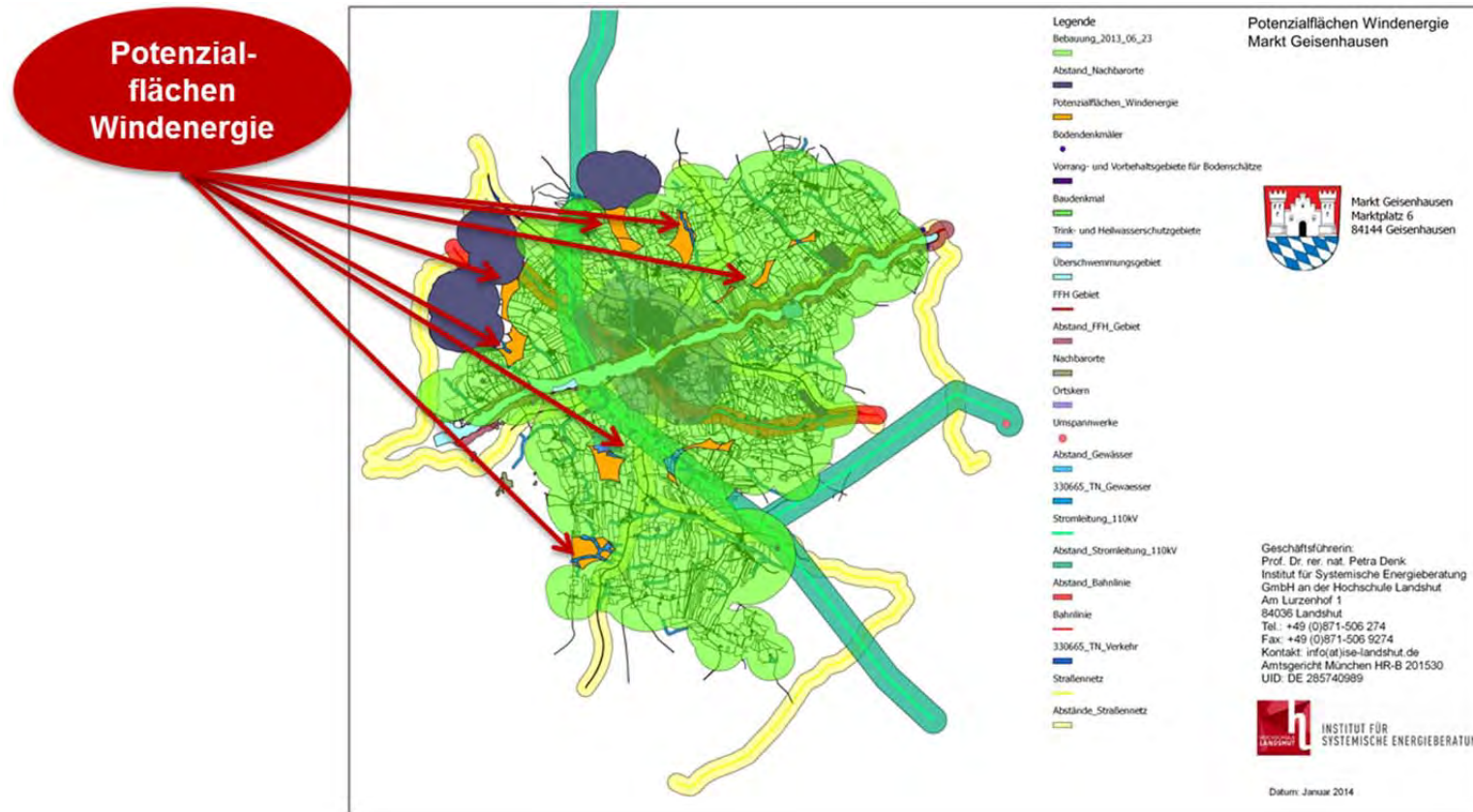


Abbildung 102: Potenzialflächen Windenergie im Markt Geisenhausen

Den Angaben des Deutschen Wetterdienstes zufolge liegen in den sechs Potenzialflächen folgende Windgeschwindigkeiten in 100 m über Grund bzw. Abstände zum nächsten Umspannwerk⁵⁶ vor [DEUTSCHER WETTERDIENST 2013]:

Zonen	Hektar	Windgeschwindigkeit (m/s in 100m über Grund ¹⁾)	Abstand einer Anlage zum Umspannwerk (Geisenhausen, Neubau)
Lampeln	37	5,1	max. ~6 km
Birken	47	5,0-5,2	< 2 km
Fimbach	37	5,1-5,2	max. ~2,5 km
Lochham	34	5,1	max. ~3,5 km
Salksdorf	19	4,9-5,1	max. ~ 6 km
Gallersgrub	49	5,0-5,3	max. ~ 5 km
Gesamt	223		
Anteil an der Marktfläche	~4%		

1) Daten des Deutschen Wetterdienstes in 100 m über Grund

Abbildung 103: Überblick über die sechs Windpotenzialflächen in Geisenhausen

Theoretisch könnten in den Gebieten zusammen mehrere Windenergieanlagen installiert werden. Unter Berücksichtigung der Windgeschwindigkeiten sowie dem Abstand zum nächsten Umspannwerk wird der Standort Birken / Fimbach zur Ausweisung des möglichen Windpotenzials in Geisenhausen mit einer Windgeschwindigkeit zwischen 5 m/s – 5,2 m/s (siehe Abbildung 104) betrachtet. Wird angenommen, dass diese sechs Standorte realisiert werden, so ergibt sich unter Berücksichtigung technischer Abschläge, ein elektrisches Energiepotenzial (technisches Angebotspotenzial) in Höhe von **ca. 22 GWh_e/a**.

Anmerkung: Mit dem Beschluss der Bayerischen Staatsregierung vom 04.02.2014 zum grundsätzlichen Mindestabstand von 10H (H=Gesamthöhe der Windenergieanlage) sind die ausgewiesenen Flächen nur dann umsetzbar, wenn ein „örtlicher Konsens auf der Grundlage von Entscheidungen der betroffenen Gemeinden“ besteht [BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2014].

⁵⁶ Neubau Umspannwerk Geisenhausen

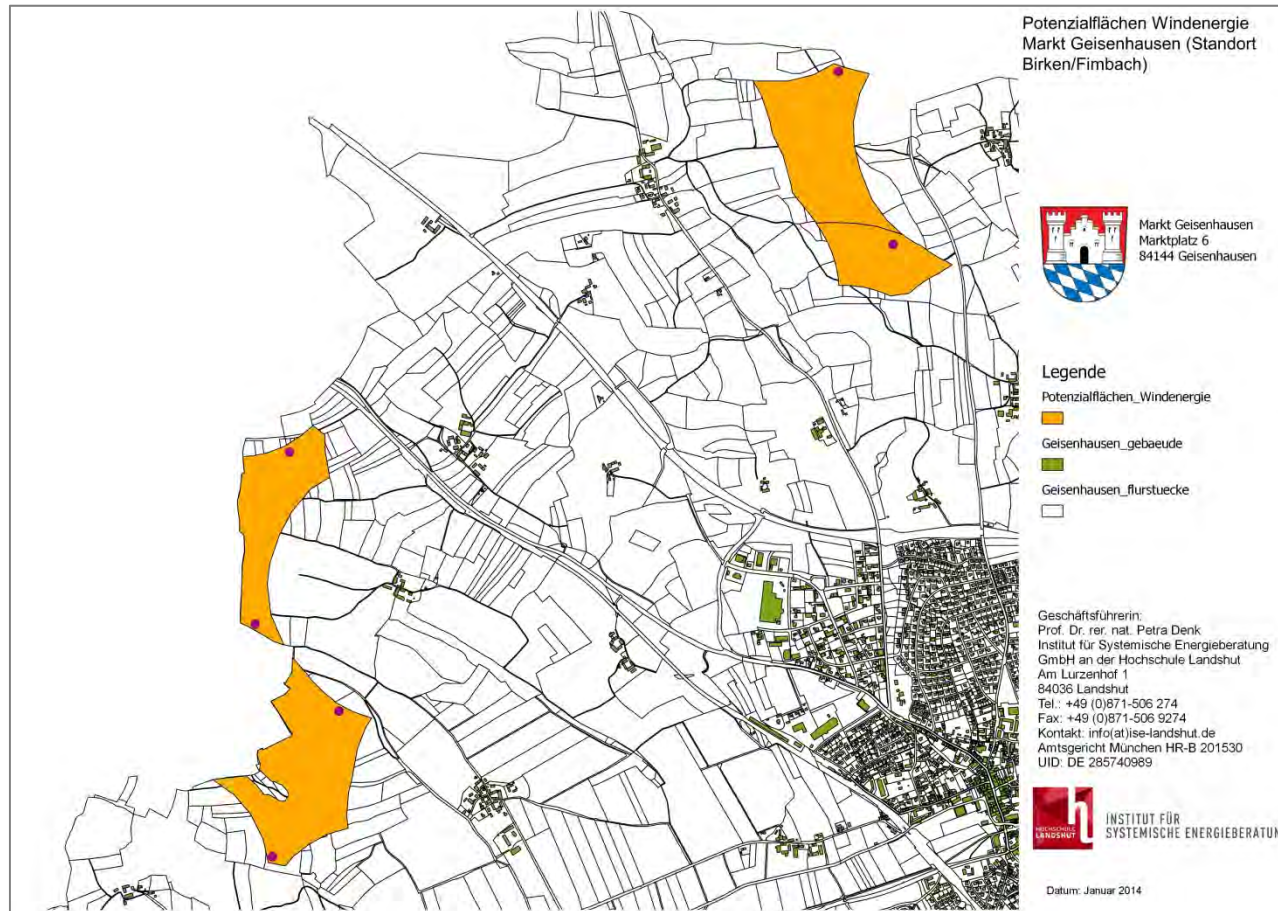


Abbildung 104: Mögliche Windenergieanlagen am Standort Birken/Fimbach

5.3.2 Potenzial der Biomasse in Geisenhausen

Biomasse (Holz, Gras, Mais etc.) kann in verschiedenen Formen, als feste Biomasse (Hack-schnitzel, Pellets, Scheitholz) oder als Biogas, genutzt werden. Dabei wird die feste Biomasse verbrannt bzw. vergärt, um Wärme oder Biogas zu erzeugen. Da dieser Energieträger der einzige der erneuerbaren Energieträger ist, der grundlastfähig ist, hat die Biomasse bei der Potenzialanalyse einen besonderen Stellenwert. Im folgenden Abschnitt werden diese zwei Formen (Biogas / feste Biomasse) getrennt voneinander betrachtet und deren Potenzial erhoben.

- **Landwirtschaftliches Potenzial**

Biogas ist ein Gemisch, das in der Regel aus ca. 50 – 75 % Methan, aus ca. 25 – 45 % Kohlenstoffdioxid sowie Wasserdampf, Sauerstoff, Ammoniak, Stickstoff, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff besteht [VGL. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. 2012: S. 5]. Das Gas wird unter Luftabschluss in einem Behälter - Fermenter genannt - durch einen natürlichen bakteriellen Prozess erzeugt und kann so aufgefangen und energetisch genutzt werden. Der Heizwert liegt zwischen 5 - 7,5 kWh/m³, abhängig vom Methangehalt des eingesetzten Substratmix [VGL. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. 2008: S. 7]. Für den Betrieb der Biogasanlage werden verschiedenen Substrate verwendet, in Deutschland sind dies Mais- und Grassilage sowie Gülle und Bioabfälle. Bioabfälle und Grüngut fallen in Geisenhausen in vernachlässigbaren Mengen an und werden zudem bereits einer Verwertung zugeführt, weshalb sie nachfolgend keine Berücksichtigung finden [VGL. STADT GEISENHAUSEN 2012].

In wie weit landwirtschaftliche Erzeugnisse für die Erzeugung von Energie genutzt werden können, hängt vor allem vom Weltagrarmarkt und den ortsansässigen Landwirten ab. Nachfolgend soll auf das energetisch vorhandene Potenzial in Geisenhausen eingegangen werden; unberücksichtigt bleibt, ob der einzelne Landwirt final entscheidet, die Ernte zur Energieerzeugung zur Verfügung zu stellen.

Technisches Angebotspotenzial

Für die Bestimmung dieses Potenzials sind zum einen die zur Verfügung stehenden Acker- und Grünlandflächen und zum anderen die Viehzahlen relevant.

Die Ackerlandfläche in Geisenhausen wird mit ca. 3.478 ha und die Grünlandfläche mit ca. 626 ha beziffert (siehe Punkt Land- und Forstwirtschaft).

Maissilage

Unter der Annahme, dass 348 ha (= 10 % der Ackerlandfläche) zum Maisanbau mit einem Ertrag von 45 t Frischmasse (FM) pro Hektar verwendet werden⁵⁷ [VGL. BIOREACT GMBH 2013] sowie ein durchschnittlicher Biogasertrag von 9.090 m³/ha [VGL. FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. 2006] möglich ist, ergibt sich ein Potenzial zur jährlichen Biogasproduktion in Höhe von ca. 3.161.502 m³.

- **Grassilage**

Es wird davon ausgegangen, dass die beiden ersten Schnitte vollständig zur Futtermittelproduktion benötigt werden und 25 % (= 44 ha) des dritten Schnitts zur Energieerzeugung genutzt werden können. Der Biogasertrag pro ha Grünschnitt wird mit 4.300 m³ angenommen [VGL. FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. 2006]. Somit ergibt sich eine mögliche jährliche Biogasproduktion von ca. 672.950 m³.

- **Gülle**

Laut Statistik kommunal 2012 befindet sich im Marktgebiet ein Viehbestand von 7.033 Rindern, 14.477 Schweinen, 205 Schafen, 48 Pferden und 323 Hühnern. Dies entspricht etwa 9.531 Großvieheinheiten (GVE). Aus der Gülle und dem Mist einer GVE lassen sich etwa 548 m³ Biogas/a erzeugen [VGL. DEUTSCHE ENERGIE AGENTUR E.V. 2012_b]. Es wird unterstellt, dass aufgrund der saisonal unterschiedlichen Stallnutzung und der damit einhergehenden eingeschränkten Auffangmöglichkeiten nur zu ca. 50 % der Gülle / des Mist (ca. 274 m³ Biogas/a/GVE) genutzt werden kann.

Das Potenzial, zusammengesetzt aus Maissilage, Grassilage sowie Gülle / Mist summiert sich somit auf ca. 36 GWh/a⁵⁸, welches um ca. 30 % aufgrund von angenommenen Verlusten innerhalb der Bereitstellungskette reduziert wird. Das technische Angebotspotenzial beläuft sich somit auf ca. **25 GWh/a**.

Für die Aufteilung des Potenzials in thermisches und elektrisches Potenzial wird von einem Blockheizkraftwerk mit einem Wirkungsgrad von $\eta_{el} = 40 \%$ und $\eta_{th} = 42 \%$ ausgegangen [VGL. 2G ENERGY AG 2012]. Ferner wird ein Eigenstrombedarf der Biogasanlage in Höhe von

⁵⁷ Laut Herrn Keymer von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft könnten hier auch 20 % angesetzt werden. Der Großteil der Ackerlandfläche muss jedoch für den Futteranbau verwendet werden [BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT 2012].

⁵⁸ Auf Grund der Größenordnung der Potenziale sowie der bei Potenzialermittlung gegebenen Unschärfe, wird nachfolgend das ausgewiesene Potenzial in GWh elektrisch bzw. thermisch beziffert.

9 % und ein Eigenwärmebedarf in Höhe von 15 % angenommen [VGL. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. 2011].

Hieraus errechnen sich ein elektrisches Potenzial von **ca. 8,8 GWh_{el}/a** und ein thermisches Potenzial von **ca. 8,8 GWh_{th}/a**.

Im Markt Geisenhausen wird bereits Strom mittels dreier Biogasanlage (in Höhe von aktuell 4,6 GWh_{el}) produziert. Zusammen haben diese Anlagen bereits eine installierte Leistung von 745 kW_{el}.

Es existiert demnach noch ein Biogaspotenzial von **ca. 4,2 GWh_{th} / 4,2 GWh_{el}**, dessen Ausnutzung geklärt werden sollte.

Energieträger	Potenzial in GWh
Mais	16,3
Grüngut	3,6
Gülle	15,6
→ Leistung der Anlage	Ca. 530 kW _{el}
→ Stromproduktion pro Jahr	ca. 4,2 GWh _{el}

Tabelle 25: Übersicht Biogaspotenzial

Um die Höhe des Maisanbaus in Relation setzen zu können, vergleicht nachfolgende Abbildung den Anteil der Maisfläche an der Ackerfläche sowie den Anteil des Maisanbaus für die Biogasnutzung verschiedener Landkreise/Kommunen sowie dem bayerischen Durchschnitt miteinander. Im Vergleich zu anderen Gemeinden wird in Geisenhausen überdurchschnittlich viel Mais angebaut, was jedoch vor allem an der großen Anzahl an Schweinen liegen dürfte. Zudem soll an dieser Stelle nochmals erwähnt werden, dass Mais nicht der einzige Einsatzstoff für Biogasanlagen ist (siehe oben), sodass eine Diversifizierung der Substrate möglich und sinnvoll ist, wenn Anlagen im Marktgebiet errichtet werden sollen.

Landkreis/ Gemeinde	Landwirtschaftliche Fläche ¹⁾ [ha]	Ackerfläche ¹⁾ [ha]	Fläche Maisanbau [ha] ⁴⁾	Mais an Ackerfläche [%]	Maisfläche zur Biogasnutzung an Ackerflächen [ha]
Dingolfing-Landau (Lkr)	55.134	50.100	13.504	27%	~17% ⁵⁾
Landshut (Lkr + Stadt)	90.733	80.530	22.414	28%	~10% ⁵⁾
Mühldorf (Lkr)	49.471	33.832	15.806	47%	~18% ⁵⁾
Geisenhausen	4.105	3.478	843	24%	~8% ²⁾
Eichendorf ¹⁾	6.943	6.448	1.045	16%	~121% ⁵⁾
Durchschnitt Bayern				21%	10% ³⁾

Abbildung 105: Vergleich Maisanbau Geisenhausen mit Landkreis/bayerischer Durchschnitt

Bevor über eine Erweiterung bzw. den Neubau einer weiteren Anlage entsprechend dem noch verbleibenden Potenzial nachgedacht wird, sollten die Kapazitäten der bestehenden Anlagen so optimal wie möglich genutzt werden. Problematisch ist hierbei allerdings, dass sich die bereits existierenden Anlagen weit außerhalb des Marktgebiets befinden, zudem wird die Wärme durch die Wärmeversorgung bestehender Ställe teilweise schon verwertet. Einzig die Biogasanlage Höhenberg nutzt nach Angaben des Marktes die anfallende Wärme noch nicht. Wie nachfolgende Abbildung zeigt würden grundsätzlich zwei Gebiete (Theobaldshöhe und Theobaldshöhe Süd mit einer Wärmebelegungsichte im Rahmen des Kennwerts (1,2-1,5 MWh_{th}/(m²*a)) als mögliche Wärmeabnahmegebiete in Frage kommen. Nach Rücksprache mit dem Anlagenbetreiber ist jedoch ein Hähnchenstall geplant, wodurch ein Ausnutzungsgrad der produzierten thermischen Energie in Höhe von 70 % erreicht werden kann. Dadurch kommt eine Nutzung zur Beheizung der privaten Haushalte „Theobaldshöhe“ nicht mehr in Frage. Die dort produzierte Wärme wird jedoch dann auch beinahe optimal verwertet.

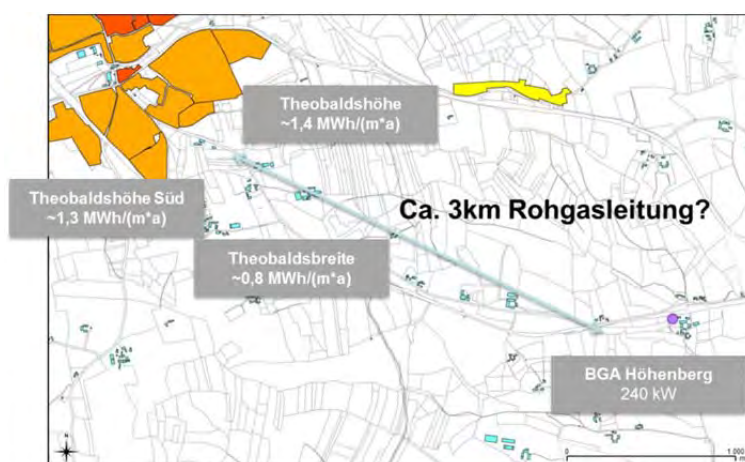


Abbildung 106: Biogasanlage Höhenberg

Feste Biomasse

Unter dem Begriff der Biomasse werden grundsätzlich biogene Rohstoffe und biogene Reststoffe verstanden. Biogene Rohstoffe sind dabei Energiepflanzen oder Waldholz, welches gezielt zur Nutzung angebaut wird. Biogene Reststoffe dagegen sind Stoffe, die verwertet werden können, aber als Abfallprodukte eines anderen Prozesses anfallen (z.B. Ernterückstände) [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011]. Nachfolgend wird auf das forstwirtschaftliche Potenzial sowie das Reststoffpotenzial eingegangen.

- **Forstwirtschaftliches Potenzial**

Technisches Angebotspotenzial

Nach Angaben des Amtes für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten steht in Geisenhausen eine Waldfläche von 1.347 ha zur Verfügung. Der jährlichen Zuwachs wird mit ca. 10 Fm/(ha*a) angenommen, wobei nur ca. 7,5 Fm/(ha*a) insgesamt geerntet werden [VGL. AMT FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2013]. Unter der Annahme, dass dieses jährliche Potenzial (2,5 Fm/(ha*a) bestehend aus 85 % Nadelwald und 15 % Laubwald gehoben und zu 25 % genutzt werden kann, stehen für eine zusätzliche energetische Biomassenutzung rund 670 Erntefestmeter Holz pro Jahr zur Verfügung [VGL. BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD- UND FORSTWIRTSCHAFT 2011: S. 2F]. Dieses Holz kann nun in unterschiedlicher Form (Scheitholz, Pellets, Hackschnitzel) genutzt werden. Bei einem unterstellten Wirkungsgrad von $\eta_{th} = 90 \%$, ergibt sich somit ein Angebotspotenzial von **ca. 1,3 GWh_{th}/a** in Form von Wärme.

Das technische Angebotspotenzial könnte komplett in die Wärmebedarfsstruktur (Hackschnitzel- Pellets- und Scheitholzheizungen) eingebracht werden, da die Wärmenachfrage in Geisenhausen höher ist als das durch Holz bereitstellbare Angebot.

Jedoch wird dieses zur Verfügung stehende Biomassepotenzial (ca. 1,3 GWh_{th}) bereits vollständig durch die vorhandenen Holzheizungen (ca. 15 GWh_{th}) genutzt.

- **Reststoffpotenzial**

Die biogenen Reststoffe fallen als nicht genutzte Nebenprodukte anderer Prozesse an. Aus diesem Grund eignen sie sich bevorzugt für die energetische Nutzung. Es können die in nachfolgender Tabelle 26 zusammengefassten Werte angenommen werden.

Reststoff	Masseertrag (w=15%) t/(ha*a)	Bruttojahresbrennstoffeintrag MWh/(ha*a)
Getreidestroh	6	24
Rapsstroh	4,5	18
Landschaftspflegeheu	4,5	18

Tabelle 26: Überschlägige Massen- und Wärmeerträge ausgewählter biogener Reststoffe

Quelle: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011: S.41

Für Geisenhausen interessant ist in diesem Zusammenhang nur das Getreidestroh. Es wird, angenommen, dass 15 % (320 ha) der Fläche, die zum Getreideanbau genutzt wird, zur Verfügung steht, um das anfallende Getreidestroh zu nutzen [AMT FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN LANDSHUT 2012].

Es ergibt sich somit ein Potenzial von ca. **7,7 GWh_{th}/Jahr**.

Da zum einen fraglich ist, ob dieses Potenzial wirtschaftlich zu erschließen ist und zum anderen die Nutzung von Stroh als Brennstoff noch mit vielen Unwägbarkeiten und Risiken verbunden ist [VGL. CARMEN E.V. 2010: S. 7], wird dieses Potenzial zwar benannt, jedoch abschließend nicht berücksichtigt; das technische Angebotspotenzial wird deshalb mit **0 GWh_{th}** angesetzt.

5.3.3 Geothermiepotenzial im Markt Geisenhausen

Der Begriff „Geothermie“ oder „Erdwärme“ beschreibt die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE 2005: S. 2]. Prinzipiell muss bei der geothermischen Energiegewinnung zwischen den zwei verschiedenen Arten, nämlich der oberflächennahen Geothermie und der Tiefengeothermie unterschieden werden. Die oberflächennahe Geothermie umfasst dabei einen Bereich bis ca. 400 m Tiefe, während für die Tiefengeothermie die technische Grenze derzeit bei etwa 7.000 m liegt [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE 2010: S.9].

Die Tiefengeothermie hat deutschlandweit einen Anteil von 0,2 % an der Wärmebereitstellung durch erneuerbare Energien, da diese mit großen Risiken und Unsicherheiten behaftet ist. Der Anteil der oberflächennahen Geothermie liegt hingegen bereits bei 4,3 % [VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT 2012: S. 10].

Tiefengeothermie

Bei der Tiefengeothermie werden grundsätzlich zwei Arten, die hydrothermale und petrothermale Energiegewinnung unterschieden. Bei ersterer werden dabei Heißwasservorkommen, mit Temperaturen von ca. 40 bis über 100 Grad Celsius genutzt, während die petrothermale Energiegewinnung, die in den Gesteinen gespeicherte Energie nutzt. In der Regel kommt die hydrothermale Geothermie zum Einsatz. Mittels zweier Bohrungen wird hierbei zum einen das heiße Wasser gefördert und zum anderen das erkaltete Wasser wieder in den Aquifer reinjeziert. Die zur Verfügung stehende Wärmeenergie kann einerseits direkt an einen Heizkreislauf über Wärmetauscher weitergegeben werden, andererseits kann sie aber auch bei ausreichend hohen Temperaturen (über 80 Grad Celsius) zur Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung genutzt werden [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR, UND TECHNOLOGIE 2010: S. 10]

Der Energieatlas Bayern gibt im Markt Geisenhausen weniger günstige geologische Verhältnisse für eine hydrothermale Wärmeenergiegewinnung an. Gemäß unten stehender Abbildung liegt im dargestellten Marktgebiet in 1.500 m Tiefe ein Temperaturniveau zwischen 70° Grad und 75° Grad Celsius vor [VGL. BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2012A].

Im Falle der Stadt Geisenhausen liegen somit keine optimalen natürlichen Rahmenbedingungen vor, sodass dieses Potenzial mit **0 GWh_{th}** angesetzt wird.

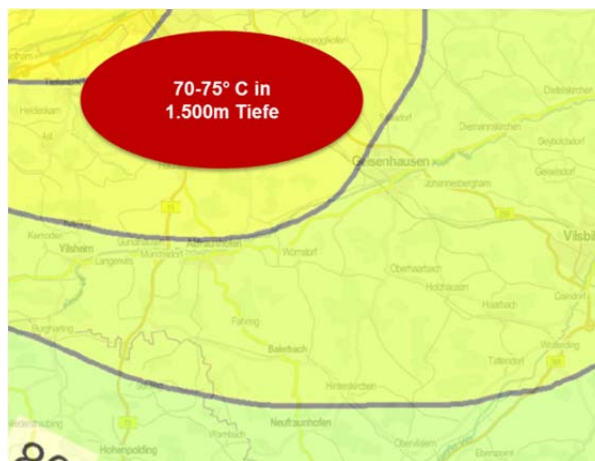


Abbildung 107: Temperaturen in 1.500m Tiefe in Geisenhausen

Quelle: BAYERISCHER ENERGIEATLAS 2013_A

Oberflächennahe Geothermie

Die Erdwärme in Bodennähe ist zum einen gespeicherte Sonnenenergie und zum anderen Energie aus dem Erdinneren. Die durchschnittliche Temperatur an der Erdoberfläche liegt

bei ca. 7 - 12° Celsius, damit ist das Temperaturniveau in niedrigen Tiefen für die direkte Nutzung zu Heizzwecken zu gering. Deshalb kann diese oberflächennahe Erdwärme nur mittels einer Wärmepumpe genutzt werden.

Die wichtigsten Arten von Wärmepumpen sind in diesem Zusammenhang:

- Erdwärmesonde
- Erdwärmekollektor
- Grundwasser-Wärmepumpe
- Luft-Wärmepumpe

Eine Wärmepumpen Heizanlage besteht dabei aus folgenden Komponenten:

- Wärmquellenanlage (z.B. Grundwasser)
- Wärmepumpe
- und Wärmenutzungsanlage (z.B. Fußbodenheizung)

Große Bedeutung bei einer Wärmepumpe kommt dem Arbeitsmittel zu, welches bei niedrigen Temperaturen seinen Aggregatzustand (flüssig / gasförmig) ändern kann. Nachdem das Arbeitsmittel durch Energieaufnahme aus der Wärmequelle verdampft wurde, wird es im Kompressor verdichtet (Verbrauch elektrischer Energie) und damit erhitzt. Im Kondensator gibt das Heißgas seine Wärmeenergie an das Heizsystem ab und kondensiert dabei. Im Expansionsventil wird das Arbeitsmittel schließlich entspannt, wodurch dessen Temperatur abnimmt. Daran anschließend beginnt im Verdampfer der Kreisprozess von vorne [VGL.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE 2005: S. 4 FF].

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass sich die Nutzung der oberflächennahen Geothermie vor allem für die Wärmeversorgung auf niedrigen Temperaturniveau eignet, da die Wärmepumpe umso effizienter arbeitet je geringer die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle und dem Wärmeverbraucher ist. In der Regel eignen sich daher vor allen Neubauten sowie vollsanierte Gebäude, deren Heizsysteme niedrige Vorlauftemperaturen benötigen. Das bedeutet, dass großflächige Heizkörper (Plattenheizkörper, Fußboden-, Wandheizung) vorhanden sein müssen, um die Wohnfläche trotzdem gleichmäßig zu beheizen [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011: S. 42].

Im Markt Geisenhausen gibt es im Jahr 2011 62 Wärmepumpen [BAYERNWERK 2013]. Von diesen 62 Wärmepumpen ist keine eine so genannte Erdwärmesonde. Laut Energieatlas

Bayern ist im Marktgebiet Geisenhausens der Bau einer solchen Wärmepumpe „voraussichtlich nicht möglich“ bzw. „im Einzelfall zu überprüfen“, ob der Einsatz einer Erdwärmesonde sinnvoll ist. [BAYERISCHER ENERGIEATLAS 2013_{AJ}]. Allerdings weist die Tatsache, dass aktuell keine der 62 installierten Wärmepumpen Erdwärmesonde sind, darauf hin, dass überwiegend von einer geringen Eignung auszugehen ist.

Neben Erdwärmesonden, die sich vor allem durch ihren geringen Platzbedarf auszeichnen, können auch Erdwärmekollektoren eingesetzt werden. Diese benötigen eine nicht überbaubare Freifläche, somit ist davon auszugehen, dass diese vor allem bei Neubauten eingesetzt werden.

Bei einer Grundwasserwärmepumpe muss das Grundwasser über einen Förderbrunnen erschlossen werden, wodurch ein Brunnenbau (meist zwei Brunnen) notwendig ist. Zudem muss das Grundwasser die geforderte Beschaffenheit aufweisen, die zuvor überprüft werden muss, wodurch auch diese Form der Wärmepumpe nur mit Einschränkungen genutzt werden kann [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE 2005: S. 5FF].

Die Luft-Wärmepumpe nutzt als Wärmequelle die „Luft“ und kann somit beinahe überall erschlossen werden. Da dieser Art der Wärmepumpe keine Erdarbeiten notwendig sind, wird die Luft-Wärmepumpe gerne bei der Altbausanierung eingesetzt, jedoch arbeiten diese v.a. im Winter weniger effizient, da die Temperaturen der Wärmequelle vor allem im Winter - also zu Zeiten des höchsten Heizwärmebedarfs - sehr niedrig sind. Dementsprechend hat die Luft-Wärmepumpe einen erhöhten Strombedarf im Vergleich zu den anderen Formen der Wärmepumpe [VGL. BUNDESVERBAND WÄRMEPUMPE (BWP) E. V. 2013].

Es wird angenommen, dass 50 % Neubauten mittels Erdwärmekollektoren versorgt werden können. Durchschnittlich werden in Geisenhausen pro Jahr ca. 24 neue Einfamilienhäuser errichtet [VGL. MARKT GEISENHAUSEN 2013]. Gemäß dem Ratgeber Wärmeversorgung der ASUE wird für Neubaugebäude ein Jahresheizwärmebedarf von 50 kWh/m² und ein Jahres-trinkwasserwärmebedarf von 12,5 kWh/m² bei einer durchschnittlichen Wohnfläche von 150 m² angenommen [VGL. ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN ENERGIEVERBRAUCH E.V. 2011: S. 15]. Dementsprechend ergibt sich ein jährlicher Wärmebedarf pro Neubau von 9.375 kWh/a. Mittels Erdwärmekollektoren könnte somit ein Wärmebedarf von **ca. 0,9 GWh_{th}** gedeckt werden.

5.3.4 Solares Potenzial im Markt Geisenhausen

Sonnenenergie kann einerseits zur Warmwasser- und Raumwärmebereitstellung (Solarthermie) genutzt werden, andererseits über photovoltaische Systeme Strom erzeugen. Angemerkt sei, dass das einzelne Dach in Geisenhausen entweder mit einer Solarthermieanlage oder einer Photovoltaikanlage ausgestattet werden kann bzw. bei Nutzung beider Systeme sich das entsprechende Potenzial verringert. In diesem Kapitel wird dargestellt, welche Potenziale sich durch die jeweilige Umwandlung in Wärme bzw. Strom ergeben.

Die Abschätzung des Solarpotenzials beschränkt sich in dieser Studie auf die Energiemenge, die über Photovoltaik bzw. Solarthermie auf den vorhandenen Dachflächen aller Gebäude in Geisenhausen (Wohn- und Nicht-Wohngebäude einschließlich Nebengebäuden) innerhalb eines Jahres gewonnen werden kann. Prinzipiell ist jedoch auch die Integration von Solaranlagen in die Fassade möglich.

Technisches Angebotspotenzial

- **Solarthermie**

Das technische Angebotspotenzial für solare Wärmeenergie ist sowohl durch gesetzliche Rahmenbedingungen (z.B. Flächennutzungspläne) als auch durch technische Restriktionen begrenzt. Aufgrund der hohen Wirkungsgradverluste bei längeren Transportwegen sollten Wärmeerzeuger und Verbraucher möglichst eng beieinander stehen. Daher wird auf eine Analyse der Freiflächenpotenziale zur solarthermischen Nutzung in dieser Arbeit verzichtet.

In Geisenhausen werden im Jahr 2011 bereits ca. 1 GWh_{th} durch Solarthermieanlagen erzeugt. Der Anteil der Solarthermie am thermischen Endenergiebedarf der privaten Haushalte liegt im Markt Geisenhausen bei 1 % [Abfrage solaratlas 2013].

Zur Ermittlung des Solarthermiepotenzials müssen die Dachflächen sowohl der Haupt- als auch Nebengebäude ermittelt werden. Die Grundflächen der Haupt- und Nebengebäude werden über die digitale Flurkarte des Markts Geisenhausen mittels Geoinformationssystem berechnet. Vereinfachend wird hier angenommen, dass die Grundflächen den Dachflächen entsprechen.

Unter dieser Annahme ergibt sich in Summe eine Gesamtdachfläche von rd. 774.016 m², wovon rd. 320.469 m² den Hauptgebäuden und rd. 453.547 m² den Nebengebäuden zugeordnet werden können. Es wird angenommen, dass 75 % der Nebengebäude keinen Wärmebedarf haben und daher in Bezug auf eine solarthermische Nutzung ausscheiden. Prinzipiell solarthermisch nutzbar sind somit insgesamt ca. 433.856 m² Dachfläche. Bei einem Wirkungsgrad der Kollektoren von 65 % und einem Flächennutzungsgrad von 15 % sowie

einer mittleren Globalstrahlung von rund $1.157 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ergibt sich ein technisches Angebotspotenzial für Dachanlagen von rund **49 $\text{GWh}_{\text{th}}/\text{a}$** . Beim Flächennutzungsgrad wird berücksichtigt, dass sich nur 15 % der Dachfläche für eine sinnvolle Ausrichtung der Kollektoren eignen und nicht durch Schornsteine, Dachfenster und andere Anlagen sowie Stromleitungen verdeckt sind. Des Weiteren mit einbezogen werden hierbei Restriktionen bzgl. der Dachausrichtung selbst. Geeignet für eine solarthermische Nutzung sind einzig Dachflächen mit einer Süd- oder Westausrichtung.

- **Photovoltaik**

In Geisenhausen werden im Jahr 2011 bereits ca. $9,2 \text{ GWh}_{\text{el}}$ durch installierte Photovoltaikanlagen produziert. Damit werden durch Photovoltaikanlagen bereits ca. 54 % des Gesamtstrombedarfs (2011) des Markts Geisenhausen bereitgestellt.

Für den Markt Geisenhausen ergibt sich eine photovoltaisch prinzipiell nutzbare Dachfläche von rd. 534.316 m^2 , die gegenüber dem Potenzial der solarthermischen Wärmeerzeugung höher liegt, da hier auch Gebäude ohne Wärmebedarf herangezogen werden können. Unter Berücksichtigung photovoltaischer Restriktionen (südliche Ausrichtung, Verschattung) wird unterstellt, dass 15 % der Dachflächen auch tatsächlich für eine photovoltaische Stromerzeugung genutzt werden können. Somit ergibt sich ein photovoltaisches Dachflächenpotenzial von etwa 82.086 m^2 . Hiervon werden ca. 12.927 m^2 bereits für Photovoltaikmodule genutzt. Bei einer mittleren Globalstrahlung von $1.157 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ und einem unterstellten photovoltaischen Systemnutzungsgrad der Module von 15 % folgt daraus ein zusätzliches (zu den bestehenden ca. $9 \text{ GWh}_{\text{el}}$) solartechnisches Potenzial von **rd. 12 $\text{GWh}_{\text{el}}/\text{a}$** .

- **Freiflächenanlagen**

Gemäß dem Erneuerbaren Energien Gesetz dürfen Photovoltaik (PV)-Freiflächen zum einen auf Flächen errichtet werden, die sich längs von Autobahnen und Schienen in einer Entfernung von 110 m vom Rand der Befestigung befinden. Zum anderen dürfen sie auf bereits versiegelten Flächen oder Konversionsflächen errichtet werden [VGL. BUNDESREGIERUNG 2012].

Durch das Marktgebiet Geisenhausen verläuft jedoch nur eine Eisenbahnstrecke, keine Autobahnstrecke. Die Potenzialflächen entlang der Bahnlinie sind in nachfolgender Abbildung (gelbe Flächen) dargestellt. Die Potenzialflächen an der Bahn ergeben dabei in Summe eine Fläche von ca. 64 ha, die sich prinzipiell für die Nutzung durch Photovoltaik eignen würde (siehe Abbildung 108).

Aus diesem Grund wird empfohlen, ein Konzept für die Nutzung und Umsetzung dieses Potenzials (technisches Angebotspotenzial ca. **36 GWh_{el}**) zu erarbeiten.

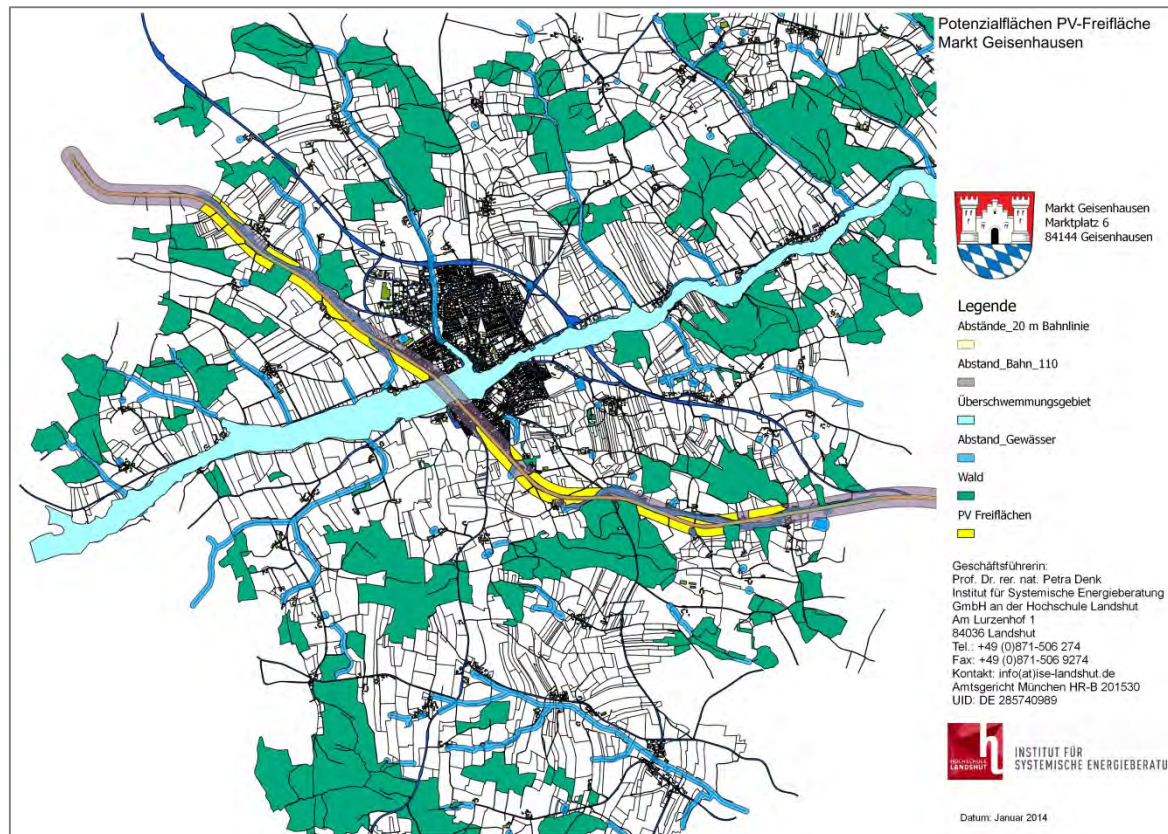


Abbildung 108: PV-Freiflächen Potenzial entlang der Autobahn/Bahnstrecke

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung PV Freifläche

Auch beim PV-Freiflächen Potenzial soll mittels einer ersten Wirtschaftlichkeitsberechnung exemplarisch für ein PV-Freiflächenfeld aufgezeigt werden, ob sich die Umsetzung einer solchen Anlage im Stadtgebiet Geisenhausen anbietet.

Folgende Grundannahmen wurden dabei für die Berechnung getroffen:

- Betrachtungszeitraum (Abschreibungszeitraum) 20 Jahre
- Inbetriebnahme: 01.01.2014⁵⁹
- Kalkulatorischer Zinssatz Eigenkapital (n.St.) 5,0 %, Fremdkapital (v.St.) 4,5 % über 20 Jahre
- Strompreissteigerung, Preissteigerung laufender Kosten pro Jahr 2%
- Strombezugspreis (brutto) im ersten Jahr 25 ct/kWh
- Steuersatz 30 %
- Eigenkapitalanteil 30 %
- Ertragsminderung der Module 0,2 % pro Jahr
- Investitionskosten: Freiflächenanlage 1.000 €/kWp; Trasse 60.000 €/km
- Ausrichtung 25 ° Süd
- Vergütung Strom aus PV- Anlagen gemäß EEG

Wie nachfolgende Abbildung 109 zeigt könnten im Beispielfeld insgesamt ca. 4.300 Module mit einer Leistung von ca. 1,1 MW_p installiert werden.

⁵⁹ Annahme, da die Vergütungssätze nach dem 01.01.2014 noch nicht feststehen.

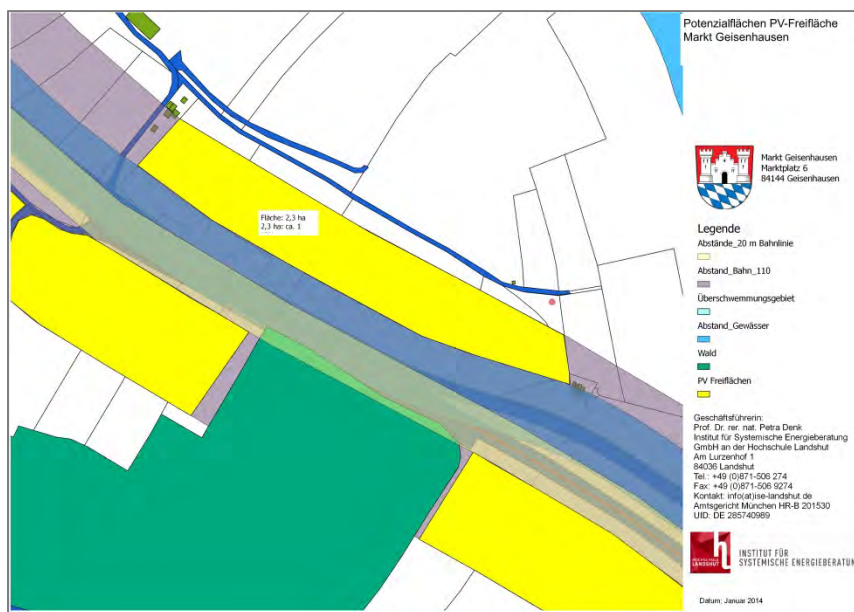


Abbildung 109: Beispiel PV-Freiflächenanlage Geisenhausen

Unter Berücksichtigung obiger Prämissen ergibt sich die in nachfolgender Abbildung dargestellte interne Verzinsung von ca. 7 % v. St. und nach Finanzierung.

Abschätzung der Wirtschaftlichkeit: PV- Anlage			
Eingabedaten PV- Anlage			
Anlagentyp	Freiflächenanlage	Inbetriebnahme	01 Monat
Betreiber	Unternehmer		2014 Jahr
Vermarktungsart	Reine EEG- Vergütung	Postleitzahl	84144
Fernsteuerbare Anlage	Ja	Jahresertrag	1.234.200,00 kWh/a
Endkundenpreis bei Direktvermarktung	3,768 ct/kWh	Verfügbares Eigenkapital	30%
Anlagenleistung	1.100,00 kWp	Anteil Eigenstromnutzung	0%
Länge der Trasse	0,20 km		
Ergebnis (v.St.)			
Kapitalwert der Investition	178.999 €	Rendite der Investition p.a.	7,18%
		Amortisationszeit	13,37 Jahre

Abbildung 110: Wirtschaftlichkeitsabschätzung PV-Freiflächenanlage Geisenhausen

Sensitivitätsanalyse

Nachfolgende Abbildung zeigt die interne Verzinsung v. St. in Abhängigkeit des Abstands zum Umspannwerk bzw. in Abhängigkeit des Modulpreises. Es wird deutlich, dass diese deutlich sensitiver gegenüber den Modulpreisen als dem Abstand zum Umspannwerk ist. Dementsprechend wird es bei Umsetzung von PV-Freiflächenanlagen für die Wirtschaftlichkeit entscheidend sein zu welchem Preis pro kW_p die Module erworben werden können.

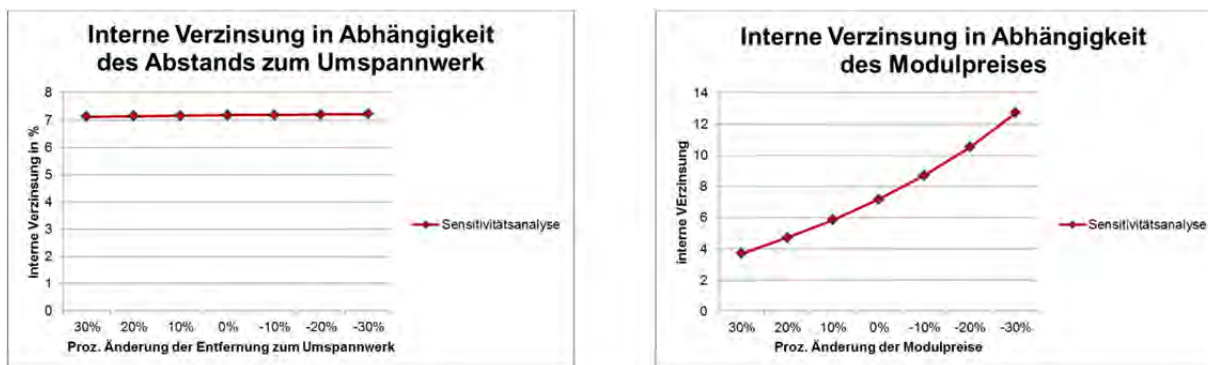


Abbildung 111: Sensitivitätsanalyse Beispielfeld

Technisches Nachfragepotenzial

- **Solarthermie**

Im Bereich der solarthermischen Wärmezeugung führen nachfrageseitige Restriktionen zu hohen Abschlägen bei der Ableitung des technischen Nachfragepotenzials aus dem Angebotspotenzial. Während der Warmwasserbedarf durch Solaranlagen im Sommer nahezu vollständig gedeckt werden kann, sinkt dieser Anteil in den Wintermonaten auf z.T. unter 15 % ab. Bei der Raumwärmeunterstützung ist auf Grund des ausgeprägten saisonalen Unterschieds zwischen Wärmenachfrage und solarem Angebot diese Limitierung noch ausgeprägter.

Warmwasserunterstützung

Der Warmwasserbedarf des Markts Geisenhausen wird abgeschätzt mit ca. 5,7 GWh_{th}/a. Es wird angenommen, dass in der Markt Geisenhausen 35 % der Wohngebäude ihren Warmwasserbedarf durch Solarthermie ergänzen können. Wird unterstellt, dass von den auf die Haushalte entfallenden 1,7 GWh_{th}/a 60% (typische solare Deckungsrate für Warmwasser) durch Solarkollektoren bereitgestellt werden können, ermittelt sich ein solares Nachfragepotenzial für Warmwasser von rd. **1 GWh_{th}/a**.

Raumwärmeunterstützung

Im Passiv- und Niedrigenergiegebäudebereich können Solarkollektoren bis zu 50 % des jährlichen Raumwärmebedarfs liefern. Für den derzeitigen Gebäudebestand der Stadt ohne Sanierungsmaßnahmen wird unterstellt, dass dieser Wert derzeit kumuliert auf alle Wohngebäude bei maximal 15 % liegt. Entscheidend für den solarthermischen Betrag zur Raumwärmeunterstützung sind neben dem Kollektortypen und der Kollektorfläche

vor allem die Vorlauf- / Rücklauftemperaturen im Heizsystem und die Größe des Wärmespeichers. Je niedriger die Vorlauftemperatur ist, desto effizienter lässt sich eine solare Raumwärmeunterstützung umsetzen. Unter der Annahme, dass 80 % der Gebäude mit einer Zentralheizung betrieben werden, die für die solarthermische Raumwärmeunterstützung zur Verfügung stehen, sowie einem Heizwärmebedarf der Wohngebäude von rund 86 GWh_{th}/a, kann unterstellt werden, dass rund 68 GWh_{th}/a der Heizwärmebedarfsnachfrage solarthermisch relevant sind. Würden diese zu 15 % durch solarthermische Anlagen gedeckt (bei Niedrigenergiehäusern mehr, bei Altbauten weniger), können etwa **10 GWh_{th}/a** solar erzeugte Wärme im Energiesystem Geisenhausen integriert werden.

Es ergibt sich somit ein gesamtes technisches Nachfragepotenzial für die Solarthermie in Höhe von ca. **10 GWh_{el}/a**.⁶⁰

- **Photovoltaik**

Das technische Angebotspotenzial kann im Energiesystem Geisenhausen dann umgesetzt werden, wenn der erzeugte Strom aus photovoltaischen Systemen entweder unmittelbar verbraucht, zwischengespeichert oder über das Stromnetz „exportiert“ werden kann.

Es wird hier angenommen, dass das Netz von Geisenhausen derart ausgebaut werden kann, dass der gesamte durch die installierten Photovoltaikanlagen erzeugte Strom aufgenommen wird. Weiter wird pauschal angenommen, dass der Markt 50 % des photovoltaisch erzeugten Stroms selbst verbrauchen kann, woraus sich ein technisches Nachfragepotenzial des Markts von **6 GWh_{el}/a** ableiten lässt.

Unter Berücksichtigung zusätzlicher Tagesspeicher (z.B. dezentrale Batteriespeicher) könnte der Markt einen deutlich höheren Anteil nutzen. Dieser wird hier nicht berücksichtigt und stellt somit ein „upside-Potenzial“ dar.

⁶⁰ Reduziert um die Erzeugung durch bereits existierende Solarthermieanlagen sowie unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die zur Verfügung stehende Dachfläche nur einmal genutzt werden kann.

Solarthermie und Photovoltaik (PV)	
Prinzipiell nutzbare Fläche PV	534.316 m ²
Bereits genutzte Fläche PV	12.927 m ²
Prinzipiell nutzbare Fläche Solarthermie	433.856 m ²
Bereits genutzte Fläche Solarthermie	2.647 m ²
Solarthermie	
Warmwasserunterstützung (35 % der Haushalte)	1 GWh _{th}
Raumwärmeunterstützung	10 GWh _{th}
Photovoltaik	
Dachflächenpotenzial	6 GWh _{th}
Freiflächenpotenzial	36 GWh _{th}

Tabelle 27: Zusammenfassung Photovoltaik und Solarthermie

5.3.5 Wasserkraft im Markt Geisenhausen

Für Geisenhausen konnte kein nennenswertes Potenzial identifiziert werden. Nachfolgende Abbildung zeigt die bestehenden beiden Kleinwasserkraftwerke in Geisenhausen.

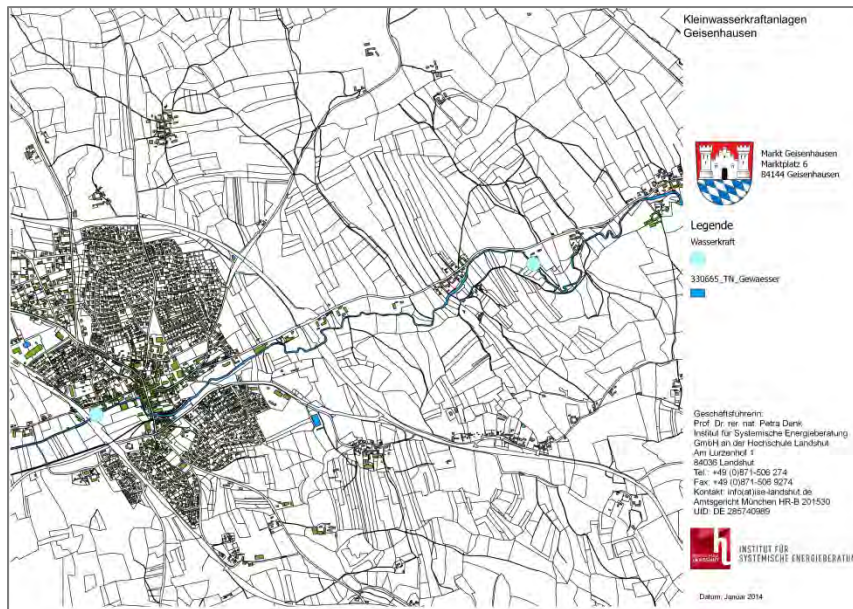


Abbildung 112: Bestehende Kleinwasserkraftanlagen Geisenhausen, gemäß Bayerische Staatsregierung 2014_a

5.3.6 Sonstiges

Kommunales Abwasser

Kommunales Abwasser stellt eine gesondert zu betrachtende Wärmequelle dar, die über den Einsatz von Grundwasser - Wärmepumpen nutzbar gemacht werden kann. Die Abwassertemperaturen bewegen sich in der Regel zwischen 10° und 20° Celsius. Diese im Abwasser enthaltene Wärmeenergie kann über einen Wärmetauscher entzogen und anschließend mit Hilfe einer Wärmepumpe zur Beheizung von Gebäuden verwendet werden. Da der technische Aufwand sehr groß ist, müssen die nachfolgenden Grundvoraussetzungen gegeben sein:

- Mindestwasserdurchfluss im Kanal: 15 Liter pro Sekunde
- Durchschnittliche Abwassertemperatur > 10° Celsius
- Kanalquerschnitt mind. 80 cm
- Möglichst gerader Kanalabschnitt: mind. 20 m Länge (100 m bei großen Analgen)
- Gute Zugänglichkeit des Kanalabschnitts

- Gute Anbindung an die zu versorgenden Gebäude
- Einbau idealerweise bei Kanalsanierung
- Geeignete Heizwärmeleistung ab 150 kW in der Nähe des Kanals[VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT U.A. 2011: S. 44]

All diese Grundvoraussetzungen sind nach Angaben des Klärwärters (Herr Rieder) im Markt Geisenhausen nicht erfüllt. Der geschätzte Trockenwetterabfluss liegt danach bei ca. 8,7 l/s. Die geforderten 15 l/s werden demnach an keiner Stelle des Kanalnetzes in Geisenhausen erreicht. Zudem kann die durchschnittlich notwendige Abwassertemperatur von 10°C nicht erreicht werden⁶¹ [Rieger 2014]. Für die Nutzung des kommunalen Abwassers ergibt sich dementsprechend kein Potenzial.

Abwärme

Unter Abwärme wird im Allgemeinen diejenige thermische Energie verstanden, welche als „Nebenprodukt“ eines Prozesses anfällt und i.d.R. ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Es kann somit ein wichtiger Schritt hin zu mehr Effizienz und Klimaschutz sein, Abwärme sinnvoll für die Energieversorgung zu nutzen. Abwärme kann dabei in verschiedenen Formen z.B. als Abwasser, Abluft, Abgas oder „verbrauchtes“ Kühlwasser anfallen. Entscheidend für die Nutzung von Abwärme sind die Fragen:

- Welches Unternehmen könnte Abwärme bereitstellen?
- Welcher Aufwand ist notwendig, um die anfallende Abwärme nutzen zu können?
- Welches Temperaturniveau hat die zur Verfügung stehende Abwärme?
- Welche Wärmemenge steht dementsprechend zur Verfügung?
- Wie steht diese Abwärme zeitlich zur Verfügung? [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT U.A. 2011:S. 44]

Um das Abwärmepotenzial im Markt Geisenhausen festzustellen, wurde in Abstimmung mit dem Markt ein Fragebogen an den größten Industrie- und Gewerbebetriebe (Pöschl Tobacco GmbH) versendet. Aus dem Rücklauf konnte jedoch kein Abwärmepotenzial identifiziert werden.

⁶¹ Angaben am 24.01.2014: Zulauf zur Kläranlage 6°

5.3.7 Zusammenfassung Potenzialanalyse erneuerbare Energien

Nachfolgende Tabelle und Grafiken zeigen zusammenfassend die Potenziale der erneuerbaren Energien im Stadtgebiet Geisenhausen. Es ist zu erkennen, dass das größte technische Angebotspotenzial bei der Stromerzeugung die Photovoltaik besitzt. Bei der Wärmeerzeugung liegt das größte Angebotspotenzial bei der Solarthermie, dieses beschränkt sich jedoch sehr stark im Nachfragepotenzial wie in Kapitel 5.3.4 beschrieben.

Potenzial Erneuerbare Energien	Technisches Angebotspot. (in GWh/a)		Technisches Nachfragepot. (in GWh/a)	
	Strom	Wärme	Strom	Wärme
Wind	21,5		17,3	
Biomasse		0		0
Biogas	4,2	4,3	4,2	4,3
Erdwärme		0,9		0,9
Solarthermie		47,8		10,2
Photovoltaik	30,1		14,7	
Wasserkraft	0,0		0,0	
Reststoffe		8,3		0,0
Abwasser		0,0		0,0
Abwärme		0,0		0,0
Summe	55,8	53,0	36,2	15,4
Bedarf IST			17	122
Bedarf (n. Einsparung BAU)			17,1	121,7
Bedarf (n. Einsparung Klimavorbild)			16,6	120,2
Bedarf (n. Einsparung Klimaextrem)			16,1	118,4
bereits vorhandene EE-Erzeugung				
Wind			0,0	
Wasserkraft			0,0	
Biomasse				15,3
Solarthermie				1,1
Biogas			3,3	3,3
PV			9,2	
Summe			12,5	19,7
Delta (Bedarf IST - vorhandene EE-Erzeugung)			4,6	102,2

Tabelle 28: Zusammenfassung technisches Angebots- und Nachfragepotenzial aus erneuerbaren Energien⁶²

Der Strombedarf des Markts wird derzeit (2011) durch die 585 erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen (davon 579 Photovoltaikanlagen) zu ca. 73 % durch regenerative Energien gedeckt. Würden bspw. 25 % des ausgewiesenen technischen Nachfragepotenzials (Wind) gehoben werden, so könnten ca. 100 % des Strombedarfs (ca. 17 GWh_{el}) im Jahresmittel durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden.

Im Bereich der Wärme wird schnell deutlich, dass der Wärmebedarf des Markts Geisenhausen langfristig nicht mittels erneuerbarer Energieträger zur Verfügung gestellt werden kann. Im Rahmen der Potenzialanalyse konnte ein Potenzial in Höhe von 15 %⁶³ bzw. inkl. bereits

⁶² PV-Freiflächenpotenzial unter Punkt Photovoltaik enthalten.

⁶³ Nahwärme „Kombination_GH Ost_Großverbraucher_private Haushalte“ wurde berücksichtigt.

vorhandener regenerativer Wärmeerzeugung von 30 % des Ist-Wärmebedarfs (122 GWh_{th}) ermittelt werden.

Zur Übersicht, welche Potenziale grundsätzlich realisiert werden können, wird in den beiden nachfolgenden Abbildungen zusammenfassend sowohl das technische Angebotspotenzial als auch das technische Nachfragepotenzial der erneuerbaren Energien im Bereich Strom und Wärme gezeigt. Die Summe (technisches Angebots- und Nachfragepotenzial) wird dabei einmal mit dem gesamten Windenergiepotenzial (Summe technisches Nachfragepotenzial: ca. 36 GWh_{el}) und einmal unter Außerachtlassung der Windenergie am Standort Fimbach (Summe technisches Nachfragepotenzial: ca. 33 GWh_{el}) dargestellt.

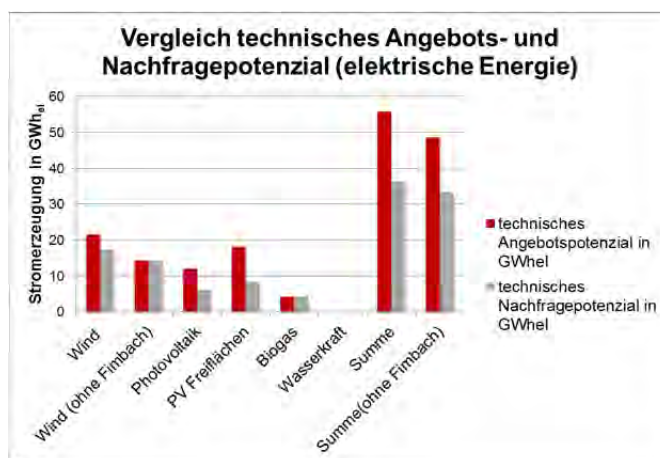


Abbildung 113: Technisches Angebotspotenzial zur Erzeugung elektrischer Energie durch regenerative Energien

Das Potenzial der biogenen Reststoffe, ist in nachfolgender Grafik schraffiert dargestellt und im ausgewiesenen Potenzial nicht einkalkuliert, da die Möglichkeit der Nutzung in Geisenhausen fraglich ist (vgl. 4.3.2). Das gesamte technische Nachfragepotenzial thermischer Energie beträgt, wie in unten stehender Abbildung ersichtlich, ca. 15 GWh_{th}.

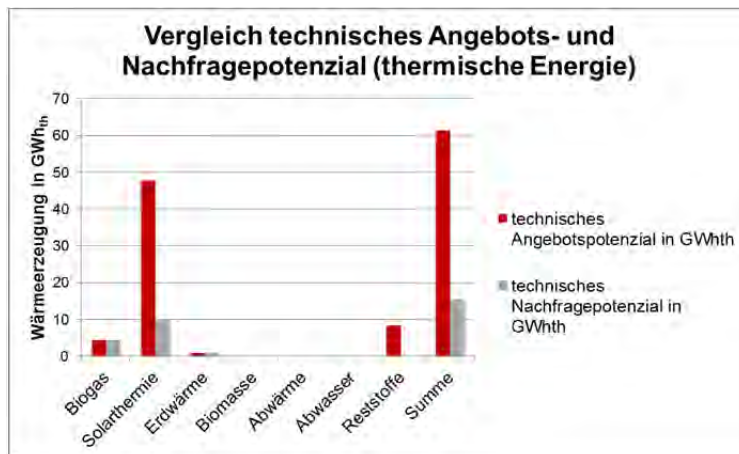


Abbildung 114: Technisches Angebotspotenzial zur Erzeugung thermischer Energie durch regenerative Energien

5.4 Einsparpotenziale CO₂-Emissionen

In den nachfolgenden Tabellen und Grafiken wird das CO₂-Einsparpotenzial, welches sich aus den in Kapitel 5.2 beschriebenen Effizienz- und Einsparpotenzialen im Bereich Strom und Wärme ergibt, nach den Sektoren private Haushalte, Gewerbe / Industrie sowie kommunale Liegenschaften dargestellt.

Erwartungsgemäß finden sich die größten Potenziale zur Reduktion der CO₂-Emissionen dort, wo die größten Energieeinsparpotenziale elektrischer und thermischer Energie identifiziert wurden.

Im Bereich Strom können somit die größten CO₂-Einsparpotenziale durch energiesparende Beleuchtung sowie energieeffiziente Elektrogeräte und die Vermeidung von Stand-By-Verlusten realisiert werden (vgl. Tabelle 29).

IST - CO ₂ -Emissionen in t/a		58.001					
Szenarien	BAU		Klimavorbild		Klimaplus		
Einsparpotenzial in %	5%		50%		100%		
Private Haushalte	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Heizungspumpe	12	0,0%	124	0,2%	249	0,4%	
Beleuchtung	10	0,0%	103	0,2%	207	0,4%	
Elektrogeräte	18	0,0%	184	0,3%	368	0,6%	
Stand-By	24	0,0%	238	0,4%	476	0,8%	
Summe	65	0,1%	650	1,1%	1.300	2,2%	
Gewerbe	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Heizungspumpe	1	0,0%	7	0,0%	13	0,0%	
Beleuchtung	23	0,0%	234	0,4%	468	0,8%	
Kühl- und Tiefkühlgeräte	9	0,0%	90	0,2%	180	0,3%	
luK	5	0,0%	50	0,1%	99	0,2%	
Klima- und Raumlufttechnik	20	0,0%	196	0,3%	393	0,7%	
Summe	58	0,1%	576	1,0%	1.153	2,0%	
Kommunale Liegenschaften	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Straßenbeleuchtung	2	0,0%	17	0,0%	35	0,1%	
Heizungspumpe	0	0,0%	1	0,0%	2	0,0%	
Summe	2	0,0%	18	0,0%	37	0,1%	
Summe Gesamt	124	0,2%	1.245	2,1%	2.490	4,3%	

Tabelle 29: Einsparpotenziale CO₂-Emissionen im Bereich Strom nach Szenarien

Im Bereich Wärme können die größten CO₂-Einsparpotenziale im Sektor private Haushalte durch die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen sowie den Austausch veralteter Wärmeerzeuger verwirklicht werden (vgl. Tabelle 30)

IST - CO ₂ -Emissionen in t/a		58.001					
Szenarien	BAU		Klimavorbild		Klimaplus		
Einsparpotenzial in %	5%		50%		100%		
Private Haushalte	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Optimierung Heizsystem	52	0,1%	519	0,9%	1.038	1,8%	
Kesselaustausch	75	0,1%	749	1,3%	1.497	2,6%	
Sanierung	53	0,1%	531	0,9%	1.062	1,8%	
Summe	180	0,3%	1.798	3,1%	3.597	6,2%	
Gewerbe	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Optimierung Heizsystem	2	0,0%	22	0,0%	43	0,1%	
Kesselaustausch	9	0,0%	88	0,2%	175	0,3%	
Sanierung	6	0,0%	60	0,1%	121	0,2%	
Summe	17	0,0%	170	0,3%	340	0,6%	
Kommunale Liegenschaften	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Optimierung Heizsystem	0	0,0%	3	0,0%	6	0,0%	
Kesselaustausch	1	0,0%	11	0,0%	22	0,0%	
Sanierung	1	0,0%	7	0,0%	13	0,0%	
Summe	2	0,0%	20	0,0%	41	0,1%	
Summe Gesamt	199	0,3%	1.989	3,4%	3.977	6,9%	

Tabelle 30: Einsparpotenziale CO₂-Emissionen im Bereich Wärme nach Szenarien

Durch die Umsetzung der Potenziale regenerativer Energien (Strom / Wärme) können, wie Tabelle 31 entnommen werden kann, ca. 29 % der derzeitigen CO₂-Emissionen der Stadt Geisenhausen vermieden werden⁶⁴.

Erneuerbare Energie	Technisches Nachfragepotenzial in GWh _a		CO ₂ -Einsparung (t/a)		Einsparung CO ₂ -Emissionen (%)	
	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme
Wind		14,3		7.945		13,7%
Photovoltaik		11,6		5.787		10,0%
Biogas		4,2	4,3	1.410	619	2,4%
Wasserkraft		0		0		0,0%
Solarthermie			5,1		1.092	1,9%
Erdwärme			0,9		59	0,1%
Biomasse		0			0	0,0%
Abwärme			0,0		0	0,0%
Abwasser			0,0		0	0,0%
Summe		30,2	10,3	15.143	1.771	26,1%

Tabelle 31: Reduktionpotenzial CO₂ durch Verwirklichung des technischen Nachfragepotenzials im Bereich regenerativer Energien

Nachfolgende Abbildung zeigt den pro Kopf CO₂-Austoß im Markt Geisenhausen nach Umsetzung aller möglicher thermischer und elektrischer Einspar- und Effizienzmaßnahmen (Szenario Klimaplus) sowie der erneuerbaren Energiepotenziale (siehe Tabelle 31). Damit ist es möglich, die pro Kopf Emissionen auf ca. 4,6 t und damit unter den momentanen bayerischen Durchschnittswert (7,4 t/Kopf) zu reduzieren.

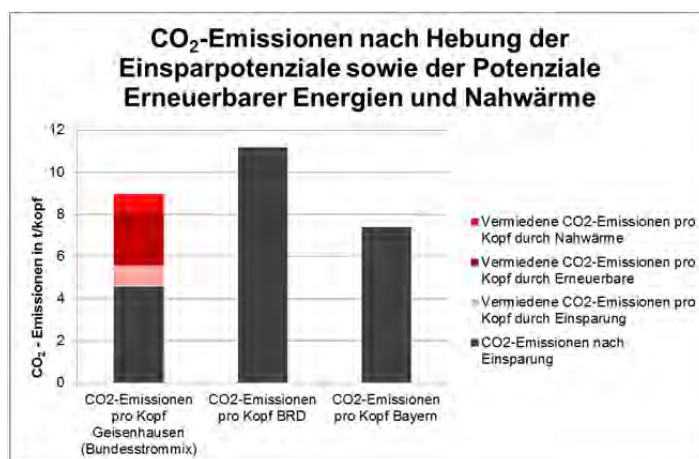


Abbildung 115: Pro Kopf CO₂-Emissionen in Geisenhausen nach Hebung der Einspar- und Effizienzpotenziale sowie der Potenziale Erneuerbarer und Umsetzung Nahwärme „Kombination_GH Ost_Großverbraucher_private Haushalte“

⁶⁴ Annahme: Das technische Nachfragepotenzial Photovoltaik- sowie das Solarthermiepotenzial werden jeweils zu 50 % umgesetzt. Windenergie am Standort Birken.

6. Energiestrategie 2021 für Geisenhausen

Basierend auf diesen Ergebnissen wurden im Rahmen eines Workshops mit dem Projektteam des Markts Geisenhausen Ziele bis zum Jahr 2021 definiert. Diese sollen möglichst quantitativ sein, um sie auch im Zeitverlauf messen zu können.

Folgende Ziele wurden für Geisenhausen definiert:

- Reduktion des **Strombedarfes** um 13 % bis 2021
- Reduktion des **Wärmebedarfes** um 8 % bis 2021
- Reduktion der **Treibhausgas-Emissionen** bis 2021 um 20 %
- Senkung des **Primärenergiebedarfes** um 15 % bis 2021
- Erhöhung der Stromerzeugung aus **erneuerbaren Energien** an der Bruttostromerzeugung auf 100 %.

Diese sind im Vergleich zu den in Deutschland und Bayern gesetzten Zielen definiert worden. Der Markt Geisenhausen befindet sich bereits an einem anderen Ausgangspunkt, weshalb die Ziele als ambitioniert, eingeschätzt werden.

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus den vorangegangenen Analysen mit den Zielen zusammengeführt, um daraus eine Energiestrategie für die Bereiche elektrische Energie und thermische Energie zu entwickeln. Grundsätzlich werden dazu (erneut) beide Optimierungsseiten betrachtet. Zum einen die Energiebedarfsseite, wo durch Effizienz- und Einsparungsmaßnahmen der Bedarf insgesamt reduziert werden kann. Zum anderen betrifft dies die Energieerzeugungsseite. Hier kann auf erneuerbare Energiequellen zurückgegriffen werden. Vorschläge, welche konkreten Maßnahmen durchgeführt werden sollten, um die Ziele zu erreichen, werden im Maßnahmenkatalog abgebildet.

Elektrische Energie

Bei nochmaliger Betrachtung der Effizienz- und Einsparpotenziale im Bereich Strom aus Kapitel 5.2.4 (vgl. Tabelle 23) kann festgestellt werden, dass bei Erfüllung des Szenarios Klimavorbild (Reduktion um ca. 13 %) das Ziel „Reduktion des Strombedarfs in Höhe von 13 %“ erreicht werden kann. Im Szenario Klimaplus können bis max. 26 % Reduktion erreicht werden.

Thermische Energie

Die Ergebnisse aus Kapitel 5.2.4 (vgl. Tabelle 24) zeigen, dass das Ziel „8 % Reduktion des Wärmebedarfs“ bei Realisierung der Effizienz- und Einsparpotenziale des Szenarios Klimavorbild nicht vollständig erreicht werden kann (Reduktion um ca. 6 %). Bei Verwirklichung des Szenarios Klimaplust hingegen kann eine Einsparung von ca. 12 % erreicht werden. Zur Zielerreichung muss somit das Szenario Klimavorbild zu 70 % umgesetzt werden.

Um das von Geisenhausen definierte Ziel im Bereich thermischer Energieeinsparung erreichen zu können, ist die Ausarbeitung von (finanziellen) Maßnahmen zur Unterstützung von Sanierungsmaßnahmen und Kesselaustausch essentiell.

CO₂-Emissionen

Das Ziel die Treibhausgasemissionen bis 2021 um 20 % zu reduzieren ist allein durch die Umsetzung der Effizienz- und Einsparpotenziale (vgl. Kapitel 5.2.4) nicht möglich. Hier können bei Verwirklichung der Energieeinsparpotenziale im Bereich Strom und Wärme im Szenario Klimaplust insgesamt nur 11 % der CO₂-Emissionen vermieden werden. Um das Ziel bis 2021 erreichen zu können, ist deshalb die Umsetzung der Effizienz- und Einsparpotenziale gemäß Zieldefinition (Reduktion der CO₂-Emissionen um ca. 7 %) sowie die gleichzeitige Realisierung des technischen Nachfragepotenzials erneuerbarer Energien (z.B. 50 % Biogas; 40 % Photovoltaik⁶⁵; 50% Wind) (vgl. Tabelle 29, Tabelle 30, Tabelle 31) notwendig.

Primärenergiebedarf

Tabelle 32 stellt die Möglichkeiten zur Reduktion des Primärenergiebedarfs durch die Energie- und Effizienzpotenziale der verschiedenen Szenarien in den Bereichen Strom und Wärme dar.

IST - Primärenergiebedarf in MWh		209.732					
Szenarien	BAU		Klimavorbild		Klimaplust		
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Strom	528	0,3%	5.282	2,5%	10.565	5,0%	
Wärme	770	0,4%	7.701	3,7%	15.401	7,3%	
Summe Gesamt	1.298	0,6%	12.983	6,2%	25.966	12,4%	

Tabelle 32: Potenziale zur Reduktion der Primärenergie nach Szenarien

Durch die Umsetzung der Energie- und Einsparpotenziale (Szenario Klimaplust) alleine ist es nicht möglich, das Ziel 15 % des Primärenergiebedarfs bis zum Jahr 2021 zu vermeiden, zu erreichen. Bei Realisierung von 50 % bzw. 40 % des Biogas- bzw. Photovoltaikpotenzials

⁶⁵ Annahme: 30 % des um 50 % reduzierten Photovoltaikpotenzials werden genutzt.

sowie 50 % des Windenergiepotenzials⁶⁶ jedoch kann das Ziel 15 % des Primärenergiebedarfs zu vermeiden übertroffen werden.

Das Potenzial zur Reduktion der Primärenergie durch die Realisierung des technischen Nachfragepotenzials erneuerbarer Energien, welches bei insgesamt max. 38 % liegt, stellt Tabelle 33 dar.

Erneuerbare Energie	Technisches Nachfragepotenzial in GWh _e /a		Primärenergie-Einsparung (GW _h a)		Einsparung Primärenergie (%)	
	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme
Wind	14,3			34,4		16,4%
Photovoltaik		11,6		28,0		13,3%
Biogas		4,2	4,2	8,1	2,5	3,8%
Wasserkraft		0		0,0		0,0%
Solarthermie			5,1		5,6	2,7%
Erdwärme			0,9		1,0	0,5%
Biomasse			0		0,0	0,0%
Abwärme			0,0		0,0	0,0%
Abwasser			0,0		0,0	0,0%
Summe		30,2	10,2	70	9	33,6%

Tabelle 33: Reduktionspotenzial der Primärenergie durch erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien

Um den Anteil der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung in Geisenhausen in Höhe von 100 % zu realisieren, ist es ausreichend, das ausgewiesene technische Nachfragepotenzial Potenzial Wind zu 25 % umzusetzen. (vgl. Tabelle 28).

Zeitliche Entwicklung von Endenergiebedarf sowie Energiepotenzial

Nachfolgend wird sowohl für die elektrische als auch für die thermische Energie in Geisenhausen die zeitliche Entwicklung des Endenergiebedarfs sowie das Potenzial erneuerbarer Energien betrachtet. Wie Abbildung 116 zeigt, ist es im Bereich der elektrischen Energie in allen drei Szenarien rein rechnerisch möglich, den Strombedarf – über das Jahr gemittelt - durch regenerative Energien bereit zu stellen.

⁶⁶ Zur Erreichung des 20 % Reduktionsziels der CO₂-Emissionen notwendig.

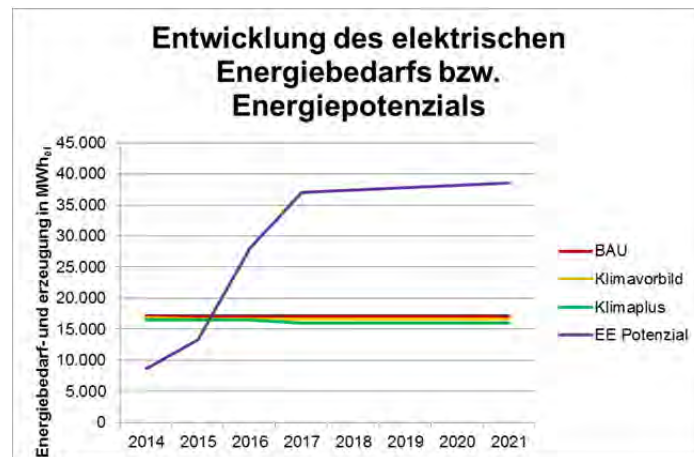


Abbildung 116: Zeitliche Entwicklung des elektrischen Endenergiebedarfs sowie Energiepotenzials⁶⁷

Im Bereich der thermischen Energieversorgung ist es im betrachteten Zeitraum nicht möglich, dass sich der Wärmebedarf und die Wärmeerzeugung aus regenerativen Energien⁶⁸ ausgleichen.

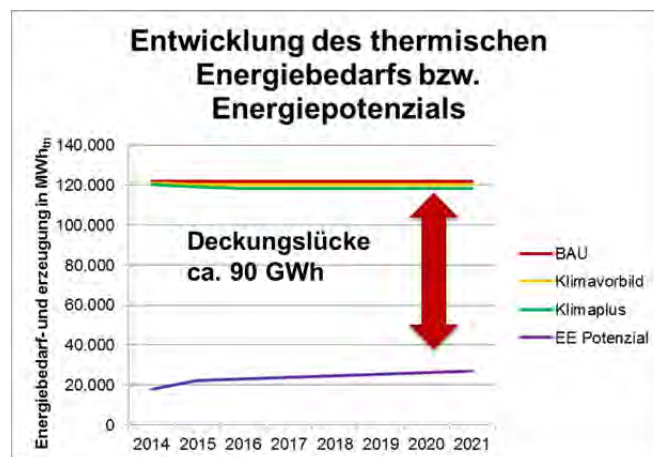


Abbildung 117: Zeitliche Entwicklung des thermischen Endenergiebedarfs sowie Energiepotenzials

⁶⁷ Windenergie nur Standort Birken und PV-Freiflächenpotenzial nur 50 % berücksichtigt.

⁶⁸ Annahme: 50 % Solarthermie werden umgesetzt.

Verlauf der Investitionen

Je nach Umsetzung der Energieeinsparmaßnahmen (elektrisch und thermisch) in den unterschiedlichen Szenarien werden Investitionen unterschiedlicher Höhe in Geisenhausen notwendig. Im Folgenden wird ein stark vereinfachter möglicher Investitionsverlauf skizziert, der i. W. lediglich demonstrieren soll, dass verstärkt über Finanzierungsmöglichkeiten seitens der Kommune nachgedacht werden muss. Beim abgebildeten Investitionsverlauf wird nicht differenziert, wer (Kommune / Bürger / Investor) die Investition tätigt.

Im Szenario Klimaplust wird davon ausgegangen, dass in 2014/2015 eine Biogasanlage sowie die möglichen vier Windenergieanlagen⁶⁹ errichtet und das ausgewiesene Potenzial somit erschlossen wird. In allen drei Szenarien wird das Photovoltaik- sowie Solarthermiepotezial und das Erdwärmepotezial erschlossen, jedoch in unterschiedlichen Größenordnungen (BAU 10 % / 10 %, Klimavorbild 25 % / 25 %, Klimaplust 50% / 50%) (Vgl. Abbildung 118).

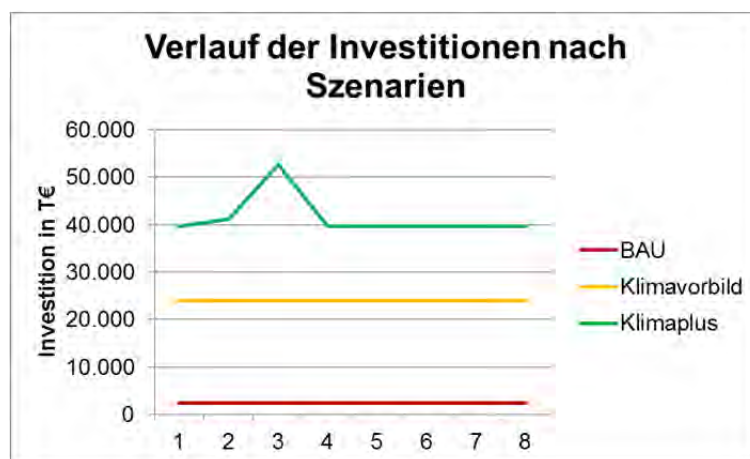


Abbildung 118: Möglicher Verlauf der Investitionen in Geisenhausen

Zur Umsetzung der Einsparpotenziale thermischer und elektrischer Energie sowie des erneuerbaren Potenzials wird somit in Geisenhausen in den nächsten 8 Jahren eine Investitionssumme von ca. 6 Mio. € (BAU) bzw. ca. 27 Mio. € (Klimavorbild) bzw. ca. 67 Mio. € (Klimaplust) abgeschätzt.

⁶⁹ Standort Birken

7. Controlling-Konzept

7.1 Vorschlag weitere Vorgehensweise

Entscheidend für das Erreichen der definierten Ziele ist es, dass Maßnahmen, die notwendig bzw. unterstützend für die Zielerreichung sind, umgesetzt werden. Vorschläge von entsprechenden Maßnahmen sind in dem separat erstellten Maßnahmenkatalog zu finden.

Mindestens genauso wichtig wie die Vorschläge von Maßnahmen ist es aber, einen aktiven Bürgermeister, Marktrat sowie engagierte Bürgerinnen und Bürger zu haben, die die Maßnahmen vorantreiben und umsetzen.

In Geisenhausen wurde im Rahmen des kommunalen Energienutzungskonzeptes keine eigene „Arbeitsgruppe Energie“ gegründet, da bereits ein engagierter Energie- und Umweltausschuss existiert, dem die notwendigen Kompetenzen gebündelt vorliegen. Durch solch eine Gruppe erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass die Ziele, die sich der Markt Geisenhausen gesetzt hat, auch in dem dafür vorgesehenen Zeitrahmen erreicht werden können. Dieser sollte weitergeführt und wenn möglich durch engagierte und interessierte Bürgerinnen / Bürger ergänzt werden, um handlungsfähig zu sein und über ein jährliches „Klimaschutz-Budget“ verfügen (siehe Maßnahmenkatalog).

Der ausgearbeitete Maßnahmenkatalog kann hierbei als Diskussionsgrundlage für die Priorisierung weiterer Maßnahmen dienen. Gleichzeitig sollte bzw. kann dieser um weitere Maßnahmen ergänzt werden. Es wird empfohlen, auch festzulegen, in welcher zeitlichen Abfolge die Maßnahmen durchgeführt werden sollen (Vorschlag siehe Maßnahmenkatalog). Darüber hinaus ist es wichtig, eine entsprechende Summe für den Klimaschutz in die nächste Haushaltsplanung einzustellen. Nur so können einige der vorgeschlagenen Maßnahmen umgesetzt werden, da hierfür finanzielle Mittel notwendig sind. Jede beschlossene Maßnahme sollte mit Hilfe eines entsprechenden Maßnahmensteckbriefs, wie in Abbildung 119 als Vorschlag abgebildet, dokumentiert werden. Dieser Maßnahmensteckbrief hat u.a. auch zum Ziel, für jede Maßnahme einen Projektverantwortlichen zu benennen.

In regelmäßigen Statusberichten (siehe hierzu auch Kapitel 7.2) sollten die Fortschritte der einzelnen Maßnahmen der Energiegruppe sowie dem Marktrat deutlich gemacht werden.

Umwälzpumpenaustauschaktion	
Maßnahmenbeschreibung <ul style="list-style-type: none"> Hausbesitzer sollen motiviert werden, veraltete Umwälzpumpen durch neue, effiziente und somit stromsparende Geräte auszutauschen. 	Ziele und Chancen <ul style="list-style-type: none"> Mit dieser Aktion sollen bis Ende 2013 mind. 50 Umwälzpumpen in Markt Geisenhausen ausgetauscht werden.
Aufwand/Aufgaben <ul style="list-style-type: none"> Der Pumpenaustausch in einem Einfamilienhaus kostet ca. 350-550 Euro. Kooperation mit Installateur vor Ort (Festpreis Installation+Pumpe) Abklären von Fördermöglichkeiten (Kommune, Staat) Öffentlichkeitsarbeit (Presseartikel, Flyer, Infoveranstaltung) Controlling der Maßnahme 	Geschätzte Einsparungen <ul style="list-style-type: none"> Energiebedarf elektrisch: ca. 550kWh_{el}/a und Pumpe; 50 neue Pumpen → ca. 27.5 MWh_{el}/Jahr
Zeitplan <p> Juni 2013 Juli/Aug. 2013 Ende 2013 —————→ Organisation Abgleich Anzahl 50 erreicht </p>	Verantwortung / Teammitglieder: <ul style="list-style-type: none"> Prof. Dr. Jans

Abbildung 119: Beispiel für einen Maßnahmensteckbrief

7.2 Controlling-System Geisenhausen

Um zu wissen, ob die definierten Energieziele und damit einhergehend die Energiestrategie bzw. die zur Zielerreichung notwendigen Maßnahmen umgesetzt werden, sollte bspw. halbjährlich überprüft werden, wo sich der Markt Geisenhausen auf seinem Weg zur Zielerreichung befindet.

Es wird nicht vorgeschlagen, jährlich die Energie- und CO₂-Bilanz fortzuschreiben, wie es der Leitfaden „Klimaschutz“ empfiehlt.

Vielmehr wird ein vereinfachtes Controlling-Konzept vorgeschlagen, das wie folgt aussieht:

Phase 1 (2013-2021): In dieser Phase soll die Umsetzung von Maßnahmen im Vordergrund stehen. Ergebnisse von Maßnahmen werden mittels eines vereinfachten Controlling-Steckbriefs pro Maßnahme abgeschätzt. Dieser sieht wie folgt aus und kann dem erstellten Controlling-Tool entnommen werden:

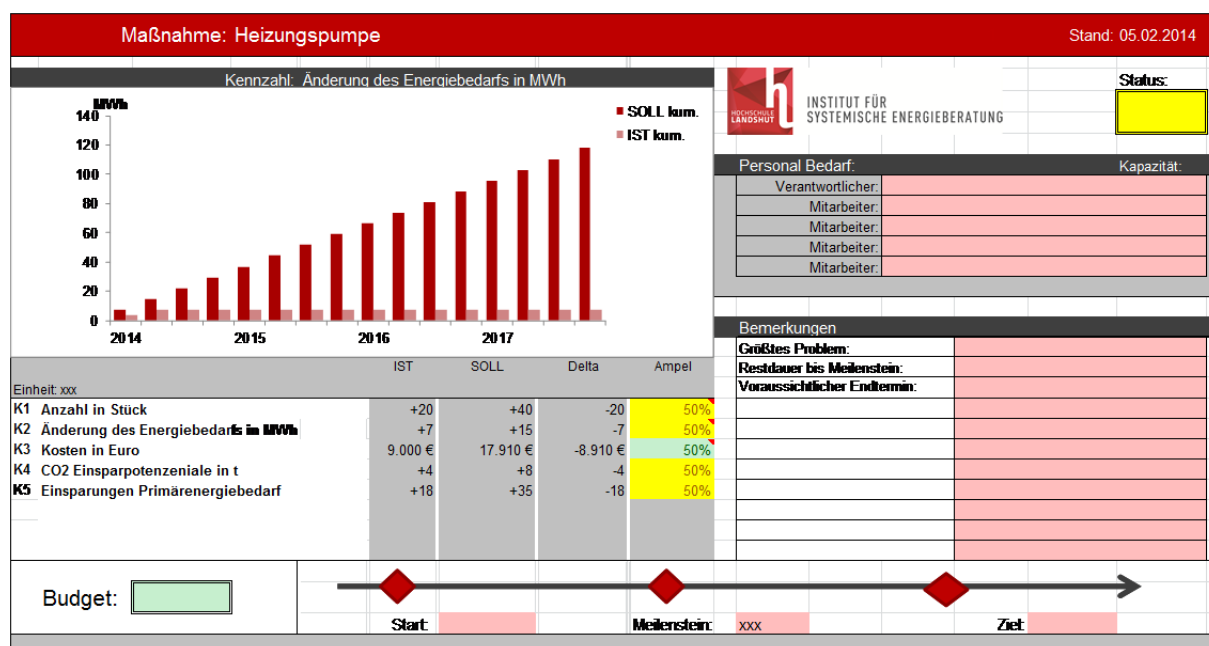


Abbildung 120: Beispiel für einen Controlling-Steckbrief

Durch die Summation der Controlling-Steckbriefe wird eine überschlägige Abschätzung, wo Geisenhausen in Bezug auf seine Ziele steht, ermöglicht. Dazu ist es notwendig, das erstellte Controlling-Tool ständig zu aktualisieren. Bei entsprechender Eingabe der Ergebnisse (z.B. die Anzahl der ausgetauschten Heizungsumwälzpumpen) werden im Controlling-Tool automatisch die dadurch erzielten Einsparungen (kWh, CO₂-Einsparungen, sowie Primärenergie) errechnet und im entsprechenden Maßnahmensteckbrief abgebildet. Wie in obiger Abbildung ersichtlich, zeigt der Maßnahmensteckbrief entsprechend den Ampelfarben (grün,

orange, rot) den aktuellen Status der Maßnahme/des Ziels an und signalisiert damit dem Verantwortlichen⁷⁰, ob weitere Schritte zur Zielerreichung eingeleitet werden müssen oder man sich im „Soll“ befindet. Für jede einzelne Maßnahme soll ein Verantwortlicher inkl. Team festgelegt werden, die dann zusammen den Zeitplan für die Umsetzung definieren und entsprechend auch für dessen Einhaltung, d.h. die Durchführung der Maßnahme, federführend verantwortlich sind.

Das Controlling-Tool fasst schließlich die Ergebnisse der einzelnen Maßnahmen (Reiter „Maßnahmen-Steckbriefe“) zusammen, sodass in dem Reiter „Ziel-Steckbriefe“ die Zielerreichung der übergeordneten Gesamtziele (siehe Kapitel 6) überprüft und nachgehalten werden kann.

Die notwendige Voreinstellung (Eingabe IST-Zustand, Gesamtziele) wurde dabei bereits durchgeführt, sodass nun mit der Eintragung der bereits umgesetzten Maßnahmen begonnen werden kann.

Um einfach und übersichtlich einen regelmäßigen Statusbericht durch den Klimaschutzverantwortlichen abgeben zu können, hat das Controlling-Tool im Reiter „Deckblatt“ eine Druckfunktion integriert, über die die Maßnahmen- und Zielsteckbriefe in übersichtlicher Form ausgedruckt werden können.

Ende der Phase 1 (bis Ende 2021): Eine erneute Energie- und CO₂-Bilanz konsistent mit den in diesem Bericht aufgezeigten Bilanzen – sollte erstellt werden. Somit weiß der Markt Geisenhausen Ende 2021 dann genau, wo er im Hinblick auf seine definierten Ziele steht. Es wird deutlich, ob und wenn ja, in welcher Höhe und bei welchem Ziel, ein etwaiger Nachbesserungsbedarf besteht.

Phase 2 (2022-2030): Analog Phase 1 sollte in Phase 2 im Wesentlichen die weitere Umsetzung von Maßnahmen im Vordergrund stehen. Die Verwendung entsprechender Controlling-Steckbriefe wird für diese Phase erneut als ausreichend gesehen.

Im Bereich der erneuerbaren Energien können die Daten zudem jährlich durch Abfrage beim Bayernwerk erfasst und mit den Zielen abgeglichen werden. Dabei werden die Anlagen (Biomasse, Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik) nach abgerechneten Anlagen, installierter Leistung (in kW) sowie Absatzmenge (in kWh) aufgeführt.

In nachfolgender Tabelle 33 sind die spezifischen elektrischen, thermischen und mobilen Energiebedarfe / Energieerzeugungsmengen / CO₂-Emissionen des Markts Geisenhausen

⁷⁰ Auch für die Führung des Controlling-Tools sollte innerhalb des Markts ein Verantwortlicher definiert werden.

dargestellt. Die Kennzahl für den elektrische Endenergiebedarf bzw. die Stromerzeugung aus Erneuerbaren können dabei problemlos jährlich durch die Kommune selbst ermittelt (Datenabfrage Bayernwerk) und mit Vorjahren verglichen werden.

	Gesamt in MWh	Pro Kopf (2011) in MWh/Kopf
Endenergiebedarf	206.597	32
Primärenergiebedarf⁷¹	209.732	32
Elektrischer Energiebedarf	17.124	2,6
Elektrische Energieerzeugung aus Erneuerbaren	12.541	2
Thermischer Energiebedarf	121.896	18,8
Thermischer Energiebedarf aus Erneuerbaren	17.262	3
Mobiler Energiebedarf	67.577	10,4
	Gesamt in t	Pro Kopf (2011) in t/Kopf
CO₂-Emissionen (Bundesstrommix)	58.001	9

Tabelle 34: Kennzahlen zur Kontrolle des Energiebedarfs / der Energieerzeugung im Markt Geisenhausen

⁷¹ Verwendung des Primärenergiefaktors für den nicht-erneuerbaren Anteil

8. Öffentlichkeitsarbeit

Für den Erfolg der Projekts „Kommunales Energienutzungskonzept für den Markt Geisenhausen“ ist es ganz entscheidend, dass alle relevanten Akteure in der Kommune identifiziert und aktiv eingebunden werden sowie schließlich konstruktiv zusammenarbeiten. Die für das Projekt wichtigen Akteursgruppen und Einzelakteure müssen deshalb aktiviert und für das Projekt gewonnen werden.

Mögliche Akteure sind in diesem Zusammenhang:

- Markträte
- Marktverwaltung
- Parteien/Fraktionen
- Energieversorger
- Bevölkerung
- Bürgerinitiativen
- Umweltverbände

Aus diesem Grund werden bereits bei der öffentlichen Auftaktveranstaltung des Markts Geisenhausen einzelne Akteure angesprochen, um diese für Mitarbeit bei der Umsetzung einzelner „weicher“ Maßnahmen zu motivieren.

Das Konzept für die Umsetzung stellt sich wie folgt dar.

Zielsetzung

Im Rahmen der Erarbeitung des kommunalen Energienutzungskonzeptes für den Markt Geisenhausen sollen in einzelnen Workshops bereits konkrete Maßnahmen mit den Akteuren vor Ort definiert werden, die dann von diesen in Zusammenarbeit mit dem ISE umgesetzt werden.

Der Bau- und Umweltausschuss inkl. engagierter Bürgerinnen/Bürger soll deshalb nachfolgende Aufgaben übernehmen:

- Unterstützung und spätere Umsetzung des kommunalen Energiekonzepts
- Anregung neuer Aktionen
- Eigenständige Organisation und Planung von Maßnahmen
- Öffentlichkeitsarbeit (Homepage, Stadtzeitung)

Maßnahmenvorschläge

Zusammen mit Herrn Rötzer (Geschäftsleiter Markt Geisenhausen) sowie Herrn Wolfsecker (Vorsitzender des Bau- und Umweltausschusses) wurden einfach umsetzbare Maßnahmen definiert, die einen wesentlichen Beitrag zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit leisten können. Denn gerade beim Thema Energieeinsparung und Klimaschutz ist eine regelmäßige Öffentlichkeitsarbeit unumgänglich, da nur so Bewusstsein für das Thema geschaffen und Verhaltensänderungen bewirkt werden können.


Folgende zwei Maßnahmen werden dabei von der Arbeitsgemeinschaft definiert, die parallel zur Erarbeitung des Konzeptes von der Arbeitsgruppe eigenständig umgesetzt werden:

- Umwälzpumpenaustauschaktion
- Wettbewerb „Wer hat das älteste Kühlgerät im Markt Geisenhausen?“

Umsetzung

Die oben genannten zwei Maßnahmen sind in je einem Maßnahmensteckbrief detailliert beschrieben und Verantwortlichkeiten festgelegt worden. In den einzelnen Untergruppen werden anschließend Zeit- und Projektpläne für die Umsetzung der Maßnahmen ausgearbeitet.


In den nachfolgenden beiden Abbildungen sind die Aktionen dargestellt:



Umwälzpumpe

- Ersten **100 Einsendungen** erhalten eine Förderung in Höhe von **20 €** durch die Gemeinde
- Die Heizungsbauer bieten bis September 2013 einen Fixpreis (295 € inkl. Montage und MwSt.) für den Austausch der Pumpe an

Abbildung 121: Umwälzpumpenaustauschaktion Geisenhausen



Kühlschrank

- **10 Einsendungen** erhalten eine Prämie in Höhe von **100 € bei Neukauf** eines Kühlschranks
- Der Besitzer des ältesten Kühlschranks bekommt ein **neues Gerät im Wert von 500 €** (Sponsor Firma Hochholzer)

Abbildung 122: "Wer hat das älteste Kühlgerät im Markt Geisenhausen?"

Fazit

Um die beschriebenen Einspar- und Effizienzpotenziale bzw. die definierten Ziele zu erreichen es notwendig, dass weitere dieser „weichen“ Maßnahmen im Markt Geisenhausen durchgeführt werden, da nur auf diese Weise die Bevölkerung für das Thema sensibilisiert wird.

Der Vollständigkeit wegen wird erwähnt, dass im Rahmen der Konzepterarbeitung ein Homepageauftritt erstellt wurde.

Dieser Homepageauftritt sollte auch in Zukunft beibehalten und aktualisiert werden, da auf diesem Weg auch über die einzelnen Maßnahmen, Vorträge, Förderungen und Aktionen in der Stadt informiert werden kann.

9. Fazit

Geisenhausen ist bei der Umsetzung der Energiewende vor allem durch die Errichtung von Photovoltaikanlagen und die gegründete Bürgerenergiegenossenschaft Geisenhausen sowohl durch die Bürgerinnen / Bürger Geisenhausens als auch die Kommune selbst im Bereich Klimaschutz engagiert.

Mittels der durchgeführten Energie- und CO₂-Bilanz für die Jahre 2011 konnte zum einen der Endenergiebedarf (2011: 207 GWh) sowie die daraus resultierenden CO₂-Emissionen pro Kopf (2011: 9 t/Kopf) im Markt Geisenhausen ermittelt werden.

Die im Rahmen des kommunalen Energienutzungskonzepts definierten Ziele für 2021 sind für den Markt Geisenhausen erreichbar, jedoch auch als ambitioniert einzuordnen. Während die Ziele der Reduktion des Wärme- und Strombedarfs durch das Engagement des Markts bzw. jedes einzelnen Bürgers zu realisieren sind, kann die Umsetzung der avisierten CO₂- sowie der Anteil der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung nur durch den Bau weiterer erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen (Biogas, Photovoltaik, Windenergie) erreicht werden. Hier bedarf es zeitnah einer Konkretisierung der weiteren Vorgehensweise; ein Chancen- und Risikoprofil sollte vorab erstellt werden (siehe Kapitel 5.3.1 sowie 5.3.2).

Die Umsetzung eines Nahwärmenetzes „Kombination GH_Ost_Großverbraucher_private Haushalte“ bietet großes Potential. Sie sollte weiter untersucht werden, dazu muss einerseits geklärt werden, ob die Haushalte bzw. Großverbraucher tatsächlich Interesse an dieser regenerativen Wärme haben und andererseits konkrete Angebote für die notwendigen Investitionen eingeholt werden⁷². Daran anschließend kann der Trassenverlauf festgesetzt und etwaige weitere Anlieger an der Trasse bzgl. ihrer Anschlussbereitschaft befragt werden⁷³. Auch im Siedlungsgebiet „Seniorenheim“ sollte dieser nächste Schritt getan werden. Sollte das Altenheim als Hauptwärmeverbraucher nicht an einer zentralen Lösung interessiert sein, macht die Weiterverfolgung eines Nahwärmekonzeptes jedoch keinen Sinn. Dies gilt auch für die Gebiete mit einer Wärmebelegungsdichte >1,2 MWh/(m²a), welche in der vorliegenden Studie nicht näher betrachtet wurden, wobei in einigen dieser Gebiete, wie „Theobaldshöhe“ und „Theobaldshöhe Süd“, auch ein großes Sanierungspotenzial vorliegt.

In den restlichen Siedlungsgebieten ist ein Nahwärmenetz derzeit nicht empfehlenswert⁷⁴, hier sollten gezielt Einsparpotenziale mittels Sanierungsoffensiven gehoben werden.

⁷² Ermittlung der tatsächlich benötigten Wärmemenge, Anschlussleistung, Trassenverlauf etc..

⁷³ Die Bereitschaft zum Anschluss des Asylantenheims sollte in jedem Fall abgeklärt werden.

⁷⁴ Der Schwellenwert 1,2-1,5 MWh_{th}/(m²a) wird in keinem Gebiet erreicht.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor zur Erreichung der Ziele wird die erfolgreiche Einbeziehung der Verbraucher (Privathaushalte sowie Unternehmen) sein. Nur wenn von ihnen die im Maßnahmenkatalog vorgeschlagenen Maßnahmen akzeptiert und umgesetzt werden, werden die Ziele erreicht werden können. Hierzu müssen die Bürgerinnen und Bürger von der Notwendigkeit der Veränderungen im Energiebereich überzeugt und für die Dringlichkeit der Energiewende sensibilisiert werden.

Um diesen Veränderungsprozess anzustoßen und somit die Erreichung der gesetzten Ziele voranzutreiben, ist es zielführend, den Bau- und Umweltausschuss, mit der Umsetzung der Ziele bzw. der definierten Maßnahmen zu betrauen.

Es wird empfohlen, die Maßnahmen mittels eines Controllingsteckbriefs nachzuhalten und 2021 eine erneute IST-Analyse vorzunehmen. So kann sichergestellt werden, dass die notwendige Transparenz, die zur Erreichung der Ziele benötigt wird, in der Stadt vorhanden ist. Gleichzeitig bleibt durch die Berichterstattung das Thema in der Kommune und in den Köpfen der Bürgerinnen und Bürger brisant.

10. Quellenverzeichnis

Agentur für Erneuerbare Energien 2013: Haushaltsstrompreis 2012, URL: <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/detailansicht/browse/3/article/530/grafik-dossier-strompreis-2012-und-stromkosten-privater-haushalte.html>, Zugriff am 01.07.2013.

Agentur für Erneuerbare Energien 2011: Der Strommix in Deutschland im Jahr 2011, URL: <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/detailansicht/article/226/der-strommix-in-deutschland-im-jahr-2011.html>, Zugriff am 20.08.2012.

AgroEnergie GmbH 2013: E-Mail Herr Neumeier vom 24.09.2013

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Landshut 2012: Telefonat Herr Wimmer am 16.04.2012.

Amt für Ernährung Landwirtschaft und Forsten 2013: E-Mail Frau Kolbeck vom 20.02.2013

Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. 2011: Ratgeber Wärmeversorgung - mit Kostenvergleich Heizung 2011 Neubau / Grundsanierung, Berlin URL: <http://asue.de/cms/upload/broschueren/2011/waermeversorgung/asue-waermeversorgung.pdf>, Zugriff am 11.12.2013.

Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (o.A.): BHKW-Grundlagen, Berlin, URL: <http://asue.de/cms/upload/inhalte/blockheizkraftwerke/broschuere/bhkw-grundlagen-2010.pdf>, Zugriff am 03.07.2013.

avantTime Consulting GmbH 2013: Lexikon, URL: <http://www.co2-handel.de/lexikon-K.html>, Zugriff am 02.07.2013.

Bayerisches Landesamt für Statistik 2013: Statistik kommunal (2012) Markt Geisenhausen, URL: <https://www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/09274134.pdf>, Zugriff am 08.01.2014.

Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2010: Knapp sechs Millionen Wohnungen in Bayern, URL: https://www.statistik.bayern.de/presse/archiv/2009/71_2009.php, Zugriff am 27.06.2013

Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2013: Ausstoß von Treibhausgasen in Bayern seit 1995 um 14,8 Prozent gesunken, URL: https://www.statistik.bayern.de/presse/archiv/2013/312_2013.php, Zugriff am 27.01.2014

Bayerisches Landesamt für Umwelt 2009: Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe, Augsburg.

Bayerisches Landesamt für Umwelt 2010: Berechnung der CO₂-Emissionen, http://www.izu.bayern.de/praxis/detail_praxis.php?pid=0203010100217, Zugriff am 03.07.2013.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2012: Telefonat Keymer Ulrich am 13.04.2012

Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft 2011: Merkblatt 12 - Der Energiegehalt von Holz, Freising, URL: <http://www.lwf.bayern.de/veroeffentlichungen/lwf-merkblaetter/mb-12-energiegehalt-holz.pdf>, Zugriff am 03.07.2013.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie 2005: Oberflächen-nahe Geothermie-Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund, München, URL: <http://www.stmwivt.bayern.de/fileadmin/Web-Dateien/Dokumente/energie-und-rohstoffe/Geothermie.pdf>, Zugriff am 17.08.2012.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern 2011: Leitfaden Energienutzungsplan, München.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie 2010: Bayerischer Geothermieatlas - Hydrothermale Energiegewinnung, München.

Bayerische Staatsregierung 2011: Bayerisches Energiekonzept „Energie innovativ“, URL: <http://www.bayern.de/Anlage10344945/BayerischesEnergiekonzeptEnergieinnovativ.pdf>, Zugriff am 26.02.2012.

Bayerische Staatsregierung 2013: Energieatlas Bayern, URL: http://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/daten.html, Zugriff am 25.10.2013.

Bayerische Staatsregierung 2014_a: Energie-Atlas Bayern, URL: <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/>, Zugriff am 23.01.2014.

Bayerische Staatsregierung 2014: Pressemitteilung-Bericht aus der Kabinettsitzung, URL: <http://www.bayern.de/Pressemitteilungen-.1255.10489110/index.htm#01>, Zugriff am 04.02.2014

Bayernwerk AG 2013: Netzabsatzdaten 2005-2011 Stadt Geisenhausen.

Bioreact GmbH 2013: Biogaswissen, URL: <http://www.biogaswissen.de/>, Zugriff am 02.07.2013.

Bosch Siemens Hausgeräte 2011: Zahlen, Daten, Fakten

Bosch Thermotechnik GmbH 2013: Funktionsprinzip der Brennwerttechnik, URL: http://www.junkers.com/endkunde/produkte/technik_erklaert/brennwerttechnik/brennwerttechnik, Zugriff 03.07.2013.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Begriffsdefinition 2012: URL: <http://www.bmelv-statistik.de/de/daten-tabellen-suche/begriffsdefinitionen/begriffsdefinitionen-f/>, Zugriff am 28.03.2012.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2009: Klimaschutzpolitik in Deutschland, URL: http://www.bmu.de/klimaschutz/nationale_klimapolitik/doc/5698.php, Zugriff am 19.03.2012.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2013: Fragen und Antworten zum Wärmegesetz, URL: <http://www.erneuerbare-energien.de/detailansicht/artikel/fragen-und-antworten-zum-waermegesetz/>, aufgerufen am 02.07.2013.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2012: Merkblatt investive Maßnahmen, die zur Treibhausgas-Emissionsminderung führen, URL: http://www.ptj.de/lw_resource/datapool/_items/item_4218/merkblatt_investive_massnahmen_2013.pdf, Zugriff am 02.07.2013.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2012a: Erneuerbare Energien 2011, URL: http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_zahlen_2011_bf.pdf, Zugriff am 17.08.2012.

Bundesministerium der Justiz 2008: Gesetz zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG), URL: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eew_rmeg/gesamt.pdf, Zugriff am 23.03.2012.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2012: Energieeinsparung, URL: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energieeffizienz-und-Energieeinsparung/energieeinsparung,did=483810.html>, Zugriff am 16.08.2012.

Bundesregierung 2012: Gesetz für den Vorrang Erneuerbare Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz-EEG), URL: http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf, Zugriff am 13.05.2013.

- Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. 2013: Wärmequelle Luft, URL: <http://www.waermepumpe.de/waermepumpe/waermequellen/aussen-und-abluft.html>, Zugriff am 02.07.2013.
- Carmen e.V. 2010: Der Brennstoff Strohpellets, URL: http://www.carmen-ev.de/dt/hintergrund/publikationen/Info_Strohpellets.pdf, Zugriff am 17.08.2012.
- Carmen e.V. 2013: Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme, URL: http://www.carmen-ev.de/files/festbrennstoffe/Kostvgl_aktuell_2013.pdf, Zugriff am 13.12.2013.
- Carmen e.V. 2014: Energiepreisentwicklung bei Waldhackschnitzel- der Energieholz-Index, URL: <http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/hackschnitzel>, Zugriff am 15.01.2014.
- Carmen e.V. 2014_a: Kleine Vergasungsanlagen-Handlungsempfehlungen für Kapitalanleger, URL: http://www.holzgas-info.de/Seiten/HEH_Check.pdf, 15.01.2014.
- co2online gGmbH 2013: Stromkosten sparen, URL: <http://www.sparpumpe.de/geld-sparen/index.html>, Zugriff am 03.12.2013.
- Deutsche Energie Agentur e.V. 2011: Hohes Einsparpotenzial bei Haushaltsgeräten, URL: <http://www.presseportal.de/pm/43338/2045024/hohes-einsparpotenzial-bei-haushaltsgeraeten-eu-label-bietet-orientierung-online-datenbank-der-dena>, Zugriff am 01.07.2013.
- Deutsche Energie Agentur e.V. 2012: Telefonat Herr Burghausen am 18.07.2012.
- Deutsche Energie Agentur e.V. 2013_a: Stand-by-Verbrauch verschiedener Geräte und Beispielrechnung, URL: <http://www.thema-energie.de/strom/stand-by/stand-by-verbrauch-verschiedener-geraete-und-beispielrechnung.html>, Zugriff am 01.07.2013.
- Deutsche Energie Agentur e.V. 2013_b: Biogasanlagen, URL: <http://www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/biomasse/biogas/biogasanlagen.html>, Zugriff am 03.07.2013.
- Deutsches Institut für Urbanistik 2011: Klimaschutz in Kommunen-Praxisleitfaden, Berlin.
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. 2010: Kraftfahrzeugverkehr 2010: Weiteres Wachstum und hohe Bedeutung von Firmenwagen, Berlin.
- Deutscher Wetterdienst 2013: Winddaten im 200-m-Raster für das Bundesland Bayern in 100 m über Grund, Offenbach a.M.
- Energieagentur Nordbayern 2012: Stromeinsparpotentiale in Bayern 2010 bis 2030.
- Energierreferat, Mainova, Stadt Frankfurt 2006: Stromverbrauch und Kosten reduzieren mit modernen Heizungspumpen.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2006: Biogasausbeuten, URL: <http://www.bioenergie.de/biogas/biogaserzeugung/biogasausbeuten/>, Zugriff am 02.07.2013.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2011: Untersuchungen zum Vergleich der Stoff- und Energieflüsse von Biogasanlagen zur Vergärung nachwachsender Rohstoffe, URL: http://www.bioenergie-portal.info/fileadmin/bioenergieberatung/sachsen/dateien/Vortraege/2011-01-19_fischerenergieflussbilanzierung_leipzig.pdf, Zugriff am 02.07.2013.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2012: Biogas Basisdaten Deutschland, URL: <http://www.biogasportal.info/daten-und-fakten/faustzahlen/>, Zugriff am 02.07.2013.

Google 2012: Public Data, URL:

http://www.google.de/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9_&met_y=eg_use_elec_kh_pc&idim=country:DEU&dl=de&hl=de&q=stromverbrauch+pro+kopf, Zugriff am 20.07.2012.

BBI Bauer Beratende Ingenieure GmbH 2013: Wärme aus Abwasser-Ermittlung relevanter Bereiche, Geisenhausen.

Institut für Wohnen und Umwelt 2011: Deutsche Gebäudetypologie - Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden, Darmstadt.

Karl Jürgen 2012: Dezentrale Energiesysteme - Neue Technologien im liberalisierten Wärmemarkt, 3.Auflage, München.

Klimawandel und Kommunen 2011: Musterauswertung einer CO₂-Bilanz, URL: <http://www.kuk-nds.de/uploads/media/Musterauswertung.pdf>, Zugriff 13.05.2013.

Landratsamt Landshut 2013: E-Mail Herr Geser vom 04.04.2013.

Leipziger Institut für Energie GmbH 2011, Ermittlung aktueller Zahlen zur Energieversorgung in Bayern-Prognose 2009 und 2010, Leipzig.

Leuchtweis Christian 2009: Erfolgsfaktoren für Bioenergieanlagen mit Nahwärmenetz am Beispiel evaluierter Biomasseheizwerke, 18. Symposium Bioenergie, URL: http://www.carmen-ev.de/dt/hintergrund/vortraege/Leuchtweis_OTTI%20_09.pdf, Zugriff am 21.08.2012.

Licht.de 2013: Sparsame Lampen, URL: <http://www.licht.de/de/licht-fuer-zuhause/so-sparen-sie-energie/sparsame-lampen/>, Zugriff am 02.07.2013.

Markt Geisenhausen 2013: Datenerfassung zum Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept, Ansprechpartner: Herr Rötzer

Neubarth / Kaltschmitt 2000: Erneuerbare Energien in Österreich, Springer, Wien.

Öko-Institut e.V. 2008: Globales-Emissions-Modell-Integrierter-Systeme (GEMIS), Version 4.7, Darmstadt.

Prognos 2007: Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen, Basel und Berlin.

Projekträger Jülich 2012: Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Klimaschutzinitiative, URL: http://www.ptj.de/lw_resource/datapool/_items/item_4094/bmu_kommunalrichtlinie_2013.pdf, Zugriff am 28.06.2013.

Pöschl Tabak GmbH & Co. KG: Fragebogen Energiebedarf

Regionaler Planungsverband Landshut 2013: Änderung des Regionalplans: Neuaufstellung des Kapitels B IV Energie / Teilbereich Wind ,
URL: http://www.region.landshut.org/plan/plan_fortschr/index.htm, Zugriff am 01.07.2013.

Regionaler Planungsverband Landshut 2013_a: Ausschlussgebiete Windenergie, URL: http://www.region.landshut.org/plan/plan_fortschr/index.htm, Zugriff am 01.07.2013.

Rieger Erwin 2014: Telefonat am 24.01.2014.

Sehlhoff GmbH / HPE GmbH: Studie Kläranlage Geisenhausen

Shell Deutschland Oil GmbH 2009, Shell PKW-Szenarien bis 2030, URL: http://www.shell.de/home/content/deu/aboutshell/our_strategy/mobility_scenarios/ Zugriff am 13.08.2012.

Solaratlas 2013: Der Vertriebskompass für die Solarbranche, URL: <http://www.solaratlas.de/>, 01.06.2013

Umweltbundesamt 2009: Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen, Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt 2011: Anteile der Endenergieformen Strom, Wärme, Kraftstoffe am Endenergieverbrauch, URL: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/document/downloadImage.do;jsessionid=0365EBBA56CB8D65A723A6C36C4FE067?ident=22858>, Zugriff am 03.07.2013.

Umweltbundesamt 2012: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Durch Einsatz erneuerbarer Energieträger vermiedene Treibhausgasemissionen im Jahr 2010-Aktualisierte Anhänge 2 und 4 der Veröffentlichung „Climate Change 12/2009“, Roßlau-Dessau.

Umweltbundesamt 2013: Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2012-Aktualisierung auf Basis des Bandes „Climate Change 1/2007“, Roßlau-Dessau.

Umweltbundesamt 2013_a: Treibhausgasemissionen in Deutschland 2012-vorläufige Zahlen aufgrund erster Berechnungen und Schätzungen des Umweltbundesamtes, URL: http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/hintergrund_treibhausgasausstoss_d_2012_bf.pdf, aufgerufen am 29.11.2013

Umweltbundesamt 2013_b: Europäischer Vergleich der Treibhausgasemissionen, URL: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/europaeischer-vergleich-der-treibhausgas-emissionen>, aufgerufen am 24.01.2014

Wikipedia 2013: Geisenhausen, <http://de.wikipedia.org/wiki/Geisenhausen>, aufgerufen am 25.11.2013

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2013: Zahlen und Fakten Energiedaten, <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/energiedaten.html>, aufgerufen am 19.09.2013

2G Energy AG 2012: <http://www.2-g.de>, Zugriff am 04.10.2013.

11. Glossar

Bruttostromerzeugung

Unter der Bruttostromerzeugung versteht man die gesamte von den Energieerzeugungsanlagen / Kraftwerken erzeugte Strommenge, einschließlich des Eigenbedarfs der Anlagen sowie der Leitungsverluste. Sie ist somit gleichzusetzen mit der Primärenergieerzeugung.

CO₂

Kohlendioxid (CO₂) ist ein farb- und geruchloses Gas, das natürlicher Bestandteil der Atmosphäre ist. CO₂ entsteht vor allem bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe (z.B. Öl) und ist das wichtigste der klimarelevanten Gase.

CO₂-Äquivalent

Das CO₂-Äquivalent ist die Bemessungsgrundlage, um den Beitrag der anderen Treibhausgase bspw. Methan (CH₄) in Bezug zum Erderwärmungspotenzial von CO₂ zu setzen.

Emission

Unter dem Begriff Emission, versteht man, die Freisetzung von Treibhausgasemissionen und anderen Luftschadstoffen in die Atmosphäre.

Emissionsfaktor

Der Emissionsfaktor (g/kWh_{Endenergie}), beschreibt die Menge an Emissionen z.B. CO₂-Äquivalent, die durch eine bestimmte Endenergiemenge verursacht wird.

Endenergie

Die Endenergie beschreibt die Energiemenge, die letztlich beim Endverbraucher nach Abzug von Verlusten ankommt (bspw. elektrische Energie oder Heizöl). Die Endenergie wird letztlich in Nutzenergie umgewandelt.

Energieträger

Als Energieträger bezeichnet man Stoffe bzw. Quellen, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist.

Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energie oder regenerative Energien sind Energieträger bzw. Energiequellen, die sich ständig erneuern bzw. nachwachsen und deren Vorrat nicht auf eine bestimmte Anzahl von Lagerstätten begrenzt ist. Erneuerbare Energien sind bspw. Sonnenenergie, Windenergie oder Biomasse.

Kilowatt Peak

Die Leistung eines Photovoltaikmoduls unter standardisierten Testbedingungen (Zelltemperatur, Globalstrahlung, Lichtspektrum), wird als „Kilowatt Peak“ bezeichnet.

Nutzenergie

Die Nutzenergie ist diejenige Energie (Anteil der Endenergie), die dem Endverbraucher letztlich zur Erfüllung seiner Bedürfnisse bzw. für eine bestimmte Energiedienstleistung zur Verfügung steht. Die Nutzenergie (z.B. Licht) wird durch die Umwandlung der Endenergie (z.B. Strom) gewonnen.

Primärenergie

Die Primärenergie beschreibt alle Energieformen und Energiequellen die von der Natur zur Verfügung gestellt werden. Sie umfasst somit sowohl die fossilen Energien (wie Kohle, Erdöl oder Erdgas) als auch die regenerativen Energien (wie Sonnenenergie oder Windenergie).

Systemnutzungsgrad

Der Systemnutzungsgrad beschreibt das Verhältnis zwischen auftreffender Sonnenenergie auf ein Solarthermiemodul zur solaren Nutzwärme.

Treibhausgase

Treibhausgase (wie CO_2 und CH_4) sind gasförmige Stoffe, die zum Treibhauseffekt beitragen. Treibhausgase können entweder natürlich vorkommen oder durch den Menschen bspw. durch Energieerzeugung verursacht werden.

Treibhausgaseffekt

Durch die Treibhausgase in der Atmosphäre wird die Wärmerückstrahlung von der Erdoberfläche zurück ins All verhindert. Dies ist ein natürlicher Prozess. Durch den zunehmenden Ausstoß von Treibhausgasemissionen durch den Menschen, erhöht sich jedoch der Anteil der Treibhausgase in der Atmosphäre, so dass sich dieser Effekt erhöht und zu einer zunehmenden Erderwärmung führt.