



Samtgemeinde
Hesel

EWEnetz 

Kommunale Wärmeplanung

Abschlussbericht

für die
Samtgemeinde Hesel





Förderprojekt

Die kommunale Wärmeplanung für die Samtgemeinde Hesel wurde im Rahmen des Förderprojektes Kommunale Wärmeplanung für die Samtgemeinde Hesel erstellt und aus Mitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert.

Förderkennzeichen: 67K26391

Laufzeit: 01.01.2024 – 30.04.2025

Informationen zum Projektträger: www.klimaschutz.de

Nationale Klimaschutzinitiative

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert das Bundesumweltministerium seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen oder Bildungseinrichtungen.

Gefördert durch:

Auftraggeber:

Samtgemeinde Hesel
Rathausstraße 14
26835 Hesel



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

© EWE NETZ GmbH in Kooperation mit greenventory GmbH

Dieses Dokument unterliegt dem Copyright der EWE NETZ GmbH. Dieses Dokument in Gänze oder in Teilen zu reproduzieren, zu versenden oder in elektronischer Form auf Web-Seiten oder anders gearteten elektronischen Speichermedien abzulegen, ist nur unter Nennung der Quelle zulässig. Alle Kopien dieses Dokuments müssen diesen Copyright Hinweis enthalten.

EWE NETZ GmbH
Cloppenburger Straße 302
26133 Oldenburg

greenventory GmbH
Georges-Köhler-Allee 302
79110 Freiburg im Breisgau

vernetzen Ihre Zukunft | www.ewenetz.de

Abstract

Der vorliegende Wärmeplan beschreibt den Transformationspfad zur Klimaneutralität der Samtgemeinde Hesel bis zum Jahr 2040. Mit dem Instrument der kommunalen Wärmeplanung sollen die Klimaziele der Bundesrepublik Deutschland, unter anderem die bundesweite Klimaneutralität bis 2045, erreicht werden.

Der Prozess der kommunalen Wärmeplanung umfasst die strategische Planung und Koordination der Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene mit dem Ziel, den Endenergiebedarf von Gebäuden zu senken und die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren. Dies soll durch die Einbindung erneuerbarer Energien und nicht vermeidbarer Abwärme aus ansässigen Unternehmen erreicht werden.

Das Projekt durchläuft folgende vier Prozessschritte: Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario und Wärmewendestrategie. In der Bestandsanalyse wurden Ortspezifische Informationen und Daten zu den Energieverbräuchen sowie der vorhandenen Beheizungsstruktur erhoben, um einen energetischen Ist-Zustand der Samtgemeinde Hesel abzubilden. Der Wärmebedarf in der Samtgemeinde Hesel liegt bei 113 GWh/a bei einem Treibhausgasausstoß von 28.312 t/CO₂e. Zur Wärmeerzeugung in der Samtgemeinde Hesel werden zu 98 % die Energieträger Erdgas, Biomasse und Heizöl eingesetzt.

Aus diesen umfangreichen Datensätzen wird im Rahmen der Potenzialanalyse ergänzend, durch öffentliche Informationen über Geothermiefpotenziale, Solareinstrahlungswerte und Windkraftpotenziale eine Prognose zur möglichen vollständigen regenerativen Energieversorgung in der Samtgemeinde Hesel berechnet. Aus diesen Potenzialen wurden anschließend die Szenarien zur zukünftigen klimaneutralen Energieversorgung erstellt und moduliert. In die Berechnung, der zukünftigen Energieversorgung sind drei Wärmenetzsignungsgebiete eingeflossen, in denen eine Versorgung mittels eines Wärmenetzes näher geprüft werden sollte. Verorte sind die Wärmenetzsignungsgebiete in den Mitgliedsgemeinden Hesel, Firrel und Brinkum. Die erarbeiteten Maßnahmen stellen einen ersten Schritt zur klimaneutralen Energieversorgung der SG Hesel dar.

In den entwickelten Zielszenarien wird eine zukünftige Wärmeversorgung ausschließlich auf Basis erneuerbarer Energien betrachtet. Im Vergleich zum Ist-Zustand können bei einer Umsetzung der Maßnahmen und eine vollständige strombasierte Beheizung der Gebäude in der Samtgemeinde Hesel die Treibhausgasemissionen um ca. 97 % auf 848 tCO₂e/a reduziert werden. Der Zukünftige Wärmebedarf sinkt im Zwischenjahr 2030 auf ca. 97 GWh, im Jahr 2035 87 GWh und im Zieljahr 2040 auf 78 GWh.

Der erstellte Wärmeplan zeigt der Samtgemeinde Hesel einen bedarfsgerechten und geeigneten Fahrplan zur Erreichung der gesetzlich vorgeschriebenen Treibhausgasneutralität auf. Auch wenn die ausgewählten Wärmenetzsignungsgebiete in weiterführenden Studien im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung genauer untersucht werden sollten, geben sie einen ersten Überblick über die Möglichkeiten zur Umsetzung von Wärmenetzen im kommunalen Gebiet. Mit dem Abschluss der kommunalen Wärmeplanung erhalten die Bürgerinnen und Bürger der Samtgemeinde Hesel erste Informationen und eine Planungssicherheit über die angestrebte zukünftige Wärmeversorgung ihrer Kommune.



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	11
Abkürzungsverzeichnis	12
Dokumentenmanagement	14
1 Einführung	15
1.1 Motivation.....	15
1.2 Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext	16
1.3 Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung	17
1.4 „Digitaler Zwilling“ als zentrales Arbeitswerkzeug.....	18
1.5 Aufbau des Berichts	18
2 Grundlagen der Kommunalen Wärmeplanung	19
2.1 Was ist ein Wärmeplan?	19
2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?	19
2.3 Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?	20
2.4 Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?	21
2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?	22
2.6 Kann eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden?.....	22
2.7 Welchen Mehrwert bietet die Wärmeplanung?	22
2.8 Was bedeutet die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für Anwohner und Anwohnerinnen? ...	23
3 Bestandsanalyse	25
3.1 Das Projektgebiet	25
3.2 Datenerhebung	26
3.3 Gebäudebestand	27
3.4 Wärmebedarf.....	31
3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger	34
3.6 Eingesetzte Energieträger	37
3.7 Gas- und Stromnetzinfrastruktur	38
3.8 Wärmenetze.....	40
3.9 Treibhausgasbilanz.....	41
3.10 Zusammenfassung und Fazit Bestandsanalyse	45
4 Potenzialanalyse	46
4.1 Erfasste Potenziale	46



4.2	Methode: Indikatorenmodell	48
4.3	Potenziale zur Stromerzeugung	51
4.3.1	Freiflächen-Photovoltaik	51
4.3.2	Windkraft	52
4.3.3	Aufdach-Photovoltaik.....	52
4.3.4	Biomasse	52
4.3.5	Kraft-Wärmekopplungs-Anlagen.....	53
4.4	Potenziale zur Wärmeerzeugung	54
4.4.1	Oberflächennahe Geothermie	54
4.4.2	Luftwärmepumpen.....	55
4.4.3	Freiflächen Solarthermie	56
4.4.4	Aufdach-Solarthermie	57
4.4.5	Biomasse	57
4.4.6	Klärwerksabwärme.....	58
4.4.7	Industrielle Abwärme	58
4.4.8	Kraft-Wärmekopplungs-Anlagen.....	58
4.4.9	Wasserstofferzeugung	60
4.4.10	Sanierung	63
4.5	Zusammenfassung und Fazit Potenzialanalyse	67
5	Eignungsgebiete für Wärmenetze	68
5.1	Einordnung der Verbindlichkeit zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen	69
5.2	Eignungsgebiete im Projektgebiet	70
5.3	Ausgeschlossene Eignungsgebiete im Projektgebiet	82
5.3.1	Prüfgebiete im Projektgebiet	82
5.3.2	Potenzielle Wärmenetzgebiete im Projektgebiet.....	86
6	Zielszenario	89
6.1	Erneuerbare Beheizungsoptionen und Wärmegestehungskostenvergleich.....	90
6.2	Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs	96
6.3	Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung	97
6.4	Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung.....	101
6.5	Entwicklung der eingesetzten Energieträger	102
6.6	Bestimmung der Treibhausgasemissionen	103
6.7	Zusammenfassung des Zielszenarios	106
7	Maßnahmen und Wärmewendestrategie	108
7.1	Übergreifende Wärmewendestrategie	122



Empfehlungen für private Haushalte	124
7.2 Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung	125
7.2.1 Monitoringziele	125
7.2.2 Monitoringinstrumente und -methoden	125
7.2.3 Datenerfassung und -analyse	125
7.3 Kommunikationsstrategie und Berichterstattung	126
7.4 Verstetigungsstrategie	127
7.5 Finanzierung	127
7.6 Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende	129
8 Fazit	131
Literaturverzeichnis	134
Gebäude-Basisdaten	136
8.1.2 Administrative Grenzen	138
8.1.3 Externe Daten im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung	139
8.1.4 Analyse der Wärmeversorgung je Gebäudeheizsystem	141
Anhang 2: Methodik der Potenzialanalyse	146
8.1.5 Indikatorenmodell	146
8.1.6 Biomassepotenzial	148
8.1.7 Windenergie	149
8.1.8 Photovoltaik (Freifläche)	150
8.1.9 Solarthermie (Freifläche)	151
8.1.10 Industrielle Abwärme	154
8.1.11 Sanierungspotenzial	155
Anhang 3: Methodik der Szenarienberechnung	156
8.1.12 Basisinformationen für die Szenarienberechnung und Vorgehen	156
8.1.13 Versorgungsszenarien	157
8.1.14 Identifizierung von Eignungsgebieten	157
8.1.15 Zuweisung von Versorgungstechnologien	158
Anhang 4: Literaturverzeichnis Methodikdokumentation	159
Anhang 5: Abbildungen der Gemeinde Hesel	162
THG im Status-Quo	162
THG im Szenario 2030	162
THG im Szenario 2035	163
THG im Szenario 2040	163
Endenergieverbrauch im Status-Quo	164
Endenergieverbrauch im Szenario 2030	164



Endenergieverbrauch im Szenario 2035	165
Endenergieverbrauch im Szenario 2040	165
Anhang 6: Abbildungen der Gemeinde Holtland	166
THG im Status-Quo.....	166
THG im Szenario 2030.....	166
THG im Szenario 2035.....	167
THG im Szenario 2040.....	167
Endenergieverbrauch im Status-Quo.....	168
Endenergieverbrauch im Szenario 2030	168
Endenergieverbrauch im Szenario 2035	169
Endenergieverbrauch im Szenario 2040	169
Anhang 7: Abbildungen der Gemeinde Brinkum	170
THG im Status-Quo.....	170
THG im Szenario 2030.....	170
THG im Szenario 2035.....	171
THG im Szenario 2040.....	171
Endenergieverbrauch im Status-Quo.....	172
Endenergieverbrauch im Szenario 2030	172
Endenergieverbrauch im Szenario 2035	173
Endenergieverbrauch im Szenario 2040	173
Anhang 8: Abbildungen der Gemeinde Firrel.....	174
THG im Status-Quo.....	174
THG im Szenario 2030.....	174
THG im Szenario 2035.....	175
THG im Szenario 2040.....	175
Endenergieverbrauch im Status-Quo.....	176
Endenergieverbrauch im Szenario 2030	176
Endenergieverbrauch im Szenario 2035	177
Endenergieverbrauch im Szenario 2040	177
Anhang 9: Abbildungen der Gemeinde Neukamperfehn.....	178
THG im Status-Quo.....	178
THG im Szenario 2030.....	178
THG im Szenario 2035.....	179
THG im Szenario 2040.....	179
Endenergieverbrauch im Status-Quo.....	180
Endenergieverbrauch im Szenario 2030	180



Endenergieverbrauch im Szenario 2035	181
Endenergieverbrauch im Szenario 2040	181
Anhang 10: Abbildungen der Gemeinde Schwerinsdorf THG im Status-Quo	182
THG im Szenario 2030	182
THG im Szenario 2035	182
THG im Szenario 2040	183
Endenergieverbrauch im Status-Quo	183
Endenergieverbrauch im Szenario 2030	184
Endenergieverbrauch im Szenario 2035	184
Endenergieverbrauch im Szenario 2040	185

ENTWURF



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Visualisierung der Betrachtungsobjekte im KWP-Prozess	17
Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse.....	25
Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektoren im Projektgebiet	27
Abbildung 4: Verteilung der Sektoren im Projektgebiet	28
Abbildung 5: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude im Projektgebiet	29
Abbildung 6: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet	30
Abbildung 7: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)	31
Abbildung 8: Wärmebedarf nach Sektoren	32
Abbildung 9: Verteilung der aggregierten spezifischen Wärmebedarfe.....	33
Abbildung 10: Verteilung der Wärmelinieindichten	33
Abbildung 11: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger	34
Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme	35
Abbildung 13: Räumliche Verteilung nach Alter der Heizsysteme.....	36
Abbildung 14: Endenergiebedarf nach Energieträger.....	37
Abbildung 15: Verteilung der Energieträger im Projektgebiet.....	38
Abbildung 16: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet	39
Abbildung 17: Wärmenetzgebiet in Holtland	40
Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Sektor im Projektgebiet	41
Abbildung 19: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet	42
Abbildung 20: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet	44
Abbildung 21: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen	46
Abbildung 22: Datenquellen der Potenzialanalyse	47
Abbildung 23: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet.....	51
Abbildung 24: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet.....	54
Abbildung 25: Verteilung der Potenziale zur oberflächennahen Geothermie Sonden in der Samtgemeinde Hesel	55
Abbildung 26: Verteilung der Potenziale für Freiflächen Solarthermie im Projektgebiet	56
Abbildung 27: Verteilung der Potenziale für Aufdach-Solarthermie in der Samtgemeinde Hesel	57
Abbildung 28: Verteilung der thermischen Biomassepotenziale in der Samtgemeinde Hesel.....	58
Abbildung 29: Übersicht Wasserstoff-Kernnetz in Deutschland.....	61
Abbildung 30: Lokale Versorgung des Wasserstoffs	62
Abbildung 31: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen.....	63
Abbildung 32: Verteilung der Sanierungspotenzial in der Samtgemeinde Hesel	64
Abbildung 33: Energieverlust im Wohngebäude (Quelle: HEA).....	65
Abbildung 34: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete	68



Abbildung 35: Übersicht über die definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze, Prüfgebiete und potenzielle Netzgebiete im Projektgebiet	72
Abbildung 36: Eignungsgebiet „Schulzentrum-Schwimmhalle Hesel“	74
Abbildung 37: Wärmeversorgung Eignungsgebiet „Schulzentrum-Schwimmhalle Hesel“ im Zielszenario 2040	75
Abbildung 38: Eignungsgebiet „Ortskern Firrel“	76
Abbildung 39: Wärmeversorgung Eignungsgebiet „Ortskern Firrel“ im Zielszenario 2040	78
Abbildung 40: Eignungsgebiet „Ortskern“	80
Abbildung 41: Wärmeversorgung Eignungsgebiet „Ortskern Brinkum“ im Zielszenario 2040	81
Abbildung 42: Prüfgebiet Neukamperfehn	82
Abbildung 43: Prüfgebiet Holtland-Nücke	83
Abbildung 44: Prüfgebiet Gewerbegebiet Leerer Straße	84
Abbildung 45: Prüfgebiet "Leben am Wald"	85
Abbildung 46: Potenzielles Netzgebiet Ortskern Hesel	87
Abbildung 47: Potenzielles Netzgebiet Ortskern Holtland	88
Abbildung 48: Simulation des Zielszenarios für 2040	89
Abbildung 49: Funktionsschemata einer Wärmepumpe	90
Abbildung 50: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahre 2030 und 2035	96
Abbildung 51: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040	97
Abbildung 52: Wärmebedarf nach Energieträger im Jahr 2040	98
Abbildung 53: Endenergiebedarf nach Energieträger im Jahr 2040	99
Abbildung 54: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 Nord	100
Abbildung 55: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 Süd	100
Abbildung 56: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040	101
Abbildung 57: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf	102
Abbildung 58: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf	103
Abbildung 59: THG-Emissionen nach Energieträger im Zieljahr 2040	104
Abbildung 60: Emissionsfaktoren in tCO ₂ /MWh (Quelle: KEA 2024)	105
Abbildung 61: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios	109
Abbildung 62: Entwicklung Wärmenetz im Eignungsgebiet „Schulzentrum und Schwimmhalle-Hesel“	110
Abbildung 63: Wärmenetzeignungsgebiet in Firrel	112
Abbildung 64: Wärmenetzeignungsgebiet in Brinkum	115
Abbildung 65: Verteilung der Potenzialgebiete für Sanierungsmaßnahmen	119
Abbildung 66: Verteilung des Wärmebedarfs 2040	132



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Treibhausgasemissionen der Mitgliedsgemeinden nach Sektoren (Median 2019 - 2022) [t CO ₂ e]	41
Tabelle 2: Treibhausgasemissionen der Mitgliedsgemeinden nach Energieträger (Median 2019 -bis 2022) [t CO ₂ e]	43
Tabelle 3: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2024)	43
Tabelle 4: Potenziale und Auswahl der berücksichtigten Kriterien	49
Tabelle 5: Übersicht der identifizierten Gebiete im Projektgebiet	71
Tabelle 6: Wärmegestehungskostenvergleich verschiedener Versorgungsstrukturen mit und ohne Wärmenetz im Jahr 2030 (EWE NETZ)	95
Tabelle 7: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende	123
Tabelle 8: Maßnahmenübersicht	133

ENTWURF



Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
Dena	Deutsche Energie-Agentur
DVGW e.V.	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EE	Erneuerbare Energien
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor
GIS	Geoinformationssystem
IKK	Investitionskredit Kommunen
IKU	Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KEMS	Kommunales Energiemanagementsystem
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KSG	Klimaschutzgesetz
KWP	Kommunale Wärmeplanung



LPG	Liquified Petroleum Gas
LWK	Landwirtschaftskammer
NKlimaG	Niedersächsisches Klimaschutzgesetz
PPP	Public-Private-Partnerships
THG	Treibhausgas
WEA	Windenergieanlagen
WPG	Wärmeplanungsgesetz

ENTWURF



Dokumentenmanagement

Vers.	Datum	Bearbeiter	Durchgeführte Änderungen
0.1	28.08.2023	Binczyk, Julian	Dokumentenerstellung
1.0	20.09.2024	Manuel Bründl	Aufsetzung Abschlussbericht
1.1	28.11.2024	Riad Alissa	1. Entwurf des Berichtes
1.2	11.12.2024	Jakob Schulz	Bestand, Potentiale, Zielszenario GV
2.1	17.12.2024	Riad Alissa	2. Entwurf des Berichtes
2.2	17.01.2025	Riad Alissa	3. Entwurf des Berichtes

ENTWURF



1 Einführung

In den vergangenen Jahren ist immer deutlicher geworden, dass Deutschland angesichts des fortschreitenden Klimawandels und internationaler Verwerfungen eine sichere, kostengünstige sowie treibhausgasneutrale Energieversorgung benötigt. Die Wärmeversorgung spielt hier eine zentrale Rolle. Hierfür stellt die Kommunale Wärmeplanung (KWP) ein strategisches Planungsinstrument dar. Die KWP analysiert den energetischen Bestand, vorhandene Potenziale sowie treibhausgasneutrale Versorgungsoptionen für die Wärmewende und identifiziert Gebiete, die sich für Wärmenetze oder dezentrale Wärmelösungen eignen.

Der Niedersächsische Landtag hat am 28. Juni 2022 das „Gesetz zur Änderung des Niedersächsischen Gesetzes zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels sowie zur Änderung weiterer Gesetze“ beschlossen. Die in diesem Zuge neu geschaffenen §§ 20, 21 NKlimaG verpflichten alle niedersächsischen Kommunen, die Ober- oder Mittelzentrum im Sinne des Landes-Raumordnungsprogramms sind, bis zum 31. Dezember 2026 einen kommunalen Wärmeplan nach einem gesetzlich vorgegebenen systematischen Analyseprozess zu erstellen. Dieser Wärmeplan muss eine Handlungsstrategie mit konkreten Maßnahmen zur Erreichung der Treibhausgasneutralität der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 beinhalten. Mit der Umsetzung von mindestens fünf identifizierten Maßnahmen soll innerhalb von fünf Jahren nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden. Die Umsetzung der Maßnahmen ist nicht Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Die Kommunen sind darüber hinaus gesetzlich verpflichtet, den Wärmeplan in regelmäßigen Abständen von mindestens fünf Jahren nach seiner Erstellung fortzuschreiben.

1.1 Motivation

Angesichts der Bedrohung, die der voranschreitende Klimawandel darstellt, hat die Bundesrepublik im Klimaschutzgesetz des Bundes (KSG) die Treibhausgasneutralität zum Jahre 2045 verpflichtend festgeschrieben. Das Land Niedersachsen sieht das Erreichen der Treibhausgasneutralität gemäß der Novelle des niedersächsischen Klimagesetzes (NKlimaG) vom 11.12.2023 bereits bis 2040 vor. Auch die Samtgemeinde Hesel hat den Klimawandel als zentrale Herausforderung erkannt und trägt ihren Teil zur Zielerreichung bei. So setzte sich die Samtgemeinde Hesel bereits vor der Novelle des NKlimaG gemäß Ratsbeschluss vom 23.09.2023 das Ziel, bis 2045 Treibhausgasneutralität im Samtgemeindegebiet zu erreichen. Die Samtgemeindeverwaltung selbst soll darüber hinaus in ihrem unmittelbaren Verantwortungsbereich spätestens zum Jahr 2045 – möglichst bis 2040 treibhausgasneutral sein, um ihrer Vorbildfunktion gerecht zu werden. Das kommunale Klimaschutzkonzept dient der strategischen Umsetzung des Klimaschutzes und benennt konkrete Schritte zur Zielerreichung. Unter anderem fällt dem Wärmesektor eine zentrale Rolle zu, da deutschlandweit in etwa die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs im Bereich der Wärme- und Kältebereitstellung anfällt (Umweltbundesamt, 2024). Dazu zählen Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser sowie Kälteerzeugung. Im Stromsektor wird bereits über 50 % der Energie erneuerbar erzeugt, während es im Wärmesektor bislang nur 18,8 % sind (Umweltbundesamt, 2023). Eine große Verantwortung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors liegt bei Städten und Kommunen.



Die kommunale Wärmeplanung stellt hierfür eine Planungsgrundlage dar. Vor diesem Hintergrund hat sich die Samtgemeinde Hesel bereits 2023 dazu entschlossen, die Planung für die Dekarbonisierung des Wärmesektors zu erstellen (siehe Beschluss vom 16.05.2023 zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans). Die Samtgemeinde Hesel kann hierfür zum Teil auf bestehende Konzepte und Vorarbeiten sowie existierende Strukturen aufbauen.

1.2 Ziele der KWP und Einordnung in den planerischen Kontext

Da Investitionen in die Energieinfrastruktur mit hohen Kosten und langen Zykluszeiten verbunden sind, ist eine ganzheitliche Strategie unerlässlich, um eine solide Grundlage für zukünftige Maßnahmen zu schaffen. Die KWP ist ein strategisches Planungsinstrument, welche drei übergreifende Ziele verfolgt:

- Versorgungssicherheit
- Treibhausgasneutralität
- Wirtschaftlichkeit

Zudem stellt sie eine qualitativ hochwertige Planungsgrundlage für Investitionsentscheidungen in Heizungssysteme sowie die Eingrenzung des Such- und Optionenraums für kommunale Energieprojekte dar. Die KWP ist eng mit anderen planerischen Instrumenten wie dem Klimaschutzkonzept oder dem Flächennutzungsplan verknüpft. Durch die Integration der KWP in den planerischen Kontext wird eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung ermöglicht. Synergien können genutzt und Maßnahmen effizient koordiniert werden, um die Durchführung von Machbarkeitsstudien, die Planung und Realisierung von Quartierskonzepten sowie die Entwicklung und Ausführung von Bauprojekten erfolgreich zu gestalten.

1.3 Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung

Die Entwicklung eines kommunalen Wärmeplans ist ein mehrstufiger Prozess, der vier Schritte umfasst.



Abbildung 1: Visualisierung der Betrachtungsobjekte im KWP-Prozess

Abbildung 1 zeigt die Abfolge der vier durchlaufenden Prozessphasen der Kommunalen Wärmeplanung. Im ersten Schritt, der Bestandsanalyse, wurde die Ist-Situation der Wärmeversorgung umfassend analysiert. Dazu gehörte die Erfassung von Daten zum aktuellen Wärmebedarf und -verbrauch, den daraus resultierenden Treibhausgasemissionen, den existierenden Gebäudetypen sowie deren Baualtersklassen. Ebenso wurde die vorhandene Infrastruktur der Gas- und Wärmenetze systematisch untersucht und die Beheizungsstrukturen in Wohn- und Nichtwohngebäuden detailliert erfasst. Auch vorhandene erneuerbare Energieerzeugungsanlagen wurden ermittelt.

Im zweiten Schritt, der Potenzialanalyse, wurden lokale Potenziale für Energieeinsparungen und den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung ermittelt.

Im dritten Schritt nutzte man die gewonnenen Erkenntnisse, um Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie zugehörige Energiequellen und Eignungsgebiete für dezentrale Wärmeversorgungsoptionen zu identifizieren. Darauf aufbauend wurde ein Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt, das eine räumlich aufgelöste Beschreibung einer möglichen zukünftigen Versorgungsstruktur für das Zieljahr beinhaltet.

Im vierten Schritt wurden konkrete Maßnahmen als erste Bausteine zur Zielerreichung sowie eine Gesamtstrategie für die Wärmewende formuliert. Die Maßnahmen wurden priorisiert und sollen in den nächsten fünf Jahren umgesetzt werden. Bei der Erstellung dieser Maßnahmen kam der Kenntnis der lokalen Rahmenbedingungen durch die Samtgemeindeverwaltung sowie weiteren lokalen Akteuren eine wichtige Rolle zu. Relevante



Fachabteilungen der Samtgemeinde Hesel wurden in Workshops aktiv in die Erstellung des Wärmeplans einbezogen. Sie trugen durch Diskussionen und Validierung von Analysen zur Entwicklung von Wärmenetzzeichnungsgebieten und Maßnahmen bei. Am Ende des Planungsprozesses steht der Beschluss des Wärmeplans im Samtgemeinderat, anschließend beginnt die Umsetzung der Maßnahmen.

Es gilt zu beachten, dass die kommunale Wärmeplanung im Projektgebiet ein kontinuierlicher Prozess ist, der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss. Durch die Diskussion und die Zusammenarbeit der Akteure wird der Wärmeplan fortlaufend verbessert und weiterentwickelt.

1.4 „Digitaler Zwilling“ als zentrales Arbeitswerkzeug

Eine Besonderheit des Projektes ist die Nutzung eines sogenannten digitalen Zwillings für die Planerstellung. Der digitale Zwilling der Firma greenventory GmbH dient als zentrales Arbeitswerkzeug für die Projektbeteiligten und erleichtert die Komplexität der Planungs- und Entscheidungsprozesse. Es handelt sich um ein spezialisiertes digitales Kartentool, welches ein virtuelles, gebäudescharfes Abbild des Projektgebiets darstellt. Dieses bildet nicht nur die Grundlage für die Analysen, sondern dient zugleich als zentraler Ort für die Datenhaltung im Projekt. Dies bietet mehrere Vorteile wie eine homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist, erleichtert die Zusammenarbeit im Projektteam und ermöglicht eine effizientere Prozessgestaltung.

1.5 Aufbau des Berichts

Der weitere vorliegende Bericht gliedert sich wie folgt: Der Abschnitt „Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung“ ergänzt diese Einführung und fasst die am häufigsten gestellten Fragen rund um die Wärmeplanung zusammen. In den anschließenden Kapiteln erfolgt die Erarbeitung der vier Phasen, die den Kern der kommunalen Wärmeplanung ausmachen. Kapitel 5 enthält Steckbriefe der verschiedenen Wärmenetzzeichnungsgebiete. Kapitel 7 enthält die Steckbriefe zu den definierten Maßnahmen im Projekt, welche den Kern der Wärmewendestrategie darstellen. Abschließend werden die Befunde der kommunalen Wärmeplanung zusammengefasst.

2 Grundlagen der Kommunalen Wärmeplanung

In diesem Abschnitt bieten wir eine zügige und unkomplizierte Einführung in die Thematik der kommunalen Wärmeplanung. Hier finden Sie eine sorgfältig zusammengestellte Auswahl der wichtigsten und am häufigsten gestellten Fragen, um sich einen klaren und umfassenden Überblick über das Thema zu verschaffen.

2.1 Was ist ein Wärmeplan?

Der Wärmeplan ist ein strategisches Instrument, mit dem Ziel, den Wärmebedarf methodisch zu prognostizieren, um die Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene ganzheitlich zu planen. Ziel ist die Gewährleistung einer treibhausgasneutralen, sicheren und kostengünstigen Wärmeversorgung. Der Plan umfasst die Analyse der aktuellen Situation der Wärmeversorgung, die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs sowie die Identifizierung von Potenzialen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Diese werden zu einem lokalen Zielbild (Zielszenario) zusammengefügt. Daneben beinhaltet der Wärmeplan die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen als erste Schritte zur Zielerreichung. Der Wärmeplan ist spezifisch auf die Samtgemeinde Hesel zugeschnitten, um die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse zu berücksichtigen.

2.2 Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Der Wärmeplan dient als strategischer Fahrplan, der erste Handlungsempfehlungen und Entscheidungsgrundlagen für die beteiligten Akteure liefert. Die Ergebnisse der Analysen können genutzt werden, um die kommunalen Prioritäten und Pläne auf das Ziel der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung auszurichten. Daneben werden auch konkrete Maßnahmenvorschläge formuliert, die die Entwicklung der Wärmeversorgungsinfrastruktur und die Integration erneuerbarer Energien betreffen. Die Ergebnisse und Maßnahmenvorschläge des Wärmeplans dienen der Samtgemeindeverwaltung sowie weiteren entscheidenden politischen Gremien als Grundlage für die weitere Energieplanung.

Der kommunale Wärmeplan soll nach aktueller Landesgesetzgebung mindestens fünf Maßnahmen benennen, deren Umsetzung innerhalb der ersten fünf Jahre nach Veröffentlichung des Wärmeplans begonnen werden soll (§20 Abs. 5 NKlimaG). NKlimaG verpflichtet ausschließlich Kommunen mit Mittel-/Oberzentrum. Trotz dieser Vorgabe berücksichtigt die Samtgemeinde Hesel diese bei der Erstellung ihrer Wärmeplanung. Die konkreten Maßnahmen hängen von den individuellen Gegebenheiten im Projektgebiet und den identifizierten Potenzialen ab. Im Projektgebiet wurden insgesamt sechs Maßnahmen durch die Projektbeteiligten identifiziert und priorisiert, die in diesem Bericht genauer beschrieben werden. Die kommunale Wärmeplanung ist ein kontinuierlicher Prozess, der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss. Durch die Diskussion und die Zusammenarbeit der Akteure wird der Wärmeplan fortlaufend verbessert und weiterentwickelt.



2.3 Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?

Die gesetzliche Landschaft rund um Energieeffizienz und Klimaschutz ist komplex und vielschichtig. Zentrale Elemente dieser Landschaft sind das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die kommunale Wärmeplanung, geregelt durch das niedersächsische Klimagesetz (NKlimaG) beziehungsweise durch das Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG). Diese Instrumente, obwohl sie auf unterschiedlichen politischen Ebenen operieren, ergänzen sich gegenseitig und zielen darauf ab, eine nachhaltige und effiziente Nutzung von Energie im Gebäudesektor zu fördern und die Klimaziele zu erreichen. Das GEG setzt die rechtlichen Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden und die Nutzung erneuerbarer Energien, während das BEG, ein Förderprogramm des Bundes, finanziell die Umsetzung dieser Anforderungen unterstützt, indem es Fördermittel für energetische Sanierungen und Neubauten bereitstellt. Die kommunale Wärmeplanung fokussiert sich hingegen auf die strategische Planung der Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene. Alle Instrumente haben jedoch das gemeinsame Ziel, die CO₂-Emissionen des Gebäude- bzw. Wärmesektors zu reduzieren und die Energieeffizienz zu steigern. Dabei ergänzt die kommunale Wärmeplanung die Vorgaben des GEG, indem sie eine übergeordnete Perspektive einnimmt.

Die Standards und Vorgaben, die im GEG festgelegt sind, setzen auf Gebäudeebene den regulatorischen Rahmen, sollen jedoch mit der Wärmeplanung verzahnt werden.

Konkret ist gemäß § 71 GEG in Neubauten in Neubaugebieten, für die der Bauantrag nach dem 01.01.2024 gestellt wird, nur noch der Einbau von Heizsystemen mit einem Mindestanteil von 65 % erneuerbarer Energien erlaubt. Für die Erfüllung gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie z. B. die Installation einer Wärmepumpe in Verbindung mit einer Photovoltaik-Anlage oder die Nutzung von Biogas oder anderer klimaneutral hergestellter Energieträger. Im Gebäudebestand werden jedoch neu eingebaute Heizungsanlagen zugelassen, die zum Stichtag 2029 mindestens 15 % und ab 2035 mindestens 30 % der bereitgestellten Wärme aus Biomasse, grünem oder blauem Wasserstoff erzeugen. Ab 2040 müssen es mindestens 60 % sein.

Diese Übergangsfrist zum klimaneutralen Heizen wird je nach Status der kommunalen Wärmeplanung entsprechend modifiziert: Hier besteht zwischen WPG und GEG eine direkte Verzahnung. Grundsätzlich gilt die 65 %-EE-Vorgabe für alle Gebäude erst mit Ablauf der Fristen für die Kommunale Wärmeplanung. Vorher gilt: Für Gebäude, in nach § 26 WPG durch den Gemeinde- oder Stadtrat in einer gesonderten Satzung beschlossenen, sogenannten „Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzausbaugebieten“, greifen § 71 Abs. 8 Satz 3 GEG bzw. § 71k Abs. 1 Nummer 1 GEG. Diese bestimmen, dass ein Monat nach Bekanntgabe des Beschlusses in diesen entsprechenden Gebieten die 65 %-EE-Vorgabe anzuwenden ist. Es kann ein Wärmeliefervertrag abgeschlossen werden, der einen Mindestanteil von 65 % erfüllt. Hierzu ist eine Übergangsfrist von zehn Jahren für ausgewiesene Wärmenetzausbaugebiete vorgesehen. In Wasserstoffnetzausbaugebieten hingegen eine bis zum Betrieb des Wasserstoffnetzes, wobei dieses bis spätestens Ende 2044 vollständig mit Wasserstoff versorgt sein soll. Während dieser Übergangsphasen, die mit der Erstellung der Versorgungsnetze zusammenhängen, sind keine verpflichtenden Anteile erneuerbarer Energien für neu eingebaute Heizanlagen



vorgeschrieben. Des Weiteren können bestehende Heizanlagen in den entsprechenden Gebieten, die diese Vorgabe nicht erfüllen, repariert und weiter betrieben werden.

Es ist wichtig zu betonen, dass im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine Gebiete zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen ausgewiesen werden, sondern dies ausschließlich in einer gesonderten Satzung des Gemeinde- oder Stadtrats erfolgen kann.

Gemäß § 23 Abs. 4 WPG hat der Wärmeplan keine rechtliche Außenwirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten.

Für bestehende Wärmepläne, die nach dem Niedersächsischen Klimagesetz (NKlimaG) erstellt wurden, gilt nach dem WPG des Bundes ein Bestandsschutz. Dies trifft insbesondere auf Wärmepläne zu, die aus Länder- oder Bundesmitteln gefördert oder nach anerkannten Praxisleitfäden erstellt wurden und im Wesentlichen, den im WPG aufgeführten Anforderungen entsprechen.

Die BEG kann als Umsetzungshilfe des GEG und der kommunalen Wärmeplanung gesehen werden. Die BEG bietet finanzielle Anreize für Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer, die Mindestanforderungen des GEG an Gebäude nicht nur zu erfüllen, sondern sogar zu übertreffen. Dies fördert die Umsetzung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung, da durch die BEG mehr finanzielle Ressourcen für die Integration von erneuerbaren Energiesystemen oder die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen zur Verfügung stehen.

Darüber hinaus steht es den Kommunen frei, gerade in Neubaugebieten ehrgeizigere Ziele und Standards als die des GEG zu definieren und diese in ihre lokale Wärmeplanung zu integrieren. Dies ermöglicht es den Kommunen, auf lokale Besonderheiten und Gegebenheiten einzugehen und so eine effektivere Umsetzung der im GEG festgelegten Ziele zu erreichen.

In der Praxis können also alle Ansätze ineinandergreifen und sich gegenseitig unterstützen, um eine effiziente und nachhaltige Energieversorgung zu fördern.

2.4 Welche Gebiete sind prinzipiell für den Bau von Wärmenetzen geeignet?

Im Zuge der Wärmeplanung wurden „Eignungsgebiete“ identifiziert: Dabei handelt es sich um Gebiete, die aufgrund ihrer hohen Wärmeliniendichte besonders gut für Wärmenetze geeignet sind. Die Wärmeliniendichte, ein Maß für die Konzentration von Wärmebedarf pro Meter Straßenabschnitt, ist das zentrale Kriterium bei der Auswahl dieser Gebiete. Eine hohe Wärmeliniendichte ermöglicht eine effiziente und wirtschaftliche Wärmeversorgung. Darüber hinaus ergibt sich die Eignung aus der Nähe zu potenziellen Wärmequellen, wie etwa Industrieanlagen, Klärwerken oder Biomasseheizkraftwerken, sowie zu Wärmeverbrauchern, wie Wohn- und Gewerbegebieten. Diese Synergie von Quelle und Senke unterstützt die optimale Nutzung von Ressourcen. In diesen Gebieten sind daher weitere Planungsschritte besonders sinnvoll und vielversprechend.



2.5 In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut?

Auf Grundlage der Eignungsgebiete werden in einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt Ausbaupläne für Wärmenetzausbaugebiete erstellt, die neben der Wärmebedarfsdichte weitere Kriterien, wie die wirtschaftliche und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit, mit einbeziehen. Diese sollen von der Samtgemeinde, Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern erstellt werden. Der Ausbau der Wärmenetze bis 2040 wird in mehreren Phasen erfolgen und ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Ausbaupläne werden von der Samtgemeinde, sobald diese vorliegen, veröffentlicht.

2.6 Kann eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung erreicht werden?

Durch die Realisierung des Wärmeplans ist die Erreichung der Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis zum Zieljahr 2040 theoretisch möglich, allerdings nicht ausschließlich auf lokaler Ebene. Da mehrere Faktoren eine Rolle spielen. Obwohl Erdgas und Öl theoretisch durch Biomasse oder andere erneuerbare Energien ersetzt werden können, gibt es Herausforderungen wie die begrenzte Verfügbarkeit und Nachhaltigkeit von Biomasse. Die Nutzung von Biomasse muss nachhaltig erfolgen, um keine negativen Umweltauswirkungen zu verursachen, und es gibt Konkurrenz mit anderen Sektoren wie der Landwirtschaft und der Industrie.

Zudem erfordert der Umstieg auf Biomasse oder andere erneuerbare Energien erhebliche Investitionen in die Infrastruktur und die Umrüstung bestehender Heizsysteme, was für viele Gemeinden und Haushalte eine finanzielle Hürde darstellen kann. Auch wenn Biomasse als erneuerbare Energiequelle gilt, kann ihre Verbrennung dennoch Emissionen verursachen, insbesondere wenn sie nicht effizient genutzt wird. Die Emissionen in den Vorketten, wie bei der Produktion und dem Transport der Biomasse, müssen ebenfalls berücksichtigt werden.

Ein weiterer wichtiger Faktor sind die Emissionen in den Vorketten der Energieerzeugung, die bei der Förderung, dem Transport und der Verarbeitung von Energieträgern wie Erdgas und Steinkohle entstehen. Diese Vorkettenemissionen tragen erheblich zu den Gesamtemissionen bei und sind oft schwer auf lokaler Ebene zu kontrollieren. Zudem spielt die Vernetzung im Stromnetz eine Rolle, da der Strommix, der in das Netz eingespeist wird, oft Anteile aus fossilen Brennstoffen enthält, die Treibhausgase emittieren. Selbst wenn eine Gemeinde lokal erneuerbare Energien nutzt, kann der importierte Strom aus dem Netz weiterhin Emissionen verursachen.

Schließlich sind die infrastrukturelle und wirtschaftliche Umsetzbarkeit wichtige Faktoren. Der vollständige Umstieg auf klimaneutrale Alternativen erfordert erhebliche Investitionen und lange Umsetzungszeiträume, was auf lokaler Ebene oft schwierig zu realisieren ist. Diese Faktoren machen es notwendig, dass lokale Bemühungen durch übergeordnete Maßnahmen auf regionaler, nationaler und sogar internationaler Ebene unterstützt werden.

2.7 Welchen Mehrwert bietet die Wärmeplanung?

Die Umsetzung einer kommunalen Wärmeplanung bietet zahlreiche Vorteile. Durch ein koordiniertes Zusammenspiel von Wärmeplanung, Quartierskonzepten und privaten Initiativen lässt sich eine kosteneffiziente Wärmewende realisieren, die Fehlinvestitionen vorbeugt und das Investitionsrisiko senkt. Durch die Eingrenzung



des Suchraums für Investitionen in Wärmenetze wird zudem das Risiko minimiert. Eine strategische Planungsgrundlage ermöglicht es, frühzeitig relevante Daten zu sammeln und zu analysieren, um fundierte Entscheidungen zu treffen. Diese frühzeitige Auseinandersetzung mit den lokalen Gegebenheiten und Potenzialen ist richtungsweisend für individuelle Entscheidungen der Bürgerinnen und Bürger und fördert die Akzeptanz und Beteiligung der Bevölkerung. So können kommunale Wärmeplanungen maßgeblich dazu beitragen, dass die Energieversorgung zukunftssicher und nachhaltig gestaltet wird.

2.8 Was bedeutet die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für Anwohner und Anwohnerinnen?

Der kommunale Wärmeplan dient in erster Linie als strategische Planungsbasis und identifiziert mögliche Handlungsfelder für die Kommune. Dabei sind die im Wärmeplan ausgewiesenen Eignungsgebiete für Wärmenetze oder Einzelversorgungen sowie spezifische Maßnahmen als Orientierung und nicht als verpflichtende Anweisungen zu verstehen. Vielmehr dienen sie als Ausgangspunkt für weiterführende Überlegungen in der kommunalen und energetischen Planung und sollten daher an den relevanten kommunalen Schnittstellen berücksichtigt werden.

Insbesondere bei der Entwicklung von Wärmenetzen, aber auch in Gebieten, die perspektivisch nicht für Wärmenetze geeignet sind, werden Anwohnerinnen Anwohner frühzeitig informiert und eingebunden. So kann sichergestellt werden, dass die individuellen Entscheidungen zur Umstellung der Wärmeversorgung eines Gebäudes im Einklang mit der kommunalen Planung getroffen werden (BMWK, 2023).

Ich bin Mieterin oder Mieter: Informieren Sie sich über etwaige geplante Maßnahmen und sprechen Sie mit Ihrer Vermieterin oder Ihrem Vermieter über mögliche Änderungen.

Ich bin Gebäudeeigentümerin oder Gebäudeeigentümer: Berücksichtigen Sie die Empfehlungen des kommunalen Wärmeplans bei Sanierungen oder Neubauten. Analysieren Sie die Rentabilität der möglichen Handlungsoptionen auf Gebäudeebene, wie Sanierungen, die Installation einer Wärmepumpe oder der Anschluss an ein Wärmenetz, im Hinblick auf die langfristige Wertsteigerung der Immobilie und mögliche Mietanpassungen. Achten Sie bei der Umsetzung von Sanierungen auf eine transparente Kommunikation und Absprache mit den Mietern und Mieterinnen, da diese mit temporären Unannehmlichkeiten und Kostensteigerungen einhergehen können.

Prüfen Sie, ob sich Ihr Gebäude in einem Eignungsgebiet für Wärmenetze befindet. Falls ja, können Sie für eine genauere Auskunft zu einem möglicherweise konkret geplanten Wärmenetzausbau die Samtgemeindeverwaltung kontaktieren. Sollte Ihre Immobilie außerhalb eines der in diesem Wärmeplan aufgeführten Wärmenetzeignungsgebiete liegen, ist ein Anschluss an ein Wärmenetz unwahrscheinlich. Es gibt zahlreiche alternative Maßnahmen, die Sie zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung Ihrer CO₂-Emissionen ergreifen können. Durch erneuerbare Energien betriebene Heiztechnologien können dabei helfen, den Wärme- und Strombedarf Ihrer Immobilie nachhaltiger zu decken. Dazu gehört beispielsweise die Installation einer Wärmepumpe, die mit Luft, Erdwärmesonden oder -kollektoren betrieben wird. Ebenso könnten Sie die



Installation von Photovoltaik-Anlagen zur Deckung des Strombedarfs in Betracht ziehen. Prüfen Sie, welche energetischen Sanierungen zu einer besseren Energieeffizienz Ihres Gebäudes beitragen. Dabei kann die Erstellung eines Sanierungsfahrplans sinnvoll sein, der Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, den Austausch der Fenster oder den hydraulischen Abgleich des Heizungssystems beinhalten kann. Moderne Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind eine weitere Option, die Energieeffizienz und den Wohnkomfort zu steigern. Darüber hinaus gibt es verschiedene Förderprogramme, die Sie in Anspruch nehmen können. Diese reichen von der Bundesförderung für effiziente Gebäude bis hin zu möglichen kommunalen Programmen. Eine individuelle Energieberatung kann Ihnen darüber hinaus weitere, auf Ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnittene Empfehlungen geben.

ENTWURF

3 Bestandsanalyse

Grundlage der KWP ist eine genaue Aufarbeitung der aktuellen Ist-Situation sowie eine umfassende Datenbasis. Diese wurde digital aufbereitet und für die Bestandsanalyse genutzt. Dazu wurden zahlreiche Datenquellen ausgewertet, integriert und den Akteuren der kommunalen Wärmeplanung zur Verfügung gestellt. Die Bestandsanalyse gibt einen umfassenden Überblick über den aktuellen Energiebedarf, die Energieverbräuche, Versorgungsstruktur, Energieträger, Gebäudestruktur und die Treibhausgasemissionen der kommunalen Wärmeversorgung (siehe Abbildung 2). Eine ausführlichere Beschreibung des Vorgehens und der verwendeten Daten zur Bestandsanalyse befindet sich in Anhang 1.

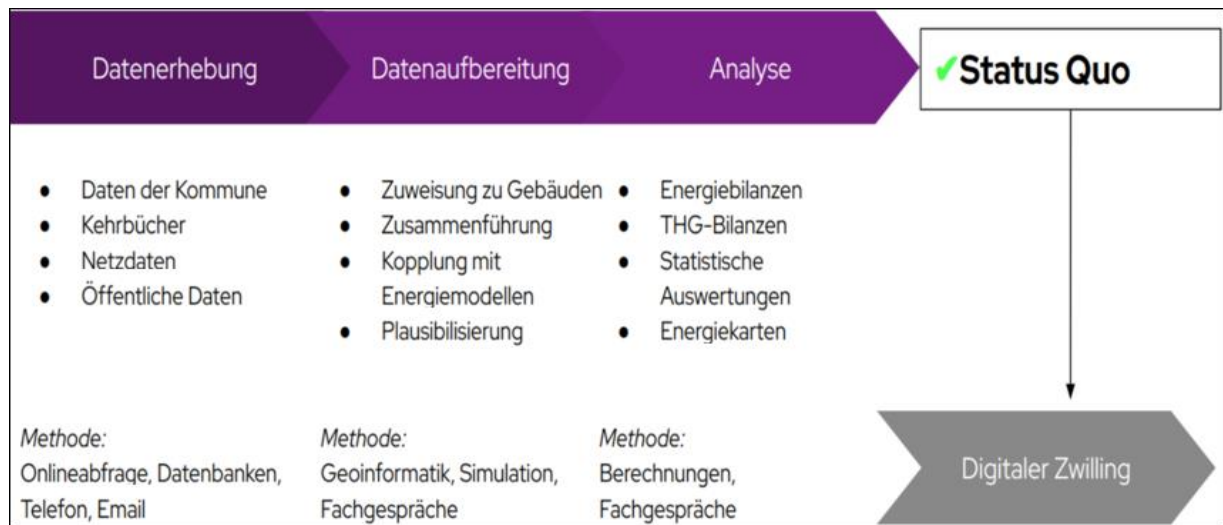


Abbildung 2: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1 Das Projektgebiet

Die Samtgemeinde Hesel mit ihren Mitgliedsgemeinden Brinkum, Firrel, Hesel, Holtland, Neukamperfehn und Schwerinsdorf liegt an der Nordgrenze des Landkreises Leer in der niedersächsischen Region Ostfriesland. Verwaltungssitz ist das Grundzentrum Hesel. Das Samtgemeindegebiet hat eine Gesamtfläche von ca. 84,33 km². Die höchste Erhebung liegt bei 9 m über Normalnull. Zum 31. Dezember 2023 verzeichnete die Samtgemeinde 11.293 Einwohnerinnen und Einwohnern, was einer Bevölkerungsdichte von 134 Einwohnerinnen und Einwohnern pro km² entspricht. Wirtschaftlich ist die Samtgemeinde Hesel durch mittelständische Betriebe und Landwirtschaft geprägt. Die Wohnbebauung ist überwiegend durch freistehende Einfamilienhäuser geprägt. Zum Großteil wird die Wärmeversorgung zurzeit dezentral auf Basis fossiler Energieträger bereitgestellt. Eine Biogas-KWK-Anlage speist ein Nahwärmenetz, an das knapp 20 Wohngebäude angeschlossen sind.



3.2 Datenerhebung

Am Anfang der Bestandsanalyse erfolgte die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme, einschließlich Gas- und Stromverbrauch speziell für Heizzwecke. Anfragen zur Bereitstellung der elektronischen Kherbücher wurden an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger gerichtet und im Rahmen des § 21 NKlimaG autorisiert. Zusätzlich wurden ortsspezifische Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der Ämter bezogen, die ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans freigegeben und verwendet wurden. Die primären Datenquellen für die Bestandsanalyse sind folgendermaßen:

- Statistik und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS)
- Daten zu Strom- und Gasverbräuchen, welche vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellt wurden
- Auszüge aus den elektronischen Kherbüchern der Schornsteinfeger mit Informationen zu den jeweiligen Feuerstellen
- Verlauf des Gasnetzes
- Daten über Abwärmequellen, welche durch Befragungen bei Betrieben erfasst wurden
- 3D-Gebäudemodelle (LoD2)

Hinweis: weitere Datenquellen sind in Anhang 1 und 4 zu finden.

Die Daten zum Strom- und Gasverbrauch stammen aus den Jahren 2019 bis 2022, welche zum Zeitpunkt der Datenerhebung den letzten vier abgeschlossenen Geschäftsjahren entsprechen. Hierbei wurde jeweils der Median der vier Jahre verwendet. Die Informationen der Schornsteinfeger aus dem elektronischen Kherbuch wurden der Samtgemeinde Hesel Mitte 2024 übermittelt.

Die vor Ort bereitgestellten Daten wurden durch externe Datenquellen sowie durch energietechnische Modelle, Statistiken und Kennzahlen ergänzt. Aufgrund der Vielfalt und Heterogenität der Datenquellen und -anbieter war eine umfassende manuelle Aufbereitung und Harmonisierung der Datensätze notwendig.

Hinweis: Die in diesem Bericht im Folgenden präsentierten räumlich verorteten Informationen werden in aggregierter (mind. 7 Gebäude) und damit anonymisierter Form dargestellt. Somit sind keine Rückschlüsse auf einzelne Gebäude möglich. Aufgrund des Zusammenfassens mehrerer Gebäude ist zu beachten, dass Angaben für einzelne Gebäude deutlich nach oben oder unten abweichen können.

3.3 Gebäudebestand

Durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergaben sich 6.665 analysierte Gebäude im Projektgebiet. Wie in Abbildung 3 und Abbildung 4, räumlich dargestellt, zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden, gefolgt vom Industrie-, Produktions- und Landwirtschaftssektor, GHD sowie öffentlichen Bauten. Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich vorrangig im Wohngebäudebestand abspielen muss.

Hinweis: Unschärfen in der Angabe und Darstellung der Sektoren sind auf die Datengrundlage zurückzuführen.

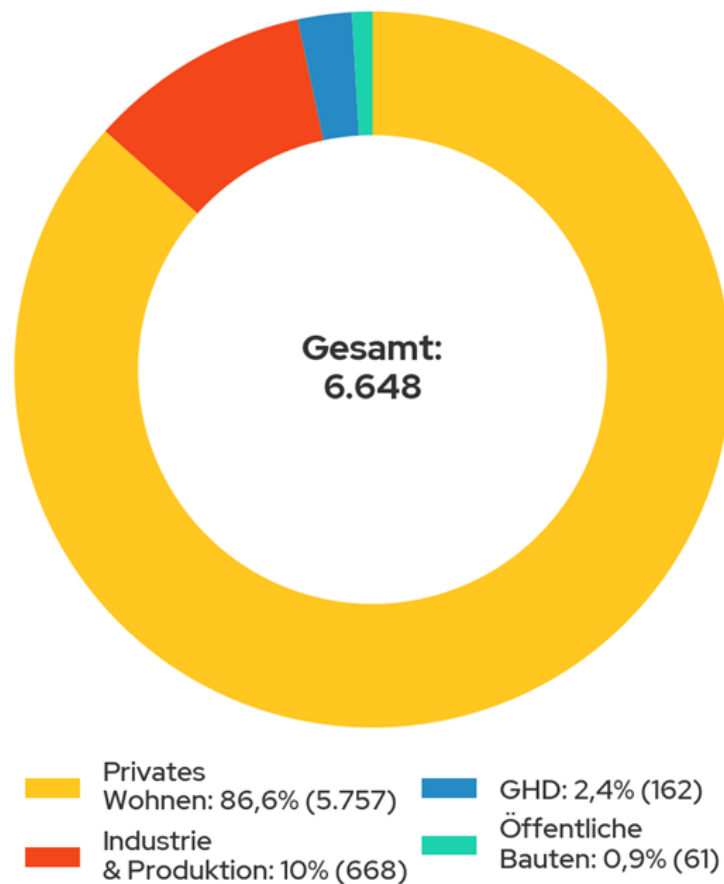


Abbildung 3: Gebäudeanzahl nach Sektoren im Projektgebiet

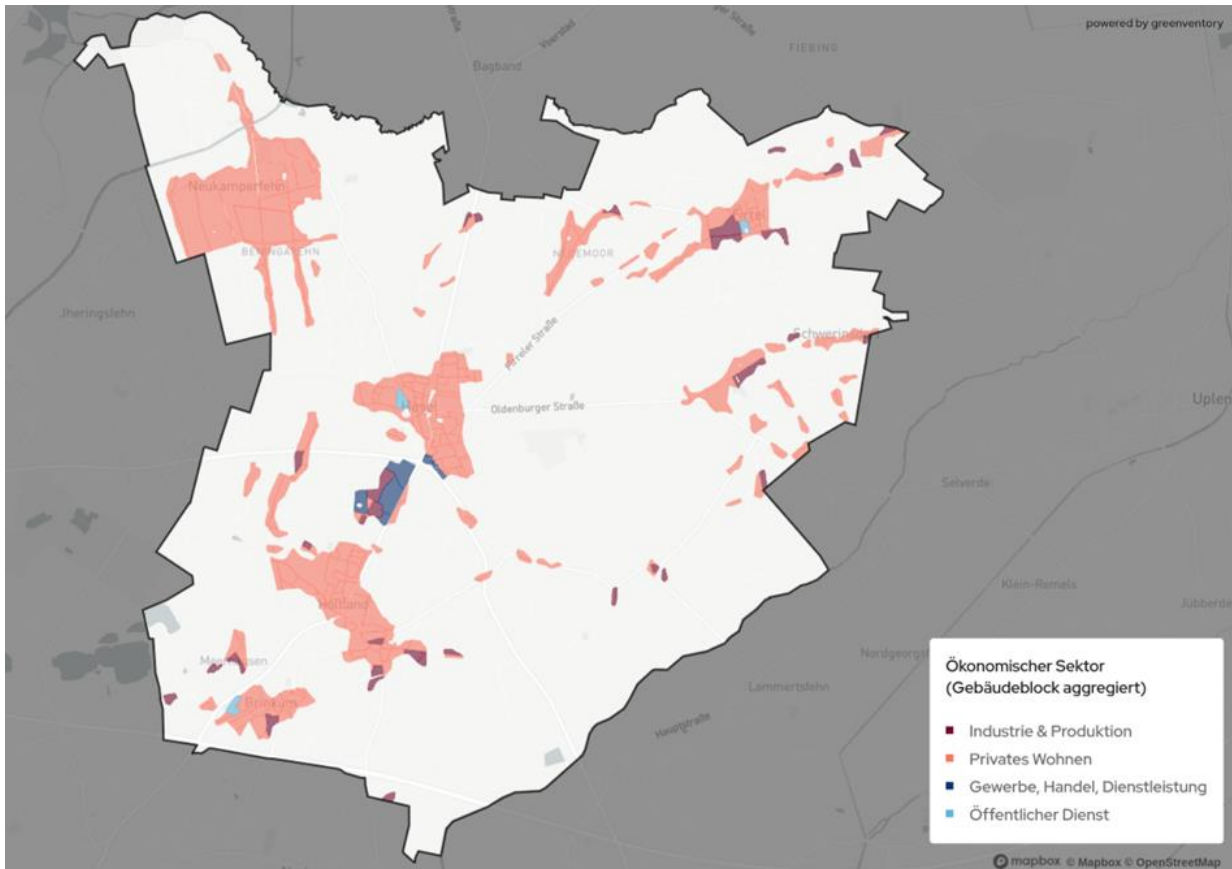


Abbildung 4: Verteilung der Sektoren im Projektgebiet

Die Abbildung 5 zeigt eine räumliche Analyse der Baualtersklassen im Projektgebiet. Es wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1948 erbaut wurden, verteilt im Zentrum Holtland angesiedelt sind, während jüngere Bauten eher am Ortsrand bzw. in eigenen Ortsteilen, wie z.B. Neukamperfehn oder im Südosten von Hesel zu finden sind. Die Identifizierung von Sanierungsgebieten erweist sich insbesondere in den Bereichen mit älteren Gebäuden als besonders relevant. Zudem spielt die Verteilung der Gebäudealtersklassen eine entscheidende Rolle bei der Planung von Wärmenetzen. Dies ist vor allem in den dicht bebauten Ortskernen von Bedeutung, wo sowohl die Aufstellflächen für Wärmepumpen begrenzt sind als auch die Möglichkeiten für energetische Sanierungen durch strukturelle Gegebenheiten eingeschränkt sein können.

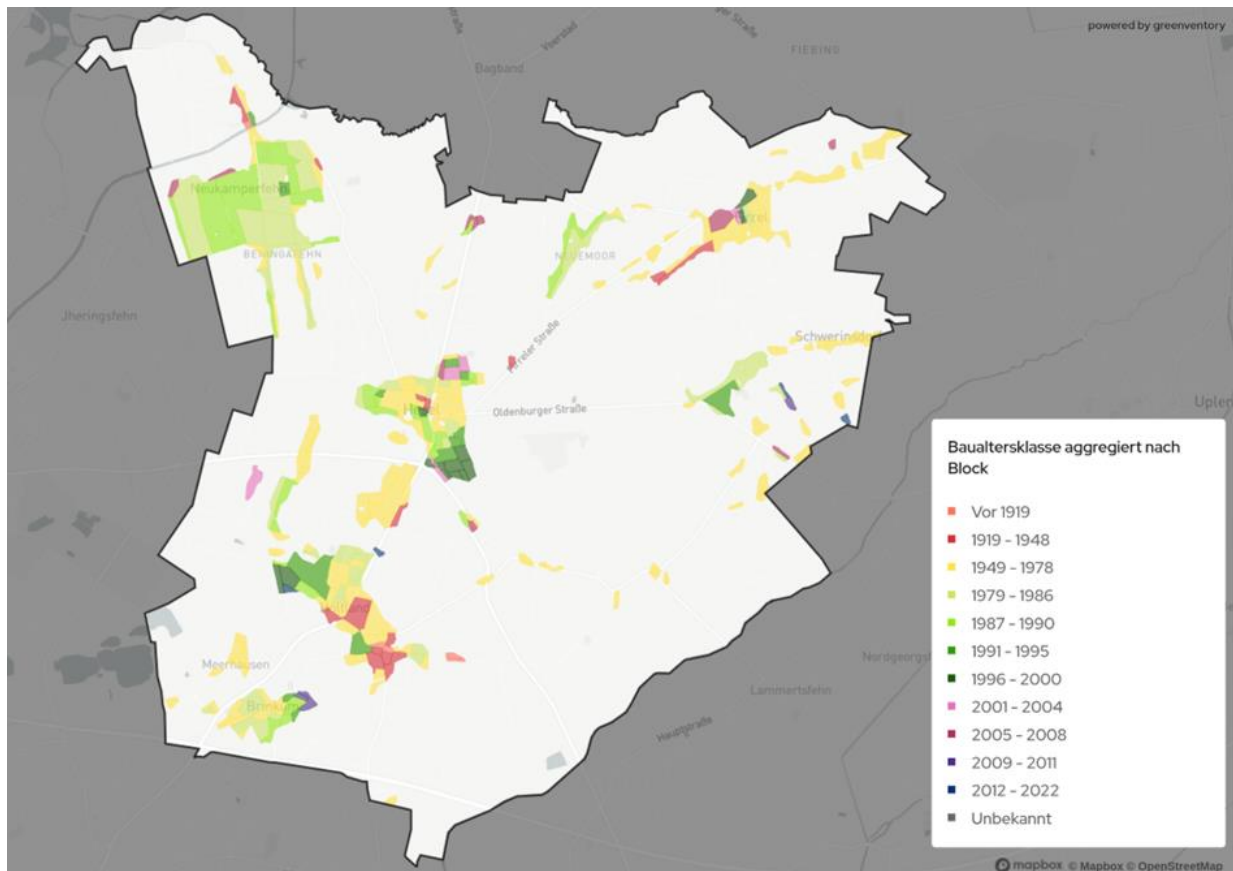


Abbildung 5: Verteilung der Baualterklassen für Gebäude im Projektgebiet

Die Analyse der Baualterklassen (siehe Abbildung 6) enthüllt, dass mehr als 64 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden, sprich, bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Dämmung in Kraft trat. Insbesondere Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden, stellen mit 60 % den größten Anteil am Gebäudebestand dar und bieten somit das umfangreichste Sanierungspotenzial. Altbauten, die vor 1919 errichtet wurden, zeigen, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden, den höchsten spezifischen Wärmebedarf. Diese Gebäude sind wegen ihrer oft robusten Bauweise interessant für eine Sanierung, allerdings können denkmalschutzrechtliche Auflagen Einschränkungen mit sich bringen. Um das Sanierungspotenzial jedes Gebäudes vollständig ausschöpfen zu können, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte erforderlich.

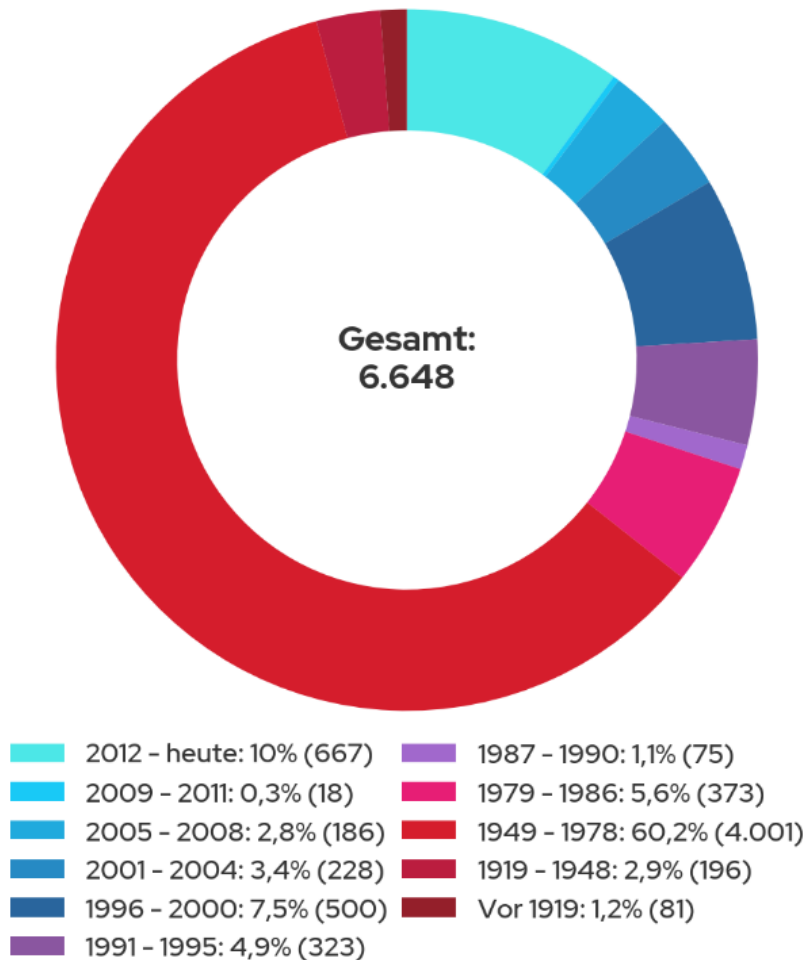


Abbildung 6: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet

Anhand des Baujahres, des Verbrauchs und der Grundfläche wurde eine überschlägige Einteilung der Gebäude in die GEG-Energieeffizienzklassen vorgenommen, um den Sanierungsstand abzuschätzen.

Bei der Analyse der GEG-Energieeffizienzklassen der Wohngebäude fällt auf, dass die Samtgemeinde Hesel vergleichsweise wenige Gebäude aufweist, die auf Basis des Gebäudealters vollumfänglich saniert werden müssten. Der Großteil der Gebäude befindet sich im Mittelfeld der Energieeffizienz (siehe Abbildung 7). Von den Gebäuden, denen ein Wärmebedarf zugeordnet werden konnte, sind 12,3 % den Effizienzklassen G und H zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. 17,2 % der Gebäude sind Effizienzklasse F zuzuordnen, die nach den Richtlinien der Energieeinsparverordnung (EnEV, abhängig vom Modernisierungsjahr) modernisiert wurden. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den unteren Effizienzklassen zugunsten der mittleren Effizienzklassen reduziert werden.

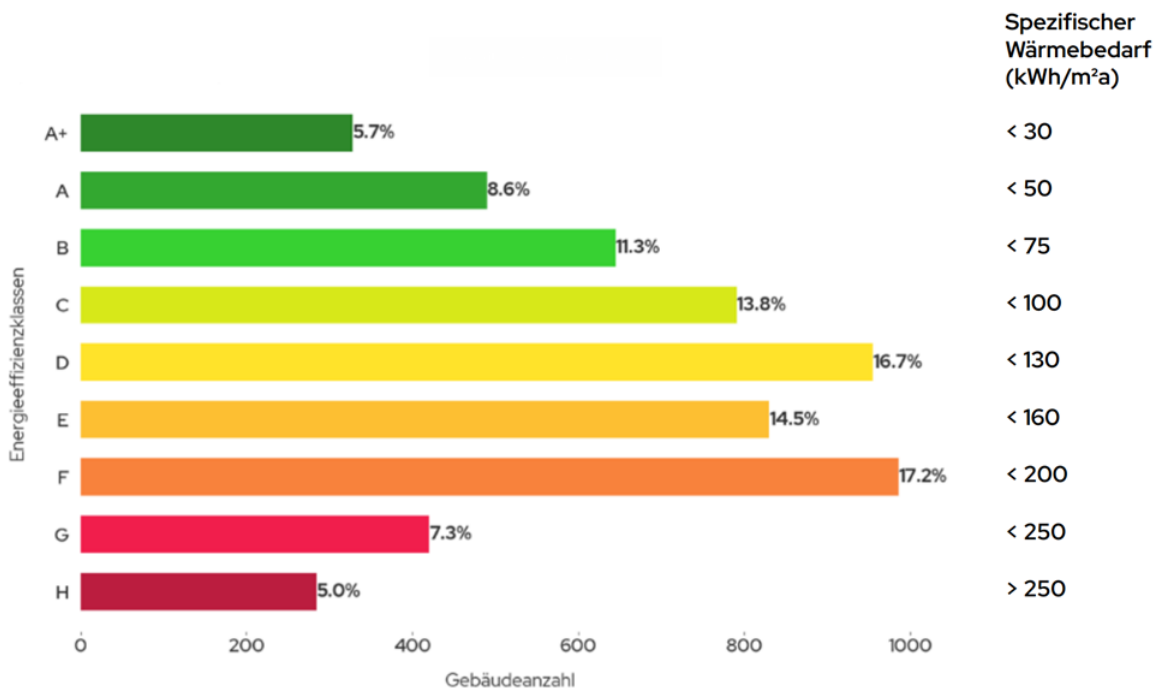


Abbildung 7: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

3.4 Wärmebedarf

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die von EWE NETZ bereitgestellten gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche). In Verschneidung mit Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf bzw. die Nutzenergie ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Kohle) und bei beheizten Gebäuden mit fehlenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiteren gebäudespezifischen Datenpunkten berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden.

Der aktuelle Wärmebedarf im Projektgebiet beträgt jährlich 113 GWh (siehe Abbildung 8). Mit einem Anteil von 79 % ist der Sektor „Privates Wohnen“ am stärksten vertreten.

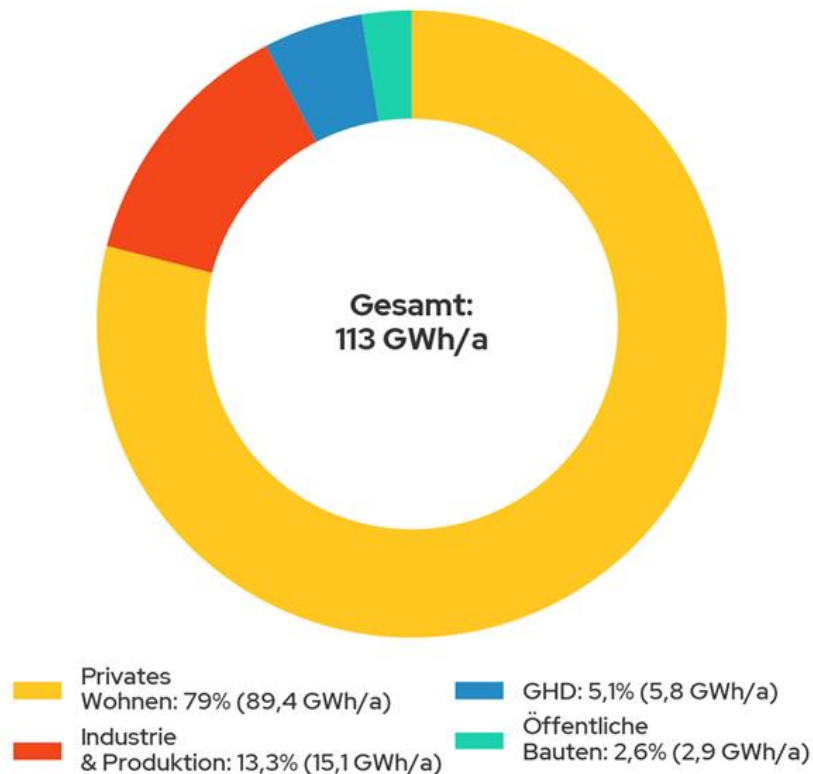


Abbildung 8: Wärmebedarf nach Sektoren

An zweiter Stelle folgt Industrie und Produktion mit 13,3 % des Gesamtwärmebedarfs. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein Anteil von 5,1 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 2,6 %.

Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichten in anonymisierter Darstellung befindet sich auf Abbildung 9. Zum größten Teil liegen die über mehrere Gebäude gemittelten spezifischen Wärmebedarfe im Bereich von 40-160 MWh/(ha*a), also innerhalb der Effizienzklassen A-E. Darunter sind dargestellt die Wärmeliniendichten in der Einheit Kilowattstunden pro Meter Straßenlänge und Jahr, bei denen der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude auf den anliegenden Straßenabschnitt projiziert wird. Hohe Werte (> 3000 kWh/m*a) bei dieser Größe dienen als Indikatoren für die Beurteilung der Eignung eines Quartiers für die zentrale Versorgung mit einem Wärmenetz (siehe Abbildung 10).

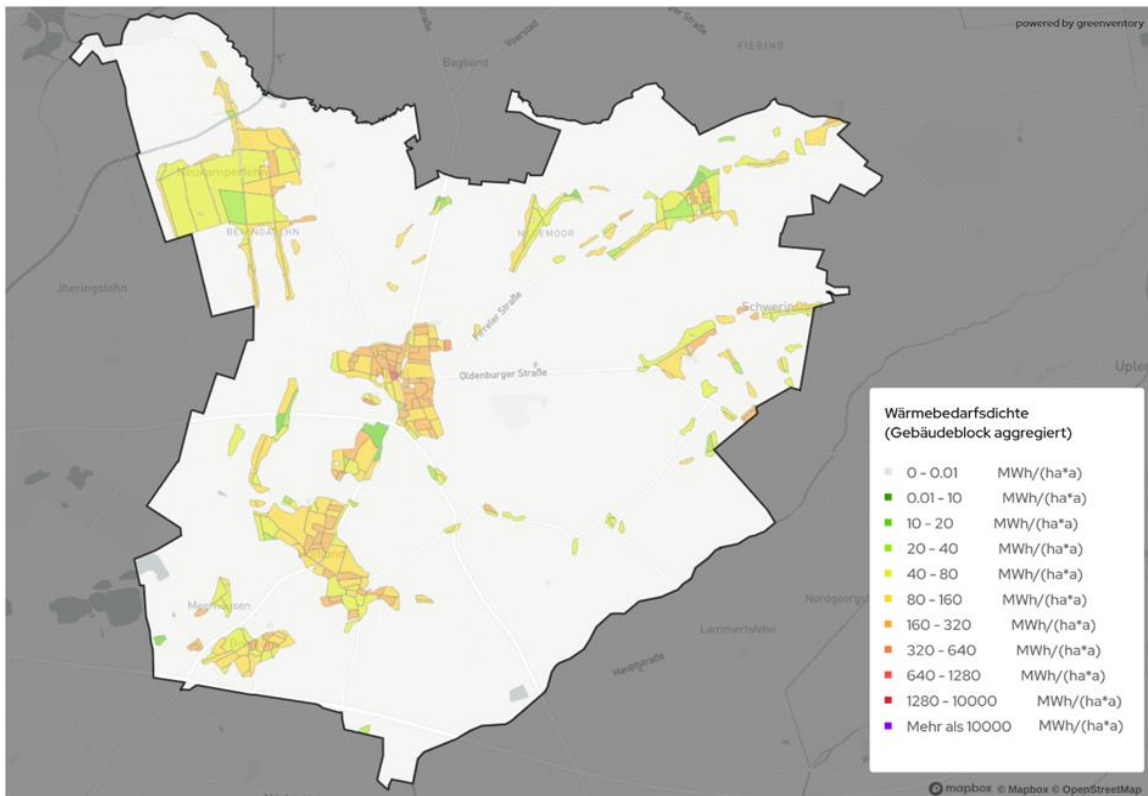


Abbildung 9: Verteilung der aggregierten spezifischen Wärmebedarfe

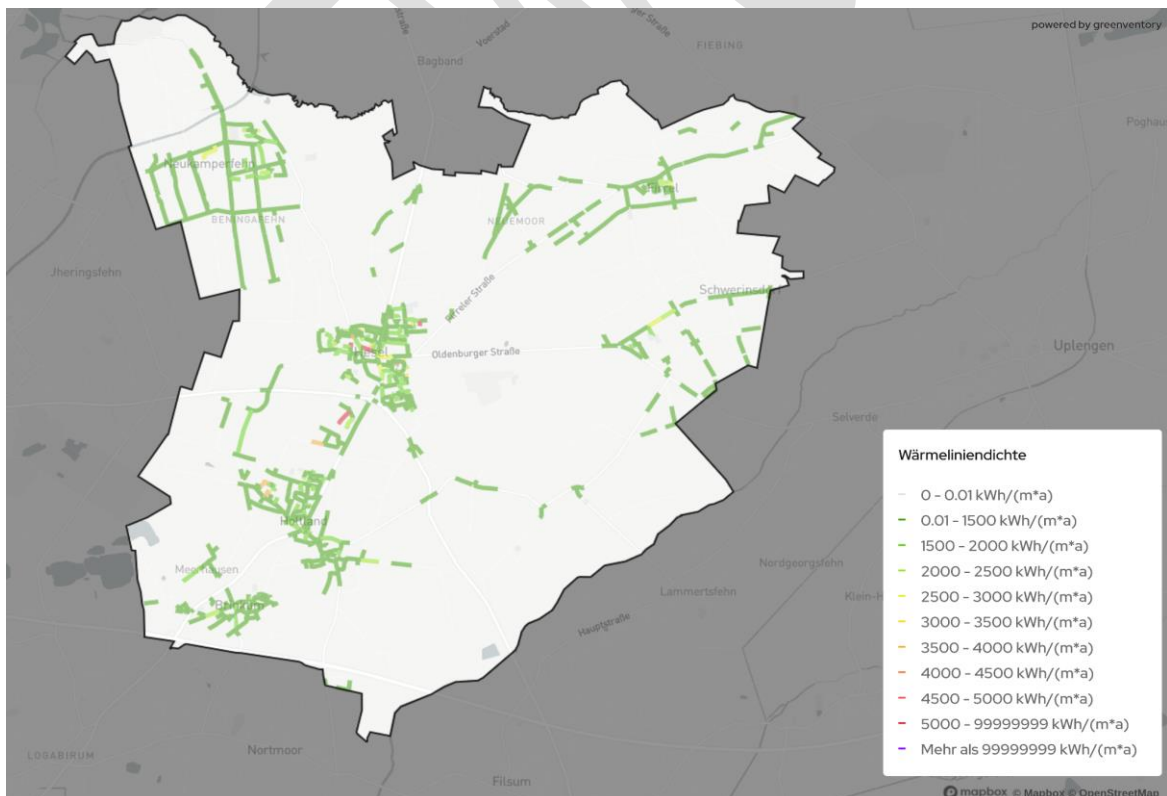


Abbildung 10: Verteilung der Wärmelinienichten

3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Als Datengrundlage zur Untersuchung der dezentralen Wärmeerzeuger dienten die elektronischen Kkehrbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthielten. Insgesamt konnten aus den Kkehrbüchern Daten zu 3.808 Gebäuden mit Heizsystemen entnommen werden. Diese Informationen wurden durch Verbrauchs- und Netzdaten des Energieversorgers ergänzt. Die übrigen Gebäude sind entweder unbeheizt oder es lagen keine Informationen zum Alter des Heizsystems vor. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte wurden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten erfasst. Die Abbildung 11 zeigt die Gesamtleistung der neu installierten Heizsysteme je Energieträger. Die Leistung neu installierter Gasheizungen ist ab 1980 sehr stark angestiegen, stagnierte um die Jahrtausendwende und nahm seit 2010 wieder deutlich zu. Die Leistung neu installierter Ölheizungen ist im Vergleich zu der Gasheizung gering, steigt aber zwischen 1980 geringfügig bis ins Jahr 2000 an. Danach sinkt dieser Anteil. Des Weiteren sind Heizsysteme auf Basis von Biomasse vorhanden, deren Gesamtleistung in den vergangenen 20 Jahren zunahm, absolut gesehen jedoch sehr gering ausfällt.

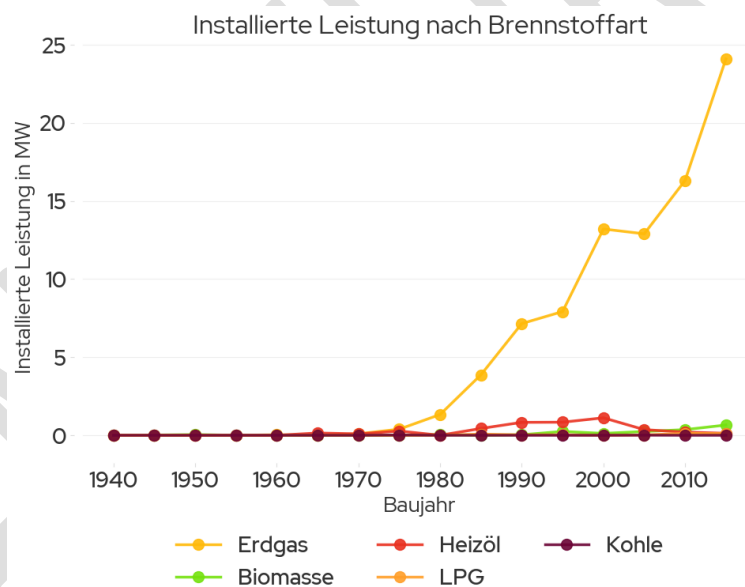


Abbildung 11: Gesamtleistung der jährlich neu installierten Heizsysteme nach Energieträger

Um in Zukunft Treibhausgasneutralität im Wärmesektor gewährleisten zu können, müssen alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden. Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme. Eine Auswertung der Altersstruktur dieser Systeme auf Gebäudeebene (siehe Abbildung 12) offenbart einen signifikanten Anteil veralteter beziehungsweise stark veralteter Heizanlagen, unter der Annahme einer technisch begründeten Nutzungsdauer von 20 Jahren. Diese Annahme führt zu einer klaren Erkenntnis hinsichtlich des dringenden Handlungsbedarfs:

- 27,3 % aller Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren, sind aber noch nicht älter als 30 Jahre.
- Bei 8,2 % der Anlagen ist sogar die 30-Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG (Betriebsverbot alter Heizkessel und Ölheizungen) von hoher Relevanz ist.

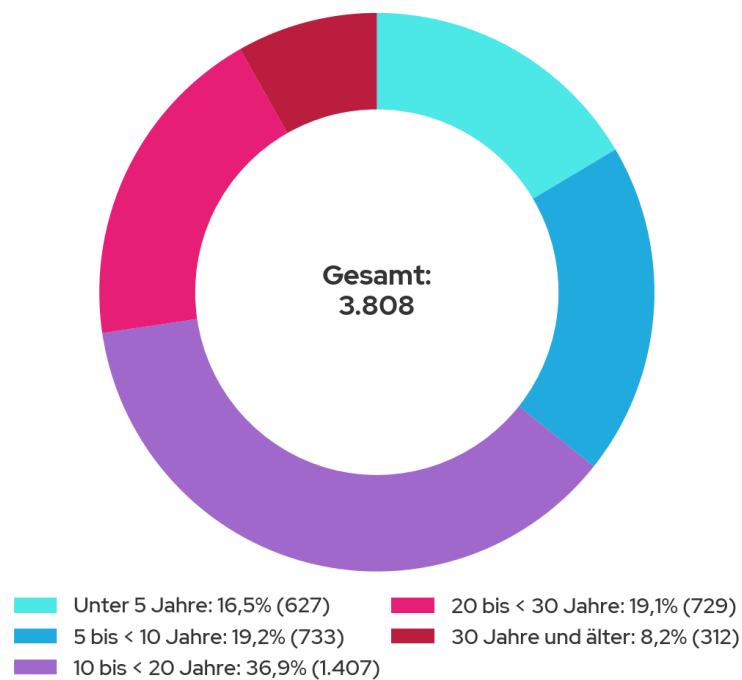


Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Alter der bekannten Heizsysteme

Die anonymisierte räumliche Verteilung des Alters der Heizsysteme lässt sich in Abbildung 13 ablesen. Es wird deutlich, dass in den meisten Gebieten das durchschnittliche Alter der Heizsysteme zwischen 10 und 20 Jahre beträgt, in einigen Gebieten sogar 20 Jahre und mehr. Einzig in den neueren Siedlungsgebieten zeigt sich ein durchschnittlich junges Heizungsanlagenalter.

Gemäß § 72 GEG dürfen Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald sie 30 Jahre in Betrieb waren. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen- oder Solarthermie-Hybridheizung, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis zum Ablauf des 31.12.2044 betrieben werden (GEG, 2024).

Gemäß der Neuerung des GEG, die ab dem 01.01.2024 in Kraft getreten ist, müssen Heizsysteme, die in Kommunen mit maximal 100.000 Einwohnerinnen und Einwohner nach dem 30.06.2028 neu eingebaut werden, zukünftig mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden. In Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohner gilt bereits der 30.06.2026 als Frist. Wird in der Kommune auf Grundlage eines erstellten Wärmeplans nach § 26 WPG ein Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärme- oder Wasserstoffnetzen z. B. in Form einer gesonderten Satzung ausgewiesen, gilt die 65 %-Regelung des GEG in diesem Gebiet entsprechend früher.

Es ist somit ersichtlich, dass in den kommenden Jahren ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzerinnen und Immobilienbesitzer zukommt. Dies betrifft v.a. die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für 8,2 % der Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der 19,1 % der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

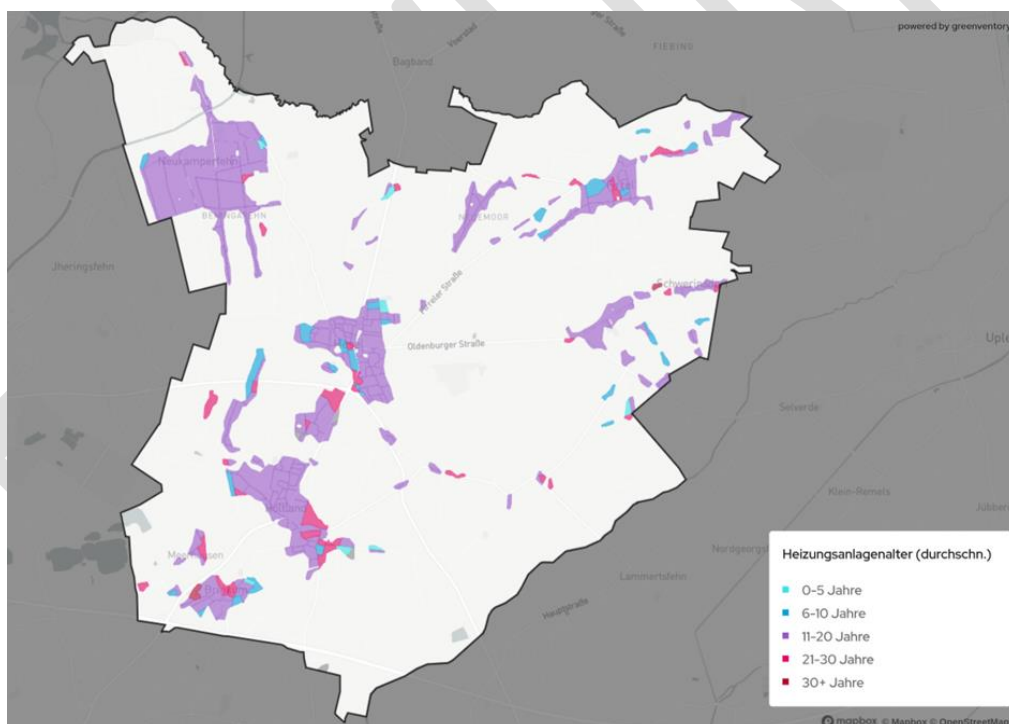


Abbildung 13: Räumliche Verteilung nach Alter der Heizsysteme

3.6 Eingesetzte Energieträger

Für die Deckung des Wärmebedarfs (Raumwärme, Warmwasser sowie Prozesswärme) in der Samtgemeinde Hesel werden 135 GWh pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 14). Erdgas trägt mit 115,8 GWh/a (85,7 %) hauptverantwortlich zur Wärmeerzeugung bei. Heizöl als weiterer fossiler Energieträger folgt mit 7,4 GWh/a (5,5 %). Biomasse trägt mit 9,6 GWh/a (7,1 %) zum bereits erneuerbaren Anteil der Wärmeversorgung bei. Ein weiterer Anteil von 1,7 GWh/a (1,2 %) des Wärmebedarfs wird durch Strom gedeckt, der in Wärmepumpen und Direktheizungen genutzt wird. Ein privates Nahwärmenetz versorgt knapp 20 Objekte in Holtland und trägt mit 0,7 GWh/a (0,5 %) zur Wärmeversorgung bei. Abbildung 15 stellt die Verteilung der Energieträger zur Wärmeversorgung räumlich dar. Dabei handelt es sich um eine aggregierte Darstellung, bei der jedem Baublock der dominierende Energieträger zugewiesen wird. Es wird deutlich, dass Erdgas der eindeutig dominierende Energieträger ist. Lediglich vereinzelt gibt es Gebiete, in denen Ölheizungen, strombasierte Systeme oder lokale Wärmenetze ausgeprägt vorhanden sind. Die aktuelle Zusammensetzung des Wärmebedarfs verdeutlicht die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Die Verringerung der fossilen Abhängigkeit erfordert technische Innovationen, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, den Bau von Wärmenetzen und die Integration verschiedener Technologien in die bestehenden Systeme. Eine zielgerichtete, technische Strategie ist unerlässlich, um die Wärmeversorgung zukunftssicher und treibhausgasneutral zu gestalten.

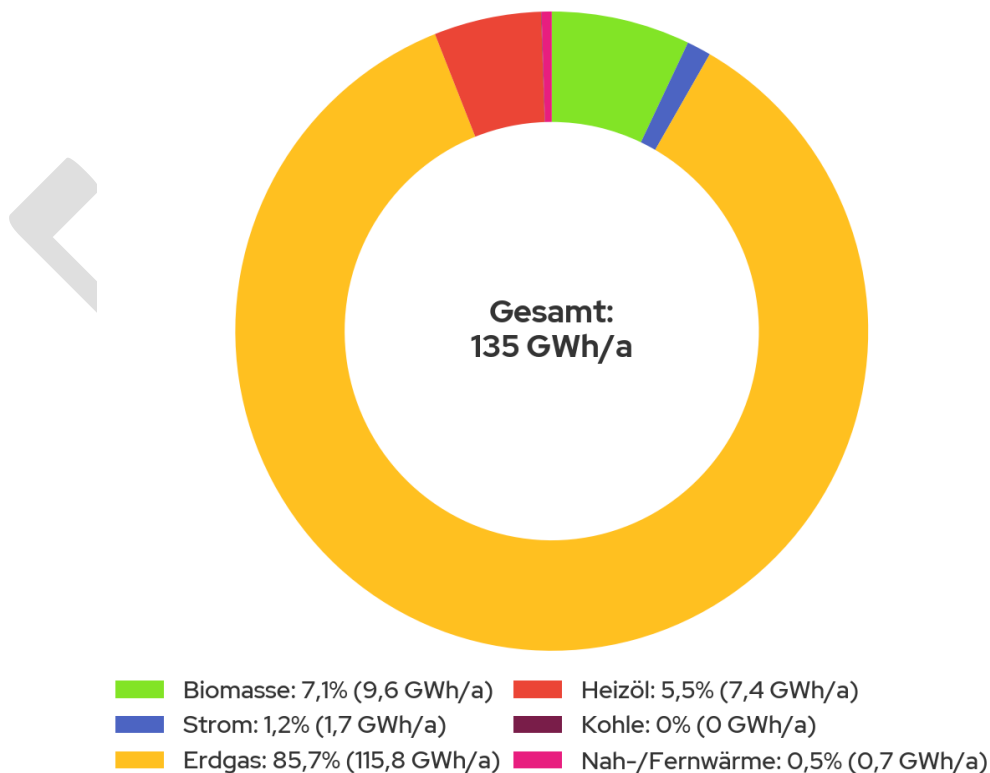


Abbildung 14: Endenergiebedarf nach Energieträger

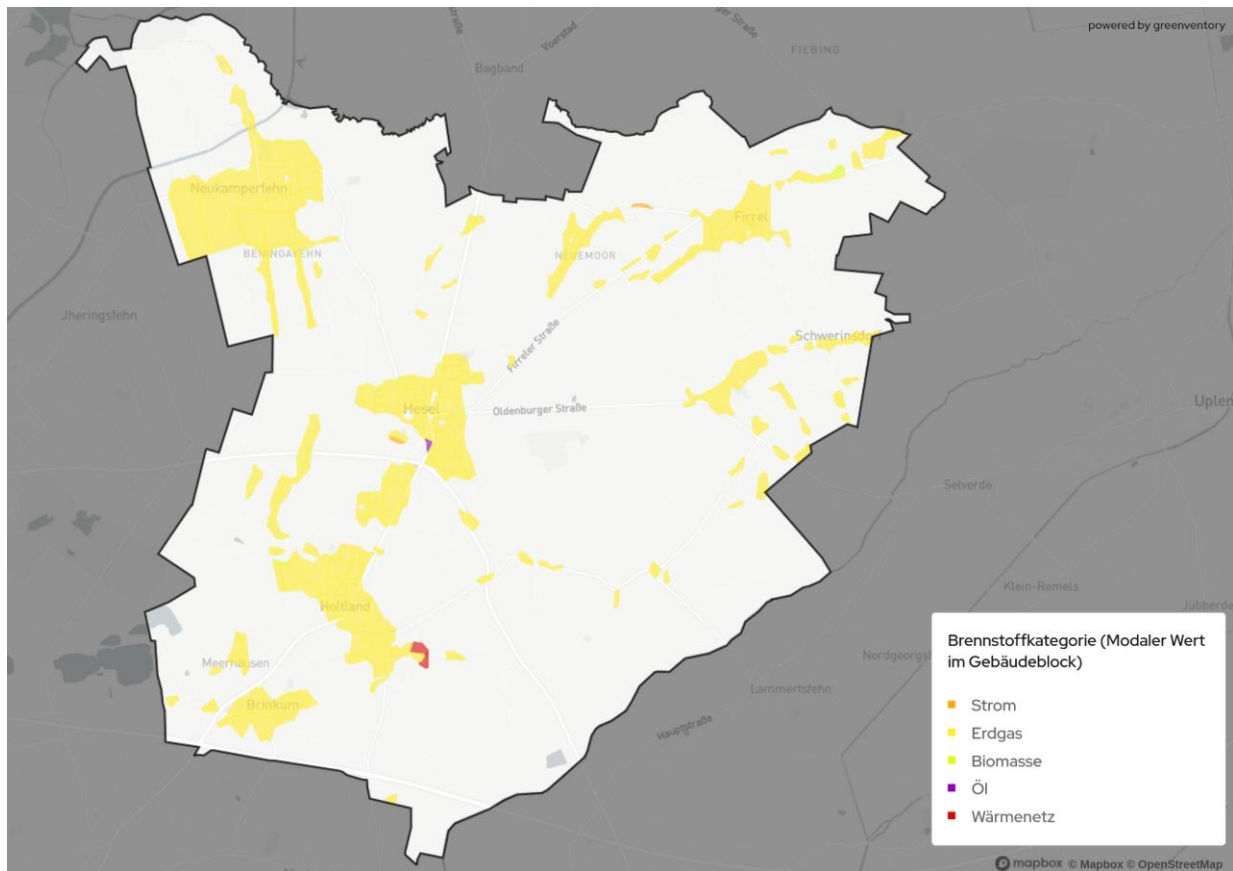


Abbildung 15: Verteilung der Energieträger im Projektgebiet

3.7 Gas- und Stromnetzinfrastruktur

EWE NETZ betreibt im Gebiet der Samtgemeinde bereits seit vielen Jahren Gasnetze. Zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmerversorgung bis 2045 ist eine Transformation dieser Netze erforderlich. Per Definition erfordert diese Klimaneutralität die ausschließliche Nutzung von erneuerbaren Energiequellen zu Heizzwecken. Die Versorgungssicherheit der Kunden und Kundinnen steht in diesem Prozess dabei an oberster Stelle. Entscheidend für diesen Prozess sind letztlich die Kundenbedarfe und die politisch-gesetzlichen Vorgaben, die es gilt einzuhalten und umzusetzen. Die Erdgasnetze werden sich in diesem Zuge den Bedürfnissen anpassen.

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur flächendeckend etabliert (siehe Abbildung 16). Technisch gesehen können die Erdgasleitungen für Wasserstoff oder Biomethan genutzt werden und somit einen Teil zur Dekarbonisierung der Energieversorgung beitragen (siehe dazu auch Kapitel 4). Die zukünftigen Nutzungen werden ortsbezogen sehr unterschiedlich sein. Ein Rückbau der Infrastruktur, wenn diese aufgrund der Nutzung anderer Energieträger (z. B. Wärmepumpe) nicht mehr in dem Umfang benötigt wird, ist technisch jedoch nicht erforderlich und sollte aus Kosten- und Personalgründen vermieden werden. Die anteilige Wärmeenergiebereitstellung durch fossile Gase

wird mit der verbindlichen gesetzlichen Vorgabe im Gebäudeenergiegesetz zur Nutzung von erneuerbaren Energien (oder unvermeidbarer Abwärme) sukzessive sinken. Der Rückgang von Erdgas zur Wärmeerzeugung wird nur geringfügig durch grüne Gase (wie bspw. Biomethan oder Wasserstoff) und größtenteils durch andere regenerative Energiequellen (oder unvermeidbare Abwärme) ersetzt. Die Elektrifizierung der Wärmeversorgung wird an Bedeutung gewinnen und ein Stromnetzinfrastrukturausbau ist unter Berücksichtigung von weiteren Faktoren wie E-Mobilität und Einspeisung von EE-Strommengen notwendig. Die zukünftige Verfügbarkeit von Wasserstoff hinsichtlich Menge und Preis ist allgemein jedoch noch nicht abzusehen. Effizienter als Wasserstoff ist die direkte Nutzung erneuerbarer Energien und ein Wasserstoffnetzgebiet für Haushaltskunden wird mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht wirtschaftlich sein.

Das Stromnetz von EWE NETZ wird stetig ausgebaut und an wichtigen Knotenpunkten verstärkt, um erneuerbare Energien aber auch die steigende Anzahl an Wärmepumpen, Speicher und Ladeinfrastruktur anschließen zu können.

Grundlage hierfür ist eine intelligente Energieversorgung mit entsprechender moderner Mess- und Kommunikationstechnik, um das Netz noch effizienter und bedarfsorientiert betreiben zu können. Beispielhaft hierfür ist der Einsatz von Ortsnetzstationen mit innovativer Technik, die automatisch die Spannung im Netz regeln, damit mehr erneuerbare Energien aufgenommen werden können.

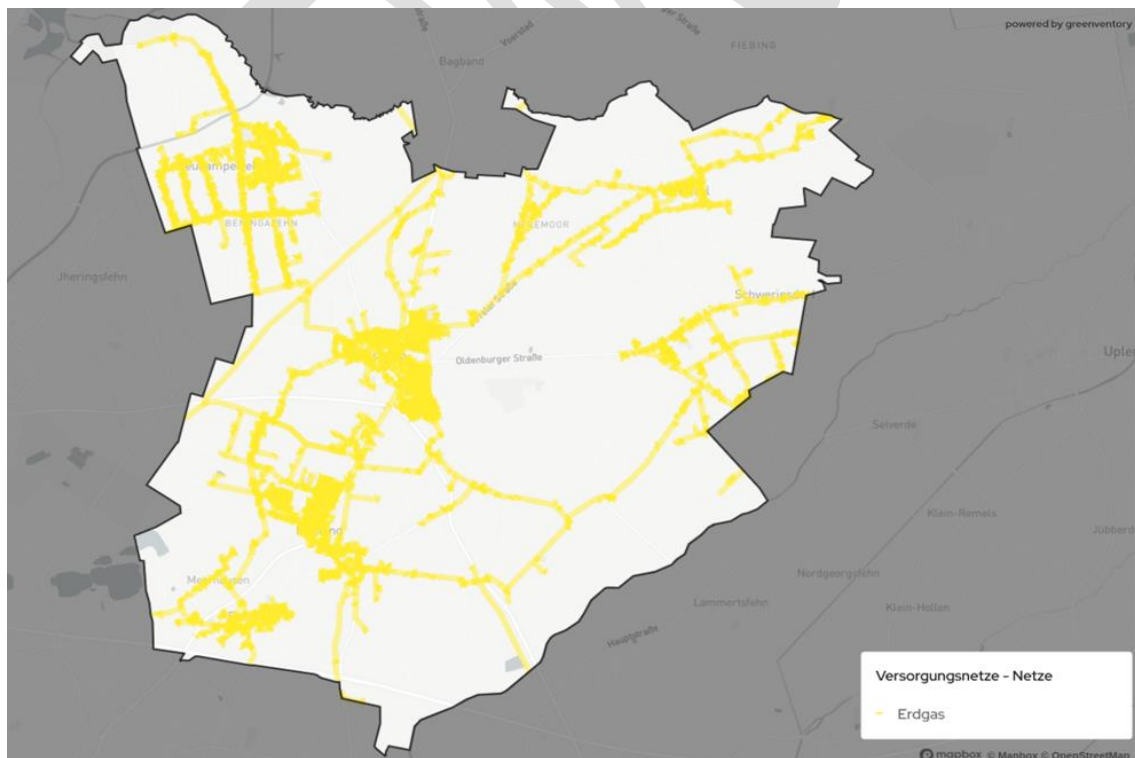


Abbildung 16: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet

3.8 Wärmenetze

Im Projektgebiet existiert derzeit ein kleines Nahwärmenetz in Holtland, an das knapp 20 Wohngebäude angeschlossen sind. Diese Objekte werden über eine Biogas-KWK-Anlage mit einer thermischen Nennleistung von 426 kW versorgt (siehe Abbildung 17). Für die Bestandsanalyse des Wärmenetzes wurden vom lokalen Betreiber keine Verbrauchs- oder Netztopologiedaten bereitgestellt, sodass das Netzgebiet auf Basis von Gesprächsprotokollen nachgezeichnet wurde. Die Energiebedarfe der angeschlossenen Gebäude wurden anhand ihrer Typologie modelliert.



Abbildung 17: Wärmenetzgebiet in Holtland

3.9 Treibhausgasbilanz

Im Projektgebiet betragen aktuell die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich 28.312 Tonnen, basierend auf dem Median für die Jahre von 2019 bis 2022. Sie entfallen zu 79,5 % auf den Wohnsektor, zu 12,8 % auf die Industrie und Produktion, zu 5 % auf GHD und zu 2,7 % auf öffentlich genutzte Gebäude (siehe Abbildung 18).

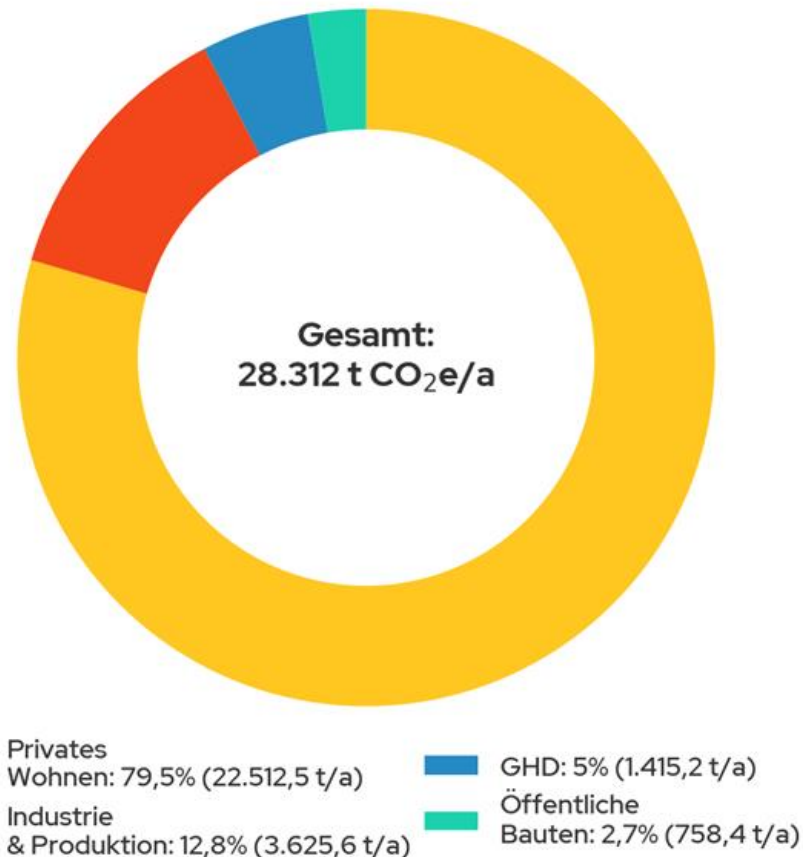


Abbildung 18: Treibhausgasemissionen nach Sektor im Projektgebiet

in der sind Tabelle 1 die Treibhausgasemissionen für die Mitgliedsgemeinden nach Sektoren basierend auf dem Median für die Jahre von 2019 bis 2022 aufgeschlüsselt.

Tabelle 1: Treibhausgasemissionen der Mitgliedsgemeinden nach Sektoren (Median 2019 - 2022) [t CO₂e]

Gemeinde	Privates Wohnen	Industrie & Produktion	Öffentliche Bauten	GHD
Brinkum	1.620	237	115	84
Firrel	1.782	549	31	43
Hesel	9.301	1.523	944	387
Holtland	4.608	626	143	129
Neukamperfehn	3.744	291	73	120

Schwerinsdorf	1.457	400	23	81
SG Hesel	22.513	3.626	1.329	844

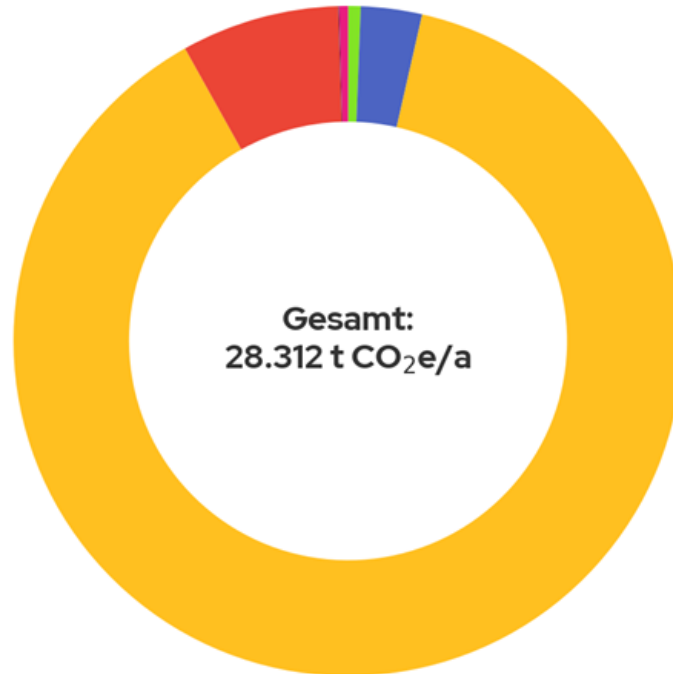


Abbildung 19: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet

In der Samtgemeinde Hesel ist Erdgas mit 88,3 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 7,6 %. Damit verursachen die beiden fossilen Energieträger fast 96 % der Emissionen im Wärmesektor im Projektgebiet, wobei Heizöl durch die geringe Verwendung weniger zu den THG-Emissionen in der Samtgemeinde beiträgt als Erdgas. Der Anteil von Strom beträgt (3 %) und macht somit einen kleinen Anteil der Treibhausgasemissionen aus. Der Anteil von Biomasse ist mit 0,3 % vernachlässigbar (siehe Abbildung 19). An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von Erdgas und Heizöl liegt, aber eben auch in der erneuerbaren Stromerzeugung, zumal Strom durch die vorherzusehende starke Zunahme von Wärmepumpen zukünftig eine zentrale Rolle zufallen wird.

Anhand der Tabelle 2 sind die Treibhausgasen für die Mitgliedsgemeinden basierend auf dem Median der Jahre von 2019 bis 2022 aufgeschlüsselt.



Tabelle 2: Treibhausgasemissionen der Mitgliedsgemeinden nach Energieträger (Median 2019 -bis 2022) [t CO₂e]

Energieträger	Erdgas	Heizöl	Kohle	Strom	Biomasse	Nah-/Fernwärme	Gesamt
Brinkum	1.802	219	-	18	16	-	2.055
Firrel	1.842	494	15	33	21	-	2.405
Hesel	11.038	587	-	467	63	-	12.155
Holtland	4.876	351	-	127	36	119	5.507
Neukamperfehn	3.994	173	-	44	16	-	4.228
Schwerinsdorf	1.458	336	-	147	20	-	1.962
SG Hesel	25.010	2.160	15	836	172	119	28.311

Die verwendeten Emissionsfaktoren lassen sich aus Tabelle 3 entnehmen. Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich für den deutschen Strommix von heute 0,438 tCO₂/MWh auf zukünftig 0,032 tCO₂/MWh – ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte.

Tabelle 3: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA, 2024)

Energieträger	Emissionsfaktoren (tCO ₂ /MWh)		
	2021	2030	2040
Jahr			
Strom	0,438	0,270	0,032
Heizöl	0,311	0,311	0,311
Erdgas	0,233	0,233	0,233
Steinkohle	0,431	0,431	0,431
Biogas / Biomethan	0,090	0,086	0,081
Biomasse (Holz)	0,022	0,022	0,022
Solarthermie	0,013	0,013	0,013

Eine örtliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen auf Baublockebene (abgegrenzt durch Straßenzüge) ist in Abbildung 20 dargestellt. Ein Grund für hohe lokale Treibhausgasemissionen kann, neben dem Vorhandensein großer Industriebetriebe, auch die Konzentration besonders schlecht sanierter Gebäude in dicht besiedelten Gebieten sein. Eine Reduktion der Treibhausgasemissionen bedeutet auch eine Verbesserung der Luftqualität, was besonders in den Wohnvierteln eine erhöhte Lebensqualität mit sich bringt.

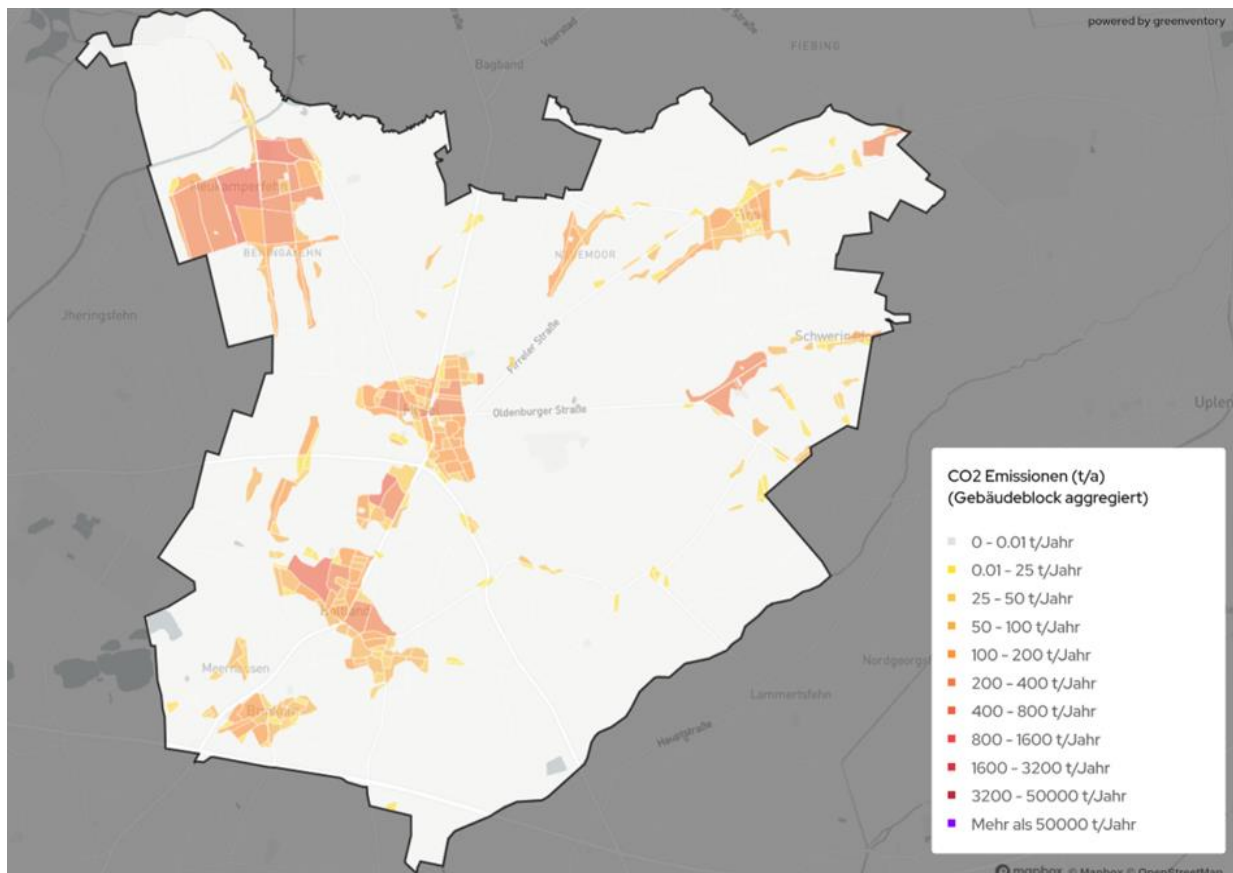


Abbildung 20: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet



3.10 Zusammenfassung und Fazit Bestandsanalyse

Im Projektgebiet wurden 6.665 Gebäude analysiert, hauptsächlich Wohngebäude. Über 64 % der Gebäude wurden vor 1979 errichtet, was ein großes Sanierungspotenzial bietet. Besonders Altbauten vor 1919 haben einen hohen spezifischen Wärmebedarf und sind interessant für Sanierungen, obwohl denkmalschutzrechtliche Auflagen bestehen können. Der jährliche Wärmebedarf beträgt 113 GWh, wobei der Sektor „Privates Wohnen“ mit 79 % den größten Anteil ausmacht. Die meisten Gebäude in der Samtgemeinde Hesel befinden sich im Mittelfeld der Energieeffizienz. 12,3 % der Gebäude gehören den Effizienzklassen G und H an, während 17,2 % der Gebäude der Effizienzklasse F angehören. Durch energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den unteren Effizienzklassen reduziert werden. Zur Untersuchung der dezentralen Wärmeerzeuger wurden Daten zu 3.808 Gebäuden erfasst. 27,3 % der Heizsysteme sind älter als 20, aber jünger als 30 Jahre, und 8,2 % sind älter als 30 Jahre. Heizkessel, die vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, dürfen nicht mehr betrieben werden. In den kommenden Jahren besteht erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzerinnen und Immobilienbesitzer, insbesondere hinsichtlich des Systemaustauschs und der technischen Modernisierung der Heizsysteme. Für die Deckung des Wärmebedarfs in der Samtgemeinde Hesel werden jährlich 135 GWh benötigt, wobei Erdgas mit 85,7 % (115,8 GWh/a) den größten Anteil ausmacht. Heizöl trägt 5,5 % (7,4 GWh/a) bei, während Biomasse 7,1 % (9,6 GWh/a) und Strom 1,2 % (1,7 GWh/a) zur Wärmeversorgung beitragen. Ein privates Nahwärmenetz versorgt knapp 20 Objekte und trägt 0,5 % (0,7 GWh/a) bei. Die Dominanz fossiler Brennstoffe verdeutlicht die Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung, die technischen Innovationen, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, den Bau von Wärmenetzen und die Integration verschiedener Technologien erfordert.

EWE NETZ versorgt die Samtgemeinde Hesel seit vielen Jahren mit Erdgas und plant, die Netze im Zuge der Klimaneutralität bis 2045 zu transformieren. Die Gasinfrastruktur ist flächendeckend etabliert und kann technisch für Wasserstoff oder Biomethan genutzt werden, um zur Dekarbonisierung beizutragen. Ein Rückbau der Infrastruktur ist nicht erforderlich, da der Anteil fossiler Gase sukzessiv durch grüne Gase ersetzt wird. Das Stromnetz wird kontinuierlich ausgebaut und verstärkt, um erneuerbare Energien, Wärmepumpen, Speicher und Ladeinfrastruktur effizient anzuschließen. Intelligente Mess- und Kommunikationstechnik sowie Ortsnetzstationen mit automatischer Spannungsregelung unterstützen eine bedarfsorientierte und effiziente Energieversorgung.

Die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich der Samtgemeinde Hesel betragen 28.312 Tonnen pro Jahr, wobei 79,5 % auf den Wohnsektor entfallen. Erdgas ist mit 88,3 % der Hauptverursacher, gefolgt von Heizöl mit 7,6 %. Fast 96 % der Emissionen stammen somit aus fossilen Energieträgern. Die Reduktion der Treibhausgase erfordert eine Abkehr von Erdgas und Heizöl sowie eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere durch den Einsatz von Wärmepumpen. Dies würde auch die Luftqualität verbessern und die Lebensqualität in Wohngebieten erhöhen.

4 Potenzialanalyse

Zur Identifizierung der technischen Potenziale wurde eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt, bei der sowohl übergeordnete Ausschlusskriterien als auch Eignungskriterien berücksichtigt wurden. Diese Methode ermöglicht für das gesamte Projektgebiet eine robuste, quantitative und räumlich spezifische Bewertung aller relevanten erneuerbaren Energieressourcen. Die tatsächliche Nutzbarkeit der erhobenen technischen Potenziale hängt von weiteren Faktoren, wie der Wirtschaftlichkeit, Eigentumsverhältnissen und eventuellen zusätzlich zu beachtenden spezifischen Restriktionen ab, welche Teil von weiterführenden Untersuchungen sind. Des Weiteren wurde die Entwicklung des Energieverbrauchs abgeschätzt. Die schematische Vorgehensweise der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen ist in Abbildung 20 dargestellt. Eine ausführlichere Methodik zur Potenzialermittlung der jeweiligen Energiequellen befindet sich in Anhang 2. Unter dem Bereich Indikatorenmodell sind Ausschluss- und Eignungskriterien sowie die Methodik zur Potenzialermittlung definiert.

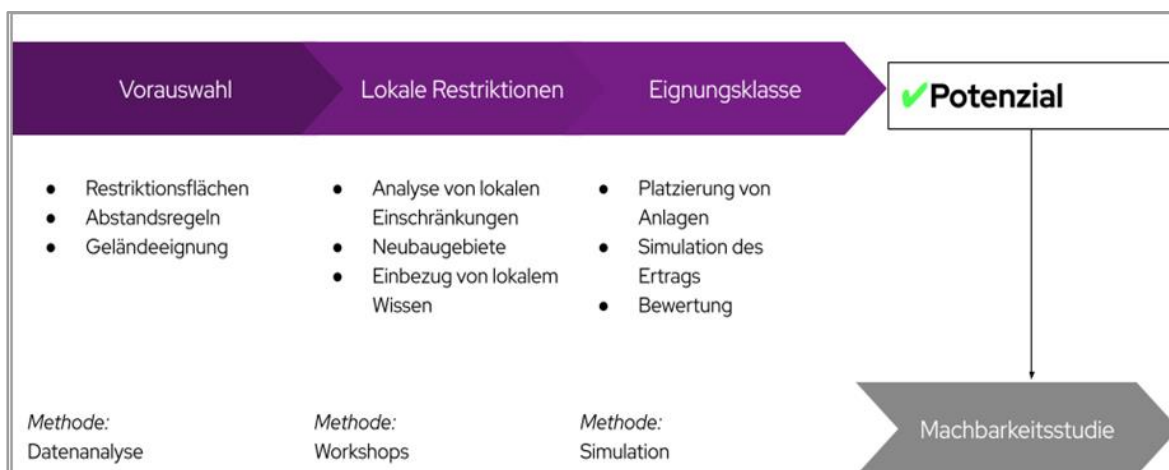


Abbildung 21: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

4.1 Erfasste Potenziale

Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Sie basiert auf umfassenden Datensätzen aus öffentlichen Quellen und führt zu einer räumlichen Eingrenzung und Quantifizierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wurde ebenfalls das Potenzial für die Erzeugung regenerativen Stroms evaluiert. Im Einzelnen wurden folgende Energiepotenziale erfasst:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischen Materialien
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten

- Tiefengeothermie: Nutzung von Wärme in tieferen Erdschichten zur Wärme- und Stromgewinnung.
 - ❖ Hinweis: Die hydrothermale Tiefengeothermie erfordert spezielle Eigenschaften der Gesteinsschichten. Bedingung für ein hydrothermales Potenzial ist das Vorhandensein einer wasserführenden Gesteinsschicht mit hoher Durchlässigkeit und dem Aufkommen von Thermalwasser mit entsprechender Temperatur. Nur dann kann eine Mindestfördertrate mit technisch nutzbarer Temperatur erreicht werden, deshalb wird Tiefengeothermie im Projekt nicht berücksichtigt.
- Luftwärmepumpe: Nutzung der Umweltwärme der Umgebungsluft
- Gewässerwärmepumpe (Flüsse und Seen): Nutzung der Umweltwärme der Gewässer.
- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen
- Sanierungspotenziale: Energiebedarfsreduktionen durch Sanierungen des Gebäudebestands

Diese Erfassung ist eine Basis für die Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung. Eine wirtschaftliche Bewertung erfolgt nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung im Zuge von Studien/Machbarkeitsstudien (siehe Abbildung 22).

Restriktionen	Geodaten	Potenzialflächen	Technische Bewertung	Wirtschaftliche Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> → Kriterienkatalog <ul style="list-style-type: none"> ◆ Positive Restriktionen ◆ Harte Restriktionen ◆ Weiche Restriktionen → Datenquellen <ul style="list-style-type: none"> ◆ Genehmigungsrecht ◆ Effizienzgrenzwerte 	<ul style="list-style-type: none"> → Datenquellen <ul style="list-style-type: none"> ◆ OpenStreetMap ◆ Bundesämter (BKG, BAF, BFG, BFN) ◆ European Environment Agency ◆ Wind- & Solaratlas 	<ul style="list-style-type: none"> → Erzeugung <ul style="list-style-type: none"> ◆ Verschneidung ◆ Kategorisierung → Verfeinerung <ul style="list-style-type: none"> ◆ Segmentierung ◆ Metadaten ◆ Ranking 	<ul style="list-style-type: none"> → Anlagenplatzierung <ul style="list-style-type: none"> ◆ Mindestabstände → Berechnungsmodelle <ul style="list-style-type: none"> ◆ Wetterdaten ◆ reale Anlagendaten → Aggregation 	<ul style="list-style-type: none"> → Erschließungskosten → Betriebskosten → Energiekosten → Emissionen

Abbildung 22: Datenquellen der Potenzialanalyse



4.2 Methode: Indikatorenmodell

Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen. Hierfür kommt ein Indikatorenmodell zum Einsatz. In diesem werden alle Flächen im Projektgebiet analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind folgende:

1. Erfassung von strukturellen Merkmalen aller Flächen des Untersuchungsgebietes.
2. Eingrenzung der Flächen anhand harter und weicher Restriktionskriterien sowie weiterer technologiespezifischer Einschränkungen (beispielsweise Mindestgrößen von Flächen für PV-Freiflächen).
3. Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer Technologien.

In Tabelle 4 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt. Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Vorgaben nach Bundes- und Landesrecht, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzung ersetzen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zielt die Potenzialanalyse darauf ab, die Optionen für die Wärmeversorgung, insbesondere bezüglich der Fernwärme in den Eignungsgebieten, zu präzisieren und zu bewerten. Gemäß den Richtlinien des Handlungsleitfadens zur Kommunalen Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW, 2020) fokussiert sich diese Analyse primär auf die Identifikation des technischen Potenzials (siehe Tabelle 4). Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Mit dem Ergebnis einer anschließenden Machbarkeitsuntersuchung sollen die zur Umsetzung erforderlichen Detaillierungen in z. B. kommunalen Planungsprozessen angestoßen werden. Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurde technische Potentiale für PV-Freiflächen und Windkraftanlagen ausgewiesen. Für weiterführende Planungsprozesse sollten die Ergebnisse mit bestehenden Studien der Kommune bzw. des Landkreises verglichen werden. Damit bleibt gewährleistet, dass Planern im digitalen Zwilling das gesamte erneuerbare Stromerzeugungspotential ausgegeben wird aber für Veröffentlichungen nur die bereits beschlossenen Flächenpotentiale angezeigt werden. Für die Samtgemeinde Hesel wurde zu diesem Zweck ein separater Layer mit den Informationen des Solarkatasters des Landkreises Leer hinterlegt und zur Maßnahmenentwicklung entsprechend berücksichtigt.



Tabelle 4: Potenziale und Auswahl der berücksichtigten Kriterien

Potenzial	Kriterien
Elektrische Potenziale	
Windkraft	Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Thermische Potenziale	
Abwärme aus Klärwerken	Klärwerk-Standorte, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
Industrielle Abwärme	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
Biomasse	Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter
Solarthermie Freiflächen	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchern
Solarthermie Dachflächen	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
Oberflächennahe Geothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchern
Tiefengeothermie	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Potenzial, Gesteinstypen
Luftwärmepumpe	Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen
Großwärmepumpen Flüsse und Seen	Landnutzung, Naturschutz, Temperatur- und Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern, techno-ökonomische Anlagenparameter

Infobox: Potenzialbegriffe

Theoretisches Potenzial:

Physikalisch vorhandenes Potenzial der Region, z. B. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne, Windenergie auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.

Technisches Potenzial:

Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten und unter Einbezug wirtschaftlicher Indikatoren (z. B. Mindestvolllaststunden). Das technische Potenzial wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt und analysiert.

Differenzierung in:

- **Geeignetes Potenzial** (weiche und harte Restriktionen): unter Anwendung harter Kriterien (Restriktionen, die einer Wärme-/Stromerzeugung entgegenstehen) und weicher Kriterien (Restriktionen, die eine Nutzung bestehender Potenziale einschränken können). Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.
- **Bedingt geeignetes Potenzial** (nur harte Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert eingeräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieanlagen in Landschaftsschutz- und FFH-Gebieten).

Wirtschaftliches Potenzial:

Eingrenzung des technischen Potenzials durch Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit (beinhaltet z. B. Bau- und Erschließungs- sowie Betriebskosten sowie erzielbare Energiepreise).

Realisierbares Potenzial:

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren (z. B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen, kommunalen Prioritäten) ab. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man von dem realisierbaren Potenzial bzw. „praktisch nutzbaren Potenzial“.



4.3 Potenziale zur Stromerzeugung

Die Analyse der Potenziale im Projektgebiet zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 23).

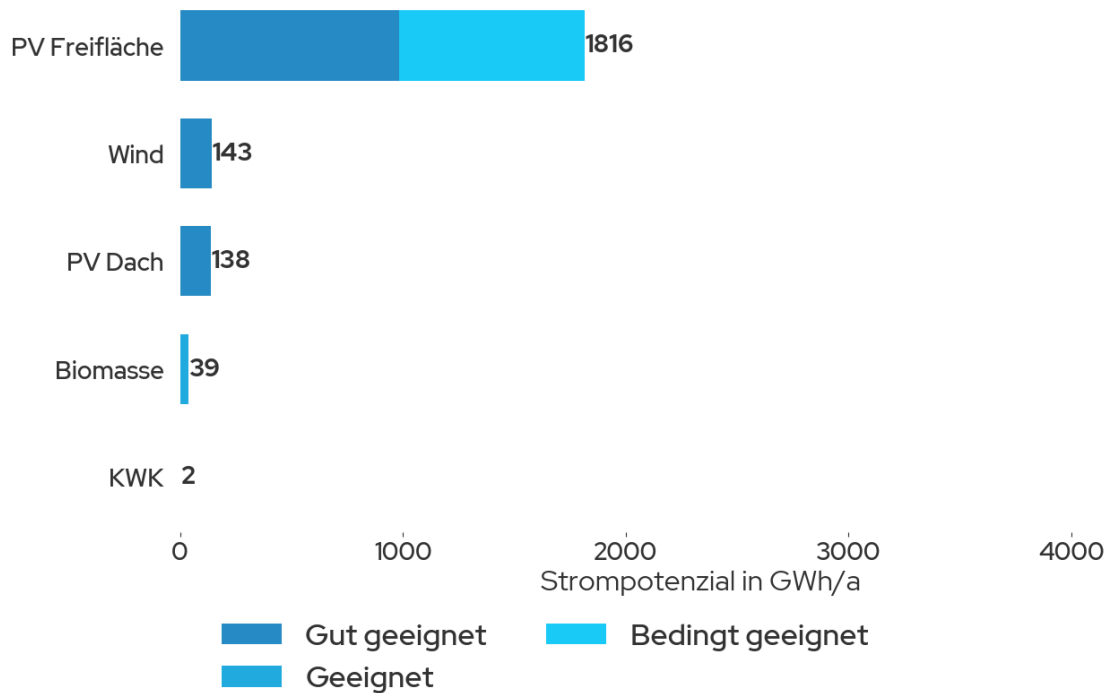


Abbildung 23: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet

4.3.1 Freiflächen-Photovoltaik

Photovoltaik auf Freiflächen stellt mit 1.816 GWh/a das mit Abstand größte Potenzial dar. Hier werden Flächen als grundsätzlich geeignet ausgewiesen, die keinen Restriktionen unterliegen und die technischen Anforderungen erfüllen. Besonders beachtet werden dabei Naturschutz, Hangneigungen, Überschwemmungsgebiete und gesetzliche Abstandsregeln. In der Samtgemeinde Hesel wurde darüber hinaus das lokale Freiflächen-PV-Standortkonzept verwendet, um die Gebietskulisse einzugrenzen. Dabei wurden die dort identifizierten Restriktionsflächen als Ausschlussflächen übernommen und ein Potenzial lediglich in den verbliebenen Gunst- und Weißflächen quantifiziert. Bei der Potenzialberechnung werden Module optimal platziert und unter Berücksichtigung von Verschattung und Sonneneinstrahlung werden jährliche Volllaststunden und der Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet. Die wirtschaftliche Nutzbarkeit wird basierend auf Mindestvolllaststunden und dem Neigungswinkel des Geländes bewertet, um nur die rentabelsten Flächen einzubeziehen. Zudem sind Flächenkonflikte, beispielsweise mit landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie die Netzanschlussmöglichkeiten abzuwägen. Ein großer Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit großen



Wärmepumpen ist, dass sich die Stromerzeugungsflächen nicht in unmittelbarer Nähe zur Wärmenachfrage befinden müssen und so eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich ist.

4.3.2 Windkraft

Potenzialflächen für Windenergieanlagen (WEA) werden nach technischen und ökologischen Kriterien sowie Abstandsregelungen selektiert, wobei Gebiete mit mindestens 1900 Volllaststunden als gut geeignet gelten. Die Potenzialberechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und erwartete Energieerträge, wobei Flächen unter 1900 Volllaststunden ausgeschlossen werden. Gegenwärtig befinden sich sechs Windenergieanlagen auf dem Samtgemeindegebiet. Fünf davon in einem Windpark südlich von Firrel und eine weitere südlich von Hassel. Mit 143 GWh/a bietet die Windkraft ein weiteres großes Potenzial. Zur Analyse im Rahmen der Wärmeplanung wurde die lokale Potenzialstudie und daraus entstandene Potenzialflächen verwendet, die sich insbesondere im Osten der Samtgemeinde, nördlich von Schwerinsdorf und in Umgebung Hesel befinden. Flächen sind bereits im Flächennutzungsplan ausgewiesen. Potenzial darüber hinaus wurde nicht betrachtet, um möglichst umsetzbares Potenzial auszuweisen. Zusätzlich zur technischen und baurechtlichen Prüfung sind bei einer weiteren Projektierung Aspekte der Akzeptanz sowie der Einfluss auf die lokale Flora und Fauna zu berücksichtigen.

4.3.3 Aufdach-Photovoltaik

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen stellt mit 138 GWh/a ein weiteres nennenswertes Potential dar. Im Vergleich zur Freifläche bietet es zusätzlich den Vorteil, dass es ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann. In der aktuellen Analyse wird davon ausgegangen (siehe KEA, 2020), dass das Stromerzeugungspotenzial von Photovoltaik auf 50 % der Dachflächen von Gebäuden über 50 m² möglich ist. Die jährliche Stromproduktion wird durch die flächenspezifische Leistung (160 kWh/m²a) berechnet. Im Vergleich zu Freiflächenanlagen ist allerdings mit höheren spezifischen Kosten zu kalkulieren. In Kombination mit Wärmepumpen ist das Potenzial von PV auf Dachflächen gerade für die Warmwasserbereitstellung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten interessant.

4.3.4 Biomasse

Biomasse wird für Wärme oder Strom entweder direkt verbrannt oder zu Biogas vergoren. Für die Biomassenutzung geeignete Gebiete schließen Naturschutzgebiete aus und berücksichtigen landwirtschaftliche Flächen, Waldreste, Biomüll aus Siedlungsgebieten. Die Potenzialberechnung basiert auf Durchschnittserträgen und der Einwohnerzahl für städtische Biomasse, wobei wirtschaftliche Faktoren wie die Nutzungseffizienz von Mais und die Verwertbarkeit von Gras und Stroh berücksichtigt werden. Vergärbare Biomassesubstrate (Energiepflanzen, Gras, biogene Hausabfälle) können zu Biogas verarbeitet werden, sodass in Blockheizkraftwerken Strom und Wärme erzeugt werden kann. Hierbei wird eine Erzeugung von 40 % Wärme und 30 % Strom bei 30 % Verlusten modelliert. Es zeigt sich, dass die Nutzung von ausschließlich im Projektgebiet



vorhandener Biomasse mit 39 GWh/a über Biogas-Blockheizkraftwerke einen signifikanten Anteil an der Stromerzeugung haben kann.

4.3.5 Kraft-Wärmekopplungs-Anlagen

Kraft-Wärmekopplungs-(KWK) -Anlagen dienen der kombinierten Erzeugung von Strom und Nutzwärme, wodurch sie einen hohen Gesamtwirkungsgrad von typischerweise 80–90 % erreichen und somit eine besonders effiziente Energieversorgung ermöglichen. Dabei liegt das typische Verhältnis von Strom zu Wärme (Strom-Wärme-Verhältnis) bei gasbetriebenen Anlagen häufig zwischen 30-60 %, was die Flexibilität der Technologie im Hinblick auf die bedarfsgerechte Energieversorgung unterstreicht. Als Brennstoffe können sowohl Erdgas als auch Biomasse zum Einsatz kommen. Im Projektgebiet sind laut Marktstammdatenregister zwei KWK-Anlagen mit thermischen Kapazitäten von 88 und 426 kW vertreten. Diese Analyse zeigt das elektrische Potenzial der bestehenden fossilen Infrastruktur, falls eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erfolgen sollte. Dabei ergeben sich 2 GWh Strom pro Jahr. Es ist deutlich, dass die Umstellung der bestehenden KWK-Anlagen auf erneuerbare Brennstoffe einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität der Bestandsanlagen oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

Zusammenfassend bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung im Samtgemeindegebiet, wobei jede Technologie ihre eigenen Herausforderungen und Kostenstrukturen mit sich bringt. Bei der Umsetzung von Projekten sollten daher sowohl die technischen als auch die sozialen und wirtschaftlichen Aspekte sorgfältig abgewogen werden.

4.4 Potenziale zur Wärmeerzeugung

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 24). Für Solarthermie, Flusswasser, See-Wärme und oberflächennahe Geothermie gelten in der Untersuchung eine wirtschaftliche Grenze von 1000 m zu Siedlungsflächen, wobei Flächen mit einem Abstand von bis zu 200 m zu Siedlungen als gut geeignet gekennzeichnet werden, sofern keine weiteren Restriktionen vorliegen.

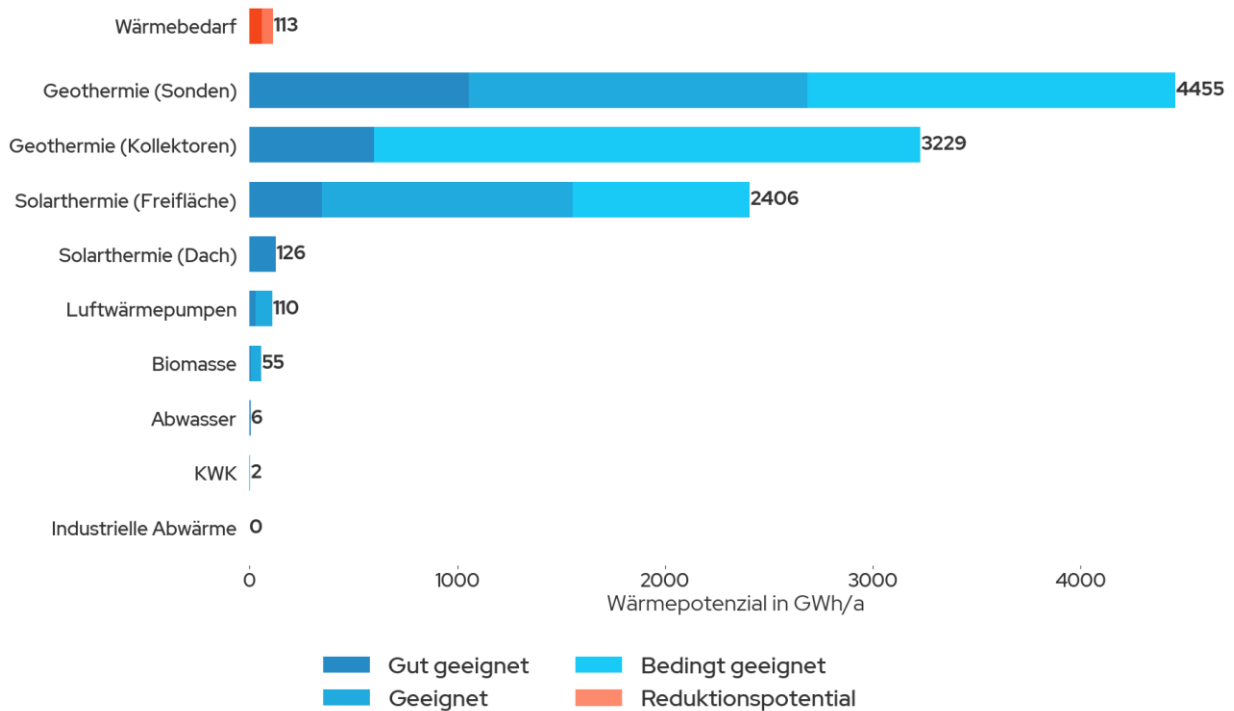


Abbildung 24: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet

4.4.1 Oberflächennahe Geothermie

Wärmepumpen sind eine etablierte und unter gewissen Bedingungen energetisch hocheffiziente Technologie für die Wärmeerzeugung. Eine Wärmepumpe ist ein Gerät, das Wärmeenergie aus einer Quelle (wie Luft, Wasser oder Erde) auf ein höheres Temperaturniveau transferiert, um Gebäude zu heizen oder mit Warmwasser zu versorgen. Sie nutzt dabei ein Kältemittel, das im Kreislauf geführt wird, um Wärme aufzunehmen und abzugeben, effektiv wie ein Kühlschrank, der in umgekehrter Richtung arbeitet. Wärmepumpen können vielseitig im Projektgebiet genutzt werden.

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie mittels Sonden (siehe Abbildung 25) hat ein Potenzial von 4.455 GWh/a im Projektgebiet. Die Technologie nutzt konstante Erdtemperaturen bis 100 m Tiefe mit einem System aus Erdwärmesonden und Wärmepumpe zur Wärmeextraktion und -anhebung. Die Potenzialberechnung berücksichtigt spezifische geologische Daten und schließt Wohn- sowie Gewerbegebiete ein, wobei Gewässer und

Schutzzonen ausgeschlossen und die Potenziale einzelner Bohrlöcher unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt werden. In Wasserschutzgebieten der Schutzzonen III, die im Südwesten und im Osten des Samtgemeindegebietes vorhanden sind, ist der Einsatz von Erdwärmesonden nur unter Auflagen zulässig.

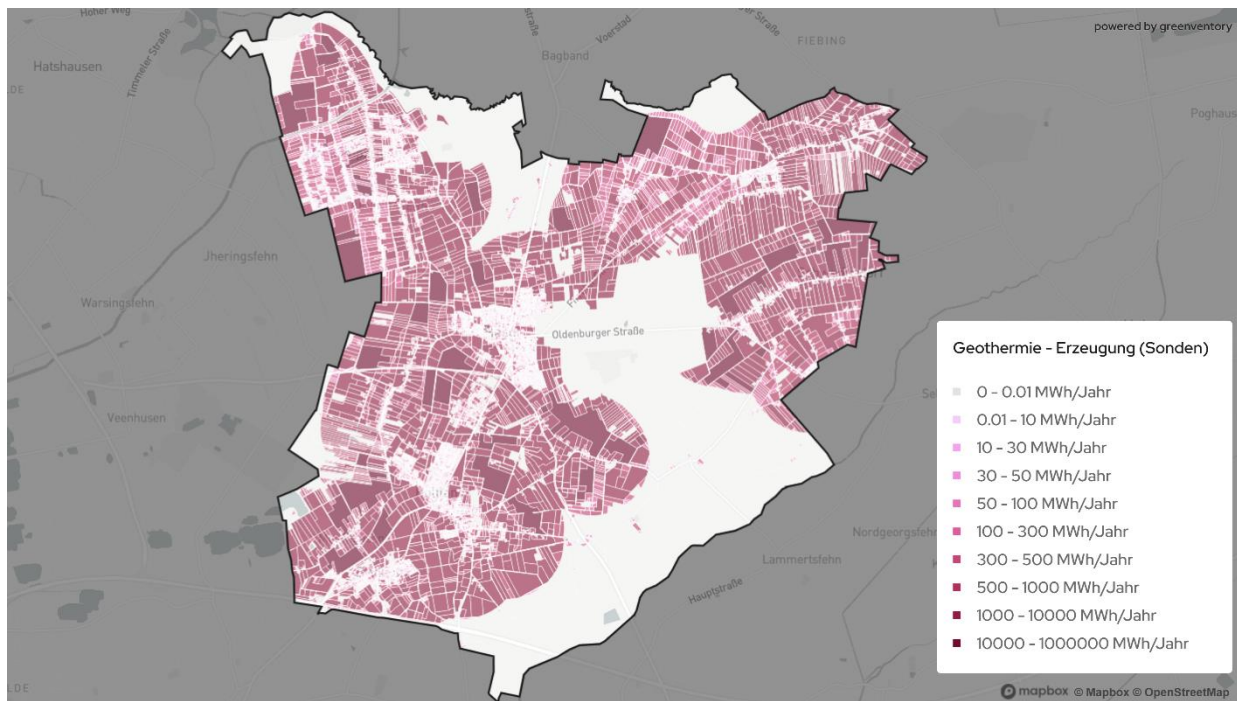


Abbildung 25: Verteilung der Potenziale zur oberflächennahen Geothermie Sonden in der Samtgemeinde Hesel

Erdwärmekollektoren, die ebenfalls zur Kategorie der oberflächennahen Geothermienutzung zählen, sind Wärmetauscher, die wenige Meter unter der Erdoberfläche liegen und die konstante Erdtemperatur nutzen, um über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit Wärme zu einer Wärmepumpe zu leiten. Dort wird die Wärme für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung aufbereitet. Die Potentiale sind auch im direkten Umfeld der Gebäude vorhanden und belaufen sich im Projektgebiet auf 3.229 GWh pro Jahr. Zusätzlich zu den Wasserschutzgebieten stellt bei Erdwärmekollektoren auch ein geringer Grundwasserflurabstand einen Einschränkunggrund für die Nutzung dar, wodurch sich gut geeignete Gebiete insbesondere östlich der Orte Brinkum und Holtland, in der Umgebung der Orte Hesel und Neuemoor sowie südlich und nördlich von Firrel ergeben.

4.4.2 Luftwärmepumpen

Luftwärmepumpen in direkter Umgebung der Gebäude haben mit 110 GWh/a für die zukünftige Wärmeversorgung ein bedeutsames Potenzial. Dieses ist besonders groß für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser und kann im Vergleich zu Erdwärmekollektoren auch in Gebieten ohne große Flächenverfügbarkeit genutzt werden, sofern die geltenden Abstandsregelungen zum Lärmschutz

eingehalten werden. Auch für die Nutzung in Wärmenetzen sind Luftwärmepumpen mit einer Größenordnung von 1-4 MW gut geeignet. Essenziell bei der Nutzung von Wärmepumpen ist eine Optimierung der benötigten Vorlauftemperaturen für die Raumheizung, um möglichst geringe Temperaturhübe zu benötigen.

4.4.3 Freiflächen Solarthermie

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem Potenzial von 2.406 GWh/a eine ebenfalls wichtige Ressource dar. Solarthermie nutzt Sonnenstrahlung, um mit Kollektoren Wärme zu erzeugen und über ein Verteilsystem zu transportieren. Geeignete Flächen werden nach technischen Anforderungen und unter Ausschluss von Restriktionen wie Naturschutz und baulicher Infrastruktur ausgewählt, wobei Flächen unter 500 m² ausgeschlossen werden (Siehe Abbildung 26). Analog zur Freiflächen-PV-Analyse wurden auch hier die weiteren Gebietseinschränkungen aus dem lokalen Standortkonzept angewendet. Die Potenzialberechnung basiert auf einer Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlungsdaten sowie Verschattung, mit einem Reduktionsfaktor für den Jahresenergieertrag. Bei der Planung und Erschließung von Solarthermie sind jedoch Flächenverfügbarkeit und Anbindung an Wärmenetze zu berücksichtigen. Auch sollten geeignete Flächen für die Wärmespeicherung (eine Woche bis zu mehreren Monaten je nach Einbindungskonzept) vorgesehen werden. Zudem sei darauf hingewiesen, dass es bei Solarthermie- und PV-Freiflächenanlagen eine Flächenkonkurrenz gibt.

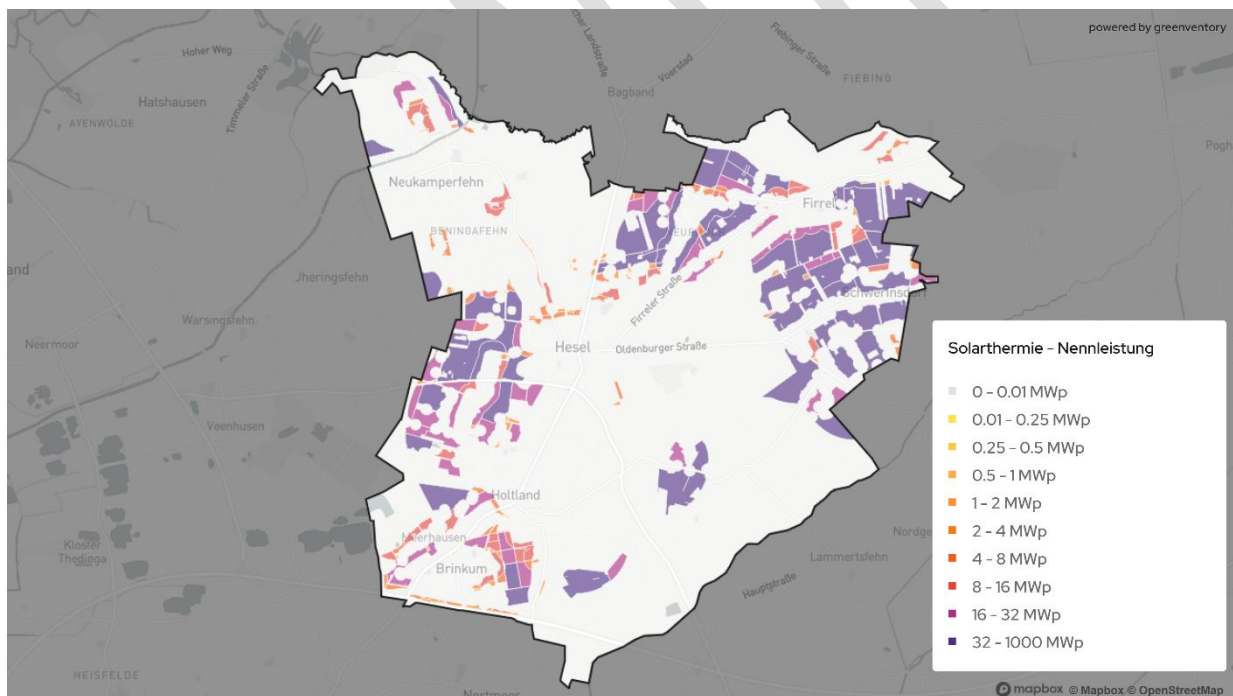


Abbildung 26: Verteilung der Potenziale für Freiflächen Solarthermie im Projektgebiet

4.4.4 Aufdach-Solarthermie

Auch auf Dachflächen kann Solarthermie genutzt werden. Im Projektgebiet bietet Solarthermie auf Dachflächen ein Potential von 126 GWh/a. Bei der Solarthermie auf Dachflächen wird mittels KEA-BW Methode das Potenzial aus 25 % der Dachflächen über 50 m² für die Wärmeerzeugung modelliert. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m² durch flächenspezifische Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermie konkurrieren direkt mit den Potenzialen für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern (Siehe Abbildung 27). Eine Entscheidung für die Nutzung des einen oder anderen Potenzials sollte individuell getroffen werden.

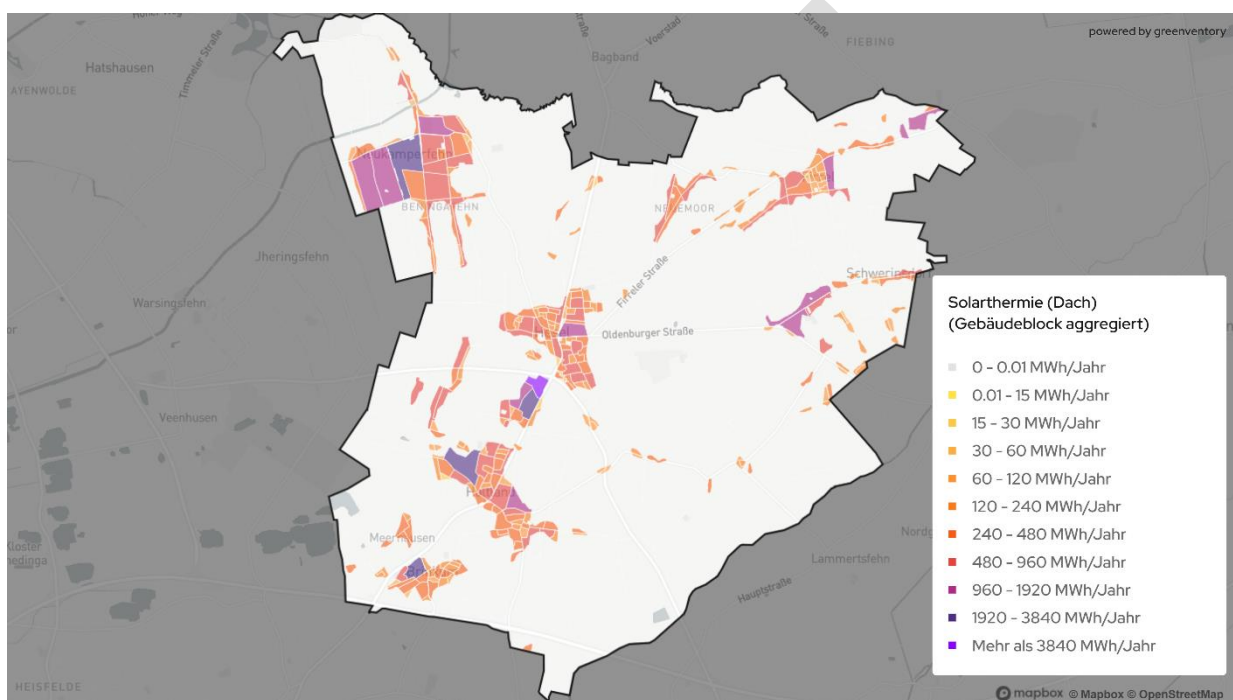


Abbildung 27: Verteilung der Potenziale für Aufdach-Solarthermie in der Samtgemeinde Hesel

4.4.5 Biomasse

Das thermische Biomassepotential (siehe Abbildung 28) beträgt 55 GWh/a und setzt sich aus Waldrestholz, Hausmüll (Biomüll), Grünschnitt und dem möglichen Anbau von Energiepflanzen zusammen. Allerdings liegt die Zuständigkeit für Abfallbeseitigung beim Landkreis und nicht bei der Samtgemeinde Hesel. Biomasse hat den Vorteil einer einfachen technischen Nutzbarkeit sowie hoher Temperaturen. Allerdings ist ersichtlich, dass diese nur in sehr begrenzter Menge zur Verfügung steht. Gleichzeitig gilt es, klimafreundlichere Alternativen zu den klassischen Energiepflanzen wie Mais zu finden und vermehrt auf Abfall- und Reststoffe zu setzen. Grundsätzlich ist beim Anbau von Energiepflanzen auch zu bedenken, dass diese verglichen mit anderen erneuerbaren Energien wie Wind oder PV bezogen auf die beanspruchte Fläche wesentlich weniger Strom- bzw. Wärmeerträge liefern (Thünen-Institut, 2023). Der Einsatz von Biomasse sollte daher in Zukunft vor allem der Abdeckung von Spitzenlasten vorbehalten sein.

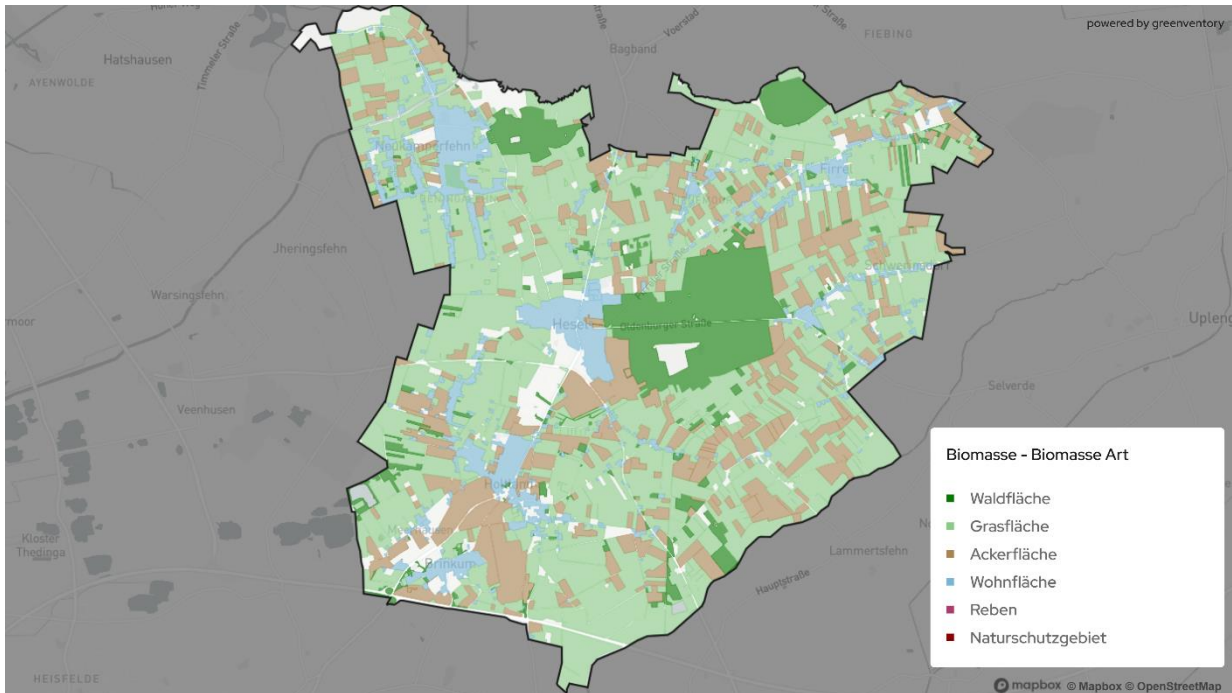


Abbildung 28: Verteilung der thermischen Biomassepotenziale in der Samtgemeinde Hesel

4.4.6 Klärwerksabwärme

Das Abwärmepotenzial, welches aus dem geklärten Abwasser am Auslauf des Klärwerks nordwestlich des Ortes Hesel gehoben werden kann, wurde auf 6 GWh/a beziffert. Durch die räumliche Nähe des Klärwerks zu Siedlungsgebieten in Hesel, stellt die Klärwerksabwärme eine potenziell bedeutsame Wärmequelle dar. Ob und wie dieses Potenzial in zukünftigen möglichen Wärmenetzen im Umfeld der Kläranlage genutzt werden kann, ist im Rahmen einer Machbarkeitsstudie im Anschluss an die Wärmeplanung zu prüfen.

4.4.7 Industrielle Abwärme

Für die Evaluierung der Nutzung von industrieller Abwärme wurden im Projektgebiet Abfragen bei möglichen relevanten Industrie- und Gewerbebetrieben durchgeführt. Zwar konnte im Rahmen der Abfrage kein Abwärmepotenzial quantifiziert werden, jedoch haben drei Unternehmen Bereitschaft für das Bereitstellen von Abwärme signalisiert. Eine weitere Untersuchung zur genaueren Quantifizierung der möglichen Abwärmepotenziale dieser Betriebe hat sich durch die Telefonate der Kommune im Anschluss an die Befragung bereits erledigt. Es wurden keine Abwärmepotenziale gefunden bzw. eine Auskopplung ist nicht möglich.

4.4.8 Kraft-Wärmekopplungs-Anlagen

KWK-Anlagen im Wärmenetz können eine wichtige Rolle beim Übergang zu einem fossilfreien Wärmesystem spielen. Basierend auf den vorhandenen KWK-Anlagen liegt das thermische Potenzial im Projektgebiet bei ca. 2 GWh Wärme pro Jahr. Wie auch beim Strom, zeigt die Analyse das Potenzial der bestehenden KWK-Infrastruktur,



welches durch eine Umstellung auf Biogas oder andere regenerative Gase erschlossen werden kann. Im Vergleich zu den anderen Potenzialen im Projektgebiet ist das Wärmepotenzial gering einzuordnen. Zukünftige Erweiterungen der Kapazität oder neue Standorte sind hierbei nicht berücksichtigt.

Ein wichtiger Aspekt, der in der Betrachtung der erhobenen Potenziale Berücksichtigung finden muss, ist das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers. Das Temperaturniveau hat einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz von Wärmeerzeugern, insbesondere Wärmepumpen. Des Weiteren gilt es zu berücksichtigen, dass die meisten hier genannten Wärmeerzeugungspotenziale eine Saisonalität aufweisen, sodass Speicherlösungen für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der Planung mitberücksichtigt werden sollten.

ENTWURF



4.4.9 Wasserstoffherzeugung

Die Anwendungen von Wasserstoff sind vielseitig. Alle Sektoren und verschiedene Wirtschaftsbereiche können von klimafreundlichem Wasserstoff als Energieträger oder Rohstoff profitieren. Fokus für den Wasserstoffeinsatz ist jedoch der Einsatz im Gewerbe- und Industriesektor, um Produktions- und notwendige Wärmeprozesse klimafreundlich darstellen zu können.

Industrie: Die Industrie stellt den wichtigsten Einsatzbereich für Wasserstoff dar und bietet die größten Emissionseinsparungen. In der für Deutschland wichtigen Großindustrie wie der Stahlerzeugung, Glasproduktion oder der Herstellung von Ammoniak können Kohle oder Erdgas aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht durch Strom ersetzt werden. Grüner Wasserstoff kann hier fossile Energieträger ersetzen und CO₂-Emissionen deutlich reduzieren.

Rückverstromung: Die erneuerbaren Energiequellen unterliegen Schwankungen. Je nachdem, wie der Wind weht und die Sonne scheint, wird mehr Strom erzeugt, als genutzt werden kann. Zu anderen Zeiten dagegen steht zu wenig Strom zur Verfügung. Durch einen Elektrolyseur kann überschüssiger Strom in Wasserstoff umgewandelt und dann gespeichert werden. Wird mehr Strom benötigt, kann der Wasserstoff zur Stromerzeugung in Gaskraftwerken genutzt werden.

Weitere Anwendungsbereiche: Wasserstoff kann außerdem in der Mobilität (z.B. in Lkw oder Zügen mit Brennstoffzellen) und in Einzelfällen im Wärmemarkt (z.B. durch Wasserstoffheizungen) eingesetzt werden. Der Einsatz von Wasserstoff bei privaten Endverbrauchern ist nach heutigem Stand aufgrund kostengünstiger Alternativen unwahrscheinlich. Mit der Wärmepumpe sowie dem Anschluss an ein Fern- oder Nahwärmenetz stehen in der häuslichen Wärmeversorgung anders als bei Industrie und Gewerbe technische Alternativen zur Verfügung.

Wasserstoff kann in flüssigem oder gasförmigem Zustand per Tankwagen auf der Straße transportiert werden. Über längere Strecken ist jedoch der Transport durch Leitungsnetze (Pipelines) deutlich effizienter. Bisher existiert jedoch noch keine Netzinfrastruktur für Wasserstoff, um Erzeugung, Abnehmer oder auch Speicher miteinander zu vernetzen. Das von den Ferngasnetzbetreibern erarbeitete und kürzlich durch die Bundesnetzagentur genehmigte Wasserstoff-Kernnetz ist der Startschuss für eine deutschlandweite Wasserstoffinfrastruktur (siehe Abbildung 29). Das Kernnetz ist ein bundesweites Wasserstoffnetz, welches den Transport von Wasserstoff in viele Regionen Deutschlands ermöglicht (im Straßenverkehr vergleichbar mit den Autobahnen).



Abbildung 29: Übersicht Wasserstoff-Kernnetz in Deutschland

Die lokale Versorgung des Wasserstoffs zu den Industriekunden bzw. zu den Kommunen erfolgt dann durch die Verteilnetzbetreiber über das nachgelagerte Regionalnetz (vergleichbar mit Bundes- und Landesstraßen, siehe Abbildung 30). Positiv ist, dass die bestehende Erdgasinfrastruktur ideale Voraussetzungen bietet, um klimaneutrale Gase wie Wasserstoff (oder auch Biomethan) aufzunehmen, zu transportieren und zu verteilen. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Rohrleitungen in den deutschen Gasverteilnetzen zu über 97 Prozent aus den wasserstofftauglichen Materialien Stahl und Kunststoff bestehen. Auch bei den verbauten Armaturen und Einbauteilen sind laut DVGW e.V. grundlegend keine signifikanten Hürden zu erwarten. Bei den rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen für den Betrieb von Wasserstoffnetzen sind allerdings derzeit noch viele Punkte offen.

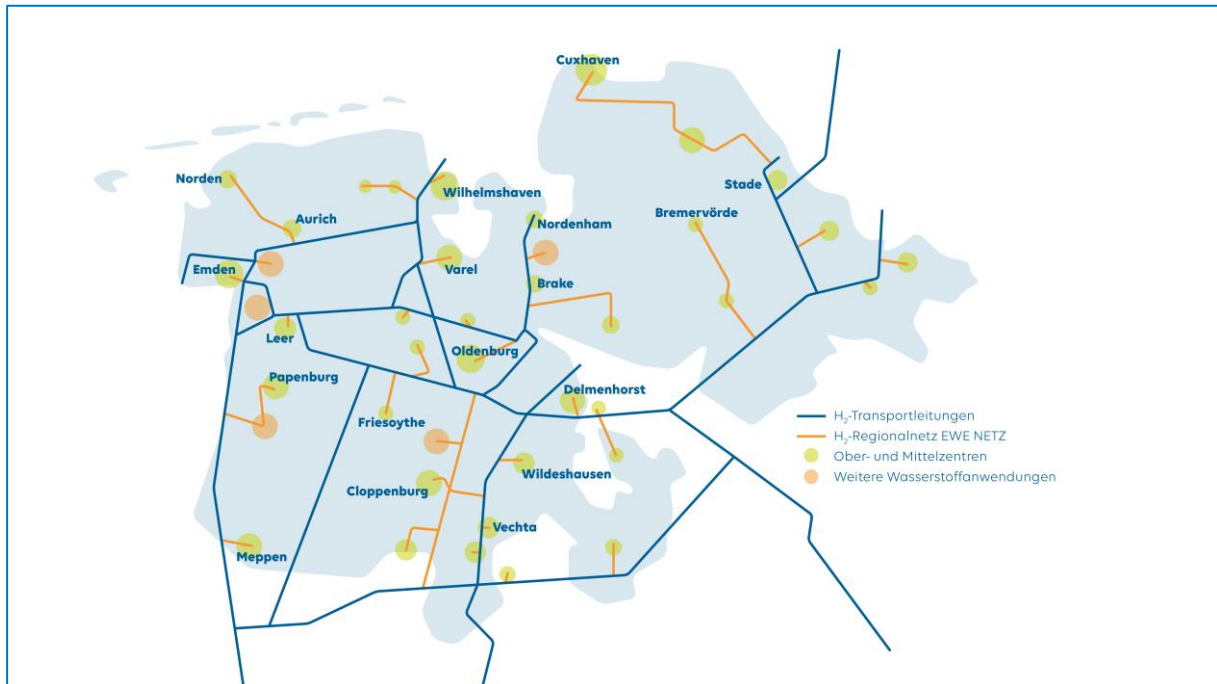


Abbildung 30: Lokale Versorgung des Wasserstoffs

Die dezentrale Erzeugung von Wasserstoff wird aufgrund der aktuellen hohen Kosten und der fehlenden Wasserstoff-Netzinfrastrukturen (Regional- bzw. Verteilnetz) nicht weiter betrachtet. Eine mögliche zukünftige Nutzung kann und sollte jedoch bei sich ändernden Rahmenbedingungen (rechtlich, regulatorisch etc.) in die Planungen aufgenommen werden. Dies kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans erfolgen.

4.4.10 Sanierung

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch umfassende Sanierungsmaßnahmen eine Gesamtreduktion um bis zu ca. 54 GWh bzw. 47 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Projektgebiet realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden (siehe Abbildung 31). Diese Gebäude sind sowohl in der Anzahl als auch in ihrem energetischen Zustand besonders relevant. Sie wurden vor den einschlägigen Wärmeschutzverordnungen erbaut und haben daher einen erhöhten Sanierungsbedarf. Besonders im Wohnbereich zeigt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Hier können durch energetische Verbesserung der Gebäudehülle signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. In Kombination mit einem Austausch der Heiztechnik bietet dies insbesondere für Gebäude mit Einzelversorgung einen großen Hebel. Typische energetische Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle sind in der Infobox: „Energetische Gebäudesanierung“ dargestellt. Diese können von der Dämmung der Außenwände bis hin zur Erneuerung der Fenster reichen und sollten im Kontext des Gesamtpotenzials der energetischen Sanierung betrachtet werden.

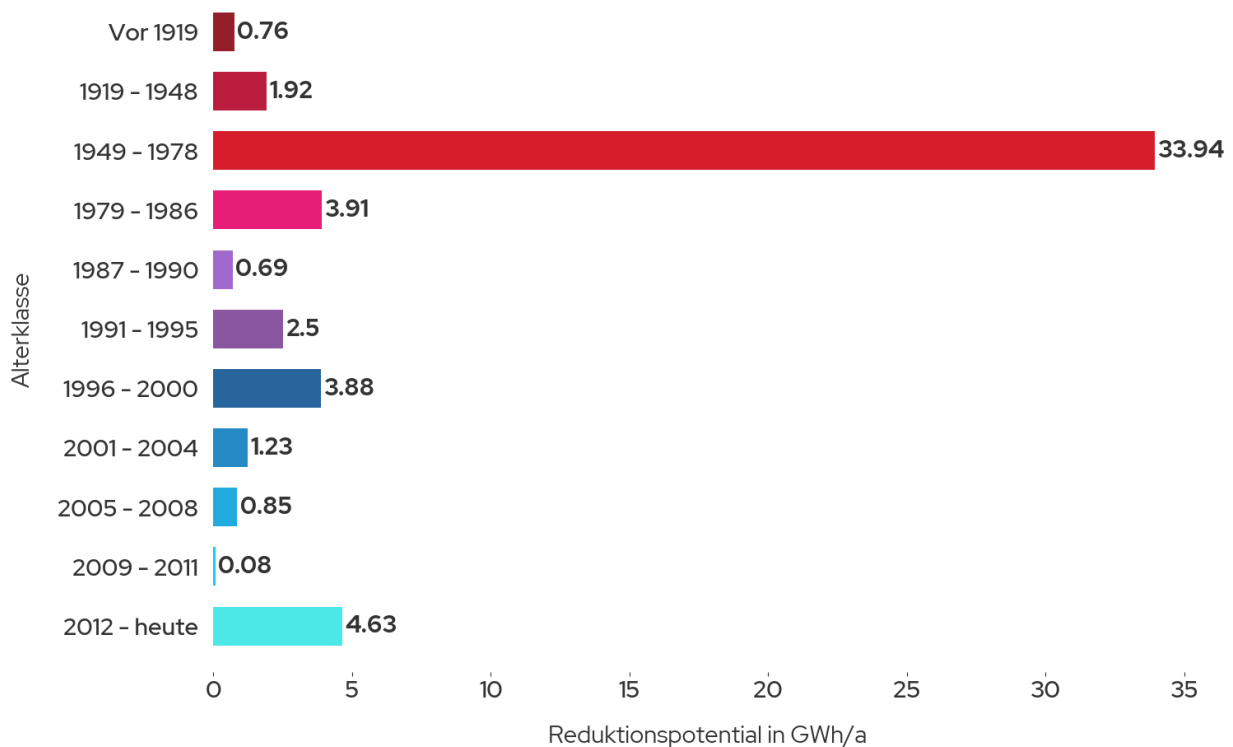


Abbildung 31: Reduktionspotential nach Baualtersklassen

Das Sanierungspotenzial bietet nicht nur eine beträchtliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien (Siehe Abbildung 32). Daher sollten entsprechende Sanierungsprojekte integraler Bestandteil weiterführender Konzepte und Maßnahmen sein.

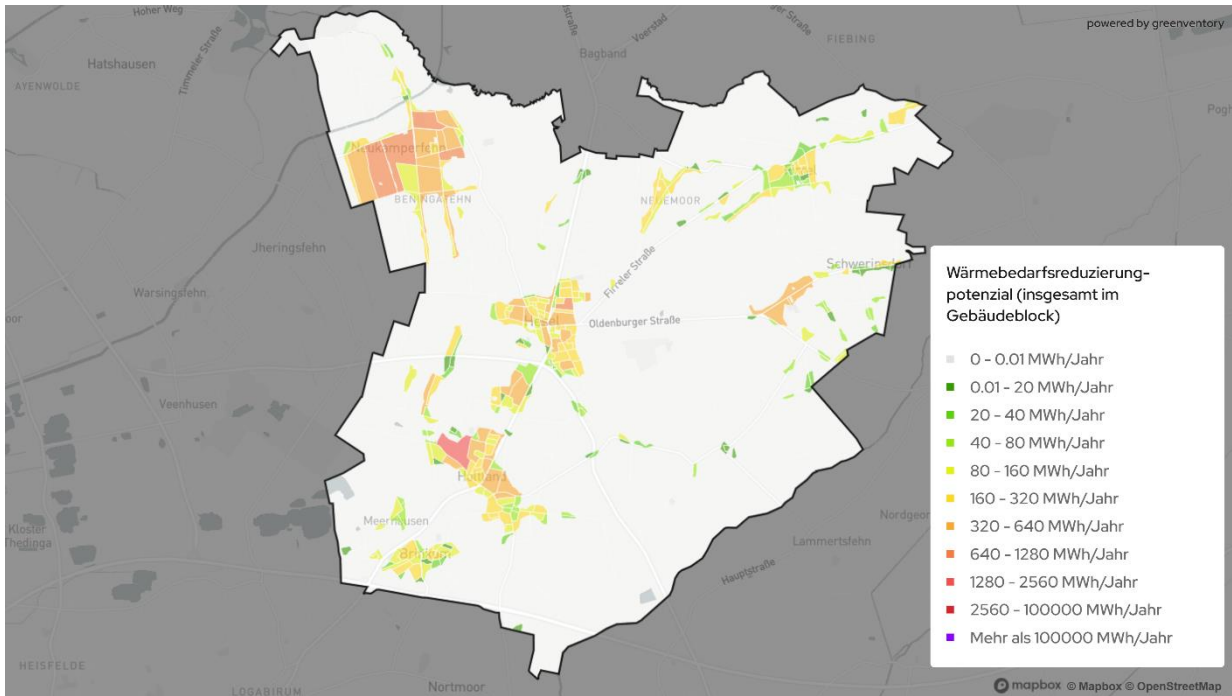


Abbildung 32: Verteilung der Sanierungspotenzial in der Samtgemeinde Hesel

Die Maßnahmen zur energetischen Sanierung sind vielfältig (Siehe Abbildung 33).

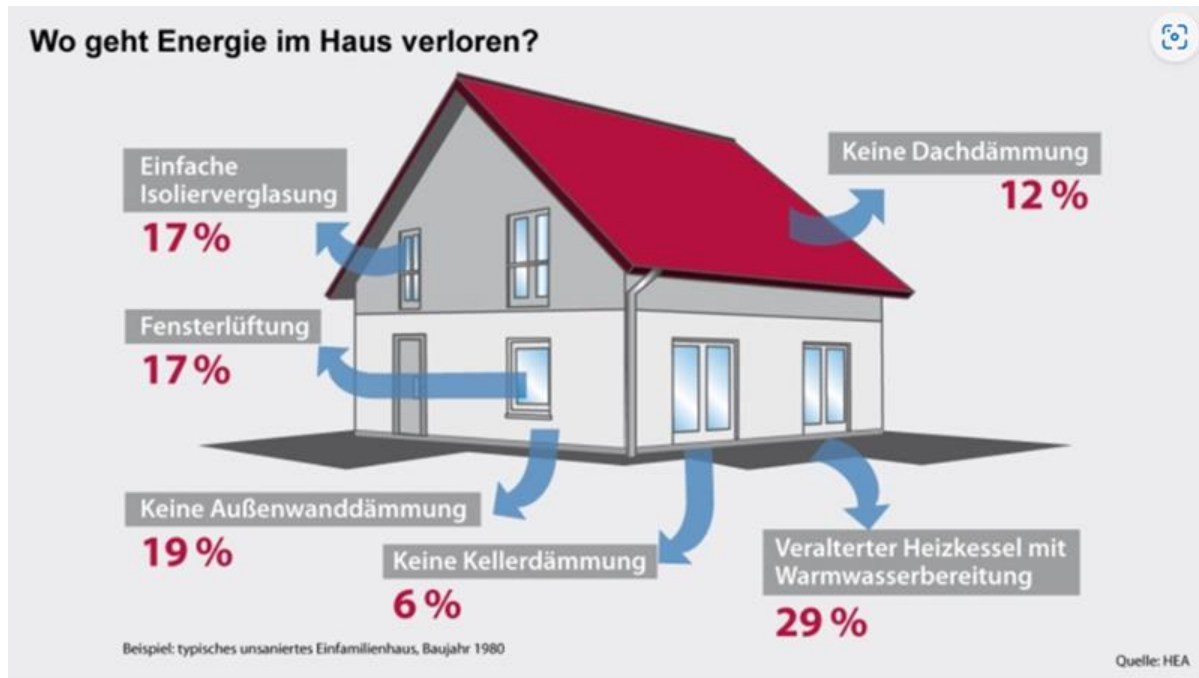
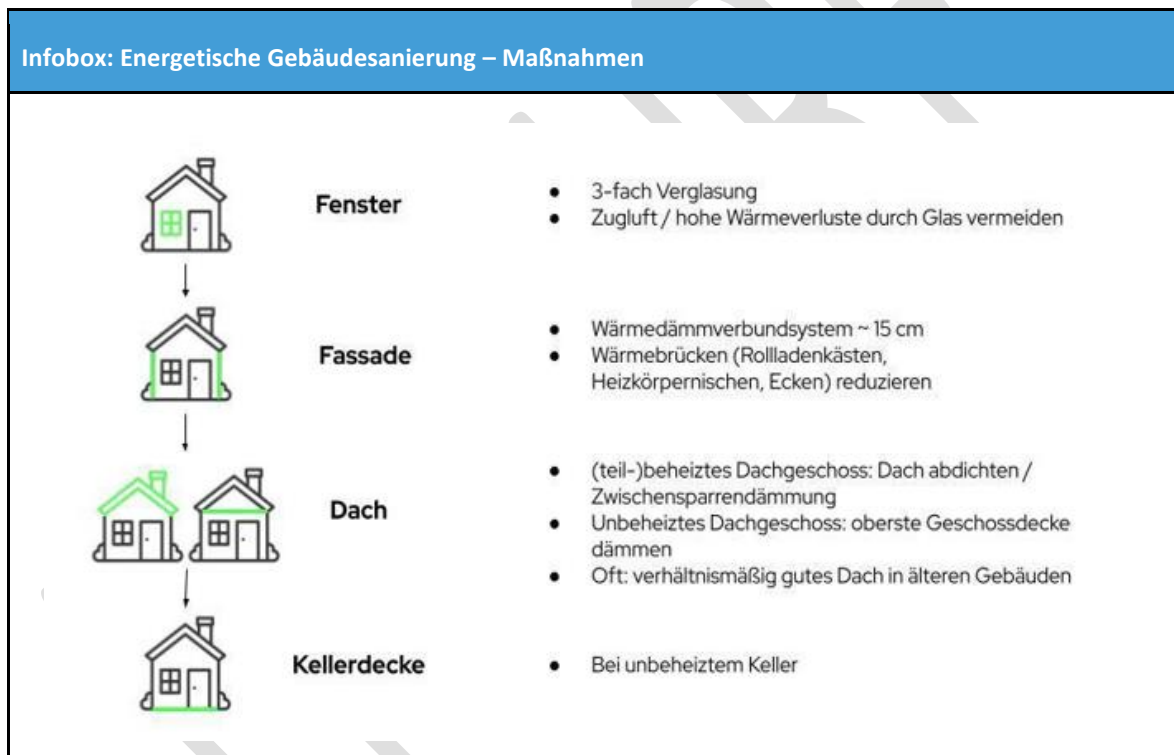


Abbildung 33: Energieverlust im Wohngebäude (Quelle: HEA)

1. Dämmung der Fassade: Reduktion von Wärmeverlusten des Gebäudes und Verhinderung Aufheizen im Sommer. Es gibt unterschiedliche Arten der Dämmung, wie z.B. Kern- und Einblasdämmung, Wärmeverbundsysteme oder hinterlüftete Vorhangfassaden.
2. Dämmung des Daches: Oftmals erfolgt eine Dämmung zwischen bzw. auf oder unter den bestehenden Sparren (Tragkonstruktion). Bei einer Nichtnutzung vom Dachgeschoss kann auch die obere Geschosdecke gedämmt werden.
3. Dämmung Kellerdecke: In Abhängigkeit der baulichen Gegebenheiten kann die Dämmung oberhalb oder unterhalb der Kellerdecke erfolgen.
4. Erneuerung der Fenster und Sonnenschutz: Fenster mit Zweifach- oder besser mit Dreifachverglasung und optimierten Fensterrahmen haben einen niedrigeren Wärmedurchgangskoeffizienten und somit geringere Energieverlust. Ferner schützen sie besser vor Lärm und Einbrechern. Hinsichtlich des Sonnenschutzes können Außenrollos und Markisen eingesetzt werden.
5. Einbau oder Erneuerung einer Lüftungsanlage: Lüftungsanlagen reduzieren die Feuchtigkeit und Geruchsbildung und ersetzen die Fensterlüftung bei der Energieverluste entstehen. Es gibt Systeme mit einer Wärmerückgewinnung aus der Abluft von bis zu 90%.

6. Erneuerung der Heizung: Neue Heizungsanlagen sind effizienter. Ferner benötigen Wärmepumpen und Biomassenkessel keine fossilen Energieträger, wie z.B. Erdgas und Heizöl, und können somit klimaneutral betrieben werden.

Gemäß der Infobox „Energetische Gebäudesanierung“ zählen zu den wesentlichen energetischen Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle der Austausch der Fenster sowie die Dämmung der Außenwände. Bei der Bewertung dieser Maßnahmen sollte der gesamte Rahmen der energieeffizienten Sanierung berücksichtigt werden. Die Renovierungsmöglichkeiten bieten erhebliche Potenziale zur Senkung des Energieverbrauchs, zur Verbesserung der Wohnqualität und zur Steigerung des Immobilienwerts. Daher sollten derartige Projekte ein wesentlicher Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung sein.





4.5 Zusammenfassung und Fazit Potenzialanalyse

Die Untersuchung zeigt, dass Photovoltaik auf Freiflächen das größte Potenzial zur erneuerbaren Stromerzeugung im Samtgemeindegebiet bietet, mit 1.815 GWh pro Jahr. Daraus lässt sich ableiten, dass der Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen eine zentrale Maßnahme zur Steigerung der erneuerbaren Energieproduktion sein sollte.

Windenergieanlagen könnten 143 GWh pro Jahr und Photovoltaikanlagen auf Dachflächen 138 GWh pro Jahr beitragen und sollten daher in die Planungen einbezogen werden. Biomasse könnte über Biogas-Blockheizkraftwerke 39 GWh pro Jahr zur Stromerzeugung liefern, während KWK-Anlagen bei Umstellung auf Biogas 2 GWh pro Jahr erzeugen könnten. Diese Technologien können zur Deckung von Spitzenlasten beitragen, was ihre Integration in das Energiesystem sinnvoll macht.

Für die Wärmeversorgung bieten oberflächennahe Geothermie mit 4.455 GWh pro Jahr und Erdwärmekollektoren mit 3.228 GWh pro Jahr die vielversprechendsten Optionen. Daher sollten diese Technologien priorisiert und gefördert werden. Solarthermie auf Freiflächen bietet 2.406 GWh pro Jahr und auf Dachflächen 126 GWh pro Jahr. Luftwärmepumpen haben ein Potenzial von 110 GWh pro Jahr und sind besonders für kleinere Gebäude geeignet. Das thermische Biomassepotenzial beträgt 55 GWh pro Jahr, und das Abwärmepotenzial aus dem Klärwerk nordwestlich von Hesel beträgt 6 GWh pro Jahr.

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands ist ein weiterer wichtiger Schritt zur Erreichung der Klimaziele. Durch umfassende Sanierungsmaßnahmen könnte der Gesamtwärmeverbrauch im Projektgebiet um bis zu 54 GWh bzw. 47 % reduziert werden. Besonders Gebäude, die vor 1978 erbaut wurden, haben ein hohes Sanierungspotenzial. Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäudehülle und der Heiztechnik sollten integraler Bestandteil der weiteren Planungen sein.

Zusammengefasst sollten die Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur energetischen Sanierung des Gebäudebestands in einem ganzheitlichen Konzept zusammengeführt werden, um die Klimaziele der Samtgemeinde effektiv zu erreichen.

5 Eignungsgebiete für Wärmenetze

Wärmenetze sind eine Schlüsseltechnologie für die Wärmewende, jedoch sind diese nicht überall wirtschaftlich. Die Ermittlung von Eignungsgebieten für die Versorgung mit Wärmenetzen ist eine zentrale Aufgabe der KWP und dient als Grundlage für weiterführende Planungen und Investitionsentscheidungen (siehe Abbildung 34). Die identifizierten und in der KWP beschlossenen Eignungsgebiete können dann in weiteren Planungsschritten bis hin zur Umsetzung entwickelt werden.

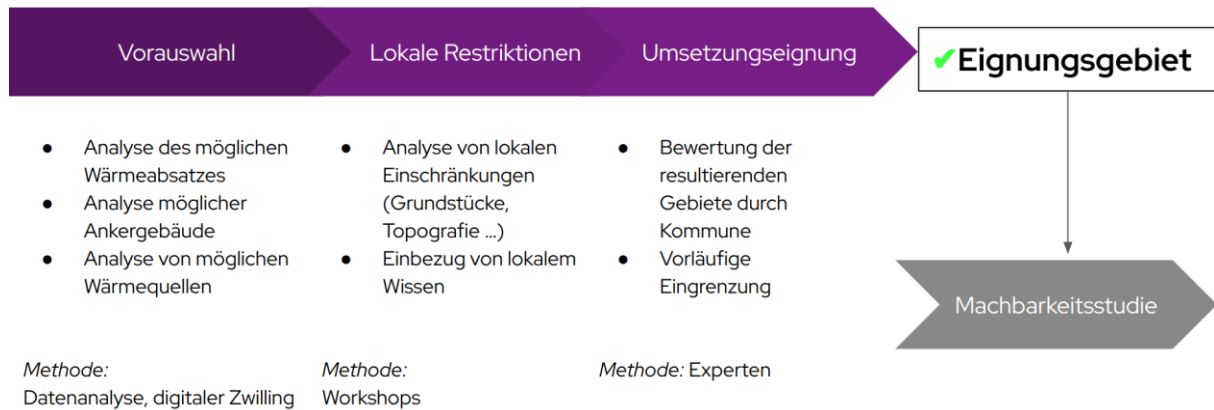


Abbildung 34: Vorgehen bei der Identifikation der Eignungsgebiete

Wärmenetze stellen eine effiziente Technologie dar, um große Versorgungsgebiete mit erneuerbarer Wärme zu erschließen und den Verbrauch mit den Potenzialen, welche sich oft an den Siedlungsändern oder außerhalb befinden, zu verbinden. Die Implementierung solcher Netze erfordert allerdings erhebliche Anfangsinvestitionen sowie einen beträchtlichen Aufwand in der Planungs-, Erschließungs- und Bauphase. Aus diesem Grund ist die sorgfältige Auswahl potenzieller Gebiete für Wärmenetze von großer Bedeutung.

Ein wesentliches Kriterium für die Auswahl geeigneter Gebiete ist die Wirtschaftlichkeit, welche durch den Zugang zu kosteneffizienten Wärmeerzeugern und einen hohen Wärmeabsatz pro Meter Leitung charakterisiert wird. Zudem spielt die Realisierbarkeit eine entscheidende Rolle, welche durch Tiefbaukosten und -möglichkeiten, die Akzeptanz der Bewohner und Kunden sowie das geringe Erschließungsrisiko der Wärmequelle beeinflusst wird. Schließlich ist die Versorgungssicherheit ein entscheidendes Kriterium. Diese wird sowohl organisatorisch durch die Wahl verlässlicher Betreiber und Lieferanten als auch technisch durch die Sicherstellung der Energieträgerverfügbarkeit, geringen Preisschwankungen einzelner Energieträger und das minimierte Ausfallrisiko der Versorgungseinheiten gewährleistet. Diese Kriterien sorgen dafür, dass die Wärmenetze nicht nur effizient und wirtschaftlich, sondern auch nachhaltig und zuverlässig betrieben werden können.

Bis es zum tatsächlichen Bau von Wärmenetzen kommt, müssen zahlreiche Planungsschritte durchlaufen werden. Die Wärmeplanung ist hier als ein erster Schritt zu sehen, in welcher geeignete Projektgebiete identifiziert werden. Eine detaillierte, technische Ausarbeitung des Wärmeversorgungssystems ist nicht Teil der kommunalen Wärmeplanung, sondern wird im Rahmen von Machbarkeitsstudien erarbeitet. In diesem Bericht wird zwischen zwei Kategorien von Versorgungsgebieten unterschieden:



Eignungsgebiete für Wärmenetze

- Gebiete, welche auf Basis der bisher vorgegebenen Bewertungskriterien für Wärmenetze grundsätzlich geeignet sind.

Einzelversorgungsgebiete

- Gebiete, in welchen eine wirtschaftliche Erschließung durch Wärmenetze nicht gegeben ist. Die Wärmeerzeugung erfolgt individuell im Einzelgebäude.

5.1 Einordnung der Verbindlichkeit zum Neu- und Ausbau von Wärmenetzen

In diesem Wärmeplan werden keine verbindlichen Ausbaupläne beschlossen. Die im Folgenden vorgestellten Eignungsgebiete zu Wärmenetzausbau- und -neubaugebieten dienen als strategisches Planungsinstrument für die Infrastrukturentwicklung der nächsten Jahre. Für die Eignungsgebiete in der Samtgemeinde Hesel sind weitergehende Einzeluntersuchungen auf Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit zwingend notwendig. Die flächenhafte Betrachtung im Rahmen der KWP kann nur eine grobe, richtungsweisende Einschätzung liefern.

Zudem hat die Samtgemeinde grundsätzlich die Möglichkeit, ein Gebiet als Wärmenetzvorranggebiet auszuweisen. Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer innerhalb eines Wärmenetzvorranggebietes mit Anschluss- und Benutzungszwang sind verpflichtet, sich an das Wärmenetz anzuschließen. Anschluss- und Benutzungszwang, eine kommunale Verordnung, gibt der Gemeinde die Befugnis, festzulegen, wie öffentliche Einrichtungen wie Fernwärme, Abwasserentsorgung und Wasserversorgung anzuschließen und zu nutzen sind. Dies bedeutet, dass Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer an bestimmten Standorten verpflichtet sind, ihre Gebäude an das entsprechende Netz anzuschließen und dieses zu nutzen. Diese Regelung zielt darauf ab, umwelt- und gesundheitsbezogene Ziele zu erreichen und gleichzeitig die wirtschaftliche Tragfähigkeit und Nachhaltigkeit öffentlicher Versorgungsnetze zu gewährleisten.

Der Zusammenhang zwischen dem Anschluss- und Benutzungszwang und der Ausweisung eines Wärmenetzausbaugebiets liegt in der Sicherstellung der Nutzung und Wirtschaftlichkeit der geplanten Infrastruktur. Diese Zuordnung, die auf den Erkenntnissen der Wärmeplanung beruht, erfolgt in der Regel durch eine Satzung, Verordnung oder einen Verwaltungsakt. Durch die Festlegung eines Anschluss- und Benutzungszwangs und die Ausweisung eines Wärmenetzausbaugebiets wird sichergestellt, dass die effiziente Nutzung von Infrastrukturinvestitionen sowie die Nachhaltigkeit und Zuverlässigkeit der Wärmeversorgung in diesen Regionen gewährleistet sind. Diese Verpflichtung besteht bei Neubauten sofort. Im Bestand besteht die Verpflichtung erst ab dem Zeitpunkt, an dem eine grundlegende Änderung an der bestehenden Wärmeversorgung vorgenommen wird. In einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt sollen auf Grundlage der Eignungsgebiete konkrete Ausbauplanungen für Wärmenetzausbaugebiete erstellt werden.

Für den nach WPG erstellten Wärmeplan wird NKlimaG berücksichtigt und gilt in Bezug auf das GEG:

„Fällt in einer Kommune vor Mitte 2026 oder Mitte 2028 eine Entscheidung zur Ausweisung eines Gebiets für den Neu- oder Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes basierend auf einem Wärmeplan, wird dort die Verpflichtung zur Nutzung von 65 Prozent erneuerbaren Energien in Heizsystemen bereits dann wirksam. Der



Wärmeplan allein reicht jedoch nicht aus, um diese früheren Verpflichtungen nach dem GEG auszulösen. Vielmehr braucht es auf dieser Grundlage eine zusätzliche Entscheidung der Kommune über die Gebietsausweisung, die öffentlich bekannt gemacht werden muss.“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023).

Das bedeutet, wenn die Samtgemeinde Hesel beschließt, vor 2028 Neu- und Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen und diese zu veröffentlichen, gilt die 65 %-EE-Pflicht für Bestandsgebäude einen Monat nach Veröffentlichung. Dabei sind die gesetzlichen Übergangsfristen gemäß § 71j des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) zu berücksichtigen. Demnach besteht eine Übergangsfrist von bis zu 10 Jahren nach Vertragsabschluss für den Anschluss an ein Wärmenetz und den Abschluss eines Liefervertrages mit einem 65 %-EE-Wärmeanteil. Bis dahin kann eine Heizung ohne diesen EE-Anteil weiter genutzt werden.

5.2 Eignungsgebiete im Projektgebiet

Im Rahmen der Wärmeplanung lag der Fokus auf der Identifikation von Eignungsgebieten. Der Prozess der Identifikation der Eignungsgebiete erfolgte in drei Stufen:

- 1. Vorauswahl:** Zunächst wurden die Eignungsgebiete automatisiert ermittelt, wobei ausreichender Wärmeabsatz pro Fläche bzw. Straßenzug und vorhandene Ankergebäude, wie kommunale Gebäude, berücksichtigt wurden.
- 2. Lokale Restriktionen:** In einem zweiten Schritt wurden die automatisiert erzeugten Eignungsgebiete im Rahmen von Expertenworkshops näher betrachtet. Dabei flossen sowohl örtliche Fachkenntnisse als auch die Ergebnisse der Potenzialanalyse ein. Es wurde analysiert, in welchen Gebieten neben einer hohen Wärmedichte auch die Nutzung der Potenziale zur Wärmeerzeugung günstig erschien.
- 3. Umsetzungseignung:** Im letzten Schritt unterzog die Samtgemeindeverwaltung die verbleibenden Gebiete einer weiteren Analyse und grenzte sie ein. Im Projektgebiet wurden die in blau eingezeichneten Eignungsgebiete für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Im Projektgebiet wurden die in Abbildung 35 blau eingezeichneten Eignungsgebiete für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Sämtliche Gebiete, die nach den durchgeführten Analysen, zum aktuellen Zeitpunkt, als wenig geeignet für ein Wärmenetz eingestuft wurden, sind als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen.

Zusammensetzung der Wärmeerzeugung: Mittels Kennzahlen und üblichen Auslegungsregeln wurde für die Eignungsgebiete ein Wärmeversorgungs-Szenario skizziert. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass 70 % der Heizlast des Versorgungsgebiet mittels einer Grundlast-Technologie erzeugt werden. Es wird angenommen, dass die Grundlast mit 6.000 Volllaststunden in Betrieb ist. Die Spitzenlast deckt die Energiemenge, die an den kältesten Tagen oder zu Stoßzeiten benötigt wird. Diese wird in der Praxis mit einer Technologie, die gut regelbar ist, realisiert (bspw. Pelletheizungen oder Biogaskessel).



Es handelt sich hierbei um ein technisch sinnvolles Zielszenario, welches als Orientierung für die Definition der folglich ermittelten Maßnahmen gedeutet werden soll. Die vorgeschlagenen Wärmeversorgungs-technologien sind nicht verbindlich und wurden auf der aktuell verfügbaren Datengrundlage ermittelt.

In den folgenden Abschnitten werden die Eignungsgebiete in kurzen Steckbriefen vorgestellt und eine mögliche Wärmeversorgung anhand der lokal vorliegenden Potenzialen skizziert. Die vorgeschlagenen nutzbaren Potentiale müssen auf die Machbarkeit, Umsetzbarkeit, Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit vertieft untersucht werden. Eine Übersicht der Eignungs-, bzw. Fokusgebiete befindet sich in Tabelle 5 Tabelle 1 und räumlich dargestellt auf Abbildung 35.

Tabelle 5: Übersicht der identifizierten Gebiete im Projektgebiet

Gemeinde	Gebietsname	Gebietstyp	Aktueller Wärmebedarf [MWh/a]:
Hesel	Schulzentrum-Schwimmbhalle Hesel	Wärmenetzeignungsgebiet	2.308
Firrel	Ortskern Firrel	Wärmenetzeignungsgebiet	1.790
Brinkum	Ortskern Brinkum	Wärmenetzeignungsgebiet	2404
Neukamperfehn	Gewerbegebiet Neukamperfehn	Prüfgebiet	1.063
Holtland	Holtland-Nücke	Prüfgebiet	2.008
Hesel	Gewerbegebiet Leeraner Straße	Prüfgebiet	4.640
Hesel	Leben am Wald	Prüfgebiet	1.836
Hesel	Ortskern Hesel	Potenzielles Netzgebiet	7.007
Holtland	Ortskern Holtland	Potenzielles Netzgebiet	3.717

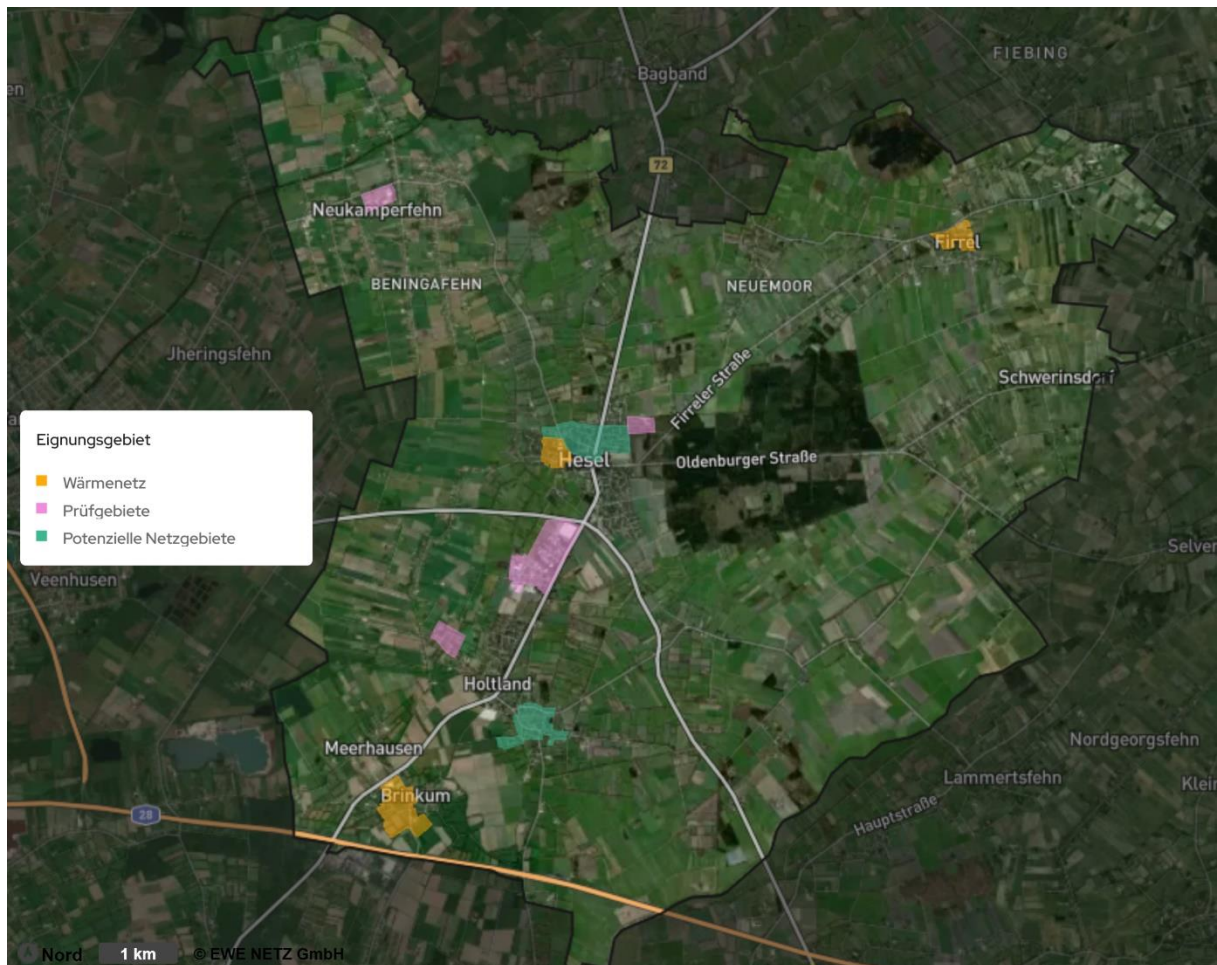


Abbildung 35: Übersicht über die definierten Eignungsgebiete für Wärmenetze, Prüfgebiete und potenzielle Netzgebiete im Projektgebiet



Eignungsgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand
Schulzentrum-Schwimmhalle Hesel	Eignungsgebiet für zentrale Wärmeversorgung mittels Abwärme	Technisch	Hoch

Gebietsbeschreibung:

Im Westen des Ortskernes der Gemeinde Hesel befindet sich die Eignungsgebiet „Schulzentrum-Schwimmhalle Hesel“. Im Eignungsgebiet ist hohe Altersstruktur im Bestand sowie öffentliche Gebäude, die einen hohen Wärmebedarf aufweisen. Das identifizierte Eignungsgebiet umfasst 57 Gebäude mit einem vorwiegenden Baujahr bis 1978 und ist zu 84 % durch private Wohnungen und 14 % durch öffentliche Gebäude geprägt. Wichtigster Energieträger ist aktuell das Erdgas, welches den Großteil des Wärmebedarfes deckt, ansonsten sind auch vereinzelt biomasse- sowie strombasierte Heizsysteme verbaut. Es wurde ein Wärmebedarf von 2.308,28 MWh ermittelt, welcher unter der Annahme stetiger Sanierung zum Jahr 2040 auf 1.468,02 MWh sinkt. Bei der Analyse der verbauten Heizungsanlagen wurde eine installierte Heizleistung von derzeit 2.057 kW sowie ein Durchschnittsalter von 14 Jahren ermittelt.

Das Eignungsgebiet umfasst eine Fläche von ca. 11 ha.

Aufgrund der Gebäudestruktur und hohen Wärmeliniendichte von durchschnittlich 2.332 kWh/m*a eignet sich dieses Gebiet für ein Wärmenetz (siehe Abbildung 36).

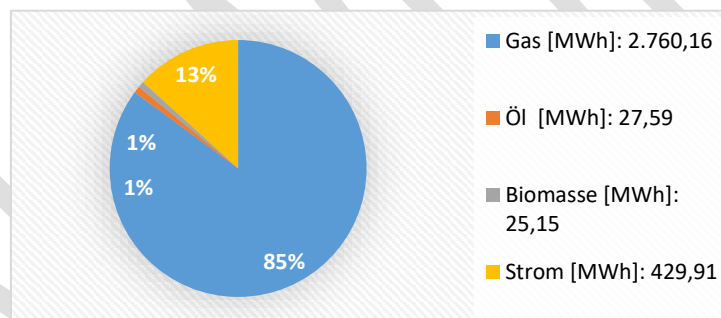




Abbildung 36: Eignungsgebiet „Schulzentrum-Schwimmhalle Hesel“

Versorgungsoptionen:

Als mögliche Wärmequelle in etwa 600 m Entfernung des Gebiets wurde das Abwasser bzw. das austretende Wasser nach der Abwasserbehandlung mit einem Potenzial von 6 GWh/a, wie in Kapitel 4.4 beschrieben, identifiziert. Dieses kann genutzt werden, um eine Wasser-Großwärmepumpe zu betreiben. Die Wärmeleistung kann im Jahres- wie auch im Tagesverlauf leichten Schwankungen unterliegen, jedoch sind diese von geringer Natur. Die Spitzenlast, welche zu Stoßzeiten und an den kältesten Tagen benötigt wird, könnte mittels Biomasse (bspw. einer mit Holzpellets betriebenen Heizzentrale und/oder Biogas) gedeckt werden. Zu beachten ist, dass die Schwimmhalle bereits über ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Wärme versorgt wird.

Ein genaues Vorgehen sollte hierbei in der empfohlenen anschließenden Vorstudie erarbeitet werden und auch etwaige andere Baumaßnahmen beachten.

Auswirkungen:

Die aus der Wärmeversorgung entspringenden THG-Emissionen belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet auf bisher 604 t CO₂-e pro Jahr. Die erzielbare CO₂-Einsparung durch das angenommene Wärmenetz liegt bei 567 t/a bzw. 94 %.

Zielszenario 2040:

Ein Großteil des Wärmebedarfs kann durch zentrale Wärmepumpen und oberflächennahe Geothermie gedeckt werden. Die restliche Wärme, welche zu Stoßzeiten und an den kältesten Tagen benötigt wird, könnte mittels Biomasse bspw. einer mit Holzpellets betriebenen Heizzentrale und/oder Solarthermie (Abbildung 37).

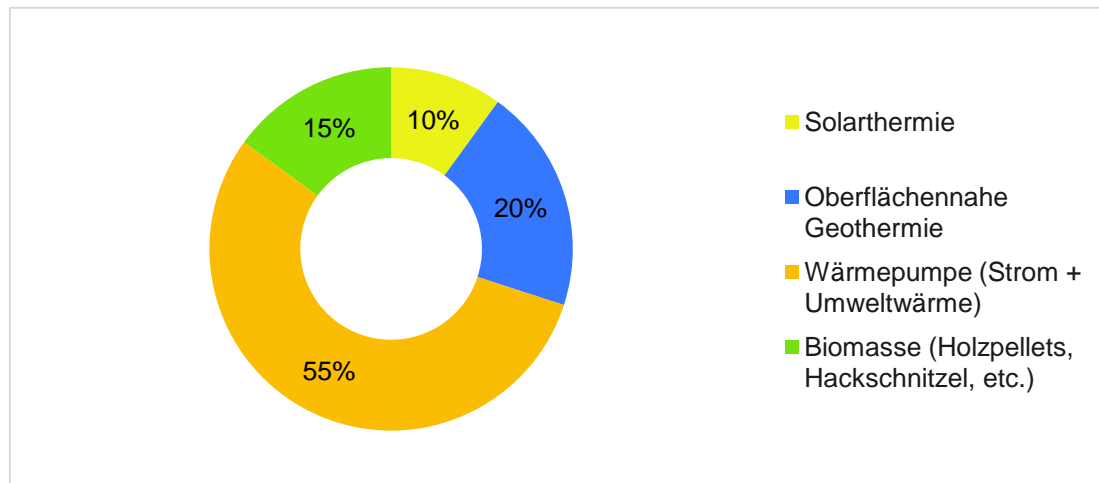


Abbildung 37: Wärmeversorgung Eignungsgebiet „Schulzentrum-Schwimmhalle Hesel“ im Zielszenario 2040

Eignungsgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand
Ortskern Firrel	Eignungsgebiet für zentrale Wärmeversorgung mittels Abwärme	Technisch	Hoch

Gebietsbeschreibung:

Das Eignungsgebiet beinhaltet 92 Gebäude mit dem durchschnittlichen Baujahr 1969, die sich aus den Gebäudetypen zu 6 % GHD, 93 % Wohngebäude und 1 % sonstige Gebäude zusammensetzen. Die energetische Wärmeversorgung erfolgt größtenteils mittels Erdgas und verbleibend mit Öl und Biomasse. Im Gebiet liegt ein Wärmebedarf von 1.790,48 MWh/a vor, der sich prognostiziert im Jahr 2040 auf 1.011,40 MWh/a reduzieren könnte. Im Gebiet sind heute Heizungsanlagen installiert mit einer ungefähren Heizleistung von 2,54 MW und einem durchschnittlichen Alter von 16 Jahren. Das Eignungsgebiet umfasst eine Fläche von ca. 11 ha. Aufgrund der alten Gebäudebestand (Baujahr 1949 – 1978) eignet sich dieses Gebiet für ein Wärmenetz (siehe Abbildung 38).

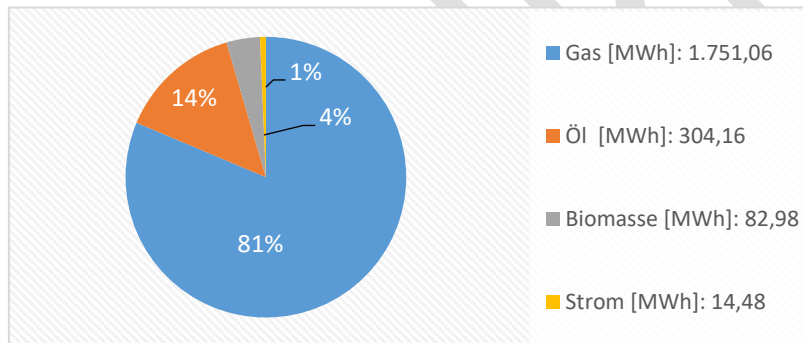


Abbildung 38: Eignungsgebiet „Ortskern Firrel“



Versorgungsoptionen:

Im Ortskern von Firrel befinden sich in der Kirchstraße und Waagestraße ältere Gebäude aus den Jahren 1949-1978 mit erhöhtem Energiebedarf, da sie vor der 1. Wärmeschutzverordnung errichtet wurden. Die Errichtung eines Wärmenetzes für diesen Bereich sollte geprüft werden.

Als mögliche Wärmequellen kommen eine Erdwärmepumpe mit Kollektor-Sondenfeld an der Unlander Str. sowie die Abwärme des BHKWs des Unternehmens „Mode und Wohnen Kaiser GmbH & Co. KG“ infrage. Die thermische Leistung des BHKWs beträgt 88 kW, zudem wäre eine Umstellung von Erdgas auf Biomethan zu prüfen. Voraussetzung ist die Bereitschaft des Unternehmens zur Abgabe der Abwärme.

Eine Machbarkeitsstudie sollte die Verfügbarkeit und Leistung der potenziellen Energiequellen sowie die Wärmebedarfe der Gebäude analysieren – unter Berücksichtigung von Temperaturniveaus sowie saisonalen und tageszeitlichen Schwankungen. Zudem gilt es, die technisch und wirtschaftlich sinnvollste Trassenführung und Anschlussquote zu untersuchen.

Zur Finanzierung können BEW-Mittel (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) genutzt werden. Modul 1 unterstützt Transformationspläne und Machbarkeitsstudien, Modul 2 die Investitionsförderung für den Bau des Netzes. Einzelmaßnahmen wie der Einbau eines Wärmeerzeugers werden über Modul 3 gefördert, während Modul 4 Betriebskostenförderung für Solarthermie und Wärmepumpen bietet.

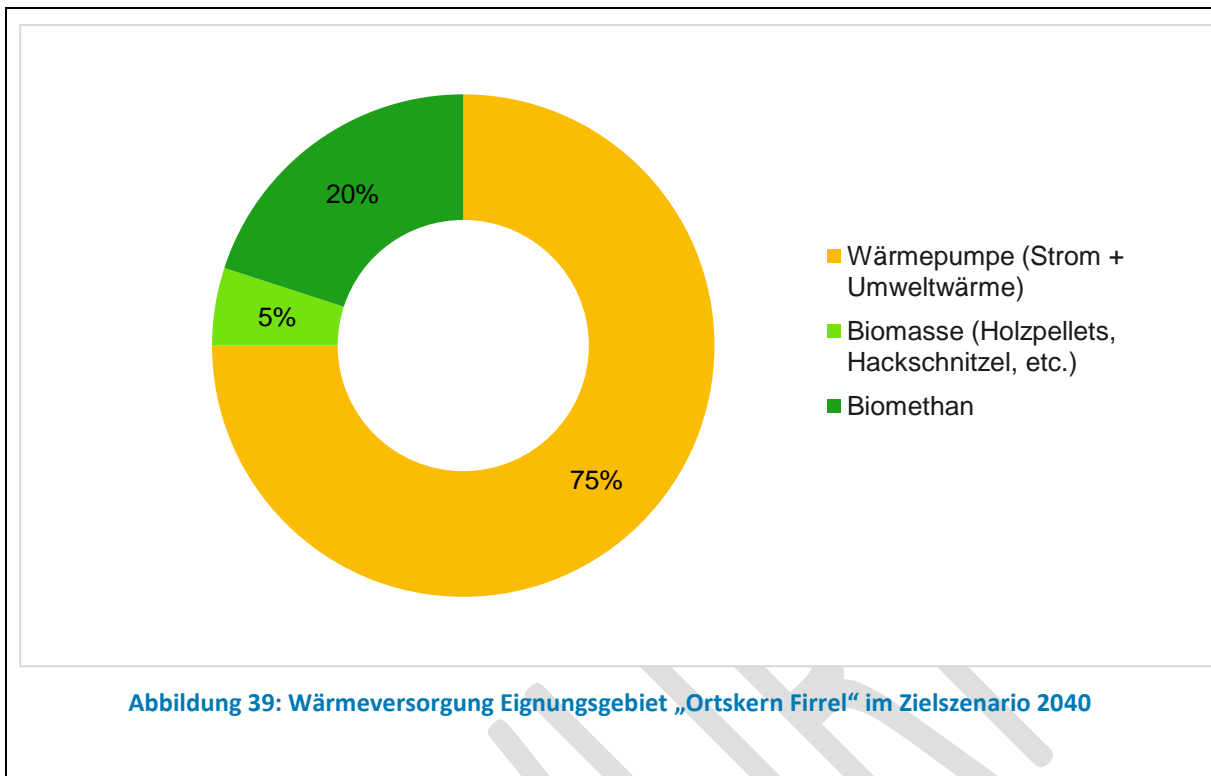
Zusätzlich könnten durch die Machbarkeitsstudie „Energieautarke Gemeinden Dornum & Firrel“ von H2-Ostfriesland weitere Wärmequellen identifiziert werden. Ziel dieser Studie ist die Entwicklung individueller Technologiekonzepte für eine hundertprozentige Versorgung mit erneuerbaren Energien und eine regionale Wertschöpfung.

Auswirkungen:

Die aus der Wärmeversorgung entspringenden THG-Emissionen, wie im Abschnitt Gebietsbeschreibung erläutert, belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet bisher auf 475 t CO₂-e pro Jahr. Die erzielbare CO₂-Einsparung durch das angenommene Wärmenetz liegt bei 451 t/a bzw. 95 %

Zielszenario 2040:

Zentrale Wärmepumpen werden voraussichtlich den Großteil der Wärmeversorgung (Grundlast) realisieren. Welche Wärmequelle die lokal günstigste Versorgungsvariante darstellt, sollte im Rahmen einer Vorstudie untersucht werden. Spitzenlasten können mit Biomethan/Biomasse gedeckt werden (siehe Abbildung 39 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Standorte für zentrale Wärmepumpen sind in Machbarkeitsstudien zu definieren.



Eignungsgebiet	Titel	Maßnahmenart	Aufwand
Ortskern Brinkum	Eignungsgebiet für zentrale Wärmeversorgung	Technisch	Hoch

Gebietsbeschreibung:

Der Eignungsbereich „Ortskern Brinkum“ befindet sich im Zentrum der Gemeinde Brinkum. Dieses Gebiet zeichnet sich durch einen älteren Gebäudebestand aus, von dem 62 % vor der Einführung der Wärmeschutzverordnung errichtet wurden. Zudem befindet sich dort die Ammerland-Molkerei, die einen hohen Wärmebedarf aufweist. Das identifizierte Eignungsgebiet umfasst 109 Gebäude, von denen 88 % private Wohnungen sind.

Derzeit ist Erdgas die wichtigste Energiequelle und deckt den Großteil des Heizbedarfs, obwohl in Einzelfällen auch Biomasse- und elektrisch betriebene Heizsysteme genutzt werden. Ein Wärmebedarf von 2.403,64 MWh wurde ermittelt, der bei kontinuierlicher Sanierung bis 2040 auf 1.848,52 MWh sinken wird. Die Analyse der installierten Heizsysteme ergab eine installierte Heizleistung von derzeit 2.272 kW und ein Durchschnittsalter der Systeme von 14 Jahren. Das Eignungsgebiet erstreckt sich über eine Fläche von ca. 29 Hektar.

Aufgrund der alten, relativ dicht bebauten Struktur und der Überlegungen, im geplanten Entwicklungsgebiet Eilling auf kalte Nahwärme zu setzen, ist dieses Gebiet für den Bau eines Wärmenetzes besonders geeignet (siehe Abbildung 40).

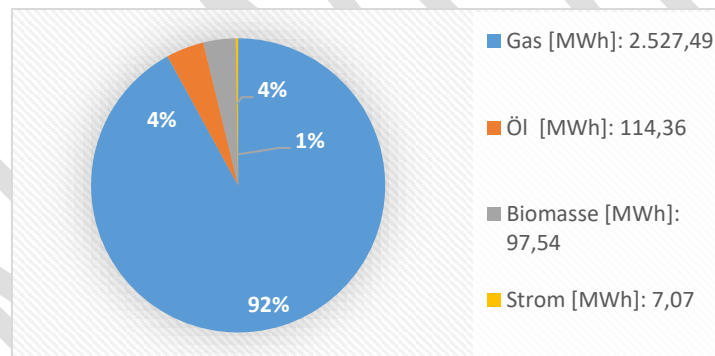




Abbildung 40: Eignungsgebiet „Ortskern“

Versorgungsoptionen:

In Brinkum gibt es Teilbereiche mit älteren Gebäuden aus den Jahren 1949-1978, die vor der 1. Wärmeschutzverordnung errichtet wurden und daher einen erhöhten Energiebedarf aufweisen. Gleichzeitig entstehen zwischen der Kleingaster Straße, dem Voßbargweg und südlich des Schleiwegs neue Wohngebiete. Der Bau eines Wärmenetzes für diesen Bereich könnte geprüft werden. Besonders bei Neubaugebieten ist die Verlegung von Leitungen wirtschaftlich vorteilhaft, da hochwertige Oberflächen wie Pflasterungen noch nicht vorhanden sind und hohe Anschlussquoten erreicht werden können.

Eine mögliche Wärmequelle ist die Abwärme des Zentrallagers der Ammerländer-Molkerei. In einer ersten Ausbaustufe könnte eine Trasse über den Dorfweg und die Heitfeldstraße zu den Neubaugebieten führen, da sich in diesen Straßenzügen ältere, wärmeintensive Gebäude befinden. Die Wärmeversorgung könnte über eine zentrale oder dezentrale Wärmepumpentechnologie erfolgen, wobei dezentrale Systeme die individuellen Wärmebedarfe flexibler abdecken. Dies ist besonders vorteilhaft für ältere Gebäude mit höheren Temperaturniveaus, beispielsweise mit kleinen Wandheizkörpern anstelle von Fußbodenheizungen. Eine spätere Netzerweiterung wäre möglich.

Als ergänzende oder alternative Energiequelle kommt oberflächennahe Geothermie mit Erdsonden oder Erdkollektoren infrage, für die südlich der Neubaugebiete nahe der Autobahn A28 geeignete Flächen existieren.

Eine Machbarkeitsstudie soll die Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit der potenziellen Energiequellen sowie den Wärmebedarf der Verbraucher untersuchen. Dabei sind Temperaturniveaus sowie tages- und jahreszeitliche Schwankungen zu berücksichtigen. Zudem sollen wirtschaftliche Aspekte geprüft werden, darunter Investitions- und Betriebskosten sowie die erforderliche Anschlussquote für einen wirtschaftlichen Netzbetrieb.

Zur Finanzierung können BEW-Mittel (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) genutzt werden. Modul 1 umfasst Transformationspläne und Machbarkeitsstudien, während Modul 2 Investitionen in den Bau des Netzes fördert. Einzelmaßnahmen, wie die Anschaffung eines Wärmeerzeugers, werden durch Modul 3 unterstützt. Betriebskostenförderungen für Solarthermieanlagen und Wärmepumpen sind über Modul 4 möglich.

Auswirkungen:

Die aus der Wärmeversorgung entspringenden THG-Emissionen, wie im Abschnitt Gebietsbeschreibung erläutert, belaufen sich im potenziellen Wärmenetzversorgungsgebiet auf bisher 587 t CO₂-e pro Jahr. Die erzielbare CO₂-Einsparung durch das angenommene Wärmenetz liegt bei 539 t/a bzw. 92 %.

Zielszenario 2040:

Durch oberflächennahe Geothermie in Kombination mit Großwärmepumpen wird voraussichtlich ein Großteil der Wärmeversorgung (Grundlast) realisiert. Spitzenlasten können mit Biomasse/Biogas gedeckt werden (siehe Abbildung 41). Standorte für zentrale Wärmepumpen sind in Vorstudie zu definieren.

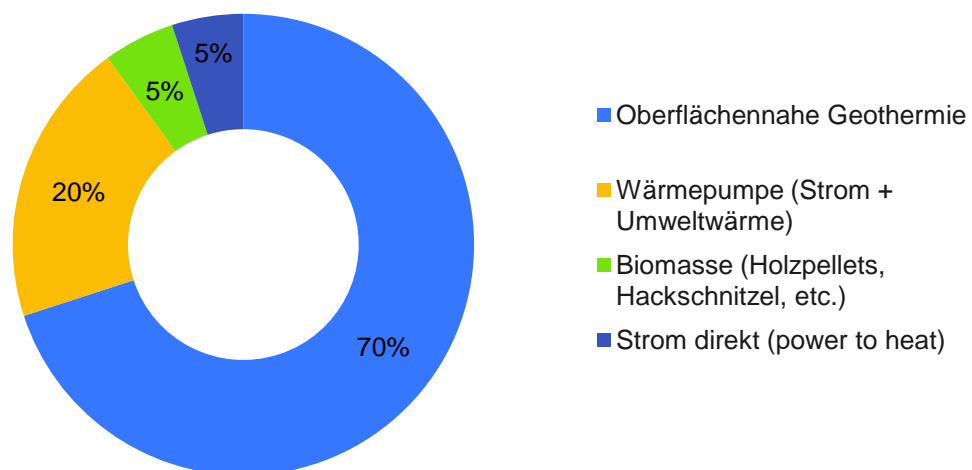


Abbildung 41: Wärmeversorgung Eignungsgebiet „Ortskern Brinkum“ im Zielszenario 2040

5.3 Ausgeschlossene Eignungsgebiete im Projektgebiet

Während des Prüfvorgangs von geeigneten Wärmenetzeignungsgebieten in der Samtgemeinde Hesel sind einige Prüfgebiete, in dem die nach Wärmeplanungsgesetz erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll, sowie potenzielle Netzgebiete aus der Betrachtung herausgefallen und werden im Wärmeplan nicht weiter als Wärmenetzeignungsgebiete berücksichtigt. Dennoch werden im Folgenden diese Eignungsgebiete kurz erläutert.

5.3.1 Prüfgebiete im Projektgebiet

Prüfgebiet Neukamperfehn

Das folgende Gebiet erstreckt sich über das Gewerbegebiet an der Hauptstraße in Neukamperfehn (siehe Abbildung 42). Dieses Gebiet wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für den Ausbau eines Wärmenetzes genauer untersucht.



Abbildung 42: Prüfgebiet Neukamperfehn

Das Gewerbegebiet weist in der Straße Zwischen den Wieken eine hohe Wärmeliniendicht von über 2.500 kWh/m*a auf doch die Rückmeldungen aus der Gewerbeabfrage kamen nicht zum Ergebnis der zu der Möglichkeit eines Wärmenetzbaus. Zunächst vermutetes Abwärmepotenzial konnte im direkten Gespräch nicht bestätigt werden.

Prüfgebiet Holtland-Nücke

Das Prüfgebiet Holtland-Nücke erstreckt sich zwischen der Königstraße und der Ginsterstraße (siehe Abbildung 43). Auch in diesem Gebiet erfolge eine Prüfung zur Umsetzbarkeit einer Versorgung durch ein Wärmenetz.



Abbildung 43: Prüfgebiet Holtland-Nücke

Durch das in dem Gebiet angesiedelte Pflegezentrum Holtland, welches als ein möglicher Ankerkunde fungieren könnte, rückte das Prüfgebiete in Fokus. Die berechnete Wärmliniendichte von über 3.000 kWh/a*m zeigt ein hohes Potenzial, aufgrund nur eines möglichen Ankerkunden und angrenzenden Einfamilienhäusern mit einem tendenziell eher geringeren Wärmebedarf, wurde diese Gebiet ebenfalls in den weiteren Schritten nicht weiter berücksichtigt.

Prüfgebiet Gewerbegebiet Leeraner Straße

Das Gewerbegebiet entlang der Leeraner Straße beginnt mit dem Zentrallager von Aldi Nord und endet am großen Stein (siehe Abbildung 44/Abbildung 44).

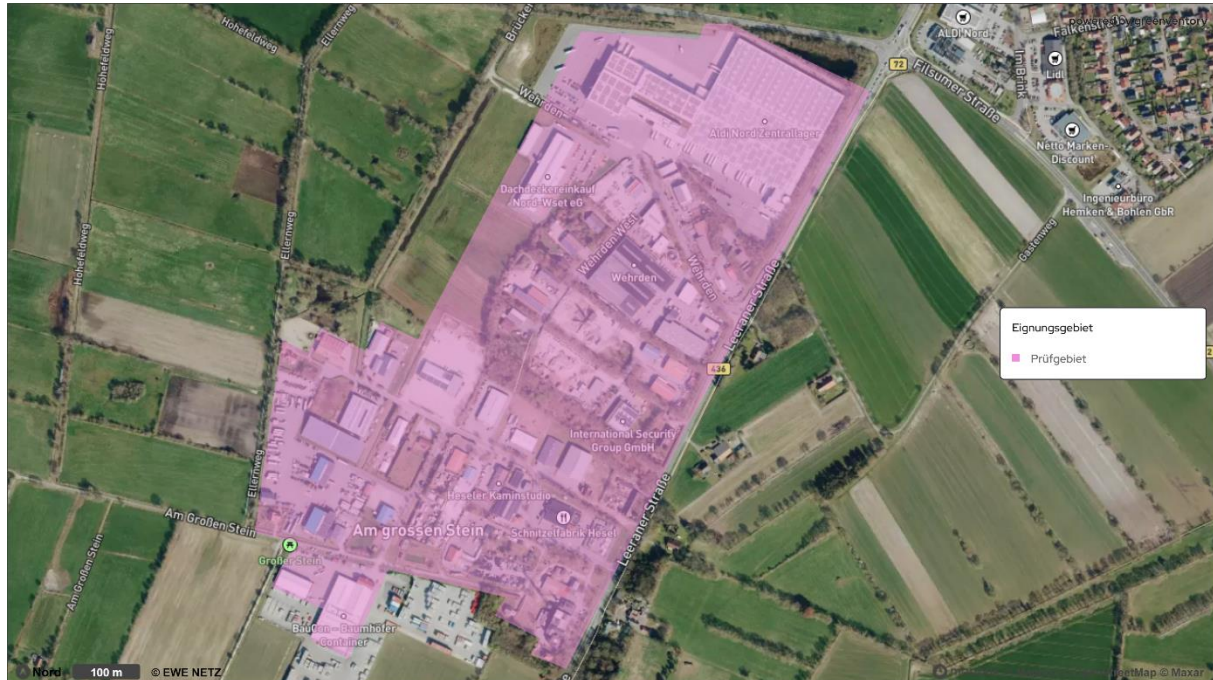


Abbildung 44: Prüfgebiet Gewerbegebiet Leeraner Straße

Dieses Prüfgebiet rückte ebenfalls aufgrund einer hohen Wärmeliniendichte von bis zu 7.000 kWh/m*a in den Fokus der Betrachtungen.

Im Rahmen der Industrieabfrage, die mögliche Auskopplungen von Abwärme aus ortsansässigen Unternehmen erfragt, wurde zurückgemeldet, dass zum jetzigen Zeitpunkt keine Beabsichtigung zur Nutzung des Abwärmepotenzials zur lokalen Wärmeversorgung zur Verfügung gestellt werden kann. Die Unternehmen die Abwärme für betriebsinterne Zwecke einzusetzen.

Eine grundsätzliche Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung kann daher nicht dargestellt werden.

Prüfgebiet im Waldwinkel/ Klosterweg

Auch das Quartier westlich des Seniorenheims „Leben am Wald“ war Teil der Prüfungen (siehe Abbildung 45).



Abbildung 45: Prüfgebiet "Leben am Wald"

Im Rahmen der Prüfung von Wärmenetzeignungsgebieten wurden die Möglichkeiten eines Wärmenetzbau aufgrund eines großen Ankerkunden und einer hohen Wärmeliniendichte von über 9.000 kWh/m*a geprüft. Im Laufe der Prüfung stellte die Arbeitsgruppe fest, dass in Seniorenheim am Wald einige Sanierungsmaßnahmen angestoßen wurden sowie ein Austausch der vorhandenen Heizsysteme in diesem Jahr vorgenommen wurde. Daher wurde eine weitere Betrachtung des Gebietes nicht verfolgt.

5.3.2 Potenzielle Wärmenetzgebiete im Projektgebiet

Im Zuge der Erstellung des Wärmeplans wurden zwei weitere Gebiete identifiziert, die Potenzial für eine Erweiterung bzw. einen Anschluss an eines der bestehenden Wärmenetze bzw. der vorgeschlagenen Eignungsgebiete aufweisen. Die Erfassung dieser potenziellen Wärmenetzgebiete ist darin begründet, dass die nachstehenden Gebiete für zukünftige bauplanerischen Prozessen berücksichtigt werden.

Potenzielles Wärmenetzgebiet Ortskern Hesel

Das Gebiet umfasst sich im Ortskern von Hesel zwischen Friedewaldstraße vom Osten und der Straße „Zum Klärwerk“ vom Westen (siehe Abbildung 46). Dieses Gebiet zeichnet sich durch einen älteren Gebäudebestand aus, von dem 68 % vor der Einführung der Wärmeschutzverordnung errichtet wurden. Das identifizierte Gebiet umfasst 371 Gebäude, von denen 96 % private Wohnungen sind.

Derzeit ist Erdgas die wichtigste Energiequelle mit 98% und deckt den Großteil des Heizbedarfs, obwohl in Einzelfällen auch Biomasse- und elektrisch betriebene Heizsysteme genutzt werden. Ein Wärmebedarf von 7.007 MWh wurde ermittelt, der bei kontinuierlicher Sanierung bis 2040 auf 4.004 MWh sinken wird. Die Analyse der installierten Heizsysteme ergab eine installierte Heizleistung von derzeit 8.108 kW und ein Durchschnittsalter der Systeme von 15 Jahren. Das Eignungsgebiet erstreckt sich über eine Fläche von ca. 34 Hektar.

Aufgrund der alten, relativ dicht bebauten Struktur ist dieses Gebiet für Quartierkonzept besonders geeignet. Dies ermöglicht, eine koordinierte Planung und Umsetzung von Maßnahmen in verschiedenen Bereichen wie Wohnen, Verkehr, Energie und Soziales. Durch gezielte Maßnahmen kann die Lebensqualität der Bewohner verbessert werden, beispielsweise durch bessere Infrastruktur, Grünflächen und soziale Angebote. Zudem tragen Quartierkonzepte zur Reduktion von CO₂-Emissionen bei, indem sie energieeffiziente Gebäude und nachhaltige Mobilitätslösungen fördern. Oft gibt es spezielle Förderprogramme, die die Entwicklung von Quartierkonzepten unterstützen und finanzielle Anreize für die Samtgemeinde Hesel und andere Akteure schaffen. Ein weiterer Vorteil ist die Beteiligung der Bewohner und lokalen Akteure bei der Entwicklung des Konzepts, was die Akzeptanz und Identifikation mit dem Quartier stärkt.



Abbildung 46: Potenzielles Netzgebiet Ortskern Hesel

Potenzielles Wärmeneetzgebiet Ortskern Holtland

Das Gebiet liegt westlich vom Nahwärmenetz in Holtland (siehe Abbildung 47/Abbildung 47). Dieses Gebiet zeichnet sich durch einen älteren Gebäudebestand aus, von dem 79 % vor der Einführung der Wärmeschutzverordnung errichtet wurden. Das identifizierte Eignungsgebiet umfasst 189 Gebäude, von denen 81 % private Wohnungen sind.

Derzeit ist Erdgas die wichtigste Energiequelle mit 95% und deckt den Großteil des Heizbedarfs, obwohl in Einzelfällen auch Biomasse- und elektrisch betriebene Heizsysteme genutzt werden. Ein Wärmebedarf von 3.717 MWh wurde ermittelt, der bei kontinuierlicher Sanierung bis 2040 auf 2.324 MWh sinken wird. Die Analyse der installierten Heizsysteme ergab eine installierte Heizleistung von derzeit 1.984 kWh und ein Durchschnittsalter der Systeme von 18 Jahren. Das Eignungsgebiet erstreckt sich über eine Fläche von ca. 25 Hektar.

Aufgrund der alten, relativ dicht bebauten Struktur ist dieses Gebiet für Quartierkonzept besonders geeignet. Das ermöglicht eine koordinierte Planung und Umsetzung von Maßnahmen in verschiedenen Bereichen wie Wohnen, Verkehr, Energie und Soziales. Durch gezielte Maßnahmen kann die Lebensqualität der Bewohner verbessert werden, beispielsweise durch bessere Infrastruktur, Grünflächen und soziale Angebote. Zudem tragen Quartierkonzepte zur Reduktion von CO₂-Emissionen bei, indem sie energieeffiziente Gebäude und nachhaltige Mobilitätslösungen fördern. Oft gibt es spezielle Förderprogramme, die die Entwicklung von Quartierkonzepten unterstützen und finanzielle Anreize für die Samtgemeinde Hesel und andere Akteure schaffen. Ein weiterer Vorteil ist die Beteiligung der Bewohner und lokalen Akteure bei der Entwicklung des Konzepts, was die Akzeptanz und Identifikation mit dem Quartier stärkt.



Abbildung 47: Potenzielles Netzgebiet Ortskern Holtland

6 Zielszenario

Das Zielszenario zeigt die mögliche Wärmeversorgung im Zieljahr 2040, basierend auf den Eignungsgebieten und nutzbaren Potenzialen. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios (siehe Abbildung 48).



Abbildung 48: Simulation des Zielszenarios für 2040

Die Formulierung des Zielszenarios ist zentraler Bestandteil des kommunalen Wärmeplans. Das Zielszenario dient als Blaupause für eine treibhausgasneutrale und effiziente Wärmeversorgung. Das Zielszenario beantwortet quantitativ folgende Kernfragen:

- Wo können künftig Wärmenetze liegen?
- Wie lässt sich die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral gestalten?
- Wie erfolgt die Wärmeversorgung für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Die Erstellung des Zielszenarios erfolgt in drei Schritten:

1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs mittels Modellierung
2. Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze
3. Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung.

Zu beachten ist, dass das Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung dient. Die Umsetzung dieser Strategie ist abhängig von zahlreichen Faktoren, wie der technischen Machbarkeit der Einzelprojekte sowie der lokalen politischen Rahmenbedingungen und der Bereitschaft der Gebäudeeigentümerinnen Gebäudeeigentümer zur Sanierung und einem Heizungstausch sowie dem Erfolg bei der Kundengewinnung für Wärmenetze.

6.1 Erneuerbare Beheizungsoptionen und Wärmegestehungskostenvergleich

Um eine Grundlage zu schaffen, an der sich Eigentümer und Eigentümerinnen orientieren können, werden folgend einige gängige erneuerbare Heizoptionen erläutert und deren einhergehende Wärmegestehungskosten vergleichend abgeschätzt. Insbesondere die Betrachtung dezentraler Beheizungstechnologien kann mit weiteren Problemstellungen einhergehen, da mitunter größere individuelle Anpassungen innerhalb des Gebäudes vorgenommen werden müssen. Der Wärmegestehungskostenvergleich bezieht sich daher lediglich auf die Gebäudehülle und ist in der Realität stark abhängig von der individuell vorliegenden Gesamtsituation. Als Basisjahr für die Berechnung wurde mit Preis- und Kostenprognosen für das Jahr 2030 gerechnet.

1. Dezentrale Wärmeversorgung:

Die Wärmepumpe wird zukünftig bei der dezentralen Wärmeversorgung eine zentrale Rolle einnehmen und eine stark verbreitete Technologie sein. Sie gewinnt aus der Umwelt, z.B. dem Erdreich, aus dem Grundwasser oder der Luft die vorhandene Wärmeenergie und wandelt diese mithilfe eines Kältekreislaufs auf ein höheres Temperaturniveau um (siehe Abbildung 49). Mittels der gewonnenen Wärme wird dann ein Gebäude beheizt und das Warmwasser aufbereitet. Je höher und konstanter dabei die gewonnene Wärme ist, desto geringer sind die benötigten Energiekosten. Gemessen wird diese Effizienz einer Wärmepumpe mittels der Jahresarbeitszahl (JAZ).

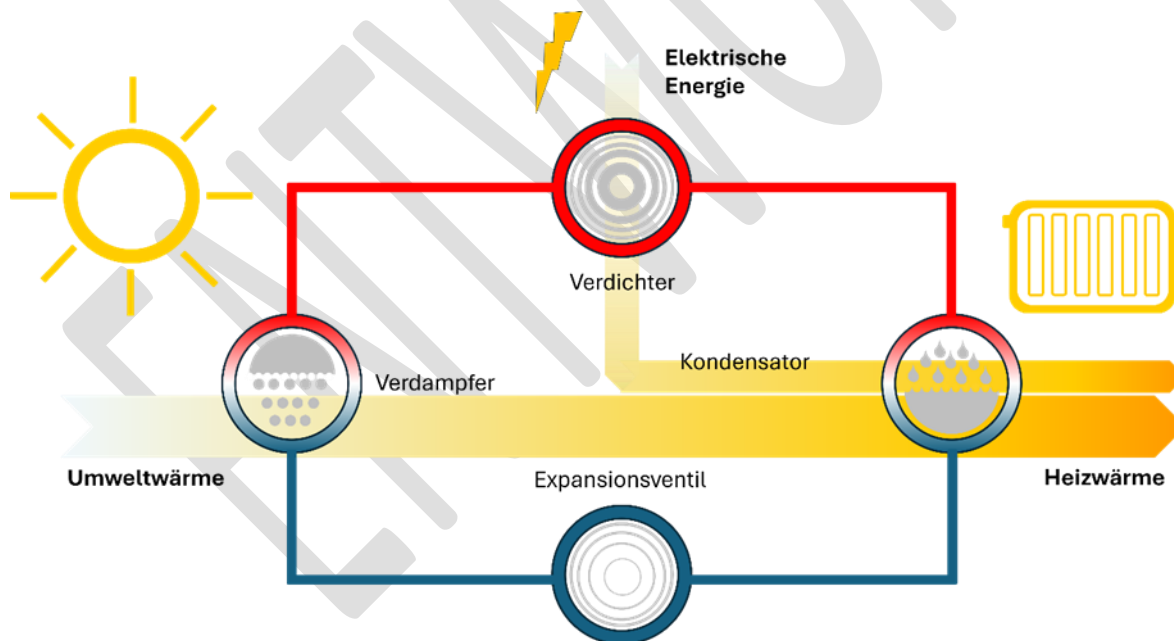


Abbildung 49: Funktionsschemata einer Wärmepumpe

Die einzelnen Pumpenarten einer Wärmepumpe unterscheiden sich nach den verschiedenen Wärmequellen in Luft-Wasser-Wärmepumpen, Sole-Wasser-Wärmepumpen und Wasser-Wasser-Wärmepumpen. Die Lautstärke einer Wärmepumpe hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich des Modells, Typs und der Installationsweise. Im Allgemeinen sind die meisten modernen Wärmepumpen konzipiert, um so leise wie möglich zu arbeiten. Luft-Wasser- und Luft-Luft-Wärmepumpen können Geräusche im Bereich von 40-60 dB(A)

erzeugen, was vergleichbar ist mit einem leisen Gespräch oder Hintergrundmusik. Sole-Wasser-Wärmepumpen sind in der Regel leiser, da die Hauptkomponenten im Haus installiert werden können. Sie können Geräusche im Bereich von 35-45 dB(A) erzeugen. Es ist auch wichtig zu berücksichtigen, wo die Wärmepumpe installiert wird. Ein Standort weiter von den Ruhebereichen entfernt, minimiert die eventuelle Geräuschbelastung.

Die Amortisationszeit nach dem Kauf einer Wärmepumpe, beispielsweise für ein Einfamilienhaus, variiert abhängig von verschiedenen Faktoren wie den spezifischen Installationskosten, den lokalen Energiepreisen, der Energieeffizienz der Wärmepumpe, der Nutzung und den Wartungskosten. Jede Situation ist einzigartig, und es ist hilfreich, eine Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen, um eine genauere Schätzung der Amortisationszeit im eigenen Fall zu erhalten. Bei der Anschaffung einer modernen Wärmepumpe erhält man zurzeit staatliche Fördermittel.

Funktion Luft-Wasser-Wärmepumpe:

Die Luft-Wasser-Wärmepumpe ist hinsichtlich der Investitionen die günstigste Variante und auch die am stärksten verbreitete Wärmepumpe. Eine Luft-Wasser-Wärmepumpe sorgt einerseits für die Versorgung eines Gebäudes mit Wärme und andererseits für die Aufbereitung des Warmwassers. Dazu saugt ein eingebauter Ventilator die Umgebungsluft aktiv an und leitet sie an einen Verdampfer weiter, in dem sich ein flüssiges Kältemittel befindet. Dieses Kältemittel verändert bereits bei geringer Temperatur seinen Aggregatzustand. Sobald die „warme“ Umgebungsluft und das Kältemittel aufeinanderstoßen, verdampft das Kältemittel. Da die Temperatur des dabei entstehenden Dampfes noch zu niedrig ist, strömt der Dampf zu einem elektrisch angetriebenen Verdichter weiter. Dieser sorgt dafür, dass das Temperaturniveau des Dampfes ansteigt, sprich es wird heißer. Ist das gewünschte Temperaturniveau erreicht, gelangt der erwärmte und unter Druck stehende Kältemitteldampf in einen Verflüssiger. Hier gibt er seine Wärme an das Heizsystem ab und kondensiert. Anschließend wird das Kältemittel zu einem Expansionsventil weitergeleitet, in dem der Druck und die Temperatur des Kältemittels wieder sinken und somit wieder den Ausgangszustand erreichen. Das nun flüssige, entspannte Kältemittel wird schließlich zum Verdampfer zurückgeführt.

Vorteile der Luft-Wasser-Wärmepumpe: Die Luft-Wasser-Wärmepumpe gewinnt den Großteil der Wärme aus der kostenfreien Umgebungsluft, und das zu jeder Jahreszeit. Es werden keine Bohrungen, Kollektoren etc. für die Wärmeengewinnung benötigt. Neben der Luft benötigt sie noch Strom. Mit Einsatz von grünem Strom kann somit CO₂-neutral geheizt werden. Allgemein besteht beim Einsatz einer Wärmepumpe nicht mehr die Abhängigkeit von Erdgas oder Heizöl. Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen sind üblicherweise keine behördlichen Genehmigungen notwendig.

Kombination Wärmepumpe mit einer Photovoltaik- oder Solarthermieanlage: Wärmepumpen können auch mit einer Solarthermieanlage zur Unterstützung der Warmwassererwärmung und/oder mit einer Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung kombiniert werden. Damit können die Energiekosten weiter gesenkt und die Umwelt entsprechend geschont werden.



Einsatz Wärmepumpe in Altbauten:

Trotz höherer Vorlauftemperaturen sind Wärmepumpen in Altbauten durchaus effizient. Dies lässt sich belegen durch eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (Quelle: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE); Abschlussbericht, Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPsmart im Bestand“).

In der Erhebung des Fraunhofer ISE kommen die untersuchten Luft-Wärmepumpen in Bestandsbauten auf Jahresarbeitszahlen zwischen 2,5 und 3,8, woraus sich ein Mittelwert von 3,1 ergibt. Zur Einordnung: Als effizient gilt eine Wärmepumpe ab einem Wert von etwa 3. Somit lässt sich belegen, dass Wärmepumpen im Altbau durchaus effizient sind – trotz höherer Vorlauftemperaturen (circa 45 Grad Celsius).

Inwiefern sich ein Bestandsgebäude für die Wärmepumpe eignet, hängt weniger vom Alter als vom Zustand eines Gebäudes ab. Denn wenn das Heizsystem eine höhere Vorlauftemperatur benötigt, dann um die größeren Wärmeverluste der Gebäudehülle zu decken. Das bedeutet aber keineswegs, dass Wärmepumpen für Altbauten per se keine Option sind. Es gibt verschiedene Maßnahmen, mit denen die notwendige Vorlauftemperatur im Altbau effektiv absenkt werden kann.

Wirksame Dämmung: Um die notwendige Vorlauftemperatur zu senken und damit die Wärmepumpe zu entlasten, müssen Wärmeverluste nach Möglichkeit vermieden werden. Je weniger Wärme beispielsweise über die Wände, das Dach, Fenster und Türen an die Umgebung verloren geht, desto weniger neue Energie muss das Heizsystem nachliefern. Bleibt die Wärme möglichst lang erhalten, lässt sich auch die Vorlauftemperatur niedriger einstellen. Insofern gehört eine wirksame Wärmedämmung zu den effektivsten Maßnahmen, damit eine Wärmepumpe im Altbau effizient arbeitet.

Großflächige Heizkörper: Mit den richtigen Heizkörpern lassen sich Räume auch mit niedrigen Temperaturen effektiv beheizen. Je größer die Übertragungsfläche, desto besser gibt die Heizung ihre eingestellte Temperatur an den Raum ab. Für eine hohe Anlageneffizienz bietet sich vor allem die Fußbodenheizungen an (weitere Vorteile: angenehme Wärme, geringere Luftzirkulation und Staubaufwirbelungen, Gewinn an Raumfläche durch Entfall der Heizkörper).

Eine preiswertere Alternative zur Fußbodenheizung sind Niedertemperaturheizkörper, die häufig auch als Wärmepumpenheizkörper bezeichnet werden. Dabei handelt es sich um besonders großflächige Flachheizkörper, die schon bei einer geringen Vorlauftemperatur zwischen 35 und 45 Grad Celsius angenehm schnell und energiesparend Wärme erzeugen.

Hydraulischer Abgleich: Beim hydraulischen Abgleich stellen Fachleute die Heizungsanlage so ein, dass alle Heizkörper im Gebäude ideal mit warmem Heizwasser versorgt werden. Auf diese Weise erwärmen sich auch diejenigen Radiatoren schnell, die weiter von der Heizungsanlage entfernt liegen – zum Beispiel in den oberen Stockwerken eines Wohnhauses.



Biomasseheizungsanlagen:

Neben dem Einsatz von Wärmepumpe wird perspektivisch der Energieträger Biomasse an Bedeutung zunehmen. Mit diesem lassen sich große Leistungen sowie Temperaturen erzielen und der Brennstoff ist verlustfrei speicherbar. Beispiele sind klassische Holzheizungen, wie auch Holzpelletheizungen.

In Holzpelletkesseln bzw. -öfen werden wenige Zentimeter lange und ca. 6 mm dünne Holzpresslinge (Pellets) verbrannt. Diese Holzpellets bestehen aus getrocknetem, naturbelassenem Sägemehl, Hobelspäne oder Waldrestholz. Die Pelletkessel werden oftmals vollautomatisch mittels Förderschnecke oder Saugsystem mit Pellets aus einem Pellet- Lagerraum beschickt. Der Bedienkomfort ist ähnlich wie bei anderen Heizungsanlagen.

Der Einbau von Pufferspeichern bei der Installation der Pelletheizung liefert den Vorteil, dass die Anzahl der Brennerstarts reduziert werden und der Kessel unter Vollastbetrieb laufen kann. Dadurch ergibt sich ein besserer Wirkungsgrad und die Emissionen können reduziert werden.

Durch die Kombination der Holzpelletheizung mit einer Solarthermie-Anlage kann eine noch sparsamere und effizientere Wärmeversorgung realisiert werden.

Solarthermie:

Bei der Solarthermie wird die Sonnenenergie über Kollektoren für die Erwärmung einer sogenannten Solarflüssigkeit genutzt. Die Solarflüssigkeit strömt über ein Rohrleitungssystem zum Pufferspeicher. Über Heizwendel gibt die Flüssigkeit die Wärme an das Wasser im Speicher ab. Bei der Solarthermie wird ein zusätzlicher Wärmeerzeuger benötigt, zumal die Sonnenenergie nicht immer zur Verfügung steht.

Hybridheizungen:

Eine Hybridheizung kombiniert die Vorteile mehrerer Heizsysteme (z.B. Solarthermie, Wärmepumpe, Holzheizung, Erdgasheizung, Biomethanheizung) mittels einer intelligenten Regelung und einem Pufferspeicher miteinander. Werden ausschließlich regenerative Heizsysteme kombiniert, dann spricht man von einer sogenannten Erneuerbaren Energien-Hybridheizung. Oftmals kommt bei Hybridheizungen die Solarthermie zum Einsatz.

Elektroheizung:

Die Elektroheizungen (E-Heizungen) werden für die Raumerwärmung oder auch für die Warmwassererzeugung eingesetzt. Elektroheizungen benötigen keine Rohrleitungen, sondern lediglich Stromanschlüsse, zumal die Wärme direkt in den einzelnen „Geräten“ erzeugt wird. Sie sind klimafreundlich, sofern sie mit regenerativem Strom versorgt werden. Jedoch wird keine Umweltwärmequelle eingebunden, sodass eine Umwandlung des Stromes in Wärme im gleichen Maße stattfindet, was die Effizienz gegenüber Wärmepumpen negativ beeinflusst. Folgende unterschiedliche Arten der Stromdirektheizungen kommen zum Einsatz:

Die Elektrodirektheizung wird oftmals als Raumheizung (Heizlüfter, Heizstrahler, Elektroflächenheizung in Wand, Decken oder Böden) genutzt, um in kurzer Zeit Wärme liefern zu können.



Die Infrarothheizung überträgt die Wärme nicht an die Luft, sondern über Strahlung an andere Körper bzw. Objekte. Sie wird oftmals als Fußboden- oder auch Wandheizung eingesetzt oder auch als Strahler (z.B. im Außenbereich von Restaurants).

Elektroheizpatronen kommen oftmals in Wandheizkörpern in Badezimmer mit Fußbodenheizung als Zusatzheizung zum Einsatz. Der Heizeinsatz wird direkt im Heizkörper installiert, sodass in kurzer Zeit eine Erwärmung der Raumluft erfolgen kann.

Nachspeicheröfen sind eine Heizungstechnik, die verstärkt in den vergangenen Jahrzehnten zum Einsatz kam. Nachts erfolgt die Aufheizung des Speichers mittels günstigen Stromes und tagsüber kann die Wärmeenergie z.B. über Heizlüfter der Raumluft zugeführt werden.

2. Zentrale Wärmeversorgung:

Neben der dezentralen Wärmeversorgung kann die Wärme auch zentral erzeugt und mittels eines Leitungsnetzes verteilt werden. Wärmenetze bieten Vorteile hinsichtlich des Platzbedarfs für Übergabestationen sowie eventueller Lagerstätten für Energieträger, da letztere zentral beim Wärmeerzeuger angesiedelt sind. In der Regel wird eine Hausanschlussleitung an das Wärmenetz angelegt und eine Durchführung in das Gebäude realisiert. Dort wird die Übergabestation installiert und an das gebäudeinterne Leitungsnetz angebunden. Ein elementarer Vorteil gegenüber der Wärmepumpentechnologie ist die geräuschlose und platzeffiziente Umsetzbarkeit dieses Systems und der Fakt, dass keine Stellfläche bereitgestellt werden muss. Dies ist im Besonderen eine Herausforderung in städtischen Gebieten. Des Weiteren sind je nach zentralem Erzeuger beliebige Temperaturniveaus erreichbar, wobei etwaige Energieverluste beim Wärmetransport mit der Vorlauftemperatur steigen.

Im Gegensatz zur dezentralen Wärmeversorgung, bei der der Energieanbieter gewechselt werden kann, ist das Wärmenetz ein Monopol, sodass man an mögliche Veränderungen der Kostenstrukturen gebunden ist. Ein Wechsel des Heizungssystems ist aufwendig, was auch für den Aufbau eines Wärmenetzes gilt. Allerdings kann die Nutzung eines Wärmenetzes wirtschaftlich vorteilhaft sein, durch Skalen- und Gleichzeitigkeitseffekte, die es ermöglichen die Anlage effizienter auszulegen und zu betreiben als zahlreiche Einzellösungen. Zudem sind die Anfangsinvestitionen sowie die Instandhaltungs- und Wartungskosten für den Endverbraucher geringer.

3. Wärmegestehungskostenvergleich:

Die zuvor beschriebenen Beheizungsoptionen haben unterschiedliche Eigenschaften, wie erzielbare Temperaturen oder auch Leistungskenngrößen, inne. Somit ist ein bloßer Vergleich anhand Wärmegestehungskosten mitunter unzureichend und es bedarf eines individuellen Vergleichs der jeweils vorliegenden Gesamtsituation. Dieser sollte unter anderem Wärmebedarf, Leistungsbezug sowie das benötigte Temperaturniveau berücksichtigen.

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind einige klassische Versorgungsfälle dargestellt. Um relative Vergleichbarkeit bei den dezentralen Versorgungsoptionen zu erhalten wurde ein Verbraucher



angenommen, der jährlich 18 MWh an Wärme bezieht mit einer Anlagengröße von 10 kW mit einer Förderquote von 40 %.

Die zentralen Wärmenetzlösungen bedienen dasselbe Wärmenetz mit einem Wärmebedarf von 8 GWh und einer Netzlänge von 2000 Metern und sind jeweils mit einem Redundanzheizkessel auf Biomethanbasis versehen, der 20 % der Jahreslast übernimmt. Ebenfalls ist zur Entkoppelung des Strom- und Wärmesektors ein Mehrtagespeicher bei den Wärmepumpenszenarien einbezogen. Gleiches gilt für das Biomasseheizwerk, um eine Teillastfahrweise zu vermeiden. Es ist darauf hinzuweisen, dass insbesondere die zukünftigen Kosten des Energieträgers Biomethan als äußerst ungewiss gelten, da die Nachfragestruktur die der Preisprognose (BMWK, 2024) zugrunde liegt enorm steigen könnte.

Tabelle 6: Wärmegestehungskostenvergleich verschiedener Versorgungsstrukturen mit und ohne Wärmenetz im Jahr 2030 (EWE NETZ)

Zentral/ Dezentral	Wärmeerzeuger	Wärmegestehungskosten [ct/kWh]
Dezentral	LW-Wärmepumpe	21 - 25
Dezentral	SW-Wärmepumpe	18 - 22 exklusive Bohrung
Dezentral	Biomasseheizung	18 - 23
Zentral	LW-Wärmepumpe	24 - 28
Zentral	Flusswasser-Wärmepumpe	20 - 24
Zentral	Biomasseheizwerk	23 - 28
Zentral	Biomethan	24 - 30

6.2 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Eine Reduktion des Wärmebedarfs ist eine zentrale Komponente zum Gelingen der Wärmewende. Im Zielszenario wurde für Wohngebäude eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen (dena, 2016). Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt unter Nutzung von repräsentativen Typgebäuden. Diese basieren auf den Gebäudetypologien nach TABULA (IWU, 2012). Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren berechnet. Es werden folgende Einsparungen des Wärmebedarfs bis 2050 angenommen und entsprechend auf 2040 angepasst:

- Gewerbe, Handel & Dienstleistungen: 37 %
- Industrie: 29 %
- Kommunale Liegenschaften: 33 %

Die Simulation der Sanierung erfolgt jahresscharf und gebäudespezifisch. Jedes Jahr werden die 2 % der Gebäude mit dem schlechtesten Sanierungszustand saniert. Abbildung 50 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Für das Zwischenjahr 2030 ergibt sich ein Wärmebedarf von 97 GWh, was einer Minderung um 13,2 % entspricht. Für das Zwischenjahr 2035 ergibt sich ein Wärmebedarf von 87 GWh, was einer Minderung um 23 % gegenüber dem Basisjahr entspricht. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf noch 78 GWh beträgt, was einer Minderung um 31 % gegenüber dem Basisjahr entspricht. Es wird deutlich, dass sich durch eine Priorisierung der Gebäude mit dem höchsten Sanierungspotenzial in den kommenden Jahren bis 2030 und 2035 bereits ein signifikanter Anteil des Reduktionspotenzials erschließen lässt. Fokus bei der Umsetzung der Sanierungen sollte dementsprechend bei denjenigen Gebäuden liegen, die aktuell einen niedrigen Wärmeschutzstandard und hohes Einsparpotenzial aufweisen.

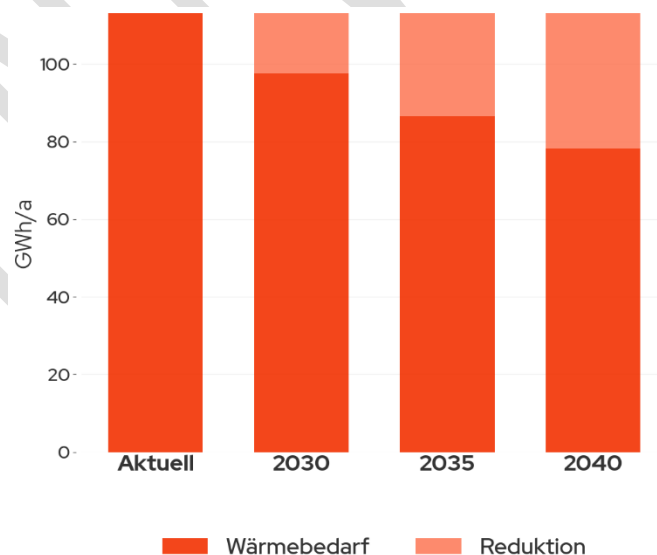


Abbildung 50: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahre 2030 und 2035

6.3 Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs und der Bestimmung der Eignungsgebiete für Wärmenetze erfolgt die Ermittlung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Es wird jedem Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen. Zur Ermittlung der zukünftigen Wärmeerzeugungstechnologie in den beheizten Gebäuden, wird für jene Gebäude, die in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen, ein Anschluss an das Wärmenetz mittels einer Hausübergabestation angenommen. Hierbei wird von einer Anschlussquote von 70 Prozent ausgegangen, sodass nicht alle Gebäude in Eignungsgebieten auch mit einem Anschluss an das Wärmenetz modelliert werden. In diesem Szenario werden 68 % der Gebäude über Wärmenetze versorgt (siehe Abbildung 51).

Gebäude außerhalb der Eignungsgebiete werden individuell beheizt. In Gebäuden mit Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs durch eine Wärmepumpe wird diese eingesetzt. Das heißt, falls auf dem jeweiligen Flurstück die Möglichkeiten zur Installation einer Wärmepumpe vorhanden sind, wird eine Luftwärmepumpe oder eine Erdwärmepumpe zugeordnet. Andernfalls wird ein Biomassekessel angenommen. Dieser kommt auch bei großen gewerblichen Gebäuden zum Einsatz. Der mögliche Einsatz von Wasserstoff wurde aufgrund der derzeit kaum abschätzbaren zukünftigen Verfügbarkeit im Szenario nicht betrachtet (siehe Kapitel 4.4.9), kann aber in Fortschreibungen des Wärmeplans mit aufgenommen werden, sobald sich Pläne zur Transformation des Gasnetzes in einzelnen Gebieten konkretisieren.

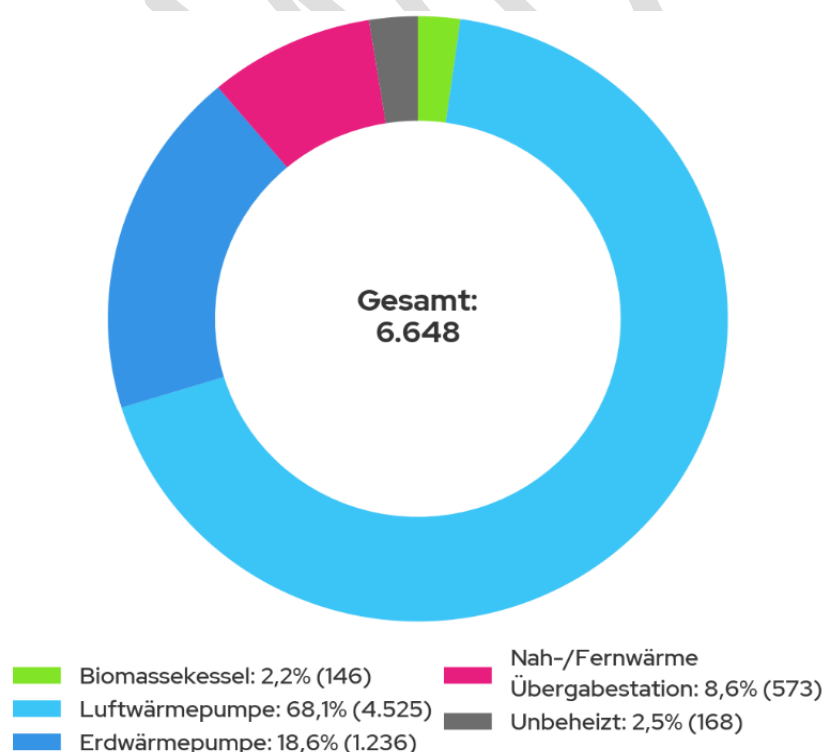


Abbildung 51: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040

Die Ergebnisse der Simulation sind in Abbildung 52 für das Jahr 2040 dargestellt. Eine Analyse der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien macht deutlich, dass über 68,1184 % der beheizten Gebäude zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnten. Erdwärmepumpen sind in diesem Szenario in 18,6 % der Gebäude verbaut, was insgesamt 1212 Anlagen entspricht. Um diesen Ausbaugrad an Wärmepumpen zu erreichen, müssten jährlich (ab 2025) ca. 365 Luftwärmepumpen installiert werden. Hierbei wird deutlich, dass eine Realisierung der Wärmewende nur in enger Kooperation mit den lokalen Handwerksbetrieben realisiert werden kann, da dies letztendlich Kapazitäten für die Umstellung und Wartung der Heizsysteme aufweisen müssen. Einzelheizungen mit Biomasse könnten nach diesen Berechnungen zukünftig in 2,2 % der Gebäude zum Einsatz kommen.

Die Darstellungen von Wärme- und Endenergiebedarf in den Abbildung 52 und Abbildung 53 verdeutlichen, dass eine Transformation der Wärmeversorgung von Gas als dominierendem Energieträger hin zu Strom, Biomasse und Wärmenetzen vollzogen wird. Der Einsatz von Wärmepumpen mit einer JAZ von drei sorgt dafür, dass der Endenergiebedarf deutlich niedriger ausfällt als der eigentliche Wärmebedarf, da die Umweltwärme bei der Endenergieberechnung keine Berücksichtigung findet.

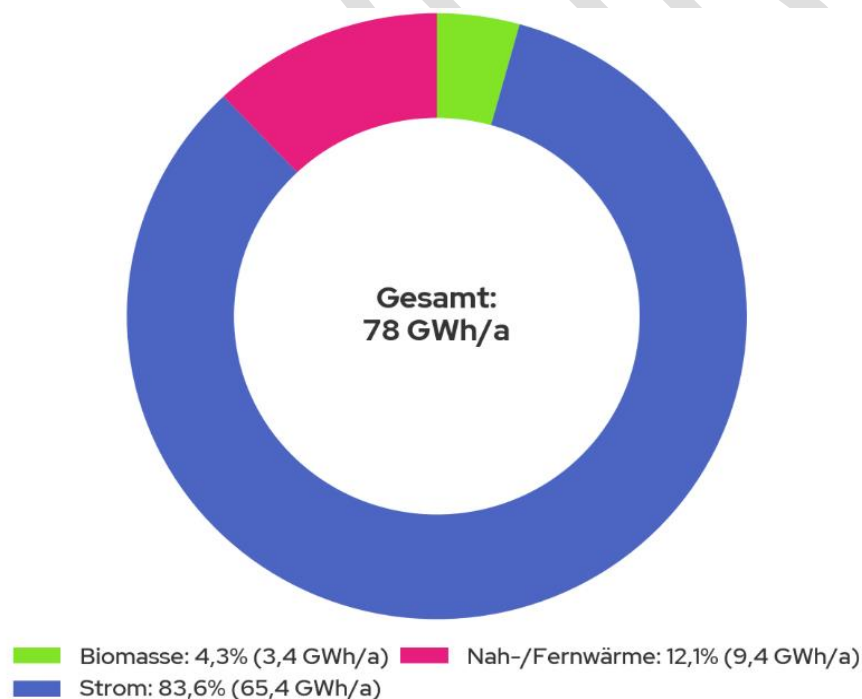
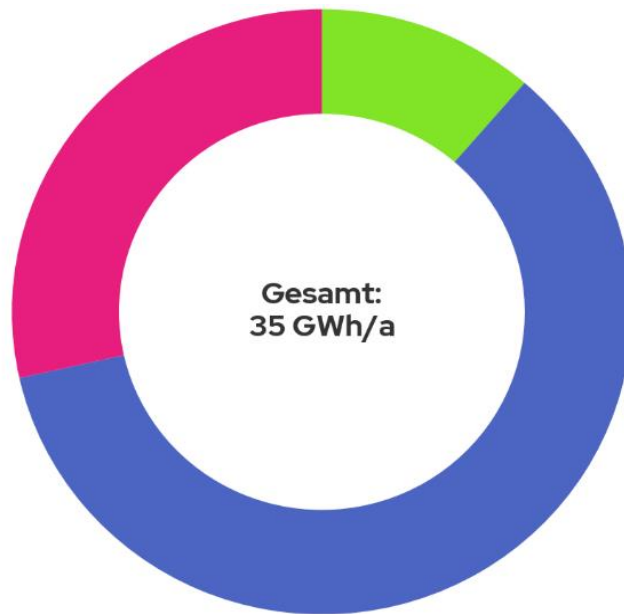


Abbildung 52: Wärmebedarf nach Energieträger im Jahr 2040



 Biomasse: 11,3% (4 GWh/a)  Nah-/Fernwärme: 28,5% (9,9 GWh/a)
 Strom: 60,1% (21 GWh/a)

Abbildung 53: Endenergiebedarf nach Energieträger im Jahr 2040

Abbildung 54 und Abbildung 55 stellen das modellierte zukünftige Versorgungsszenario im Projektgebiet dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie die Einzelversorgungsoptionengebiete dargestellt, welche durch dezentrale Heizsysteme, betrieben durch Strom und vereinzelt Biomasse, versorgt werden.

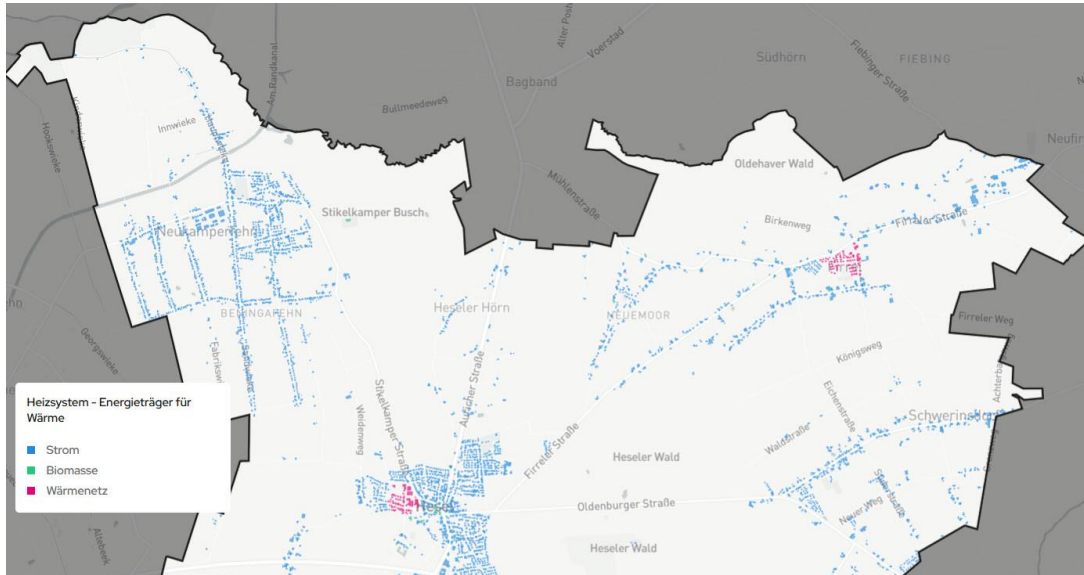


Abbildung 54: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 Nord

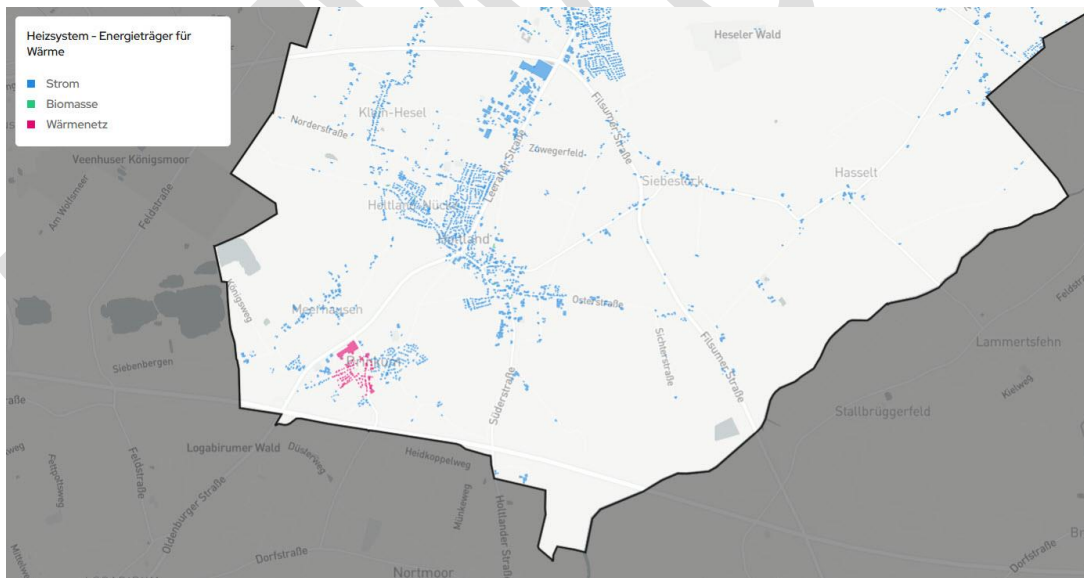


Abbildung 55: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 Süd

6.4 Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung

Im Kontext der geplanten Fernwärmeerzeugung bis 2040 wurde eine Prognose hinsichtlich der Zusammensetzung der im Zieljahr verwendeten Energieträger durchgeführt. Diese basiert auf Kenntnissen zu aktuellen und zukünftigen Energieerzeugungstechnologien sowie lokalen Potenzialen zur erneuerbaren Energiebereitstellung.

Die Zusammensetzung der im Zieljahr 2040 voraussichtlich für die Fernwärmeversorgung eingesetzten Energieträger ist in Abbildung 56 dargestellt.

Zu einem Anteil von ca. 12 % könnten die Wärmenetze im Zieljahr 2040 durch Biogas als Energieträger, welches in Blockheizkraftwerken eingesetzt wird, versorgt werden. 38 % des Bedarfes könnte zur Spitzenlastabdeckung in den kalten Monaten durch Biomethan bereitgestellt werden. Biomasse weist einen Beitrag von ca. 6 Prozent zum Energieträgermix auf. Großwärmepumpen, welche Umweltwärme (Luft sowie Oberflächenwasser in ausgewählten Gebieten) und Strom kombinieren, könnten zukünftig 45 % der benötigten Wärme für die Fernwärme bereitstellen. Als mögliche Quellen für Umweltwärme kommen sowohl die Umgebungsluft als auch die oberflächennahe Geothermie mit 33 % (auf ausgewiesenen Flächen) in Frage.

Jeder dieser Energieträger wurde aufgrund seiner technischen Eignung, Umweltverträglichkeit und Effizienz im Kontext der Fernwärmeerzeugung ausgewählt. Es ist zu betonen, dass diese initialen Werte in nachgelagerten Studien/Machbarkeitsstudien, die für jedes Eignungsgebiet durchgeführt werden, noch weiter validiert werden müssen.

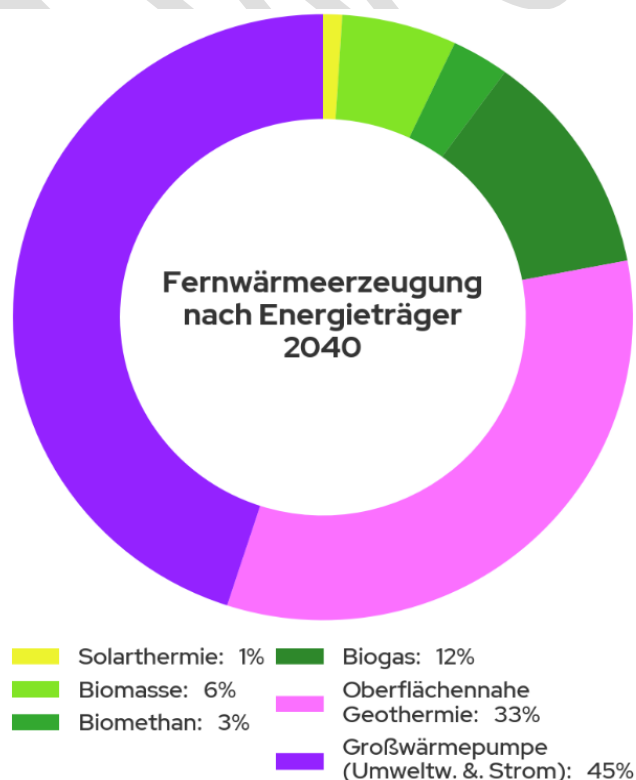


Abbildung 56: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040

6.5 Entwicklung der eingesetzten Energieträger

Basierend auf den zugewiesenen Wärmeerzeugungstechnologien aller Gebäude im Projektgebiet wird der Energieträgermix für das Zieljahr 2040 berechnet.

Der Energieträgermix zur Deckung des zukünftigen Endenergiebedarfs gibt Auskunft darüber, welche Energieträger in Zukunft in der Einzelversorgung zum Einsatz kommen bzw. wie hoch der Anteil an Nah-/Fernwärme im Projektgebiet sein wird.

Zunächst wird jedem Gebäude ein Energieträger zugewiesen. Anschließend wird dessen Endenergiebedarf basierend auf dem Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie sowie des Wärmebedarfs berechnet. Dafür wird der jeweilige Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie dividiert. Der Endenergiebedarf nach Energieträger für die Zwischenjahre 2030 und 2035 sowie das Zieljahr 2040 ist in der Abbildung 57 dargestellt.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Energieträger am Endenergiebedarf erfährt einen Übergang von fossilen hin zu nachhaltigen Energieträgern. Zudem sinkt der gesamte Endenergiebedarf durch die Annahme fortschreitender Sanierungen und hohe Wirkungsgrade der strombasierten Heiztechnologien.

Der Anteil der Fernwärme am Endenergiebedarf 2040 wird über das betrachtete Zwischenjahre 2030 und 2035 steigen. Die absolute Menge von Strom für dezentrale Wärmepumpen am Endenergiebedarf 2040 fällt trotz der Vielzahl mit dezentralen Luft- oder Erdwärmepumpen beheizten Gebäude vergleichsweise gering aus. Aufgrund der angenommenen Jahresarbeitszahl von drei für die Wärmepumpen fällt der Strombedarf geringer aus als die durch die Wärmepumpen bereitgestellte Wärmemenge.

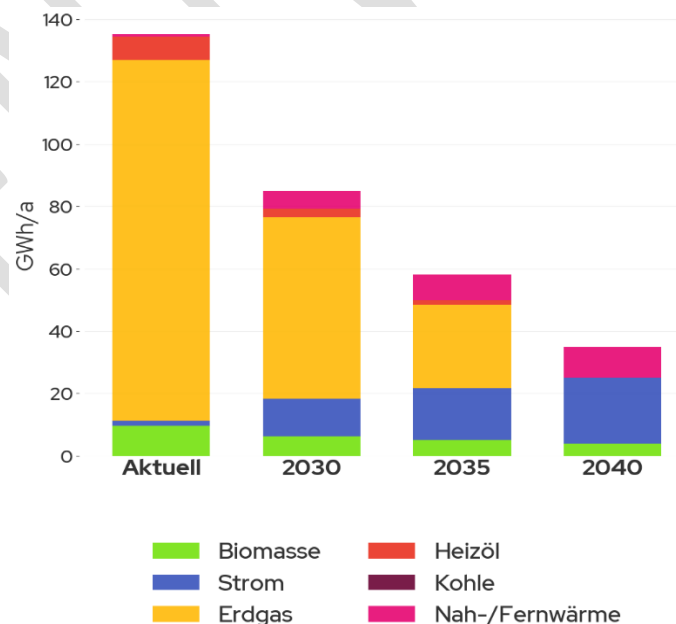


Abbildung 57: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

6.6 Bestimmung der Treibhausgasemissionen

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 58). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 97 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Wie in Abbildung 58 zu sehen ist, wird im Jahr 2040 die Bereitstellung von Strom den Großteil der verbleibenden Emissionen verursachen. Dies bedeutet, dass ein CO₂-Restbudget im Wärmesektor von ca. 848 t CO₂e im Jahr 2040 anfällt. Um eine vollständige Treibhausgasneutralität im Zieljahr erreichen zu können, sollte im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung der Kompensation dieses Restbudget durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden.

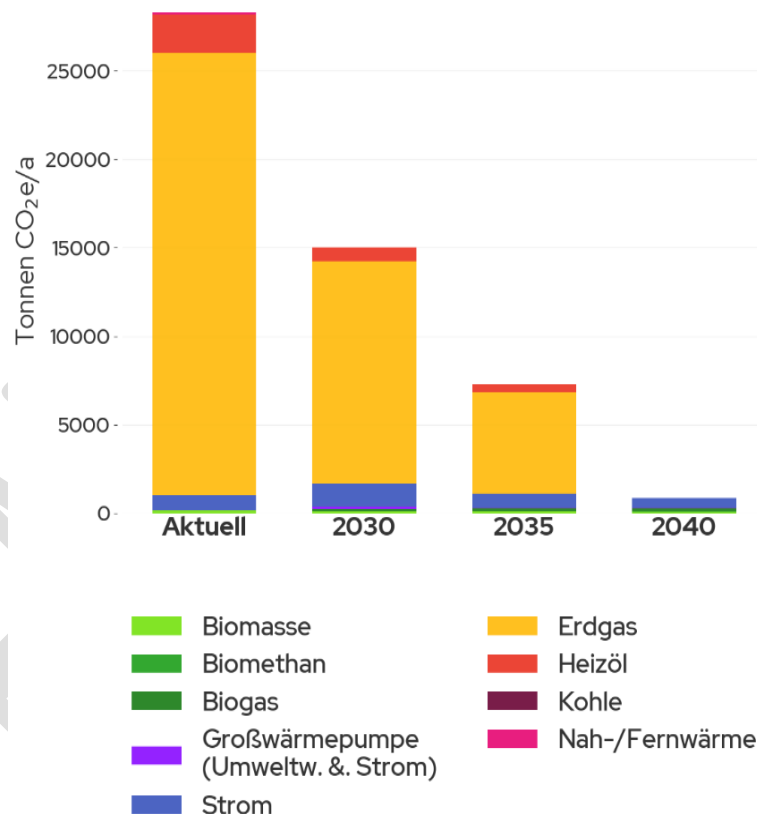


Abbildung 58: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

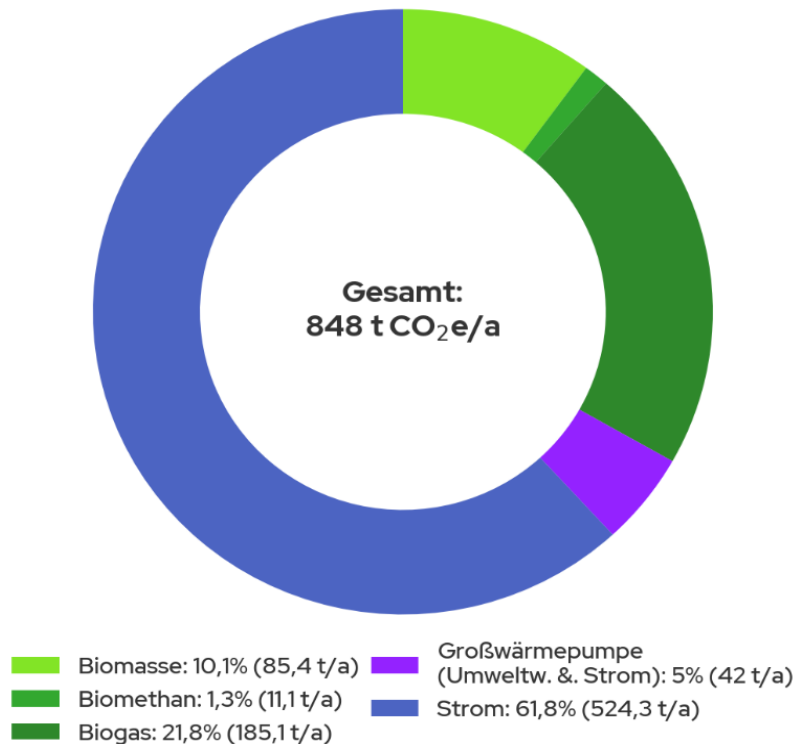


Abbildung 59: THG-Emissionen nach Energieträger im Zieljahr 2040

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen THG-Emissionen haben neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftigen Emissionsfaktoren. Für die vorliegende Berechnung wurden die in der Tabelle 3 aufgeführten Faktoren angenommen. Gerade im Stromsektor wird von einer erheblichen Reduktion der CO₂-Intensität ausgegangen, was sich positiv auf die CO₂-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt. Das Restbudget ist den Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger zuzuschreiben, die auf die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette (z. B. Fertigung und Installation) zurückzuführen sind.

Eine Übersicht von verschiedenen Emissionsfaktoren in tCO₂/MWh für die Jahre 2021, 2030 und 2040 ist in Abbildung 60 dargestellt. Es fällt auf, dass sich die Emissionsfaktoren für die meisten Energieträger nicht bzw. nur geringfügig ändern werden. Beim Strom jedoch werden die Emissionsfaktoren durch den Ausbau der erneuerbaren Energien zukünftig massiv sinken.

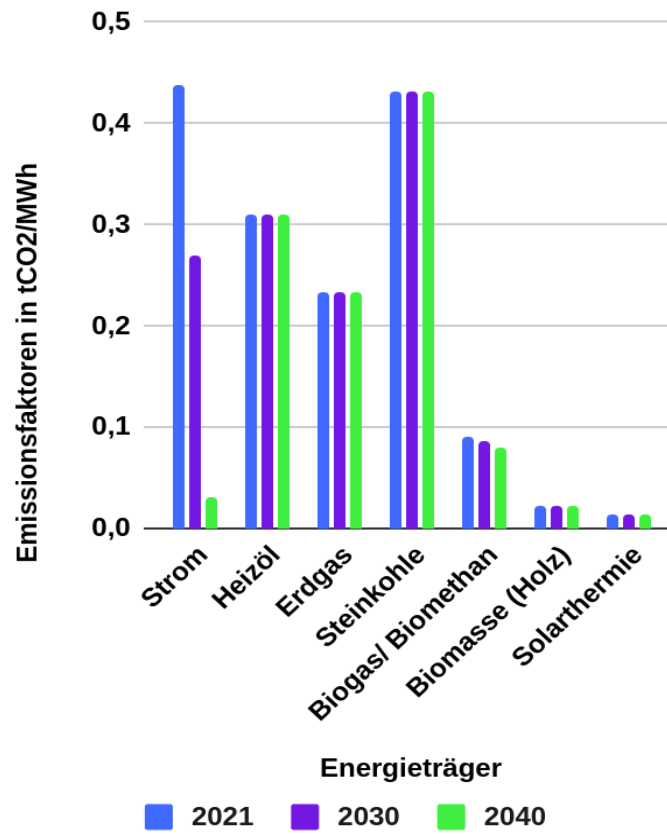


Abbildung 60: Emissionsfaktoren in tCO₂/MWh (Quelle: KEA 2024)



6.7 Zusammenfassung des Zielszenarios

Eine Reduktion des Wärmebedarfs ist entscheidend für das Gelingen der Wärmewende. Für Wohngebäude wird eine jährliche Sanierungsrate von 2 % angenommen, wobei der zukünftige Wärmebedarf anhand repräsentativer Gebäudetyp ermittelt wird. Für Nichtwohngebäude werden bis 2050 folgende Einsparungen des Wärmebedarfs angenommen und auf 2040 angepasst:

- Gewerbe, Handel & Dienstleistungen: 37 %
- Industrie: 29 %
- Kommunale Liegenschaften: 33 %

Die Sanierung erfolgt jährlich und gebäudespezifisch, wobei jedes Jahr die 2 % der Gebäude mit dem schlechtesten Sanierungszustand saniert werden. Bis 2040 ist eine Minderung des zukünftigen Wärmebedarfs von 31% gegenüber dem Basisjahr zu erwarten. Es zeigt sich, dass durch die Priorisierung der Gebäude mit dem höchsten Sanierungspotenzial bis 2030 und 2035 bereits ein signifikanter Anteil des Reduktionspotenzials erschlossen werden kann. Der Fokus sollte auf Gebäuden mit niedrigem Wärmeschutzstandard liegen.

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs und der Identifikation der Eignungsgebiete für Wärmenetze wird die zukünftige Versorgungsinfrastruktur festgelegt. Dabei wird jedem Gebäude eine spezifische Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen. Für Gebäude in den Eignungsgebieten wird ein Anschluss an das Wärmenetz unter der Annahme einer Anschlussquote von 70 % berücksichtigt. Insgesamt werden somit 8,6 % der Gebäude über Wärmenetze versorgt. Gebäude außerhalb der Eignungsgebiete werden individuell beheizt. Bei Vorhandensein des Potenzials zur Nutzung von Wärmepumpen werden Luft- oder Erdwärmepumpen eingesetzt. Andernfalls kommen Biomassekessel zum Einsatz.

Die Simulationsergebnisse für das Jahr 2040 zeigen, dass mehr als 68 % der beheizten Gebäude mit Luftwärmepumpen ausgestattet werden könnten. Erdwärmepumpen könnten in 18,6 % der Gebäude installiert werden, was insgesamt 1212 Anlagen entspricht. Biomassekessel könnten in 2,2% der Gebäude zum Einsatz kommen.

Die Transformation der Wärmeversorgung von Gas zu Strom, Biomasse und Wärmenetzen wird durch den Einsatz von Wärmepumpen mit einem Wirkungsgrad von drei unterstützt, was zu einer Reduktion des Endenergiebedarfs führt. Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende erfordert eine enge Kooperation mit lokalen Handwerksbetrieben, die die notwendigen Kapazitäten für die Umstellung und Wartung der Heizsysteme bereitstellen müssen.

Die Analysen des Wärme- und Endenergiebedarfs verdeutlichen eine Transformation der Wärmeversorgung von Gas als dominierendem Energieträger hin zu Strom, Biomasse und Wärmenetzen. Der Einsatz von Wärmepumpen mit einem Wirkungsgrad von drei reduziert den Endenergiebedarf, da die Umweltwärme nicht in die Endenergieberechnung einfließt. Das zukünftige Versorgungsszenario im Projektgebiet identifiziert Eignungsgebiete für Wärmenetze sowie Einzelversorgungsgebiete, die durch dezentrale Heizsysteme, betrieben mit Strom und vereinzelt Biomasse, versorgt werden.



Der Energieträgermix für das Zieljahr 2040 wird auf Basis der zugewiesenen Wärmeerzeugungstechnologien aller Gebäude im Projektgebiet berechnet. Dabei wird jedem Gebäude ein spezifischer Energieträger zugewiesen und dessen Endenergiebedarf unter Berücksichtigung des Wirkungsgrads der Wärmeerzeugungstechnologie sowie des Wärmebedarfs ermittelt. Die Zusammensetzung der Energieträger im Endenergiebedarf zeigt einen Übergang von fossilen zu nachhaltigen Energieträgern. Der gesamte Endenergiebedarf sinkt durch fortschreitende Sanierungsmaßnahmen und die hohen Wirkungsgrade der strombasierten Heiztechnologien.

Der Anteil der Fernwärme am Endenergiebedarf wird bis 2040 ansteigen. Trotz der Vielzahl an Gebäuden, die mit dezentralen Luft- oder Erdwärmepumpen beheizt werden, bleibt die absolute Menge an Strom für diese Wärmepumpen vergleichsweise gering. Dies ist auf die hohe Effizienz der Wärmepumpen zurückzuführen, die mit einer Jahresarbeitszahl von drei angenommen wird.

Die Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen. Bis zum Zieljahr 2040 kann eine Reduktion der Emissionen um etwa 97 % im Vergleich zum Basisjahr erreicht werden. Der Großteil der verbleibenden Emissionen wird durch die Strombereitstellung verursacht, was zu einem verbleibenden CO₂-Ausstoß von etwa 848 Tonnen CO₂e im Jahr 2040 führt. Um vollständige Treibhausgasneutralität zu erreichen, sollten zusätzliche technische Maßnahmen zur Kompensation dieses verbleibenden Ausstoßes ergriffen werden. Die zukünftigen Treibhausgasemissionen werden stark von den eingesetzten Technologien und den Emissionsfaktoren beeinflusst. Im Stromsektor wird eine erhebliche Reduktion der Treibhausgasemissionen erwartet, was sich positiv auf die CO₂-Emissionen von Heizsystemen auswirkt. Das verbleibende Emissionsbudget ist auf die Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger entlang der Wertschöpfungskette zurückzuführen. Während sich die Emissionsfaktoren für die meisten Energieträger bis 2040 kaum ändern werden, wird der Ausbau der erneuerbaren Energien die Emissionsfaktoren für Strom erheblich senken.



7 Maßnahmen und Wärmewendestrategie

In der Startphase der Umsetzung des Wärmeplans sollte der Fokus auf die Evaluierung der Umsetzbarkeit der Wärmenetzversorgung in den Wärmenetzeignungsgebieten gelegt werden. So kann auf Seiten der Bewohnerinnen/Bewohner so früh wie möglich Klarheit geschaffen werden, ob und wann es ein Wärmenetz in ihrer Straße geben wird. Hierzu müssen erneuerbare Wärmequellen mittels Projektskizzen, Vorstudien oder auch Machbarkeitsstudien bewertet werden. Geplant sind Projektskizzen, Studien, Machbarkeitsstudien zum Erhalt und der Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes und zur Umsetzung eines neuen Wärmenetzes basierend auf regenerativen Energien. Generell sollten Verknüpfungen zwischen einem möglichen Wärmenetzausbau und geplanten Infrastrukturprojekten gesucht und ausgenutzt werden.

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in der Samtgemeinde Hesel ist nicht nur von technischen Maßnahmen abhängig, sondern erfordert auch den Erhalt und die Stärkung geeigneter Strukturen in der Kommune. Auch ist die Berücksichtigung personeller Kapazitäten für das Thema Wärmewende von Bedeutung, um kontinuierliche Expertise und administrative Kapazitäten sicherzustellen. Diese Personalressourcen werden nicht nur für die Umsetzung, sondern auch für die fortlaufende Überwachung, Optimierung und Kommunikation der Maßnahmen erforderlich sein.

Außerdem sollte ein Schwerpunkt daraufgelegt werden, den Energiebedarf sowohl von kommunalen Liegenschaften als auch Privatgebäuden zu reduzieren. Den kommunalen Liegenschaften kommt dabei trotz des im Vergleich zum Gesamtgebiet geringen Energiebedarfs ein besonderes Augenmerk zu, da diese einen Vorbildcharakter haben.

In der mittelfristigen Phase bis 2035 sollte der Bau der Wärmenetze in den definierten Wärmenetzeignungsgebieten, wie in den Maßnahmen beschrieben, beginnen. Hierbei ist die vorangegangene Prüfung der Machbarkeit essenziell.

Der Wärmeplan ist nach dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) des Bundes alle fünf Jahre fortzuschreiben. Teil der Fortschreibung ist die Überprüfung der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen. Dies zieht eine Überarbeitung des Wärmeplans nach sich, durch welche die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung im Projektgebiet bis 2040 weiter feinjustiert werden kann.

Langfristige Ziele bis 2035 und 2040 können die Fortführung der Dekarbonisierungsstrategie durch die Implementierung eines konsequenten Netzausbaus umfassen, der auch ein Augenmerk auf den Stromsektor sowie ggf. Wasserstoff legt. Bis 2040 sollte im Mittel die jährliche Sanierungsquote von ca. 2 % weiterhin eingehalten werden. Die Umstellung der restlichen konventionellen Wärmequellen auf erneuerbare Energien sollte bis dahin abgeschlossen sein. Hierfür sollte auch die Einrichtung von Wärmespeichern zur besseren Integration erneuerbarer Energien mit fluktuierender Erzeugung berücksichtigt werden.

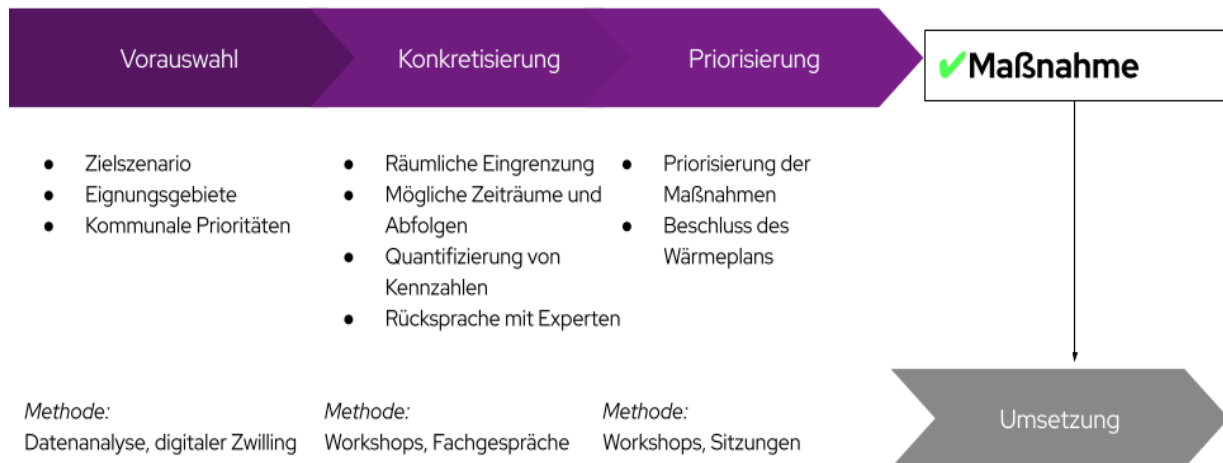


Abbildung 61: Entwicklung von Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

Übersicht erarbeitete Maßnahmen (technische Maßnahmen)

- 1 Vorstudie Wärmenetz Eignungsgebiet "Schulzentrum Hesel"
- 2 Vorstudie Wärmenetz Eignungsgebiet "Ortskern Firrel"
- 3 Vorstudie Wärmenetz Eignungsgebiet "Ortskern Brinkum"

Mögliche weitere Maßnahmen

- 4 Ausweisung Sanierungsgebiete
- 5 Dekarbonisierung kommunaler Gebäude
- 6 Runder Tisch zum Thema Energie und Industrievernetzung

Maßnahme	1	
Maßnahmen-Bezeichnung	Vorstudie Wärmenetz Eignungsgebiet "Schulzentrum Hesel"	
Maßnahmen-Typ	Planung & Studie Wärmenetz	
Fläche/Ort	Gemeinde Hesel	
Gebäudetypologie	Wohngebäude und öffentliche Bauten	
Anzahl Gebäude	57 Stück	Hinweis: Nicht Kunden/Abnehmer.
Wärmebedarf	2306,96 MWh/a	
Wärmeflächendichte	207,95 MWh/ha	
Fläche	11,09 ha	
Trassenlänge	690,44 m	
Erzielbare CO ₂ -Einsparung	441 t/a	
Akteure	Netzbetreiber, Industrie, Ingenieurbüro	
Handlungsschritte		
Geschätzte Kosten	Ca. 25.000 €	
Umsetzungsbeginn	2026	



Abbildung 62: Entwicklung Wärmenetz im Eignungsgebiet „Schulzentrum und Schwimmhalle-Hesel“



Beschreibung der Maßnahme

Im Zentrum der Mitgliedsgemeinde Hesel (Eignungsgebiet Schulzentrum-Schwimmhalle Hesel, siehe Abbildung 62, sind diverse Ankerkunden wie die Grundschule Hesel, die Oberschule Kloster Barthe und die Schwimmhalle angesiedelt. Die Schwimmhalle wird zurzeit über ein Blockheizkraftwerk (BHKW) versorgt. Der Betrieb des BHKWs soll 2025 eingestellt werden, der aktuelle Wartungsvertrag läuft aus und soll nicht verlängert werden. Das Eignungsgebiet ist geprägt durch ältere Objekte aus den Jahren 1949-1978, die somit vor dem Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung errichtet wurden und somit einen erhöhten Energiebedarf aufweisen. Diese Rahmenbedingungen führen zu einem relativ großen Wärmebedarf von ca. 2,3 GWh/a und einer möglichen Umsetzung eines Wärmenetzes. Als Energiequelle könnte eine zentrale Luftwärmepumpe zum Einsatz kommen. Biomasse, Biogas oder auch Abwärme des Abwassers der ca. 600m Luftlinie entfernten Abwasserreinigungsanlage könnten als alternative bzw. ergänzende Energiequellen genutzt werden. Weitere Informationen zum Wärmenetzeignungsgebiet/Fokusgebiet dieser Maßnahme hinsichtlich Bebauungsstruktur, Energiebedarf, Treibhausgasemissionen, etc. sind im Steckbrief „Schulzentrum-Schwimmhalle Hesel“ im Kapitel 5 zu finden.

Die Verfügbarkeit und die Wärmemengen der potenziellen Energiequellen und die Bedarfe der Wärmesenken (Verbraucher) müssten unter Berücksichtigung von Temperaturniveaus, tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen zunächst im Zuge einer Vorstudie/Machbarkeitsstudie geprüft werden. Ferner gilt es zu prüfen, welche Wärmenetzausbaumaßnahmen im Detail durchführbar sind und welche Trassenführung sinnvoll ist. Darüber hinaus muss die Wirtschaftlichkeit auf Basis von Investitions- und Betriebskosten näher untersucht werden. Im Rahmen einer Studie sollte außerdem analysiert werden, ob die notwendige Anschlussquote für den wirtschaftlichen Betrieb des Wärmenetzes erreicht werden kann.

Für die Umsetzung der Studien/Machbarkeitsstudien und ggf. dem späteren Bau und Betrieb des Wärmenetzes können z.B. BEW-Mittel (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) beantragt werden. Das Modul 1 der BEW-Förderung umfasst Transformationspläne oder Machbarkeitsstudien. Es beinhaltet verschiedene Leistungs- bzw. Planungsphasen wie die Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung, welche das Fundament für die Projektrealisierung darstellen. Es müssen nicht zwingend alle Phasen als Paket beantragt und umgesetzt werden. Nach erfolgreichem Abschluss wird der Bau des Wärmenetzes umgesetzt (Modul 2 der BEW-Förderung, systemische Förderung eines Wärmenetzes (Investitionsförderung)). Im Anschluss erfolgt der Betrieb des Netzes. Das Modul 4 der BEW-Förderung für Betriebskosten bezieht sich auf Solarthermieanlagen und Wärmepumpen. Für Einzelmaßnahmen, z.B. Realisierung einzelner Betriebsmittel wie einen Wärmeerzeuger für ein bestehendes Wärmenetz, sieht die BEW-Förderung das Modul 3 (Förderung von Einzelmaßnahmen an einem Wärmenetz) vor.

Maßnahme	2	
Maßnahmen-Bezeichnung	Vorstudie Wärmenetz Eignungsgebiet "Ortskern Firrel"	
Maßnahmen-Typ	Planung & Studie Wärmenetz	
Fläche/Ort	Gemeinde Firrel	
Gebäudetypologie	Wohngebäude	
Anzahl Gebäude	92 Stück	Hinweis: Nicht Kunden/Abnehmer.
Wärmebedarf	2.116 MWh/a	
Wärmeflächendichte	196,32 MWh/ha	
Fläche	10,8 ha	
Trassenlänge	1.442 m	
Erzielbare CO ₂ -Einsparung	548 t/a	
Akteure	Netzbetreiber, Industrie, Ingenieurbüro	
Handlungsschritte		
Geschätzte Kosten	Ca. 30.000 €	
Umsetzungsbeginn	2025	

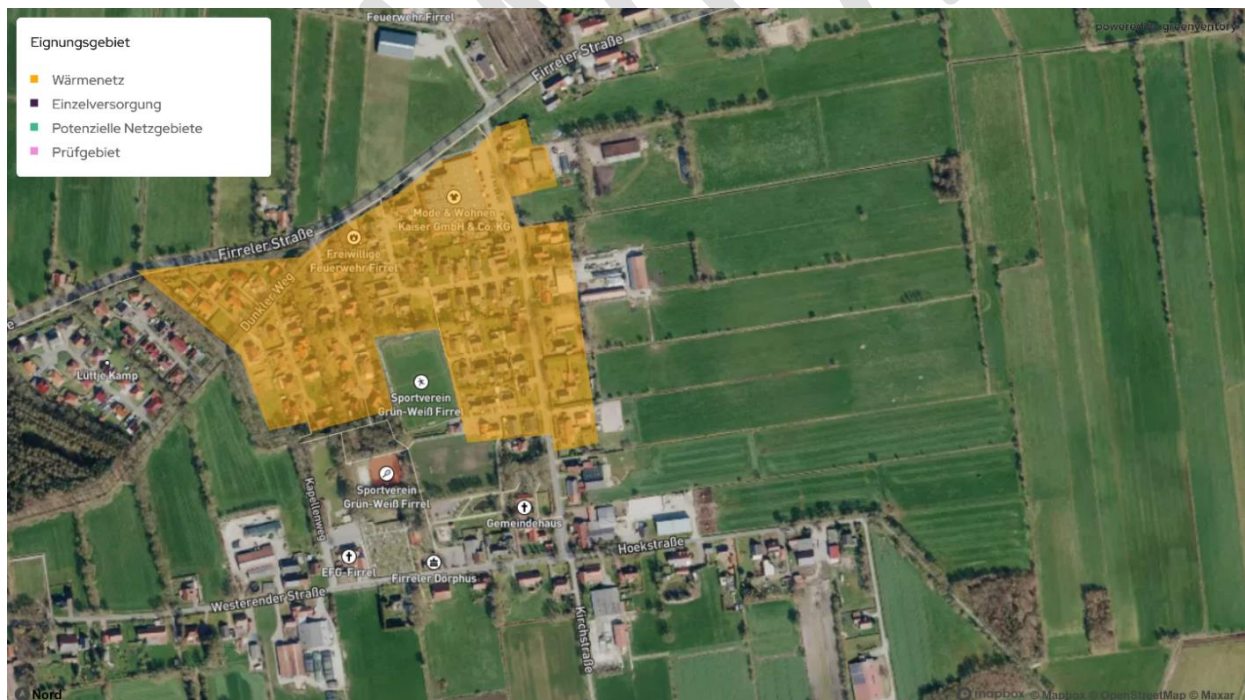


Abbildung 63: Wärmenetzeignungsgebiet in Firrel

Beschreibung der Maßnahme

Im Ortskern von Firrel existiert in der Kirchstraße und Waagestraße ein vergleichsweise alter Gebäudebestand mit Objekten aus den Jahren 1949-1978. Die Gebäude sind vor dem Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung errichtet worden und weisen somit einen erhöhten Energiebedarf auf. Der Bau eines Wärmenetzes könnte für diesen Bereich geprüft werden.

Als mögliche Energiequellen für die Versorgung des Wärmenetzes besteht die Möglichkeit der Realisierung einer Erdwärmepumpe. Das hierfür notwendige Kollektor-Sondenfeld kann auf Flächen an der Unlander Str. errichtet werden. Als ergänzende Energiequelle kann die Wärme des BHKWs des Unternehmens „Mode und Wohnen Kaiser GmbH & Co. KG“ genutzt werden. Die thermische Leistung des vorhandenen BHKWs weist jedoch eine relativ geringe thermische Leistung (88 kW) auf. Ferner müsste eine Umstellung des BHKW vom aktuellen Brennstoff Erdgas auf den regenerativen Energieträger Biomethan beleuchtet werden. Generell gilt es näher zu prüfen, ob die Bereitschaft zur Abgabe der Abwärme seitens des Unternehmens vorhanden ist.

Die Verfügbarkeit und die Wärmemengen der potenziellen Energiequellen und die Bedarfe der Wärmesenken (Verbraucher) müssten unter Berücksichtigung von Temperaturniveaus, tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen zunächst im Zuge einer Vorstudie/Machbarkeitsstudie untersucht werden. Ferner gilt es zu prüfen, welche Wärmenetzausbaumaßnahmen im Detail durchführbar sind und welche Trassenführung sinnvoll ist. Darüber hinaus muss die Wirtschaftlichkeit auf Basis von Investitions- und Betriebskosten näher untersucht werden. Im Rahmen einer Studie sollte außerdem analysiert werden, ob die notwendige Anschlussquote für den wirtschaftlichen Betrieb des Wärmenetzes erreicht werden kann.

Für die Umsetzung der Studien/Machbarkeitsstudien und ggf. dem späteren Bau und Betrieb des Wärmenetzes können z.B. BEW-Mittel (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) beantragt werden. Das Modul 1 der BEW-Förderung umfasst Transformationspläne oder Machbarkeitsstudien. Es beinhaltet verschiedene Leistungs- bzw. Planungsphasen wie die Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung, welche das Fundament für die Projektrealisierung darstellen. Es müssen nicht zwingend alle Phasen als Paket beantragt und umgesetzt werden. Nach erfolgreichem Abschluss wird der Bau des Wärmenetzes umgesetzt (Modul 2 der BEW-Förderung, systemische Förderung eines Wärmenetzes (Investitionsförderung)). Im Anschluss erfolgt der Betrieb des Netzes. Das Modul 4 der BEW-Förderung für Betriebskosten bezieht sich auf Solarthermieanlagen und Wärmepumpen. Für Einzelmaßnahmen, z.B. Realisierung einzelner Betriebsmittel wie einen Wärmeerzeuger für ein bestehendes Wärmenetz, sieht die BEW-Förderung das Modul 3 (Förderung von Einzelmaßnahmen an einem Wärmenetz) vor.

Durch die Umsetzung der von H2-Ostfriesland angestrebte Machbarkeitsstudie „Energieautarke Gemeinden Dornum & Firrel“ ergeben sich ggf. weitere potenzielle Wärmequellen. Das Ziel dieser Studie ist die Veranschaulichung der Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien, insbesondere von Wasserstoff und Biomethan, sowie die Entwicklung individueller Technologiekonzepte inklusive Kostenrahmen für die



Beispielgemeinden Dornum und Firrel. Dies soll zu einer hundertprozentigen Versorgung der Beispielgemeinden durch die Nutzung regenerativer Energie und zu regionaler Wertschöpfung anstelle des Imports fossiler Energieträger führen.

I

ENTWURF

Maßnahme	3	
Maßnahmen-Bezeichnung	Vorstudie Wärmenetz Eignungsgebiet "Ortskern Brinkum"	
Maßnahmen-Typ	Planung & Studie Wärmenetz	
Fläche/Ort	Gemeinde Brinkum	
Gebäudetypologie	Wohngebäude	
Anzahl Gebäude	109 Stück	Hinweis: Nicht Kunden/Abnehmer.
Wärmebedarf	2.394 MWh/a	
Wärmeflächendichte	82,15 MWh/ha	
Fläche	29,1 ha	
Trassenlänge	2.317 m	
Erzielbare CO ₂ -Einsparung	566 t/a	
Akteure	Netzbetreiber, Industrie, Ingenieurbüro	
Handlungsschritte		
Geschätzte Kosten	Ca. 35.000 €	
Umsetzungsbeginn	2027	

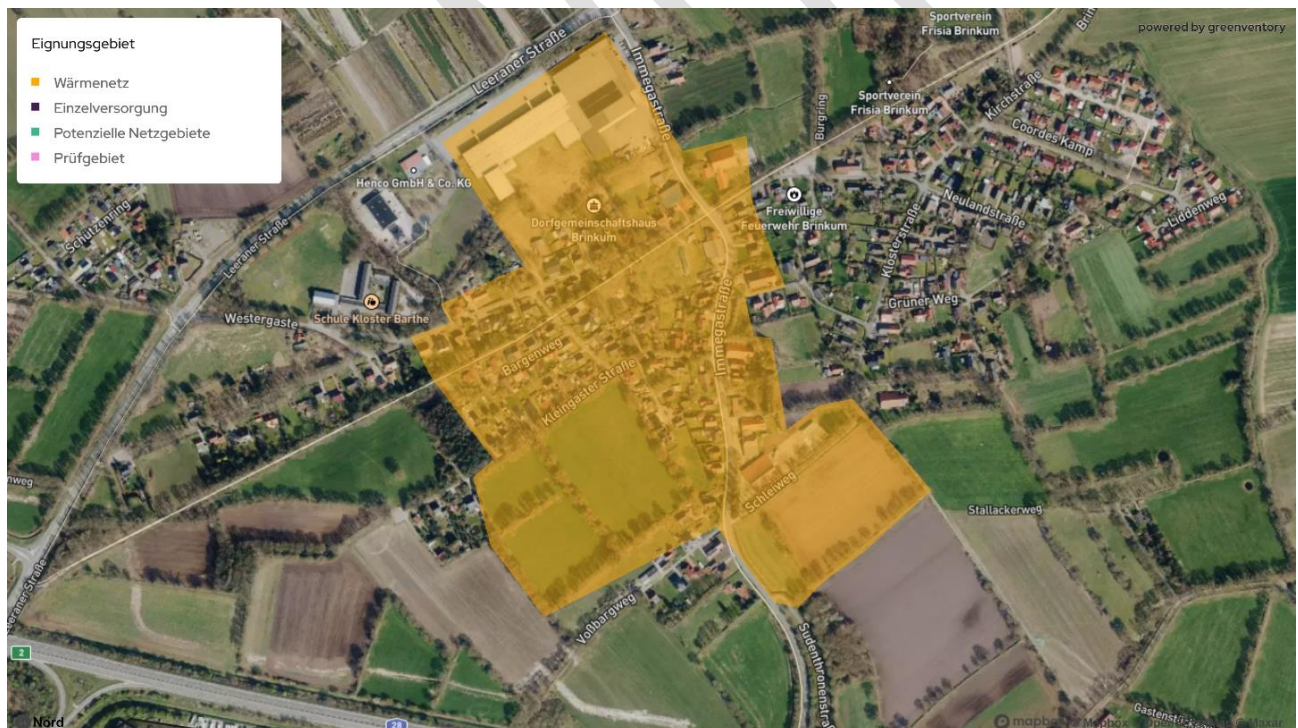


Abbildung 64: Wärmenetzeignungsgebiet in Brinkum



Beschreibung der Maßnahme

In Brinkum existieren in Teilbereichen (Straßenzügen bzw. Wohngebieten) ältere Gebäudebestände mit Objekten aus den Jahren 1949-1978. Die Gebäude sind vor dem Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung errichtet worden und weisen somit einen erhöhten Energiebedarf auf. Ferner entstehen zwischen Kleingaster Straße und Voßbargweg und südlich vom Schleiweg Neubaugebiete. Der Bau eines Wärmenetzes könnte für den dargestellten Bereich (siehe Abbildung 62) geprüft werden. Bei Neubaugebieten besteht hinsichtlich des Baus von Wärmenetzen der Vorteil, dass noch keine hochwertigen Oberflächen (z.B. Pflasterung) bestehen und somit die Verlegearbeiten kostengünstig sind. Des Weiteren können hohen Anschlussquoten erzielt werden.

Eine Option liegt in der Nutzung von Abwärme des Zentrallagers der Ammerländer Molkerei. In einer ersten Ausbaustufe könnte eine Trasse vom Zentrallager über den Dorfweg und die Heitfeldstraße zu den Neubaugebieten realisiert werden, zumal in diesen Straßenzügen ältere Objekte mit einem größeren Wärmebedarf angesiedelt sind. Die Wärmeversorgung der Objekte könnte mit einer zentralen oder vielen dezentralen Wärmepumpen erfolgen, wobei dezentrale Wärmepumpen die individuellen Wärmebedarfe der Gebäude flexibler abdecken können. Diese Flexibilität ist vorteilhaft, wenn nicht nur neuere Gebäude, sondern auch ältere Gebäude an das Netz angebunden werden sollen, die ein höheres Temperaturniveau benötigen als Neubauten (z.B. ältere Gebäude mit kleinen Wandheizkörpern bei denen der Einsatz einer Fußbodenheizung nicht umsetzbar ist). In weiteren Ausbaustufen könnte später eine Erweiterung des Netzes erfolgen.

Als ergänzende oder alternative Energiequelle besteht die Option regenerative Energie, wie beispielsweise oberflächennahe Geothermie mit Erdsonden oder Erdkollektoren, zu nutzen. Potenzielle Flächen für die Gewinnung dieser Energie befinden sich z.B. südlich von den Neubaugebieten (im Bereich der Autobahn A28).

Die Verfügbarkeit und die Wärmemengen der potenziellen Abwärme- bzw. Energiequellen und die Bedarfe der Wärmesenken (Verbraucher) müssten unter Berücksichtigung von Temperaturniveaus, tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen zunächst im Zuge einer Vorstudie/Machbarkeitsstudie untersucht werden. Ferner gilt es zu prüfen, welche Wärmenetausbaumaßnahmen im Detail durchführbar sind, welche Trassenführung sinnvoll ist und welche Flächen für die Gewinnung der regenerativen Energien genutzt werden können. Darüber hinaus muss die Wirtschaftlichkeit auf Basis von Investitions- und Betriebskosten näher untersucht werden. Im Rahmen einer Studie sollte außerdem analysiert werden, ob die notwendige Anschlussquote für den wirtschaftlichen Betrieb des Wärmenetzes erreicht werden kann.

Für die Umsetzung der Studien/Machbarkeitsstudien und ggf. dem späteren Bau und Betrieb des Wärmenetzes können z.B. BEW-Mittel (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) beantragt werden. Das Modul 1 der BEW-Förderung umfasst Transformationspläne oder Machbarkeitsstudien. Es beinhaltet verschiedene Leistungs- bzw. Planungsphasen wie die Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung, welche das Fundament für die Projektrealisierung darstellen. Es müssen nicht zwingend alle Phasen als Paket beantragt und umgesetzt werden. Nach erfolgreichem Abschluss wird der Bau des Wärmenetzes umgesetzt (Modul 2 der BEW-Förderung, systemische Förderung eines Wärmenetzes (Investitionsförderung)). Im Anschluss erfolgt der



Betrieb des Netzes. Das Modul 4 der BEW-Förderung für Betriebskosten bezieht sich auf Solarthermieanlagen und Wärmepumpen. Für Einzelmaßnahmen, z.B. Realisierung einzelner Betriebsmittel wie einen Wärmeerzeuger für ein bestehendes Wärmenetz, sieht die BEW-Förderung das Modul 3 (Förderung von Einzelmaßnahmen an einem Wärmenetz) vor.

ENTWURF



Maßnahme	4	
Maßnahmen-Bezeichnung	Ausweisung Sanierungsgebiete	
Maßnahmen-Typ	Beratung, Koordination & Management Förderung	
Fläche/Ort	Ortskerne der Mitgliedsgemeinden und bis 1978 entstandene Siedlungen	
Gebäudetypologie	Wohngebäude	
Anzahl Gebäude	4.302 Stück bis inkl. 1978	
Erzielbare CO ₂ -Einsparung	Bis zu 1.265 t/a (insgesamt 18969 t)	Hinweis: Angabe unter Annahme der Ausschöpfung des Sanierungspotentials sämtlicher Gebäude im Samtgemeindegebiet bis zum Zieljahr 2040
Akteure	Samtgemeinde Hesel, Ingenieurbüro	
Geschätzte Kosten	Ca. 40.000 €	
Umsetzungsbeginn	2025	

Beschreibung der Maßnahme

Die energetische Sanierung stellt ein wesentliches Instrument zur Senkung des Wärmebedarfs dar und steht damit in direkter Verbindung mit der Reduzierung der Treibhausgase. Das größte Sanierungs- und Treibhausgaseinsparpotenzial haben üblicherweise Gebäude, die bis 1977 errichtet worden sind, zumal die erste Wärmeschutzverordnung 1977 in Kraft getreten ist. In dieser Wärmeschutzverordnung waren die ersten Mindestanforderungen hinsichtlich Gebäudedämmung festgelegt. Vorher gab es diesbezüglich keinerlei Vorgaben. Im Gemeindegebiet gibt es eine Vielzahl von älteren Objekten (ca. 50%, siehe Kapitel Gebäudebestand), die vor 1979 errichtet wurden. Der Großteil der älteren Objekte stammt aus den Jahren 1949-1978

In der Samtgemeinde gibt es Siedlungen in denen fast ausschließlich ältere Objekte existieren, wie z.B. in den Ortszentren der Mitgliedsgemeinden (siehe Abbildung 65). Für Siedlungen/Wohngebiete dieser Art besteht die Möglichkeit der Ausweisung von Sanierungsgebieten. Dies kann z.B. nach dem vereinfachten Sanierungsverfahren erfolgen, um den Baubestand durch Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen zu erhalten bzw. zu verbessern. Durch die Sanierungen werden nicht nur die Energieeffizienz gesteigert und die Treibhausgasemissionen gesenkt, sondern auch die Lebensqualität der Bewohner verbessert.

Der erste Schritt im Rahmen einer Vorstudie besteht darin, im Gemeindegebiet potenzielle Sanierungsgebiete zu identifizieren und zu definieren. Hierbei ist der Digitale Zwilling ein exzellentes Hilfsmittel, um notwendige Auswertungen durchzuführen.

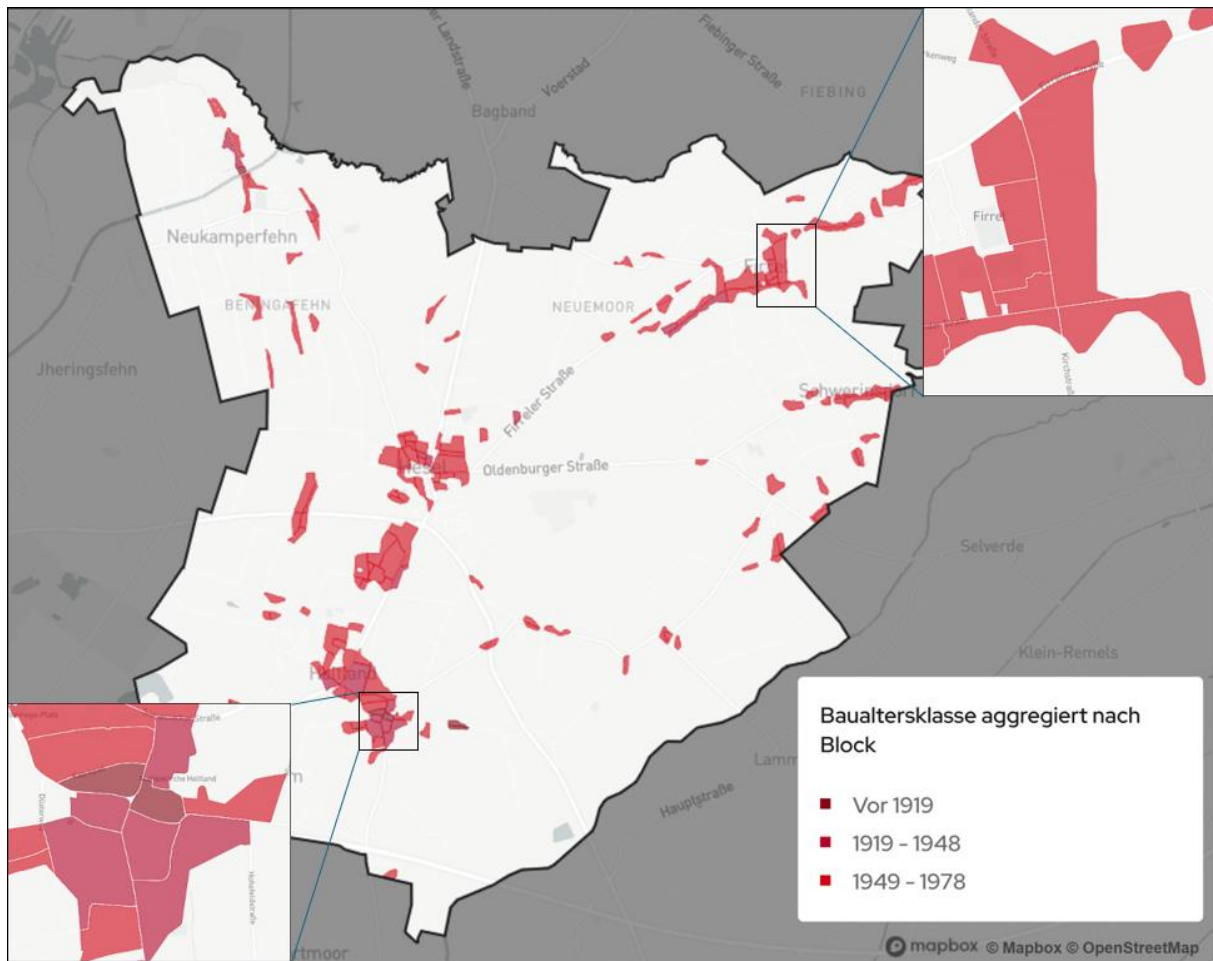


Abbildung 65: Verteilung der Potenzialgebiete für Sanierungsmaßnahmen

Nachgelagert zur Vorstudie, welche die Definition und Festlegung von Sanierungsgebieten beinhaltet, ist eine Bestandsaufnahme, die den aktuellen Zustand der Gebäude genau erfasst. Auf dieser Grundlage kann dann ein energetisches Konzept erarbeitet werden, das konkrete Maßnahmen und Ziele für die Sanierung festlegt. Eine enge Zusammenarbeit mit den Eigentümern, Bewohnern und gegebenenfalls den Denkmalschutzbehörden ist dabei entscheidend. Auf Basis dieses Konzepts kann gemäß §§ 136 ff BauGB (Baugesetzbuch) die Ausweisung eines Sanierungsgebiets erfolgen, was für Immobilienbesitzer steuerliche Vorteile mit sich bringt (siehe §7h und 10f EstG, Einkommensteuergesetz).

Um finanzielle Hürden zu überwinden, sind Förderprogramme und staatliche Zuschüsse von großer Bedeutung. Die gezielte Ausweisung und Entwicklung von Sanierungsgebieten bildet die Grundlage für eine nachhaltige Gemeindeentwicklung und leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz, indem größere Sanierungsprojekte effektiv umgesetzt werden können.



Maßnahme	5	
Maßnahmen-Bezeichnung	Dekarbonisierung kommunaler Gebäude	
Maßnahmen-Typ	kommunale Energiemanagement	
Fläche/Ort	Samtgemeindegebiet	
Gebäudetypologie	Kommunale Gebäude	
Anzahl Gebäude	Stück	
Erzielbare CO ₂ -Einsparung	zu prüfen	
Akteure	Samtgemeinde Hesel, Ingenieurbüro, Bauunternehmen	
Geschätzte Kosten	Je nach Projekt individuell	
Umsetzungsbeginn	2025	

Beschreibung der Maßnahme

Energetische Normen werden verwendet, um die Energieeffizienz von öffentlichen Gebäuden zu optimieren. Mögliche Bestandteile dieser Normen sind Beleuchtung, nachhaltige Baustoffe, Energietechnik und bauliche Energieeffizienz. Die Verwendung erneuerbarer Energien, die Einbindung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und bestimmte Verhaltensweisen der Nutzer können ebenfalls vorgeschrieben werden.

Ein wichtiger Aspekt ist, dass das Energiemanagement während des gesamten Prozesses (Planung, Bau und Betrieb) energetisch relevante Aspekte ständig berücksichtigt. Eine Energieleitlinie stellt eine Ergänzung zu bestehenden Gesetzen, Normen und Richtlinien dar, ersetzt aber keine professionelle, auf das Projekt zugeschnittene Planung. Sofern die Planenden dies plausibel begründen, kann davon abgewichen werden, wenn es im Einzelfall nicht sinnvoll ist, die Standards umzusetzen. Dies führt zu einer umgekehrten Beweislast und einer Vereinfachung des politischen Entscheidungsprozesses. Das Gebäude- und Energiemanagement arbeitet in Kooperation mit dem Klimaschutzmanagement an der Entwicklung der Standards, die immer den neuesten technologischen Fortschritt widerspiegeln. Das Ziel besteht darin, den Energieverbrauch in kommunalen Immobilien nachhaltig zu reduzieren und somit die Energiekosten zu senken.



Maßnahme	6	
Maßnahmen-Bezeichnung	Runder Tisch zum Thema Energie und Industrievernetzung	
Maßnahmen-Typ	Koordination & Management	
Fläche/Ort	Samtgemeindegebiet	
Gebäudetypologie	Gewerbe und Industrie	
Anzahl Gebäude	Stück	
Erzielbare CO ₂ -Einsparung	Zu prüfen	
Akteure	Samtgemeinde Hesel, Industrie und Gewerbe, Energieversorger	
Geschätzte Kosten	Je nach Projekt individuell	
Umsetzungsbeginn	2025	

Beschreibung der Maßnahme

Die Maßnahme "Runder Tisch zum Thema Energie und Industrievernetzung" zielt darauf ab, die Zusammenarbeit zwischen kommunalen Energieversorgern und der Industrie zu fördern, um die Wärmeversorgung zu optimieren und die Energieeffizienz zu steigern. Der Runde Tisch soll als regelmäßiges Forum dienen, in dem Vertreter der kommunalen Energieversorger, der lokalen Industrie, der Samtgemeindeverwaltung sowie Experten aus Wissenschaft und Forschung zusammenkommen. Gemeinsam sollen Strategien und Maßnahmen entwickelt werden, um die Wärmeversorgung in der Kommune nachhaltiger und effizienter zu gestalten.

Zu den Schwerpunkten des Runden Tisches gehören die Bestandsaufnahme und Analyse der aktuellen Wärmeversorgungssituation, der Austausch über neue Technologien und Best Practices zur Verbesserung der Energieeffizienz und Reduzierung von Emissionen, die Entwicklung von Kooperationsmodellen zwischen Energieversorgern und Industrie sowie die Information über Förderprogramme und Finanzierungsmöglichkeiten. Zudem sollen konkrete Maßnahmen geplant und deren Fortschritte regelmäßig überprüft werden.

Erwartet werden Verbesserungen der Energieeffizienz und eine Reduzierung der CO₂-Emissionen in der Kommune, eine stärkere Zusammenarbeit zwischen kommunalen Akteuren und der Industrie, die Entwicklung innovativer Lösungen zur nachhaltigen Wärmeversorgung und eine erhöhte Attraktivität der Kommune als Standort für umweltbewusste Unternehmen. Der Runde Tisch soll vierteljährlich stattfinden, beginnend im ersten Quartal des kommenden Jahres. Die Organisation und Moderation übernimmt die Samtgemeindeverwaltung in Zusammenarbeit mit dem lokalen Energieversorger.



7.1 Übergreifende Wärmewendestrategie

In der Startphase der Umsetzung des Wärmeplans sollte der Fokus auf die Evaluierung der Umsetzbarkeit der Wärmenetzversorgung in den Wärmenetzungsgebieten gelegt werden. So kann auf Seiten der Bewohner so früh wie möglich Klarheit geschaffen werden, ob und wann es ein Wärmenetz in ihrer Straße geben wird. Hierzu müssen erneuerbare Wärmequellen mittels Machbarkeitsstudien bewertet werden. Geplant sind Machbarkeitsstudien zur Nutzung von Klärwerksabwärme. Generell sollten Verknüpfungen zwischen einem möglichen Wärmenetzausbau und geplanten Infrastrukturprojekten gesucht und ausgenutzt werden.

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in der Samtgemeinde Hesel ist nicht nur von technischen Maßnahmen abhängig, sondern erfordert auch den Erhalt und die Stärkung geeigneter Strukturen in der Kommune. Auch ist die Berücksichtigung personeller Kapazitäten für das Thema Wärmewende von Bedeutung, um kontinuierliche Expertise und administrative Kapazitäten sicherzustellen. Diese Personalressourcen werden nicht nur für die Umsetzung, sondern auch für die fortlaufende Überwachung, Optimierung und Kommunikation der Maßnahmen erforderlich sein.

Außerdem sollte ein Schwerpunkt daraufgelegt werden, den Energiebedarf sowohl von kommunalen Liegenschaften als auch Privatgebäuden zu reduzieren. Den kommunalen Liegenschaften kommt dabei trotz des im Vergleich zum Gesamtgebiet geringen Energiebedarfs ein besonderes Augenmerk zu, da diese einen Vorbildcharakter haben.

In der mittelfristigen Phase bis 2030 sollte der Bau der Wärmenetze in den definierten Wärmenetzungsgebieten, wie in den Maßnahmen beschrieben, beginnen. Hierbei ist die vorangegangene Prüfung der Machbarkeit essenziell.

Der Wärmeplan ist nach dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) des Bundes alle 5 Jahre fortzuschreiben. Teil der Fortschreibung ist die Überprüfung der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen. Dies zieht eine Überarbeitung des Wärmeplans nach sich, durch welche die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung im Projektgebiet bis 2040 weiter feinjustiert werden kann.

Langfristige Ziele bis 2035 und 2040 können die Fortführung der Dekarbonisierungsstrategie durch die Implementierung eines konsequenten Netzausbaus umfassen, der auch ein Augenmerk auf den Stromsektor sowie ggf. Wasserstoff legt. Die Auswertungen für das Zwischenjahr 2035 sind im Anhang beinhaltet. Bis 2040 sollte im Mittel die jährliche Sanierungsquote von ca. 2 % weiterhin eingehalten werden. Die Umstellung der restlichen konventionellen Wärmequellen auf erneuerbare Energien sollte bis dahin abgeschlossen sein. Hierfür sollte auch die Einrichtung von Wärmespeichern zur besseren Integration erneuerbarer Energien mit fluktuierender Erzeugung berücksichtigt werden.

In Tabelle 7 sind basierend auf der Wärmewendestrategie erweiterte Handlungsempfehlungen aufgelistet und zudem Möglichkeiten zur Gestaltung der Energiewende dargestellt.



Tabelle 7: Erweiterte Handlungsvorschläge für Akteure der kommunalen Wärmewende

Akteur	Handlungsvorschläge
Immobilienbesitzer	<ul style="list-style-type: none">→ Inanspruchnahme von Gebäudeenergieberatungen→ Gebäudesanierungen sowie Investition in energieeffiziente und erneuerbare Heizsysteme unter Berücksichtigung der zukünftigen Wärmeversorgung laut Wärmeplan→ Installation von Photovoltaikanlagen, bei Ein- und Mehrfamilienhäusern
	Wärme: <ul style="list-style-type: none">→ Strategische Evaluation von Wärmenetzbau→ Bewertung der Machbarkeit von Wärmenetzen→ Ausbau von Energieeffizienz-Dienstleistungen sowie Contracting→ Physische und vertragliche Erschließung und Sicherung von Flächen sowie Biomasse als Energiequellen für Wärmenetze→ Digitalisierung und Monitoring für Wärmenetze→ Abschluss von Gestattungsverträgen für die Verlegung von Fernwärmeleitungen im Samtgemeindegebiet
Energieversorger	Strom: <ul style="list-style-type: none">→ Erstellung von detaillierten Netzstudien basierend auf den Ergebnissen der KWP und nachgelagerter Machbarkeitsstudien→ Modernisierung und Ausbau der Stromnetzinfrastruktur→ Konsequenter Ausbau von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung unter Berücksichtigung der Lastveränderung durch Wärmeerzeugung→ Implementierung von Lastmanagement-Systemen im Verteilnetz Vertrieb: <ul style="list-style-type: none">→ Flexible Tarifgestaltung für Energielieferung sowie Gestaltung von Wärme- bzw. Heizstromprodukten→ Vorverträge mit Wärmeabnehmern in Eignungsgebieten und Abwärmelieferanten
Samtgemeinde Hesel	<ul style="list-style-type: none">→ Aufbau und Weiterentwicklung von Wärmenetzen im Dialog mit Energieversorger und Projektierern→ Akteurssuche für die Erschließung der Potenziale und der Eignungsgebiete→ Schaffung von personellen Kapazitäten für die Wärmewende→ Erhöhung der Sanierungsquote für kommunale Liegenschaften→ Ausbau von Förderprogrammen und Informationskampagnen für Gebäudeenergieeffizienz sowie PV-Ausbau→ Öffentlichkeitsarbeit, Information zu KWP→ Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans→ Verpflichtende energetische und versorgungstechnische Vorgaben für Neubaugebiete und Neubauten (gem. § 9 Abs. 1 Nr. 12, 23b; § 11 Abs. 1 Nr. 4 und 5 BauGB)→ Festsetzung spezieller Flächen für erneuerbare Wärme in Flächennutzungsplänen



- Einführung von Verbrennungsverboten für fossile Energieträger in bestimmten Gebieten (Vorgabe von Emissionsschutznormen gem. § 9 Abs. 1 Nr. 23a BauGB)
- Einbindung von Klimaschutz und -anpassung in städtebauliche Erneuerungsprozesse
- Proaktive Informationskampagnen und Bürgerbeteiligungsformate zur Steigerung der Akzeptanz von Wärmewende-Maßnahmen
- Umsetzung von Best-Practice-Beispielen in öffentlichen Gebäuden

Empfehlungen für private Haushalte

- Die direkte Nutzung erneuerbarer Energien ist effizienter als Wasserstoff, und es ist sehr wahrscheinlich, dass ein Wasserstoffnetzgebiet für Haushaltskunden nicht wirtschaftlich sein wird und entsprechend nicht ausgebaut wird.
- Heizkessel, die vor dem 1. Januar 1991 installiert wurden oder älter als 30 Jahre sind, müssen ersetzt werden, außer sie sind Niedertemperatur- oder Brennwertkessel. Auch Heizungen unter 4 kW oder über 400 kW sowie bestimmte Hybridheizungen sind ausgenommen. Eigentümer von Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Haus seit dem 1. Februar 2002 selbst bewohnen, sind ebenfalls ausgenommen. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen bis zum 31. Dezember 2044 betrieben werden. Private Haushalte sollten daher ihre Heizkessel überprüfen und auf moderne, energieeffiziente Systeme umsteigen.
- Die energetische Sanierung von Gebäuden kann den Wärmeverbrauch um bis zu 47 % senken. Besonders ältere Gebäude (vor 1978) haben ein hohes Sanierungspotenzial. Wichtige Maßnahmen umfassen die Dämmung von Fassade, Dach und Kellerdecke, die Erneuerung von Fenstern und Heizungen sowie den Einbau von Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen. Diese Maßnahmen reduzieren nicht nur den Energiebedarf, sondern erhöhen auch den Wohnkomfort und den Immobilienwert.



7.2 Konzept für ein Monitoring der Zielerreichung

Der Monitoringkonzept dient der regelmäßigen Überprüfung und Dokumentation der Fortschritte und der Wirksamkeit der im kommunalen Wärmeplan (KWP) festgelegten Maßnahmen. Ziel ist es, die Zielerreichung hinsichtlich einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung systematisch zu erfassen, zu bewerten und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

7.2.1 Monitoringziele

- Erfassung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen
- Kontinuierliche Prüfung des Ausbaufortschritts infrastruktureller Vorhaben (Fernwärme-Leitungen, Energiezentralen etc.)
- Frühzeitige Identifikation von Abweichungen und Handlungsbedarf
- Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften
- Dokumentation des Fortschritts

7.2.2 Monitoringinstrumente und -methoden

1. Energiemanagementsystem: Implementierung eines kommunalen Energiemanagementsystems (KEMS) zur Erfassung, Analyse und Verwaltung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften. Das KEMS soll Energieverbrauchsdaten möglichst vollständig automatisiert erfassen, um den manuellen Erfassungsaufwand zu minimieren und die Datenqualität zu verbessern.
2. Interne Energieaudits: Regelmäßige Durchführung von internen Energieaudits in kommunalen Liegenschaften zur Identifikation von Einsparpotenzialen und zur Überprüfung der Wirksamkeit bereits umgesetzter Maßnahmen.
3. KWP-Kennzahlen und -Indikatoren (nach Möglichkeit georeferenziert): Entwicklung und Anwendung spezifischer Indikatoren für Energieeffizienz, Energieinfrastruktur-Ausbau und Treibhausgasemissionen, um den Fortschritt auf der gesamtstädtischen Ebene und insbesondere der kommunalen Liegenschaften quantitativ messen zu können. Wichtige Indikatoren können hierbei sein: Energiebedarf, Erneuerbare Erzeugungsleistung, CO₂-Emissionen sowie Reduktionen, durchgeführte Sanierungsmaßnahmen, Wärmenetzbau in km, Anzahl installierter Wärmepumpen, Anzahl PV-Anlagen.
4. Benchmarking: Vergleich der genannten Indikatoren mit ähnlichen Kommunen, um Best Practices zu identifizieren und Schwachpunkte aufzudecken.

7.2.3 Datenerfassung und -analyse

Jährliche interne Energieverbrauchsdocumentation: Alle Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften werden im Rahmen des KEMS jährlich erfasst und ausgewertet. Dazu gehören Strom, Wärme, Kälte und Gas. Diese können im digitalen Zwilling aktualisiert werden.



Treibhausgasbilanzierung im Drei-Jahres-Zyklus (Samtgemeindeweit): Fortschreibung der THG-Bilanz für die gesamte Kommune inkl. aller Wirtschaftssektoren, basierend auf Endenergieverbräuchen (inkl. Wärme), um die Entwicklung der Emissionen und Verbräuche im Zeitverlauf verfolgen zu können.

7.3 Kommunikationstrategie und Berichterstattung

Kommunikation, Beteiligung und Akzeptanz stellen wichtige Bausteine für die erfolgreiche Planung und Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung dar. Im Fokus bei der Beteiligung und der Kommunikation steht daher die Identifikation und frühzeitige, aktive Einbindung der relevanten Akteure bzw. Stakeholder, wie z.B. politische Gremien, Verwaltungsmitarbeiter der Kommune, Energieversorger, Netzbetreiber, Industrie- und Gewerbetriebe, Betreiber von großen Wärmeerzeugungsanlagen, Investoren, Handwerker, Anwohner, potenzielle Kunden und weiterer Interessengruppen. Eine große Akzeptanz und Befürwortung von Maßnahmen ist elementar, sodass eine Umsetzungsdynamik nicht beeinträchtigt wird und die Maßnahmen erfolgreich in konkrete Projekte überführt werden können.

Die ersten Schritte bestehen darin, dass nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung neben Politik und Verwaltung auch die Öffentlichkeit, idealweise über mehrere Kanäle, wie Presseberichte, Publikationen im Internet und Öffentlichkeitsveranstaltungen, bezüglich der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung und anstehenden Folgeschritte bestmöglich informiert und abgeholt werden.

Für die Umsetzung von konkreten Maßnahmen ist es sinnvoll, die Vorteile frühzeitig zu kommunizieren. Ferner sollten der Austausch und die Zusammenarbeit von Akteuren und Stakeholdern ermöglicht und gefördert werden. Es können beispielsweise Austauschtermine oder Eröffnungsworkshops initiiert werden, bei denen relevante Akteure und Stakeholder zusammenkommen und ihre Interessen und Bedenken äußern können. Darüber hinaus sollten für die Aufrechterhaltung einer hohen Akzeptanz regelmäßige Informations- und Abstimmungstermine etabliert werden, um den aktuellen Stand der Maßnahme bzw. des Projekts zu besprechen. Durch dieses Vorgehen gelingt es, mögliche Probleme frühzeitig zu identifizieren und gegebenenfalls Anpassungen vornehmen zu können, sodass Zeitpläne und die Ziele nicht gefährdet werden.

Für die politischen Gremien und die Verwaltung der Kommune sollten regelmäßige Berichterstattungen in Form von Mitteilungsvorlagen erfolgen, um die Entwicklungen, Erfolge und Herausforderungen der Wärmewende transparent zu machen. Die Öffentlichkeit kann z.B. über das Internet, Presseberichte und ggf. bei Bedarf über Öffentlichkeitsveranstaltungen kontinuierlich informiert werden.



7.4 Verstetigungsstrategie

Die Erstellung des Abschlussberichtes der kommunalen Wärmeplanung mit den Fokusgebieten und Maßnahmen stellt den Startschuss zur Umsetzung dar. Ab dem Zeitpunkt soll, gemäß Wärmeplanungsgesetz, die Kommunale Wärmeplanung alle fünf Jahre weitergeführt und stetig evaluiert werden. Der Einsatz des digitalen Zwillings bzw. einer digitalen Plattform wird dabei eine wichtige Rolle spielen. Jährliche Datenupdates visualisieren den Fortschritt der beschlossenen Maßnahmen deutlich. Die Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung als Aufgabe ist fest mit folgenden Punkten verbunden:

- **Aufgabenetablierung:** Feste Verankerung der Aufgabe innerhalb der Gemeindeverwaltung und der kommunalen politischen Gremien
- **Personalressource:** Schaffung der personellen Ressource für die Bearbeitung dieser Aufgabe innerhalb der Gemeindeverwaltung (idealerweise Zuweisung an einen „festen“ Mitarbeiter)
- **Zieldefinition:** Ziele und Etappenziele für die Kommune formulieren
- **Konzepte/Strategie:** Erstellung von Konzepten und Formulierung von Strategien, welche die Zielerreichung unterstützen und sicherstellen sollen
- **Maßnahmen:** Bearbeitung, Begleitung und Unterstützung von internen und externen Umsetzungsmaßnahmen (intern: Zuständigkeit liegt bei der Kommune; extern: Zuständigkeit liegt außerhalb der Kommune, z.B. Investor)
- **Controlling:** Controlling hinsichtlich Kennzahlen, Maßnahmen und Projekte fest verankern und operativ durchführen, sodass eine Transparenz bezüglich des Sachstands gegeben ist (idealerweise Zuweisung an einen „festen“ Mitarbeiter)
- **Beteiligung:** Beteiligung von relevanten Akteuren und Stakeholdern, um die Umsetzung von Maßnahmen sicher zu stellen
- **Vernetzung:** Eigene Vernetzung mit relevanten Akteuren und Stakeholdern sicherstellen und darüber hinaus die Vernetzung untereinander von Akteuren/Stakeholdern bestmöglich fördern
- **Finanzierung:** Idealerweise „erster Ideengeber“ hinsichtlich möglicher Förderungen und Finanzierung von Maßnahmen und Projekten
- **Organisation/Strukturen:** Umsetzung organisatorischer Punkte und Schaffung von Strukturen, welche die Zielerreichung unterstützen (Auswertungen, Berichte, Austauschtermine, etc.)

7.5 Finanzierung

Die Umsetzung der Wärmewende stellt eine erhebliche finanzielle Herausforderung dar, die eine koordinierte Anstrengung von öffentlichen, privaten und zivilgesellschaftlichen Akteuren erfordert. Es ist unerlässlich, eine multifaktorielle Finanzierungsstrategie zu entwickeln, die mehrere Einkommensquellen und Finanzinstrumente berücksichtigt.



Öffentliche Finanzierung: Staatliche Förderprogramme, sowohl auf nationaler als auch auf EU-Ebene, sind ein entscheidender Faktor der Finanzierungsstruktur. Diese Mittel könnten insbesondere für anfängliche Investitionen in Infrastruktur und Technologieeinführung entscheidend sein. Zudem wird empfohlen, einen festen Anteil des kommunalen Haushalts für die Wärmewende vorzusehen. Eine genaue Quantifizierung muss von den beschlossenen und geplanten Zielen der Samtgemeinde abhängen.

Private Investitionen und PPP: Über die Einbindung von Privatunternehmen durch Public-Private-Partnerships (PPP) können finanzielle Ressourcen für Wärmeprojekte mobilisiert werden. Gerade für den großflächigen Ausbau von Wärmenetzen ist es gewünscht, auch lokale Initiativen und Akteure aus dem privaten Sektor zu unterstützen. Darüber hinaus können spezialisierte Kreditprogramme von Banken und Finanzinstituten eine wichtige Rolle spielen.

Bürgerbeteiligung: Die Möglichkeit einer Bürgerfinanzierung über Genossenschaftsmodelle oder Crowdfunding-Plattformen sollte aktiv beworben werden. Das erhöht die finanzielle Kapazität und stärkt die öffentliche Akzeptanz der Maßnahmen.

Gebühren und Einnahmen: Eine strategische Preisgestaltung für Wärmeabgabe und Energieeinspar-Contracting kann sowohl die Kosten decken als auch den Verbrauch regulieren.

Fördermöglichkeiten

Folgende Fördermöglichkeiten orientieren sich an den beschriebenen Maßnahmen und werden zu deren Umsetzung empfohlen:

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Investitionskredit Kommunen / Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (KfW)

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) entwickelt, die Zuschüsse für Investitionen in Wärmenetze ermöglicht. Zielgruppen sind Energieversorgungsunternehmen, Kommunen, Samtgemeindewerke und Vereine / Genossenschaften. Es soll den Neubau und die Dekarbonisierung der Wärmenetze in Deutschland beschleunigen. Die Förderung konzentriert sich entsprechend auf den Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen (mindestens 75 %) an erneuerbaren Energien und Abwärme sowie den Ausbau und die Umgestaltung bestehender Netze. Das Förderprogramm ist in vier Module gegliedert, die im Folgenden beschrieben werden:

Gefördert werden im ersten Schritt (Modul 1) die Kosten für Machbarkeitsstudien für neue Wärmenetze und Transformationspläne für den Umbau bestehender Wärmenetzsysteme. Die Förderung beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Ausgaben und ist auf 2 Mio. Euro pro Antrag begrenzt. Es gibt darüber hinaus Investitionszuschüsse von bis zu 40 % für Maßnahmen für den Neubau von Wärmenetzen, die zu mindestens 75 % mit erneuerbaren Energien und Abwärme gespeist werden, sowie für die Bestandsinfrastruktur von Wärmenetzen (Modul 2). Auch



bei Bestandswärmenetzen sind gewisse Einzelmaßnahmen (Modul 3) wie Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen für den Anschluss von EE-Erzeugern und Abwärme sowie für die Erweiterung von Wärmenetzen, und Wärmeübergabestationen, mit bis zu 40 % der Ausgaben förderfähig. Des Weiteren besteht eine Betriebskostenförderung (Module 4) für erneuerbare Wärmeerzeugung aus Solarthermieanlagen und strombetriebenen Wärmepumpen, die in Wärmenetze einspeisen (BAFA, 2024a).

Im Hinblick auf das novellierte Gebäudeenergiegesetz (GEG) wird die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) angepasst (BMWSB, 2023). Die BEG vereint verschiedene frühere Förderprogramme zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich. Sie fördert verschiedene Maßnahmen in den Bereichen Einzelmaßnahmen (BEG EM), Wohngebäude (BEG WG) und Nichtwohngebäude (BEG NWG). Im Rahmen der BEG EM werden Maßnahmen an der Gebäudehülle, der Anlagentechnik, der Wärmeerzeugung, der Heizungsoptimierung, der Fachplanung und Baubegleitung gefördert. Die Fördersätze variieren je nach Maßnahme. Für den Heizungstausch gibt es Zuschüsse von bis zu 70 %, abhängig von der Art des Wärmeerzeugers und des Antragstellers (BAFA, 2024b). Für Bürgerinnen und Bürger, die sich über die verschiedenen Fördermöglichkeiten im Bereich der Energieeffizienz und erneuerbaren Energien informieren möchten, stellt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eine zentrale Informations- und Antragsstelle dar. Hier können sowohl allgemeine Informationen als auch spezifische Details zu einzelnen Förderprogrammen und Antragsverfahren eingeholt werden. Ende Februar 2024 wurde mit dem KfW-Programm 458 zusätzlich eine Heizungsförderung für Privatpersonen etabliert (KfW, 2024a).

Der Ende 2023 eingestellte KfW-Zuschuss Energetische Stadtsanierung (Programmnummer 432) für Klimaschutz und -anpassung im Quartier förderte Maßnahmen, die die Energieeffizienz im Quartier erhöhen. Bereits zugesagte Zuschüsse sind von der Beendigung des Programms nicht betroffen und werden ausgezahlt. Als Alternative für die Finanzierung energetischer Maßnahmen nennt die KfW die Programme „Investitionskredit Kommunen (IKK)“ und „Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen (IKU)“, mit denen Investitionen in die kommunale und soziale Infrastruktur gefördert werden (KfW, 2024b).

7.6 Lokale ökonomische und finanzielle Vorteile der Wärmewende

Die Investition in eine erneuerbare Wärmeversorgung bietet nicht nur ökologische, sondern kann auch ökonomische Vorteile bieten. Einer der entscheidenden Aspekte ist die Schaffung neuer Arbeitsplätze in unterschiedlichen Sektoren, von der Entwicklung bis zur Wartung erneuerbarer Wärmetechnologien. Diese Diversifizierung des Arbeitsmarktes belebt die regionale Wirtschaft und fördert gleichzeitig die lokale Wertschöpfung. Kapital, das in lokale erneuerbare Energieressourcen und Technologien investiert wird, bleibt innerhalb der Samtgemeinde und fördert die lokale Wirtschaft in einem breiten Spektrum. Die langfristigen Betriebskosten für erneuerbare Wärmequellen wie Solarthermie und Geothermie sind in der Regel niedriger als bei fossilen Brennstoffen. Da dies jedoch von vielen Faktoren abhängt, bleibt abzuwarten, ob dadurch signifikante finanzielle Entlastungen bei den Wärmeabnehmern möglich sein werden. Lokale Handwerksbetriebe und



Zulieferer können von der gesteigerten Nachfrage nach Installations- und Wartungsdienstleistungen profitieren. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der potenzielle Anstieg der Steuereinnahmen durch die Erhöhung der regionalen Wertschöpfung. Zudem kann die lokale Energieproduktion die Abhängigkeit von volatilen, globalen Energiemärkten reduzieren. Insgesamt sollte die Finanzierung der Wärmewende als eine Investition in die wirtschaftliche Vitalität und nachhaltige Zukunft betrachtet werden.

ENTWURF



8 Fazit

Die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung (KWP) erhöht die Planungssicherheit für Bürgerinnen und Bürger innerhalb und vor allem außerhalb der Wärmenetzeignungsgebiete. Bei Kommunen, Netzbetreibern, Energieversorgern und weiteren Akteuren sorgt sie für eine Klarheit und Priorisierung in welchen Gebieten Folgeaktivitäten und Detailuntersuchungen sinnvoll und notwendig sind. Besonders wertvoll war bei der Erstellung des Wärmeplans die kommunale Expertise der Gemeindeverwaltung und der Einsatz neuer Technologien mit dem Digitaler Zwilling.

Ein Blick auf die Bestandsanalyse bezüglich der aktuellen Wärmeversorgung zeigt den deutlichen Handlungsbedarf: Über 98 % der Wärme basieren auf fossilen Quellen wie größtenteils Erdgas und auch Heizöl. Ziel muss es sein, diese Energieträger möglichst schnell durch klimaneutrale Energiequellen zu ersetzen. Die Sektoren „Privates Wohnen“, verantwortlich für knapp 80 % der Emissionen, und „Industrie & Produktion“ (inklusive landwirtschaftliche Betriebe), verantwortlich für ca. 13 % der Emissionen, spielen dabei eine Schlüsselrolle.

Energieberatungen für die Bürger, die Umsetzung von Gebäudesanierungen, der Einsatz von treibhausgasneutralen Heizungsanlagen und die Realisierung von Wärmenetzen mit regenerativen Wärmequellen sind entscheidend für die Wärmewende. Darüber hinaus liefert die im Zuge der KWP erstellte Datengrundlage die notwendige Transparenz und ist somit eine wichtige Basis für ein gezieltes Vorgehen bei der Realisierung der Energiewende. Der Einsatz des digitalen Zwillings mit seinen umfangreichen Auswertungsmöglichkeiten unterstützt diesen Prozess erheblich.

Auf Grundlage der Bestandsanalyse erfolgte im Rahmen des Projekts die Identifikation von Gebieten, die sich für Wärmenetze eignen (Wärmenetzeignungsgebiete). Für die Versorgung dieser Gebiete wurden erneuerbare Wärmequellen beleuchtet und konkrete Maßnahmen festgelegt. In den definierten Eignungsgebieten kann nun die Wärmewende gezielt vorangetrieben werden. Im Rahmen weiterer Planungsschritte sollen die potenziellen Wärmenetze hinsichtlich technischer Umsetzung und Wirtschaftlichkeit beleuchtet werden. Hierfür sind die in den Maßnahmen aufgeführten Vorstudien, Studien und auch Machbarkeitsstudien erforderlich.

Während in den identifizierten Eignungsgebieten Wärmenetze (zentrale Wärmeversorgung) in den nächsten Jahren umgesetzt werden sollen, wird es im überwiegenden Teil der Gemeinde, Gebiete der Einzelversorgung geben. Diese Gebiete sind oftmals geprägt durch Einfamilien-, Doppelhausbebauung. Dort wird zukünftig keine zentrale, sondern eine dezentrale Wärmeversorgung umgesetzt. Die Entscheidung über die Auswahl der Heizungsanlage liegt hier bei den einzelnen Hausbesitzern. Überwiegend werden höchstwahrscheinlich die Wärmepumpen und zu einem geringeren Anteil auch Biomasseheizungen (z.B. Pelletheizung) zum Einsatz kommen (siehe Abbildung 66: Verteilung des Wärmebedarfs 2040Abbildung 66). Gerade in diesen Gebieten mit Einzelversorgung ist es zwingend erforderlich, dass die Bürger zukünftig eine gute Unterstützung durch eine



Beratung hinsichtlich technischer Lösungen, Förderungen und Finanzierungen für die Gebäude- und Heizungsanierung und den Einsatz von regenerativen Energien erhalten.

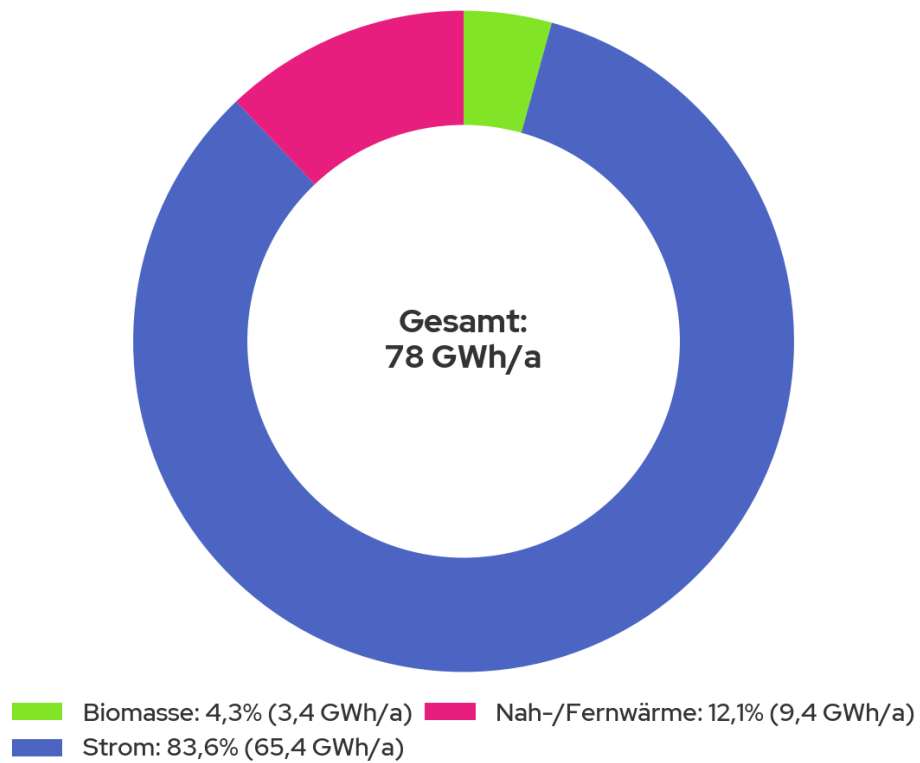


Abbildung 66: Verteilung des Wärmebedarfs 2040



Die im Zuge der KWP erarbeiteten konkreten Maßnahmen (siehe Tabelle 8) bilden die ersten Schritte hin zur Transformation der Wärmeversorgung.

Tabelle 8: Maßnahmenübersicht

Nr.	Maßnahmen	Kosten Euro	Förderungsmittel	Umsetzungsjahr						
				2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	Vorstudie Wärmenetz Eignungsgebiet "Schulzentrum Hesel"	25.000	BEW-Förderung 50 % möglich							
2	Vorstudie Wärmenetz Eignungsgebiet "Ortskern Firrel"	30.000	BEW-Förderung 50 % möglich							
3	Vorstudie Wärmenetz Eignungsgebiet "Ortskern Brinkum"	35.000	BEW-Förderung 50 % möglich							
4	Ausweisung Sanierungsgebiete	40.000								
5	Dekarbonisierung kommunaler Gebäude	-								
6	Runder Tisch zum Thema Energie und Industrievernetzung	-								

Neben dem Wohnsektor sollte ein weiterer Fokus auf dem Bereich Industrie und Gewerbe inklusive der landwirtschaftlichen Betriebe liegen. Die ortsansässigen Betriebe müssen aktiv bei der Umsetzung der Wärmewende eingebunden werden, um z.B. Einsparpotenziale innerhalb der Betriebe heben oder auch Wärme bzw. Abwärme nutzen zu können. Die Energiewende ist für unsere Volkswirtschaft mit einem erheblichen Investitionsbedarf verbunden. Der Start mit ökonomisch sinnvollen Projekten ist ein zentraler Punkt für die Akzeptanz und das Gelingen der Wärmewende. Für die Transformation und den Neubau von Wärmenetzen gibt es attraktive Förderprogramme, welche genutzt werden müssen, um Projekte zur Realisierung zu bringen. Zudem muss klar dargestellt werden, dass fossile Versorgungsoptionen perspektivisch mit einem zunehmenden Preis- und Versorgungsrisiko verbunden sind (z.B. Bepreisung von CO₂-Emissionen). Die Wärmewende wird nur durch eine Zusammenarbeit zahlreicher engagierter lokaler Akteure realisierbar sein. Durch die Einbindung innovativer lokaler Unternehmen und die Schaffung neuer Arbeitsplätze ergeben sich interessante Chancen der Wertschöpfung für die gesamte Region. Ferner werden dadurch nachhaltige Strukturen geschaffen, die langfristig zur Stabilität und Unabhängigkeit der lokalen Energieversorgung beitragen.



Literaturverzeichnis

BAFA. (2024a). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. BAFA.de. Aufgerufen am 22. Juli 2024 unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermentetze/Effiziente_Waermentetze/effiziente_waermentetze_node.html

BAFA. (2024b). *Förderprogramm im Überblick*. BAFA.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html

BMWK. (2023). *Häufig gestellte Fragen und Antworten zum Gebäudeenergiegesetz (GEG)*. Energiewechsel.de. Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html>

BMWSB. (2023). *Bundesregierung einigt sich auf neues Förderkonzept für erneuerbares Heizen*. BMWSB.bund.de. Aufgerufen am 13. Februar 2024 unter <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2023/04/geg-foerderkonzept.html>

dena. (2016). *Der dena-Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Deutsche Energie-Agentur dena.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaeudereport.pdf

IWU. (2012). „TABULA“ – *Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern*. Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Aufgerufen am 12. Oktober 2023 unter <https://www.iwu.de/index.php?id=205>

Johann Heinrich von Thünen-Institut. (2023). *Energie vom Acker: Mit Windkraft und Photovoltaik geht's am besten*. Aufgerufen am 18. Juli 2024 unter <https://www.thuenen.de/de/newsroom/presse/aktuelle-pressemitteilungen/detailansicht/default-443e059cd7>

KEA. (2020). *Leitfaden Kommunale Wärmeplanung*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf

KEA. (2024). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung | Wärmewende*. KEA-BW.de. Aufgerufen am 15. Juli 2024 unter <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/technikkatalog>

KfW. (2024a). *Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude – Zuschuss (458)*. KfW.de. Aufgerufen am 22. Juli 2024 unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-\(458\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-(458)/)

KfW. (2024b). *Energetische Stadtsanierung - Zuschuss (432)*. KfW.de. Aufgerufen am 12. Februar 2024 unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-\(432\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/)

Umweltbundesamt. (2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*.

Umweltbundesamt.de. Aufgerufen am 14. Februar 2024 unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE); Abschlussbericht, Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPsmart im Bestand“

Technikkatalog Wärmeplanung. (2024). Hg. v. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH,



Prognos AG, et al. Online verfügbar unter

https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fapi.kww-halle.de%2Ffileadmin%2Fuser_upload%2FTechnikkatalog_W%25C3%25A4rmeplanung_Version_1.1_August24.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK

ENTWURF



Anhang 1: Methodik der Bestandsanalyse

Ziel der Bestandsanalyse ist die Generierung von digitalen Abbildern der Gebäude, sogenannten digitalen Gebäudewillingen (DGZ). Diese werden mit Informationen zur Geometrie, sowie einer Vielzahl anderer energetisch relevanter Attribute angereichert, um dann als Basis für energetische Analysen zu fungieren.

Gebäude-Basisdaten

8.1.1.1 Gebäudegeometrie

Der erste Schritt zum Aufbau des DGZ ist die Generierung von hinreichend detaillierten 3D-Geometrien der Gebäude. Es kommt ein Modell vom Level of Detail [\[LOD\]](#) 1 ("Klötzchen-Modell"), erweitert um die Dachform, zum Einsatz.

Im ersten Schritt werden dafür die **Geometrien der Gebäudegrundflächen** erfasst. Falls vorhanden, werden dafür ALKIS Gebäude-Umringe verwendet. Falls nicht, dient OpenStreetMap (OSM) als zentrale Datenquelle. Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, beide Datenquellen zu harmonisieren, um Datenlücken und -fehler in beiden Datensätzen gegenseitig zu beheben. [\[OSM\]](#)

Um die **Anzahl der Stockwerke bzw. die Höhe** der einzelnen Gebäude zu bestimmen, werden je nach Verfügbarkeit verschiedene Quellen miteinander verschnitten. Die Entscheidung über die Verwendung der Datenquellen erfolgt auf Einzelgebäude-Basis mit folgenden möglichen Quellen, Priorität sinkend:

- Gebäudehöhe-Informationen aus dem ALKIS-Gebäudeumringe-Datensatz
- 3D-Gebäudemodelle im LOD2
- Stockwerks-Information aus OSM Tags
- Proprietäres KI-Modell zur Bestimmung der Stockwerke auf Basis der Geometrie und Position des Gebäudeumrisses, trainiert auf mehreren 10.000 Gebäude-Geometrien

Aus den so erzeugten geometrischen Daten lassen sich anschließend verschiedene charakteristische Flächen bestimmen: Grundfläche, Brutto-Gesamtfläche, Nutzfläche und Wohnfläche. Die dafür zum Einsatz kommenden Faktoren werden auch in Abhängigkeit der Altersklasse des jeweiligen DGZ angewandt. ¹

- **Grundfläche:** Fläche des Gebäudeumrisses auf Basis der ALKIS- oder OSM-Daten
- **Brutto-Gesamtfläche:** Fläche des Gebäudeumrisses multipliziert mit der ermittelten Anzahl der Stockwerke
- **Nutzfläche:** 70 - 80 % der Brutto-Gesamtfläche, abhängig von der Baualtersklasse
- **Wohnfläche:** 75 % der Nutzfläche

8.1.1.2 Gebäude-Kategorisierung

Neben der geometrischen Modellierung der Gebäude ist die korrekte Kategorisierung eine zentrale Herausforderung beim Aufbau des DGZ. Dazu kommt eine Gebäudekategorie-Systematik basierend auf der

¹ für Bestimmung der Altersklasse, siehe gleichnamigen Abschnitt



“Statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft” (bekannt als NACE Codes) zum Einsatz. [\[NACE\]](#)

Es werden dabei je nach projektspezifischer Verfügbarkeit verschiedene Datenquellen verwendet. Wenn mehrere Datenquellen zur Verfügung stehen, wird auf Einzelgebäude-Ebene priorisiert diejenige verwendet, die nach u. g. Hierarchie die höchste Datengüte aufweist. Mögliche Datenquellen, Priorität absteigend, sind:

- ALKIS-Gebäudekategorien (z.B. ALKIS-Code “2056” -> NACE: “medical_pharmacy”)
- Gebäude-/Betriebsname aus OSM (z.B. Name enthält “turnhalle” -> NACE: “sports_gym”)
- Weitere Gebäudemetadaten aus OSM Tags (z.B. Gebäude hat Tag “amenity:place_of_worship” -> NACE: “religious_prayer-place”)
- Landnutzung aus OSM (z.B. Gebäude in Landnutzungsfläche “landuse:residential” -> NACE: “residential_house”)
- Landnutzung von Corine Land Cover [\[CLC\]](#) (z.B. Gebäude in Landnutzungsfläche mit CLC-Code “124” -> NACE: “transport_general”)

Zusätzlich wird jeder DGZ einer aggregierten “ökonomischer Sektor”-Kategorie zugeordnet. Diese lauten:

- Wohngebäude
- Industrie, Landwirtschaft und Versorgung
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Verkehr
- Öffentliche Gebäude

8.1.1.2.1 Wohngebäude-Typen

Innerhalb von Wohngebäuden wird anschließend in weitere Wohngebäude-Subtypen unterschieden. Die Klassifizierung erfolgt unter Berücksichtigung der überbauten Fläche und des Anteils geteilter Außenwände in die Subtypen, die den Gebäudetypologien gemäß [\[TABULA\]](#) entsprechen:

- Großes Mehrfamilienhaus / Block (gMFH): Gebäudegrundfläche > 800 m²
- Mehrfamilienhaus (MFH): Gebäudegrundfläche > 210 m²
- Reihenhause (RH): > 15 % gemeinsame Außenwände mit Nebengebäude
- Einfamilienhaus (EFH): alle übrigen Gebäude

8.1.1.2.2 Garagen-Erkennung

Über die Verfügbarkeit von Adressdaten, den Gebäudegrundrissen, geteilte Außenwände, sowie - falls vorhanden - ALKIS-Codes, werden Garagen erkannt. Da Garagen für die Wärmeplanung nicht relevant sind, werden sie für weitere Analysen nicht berücksichtigt.

8.1.1.2.3 Multifunktionsgebäude

Größere Gebäude mit mehr als einer Funktion, wie Einkaufszentren, werden als Multifunktionsgebäude identifiziert.



8.1.1.2.4 Altersklassen

Eine wichtige Bedeutung, besonders bei der Abwesenheit von flächendeckenden Verbrauchsdaten, kommt der Zuweisung der Altersklassen zu, da die energetische Bewertung der DGZ vom angenommenen Gebäudealter abhängt.

Die verwendete Datenquelle sind die Altersklassen des deutschen Zensus von 2011 [\[ZEN2011\]](#). Dessen Ergebnis steht als aggregierter 100m×100m Rasterdatensatz öffentlich zur Verfügung. Dabei werden statt tatsächlichen Baujahren folgende Altersklassen verwendet:

- von 1800 bis 1918
- von 1919 bis 1948
- von 1949 bis 1978
- von 1979 bis 1986
- von 1987 bis 1990
- von 1991 bis 1995
- von 1996 bis 2000
- von 2001 bis 2004
- von 2005 bis 2008
- von 2009 bis 2011
- von 2012 bis 2022

Ein proprietärer De-Aggregations-Algorithmus ordnet den einzelnen Gebäuden dann eine einzelne, konkrete Altersklasse zu. Es kommen mehrere Verfahren zum Einsatz, um sowohl Ungenauigkeiten als auch Veralterung der Zensus-Daten zu kompensieren.

8.1.2 Administrative Grenzen

Unabhängig von den DGZ werden verschiedene Ebenen administrativer Grenzen erfasst.

Dies ist zum einen i.d.R. notwendig, um die räumlichen und politischen Gegebenheiten korrekt abzubilden und dient zum anderen der Aggregation der Ergebnisse zur besseren Verständlichkeit.

Sofern die entsprechenden ALKIS-Daten vorliegen, werden diese verwendet. Alternativ stehen folgende Prozesse zur Verfügung:

- **Gemeinde-/Stadtgrenzen:** Die Gemeinde- und Stadtgrenzen werden direkt aus OSM übernommen, da dort für die meisten Länder Geodaten direkt aus den Katasterämtern hinterlegt sind und diese deshalb zuverlässig zur Verfügung stehen.



- **Postleitzahl-Grenzen:** s.o.

- **Siedlungsgrenzen:** Die Grenzen der Wohnsiedlungen (jegliche Ansammlung von Wohnhäusern), also inkl. Städte, stehen in OSM nicht verlässlich zur Verfügung, weshalb eigene Grenzen verwendet werden. Diese werden mithilfe einer proprietären Methode auf Basis der Gebäudegeometrien erzeugt.

- **Stadt-/Gemeindeteile:** Stadt- und Gemeindegrenzen stehen in OSM teilweise zur Verfügung, allerdings uneinheitlich. Deshalb bedarf dieser Datensatz einer nachträglichen Harmonisierung. Falls Stadtteilgrenzen nicht verfügbar sind, werden diese in den Ergebnissen nicht dargestellt. Fehlen Gemeindeteil-Grenzen, wird ein Parkettierungs-Algorithmus basierend auf den größten Siedlungen der Gemeinde angewandt, um künstliche Gemeindeteil-Grenzen zu erzeugen.

- **Gebäudeblock-Grenzen:** Gebäudeblock-Grenzen werden mit Hilfe eines proprietären Algorithmus künstlich auf Basis der Siedlungsgrenzen und Straßenverläufe erzeugt.

- **Flurstücksgrenzen:** Die künstlichen Flurstücksgrenzen werden mit Hilfe eines Parkettierungs-Algorithmus auf Basis der Gebäude-Blöcke und Einzelgebäude-Geometrien erzeugt

8.1.3 Externe Daten im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung existieren verschiedene wertvolle Daten aus unterschiedlichen Quellen, welche eine detaillierte Analyse ermöglichen.

Diese Daten gilt es zusammenzuführen.

Eine Herausforderung dabei ist, dass diese Datensätze oft keine Geodaten enthalten, sondern über Adressen referenziert sind. Mit Hilfe von sogenanntem *Geocoding* können diese dann in eine echte Geodaten-Referenzierung überführt werden, sodass eine Zuordnung zu den DGZ möglich ist.

Die folgende Auflistung beinhaltet die verwendbaren externen Daten mit Hauptnutzung und Verfügbarkeit:

- **Gasverbrauchs-Daten:**
 - elementare Quelle für die Ermittlung des Wärmebedarfs
 - dienen zur Identifizierung von Gebäuden mit Gas-Heizung
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt

- **Stromverbrauchs-Daten:**
 - dienen zur Identifizierung von Gebäuden mit strombasierten Heizsystemen (direkt bzw. Wärmepumpen) und deren Wärmebedarf
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt

- **Fernwärme-Kundendaten:**



- Quelle für die Ermittlung des Wärmebedarfs
- dienen zur Identifizierung von Gebäuden mit Anschluss an existierende Wärmenetze
- nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **Schornsteinfeger-Daten:**
 - elementare Quelle für verwendete Heizsysteme, Heizlast und Heizungsalter
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **Kommunale Gebäude**
 - Adressdaten zur Identifikation der Gebäude in kommunaler Hand
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **Daten der Gewerbeumfrage**
 - Zur Abschätzung von industriellem Abwärmepotenzial
 - Daten von großen industriellen Unternehmen der Region
- **Gasnetz-Daten**
 - zur Darstellung in WebGIS
 - kann genutzt werden, um Gas-Heizung zu identifizieren
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **Wärmenetz-Daten**
 - kann genutzt werden, um Wärmenetz-Anschlüsse zu identifizieren
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **Stromnetz-Daten**
 - zur Darstellung in WebGIS
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **Wasserstoffnetz-Daten**
 - zur Darstellung in WebGIS
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **Kanalisations-Daten**
 - zur Darstellung in WebGIS
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **Kraftwerksdaten aus Registern**
 - zur Identifizierung von bestehenden Strom- und Wärmeerzeugern (rein thermische Kraftwerke, Kraft-Wärme-Kopplung, Photovoltaik-Anlagen, Windkraftanlagen, etc.) [MaStR]

- **Heizzentralen-Daten**
 - zur Erkennung von Heizzentralen, deren Leistung sowie verwendeter Energieträger



- nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **ALKIS-Daten**
 - Quelle für Flurstücksumrisse sowie Gebäudegrundrisse
 - Quelle für die Zuweisung der Gebäudesektoren
 - Quelle für die Zuweisung der Gebäudekategorien
 - zur Gruppierung von Gebäuden und damit Identifizierung von mitversorgten Gebäuden
 - in den meisten Bundesländern öffentlich verfügbar, sonst vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **LoD2-Daten**
 - Zur Erfassung der Gebäudehöhen und damit verbesserten Abschätzung der Stockwerke sowie Wohnflächen
- **Wärmenetz-Vorranggebiete**
 - zur Ausweisung von Wärmenetz-Versorgungsgebieten in Zielszenario-Analyse
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
- **Neubaugebiete**
 - zur Darstellung in WebGIS
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt
 - können im WebGIS eingezeichnet und bearbeitet werden
- **Potenzialstudien**
 - ggfs. zur Darstellung im WebGIS
 - ggfs. zur Verwendung lokaler Restriktionen für die Potenzialanalyse
 - nur verwendbar, wenn vom Kunden zur Verfügung gestellt

8.1.4 Analyse der Wärmeversorgung je Gebäudeheizsystem

Im Folgenden werden die mit den externen Daten angereicherten Gebäudedaten in mehreren Schritten ausgewertet, um weitere Datenpunkte zu erzeugen:

8.1.4.1.1 Bestimmung des primären Heizsystems

Für jedes beheizte Gebäude wird das primäre Heizsystem ermittelt. Dafür werden die vorhandenen Daten ausfolgenden Datensätze ausgewertet, hier hierarchisch absteigend aufgeführt:

- Heizsystem aus Verbrauchsdaten (Gas, Wärmenetz, Strom)
 - ◆ Liegt für eine Adresse ein Energieverbrauch aus den gelieferten Daten der EVUs vor, so wird der entsprechende Energieträger zugewiesen
- Heizsystem aus Schornsteinfegerdaten
 - ◆ Liegen für eine Adresse Informationen zum Heizsystem in den Schornsteinfegerdaten vor, wird dieses zugewiesen
- Heizsystem über Flurstücks-Zuweisung



- ◆ Befinden sich mehrere Gebäude auf einem Flurstück, wobei für einzelne Gebäude keine Informationen zum Heizsystem aus Verbrauchs- oder Schornsteinfegerdaten vorliegen, wird diesen Gebäuden das in den übrigen Gebäuden auf demselben Flurstück dominante System zugeordnet. Darüber hinaus wird auch der gelieferte Verbrauch für ein oder mehrere Gebäude entsprechend den Gebäudegrundflächen auf den gesamten Gebäudebestand des Flurstücks aufgeteilt.
- Heizsystem über Nähe zur Versorgungsleitung
 - ◆ Hat ein Gebäude keinen gemessenen Verbrauchswert, liegt aber am Gas- oder Wärmenetz, so kann der entsprechende Energieträger durch die Nähe zum Netz ermittelt werden
 - ◆ Im Standardprozess wird dieses Verfahren nicht angewendet
- Heizsystem auf Basis von Zensusdaten [\[ZEN2022\]](#)
 - ◆ Existieren keine Informationen zum Heizsystem aus den gelieferten Daten, werden Informationen aus aktuellen Zensusdaten herangezogen. Hierbei liegt für 100x100m Raster eine aggregierte Verteilung der vorhandenen Systeme vor. Entsprechend dieser Verteilung in der Rasterkachel wird den Gebäuden mit unbekanntem System ein Energieträger zugeordnet.
- Heizsystem aus statistischen Daten [\[IWU\]](#)
 - ◆ Liegen für ein Gebäude alle obigen Informationen nicht vor, wird ein Algorithmus angewandt, der auf einer Studie des Instituts für Wohnen und Umwelt zum deutschen Gebäudebestand [\[IWU\]](#) basiert. Dabei wird die Heizsystemverteilung auf Basis der erhobenen Daten mit bundesweiten Statistiken verglichen und eine wahrscheinlichkeitsbasierte Zuordnung der fehlenden Heizsysteme durchgeführt. Dabei werden Siedlungscharakter, Gebäudetyp, Altersklasse eines jeden Gebäudes berücksichtigt.

8.1.4.1.2 Bestimmung des Wärmebedarfs

Anschließend wird für jedes Gebäude der Wärmebedarf berechnet.

Liegen Verbrauchsdaten vor, erfolgt dies über die jeweiligen Energieverbräuche mit typabhängigen Heizsystem-Effizienzen.

- Heizstrom
 - ◆ Luftwärmepumpe, $\eta = 3$
 - ◆ Sonstige, $\eta = 1$
- Fernwärmeübergabestation, $\eta = 0.95$
- Gaskessel, $\eta = 0.82$
- Ölkessel, $\eta = 0.9$

$$\text{Wärmebedarf [kWh/a]} = \text{Endenergiebedarf [kWh/a]} * \text{Effizienz } \eta$$

Für Gebäude ohne bereitgestellte Verbrauchsdaten, wird aus der Gesamtheit der bestehenden Verbrauchsdaten im jeweiligen Projekt pro Gebäudetyp (Kategorie und Altersklasse) ein durchschnittlicher spezifischer Wärmebedarfswert berechnet und auf die Gebäude mit unbekanntem Bedarf angewendet. Dabei dient die Nutzfläche der Gebäude als Basiswert für die Flächenberechnung.



Stehen für einen Gebäudetyp nicht ausreichend gemessene Daten zur Verfügung, um einen aussagekräftigen Mittelwert zu bilden, werden typische Werte aus einer thermischen Simulation angewandt.

Mithilfe der so ermittelten Wärmebedarfe und der Heizsystem-Effizienzen können daraufhin die jeweiligen Energieträger-Verbräuche rückgeschlossen werden.

ENTWURF



8.1.4.1.3 Energieeffizienzklassen

Mithilfe des spezifischen Endenergiebedarfs (Endenergiebedarf pro Nutzfläche) ist es möglich, die Gebäude in Energieeffizienzklassen in Anlehnung an das GEG einzuordnen. Hierbei erfolgt eine Abstufung in die Kategorien A+ bis H gemäß folgender spezifischer Endenergiebedarfe [\[GEG 2020\]](#).

Energieeffizienzklasse	Endenergie [kWh/m ² +a]
A+	≤ 30
A	≤ 50
B	≤ 75
C	≤ 100
D	≤ 130
E	≤ 160
F	≤ 200
G	≤ 250
H	> 250

8.1.4.1.4 Berechnung der Wärmeliniendichte

Für die weitere Analyse des Wärmebedarfs im Hinblick auf mögliche zukünftige Versorgungsgebiete stellt die Wärmeliniendichte eine wichtige Größe dar.

Unter der Annahme, dass mögliche zukünftige Wärmenetz-Versorgungsleitungen entlang des Straßennetzwerkes verlaufen, wird hierbei der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude auf den jeweils anliegenden Straßenabschnitt projiziert. Die Wärmeliniendichte λ (kWh/m*a) ergibt sich demzufolge als Quotient aus dem kumulierten jährlichen Wärmebedarfen (kWh/a) aller unmittelbar angrenzenden Gebäude und der Länge des betrachteten Straßensegmentes (m).

$$\lambda = \frac{\text{Absetzbare Wärmemenge [kWh/a]}}{\text{Leitungslänge [m]}}$$

Im Detail werden dabei für jeden Straßenabschnitt folgende Schritte durchgeführt:

1. Extraktion aller relevanten Straßengeometrien aus OSM
2. Datensäuberung und Zerschneiden der Geometrien für homogene Segmente. Üblicherweise umfasst ein Straßensegment den Straßenabschnitt zwischen zwei Straßenkreuzungen
3. Heranziehen der Gebäudegeometrien und Wärmebedarfe aus der *Bestandsanalyse* und Zuordnung zum jeweils nächstgelegenen Straßensegment



4. Berechnung der Wärmelinienichte jedes Straßensegments als Summe des Wärmebedarfs aller zugeordneten Gebäude geteilt durch die Länge des Straßensegments

8.1.4.1.5 Aufschlüsselung des Wärmebedarfs nach Nutzungsart

Für jedes Gebäude wird der Wärmebedarf nachfolgenden Nutzungsarten aufgeschlüsselt:

- Raumwärme
- Brauchwasser-Wärme
- Prozesswärme

Die Unterscheidung dieser Nutzungsarten erfolgt nach statistischen Daten gemäß [\[BDEW2\]](#). Dabei wird für jedes Gebäude der zuvor ermittelte Gesamtwärmebedarf mit den Gebäudesektor-spezifischen relativen Anteilen dieser Nutzungsarten multipliziert. Die Summe aller (absoluten) Anteile des Raum-, Brauchwasser-, sowie Prozesswärmebedarfs jedes Gebäudes entspricht also dem Gesamtwärmebedarf.

8.1.4.1.6 Kategorisierung von Gebäuden nach Wärmekundenart

Die Gebäude werden zudem nach Wärmekundenart kategorisiert. Dabei wird nach ihrer Rolle als potenzielle Wärmenetzkunden in zwei Dimensionen differenziert:

- Ausmaß des Wärmebedarfs:
 - großer Wärmekunde: > 250.000 kWh/a
 - mittlerer Wärmekunde: 100.000 - 250.000 kWh/a
 - kleiner Wärmekunde: < 100.000 kWh/a
- Besitzstatus:
 - öffentlich
 - privat

Mittlere und große Wärmekunden werden als Ankerkunden definiert und differenziert nach dem Besitzstatus im WebGIS im entsprechenden Layer angezeigt.

8.1.4.1.7 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgt Gebäudescharf auf Basis des Endenergiebedarfs. Dafür werden die Emissionsfaktoren aus dem Technikkatalog Wärmeplanung des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende [\[KWW\]](#) verwendet und mit den Endenergiebedarfen multipliziert.



Anhang 2: Methodik der Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse werden die Möglichkeiten analysiert, die im Untersuchungsgebiet zur Verfügung stehen, um die Energie- bzw. Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energiequellen zu transformieren und somit zum Ziel eines zukunftsfähigen, dekarbonisierten Energiesystems beizutragen.

Dabei fokussiert sich die Potenzialanalyse auf die **technischen Möglichkeiten** zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Sie basiert auf umfassenden Datensätzen aus öffentlichen Quellen und führt zu einer räumlichen Eingrenzung und Quantifizierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wird ebenfalls das Potenzial für die Erzeugung regenerativen Stroms evaluiert. Im Einzelnen werden folgende Energiepotenziale erfasst:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischen Materialien
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten (mittels Erdwärmesonden oder -kollektoren)
- Tiefengeothermie: Nutzung von Wärme in tieferen Erdschichten zur Wärme- und Stromgewinnung
- Luftwärmepumpe: Nutzung der Umweltwärme der Umgebungsluft
- Gewässerwärmepumpe (Flüsse und Seen): Nutzung der Umweltwärme der Gewässer
- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen.

Diese Erfassung ist eine Basis für die Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung.

8.1.5 Indikatorenmodell

Eine detaillierte Analyse der räumlich aufgelösten Potenziale für die erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung ist Grundlage einer Planung des Energiesystems. Hierfür kommt ein Indikatorenmodell zum Einsatz. In einem Indikatorenmodell werden alle Flächen analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind folgende:

1. Erfassung von strukturellen Merkmalen aller Flächen des Untersuchungsgebietes
2. Eingrenzung der Flächen anhand harter und weicher Restriktionskriterien sowie weiterer technologiespezifischer Einschränkungen (beispielsweise Mindestgrößen von Flächen)
3. Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer Technologien.

Infobox - Definition von Potenzialen

Infobox: Potenzialbegriffe

Theoretisches Potenzial:

Physikalisch vorhandenes Potenzial der Region, z. B. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne, Windenergie auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.

Technisches Potenzial:

Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten. Das technische Potenzial ist somit als Obergrenze anzusehen. Differenzierung in:

→ *Geeignetes Potenzial* (weiche und harte Restriktionen): unter Anwendung harter und weicher Kriterien. Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.

→ *Bedingt geeignetes Potenzial* (nur harte Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert einräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieanlagen in Landschaftsschutz- und FFH-Gebieten).

→ Das technische Potenzial wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt und analysiert.

Wirtschaftliches Potenzial:

Eingrenzung des technischen Potenzials durch Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit (beinhaltet z. B. Bau- und Erschließungs- sowie Betriebskosten sowie erzielbare Energiepreise).

Realisierbares Potenzial:

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren (z. B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen, kommunalen Prioritäten) ab. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man von dem realisierbaren Potenzial bzw. „praktisch nutzbaren Potenzial“.



Welche harten und weichen Flächenkriterien in der Analyse herangezogen werden, ist in der Dokumentation der einzelnen Potenziale aufgeführt. Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Richtlinien nach Bundes- und Landesrecht, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzung ersetzen.



Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zielt die Potenzialanalyse darauf ab, die Optionen für die Wärmeversorgung, insbesondere bezüglich der Fernwärme in den Eignungsgebieten, zu präzisieren und zu bewerten. Gemäß den Richtlinien des Handlungsleitfadens zur Kommunalen Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg [\[KEA\]](#) sowie des Leitfadens Wärmeplanung des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende [\[KWW2\]](#) fokussiert sich diese Analyse primär auf die Identifikation des **technischen Potenzials** (siehe Infobox - Definition von Potenzialen). Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Tatsächlich realisierbare Potenziale und deren Wirtschaftlichkeit werden in nachgelagerten kommunalen Prozessen ermittelt.

Hinweis in der kommunalen Wärmeplanung der Samtgemeinde Hesel wurde auf lokale Studien im Bereich der Freiflächen Photovoltaik und der Windkraft zurückgegriffen. Eine genaue Erläuterung ist im Wärmeplan zu finden.

8.1.6 Biomassepotenzial

Zur energetischen Nutzung von Biomasse können die Stoffe entweder direkt verbrannt oder zuvor mittels anaerober Vergärung in Biogas umgewandelt werden. Die energetische Nutzung kann vollständig der Wärmebereitstellung dienen oder auch zur Stromerzeugung.

8.1.6.1.1 Gebietsbestimmung

Für die Bestimmung der für Biomassenutzung geeigneten Gebiete werden sämtliche Naturschutzgebiete ausgeschlossen. Anschließend werden folgende Gebiete mit den jeweiligen Biomasse-Substraten, die auf diesen Flächen gewonnen werden können, als geeignete Gebiete für die Potenzialberechnung herangezogen:

- Landwirtschaftliche Flächen: Energiepflanzen (Mais), Stroh
- Waldflächen: Waldrestholz
- Reben: Rebschnitt
- Gras: Grünschnitt
- Wohngebiete: Hausmüll, Biomüll

8.1.6.1.2 Potenzialberechnung

Zur Berechnung des energetischen Potenzials wird für die nachwachsenden Biomassetypen mit üblichen Flächenerträgen gerechnet. Auf Ackerflächen wird angenommen, dass Mais als Energiepflanze angebaut wird.

Zur Bestimmung der Biomasse in Siedlungsgebieten wird die Einwohnerzahl als wesentlicher Parameter herangezogen und mit einer durchschnittlichen Abfallmenge pro Person multipliziert. Als Grundlage für die wesentlichen Parameter wurden verschiedene wissenschaftliche und branchenübliche Veröffentlichungen verwendet [\[FNR, FNR2, DESTATIS, Rudi, Bidart, Strobl Dorfner, Witt\]](#).

Es wird weiterhin angenommen, dass jegliche Biomasse, die zu Biogas vergoren werden kann, über diesen Weg in BHKWs sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung genutzt wird. Für die verbleibende Biomasse wird lediglich die thermische Verwertung zur Wärmeerzeugung berechnet.

8.1.6.1.3 Wirtschaftliche Eingrenzung:

Aufgrund der geringeren Flächenkonkurrenz im Vergleich zur Biomasse aus der Landwirtschaft werden Hausmüll sowie Waldrestholz als gut geeignet ausgewiesen.

8.1.7 Windenergie

Windkraft ist derzeit die wichtigste erneuerbare Stromquelle in Deutschland und bietet besonders in Städten und Gemeinden mit größeren Flächen, wie landwirtschaftlich genutzten Gebieten oder Waldflächen, ein vielversprechendes Potenzial. Da Windenergie in Form von Strom und nicht Wärme bereitgestellt wird, steht eine vielseitig nutzbare Energiequelle zur Verfügung. Zwar ist die zeitliche Verfügbarkeit von Windstrom nicht kontinuierlich gewährleistet, jedoch liefert Wind im Gegensatz zu Photovoltaik auch in den kalten Wintermonaten zuverlässig Energie. Dadurch eignet sich Windkraft besonders gut für die Integration in Power-to-Heat-Konzepte.

8.1.7.1.1 Gebietsbestimmung

Zur Bestimmung der Potenzialflächen werden diejenigen Gebiete herausgefiltert bzw. abgestuft ausgewiesen, die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Windkraftanlagen nicht genügen oder gesonderter Prüfung bedürfen (bedingte Eignung) [[OSM](#), [NASA SRTM](#)]. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden bestimmte Gebiete herausgefiltert, die unter die Belange des Naturschutzes fallen. Diese Flächen beinhalten Naturschutzgebiete, Natura2000 Flächen (z.B. FFH), Biosphärenreservate und andere geschützte Gebiete. Abhängig vom Bundesland werden auch Waldflächen ausgeschlossen und unterschiedliche Mindestabstände zu den genannten Gebieten berücksichtigt.

Außerdem werden Siedlungsflächen inklusive der länderspezifischen Abstände sowie Flächen für Infrastruktur ausgeschlossen. Letztere betreffen Straßen, Schienen und für den Flugverkehr relevante Flächen [[Kriterien Wind, FA Wind 2021](#)].

Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von 1900 jährlichen Volllaststunden für potenzielle Windkraftanlagen.

Restriktionen, die berücksichtigt werden, sind: verschiedene Gebiete des Naturschutz, Siedlungsgebiete (und entsprechende Abstände), Infrastruktur (Straßen, Flugverkehr), Wasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete, Bodenbeschaffenheit, Hangneigung.

8.1.7.1.2 Potenzialberechnung

Auf den ermittelten Potenzialgebieten werden unter Berücksichtigung bereits existierender Windkraftanlagen, Turbinen platziert und zu Windparks zusammengefasst. Hierbei werden für jeden potenziellen Standort auf Basis von Wetterdaten und der Oberflächenbeschaffenheit des Geländes die Windverhältnisse in unterschiedlichen Höhenlagen berechnet. Anschließend wird aus einer Vielzahl von am Markt erhältlichen Anlagentypen jeweils das für den Standort mit seinen lokalen Windverhältnissen am besten geeignete Modell gewählt (z. B. Stark- / Schwachwindanlage, charakterisiert nach Leistungskurve). Häufig kommen Turbinen mit 4,2 MW Nominalleistung und 150 m Rotordurchmesser zum Einsatz.

Mit der zeitlich aufgelösten Windgeschwindigkeit und den technischen Parametern der Anlagen wird das zeitliche Profil der Stromerzeugung pro Anlage sowie ein jährlicher Energieertrag berechnet.

8.1.7.1.3 Wirtschaftliche Eingrenzung:

Im Anschluss erfolgt eine wirtschaftliche Bewertung der berechneten Potenziale. Hierfür werden zusätzlich zu den Erträgen auch die Kosten möglicher Windparks berechnet. Diese beinhalten Investitionen für die Turbinen, den Netzanschluss, die Wartung und den Betrieb der Anlagen. Diese Kosten werden der voraussichtlichen Stromerzeugung gegenübergestellt, um die Stromgestehungskosten [€/kWh] zu ermitteln. Diese können dann für die Maßnahmenempfehlung genutzt werden.

Zur Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit werden alle Turbinen als "gut geeignet" bezeichnet, die mehr als 1900 Volllaststunden pro Jahr erzielen.

8.1.8 Photovoltaik (Freifläche)

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom.

8.1.8.1.1 Gebietsbestimmung

Da die EEG-Förderung keine zwingende Voraussetzung für PV-Freiflächenprojekte mehr ist, werden mögliche Flächen hierfür im gesamten Projektgebiet gesucht. Falls jedoch die EEG-Förderfähigkeit vorausgesetzt wird, können als Grundlage auch nur Flächen nach EEG-Flächenkulisse ausgewiesen [\[EEG 2021\]](#) werden. Dazu zählen unter anderem landwirtschaftliche Flächen und Offenland in "benachteiligten Gebieten" [\[FFÖ-VO 2017\]](#), sowie Konversionsflächen und Seitenrandstreifen.

Auf Basis dieser Grundlage werden u.a. Siedlungs- und Infrastrukturflächen, Waldflächen, sowie diejenigen Flächen entfernt (bzw. als bedingt geeignet ausgewiesen), die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von PV-Anlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und amtlich ausgewiesene Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden bestimmte Gebiete herausgefiltert, die unter die Belange des Naturschutzes fallen. Diese Flächen beinhalten Naturschutzgebiete, Natura 2000 Flächen (z.B. FFH), Biosphärenreservate und andere geschützte Gebiete. Außerdem werden Flächen für Infrastruktur wie Straßen oder Schienenwege ausgeschlossen [\[FStrG 2021, StrG 2021, LBO 2021\]](#).

Von den so bestimmten Potenzialgebieten werden kleinere Flächen (< 500 m²), deren Erschließung nicht praktikabel wäre, entfernt. Zusätzlich werden alle weiteren Flächen ausgeschlossen, die nicht mit anderen Flächen innerhalb eines Suchradius von 25 m zu einem mindestens 1 ha großen Gebiet verbunden werden können. Sehr schmale Flächen (weniger als 5 m Breite) werden ebenfalls ausgeschlossen.

Für Freiflächenphotovoltaik werden nur Flächen, bei denen mit mindestens 800 Volllaststunden zu rechnen ist, berücksichtigt.

8.1.8.1.2 Potenzialberechnung

Die darauffolgende Berechnung des Flächenpotenzials basiert auf einer angenommenen Leistungsdichte von 750 kWp pro Hektar. Damit wird festgelegt, wie viel installierbare Spitzenleistung (kWp) pro geeignete Fläche möglich ist. Für geeignete Flächen werden die Daten des Global Solar Atlas verwendet, um die erwarteten Volllaststunden zu bestimmen [\[Glob Sol\]](#). Ein zusätzlicher Reduktionsfaktor (~ 0.97), wird außerdem berücksichtigt, um die praktische Leistung im Vergleich zur theoretischen etwas zu reduzieren.

8.1.8.1.3 Wirtschaftliche Eingrenzung

Flächen, deren Erzeugungspotenzial über dem Schwellwert von 919 Volllaststunden pro Jahr liegt, werden als gut geeignet eingeordnet.

8.1.9 Solarthermie (Freifläche)

Die Solarthermie nutzt die Strahlung der Sonne und wandelt diese in Sonnenkollektoren (z.B. Röhren- oder Flachbettkollektoren) in Wärme auf einem Temperaturniveau zwischen 80°C und 150°C um. Diese kann durch ein angeschlossenes Verteilsystem an die entsprechenden Nutzungsorte transportiert werden.

8.1.9.1.1 Gebietsbestimmung

Die Gebietsbestimmung erfolgt i.W. analog zu Photovoltaik-Freiflächen ([vgl. Photovoltaik](#)).

Zusätzlich gibt es jedoch die Einschränkung, dass Solarthermie Freiflächen nicht weiter als 1 km von möglichen Wärmeabnehmern (Siedlungen bzw. Wärmenetze) liegen sollten, um Wärmeverluste in den Transportleitungen in einem akzeptablen Maße zu halten.

8.1.9.1.2 Potenzialberechnung

Zur Potenzialberechnung werden Annahmen bzgl. Leistungsdichte (3.000 kWp/ha) und Volllaststunden (800 h/a) getroffen, basierend auf den Werten bestehender Solarthermie-Großprojekte in Deutschland (u.a. [\[SWLB, Senftenberg\]](#)). Für die Modulplatzierung wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem üblichen Neigungswinkel angenommen. Zur Berücksichtigung von Verlusten bei Übertragung, Speicherung, etc. wird zur Berechnung des Jahresenergieertrags noch ein Reduktionsfaktor (0,611) zwischen theoretisch errechneter und praktisch erzielbarer Wärmemenge berücksichtigt.

8.1.9.1.3 Wirtschaftliche Eingrenzung:

Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit werden Flächen als gut geeignet charakterisiert, die sich in direkter Umgebung (weniger als 200 m) zu Siedlungen bzw. Wärmenetzen befinden.

8.1.9.1.4 Dachflächenpotenziale

Zusätzlich zum Freiflächen-Potenzial wird das solare Potenzial durch die Installation auf Dächern betrachtet. Als geographische Eingrenzung dienen sämtliche Gebäude.

8.1.9.1.5 Solarthermie

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW [\[KEA\]](#) zum Einsatz, die das Wärmeerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass ein gewisser Anteil der Grundfläche aller Gebäude über 50 m² als Dachfläche für Solarthermie genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Stromerzeugung durch Anwendung von flächenspezifischer Solarthermie-Leistung und durchschnittlichen Volllaststunden berechnet.

8.1.9.1.6 Photovoltaik

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW [\[KEA\]](#) zum Einsatz, die das Stromerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass ein gewisser Anteil der Grundfläche aller Gebäude über 50 m² als Dachfläche für Photovoltaik genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Stromerzeugung durch Anwendung von flächenspezifischer Photovoltaik-Leistung und durchschnittlichen Volllaststunden berechnet.

8.1.9.1.7 Oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden oder -kollektoren mit Wärmepumpe)

Durch die relativ konstanten Temperaturen in der oberen Erdschicht kann mit Hilfe einer Wärmepumpe ganzjährig Wärme extrahiert werden. Das System der Erdwärmesonden mit Wärmepumpe besteht aus drei Teilen: einem U-förmigen Rohr mit einer Tiefe von ca. 100 m, einer elektrisch betriebenen Pumpe und einem sich an das Rohr anschließenden Verteilsystem. Die zirkulierende Flüssigkeit im Rohr wird durch die höheren Temperaturen im Erdreich (Wärmequelle) erwärmt und mit Hilfe der Wärmepumpe an die Zielorte transportiert (Wärmesenken), wo sie die Wärme abgibt.

Anstatt einer tiefgehenden Sonde besteht auch die Möglichkeit großflächigere Schleifen mit Kältemittel als Kollektor in geringerer Tiefe als Wärmekollektor zu nutzen, wenn Sondenbohrungen nicht möglich sind.

8.1.9.1.8 Gebietsbestimmung

Für die Potenzialbestimmung für Geothermie werden Flächen mit einem definierten Maximalabstand zu Siedlungen bzw. Wärmenetzen als nutzbar selektiert. Bestehende Gebäude, Straßen und Ähnliches werden dabei selbst allerdings ausgeschlossen. Auch Gewässer und Überschwemmungsgebiete stehen nicht für Geothermie zur Verfügung. Ebenso werden bestimmte Gebiete herausgefiltert, die unter die Belange des Naturschutzes fallen. Diese Flächen beinhalten Naturschutzgebiete, Natura 2000 Flächen (z.B. FFH), Biosphärenreservate und andere geschützte Gebiete. Da Grundwasser durch Bohrungen verunreinigt werden könnte, werden Wasserschutzgebiete als Potenzialflächen ausgeschlossen. Eine weitergehende Bewertung des Untergrundes findet nicht statt.

8.1.9.1.9 Potenzialberechnung

Aufgrund der größeren Tiefe und der zentralen Bedeutung der Wärmeleitfähigkeit und -kapazität bei der Abschätzung des Potenzials werden ortsspezifische Werte des Geodatenkatalog verwendet und keine pauschalen Schätzungen vorgenommen [\[Geo\]](#).

Ausgehend von 1800 Volllaststunden kann mittels der G.POT-Methodologie und ortsspezifischen Wetterdaten ein jährliches Potenzial pro Bohrloch bestimmt werden. Für das Gesamtpotenzial werden die einzelnen Potenziale aufsummiert. [\[G.POT\]](#)

Erreichbare Temperaturen bis 400 m Tiefe werden mit einem Temperaturgradienten von 0.03 K/m ausgehend von der Oberflächenumgebungstemperatur abgeschätzt. Bei oberflächennahen Kollektoren wird lediglich eine extrahierbare Leistung abgeschätzt.

Grundwasser wird generell nicht als Wärmequelle berücksichtigt.

8.1.9.1.10 Wirtschaftliche Eingrenzung:

Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit werden Flächen als gut geeignet charakterisiert, die sich in direkter Umgebung zu Siedlungen bzw. Wärmenetzen befinden.



8.1.9.1.11 Luftwärmepumpen

Die Installation von Luftwärmepumpen hat das Potenzial, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen zu reduzieren, indem sie die Wärme der Umgebungsluft als Energiequelle nutzt.

Die Ermittlung der Potenziale für die Anwendung von Luft-Wärmepumpen in Gebäuden hängt im Wesentlichen davon ab, ob die Gebäude über geeignete Aufstellflächen für die benötigten Außeneinheiten der Wärmepumpen verfügen. Hierfür sind neben den örtlichen Gegebenheiten (bspw. Bebauungsdichte) und technischen Parametern der Wärmepumpen insbesondere auch lärmschutzrechtliche Aspekte von Belang.

8.1.9.1.12 Gebietsbestimmung

Zur Potenzialbestimmung werden Flächen in unmittelbarer Umgebung von Gebäuden herangezogen, um eine effiziente Wärmeübertragung zu gewährleisten und Wärmeverluste zu minimieren. Gleichzeitig muss jedoch stets gewährleistet sein, dass genügend Abstand zu anderen Gebäuden vorhanden ist, um Probleme mit den Schallemissionen der Außeneinheit zu vermeiden.

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm [\[TA Lärm 1998\]](#) legt die entsprechenden Richtlinien für die Wahl des Standortes der Außeneinheit fest. Abhängig vom Siedlungstyp (Wohngebiet, Industrie, Krankenhaus etc.) wird die maximal zulässige Lautstärke aus der TA Lärm ermittelt. Unter Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung [\[Schweizer 2022\]](#) ergeben sich daraus die Mindestabstände einer Wärmepumpe zu den Nachbargrundstücken und dementsprechende Verbotsflächen.

Grundsätzlich wird eine Fläche von 8 m um jedes Gebäude als geeignet identifiziert. Mindestabstände zu anderen Gebäuden von 10 m werden berücksichtigt. Die Gebäudealtersklassen werden in sofern berücksichtigt, dass Gebäude nach 1990 als gut geeignet, Gebäude vor 1930 als bedingt geeignet kategorisiert werden.

Weiterhin werden Straßen, Plätze und ähnliche Bereiche als zusätzliche Verbotsflächen definiert. Potenzielle Installationsflächen für eine Wärmepumpe ergeben sich dann aus den Umgebungsflächen des eigenen Gebäudes, die von den Verbotsflächen der umliegenden Gebäude und den zusätzlichen Verbotsflächen unberührt bleiben.

8.1.9.1.13 Potenzialberechnung

Mit der ermittelten Installationsfläche und der Leistung pro Fläche der Wärmepumpe kann die installierbare Leistung der Wärmepumpe berechnet werden. Unter Anwendung folgender technischer Parameter wird dann die installierbare Leistung und sowohl jährlich erzeugbare Wärmemenge als auch dafür notwendige Menge an elektrischer Energie berechnet:

- minimale Aufstellfläche pro Teilfläche: 4 m²
- Leistungsdichte: 4.6 kW/m² (z.B. Vaillant VWL 125/6 A bei 50 % Flächennutzung)
- Volllaststunden: 1700 h/a [\[heizung.de\]](#)
- Jahresarbeitszahl: 3.15 [\[ifeu\]](#)

Da sich bei Gebäuden mit viel Platz in der näheren Umgebung leicht riesige Wärmepotenzial-Mengen ergeben, werden diese pro Gebäude am ermittelten Gesamtwärmebedarf des jeweiligen Gebäudes (s. [Bestimmung des Wärmebedarfs](#)) als Obergrenze beschnitten.

8.1.9.1.14 Wirtschaftliche Eingrenzung

Zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit wird das Alter des Gebäudes herangezogen. Dabei wird angenommen, dass die Gebäudedämmung für ältere Gebäude weniger gut ist und sich daher neue Gebäude für die Beheizung durch Wärmepumpen besonders gut eignen.

8.1.9.1.15 Abwärme aus Klärwerken

Klärwerke stellen eine wertvolle potentielle Wärmequelle dar, da das geklärte Abwasser das ganze Jahr über mit einer relativ konstanten Temperatur zur Verfügung steht.

Die mögliche Wärmegewinnung aus dem Abwasser wurde an den Klärwerk-Ausläufen erhoben. Alternativ könnte die Abwärme des Abwassers auch direkt an den Abwassersammlern bestimmt werden. Da jedoch eine Mindesttemperatur des Abwassers zu gewährleisten ist, stehen beide Methoden in Konkurrenz miteinander. Durch die höhere abgreifbare Temperaturdifferenz am Klärwerk-Auslauf im Vergleich zu den Sammlern liefert die zentrale Entnahme das größere Potenzial, was im Folgenden beschrieben wird. Die so gewonnene Wärme kann anschließend für die Einspeisung in Niedertemperatur-Wärmenetze verwendet werden.

8.1.9.1.16 Gebietsbestimmung

Das Abwärmepotenzial aus Abwasser wird an den Klärwerken selbst erfasst, diese fungieren als Punktquellen. Die zugrunde liegenden Daten stammen aus einem zentralen Klärwerks-Register der EU Umweltagentur [\[UWWTD\]](#).

8.1.9.1.17 Potenzialberechnung

Das Abwasservolumen pro Klärwerk wird über die Anzahl der angeschlossenen Verbraucher geschätzt, welche im o.g. Datensatz enthalten sind. In die Quantifizierung des Potenzials fließen gemäß [\[Hotmaps\]](#) Richtwerte für die anfallende Abwassermenge pro Person, das Temperaturniveau des Abwassers sowie die Temperaturdifferenz zur Abkühlung und Annahmen zu Betriebszeiten der Anlage ein.

8.1.10 Industrielle Abwärme

Einzelne Betriebe verfügen teils über große Abwärmequellen, die, je nach Temperaturniveau der Quelle, für die Einspeisung in warme oder kalte Wärmenetze erschlossen werden können. Hierzu gehören beispielsweise Betriebe in der verarbeitenden Industrie, jedoch auch größere Einrichtungen wie Kliniken, die Abwärme zum Beispiel in Form von Abluft oder warmem/heißen Wasser vorweisen. Die Identifikation dieser Quellen erfolgt:

- einerseits aus öffentlich einsehbaren Datenbanken [\[HotmapsWiki\]](#) und
- andererseits aus projektspezifischen Erhebungen, bei welchen übliche Abwärme-Lieferanten kontaktiert und zu ihrer Kapazität/Bereitschaft, Abwärme beizusteuern, befragt werden.

Durch den Einsatz von Niedertemperatur-Wärmenetzen mit niedrigen Betriebstemperaturen können potenziell viele Betriebe Abwärme ins Netz einspeisen, was bei älteren Netzen mit höherem Temperaturniveau aufgrund von zu niedriger Abwärme-Temperatur nicht möglich ist. Somit bietet Abwärme ein hohes Potenzial und Synergien für die Wärmeversorgung, wenn das jeweilige Temperaturniveau in ein zentrales Wärmeversorgungssystem eingebunden werden kann.



8.1.10.1.1 Gebietsbestimmung

Die Gebietsbestimmung im herkömmlichen Sinne einer Flächenanalyse ist hier nicht notwendig, da die als mögliche Wärmequellen identifizierten Betriebe dann bereits als Punktgeometrien vorliegen

8.1.10.1.2 Potenzialberechnung

Die Quantifizierung der zu extrahierenden Abwärme erfolgt je nach Informationsquelle unterschiedlich:

- Der zentrale, öffentliche Datensatz beinhaltet bereits eine Abschätzung des Abwärmepotenzials [\[HotmapsWiki\]](#)
- In den Fragebögen der eigenen Erhebungen werden die Betriebe direkt nach dem Abwärmepotenzial befragt. Dabei handelt es sich naturgemäß teilweise um erfahrungsbasierte Schätzwerte

Es werden sowohl die Gesamtwärmemenge als auch die zeitliche Verfügbarkeit und das Temperaturniveau erfasst.

8.1.11 Sanierungspotenzial

Das Sanierungspotenzial wird gebäudescharf berechnet. Es stellt das Potenzial zur Wärmebedarfsreduktion durch eine energetische Sanierung der Gebäudehülle dar.

8.1.11.1 Wohngebäude

Für Gebäude des privaten Wohnsektors wird das Sanierungspotenzial modellbasiert unter Nutzung von Gebäudetypen ermittelt. Der Wärmebedarf im sanierten Zustand wird basierend auf TABULA bestimmt [\[IWU\]](#). Dabei wird für jedes Wohngebäude die entsprechende TABULA-Klasse ermittelt und damit der spezifische Wärmebedarf für den sanierten Zustand bestimmt. Das Sanierungspotenzial ergibt sich aus der Differenz des aktuellen Wärmebedarfs im Bestand und des Wärmebedarfs im sanierten Zustand.

8.1.11.2 Nichtwohngebäude

Für Nichtwohngebäude wird das Sanierungspotenzial auf Basis von Wärmebedarfsreduktionsfaktoren bestimmt. Die verwendeten Faktoren Dabei wird angenommen, dass sich Gebäude um folgende Anteile reduzieren lassen [\[KEA\]](#):

Gewerbe, Handel & Dienstleistungen: 37 %

Industrie: 29 %

Kommunale Liegenschaften: 33 %

Anhang 3: Methodik der Szenarienberechnung

In diesem Kapitel wird auf die Methodik zur Berechnung der Szenarien eingegangen. Dabei werden grundlegende Einstellungen und Variationsmöglichkeiten erläutert sowie eine Beschreibung der voreingestellten Szenarien zur Verfügung gestellt.

Die Szenarienberechnung erfolgt generell nach dem Vorgehen einer ersten Simulation des Wärmebedarfs im Zieljahr, einer Identifikation von Eignungsgebieten und am Ende einer Zuweisung von Versorgungstechnologien.

8.1.12 Basisinformationen für die Szenarienberechnung und Vorgehen

Für die Berechnung der Szenarien sind bestimmte Basisinformationen notwendig. Nachdem diese Basisinformationen zur Verfügung stehen, werden die Szenarien berechnet und zur Weiterbearbeitung im Projektteam und in Workshops zur Verfügung gestellt.

Innerhalb der Szenarien werden Eignungsgebiete für Wärmenetze, ggf. Wasserstoffnetze und Gebiete für Einzelversorgung dargestellt. Im Weiteren werden die Kriterien für diese Einteilung beschrieben.

Nachdem unter Berücksichtigung des Inputs der Projektmitglieder und der Workshopergebnisse manuell Eignungsgebiete gezeichnet wurden, wird für Gebiete eine finale Berechnung unternommen.

8.1.12.1 Zieljahr

Je nach Bundesland oder Region unterscheidet sich das Zieljahr der kommunalen Wärmeplanung. Im Wärmeplanungsgesetz [\[WPG\]](#) ist das Zieljahr 2045 vorgegeben. Dieses Zieljahr beschreibt den Zeitpunkt, an dem eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zur Verfügung stehen muss. Die Länder können frühere Zeitpunkte definieren. Bei der Simulation von Szenarien wird die energetische Versorgung im Zieljahr modelliert.

8.1.12.2 Sanierungsquote

Bis zum Zieljahr werden die im beplanten Gebiet befindlichen Gebäude Schritt für Schritt saniert. Die Anzahl der Gebäude wird über die Sanierungsquote definiert. Es wird unterschieden zwischen Wohn- und Nicht-Wohngebäuden.

8.1.12.2.1 Wohngebäude

Bei Wohngebäuden wird eine Sanierungsquote von 2% als Voreinstellung angenommen. Diese Zahl kann aber je nach Notwendigkeit im Projekt angepasst werden. Erfahrungsgemäß rangiert diese Zahl zwischen 0,8% und 3,5%. Je höher die Zahl, desto mehr Gebäude werden saniert, desto geringer ist der Wärmebedarf der Gebäude im Zieljahr. Dies wiederum hat einen Einfluss auf die Wärmeliniendichte im beplanten Gebiet und damit auf die daraus abgeleiteten Indikationen für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen.

Gebäude mit einer schlechten Sanierungstiefe, d.h. mit einem hohen Wärmebedarf bezogen auf Referenzgebäude, werden dabei zuerst saniert. Es wird der gesamte Wärmebedarf, also Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme, reduziert. Zielwerte der Sanierung werden nach dem Spezifischen Wärmebedarf der zugehörigen TABULA-Klassen der Gebäude vom Institut für Wohnen und Umwelt [\[IWU\]](#) herangezogen. Es wird angenommen, dass der sanierte Zustand einer "zukunftsweisenden" Modernisierungsmaßnahme nach IWU entspricht.

8.1.12.2.2 Nicht-Wohngebäude

Bei Nicht-Wohngebäuden wird nach Sektoren unterschieden. Basis dafür sind Reduktionsfaktoren für das Jahr 2050 aus der ZSW-Studie zu Energie- und Klimaschutzziele [\[ZSW\]](#). Dabei ergeben sich folgende Reduktionsfaktoren:

Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD): 37 %

Industrie: 29 %

Öffentliche Gebäude: 33 %

Diese Werte für 2050 werden linear für das entsprechende Zieljahr interpoliert.

8.1.13 Versorgungsszenarien

Die hauptsächlichen Versorgungsszenarien, die gerechnet werden, basieren auf der Wärmeliniendichte.

8.1.13.1.1 Wärmenetzausbauszenarien:

Die bestehenden Wärmenetze werden nachverdichtet. Darüber hinaus werden algorithmisch Wärmenetze in Bereichen erzeugt, wo Szenario-spezifische Schwellenwerte für Wärmeliniendichten überschritten werden.

Voreingestellt sind dabei Schwellenwerte für Wärmeliniendichten von 2.000 / 3.000 / 4.000 / 5.000 kWh/m*a. In Bereichen, wo die Schwellenwerte überschritten, und automatisierte Wärmenetze erzeugt werden, wird eine Standard-Anschlussquote von 70 % angewendet. Außerhalb der Wärmenetzeignungsgebiete erfolgt eine dezentrale Versorgung mittels Wärmepumpen und Biomasse.

In besonderen Fällen können auch andere Szenarien auf Kundenwunsch gerechnet werden. Diese sind:

8.1.14 Identifizierung von Eignungsgebieten

Eignungsgebiete werden generell eingeteilt in Wärmenetzeignungsgebiete, ggf. Wasserstoffeignungsgebiete und in Einzelversorgungsgebiete. Bei der Identifizierung wirken algorithmische Berechnungen und die manuelle Nutzung des WebGIS zusammen.

8.1.14.1 Algorithmische Identifizierung von Eignungsgebieten

Im ersten Schritt erfolgt eine Einteilung auf algorithmischer Basis anhand folgender Kriterien.

8.1.14.1.1 Identifizierung anhand von Bestandswärmenetzen:

Es werden Gebäude herangezogen, die aktuell einen Fernwärmeverbrauch vorweisen. Zusätzlich werden Gebäude in Betracht gezogen, die in einem Abstand von max. 36 m rund um Gebäude im Bestandsnetz liegen. Das Eignungsgebiet wird nun um diese identifizierten Gebäude herum erstellt.

8.1.14.1.2 Identifizierung anhand der Wärmeliniendichte:

Basierend auf dem zukünftigen Wärmebedarf im Zieljahr werden die Wärmeliniendichten für jedes Straßensegment berechnet. Bei der Berechnung der Wärmeliniendichte wird angenommen, dass die Wärmenetzverteilleitungen im Straßennetzwerk verlaufen. Es wird dabei von den angrenzenden Gebäuden die absetzbare Wärmemenge in kWh/a berechnet und durch die Leitungslänge im Straßensegment geteilt.

$$\lambda = \frac{\text{Absetzbare Wärmemenge [kWh/a]}}{\text{Leitungslänge [m]}}$$

Nun werden Straßensegmente identifiziert, für die die im Szenario definierte minimale Wärmeliniedichte gegeben oder überschritten ist und um diese Straßensegmente Polygone generiert, die die Eignungsgebiete darstellen. Dabei werden zusätzlich die Bedingungen aufgestellt, dass einzelne Leitungssegmente mindestens 10 m lang sein müssen und das Gebiet einen minimalen absoluten Wärmebedarf von 20 MWh/a aufweisen muss.

8.1.14.2 Manuelle Plausibilisierung der algorithmischen Gebiete

Die auf diese Weise erstellten Gebiete werden im Projektkreis und in den Stakeholder-Workshops einer Plausibilisierung unterzogen und können unter Berücksichtigung von u.a. den folgenden Kriterien und lokaler Expertise durch Nutzerzeichnungen im WebGIS erweitert, ergänzt oder umgestaltet werden.

- Ankerkunden
- Baualtersklassen
- Gebäudekategorie (z.B. MFH)
- Heizungsanlagenalter
- Lokale Strom- und Wärmepotenziale
- Restriktionen (z.B. Bahngleise, Topografie, Geologie)

Eignungsgebiete für **Einzelversorgung** sind danach jene Gebiete, in denen auf Grundlage der oben genannten Parameter keine Wärmenetzplanung vorliegt.

8.1.15 Zuweisung von Versorgungstechnologien

Nach der manuellen Anpassung der Eignungsgebiete anhand von Informationen der lokalen Akteure und Projektpartner erfolgt eine Zuweisung von Versorgungstechnologien und eine finale Berechnung des Szenarios.

Im Wärmenetzungsgebiet wird eine Anschlussquote an das Fernwärmenetz von 70% angenommen. Diese Anschlussquote kann höher ausfallen, wenn bereits im bestehenden Wärmenetz eine hohe Anschlussquote vorhanden ist und kann niedriger ausfallen, wenn nicht ausreichend anschlussgeeignete Gebäude vorhanden sind.

Die höchste Anschlusspriorität liegt bei Gebäuden, die im Bestand bereits einen Wärmenetzanschluss haben. Danach kommen öffentliche (kommunale) Gebäude und Gebäude mit einem hohen Wärmebedarf.

Gebäude mit Wärmepumpen im Bestand werden nicht an das Wärmenetz angeschlossen.

Für Gebäude außerhalb der Wärmenetzungsgebiete werden die Versorgungstechnologien abhängig vom Versorgungsszenario zugewiesen. Für das Versorgungsszenario "Wärmenetzausbau" bedeutet dies zum Beispiel, dass eine dezentrale Versorgung mittels Wärmepumpen und Biomasse erfolgt.

8.1.15.1 Energiemix für die Wärmenetze

Um die Wärmeträger für das Wärmenetz zu bestimmen, muss ein Energiemix definiert werden, der auf lokal verfügbaren, erneuerbaren Quellen basiert. Dieser wird im Rahmen des Projektes bestimmt und in die Berechnung eingegeben. Dieser Energiemix ist relevant für die Bestimmung der Treibhausgasbilanz der Energieversorgung im Zieljahr.



Anhang 4: Literaturverzeichnis Methodikdokumentation

[BAFA]	BAFA - Informationsblatt CO2-Faktoren
[BDEW]	BDEW - Grundlagenpapier Primärenergiefaktoren
[BDEW2]	Statusreport Wärme 2024
[BfG]	Geoportal der BfG
[Bidart]	Bidart, Christian; McKenna, Russell; Fichtner, Wolf (2014): Research reports & protocols of the oui biomasse research area 3. KIT/DFIU
[CLC]	CORINE Land Cover – CLC
[DESTATIS]	Aufkommen an Haushaltsabfällen: Deutschland, Jahre, Abfallarten
[EEG]	§48 Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2021
[FA Wind 2021]	Abstandsempfehlungen Fachagentur Windenergie an Land
[FFÖ-VO 2017]	Freiflächenöffnungsverordnung – FFÖ-VO Baden-Württemberg
[FNR]	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Jahresbericht 2017
[FNR2]	Basiszahlen der Biogastechnologie
[FStrG 2021]	Bundesfernstraßengesetz (FStrG) 2021
[G.POT]	G.POT Geothermal POTential
[GEG 2020]	Gebäudeenergiegesetz (GEG), Anlage 10 zu § 86
[Geo]	GeoNetwork Geodatenkatalog
[GeotIS]	LIAG-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG): Geothermal Information System
[Glob Sol]	Global Solar Atlas
[Heizung.de]	Heizung.de
[Hotmaps]	Hotmaps Project
[HotmapsWIKI]	Hotmaps open data repositories
[ifeu]	Energieeffizienz als Türöffner für erneuerbare Energien im



Gebäudebereich

[IWU]	IWU - Gebäudebestand 2016
[IWU]	Wärmebedarfe nach IWU
[Kammer]	Thermische Seewassernutzung in Deutschland
[KEA]	Leitfaden Kommunale Wärmeplanung
[KEA_T]	KEA-BW Technikkatalog
[KWW]	Technikkatalog Wärmeplanung
[KWW2]	Leitfaden Wärmeplanung
[Kriterien Wind]	Kriterienkatalog Wind LUBW 2019
[LBO 2021]	Landesbauordnung (LBO) Baden-Württemberg 2021
[LOD]	Level of Detail – Wikipedia
[NACE]	NACE Wirtschaftszweige
[NASA SRTM]	NASA Shuttle Radar Topography Mission
[OSM]	Open Street Maps
[Schweizer 2022]	Berechnung der Schallpegel, Schallwerte und des Strömungsrauschens
[Senftenberg]	Solarserver
[SWLB]	Solarthermieranlage Ludwigsburg
[StrG 2021]	Straßengesetz (StrG) Baden-Württemberg 2021
[Strobl Dorfner]	Strobl, Martin; Dorfner, Gerhard (2014): Was kosten Silagen von hoffernen Flächen? In: top agrar (06), S. 56–61. Online verfügbar unter https://www.topagrar.com/archiv/Was-kosten-Silagen-von-hoffernen-Flaechen-1454269.html
[TABULA]	TABULA Abschlussbericht
[TA Lärm 1998]	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm

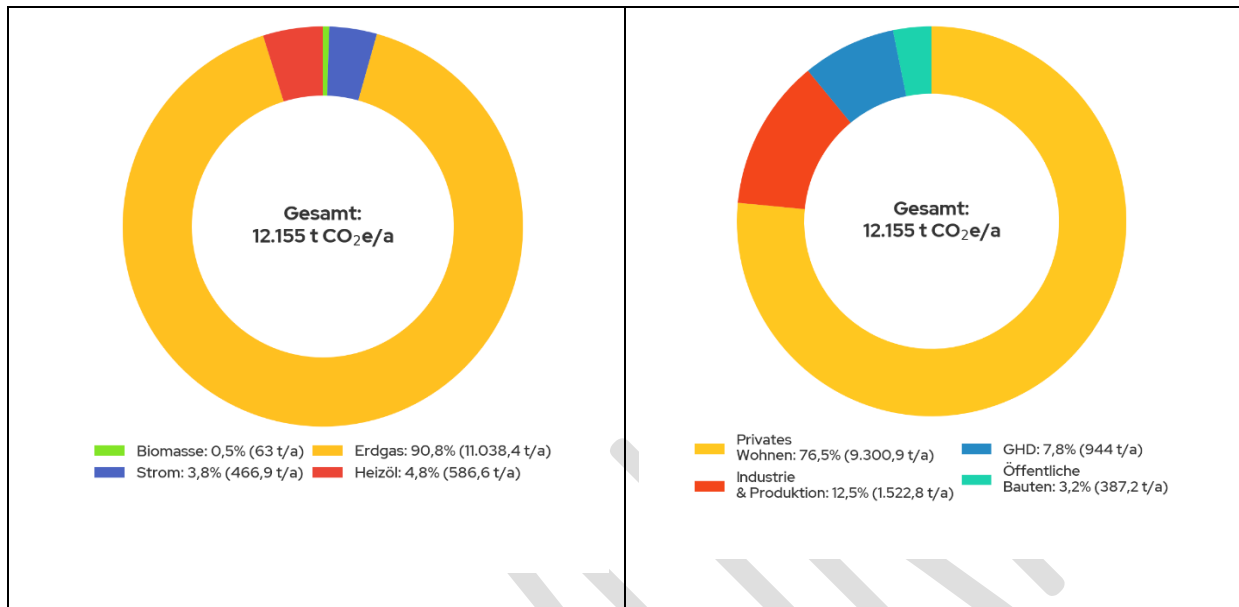


- [Rudi] Rudi, Andreas; Müller, Ann-Kathrin; Fröhling, Markus; Schultmann, Frank (2017): Biomass Value Chain Design. A Case Study of the Upper Rhine Region. In: Waste Biomass Valor 8 (7), S. 2313–2327. DOI: 10.1007/s12649-016-9820-x
- [UBA] [Endbericht BSKO-Gutachten des deutschen Umweltbundesamt](#)
- [UWWTD] [Waterbase - UWWTD: Urban Waste Water Treatment Directive – reported data](#)
- [Vaillant 2021] [Produktdatenblatt Vaillant aroTHERM plus VWL 125/6 A](#)
- [Witt] Witt, Janet; Thrän, Daniela; Rensberg, Nadja; Naumann, Christiane Hennig Karin; Billig, Eric; Sauter, Philipp et al. (2012): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Hg. v. DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH und Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL). Leipzig/Jena
- [WPG] [Wärmeplanungsgesetz](#)
- [ZEN2011] [Deutscher Zensus von 2011](#)
- [ZEN2022] [Deutscher Zensus von 2022](#)
- [ZSW] [Endbericht ZSW Studie Energie und Klimaschutzziele](#)

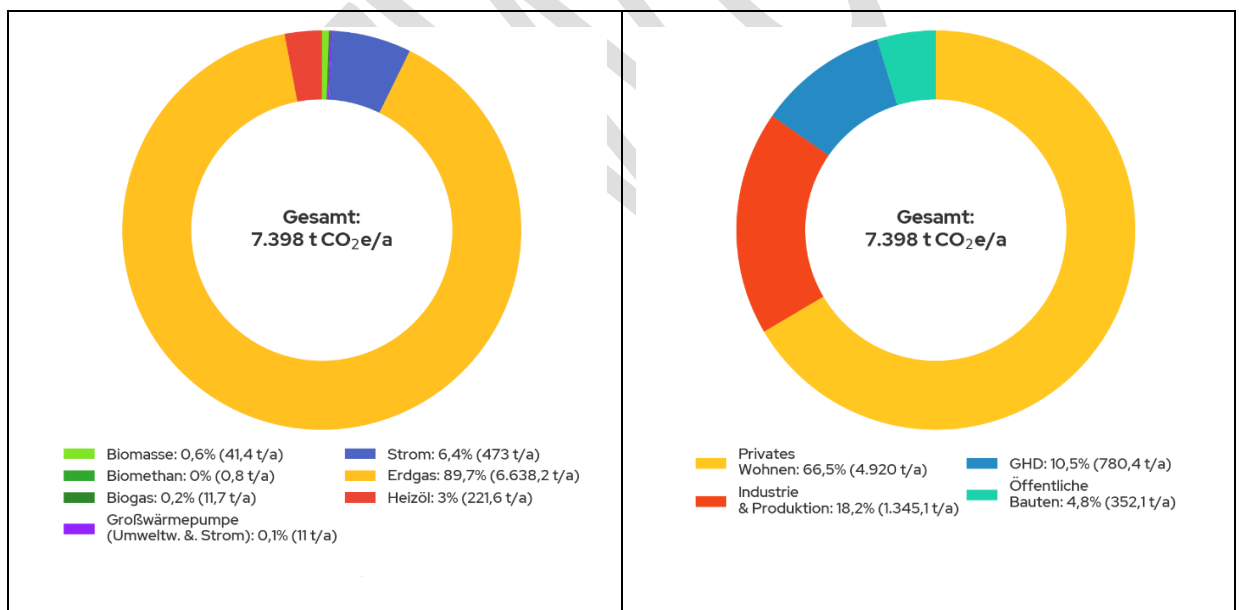


Anhang 5: Abbildungen der Gemeinde Hesel

THG im Status-Quo

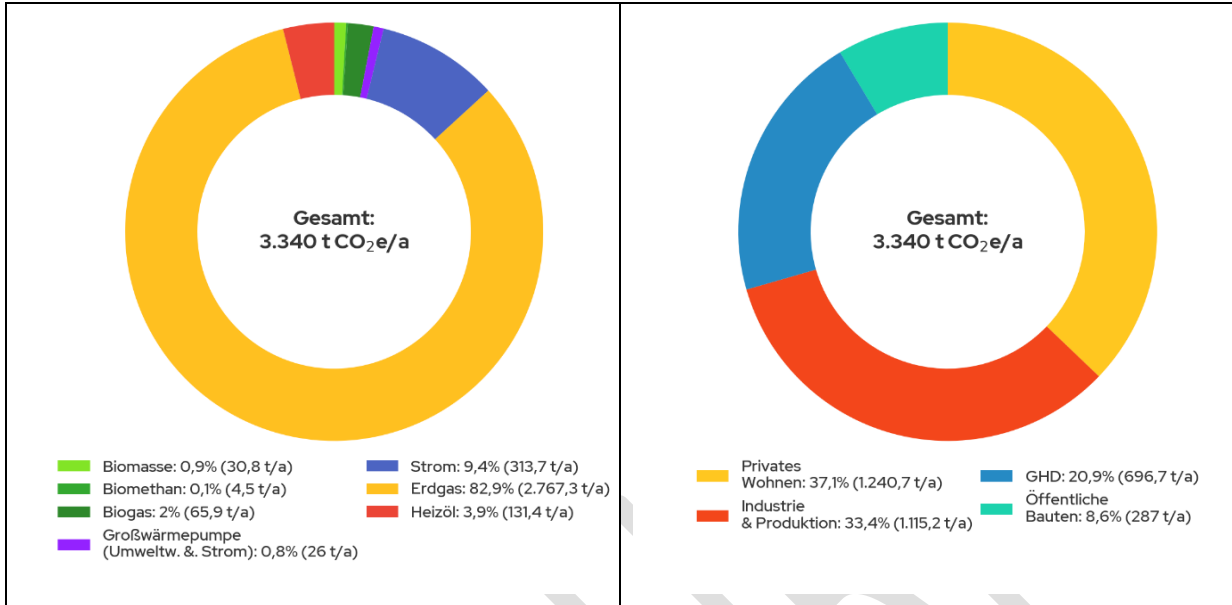


THG im Szenario 2030

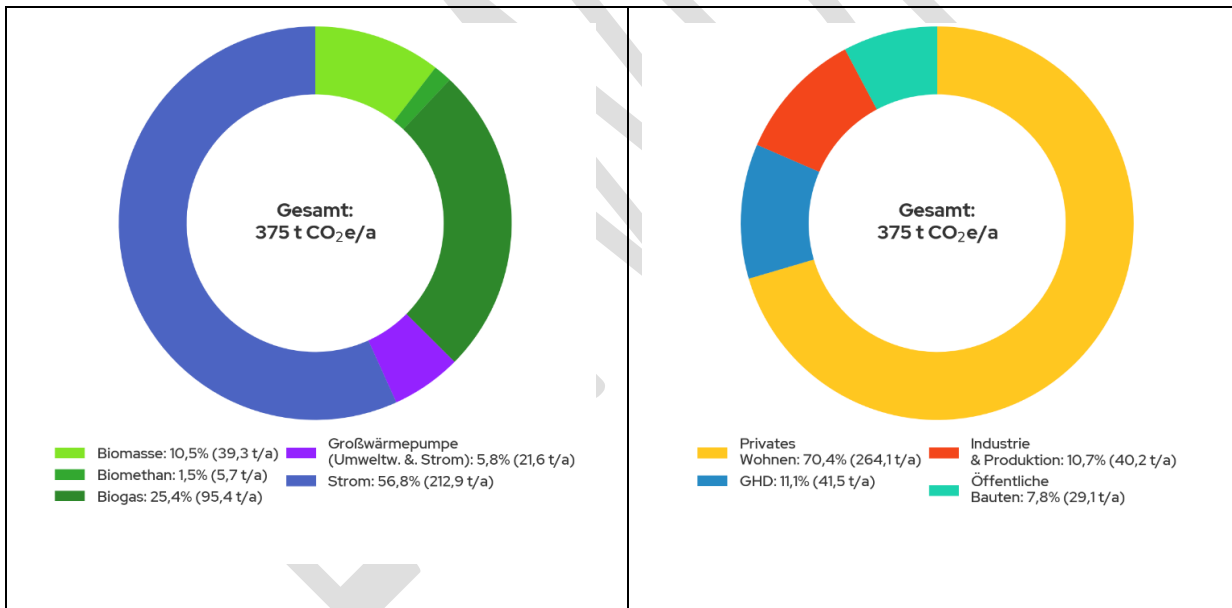




THG im Szenario 2035

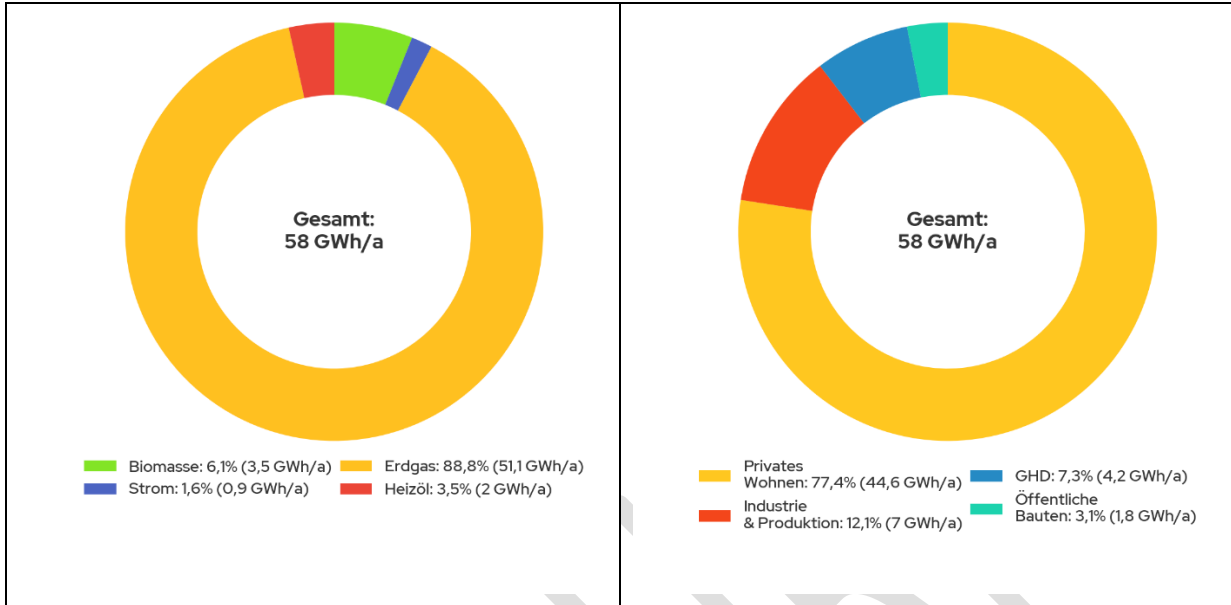


THG im Szenario 2040

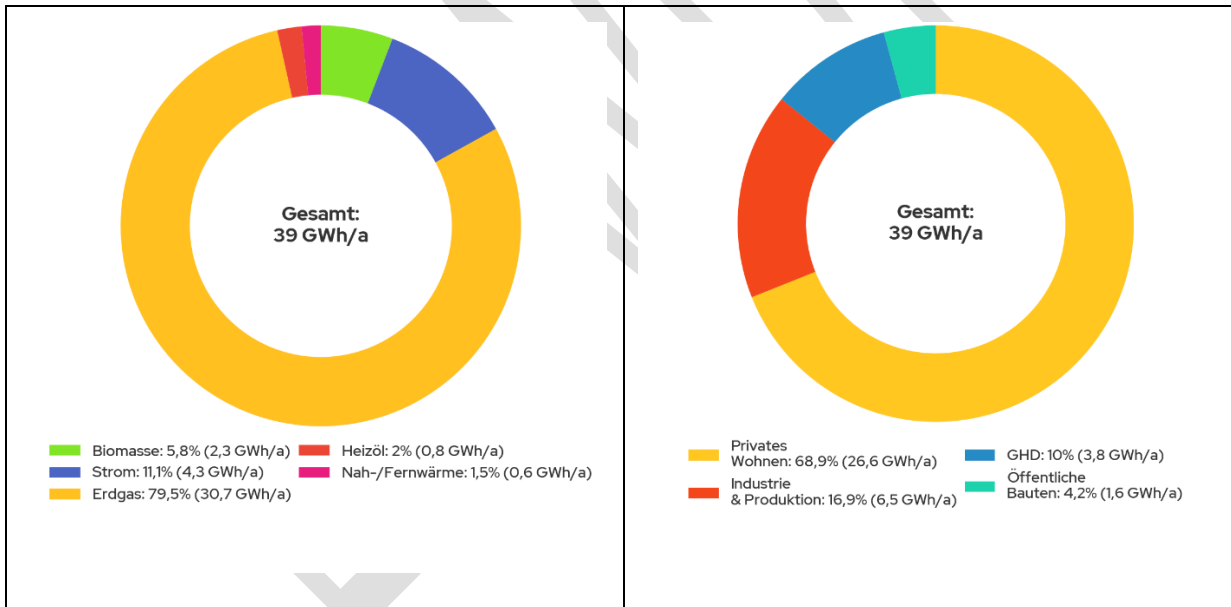




Endenergieverbrauch im Status-Quo

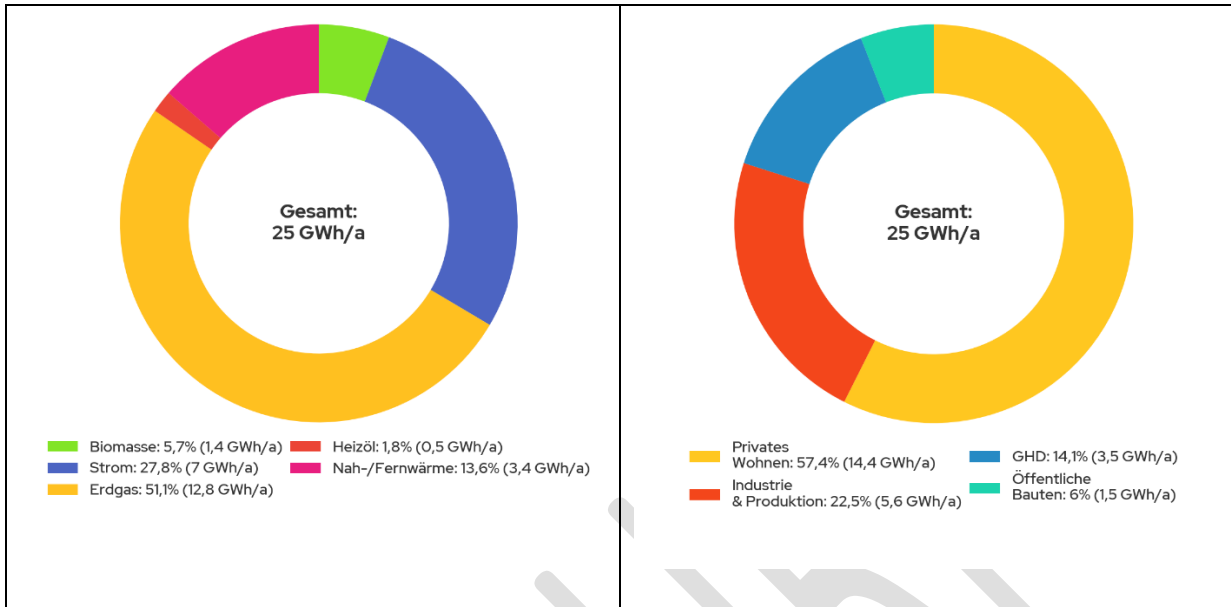


Endenergieverbrauch im Szenario 2030

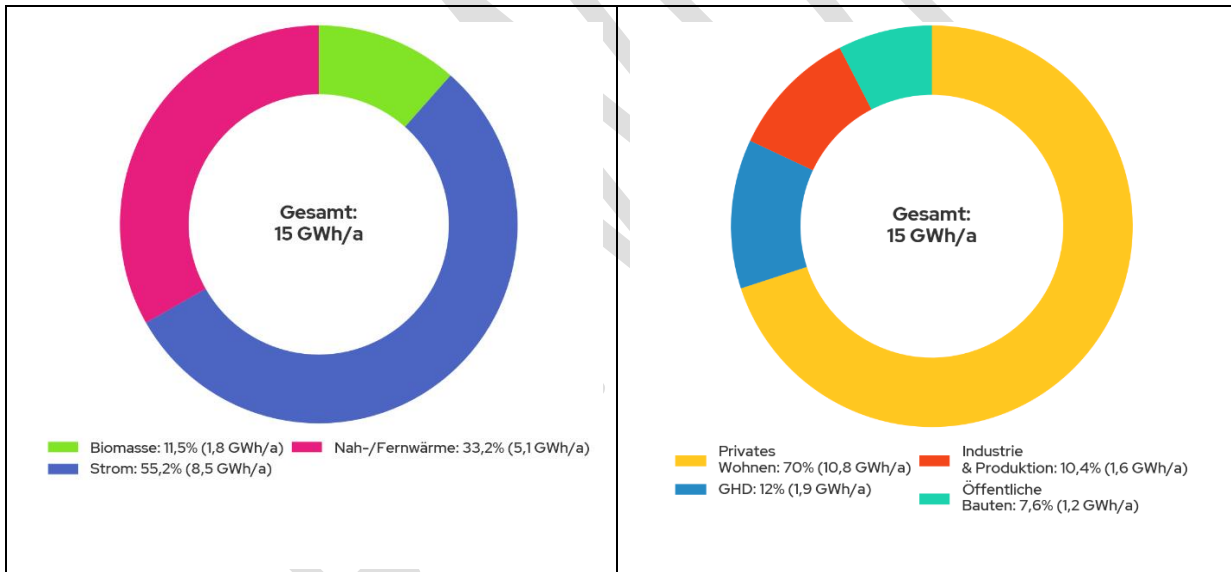




Endenergieverbrauch im Szenario 2035



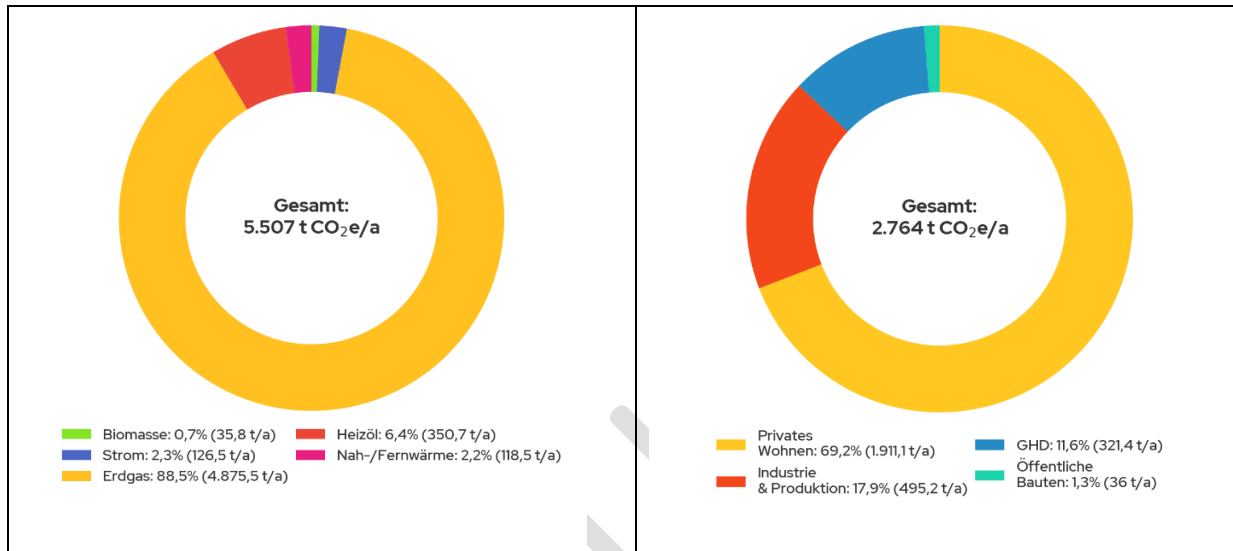
Endenergieverbrauch im Szenario 2040



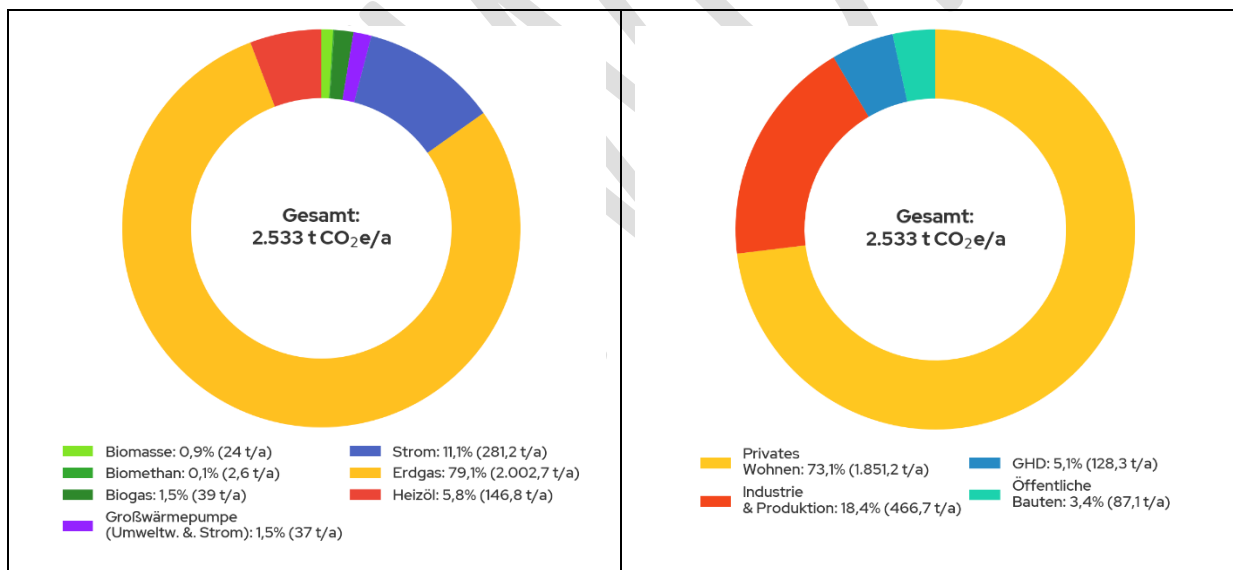


Anhang 6: Abbildungen der Gemeinde Holtland

THG im Status-Quo

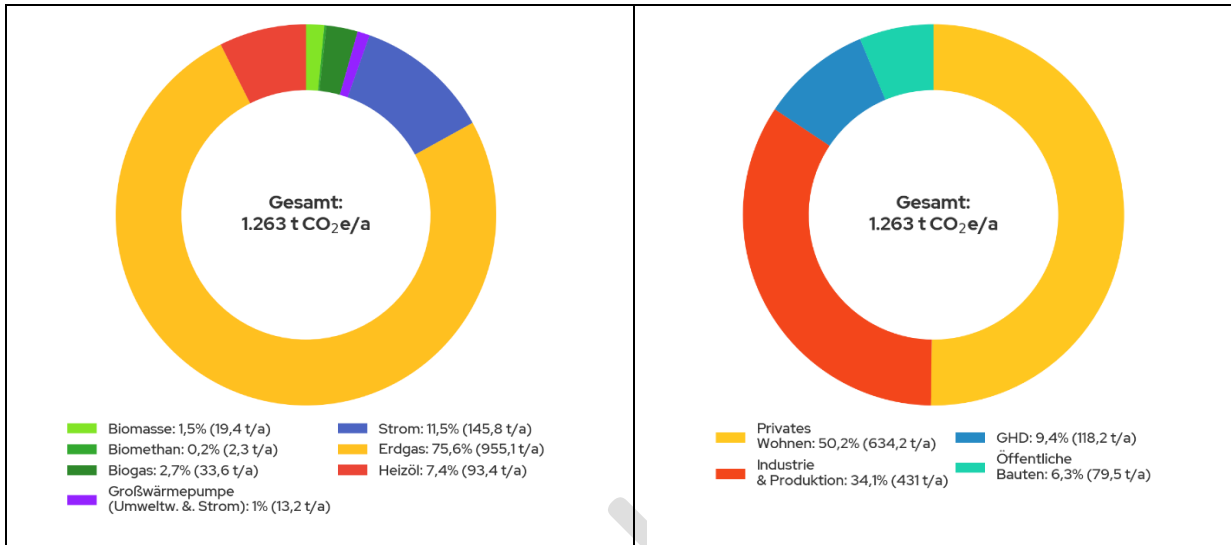


THG im Szenario 2030

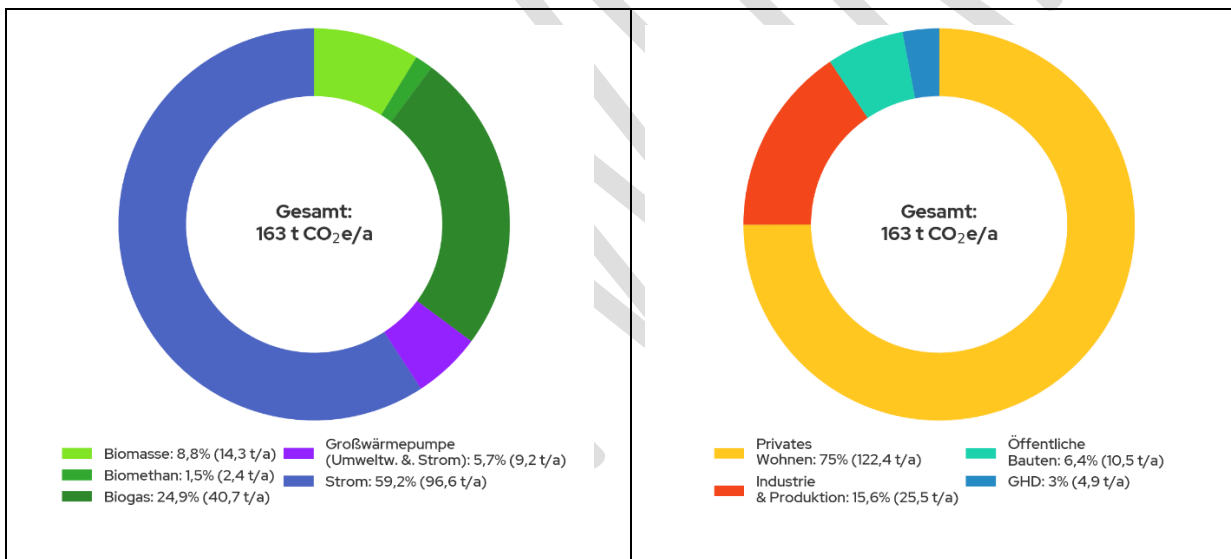




THG im Szenario 2035

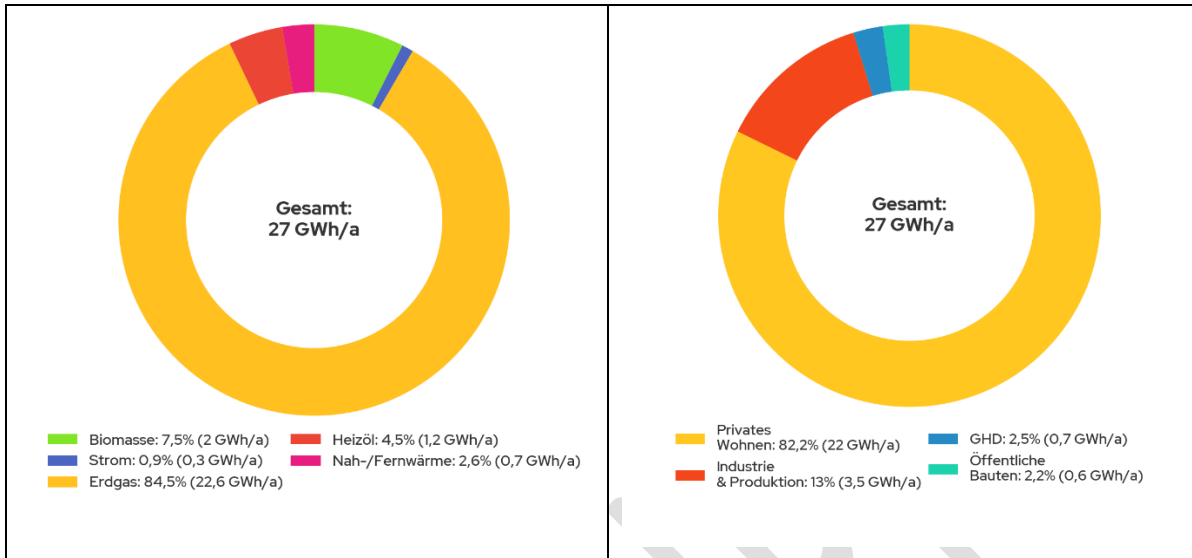


THG im Szenario 2040

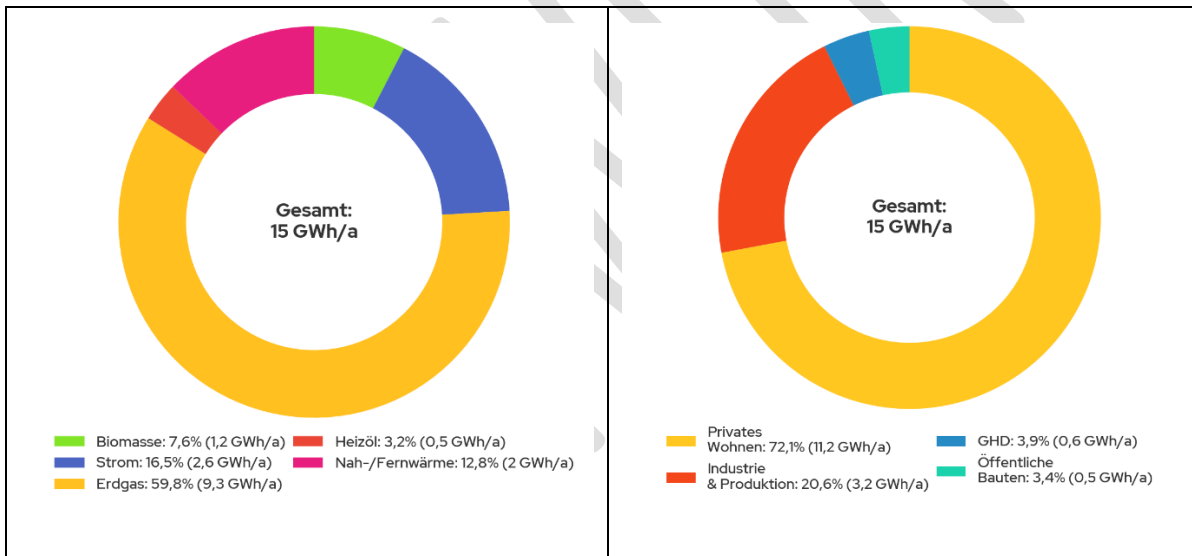




Endenergieverbrauch im Status-Quo

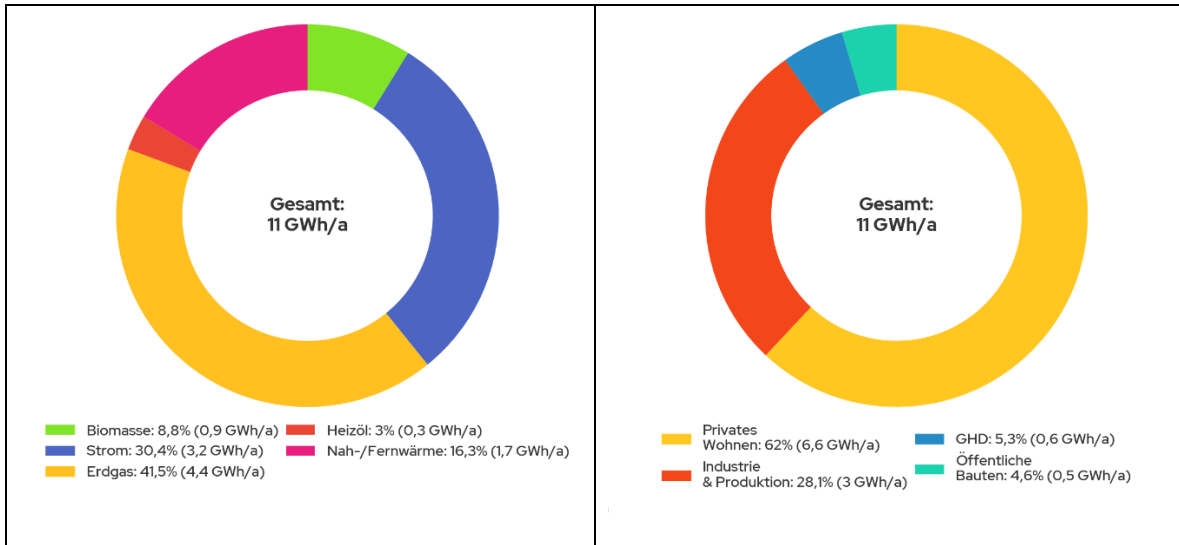


Endenergieverbrauch im Szenario 2030

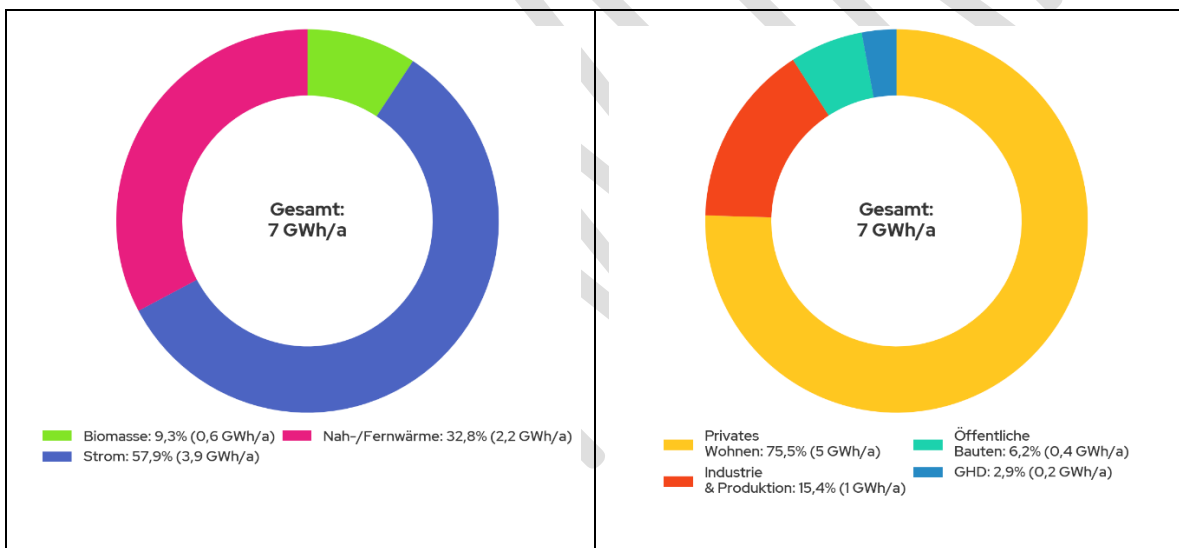




Endenergieverbrauch im Szenario 2035



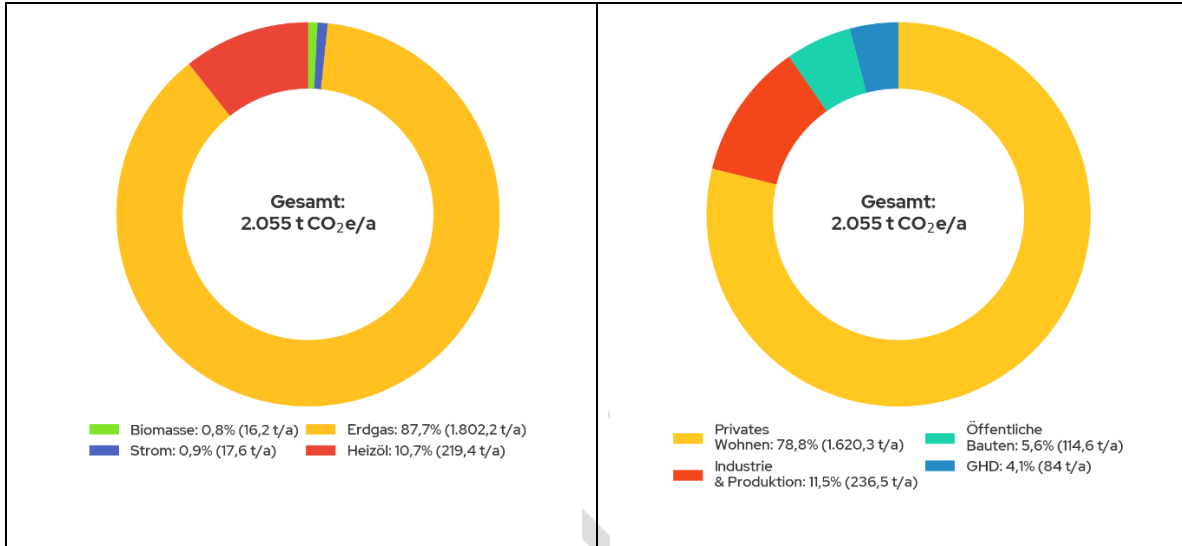
Endenergieverbrauch im Szenario 2040



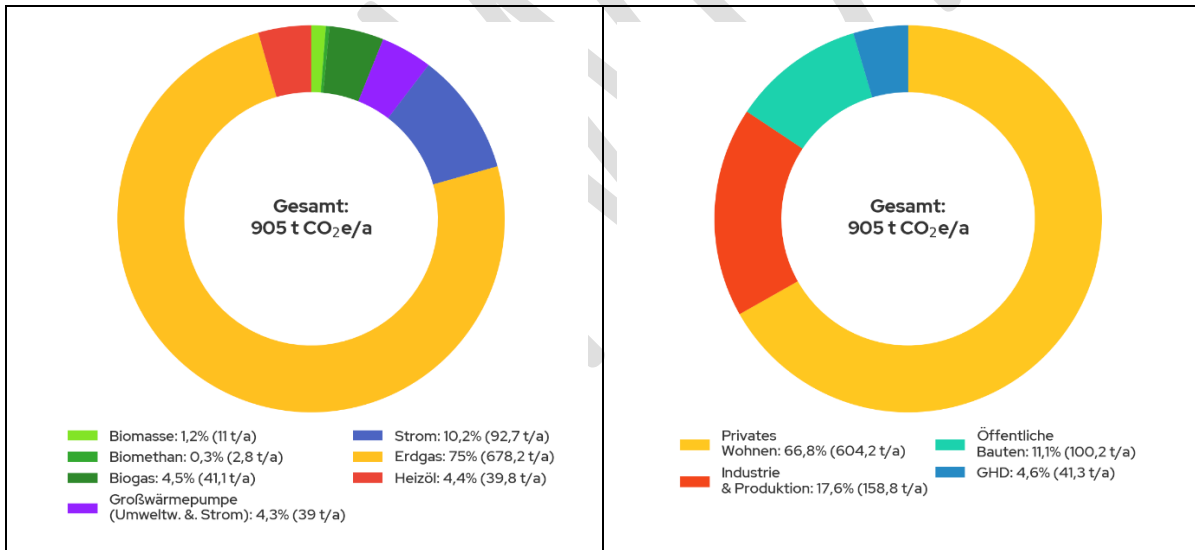


Anhang 7: Abbildungen der Gemeinde Brinkum

THG im Status-Quo

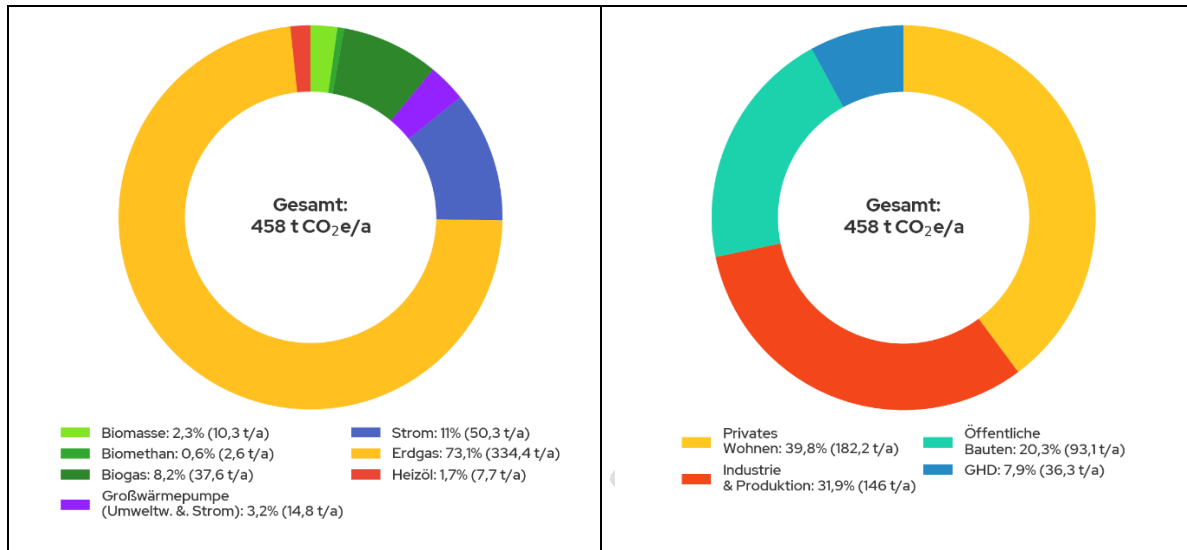


THG im Szenario 2030

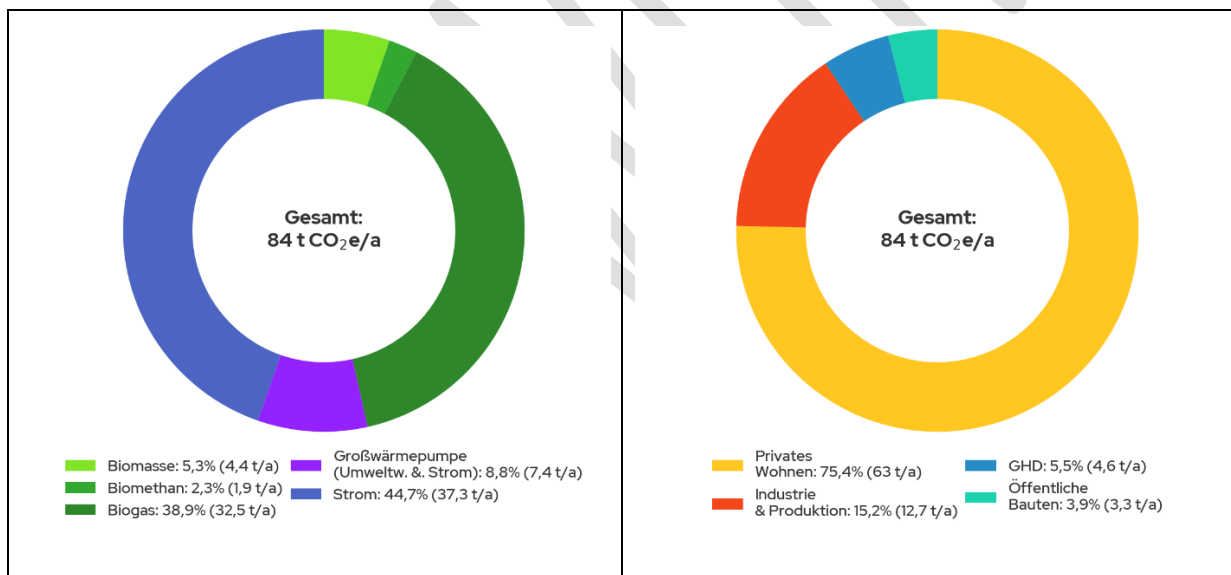




THG im Szenario 2035

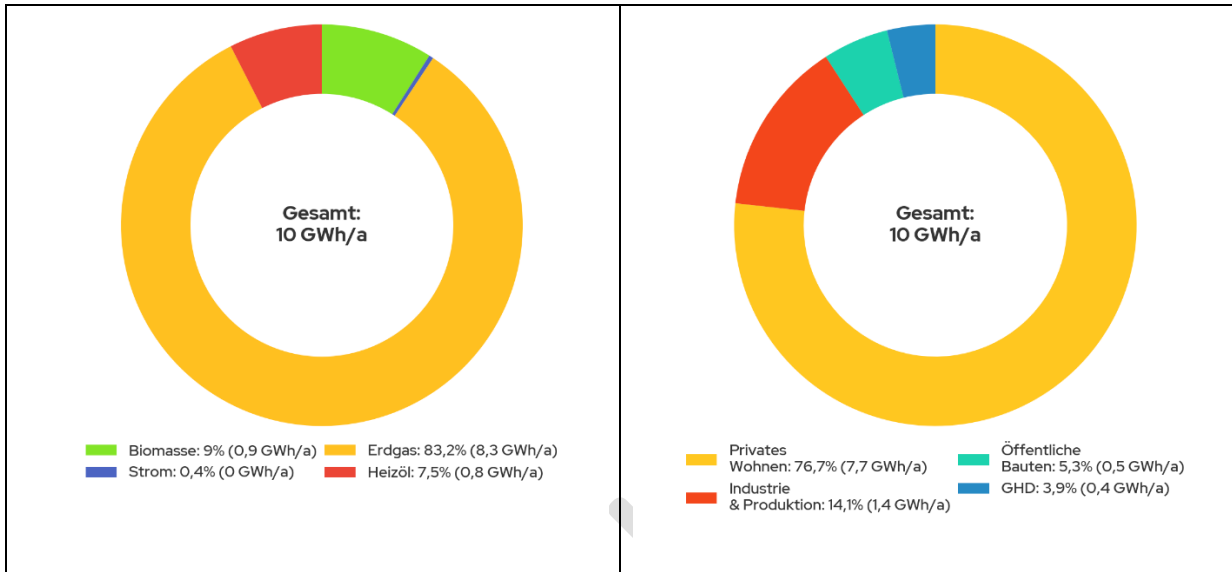


THG im Szenario 2040

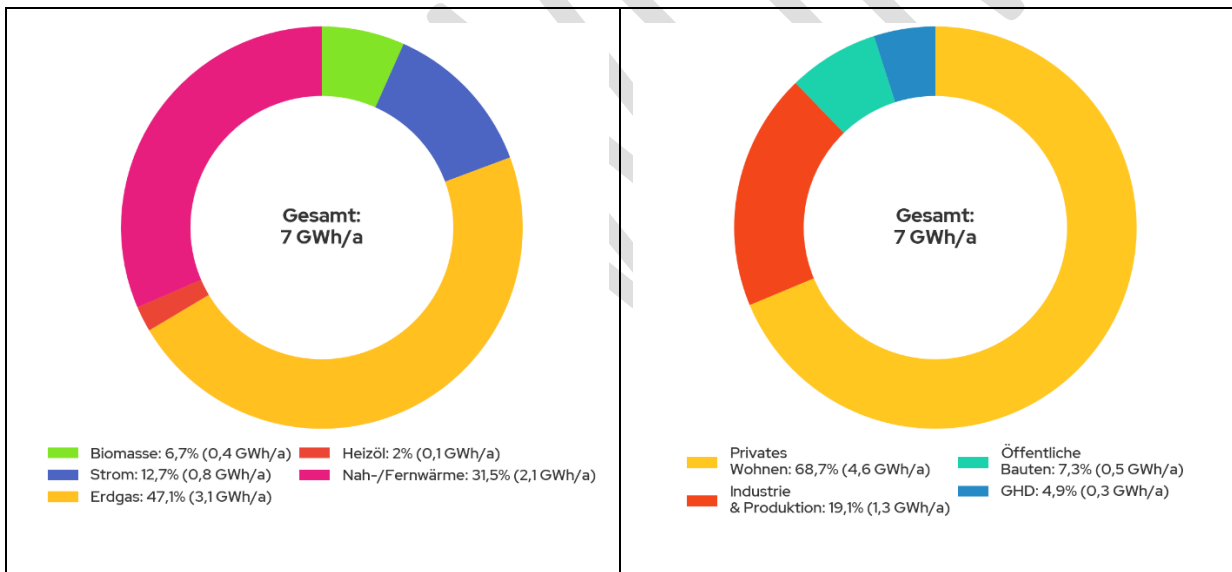




Endenergieverbrauch im Status-Quo

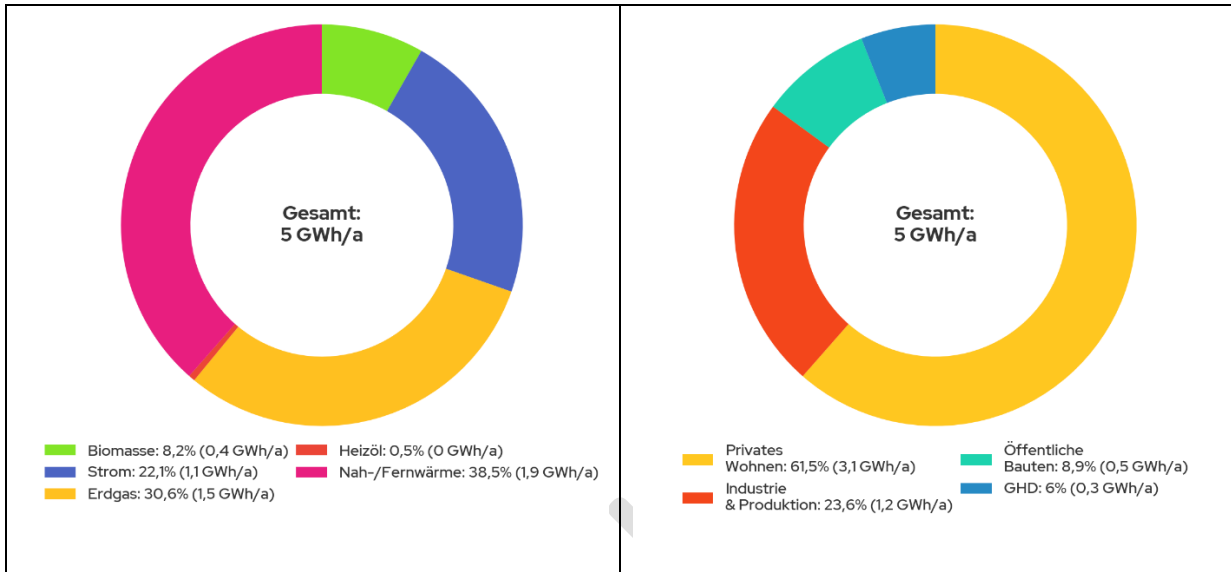


Endenergieverbrauch im Szenario 2030

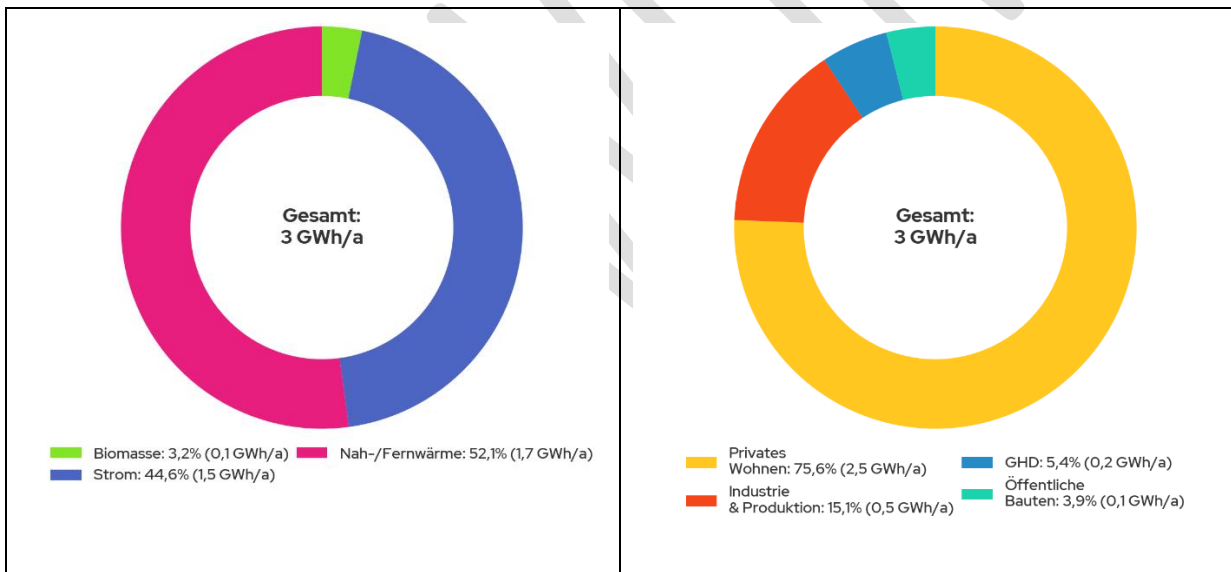




Endenergieverbrauch im Szenario 2035



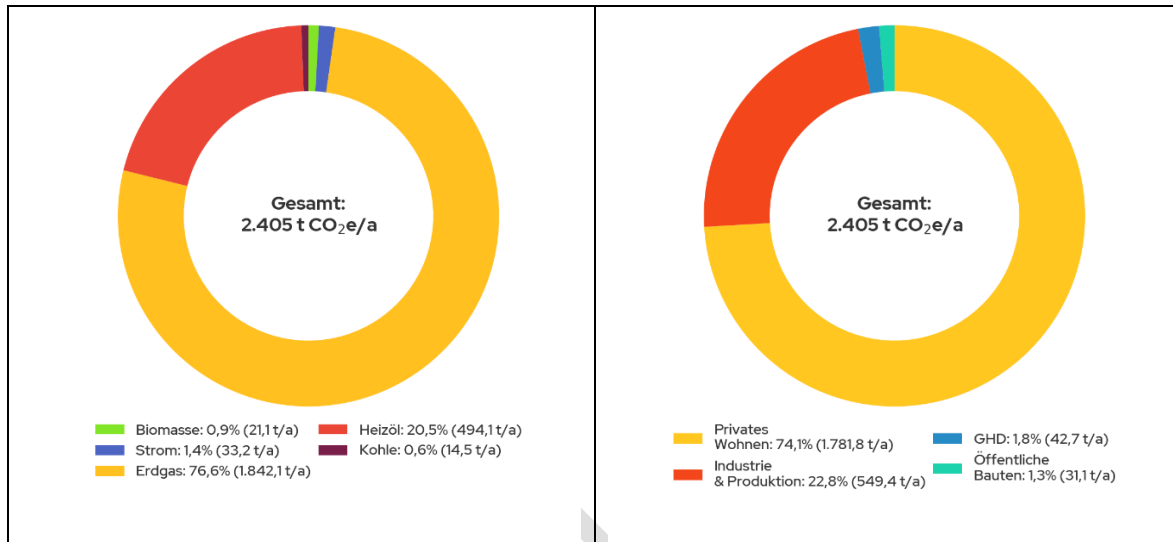
Endenergieverbrauch im Szenario 2040



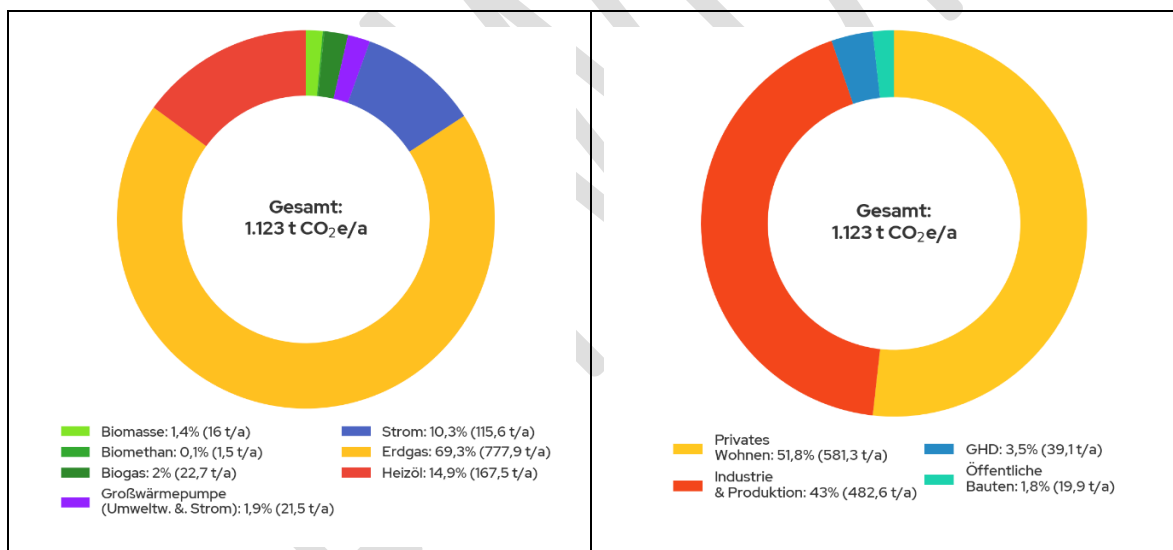


Anhang 8: Abbildungen der Gemeinde Firrel

THG im Status-Quo

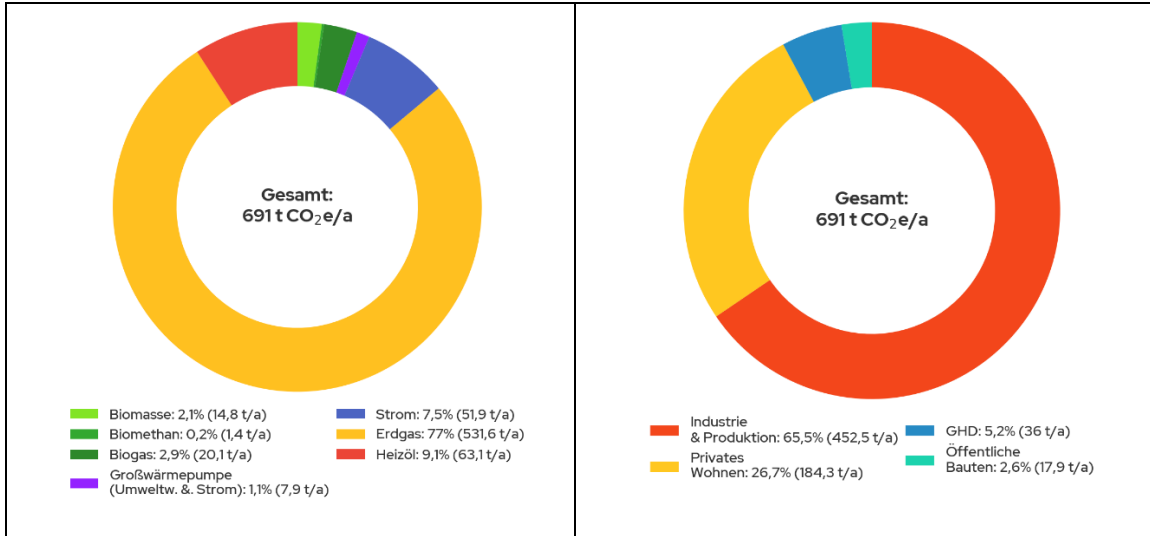


THG im Szenario 2030

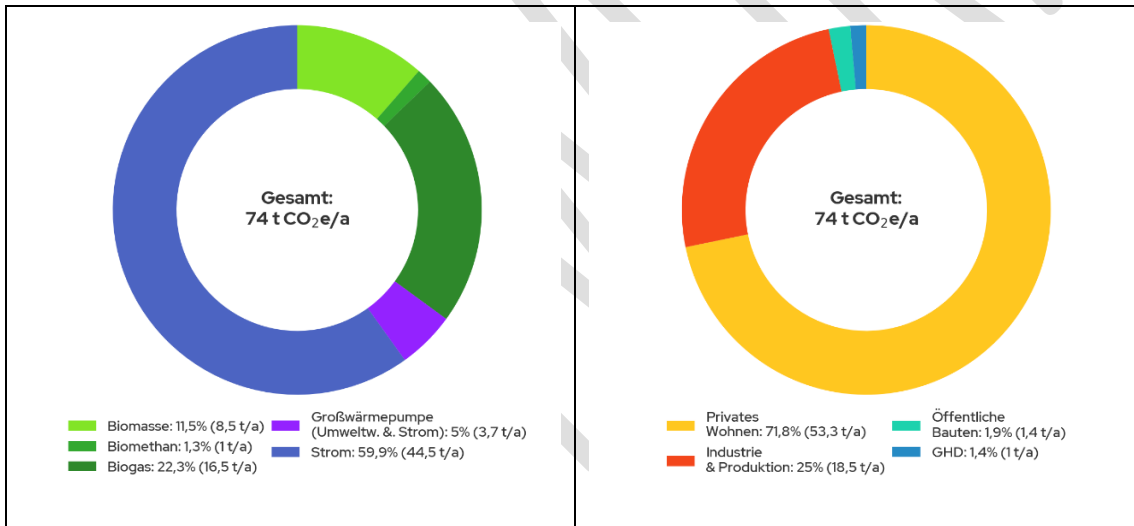




THG im Szenario 2035

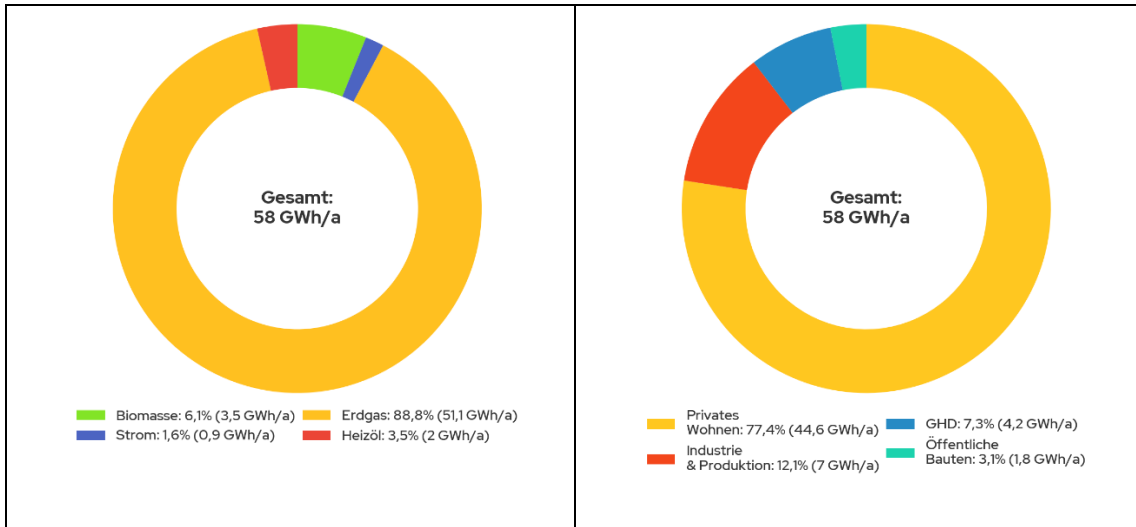


THG im Szenario 2040

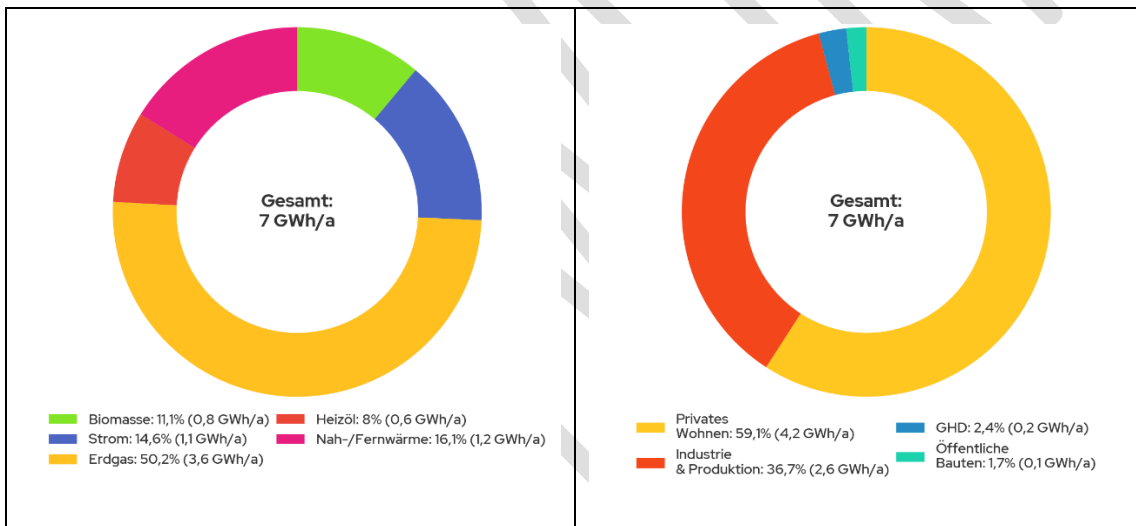




Endenergieverbrauch im Status-Quo

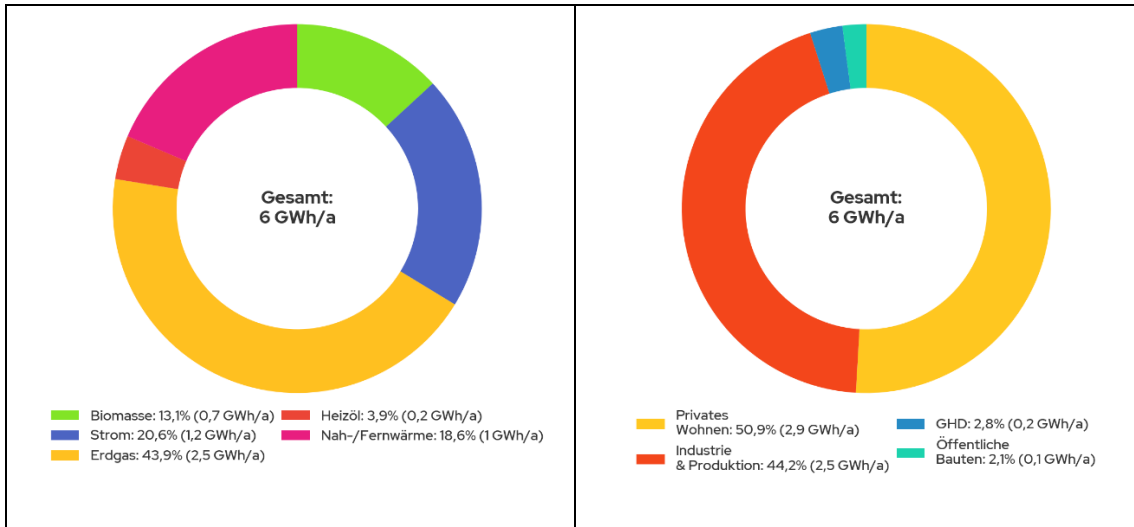


Endenergieverbrauch im Szenario 2030

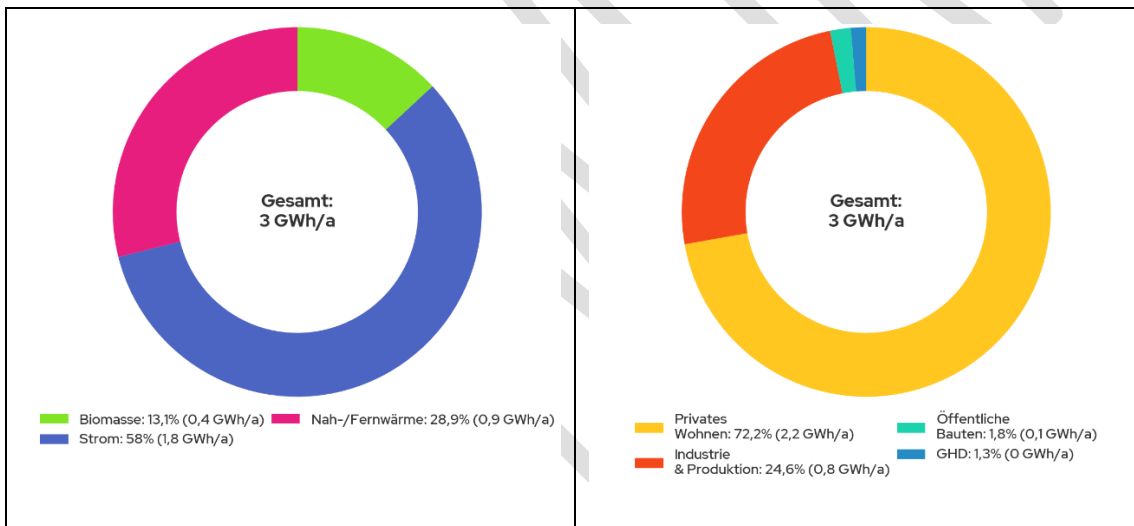




Endenergieverbrauch im Szenario 2035



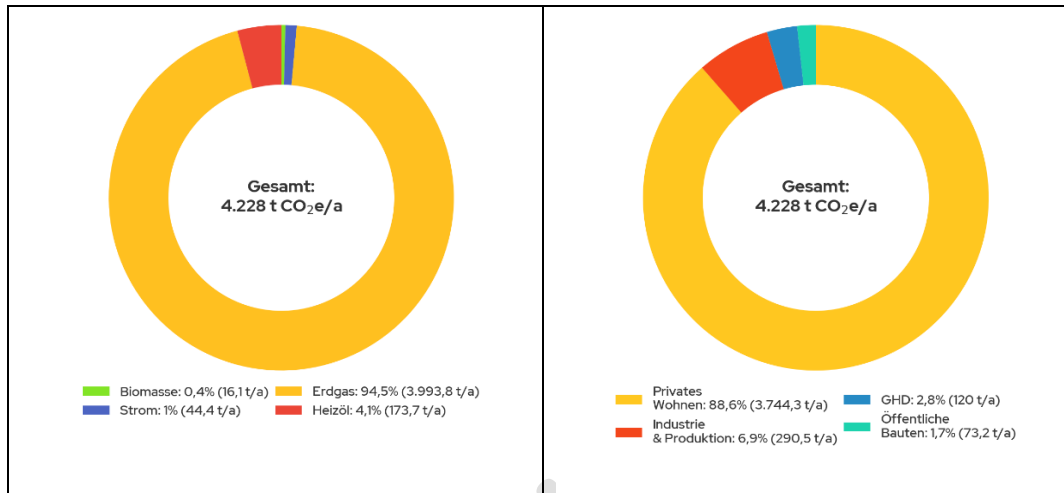
Endenergieverbrauch im Szenario 2040



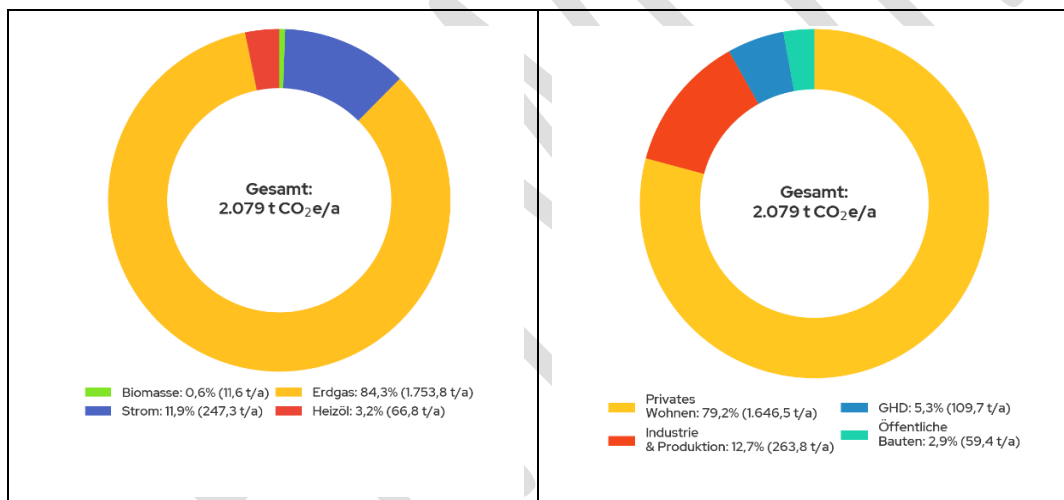


Anhang 9: Abbildungen der Gemeinde Neukamperfehn

THG im Status-Quo

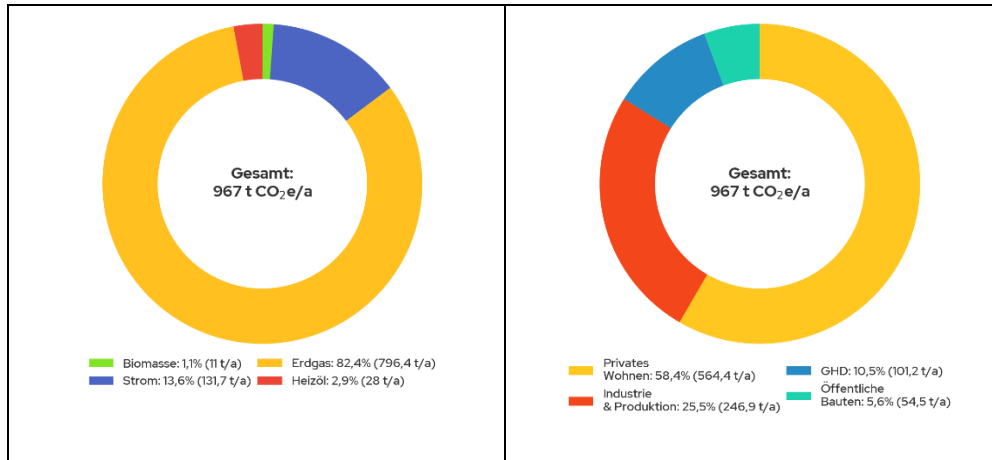


THG im Szenario 2030

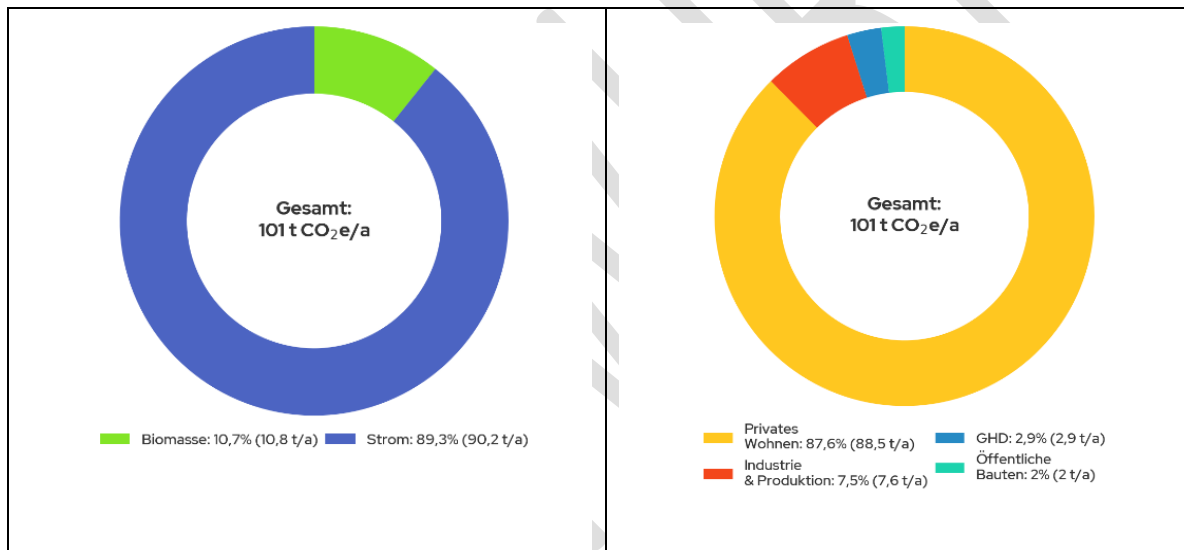




THG im Szenario 2035

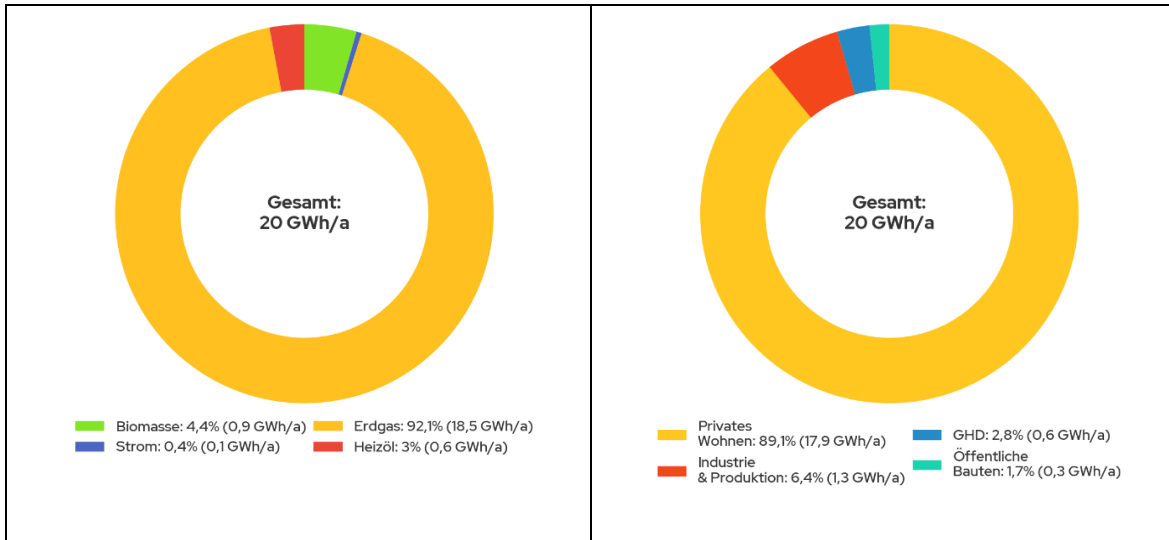


THG im Szenario 2040

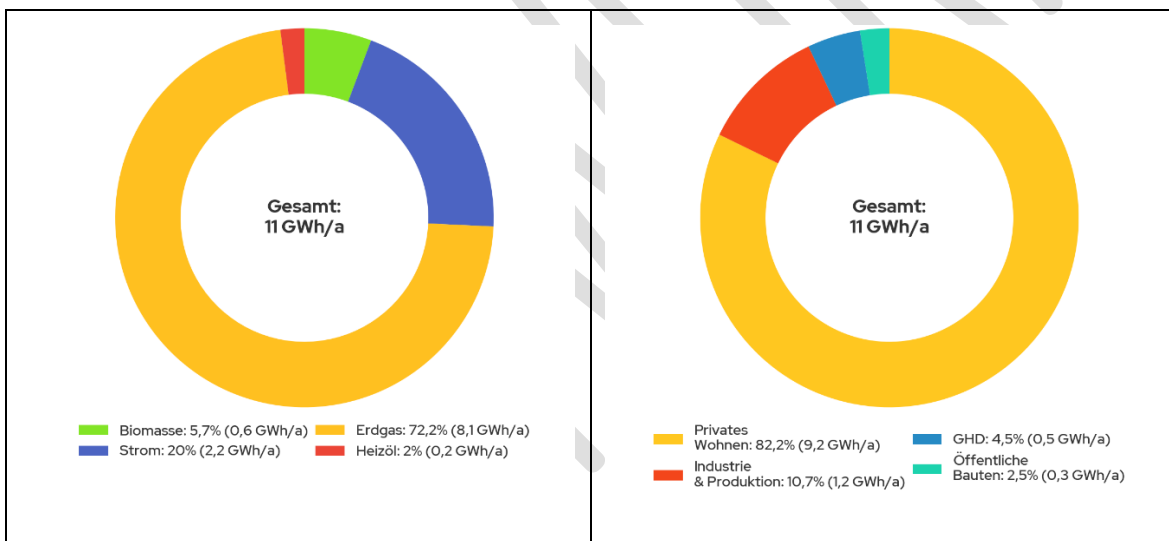




Endenergieverbrauch im Status-Quo

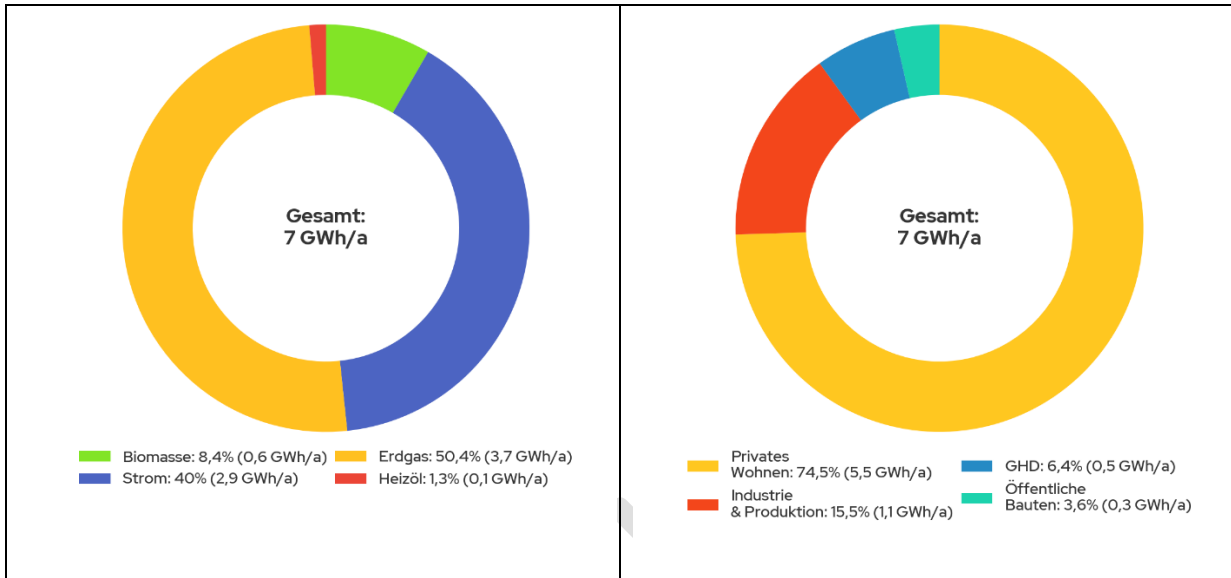


Endenergieverbrauch im Szenario 2030

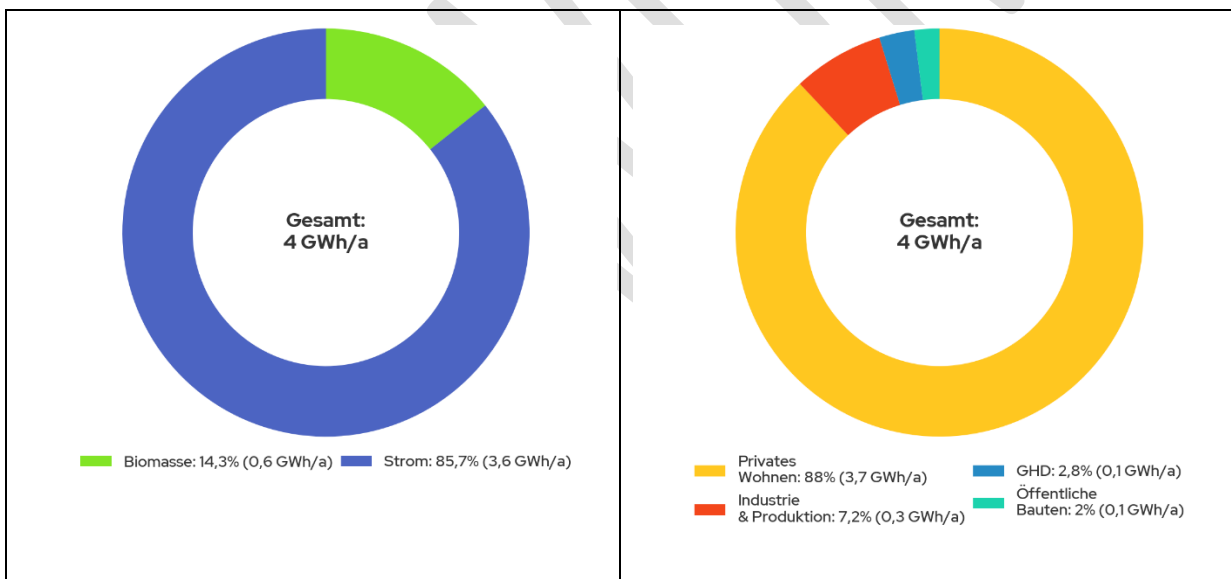




Endenergieverbrauch im Szenario 2035



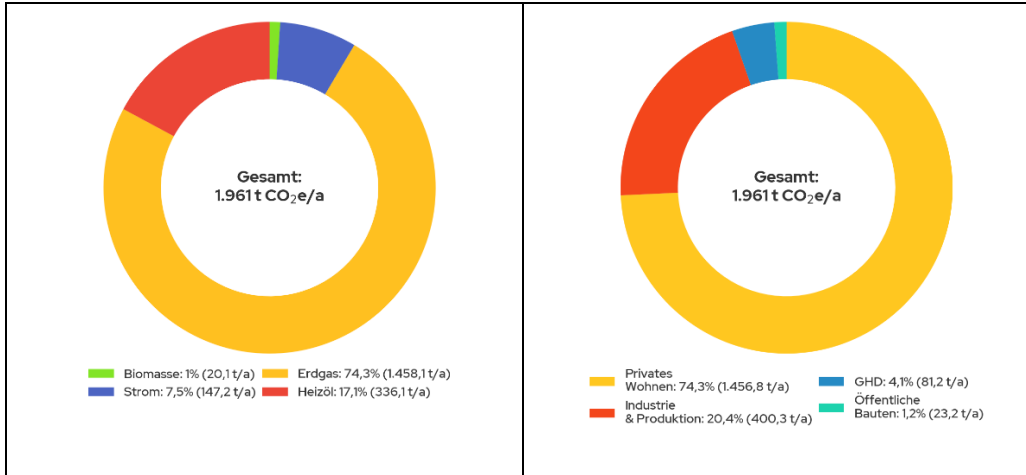
Endenergieverbrauch im Szenario 2040



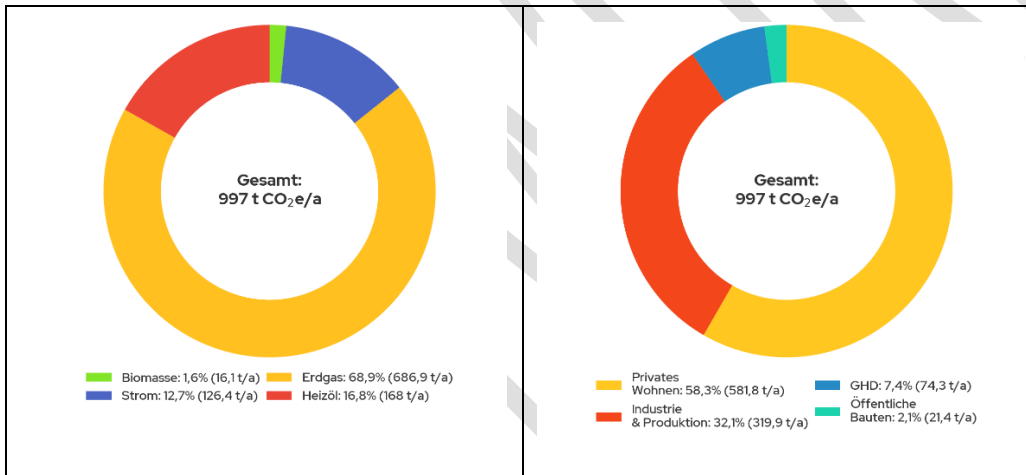


Anhang 10: Abbildungen der Gemeinde Schwerinsdorf

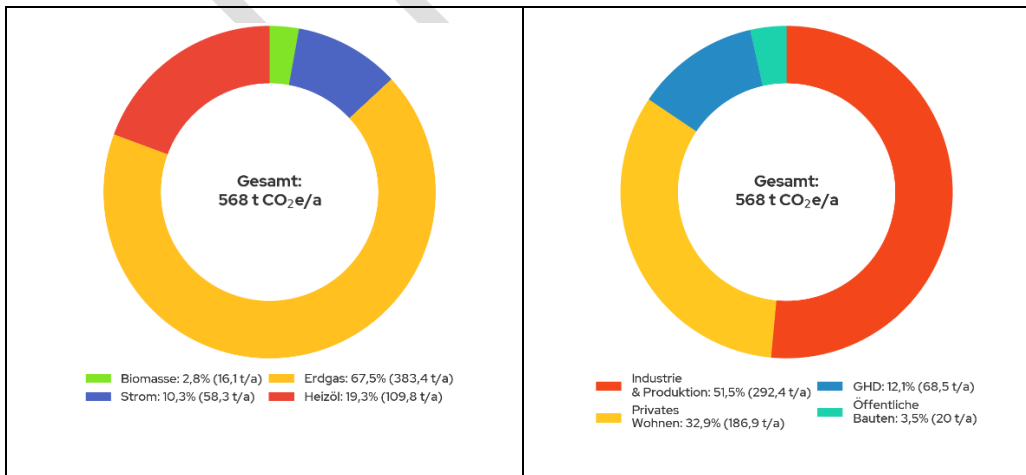
THG im Status-Quo



THG im Szenario 2030

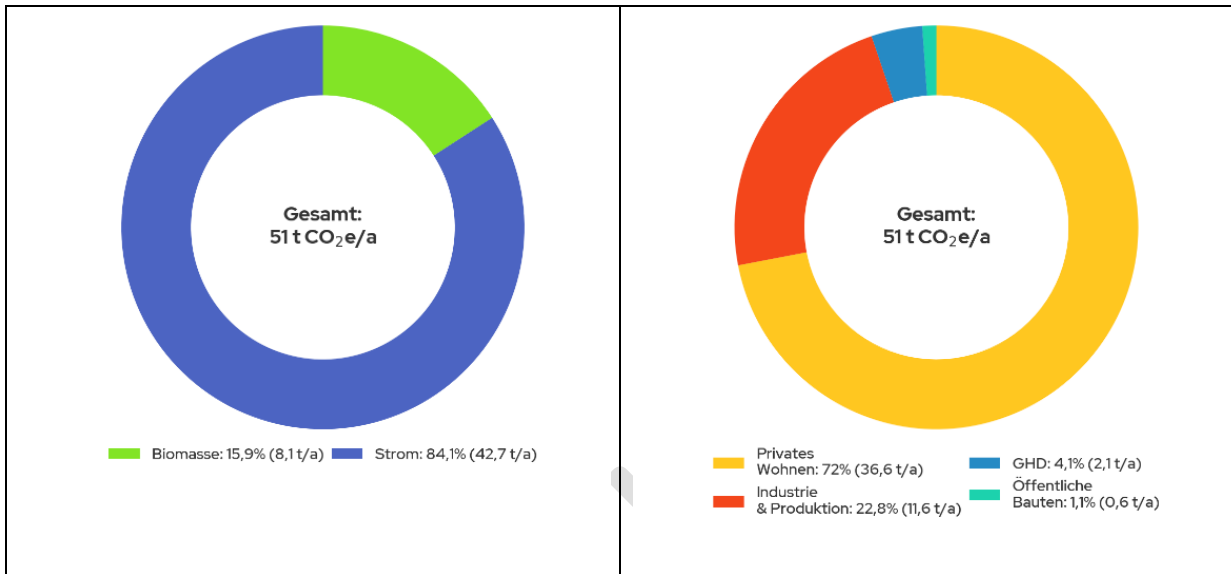


THG im Szenario 2035

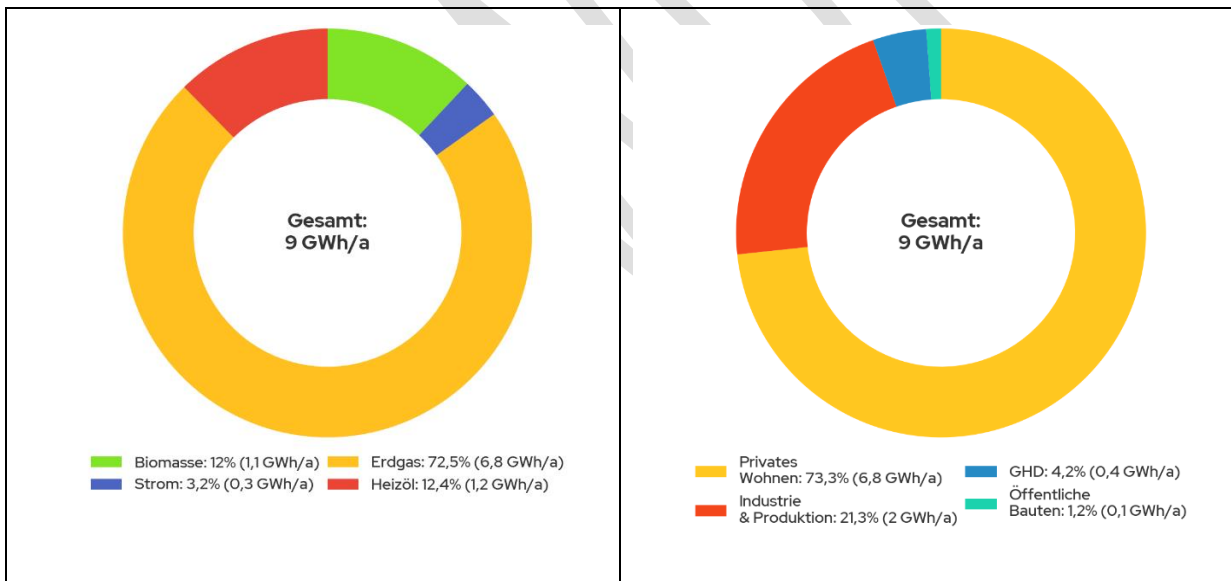




THG im Szenario 2040

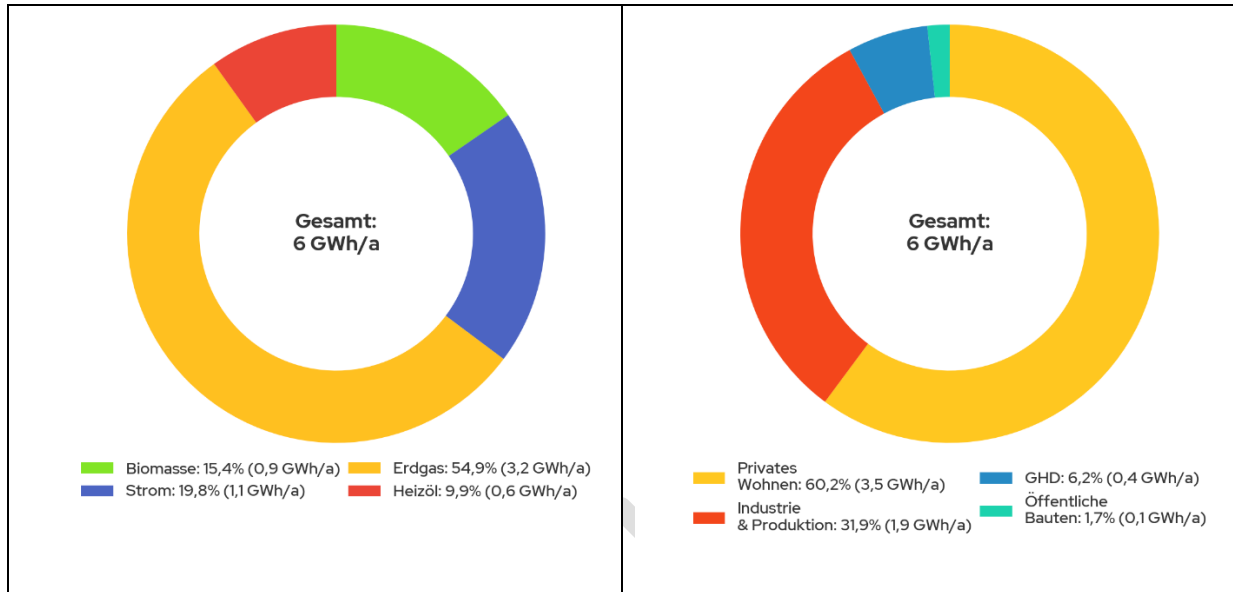


Endenergieverbrauch im Status-Quo

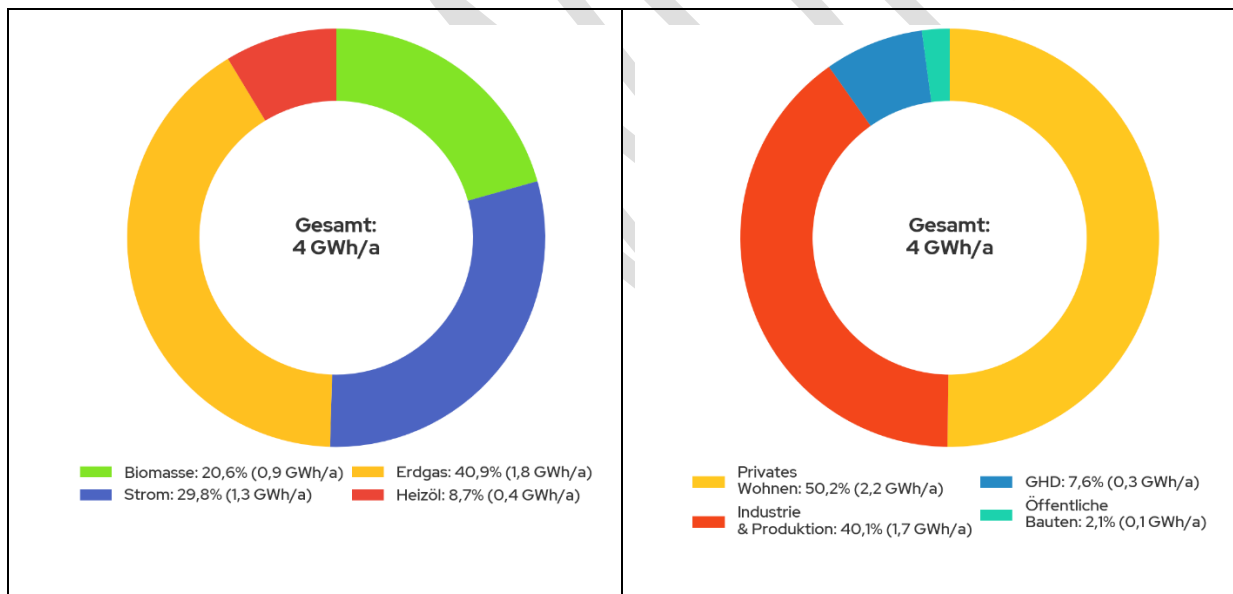




Endenergieverbrauch im Szenario 2030



Endenergieverbrauch im Szenario 2035





Endenergieverbrauch im Szenario 2040

