

Wärmeplanung

Kommunale Wärmeplanung für die
Gemeinde Adendorf

August 2025

Impressum

Auftraggeberin: Gemeinde Adendorf
Rathausplatz 14
21365 Adendorf



Auftragnehmerin: Wärmeschiede GmbH
Georgstraße 56
30159 Hannover
info@waermeschmiede.de
www.waermeschmiede.de



Projektleitung: Dipl.-Ing. (FH) Thomas Oesterreich

Bearbeitung: M. Sc. Darius Bonk
B. Eng. Jakob Bürger
M. Sc. Jens Duffert
M. Sc. Angelika Niedzwiedz
M. Sc. Sibylle Renner
M. Sc. Lukas Schütze
Dr. Thomas Vogt

Nationale Klimaschutzinitiative

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert die Bundesregierung seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgas-emissionen 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:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hannover

Entwurf, Stand: August 2025

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	10
Glossar	12
1 Kurzfassung	13
2 Einleitung.....	16
2.1 Rechtliche Grundlagen und Zielsetzung.....	16
2.2 Vorgehensweise der kommunalen Wärmeplanung	17
2.3 Akteure und deren Beteiligung	18
3 Die Gemeinde Adendorf – Daten und Fakten	20
4 Bestandsanalyse.....	23
4.1 Datenerhebung	23
4.1.1 Datenerhebung der Gebäude- und Siedlungsstruktur.....	23
4.1.2 Erfassung der Verbräuche und eingesetzten Energieträger anhand von gemessenen Verbrauchsdaten.....	24
4.2 Gebäudestruktur	25
4.3 Energieversorgungsstruktur	27
4.3.1 Gasnetzinfrastruktur	27
4.3.2 Wärmenetzinfrastruktur	28
4.3.3 KWK-Anlagen.....	28
4.3.4 Energieträger der Heizungen	29
4.4 Energiebedarf und THG-Emissionen.....	31
4.5 Wärmebedarf	34
5 Potenzialanalyse	37
5.1 Vorgehen und Zielsetzung	37
5.2 Potenziale zur Energieeinsparung.....	38
5.2.1 Sanierungspotenzial.....	38
5.2.2 Prozesseffizienz	40
5.3 Potenziale für klimaneutrale Wärme.....	40
5.3.1 Solarthermie.....	40
5.3.2 Biomasse	43

5.3.3	Gewässer	47
5.3.4	Grundwasserbrunnen	49
5.3.5	Abwärme	50
5.3.6	Geothermie	51
5.3.7	Wasserstoff	57
5.3.8	Wärmepumpe Außenluft	59
5.3.9	Potenziale für erneuerbaren Strom	60
5.3.10	Thermische Speicher	62
5.3.11	Zusammenfassung	62
6	Entwicklung des Zielszenarios und Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete	64
6.1	Methodisches Vorgehen	64
6.2	Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete	65
6.3	Ermittlung von Wärmenetzen	69
6.4	Szenarienanalyse	70
6.4.1	Szenario „Elektrisch“	71
6.4.2	Szenario „Wärmenetze“	72
6.4.3	Szenario „Grüne Gase“	74
6.5	Das Zielszenario	75
6.6	Voraussichtliche Wärmeversorgung	78
6.7	Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	79
7	Maßnahmen	82
7.1	Streckbriefe für einzelne Maßnahmen	82
7.1.1	Beratung und Sanierung	83
7.1.2	Vorstudien für Wärmenetze	88
7.2	Fokusgebiete Wärmenetze	92
7.2.1	Fokusgebiet Sportmeile	93
7.2.2	Fokusgebiet West-Fabrik	97
7.2.3	Fokusgebiet Kern	101
8	Umsetzungs- und Verstetigungsstrategie	106
8.1	Warum ist eine Verstetigungsstrategie notwendig?	106
8.2	Monitoring- und Controlling-Prozess, Fortschreibung	109
8.3	Kommunikationsstrategie	111
8.4	Verstetigungsempfehlungen für die Gemeinde Adendorf	112

9	Schlusswort.....	115
10	Literaturverzeichnis	116
Anhang A1:	Darstellung der Ergebnisse der Bestandsanalyse nach § 15 WPG	119
Anhang A2:	Indikatoren zur Eignungsprüfung der Teilgebiete	129
Anhang A3:	Indikatoren für das Monitoring der kommunalen Wärmeplanung (Quelle: [35])	131

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Prozess der kommunalen Wärmeplanung. Quelle: Eigene Darstellung.....	18
Abbildung 3-1: Landnutzung in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [3].....	20
Abbildung 3-2: Naturschutzfachliche Schutzgebiete innerhalb und im Umfeld der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung.....	22
Abbildung 4-1: Datenquellen digikoo. Quelle: digikoo.....	23
Abbildung 4-2: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung	26
Abbildung 4-3: Anteil der Gebäude nach Baualtersklasse in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquellen aus Gebäudedaten digikoo, Gebäudedaten KEAN	27
Abbildung 4-4: Anschlüsse an Gasnetze in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung	28
Abbildung 4-6: Standorte von KWK-Anlagen in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [4]	29
Abbildung 4-7: Überwiegende Heizungstechnologie in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung	30
Abbildung 4-8: Alter der Bestandsheizungen nach Altersklassen in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus Kkehrbuchdaten der Bezirksschornsteinfeger.....	31
Abbildung 4-9: Anteil am Endenergiebedarf je Gebäudekategorie in Prozent im Status quo. Quelle: Eigene Darstellung.....	32
Abbildung 4-10: Anteil am Endenergiebedarf je Energieträger in Prozent im Status quo. Quelle: Eigene Darstellung	33
Abbildung 4-11: Wärmebedarf in Megawattstunden pro Hektar in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung	35
Abbildung 4-12: Wärmelinienindichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus Wärmebedarfskarte KEAN.....	36
Abbildung 5-1: Definition der Potenzialbegriffe. Quelle: Eigene Darstellung.....	38
Abbildung 5-2: Senkung des Wärmebedarfs der Wohngebäude im Bestand in Gigawattstunden pro Jahr in Abhängigkeit von verschiedenen Sanierungsraten. Quelle: Eigene Darstellung	39
Abbildung 5-3: Spezifischer Wärmeertrag der Potenzialflächen für Solarthermie auf Dachflächen – Detailausschnitt Kernort Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus Potenzialstudie Landkreis Lüneburg	41
Abbildung 5-4: Potenzialflächen für Freiflächensolarthermie in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus Potenzialstudie Landkreis Lüneburg	43
Abbildung 5-5: Potenzialflächen für Biomasse in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus Potenzialstudie Landkreis Lüneburg.....	45
Abbildung 5-6: Oberflächengewässer und Messtationen für Abfluss und Wassertemperatur. Quelle: Eigene Darstellung.....	47
Abbildung 5-7: Potenzialflächen für Geothermie - Sondenflächen in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus Potenzialstudie Landkreis Lüneburg.....	53
Abbildung 5-8: Potenzialflächen für Geothermie – Kollektorflächen in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus Potenzialstudie Landkreis Lüneburg.....	54
Abbildung 5-9: Graphische Verteilung hydrothermaler Potenziale mit Temperaturangaben. Quelle: Schulz in [21].....	55
Abbildung 5-10: Potenziale Wasserstoff. Quelle: [27].....	59
Abbildung 5-11: Anteil der Potenzialflächen für Luftwärmepumpen an den Baublöcken in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung	60

Abbildung 6-1: Einteilung des beplanten Gebiets in Teilgebiete. Quelle: Eigene Darstellung.	66
Abbildung 6-2: Eignungsstufen der Teilgebiete als Wärmenetzgebiet. Quelle Eigene Darstellung	67
Abbildung 6-3: Eignungsstufen der Teilgebiete als Wasserstoffnetzgebiet. Quelle: Eigene Darstellung	68
Abbildung 6-4: Eignungsstufen der Teilgebiete für dezentrale Versorgung. Quelle: Eigene Darstellung.	68
Abbildung 6-5: Beispielhafte Darstellung der berücksichtigten Kostenpositionen eines Wärmenetzes in Euro pro Megawattstunde. Quelle: Eigene Darstellung	69
Abbildung 6-6: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2040 im Szenario „Elektrisch“. Quelle: Eigene Darstellung	72
Abbildung 6-7: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2040 im Szenario „Wärmenetze“. Quelle: Eigene Darstellung	73
Abbildung 6-8: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2040 im Szenario „Grüne Gase“. Quelle: Eigene Darstellung	75
Abbildung 6-9: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2040 im Szenario „Zielszenario“. Quelle: Eigene Darstellung	76
Abbildung 6-10: Entwicklung des jährlichen Wärme- und Endenergiebedarfs in Gigawattstunden im Zielszenario. Quelle: Eigene Darstellung	77
Abbildung 6-11: Wärmebedarf je Energieträger in Prozent im Zieljahr. Quelle: Eigene Darstellung	78
Abbildung 6-12: Einteilung der beplanten Teilgebiete der Gemeinde Adendorf in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Quelle: Eigene Darstellung	79
Abbildung 6-13: Einsparpotenzial an Wärmebedarf durch Sanierung. Quelle: Eigene Darstellung	81
Abbildung 7-1: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet Sportmeile. Quelle: Eigene Darstellung	93
Abbildung 7-2: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet Sportmeile. Quelle: Eigene Darstellung.	94
Abbildung 7-3: Baualtersklassen der Heizungen im Fokusgebiet Sportmeile. Quelle: Eigene Darstellung.	94
Abbildung 7-4: Wärmelinienindichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr im Fokusgebiet Sportmeile. Quelle: Eigene Darstellung	95
Abbildung 7-5: Entwicklung des Anteils der Sektoren und Heizungstypen am Endenergiebedarf in Gigawattstunden pro Jahr im Fokusgebiet Sportmeile bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung	96
Abbildung 7-6: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Tonnen CO ₂ e pro Jahr im Fokusgebiet Sportmeile bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung	96
Abbildung 7-7: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet West-Fabrik. Quelle: Eigene Darstellung	97
Abbildung 7-8: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet West-Fabrik. Quelle: Eigene Darstellung.	98
Abbildung 7-9: Baualtersklassen der Heizungen im Fokusgebiet West-Fabrik. Quelle: Eigene Darstellung.	98
Abbildung 7-10: Wärmelinienindichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr im Fokusgebiet West-Fabrik. Quelle: Eigene Darstellung	99
Abbildung 7-11: Entwicklung des Anteils der Sektoren und Heizungstypen am Endenergiebedarf in Gigawattstunden pro Jahr im Fokusgebiet West-Fabrik bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung	100
Abbildung 7-12: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Tonnen CO ₂ e pro Jahr im Fokusgebiet West-Fabrik bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung	100

Abbildung 7-13: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet Kern. Quelle: Eigene Darstellung	101
Abbildung 7-14: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet Kern. Quelle: Eigene Darstellung.	102
Abbildung 7-15: Baualtersklassen der Heizungen im Fokusgebiet Kern. Quelle: Eigene Darstellung.	102
Abbildung 7-16: Wärmeliniendichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr im Fokusgebiet Kern. Quelle: Eigene Darstellung	103
Abbildung 7-17: Entwicklung des Anteils der Sektoren und Heizungstypen am Endenergiebedarf in Gigawattstunden pro Jahr im Fokusgebiet Kern bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung	104
Abbildung 7-18: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Tonnen CO ₂ e pro Jahr im Fokusgebiet Kern bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung.....	104
Abbildung 8-1: Wichtige Bereiche für den Erfolg einer umsetzungsorientierten Verstetigungsstrategie in der kommunalen Wärmeplanung. Quelle: Eigene Darstellung, angelehnt an [33]	106
Abbildung 8-2: Zentrale Prozessphasen und Schritte der kommunalen Wärmeplanung und den für das Zusammenspiel für die Verstetigung benötigten PCDA-Zyklus. Quelle: Eigene Darstellung, angelehnt an [37]	110

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Landnutzung in der Gemeinde Adendorf	21
Tabelle 4-1: Gebäudetypen mit absoluter und relativer Angabe.....	26
Tabelle 4-2: Versorgte Gebäude je Energieträger in der Gemeinde Adendorf.....	30
Tabelle 4-3: Treibhausgasbilanz nach Gebäudetyp	34
Tabelle 4-4: Treibhausgasbilanz nach Energieträger	34
Tabelle 4-5: Angenommene Nutzungsgrade der Heizungstechnologien. Quelle: Wärmeschmiede GmbH	34
Tabelle 5-1: Einsparpotenzial abhängig von Sanierungsraten bis zum Jahr 2040.....	40
Tabelle 5-2: Ergebnisse Potenzialermittlung Solarthermie auf Dachflächen.....	42
Tabelle 5-3: Ergebnisse Potenzialermittlung Solarthermie auf Freiflächen	43
Tabelle 5-4: Ergebnisse Potenzialermittlung Holzartige Biomasse	45
Tabelle 5-5: Ergebnisse Potenzialermittlung Nachwachsende Rohstoffe	46
Tabelle 5-6: Mengen an fester Biomasse 2021 aus dem Abfallwirtschaftskonzept. Daten aus [14], eigene Berechnungen.	46
Tabelle 5-8: Ergebnisse Potenzialermittlung oberflächennahe Geothermie.....	54
Tabelle 5-9: Ergebnisse Potenzialermittlung Photovoltaikanlagen auf Dachflächen.....	61
Tabelle 5-10: Ergebnisse Potenzialermittlung Photovoltaikanlagen auf Dachflächen.....	61
Tabelle 5-12: Abschätzung für lokale Potenziale in der Gemeinde Adendorf	63
Tabelle 6-1: Initiale Einschätzung der beplanten Teilgebiete mit Eignung für Wärmenetze	70
Tabelle 6-2: Rahmenbedingungen für die drei Basisszenarien	71
Tabelle 6-3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zielszenario.	78
Tabelle 7-1: Bereitstellung von Informationen zur energetischen Gebäudesanierung	83
Tabelle 7-2: Günstige (50 €) initiale Energieberatung „Klimaschutz daheim“ (schon aktiv); kostenlos über die Verbraucherzentrale.....	84
Tabelle 7-3: Energiekarawane, Kommune motivieren Bürger*innen zur energetischen Modernisierung.....	84
Tabelle 7-4: Solarberatung für Bürger:innen durch Bürger:innen	85
Tabelle 7-5: Machbarkeitsstudie Stromnetz „Stromnetzcheck“	86
Tabelle 7-6: Kommune als Ansprechpartner und Koordinatorin der Wärmewende	86
Tabelle 7-7: Beratungsinitiative Energiegenossenschaft	87
Tabelle 7-8: Flächensicherung für Energieprojekte	88
Tabelle 7-9: Prüfung des Abwärmepotenzials des Süßwarenherstellers Schluckwerder GmbH	88
Tabelle 7-10: Prüfung des Abwärmepotenzials des Eisstadion Adendorf	89
Tabelle 7-11: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Sportmeile.....	90
Tabelle 7-12: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept West-Fabrik.....	91
Tabelle 7-13: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Adendorf Kern.....	92

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BEG EM	Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
COP	Coefficient of Performance (<i>dt.: Leistungskoeffizient</i>)
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DN	Nenndurchmesser
dt	Dezitonne
EE	Erneuerbare Energien
EF	Einfamilienhaus
el	elektrisch
EnEV	Energieeinsparverordnung
EU-ETS	European Union Emissions Trading System (<i>dt.: EU-Emissionshandelssystem</i>)
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FFH-Gebiet	Flora-Fauna-Habitat-Gebiet
FM	Festmeter
FStrG	Bundesfernstraßengesetz
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GeotIS	Geothermisches Informationssystem für Deutschland
GHDI	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie
GIS	Geographisches Informationssystem
GWh	Gigawattstunde
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KEAN	Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung

LGLN	Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen
LSG	Landschaftsschutzgebiet
MaStR	Marktstammdatenregister
MF	Mehrfamilienhaus
MJ	Megajoule
MWh	Megawattstunde
NIBIS	Niedersächsisches Bodeninformationssystem
NKlimaG	Niedersächsisches Klimagesetz
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Nm ³	Normkubikmeter
NSG	Naturschutzgebiet
NStrG	Niedersächsisches Straßengesetz
PDCA	Planung-Durchführung-Controlling-Anpassung
PtG	Power-to-Gas (<i>dt.: Strom-zu-Gas</i>)
PtH	Power-to-Heat (<i>dt.: Strom-zu-Wärme</i>)
PV	Photovoltaik
RM	Raummeter
RROP	Regionales Raumordnungsprogramm
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance (<i>dt.: Saisonaler Leistungskoeffizient</i>)
t	Tonne
th	thermisch
THG	Treibhausgas
WärmeschutzV	Wärmeschutzverordnung
WEA	Windenergieanlage
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSG	Trinkwasserschutzgebiet

Glossar

Baublock: Ein Gebäude oder mehrere Gebäude, die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig betrachtet werden (§ 1 Abs. 1 Nr. 1 WPG). Aus datenschutzrechtlichen Gründen besteht ein Baublock aus mindestens fünf Gebäuden oder Anschlussnehmern (§ 10 Abs. 2 WPG).

Endenergie: Die Energie, die nach Umwandlung und Transport beim Verbraucher ankommt und für verschiedene Zwecke genutzt werden kann.

Jahresarbeitszahl: Quotient aus der Wärmeabgabe und der aufgenommenen elektrischen Energie bei Betrieb über ein Jahr. Beispiel: Eine Wärmepumpe mit der Jahresarbeitszahl 3 kann mit einer bestimmten Menge elektrischer Energie (Strom) über ein Jahr verteilt die dreifache Menge thermischer Energie (Wärme für Heizzwecke) produzieren.

Teilgebiet: Ein Teil des beplanten Gebiets, das aus einem oder mehreren Baublöcken besteht und von der planungsverantwortlichen Stelle für die Untersuchung der möglichen Wärmeversorgungsarten sowie für die entsprechende Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete zusammengefasst wird (§ 1 Abs. 1 Nr. 3 WPG).

Nutzungsgrad: Die während eines Jahres nutzbar gewordene Wärme, bezogen auf die mit dem Brennstoff zugeführte Heizenergie.

Wärmebedarf: Die Menge an thermischer Energie, die benötigt wird, um eine angemessene Raumtemperatur in einem Gebäude aufrechtzuerhalten. Der Wärmebedarf hängt u.a. von der Größe des Gebäudes, der Isolierung, der Außentemperatur und dem Grad der Wärmeübertragung durch Fenster, Türen und andere Bauelemente ab.

Wärmelinienichte: Der Wärmebedarf der Gebäude, die sich entlang eines Straßenabschnittes befinden, im Verhältnis zur Länge des Straßenabschnitts. Die Wärmelinienichte wird üblicherweise in MWh/(m*a) angegeben. Je höher die Wärmelinienichte ist, desto wirtschaftlicher ist der Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes.

1 Kurzfassung

Mit dem Ziel einen Beitrag zur Umstellung von fossilen auf erneuerbare Energien zu leisten und damit eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045 zu ermöglichen, wurde das „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ (kurz Wärmeplanungsgesetz - WPG) verabschiedet. Die Umsetzung auf Landesebene erfolgt über das „Niedersächsische Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels“ (kurz Niedersächsisches Klimagesetz - NKlimaG), nach dem eine treibhausgasneutrale Strom- und Wärmeversorgung bereits im Jahr 2040 erreicht werden soll.

Das WPG verpflichtet alle Kommunen eine kommunale Wärmeplanung (kWP) zu erstellen. Dabei handelt es sich um ein strategisches und rechtlich unverbindliches Planungsinstrument, das einen Weg zur Zielerreichung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung aufzeigen soll. Die Gemeinde Adendorf hat im Juli 2024 mit der Erarbeitung des Wärmeplans begonnen. Eine kontinuierliche Fortschreibung des Wärmeplans ist entsprechend der gesetzlichen Vorgaben des WPG alle fünf Jahre vorgesehen.

Die Erarbeitung der kWP gliedert sich in vier Arbeitsschritte – Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario und Handlungsstrategie – die nachfolgend kurz erläutert und die wichtigsten Erkenntnisse für die Gemeinde Adendorf zusammengefasst werden.

Bestandsanalyse

Im Rahmen der Bestandsanalyse wird die aktuelle Wärmeversorgung in allen Ortsteilen der Gemeinde Adendorf analysiert, wobei u.a. die derzeit verwendeten Wärmeträger, die anfallenden Wärmeverbräuche und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen erfasst werden. Als Datengrundlage dienen insbesondere Auskünfte der Strom- und Gasnetzbetreiber, der Schornsteinfeger und der Wärmenetzbetreiber.

Die Gemeinde Adendorf ist durch eine überwiegende Einfamilienhausbebauung geprägt, weist aber aufgrund ihrer Bebauungsdichte und der räumlichen Verflechtung zur angrenzenden Hansestadt Lüneburg eher einen urbanen als einen ländlichen Charakter auf.

Der jährliche Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitstellung beträgt heute rund 92 GWh. Die Wärmeversorgung erfolgt überwiegend über die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl. In Adendorf sind rund 78 % der Gebäude an das zentrale Gasnetz angeschlossen. Eine dezentrale Versorgung über Heizöl erfolgt in rund 14 % der Gebäude. Weitere dezentrale Heizungssysteme, wie Luftwärmepumpen, Flüssiggasheizungen oder Pelletkessel, werden nur vereinzelt eingesetzt. Wärmenetze sind im Gemeindegebiet nicht vorhanden.

Die jährlich anfallenden Treibhausgasemissionen für die Wärmeversorgung betragen rund 23.027 Tonnen CO₂-Äquivalente in der Gemeinde Adendorf.

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse betrachtet die Möglichkeiten zur Einsparung des Wärmebedarfs durch Sanierung und Prozessoptimierung sowie die lokalen Potenziale zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen.

Unter Annahme einer Sanierungsrate von 2 % Reduzierung des Wärmebedarfs im Vergleich zum Vorjahr, könnten bis zum Zieljahr 2040 rund 53 GWh Wärmebedarf eingespart werden. Gegenüber dem Status quo entspricht dies einer Reduzierung des jährlichen Wärmebedarfs um 28 %.

Als lokale Potenziale für zentrale Versorgung wurden die Abwärme aus einer Süßwarenfabrik sowie die Umweltpotenziale Solarthermie auf Freiflächen und oberflächennahe Geothermie identifiziert. Für dezentrale Versorgung spielen Solardachanlagen (Photovoltaik und Solarthermie) und Umgebungsluft eine wichtige Rolle.

Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt, wie eine erneuerbare Wärmeversorgung der Gemeinde Adendorf bis zum Zieljahr 2040 erreicht werden kann. Zur Annäherung werden zunächst die drei Basis-szenarien „Elektrisch“, „Wärmenetze“ und „Grüne Gase“ erarbeitet, die jeweils unterschiedliche Technologieschwerpunkte setzen. Nach Analyse und Vergleich der Basisszenarien werden einzelne Annahmen angepasst und daraus das Zielszenario entwickelt. In der Gemeinde Adendorf werden drei Teilgebiete identifiziert, die sich gegebenenfalls für eine Wärmeversorgung über Wärmenetze eignen (Teilgebiete Sportmeile, West-Fabrik und Adendorf Kern). Für die weiteren Bereiche werden voraussichtlich eine dezentrale Wärmeversorgung erforderlich sein.

Die modellierten Ergebnisse im Zielszenario sind eine erste Indikation für eine potenzielle treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in der Zukunft. Bei den Werten handelt es sich jedoch um Prognosewerte bzw. einen möglichen strategischen Zielzustand. Im Zielszenario würden sich rund 7 % der Gebäude an die neu entstehenden Wärmenetze anschließen. Die verbleibenden Gebäude würden dezentral versorgt werden, wobei Wärmepumpen und Hybrid-Wärmepumpen den Hauptteil abdecken – in Summe 90 %. Biomasseheizungen, wie Pellet- oder Holzhackschnitzelheizungen würden in 3 % der Gebäude verwendet werden. Basierend auf den Kosten für energetische Gebäudesanierungen in Kombination mit der Verteilung der treibhausgasneutralen Heizsysteme ist denkbar, dass der Wärmebedarf der beheizten Gebäude im Zieljahr rund 73 GWh und der Endenergiebedarf rund 37 GWh betragen würde.

Umsetzungsstrategie und Maßnahmen

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Szenarienentwicklung werden eine Umsetzungsstrategie und Maßnahmenvorschläge formuliert, die die Wärmewende in der Gemeinde Adendorf voranbringen sollen. Die Umsetzungsstrategie befasst sich mit Monitoring-, Controlling- und Kommunikationskonzepten, die die Umsetzung des

Wärmeplans dokumentieren und die Informationen in die Öffentlichkeit kommunizieren sollen. Auch strukturelle Maßnahmen in der Gemeindeverwaltung werden aufgezeigt.

In Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung werden für die folgenden Maßnahmen vorgeschlagen und in Steckbriefen erläutert:

- **Maßnahme 1:** Bereitstellung von Informationen zur energetischen Gebäudesanierung
- **Maßnahme 2:** Günstige initiale Energieberatung „Klimaschutz daheim“
- **Maßnahme 3:** Energiekarawane, Kommune motivieren Bürger*innen zur energetischen Modernisierung
- **Maßnahme 4:** Solarberatung für Bürger:innen durch Bürger:innen
- **Maßnahme 5:** Machbarkeitsstudie Stromnetz „Stromnetzcheck“
- **Maßnahme 6:** Kommune als Ansprechpartner und Koordinatorin der Wärmewende
- **Maßnahme 7:** Beratungsinitiative Energiegenossenschaft
- **Maßnahme 8:** Flächensicherung für Energieprojekte
- **Maßnahme 9:** Prüfung des Abwärmepotenzials des Süßwarenherstellers Schluckwerder GmbH
- **Maßnahme 10:** Prüfung des Abwärmepotenzials des Eisstadion Adendorf
- **Maßnahme 11:** Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Sportmeile
- **Maßnahme 12:** Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept West-Fabrik
- **Maßnahme 13:** Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Adendorf Kern

Die Maßnahmen beziehen sich teilweise auf ausgewählte potenzielle Wärmequellen oder Teilgebiete und teilweise werden übergreifend für das gesamte Gemeindegebiet Maßnahmen mit Fokus auf Sanierung, Informationsangeboten und Förderprogrammen zusammengestellt.

2 Einleitung

2.1 Rechtliche Grundlagen und Zielsetzung

Die kommunale Wärmeplanung (kWP) stellt einen langfristig ausgerichteten und strategischen Prozess dar, dessen primäres Ziel die erneuerbare Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene ist. Sie ist als integraler Bestandteil der kommunalen Energieleitplanung zu verstehen, wobei ihre Umsetzung eine systematische und koordinierte Betrachtung aller relevanten Akteure und Infrastrukturen voraussetzt.

Die zentrale rechtliche Grundlage für die Erarbeitung der kWP bildet das Wärmeplanungsgesetz (WPG¹), welches am 01. Januar 2024 bundesweit in Kraft getreten ist. Das Niedersächsische Klimagesetz (NKlimaG²) enthält ergänzende landeseigene Vorgaben.

Gem. § 4 Abs. 1 und 2 WPG müssen die Länder sicherstellen, dass alle Kommunen mit einer Einwohnerzahl von mehr als 100.000 bis zum 30. Juni 2026 und alle Kommunen mit einer Einwohnerzahl von 100.000 oder weniger bis zum 30. Juni 2028 einen Wärmeplan für ihr jeweiliges Hoheitsgebiet erarbeiten. Das bundesweit geltende WPG entfaltet damit keine direkte Bindungswirkung für die Kommunen. Eine Verpflichtung der Kommunen kann nur durch Landesgesetze erwirkt werden.

In der aktuellen Fassung des NKlimaG (Stand Mai 2025) sind gem. § 20 Abs. 1 des Gesetzes alle Kommunen in Niedersachsen, in denen sich ein Mittel- oder Oberzentrum gem. Landes-Raumordnungsprogramm (LROP) befindet, verpflichtet einen Wärmeplan zu erarbeiten, wobei die Frist bis zum 31. Dezember 2026 einzuhalten ist. Da dies auf die Gemeinde Adendorf nicht zutrifft [1], besteht derzeit keine gesetzliche Verpflichtung für die Gemeindeverwaltung einen Wärmeplan zu erarbeiten. Im Zuge der geplanten Novelle des NKlimaG wird die durch das WPG vorgesehene Verpflichtung aller Kommunen erwartet³. Da die Gemeinde Adendorf auf freiwilliger Basis die kWP durchführt, wird das Projekt durch die Nationale Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz finanziell gefördert. Die Gemeinde Adendorf hat in diesem Zuge die Wärmeschmiede GmbH mit der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans beauftragt.

Die kWP ist ein strategisches Planungsinstrument und dient als unverbindliche Empfehlung und Handlungsstrategie für die Kommunen, Stadtwerke und Leitungsnetzbetreibende sowie als Informationsgrundlage für die allgemeine Öffentlichkeit. Es wird in räumlichem Zusammenhang dargestellt, in welchen Bereichen des Gemeindegebiets bestimmte Maßnahmen umgesetzt werden können, um das Ziel einer erneuerbaren Wärmeversorgung zu erreichen. Durch die Darstellungen im kommunalen Wärmeplan werden keine einklagbaren Rechte oder

¹ Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG) vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394).

² Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (Niedersächsisches Klimagesetz – NKlimaG) vom 10. Dezember 2020 (Nds. GVBl. S. 464 - VORIS 28010 -), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 12. Dezember 2023 (Nds. GVBl. S. 289).

³ Entwurf: Gesetz zur Änderung des Niedersächsischen Klimagesetzes.

Pflichten für die Kommunalverwaltung, Wärmeversorger oder Privatpersonen begründet (§ 23 Abs. 4 WPG).

2.2 Vorgehensweise der kommunalen Wärmeplanung

Der Ablauf der Wärmeplanung wird in § 13 WPG definiert und die inhaltlichen Anforderungen an die einzelnen Arbeitsschritte werden in den darauffolgenden §§ 14 bis 22 sowie den Anlagen des Gesetzes konkretisiert. Darüber hinaus werden Vorgaben zur Öffentlichkeitsbeteiligung und Anforderungen an den Datenschutz getroffen. Der Ablauf der Wärmeplanung wird im Folgenden dargelegt:

§ 14 WPG ermöglicht eine **Eignungsprüfung und verkürzte Wärmeplanung** für die gesamte Kommune oder Teilgebiete einer Kommune. Wenn in der Eignungsprüfung festgestellt wird, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Eignung für die Entwicklung von Wärmenetzen oder Wasserstoffnetzen gegeben ist, kann von der Verkürzung gem. § 14 Abs. 3 Gebrauch gemacht werden, wobei vor allem der Umfang der Potenzialanalyse reduziert werden kann. Im Fall der hier betrachteten Gemeinde Adendorf wird auf eine Eignungsprüfung verzichtet und es wird ein vollständiger Wärmeplan für alle Teilgebiete der Gemeinde erarbeitet.

Im Rahmen der **Bestandsanalyse** werden diverse Parameter, die den Ist-Zustand beschreiben – wie unter anderem der aktuelle Wärmebedarf und -verbrauch sowie die dafür verwendeten Energieträger – für das beplante Gebiet erhoben und kartographisch aufbereitet.

In der **Potenzialanalyse** ermittelt die planungsverantwortliche Stelle zum einen Potenziale zur Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien, inklusive der Nutzung unvermeidbarer Abwärme und der Wärmespeicherung und zum anderen Potenziale zur Reduzierung bzw. Einsparung des Wärmebedarfs durch Sanierung und Prozessoptimierung. Hierbei sind bekannte räumliche, rechtliche und wirtschaftliche Restriktionen zu berücksichtigen.

Auf die Bestands- und Potenzialanalyse aufbauend wird das **Zielszenario** erarbeitet. Das Zielszenario beschreibt die langfristige Entwicklung des Wärmebedarfs und der Infrastruktur zur Wärmeversorgung im beplanten Gebiet. Dies umfasst beispielsweise den jährlichen Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung und die Treibhausgasemissionen – die jeweils für das Stützjahr 2030 und das Zieljahr 2040 auszuarbeiten sind. Anhand dessen wird dargelegt, wie das Ziel einer nachhaltigen Wärmeversorgung schrittweise in den nächsten Jahren erreicht werden soll.

Zur Entwicklung des Zielszenarios erfolgt eine Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr. Es erfolgt eine Differenzierung in verschiedene Teilgebiete der Kommune und es wird dargelegt, welche Wärmeversorgungsart unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte, erwartbarer Realisierungsrisiken und unvermeidbarer Treibhausgasemissionen für jedes dieser Teilgebiete besonders geeignet ist. Diese Festlegung hat erneut für das Stütz- und Zieljahr zu erfolgen. Zusätzlich sollen Gebiete mit besonderem Potenzial zur Energieeinsparung ermittelt und abgegrenzt werden.

Abschließend wird die **Umsetzungsstrategie** ausgearbeitet. In dieser werden Maßnahmen festgelegt, die erforderlich sind, um das Ziel einer Wärmeversorgung ausschließlich auf Basis Erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme, zu erreichen.



Abbildung 2-1: Prozess der kommunalen Wärmeplanung. Quelle: Eigene Darstellung

2.3 Akteure und deren Beteiligung

Die Akteursbeteiligung ist elementar für die erfolgreiche Erarbeitung einer kWP und für die anschließende Umsetzungsphase. Die beteiligten Akteure sind einerseits die lokalen Stakeholder, darunter Vertreter:innen aus Wirtschaft, Verwaltung und Behörden, andererseits die Öffentlichkeit, da diese direkt von den Beschlüssen der kWP betroffen ist. Je nach Akteur unterscheiden sich der Umfang und die Art des Informationsbedarfes, daher ist eine zielgruppenorientierte Akteursbeteiligung essenziell. Ziel war es, über transparente Kommunikation eine möglichst hohe gesellschaftliche Akzeptanz für die kWP sicherzustellen, um so die Umsetzung der Maßnahmen langfristig mit der Unterstützung aller Akteure durchführen zu können. Die Akteursbeteiligung erfolgte in enger Abstimmung mit der Gemeinde Adendorf und wurde auf die regionalen Bedürfnisse zugeschnitten.

Das Kick-Off Meeting zu Beginn des Planungsprozesses mit Vertretern der Gemeindeverwaltung und der Wärmeschmiede GmbH fand am 17. Juli 2024 statt. Parallel zum Planungsprozess fanden regelmäßige Besprechungen in diesem Kernteam statt, in welchen der Arbeitsfortschritt sowie offene Aufgaben und aktuelle Fragestellungen erörtert und dokumentiert wurden.

Zur Einbeziehung lokaler Akteure wurden im Anschluss an den Projektstart mehrere Unternehmen vor Ort kontaktiert und Daten abgefragt. Zur Information der Öffentlichkeit wurden zum Projektstart allgemeine Informationen zum Thema kommunale Wärmeplanung auf der

Internetseite der Gemeinde zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse der Wärmeplanung wurden am 24. Juni 2025 im Rahmen einer öffentlichen Sitzung des Ausschusses für Umwelt, Ortsentwicklung und Bauen präsentiert und erörtert.

3 Die Gemeinde Adendorf – Daten und Fakten

Die Gemeinde Adendorf befindet sich im Norden Niedersachsens angrenzend an die Hansestadt Lüneburg im gleichnamigen Landkreis und umfasst neben dem Kernort Adendorf den Ortsteil Erbstorf. Derzeit leben rund 10.800 Personen im Gemeindegebiet [2], womit eine Bevölkerungsdichte von 670 Einwohner pro km² vorliegt, welche den bundesweiten Durchschnitt von 231 Einwohnern pro km² deutlich übersteigt.

Die Landnutzung in der Gemeinde Adendorf wird in der Abbildung 3-1 räumlich differenziert und in der nachfolgenden Tabelle 3-1 mit den absoluten Flächengrößen und relativen Anteilen am Gemeindegebiet dargestellt. Insgesamt weist das Gemeindegebiet eine Fläche von 1.607,8 ha auf. Landwirtschaftliche Flächen nehmen mit 38,8 % den größten Anteil dieser Fläche in. Darauf folgen Siedlungs- und Verkehrsflächen – in Summe 30,9% – sowie Waldflächen mit 20,9 %. Die hohe Bevölkerungsdichte in Verbindung mit dem hohen Anteil an Siedlungs- und Verkehrsflächen suggeriert einen städtischen Charakter, der für den Hauptort Adendorf zutreffend ist, während der östlich gelegene Ortsteil Erbstorf durch einen ländlichen Charakter geprägt ist.

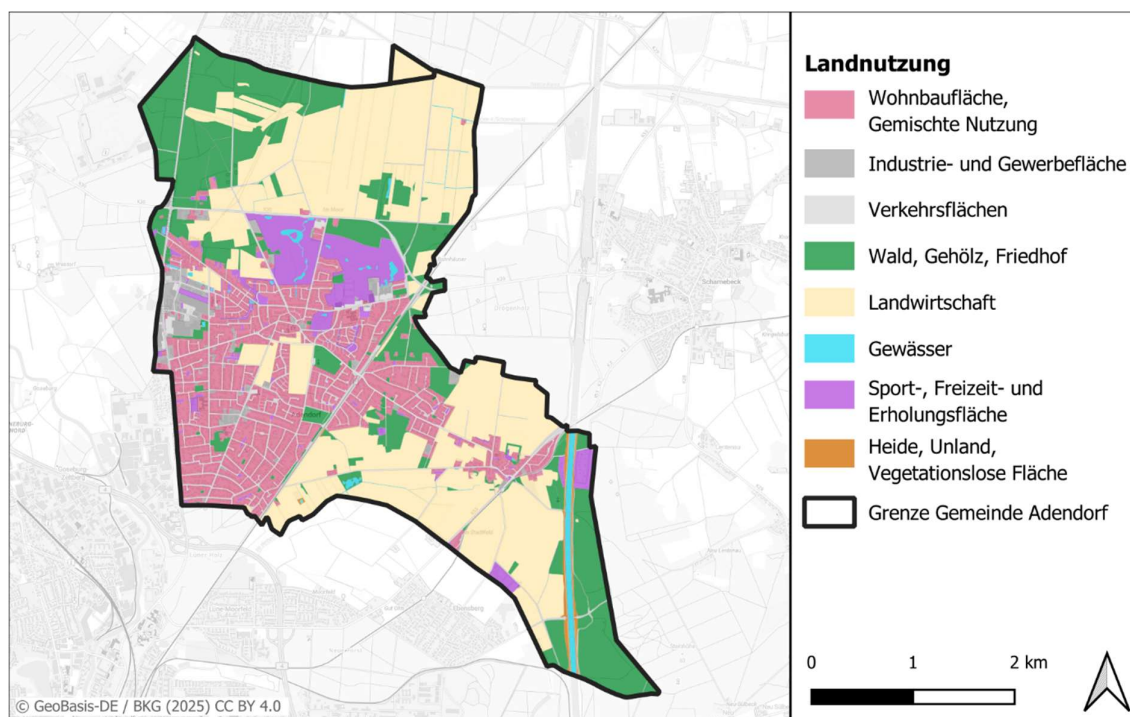


Abbildung 3-1: Landnutzung in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [3]

Tabelle 3-1: Landnutzung in der Gemeinde Adendorf

Nutzungstyp	Fläche	Anteil
	ha	%
Wohnbaufläche, Gemischte Nutzung	332,9	20,7
Industrie- und Gewerbefläche	39,3	2,4
Verkehrsfläche	124,4	7,7
Landwirtschaft	623,9	38,8
Wald, Gehölz, Friedhof	357,8	22,3
Gewässer	23,3	1,4
Sport-, Freizeit-, und Erholungsfläche	101,6	6,3
Heide, Unland, Vegetationslose Fläche	10,1	0,6
Summe	1.607,8	100

Die Abbildung 3-2 zeigt die Schutzgebiete innerhalb der Gemeinde Adendorf und in ihrem näheren Umfeld. In Adendorf befinden sich zwei Teilflächen des „Landschaftsschutzgebiet des Landkreises Lüneburg“ (LSG LG 001). Im Norden des Gemeindegebiets werden die nördlich des Golfplatzes gelegenen strukturreichen landwirtschaftlichen Nutzflächen und Waldflächen durch das LSG gesichert. Im Südosten des Gemeindegebiets liegen die Waldflächen östlich des Elbe-Seitenkanals im LSG, das sich hier über die Gemeindegrenze hinweg erstreckt und ein großflächiges Waldgebiet sichert.

Der Neetze-Kanal verläuft im Nordosten parallel zur Gemeindegrenze von Adendorf im Gebiet der Gemeinde Scharnebeck und ist in diesem Bereich Teil des genannten Landschaftsschutzgebietes. Überlagernd besteht für das Gewässer der Schutzstatus als Flora-Fauna-Habitat-Gebiet (FFH-Gebiet), welches die Vorkommen von EU-weit seltenen und gefährdeten Tier- und Pflanzenarten und Lebensraumtypen sichert und Teil des Schutzgebietsnetzwerks Natura 2000 ist (2626-331 „Gewässersystem der Luhe und unteren Neetze“).

Im Nordwesten des Gemeindegebietes befindet sich das Naturschutzgebiet „Bültenmoor“ (NSG LÜ 025), das durch Moorbiotope geprägt ist und überwiegend durch Waldgesellschaften bestanden ist, die typisch für nährstoffarmen Standorte sind.

Naturschutzfachliche Schutzgebiete können je nach Art des rechtlichen Schutzstatus und individueller Festlegungen der Schutzgebietsverordnungen Auswirkungen auf die spätere Potenzialbetrachtung haben und sind bei zukünftigen energierelevanten Maßnahmen und Vorhaben zu berücksichtigen.

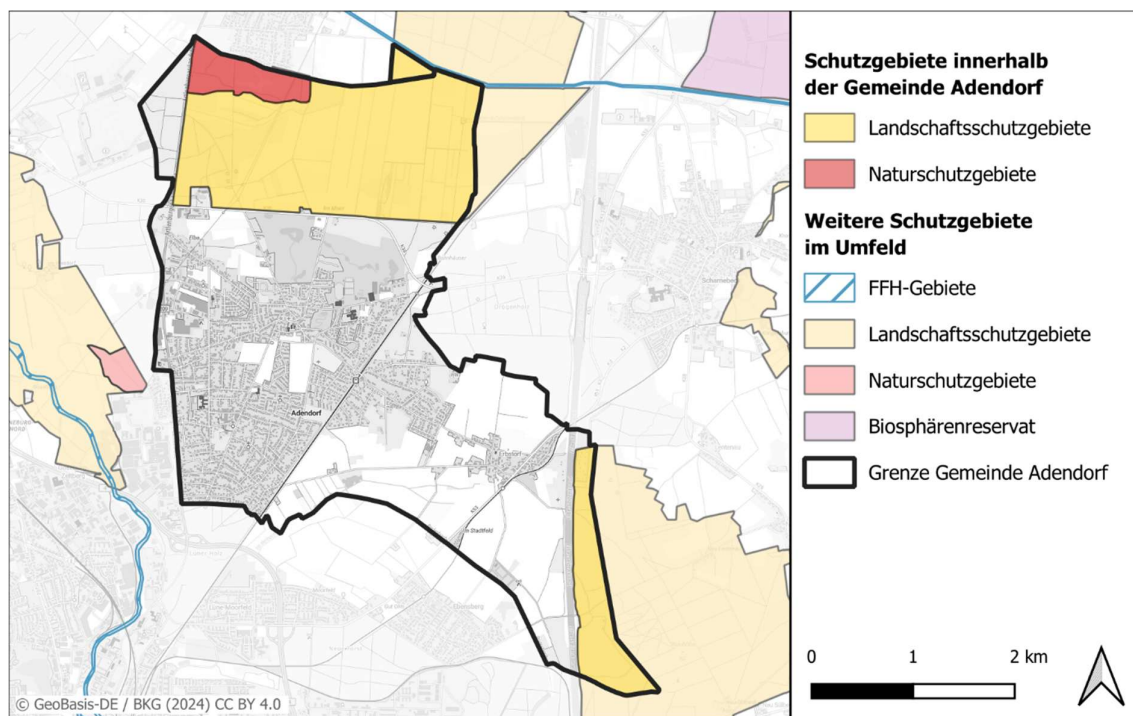


Abbildung 3-2: Naturschutzfachliche Schutzgebiete innerhalb und im Umfeld der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung

4 Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse bildet die Basis für die kWP und erfasst den Status quo aller relevanten Parameter, wie bspw. die Gebäudestruktur oder den Wärmebedarf im Analysegebiet. In diesem Kapitel wird zunächst das Vorgehen zur Datenerhebung und -verarbeitung vorgestellt und darauf aufbauend werden die Gebäudestruktur der Gemeinde Adendorf und die bestehenden Energieversorgungsstrukturen vorgestellt. Daraus lassen sich die Energie- und Treibhausgasbilanzen ableiten sowie der Wärmebedarf mit Erzeugungsstrukturen visualisieren.

4.1 Datenerhebung

4.1.1 Datenerhebung der Gebäude- und Siedlungsstruktur

Ausgangspunkt für die Erarbeitung der Bestandsanalyse ist die Erfassung der Gebäude- und Siedlungsstruktur. Hierfür wurde auf verschiedene Quellen zurückgegriffen, wie auf Daten unseres Kooperationspartners digikoo GmbH, Daten der Niedersächsischen Wärmebedarfskarte von der Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (KEAN) sowie Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS). Die Daten der digikoo, die im Rahmen dieses Projektes zur Verfügung gestellt wurden, basieren auf verschiedenen öffentlichen, halb-öffentlichen sowie privaten Quellen und wurden durch die digikoo zusammengeführt und weiter angereichert. Eine ausführliche Übersicht der Datenquellen ist in Abbildung 4-1 dargestellt.

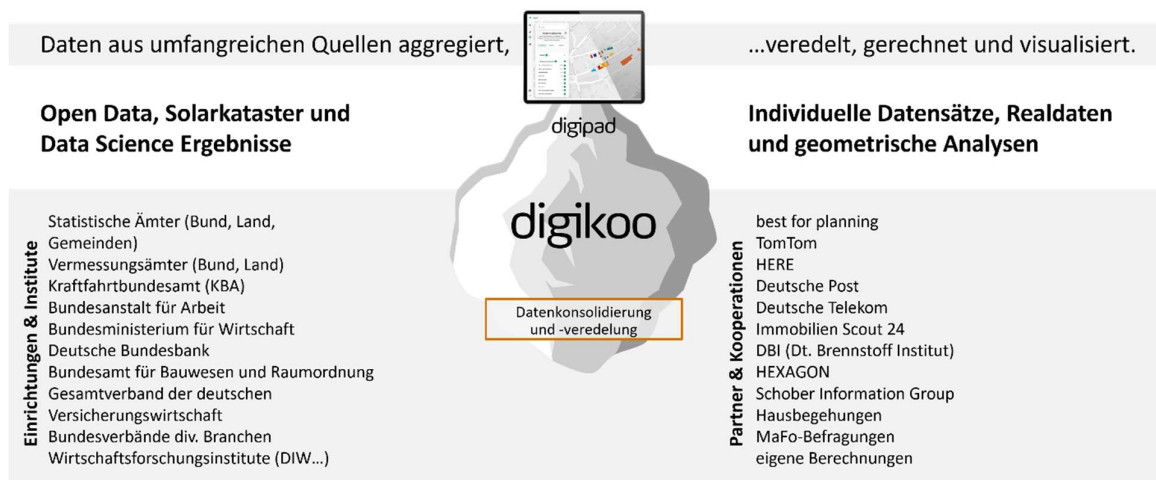


Abbildung 4-1: Datenquellen digikoo. Quelle: digikoo

Die niedersächsische Wärmebedarfskarte ist ein Unterstützungsangebot der KEAN für die niedersächsischen Kommunen zum Zweck der kommunalen Wärmeplanung. Die Wärmebedarfskarte beinhaltet u.a. gebäudescharfe Informationen zum Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser der niedersächsischen Wohn- und Nichtwohngebäude im Bestand (2022). Die Daten der KEAN und der digikoo weisen aufgrund vergleichbarer methodologischer Ansätze und ähnlicher Ausgangsdatenquellen eine gewisse Homogenität auf. Dies

ermöglichte es die beiden Datensätze zur gegenseitigen Plausibilisierung und inhaltlichen Ergänzung heranzuziehen. Zur Finalisierung des Gebäudedatensatzes wurde das ALKIS hinzugezogen. Noch fehlende Gebäude, insb. Neubauten, konnten durch die Nutzung des ALKIS ergänzt und in der Analyse berücksichtigt werden.

Basierend auf den verfügbaren Daten werden alle Gebäude den übergeordneten Kategorien Wohn- und Nichtwohngebäude zugeordnet. Ferner wird bei den Wohngebäuden nach Ein- und Mehrfamilienhäusern differenziert, während die Nichtwohngebäude in kommunale Gebäude sowie Gewerbe- und Industriegebäude gegliedert sind. Hierfür wurde eine Übersicht aller Gebäude, die unter kommunaler Verwaltung stehen, von der Kommune selbst bereitgestellt. Auf eine weitere Differenzierung der Wohngebäude, bspw. in Reihen- oder Hochhäuser, wird aufgrund der Ähnlichkeit zu einer der bereits vorhandenen Wohngebäudetypen verzichtet. Für alle Gebäude sind neben der Anzahl und der Gebäudekategorie verschiedene Metadaten wie Baualter, Sanierungszustand oder beheizte Fläche erfasst und in der Analyse berücksichtigt.

4.1.2 Erfassung der Verbräuche und eingesetzten Energieträger anhand von gemessenen Verbrauchsdaten

Um den Energieverbrauch, den Wärmebedarf oder die THG-Emissionen präzise zu erfassen, werden verschiedene Datenquellen genutzt und analysiert. Die Daten wurden dabei unter Berücksichtigung der jeweils geltenden gesetzlichen Vorgaben an den Datenschutz des WPG in Zusammenarbeit mit der Kommune bei den einzelnen Akteuren in Form von Sammelabfragen oder Einzelgesprächen eingeholt. Ausgangslage bilden die zählerscharfen Verbrauchsdaten von lokalen Energieversorgern, insbesondere für leitungsgebundene Energieträger wie Wärme, Gas und Strom.

Für Gas und Strom wurden von den zuständigen Netzbetreibern die Verbrauchs- und Netzdaten jahresscharf für die Jahre 2020 bis 2022 bereitgestellt. Bei den Stromverbräuchen handelt es sich ausschließlich um Heizstromverbräuche, zählerscharf differenziert nach Wärmepumpen und Elektrodirektheizungen. Für die Datensätze wurde eine jahresscharfe Klimabereinigung durchgeführt und anschließend Mittelwerte über die Zeitreihen gebildet. Bei den Gasverbräuchen wurden zusätzliche Verbräuche identifiziert, die nicht direkt der Gebäudebeheizung durch Raumwärme oder Warmwasser zuzuordnen sind. Diese wurden, sofern vorhanden, von den Verbrauchswerten abgezogen oder gesondert dargestellt. Hierzu zählen Kochgas, Prozessgas aus Produktionsprozessen sowie Gasverbräuche in Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Im Falle einer KWK-Anlage wurde der Erdgaseinsatz für die Stromerzeugung anteilig abgezogen. Hierzu wurden die Daten zur elektrischen und thermischen Leistung der Anlage aus dem Marktstammdatenregister (MaStR) herangezogen. Sofern die KWK-Anlage zur zentralen Einspeisung in ein Wärmenetz genutzt wird, wurde der Gasverbrauch komplett abgezogen, um eine Doppelbilanzierung der Energiemengen zu vermeiden. Die Verbrauchswerte wurden stattdessen gebäudescharf bei den Endabnehmern als Fernwärme bilanziert.

Neben den gemessenen Verbräuchen für die leitungsgebundenen Versorgungsoptionen ist die Erfassung der nicht-leitungsgebundenen Versorgung besonders relevant. Hierfür wurden die Kkehrbuchdaten der Bezirksschornsteinfeger herangezogen. Im Analysegebiet sind mehrere Bezirksschornsteinfeger tätig, von denen jeweils die Kkehrbuchdaten adressscharf bereitgestellt wurden. Die Kkehrbücher enthalten Informationen über die Feuerstätten im Analysegebiet, inkl. des eingesetzten Brennstoffes, der installierten Leistung und des Installationsalters. Über die installierte Leistung und eine angenommene Anzahl an Vollbenutzungsstunden, in Abhängigkeit des Gebäudetyps und -alters, wurde für die einzelnen Gebäude eine Hochrechnung des anzunehmenden Endenergiebedarfs vorgenommen. Diese Hochrechnung wurde anhand der theoretisch ermittelten Bedarfe der Gebäude aus den Daten der digikoo und der KEAN plausibilisiert. Gesondert herausgefiltert wurden dabei Objekte wie historische Kamine und Kachelöfen.

Da alle Daten adress- bzw. objektscharf vorliegen, konnten diese direkt den einzelnen Gebäuden zugeordnet werden. In wenigen Fällen waren die gemessenen Verbrauchswerte unverhältnismäßig gering, sodass von einem vermeintlichen Datenfehler auszugehen ist. Diese Einzelfälle wurden unter Zuzug geeigneter stochastischer Verfahren interpoliert. Die gebäudebezogenen Angaben werden in den folgenden Kapiteln zu Baublöcken aggregiert, um die räumliche Verteilung datenschutzkonform darzustellen. Die Mindestanzahl von (beheizten) Gebäuden je Baublock beträgt hierbei fünf (vgl. § 10 Abs. 2 WPG). Sofern ein Baublock nicht diese Mindestmenge an beheizten Gebäuden umfasst, wird dieser aus Datenschutzgründen ausgegraut dargestellt. Die Energiebedarfe, die in der folgenden Analyse ermittelt wurden, beziehen sich immer auf die Bedarfe für die Wärmebereitstellung in den Gebäuden. Hierzu zählen Raumwärme und Trinkwarmwasser. Sofern vorhanden wird Prozesswärme differenziert dargestellt.

4.2 Gebäudestruktur

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden in der Gemeinde Adendorf insgesamt 3.335 beheizte Gebäude erfasst und in verschiedene Kategorien eingeteilt. Dabei wird zwischen den Kategorien Wohnen, Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie (GHDI) und kommunale Liegenschaften unterschieden. Bei der Kategorie Wohnen wird näher zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern differenziert. Zu dem Gebäudetyp Einfamilienhaus zählen Wohngebäude mit maximal zwei Wohneinheiten. Wohngebäude mit mehr als zwei Wohneinheiten werden als Mehrfamilienhaus erfasst. Die Kategorie GHDI umfasst eine Bandbreite an Gebäudetypen und wird vereinfacht noch einmal in Gewerbe- und Industriegebäude gegliedert. Die Einteilung der Gebäude in die verschiedenen Gebäudetypen ist in Tabelle 4-1 numerisch und in Abbildung 4-2 räumlich differenziert dargestellt.

Mit rund 89 % machen Einfamilienhäuser den größten Anteil aller beheizten Gebäude aus, wohingegen Mehrfamilienhäuser mit 8 % an zweiter Stelle stehen. Insgesamt 97 % der beheizten Gebäude sind somit der Kategorie Wohnen zuzuordnen, was die Verflechtung mit der Stadt Lüneburg unterstreicht. Auf den Bereich GHDI entfallen rund 2 % der Gebäude, die sich ferner

in Gewerbe- (1 %) und Industriegebäude (1 %) gliedern lassen. Kommunalen Liegenschaften liegen bei einem Anteil von rund 1 %.

Tabelle 4-1: Gebäudetypen mit absoluter und relativer Angabe

Gebäudetyp	Anzahl	Anteil
		%
Einfamilienhaus	2.956	89
Mehrfamilienhaus	273	8
Industrie	29	1
Gewerbe	53	1
Kommunale Gebäude	24	1
Summe	3.335	100

Die räumliche Darstellung zeigt noch einmal die hohe Präsenz von Einfamilienhäusern, die flächendeckend im Gemeindegebiet überwiegen. In einigen Quartieren sind mehrheitlich Mehrfamilienhäuser verortet, während in vereinzelt Baublocken auch GHDI-Gebäude vorliegen, wie bspw. im Gewerbegebiet im Westen von Adendorf. Insgesamt ist die Siedlungsstruktur der Gemeinde Adendorf homogen.

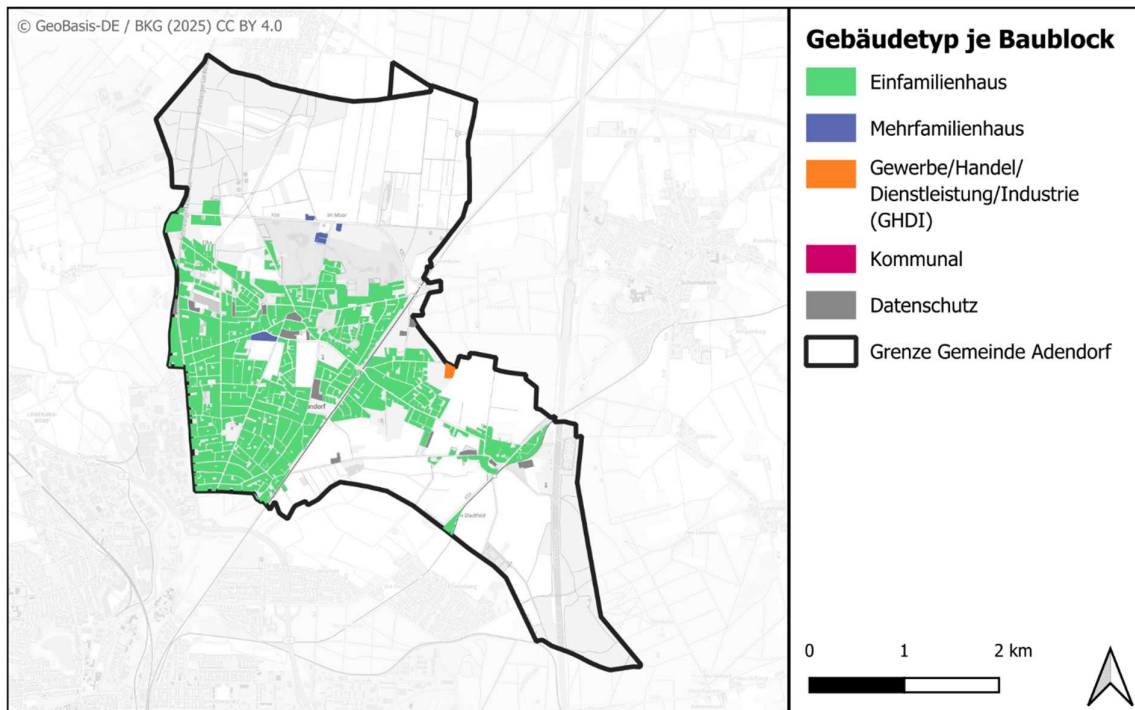


Abbildung 4-2: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung

Zusätzlich zu den Gebäudetypen wurde auch das Baualter der Gebäude erfasst. Dieses ermöglicht Rückschlüsse auf bauliche Merkmale und Energiebedarfe. Die Gebäude wurden in

verschiedene Baualtersklassen eingeteilt, wie in Abbildung 4-3 dargestellt. 3 % der Gebäude in der Gemeinde Adendorf wurden vor dem Jahr 1919 errichtet und weitere 25 % wurden in den Jahren 1919 bis 1957 erbaut. Der Großteil der Gebäude (34 %) wurde innerhalb der Jahre 1958 bis 1977 errichtet. Mit Erlass der ersten Wärmeschutzverordnung (WärmeschutzV) im Jahr 1977 und der Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2002 wurden Anforderungen zur Energieeinsparung für bauliche Maßnahmen bei Gebäuden gestellt. 27 % der Gebäude in der Gemeinde wurden zur Zeit der WärmeschutzV errichtet, seit Inkrafttreten der EnEV im Jahr 2002 sind weitere 12 % dazugekommen. Es ist festzuhalten, dass das Siedlungsbild der Gemeinde durch viele Bestandsgebäude der Jahre 1958 bis 1977 geprägt ist, jedoch auch ein wesentlicher Anteil der Gebäude innerhalb der letzten 25 Jahre errichtet wurde.

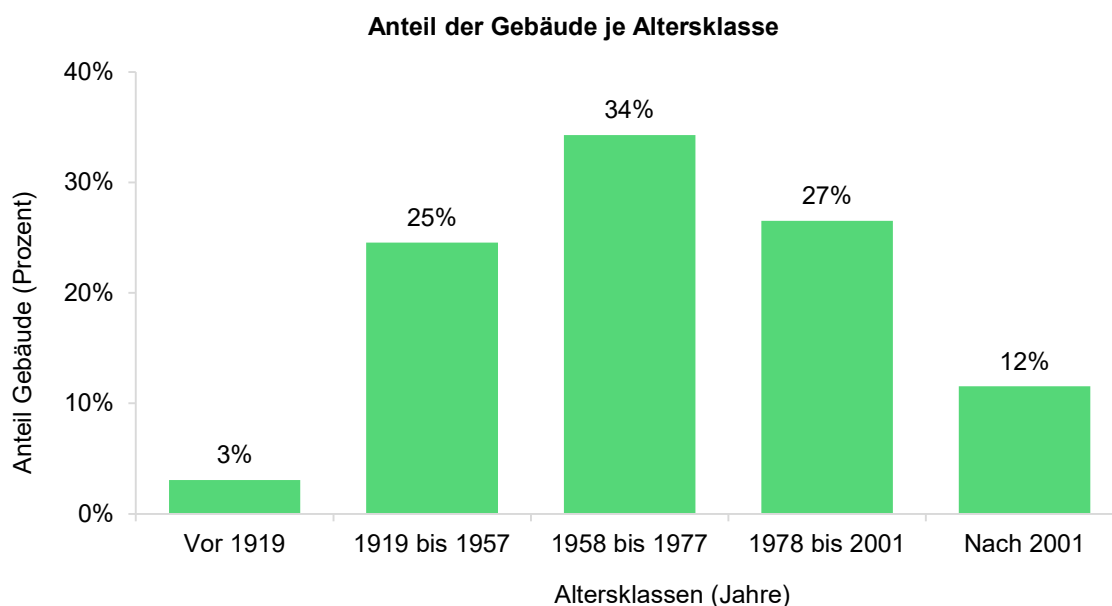


Abbildung 4-3: Anteil der Gebäude nach Baualtersklasse in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquellen aus Gebäudedaten digikoo, Gebäudedaten KEAN

4.3 Energieversorgungsstruktur

Grundlage für die Energie- und Treibhausgasbilanzierung und die spätere Projizierung in die Zukunft ist die Erfassung der Energieversorgungsstruktur im Status quo. Hierbei ist einerseits eine vollumfängliche Betrachtung aller Heizungen notwendig, andererseits bedarf es der partiellen Analyse einzelner Energieträger, um deren Rolle im Kontext der zukünftigen Wärmeplanung beurteilen zu können.

4.3.1 Gasnetzinfrastruktur

Das Gasnetz in der Gemeinde Adendorf ist 125 km lang und versorgt die Gebäude vor Ort über 2.631 Gaszähler. Die Gemeinde ist flächendeckend an das Gasnetz angeschlossen (vgl. Abbildung 4-4). Die Anschlussquote mit leitungsgebundenem Erdgas liegt bei knapp 78 %, was die suburbane Prägung unterstreicht.

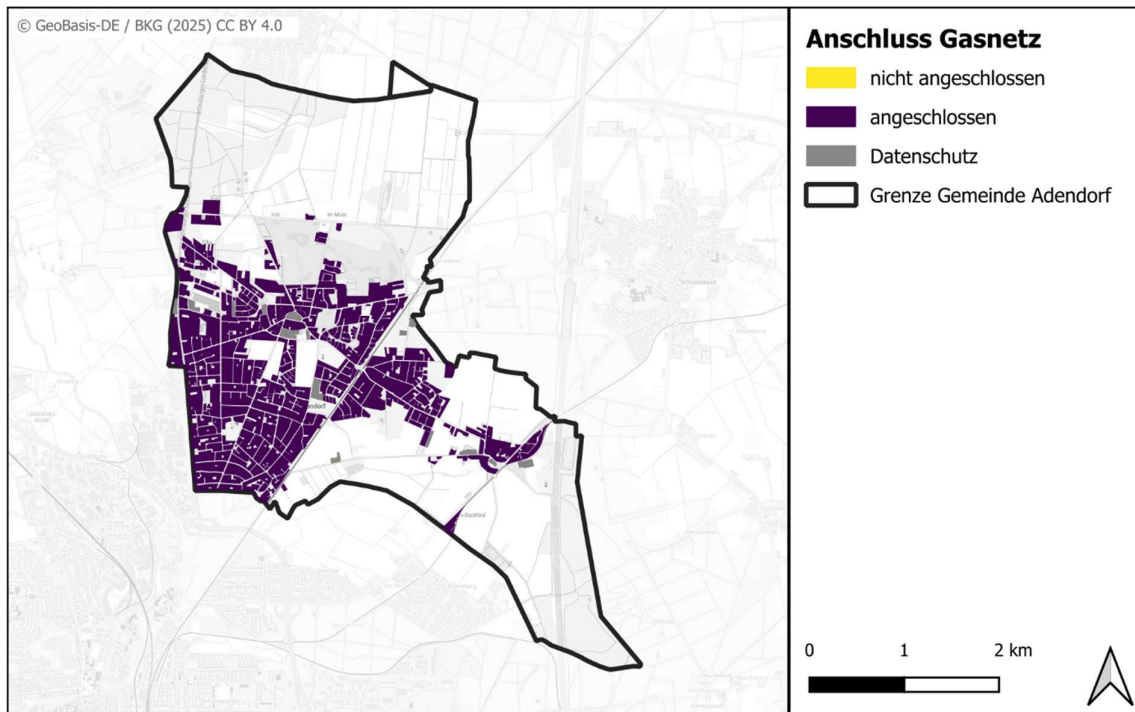


Abbildung 4-4: Anschlüsse an Gasnetze in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung

4.3.2 Wärmenetzinfrastruktur

In der Gemeinde Adendorf existieren heute keine Wärmenetze.

4.3.3 KWK-Anlagen

Im MaStR [4] sind in der Gemeinde Adendorf aktuell 16 in Betrieb befindliche KWK-Anlagen registriert. Diese werden überwiegend mit Erdgas betrieben, während eine Anlage Mineralölprodukte einsetzt. Es handelt sich meist um kleinere Anlagen mit einer Leistung von bis zu 24 MW_{th}. Insgesamt haben die KWK-Anlagen eine thermische Nutzleistung von 367 MW_{th} sowie eine elektrische Nutzleistung von 167 MW_{el}. Die größte Anlage wird von dem Castanea Hotel betrieben und ist auf Abbildung 4-5 dargestellt.

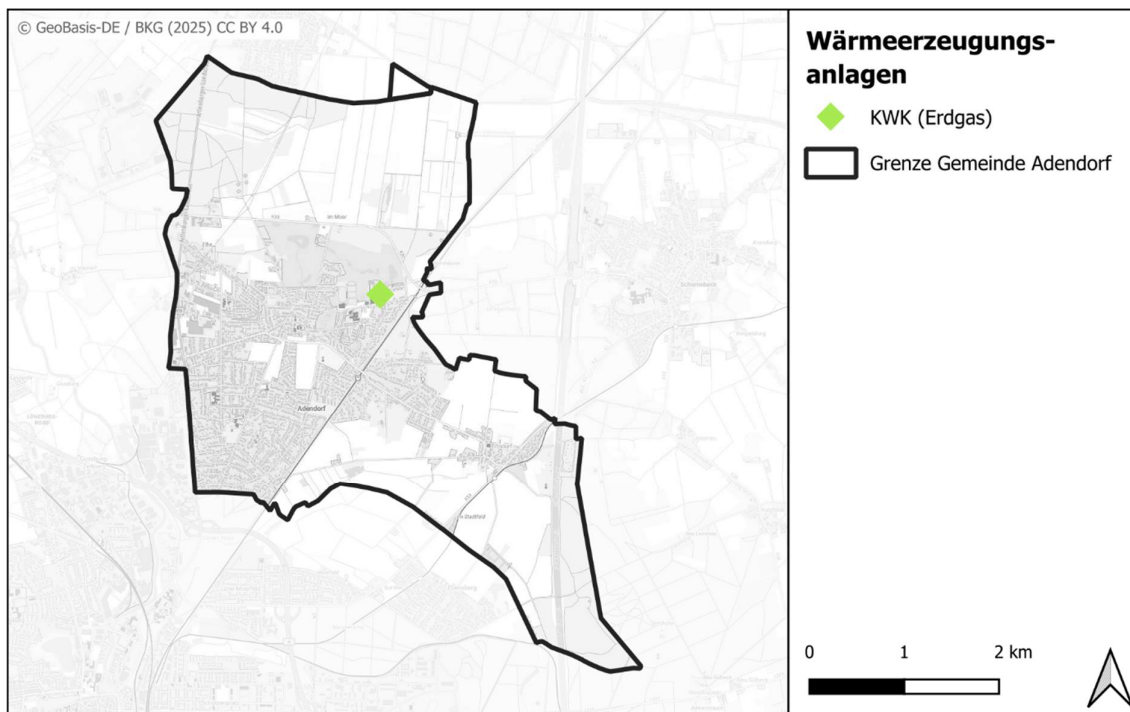


Abbildung 4-5: Standorte von KWK-Anlagen in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [4]

4.3.4 Energieträger der Heizungen

Um einen Transformationspfad hin zu einer THG-neutralen Wärmeversorgung zu definieren, ist die heutige Versorgungsstruktur der beheizten Gebäude zu erfassen. Diese ist in Tabelle 4-2 in absoluten und relativen Zahlen, differenziert nach Energieträger, dargestellt. Zu erkennen ist, dass heute noch 92 % der Gebäude mit fossilen Energieträgern wie Erdgas oder Heizöl betrieben werden. Erdgas ist heute mit einem Anteil von 78 % aller beheizten Gebäude der wichtigste Energieträger. Dieser Wert setzt sich dabei nahezu vollständig aus leitungsgebundener Versorgung über das örtliche Gasverteilnetz zusammen, während Flüssiggas heute für die Gebäudebeheizung fast keine Relevanz hat. Auf Erdgas folgen Ölheizungen mit einem Anteil von 14 % als zweitwichtigster Energieträger, Stromheizungen mit 5 %, Biomasse (Pellets, Hackschnitzel und Ähnliche) mit anteilig 3 % während Wärmenetze heute noch keine Rollen in Adendorf spielen.

Die Stromheizungen lassen sich näher nach Elektrodirektheizungen und Wärmepumpen differenzieren. Elektrodirektheizungen machen rund 35 % aller Stromheizungen aus und fast 2 % bezogen auf den gesamten Gebäudebestand. Es wird angenommen, dass dies überwiegend Nachtspeicheröfen sind. Den mehrheitlichen Anteil mit rund 65 % aller Stromheizungen bzw. etwa 3 % aller beheizten Gebäude machen Wärmepumpen aus. Anzumerken ist, dass heute etwa 83 % aller Gebäude leitungsgebunden versorgt werden, was die suburbane Siedlungsstruktur der Gemeinde Adendorf reflektiert.

Tabelle 4-2: Versorgte Gebäude je Energieträger in der Gemeinde Adendorf

Heizungstechnologie	Anzahl	Anteil
		%
Gasheizung	2.613	78
Ölheizung	460	14
Stromheizung	178	5
Biomasseheizung	84	3
Fernwärme	0	0
Summe	3.335	100

Neben der Betrachtung der absoluten und relativen Mengen ist auch eine räumliche Verortung der Energieträger wichtig. In Abbildung 4-6 ist daher der überwiegend genutzte Energieträger je Baublock dargestellt, bezogen auf die Anzahl der versorgten Gebäude. Hinweis: Überwiegend kann in diesem Fall bedeuten, dass innerhalb eines Baublocks 50 % der Gebäude mit Erdgas versorgt werden, 49 % mit Heizöl und 1 % mit Biomasse. Der Baublock erhält dann die Ausprägung Erdgas. Erkennbar ist die überwiegende Nutzung von fossilem Erdgas, die sich flächendeckend in allen Orten ausprägt. In einzelnen Baublocken wird noch vorrangig Heizöl eingesetzt, dies passiert jedoch überwiegend in den dünn besiedelten Straßenzügen.

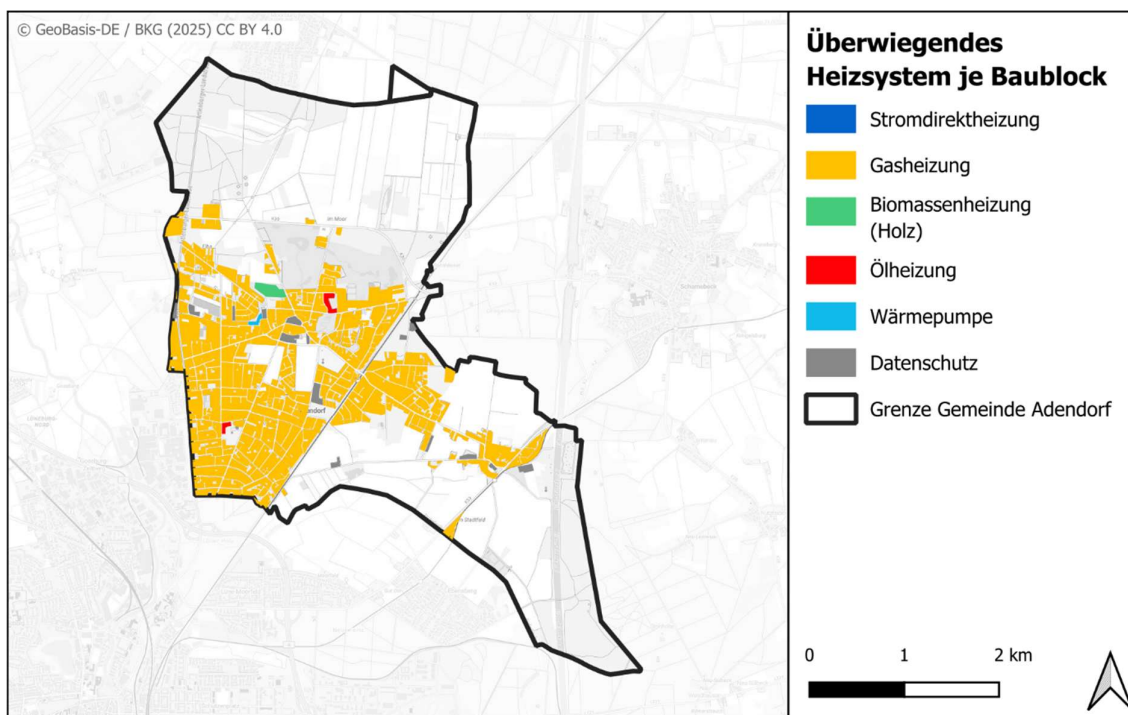


Abbildung 4-6: Überwiegende Heizungstechnologie in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung

Die Kkehrbuchdaten der Schornsteinfeger enthalten auch Informationen zu der Altersstruktur der Heizsysteme, was Rückschlüsse auf die Investitionszyklen bzw. bevorstehende Investitionen der Gebäudeeigentümer zulässt. In Abbildung 4-7 sind die Heizungsalter in Intervallen dargestellt. Die durchschnittliche Heizung in der Gemeinde Adendorf ist 15 Jahre alt. 20 % der Heizungen wurden in den letzten fünf Jahren installiert und sind damit noch sehr neu. Heizsysteme ab einem Alter von über 20 Jahren haben eine jährlich zunehmende Wahrscheinlichkeit auszufallen, was eine Reparatur oder einen vollständigen Wechsel notwendig macht. Dies betrifft rund 29 % der Heizungen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass einige Heizsysteme aufgrund ihrer Bauart und Funktionsweise langlebiger sind und eine erwartete durchschnittliche Lebenszeit von über 20 Jahren haben.

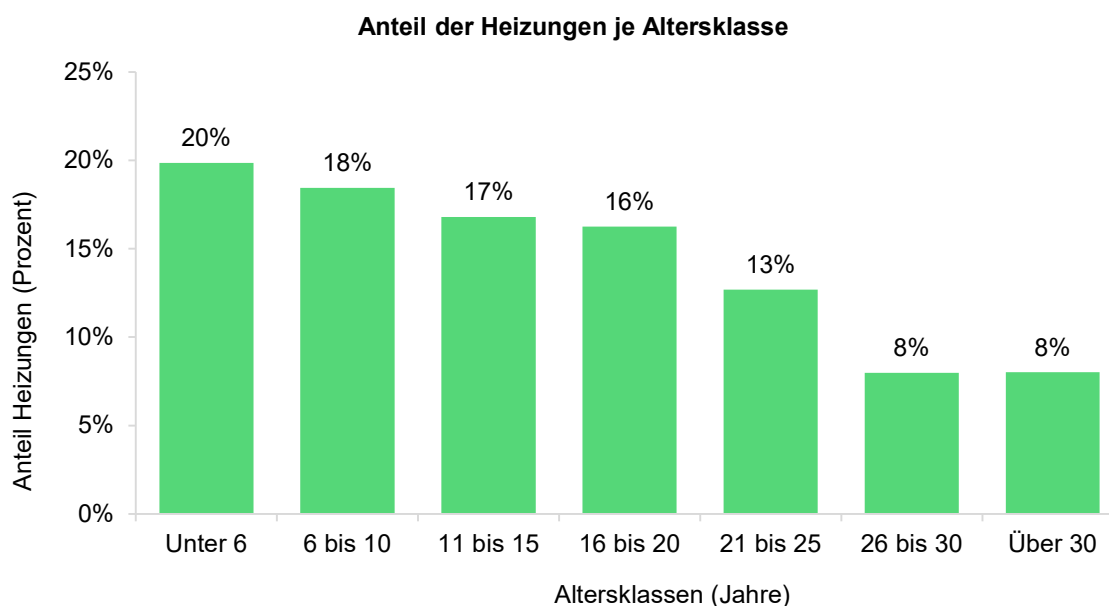


Abbildung 4-7: Alter der Bestandsheizungen nach Altersklassen in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus Kkehrbuchdaten der Bezirksschornsteinfeger

4.4 Energiebedarf und THG-Emissionen

Aufgrund der heterogenen Energiebedarfe einzelner Gebäude sind neben der Anzahl der insgesamt installierten Heizsysteme auch die tatsächlichen Energieverbräuche zu bewerten. Um den Status quo präzise zu erfassen sind die Energieeinsätze jeweils nach Gebäudeklassen in Abbildung 4-8 als auch nach Energieträgern in Abbildung 4-9 differenziert dargestellt.

Der Endenergiebedarf zur Bereitstellung von Raumwärme und Trinkwasserwärme in der Gemeinde Adendorf liegt heute bei 93 GWh jährlich. Davon entfallen 66 GWh (71 %) auf Einfamilienhäuser, 17 GWh (18 %) auf Mehrfamilienhäuser, 8 GWh (8 %) auf den Bereich GHDI und der Rest auf kommunale Liegenschaften. Während Einfamilienhäuser 87 % des Gebäudebestandes in der Gemeinde Adendorf ausmachen, ist ihr Anteil am Endenergiebedarf geringer. Dies ist damit zu begründen, dass ein einzelnes Einfamilienhaus einen geringeren durch-

schnittlichen Energiebedarf hat, als die anderen Gebäudekategorien und die Einfamilienhäuser damit bezogen auf den Anteil am Energiebedarf relativ abnehmen.

Anteil am Endenergiebedarf je Gebäudekategorie im Status quo

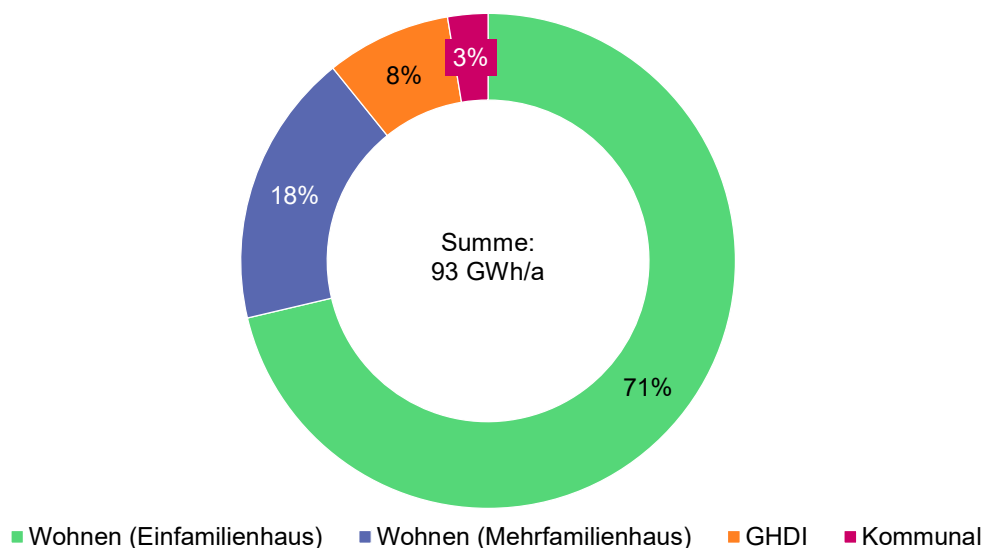


Abbildung 4-8: Anteil am Endenergiebedarf je Gebäudekategorie in Prozent im Status quo. Quelle: Eigene Darstellung

Die Differenzierung des Endenergiebedarfs von 93 GWh nach Energieträgern zeigt die unterschiedlichen Bedeutungen, die die einzelnen Energieträger heute für die Wärmeversorgung haben. Mit 78 GWh (84 %) liegt Erdgas an erster Stelle. An zweiter Stelle steht Heizöl mit 11 GWh (12 %), gefolgt von Biomasse mit 2 GWh (2 %) und Heizstrom mit rund 2 GWh (2 %).

Anteil am Endenergiebedarf je Heizsystem im Status quo

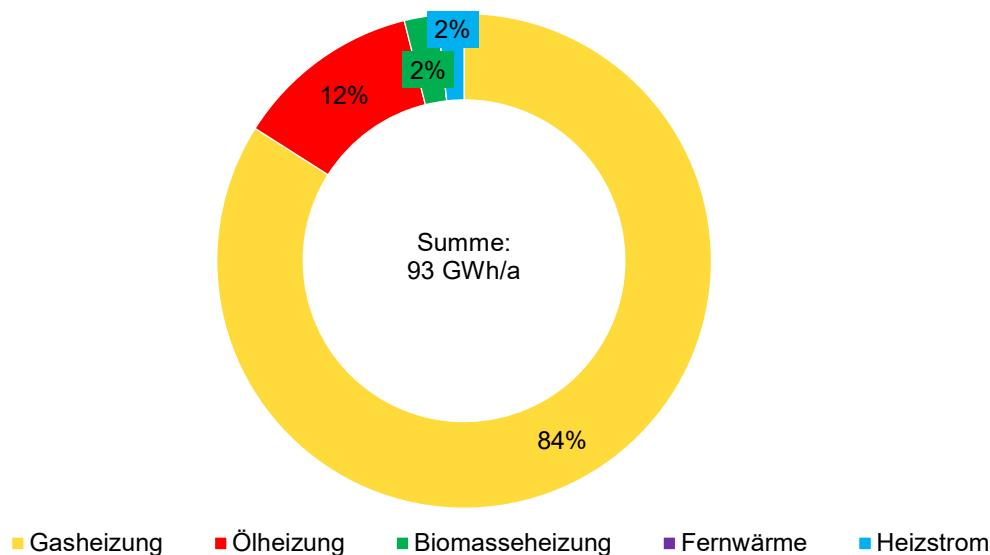


Abbildung 4-9: Anteil am Endenergiebedarf je Energieträger in Prozent im Status quo. Quelle: Eigene Darstellung

Basierend auf den Verbrauchsdaten und den eingesetzten Energieträgern werden die Treibhausgasemissionen berechnet, die bei der Wärmeversorgung der Gebäude emittiert werden. Zur Berechnung der Emissionen werden die Emissionsfaktoren der Energieträger aus der Anlage 9 (zu § 85 Abs. 6) des Gebäudeenergiegesetzes⁴ (GEG) herangezogen und mit dem jeweiligen Energieträgereinsatz hochgerechnet. Die Emissionsfaktoren des GEG beziehen sich auf CO₂-Äquivalente (CO₂e) und enthalten neben reinem CO₂ auch weitere Treibhausgase wie Methan und F-Gase. Abweichend zum GEG wird für Strom ein Emissionsfaktor von 400 Gramm CO₂e pro Kilowattstunde [g CO₂e/kWh] angesetzt, um die Entwicklung des deutschen Strommixes innerhalb der letzten Jahre besser abzubilden.

In Tabelle 4-3 und Tabelle 4-4 sind die THG-Emissionen jeweils nach Gebäudetyp und eingesetztem Energieträger dargestellt. Für die Wärmeversorgung werden heute jährlich 23.027 Tonnen CO₂e [t CO₂e] emittiert. Mit 20.637 t CO₂e entsteht der Großteil davon im Bereich der Wohngebäude, wobei auf Einfamilienhäuser ein Anteil von insgesamt 72 % entfällt. Nicht-Wohngebäude aus dem Bereich GHDI mit 1.815 t CO₂e (8 %) und kommunale Liegenschaften mit 575 t CO₂e (3 %) jährlich veräußern den Rest. Bezogen auf die Energieträger liegt Erdgas mit 18.318 t CO₂e (80 %) an vorderster Stelle, gefolgt von Heizöl mit 3.420 t CO₂e (15 %). Da Heizöl mit 310 g CO₂e/kWh eine höhere Emissionslast hat als Erdgas, fällt dieses bei der Betrachtung der gesamten Emissionen überproportional ins Gewicht. Heizstrom liegt aufgrund der im Status quo angesetzten 400 g CO₂e/kWh bei 1.257 t CO₂e (5 %).

⁴ Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist.

Tabelle 4-3: Treibhausgasbilanz nach Gebäudetyp

Gebäudetyp	THG-Emissionen	Anteil
	[t CO ₂ e]	%
Einfamilienhäuser	16.625	72
Mehrfamilienhäuser	4.012	17
GHDl	1.815	8
Kommunale Liegenschaften	575	3
Summe	23.027	100

Tabelle 4-4: Treibhausgasbilanz nach Energieträger

Heizungstechnologie	THG-Emissionen	Anteil
	[t CO ₂ e]	%
Erdgas	18.318	80
Heizöl	3.420	15
Heizstrom	1.257	5
Biomasse	32	<1
Fernwärme	0	0
Summe	23.027	100

4.5 Wärmebedarf

Gemäß der in Kapitel 4.4 dargestellten Endenergieverbräuche können nun die Wärmebedarfe ermittelt werden. Die in Tabelle 4-5 dargestellten Aufwandszahlen werden mit den Endenergiebedarfen der jeweiligen Gebäude multipliziert, um die Effizienz der Heizungsanlagen mitzuberechnen.

Tabelle 4-5: Angenommene Nutzungsgrade der Heizungstechnologien. Quelle: Wärmeschmiede GmbH

Heizungstyp	Nutzungsgrad
Ölheizung	0,98
Gasheizung	0,98
Fernwärme	0,91
Elektrodirekt	1,00
Wärmepumpe (saniert)	4,00
Wärmepumpe (teilsaniert)	3,50
Wärmepumpe (unsaniert)	2,80
Sonstiges (Biomasse, Flüssiggas)	0,90

Der resultierende Wärmebedarf für Heizzwecke in der Gemeinde Adendorf liegt jährlich bei rund 92 GWh. Die regionale Verteilung dieses Bedarfs ist in Abbildung 4-10 dargestellt. Hierbei wurde der Wärmebedarf in Megawatt pro Jahr [MWh/a] je Baublock aggregiert. Um die unterschiedlichen Größen der Baublöcke zu berücksichtigen, wurde der aggregierte Wärmebedarf durch die Fläche des Baublöcks dividiert.

Der Wärmebedarf nimmt in den dicht besiedelten Regionen zu und in den dünn besiedelten Ortsrändern ab. In dem Kernort Adendorf liegt der jährliche Wärmebedarf in vielen Baublöcken bei über 350 bis 500 MWh/a je Hektar, im Bereich des Castanea Hotels sogar bei über 500 MWh/a. In den äußeren Ortsrändern sinkt der Wärmebedarf auf zwischen 100 und 350 MWh/a je Hektar ab.

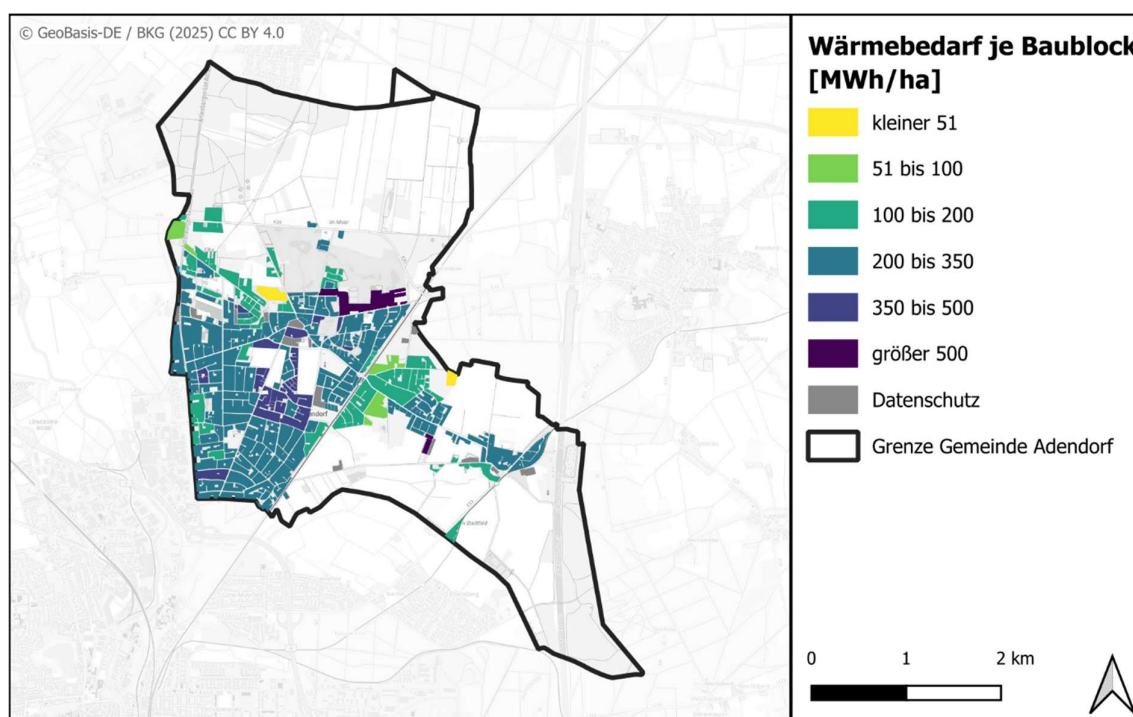


Abbildung 4-10: Wärmebedarf in Megawattstunden pro Hektar in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung

Zusätzlich zu der Wärmedichte je Baublock ist auch die Wärmeliniedichte in Abbildung 4-11 dargestellt. Hierbei wurden die einzelnen Gebäude einem Straßenzug zugeordnet und der Wärmebedarf anschließen pro Straßenzug aggregiert. Um hier die unterschiedlichen Längen der Straßenzüge zu berücksichtigen, wurde der Wärmebedarf durch die Länge der Straßenabschnitte dividiert. Die Wärmebedarfe sind in MWh je Meter pro Jahr angegeben. Bei den dargestellten Straßenzügen handelt es sich um bereitgestellte Daten der KEAN.

Analog zu der Wärmedichte ist die Wärmeliniedichte in den dicht besiedelten Gebieten am höchsten und liegt in vielen Straßenzügen über 2 MWh/m jährlich. Bei weiterer Entfernung zum Ortskern nimmt diese dann graduell auf Werte zwischen 1,0 bis 2,0 MWh/m jährlich ab. In den Straßenzügen außerhalb liegen die Wärmeliniedichten geringer und erreichen

überwiegend Werte bis zu 1,0 MWh/m jährlich. Basierend auf den errechneten Wärmedichten je Hektar und Wärmelinienichten je Meter können erste Einschätzungen von Teilgebieten zur Eignung für ein Wärmenetz vorgenommen werden.

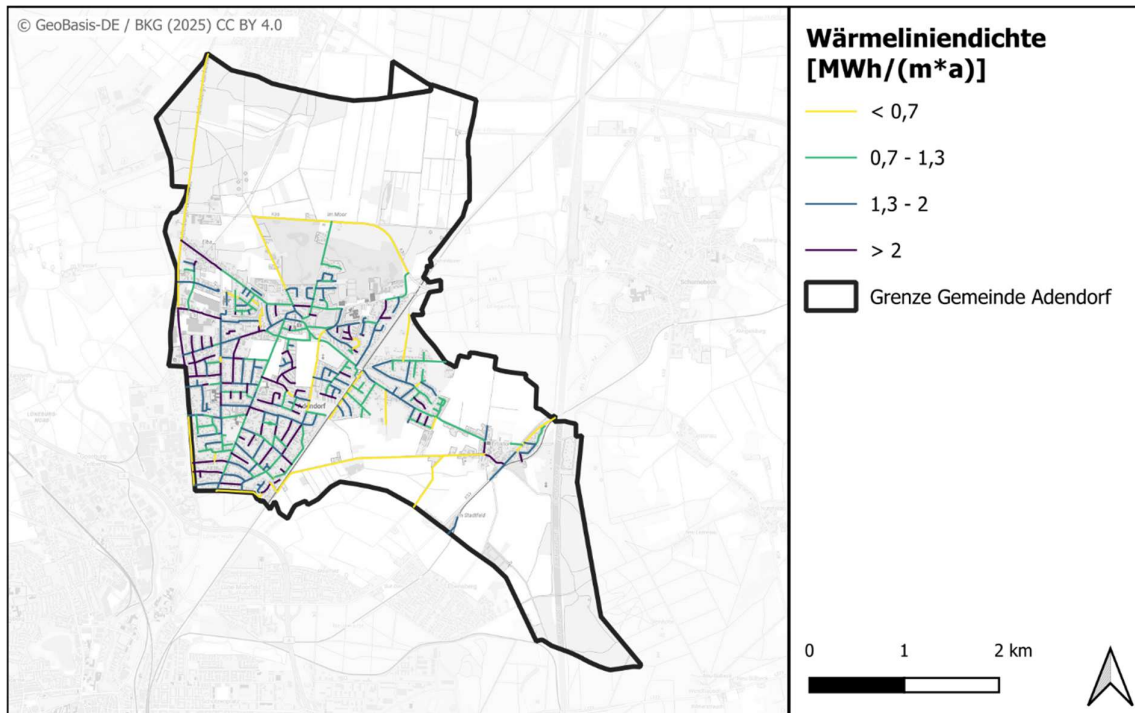


Abbildung 4-11: Wärmelinienichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus Wärmebedarfskarte KEAN

5 Potenzialanalyse

5.1 Vorgehen und Zielsetzung

Die Potenzialanalyse ist ein wesentlicher Schritt bei der Planung und Umsetzung nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme. Sie bezieht sich auf eine systematische Untersuchung und Bewertung der verfügbaren Möglichkeiten und Ressourcen. Ziel ist es, potenzielle Wege zur Senkung des Wärmebedarfs sowie zur Umstellung auf klimafreundliche Wärmequellen zu identifizieren und zu bewerten. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse bilden die Grundlage für die Konzeption der Zielszenarien sowie die Ausarbeitung der Umsetzungs- und Verstärkungsstrategie.

Die Ermittlung der Potenziale erfolgt in vier Stufen, wobei jede der folgenden Stufen eine Teilmenge des vorhergehenden Potenzials ist. (vgl. Abbildung 5-1)

Stufe 1 ist das **Theoretische Potenzial**. Dieses Potenzial beschreibt die gesamte Energiemenge, die physikalisch in der Region vorhanden ist. Bei einigen Potenzialen wird diese Menge bereits innerhalb dieser Stufe 1 eingegrenzt, da die Datengrundlage eine Vorauswahl trifft oder bestimmte Flächen im Vorhinein ausgeschlossen werden können. Beispielsweise weist das theoretische Potenzial für Dachflächensolarthermie nicht die gesamte Strahlungsenergie auf, die auf die Fläche der Kommune fällt, sondern nur die Strahlungsenergie, die auf geeignete Dachflächen fällt, da der Datensatz des Klimaportals des Landkreises Lüneburg nur für diese Flächen Strahlungsdaten enthält.

Darauf folgt das **Technische Potenzial**. Die Energiemenge, die unter Berücksichtigung der aktuellen technischen Standards, wie z.B. Wirkungsgraden von Solarthermiemodulen, erhoben werden kann, wird als technisches Potenzial ausgewiesen.

Das **Wirtschaftliche Potenzial** grenzt diese Energiemenge unter Berücksichtigung der Erhebungskosten – wie Material- und Personaleinsatz – und gängiger wirtschaftlicher Kennwerte weiter ein.

Die tatsächliche Umsetzbarkeit von erneuerbaren Energieprojekten hängt zusätzlich von einer Vielzahl anderer Faktoren, wie gesellschaftlicher Akzeptanz, kommunalen Prioritäten und handwerklichen Kapazitäten vor Ort, ab. Grenzt man das wirtschaftliche Potenzial unter Berücksichtigung dieser Faktoren weiter ein erhält man das **Realisierbare Potenzial**.

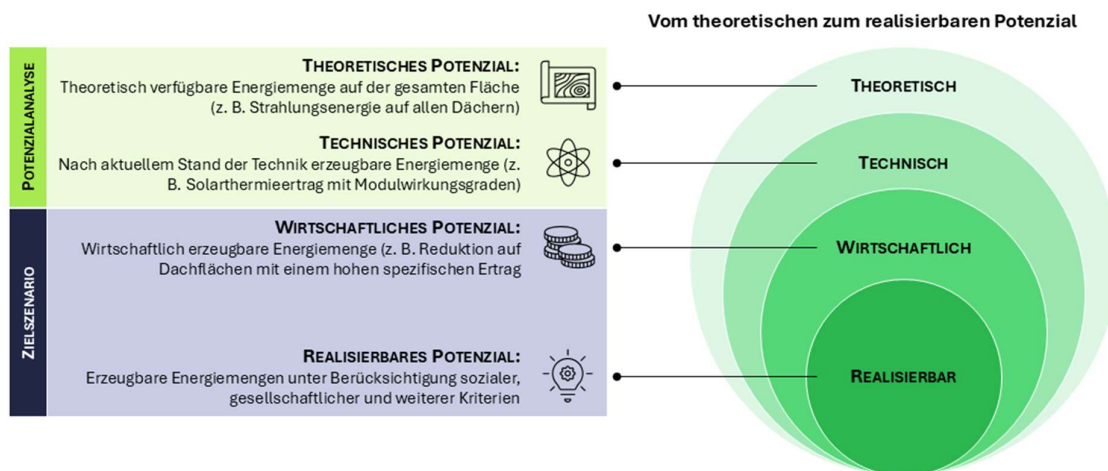


Abbildung 5-1: Definition der Potenzialbegriffe. Quelle: Eigene Darstellung

Im Rahmen dieses kommunalen Wärmeplans werden die Potenziale auf Basis der vorliegenden Daten soweit wie möglich entlang der Potenzialstufen eingegrenzt. Meist kann ein **technisches Potenzial** ausgewiesen werden. Sofern möglich wird dieses anhand wirtschaftlicher Kennwerte auf das **wirtschaftliche Potenzial** reduziert. Da die Wirtschaftlichkeit einer Energiequelle in enger Verzahnung mit der möglichen Wärmesenke steht, findet eine wirtschaftliche Bewertung der Potenziale in vielen Fällen erst im Rahmen der Szenarioanalyse und Maßnahmenentwicklung statt (vgl. Kapitel 6 und 7). Eine weitere Eingrenzung auf ein **realisierbares Potenzial**, das die Akzeptanz, Flächenverfügbarkeit und diverse genehmigungsrechtliche Einschränkungen berücksichtigt, ist in den meisten Fällen nicht möglich.

5.2 Potenziale zur Energieeinsparung

Die Steigerung der Effizienz in der Wärmenutzung stellt allgemein ein bedeutendes Potenzial dar. Daher ist es von grundlegender Bedeutung, Potenziale zur Energieeinsparung durch Sanierung und Effizienzmaßnahmen zu identifizieren und umzusetzen. Durch energetische Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden sowie die Implementierung effizienterer Prozesse in Industrie und Gewerbe können signifikante Einsparungen beim Energieverbrauch erzielt werden. Grundsätzlich lässt sich dieses Potenzial jedoch nur über einen langen Zeitraum vollständig erschließen.

5.2.1 Sanierungspotenzial

Das Potenzial zur Einsparung von Energie bei der Gebäudesanierung wird maßgeblich von Faktoren wie dem Baualter, der Gebäudegröße, dem aktuellen Energieverbrauch und der Nutzung sowie ggf. dem aktuellen teilsanierten Zustand beeinflusst.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird zunächst von einem theoretischen Potenzial für die Wärmebedarfseinsparung bei einer Sanierungsrate von 2 % bis zum Jahr 2040 ausgegangen.

Eine Sanierungsrate von 2 % bedeutet in diesem Fall, dass jährlich 2 % des Vorjahreswärmebedarfs der Wohngebäude eingespart wird. Zusätzlich werden alternative Sanierungsraten (1 %, 1,5 % und 3 %) aufgezeigt. Auf eine Analyse der Nichtwohngebäude in Adendorf wird an dieser Stelle verzichtet, da nutzungstypische Zielwerte oder Zielvorgaben der Betreiber nicht vorliegen und die Einschätzung wegen der vielfältigen Energienutzungen und der damit verknüpften Potenziale für Wärmeanwendungen von wesentlich vielfältigeren Faktoren abhängt.

Das folgende Diagramm in Abbildung 5-2 veranschaulicht, wie viele Jahre es unter Berücksichtigung der verschiedenen Sanierungsraten dauern würde, den Zielwert für die Gemeinde Adendorf zu erreichen. Zur Ermittlung des Zielwertes wird je Gebäude individuell auf Basis des Baujahres und des aktuellen Wärmebedarfs die maximal mögliche Wärmeeinsparung durch den Vergleich des Ist-Zustandes mit dem bestmöglichen Sanierungszustand erhoben (vgl. Kap. 6.7). Der Zielwert des Wärmebedarfs liegt für das gesamte Gemeindegebiet bei rund 32 GWh/a, was einer Reduktion um 65 % im Vergleich zum Status quo entspricht.

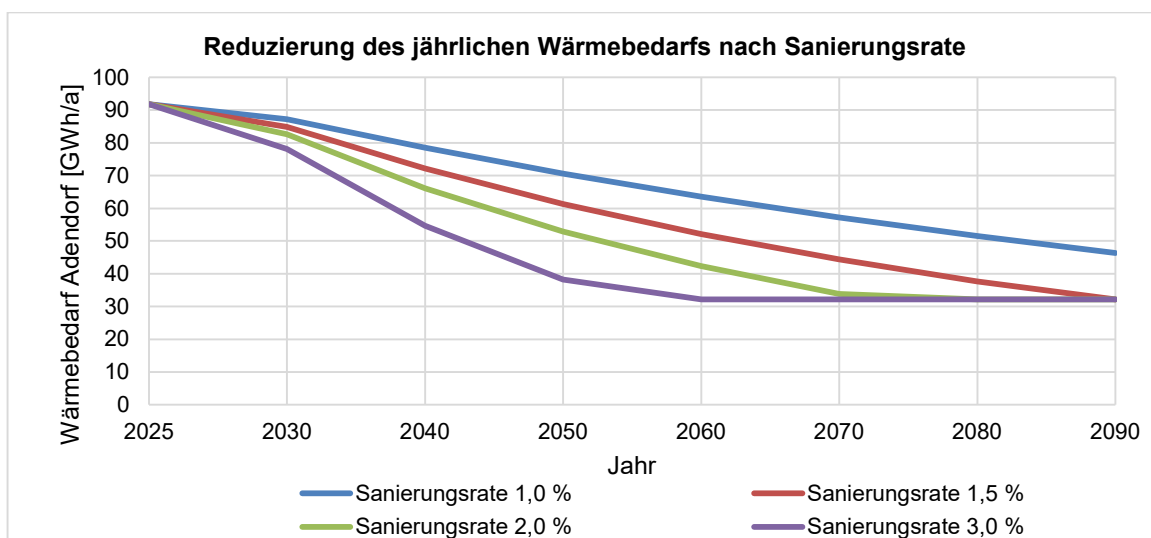


Abbildung 5-2: Senkung des Wärmebedarfs der Wohngebäude im Bestand in Gigawattstunden pro Jahr in Abhängigkeit von verschiedenen Sanierungsraten. Quelle: Eigene Darstellung

Wie in Abbildung 5-2 zu erkennen ist, spielt die Sanierungsrate der Gebäude eine entscheidende Rolle für die Geschwindigkeit, mit der das Einsparpotenzial realisiert werden kann. Die folgende Tabelle 5-1 fasst die Ergebnisse dieser theoretischen Betrachtung für die verschiedenen Sanierungsraten bis 2040 zusammen.

Tabelle 5-1: Einsparpotenzial abhängig von Sanierungsraten bis zum Jahr 2040

Sanierungsquote	Prognostizierter Wärmebedarf	Resultierendes Einsparpotenzial
	GWh/a	GWh/a
Status Quo	91,8	
Sanierungsquote 1 %	78,5	- 13,3
Sanierungsquote 1,5 %	72,2	- 19,6
Sanierungsquote 2 %	52,9	- 25,7
Sanierungsquote 3 %	38,2	- 37,2

5.2.2 Prozesseffizienz

Auch in der Industrie und im Gewerbebereich gibt es ein Potenzial zur Energieeinsparung durch die Optimierung von Prozessen und den Einsatz effizienter Technologien. Dies umfasst beispielsweise die Nutzung von Abwärme, die Implementierung von Energiemanagementsystemen und die Modernisierung von Produktionsanlagen. Durch die Reduktion des Energieverbrauchs in diesen Sektoren können nicht nur Kosten gesenkt, sondern auch die Wettbewerbsfähigkeit gesteigert und Ressourcen effizienter genutzt werden.

In der Gemeinde Adendorf sind keine Industrie- oder Gewerbebetriebe angesiedelt, deren Wärmebedarf durch eine Steigerung der Prozesseffizienz signifikant verringert werden kann.

Die Nutzung von Abwärme wird nachfolgend in Kapitel 5.3.5 thematisiert.

5.3 Potenziale für klimaneutrale Wärme

5.3.1 Solarthermie

Solarthermie kann sowohl auf Dachflächen als auch als Freiflächenanlage im Offenland genutzt werden. Größere Anlagen können dabei in Wärmenetze einspeisen, während kleinere Anlagen für eine direkte Nutzung der Wärme geeignet sind. Grundsätzlich schwanken die Erträge im Tages- und Jahresverlauf. Zu Zeiten des größten Wärmebedarfs während der Heizperiode stehen üblicherweise geringere Wärmeerträge zur Verfügung, sodass eine Kombination mit weiteren Wärmequellen und/oder Speichersystemen erforderlich sein kann. Zudem besteht eine Konkurrenz um die Fläche mit Photovoltaikanlagen zur solaren Stromerzeugung.

5.3.1.1 Solarthermie auf Dachflächen

Die Potenzialanalyse für Solarthermieranlagen auf Dachflächen der Gemeinde Adendorf basiert auf der Potenzialstudie des Landkreises Lüneburg. Dabei werden auf Basis der Ausrichtung und Neigung der Dachflächen sowie der Verschattung die Sonneneinstrahlung über

ein Jahr auf die jeweiligen Dachflächen sowie die darauf montierbaren Modulflächen aufgeführt.

Das theoretische Potenzial umfasst die mittlere solare Einstrahlung auf alle für Solarthermie geeigneten Dachflächen und beträgt 478,24 GWh/a. Die verschatteten Dachflächen werden im Solarkataster nicht dargestellt, da diese nicht für Solarthermie- oder Photovoltaikanalgen geeignet sind.

Zur Eingrenzung auf das technische Potenzial wird von den Autoren der o.g. Potenzialstudie ein Wirkungsgrad von Solarthermiemodulen von 50 % zu Grunde gelegt sowie die maximal mögliche Fläche an Solarthermiemodulen je Dachfläche ermittelt. Das technische Potenzial beträgt im Ergebnis 234,85 GWh/a.

Die nachfolgende Abbildung 5-3 stellt die Eignung der Dachflächen für Solarthermie gemäß des spezifischen Wärmeertrags der Dachfläche in kWh/(m²*a) für einen beispielhaft gewählten Ausschnitt des Kernortes Adendorf dar.



Abbildung 5-3: Spezifischer Wärmeertrag der Potenzialflächen für Solarthermie auf Dachflächen – Detailausschnitt Kernort Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus Potenzialstudie Landkreis Lüneburg

Tabelle 5-2: Ergebnisse Potenzialermittlung Solarthermie auf Dachflächen

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	• Alle geeigneten Dachflächen • Einstrahlung gemäß Potenzialstudie Landkreis Lüneburg	478,24 GWh/a
Technisches Potenzial	• Flächengröße Module gemäß Potenzialstudie Landkreis Lüneburg • Wirkungsgrad Solarthermiemodule: 50 %	234,85 GWh/a

5.3.1.2 Solarthermie auf Freifläche

Zur Ermittlung der Potenziale für Freiflächensolarthermie werden die bereits in der Potenzialstudie des Landkreises Lüneburg ermittelten Potenzialflächen für Freiflächenphotovoltaikanlagen zu Grunde gelegt. Zur Erarbeitung dieser Flächen wurden Restriktionskriterien ermittelt, die dieser Nutzung entgegenstehen – wie z.B. Siedlungs- und Verkehrsflächen und umweltfachliche Schutzgebiete – und aus der Gemeindefläche ausgeschlossen.

Nach Ausschluss der Restriktionskriterien verbleiben rund 350,2 ha der Gemeindefläche von Adendorf, die als Potenzialflächen für Freiflächensolarthermieranlagen ermittelt werden können. Diese sind nachfolgend in der Abbildung 5-4 dargestellt.

Das theoretische Potenzial wird aus der Flächengröße der Potenzialflächen und der mittleren solaren Einstrahlung pro Quadratmeter ermittelt und beträgt im Ergebnis 3.781,54 GWh/a für die Gemeinde Adendorf.

Zur Eingrenzung auf das technische Potenzial werde von den Autoren der Potenzialstudie die maximalen auf den Potenzialflächen installierbaren Modulflächen – unter Berücksichtigung einer Aufständigung nach Süden bei ebenen Flächen – ermittelt sowie ein Wirkungsgrad von Solarthermiemodulen von 50 % angenommen. Im Ergebnis werden 529,1 GWh/a als technisches Potenzial ermittelt.

Eine weitergehende Betrachtung von wirtschaftlichen und realisierbaren Potenzialen erfolgt im Rahmen der auf die Potenzialanalyse und Zielszenarien aufbauenden Umsetzungsstrategien.

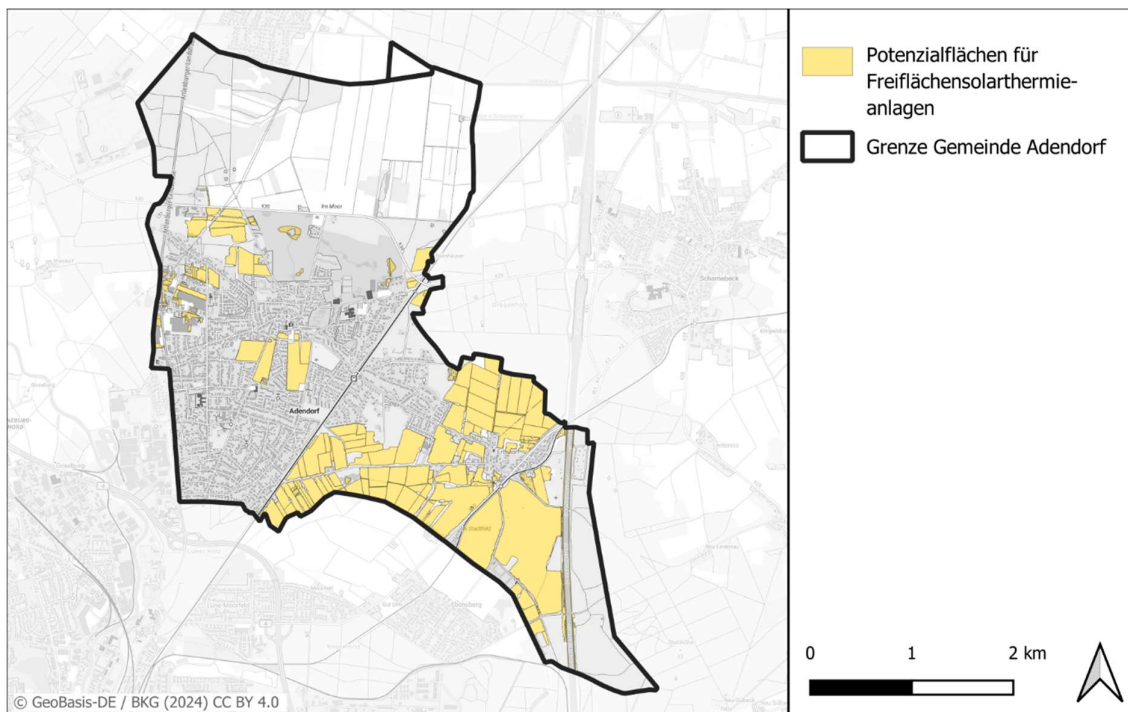


Abbildung 5-4: Potenzialflächen für Freiflächensolarthermie in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus Potenzialstudie Landkreis Lüneburg

Tabelle 5-3: Ergebnisse Potenzialermittlung Solarthermie auf Freiflächen

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	- Alle geeigneten Freiflächen gemäß Potenzialstudie Landkreis Lüneburg: 350,2 ha - Mittlere globale Einstrahlung gemäß Potenzialstudie Landkreis Lüneburg	3.781,54 GWh/a
Technisches Potenzial	- Wärmeertrag gemäß Potenzialstudie Landkreis Lüneburg - Wirkungsgrad Solarthermiemodule: 50 %	529,1 GWh/a

5.3.2 Biomasse

Unter Biomasse fallen alle organischen Stoffe, die für die Energiegewinnung genutzt werden können. Diese fallen in der Forst-, der Land- und der Abfallwirtschaft an. Der Großteil der energetischen Nutzung ist die Wärmeerzeugung aus Holz, wobei laut dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz in Niedersachsen bereits ca. 1,6 Mio. t Holz für die Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Allerdings seien nahezu alle für die energetische Nutzung zu Verfügung stehenden holzartigen Ressourcen bereits ausgeschöpft [5].

5.3.2.1 Holzartige Biomasse

Die Verwendung von Waldrestholz und holzartigen Abfällen aus nachhaltiger Forstwirtschaft als erneuerbarer Brennstoff für hohe Temperaturen mit Transport- und Lagerfähigkeit bietet erhebliche Möglichkeiten.

Die forstwirtschaftliche Fläche in der Gemeinde Adendorf beläuft sich auf 336 ha (vgl. Abbildung 5-5). Mit der Annahme eines jährlichen Einschlages von 5,4 FM/ha [6] können knapp 1.814 FM geerntet werden. Die am häufigsten in Niedersachsen vorkommenden Baumarten sind die Kiefer mit 29 %, Fichte mit 17 %, Erlen mit 16 %, Buche mit 14 % und Eiche mit 13 % [7]. Unter Annahme der Brennwerte von der Kiefer mit 1.700 kWh/RM, Fichte und Erlen mit 1.500 kWh/RM, sowie Buche und Eiche mit 2.100 kWh/RM [8], ergibt sich ein gewichteter Brennwert von 1.750 kWh/RM (Betrachtung der 5 Baumarten mit 89 % Vorkommen als 100 % Anteil), sodass die geerntete Menge einen Energieinhalt von 4,45 GWh/a Brennwert aufweist. Verwendung findet das geerntete Stammholz zu großen Teilen in der Säge- oder Furnierindustrie. Weiterhin kann es als Industrieholz in der Holzwerkstoffindustrie oder als Energieholz für die energetische Verwertung in Form von Scheitholz, Hackschnitzel oder Holzpellets verwendet werden. Es ist davon auszugehen, dass die ermittelte Einschlagmenge bereits weiterverwendet wird und daher kein Potenzial zur Wärmeerzeugung besteht. Eine weitergehende Berücksichtigung dieses Potenzials erfolgt nicht.

Das bei der Holzernte anfallende Waldrestholz könnte im Falle einer bisherigen Nichtnutzung für eine energetische Verwertung in Frage kommen. Laut der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. kann ein jährlicher Massenanteil von 1 t/ha und ein mittlerer Heizwert von 15,6 MJ/kg für Waldrestholz angenommen werden [9]. Hieraus ergibt sich ein theoretisches Potenzial von 1,46 GWh/a.

Da das technische Potenzial vom Wirkungsgrad und damit von der Art und Größe der Wärmeerzeugungsanlage abhängt, kann das theoretische Potenzial an dieser Stelle nicht weiter eingegrenzt werden. Die weitere Eingrenzung erfolgt im Zielszenario und den daraus abgeleiteten Maßnahmen.

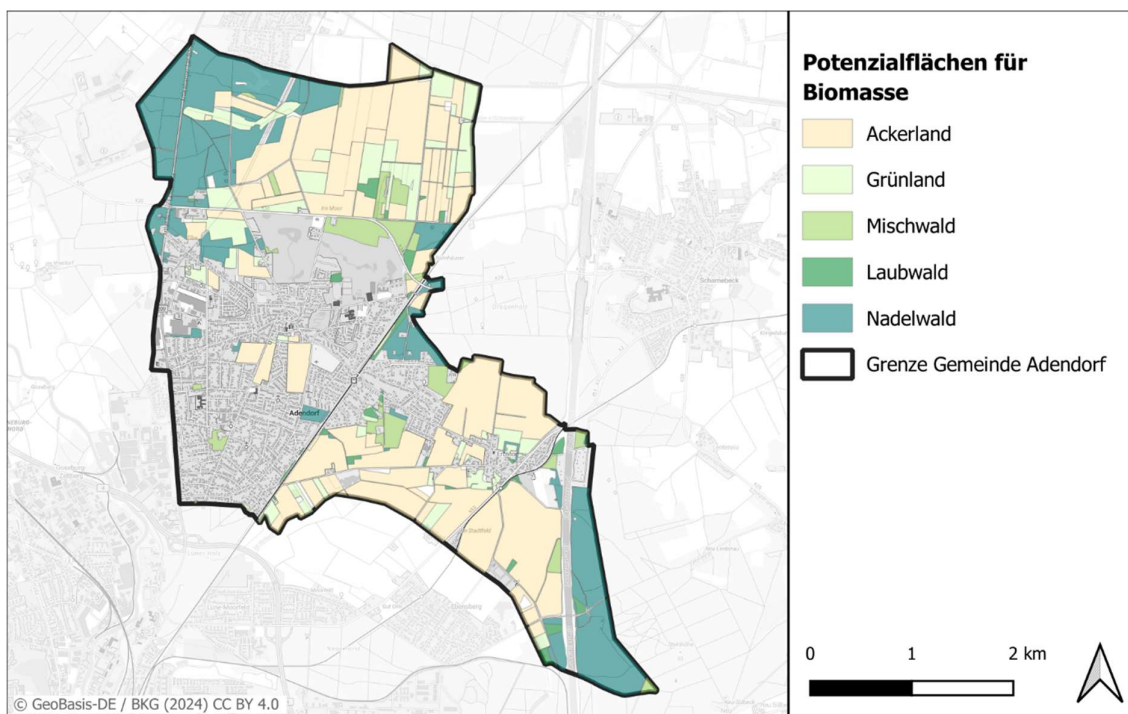


Abbildung 5-5: Potenzialflächen für Biomasse in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus Potenzialstudie Landkreis Lüneburg

Tabelle 5-4: Ergebnisse Potenzialermittlung Holzartige Biomasse

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	- Forstwirtschaftliche Flächen: 336 ha - Waldholzreste: 1 t/ha - Mittlerer Heizwert von Waldholzresten: 15,6 MJ/kg	1,46 GWh/a
Technisches Potenzial	Weitere Eingrenzung nicht möglich	k. A.

5.3.2.2 Nachwachsende Rohstoffe

Das Potenzial der nachwachsenden Rohstoffe wird auf Mais begrenzt. Hierfür werden die Ackerflächen abgeschätzt und der Maisanteil auf Basis eines bundesweiten Anbau-Kennwerts bestimmt. Die Ackerbaufläche der Gemeinde Adendorf beträgt 497 ha. Bundesweit werden etwa 2 Mio. ha Mais auf 9,9 Mio. ha der deutschen Anbauflächen angebaut (ca. 20 %), sodass angewendet auf die Gemeinde Adendorf auf 99,4 ha Maisfläche etwa 4.304 t/a Mais geerntet werden kann.

Zur Berechnung des theoretischen Potenzials wird angenommen, dass der gesamte jährliche Maisertrag für die Vergärung in Biogasanlagen genutzt wird. Mit einem Methanertrag von 106 m³/t [10] und einem Energieinhalt von Methan von 9,97 kWh/m³ [10] lässt sich ein theoretisches Potenzial von knapp 4,55 GWh/a ermitteln.

Unter der Annahme eines thermischen Wirkungsgrades von 45 % für ein BHKW, ergibt sich ein technisches Potenzial von etwa 2,05 GWh/a.

Tabelle 5-5: Ergebnisse Potenzialermittlung Nachwachsende Rohstoffe

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	Ausschließliche Vergärung des Maisanteils der landwirtschaftlichen Flächen (20 % der Ackerfläche)	4,55 GWh/a
Technisches Potenzial	Thermischer Wirkungsgrad eines BHKW von 45 %	2,05 GWh/a

5.3.2.3 Bioabfall

Im Landkreis Lüneburg ist die GfA Lüneburg für die Abfallentsorgung zuständig. Aus dem Abfallwirtschaftskonzept gehen die in Tabelle 5-6 dargestellten Mengen im Bereich der festen Biomasse hervor. Diese wurde auf die 10.956 Einwohner*innen in der Gemeinde Adendorf [11] hochgerechnet. Das theoretische Potenzial ergibt sich aus dem ebenfalls aufgeführten Energiegehalt des anfallenden Abfalls. Für Altholz wird ein Heizwert von 13.000 kJ/kg angenommen [12]. Als Referenzwert für Grünabfall wird Grünschnitt mit einem Biogasertrag von 175 Nm³/t verwendet [10]. Für Bioabfall kann mit einem Biogasertrag von 100 Nm³/t gerechnet werden [13]. Mit einem Brennwert des Biogases von 6 kWh/m³ [10] kommen die errechneten theoretischen Energiemengen in Tabelle 5-6 zustande.

Tabelle 5-6: Mengen an fester Biomasse 2021 aus dem Abfallwirtschaftskonzept. Daten aus [14], eigene Berechnungen.

Abfallart	Menge im Landkreis Lüneburg (ohne Hansestadt Lüneburg)		Menge in der Gemeinde Adendorf	Energiemenge
	t	kg/Einwohner	t	GWh
Altholz	3.083	28	307	1,11
Bioabfall	6.592	60	657	0,39
Grünabfall	12.455	114	1.249	1,31

Im aktuellen Abfallwirtschaftskonzept der GfA Lüneburg wird erläutert, dass Bioabfall und Grünabfall getrennt gesammelt und in die Kompostieranlage im Entsorgungszentrum Bardowick geliefert werden. Durch gezielte Verrottung wird Kompost zur Verwendung in der Landwirtschaft produziert. Das vom Sperrmüll getrennt gesammelte Altholz wird stofflich oder energetisch verwertet [14].

Aufgrund der bereits vollständigen stofflichen und im Falle des Altholzes auch energetischen Nutzung der Abfälle durch die GfA Lüneburg, stellen die Mengen an Biomasse für Adendorf kein weiteres Potenzial zur Wärmeherzeugung dar und werden in der kommunalen Wärmeplanung nicht weiter berücksichtigt.

5.3.3 Gewässer

Gewässer und insbesondere Fließgewässer können im Einzelfall eine kostengünstige und nachhaltige Wärmequelle darstellen. Dazu wird dem Gewässer Wärme über eine zentrale Großwärmepumpe mit nachgeschaltetem Wärmenetz oder indirekt über ein kaltes Wärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen entzogen und auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben. Das abgekühlte Wasser wird dem Gewässer anschließend wieder zugeführt.

Für die Gemeinde Adendorf lassen sich die anthropogenen Fließgewässer Neetze-Kanal an der nordöstlichen Gemeindegrenze sowie der Elbe-Seitenkanal im Osten der Gemeinde identifizieren (vgl. Abbildung 5-6):

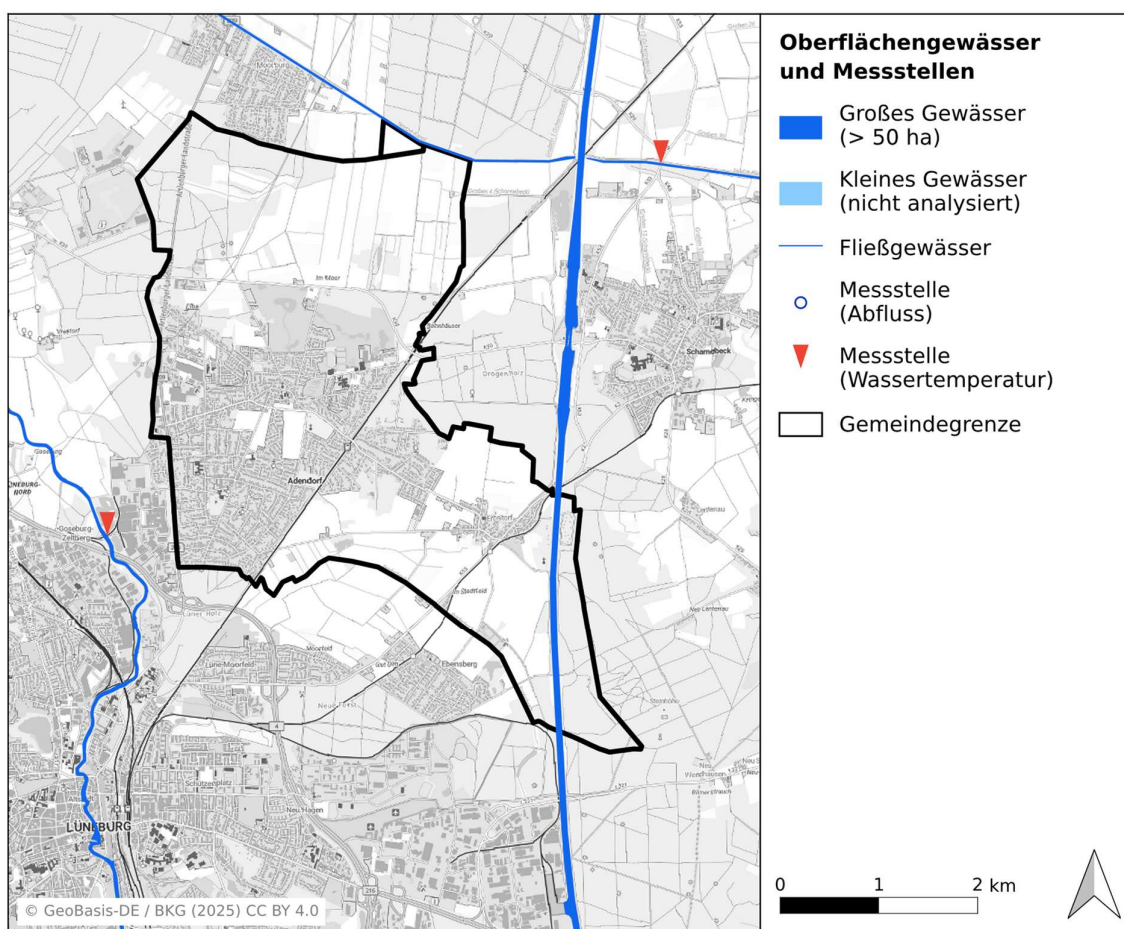


Abbildung 5-6: Oberflächengewässer und Messtationen für Abfluss und Wassertemperatur. Quelle: Eigene Darstellung

Stillgewässer weisen eine tendenziell größere Temperaturspreizung im Jahresverlauf auf als Fließgewässer: Ein See ist im Sommer wärmer und im Winter kälter als ein Fluss. Bei Frost gefrieren Flüsse nur selten, während Seen regelmäßig eine Eisfläche bilden. Insbesondere in den Wintermonaten, wenn der Wärmebedarf am höchsten ist, steht das Wärmepotenzial von Oberflächengewässern nur reduziert zur Verfügung. In allen Gewässern müssen Veränderungen der Gewässertemperatur durch die Wärmenutzung so gering gehalten werden, dass

negative Auswirkungen auf den dortigen Lebensraum von Pflanzen und Tieren ausgeschlossen werden können. Vor diesem Hintergrund sind Stillgewässer als Wärmequelle für größere Wärmenetze oft ungeeignet. Gleichzeitig sind Gewässertemperaturen mit fortschreitender Klimaerwärmung in der Regel zu hoch, sodass eine gewisse Abkühlung oft sogar vorteilhaft für die betroffenen Lebensräume ist. Bei den meisten Gewässern sind Reinigung und Wartung der eingesetzten Wärmetauscher mit relativ hohen Kosten verbunden.

Abgesehen von ökologischen Anforderungen und vom Jahresverlauf von Temperatur und Wassermenge sind in jedem Fall auch die Besitzverhältnisse der jeweiligen Standorte, die Nähe zu potenziellen Abnehmern sowie genehmigungsrechtliche Einschränkungen zu berücksichtigen. Die Wasserentnahme erfolgt beispielsweise am besten an einer bereits vorhandenen Staustufe. Alternativ muss in den meisten Fällen ein Entnahmebauwerk errichtet werden. Da die Technik in Deutschland noch nicht sehr weit verbreitet ist, bestehen derzeit noch keine allgemeingültigen Genehmigungsregelungen.

5.3.3.1 Fließgewässer

Da im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Potenziale mit kommunaler Relevanz im Fokus liegen, beschränkt sich diese Betrachtung auf größere Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet größer 100 km². Gräben und kleinere Bäche sind nicht Teil der Analyse. Als größeres natürliches Fließgewässer im direkten Umfeld von Adendorf wird die Ilmenau identifiziert (Einzugsgebiet > 2.000 km²), die ca. 400 m südwestlich im Gebiet der Hansestadt Lüneburg verläuft [15].

Darüber hinaus wird das Gemeindegebiet im Osten auf einer Länge von rund 2,4 km vom Elbe-Seitenkanal von Süd nach Nord durchquert. Im Nordosten wird die Gemeinde auf einer Länge von rund einem Kilometer vom Neetze-Kanal begrenzt.

Die potenziell nutzbare Wärmemenge aus Flusswasser wird üblicherweise auf Grundlage des Jahresverlaufs von Temperatur und Durchflussmenge des Gewässers abgeschätzt. Da es sich bei dem Elbe-Seitenkanal um einen Schifffahrtskanal handelt, der ein künstliches und durch Stauwehre geregeltes Gewässer ohne gerichteten Volumenstrom ist, wird er von der Methodik her wie ein Stillgewässer betrachtet [16]. Aufgrund der durch Schleusen regelten Wasserstände, ist ganzjährig eine ausreichende Wassermenge zum Betrieb einer Wärmepumpe gegeben.

Aufgrund der im Vergleich zu natürlichen Stillgewässern sehr langen und schmalen Ausdehnung des Kanals, wird keine pauschale Wärmeentzugsleistung für das gesamte Gewässer ermittelt, sondern der Kanal wird in jeweils 1.000 m lange Abschnitte unterteilt. Je Kanalabschnitt wird eine Entzugsleistung von 100 kW bei einem Wärmeentzug um 1,5 K und einer durchschnittlichen Gewässertiefe von 3,5 m angenommen [16]. Unter Annahme von 4.380 Vollbelastungsstunden pro Jahr, könnten pro 1.000 m Kanallänge rund 438 MWh/a Wärme gewonnen werden.

Der Niedersächsisches Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) stellt monatliche Messungen der Wassertemperatur und Abflussmengen an vielen

Gütemessstationen in Niedersachsen zur Verfügung. Zur Ermittlung der Wärmedeckung im Winterhalbjahr ist zu überprüfen, wie viele Messungen unter 4 °C fallen. Bei niedrigeren Wassertemperaturen kann die Wärmeentzugsleistung verringert werden oder eine Abschaltung der Anlage erforderlich sein, um eine Vereisung der Anlagen bei zu niedriger Rücklauftemperatur zu vermeiden.

Für den Elbe-Seitenkanal ist lediglich eine Messtation in mehr als 80 km Entfernung zur Gemeinde Adendorf verortet. Zur Bewertung der potenziellen Wärmedeckung sind somit keine verlässlichen Angaben über den Jahresverlauf der Wassertemperatur gegeben. Falls im Rahmen der Zielszenarien Teilgebiete mit einer Eignung für eine zentrale Versorgung in räumlicher Nähe zum Elbe-Seitenkanal ermittelt werden sollten, sind Messungen der Wassertemperatur um Bereich der geplanten Wasserentnahmestelle erforderlich.

Für den Neetze-Kanal befindet sich eine Gütemessstation mit Erfassung der Wassertemperatur rund 2 km östlich der Gemeindegrenze. Hier sinken die Wassertemperaturen im Winterhalbjahr von Oktober bis März regelmäßig auf unter 4 °C (rund 13 % der Messwerte). Es ist davon auszugehen, dass eine Wärmepumpe mehrere Wochen im Jahr nicht betrieben werden könnte, um eine Vereisung der Anlage zu vermeiden. Messstationen mit Erfassung der Abflussmenge sind für den Neetze-Kanal im Umfeld der Gemeinde Adendorf nicht vorhanden. Eine Quantifizierung eines theoretischen Potenzials ist aufgrund des nicht bekannten mittleren Abflusses nicht möglich. Falls im Rahmen der Zielszenarien Teilgebiete mit einer Eignung für eine zentrale Versorgung in räumlicher Nähe zum Neetze-Kanal ermittelt werden sollten, sind Messungen der Abflussmenge im Bereich der geplanten Wasserentnahmestelle erforderlich.

5.3.3.2 Stillgewässer

Die Wärmenutzung aus Seewasser kann bei größeren Gewässern einen relevanten Beitrag für eine klimaneutrale Wärmenutzung einzelner Quartiere liefern. Da im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Potenziale mit kommunaler Relevanz im Fokus liegen, beschränkt sich diese Betrachtung auf größere Stillgewässer mit einer Fläche von mindestens 50 ha und 20 m Tiefe.

In der Gemeinde Adendorf sind keine Stillgewässer dieser Größe vorhanden. Daher besteht kein Potenzial für diese Wärmenutzung.

5.3.4 Grundwasserbrunnen

Grundwasserbrunnen nutzen die natürliche Wärme des Grundwassers, das in der Regel über das ganze Jahr eine Temperatur von ca. 10 °C aufweist, um äußerst energieeffizient Wärme durch Wärmepumpen zu wandeln. Diese Art der Wärmepumpen, auch bekannt als Grundwasser-Wärmepumpen, zählt neben den Geothermie-Wärmepumpen zu den effizientesten Methoden der Wärme Gewinnung. Sie sind zur dezentralen Versorgung auch innerhalb bereits bebauter Siedlungsflächen geeignet. Zu beachten sind dabei u.a. Mindestabstände zu Grundstücksgrenzen und bestehenden Gebäude. Der Ortsteil Erbstorf sowie der südwestliche Ortsrand von Adendorf befinden sich innerhalb eines Vorranggebietes Trinkwassergewinnung

gemäß Landes-Raumordnungsprogramm, was ggf. zu Einschränkungen für eine solche Nutzung führen kann [17].

Die Ergiebigkeit eines Grundwasserbrunnens ist von der Tiefe und Temperatur der Grundwasserleiter abhängig. Darüber hinaus variiert das Potenzial durch die angeschlossene thermische Nutzung. Zu beachten ist auch, dass sich Brunnenanlagen in räumlicher Nähe zueinander gegenseitig beeinflussen können. Daher ist die Erstellung von hydrogeologischen Simulationen erforderlich, um negative Wechselwirkungen zwischen geplanten Bohrungen zu vermeiden. Auch lässt sich in der Regel erst durch entsprechende Erkundungsmaßnahmen mit Pumpversuchen das Potenzial bestimmen. Ergänzend können ggf. die Unteren Wasserbehörden Erfahrungswerte aus bestehenden Brunnenanlagen zur Bewertung der Grundwassersituation in der Kommune bereitstellen.

Aufgrund der Komplexität kann im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung keine Potenzialermittlung vorgenommen werden.

5.3.5 Abwärme

5.3.5.1 Industrielle Abwärme

Im Rahmen der Akteursbeteiligung wurden die Industrie- und Gewerbeunternehmen vor Ort benachrichtigt und bezüglich ihres Abwärmepotenzials befragt. Eine positive Rückmeldung gab es von dem Unternehmen Schluckwerder GmbH. Die bei der Süßwarenherstellung anfallende Abwärme wird nicht vollständig im Prozess verwendet und kann gegebenenfalls für die Wärmebereitstellung in einem Wärmenetz genutzt werden. Eine genaue Quantifizierung des Abwärmepotenzials muss noch erfolgen.

Zusätzlich wird vermutet, dass das Eisstadion mit den für den Betrieb notwendigen Kälteanlagen eine signifikante Abwärmemenge erzeugt. Im Rahmen der Akteursbeteiligung gab es zum Zeitpunkt der Berichtserstellung hier jedoch keine Rückmeldung. Im Maßnahmenplan wird die Quantifizierung des Abwärmepotenzials aufgenommen.

5.3.5.2 Abwasserwärme

Die Abwasserwärmerückgewinnung oder Abwasserwärmenutzung bezieht sich auf die Nutzung der im Abwasser enthaltenen Abwärme. Mit Temperaturen im Winter von durchschnittlich 8 bis 12 °C und im Sommer zwischen 17 und 20 °C bietet Abwasser das ganze Jahr über ein Potenzial zur Wärme- und Kälteerzeugung. Diese Temperaturunterschiede ermöglichen nicht nur die Beheizung von Gebäuden im Winter, sondern auch eine effiziente Kühlung im Sommer. Durch den Einsatz von Wärmetauschern und Wärmepumpen kann die Wärmeenergie aus dem Abwasser extrahiert und für Heiz- oder Kühlzwecke genutzt werden, was sowohl umweltfreundlich als auch wirtschaftlich ist.

Die Nutzung von Abwasserwärmenutzungsanlagen erfordert geeignete Voraussetzungen. Dazu zählen ausreichende Abwasserströme mit einem angemessenen Volumen und Tem-

peraturniveau sowie die technische Infrastruktur zur Installation der benötigten Ausrüstung. Potenzielle Standorte für Abwasserwärmenutzungsanlagen finden sich häufig in städtischen Gebieten mit einem dichten Abwassernetzwerk sowie in Industrie- oder Gewerbegebieten, wo große Abwassermengen anfallen. Die Nähe zu Gebäuden, die von der erzeugten Wärme oder Kälte profitieren können, ist ein weiterer wichtiger Faktor bei der Standortwahl.

Das in der Gemeinde Adendorf anfallende Abwasser wird in die von der AGL Lüneburg GmbH betriebene Großkläranlage der Hansestadt Lüneburg geleitet und damit außerhalb der Gemeindegrenze geklärt. Dementsprechend besteht kein Potenzial für eine Nutzung der Abwasserwärme für Adendorf.

Gemäß Leitfaden Wärmeplanung [18] kann der Einsatz von Kanalwärmetauschern ab einem Kanaldurchmesser von DN 400 und einem Trockenwetterabfluss von 10 l/s sinnvoll sein [19].

Insgesamt fallen in Adendorf ca. 572.000 m³/a Abwasser an. Das entspricht 18 l/s im direkten Zulauf der Anlage. In anderen Strängen des Netzes wird der Durchfluss deutlich darunter liegen, sodass eine Wärmenutzung aus dem Kanalnetz nicht weiter betrachtet wird.

5.3.6 Geothermie

5.3.6.1 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie bezeichnet die Nutzung der Erdwärme in einer Tiefe von bis zu 400 m. Diese Form der Energiegewinnung kann auf zwei Arten erfolgen: Durch horizontale Erdreichkollektoren oder durch Vertikalsonden.

Für die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme kommen zum einen Flächenkollektoren zum Einsatz. Dabei werden Kunststoffrohre in Schleifen verlegt und in geringer Tiefe horizontal in den Boden eingegraben, üblicherweise knapp unter der Frostgrenze in einer Tiefe von 1,5 m. Ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel durchströmt diese Rohre und leitet die Erdwärme an die Wärmepumpe weiter. Es ist wichtig, dass diese Flächen nicht überbaut werden, damit der Boden die entnommene Wärme durch Sonneneinstrahlung und Regen wieder regenerieren kann. Ein Nachteil von Flächenkollektoren ist der enorme Platzbedarf, der etwa doppelt so groß sein muss wie die zu beheizende Wohnfläche [20].

Zum anderen können als platzsparende Alternative Vertikalsonden eingesetzt werden. Diese nutzen nicht die Erdreichwärme durch Sonne und Regen, sondern die natürliche Erdwärme, die in einer Tiefe von bis zu 400 m konstant etwa 15 °C beträgt. Ein großer Vorteil der Sonden-technologie ist, dass die Temperatur das ganze Jahr über stabil bleibt. Im Gegensatz dazu unterliegen Erdreichkollektoren aufgrund ihrer geringen Tiefe im Laufe des Jahres Temperaturschwankungen.

Die Menge der nutzbaren Wärme wird von mehreren Faktoren beeinflusst, darunter die wirtschaftlichen und technischen Gegebenheiten des jeweiligen Grundstücks, die Anzahl und Position weiterer Sonden in der Umgebung sowie die Möglichkeit der Regeneration der Bohrung durch Kühlung außerhalb der Heizperiode. Bei bestehenden Gebäuden konkurriert

die Nutzung von Geothermie mit Erdwärmesonden oft mit anderen – möglicherweise leichter umsetzbaren – Alternativen zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen.

In Neubaugebieten mit geeigneten geologischen Bedingungen kann Geothermie eine Wärmequelle für die Versorgung ganzer Wohngebiete darstellen. Die notwendige Bohrtiefe, die Anzahl und der Ertrag der Sonden sowie die wirtschaftlichen Aspekte müssen jedoch jeweils individuell vor Ort für jedes Bauvorhaben geprüft werden.

Zur Ermittlung der Potenziale für oberflächennahe Geothermie werden die bereits in der Potenzialstudie des Landkreises Lüneburg ermittelten Potenzialflächen zu Grunde gelegt. Zur Erarbeitung dieser Flächen wurden Restriktionskriterien ermittelt, die dieser Nutzung entgegenstehen – wie z.B. Siedlungs- und Verkehrsflächen und umweltfachliche Schutzgebiete – und aus der Gemeindefläche ausgeschlossen.

Für Erdwärmesonden werden kleinflächige Bereiche innerhalb der Ortslagen sowie großflächige landwirtschaftliche Nutzflächen identifiziert, die in Summe 330,7 ha der Gemeindefläche umfassen (Abbildung 5-7). In Adendorf sind darüber hinaus in Teilen des Gemeindegebietes Einschränkungsgründe für Erdwärmesonden bekannt. Im Südosten des Gemeindegebietes befindet sich ein Vorranggebiet Trinkwassergewinnung im Regionalen Raumordnungsprogramm (RROP). Zudem ist etwa die nördliche Hälfte des Gemeindegebietes als Grundwasserversalzungsgebiet dargestellt. Innerhalb dessen sind auch Bereiche mit artesischen Grundwasserverhältnissen bekannt. Nach Abzug der Einschränkungsgründe verbleiben noch 70,8 ha Potenzialflächen.

Zur Quantifizierung wird für jede Teilfläche ermittelt, wie viele Sonden theoretisch platziert werden könnten. Alle in der Potenzialstudie des Landkreises ermittelten Potenzialflächen ermöglichen theoretisch 97.656 Sonden. Unter Annahme einer spezifische Wärmeentzugsleistung von 60 W/m bei einer Betriebsdauer von 1.800 h/a können 1.406 GWh/a Wärme theoretisch erzeugt werden.

Unter Ausschluss der oben beschriebenen Einschränkungsgründe verbleibt ein Potenzial von rund 20.700 Sonden. Unter Annahme der gleichen Wärmeentzugsleistung und Betriebsdauer pro Jahr, beträgt die theoretisch mögliche Wärmemenge 298,2 GWh/a.

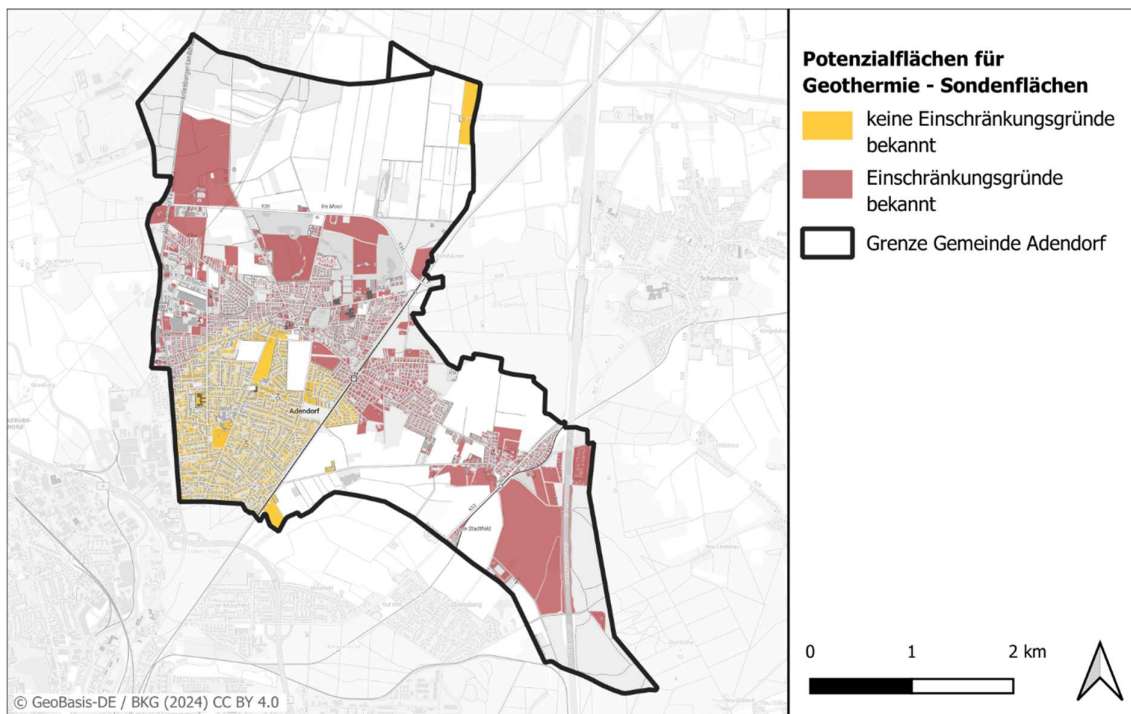


Abbildung 5-7: Potenzialflächen für Geothermie - Sondenflächen in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus Potenzialstudie Landkreis Lüneburg

Für Erdwärmekollektoren werden in der Potenzialstudie des Landkreises 438,2 ha Potenzialflächen identifiziert (Abbildung 5-8). Auch für Erdwärmekollektoren stellt das Vorranggebiet Trinkwassergewinnung des RROP im Südosten des Gemeindegebietes einen Einschränkungsgrund dar. Darüber hinaus sind im Norden – überwiegend nördlich der K 30 – sowie südlich der Kernortes Adendorf entlang des Raderbachs niedrige Grundwasserflurstände bekannt. Nach Abzug der Einschränkungsgründe verbleiben noch rund 253,4 ha Potenzialflächen.

Bei Betrachtung der vollständigen Potenzialflächen können unter Annahme einer Entzugsleistung von 20 bis 30 W/m² bei einer Betriebsdauer von 1.800 h/a rund 269,2 GWh/a Wärme gewonnen werden. Bei Beschränkung auf die Potenzialflächen ohne Einschränkungsgründe reduziert sich die potenzielle Wärmemenge auf rund 155,1 GWh/a.

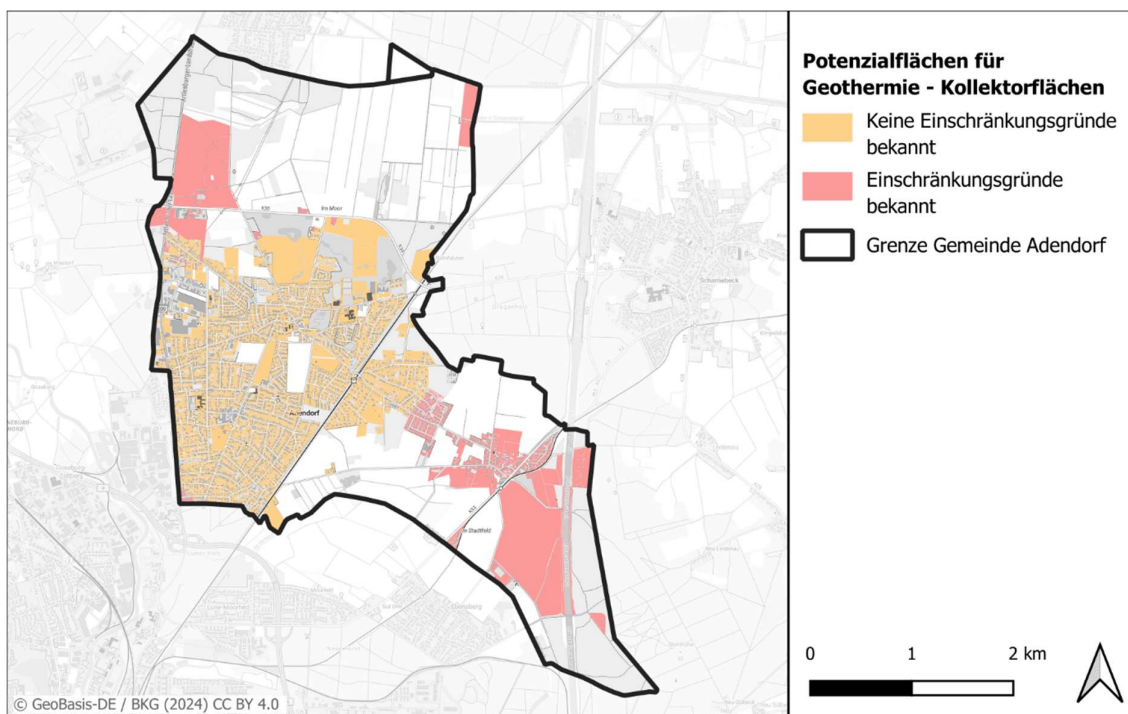


Abbildung 5-8: Potenzialflächen für Geothermie – Kollektorflächen in der Gemeinde Adendorf. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus Potenzialstudie Landkreis Lüneburg

Tabelle 5-7: Ergebnisse Potenzialermittlung oberflächennahe Geothermie

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	- Potenzialflächen für Sonden gemäß Potenzialstudie Landkreis Lüneburg - Einschränkungsgründe gemäß NIBIS Kartenserver - Anzahl potenzielle Sonden: 20.709 - Betriebsdauer: 1.800 h/a	298,2 GWh/a
	- Potenzialflächen für Kollektoren gemäß Potenzialstudie Landkreis Lüneburg - Einschränkungsgründe gemäß NIBIS Kartenserver - Entzugsleistung: 20 bis 30 W/m² - Betriebsdauer: 1.800 h/a	155,1 GWh/a
Technisches Potenzial	Weitere Eingrenzung nicht möglich	k. A.

5.3.6.2 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme aus einer Tiefe von mindestens 400 m. Das Ziel ist es, in solchen Tiefen Gesteinsschichten zu erschließen, in denen warmes Thermalwasser fließt. Geeignete Gesteinsformationen für die Geothermienutzung sind vor allem Konglomerate und Sandsteine. Abhängig von der Tiefe und der Beschaffenheit der Quelle variieren die Temperaturen erheblich. In der Tiefengeothermie unterscheidet man daher zwischen Hochenthalpie- und Niederenthalpielagerstätten. Die Grenze zwischen

Niederenthalpie (niedrige Temperaturen) und Hochenthalpielagerstätten (hohe Temperaturen) liegt üblicherweise bei etwa 200 °C.

In Norddeutschland werden Niederenthalpielagerstätten hauptsächlich aus sedimentären Porenspeichern des Jura, der Trias und des Perms erschlossen. Das Norddeutsche Becken erstreckt sich von Südniedersachsen bis unter die Nord- und Ostsee. Die Beckenfüllung besteht aus einer bis zu 5.000 m mächtigen Abfolge von Gesteinsschichten, deren Basis Vulkangesteine bilden, auf denen verschiedene Sedimentgesteine lagern. In Tiefen von 4.000 bis 5.000 m herrschen hier Temperaturen zwischen 130 und 160 °C.

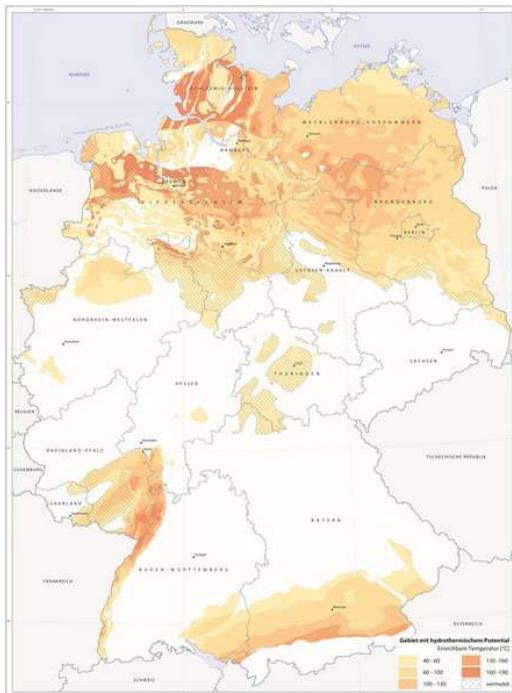


Abbildung 5-9: Graphische Verteilung hydrothermaler Potenziale mit Temperaturangaben. Quelle: Schulz in [21]

Für die Wärmeversorgung werden Temperaturen von unter 180 °C benötigt, die sich im geothermalen Temperaturfenster befinden. Die Bedarfstemperaturen liegen zwischen 30 °C und 70 °C, darunter fällt der Wärmebedarf von privaten Haushalten, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie industrielle Niedertemperatur-Prozesswärme.

Systeme, die auf tiefegeothermischen Quellen basieren, sind aufgrund der höheren Temperaturen äußerst effizient und können mit dem Einsatz von 1 kWh Strom je nach Standort 20 bis 50 kWh Wärme liefern.

Die Planung und Durchführung von Tiefegeothermieprojekten ist ein komplexer Prozess, der sorgfältige Voruntersuchungen und erhebliche Investitionen erfordert. Vor einer Machbarkeitsstudie ist eine Vorstudie zu empfehlen die verfügbaren Daten und Quellen, sowie einen Überblick über die geologische Situation erstellt. Zur Grundlage einer solchen Vorstudie können frei zugängliche Kartenserver wie das Geothermische Informationssystem (GeotIS)

des Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) bzw. der geologische Dienst des Bundeslandes dienen.

Bei einem theoretischen Potenzial nach der Vorstudie steht die Beauftragung einer Machbarkeitsstudie, bei der durch geologische und geophysikalische Untersuchungen, wie seismische Tests, die Eignung des Untergrunds bewertet wird. Diese Untersuchungen dienen dazu, die geothermischen Ressourcen und die Beschaffenheit der geologischen Schichten zu bestimmen. Auf Basis dieser Studien wird eine Wirtschaftlichkeitsanalyse erstellt, welche die Höhe der Anfangsinvestitionen berücksichtigt. Diese umfassen Kosten für die seismischen Untersuchungen, Genehmigungen und die Vorbereitung der Bohrplätze.

Eine Herausforderung in diesem Prozess ist die Unsicherheit, die trotz aller Voruntersuchungen besteht. Selbst nach umfangreichen und kostspieligen Studien kann sich herausstellen, dass der Untergrund nicht die erwarteten Eigenschaften aufweist, wie die Durchlässigkeit und Temperaturen.

Bei der Verwendung von Tiefen Geothermie existieren zwei Systeme. Zum einen hydrothermale Systeme, zum anderen petrothermale Systeme. Bei dem hydrothermalen System wird über einen Förderbrunnen das tiefe Grundwasserleiter (Aquifer) an die Oberfläche gefördert. Für die Nutzung eines Aquifers ist eine hohe Durchlässigkeit der umliegenden Gesteinsschichten nötig. Neben der Förderbohrung ist aufgrund der hohen Mineralisation und Gasanteils des Thermalwassers eine Injektionsbohrung zur Rückführung in das Aquifer zu empfehlen. Die Rückführung erlaubt eine leichtere Entsorgung des Thermalwassers, sowie die Sicherstellung der Regeneration des Aquifers [22]. Die Verwendung eines hydrothermalen Systems beinhaltet ein paar Rahmenbedingungen, die einzuhalten sind. Die Temperaturabnahme im Aquifer darf über 50 Jahre nicht größer 1 K betragen. Der Abstand zwischen Förder- und Injektionsbohrung sollte ausreichend groß sein, um einen thermischen Kurzschluss zu verhindern. Üblich ist ein Abstand von 1.000 m bis 2.000 m, je nach Standort sind größere Abstände möglich [23].

Bei petrothermalen Systemen wird weiterhin zwischen offenen und geschlossenen Systemen unterschieden. Ein offenes System ähnelt dem hydrothermalen System mit dem Unterschied, dass keine Aquifere verwendet werden, sondern Gesteinsschichten mit geringer Durchlässigkeit. Dadurch sind diese Systeme unabhängig von wasserführenden Strukturen, benötigen in der Regel eine tiefere Bohrung. Ein geschlossenes petrothermales System wird auch tiefe Erdwärmesonde genannt. Bei tiefen Erdwärmesonden wird das kalte Fluid an den Außenwänden langsam (5 m/s – 65 m/s) hinab geleitet. Währenddessen erwärmt sich das Fluid, beim Erreichen des Endpunktes wird das nun erwärmte Fluid durch das innenliegende isolierte Rohr an die Oberfläche gefördert. Über einen Wärmetauscher wird daraufhin die Wärme in den Fernwärmekreislauf übertragen [22].

Vorteilig, im Gegensatz zu den anderen benannten Systemen, ist die flexible Einsetzbarkeit von tiefen Erdwärmesonden, da kein Grundwasserleiter oder poröse Gesteinsschichten notwendig sind. Zudem besteht kein direkter Austausch mit dem umliegenden Stein, wodurch verschiedene Fluide verwendet werden können. Tiefe Erdwärmesonden besitzen eine geringere Leistung als die offenen Systeme, da die Wärmeübertragungsfläche mit dem Gestein

gering ist. Die Bohrung erweist sich als kostenintensiven Teil, da eine exakte Vorhersage der geologischen Verhältnisse erforderlich ist. [22].

Da die Voruntersuchungen zur tiefengeothermischen Ergiebigkeit sowohl den zeitlichen als auch den Kostenrahmen der kommunalen Wärmeplanung weit übersteigen, kann das Potenzial nicht beziffert werden. Sollte im Rahmen des Zielszenarios der Einsatz von Tiefengeothermie notwendig sein, muss eine geothermische Voruntersuchung in den Maßnahmenkatalog aufgenommen werden. Mithilfe der benannten Kartenserver wird eine Schätzung möglich, ob eine Probebohrung in die tieferen Gesteinsregionen nötig ist.

Adendorf liegt am im Norddeutschenbecken. In dieser Region ist das hydrothermale Potenzial (Abbildung 5-9) generell hoch, Adendorf liegt in einer Zone, der ein geringeres Potenzial nachgewiesen ist (40 bis 60 °C). Im Weiteren zeigt ein Querschnitt in die Gesteinsschichten mithilfe des GeotIS [24], dass ein Potential in Form des unteren Keupers in einer Tiefe ab 1.300 m vermutet wird. In den tieferen Regionen befindet sich kein bekanntes Potenzial. Die Mächtigkeit des unteren Keupers beträgt ca. 1.000 m. Die Temperatur in dieser Region liegt bei 50 °C bis 83 °C mit einer Abweichung von ± 2 °C.

Zur Reduzierung des Fündigkeitsrisiko wurde als weitere Quelle das niedersächsische Bodeninformationssystem (NIBIS) hinzugezogen. Dieser unterstreicht die bisherigen Annahmen, dass die großen geothermischen Ablagerungen (Valangium und die Bückeberg-Gruppe) in der Region nicht großflächig vertreten sind. Lokale geringmächtige Ablagerungen sind dennoch möglich.

Die gegebene Gesteinsschichtung in der Form des unteren Keupers ermöglicht die Verwendung von tiefen Erdwärmesonden, um eine kleine Menge Geothermie in Kombination mit einer Wärmepumpe zu verwenden.

Aufgrund der Angaben des GeotIS in Kombination mit dem NIBIS lässt sich ableiten, dass in der Region in und um Adendorf keine nennenswerten tiefen geothermischen Vorkommen vorzufinden sind und werden daher in der weiteren Wärmeplanung nicht betrachtet. Die Verwendung von tiefen Erdwärmesonden benötigt exakte Vorhersage der geologischen Verhältnisse, sodass eine Machbarkeitsstudie nötig ist, um das technische Potenzial abschätzen zu können [22].

5.3.7 Wasserstoff

Erneuerbar erzeugter Wasserstoff ermöglicht es, die CO₂-Emissionen insbesondere in den Bereichen Industrie und Verkehr signifikant zu senken, wo Energieeffizienz und der direkte Einsatz von Strom aus erneuerbaren Quellen nicht ausreichen. Im Stromsektor leistet Wasserstoff einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit.

Um Wasserstoff in Deutschland effektiv verfügbar zu machen, ist ein Wasserstoff-Kernnetz als grundlegende Infrastruktur erforderlich. Dieses Kernnetz wird die Basis für zukünftige Erweiterungen des Wasserstoffnetzes bilden. Das Ziel ist es, zentrale Wasserstoff-Standorte im ganzen Land zu verbinden, darunter große Industriezentren, Speicheranlagen, Kraftwerke und

Importkorridore. Geplant sind sowohl die Umstellung bestehende Erdgasleitungen als auch der Neubau von Leitungen [25].

5.3.7.1 Infrastruktur und Kenntnislage

Das Wasserstoff-Kernnetz soll bis 2032 eine Länge von rund 10.000 Kilometern erreichen, indem neue Leitungen gebaut und bestehende Erdgasleitungen umgerüstet werden. Bereits heute sind 60 % der Strecke als Erdgasleitungen vorhanden und können für die Wasserstoffnutzung neu genutzt werden. In einem weiteren Schritt werden nach und nach immer mehr Produktionsunternehmen und Kraftwerke über zusätzliche Leitungen an das Netz angeschlossen [26].

Innerhalb und im Umfeld der Gemeinde Adendorf sind derzeit keine Wasserstoffleitungen geplant. Die nächstgelegenen Leitungen werden voraussichtlich mehr als 30 km nordwestlich der Gemeinde im Landkreis Harburg und der Hansestadt Hamburg verlaufen. Dementsprechend ist keine Entwicklung von Wasserstoffprojekten im Gemeindegebiet in den nächsten Jahren zu erwarten.

5.3.7.2 Power to Gas (Elektrolyse, Methan aus Strom)

Eine Möglichkeit zur Nutzung der Power-to-Gas-Technologie (PtG, dt.: *Strom-zu-Gas*) besteht darin, dass überschüssiger Strom zu einem speicherbaren Gas umgewandelt werden kann. Oft müssen Wind- oder Solaranlagen aufgrund einer Überlastung des Stromnetzes abgeschaltet werden. Durch einen Elektrolyseur könnte diese bisher ungenutzte Energie für die Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff verwendet werden. Als Wasserstoff lässt sich die Energie verlustarm speichern und transportieren. Die entstehende Abwärme im Zuge der Elektrolyse kann mittels Wärmenetzen verteilt und zur Gebäudebeheizung genutzt werden.

Die Abbildung 5-10 weist die möglichen Verwendungsgebiete des produzierten Wasserstoffes auf.

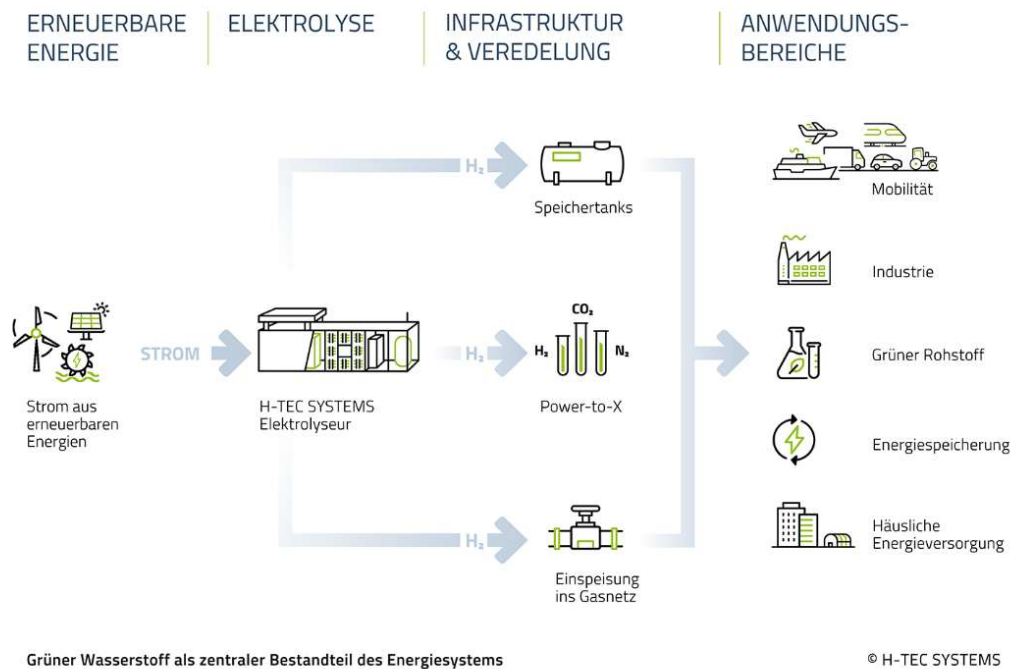


Abbildung 5-10: Potenziale Wasserstoff. Quelle: [27]

5.3.8 Wärmepumpe Außenluft

Neben den bereits aufgeführten Umweltwärmepotenzialen kann auch die Umgebungsluft als Wärmequelle für Wärmepumpen eingesetzt werden. Luft steht als Quelle nahezu überall zur Verfügung. Als Restriktionen sind die Lärmemission in Siedlungsgebieten – wofür inzwischen technische Lösungen durch leisere Geräte oder geräuschisolierende Gehäuse in vielen Fällen zur Verfügung stehen – sowie gewisse Mindestabstände zu Gebäuden und benachbarten Grundstücken zu beachten.

Zur Ermittlung der Eignung eines Baublocks für die Nutzung von Luftwärmepumpen werden Abstände von 3 m zu Grundstücksgrenzen und 30 cm zu Gebäuden sowie eine Mindestflächengröße von 0,5 m² und eine Mindestbreite von 40 cm angenommen. Die Abbildung 5-11 stellt den prozentualen Anteil der unter Berücksichtigung der genannten Annahmen verbleibenden Potenzialflächen der jeweiligen Baublöcke dar. Aufgrund der eher lockeren Bebauung stehen in den meisten Teilen von Adendorf verhältnismäßig große Anteile der Baublöcke als Standorte für Wärmepumpen zur Verfügung. Nur in wenigen Baublöcken, die durch schmale Grundstücke mit Doppel- oder Reihenhausbauung geprägt sind, verbleiben nur geringe Anteile an Potenzialflächen für Luftwärmepumpen.

Eine Quantifizierung einer theoretisch oder technisch potenziellen Wärmeenerzeugung ist auf Basis der Potenzialfläche nicht möglich. Die potenzielle Wärmemenge ist maßgeblich vom Wärmebedarf und der Leistung der Anlage abhängig.

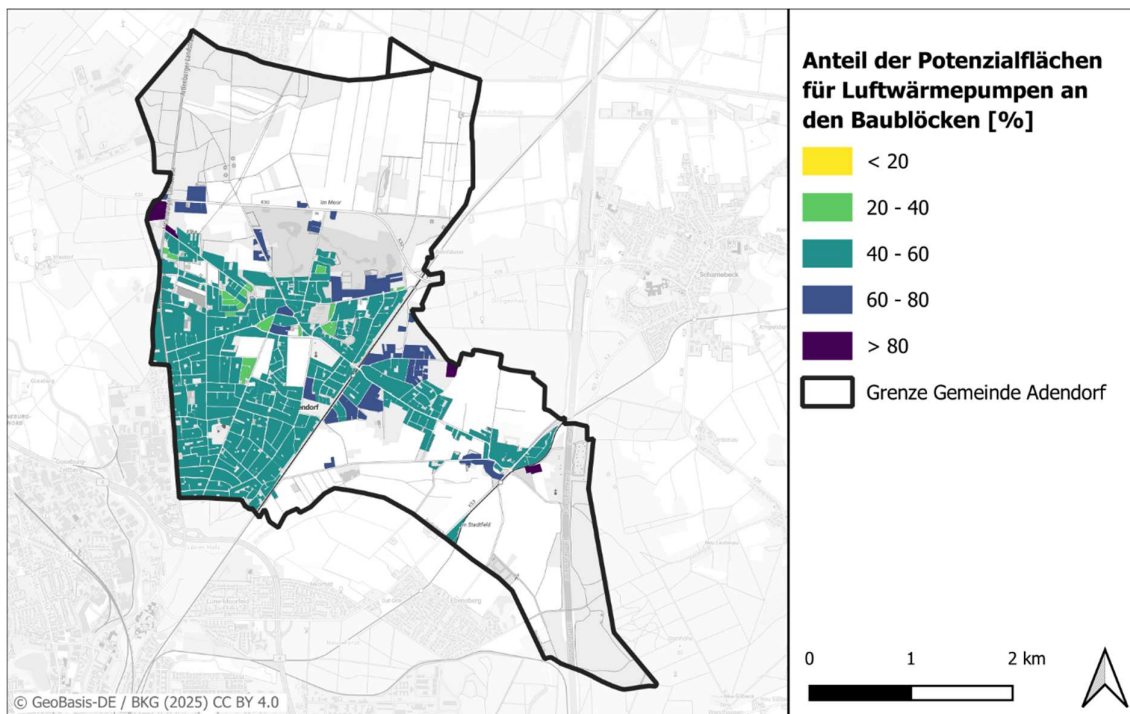


Abbildung 5-11: Anteil der Potenzialflächen für Luftwärmepumpen an den Baublöcken in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung

Aufgrund der eher geringen Bebauungsdichte ist der großflächige Einsatz von Wärmepumpen mit Luft als Quelle in der Gemeinde Adendorf möglich. Zu berücksichtigen gilt, dass Wärmepumpen mit Luft als Quelle teils weniger effizient sind als Wärmepumpen mit alternativen Quellen – wie z.B. Geothermie – dieser Umstand ist besonders bei tiefen Außentemperaturen $< 0^{\circ}\text{C}$ der Fall. Daher empfiehlt es sich technisch und wirtschaftlich andere Umweltwärmequelle (z.B. Geothermie) im Vorfeld zu prüfen.

5.3.9 Potenziale für erneuerbaren Strom

5.3.9.1 Photovoltaik auf Dachflächen

Die Potenzialanalyse für Photovoltaikanlagen (PV) auf Dachflächen der Gemeinde Adendorf basiert auf dem Potenzialstudie des Landkreises Lüneburg. Dabei werden auf Basis der Ausrichtung und Neigung der Dachflächen sowie der Verschattung die Sonneneinstrahlung über ein Jahr auf die jeweiligen Dachflächen sowie die darauf montierbaren Modulflächen aufgeführt.

Das theoretische Potenzial umfasst die Einstrahlung auf alle als geeignet und gut geeignet bewerteten Dachflächen und beträgt 478,24 GWh/a. Die verschatteten und als ungeeignet bewertete Dachflächen werden, nicht in der Berechnung des theoretischen Potenzials berücksichtigt.

Zur Eingrenzung auf das technische Potenzial wird von einem Verhältnis der Dachfläche zur Modulfläche von 80 % ausgegangen und ein Wirkungsgrad von 20 % für Photovoltaikmodule angenommen [28]. Das technische Potenzial beträgt somit 76,5 GWh/a.

Tabelle 5-8: Ergebnisse Potenzialermittlung Photovoltaikanlagen auf Dachflächen

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	- Alle geeigneten Dachflächen - Einstrahlung und Flächengröße Module gemäß Potenzialstudie Landkreis Lüneburg	478,2 GWh/a
Technisches Potenzial	- Anteil Modulfläche: 80 % - Wirkungsgrad Photovoltaikmodule: 20 %	76,5 GWh/a

5.3.9.2 Photovoltaik auf Freiflächen

Neben der Photovoltaik-Nutzung auf Dachflächen, wird auch das Ertragspotenzial für PV auf Freiflächen untersucht. PV-Anlagen auf Freiflächen erreichen hohe Erzeugungsleistungen, deren Erträge üblicherweise direkt ins Stromnetz eingespeist werden. In räumlicher Nähe zu Heizzentralen für Wärmenetze kann eine PV-Freiflächenanlage auch zur direkten Versorgung einer zentralen Wärmepumpe genutzt werden. Die Flächenermittlung für das theoretische Potenzial erfolgt analog zur Bestimmung des Solarthermiefpotenzials (vgl. Kapitel 5.3.1.2).

Im Rahmen der Potenzialstudie des Landkreises konnten rund 350,2 ha Potenzialflächen für Freiflächenphotovoltaikanlagen innerhalb der Gemeindefläche ermittelt werden (vgl. Abbildung 5-4 in Kapitel 5.3.1.2). Für alle Potenzialflächen im Gemeindegebiet von Adendorf beträgt das theoretische Potenziäle 3.781,5 GWh/a.

Zur Eingrenzung auf das technische Potenzial wird ein Verhältnis der Modulfläche zur Geländefläche von 60 % zu Grunde gelegt. Der Wirkungsgrad variiert je nach Kollektorart und Temperaturdifferenz, im Durchschnitt wird jedoch von einem Einsatz von Flachkollektoren mit einem Wirkungsgrad von 20 % ausgegangen. Damit steht als technisches Potenzial eine Wärmemenge von 453,8 GWh/a zur Verfügung.

Tabelle 5-9: Ergebnisse Potenzialermittlung Photovoltaikanlagen auf Dachflächen

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	- Alle geeigneten Flächen: 350,2 ha - Einstrahlung gem. Potenzialstudie Landkreis Lüneburg	3.781,5 GWh/a
Technisches Potenzial	- Anteil Modulfläche: 60 % - Wirkungsgrad Photovoltaikmodule: 20 %	453,8 GWh/a

5.3.9.3 Windenergieanlagen

Die Bedeutung von Windenergie bei der Stromerzeugung hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Im Gegensatz zu den Photovoltaikanlagen erzeugen Windenergieanlagen auch während der Heizperiode nennenswerte Strommengen. Speziell im Hinblick auf die sektoren-

übergreifende Energiewende ist der flächendeckende Ausbau der Windkraft von besonderer Bedeutung.

Derzeit sind in der Gemeinde Adendorf keine Windenergieanlagen vorhanden. Im aktuellen 2. Entwurf des Regionalen Raumordnungsprogramms für den Landkreis Lüneburg sind keine Vorranggebiete Windenergienutzung im Gemeindegebiet vorgesehen [29]. Demnach ist auch in den kommenden Jahren kein Ausbau der Windenergie in Adendorf zu erwarten.

5.3.10 Thermische Speicher

Auf Grund des zeitlichen Versatzes zwischen Verfügbarkeit von Umweltwärmequellen zum Wärmebedarf können thermische Speicher eine wichtige Rolle zur Nutzungssteigerung von Umweltwärme und unvermeidlicher Abwärme spielen. Außerdem sind sie ein wichtiger Baustein in der Sektorenkopplung (Strom-Wärme).

Unterscheiden wird zwischen Großwärmespeichern, die mittelfristig (wenige Tage oder Wochen) bis langfristig (saisonale Verschiebung) Wärme speichern können und kurzfristigen Speichern, die die Wärme einige Stunden speichern.

Kurzfristige Speicher können dezentral eingesetzt werden. Sie dienen zur Nutzungsgrad-erhöhung in einzelnen Gebäuden und können dort beispielsweise die Wärme aus Dach-flächensolarthermie oder einer KWK-Anlage zwischenspeichern, um die Erzeugung zeitlich vom Wärmebedarf zu entkoppeln.

Großwärmespeicher werden meist in Verbindung mit einem Wärmenetz eingesetzt. Sie reichen von Behälterspeichern, die bis zu einem Speichervolumen von ca. 50.000 m³ errichtet werden können, bis zu Erdbeckenspeichern, die über 200.000 m³ Speichervolumen zur Verfügung stellen können.

Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit **Sonderspeicher** einzusetzen, wie z.B. Aquifer-speicher, bei denen Wärme über bis zu 1.500 m tiefe Bohrungen in wassergefüllte Hohlräume geführt wird oder Eisspeicher, die den Phasenübergang von Wasser zur Energiespeicherung nutzen.

Da Speicherlösungen sehr individuell auf die technischen Anforderungen der Wärmequelle und -senke abgestimmt werden müssen, werden im Rahmen der Potenzialanalyse keine konkreten Speicherkonzepte aufgeführt. Diese werden nach Festlegung des Zielszenarios im Rahmen der Maßnahmenplanung in den jeweiligen Gebietssteckbriefen entwickelt und beschrieben. An dieser Stelle wird lediglich eine Einschätzung der Umsetzbarkeit und des Bedarfs an Speicherlösungen aufgeführt.

Auf Grund der Spezifikationen der weiteren Wärmequellen werden Sonderspeicher aus technischen und wirtschaftlichen Gründen in der Gemeinde Adendorf nicht weiter betrachtet.

5.3.11 Zusammenfassung

Das größte realisierbare Potenzial in Gemeinde Adendorf liegt in der Sanierung. Jede Kilo-wattstunde, die eingespart wird, muss nicht unter Einsatz wertvoller Ressourcen erzeugt wer-

den. Um den verbleibenden Wärmebedarf zu decken, sind vor allem dezentrale Potenziale wie Geothermie und Umgebungsluft interessant.

Industrielle Abwärme von der Schluckwerder GmbH und dem Walter-Maack Eisstadion können in Verbindung mit einem Wärmenetz eine wirtschaftliche Alternative darstellen.

Solarthermie bietet ein geeignetes ergänzendes Potenzial, das vor allem mit PV-Dachanlagen ergänzend zur Heizungsumstellung genutzt werden kann.

Wasserstoff wird in der Gemeinde Adendorf voraussichtlich aus wirtschaftlichen Gründen keine Rolle spielen.

Die theoretische und wenn möglich technische Bewertung aller Potenziale können der nachfolgenden Tabelle 5-10 entnommen werden. Eine wirtschaftliche Bewertung erfolgt in dem Kapitel 6.

Tabelle 5-10: Abschätzung für lokale Potenziale in der Gemeinde Adendorf

Potenziale für Erneuerbare Wärme und Strom		Energiemenge
Einsparpotenzial durch Sanierung bei Sanierungsrate von 2 %		- 25,7 GWh/a
Solarthermie	Dachflächen	234,9 GWh/a
	Freiflächen	529,1 GWh/a
Biomasse	Holzartige Biomasse	1,5 GWh/a
	Nachwachsende Rohstoffe	2,1 GWh/a
	Bioabfall	Kein Potenzial
Gewässer	Fließgewässer	Kein Potenzial
	Stillgewässer	Kein Potenzial
Grundwasserbrunnen		Nicht quantifizierbar
Abwärme	Industrielle Abwärme	Nicht quantifizierbar
	Abwasserwärme	Kein Potenzial
Geothermie	oberflächennahe Geothermie	298,2 GWh/a
	Tiefengeothermie	Nicht quantifizierbar
Wärmepumpe Außenluft		Nicht quantifizierbar
Photovoltaik	Dachflächen	76,5 GWh/a
	Freiflächen	453,8 GWh/a
Windkraft	Stromerzeugung aktuell	Kein Potenzial

6 Entwicklung des Zielszenarios und Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete

In dem folgenden Kapitel wird auf Grundlage der vorangegangenen Ergebnisse von Bestands- und Potenzialanalyse ein Zielszenario erstellt, das den Entwicklungspfad zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung 2040 aufzeigen soll. Dieser Schritt ist die Grundlage für die Umsetzungsstrategie und das Fundament für zukünftige Handlungs- und Investitionsentscheidungen der Akteure in Bezug auf Projekte rund um eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung.

6.1 Methodisches Vorgehen

Das geplante Gebiet wird in mehrere Teilgebiete unterteilt. Die Einteilung erfolgt auf Basis der Baublöcke unter Berücksichtigung der Wärmedichte der einzelnen Gebäude. Ein Teilgebiet wird in der Regel eingegrenzt durch typische Ausbaubarrieren, wie Gewässer, Bahnlinien, stark befahrene Straßen und topographische Höhenunterschiede. Die daraus entstandenen Teilgebiete werden hinsichtlich ihrer Eignung für die Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz, Wasserstoffnetz oder durch individuelle dezentrale Versorgung untersucht und bewertet.

Jedes identifizierte Teilgebiet unterläuft einer qualitativen Bewertung der jeweiligen Eignung für eine bestimmte Wärmeversorgungsart. Die zu bewertenden Wärmeversorgungsarten sind Wärmenetze, Wasserstoffnetze und dezentrale Wärmeversorgung. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung an den Leitfaden Wärmeplanung [19] nach ökonomischen und ökologischen Kriterien sowie möglicher Risiken. Die relevanten Indikatoren werden in Anhang A2 „Zu bewertende Indikatoren für die Eignungsstufen der Teilgebiete“ zusammen mit der korrespondierenden Einteilung erläutert. Aus der Bewertung der Indikatoren ergibt sich eine Gesamtbewertung in vier Eignungsstufen, die nach § 19 WPG wie folgt definiert sind:

- Wärmeversorgungsart ist sehr wahrscheinlich für das Teilgebiet geeignet
- Wärmeversorgungsart ist wahrscheinlich für das Teilgebiet geeignet
- Wärmeversorgungsart ist wahrscheinlich für das Teilgebiet ungeeignet
- Wärmeversorgungsart ist sehr wahrscheinlich für das Teilgebiet ungeeignet

Die Eignungsstufen dienen als Handlungs- und Investitionshilfe für die Kommune oder Investoren. Dazu werden die Ergebnisse kartographisch aufgearbeitet und die Eignungsstufen in verschiedener Farbintensität für jede Wärmeversorgungsart dargestellt. Die Wärmenetzgebiete mit der Eignungsstufe „Sehr wahrscheinlich geeignet“ werden im Weiteren detaillierter untersucht und ein Wärmepreis ermittelt.

Das Zielszenario wurde unter Nutzung verschiedener quantitativer und planerischer Methoden entwickelt. Um eine möglichst präzise Prognose zur zukünftigen Entwicklung des Wärmemarktes zu erstellen, wurde ein gebäudescharfes Simulationsmodell, das eine jahresscharfe Heizungswechselentscheidung für alle Gebäudeeigentümer berechnet, verwendet. Das Modell ermittelt dabei unter Berücksichtigung von verschiedenen techno-ökonomischen und ökologischen Parametern das kostengünstigste Heizungssystem für die Gebäudeeigentümer

in der Zukunft. Hierzu gehören unter anderem Investitions- und Betriebskosten der einzelnen Heizsysteme sowie Kosten für energetische Sanierungsmaßnahmen. Zusätzlich dazu wurden politische Vorgaben, wie der Mindestanteil von 65 % erneuerbaren Energien in Heizsystemen aus dem GEG, berücksichtigt.

Die Heizungswechselentscheidung der Gebäudeeigentümer wird in zwei Schritten dargestellt: Initial wird ermittelt, ob ein Heizungswechsel stattfindet. Hierzu wird vorrangig auf das aktuelle Alter der Heizung sowie die laufenden Kosten des Betriebes geschaut. Sobald eine Heizung ihre erwartete Lebensdauer überschreitet oder eine signifikant günstigere Heizung verfügbar ist, nehmen die Gebäudeeigentümer einen Heizungswechsel vor. Der dann stattfindende Heizungswechsel erfolgt unter Berücksichtigung aller zu der Zeit verfügbaren Heizsysteme, deren Kosten und der Kosten für energetische Sanierungsmaßnahmen. Die Gebäudeeigentümer entscheiden sich mit der höchsten Wahrscheinlichkeit für die – auf die Gesamtkosten bezogen – effizienteste Kombination aus Sanierungsmaßnahmen und Heizsystem. Ergebnis des Modells sind die jahres- bzw. stützjahresscharfen Heizungswechselentscheidungen der Gebäudeeigentümer sowie das Sanierungsverhalten, zukünftige Wärmebedarfe und THG-Emissionen. Die Ergebnisse der Simulation werden analog zu den vorherigen Kapiteln aus Datenschutzgründen auf Baublockebene dargestellt.

Um verschiedene potenzielle Entwicklungstrends in der Zukunft zu berücksichtigen, wurde bei der Erarbeitung des Zielszenarios ein iterativer Ansatz verfolgt. Dabei wurden mehrere Szenarien berechnet und miteinander verglichen. Anhand dieses Vergleiches wurde das Zielszenario definiert. Eine Zusammenfassung der relevantesten Ergebnisse aus der Szenarioanalyse ist in Kapitel 6.4 dargestellt. Besondere Bedeutung bei der Szenarioanalyse und der Ermittlung des Zielszenarios kommt zentralen Wärmeversorgungsgebieten zu, insbesondere Wärmenetze. Die Ermittlung von potenziellen Eignungsgebieten für Wärmenetze erfolgt auf Basis verschiedener Kriterien, wie technischer Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit. Eine detaillierte Übersicht zur Ermittlung von Wärmenetzen ist in Kapitel 6.3 aufgeführt.

Bei der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen wurde angenommen, dass die Treibhausgasemissionen des deutschen Strommixes bis zum Zieljahr 2040 auf 0 sinken. Anders ist eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung im Zieljahr nicht realisierbar.

6.2 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete

Nach der in Kapitel 6.1 beschriebenen Vorgehensweise wurde die Gemeinde Adendorf in mehrere Teilgebiete unterteilt. Dadurch resultieren 16 Teilgebiete zuzüglich eines Teilgebietes in Form der dezentralen Versorgung. Die Teilgebiete im Kernort Adendorf sind in der Regel abgegrenzt durch viel befahrende Straßen bzw. mithilfe der überwiegenden Gebäudestruktur wie Ein-, Mehrfamilienhäuser und Gewerbegebäude. Die umliegenden Ortschaft Erbstorf ist ein eigenes separates Teilgebiet. Weiter Baublöcke außerhalb des Kernortes Adendorf und der genannten Ortschaft innerhalb des Gemeindegebietes fallen automatisch in die Kategorie dezentrale Versorgung und werden für die Eignung von Wärme- und Wasserstoffnetze nicht betrachtet. Die Lage der Teilgebiete innerhalb der Gemeindegrenzen ist in Abbildung 6-1 kartografisch dargestellt.

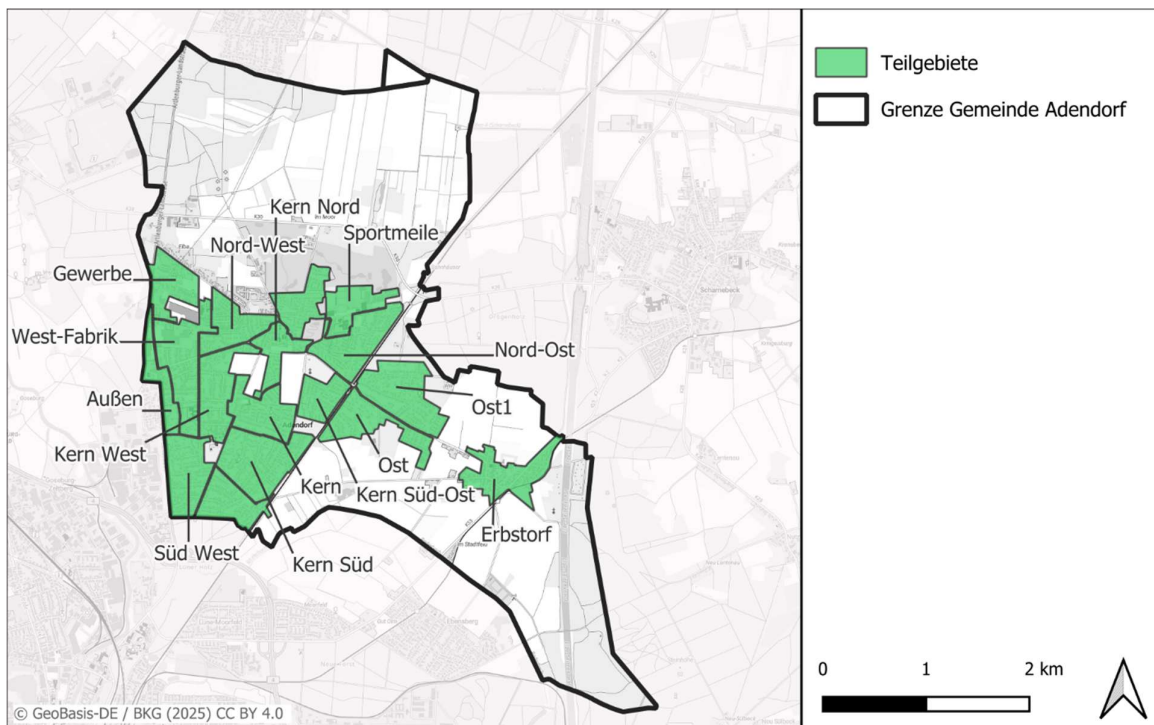


Abbildung 6-1: Einteilung des beplanten Gebiets in Teilgebiete. Quelle: Eigene Darstellung.

Die Bewertung der ausgewiesenen Teilgebiete für die verschiedenen Wärmeversorgungsarten erfolgt analog zu der in Anhang A2 beschriebenen Tabelle. Als Grundlage für die Bewertung der Indikatoren dient einerseits die Bestandsanalyse für die Wärmedichte, Wärmelinien-dichte, Vorhandensein von Ankerkunden und Gas-/Wärmenetzen. Andererseits wird die Potenzialanalyse für die zentrale Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energie (Solarthermie, tiefen Geothermie oder industrielle Abwärme) berücksichtigt. Aus der Summe der Indikatoren bildet sich pro Kategorie eine Zwischenbewertung die bereits eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit der Eignung geben. Die Zwischenbewertungen werden zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst die als Eignungsstufe in den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 6-2 – Abbildung 6-4) dargestellt werden. Die unterschiedlichen Eignungsstufen werden in den Abbildungen mit ändernder Farbintensität dargestellt. Von „Sehr wahrscheinlich ungeeignet“ mit der geringsten Intensität bis „Sehr wahrscheinlich geeignet“ mit der höchsten Intensität.

Aufgrund der insgesamt dichten Siedlungsstruktur von Adendorf sind die meisten Teilgebiete wahrscheinlich für eine zentrale Wärmeversorgung mit Wärmenetzen geeignet, aber nur drei Teilgebiete erhalten aufgrund ihrer besonders hohen Wärmedichte und der vorhandenen Wärmequellen die Einstufung „sehr wahrscheinlich geeignet“ (Abbildung 6-2). Gleichzeitig wird der Großteil von Adendorf auch als „sehr wahrscheinlich geeignet“ für eine dezentrale Wärmeversorgung eingestuft (Abbildung 6-4). Als Wasserstoffnetzgebiet sind alle Teilgebiete „wahrscheinlich ungeeignet“ (Abbildung 6-3). Zwar liegt mit dem Gasnetz eine nach Umrüstung nutzbare Infrastruktur für die Bereitstellung von Wasserstoff vor, doch ist weder die Verfügbarkeit noch der Preis für Wasserstoff im Zieljahr seriös abzuschätzen. Es wird davon ausge-

gangen, dass Wasserstoff für die Beheizung von Wohnflächen zu teuer sein wird und die verfügbaren Kapazitäten der stofflichen Nutzung in der Industrie vorbehalten sind.

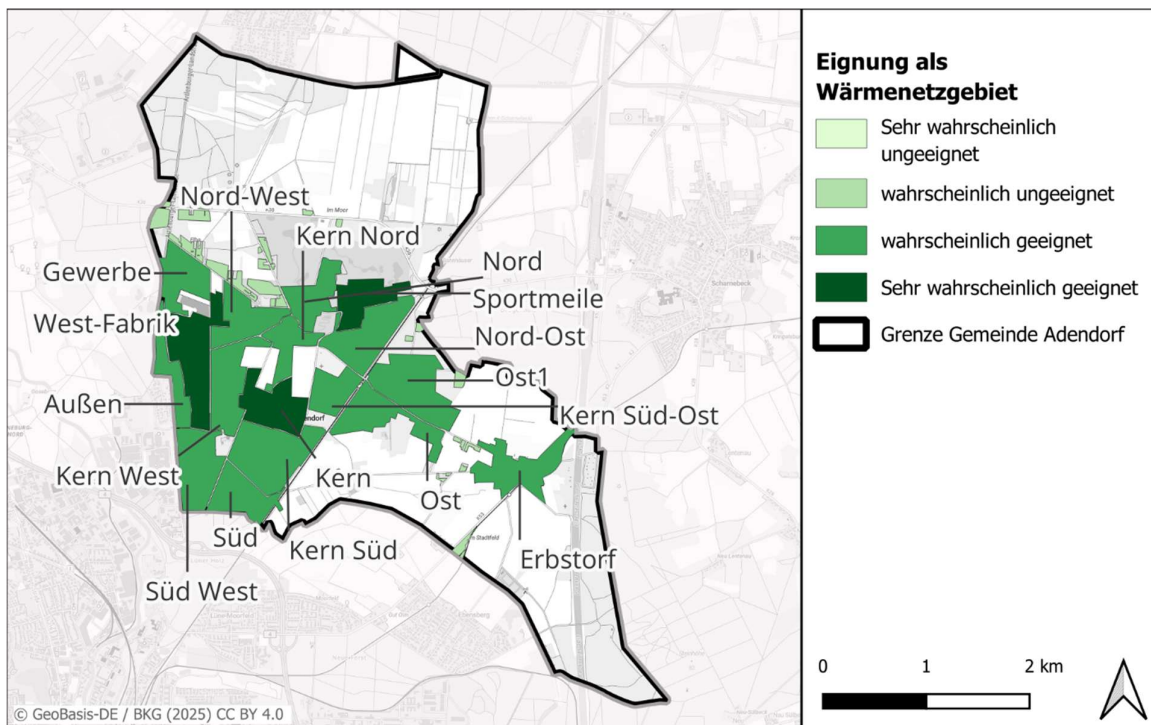


Abbildung 6-2: Eignungsstufen der Teilgebiete als Wärmenetzgebiet. Quelle Eigene Darstellung

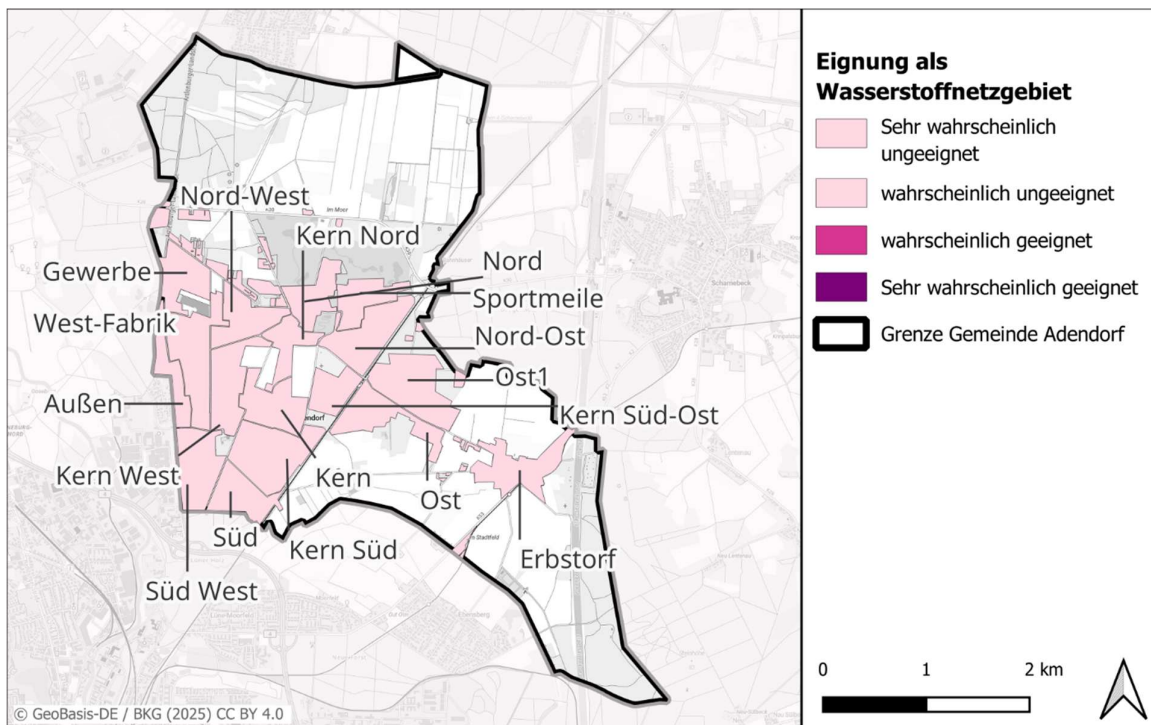


Abbildung 6-3: Eignungsstufen der Teilgebiete als Wasserstoffnetzgebiet. Quelle: Eigene Darstellung

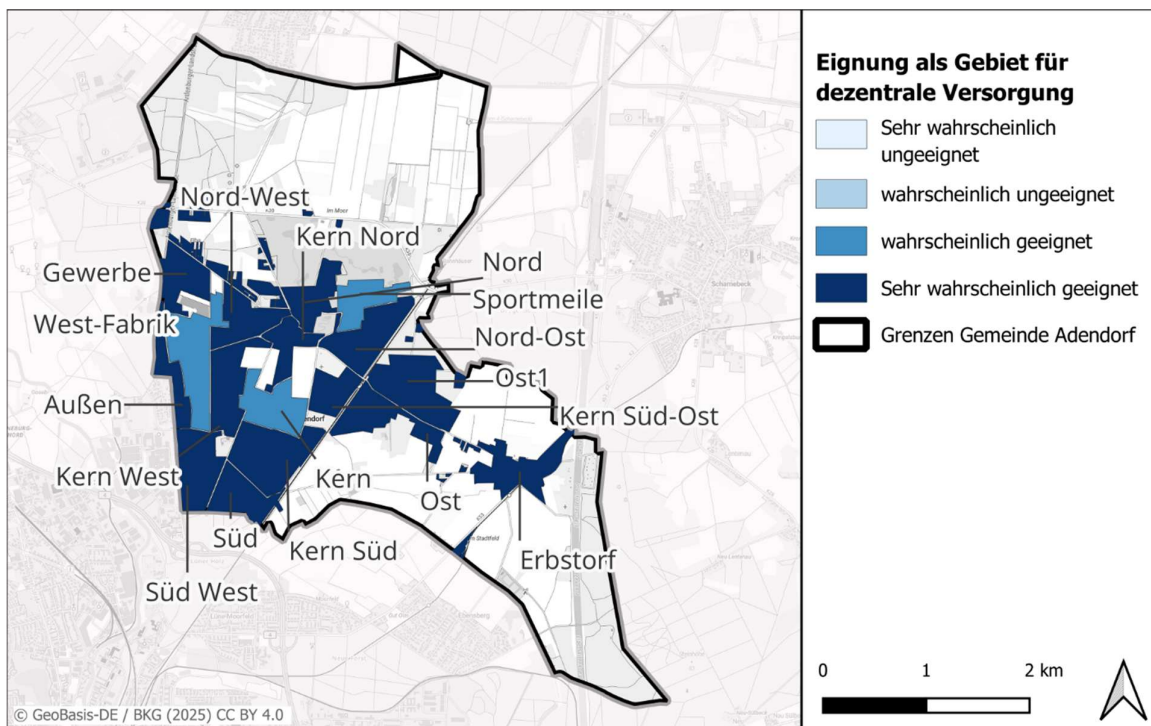


Abbildung 6-4: Eignungsstufen der Teilgebiete für dezentrale Versorgung. Quelle: Eigene Darstellung.

6.3 Ermittlung von Wärmenetzen

Für Teilgebiete aus Kapitel 6.2, deren Eignung für Wärmenetze die Stufe „Sehr wahrscheinlich geeignet“ erreicht hat, werden die detaillierteren Kosten für ein potenzielles Wärmenetz ermittelt. Die Kosten werden in Form von Bruttoendkundenpreisen dargestellt und beinhalten neben den Investitionskosten für den Netzausbau und den Energieeinkauf auch eine Renditeerwartung des potenziellen Investors und steuerliche Abgaben. Die Einzelpositionen eines Wärmenetzes sind an einem theoretischen Beispiel in Abbildung 6-5 dargestellt.

Die Investitionskosten für das Netz berücksichtigen dabei die Kosten für den Netzaus- bzw. Neubau und eine mögliche Förderung durch das Programm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“, kurz BEW, und werden anschließend auf die Anschlussnehmer umgelegt. Die Position Wärmeerzeugung umfasst sämtliche Kosten für die Wärmeerzeugung bzw. -beschaffung und hängt besonders von den lokalen Potenzialen an erneuerbaren Wärmequellen ab. Bei Anwesenheit einer geeigneten Wärmequelle fallen die Erzeugungskosten potenziell geringer aus als bei Abwesenheit der Wärmequelle. Zusätzlich enthält die Position auch die Kosten für eine Spitzenlastversorgung.

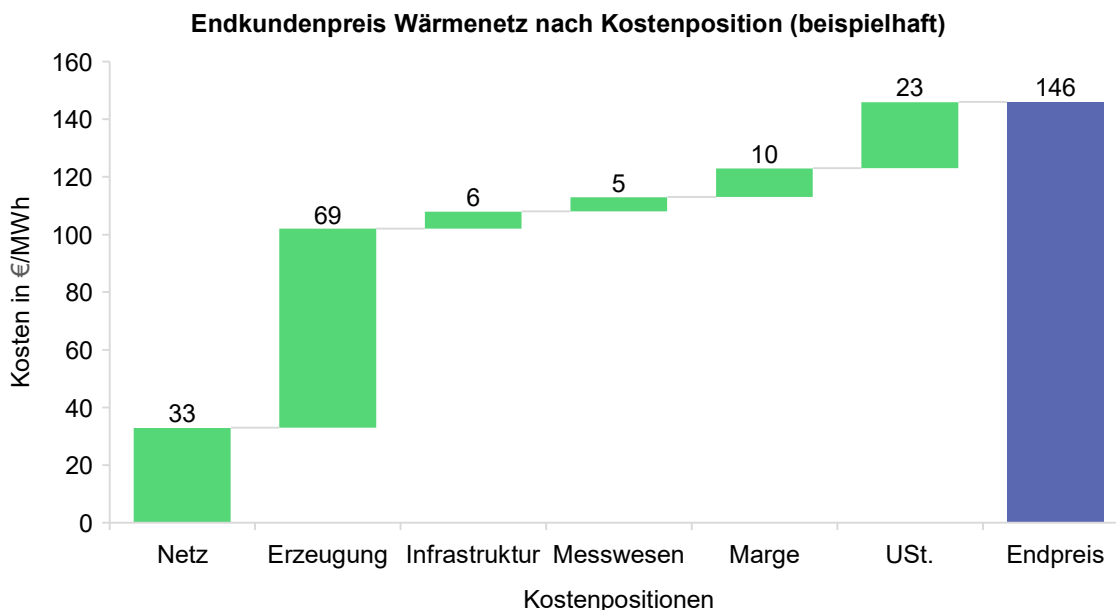


Abbildung 6-5: Beispielhafte Darstellung der berücksichtigten Kostenpositionen eines Wärmenetzes in Euro pro Megawattstunde. Quelle: Eigene Darstellung

Die tatsächlichen Kosten eines Wärmenetzes und damit auch die Endkundenpreise hängen von der Anschlussquote ab. Die Anschlussquote stellt den Anteil der Gebäudeeigentümer dar, die sich bei der Verfügbarkeit eines Wärmenetzanschlusses auch tatsächlich für einen Anschluss an dieses entschieden haben. Grundsätzlich gilt: Je höher die Anschlussquote, desto wirtschaftlicher ist das Wärmenetz bzw., desto geringere Preise zahlen die Endkunden, da die Infrastrukturkosten auf mehr Anschlussnehmer umgelegt werden können. Die konkreten Anschlussquoten für ein Wärmenetz können im Vorhinein nur grob geschätzt werden, denn

die Gebäudeeigentümer haben prinzipiell die Entscheidungsfreiheit, sich an ein Wärmenetz anschließen zu lassen oder nicht. In allen Szenarien (auch im Zielszenario) wurde ohne einen Anschluss- und Benutzungszwang gerechnet. Um diese Varianz zu berücksichtigen wurden die Kosten und Endkundenpreise für die einzelnen Wärmenetze dabei jeweils für die angenommenen Anschlussquoten 40 / 60 / 80 Prozent berechnet und in den Szenarien einzeln hinsichtlich der Auswirkung, insb. auf die wirtschaftliche Akzeptanz, untersucht.

Im Analysegebiet wurden insgesamt drei Gebiete identifiziert, in denen die Wärmebedarfe hoch genug sind, damit ein Wärmenetz in Betracht kommt. Diese Netze sind im Nordosten, Westen und Süden des Kernortes Adendorf lokalisiert, der durch die dichte Besiedlung und Anwesenheit mehrgeschossiger Wohngebäude eine hohe Wärmedichte aufweist.

In der ersten Phase des iterativen Modellierungsprozesses wurde zusätzlich ein Wärmenetz im Südwesten von Adendorf untersucht. In den späteren Modellläufen und im Zielszenario wurde dieses Wärmenetz allerdings als nicht wirtschaftlich eingestuft und folglich nicht weiter betrachtet. In den früheren Modellläufen war außerdem das Wärmenetz „Sportmeile“ noch nicht enthalten.

Basierend auf den Ergebnissen der Potenzialanalyse wurde für jedes der Wärmenetze eine Versorgungsstruktur festgelegt. Die regionale Einordnung der Netze sowie die jeweilige Erzeugungsstruktur ist in Tabelle 6-1 dargestellt.

Tabelle 6-1: Initiale Einschätzung der beplanten Teilgebiete mit Eignung für Wärmenetze

Teilgebiet	Versorgungsstruktur
Sportmeile	Abwärme Eishalle, Luft
West-Fabrik	Abwärme Industrie, Biomasse
Kern	Solarthermie, Luft, Biomasse

In der Szenarienanalyse werden die Wärmenetze hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Akzeptanz geprüft. Hierbei wird im Modell untersucht, inwiefern sich die Wärmenetze gegen Versorgungsalternativen, wie bspw. Luft-Wasser-Wärmepumpen, durchsetzen können und welche Anschlussquoten dabei realisiert werden.

6.4 Szenarienanalyse

Wie bereits vorab beschrieben resultiert das Zielszenario aus einem iterativen Modellierungsprozess. Hierbei wurden mehrere verschiedene Szenarien, die sich hinsichtlich der Eingangsparameter unterscheiden, berechnet und miteinander verglichen. Die Parameter der jeweiligen Szenarien wurden innerhalb der projektinternen Arbeitsgruppen festgelegt und nach Präsentation der Ergebnisse gegenüber den Stakeholdern validiert und bei Bedarf angepasst. Initial wurden drei „Basisszenarien“ festgelegt. Ziel dieser Szenarien ist es, verschiedene energie-wirtschaftliche Entwicklungstrends darzustellen und einen Korridor potenzieller Entwicklungspfade zu bestimmen. Um dies zu erreichen sind die Parameter der Basisszenarien so gewählt, dass für den jeweiligen Technologieschwerpunkt besonders gute Wachstumsbedingungen

ermöglicht werden. So wird beispielsweise im Szenario „Elektrisch“ ein optimistischer (Heiz-) Strompreis in der Zukunft angenommen, während Wärmenetze und andere Heizsysteme unter moderaten bis pessimistischen Preisprognosen bewertet werden. Nach dieser Logik wurden analog die Parameter für die Szenarien „Wärmenetze“ und „Grüne Gase“ festgelegt. Eine Übersicht der wichtigsten Parameter für die drei Basisszenarien ist in Tabelle 6-2 dargestellt. Die detaillierte Beschreibung jedes Szenarios sowie die Ergebnisse erfolgt in den folgenden Kapiteln.

Tabelle 6-2: Rahmenbedingungen für die drei Basisszenarien

Parameter		Szenario „Elektrisch“	Szenario „Wärmenetze“	Szenario „Grüne Gase“ (Wasserstoff)
Technologie-verfügbarkeit	Bis 2029	Alle	Alle	Alle
	Ab 2029	65 % EE	65 % EE	65 % EE
	Grüne Gase	Nein	Nein	Ja
Energieträger-preise Zieljahr	(Heiz-)Strom	Gering	Hoch	Hoch
	Wärmenetze	Hoch	Gering	Hoch
	Grüne Gase	n. d.	n. d.	Gering
	Biomasse	Moderat	Moderat	Moderat
	Erdgas	Moderat	Moderat	Moderat
	Heizöl	Moderat	Moderat	Moderat
	Flüssiggas	Moderat	Moderat	Moderat
	CO ₂ -Preis	Moderat	Moderat	Moderat
Anschluss- und Benutzungs-zwang		Nein	Nein	Nein
Ausbau Bestands- Wärmenetze		Nein	Nein	Nein

6.4.1 Szenario „Elektrisch“

Das Szenario „Elektrisch“ ist darauf ausgelegt, optimale Wachstumsbedingungen für elektrisch betriebene Heizsysteme zu schaffen. Hierzu wurde insbesondere ein optimistischer zukünftiger Strompreis angenommen, während parallel dazu die Energieträgerpreise für Konkurrenz-Systeme entweder mit moderaten oder pessimistischen Werten angenommen wurden. Ziel des Szenarios ist zu simulieren, wie sich die Wärmeversorgung im Analysegebiet entwickelt, wenn in Zukunft vorrangig Stromheizungen, insb. Wärmepumpen, genutzt werden. Wärmepumpen können in diesem Szenario daher überall uneingeschränkt installiert werden. Bestehende Wärmenetze dürfen verdichtet werden und die Errichtung neuer Wärmenetze ist zulässig, jedoch werden neue Wärmenetze mit einem hohen Endkundenpreis bewertet, der bei einer angenommenen Anschlussquote von nur 40 % ermittelt wurde. Es wird angenommen, dass grüne Gase in diesem Szenario nicht verfügbar sind. Heizsysteme, die vollständig mit fossilen Energieträgern betrieben werden, dürfen nur bis zum Jahr 2029 installiert werden, anschließend gilt die 65 % EE-Vorgabe aus dem GEG. Für die CO₂-Bepreisung wird in der kurzen und mittleren Frist die Vorgabe aus dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG)

übernommen, langfristig wird das Preisniveau auf nationaler Ebene in das erwartete Niveau des European Union Emissions Trading System (EU-ETS, dt.: *EU-Emissionshandelssystem*) überführt.

Die Ergebnisse des Szenarios sind in Abbildung 6-6 anhand der Anteile der mit den verschiedenen Heizsystemen versorgten Gebäude dargestellt. Zu erkennen ist, dass der Anteil von Öl- und Gasheizungen, die im Status quo noch deutlich überwiegen, im Zieljahr fast vollständig verschwindet. Unter den in diesem Szenario angenommenen, optimalen Wachstumsbedingungen für strombasiertes Heizen werden im Zieljahr 95 % der Gebäude über Wärmepumpen beheizt, wovon 11 % auf Hybrid-Wärmepumpen entfallen. Aufgrund der in diesem Szenario als hoch angenommenen Wärmenetzpreise werden den Wärmenetzen flächendeckend alternative Heizsysteme vorgezogen. Bis zum Zieljahr entscheiden sich nur etwa 0,5 % aller Gebäude für einen Anschluss an ein Wärmenetz. Der Anteil der Gebäude, die mit Biomasse heizten, sinkt aufgrund der unterlegenen Wirtschaftlichkeit gegenüber der Wärmepumpe auf unter 0,5 %. Weil einige jüngere Gasheizungen bis zum Zieljahr noch nicht an ihr technisches Laufzeitende kommen, beträgt der Anteil an fossilen Gasheizungen im Zieljahr noch gut 3 %.

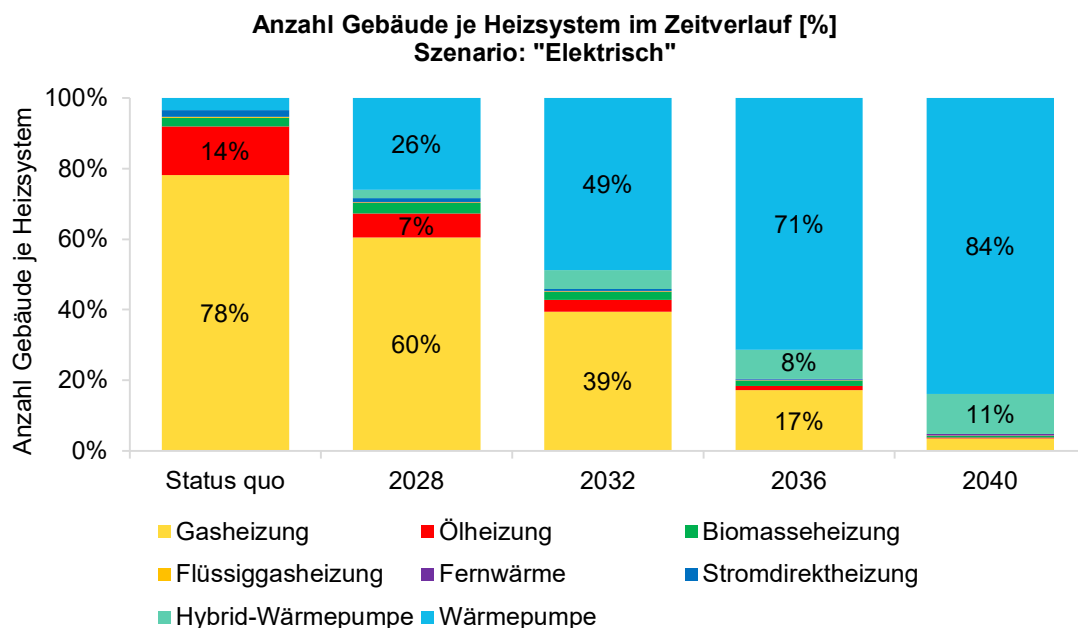


Abbildung 6-6: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2040 im Szenario „Elektrisch“. Quelle: Eigene Darstellung

6.4.2 Szenario „Wärmenetze“

Das Szenario „Wärmenetze“ ist konträr zum Szenario „Elektrisch“ parametrisiert, da hier die Wärmenetze im Vordergrund stehen. Hierzu wurden für die Wärmenetze niedrige Endkundenpreise angesetzt. Parallel dazu wird keine optimistische, sondern eine eher moderate zukünftige Entwicklung des Strompreisniveaus angenommen. Das Szenario simuliert, wie sich die Wärmeversorgung im Analysegebiet entwickelt, wenn in Zukunft vorrangig Wärmenetze ge-

nutzt werden. Ebenfalls lassen sich so wirtschaftlich wenig attraktive Wärmenetze identifizieren. Ein Wärmenetz, das im Modell trotz geringer Endkundenpreise eine geringe wirtschaftliche Akzeptanz aufweist, wird in der folgenden Analyse nicht weiter berücksichtigt, sofern hierbei kein relevantes EE-Potenzial verloren geht. Wie im Szenario „Elektrisch“ wird in diesem Szenario angenommen, dass grüne Gase nicht verfügbar sind. Ebenfalls dürfen Heizsysteme, die vollständig mit fossilen Energieträgern betrieben werden, nur bis zum Jahr 2029 installiert werden, anschließend gilt die 65 % EE-Vorgabe aus dem GEG. Die Berücksichtigung der CO₂-Bepreisung erfolgt analog zum Szenario „Elektrisch“.

Die Ergebnisse des Szenarios sind in Abbildung 6-7 anhand der Anteile der mit den verschiedenen Heizsystemen versorgten Gebäude dargestellt. Analog zum Szenario „Elektrisch“ verschwindet auch in diesem Szenario der Anteil der Gebäude, die mit Öl und Gas heizen, im Zieljahr fast vollständig. Aufgrund optimistischer Wachstumsbedingungen für Wärmenetze sind 4 % der Gebäudeeigentümer bereit, sich bis zum Zieljahr an eines der Wärmenetze anzuschließen. Die angestrebten 70-80 % Anschlussquote können in den ausgewiesenen Wärmegebieten jedoch nicht erreicht werden und liegen bei ca. 25 %. Der Anteil der Gebäude, die eine (Hybrid-)Wärmepumpe installieren, liegt mit 92 % wie im Szenario „Elektrisch“ an erster Stelle. Analog zum Szenario „Elektrisch“ setzt sich Biomasse auch in diesem Szenario nicht durch und liegt bei nur 0,5 %. Für eine Beurteilung der Wärmenetze bedarf es einer tiefergehenden Untersuchung. Für die Festlegung des Zielszenarios wurden die Wärmenetzgebiete daher noch einmal neu abgegrenzt und die Wärmepreise an die modellierten Anschlussquoten der Wärmenetze angepasst.

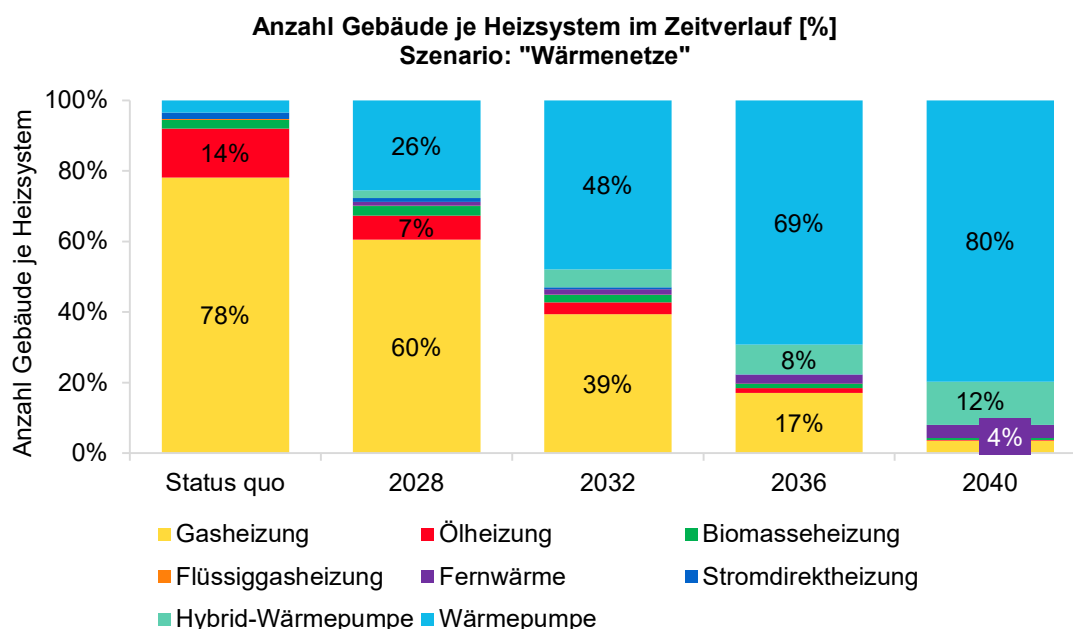


Abbildung 6-7: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2040 im Szenario „Wärmenetze“. Quelle: Eigene Darstellung

6.4.3 Szenario „Grüne Gase“

Im Szenario „Grüne Gase“ wird die Entwicklung des Wärmemarktes bei einer angenommenen Verfügbarkeit von grünen Gasen untersucht. Da der Begriff grüne Gase eine Vielzahl an Möglichkeiten (bspw. Wasserstoff, Biomethan und Weitere) umfasst, werden in diesem Szenario einige vereinfachende Annahmen getroffen. Initial wird angenommen, dass das grüne Gas in diesem Szenario vollständig grünem Wasserstoff entspricht. Näher wird angenommen, dass ausreichend grüner Wasserstoff zur Verfügung steht und es keine Restriktionen bezüglich der Angebotsmenge gibt. Weiterhin wird unterstellt, dass jeder Gebäudeeigentümer, der heute bereits an das Erdgasverteilnetz angeschlossen ist, grundlegend die Möglichkeit besitzt, sich in Zukunft für eine Wasserstoffheizung zu entscheiden. Der grüne Wasserstoff ist zudem auch direkt ab dem ersten Simulationsjahr für alle Gebäudeeigentümer mit einem Gasanschluss verfügbar. Ein Ausbau des Gasverteilnetzes oder der Neubau von Wasserstoffleitungen wird nicht berücksichtigt. Ebenfalls wird die Beimischung von Biomethan vor dem Hintergrund der derzeitigen Verwendung in Biogasanlagen und der Nutzung der Abwärme in Wärmenetzen nicht berücksichtigt. Für grünen Wasserstoff wird ein optimistischer Preis angenommen, für alle anderen Energieträger wird von moderaten bis pessimistischen Entwicklungen ausgegangen. Wärmenetze werden, wie auch im Szenario „Elektrisch“, mit einem hohen Endkundenpreis bewertet. Für die Verfügbarkeit der Heizsysteme gilt erneut, dass vollständig mit fossilen Energieträgern betriebene Systeme nur bis zum Jahr 2029 installiert werden dürfen und anschließend die 65 % EE-Vorgabe aus dem GEG greift. Die Berücksichtigung der CO₂-Bepreisung erfolgt analog zu den anderen Szenarien.

Die Ergebnisse des Szenarios sind in Abbildung 6-8 anhand der Anteile der mit den verschiedenen Heizsystemen versorgten Gebäude dargestellt. Analog zu den anderen Szenarien verschwindet auch in diesem Szenario der Anteil der Gebäude, die mit Öl und Gas heizen, im Zieljahr fast vollständig. Erkennbar ist, dass trotz günstiger Annahmen für den Hochlauf von Wasserstoff bis 2040 nur 15 % der Gebäudeeigentümer zu einer Wasserstoffheizung wechseln, bedingt durch die hohen Preise für grünen Wasserstoff. Der Marktanteil ist vor dem Hintergrund der angenommenen Rahmenbedingungen in dem Szenario niedrig, da 78 % der Gebäudeeigentümer grundlegend die Möglichkeit hatten, sich für eine Wasserstoffheizung zu entscheiden. In diesem Szenario machen (Hybrid-)Wärmepumpen im Zieljahr einen Marktanteil von 80 % aus. Im Vergleich zum Szenario „Elektrisch“ liegt der Anteil der elektrischen Wärmepumpen etwas niedriger, da die moderat angenommenen Strompreise die Entscheidung für Wasserstoffheizungen begünstigen. Analog zum Szenario „Elektrisch“ setzen sich Wärmenetze bei den als hoch angenommenen Endkundenpreisen nicht flächendeckend durch und liegen anteilig bei 0,3 %. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde die Nutzung von grünem Wasserstoff in der dezentralen Gebäudebeheizung nicht weiter für das Zielszenario verfolgt.

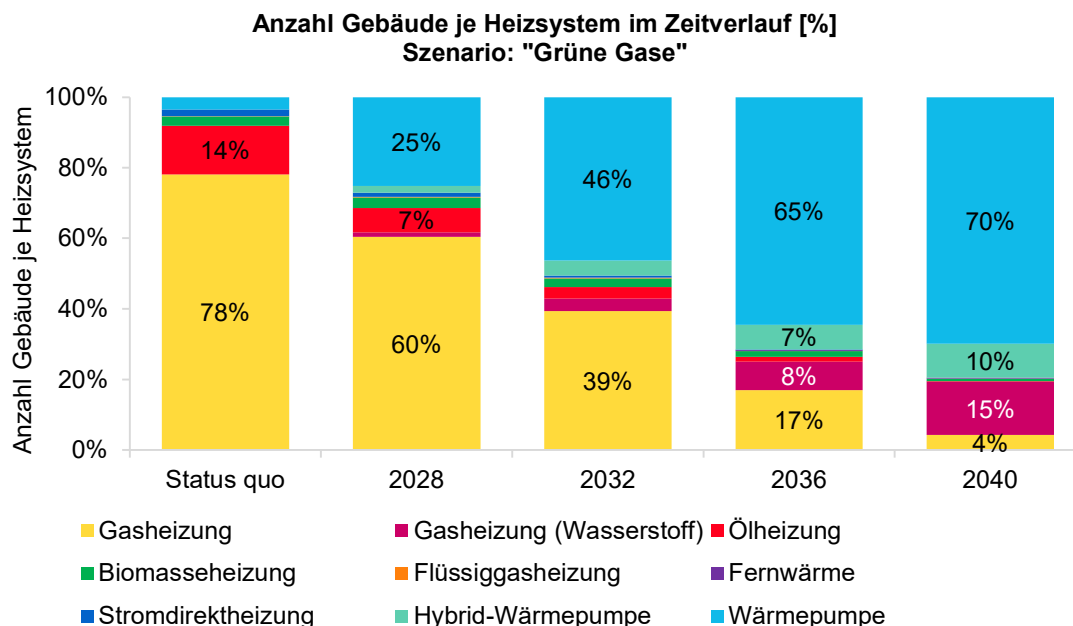


Abbildung 6-8: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2040 im Szenario „Grüne Gase“. Quelle: Eigene Darstellung

6.5 Das Zielszenario

Basierend auf den Erkenntnissen der vorgelagerten Szenarien wurden weitere Szenarien berechnet, auf deren Grundlage in Absprache mit der Kommune das Zielszenario festgelegt wurde. Für das Zielszenario wurden folgende zentrale Rahmenbedingungen angenommen: Das Zielszenario hat keinen Technologieschwerpunkt, sondern ist ausgeglichen parametrisiert. Die 65 % EE-Vorgabe sowie die CO₂-Bepreisung sind analog zu den Basisszenarien angenommen. Grüne Gase sind gemäß der Analyse des Szenarios „Grüne Gase“ nicht zugelassen. Die drei oben skizzierten Wärmenetze wurden in das Zielszenario übernommen, jedoch neu bewertet. Wie bisher auch wird kein Anschluss- und Benutzungszwang für Wärmenetze angenommen. Der bislang geringe Marktanteil der Biomasse wird, unter besonderer Berücksichtigung einer nachhaltigen Ressourcennutzung, ebenfalls neu bewertet. Biomasse wird für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in dezentralen Versorgungsgebieten eine relevante Rolle spielen, insbesondere in Gebäuden, in denen der Betrieb einer Wärmepumpe unwirtschaftlich oder unzulässig ist. Der Einsatz von Biomasse im Zielszenario berücksichtigt dabei jedoch die bisherige Positionierung der deutschen Bundesregierung zur zukünftigen Rolle von Biomasse für die Gebäudebeheizung gemäß der Nationalen Biomassestrategie (NABIS) [30]. Dort wird hervorgehoben, dass die stoffliche Nutzung einer energetischen Nutzung von Biomasse, wenn möglich vorzuziehen ist. Ebenfalls betont die NABIS, dass Biomasse fossile Energieträger nicht in der Breite ersetzen kann.

Die Ergebnisse des Zielszenarios sind in Abbildung 6-9 anhand der Anteile der mit den verschiedenen Heizsystemen versorgten Gebäude dargestellt. Im Zielszenario verschwindet der Anteil der Gebäude, die mit Öl und Gas heizen, im Zieljahr vollständig. Wärmepumpen (78 %)

und Hybrid-Wärmepumpen (12 %) werden mit einem Marktanteil von insgesamt 90 % am häufigsten in den Gebäuden genutzt. An zweiter Stelle folgen Wärmenetze, die 7 % der Gebäude im Analysegebiet versorgen. Die restlichen 3 % entfallen auf Biomasse. Die Siedlungsstruktur der Gemeinde mit dem dicht besiedelten Kernort und einem hohen Anteil an freistehenden Einfamilienhäusern in den Randlagen begünstigt die mehrheitliche Versorgung mit dezentralen Heizsystemen und einen Fokus auf Wärmenetze in den dicht bebauten Straßenzügen. Hierbei sind besonders elektrische Wärmepumpen geeignet, je nach Sanierungszustand des Gebäudes auch Hybrid-Wärmepumpen oder Biomasse. Wärmenetze nehmen eine zunehmend wichtigere Rolle für die Wärmeversorgung in der Gemeinde ein. Während heute keine Wärmenetze im Gemeindegebiet existieren, steigt der Anteil der Gebäude, die an ein Wärmenetz angeschlossen sind, auf fast 7 % im Zieljahr. Besonders Gebäude, bei denen die Versorgung mit einer Wärmepumpe unwirtschaftlich ist, profitieren von einem Anschluss an ein Wärmenetz.

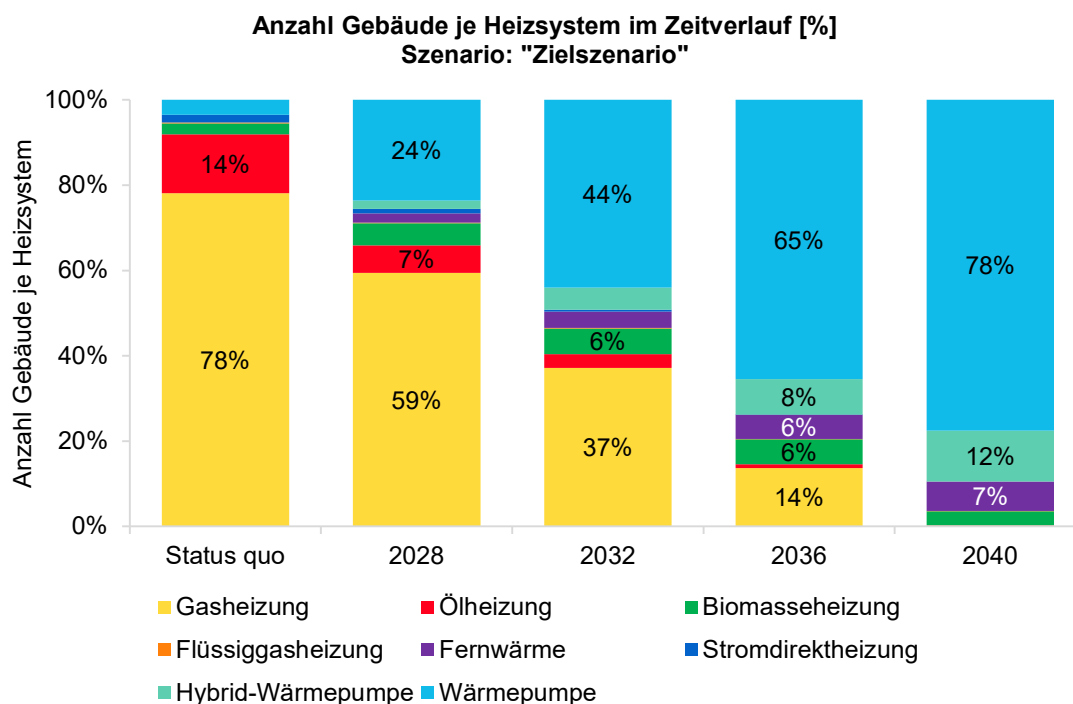


Abbildung 6-9: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2040 im Szenario „Zielszenario“. Quelle: Eigene Darstellung

Neben einer Änderung der Marktanteile der einzelnen Heizsysteme ist auch die Entwicklung des Endenergie- und Wärmebedarfs im Zielszenario in Abbildung 6-10 dargestellt. Der Endenergiebedarf für die Wärmebereitstellung sinkt im Zielszenario bis 2040 um insgesamt 61 % auf jährlich 37 GWh. Diese Entwicklung ist im Wesentlichen auf zwei Effekte zurückzuführen. Einerseits würden wenig effiziente Heizsysteme durch moderne, effizientere Heizsysteme ausgetauscht. Hierbei sind insbesondere elektrische Wärmepumpen ausschlaggebend. Andererseits sorgt auch ein Rückgang des Wärmebedarfs für einen sinkenden Endenergiebedarf. Es ist anzumerken, dass die Wärmepumpen hier ohne ihren Energiebedarf aus Umweltwärme

bilanziert werden und in dieser Darstellung daher der Endenergiebedarf unter dem Wärmebedarf liegt. Der Wärmebedarf der Gebäude im Analysegebiet sinkt parallel von jährlich 92 GWh im Status quo auf jährlich 73 GWh im Zieljahr. Die Wärmebedarfsreduktion von insgesamt 21 % entspricht einer jährlichen Reduktionsrate von ca. 1,5 % über alle Gebäudekategorien hinweg.

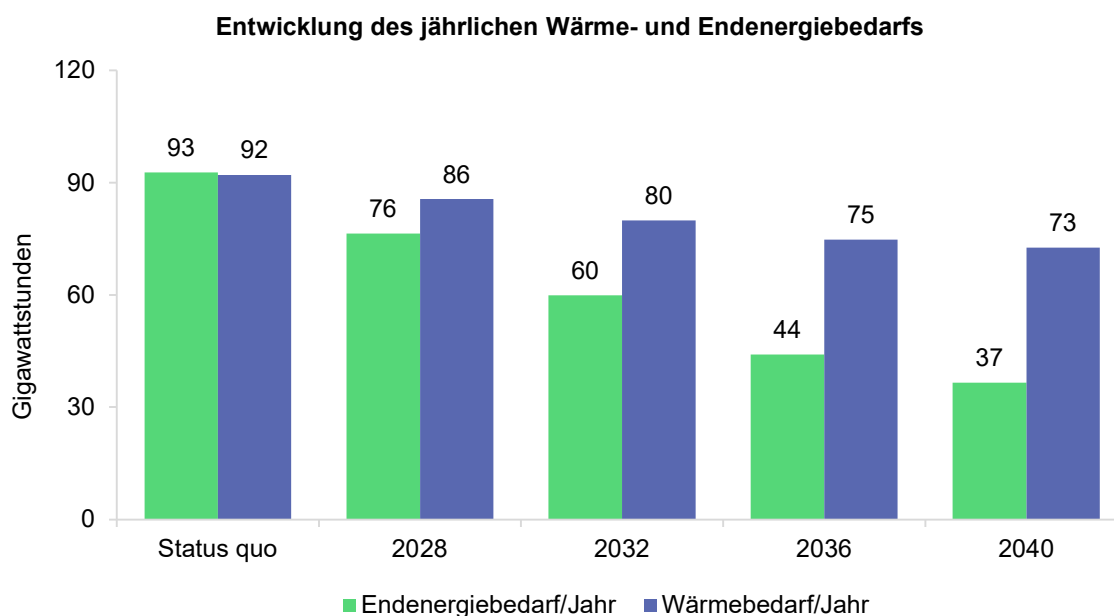


Abbildung 6-10: Entwicklung des jährlichen Wärme- und Endenergiebedarfs in Gigawattstunden im Zielszenario.
Quelle: Eigene Darstellung

Während der Großteil des Endenergie- und Wärmebedarfs heute noch durch fossile Energieträger gedeckt wird, ist im Zielszenario ein Transformationspfad für eine vollständige Umstellung auf erneuerbare Energieträger skizziert. Die Anteile der einzelnen Energieträger zur Bereitstellung der Wärme sind in Abbildung 6-11 dargestellt. Der Bedarf an fossilem Erdgas und Heizöl verschwindet im Zielszenario bis 2040 vollständig und wird durch Fernwärme, Heizstrom und Biomasse ersetzt. Wärmepumpen liegen mit einem Anteil von 84 % an erster Stelle und stellen den Hauptteil der Wärme bereit. An zweiter Position steht die Fernwärme, die 9 % des Wärmebedarfs bedient. Entgegen der Anzahl der versorgten Gebäude kommt der Fernwärme in dieser Betrachtung eine überproportionale Bedeutung zu, da diese vor allem für größere Abnehmer wie kommunale Liegenschaften, Gewerbegebäude und Mehrfamilienhäuser in Frage kommt. Die Biomasse mit einem Anteil von gut 8 % ist für Gebäude relevant, die nicht die Möglichkeit eines Wärmenetzanschlusses haben und in denen eine Wärmepumpe wirtschaftlich nicht optimal betrieben werden kann. Es ist festzuhalten, dass die Verteilung der dezentralen Heizsysteme ((Hybrid-)Wärmepumpen und Biomasseheizungen) als grobe Indikation und Ergebnis der Modellierung unter den oben angenommenen Parametern zu verstehen ist. Die tatsächliche Rolle und der zukünftige Marktanteil der Biomasse für die Gebäudebeheizung ist nicht planmäßig festlegbar und kann bei einer Änderung der Parameter abweichen.

Anteil am Wärmebedarf je Energieträger im Zielszenario

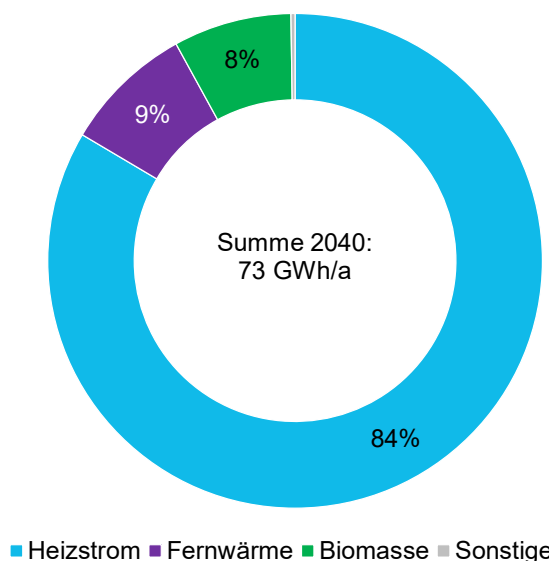


Abbildung 6-11: Wärmebedarf je Energieträger in Prozent im Zieljahr. Quelle: Eigene Darstellung

Bezüglich der THG-Emissionen wird im Zieljahr eine Reduktion von über 98 % gegenüber dem Status quo erzielt. Die Emissionen für die Bereitstellung von Wärme sinken im Jahr 2040 auf jährlich 398 t CO₂e. Die verbleibenden Emissionen sind auf die Nutzung von Biomasse zurückzuführen, die nach dem GEG mit 20 g CO₂e/kWh zu bilanzieren ist.

Tabelle 6-3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zielszenario.

Jahr	THG-Emissionen	Reduktion ggü. Status quo
	[t CO ₂ e]	%
Status quo	23.590	
2028	17.567	- 26
2032	11.115	- 53
2036	4.355	- 82
2040	398	- 98

6.6 Voraussichtliche Wärmeversorgung

Auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse sowie den Ergebnissen der Szenarienanalyse ergibt sich die Einteilung der beplanten Teilgebiete in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gem. § 18 Abs. 1 WPG. In der Gemeinde Adendorf können drei Teilgebiete mit besonderer Eignung für den Neubau eines Wärmenetzes identifiziert werden (vgl. Abbildung

6-12). Alle weiteren Teilgebiete werden als Gebiete für dezentrale Versorgung dargestellt. Gebiete für den Neubau von Wasserstoffnetzgebieten sind in Adendorf nicht gegeben.

Die potenziellen Wärmenetzgebiete werden als Fokusgebiete im Kapitel 7.2 zusammenfassend beschrieben, um eine Übersicht der jeweiligen Konzepte und der wesentlichen Parameter zu erhalten. Die Konzepte stellen eine erste Ermittlung einer potenziellen Versorgungsvarianten dar und bedürfen einer tiefgründigeren Prüfung. Im Rahmen einer Vorprüfung sollten die Konzepte konkretisiert und gegebenenfalls um weitere Varianten ergänzt werden. Auf Grundlage des Vorhandenseins der Wärmequellen sind diese Maßnahmen möglichst mittelfristig umzusetzen.

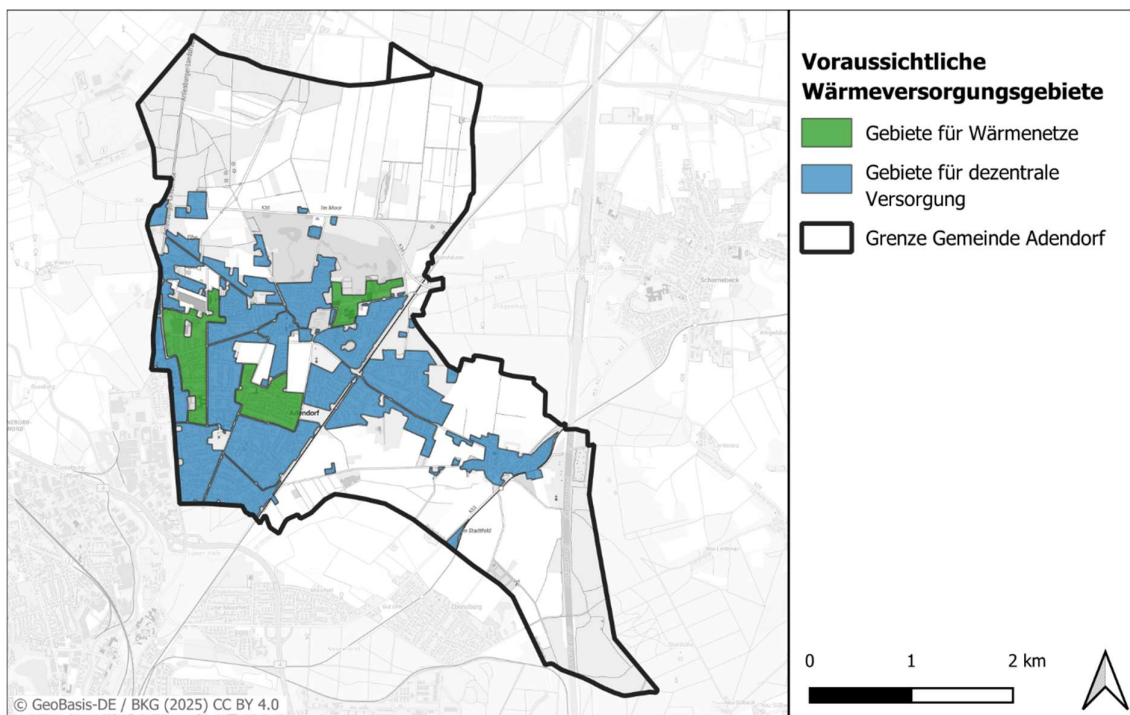


Abbildung 6-12: Einteilung der geplanten Teilgebiete der Gemeinde Adendorf in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Quelle: Eigene Darstellung

6.7 Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Im Weiteren werden die Wohngebäude in Gemeinde Adendorf mit Hinblick auf ihr Baualter, den Sanierungsstatus, die beheizte Fläche und den Gebäudetyp untersucht. Als Datengrundlage dient der Bericht des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) [31].

Abgeleitet aus dieser Datengrundlage ergeben sich zwei unterschiedliche mögliche Verfahren zu Ermittlung des Einsparpotenzials: Zum einen über den Sanierungsstatus zum anderen über die aktuelle beheizte Fläche. Bei der Sanierungsstatus-Methode wird anhand des Gebäudealters und -typs ein unsanierter Wärmebedarf – inkl. Warmwasser – und der vollsanierte Wärmebedarf ermittelt. Aus dem Verhältnis aus den Wärmebedarfen des unsanierten und des

vollsanierten Zustands ergibt sich die maximal mögliche Energieeinsparung für jedes Gebäude. Demnach kann der Wärmebedarf auf 35 % des ursprünglichen Bedarfs reduziert werden.

Für die Flächen-Methode werden die beheizten Flächen mit dem spezifischen Wärmebedarf – ebenfalls inkl. Warmwasser – multipliziert, wodurch sich der absolute Wert für den Wärmebedarf je Gebäude ergibt. Der Wärmebedarf wird für jedes Gebäude für den Status Quo und den bestmöglichen Sanierungszustand ermittelt. Die Differenz der beiden Werte beschreibt die maximal mögliche Einsparung des Wärmebedarfs über diese Methode.

Die mögliche Einsparung durch Sanierung wird für alle Wohngebäude anhand beider Methoden berechnet. Die Ergebnisse der Wohngebäude werden auf die Teilgebiete aggregiert und im Verhältnis zum gesamten Wärmebedarf der Teilgebiete gesetzt. Diese Anteile werden daraufhin kartographisch dargestellt und zeigen das maximal mögliche Einsparpotenzial pro Teilgebiet (vgl. Abbildung 6-13). Das Potenzial wird in drei Kategorien dargestellt: Teilgebiete mit einem niedrigen Potenzial (gelb) sind in der Regel überwiegend durch Neubauten bzw. vollsanierten Wohngebäuden geprägt und weisen ein maximales Potenzial von 25 % auf. Die nächste Kategorie beinhaltet Teilgebiete mit einem mittleren Potenzial von 25 bis 50 % (türkis). Diese Kategorie ist geprägt von teilsanierten bzw. einer Mischung aus vollsanierten und unsanierten Wohngebäuden. Das höchste Einsparpotenzial weisen die Teilgebiete in dunkelblau auf. Diese sind geprägt von unsanierten bzw. einem geringen Anteil an teil- und vollsanierten Wohngebäuden und erlauben eine Einsparung von mindestens 50 % im Vergleich zum aktuellen Wärmebedarf.

Bei der kartographischen Darstellung werden die Ergebnisse aus der Sanierungsstatus-Methode und Methode über die beheizte Wohnfläche gleichwertig gewichtet und gemeinsam dargestellt.

Anhand der Ergebnisse werden gem. § 28 Abs. 5 Nr. 2 WPG vier Teilgebiete hervorgehoben, die ein hohes Potenzial zur Energieeinsparung besitzen und in denen ein primärer Fokus auf die Sanierung gelegt werden sollte. In der Gemeinde Adendorf wurden die folgenden Teilgebiete ermittelt (vgl. Abbildung 6-13):

- Kern Nord
- Kern Süd-Ost
- Kern Süd
- Süd

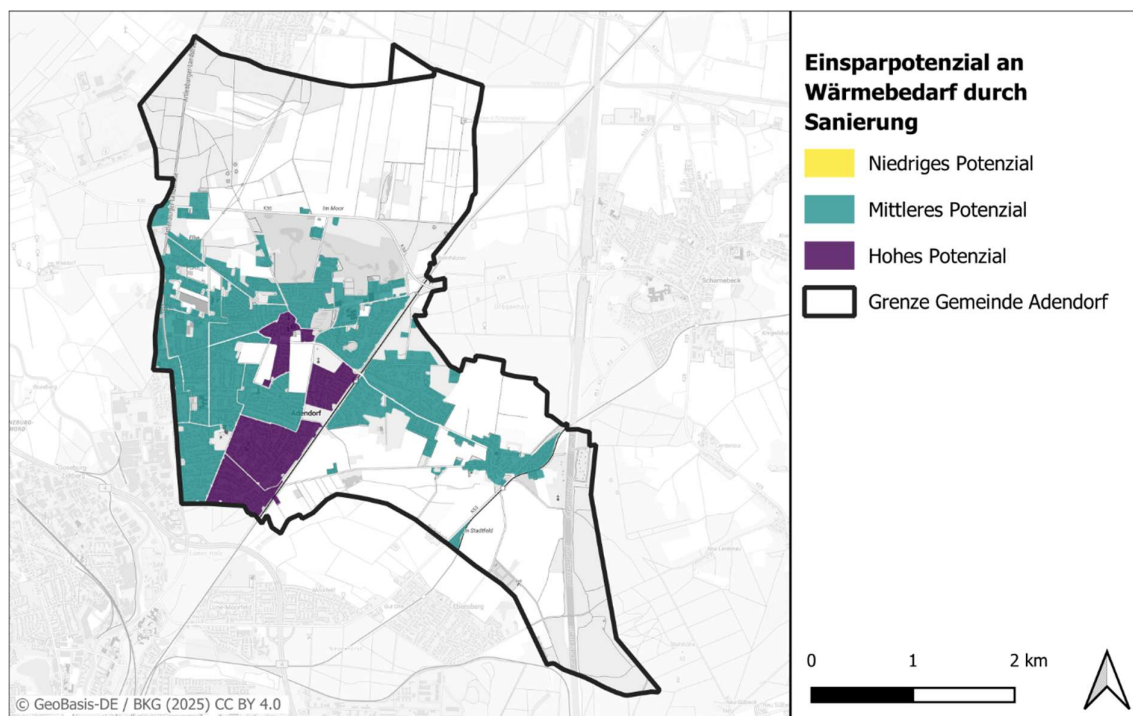


Abbildung 6-13: Einsparpotenzial an Wärmebedarf durch Sanierung. Quelle: Eigene Darstellung

7 Maßnahmen

Die Konzeption einer klimaneutralen Wärmeversorgung, im Kontext der übergeordneten politischen Vorgabe zur Erreichung der Klimaneutralität, beruht in der Gemeinde Adendorf auf folgenden Aussagen:

- Die Wärmewende wird in Adendorf vorrangig in Einfamilienhäusern in Privatbesitz stattfinden. Es ist Eigenverantwortung der Hauseigentümer:innen gefordert. Die Gemeinde will die Bürger:innen bei der Entscheidung nach einem Heizungssystem bestmöglich unterstützen.
- Wärmenetze und zentrale erneuerbare Potenziale können eine wirtschaftliche Alternative zu dezentralen Lösungen bieten. Die Gemeinde unterstützt Projekte, die solche Potenziale nutzbar machen.

Dazu wurden, gegliedert nach Handlungsfeldern, mit der Kommune und wesentlichen Akteuren Maßnahmen abgestimmt und priorisiert. Nach Vorgaben des Fördergebers soll die planungsverantwortliche Stelle selbst oder durch beauftragte Dritte, ebenfalls Umsetzungsmaßnahmen identifizieren, die kurz- und mittelfristig prioritär einer klimafreundlichen Wärmeversorgung dienen. Zusätzlich sind hier zwei Fokusgebiete zu erarbeiten.

7.1 Streckbriefe für einzelne Maßnahmen

Die Maßnahmen werden nach drei Kriterien bewertet. Jedes Kriterium erhält 1 bis 3 Punkte. Aus dem Mittelwert der drei Kriterien ergibt sich die Gesamtbewertung der Maßnahme. Die drei Kriterien sind:

- Der personelle bzw. kostentechnische **Aufwand**. Hier erhält eine Maßnahme eine hohe Punktzahl, wenn der Aufwand für die Kommune gering ausfällt.
- Effekt in Bezug auf die **Treibhausgas-Einsparung** – sofern dieser quantifizierbar ist und in den erwarteten Umsetzungszeitraum fällt. Eine hohe Einsparung wird mit drei Punkten bewertet, eine geringe mit einem Punkt. Da die Treibhausgas-Einsparung das wichtigste Ziel der Maßnahmen darstellt, wird dieses Kriterium bei der Berechnung des Mittelwertes doppelt gewichtet.
- Der **Zeitplan** zur Umsetzung der Maßnahme. Maßnahmen, die kurzfristig umgesetzt werden können, erhalten drei Punkte. Langfristige Umsetzungszeiträume erhalten einen Punkt. Die Definitionen lauten hierbei:
 - Kurzfristig: bis zu 2 Jahre
 - Mittelfristig bis zu 5 Jahre
 - Langfristig mehr als 5 Jahre

Insgesamt wurden 19 Maßnahmen in der Arbeitsgruppe vorgestellt und diskutiert. Daraus wurden 13 Maßnahmen ausgewählt, die hinsichtlich des Zielszenarios sinnvoll sind und die Bürger:innen bestmöglich unterstützen.

Zur besseren Übersicht werden nachfolgend diese 13 Maßnahmen in tabellarischen Steckbriefen dargestellt. Diese umfassen jeweils die Zielsetzung, inhaltliche Schwerpunkte, Zielgruppen und den zeitlichen Umsetzungshorizont.

7.1.1 Beratung und Sanierung

Tabelle 7-1: Bereitstellung von Informationen zur energetischen Gebäudesanierung

Maßnahme 1: Bereitstellung von Informationen zur energetischen Gebäudesanierung		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ● ●
			Gesamtbewertung	● ● ●
Ziel	Reduktion des Wärmebedarfs durch energetische Gebäudesanierung.			
Beschreibung	Das größte Potenzial in Adendorf bietet die Sanierung des Gebäudebestandes. Auch wenn im Zielszenario eine konservative Annahme bezüglich der Sanierungsrate getroffen wird, ist es sinnvoll, eine möglichst hohe Sanierungsrate umzusetzen. Die Gemeinde hat abseits der kommunalen Gebäude keinen direkten Einfluss auf die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, kann aber durch gezielte Informationen und Motivation der Bürger:innen einen positiven Einfluss auf die Sanierungsrate haben. Zu diesem Zweck stellt die Gemeinde umfangreiches Informationsmaterial auf ihrer Homepage zur Verfügung, um über technische Möglichkeiten und vorhandene Förderprogramme zu informieren und vernetzt die Bürger:innen mit lokalen Energieeffizienzexperten.			
Akteure	kommunale Verwaltung, Öffentlichkeit			
Zeithorizont	kurzfristig			
Wirkung	Wissenstransfer an die Bürgerschaft			

Tabelle 7-2: Günstige (50 €) initiale Energieberatung „Klimaschutz daheim“ (schon aktiv); kostenlos über die Verbraucherzentrale

Maßnahme 2: Günstige (50 €) initiale Energieberatung „Klimaschutz daheim“ (schon aktiv); kostenlos über die Verbraucherzentrale		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Bürger:innen vor Ort über effiziente Energieeinsparmaßnahmen informieren.			
Beschreibung	Ergänzend zu Maßnahme 1 bietet die Kommune in Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale kostenlose Erstgespräche zum Thema „Energetische Sanierung“ an. Diese bieten eine niederschwellige Möglichkeit, sich dem Thema zu nähern und liefern erste Anhaltspunkte für die Bürger:innen, wie kosteneffizient der eigene Wärmebedarf reduziert werden kann. Die Kommune soll auf das Programm „Klimaschutz daheim“ des Landkreises aktiv aufmerksam machen. Auch sollte das Programm der Verbraucherzentrale zur kostenlosen Initialberatung aktiv beworben werden (https://verbraucherzentrale-energieberatung.de/, www.landkreis-lueneburg.de/).			
Akteure	kommunale Verwaltung, Landkreis, Verbraucherzentrale, Öffentlichkeit			
Zeithorizont	kurzfristig			
Wirkung	Wissenstransfer an die Bürgerschaft			

Tabelle 7-3: Energiekarawane, Kommune motivieren Bürger*innen zur energetischen Modernisierung

Maßnahme 3: Energiekarawane, Kommune motivieren Bürger*innen zur energetischen Modernisierung		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ● ●
Ziel	Steigerung der Sanierungsrate, Motivation zur Umsetzung			
Beschreibung	Die „Energiekarawane“ ist eine kommunale Energieberatungskampagne zur Steigerung der Sanierungsrate des privaten Gebäudebestands. Statt wie üblich darauf zu warten, dass Bürger:innen eine Energieberatung in Anspruch nehmen, kommt die Beratung aktiv zu den Hauseigentümerinnen in einem ausgewählten Quartier, das laut Wärmeplan einen erhöhtes Sanierungspotenzial aufweist (vgl. Kapitel 6.7). Die Maßnahme kann bei Erfolg auf weitere Quartiere ausgeweitet werden.			
Akteure	Kommunale Verwaltung, Energieberater, Öffentlichkeit			

Maßnahme 3: Energiekarawane, Kommune motivieren Bürger*innen zur energetischen Modernisierung		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ● ●
Zeithorizont	Kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Wissenstransfer an die Bürgerschaft			

Tabelle 7-4: Solarberatung für Bürger:innen durch Bürger:innen

Maßnahme 4: Solarberatung für Bürger:innen durch Bürger:innen		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ● ●
Ziel	Die Bürger:innensolarberatung will die Energiewende von unten vorantreiben – durch Aufklärung, Motivation und konkrete Hilfe bei der Umsetzung von Solarprojekten im privaten Bereich.			
Beschreibung	Die Bürger:innensolarberatung ist ein ehrenamtliches, bürgerschaftlich organisiertes Beratungsangebot, das Menschen dabei unterstützt, eine Photovoltaikanlage und Solarthermie auf dem eigenen Dach zu realisieren – unabhängig, neutral und praxisnah. Wesentliche Merkmale sind, dass engagierte Bürger:innen andere Bürger:innen, meist in ihrer Nachbarschaft oder Kommune beraten und unterstützen. Dies kann die Eignung des Daches für Solarstrom, Wirtschaftlichkeit und Fördermöglichkeiten, Integration von Stromspeichern, E-Autos oder Wärmepumpen Begleitung durch den gesamten Entscheidungsprozess sein.			
Akteure	Kommunaler Klimaschutz, MetropolSolar e.V., Solarenergie Förderverein Deutschland e.V., Öffentlichkeit			
Zeithorizont	kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Wissenstransfer an die Bürgerschaft			

Tabelle 7-5: Machbarkeitsstudie Stromnetz „Stromnetzcheck“

Maßnahme 5: Machbarkeitsstudie Stromnetz „Stromnetzcheck“		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ● ●
Ziel	Maßnahmen für einen gesicherten Netzbetrieb feststellen.			
Beschreibung	Durch den Zubau von Wärmepumpen und einer steigenden Elektromobilität wird das kommunale Stromnetz in Zukunft zusätzlich belastet werden. Die Machbarkeitsstudie des Stromnetzbetreibers soll die ausreichende Dimensionierung der aktuellen Betriebsmittel im kommunalen Stromnetz prüfen und Maßnahmen festlegen, um einen gesicherten Netzbetrieb zu garantieren. Die Gemeinde sollte dem Stromnetzbetreiber die Ergebnisse des Wärmeplans in Form des kartografisch aufgelösten und zu erwarteten Strombedarfs im Zielszenario zur Verfügung stellen.			
Akteure	Netzbetreiber (Avacon Netz), kommunale Verwaltung			
Zeithorizont	kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Vorbereitung der Netzinfrastruktur auf sich steigernde Anforderungen			

Tabelle 7-6: Kommune als Ansprechpartner und Koordinatorin der Wärmewende

Maßnahme 6: Kommune als Ansprechpartner und Koordinatorin der Wärmewende		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Kommune als Koordinatorin der Wärmewende stärken.			
Beschreibung	Mit der Durchführung dieser Maßnahme soll die Kommune in der Koordination zu Anfragen aus der Bürgerschaft oder Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHDI) gestärkt werden. Die Aufgabe besteht in der Benennung konkreter Personen / Kanäle in der Kommunalverwaltung für Anfragen / Initiativen aus der Bürgerschaft und oder GHDI.			
Akteure	kommunale Verwaltung, Bürgerschaft und GHDI			
Zeithorizont	kurzfristig			
Wirkung	Hemmnisse bei Fragen der Wärmewende reduzieren			

Tabelle 7-7: Beratungsinitiative Energiegenossenschaft

Maßnahme 7: Beratungsinitiative Energiegenossenschaft		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Möglichkeiten für lokalen Netzbetrieb aufzeigen.			
Beschreibung	Viele Wärmenetze scheitern nicht an dem technischen Potenzial für ein Wärmenetz, sondern an einem fehlenden Netzbetreiber. Energiegenossenschaften können diese Rolle übernehmen. Im Rahmen einer Informationskampagne soll die Öffentlichkeit über dieses Thema aufgeklärt werden. Welche Möglichkeiten habe ich als Bürger? Wie kann eine Genossenschaft gegründet werden? Welche Vor- und Nachteile bietet es?			
Akteure	Kommunale Verwaltung, Genossenschaftsverband, ggf. ein Dienstleister der bei der Gründung von lokalen Initiativen unterstützt			
Zeithorizont	Kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Beschleunigung und Sicherheit für die Umsetzung von Energieprojekten			

7.1.2 Vorstudien für Wärmenetze

Tabelle 7-8: Flächensicherung für Energieprojekte

Maßnahme 8: Flächensicherung für Energieprojekte		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Planungssicherheit für Energieprojekte schaffen.			
Beschreibung	Für jedes Energieprojekt werden Flächen benötigt (Freiflächen für PV und Solarthermie, Bauflächen für Heizwerke, Aufstellflächen für Großwärmepumpen etc.). Um Planungssicherheit für die Umsetzungsmaßnahmen zu erhalten, ist es notwendig zu wissen, welche Flächen zur Verfügung stehen und wer der Ansprechpartner für die jeweilige Fläche ist. Die Gemeinde sollte geeignete Flächen hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit prüfen und die jeweiligen Ansprechpartner:innen für die Flächen ermitteln, um bei konkreten Projekten zwischen Eigentümer:in und Projektierer zu vermitteln.			
Akteure	kommunale Verwaltung, Flächeneigentümer:innen, Projektierer			
Zeithorizont	langfristig			
Wirkung	Beschleunigung und Sicherheit für die Umsetzung von Energieprojekten			

Tabelle 7-9: Prüfung des Abwärmepotenzials des Süßwarenherstellers Schluckwerder GmbH

Maßnahme 9: Prüfung des Abwärmepotenzials des Süßwarenherstellers Schluckwerder GmbH		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Konzeption sowie technische und wirtschaftliche Beurteilung von Möglichkeiten zur Realisierung einer Wärmenutzung des Produktionsstandortes des Süßwarenherstellers Schluckwerder GmbH.			
Beschreibung	Der Süßwarenhersteller Schluckwerder GmbH bietet aktuell ein hohes Abwärmepotenzial, das für Heizzwecke nutzbar gemacht werden könnte. Es sind weitere technische Prüfungen notwendig, wie die Abwärmequelle erschlossen werden kann sowie die Klärung der Wärmesenke, um das Potenzial wirtschaftlich bewerten zu können. Die Kommune sollte Kontakt zu Schluckwerder GmbH aufnehmen und sich zum aktuellen Stand unterrichten lassen. Außerdem sollte die Kommune eventuelle Netzbetreiber für Wärmenetze über die Abwärme unterrichten und die Akteure vernetzen.			

Maßnahme 9: Prüfung des Abwärmepotenzials des Süßwarenherstellers Schluckwerder GmbH		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ● ● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Akteure	Schluckwerder GmbH, kommunale Verwaltung			
Zeithorizont	mittelfristig			
Wirkung	Hebung des Potenzials Abwärme aus Abwasser			

Tabelle 7-10: Prüfung des Abwärmepotenzials des Eisstadion Adendorf

Maßnahme 10: Prüfung des Abwärmepotenzials des Eisstadion Adendorf		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Die wirtschaftliche Nutzung der Abwärme prüfen.			
Beschreibung	Das Eisstadion Adendorf bietet ein Niedertemperatur-Abwärmepotenzial durch den Betrieb der Kälteanlage, das im Rahmen der Wärmeplanung nicht quantifiziert werden konnte. Im Rahmen einer detaillierten Betrachtung sollte die Erschließung der Abwärmequelle untersucht werden.			
Akteure	Eisstadion Adendorf, Betreiber Wärmenetz, Kommune			
Zeithorizont	mittelfristig			
Wirkung	Beschleunigung und Sicherheit für die Umsetzung von Energieprojekten.			

Tabelle 7-11: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Sportmeile

Maßnahme 11: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Sportmeile		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ● ● ●
Ziel	Machbarkeitsstudien für das Teilgebiet Sportmeile mit wahrscheinlicher Eignung für ein Wärmenetz erstellen, um Planungssicherheit für die Anwohner:innen zu schaffen.			
Beschreibung	Die Ergebnisse des Wärmeplans für Adendorf zeigen, dass ein Wärmenetz eine wirtschaftliche Alternative gegenüber Wärmepumpen für Anwohner in Adendorf darstellen kann. Da die Gemeinde selbst nicht Ersteller und Betreiber eines solchen Netzes sein wird, sollten mögliche Investoren gesucht und gezielt unterstützt werden. Um Planungssicherheit zu erreichen kann ein Investor im Rahmen einer Modul 1 Studie nach der „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ konkretere Planungen anstoßen und sich diese mit bis zu 50 % fördern lassen. Die Gemeinde kann hierfür die Ergebnisse der Wärmeplanung zur Verfügung stellen, und bei der Vermittlung von möglichen Ankerkunden unterstützen. Auch sollte soweit es wirtschaftlich vertretbar die Gemeinde selbst als möglicher Ankerkunde auftreten und Flächen für Wärmeprojekte zur Verfügung stellen.			
Akteure	kommunale Verwaltung, mögliche Betreiber des Wärmenetzes, Wärmelieferanten (Eisstadion Adendorf)			
Zielgruppe	private Hauseigentümer:innen, Wohnungswirtschaft			
Zeithorizont	mittelfristig			
Fördermöglichkeit	Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW)			
Wirkung	Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit des Wärmenetzes und Planungssicherheit für Anwohner:innen von Adendorf.			

Tabelle 7-12: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept West-Fabrik

Maßnahme 12: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept West-Fabrik		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ● ●
Ziel	Machbarkeitsstudien für das Teilgebiet West-Fabrik mit wahrscheinlicher Eignung für ein Wärmenetz erstellen, um Planungssicherheit für die Anwohner:innen zu schaffen.			
Beschreibung	Die Ergebnisse des Wärmeplans für Adendorf zeigen, dass ein Wärmenetz eine wirtschaftliche Alternative gegenüber Wärmepumpen für Anwohner in Adendorf darstellen kann. Da die Gemeinde selbst nicht Ersteller und Betreiber eines solchen Netzes sein wird, sollten mögliche Investoren gesucht und gezielt unterstützt werden. Um Planungssicherheit zu erreichen kann ein Investor im Rahmen einer Modul 1 Studie nach der „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ konkretere Planungen anstoßen und sich diese mit bis zu 50 % fördern lassen. Die Gemeinde kann hierfür die Ergebnisse der Wärmeplanung zur Verfügung stellen, und bei der Vermittlung von möglichen Ankerkunden unterstützen. Auch sollte soweit es wirtschaftlich vertretbar die Gemeinde selbst als möglicher Ankerkunde auftreten und Flächen für Wärmeprojekte zur Verfügung stellen.			
Akteure	kommunale Verwaltung, mögliche Betreiber des Wärmenetzes, Wärmelieferanten (Schluckwerder GmbH)			
Zielgruppe	private Hauseigentümer:innen, Wohnungswirtschaft			
Zeithorizont	mittelfristig			
Fördermöglichkeit	Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW)			
Wirkung	Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit des Wärmenetzes und Planungssicherheit für Anwohner:innen von Adendorf.			

Tabelle 7-13: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Adendorf Kern

Maßnahme 13: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Adendorf Kern		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ● ●
Ziel	Machbarkeitsstudien für das Teilgebiet Kern mit wahrscheinlicher Eignung für ein Wärmenetz erstellen, um Planungssicherheit für die Anwohner:innen zu schaffen.			
Beschreibung	Die Ergebnisse des Wärmeplans für Adendorf zeigen, dass ein Wärmenetz eine wirtschaftliche Alternative gegenüber Wärmepumpen für Anwohner in Adendorf darstellen kann. Da die Gemeinde selbst nicht Ersteller und Betreiber eines solchen Netzes sein wird, sollten mögliche Investoren gesucht und gezielt unterstützt werden. Um Planungssicherheit zu erreichen kann ein Investor im Rahmen einer Modul 1 Studie nach der „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ konkretere Planungen anstoßen und sich diese mit bis zu 50 % fördern lassen. Die Gemeinde kann hierfür die Ergebnisse der Wärmeplanung zur Verfügung stellen, und bei der Vermittlung von möglichen Ankerkunden unterstützen. Auch sollte soweit es wirtschaftlich vertretbar die Gemeinde selbst als möglicher Ankerkunde auftreten und Flächen für Wärmeprojekte zur Verfügung stellen.			
Akteure	kommunale Verwaltung, mögliche Betreiber des Wärmenetzes, Wärmelieferanten			
Zielgruppe	private Hauseigentümer:innen, Wohnungswirtschaft			
Zeithorizont	mittelfristig			
Fördermöglichkeit	Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW)			
Wirkung	Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit des Wärmenetzes und Planungssicherheit für Anwohner:innen von Adendorf.			

7.2 Fokusgebiete Wärmenetze

Im Weiteren wird detaillierter auf drei Teilgebiete eingegangen. Diese Fokusgebiete sind die folgenden:

- Teilgebiet Sportmeile
- Teilgebiet West Fabrik
- Teilgebiet Kern

Die drei Gebiete wurden ausgewählt, da sie aufgrund ihrer Gebäudestruktur eine Übertragbarkeit auf weitere Quartiere aufweisen. Zusätzlich weisen die beiden Fokusgebiete ein durchschnittliches Gebäudealter auf, welches zu einem hohem Reduktionspotenzial des Wärmebedarfes führt. Des Weiteren befinden sich geeignete Flächen zu zentraler Energieversorgung

durch erneuerbare Energien in der Nähe der Gebiete, wodurch eine kurz- bzw. mittelfristige Realisierbarkeit möglich ist.

Im ersten Teil der Analyse wird detailliert auf den aktuellen Stand der Fokusgebiete eingegangen. Daraufhin werden Potenziale hervorgehoben insbesondere der möglichen Energieeinsparung durch energetische Sanierung. Dazu werden die Ergebnisse des Zielszenarios aus dem vorangegangenen Kapitel mit einbezogen und speziell für die Fokusgebiete erläutert.

7.2.1 Fokusgebiet Sportmeile

Die Gebäudestruktur des Fokusgebiets Sportmeile ist im Norden überwiegend durch kommunale Liegenschaften und im Süden durch Wohngebäude geprägt (vgl. Abbildung 7-1). In der Darstellung sind die Gebäude auf Baublockebene aggregiert, wodurch die überwiegende Struktur je Baublock gezeigt wird. Das gesamte Fokusgebiet weist eine heterogene Struktur mit einer Durchmischung von Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern sowie kommunalen Liegenschaften auf.

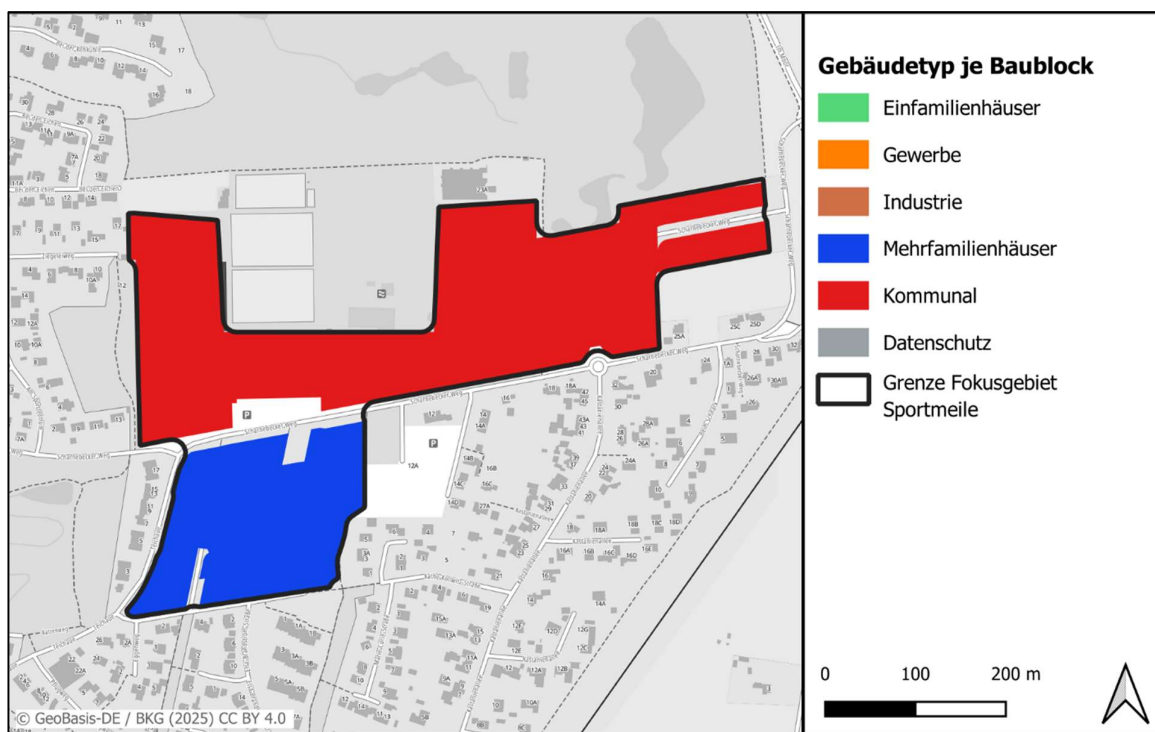


Abbildung 7-1: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet Sportmeile.
Quelle: Eigene Darstellung

Das Fokusgebiet Sportmeile umfasst insgesamt 36 Gebäude. Das Fokusgebiet ist gemischt geprägt und knapp 72 % aller Gebäude sind Wohngebäude. Die Gebäude weisen ein mittleres Alter auf. Rund 64 % der Gebäude wurden zwischen den Jahren 1978 bis 2001 erbaut, gefolgt von 28 % der Gebäude, die zwischen 1958 bis 1977 erreicht wurden (vgl. Abbildung 7-2). Zusätzlich haben viele Heizungen im Fokusgebiet ein hohes Alter von über 20 Jahren (39 %)

bzw. geringes Alter von unter 10 Jahren (36 %) (vgl. Abbildung 7-3). Wärmenetze sind im Fokusgebiet nicht vorhanden.

Insgesamt beläuft sich der Wärmbedarf des Fokusgebiets Sportmeile im Status Quo auf 4.600 MWh/a.

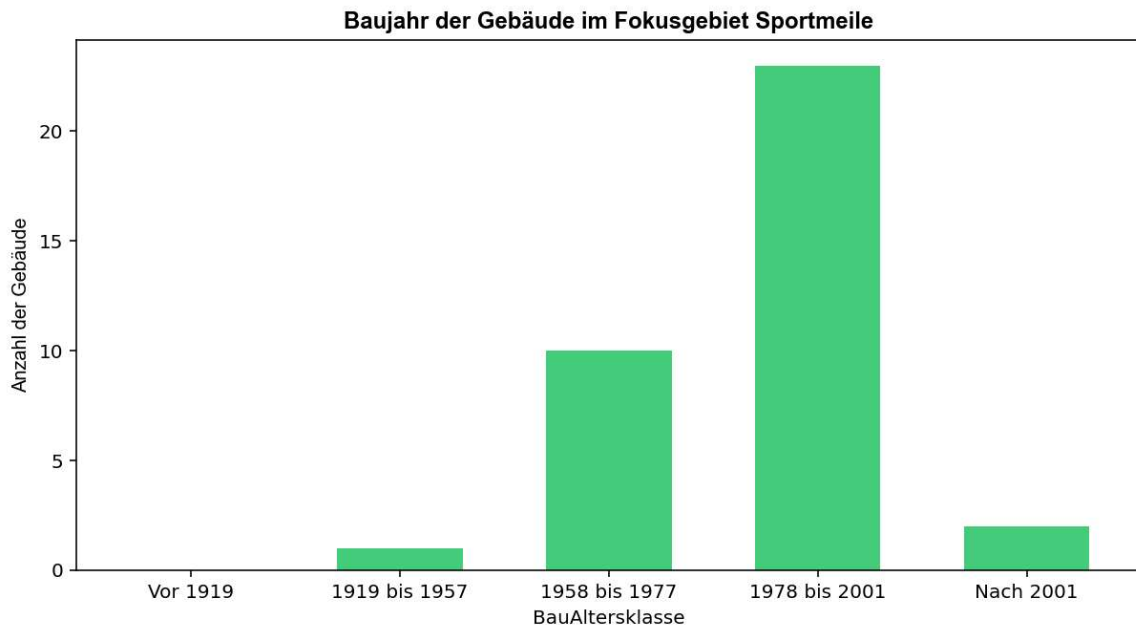


Abbildung 7-2: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet Sportmeile. Quelle: Eigene Darstellung.

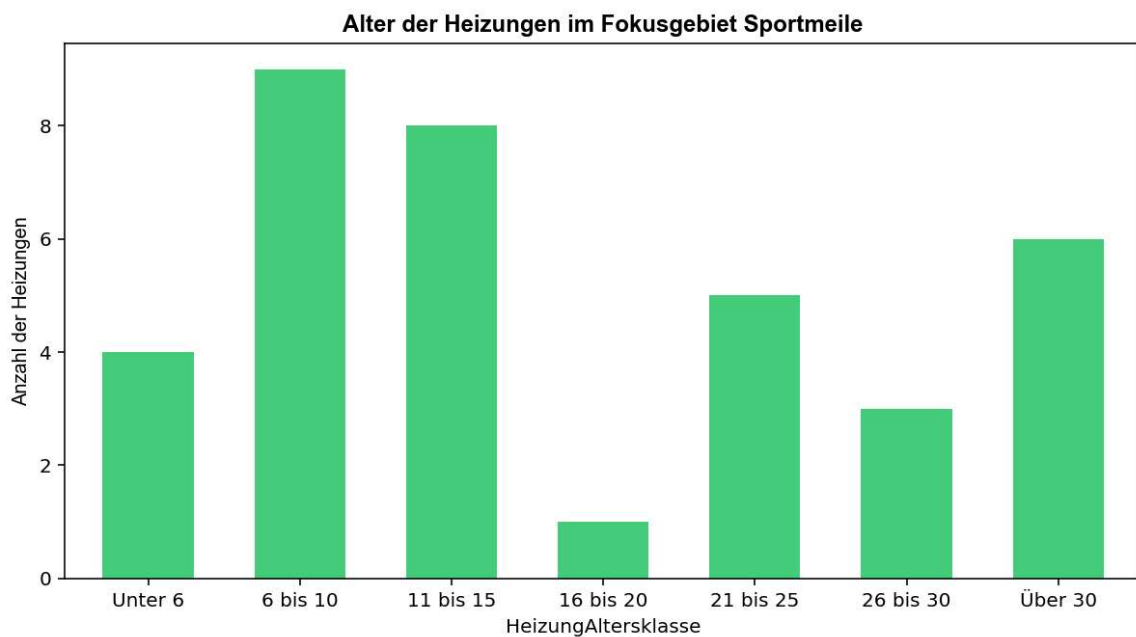


Abbildung 7-3: Baualtersklassen der Heizungen im Fokusgebiet Sportmeile. Quelle: Eigene Darstellung.

Die oberflächliche Eignung eines Wärmenetzes kann anhand der Wärmeliniendichte abgeschätzt werden. Für das Fokusgebiet Sportmeile ist die Wärmeliniendichte in Abbildung 7-4 gegeben. Da das Fokusgebiet nur aus einer Straße besteht ist die Wärmeliniendichte mit über 3,0 MWh/a hoch. Ein weiterer Grund dafür sind die nahegelegene Schule und das Eisstadion, welche jeweils einen überdurchschnittlich hohen Wärmebedarf aufweisen.

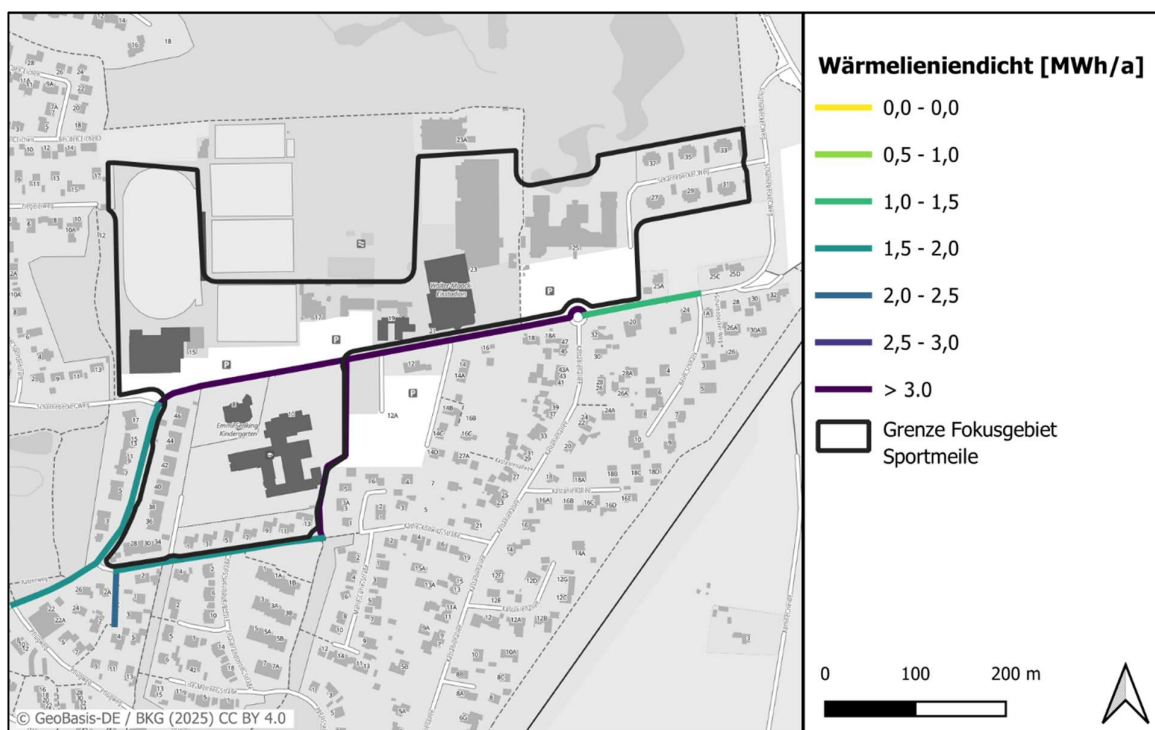


Abbildung 7-4: Wärmeliniendichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr im Fokusgebiet Sportmeile. Quelle: Eigene Darstellung

Das Ziel der Dekarbonisierung des Energiesystems baut darauf auf, dass die Wärmeherzeugung durch immer effizientere Anlagen bereitgestellt wird. Zusätzlich ist eine Minimierung der fossilen Brennstoffe nötig. Ein möglicher Transformationspfad des Endenergiebedarfes nach Energieträgern ist in Abbildung 7-5 dargestellt. Ausgehend vom Status Quo im Jahr 2024 zeigt sich, dass der benötigte Endenergiebedarf im Fokusgebiet Sportmeile 5,6 GWh/a beträgt. Dieser wird größtenteils durch die Verwendung des Energieträgers Gas und Öl verursacht.

In den nächsten Jahren sinkt der Anteil von Gas und Öl am Endenergiebedarf bis er 2040 sein Minimum erreicht. Die potenzielle zukünftige Wärmeversorgung des Fokusgebietes könnte durch die Verwendung einer Luftgroßwärmepumpe in Kombination mit der Nutzung der Abwärme aus dem Eisstadion ermöglicht werden.

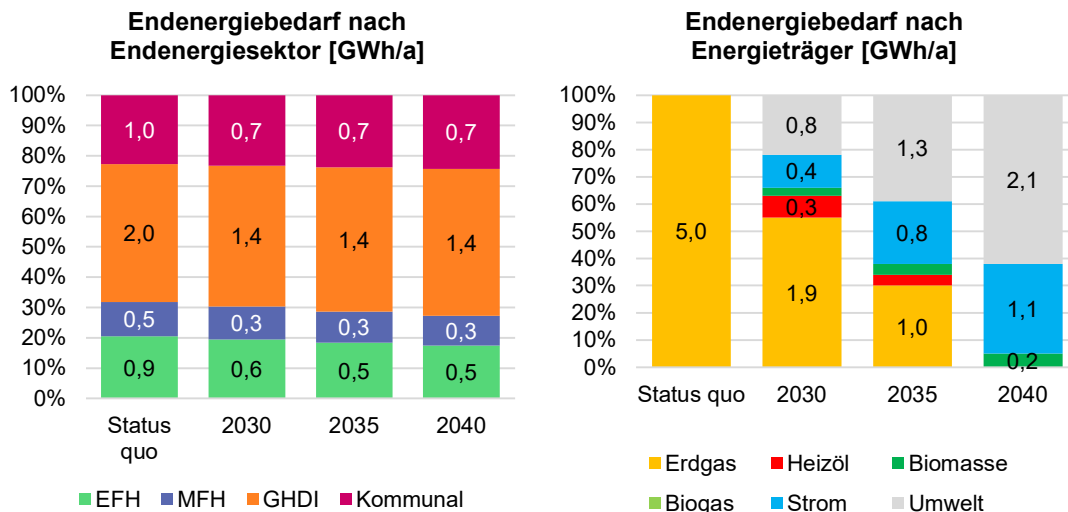


Abbildung 7-5: Entwicklung des Anteils der Sektoren und Heizungstypen am Endenergiebedarf in Gigawattstunden pro Jahr im Fokusgebiet Sportmeile bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung

Neben der Reduzierung des Endenergiebedarfes führt die Umstellung der Wärmeenergiequellen dazu, dass die Treibhausgasemission im Teilgebiet stark minimiert wird. Dazu wird angenommen, dass der Energieträger Strom bis 2040 Emissionsfrei wird.

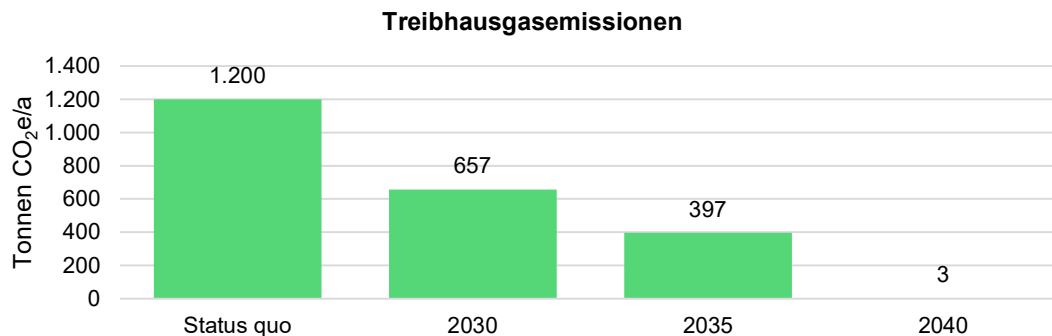


Abbildung 7-6: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Tonnen CO₂e pro Jahr im Fokusgebiet Sportmeile bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Dekarbonisierung und die Versorgung des Fokusgebiet Sportmeile möglich sind. Zudem ist die leitungsgebundene Wärmeversorgung für das Gebiet relevant. Die frühzeitige Planung eines möglichen Wärmenetzes kann sich förderlich auf die Anschlussquote und dem damit verbundenen Preis auswirken. Im Weiteren ist eine förderfähige Machbarkeitsstudie nach BEW zu empfehlen (vgl. Maßnahme 11: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Sportmeile). In dieser Machbarkeitsstudie werden weitere Parameter untersucht wie z.B. Vor- und Rücklauftemperatur, detaillierte Trassenführung, Ermittlung des Standortes der Heizzentrale sowie die Erarbeitung alternativer Versorgungsvarianten.

Im Weiteren ist der Fokus auf die Sanierung des Gebäudebestandes zu empfehlen. Die Hälfte aller Gebäude im Fokusgebiet wurde zwischen den Jahren 1958 und 1977 erbaut und besitzen

überwiegenden Heizungen, die in den nächsten fünf Jahren das Ende der Lebensdauer von 20 Jahren erreichen. Maßnahmen mit Fokus auf Wissenstransfer an die Bürgerschaft zum Themenfeld Sanierung sind in diesem Fokusgebiet besonders anzustreben (vgl. Maßnahme 1: Bereitstellung von Informationen zur energetischen Gebäudesanierung und Maßnahme 2: Günstige initiale Energieberatung „Klimaschutz daheim“).

7.2.2 Fokusgebiet West-Fabrik

Die Gebäudestruktur des Fokusgebiet West-Fabrik ist überwiegend durch Wohngebäude, insbesondere Einfamilienhäuser geprägt (vgl. Abbildung 7-1). In der Darstellung sind die Gebäude auf Baublockebene aggregiert, wodurch die überwiegende Struktur je Baublock gezeigt wird. Das gesamte Teilgebiet weist eine beinahe homogene Struktur, in Form von Wohngebäuden auf.

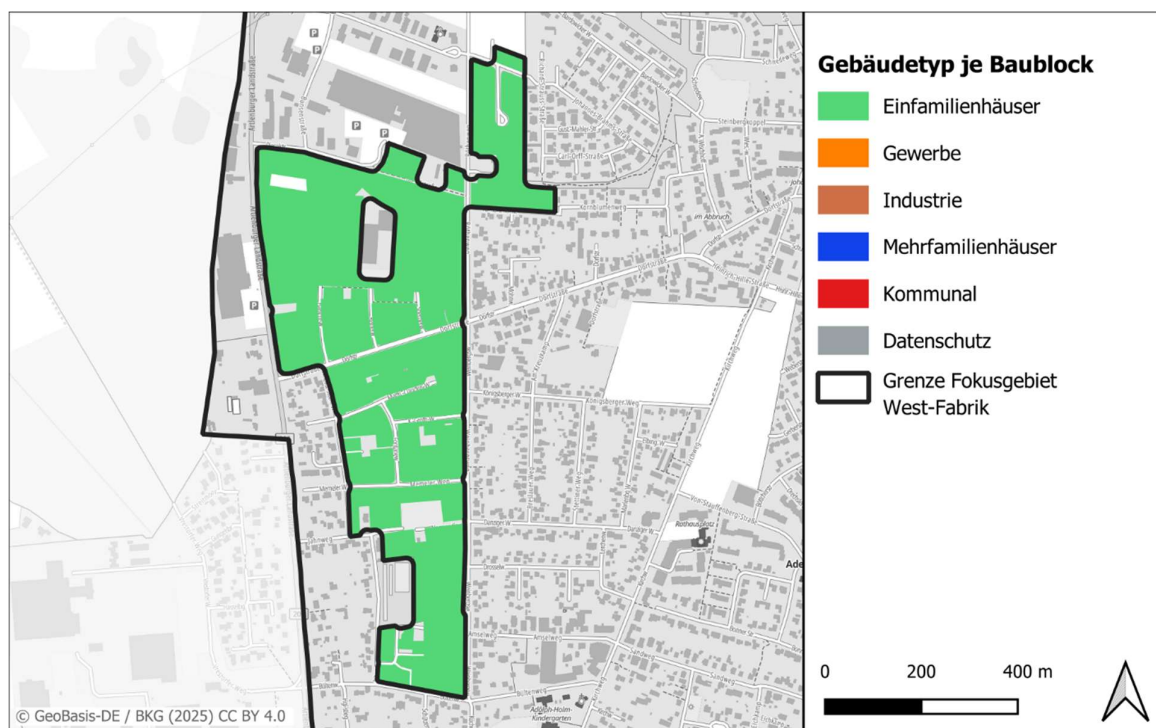


Abbildung 7-7: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet West-Fabrik. Quelle: Eigene Darstellung

Das Fokusgebiet West-Fabrik umfasst insgesamt 238 Gebäude. Das Fokusgebiet ist gemischt geprägt und knapp 83 % aller Gebäude sind Wohngebäude. Die Gebäude weisen ein hohes Alter auf. Rund 39 % der Gebäude wurden zwischen den Jahren 1919 bis 1957 bzw. vor 1919 erbaut, gefolgt von 29 % der Gebäude, die zwischen 1958 bis 1977 erreicht wurden (vgl. Abbildung 7-8). Zusätzlich haben viele Heizungen im Fokusgebiet ein geringes Alter von unter 10 Jahren (40 %) bzw. mittleres Alter von 11 bis 20 Jahren (32 %) (vgl. Abbildung 7-9). Wärmenetze sind im Fokusgebiet nicht vorhanden.

Insgesamt beläuft sich der Wärmebedarf des Fokusgebiets West-Fabrik im Status Quo auf 9 MWh/a.

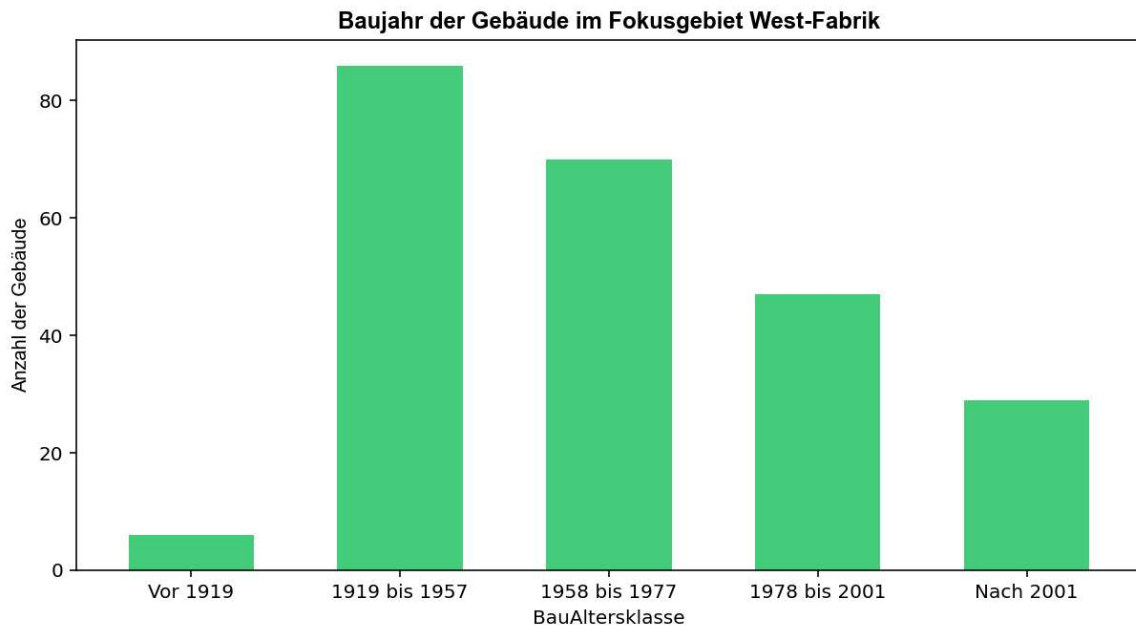


Abbildung 7-8: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet West-Fabrik. Quelle: Eigene Darstellung.

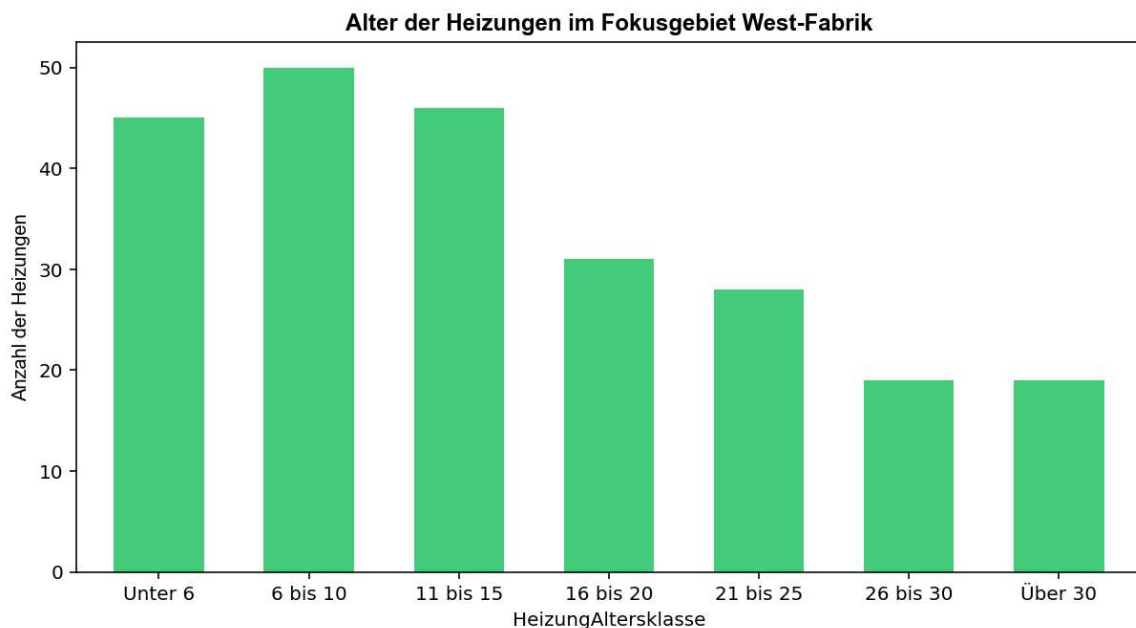


Abbildung 7-9: Baualtersklassen der Heizungen im Fokusgebiet West-Fabrik. Quelle: Eigene Darstellung.

Die oberflächliche Eignung eines Wärmenetzes kann anhand der Wärmelinienichte abgeschätzt werden. Für das Fokusgebiet West-Fabrik ist die Wärmelinienichte in Abbildung 7-4 gegeben. Die dünne Besiedlung des Fokusgebiets durch Einfamilienhäuser führt zu einer

geringen Wärmelinien-dichte von maximal 2,00 bis 2,50 MWh/m. Ausnahme ist die Süßwarenfabrik Schluckwerder GmbH die zu einer erhöhten Wärmelinien-dichte mit über 3 MWh/a führt.



Abbildung 7-10: Wärmelinien-dichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr im Fokusgebiet West-Fabrik. Quelle: Eigene Darstellung

Das Ziel der Dekarbonisierung des Energiesystems baut darauf auf, dass die Wärmeherzeugung durch immer effizientere Anlagen bereitgestellt wird. Zusätzlich ist eine Minimierung der fossilen Brennstoffe nötig. Ein möglicher Transformationspfad des Endenergiebedarfes nach Energieträgern ist in Abbildung 7-5 dargestellt. Ausgehend vom Status Quo im Jahr 2024 zeigt sich, dass der benötigte Endenergiebedarf im Fokusgebiet West-Fabrik 5,6 GWh/a beträgt. Dieser wird größtenteils durch die Verwendung des Energieträgers Gas und Öl verursacht.

In den nächsten Jahren sinkt der Anteil von Gas und Öl am Endenergiebedarf bis er 2040 sein Minimum erreicht. Ein Großteil der potenziellen Wärmeversorgung könnte zukünftig durch die Abwärme Süßwarenfabrik Schluckwerder GmbH an der nördlichen Grenze gelegen bereitgestellt werden. Supplementiert durch eine Luftgroßwärmepumpe und einem Holzhackschnitzelkessel, um eventuelle Lastspitzen zu decken.

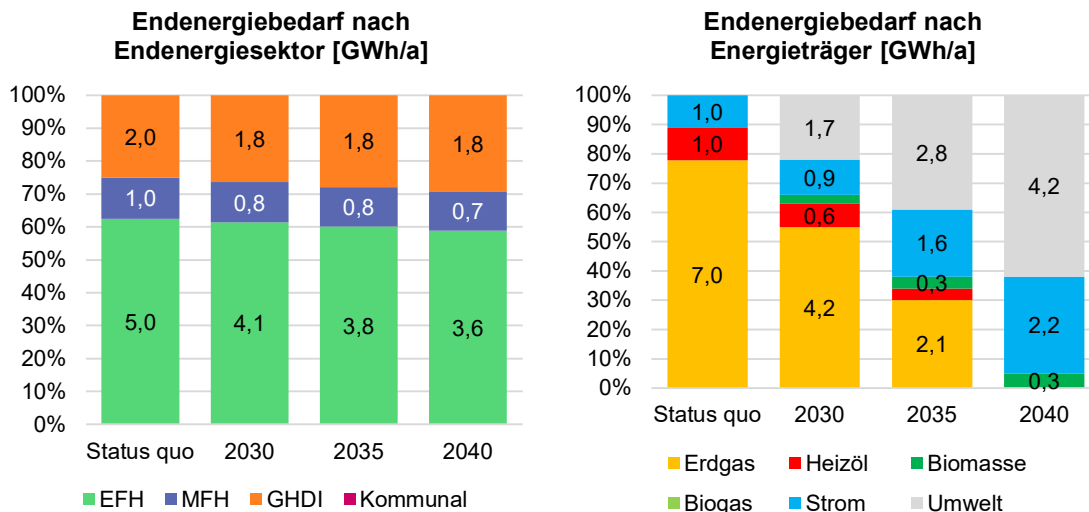


Abbildung 7-11: Entwicklung des Anteils der Sektoren und Heizungstypen am Endenergiebedarf in Gigawattstunden pro Jahr im Fokusgebiet West-Fabrik bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung

Neben der Reduzierung des Endenergiebedarfes führt die Umstellung der Wärmeherzeugungsquellen dazu, dass die Treibhausgasemission im Fokusgebiet stark minimiert wird. Dazu wird angenommen, dass der Energieträger Strom bis 2040 Emissionsfrei wird.

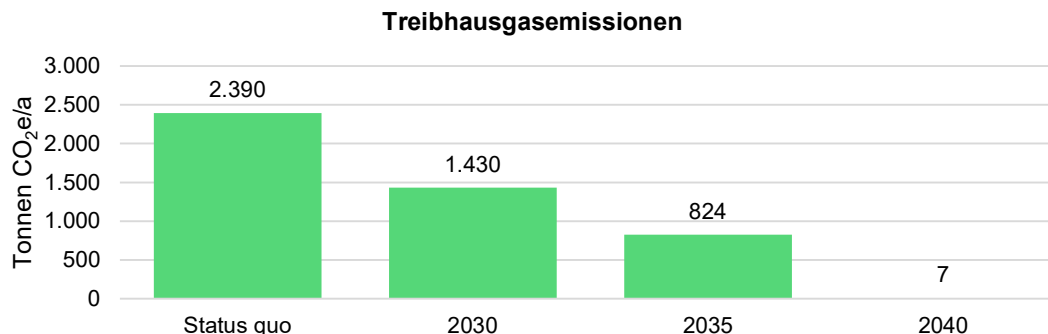


Abbildung 7-12: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Tonnen CO₂e pro Jahr im Fokusgebiet West-Fabrik bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Dekarbonisierung und die Versorgung des Fokusgebiets West-Fabrik möglich sind. Zudem ist die leitungsgebundene Wärmeversorgung für das Gebiet relevant. Die frühzeitige Planung eines möglichen Wärmenetzes kann sich förderlich auf die Anschlussquote und dem damit verbundenen Preis auswirken. Im Weiteren ist eine förderfähige Machbarkeitsstudie nach BEW zu empfehlen (vgl. Maßnahme 12: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept West-Fabrik). In dieser Machbarkeitsstudie werden weitere Parameter untersucht wie z.B. Vor- und Rücklauftemperatur, detaillierte Trassenführung, Ermittlung des Standortes der Heizzentrale sowie die Erarbeitung alternativer Versorgungsvarianten.

Im Weiteren ist der Fokus auf die Sanierung des Gebäudebestandes zu empfehlen. Die Hälfte aller Gebäude im Fokusgebiet wurde zwischen den Jahren 1958 und 1977 erbaut und besitzen

überwiegenden Heizungen, die in den nächsten fünf Jahren das Ende der Lebensdauer von 20 Jahren erreichen. Maßnahmen mit Fokus auf Wissenstransfer an die Bürgerschaft zum Themenfeld Sanierung sind in diesem Fokusgebiet besonders anzustreben (vgl. Maßnahme 1: Bereitstellung von Informationen zur energetischen Gebäudesanierung und Maßnahme 2: Günstige initiale Energieberatung „Klimaschutz daheim“).

7.2.3 Fokusgebiet Kern

Die Gebäudestruktur des Fokusgebiet Kern ist überwiegend durch Wohngebäude, insbesondere Einfamilienhäuser geprägt (vgl. Abbildung 7-13). In der Darstellung sind die Gebäude auf Baublockebene aggregiert, wodurch die überwiegende Struktur je Baublock gezeigt wird. Das gesamte Teilgebiet weist eine beinahe homogene Struktur, in Form von Wohngebäuden auf.

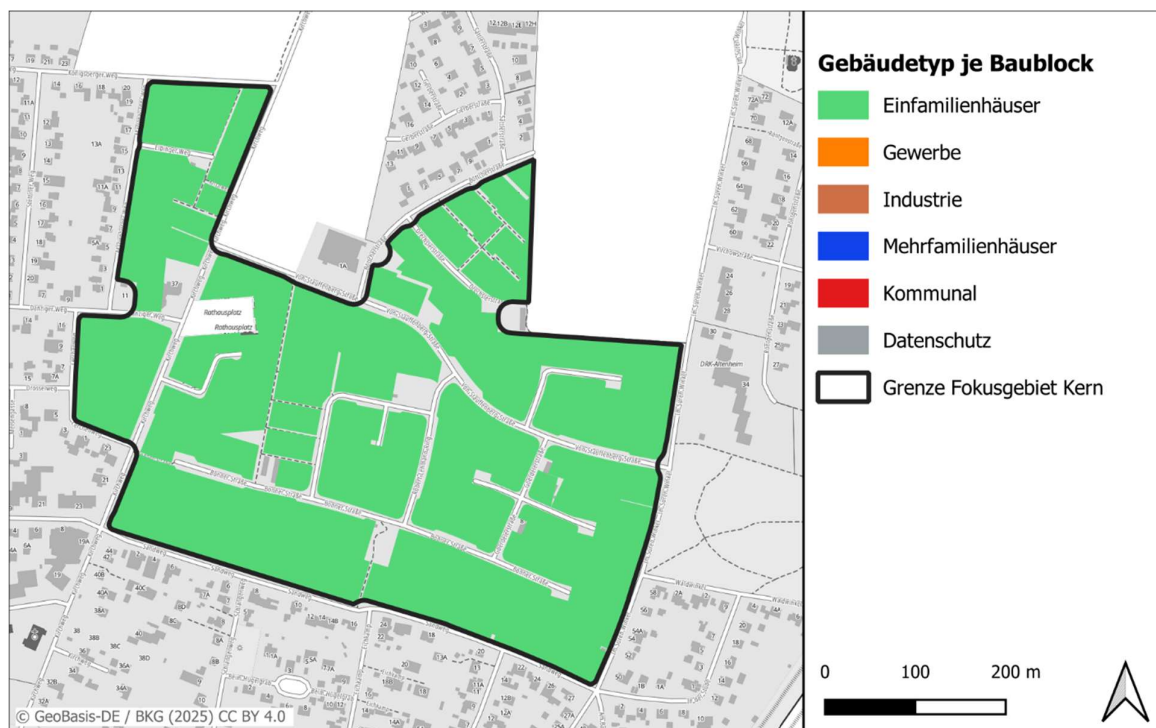


Abbildung 7-13: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet Kern. Quelle: Eigene Darstellung

Das Fokusgebiet Kern umfasst insgesamt 242 Gebäude. Das Fokusgebiet ist gemischt geprägt und knapp 96 % aller Gebäude sind Wohngebäude. Die Gebäude weisen ein hohes Alter auf. Rund 69 % der Gebäude wurden zwischen den Jahren 1958 bis 1977 erbaut, gefolgt von 23 % der Gebäude, die zwischen 1978 bis 2001 erreicht wurden (vgl. Abbildung 7-14). Das Alter der Heizungen ist im Fokusgebiet durchmischt (vgl. Abbildung 7-15). Wärmenetze sind im Fokusgebiet nicht vorhanden.

Insgesamt beläuft sich der Wärmbedarf des Fokusgebiets Sportmeile im Status Quo auf 9 MWh/a. Im Gebiet ist kein Großverbraucher angesiedelt.

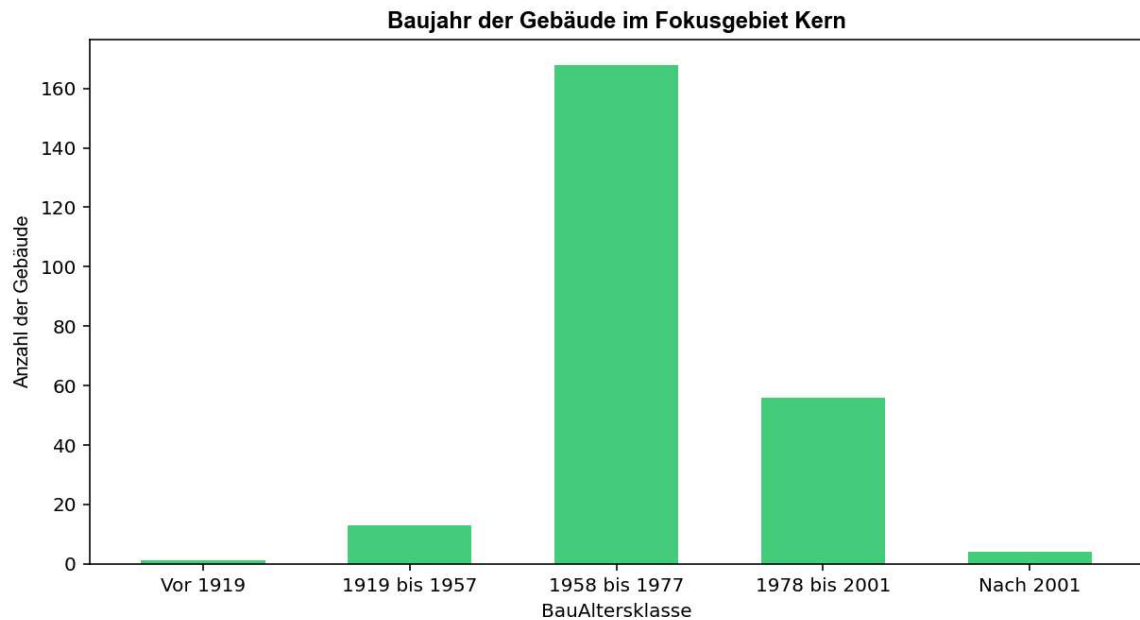


Abbildung 7-14: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet Kern. Quelle: Eigene Darstellung.

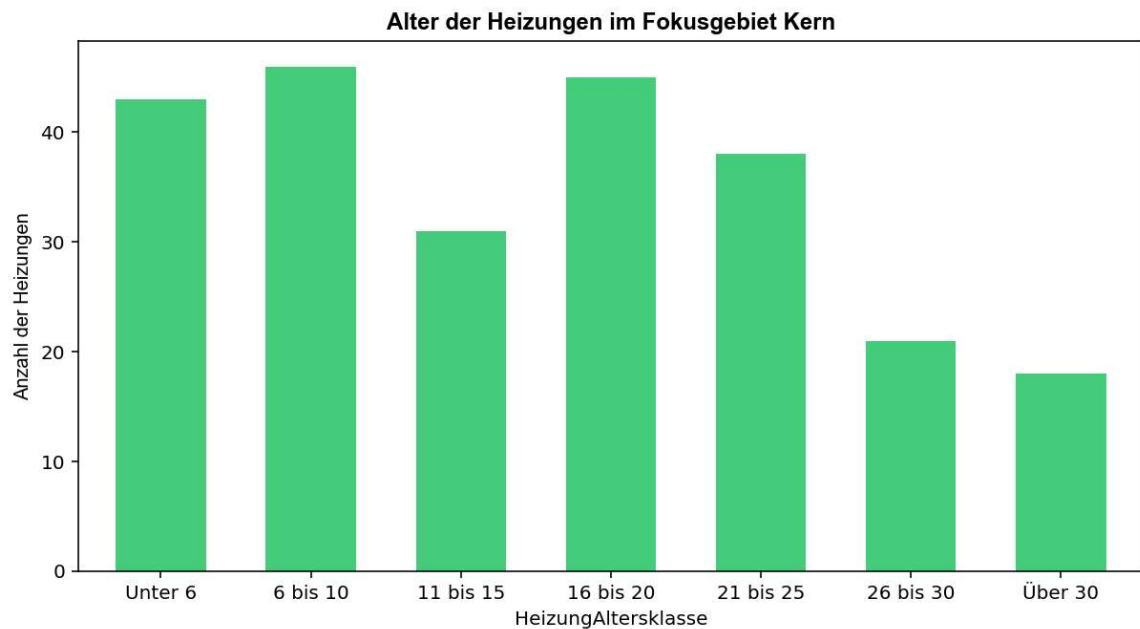


Abbildung 7-15: Baualtersklassen der Heizungen im Fokusgebiet Kern. Quelle: Eigene Darstellung.

Die oberflächliche Eignung eines Wärmenetzes kann anhand der Wärmelinienichte abgeschätzt werden. Für das Fokusgebiet Kern ist die Wärmelinienichte in Abbildung 7-4 gegeben. Insbesondere in der Nähe der Mehrfamilienhäuser zeigt sich eine erhöhte Wärmelinienichte von über 3,0 MWh/a.

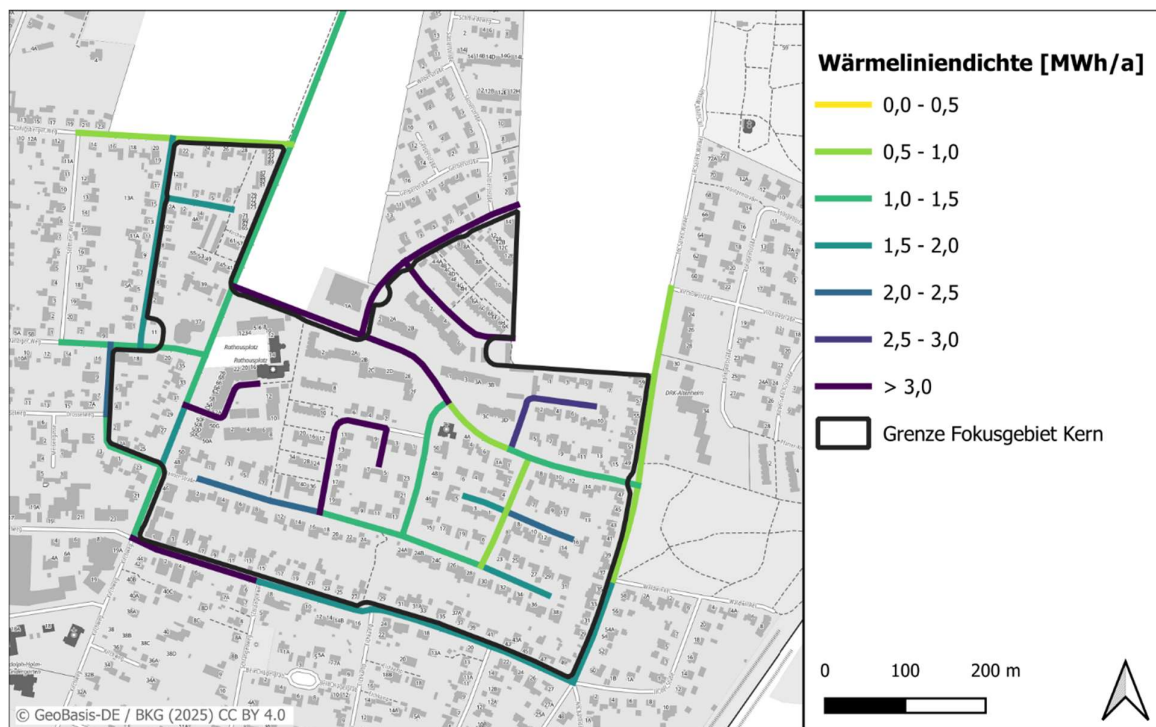


Abbildung 7-16: Wärmelinien-dichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr im Fokusgebiet Kern. Quelle: Eigene Darstellung

Das Ziel der Dekarbonisierung des Energiesystems baut darauf auf, dass die Wärmeerzeugung durch immer effizientere Anlagen bereitgestellt wird. Zusätzlich ist eine Minimierung der fossilen Brennstoffe nötig. Ein möglicher Transformationspfad des Endenergiebedarfes nach Energieträgern ist in Abbildung 7-5 dargestellt. Ausgehend vom Status Quo im Jahr 2024 zeigt sich, dass der benötigte Endenergiebedarf im Fokusgebiet Kern 5,6 GWh/a beträgt. Dieser wird größtenteils durch die Verwendung des Energieträgers Gas und Öl verursacht.

In den nächsten Jahren sinkt der Anteil von Gas und Öl am Endenergiebedarf bis er 2040 sein Minimum erreicht. Eine Möglichkeit für eine regenerative potenzielle Wärmeversorgung ist die Verwendung von Solarthermieanlage in Kombination mit einem ausreichend großen Speicher, um die Grundlast einer Luftgroßwärmepumpe zu supplementieren. Des Weiteren ist es möglich höhere Lastspitzen mit einem Holzhackschnitzelkessel zu decken.

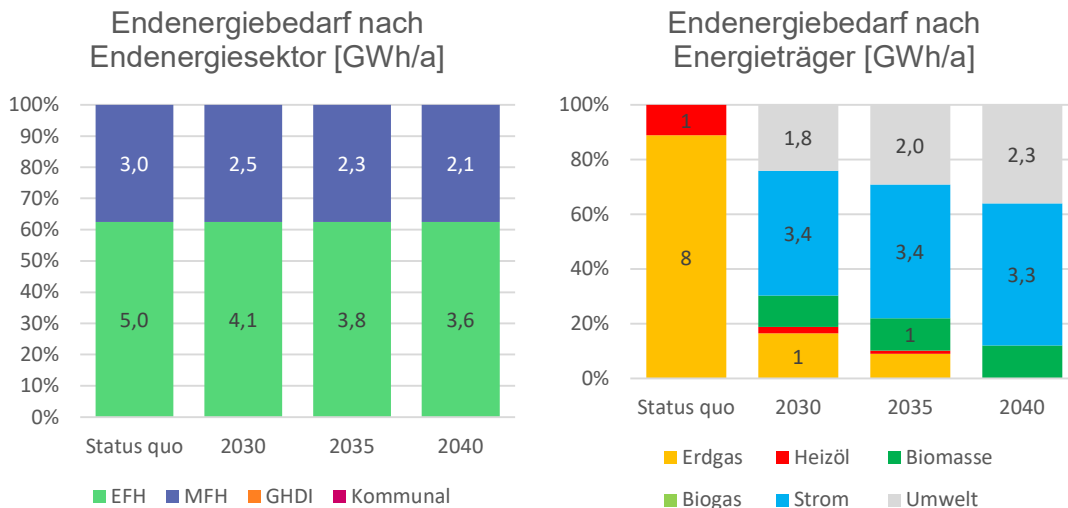


Abbildung 7-17: Entwicklung des Anteils der Sektoren und Heizungstypen am Endenergiebedarf in Gigawattstunden pro Jahr im Fokusgebiet Kern bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung

Neben der Reduzierung des Endenergiebedarfes führt die Umstellung der Wärmeherzeugungsquellen dazu, dass die Treibhausgasemission im Fokusgebiet stark minimiert wird. Dazu wird angenommen, dass der Energieträger Strom bis 2040 Emissionsfrei wird.

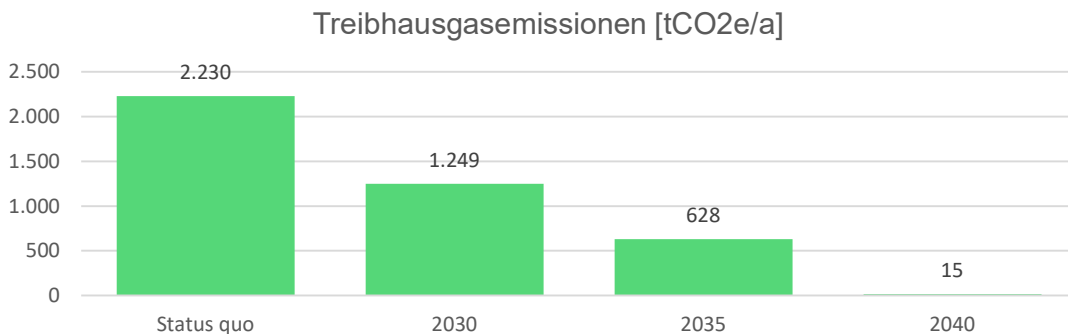


Abbildung 7-18: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Tonnen CO₂e pro Jahr im Fokusgebiet Kern bis 2040. Quelle: Eigene Darstellung.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Dekarbonisierung und die Versorgung des Fokusgebiets Kern möglich sind. Zudem ist die leitungsgebundene Wärmeversorgung für das Gebiet relevant. Die frühzeitige Planung eines möglichen Wärmenetzes kann sich förderlich auf die Anschlussquote und dem damit verbundenen Preis auswirken. Im Weiteren ist eine förderfähige Machbarkeitsstudie nach BEW zu empfehlen (vgl. Maßnahme 13: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Adendorf Kern). In dieser Machbarkeitsstudie werden weitere Parameter untersucht wie z.B. Vor- und Rücklauftemperatur, detaillierte Trassenführung, Ermittlung des Standortes der Heizzentrale sowie die Erarbeitung alternativer Versorgungsvarianten.

Im Weiteren ist der Fokus auf die Sanierung des Gebäudebestandes zu empfehlen. Die Hälfte aller Gebäude im Fokusgebiet wurde zwischen den Jahren 1958 und 1977 erbaut und besitzen

überwiegenden Heizungen, die in den nächsten fünf Jahren das Ende der Lebensdauer von 20 Jahren erreichen. Maßnahmen mit Fokus auf Wissenstransfer an die Bürgerschaft zum Themenfeld Sanierung sind in diesem Fokusgebiet besonders anzustreben (vgl. Maßnahme 1: Bereitstellung von Informationen zur energetischen Gebäudesanierung und Maßnahme 2: Günstige initiale Energieberatung „Klimaschutz daheim“).

8 Umsetzungs- und Verstetigungsstrategie

8.1 Warum ist eine Verstetigungsstrategie notwendig?

Gesetzliche Ausgangslage, Stand August 2025

Die Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung ist ein zentrales Element zur Sicherstellung einer langfristigen, nachhaltigen und wirtschaftlichen Wärmeversorgung in der Gemeinde Adendorf. Im Rahmen des WPG wird die Notwendigkeit einer langfristigen Planung und Umsetzung von Wärmeversorgungskonzepten unterstrichen. Dabei soll der umsetzungsorientierte Fortschritt der kommunalen Wärmeplanung überwacht und der Wärmeplan bei Bedarf entsprechend aktualisiert werden. „Nach § 25 des Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG) müssen Wärmepläne mindestens alle fünf Jahre überprüft und Fortschritte bei der Umsetzung überwacht werden. Bei Bedarf ist der Wärmeplan zu überarbeiten und anzupassen.“ [32].

Die kWP ist ein zentrales Element des kommunalen Klimaschutzmanagements und der lokalen Energiepolitik und sollte proaktiv in der Gemeindeverwaltung und -gesellschaft verankert werden. Dies erfordert gegebenenfalls eine interne Neustrukturierung innerhalb der Verwaltungsorganisation sowie die gezielte Motivation, Information und Aktivierung der Bürgerinnen und Bürger sowie relevanter Akteurinnen und Akteure.



Abbildung 8-1: Wichtige Bereiche für den Erfolg einer umsetzungsorientierten Verstetigungsstrategie in der kommunalen Wärmeplanung. Quelle: Eigene Darstellung, angelehnt an [33]

Kontinuierlicher Umsetzungsprozess

Der Wärmeplan muss in einem fortlaufenden Prozess umgesetzt werden, um die langfristige Wirksamkeit und den nachhaltigen Erfolg sicherzustellen [33].

KWP ist ein dynamischer Prozess, in den sich politische, lokale, regulatorische und technische sowie wirtschaftliche Rahmenbedingungen und Erkenntnisse kontinuierlich ändern. Deshalb muss der Prozess fortlaufend dokumentiert und gesteuert werden. Erst mit einer stetigen Überwachung der Zielerreichung ist gewährleistet, dass Ressourcen zielgerichtet eingesetzt werden und bei Abweichungen frühzeitig eingegriffen und gegengelenkt werden kann. Das Hauptziel ist es, den Wärmeplan konstant weiterzuentwickeln und an neue Anforderungen anzupassen. Besonders in den ersten Jahren bringen die Erfahrungen aus der Umsetzung, Anpassung, Kommunikation und Zusammenarbeit wertvolle Erkenntnisse, die in den Fortschreibungsprozess einfließen (dokumentierte Lernprozesse und -effekte).

Die erste Fortschreibung des Wärmeplans ist entsprechend der gesetzlichen Vorgaben für das Jahr 2030 vorgesehen. Dabei sollte geprüft werden, ob eine enge Verbindung mit der Fortschreibung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes des Landkreises Lüneburg und der Energiepolitik erfolgen kann. Solche Synergien ermöglichen eine wirtschaftliche, proaktive Ressourcenplanung und Nutzung – Doppelarbeit, wie z.B. bei Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz, sollen dabei vermieden werden.

Organisatorische und institutionelle Verankerung von Prozessen und Strukturen

Um eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in der Gemeinde Adendorf bis zum Zieljahr 2040 zu gewährleisten, müssen die entsprechenden neuen Aufgaben und Prozesse als Gemeinschaftsaufgabe zeitnah und dauerhaft in den Regelbetrieb der Gemeindeverwaltung überführt werden. Das zukünftige Zusammenarbeiten mit den zuständigen Stellen innerhalb und außerhalb der Verwaltung, wie z.B. Wärmeversorgern, Netzbetreibern, den Fachakteuren, Stakeholdern und Schornsteinfegern, sollten bestenfalls schon zu Beginn – spätestens zum Abschluss – der kommunalen Wärmplanung geklärt und langfristig sichergestellt werden.

Dabei sollen sowohl die Umsetzung der Maßnahmen als auch aktueller lokaler, regionaler, landes- und bundesweiter Projekte und Entwicklungen, einschließlich deren Herausforderungen und Chancen, geprüft und besprochen werden. Zudem ist es wichtig, Förderungs- und Finanzierungsmöglichkeiten aufzuzeigen und strategische Entscheidungen vorzubereiten.

Des Weiteren sollte die kWP in die Gemeindegesellschaft integriert werden, indem Bürgerinnen und Bürger sowie relevante Akteure gezielt informiert und motiviert werden mitzuwirken. So werden alle Beteiligten in den Prozess einbezogen, ihre Bedürfnisse und Ideen berücksichtigt, was zu einer nachhaltigen und effektiven Wärmeversorgung in der Gemeinde beiträgt.

Durch die institutionelle Verankerung von Prozessen und Strukturen werden die erarbeiteten Maßnahmen dauerhaft gesichert und eine kontinuierliche und umsetzungsorientierte Betreuung sowie Weiterentwicklung (Aktualisierung und Fortschreibung) des Wärmeplans gewährleistet.

Es ist ratsam, die Koordination der kommunalen Wärmeplanung als festen Bestandteil zu etablieren und dafür eine oder mehrere entsprechende Personalstellen einzurichten.

Flexible Anpassungsmechanismen und Lernprozesse

Politische, lokale, regulatorische und technische Gegebenheiten ändern sich kontinuierlich. Die Ergebnisse der Eignungsgebietsanalysen und der weiteren Maßnahmen sollte stetig an die sich ändernde Rahmenbedingung mit Hilfe eines Multiprojektmanagements frühzeitig und zielorientiert nachverfolgt und angepasst werden. Ein iterativer, rollierender Prozess ermöglicht die regelmäßige Überprüfung und Anpassung des Wärmeplans an neue Gegebenheiten.

Besonders wichtig ist hierbei einen Überblick über alle Projekte, Maßnahmen, Mittelverwendungen und Finanzierungsmöglichkeiten zu behalten, um bei Abweichungen bzw. einem Fehlverlauf gegensteuern zu können. Es ist zu prüfen, inwiefern dazu bereits etablierte Qualitätsmanagementprozesse mitgenutzt werden können und ob die Maßnahmen in das lokale Programm zum Thema Energie- und Klimaschutzmanagement integriert werden können. Meilensteine und Zwischenergebnisse sollten gesetzt und überprüft werden. Eine regelmäßige und transparente Kommunikation mit allen Beteiligten bildet dabei eine wesentliche Grundlage und kann für zügige Anpassungen an lokale, rechtliche, technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen genutzt werden. Zudem soll die Integration von Erfahrungen und neuen Erkenntnissen in die Planung stetig einfließen (Lerneffekte) [34].

Kommunikationsstrategie für Transparenz und Beteiligung

Der Wärmeplan dient als Orientierungshilfe für Entscheidungen zur zukünftigen Wärmeversorgung in der Gemeinde Adendorf und als Grundlage für mögliche zukünftige Investitionen, ist jedoch kein verbindliches Instrument mit unmittelbaren Auswirkungen auf die Bürgerinnen und Bürger. Er ist als Planwerk konzipiert, dass alle fünf Jahre fortgeschrieben wird, um auf Veränderungen zu reagieren. Eine enge Abstimmung zwischen den verantwortlichen Verwaltungseinheiten und den Wärmeversorgern, Stakeholdern und Bürgerinnen und Bürgern ist entscheidend, um eine einheitliche und aktuelle Kommunikation zur Wärmeversorgung sicherzustellen. Mängel in der Kommunikation könnten das Vertrauen der Bürgerinnen und Bürger beeinträchtigen und den Fortschritt der kommunalen Wärmewende gefährden.

Die Kommunikationsstrategie zielt darauf ab, die Gemeindegesellschaft über Maßnahmen zu informieren und zur Umsetzung zu motivieren. Sie fördert den internen Austausch zwischen Abteilungen und Entscheidungsebenen und bindet relevante Akteure aus Politik, Verwaltung sowie Energie- und Klimaschutzmanagement ein. Durch transparente Kommunikation werden Bürgerinnen und Bürger sowie Stakeholder über Fortschritte und Herausforderungen informiert, was Akzeptanz und Engagement steigert. Feedback-Mechanismen, wie Rückmeldeplattformen, unterstützen diesen Prozess.

Langfristige Finanzierbarkeit

Die Entwicklung strategisch nachhaltiger Finanzierungsmodelle zielt darauf ab, sowohl öffentliche als auch private Investitionen zu gewinnen. Dies kann durch Fördermittel, öffentlich-private Partnerschaften und innovative Finanzierungsinstrumente erreicht werden.

Zudem bieten Forschungsprojekte von Hochschulen sowie von Bund und Land Chancen, innovative Projekte umzusetzen.

8.2 Monitoring- und Controlling-Prozess, Fortschreibung

Controlling und Monitoring sind entscheidende Instrumente für die systematische Überwachung und Steuerung der Wärmeplanungsprozesse in der Gemeinde Adendorf. Controlling bezieht sich auf die regelmäßige und umsetzungsorientierte Überprüfung der festgelegten Ziele und Maßnahmen, um sicherzustellen, dass sie im Einklang mit den strategischen Vorgaben stehen. Durch ein effektives Controlling können Abweichungen frühzeitig erkannt und Anpassungen vorgenommen werden, um die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der Wärmeprojekte zu maximieren.

Monitoring hingegen umfasst die kontinuierliche Erfassung und Analyse relevanter Daten, die für die Wärmeplanung von Bedeutung sind. Das Monitoring der kommunalen Wärmeplanung basiert auf einer Kombination aus qualitativen und quantitativen Indikatoren, die regelmäßig – empfehlenswert jährlich oder alle fünf Jahre – erhoben und veröffentlicht werden. Diese Indikatoren lassen sich in verschiedene Kategorien unterteilen [35]:

- Technische Indikatoren: Anteil erneuerbarer Energien an der Wärme- und Stromversorgung, Ausbau von Wärmenetzen, Anzahl installierter Wärmepumpen und Solaranlagen etc.
- Wirtschaftliche Indikatoren: Investitionsvolumen in Maßnahmen zur Wärmewende, Höhe und Nutzung von Fördermitteln, Verhältnis von eingesetzten Fördermitteln zu privaten Investitionen etc.
- Soziale Indikatoren: Anzahl und Reichweite von Bildungs- und Informationsveranstaltungen, Beteiligung der Bevölkerung an Projekten, Umfragen über die Akzeptanz der Maßnahmen etc.
- Klimaschutzindikatoren: Reduktion der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor, Fortschritte auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität gemäß dem Zielszenario 2040.

Eine ausführliche Zusammenstellung von Indikatoren ist in Anhang A3 zu finden.

Ein gezieltes und stetiges Monitoring ermöglicht es, den Fortschritt der Maßnahmen zu bewerten und fundierte Entscheidungen zu treffen, um die Wärmeversorgung zu optimieren.

Gemeinsam fördern ein transparentes Controlling und Monitoring das Vertrauen der Bürgerinnen und Bürger in die kommunale Maßnahmenumsetzung. Wenn die Bürgerinnen und Bürger erkennen, dass ihre Gemeinde aktiv an der Verbesserung der Wärmeversorgung arbeitet und dabei Erfolge dokumentiert, erhöht sich die Akzeptanz für neue Projekte und Initiativen. Insgesamt fördern Controlling und Monitoring nicht nur die Effizienz, sondern

schaffen auch ein positives Umfeld für die Umsetzung von Maßnahmen zur Wärmewende in der Kommune.

Die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung ist der Prozess, bei dem bestehende Pläne regelmäßig aktualisiert werden, um neue Entwicklungen, technologische Fortschritte und veränderte Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Dies stellt sicher, dass die Wärmeplanung stets aktuell und anpassungsfähig bleibt. Durch die Fortschreibung können beispielsweise neue Daten zur Energieeffizienz, Änderungen in der Infrastruktur oder Fortschritte bei erneuerbaren Energien berücksichtigt werden, um eine nachhaltige und zukunftsfähige Wärmeversorgung zu gewährleisten.

In der Umsetzung der Wärmeplanung ist das Monitoring und Controlling der Maßnahmen Teil eines PDCA-Zyklus (Planung-Durchführung-Controlling-Anpassung). Nach der Festlegung der Ziele werden die Maßnahmen geplant und umgesetzt. Im Rahmen des Monitorings werden die Aktivitäten und deren Effekte überprüft. Das Controlling vergleicht regelmäßig die Ist- mit den Zielwerten (Soll-Ist-Abgleich) und zeigt Erfolge oder eventuelle Abweichung auf, sodass eine Interpretation der Ergebnisse möglich wird. Die kommunale Verwaltungseinheit diskutiert die Resultate und entwickelt Möglichkeiten für das weitere Vorgehen, gefolgt von der Legitimation des nächsten Schrittes. Dieser Management-Kreislauf wiederholt sich fortwährend [36].

Ein stetiges und gezieltes Monitoring und Controlling sowie die Fortschreibung des Wärmeplans sind entscheidend, um die Umsetzung des Wärmeplans zu steuern, Fortschritte zu erfassen und die Wirksamkeit der Maßnahmen zu bewerten. Abweichungen, Herausforderungen und Chancen können so frühzeitig erkannt, Maßnahmen angepasst und Erfolge transparent kommuniziert werden.

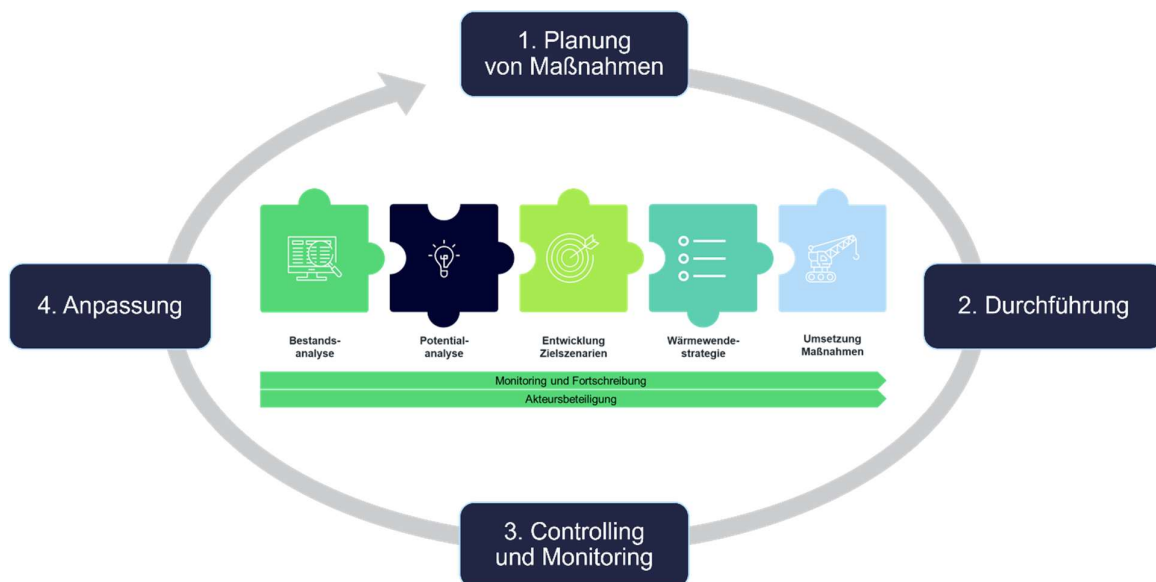


Abbildung 8-2: Zentrale Prozessphasen und Schritte der kommunalen Wärmeplanung und den für das Zusammenspiel für die Verstetigung benötigten PCDA-Zyklus. Quelle: Eigene Darstellung, angelehnt an [37]

8.3 Kommunikationsstrategie

Eine vielfältige und bedachte Kommunikationsstrategie bildet das Fundament für die erfolgreiche Umsetzung von Verstetigungsstrategien, Controlling und Monitoring. Sie gewährleistet eine transparente und zielgerichtete Kommunikation zwischen den verschiedenen Akteuren, wie Verwaltungseinheiten, Fachakteuren, Netzbetreibern sowie Bürgerinnen und Bürgern.

Durch eine klare und offene Kommunikation können alle Beteiligten in den Planungsprozess einbezogen werden, was nicht nur das Vertrauen in die Maßnahmen stärkt, sondern auch die Akzeptanz und Mitgestaltung fördert. Diese Strategie zielt darauf ab, Informationen verständlich und zeitnah zu vermitteln, um eine informierte Öffentlichkeit zu schaffen und die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Stakeholdern zu optimieren. In diesem Kontext wird die Kommunikationsstrategie zu einem unverzichtbaren Instrument, um die Ziele der kommunalen Wärmeplanung erfolgreich zu erreichen und eine nachhaltige Energiezukunft zu gestalten.

Die Gemeindeverwaltung fungiert dabei als zentrale Informationsstelle, die rechtliche Grundlagen sowie technische und finanzielle Möglichkeiten zur energetischen Sanierung und erneuerbaren Wärmeherzeugung vermittelt.

Die Kommunikationsstrategie verfolgt mehrere zentrale Ziele:

- Informieren, Dialog führen, Feedback einholen: Sensibilisieren und ein Bewusstsein in der Gesellschaft für die Wärmewende schaffen und die positiven Aspekte eines zukunfts- und umsetzungsorientierten Handelns aufzeigen aber auch über Herausforderungen informieren. Dabei sollte ein Feedback über die Stimmung der Bevölkerung zu den Umsetzungsfortschritte der Wärmeplanung regelmäßig einholt werden.
- Motivieren und Aktivieren: Die Bevölkerung wird durch konkrete Handlungsanreize, Aktionen und Beteiligungsmöglichkeiten ermutigt, aktiv an der kommunalen Wärmeplanung teilzunehmen und ihr Verhalten klimafreundlicher zu gestalten.
- Konsultieren und Beteiligen: Alle relevanten Akteure werden in die Verstetigung der kWP eingebunden, um lokale Expertise zu nutzen und zu fördern sowie gemeinsam Lösungen für Herausforderungen zu entwickeln aber auch Chancen gemeinsam zu erkennen und zu ergreifen.

Die Kommunikation ist an die Bedürfnisse und Interessen spezifischer Zielgruppen anzupassen:

- Politik und Verwaltung: Bereitstellung fundierter Analysen und Empfehlungen, die als Entscheidungsgrundlage dienen und strategische Weichenstellungen ermöglichen.
- Bevölkerung: Aufklärung über die persönlichen und lokalen Vorteile der Wärmewende, wie beispielsweise die Senkung von Energiekosten, Vorteile von Energiegenossenschaften.
- Unternehmen und Institutionen: Betonung der wirtschaftlichen Vorteile, die sich durch lokale Wertschöpfung und mögliche Fördermöglichkeiten ergeben.

- Wohnungswirtschaft sowie Eigentümerinnen und Eigentümer von Gebäuden: Unterstützung bei den Themen Sanierung und der Umstellung auf erneuerbare Energien, um nachhaltige Lösungen zu fördern.

Eine transparente und konsensorientierte Zusammenarbeit ist entscheidend für den Erfolg der Maßnahmen. Dazu gehören gemeinsame Zieldefinitionen, regelmäßige Informationen über Fortschritte und der Aufbau von Vertrauen zwischen den Akteuren.

Die Kommunikation erfolgt zielgruppenorientiert, wobei unterschiedlich Kommunikationskanäle und Formate genutzt werden [34]:

- Dynamische Online-Präsenz: Eine umfassende lokale Projektseite mit allen relevanten Informationen (Gesetze, Daten, Fortschritt...), gegebenenfalls Dokumentation der geplanten Meilensteine und Zwischenergebnisse, FAQs, Feedbackbereich / Fragebögen, Benennung und Verlinkungen zu relevanten Ansprechpartnern.
- Digitale Medien: Informationen über Fortschritte der Maßnahmen, Erfolge, Informationsveranstaltungen und Aktionen auf der Webseite, in sozialen Medien (bspw. Facebook, Instagram), kommunalen Internetforen, kommunalen Apps etc.
- Analoge Medien: Informationen und Beiträge in lokalen (Print-)Medien zur Förderung des Vertrauens über die Umsetzung der Maßnahmen wie lokale Zeitungen, Broschüren (auch z.B. per Post), Aushänge etc.
- Vor-Ort-Veranstaltungen: Bürgerversammlungen, Informationsveranstaltungen, Aktionstage, Kampagnen, Messen, öffentliche Diskussionsrunden und Workshops mit Schwerpunkten (z.B. Gebäudesanierung) bieten Raum für direkten Austausch und individuelle Fragen.
- Beratungsstelle für Bürgerinnen und Bürger, wie z.B. eine telefonische Auskunft zum Wärmeplan und möglichen Technologien.
- Organisation themenbezogener Beratungsangebote und Pilotprojekte, die praktische Erfahrungen vermitteln und das Vertrauen in die Wärmewende stärken sollen.

8.4 Verstärkungsempfehlungen für die Gemeinde Adendorf

Stärkung des Fachbereichs IV – Bauen, Planung und Liegenschaften ist als Koordinationseinheit

- Ressourcenplanung: Planerisch sicherstellen, dass der Fachbereich ausreichend personelle und finanzielle Ressourcen erhält, um seine zentrale Rolle effektiv auszufüllen.
- Schulung und Weiterbildung: Regelmäßige Fortbildungen für die Mitarbeitenden im Fachbereich, um aktuelle Entwicklungen (Gesetze, Förderungen etc.) und Technologien im Bereich Wärmeversorgung zu integrieren.

Reporting und Kommunikation

- Regelmäßige Berichterstattung: Einführung eines – nach Möglichkeit quartalsweisen – Berichtswesens zur transparenten Kommunikation des Fortschritts der Wärmeplanung intern und öffentlich z.B. über die Projektseite.
- Zielgruppenspezifische Ansprache: Entwicklung maßgeschneiderter Kommunikationsstrategien für die verschiedenen Zielgruppen (Gebäudeeigentümer*innen, Unternehmen, öffentliche Einrichtungen), um deren spezifische Bedürfnisse und Erwartungen zu berücksichtigen.
- Visuelle Aufbereitung: Komplexe Informationen visuell aufbereiten, um den Zugang zu erleichtern und negative Assoziationen zu vermeiden.

Öffentlichkeitsarbeit und Bürgerbeteiligung

- Aktive Einbindung der Bürgerschaft: Nach Möglichkeit jährliche Informationsveranstaltungen zur aktiven Rückmeldung und Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an der Wärmeplanung.
- Klar definierte Ansprechpartner: Einrichtung eines zentralen Ansprechpartners für Fragen der Bürgerschaft, Wirtschaft etc., um eine transparente Kommunikation zu erleichtern und gewährleisten.

Koordination innerhalb der Verwaltung

- Interne Vernetzung: Stärkung der Koordination zwischen verschiedenen Abteilungen zur Integration der Wärmeplanung in alle relevanten Prozesse zur Vermeidung von Doppelarbeiten.
- Einbindung externer Akteure: Regelmäßige Abstimmungen mit externen Partnern (z.B. Landwirte, Betreiber der lokalen Windparks und Biogasanlagen) zur Unterstützung bei rechtlichen und planungstechnischen Fragen.
- Gemeinsame Zieldefinition: Entwicklung konkreter Meilensteine und Zwischenziele für die Umsetzung der Maßnahmen.
- Schaffung von Transparenz: Regelmäßige, verständliche und ehrliche Information über Fortschritte und Entscheidungen. Vertrauensaufbau durch Förderung von Kooperationen zwischen den Akteurinnen und Akteuren und Würdigung ihres Engagements.

Monitoring und Controlling

- Fortlaufendes Monitoring: Implementierung eines Systems zur kontinuierlichen Überwachung des Ausbaus erneuerbarer Energien und der THG-Emissionen. Absprache mit Datenlieferanten, wie Energieversorgern und Netzbetreibern, über die Zeitpunkte zu welchen die Daten benötigt werden, die erforderliche Datentiefe und -schärfe sowie geeignete Datenformate.

- Jahresbericht: Erstellung eines Jahresberichts für die Politik und die Bürgerschaft, der die Fortschritte und Herausforderungen der Wärmeplanung dokumentiert.

Anpassung an rechtliche Rahmenbedingungen

- Regelmäßige Überprüfung: Anpassung der kommunalen Wärmeplanung an aktuelle gesetzliche Vorgaben (z.B. Gebäudeenergiegesetz, Wärmeplanungsgesetz, Niedersächsisches Klimagesetz, Fördermöglichkeiten) und innovative Technologien.
- Strategische Nachjustierung: Flexibilität in der Strategie, um auf Veränderungen in den regulatorischen Rahmenbedingungen reagieren zu können.
- Unterstützung bei der Transformation: z.B. vorhandener Wärmenetze bei rechtlichen Planungsfragen sowie zur Beschleunigung von kommunalen Abläufen und Genehmigungsprozessen und ggf. Zusammenlegung

Diese Handlungsempfehlungen sollen dazu beitragen, die kWP in Gemeinde Adendorf nachhaltig zu stärken und die Akzeptanz in der Bevölkerung zu fördern.

9 Schlusswort

Die kommunale Wärmeplanung in der Gemeinde Adendorf wurde im Zeitraum von Juli 2024 bis August 2025 erfolgreich durchgeführt. Die Analyse und Planung haben wichtige strategische Ergebnisse hervorgebracht, die sowohl potenzielle zentrale Lösungen wie die Wärmenetzgebiete in den Teilgebieten Adendorf Kern, West-Fabrik und Sportmeile, als auch dezentrale Lösungen in den weiteren Teilgebieten der Gemeinde umfassen. Diese Ergebnisse zeigen, dass es zahlreiche Chancen gibt, die Wärmeversorgung in der Gemeinde wirtschaftlich und nachhaltig zu gestalten.

Gleichzeitig wurden auch Herausforderungen identifiziert, wie z.B. die Motivation der Akteure, Akzeptanz in der Öffentlichkeit oder Erschließung von Wärmequellen, die es zu bewältigen gilt. Es ist entscheidend, dass die Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde aktiv werden und sich an der Gestaltung der Wärmeversorgung beteiligen. Das Zusammenfügen lokaler Expertisen aber auch eigeninitiierte Energiegenossenschaften stellen eine vielversprechende Alternative dar, um lokale Lösungen zu entwickeln. Die Nutzung von Beratungsangeboten und Fördermöglichkeiten kann dabei unterstützen, die individuellen und gemeinschaftlichen Potenziale auszuschöpfen.

Ein offener Dialog über lokale Möglichkeiten und Schwierigkeiten ist unerlässlich. Die Gestaltung einer wirtschaftlichen und sozial gerechten Wärmeversorgung ist eine Gemeinschaftsaufgabe, die alle Akteure in der Gemeinde Adendorf einbezieht. Es liegt an jedem Einzelnen, aktiv zur Umsetzung dieser Vision beizutragen und gemeinsam eine nachhaltige Zukunft zu schaffen.

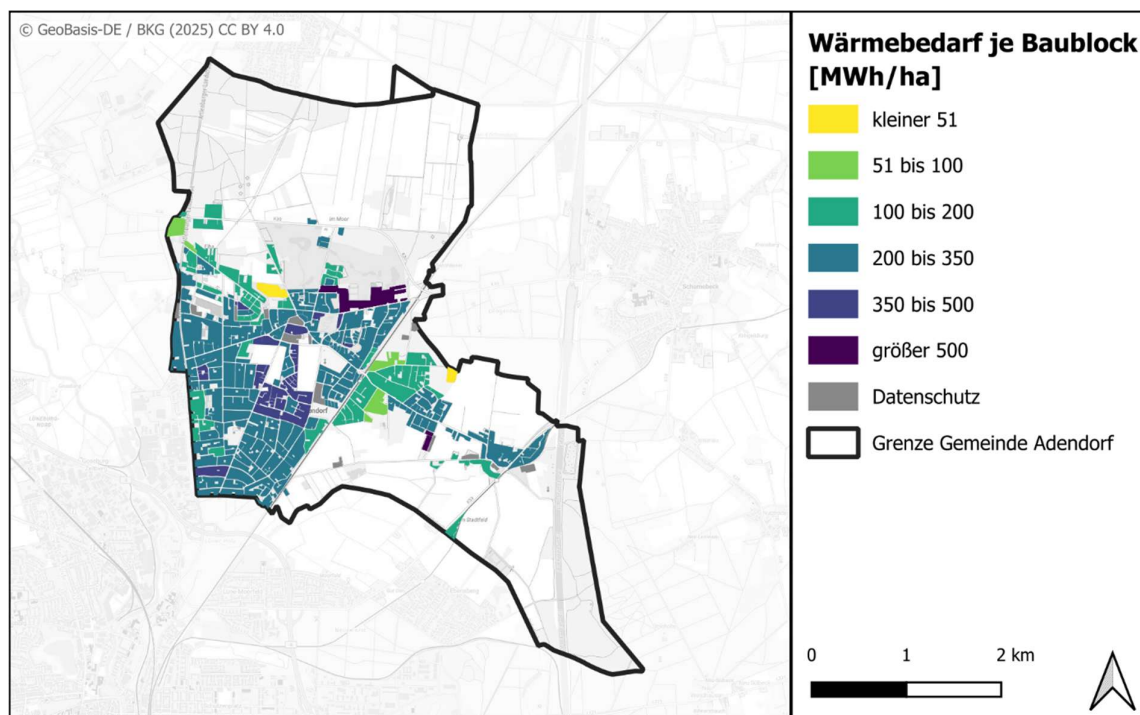
10 Literaturverzeichnis

- [1] Die Niedersächsische Landesregierung (Hrsg.), Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen. Zeichnerische Darstellung. Lesefassung 2022., 2022.
- [2] Landesamt für Statistik Niedersachsen (LSN) (Hrsg.), „Bevölkerung nach Geschlecht; Fläche, Bevölkerungsdichte (Gemeinde). LSN-Online: Tabelle A100001G,“ [Online]. Available: <https://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/html/default.asp>. [Zugriff am 14. April 2025].
- [3] Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) (Hrsg.), „ALKIS Landnutzung,“ [Online]. Available: <https://ni-lgln-opengeodata.hub.arcgis.com/documents/lgln-opengeodata::alkis-landnutzung/about>. [Zugriff am 14. März 2024].
- [4] Bundesnetzagentur (BNetzA) (Hrsg.), „Marktstammdatenregister. Datendownload,“ [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Datendownload>.
- [5] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) (Hrsg.), „Biomassenutzung,“ [Online]. Available: https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/energie/erneuerbare_energien/bioenergie/biomassenutzung/biomassenutzung-121352.html. [Zugriff am 18. September 2024].
- [6] Niedersächsische Landesforsten (Hrsg.), „Zahlen und Fakten,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.landesforsten.de/wir/zahlen-und-fakten/>. [Zugriff am 15 August 2024].
- [7] Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (ML) (Hrsg.), Der Wald in Niedersachsen. Ergebnisse der Bundeswaldinventur 3, Hannover, 2014.
- [8] Land & Forst (Hrsg.), „Brennholz: Das sind die besten Holzarten für den Kamin,“ [Online]. Available: <https://www.landundforst.de/landwirtschaft/brennholz-gute-holzarten-heizen-568874>. [Zugriff am 27. November 2024].
- [9] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.), Leitfaden Feste Biobrennstoffe, OT Gülzo, 2014.
- [10] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), „Leitfaden Biogas,“ 2016.
- [11] Stadtistik (Hrsg.), „Adendorf - Zahlen, Daten und Fakten,“ [Online]. Available: <https://stadtistik.de/stadt/adendorf-03355001/>. [Zugriff am 17. Dezember 2024].
- [12] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) (Hrsg.), „Was ist Altholz?,“ [Online]. Available: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/abfall-und-kreislaufwirtschaft/altholz>. [Zugriff am 12 September 2024].
- [13] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) & Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (Hrsg.), „Hochwertige Verwertung von Bioabfällen. Ein Leitfaden,“ Stuttgart, Karlsruhe, 2015.
- [14] GfAA Lüneburg gkAö (Hrsg.), „Abfallwirtschaftskonzept für den Landkreis und die Hansestadt Lüneburg,“ 2023.

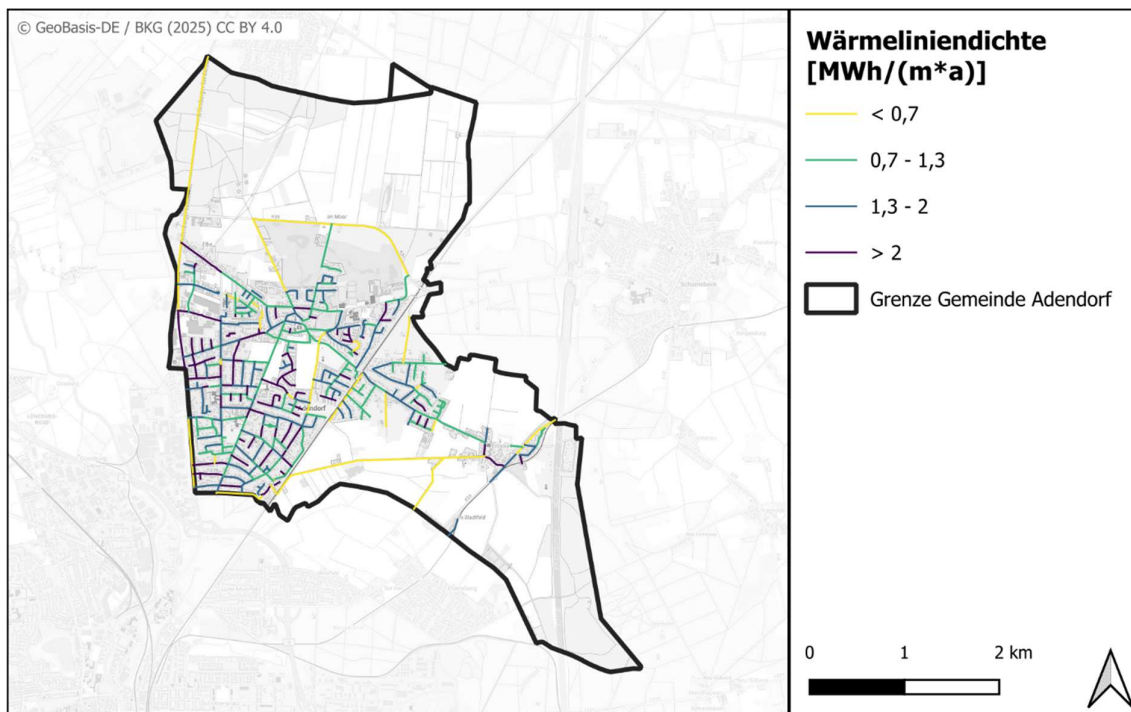
- [15] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (NMUEK) (Hrsg.), „Umweltkarten Niedersachsen. Hydrologie. Hydrographische Karte. Gebietsverzeichnis,“ [Online]. Available: <https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/>. [Zugriff am 23. August 2024].
- [16] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (Hrsg.), *Wärmestudie NRW: Daten für die Wärmewende. Fachforum 2: Abwasser & Oberflächengewässer*, 2024.
- [17] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (Hrsg.), „NIBIS Kartenserver. Themenkarte Geothermie,“ [Online]. Available: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>.
- [18] S. Ortner, A. Paar, L. Johannsen, P. Wachter, D. Hering, M. Pehnt et al., Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), Öko-Institut e.V., Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung Universität Stuttgart (IER), adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (Hrsg.), Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.
- [19] BMWK & MMWSB, Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche, Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.
- [20] Bundesverband Geothermie e.V. (Hrsg.), „Erdwärmekollektor,“ [Online]. Available: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/e/erdwaermekollektor>. [Zugriff am 20. Dezember 2024].
- [21] Bundesverband Geothermie e.V. (Hrsg.), „Lexikon der Geothermie. Potenzial, Geothermisches - Tiefe Geothermie,“ Februar 2024. [Online]. Available: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/p/potenzial-geothermisches-tiefe-geothermie>. [Zugriff am 23. April 2025].
- [22] I. Stober, T. Fritzer, T. Agemar & R. Schulz, „Tiefe Geothermie - Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland,“ 4. überarbeitete Auflage, Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik, Hannover, 2016.
- [23] enargus, „enargus,“ [Online]. Available: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/d4354-2/*/*Geothermische%20Dublette.html?op=Wiki.getwiki. [Zugriff am 06.02.2025].
- [24] Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik, „Geothermisches Informationssystem,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php>. [Zugriff am 13. Februar 2025].
- [25] Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V. (FNB Gas) (Hrsg.), „Wasserstoff-Kernnetz,“ [Online]. Available: <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz-wasserstoff-kernnetz/>. [Zugriff am 08. Mai 2025].
- [26] Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V. (FNB Gas) (Hrsg.), „Wasserstoff-Kernnetz,“ [Online]. Available: <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz-wasserstoff-kernnetz/>. [Zugriff am 13. September 2024].

- [27] H-TEC SYSTEMS GmbH (Hrsg.), „Grüner Wasserstoff ist unser Element,“ [Online]. Available: <https://www.h-tec.com/wasserstoff/>. [Zugriff am 13. September 2024].
- [28] S. Fonseca, „Solarmodule mit dem höchsten Wirkungsgrad im Vergleich (2025),“ [Online]. Available: <https://gruenes.haus/wirkungsgrad-solarzelle-photovoltaik/#:~:text=Der%20Wirkungsgrad%20von%20PV%2DModulen%20liegt%20durchschnittlich%20bei%2015%20bis,von%20nur%207%20bis%2015%25>. [Zugriff am 23. April 2025].
- [29] Landkreis Lüneburg (Hrsg.), „Regionales Raumordnungsprogramm für den Landkreis Lüneburg. 2. Entwurf Mai 2025, Änderungskarte 1, Maßstab 1:50.000,“ Lüneburg, 2025.
- [30] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hrsg.), „Die Nationale Biomassestrategie,“ 13. November 2024. [Online]. Available: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-nachwachsende-rohstoffe/nationale-biomassestrategie.html>. [Zugriff am 06. April 2025].
- [31] T. Loga, B. Stein, N. Diefenbach & R. Born, Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden, zweite erweiterte Auflage Hrsg., Institut Wohnen und Umwelt (IWU) (Hrsg.), Darmstadt, 2015.
- [32] Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) (Hrsg.), „Fortschreibung des Kommunalen Wärmeplans,“ [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/kwp-prozess/fortschreibung>. [Zugriff am 22. April 2025].
- [33] CASD GmbH & Co. KG (Hrsg.), „Projekt: Kommunale Wärmeplanung Stadt Detmold. Teilkonzept Vertetigung & Controlling,“ 2024.
- [34] Blütenstadt Leichigen (Hrsg.), „Kommunale Wärmeplanung,“ 2024.
- [35] Stadtverwaltung Eisenach (Hrsg.), „Kommunaler Wärmeleitplan für die Stadt Eisenach. Endbericht / Entwurf,“ 2024.
- [36] Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (Hrsg.), Praxisleitfaden Klimaschutz in Kommunen, 4., aktualisierte Auflage Hrsg., Berlin, 2023, p. 344 S..
- [37] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) & Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) (Hrsg.), Leitfaden. Akteursbeteiligung in der Kommunalen Wärmeplanung, 2024.
- [38] J. Mankowski, Sektorenkopplung von Windenergieanlagen zur Wärmeerzeugung als Potenzial der kommunalen Wärmeplanung am Beispiel Uetze. Bachelorarbeit, 2024, unveröffentlicht.

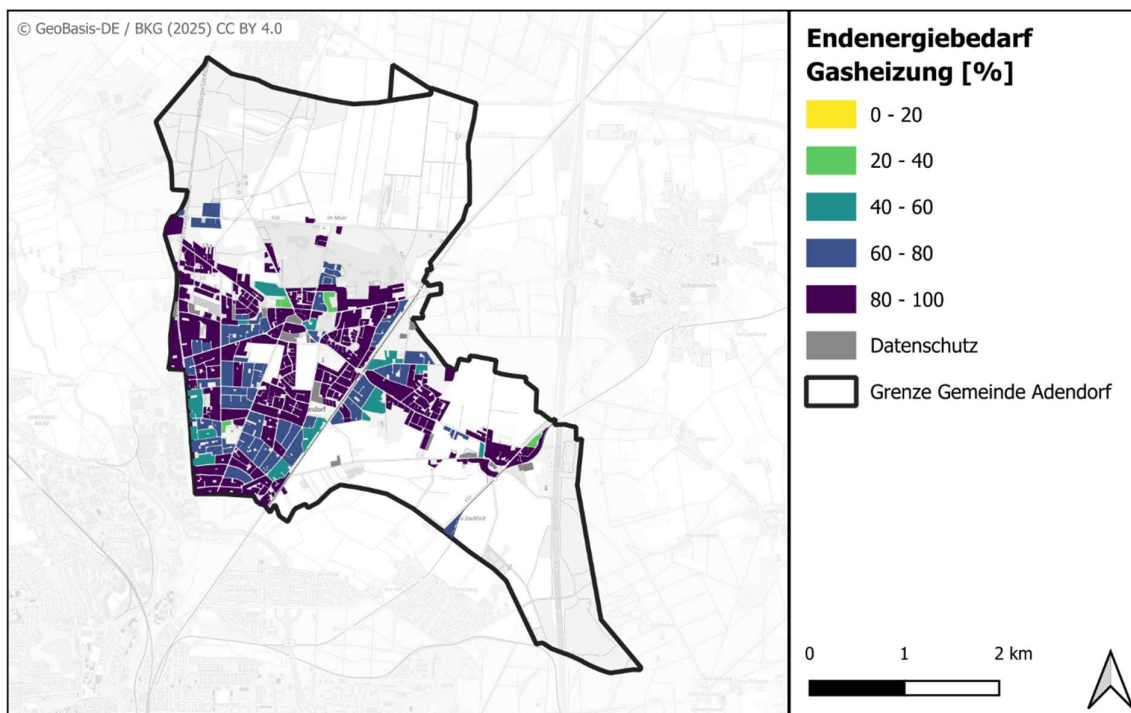
Anhang A1: Darstellung der Ergebnisse der Bestandsanalyse nach § 15 WPG



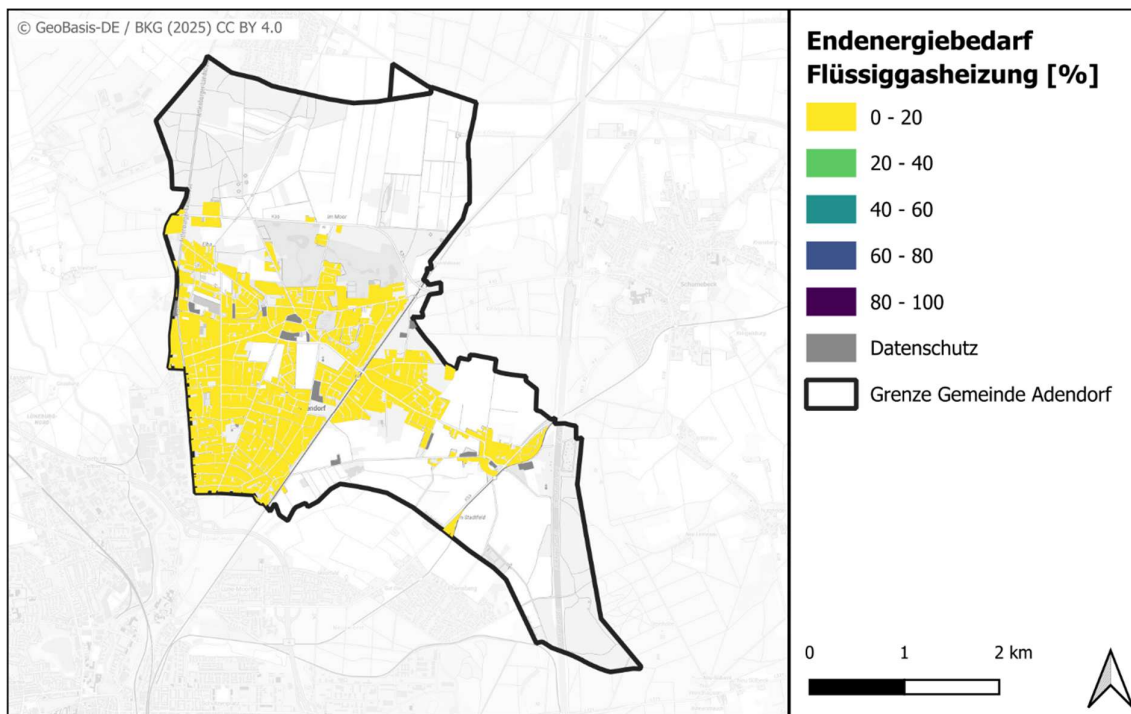
Anhang A1-1: Wärmeverbrauchsichte in Megawattstunden pro Hektar und Jahr in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



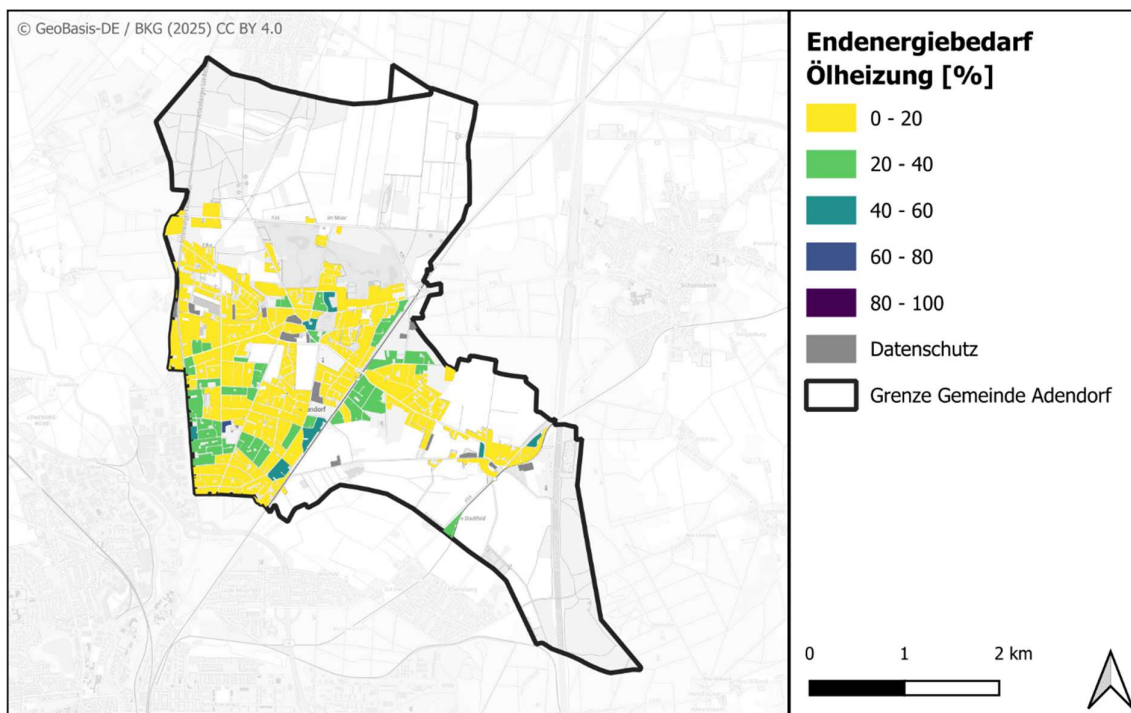
Anhang A1-2: Wärmeliniedichte in Megawattsstunden pro Meter und Jahr in straßenabschnittbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



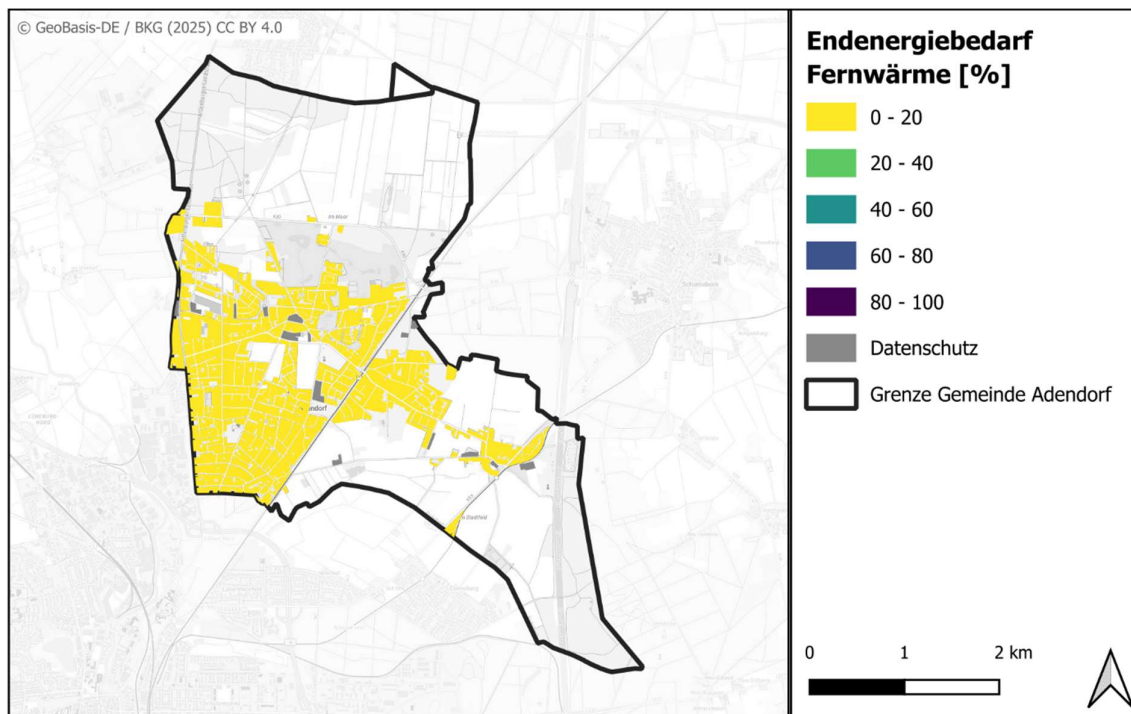
Anhang A1-3: Anteil der leitungsgebundenen Gasheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



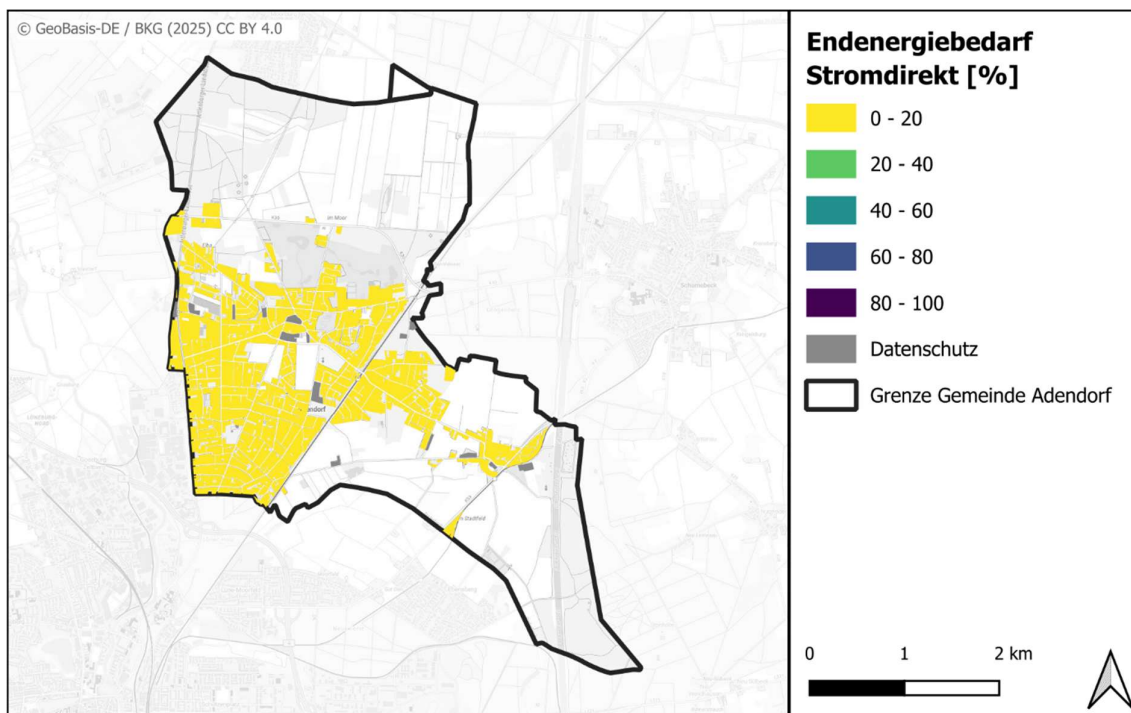
Anhang A1-4: Anteil der Flüssiggasheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



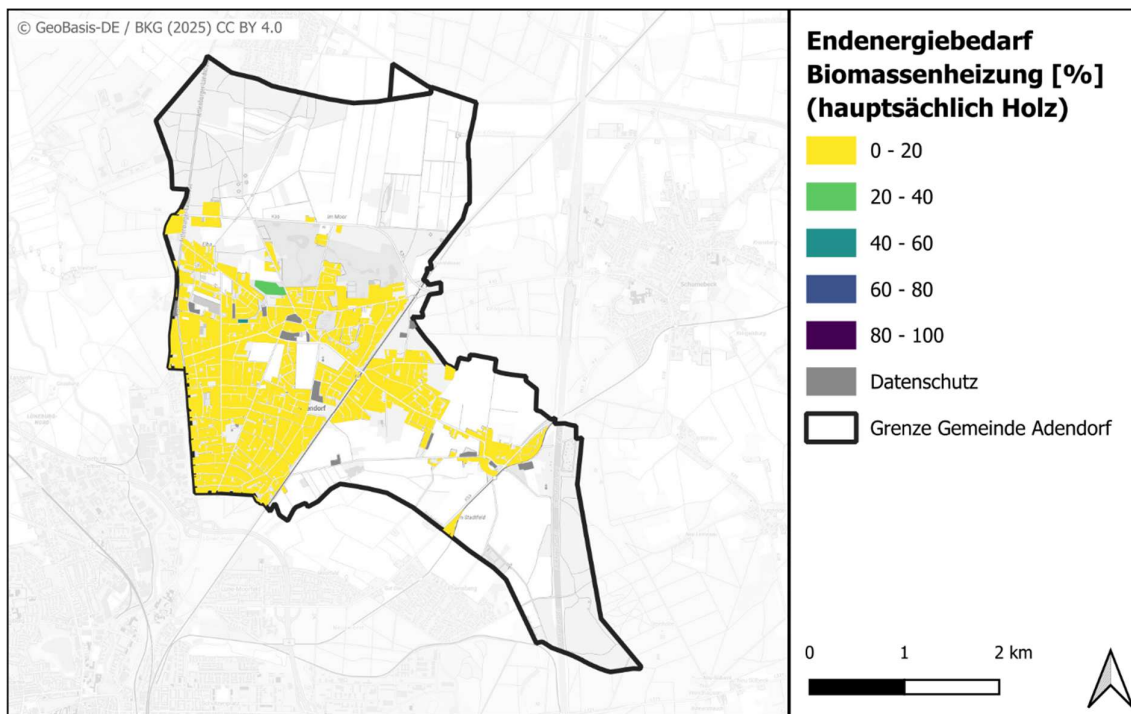
Anhang A1-5: Anteil der Ölheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



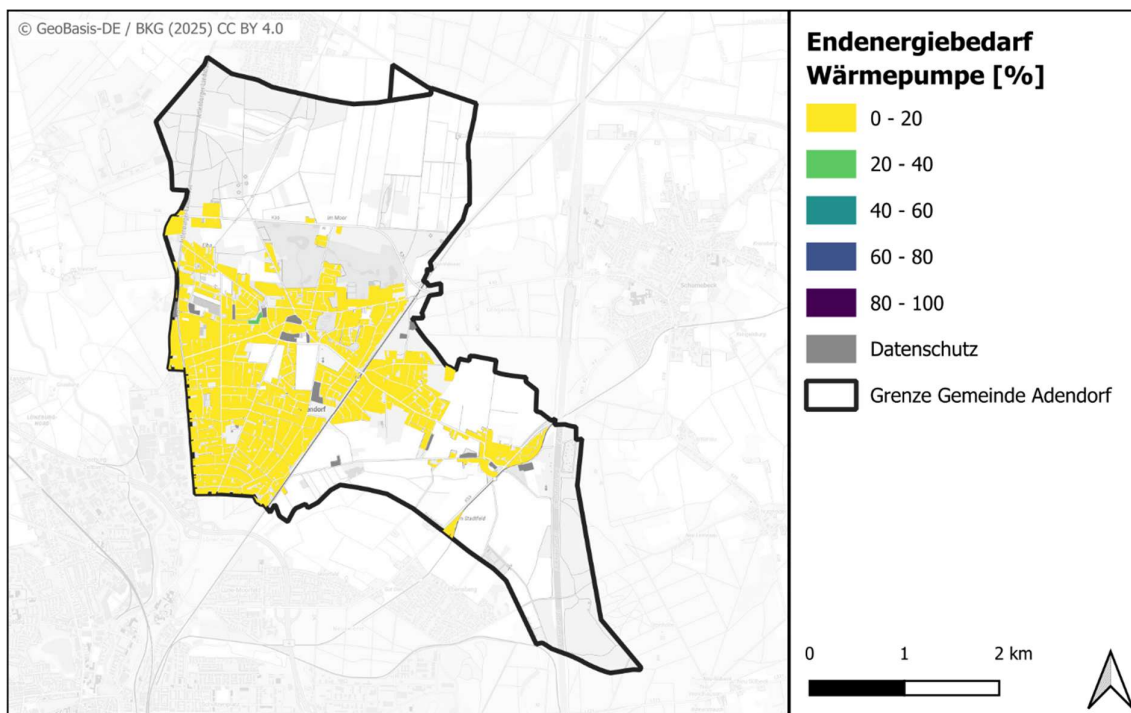
Anhang A1-6: Anteil der Fernwärmeheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



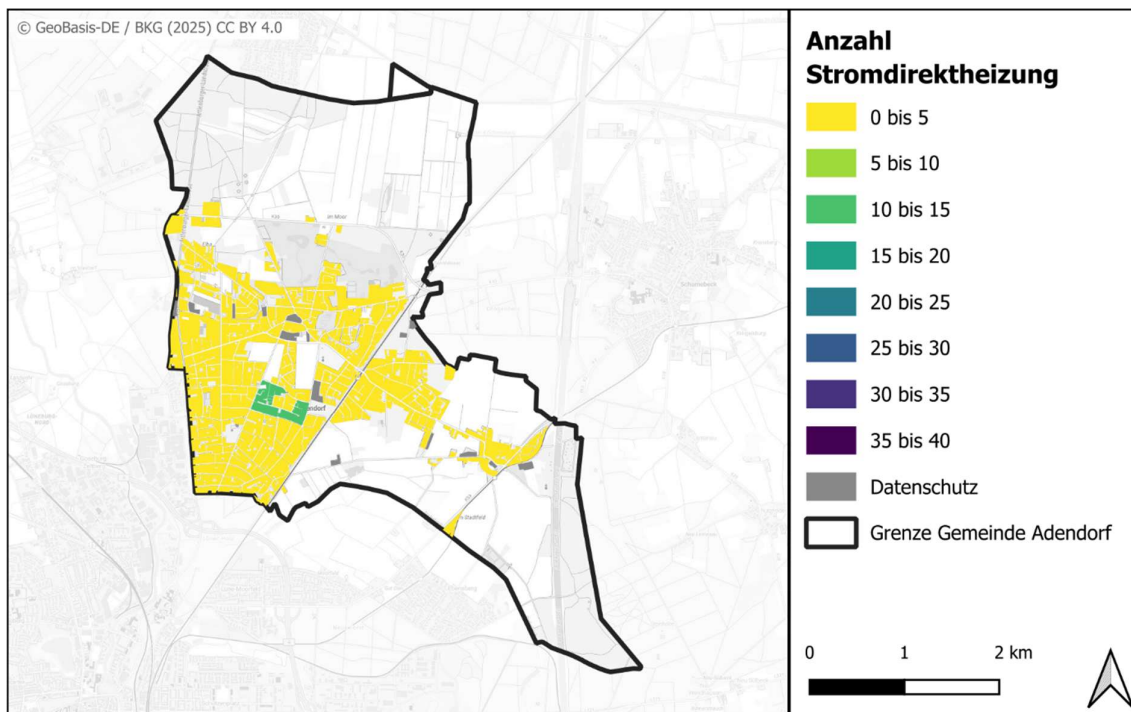
Anhang A1-7: Anteil der Stromdirektheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



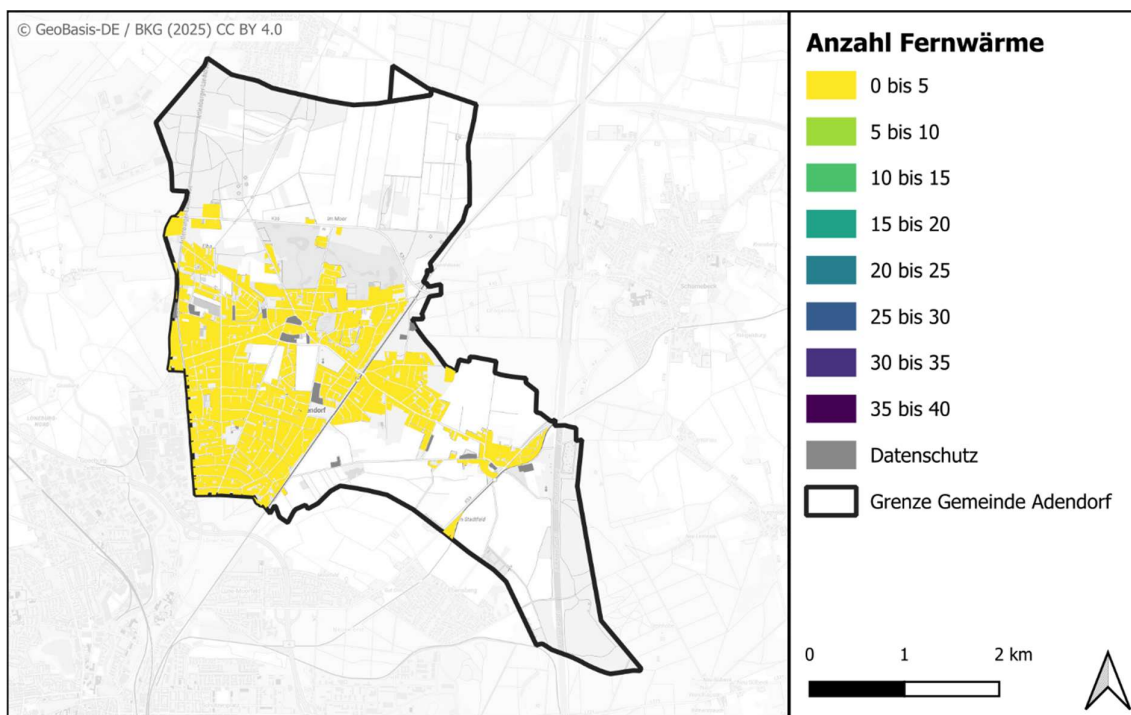
Anhang A1-8: Anteil der Biomasseheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



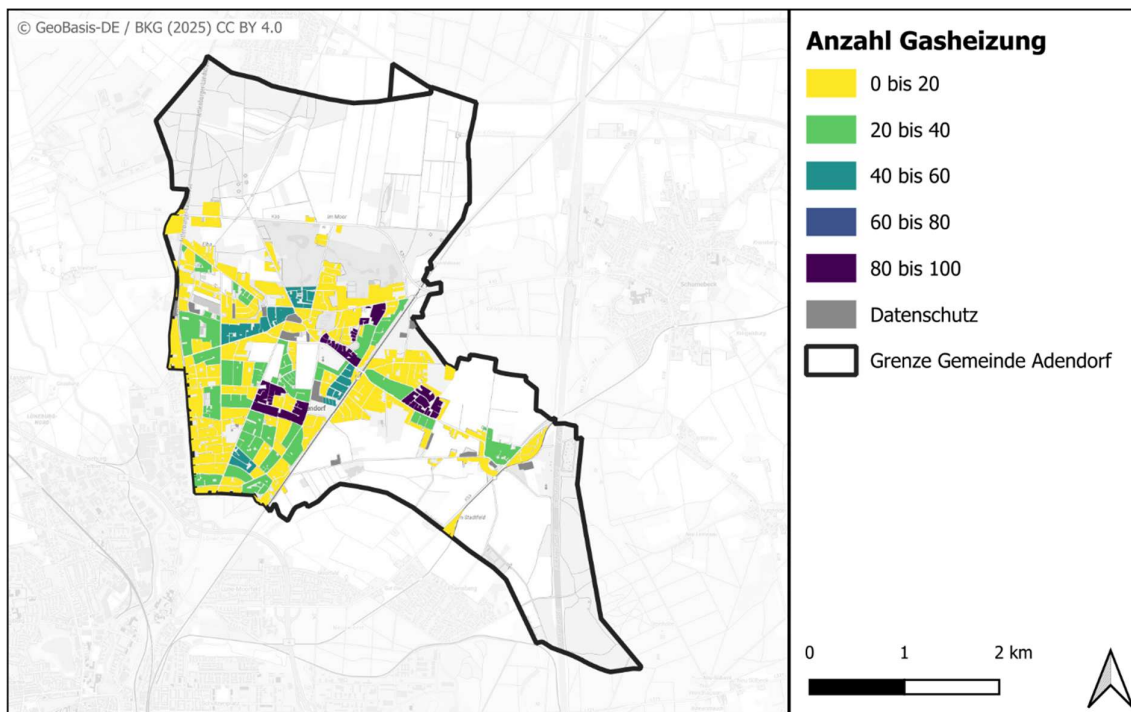
Anhang A1-9: Anteil der Wärmepumpen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



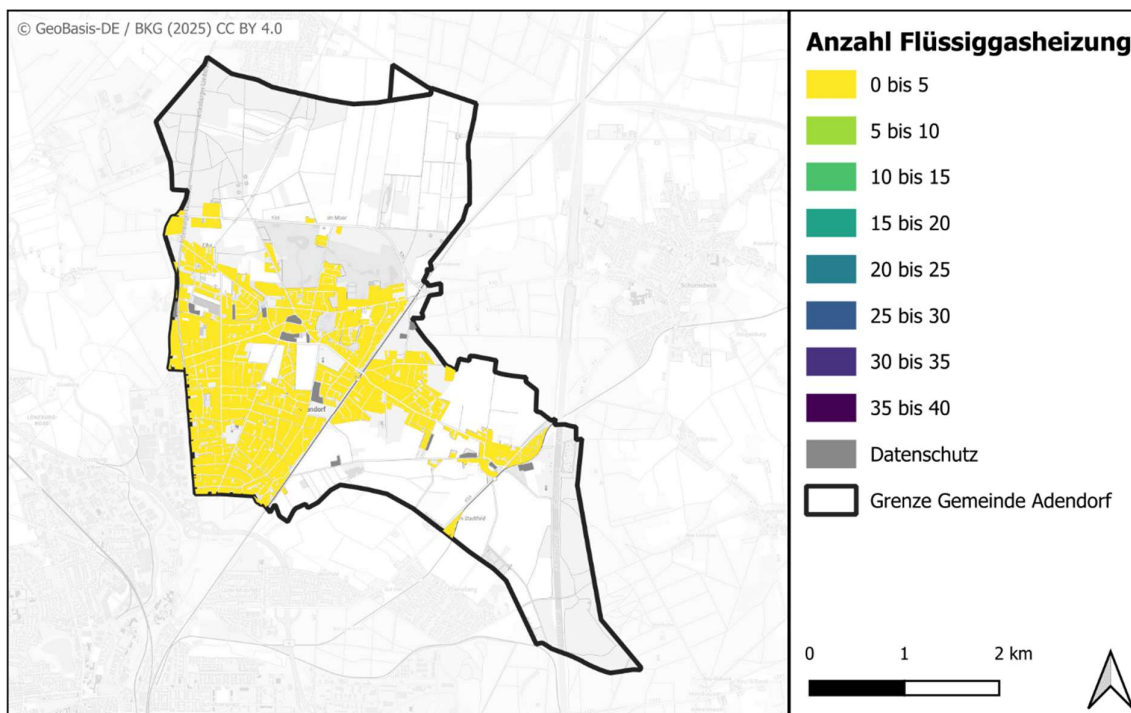
Anhang A1-10: Anzahl der Stromdirektheizungen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



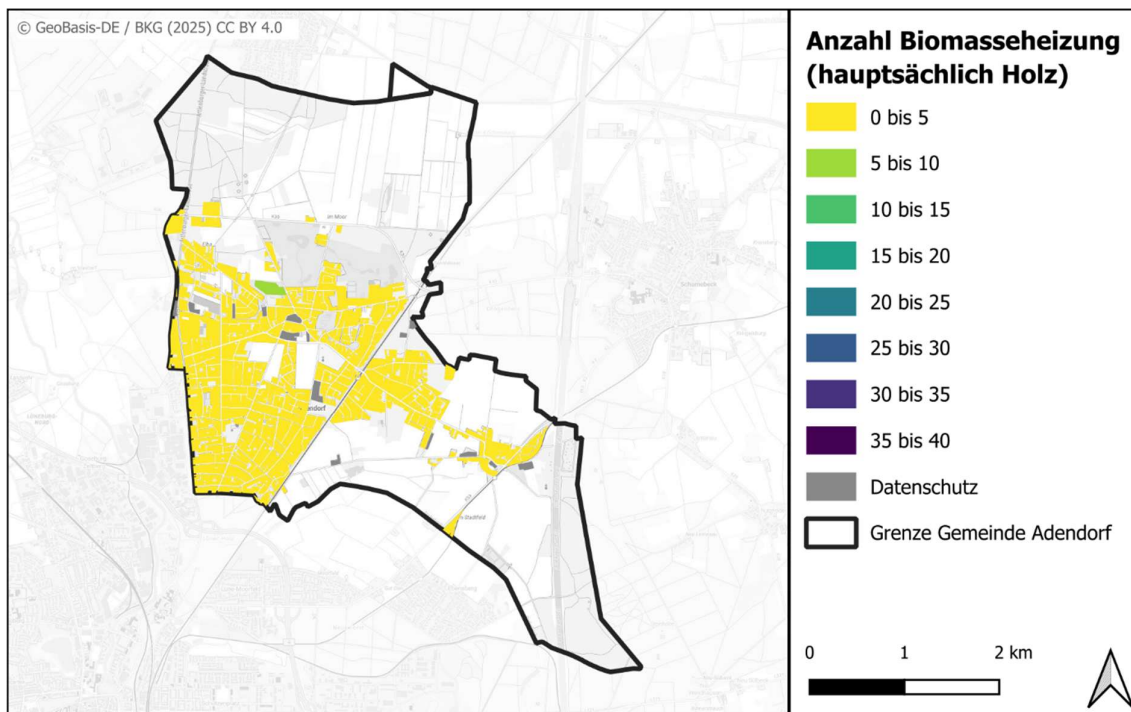
Anhang A1-11: Anzahl der Fernwärmeübergabestationen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



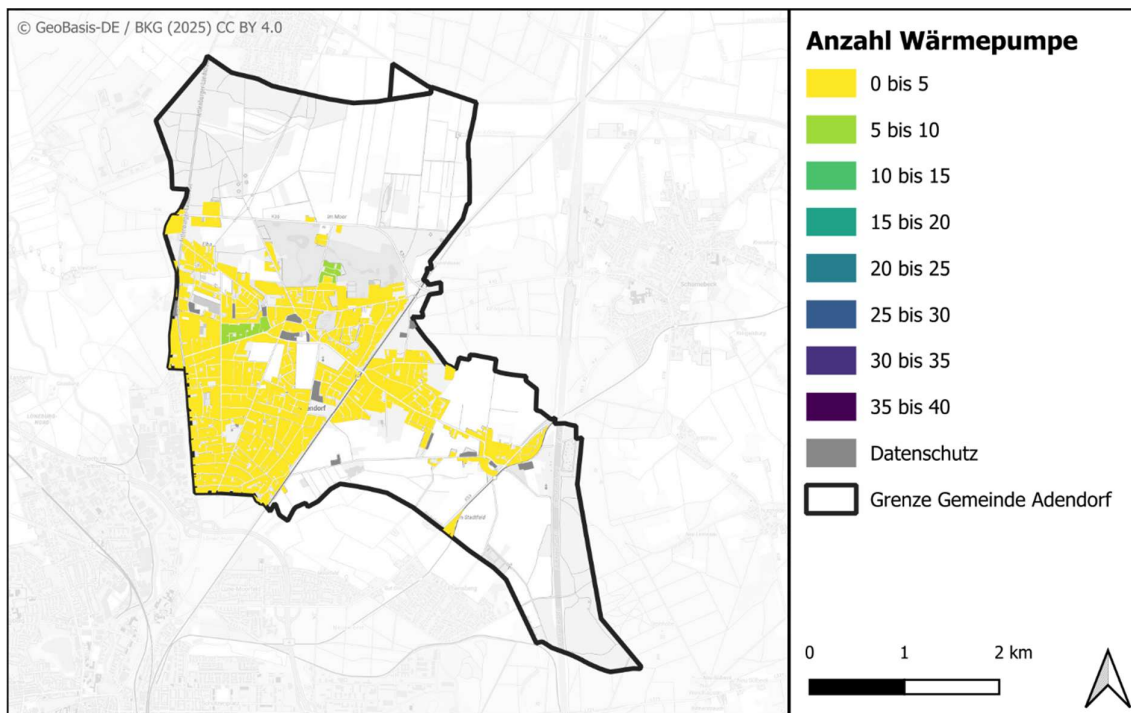
Anhang A1-12: Anzahl der leitungsgebundenen Gasheizungen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



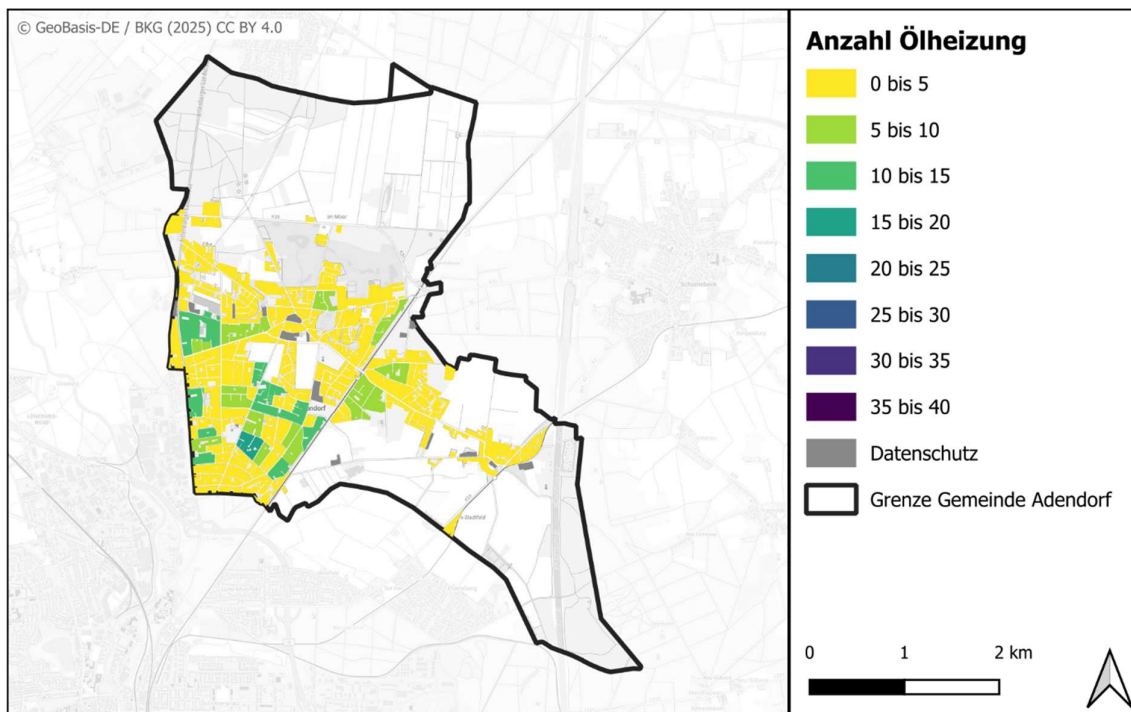
Anhang A1-13: Anzahl der Flüssiggasheizungen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



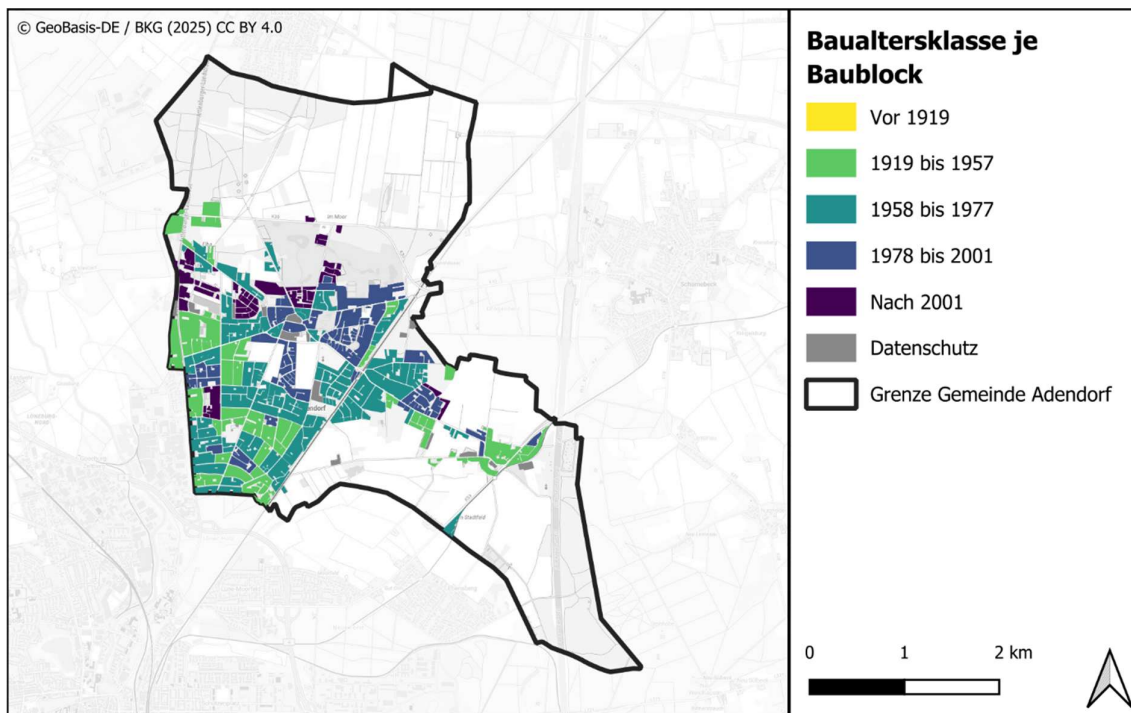
Anhang A1-14: Anzahl der Biomasseheizungen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



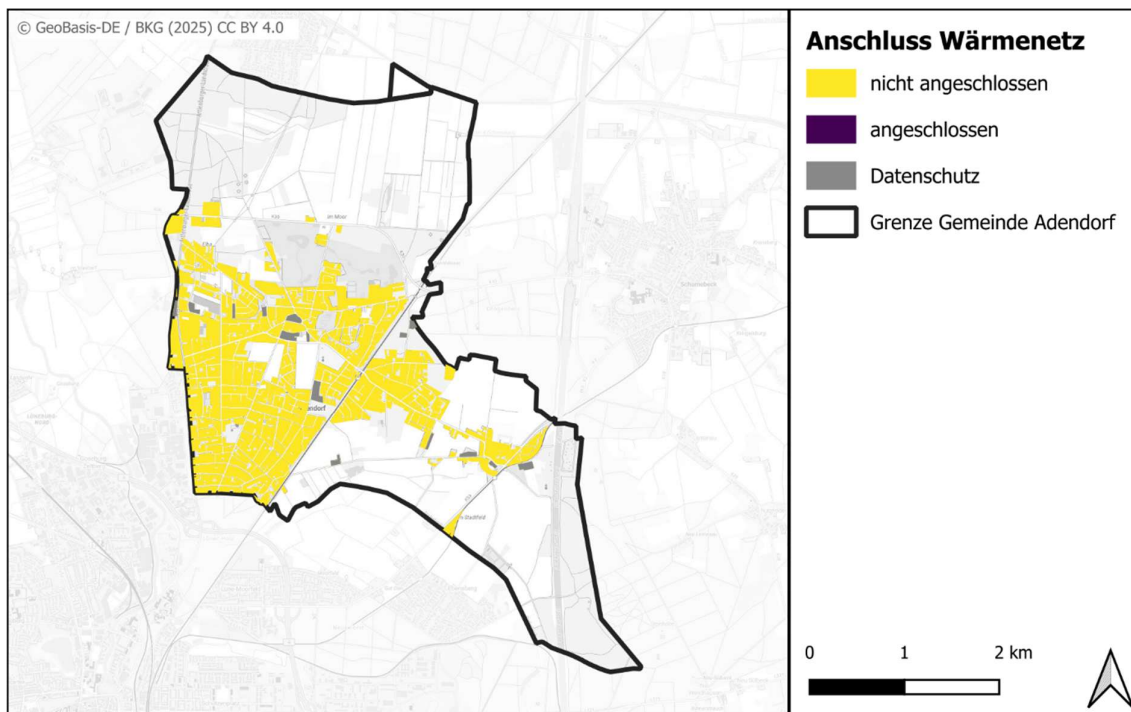
Anhang A1-15: Anzahl der Wärmepumpen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



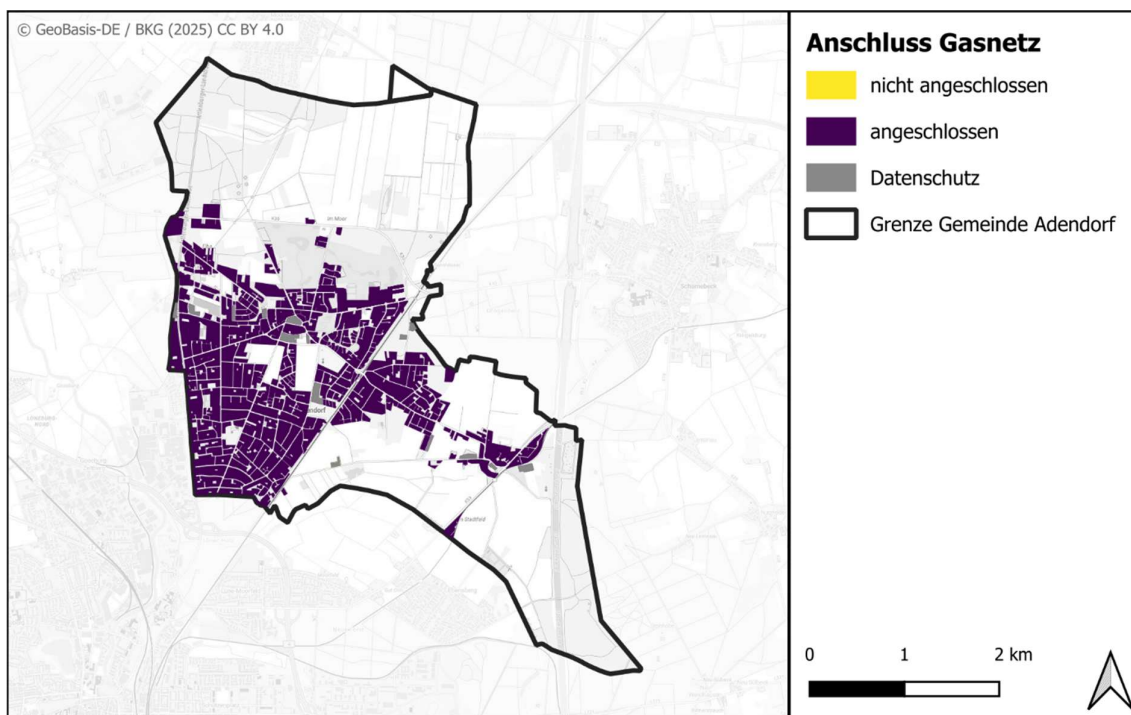
Anhang A1-16: Anzahl der Ölheizungen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



Anhang A1-17: Überwiegende Baualtersklasse der Gebäude in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



Anhang A1-18: Anschlüsse an Wärmenetze in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



Anhang A1-19: Anschlüsse an Gasnetze in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung

Anhang A2: Indikatoren zur Eignungsprüfung der Teilgebiete

Kriterium	Indikator	Einteilung
Ökonomisch	Wärmedichte	- Kein technisches Potenzial: < 70 MWh/(ha*a) - Geringe Eignung: 70 - 175 MWh/(ha*a) - Geringe Eignung: 175 - 415 MWh/(ha*a) - Mittlere Eignung: 415 – 1.050 MWh/(ha*a) - Hohe Eignung: > 1.050 MWh/(ha*a):
	Wärmeliniendichte	- Geringe Eignung: 0,7 - 1,3 MWh/m_{Trasse}*a - Mittlere Eignung: 1,3 - 1,7 MWh/m_{Trasse}*a - Hohe Eignung: > 2 MWh/m_{Trasse}*a
	Vorhandensein potenzieller Ankerkunden Wärmenetz	- Geringe Eignung: Wärmebedarf keine großen oder mittlerer Liegenschaften - Mittlere Eignung: Wärmebedarf mittlerer Liegenschaften - Hohe Eignung: Wärmebedarf größerer Liegenschaften
	Erwarteter Anschlussgrad an Wärme-/Gasnetz	- Geringe Eignung: 20 - 60 % - Mittlere Eignung: 40 - 80 % - Hohe Eignung: 60 - 95 %
	Langfristiger Prozesswärmebedarf > 200 °C und/oder stofflicher H ₂ -Bedarf	- Geringe Eignung: Weder langfristiger Prozesswärmebedarf noch stofflicher H₂-Bedarf - Mittlere Eignung: Signifikanter langfristiger Prozesswärmebedarf, stofflicher H₂-Bedarf - Hohe Eignung: Langfristiger Prozesswärmebedarf, signifikanter stofflicher H₂-Bedarf
	Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz im Teilgebiet selbst oder angrenzenden Teilgebieten	- Geringe Eignung: Wärme-/Gasnetz nicht vorhanden - Mittlere Eignung: Wärme-/Gasnetz teilweise vorhanden - Hohe Eignung: Wärme-/Gasnetz vorhanden
	Spezifischer Investitionsaufwand für Ausbau/Neubau Wärmenetz	- Geringe Eignung: befestigter Untergrund (Technikkatalog) - Mittlere Eignung: teilbefestigter Untergrund - Hohe Eignung: unbefestigter Untergrund
	Preisentwicklung Wasserstoff	
	Potenziale für zentrale erneuerbare Wärmeerzeugung und Abwärmeeinspeisung	- Geringe Eignung: $\frac{\text{Wärmebedarf}}{\text{Wärmepotenzial}} < 60 \%$ - Mittlere Eignung: $\frac{\text{Wärmebedarf}}{\text{Wärmepotenzial}} \geq 60 \%$ - Hohe Eignung: $\frac{\text{Wärmebedarf}}{\text{Wärmepotenzial}} \geq 80 \%$
	Anschaffung-/Investitionskosten gebäudeseitig	- Geringe Eignung: Hohe Kosten gebäudeseitig - Mittlere Eignung: Mittlere Kosten gebäudeseitig - Hohe Eignung: Geringe Kosten gebäudeseitig

Kriterium	Indikator	Einteilung
Risiken	Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	- Geringe Eignung: Sehr starke Belegung des Untergrundes oder Gasnetz ist für Wasserstoff ungeeignet - Mittlere Eignung: Starke Belegung des Untergrundes oder Gasnetz ist für Wasserstoff bedingt geeignet - Hohe Eignung: Keine starke Belegung des Untergrundes oder Gasnetz ist für Wasserstoff geeignet
	Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	Für Wärmenetze nicht zu bewerten - Geringe Eignung: Hohe Entfernung zum Kernnetz und ortsansässige Unternehmen mit kaum oder gar keinem H₂-Bedarf - Mittlere Eignung: Mittlere Entfernung zum Kernnetz und ortsansässige Unternehmen mit mittlerem H₂-Bedarf - Hohe Eignung: Nähe zum Kernnetz und ortsansässige Unternehmen mit großem H₂-Bedarf
	Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	- Geringe Eignung: kaum Wärmepotenziale, viele risikobehaftete Wärmequellen, vorgelagerte Wasserstoffinfrastruktur wird nicht kommen - Mittlere Eignung: wenige Wärmepotenziale oder risikobehafteten Wärmequellen, vorgelagerte Wasserstoffinfrastruktur könnte erschlossen werden - Hohe Eignung: große und vielseitige Wärmepotenziale und keine risikobehafteten Wärmequellen, vorgelagerte Wasserstoffinfrastruktur ist zu erwarten
	Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	- Geringe Eignung: hohe Abhängigkeit von International gehandelten Energieträgern - Mittlere Eignung: mittlere Abhängigkeit von International gehandelten Energieträgern - Hohe Eignung: geringe oder keine Abhängigkeit von International gehandelten Energieträgern
Ökologisch	Kumulierte Treibhausgasemission	- Geringe Eignung: Wasserstoffnetzgebiet - Mittlere Eignung: Wärmenetzgebiet - Hohe Eignung: Dezentrale Versorgung

Anhang A3: Indikatoren für das Monitoring der kommunalen Wärmeplanung (Quelle: [35])

Das Monitoring der kommunalen Wärmeplanung basiert auf einer Kombination aus qualitativen und quantitativen Indikatoren, die regelmäßig, entweder jährlich oder alle fünf Jahre, erhoben und veröffentlicht werden. Diese Indikatoren lassen sich in verschiedene Kategorien unterteilen:

Technische Indikatoren:

- Anteil erneuerbarer Energien an der Wärme- und Stromversorgung (in %)
- Ausbau von Wärmenetzen (z.B. Kilometer, Anzahl versorgter Gebäude, Erschließung neuer Wärmequellen wie Geothermie und Abwärmenutzung)
- Anzahl installierter Wärmepumpen und Solaranlagen
- Speicherkapazitäten für Wärmeenergie (in kWh)
- Anzahl und Tiefe von Gebäudesanierungen (leicht, mittel, umfassend) sowie Energieeinsparungen (in kWh/m²) bei kommunalen Liegenschaften
- Anzahl beantragter und umgesetzter Konzepte für Liegenschaften und Quartiere (z.B. Sanierungsfahrpläne, integrierte Quartierskonzepte)

Klimaschutzindikatoren:

- Reduktion der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor (in t CO₂e/Jahr)
- Fortschritte auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität gemäß dem Zielszenario 2040

Wirtschaftliche Indikatoren:

- Investitionsvolumen in Maßnahmen zur Wärmewende (in €)
- Kosten pro eingesparter Tonne CO₂e (in €/t CO₂e)
- Höhe und Nutzung von Fördermitteln (bewilligte Mittel, in €)
- Verhältnis von eingesetzten Fördermitteln zu privaten Investitionen (Hebelwirkung)
- Entwicklung der Energiekosten für kommunale Liegenschaften (in €/MWh)

Soziale Indikatoren:

- Anzahl und Reichweite von Bildungs- und Informationsveranstaltungen (z.B. Anzahl Teilnehmende, Online-Zugriffe)
- Beteiligung der Bevölkerung an Projekten (z.B. Bürgersolarparks, Energiegenossenschaften)
- Akzeptanz der Maßnahmen, ermittelt durch Umfragen

Ein effektives Monitoring und Controlling ist entscheidend für die Erreichung der Klimaziele und die Förderung einer nachhaltigen Wärmeversorgung. Durch regelmäßige Überprüfungen, transparente Kommunikation und flexible Anpassungsmechanismen kann die Planung kontinuierlich optimiert werden.