energielenker
Für Klima und Zukunft



Fotos: ©Strausberg live, @Gemeinde Fredersdorf-Vogelsdorf, @prinz mediaconcept, @Gemeinde Petershagen/Eggersdorf, @galoppfoto

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE GEMEINDEN

STADT ALTLANDSBERG
FREDERSDORF-VOGELSDORF
HOPPEGARTEN
NEUENHAGEN BEI BERLIN
PETERSHAGEN/EGGERSDORF

BERICHT BESTANDS- UND POTENZIALANALYSE
ENTWURFSSTAND: 28.09.2026

Lesehinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Bericht bei Personenbezeichnungen in der Regel die maskuline Form verwendet. Diese schließt jedoch gleichermaßen die feminine Form mit ein. Die Leserinnen und Leser werden dafür um Verständnis gebeten.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS 3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS 5
TABELLENVERZEICHNIS 6
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 7
1 EIGNUNGSPRÜFUNG 9
2 BESTANDSANALYSE 10
2.1 Datengrundlagen 10
2.2 Beschreibung der Kommunen 13
2.2.1 Demographische Entwicklung 13
2.2.2 Wirtschaft 13
2.2.3 Gebäudebestand 13
2.2.4 Entwicklung der Kommunen 15
2.2.5 Spezifischer Wärmebedarf 16
2.2.6 Heizungsanlagen im Bestand 17
2.3 Energie- und THG-Bilanz 21
2.3.1 THG-Emissionsfaktoren 21
2.3.2 Energiebilanz für die Wärmeerzeugung der Kommunen 21
2.3.3 THG-Emissionen 23
2.4 Kartografische Darstellung auf Baublockebene 25
2.4.1 Überwiegende Gebäudenutzung 25
2.4.2 Absoluter Wärmebedarf 26
2.4.3 Wärmedichte 27
2.4.4 Wärmeliniendichte 28
2.4.5 Überwiegender Energieträger 29
2.5 Wärmeinfrastruktur 30
2.5.1 Gasnetz 30
2.5.2 Wärmenetze 30
3 POTENZIALANALYSE 32
3.1 Einsparpotenzial 33
3.2 Geothermie 36
3.2.1 Oberflächennahe Geothermie 37
3.2.2 Tiefengeothermie 42
3.3 Abwärme 44
3.3.1 Industrielle Abwärme 45
3.3.2 Abwasserwärmenutzung 46
3.4 Umweltwärme 47
3.4.1 Oberflächenwasser 48

3.4.2 Wärme aus der Umgebungsluft *48*
3.5 Solarthermie 49
3.6 Biomasse 52
3.7 Biogas/Biomethan 54
3.8 Wasserstoff 54
3.9 Zentrale Wärmespeicher 56
3.10 Sektorenkopplung 57
3.11 Stromerzeugungstechnologien für die Wärmewende 57
3.11.1 Photovoltaik *57*
3.11.2 Windenergie *61*
3.12 Gegenüberstellung Potenziale zum Bedarf 63
4 GLOSSAR 64
5 LITERATURVERZEICHNIS 70
6 ANHANG 72
Anhang 1 – Ergebnisse Stadt Altlandsberg 72
Anhang 2 – Ergebnisse Fredersdorf-Vogelsdorf 72
Anhang 3 – Ergebnisse Hoppegarten 72
Anhang 4 – Ergebnisse Neuenhagen bei Berlin 72
Anhang 5 – Ergebnisse Petershagen/Eggersdorf 72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1 Überwiegende Baualtersklassen 15
Abbildung 2-2 Spezifischer Wärmebedarf 2024 17
Abbildung 2-3 Heizungsanlagen nach Brennstoffart 17
Abbildung 2-4 Heizungsanlagen im Gebiet der fünf Gemeinden nach Größe 18
Abbildung 2-5 Anzahl der Heizungen nach Baujahr 19
Abbildung 2-6 Vorrangiger Erneuerungsbedarf bei Heizungssystemen im Gebiet der fünf Gemeinden 20
Abbildung 2-7: Prozentualer Anteil des Wärmebedarfs nach Sektoren für das Jahr 2024 22
Abbildung 2-8: Wärmebedarf nach Energieträgern 23
Abbildung 2-9 THG-Emissionen nach Energieträgern 24
Abbildung 2-11 Überwiegende Gebäudenutzung 25
Abbildung 2-12: Absoluter Wärmebedarf im Bilanzjahr 2024 26
Abbildung 2-13: Wärmebedarfsdichte 2024 auf Baublockebene 27
Abbildung 2-14: Wärmeliniendichte 28
Abbildung 2-15: Überwiegender Energieträger 29
Abbildung 2-16: Karte der Versorgungsgebiete über ein Erdgasnetz 30
Abbildung 2-17: Karte der Wärmenetze und Standorte der zugehörigen Erzeugungsanlagen 31
Abbildung 3-1 Übersicht über die untersuchten Potenziale 32
Abbildung 3-2: Übersicht der verschiedenen Potenzialbegriffe 32
Abbildung 3-3: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Gebäudenutzung 36
Abbildung 3-4: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie 37
Abbildung 3-5: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmesonden 39
Abbildung 3-6: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren 41
Abbildung 3-7: Ausschnitt aus dem Geoportal „GeotIS“ in den Bereichen Tiefengeothermie und Nutzungsgebiete für hydrothermale Wärmegewinnung 44
Abbildung 3-8 Übersicht der Abwärmepotenziale 44
Abbildung 3-9: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus 45
Abbildung 3-10: Potenziale für Freiflächen-Solarthermieanlagen 52
Abbildung 3-11: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt 55
Abbildung 3-12: Wasserstoffnetz 56
Abbildung 3-13: Photovoltaik Potenzial Freifläche 59
Abbildung 3-14 Windpotenzialflächen 62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Datenlieferanten und Datengüte der einzelnen Energieträger 12
Tabelle 2-2 Bevölkerungsstand in den Kommunen im Jahr 2024 13
Tabelle 2-3 Anzahl der Gebäude in den Kommunen 13
Tabelle 2-4: Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2024 21
Tabelle 2-5 Wärmebedarfe in den Sektoren 22
Tabelle 2-6: Wärmebedarf pro Einwohner im Jahr 2024 23
Tabelle 2-7: Übersicht Wärmenetze in den Gemeinden 31
Tabelle 3-1: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse vor und nach Sanierung Gebäudetyp Mehrfamilienhaus (MFH) 35
Tabelle 3-2: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden 40
Tabelle 3-3: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmekollektoren 41
Tabelle 3-4: Potenzial der Solarthermie auf Dachflächen 50
Tabelle 3-5: Potenzial der Solarthermie auf Freiflächen 51
Tabelle 3-6: Theoretisches Biomassepotenzial im Jahr 2022 53
Tabelle 3-7: Übersicht der PV-Freiflächen Potenziale 60
Tabelle 3-8: PV-Potenzial auf Dachflächen 60
Tabelle 3-9: Überblick der Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung 63

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BISKO	Bilanzierungssystematik Kommunal – Standard für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen innerhalb einer Kommune
B-Plan	Bebauungsplan
CH_4	Methan
CO_2	Kohlenstoffdioxid
CO_{2e}	CO_2 Äquivalente
ct/kWh	Cent pro Kilowattstunde
DN 800	Nenndurchmesser 800 mm
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
FNP	Flächennutzungsplan
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GIS	Geografisches Informationssystem
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
°C	Grad Celsius
GEMIS	"Global Emissions-Modell integrierter Systeme"
GModG	Gebäudemodernisierungsgesetz, löst das Gebäudeenergiegesetz (GEG) ab
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
ha	Hektar
h/a	Volllaststunden pro Jahr
INSEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh / m^2	Kilowattstunden pro Quadratmeter
KWK	Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen

KWP	Kommunale Wärmeplanung
KWW	Kompetenzzentrum Wärmewende in Halle, ein Projekt der Deutschen Energieagentur (dena)
l/s	Liter pro Sekunde
LCA	Lebenszyklusanalyse, „life cycle analysis“
m^3/s	Kubikmeter pro Sekunde
NWG	Nicht-Wohngebäude
MFH	Mehrfamilienhaus
MWh, MWh/a	Megawattstunde, Megawattstunden pro Jahr
MW_p	Megawatt Peak
m	Meter
m^2	Quadratmeter
mm	Millimeter
N_2O	Distickstoffmonoxid
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaik-Thermie (Kombination von zwei Solartechnologien in einem Modul zur Bereitstellung von elektrischer Energie und Wärme)
THG	Treibhausgas
t	Tonne
WEA	Windenergieanlagen
WG	Wohngebäude
WE	Wohneinheiten
wfbb	Wirtschaftsförderung Brandenburg
WPG	Wärmeplanungsgesetz
VDI 4640	Richtlinie VDI 4640
ZensG 2022	Gesetz zur Durchführung des Zensus im Jahr 2022

1 Eignungsprüfung

In der Eignungsprüfung wird das beplante Gebiet auf Teilgebiete untersucht, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen (WPG §14). Solche Gebiete werden im Wärmeplan als voraussichtliche Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung dargestellt und es kann eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden, bei der auf die vollständigen Erhebungen im Rahmen der Bestandsanalyse, der Potenzialanalyse, der Erarbeitung der Zielszenarien und die Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete verzichtet werden kann. Die Potenzialanalyse wurde hinsichtlich der Verfügbarkeit treibhausgasneutraler Wärmeversorgungsmöglichkeiten für das vollständige Gebiet der Kommunen Stadt Altlandsberg, Fredersdorf-Vogelsdorf, Hoppegarten, Neuenhagen bei Berlin und Petershagen/Eggersdorf durchgeführt.

Für die Eignungsprüfung müssen zwingend Grundlagendaten wie die Lage der bestehenden Energieerzeugungsstruktur (Gas- und Wärmenetze) sowie Informationen zu Verbrauchsschwerpunkten (z. B. Industrieunternehmen) vorliegen, auf eine weitere Datenerhebung kann im Rahmen der Eignungsprüfung verzichtet werden.

Ergebnisse der Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung wurde für die Kommunen Stadt Altlandsberg, Fredersdorf-Vogelsdorf, Hoppegarten, Neuenhagen bei Berlin und Petershagen/Eggersdorf am Anfang des Prozesses durchgeführt. In den Gemeinden besteht eine durchgehende Versorgung über Erdgas bzw. punktuell über ein Wärmenetz. Damit werden alle Gebiete innerhalb der Kommunen im Rahmen der vorliegenden Wärmeplanung betrachtet und keine Teilgebiete in einer verkürzten Wärmeplanung untersucht.

2 Bestandsanalyse

2.1 Datengrundlagen

Maßgeblich für den Umfang und die Qualität der Daten ist die Anlage 1 zu § 15 des WPG. Für die Bestands- und Potenzialanalyse in den Kommunen Stadt Altlandsberg, Fredersdorf-Vogelsdorf, Hoppegarten, Neuenhagen bei Berlin und Petershagen/Eggersdorf wurden u. a. folgende Daten berücksichtigt:

- Baualter (gebäudescharf)
- ALKIS-Daten (u. a. Flurstücke, Adressen, Gebäudepolygone, Gebäudetyp)
- Landschaftsmodell (BasisDLM)
- 3D-Gebäudemodelle (CityGML LoD 2)
- Bezirksschornsteinfegerdaten (geclustert)
- Zensusdaten aus der Befragung 2022 (Beheizungsstruktur, Gebäudenutzung)
- Verbrauchsdaten von lokalen Energieversorgern (geclustert)
- Versorgungsstruktur der Erdgas- und Wärmenetze inkl. Ausbauplänen
- Kommunale Gebäudestatistiken
- Beschlossene, noch nicht umgesetzte Projekte der Wärmeversorgung
- Laufende und geplante Infrastrukturmaßnahmen (u. a. Netzausbau, Modernisierung von Netzen sowie Tief- und Straßenbau)
- Weitere Daten u. a. zu Abwasserleitungen, unvermeidbaren Abwärmepotenzialen, Biomasse, Biogas, Wasserstoff, Denkmalschutz, Siedlungsentwicklung (z. B. ausgewiesene Neubaugebiete)
- Daten des Energieportals Brandenburg
- Weitere angefragte Daten und Layer von verschiedenen Informationsquellen

Ziel der Datenerhebung ist es, einen möglichst hohen Anteil an Realdaten (z. B. abgerechnete Verbrauchsdaten) zu berücksichtigen und so eine hohe Datengüte zu erreichen. Eine Verwendung von Bedarfsdaten erfolgt nicht, da hierfür in der Bundesrepublik keine belastbare Datengrundlage bereitsteht[1]. Im Folgenden wird die Erhebungsmethodik für die einzelnen Energieträger und deren Aufbereitung für die folgenden Arbeitsschritte vorgestellt.

Die **Fernwärmeverbrauchsdaten** der Firma Danpower wurden straßenbezogen bereitgestellt. Diese Daten liegen für die Jahre 2021 bis 2023 vor. Darüber hinaus wurde von Danpower die Lage des Wärmenetzes bereitgestellt.

Die **Gasverbrauchswerte** wurden von dem Netzbetreiber EWE für die Jahre 2023 bis 2025 gemittelt bereitgestellt. Aufgrund des Datenschutzes erfolgte die Übermittlung in aggregierter Form.

Um eine wetterunabhängige Ausgangsbasis für die Wärmeplanung bereitzustellen, wurden die Fernwärme- und Erdgasverbrauchswerte mit den Klimafaktoren des Deutschen Wetterdienstes witterungsbereinigt (Deutscher Wetterdienst, 2026) und über die betrachteten Jahre gemittelt. Diese so aggregierten Verbrauchsdaten werden als aktueller Wärmebedarf für das Referenzjahr 2025 ausgewiesen.

[1] Eine systematische Erfassung veröffentlichter Energiebedarfsausweise ist im Rahmen der Wärmeplanung nicht leistbar.

Wohngebäude für nicht dauerhaftes Wohnen wurden für die Betrachtungen ausgeschlossen. Hier ist für das Winterhalbjahr mit keinem oder nur einem sehr geringen Wärmebedarf zu rechnen.

Die Clusterung der Gasverbrauchsdaten durch die EWE NETZ erfolgte anhand der nächstgelegenen Adressen. Dabei können diese Verbraucher mehrere 100 m auseinanderliegen. Für die Erhöhung der Aussagekraft für die Wärmelinien und Wärmedichten wurden die gemittelten Werte anhand der Gebäudenutzfläche auf die jeweiligen Objekte verteilt.

Die Daten der EWE sind durchgehend über mehrere Adressen gemittelt. Dabei werden auch entgegen den Empfehlungen der Facharbeitsgruppe Datenaggregation des Kompetenzzentrums Wärmewende (KWW) und den Bestimmungen des novellierten Wärmeplanungsgesetzes[2] keine Unterscheidung zwischen größeren Verbräuchen von Unternehmen, Mehrfamilienhäusern und Einfamilienhäusern vorgenommen. Nur bei Einfamilienhäusern ist eine Clusterung vorgeschrieben[3], für die beiden anderen Kategorien ist im WPG zum Zeitpunkt der Datenerhebung eine „adressscharfe“ bzw. mit der Novellierung des WPG „*lagescharfe*“ Datenlieferung vorgesehen.

Die **Daten der Schornsteinfeger** für das Jahr 2025 berücksichtigen sowohl die Anzahl der jeweiligen Anlagenarten (nach Energieträgern) als auch eine Einteilung in Leistungs- und Altersklassen. Um den Wärmebedarf aus der Anlagenleistung von **Kohle-, Öl-, Flüssiggas- und Biomasseheizungen** ableiten zu können, werden nutzungsartspezifische Volllaststunden angenommen. Dabei konnten nur adressscharfe Datensätze verwendet werden. Der größte Teil der Daten war zum Zweck des Datenschutzes auf bis zu fünf Adressen aggregiert und konnten daher für die Wärmebedarfsermittlung nicht verwendet werden.

Für die Bilanzierung der **Umweltwärme** können nur Daten des Energieportals Brandenburg herangezogen werden. Der Netzbetreiber EDIS konnte keine Informationen zu Wärmepumpen, auch nicht aggregiert auf die Gemeinden, bereitstellen.

Die erzeugten Mengen thermischer **Solarenergie** werden den Steckbriefen des Energieportals Brandenburg entnommen (Stand 2025). In den detaillierten Betrachtungen auf Block- oder Teilgebietsebene konnte die Solarthermie nicht berücksichtigt werden, da eine Verortung der Anlagen im Stadt- bzw. Gemeindegebiet aufgrund der Datenlage nicht möglich ist.

Allen Gebäuden, denen auf Grundlage der vorliegenden Daten kein Wärmebedarf und Energieträger zugeordnet werden konnte, wurde ein berechneter Wert zugewiesen. Dieser wurde auf Basis der vorhandenen leitungsgebundenen Verbräuche ermittelt und kategorisiert nach Gebäudenutzung und Baualtersklasse auf Gebäude derselben Kategorie übertragen. Der jeweilige Energieträger wurde anschließend aus den Zensusdaten (2022) abgeleitet.

Tabelle 2-1 listet die Datenlieferanten und die Datengüte für die einzelnen Energieträger auf.

[2] Dieses war zum Zeitpunkt der Datenlieferung noch nicht in Kraft.
[3] Das WPG in seiner ersten Fassung hatte keine rechtssichere Unterscheidung der Gebäudeklassen vorgesehen.

Tabelle 2-1: Datenlieferanten und Datengüte der einzelnen Energieträger

Energieträger	Datenlieferant	Datengüte
Wärmenetz	Danpower	straßenzugbasiert
Erdgas	EWE	mehrere Adressen aggregiert
Kohle, Heizöl, Flüssiggas, Biomasse	Schornsteinfeger	mehrere Adressen aggregiert
nicht leitungsgebundene Energieträger	Schornsteinfeger	mehrere Adressen aggregiert
Solarthermie	Energieportal	Gesamtkommune
Umweltwärme / Wärmepumpe	wfbb, BAFA	Gemeindescharfer Stromverbrauch aller registrierten Wärmepumpen
Elektr. Direktheizungen[4]/ Nachtspeicher	--	keine Daten verfügbar

Bei der Erhebung, Verarbeitung und Visualisierung der gesammelten Daten werden die Vorgaben an den Datenschutz stets eingehalten. Eine datenschutzrechtliche Vorgabe ist die Erstellung von Baublöcken aus mindestens fünf beheizten Gebäuden als kleinste Darstellungseinheit im Wärmeplan. Dadurch kann es vorkommen, dass manche Baublöcke über natürliche Trennungen wie Schienenwege, sonstige natürliche Trennungen (z. B. Fließgewässer) und den Straßenverkehr hinausragen.

Daten werden in der kommunalen Wärmeplanung zur Anonymisierung auf Baublockebene aggregiert dargestellt. Insgesamt gibt es 1.571 Baublöcke, die jeweils mindestens fünf Adressen enthalten.

Aus diesen Datensätzen wird sowohl die gesamtstädtische Energie- und THG-Bilanz als auch die Darstellung der Energiebedarfe auf Blockebene erstellt. Aufgrund der unterschiedlichen Datenqualität und -vollständigkeit und daraus resultierenden notwendigen Berechnungen von Wärmebedarfen für Datenlücken, ist die Ausgangsbilanz als Annäherung an den tatsächlichen Energieeinsatz zu verstehen.

Während der Bestandsanalyse wurden die Daten und Informationen in einer Datenbank gespeichert sowie in einem geographischen Informationssystem (GIS) aufbereitet und weiterverarbeitet. Die gesammelten Informationen (wie z. B. Energieverbräuche, Verteilung der eingesetzten Energieträger, Alter des Gebäudebestandes) und deren GIS-gestützte Verortung bilden die Grundlagen für die kartografischen Darstellungen der Bestandsanalyse sowie für die weiteren Analysen.

[4] Infrarotheizungen (häufig als Zusatzheizungen) werden i.d.R. ohne gesonderte Tarife betrieben und sind somit nicht erfassbar.

2.2 Beschreibung der Kommunen

2.2.1 Demographische Entwicklung

Ende des Jahres 2024 wohnten insgesamt 77.149 Menschen in den fünf Kommunen. Bis 2040 soll die Bevölkerungszahl entsprechend der Bevölkerungsvorausberechnung für das Land Brandenburg[5] im mittleren Szenario im Kreis Märkisch-Oderland um 2,7 % steigen.

Tabelle 2-2 Bevölkerungsstand in den Kommunen im Jahr 2024

Kommune	Bevölkerung im Jahr 2024[6]
Stadt Altlandsberg	*9.630*
Fredersdorf-Vogelsdorf	*14.644*
Hoppegarten	*18.218*
Neuenhagen bei Berlin	*19.225*
Petershagen/Eggersdorf	*15.432*

2.2.2 Wirtschaft

Die Wirtschaft in den Kommunen ist vielfältig und bestand im Jahr 2024 aus einer Mischung aus Großunternehmen, klein- und mittelständischen Unternehmen sowie Handwerksbetrieben. Insbesondere in Neuenhagen bei Berlin und Hoppegarten befinden sich Unternehmen sowie Infrastrukturanlagen mit zumindest theoretischen Abwärmepotenzialen. Hier sind insbesondere das Glaswerk der Ardagh Gruppe, die Großkläranlage Münchehofe, die Bäckerei Coolback und das Umspannwerk der 50Hertz in Neuenhagen bei Berlin zu nennen. Für die kommenden Jahre werden Unternehmensansiedlungen mit weiteren Abwärmepotenzialen erwartet.

2.2.3 Gebäudebestand

Insgesamt gibt es auf dem Gebiet der Kommunen knapp 29.120 beheizte Gebäude. Knapp 96,5 % hiervon sind Wohngebäude, die restlichen 3,5 % sind Nicht-Wohngebäude des Wirtschaftssektors. Die Nicht-Wohngebäude entfallen bis auf wenige Ausnahmen auf den Sektor GHD. Unter den Wohngebäuden dominieren die Einfamilienhäuser mit 85,8 %.

Tabelle 2-3 Anzahl der Gebäude in den Kommunen

Kommune	Anzahl beheizte Gebäude	Anzahl Wohn-gebäude	Anzahl Nicht-Wohn-gebäude
Stadt Altlandsberg	*3.594*	*3.457*	*137*

[5] Quelle: statistik Berlin Brandenburg https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/a-i-8 (Abgerufen Mai 2026)
[6] Quelle: statistik Berlin Brandenburg, (Abgerufen Mai 2026)

Kommune	Anzahl beheizte Gebäude	Anzahl Wohn-gebäude	Anzahl Nicht-Wohn-gebäude
Fredersdorf-Vogelsdorf	*5.864*	*5.637*	*227*
Hoppegarten	*6.258*	*5.953*	*305*
Neuenhagen bei Berlin	*7.234*	*7.036*	*198*
Petershagen/Eggersdorf	*6.171*	*6.008*	*163*

Für die Prognose der Energieeinsparpotenziale in den Gemeindegebieten werden die Baualtersklassen ermittelt und auf Baublockebene dargestellt. Die überwiegende Gebäudealtersklasse auf Blockebene wird dabei basierend auf Zensusdaten 2022 ermittelt. Diese werden vom Statistischen Bundesamt bereitgestellt und liegen für ganz Deutschland als geographische Gitter von 100 x 100 m vor. Die einzelnen Gitterzellen enthalten die Anzahl der jeweils enthaltenen Gebäude und deren Baualtersklassen. Diese sind wie folgt klassifiziert:

- vor 1919
- 1919 bis 1948
- 1949 bis 1978
- 1979 bis 1990
- 1991 bis 2000
- 2001 bis 2010
- 2011 bis 2019
- 2020 und später

Da Baublöcke und Zensus-Gitterzellen nicht deckungsgleich sind und ein Baublock meistens mehrere Gitterzellen überlappt, werden durch geografische Verschneidung beider Ebenen zunächst die anteiligen Überschneidungen ermittelt und die Anteilswerte der einzelnen Baualtersklassen pro Baublock aggregiert. Dieser Faktor wird anschließend genutzt, um die Zählungen der Baualtersklassen in den Zensus-Gitterzellen, anteilig auf die Baublöcke zu verteilen. Abschließend wird pro Baublock die dominierende Baualtersklasse, basierend auf den zuvor ermittelten Anteilswerten je Klasse, bestimmt.

Einschränkungen für eine vollständige Ermittlung der Baualtersklassen für alle Gebäude im Gemeindegebiet haben zwei Ursachen:

1. Der Zensus erfasst nur „Gebäude mit Wohnraum, bewohnte Unterkünfte und Wohnungen“ (Quelle: ZensG 2022). D.h., für Gebäude die z. B. für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen oder industrielle Zwecke genutzt werden, liegen keine Daten vor.
2. Im Rahmen des Zensus werden Maßnahmen zum Datenschutz ergriffen, weshalb z. B. durch zu geringe Fallzahlen in einzelnen Gitterzellen (und dadurch mögliche Rückschlüsse auf Einzelpersonen), datenverändernde Geheimhaltungsverfahren (Cell-Key-Methode) angewandt wurden. Wenn sich in einem 100 x 100 m großen Rasterfeld

weniger als fünf Adressen befinden, dürfen die Daten aus Datenschutzgründen nicht veröffentlicht werden. Deshalb können bestimmte Baualtersklassen an diesen Stellen nicht dargestellt werden.

Die Daten wurden teilweise von Hand auf Ausreißer korrigiert. In den Kommunen wurde der Großteil der Gebäude zwischen 1991 und 2000 erbaut. Den kleinsten Anteil machen die Gebäude der Baualtersklasse ab 2020 sowie von 1979 bis 1990 aus.

Abbildung 2-1 bildet die überwiegende Baualtersklasse der einzelnen Baublöcke für das gesamte KONVOI-Gebiet ab.

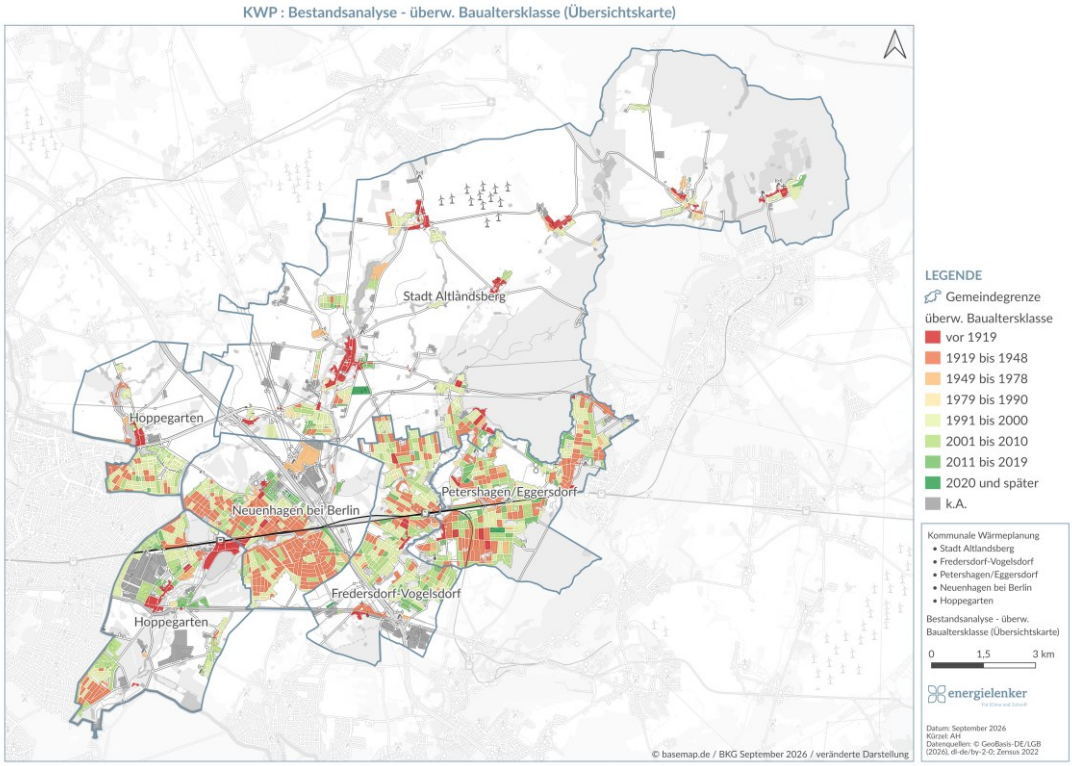


Abbildung 2-1 Überwiegende Baualtersklassen

2.2.4 Entwicklung der Kommunen

Die Kommunen befinden sich im Berliner Umland und verfügen – abgesehen von der Stadt Altlandsberg – über einen S-Bahn-Anschluss als schnelles Verkehrssystem in die Hauptstadt Berlin hinein. Daher profitieren die Kommunen zwar erheblich von dem angespannten Wohnungsmarkt in Berlin und dem daraus folgenden Umzug vieler Berliner in das Umland, stehen jedoch gleichzeitig vor großen Herausforderungen wie einer starken Beanspruchung der sozialen und technischen Infrastruktur und den daraus folgenden steigenden Investitionen oder steigenden Immobilienpreisen. Die Bevölkerung in den Kommunen ist in den vergangenen Jahren angewachsen, ein weiteres Wachstum wird für die Zukunft erwartet.

Zugleich wird in den Kommunen ein weiteres Wirtschaftswachstum angenommen. In der Gemeinde Neuenhagen bei Berlin befindet sich das größte Umspannwerk des Übertragungsnetzbetreibers 50Hertz. Derzeit gibt es Pläne für die Errichtung mindestens eines großen Rechenzentrums in unmittelbarer Nähe. Weitere Pläne sehen Batteriespeicher vor. Insbesondere in der Gemeinde Stadt Altlandsberg gibt es konkrete Planungen für die

Erweiterung des vorhandenen Windparks sowie die Errichtung von mindestens 2 Solarparks. Damit erweist sich die vorhandene Strominfrastruktur als ein wichtiger Treiber.

Für die Stadt Altlandsberg sind durch den am 01.07.2019 in Kraft getretenen Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg die Entwicklung von Wohnbauflächen begrenzt und beschränken sich auf die Eigenentwicklungsoption. Der Stadt Altlandsberg stehen demnach für einen Zeitraum von 10 Jahren für alle Ortsteile insgesamt 9,5 ha für die Wohnflächenentwicklung im Außenbereich zur Verfügung.

Die anderen Gemeinden sind im Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg überwiegend als Siedlungsfläche ausgewiesen und unterliegen damit nicht diesen Restriktionen.

Die in den Kommunen vorhandenen B-Pläne für die Erweiterung der Wohnflächen sowie Gewerbeflächen wurden erfasst und ausgewertet. Die Entwicklung neuer Wohnflächen ist vor allem in Stadt Altlandsberg, Hoppegarten, Neuenhagen bei Berlin und Petershagen/Eggersdorf vorgesehen. Mit der Realisierung der Wohngebäude wird der Wärmebedarf in den Gemeinden weiter ansteigen. Beim Neubau von Einfamilienhäusern und teilweise auch Mehrfamilienhäusern ist heute die dezentrale Wärmeversorgung über Umweltwärme der Standard. Nur in Fällen der Innenverdichtung von Kommunen kann für Mehrfamilienhäuser und Gewerbeeinheiten ein Anschluss an ein bestehendes Wärmenetz sinnvoll sein.

Die Bauleitplanung sieht in allen Kommunen die weitere Errichtung von Gewerbe- und Industrieobjekten vor. Insbesondere im Fall von Rechenzentren stehen damit zukünftig relevante Abwärmepotenziale zur Verfügung.

2.2.5 Spezifischer Wärmebedarf

Der spezifische Wärmebedarf stellt die zum Beheizen des Gebäudes benötigte Wärmemenge pro Quadratmeter Nutzfläche dar. Dies macht die Energieeffizienz verschiedener Gebäude vergleichbar, zeigt wie viel Wärme im Durchschnitt pro Quadratmeter für Heizzwecke aufgewendet werden muss und in welchen Gebieten das Sanierungspotenzial hoch ist. In den Kommunen liegt der spezifische Wärmebedarf der Wohngebäude bei 96 kWh/m² und für Nicht-Wohngebäude bei 171 kWh/m². Ein hoher spezifischer Energiebedarf findet sich sowohl in den Gewerbegebieten als auch in einigen Wohngebieten (vgl. Abbildung 2-2).

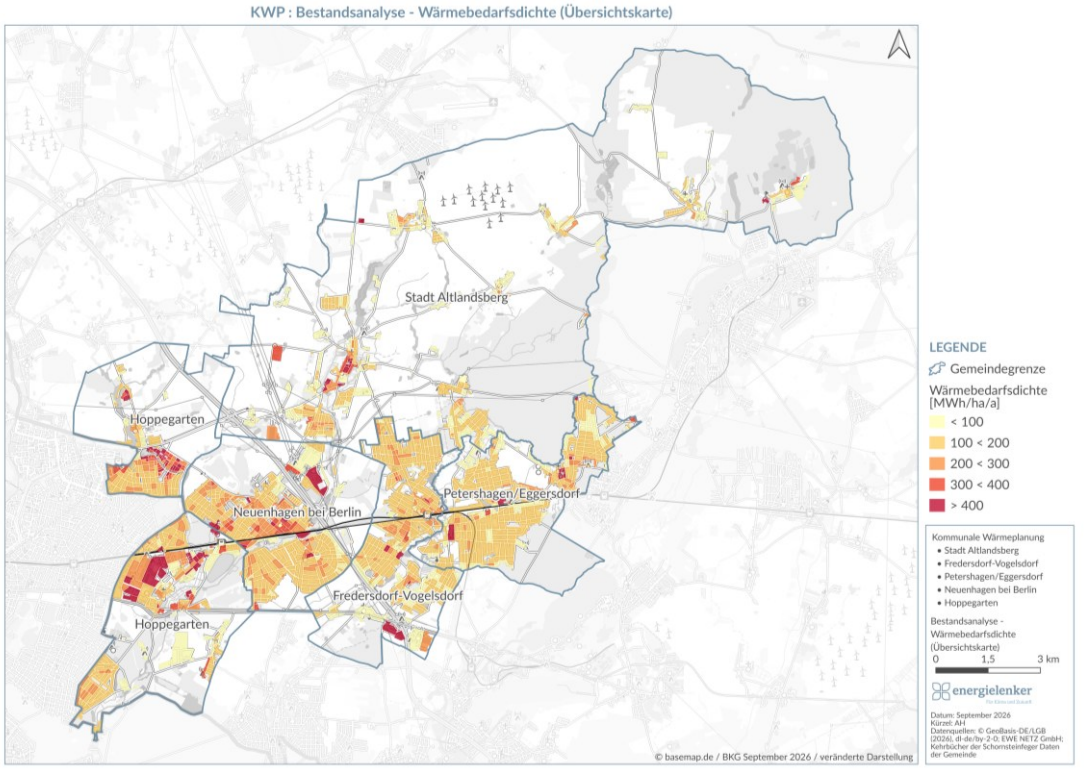


Abbildung 2-2 Spezifischer Wärmebedarf 2024

2.2.6 Heizungsanlagen im Bestand

Der Heizungsbestand in den Gemeinden konzentriert sich, entsprechend Abbildung 2-3, auf die Nutzung von Erdgas als Hauptbrennstoffquelle. Daneben stehen in den Gebäuden zahlreiche Heizanlagen für die Nutzung von Biomasse zur Verfügung, die vor allem Kamine für Scheitholz umfassen. Durch die unterschiedliche Nutzungsdauer weicht die Struktur der Heizungsanlagen von der in der Bestandsanalyse beschriebenen Brennstoffnutzung ab.

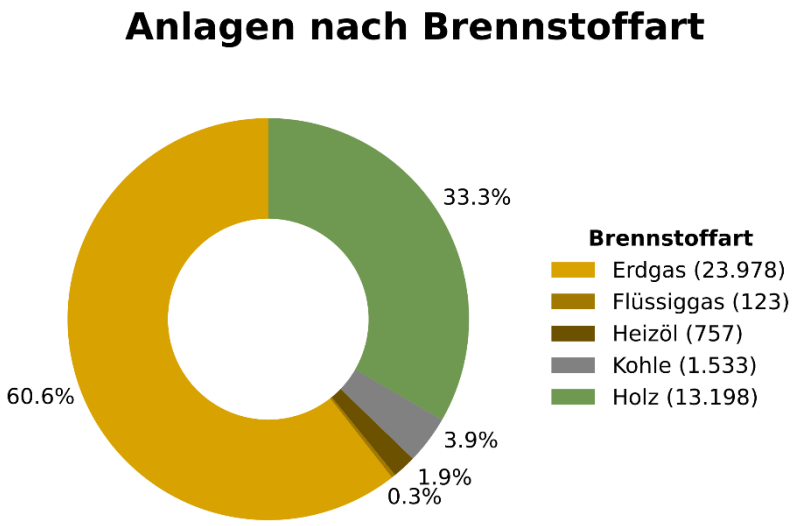


Abbildung 2-3 Heizungsanlagen nach Brennstoffart (Stand 2026)

Nur ein sehr kleiner Teil der Heizungsanlagen ist größer als 30 kW (siehe Abbildung 2-4). Hier spiegelt sich die von Ein- und Zweifamilienhäusern dominierte Wohnraumstruktur wider.

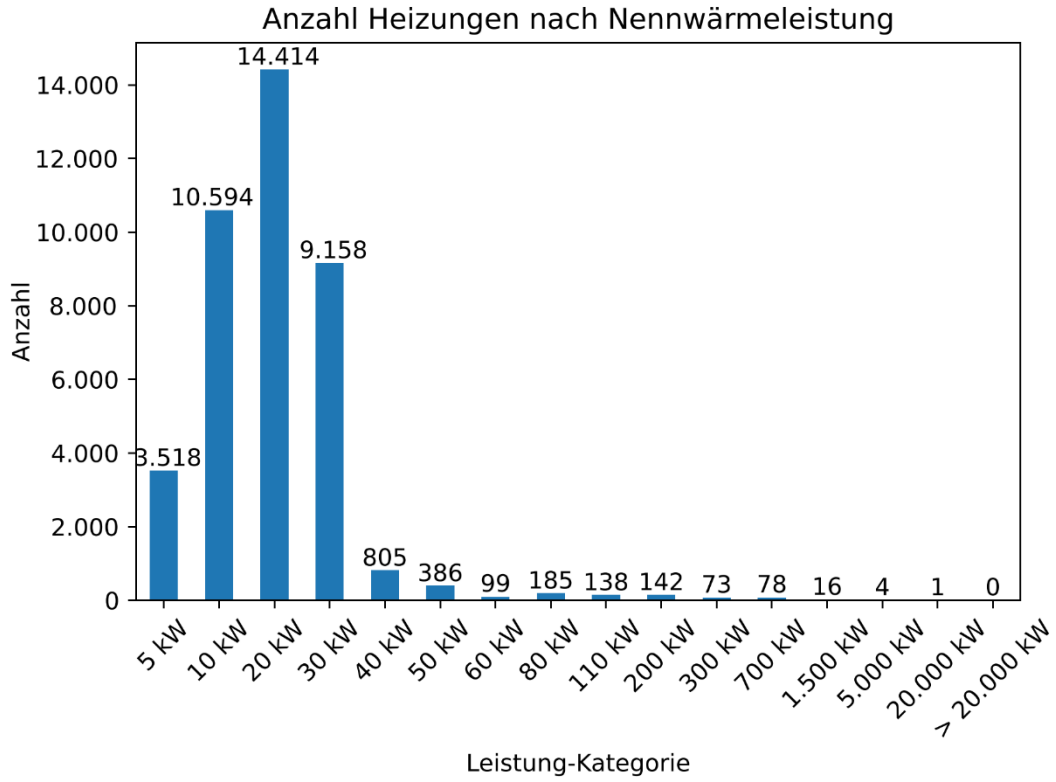


Abbildung 2-4 Heizungsanlagen im Gebiet der fünf Gemeinden nach Größe (Stand 2026)

Neben dem Brennstoff spielt die Heizungstechnik eine wesentliche Rolle für die Effizienz und damit auch den CO_2-Ausstoß während des Betriebs. Brennwertheizungen gewinnen aus dem Abgas die Kondensationswärme zurück, sodass sie gegenüber dem Heizwert des eingesetzten Brennstoffs einen Wirkungsgrad von bis zu 109 % erreichen können (bezogen auf den Brennwert 94-98 %). Konventionelle Heizwertkessel und Niedertemperaturkessel liegen mit jeweils 80-90 % bzw. 88-92 % deutlich unter diesem Wert. Daraus resultiert im Sinne des Klimaschutzes und der Ressourceneffizienz ein vorrangiger Austausch der letztgenannten Heizungssysteme als geeignete Minderungsmaßnahme.

Aus den zur Verfügung gestellten Schornsteinfegerdaten stellt Abbildung 2-5 die Anzahl der Heizungen nach Baujahr dar. In den fünf Gemeinden sind derzeit über 4.900 Heizungen älter als 30 Jahre. Neben den unterschiedlichen rechtlichen Anforderungen an alte Heizungssysteme haben diese Heizungsanlagen auch das Ende ihrer technischen Nutzungszeit erreicht. Dieser Wert zeigt daher für die nächsten Jahre einen hohen Austauschbedarf an. Für einen großen Teil der Eigentümer bedeutet diese Aufgabe auch eine wirtschaftliche Herausforderung.

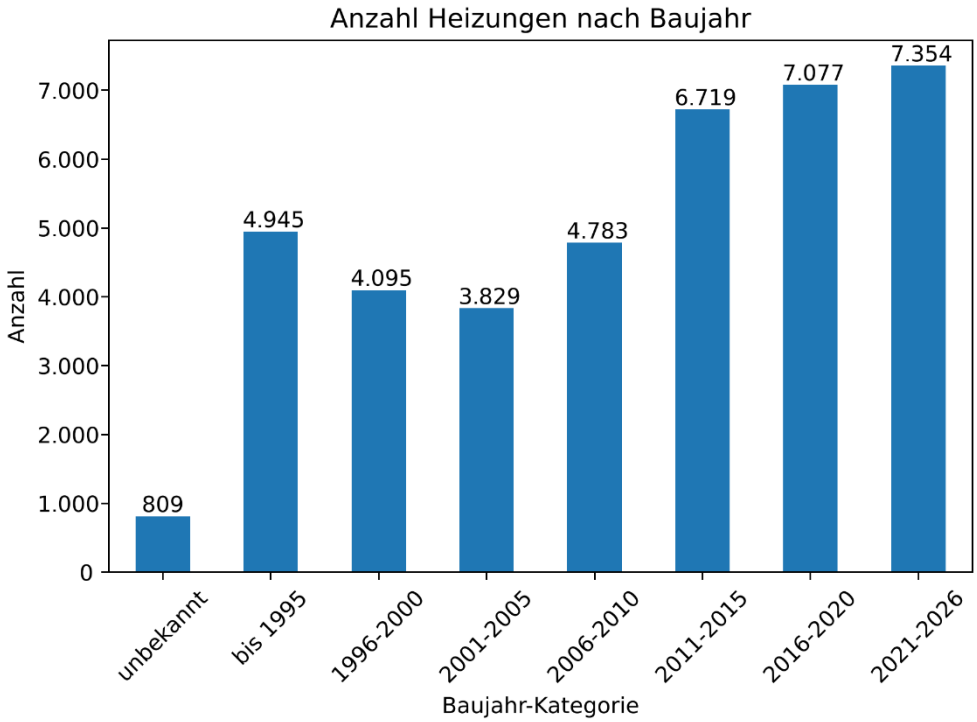


Abbildung 2-5 Anzahl der Heizungen nach Baujahr (Stand 2026)

Ein weiterer Aspekt ist die Unterscheidung nach Heizungsarten. Einzelraumheizungen dienen häufig nur als Zusatzheizung, während Zentralheizungen in der Regel die Hauptversorgung eines Gebäudes oder einer Wohnung übernehmen. Die Anzahl der Heizwertheizungen innerhalb der Zentralheizungen stellt angesichts der vorwiegenden Nutzung von Erdgas und Heizöl ebenfalls einen Indikator für den vorrangigen Austauschbedarf im Rahmen der Wärmewende dar. Die Abbildung 2-6 fasst die in den fünf Gemeinden vorhandenen Heizungen zusammen und zeigt den vorrangigen Handlungsbedarf beim Austausch von Heizungssystemen an. Die Zahlen in den Kreisen zeigen jeweils die Anzahl der Heizungsanlagen an, auf den überlappenden Schnittflächen sind jeweils die Schnittmengen dargestellt. Im Gebiet des Planungsverbunds sind 2.919 Heizungsanlagen zugleich Heizwertheizungen, Zentralheizungen und älter als 30 Jahre. Für die betroffenen Gebäudeeigentümer steht hier die eigene Planung für einen möglichen Ausfall der Heizung in den nächsten Jahren an erster Stelle. Für den Austausch der Heizungsanlage ist dabei ein frühzeitig entwickelter, auf fundierter Beratung beruhender Plan langfristig sinnvoller als eine kurzfristige Entscheidung, die sich vorrangig an aktuell verfügbaren Fördermitteln orientiert.

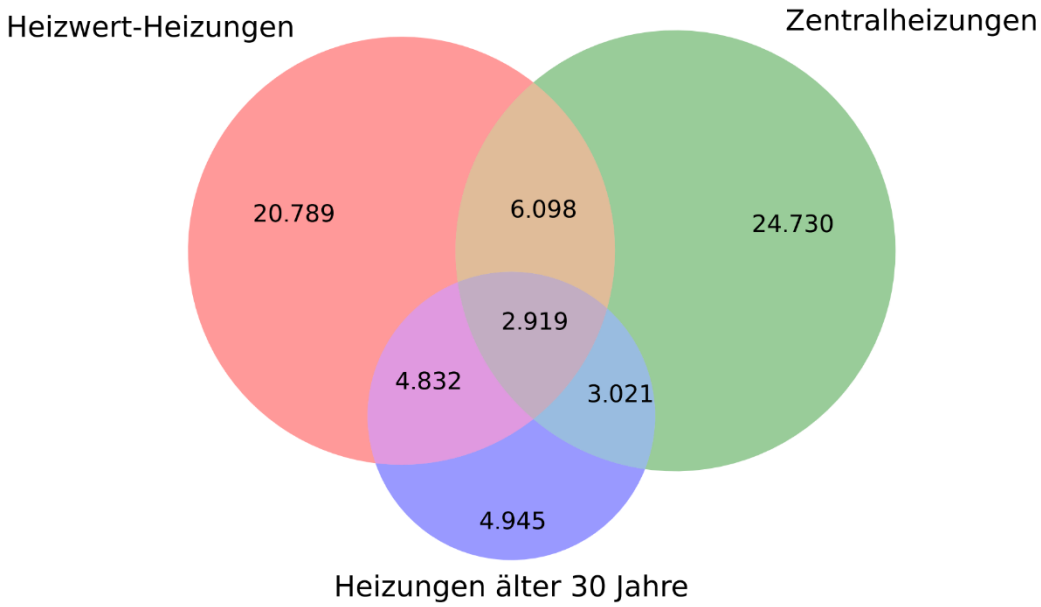


Abbildung 2-6 Vorrangiger Erneuerungsbedarf bei Heizungssystemen im Gebiet der fünf Gemeinden (Stand 2026)

2.3 Energie- und THG-Bilanz

Um eine nachhaltige Wärmestrategie zu entwickeln, ist es zunächst notwendig, die aktuelle Situation zu analysieren und darzustellen. Dabei erfolgt eine umfassende Untersuchung des gesamten Wärmebedarfs sowie der Treibhausgasemissionen in den Gemeinden. Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz dargestellt. Die Datenerhebung für die Bilanzierung ist in Kapitel 2.1 beschrieben.

2.3.1 THG-Emissionsfaktoren

Anhand der ermittelten Verbräuche und energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren werden die THG-Emissionen berechnet. Dazu sind THG-Emissionsfaktoren notwendig.

Die empfohlenen Emissionsfaktoren beruhen auf Annahmen und Berechnungen des ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH), des GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) sowie auf Richtwerten des Umweltbundesamtes (UBA). Die THG-Emissionsfaktoren beziehen neben den reinen CO_2-Emissionen weitere Treibhausgase (bspw. N_2O und CH_4) in Form von CO_2-Äquivalenten (CO_2e) inklusive energiebezogener Vorketten mit ein. Hinsichtlich des Emissionsfaktors für Strom gilt, dass gemäß Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO) der Bundesstrommix herangezogen wird. In Tabelle 2-4 werden die Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger dargestellt:

Tabelle 2-4: Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2024

Emissionsfaktoren der Energieträger [gCO_2e/kWh]

Energieträger	Emissionsfaktor	Energieträger	Emissionsfaktor
Strom	*344*	*Flüssiggas*	*239*
Heizöl	*310*	*Kohle*	*430*
Erdgas	*240*	*Abfall*	*20*
Holz	*20*	*Heizstrom*	*344*
Sonnenkollektoren	*0*	*Sonstige Erneuerbare*	*20*
Biogase	*139*	*Sonstige Konventionelle*	*236*

2.3.2 Energiebilanz für die Wärmeerzeugung der Kommunen

Im Bilanzjahr 2024 weisen die Gemeinden sektorenübergreifend einen Wärmebedarf von 868.100 MWh auf. Die Verteilung auf die Einzelgemeinden sowie auf die Sektoren ist in der nachfolgenden Tabelle 2-5 zusammengefasst. Industrieunternehmen konnten nur in Hoppegarten sowie Neuenhagen bei Berlin einzeln erfasst werden. Die vorliegenden Verbrauchsdaten erlauben für die Stadt Altlandsberg keine Zuordnung des Verbrauches zu den Industriebetrieben und Abgrenzung der umliegenden GHD-Unternehmen mit gleicher Adresse.

Tabelle 2-5 Wärmebedarfe in den Sektoren

Gemeinde	gesamt (in GWh)	Wohn-gebäude (in GWh)	GHD (in GWh)	Industrie (in GWh)
Stadt Altlandsberg	*88,1*	*68,5*	*19,6*	*0**
Fredersdorf-Vogelsdorf	*126,4*	*99,9*	*26,5*	*0*
Hoppegarten	*212,8*	*117,6*	*82,6*	*12,7*
Neuenhagen bei Berlin	*313,3*	*135,7*	*23,3*	*154,3*
Petershagen/Eggersdorf	*127,5*	*113,6*	*13,9*	*0*
Gesamt	***868,1***	***535,2***	***165,9***	***167,0***

* *Wärmebedarf der Industrie konnte nicht zugeordnet werden und ist im Sektor GHD enthalten.*

In der Abbildung 2-7 sind die Bedarfe nach Sektoren dargestellt. Der größte Anteil des Wärmebedarfs in den Gemeinden fällt mit 61,7 % (534.992 MWh) bei den privaten Haushalten an. Die Sektoren GHD und Industrie machen mit 19,1 % (166.141 MWh) sowie 19,2 % (166.943 MWh) die weiteren Anteile aus.

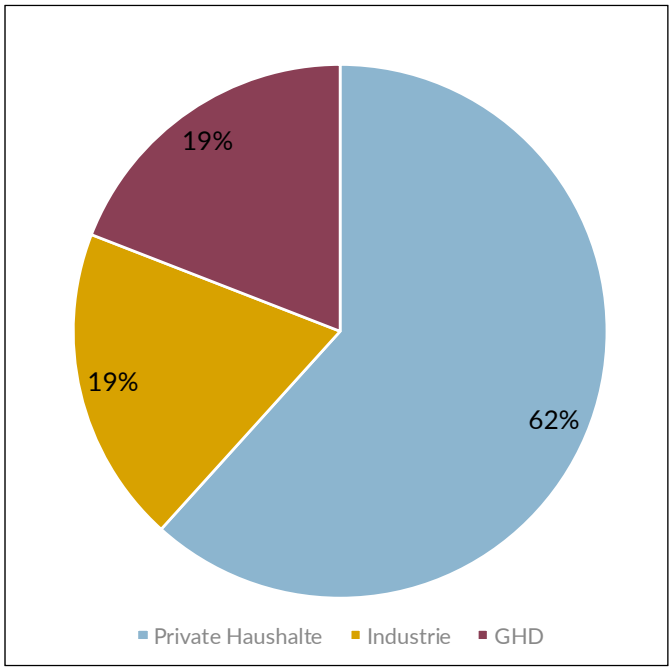
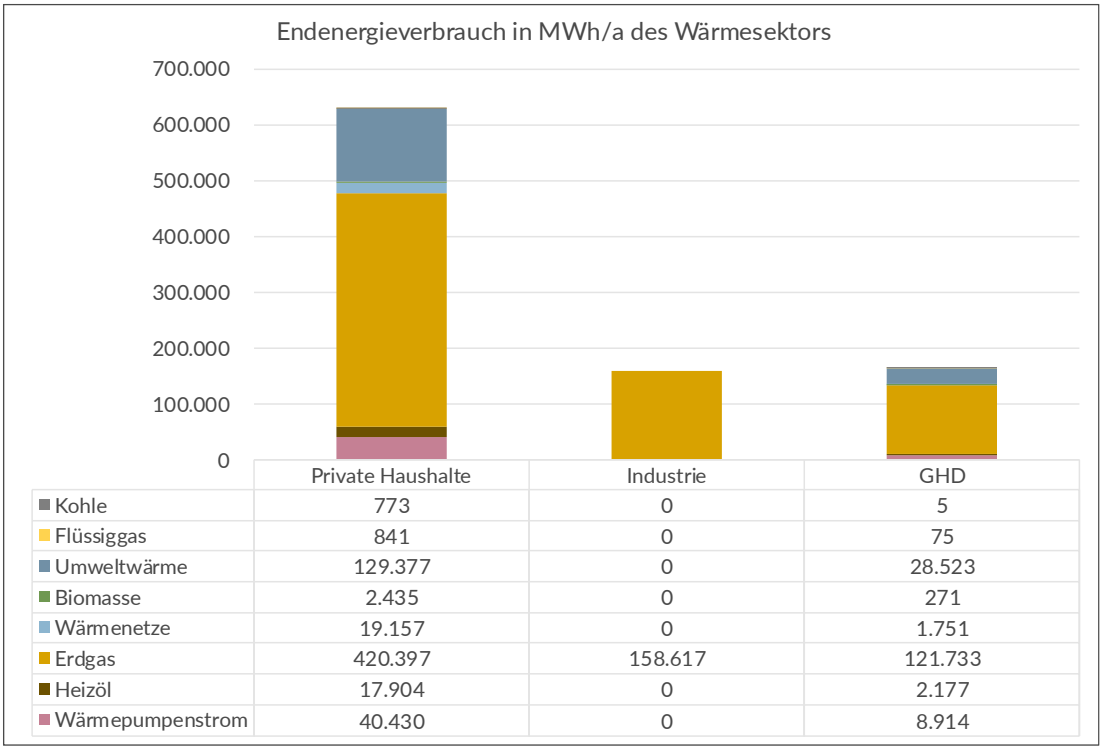


Abbildung 2-7: Prozentualer Anteil des Wärmebedarfs nach Sektoren für das Jahr 2024 (alle Gemeinden)

Aus der Abbildung 2-8 ist der Wärmebedarf pro Energieträger ersichtlich.



	Private Haushalte	Industrie	GHD
Kohle	773	0	5
Flüssiggas	841	0	75
Umweltwärme	129.377	0	28.523
Biomasse	2.435	0	271
Wärmenetze	19.157	0	1.751
Erdgas	420.397	158.617	121.733
Heizöl	17.904	0	2.177
Wärmepumpenstrom	40.430	0	8.914

Abbildung 2-8: Wärmebedarf nach Energieträgern (alle Gemeinden)

Wärmebedarf pro Einwohner

Tabelle 2-6: Wärmebedarf pro Einwohner im Jahr 2024 (alle Gemeinden)

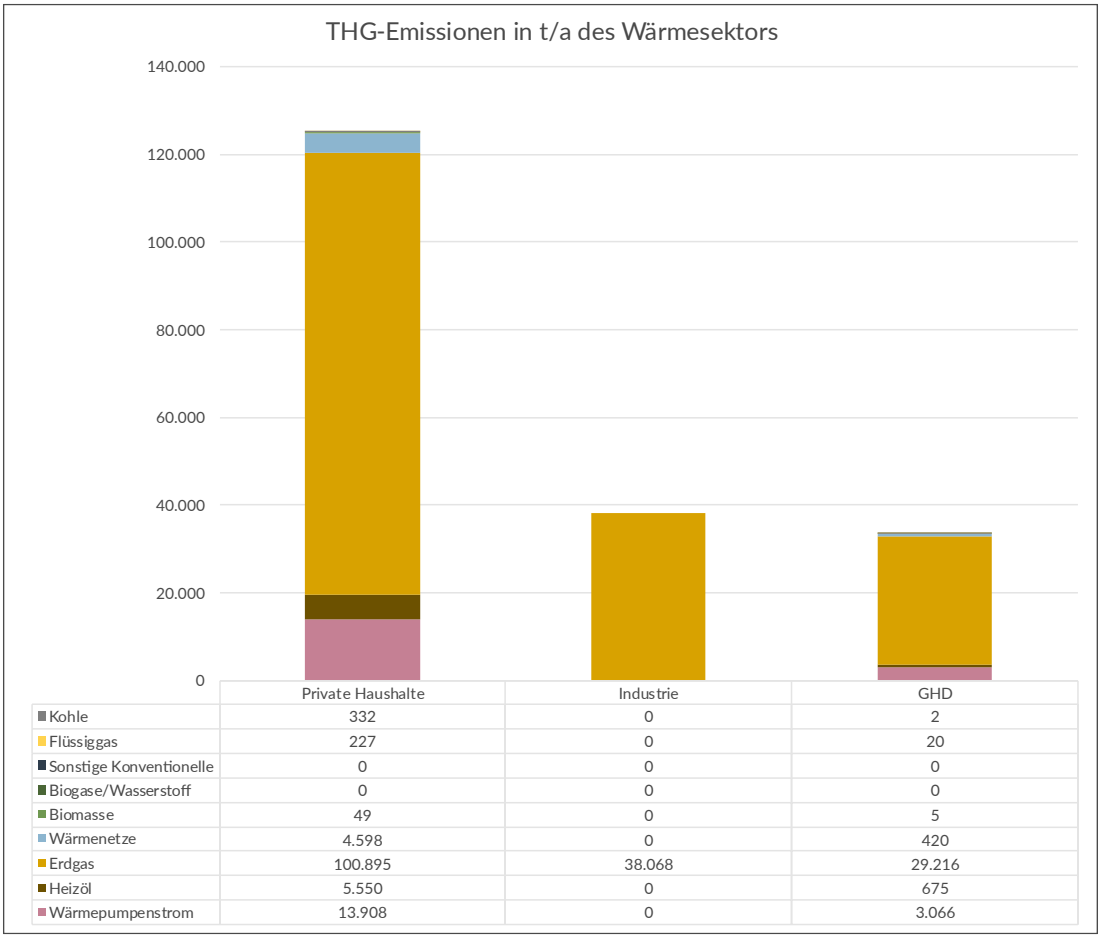
Bereich	Wärmebedarf pro Einwohner in MWh/Person
Haushalte	*6,9*
Industrie	*2,1*
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	*2,2*
Summe	***11,2***

Wärmeversorgung über Wärmenetze

Die Wärmenetze decken derzeit einen Wärmebedarf von 20.908 MWh pro Jahr. Das entspricht ca. 2,2 % des Gesamtwärmebedarfs in dem Gebiet der fünf Gemeinden. Die Wärmebereitstellung des Wärmenetzes in Hönow (Gemeinde Hoppegarten) erfolgt über ein Erdgas-BHKW. In der Stadt Altlandsberg befindet sich ein Objektwärmenetz mit Holzfeuerung.

2.3.3 THG-Emissionen

Abbildung 2-9 stellt die Verteilung der THG-Emissionen über die Energieträger und Sektoren dar.



	Private Haushalte	Industrie	GHD
Kohle	332	0	2
Flüssiggas	227	0	20
Sonstige Konventionelle	0	0	0
Biogase/Wasserstoff	0	0	0
Biomasse	49	0	5
Wärmenetze	4.598	0	420
Erdgas	100.895	38.068	29.216
Heizöl	5.550	0	675
Wärmepumpenstrom	13.908	0	3.066

Abbildung 2-9 THG-Emissionen nach Energieträgern (alle Gemeinden)

2.4 Kartografische Darstellung auf Baublockebene

2.4.1 Überwiegende Gebäudenutzung

In Abbildung 2-10 ist die überwiegende Gebäudenutzung in den Kommunen Stadt Altlandsberg, Fredersdorf-Vogelsdorf, Hoppegarten, Neuenhagen bei Berlin und Petershagen/Eggersdorf für die erstellten Baublöcke dargestellt. Die Gebäudenutzung ist in Einfamilienhäuser (EFH), Mehrfamilienhäuser (MFH), Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und Industrie kategorisiert. Gebäude, die keine der oben genannten Nutzungen zugewiesen werden konnten, sind mit keine Angabe (k. A.) bezeichnet.

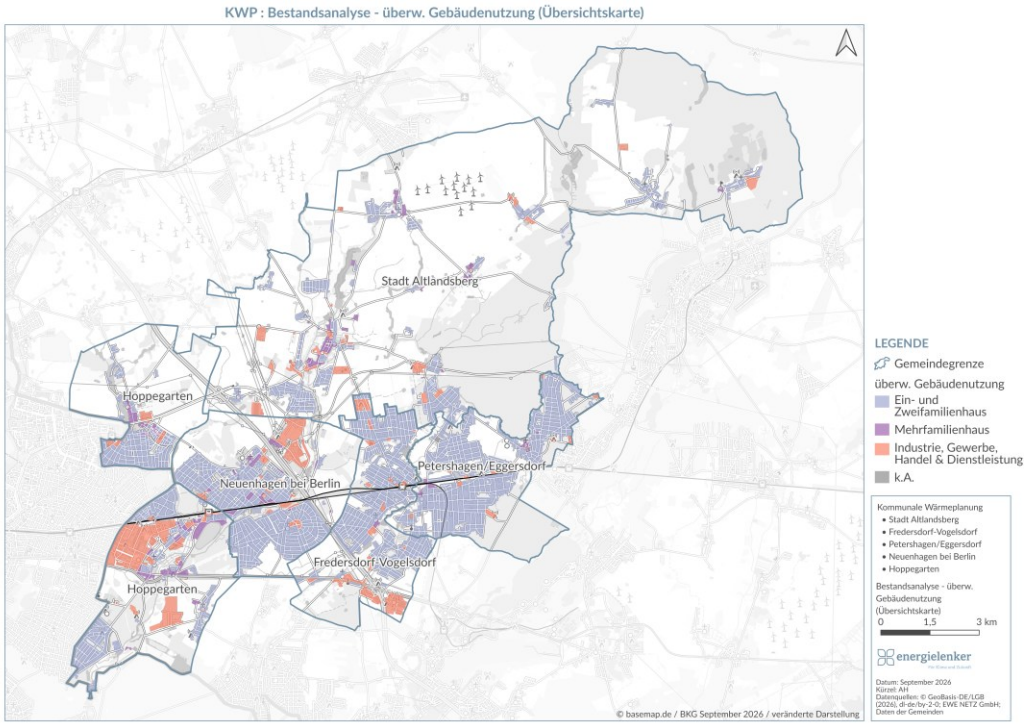


Abbildung 2-10 Überwiegende Gebäudenutzung

2.4.2 Absoluter Wärmebedarf

In Abbildung 2-11 ist die Verteilung des Wärmebedarfs auf Baublockebene für alle 5 Gemeinden dargestellt.

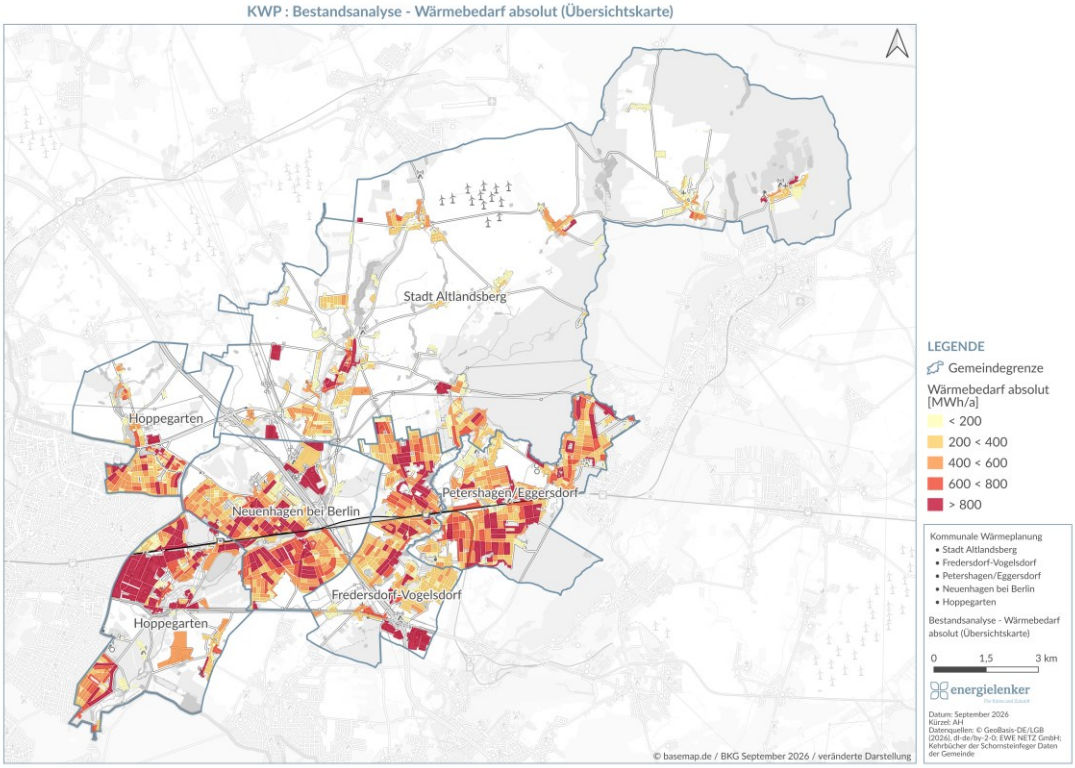


Abbildung 2-11: Absoluter Wärmebedarf im Bilanzjahr 2024

2.4.3 Wärmedichte

Ein wichtiger Indikator, insbesondere für die Bewertung einer zentralen Wärmeversorgung, ist die Wärmedichte. In Abbildung 2-12 ist sie auf Baublockebene für die Gemeinden dargestellt.

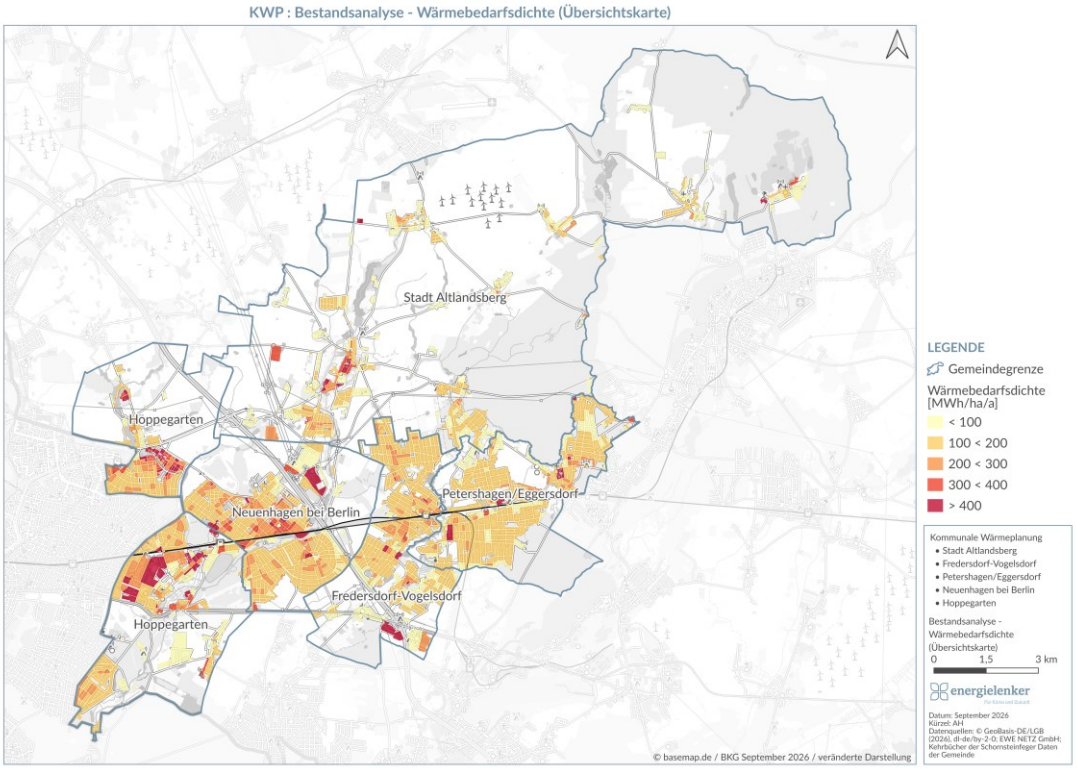


Abbildung 2-12: Wärmebedarfsdichte 2024 auf Baublockebene

2.4.4 Wärmeliniendichte

Ein weiterer, wichtiger Indikator, insbesondere für eine mögliche zentrale Wärmeversorgung, ist die Wärmeliniendichte. Sie beschreibt die Wärmemenge, die pro Meter und Jahr entlang einer Straße transportiert werden muss, um alle Gebäude entlang dieser Straße mit Wärme zu versorgen. Eine hohe Wärmeliniendichte deutet darauf hin, dass ein mögliches Wärmenetz eine hohe Wärmeleistung über eine relativ kurze Strecke transportiert, was auf eine effiziente Nutzung der Leitungen hinweist, und ein Kriterium für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im Vergleich zu einer dezentralen Versorgung ist. Hierzu werden die Gebäude anhand ihrer Adresse dem jeweiligen Straßenzug zugeordnet. Hierbei ist zu beachten, dass jede Wärmelinie für sich steht, d.h. es wird nicht berücksichtigt, dass im Falle eines Wärmenetzbaus über die Haupttrasse auch die Wärmemenge von angeschlossenen Straßenzügen transportiert werden muss.

Wie in Abbildung 2-13 dargestellt, sind in den Kommunen hohe Wärmeliniendichten insbesondere in Bereichen mit dichter Bebauung, sowie in Industrie- und Gewerbegebieten mit hohen absoluten Wärmebedarfen zu finden.

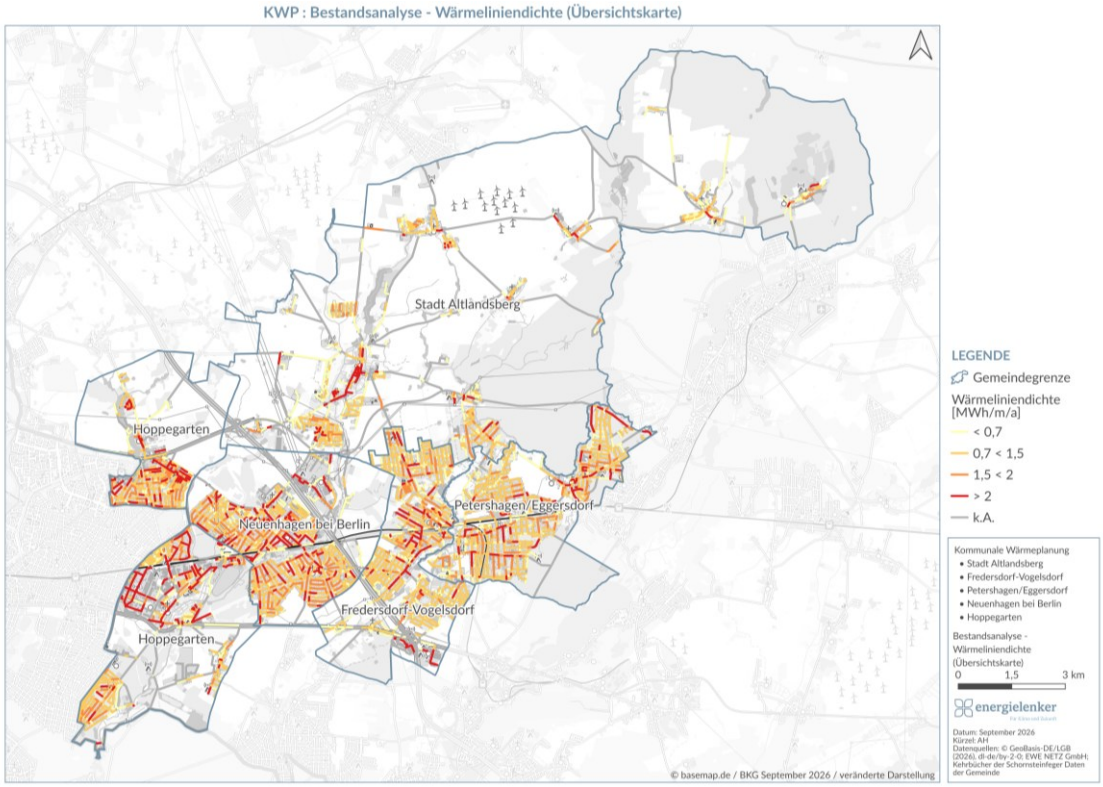


Abbildung 2-13: Wärmeliniendichte

2.4.5 Überwiegender Energieträger

In Abbildung 2-14 ist der überwiegende Energieträger je Baublock dargestellt. Überwiegend in diesem Zusammenhang bedeutet, dass der ausgewiesene Energieträger mehr als 50% Anteil an der Wärmeversorgung in dem jeweiligen Block hat. In den betrachteten Gemeinden ist Erdgas flächendeckend der dominante Energieträger.

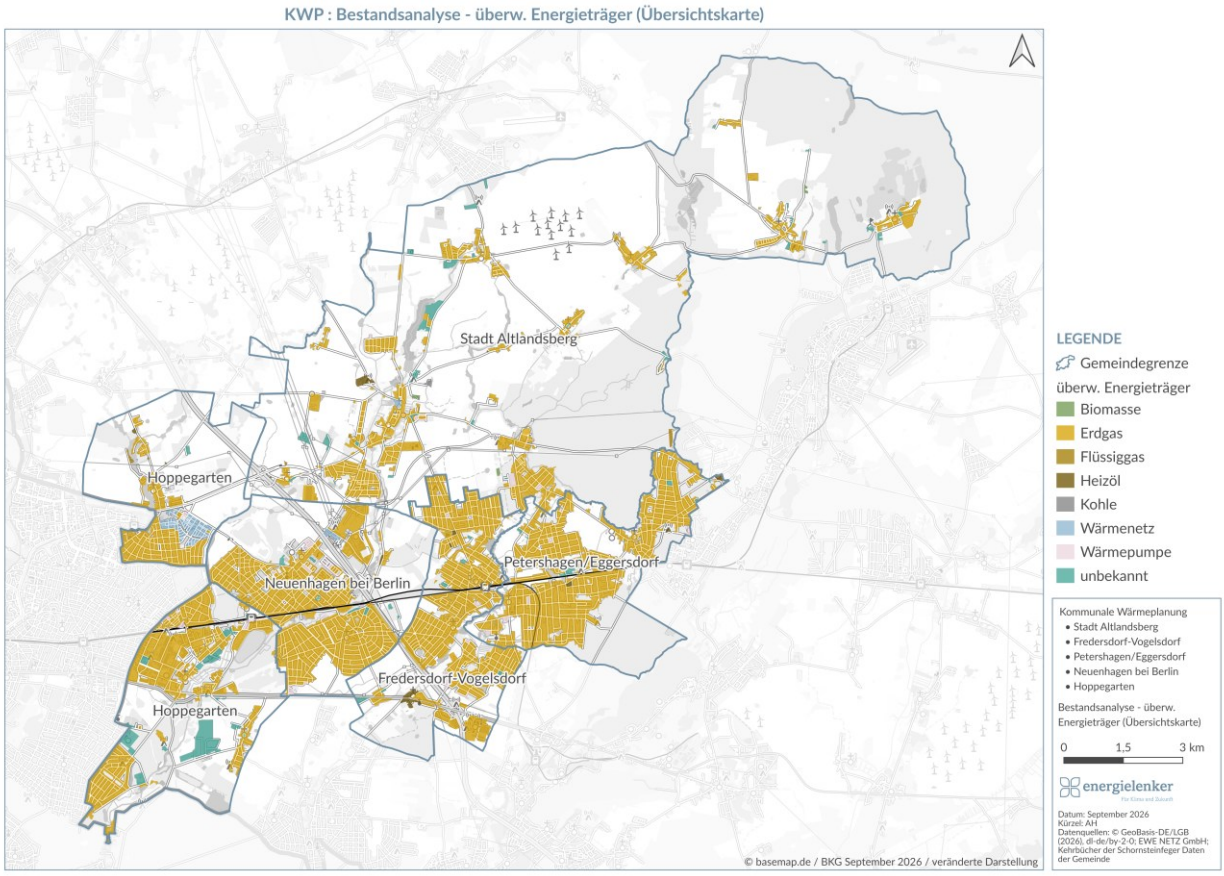


Abbildung 2-14: Überwiegender Energieträger

2.5 Wärmeinfrastruktur

Die bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur ist eine wichtige Basis für die Wärmeplanung. Gasnetze werden zukünftig mit Erreichen der Klimaneutralität in Deutschland kein Erdgas mehr transportieren, könnten aber perspektivisch für Biomethan oder Wasserstoff genutzt werden. Ob und in welchen Teilbereichen eine Umstellung, Weiternutzung oder Stilllegung erfolgt, hängt unter anderem von der künftigen Verfügbarkeit klimaneutraler Gase, der Nachfrage und den Planungen der Netzbetreiber ab. Wärmenetze sind – wenn ein Strukturwandel nicht dagegen spricht – weiter zu betreiben bzw. sogar zu verdichten und auszubauen. Durch die Nutzung bestehender Infrastruktur können Investitionskosten und Ressourcen eingespart werden. Die Netzbetreiber haben dazu entsprechende Transformationspläne zu erarbeiten.

2.5.1 Gasnetz

In den Kommunen sind fast alle Ortsteile mit einem Gasnetz versorgt. Eine Ausnahme bildet die Wärmenetzversorgung in Hönow sowie das Schloßgut in Altlandsberg. In Abbildung 2-15 ist die Lage des Gasnetzes baublockbezogen dargestellt.

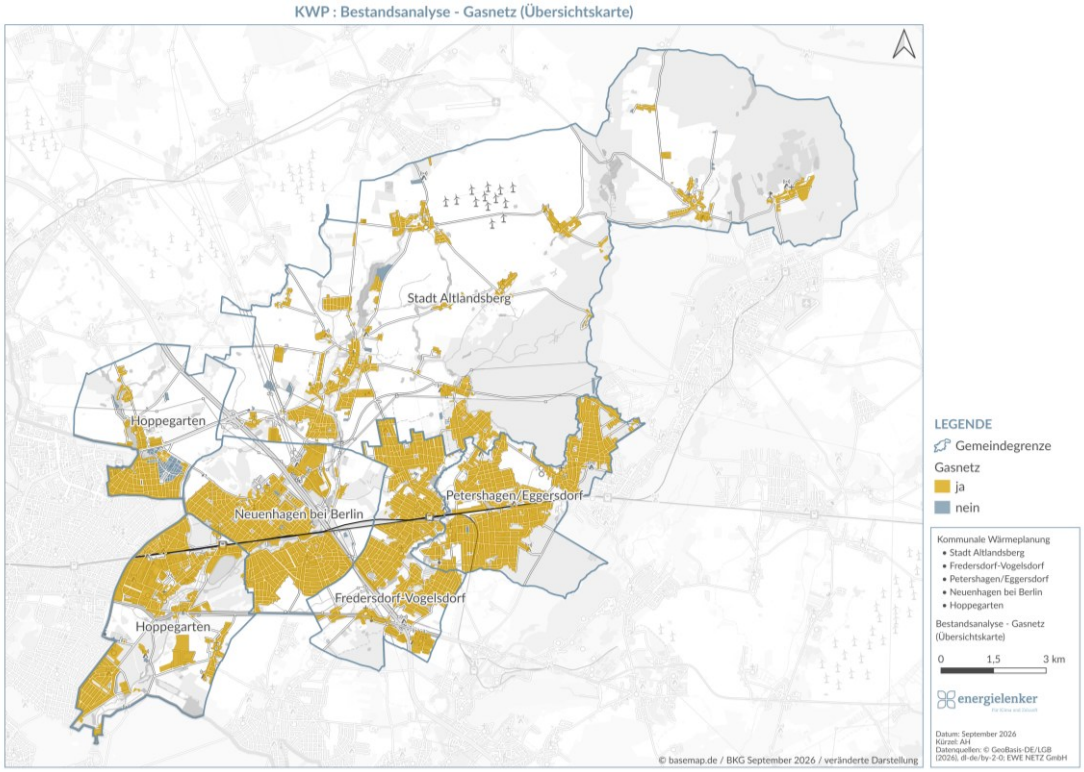


Abbildung 2-15: Karte der Versorgungsgebiete über ein Erdgasnetz

2.5.2 Wärmenetze

Nach dem Wärmeplanungsgesetz wird ein Wärmenetz als „Einrichtung zur leitungsgebundenen Versorgung mit Wärme, die kein Gebäudenetz im Sinne des § 3 Absatz 1 Nummer 9a des Gebäudeenergiegesetzes in der am 1. Januar 2024 geltenden Fassung ist," definiert (WPG, 2024). D.h. nach dieser Definition müssen mehr als 16 Gebäude oder Wohneinheiten angeschlossen sein, ansonsten handelt es sich um ein sogenanntes Gebäudenetz.

In den Gemeinden existieren nach der Definition ein größeres Wärmenetz und ein Nahwärmenetz.

Tabelle 2-7: Übersicht Wärmenetze in den Gemeinden

Name	Status	Länge [km]	Anschluss-nehmer	Anschluss-leistung [kW]	Vorlauf-temperatur [°C]
Fernwärme Hönow (Danpower)	*In Betrieb*	*24*	*203*	*14.500*	*75*

In Abbildung 2-16 sind die Leitungsverläufe der Wärmenetze dargestellt. Das Fernwärmenetz deckt Teile des Ortsteiles Hönow in Hoppegarten ab. Darüber hinaus existiert ein kleines Gebäudenetz in der Stadt Altlandsberg.

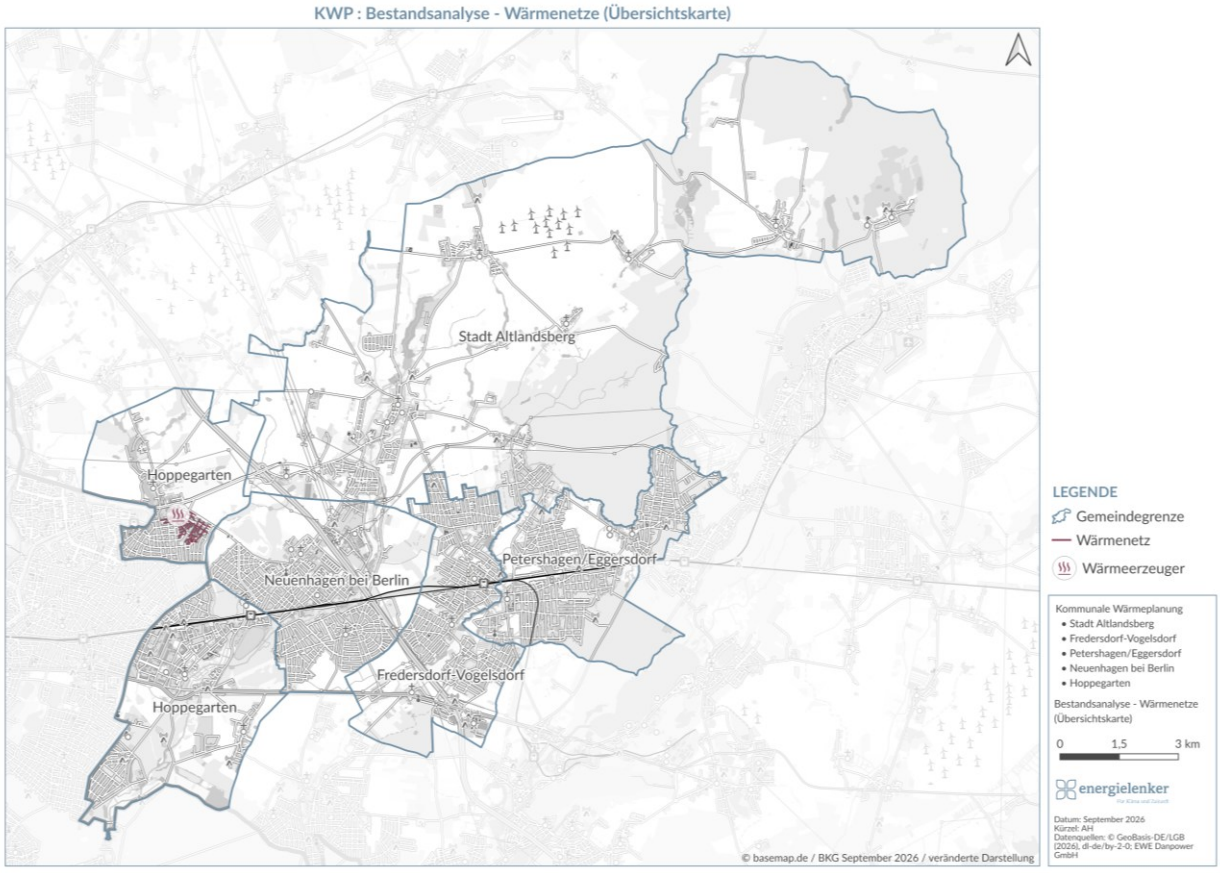


Abbildung 2-16: Karte der Wärmenetze und Standorte der zugehörigen Erzeugungsanlagen

Das Wärmenetz Hönow wird derzeit über Erdgas betrieben. Aktuell laufen Planungen zur Versorgung über industrielle Abwärme von einem Unternehmen außerhalb des Gemeindegebietes. Der Wärmeerzeuger verfügt über einen Pufferspeicher mit einer Gesamtkapazität von 8,1 m³. Das Gebäudenetz in der Stadt Altlandsberg wird über Holz versorgt.

3 Potenzialanalyse

Zur Erreichung der Klimaschutzziele müssen, neben der Dekarbonisierung des Stromsektors und der Ausnutzung erneuerbarer Stromquellen, auch die Potenziale lokaler Wärmequellen ausgeschöpft werden. Lokale Wärmequellen können u. a. Solarenergie, Geothermie, Grundwasser, Oberflächengewässer, Abwasser, Abwärme (z. B. aus dem Gewerbe) oder Biomasse sein. Erneuerbare Wärmequellen können sowohl auf Grundstücksebene als auch auf Quartiersebene über Quartiersansätze und Wärmenetze genutzt werden. Neben der Erzeugung und Verteilung der Wärme wird auch die Speicherung thermischer Energie eine wesentliche Rolle spielen.



Abbildung 3-1 Übersicht über die untersuchten Potenziale

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden Potenziale zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Bereich der Wärmeversorgung, Potenziale unvermeidbarer Abwärme sowie verschiedene Möglichkeiten zur Energieeinsparung aufgezeigt und bewertet.

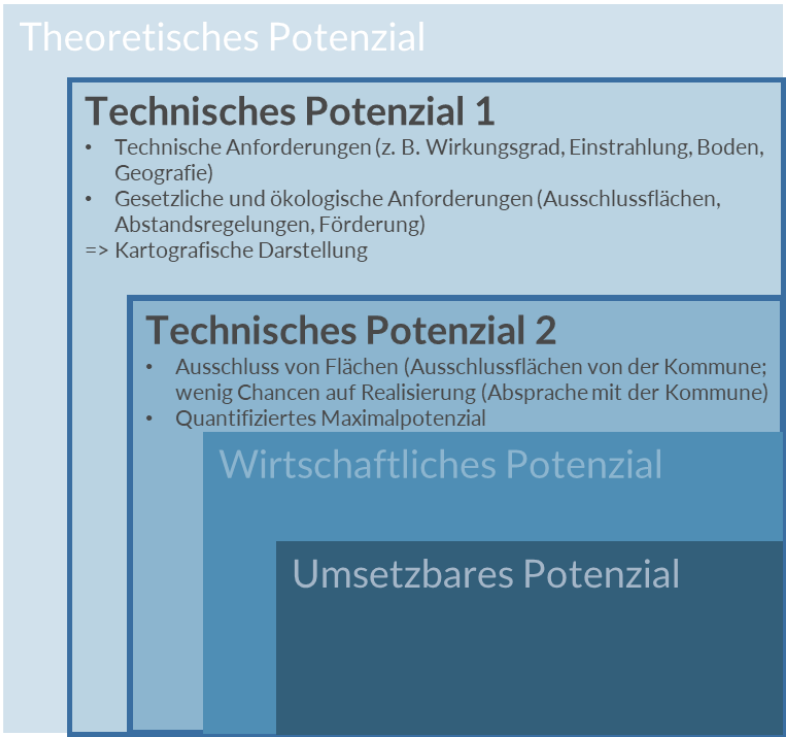


Abbildung 3-2: Übersicht der verschiedenen Potenzialbegriffe

Der Potenzialbegriff wird in verschiedene Gruppen unterteilt (siehe Abbildung 3-2): Das theoretische, das technische, das wirtschaftliche und das umsetzbare Potenzial. Im Rahmen der

Potenzialanalyse wird das technisch nutzbare Potenzial anhand von Potenzialflächen ermittelt. Die Potenzialflächen werden anhand des Verschnitts von verschiedenen Flächenarten im GIS gebildet. Die theoretisch möglichen Nutzungsflächen werden durch Restriktionsflächen wie z. B. Wasserschutzgebiete, bebaute Flächen, Straßen und Verkehrswege, Waldflächen, Gewässer sowie weiteren Randbedingungen wie z. B. Abstandsgrenzen zu Gebäuden oder Flurstücksgrenzen reduziert. Für die Analysen der oberflächennahen Geothermie sowie der Solarthermie wurden zusätzlich Pufferflächen auf landwirtschaftlichen Flächen um die Siedlungsflächen bzw. Ortskerne erzeugt, die als Wärmequellen für Wärmenetze dienen könnten. Weitere Randbedingungen ergeben sich durch Förderrandbedingungen wie z. B. der EEG-Förderkorridor für PV-Anlagen. Die Randbedingungen sind stark von der aktuellen Gesetzeslage abhängig und können zukünftig variieren. Die resultierenden Nutzungsflächen ergeben somit die Grundlage zur Ermittlung des technischen Potenzials 1. Anschließend werden die Potenzialflächen mit der Kommune abgestimmt und mit Ausschlussflächen der Kommune (z. B. auf Grundlage von Gemeinderatsbeschlüssen) verschnitten. Die finalen Potenzialflächen stellen das technische Potenzial 2 kartografisch dar. Anhand dieser Flächen werden die Potenziale quantifiziert, sodass sich die maximalen technischen Potenziale ergeben.

Nachfolgend werden die technischen Potenziale anhand der einzelnen Technologien bzw. Kategorien beschrieben.

3.1 Einsparpotenzial

Die kommunale Wärmeplanung, die auf eine effiziente und ressourcenschonende Wärmebereitstellung abzielt, bietet zahlreiche Potenziale für Einsparungen im Bereich Energieverbrauch und Emissionen. Zu den wichtigsten Hebeln in diesem Kontext gehören die Themen Sanierung, die Effizienz von Heizungsanlagen und der Gedanke der Suffizienz.

Sanierung zur Reduktion von Wärmeverlusten
Ein wesentliches Einsparpotenzial in der kommunalen Wärmeversorgung liegt in der Sanierung bestehender Gebäude. Besonders in älteren Bestandsgebäuden gehen durch unzureichend gedämmte Gebäudehüllen sowie veraltete Fenster und Türen erhebliche Mengen an Wärme verloren. Laut einer Vielzahl von Studien kann ein erheblicher Teil des Heizenergieverbrauchs allein durch die Verbesserung der Dämmung eingespart werden. Doch nicht nur die Gebäudehülle spielt eine Rolle, auch die Erneuerung von Heizsystemen kann erhebliche Einsparungen bei den Betriebskosten und den CO_2-Emissionen mit sich bringen.

Effizienzsteigerung durch moderne Heizsysteme
Moderne Heizsysteme wie Wärmepumpen oder Wärmenetzsysteme, bieten erhebliche Potenziale zur Reduktion des Energieverbrauchs. Darüber hinaus kann die Umstellung von alten Heizkesseln auf Brennwerttechnologie den CO_2-Ausstoß deutlich senken, indem die im Abgas enthaltene Wärme zurückgewonnen und für die Heizwärme genutzt wird.

Die Integration von erneuerbaren Energien, wie beispielsweise Solarenergie oder geothermische Energie und Umweltwärme mittels Wärmepumpen, in bestehende Heizsysteme ist ein weiterer Schritt, der zu einer nachhaltigen Effizienzsteigerung beiträgt. In Kombination mit modernen Speichersystemen, die die Wärmeüberschüsse zu Zeiten geringer Nachfrage speichern können, wird die Heizungsanlage noch flexibler und unabhängiger von externen Energiequellen. Auch die digitale Steuerungstechnik spielt eine wachsende Rolle. Durch smarte Heizsysteme, die den Wärmebedarf in Echtzeit überwachen und regulieren, können weitere Effizienzpotenziale gehoben werden.

Ein gut geplantes Heizsystem, das auf die spezifischen Gegebenheiten vor Ort zugeschnitten ist, kann also nicht nur den Energieverbrauch senken, sondern auch die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung erhöhen.

Ein integrativer Ansatz der Sanierung, der sowohl die Gebäudehülle als auch die Anlagentechnik umfasst, bietet besonders große Einsparpotenziale. Die energetische Sanierung ist jedoch nicht nur eine Frage der Reduktion von Wärmeverlusten. Sie ist auch eng mit der Frage nach der Nutzung erneuerbarer Energiequellen verbunden. Solche Maßnahmen ermöglichen es, den CO_2-Ausstoß erheblich zu verringern und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren.

Suffizienz: Reduktion durch Verhaltensänderung
Neben der Effizienz von Gebäuden und Heizungsanlagen gewinnt in der Diskussion um Einsparpotenziale zunehmend auch der Ansatz der Suffizienz an Bedeutung. Suffizienz bedeutet, den tatsächlichen Bedarf an Wärme zu hinterfragen und zu reduzieren, anstatt sich ausschließlich auf die Steigerung der Effizienz zu konzentrieren. Dieser Gedanke ist besonders im Kontext der kommunalen Wärmeplanung von Bedeutung, da er nicht nur ökologische Vorteile bietet, sondern auch soziale und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt.

Der Suffizienzansatz kann auf verschiedene Weise in die kommunale Wärmeplanung der Kommunen integriert werden. Beispielsweise durch eine verstärkte Sensibilisierung der Bürger für einen bewussten Umgang mit Wärmeenergie, etwa durch niedrigere Raumtemperaturen oder eine gezielte Nutzung von Wärmequellen in öffentlichen Gebäuden. Auch die Optimierung von Nutzungszeiten und die Vermeidung von Wärmeüberschüssen können dazu beitragen, den Gesamtenergieverbrauch in den Kommunen zu senken.

Ein weiterer Aspekt der Suffizienz ist die Reduktion des Wärmebedarfs durch den Ausbau von quartiersspezifischen Lösungen, die eine bedarfsgerechte Wärmeversorgung gewährleisten. In vielen Fällen ist es nicht notwendig, für jedes Gebäude individuell eine hohe Heizleistung bereitzustellen, wenn durch gemeinschaftliche Lösungen wie Wärmenetze oder effiziente lokale Speichertechnologien die Wärmeerzeugerleistung und der Gesamtenergieverbrauch gesenkt werden kann. Auch in diesem Bereich erfordert die kommunale Wärmeplanung ein Umdenken, weg von einer rein leistungsorientierten Versorgung hin zu einem nachhaltigen Konzept, das mit weniger Energie auskommt.

Berechnung der Einsparpotenziale
Basierend auf dem aktuellen Wärmebedarf wird die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs im Gebäudebestand prognostiziert. Dazu wird für jedes Gebäude in der jeweiligen Kommune das Sanierungspotenzial anhand vorliegender Daten und Modellannahmen abgeschätzt.

Da das Gebäudekataster nur nach Wohn- (WG) und Nicht-Wohngebäuden (NWG) unterscheidet, werden die Wohngebäude auf Basis der Nutzfläche in Ein- und Zweifamilienhäuser (EFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH) in Anlehnung an die Gesamtbilanz für die Kommunen aus Zensusdaten aufgeteilt. Der Grenzwert zur Einteilung liegt hier bei 280 m². Die Nicht-Wohngebäude werden anhand des spezifischen Wärmebedarfs in die Nutzung Gewerbe-Handel-Dienstleitung (GHD) und Industrie aufgeteilt. Für die Gemeinden im Planungsverbund wurde diese Zuordnung manuell anhand der bekannten Industrieunternehmen korrigiert.

Je nach Gebäudetyp wird der aktuelle Wärmebedarf dann in Raumwärme, Wärme zur Trinkwasserbereitung und Prozesswärme aufgegliedert. Dabei haben Wohngebäude nur

Raum- und Warmwasserbedarf, Industriegebäude weisen einen hohen Anteil an Prozesswärme auf (AG Energiebilanzen e.V., 2024).

Die Tabelle 3-1 stellt den durchschnittlichen (theoretischen) spezifischen Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser in Mehrfamilienhäusern aufgeschlüsselt nach Baualtersklassen und die möglichen Einsparungen dar. Aus einer moderaten Reduktion (Spalte 3) ergeben sich zu erzielende spezifische Verbrauchswerte für 2045 (Spalte 4). Liegen die tatsächlichen spezifischen Verbrauchswerte maximal 10 % über dem Wert eines sanierten Gebäudes (Spalte 4) der entsprechenden Baualtersklasse (Tabelle 3-1 zeigt ein Beispiel für die Daten im Mehrfamilienhausbereich) wird das Gebäude als bereits saniert eingestuft. Alle anderen Gebäude werden als Gebäude mit Sanierungspotenzial eingestuft. Ihnen wird der jeweilige spezifische Energieverbrauch nach Sanierung (Spalte 4) zugewiesen und mit der Nutzfläche ein absoluter Wärmebedarf im sanierten Zustand berechnet.

Beispiel: Baualtersklasse „bis 1918“: Liegt der berechnete spezifische Verbrauchswert unter 81 kWh (74 kWh + 10 %) dann wird das Gebäude als saniert eingestuft, andernfalls als unsaniert.

Tabelle 3-1: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualtersklasse vor und nach Sanierung Gebäudetyp Mehrfamilienhaus (MFH) in Anlehnung an (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Baualtersklasse	Nutzenergie Status Quo kWh/m²*a	Einsparungen kWh/m²*a	Spezifischer Energiever-brauch nach Sanierung kWh/m²*a	Einsparung in %
bis 1918	*98*	*24*	*74*	***24%***
1919-1948	*94*	*42*	*52*	***45%***
1949-1978	*86*	*22*	*64*	***26%***
1979-1994	*80*	*34*	*46*	***42%***
1995-2009	*67*	*13*	*54*	***19%***
2010-2020	*43*	*0*	*43*	***0%***
2021-2035	*42*	*0*	*42*	***0%***

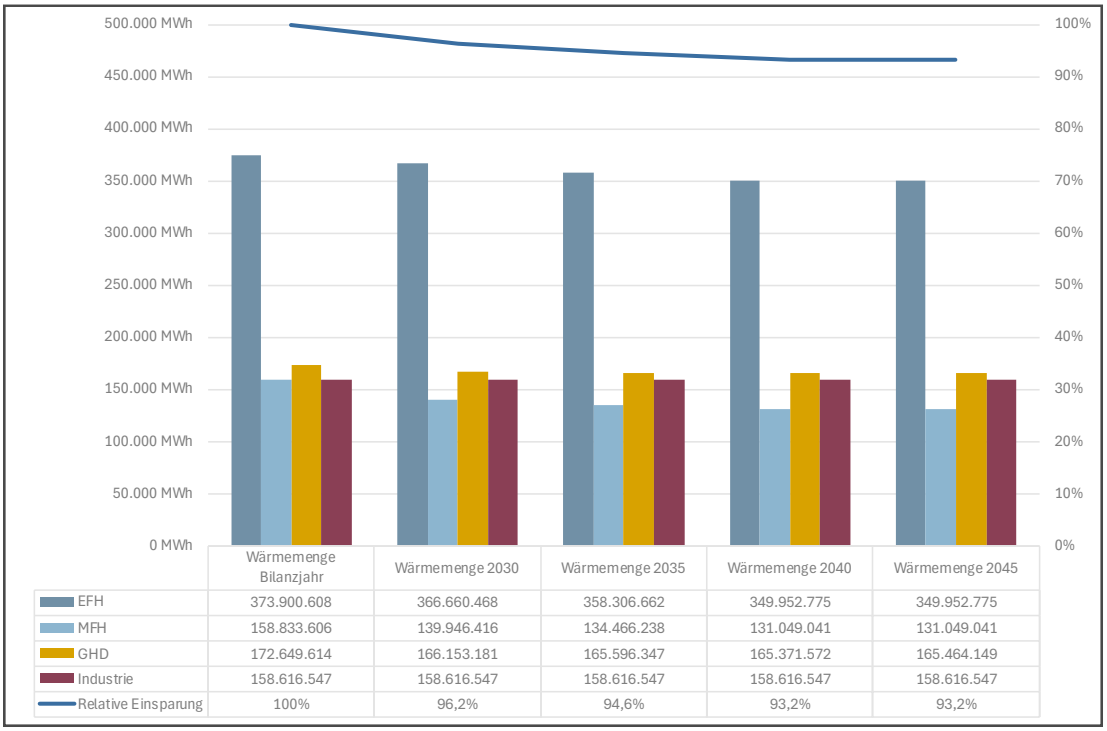
Eine Herausforderung ist die Beschreibung des zukünftigen Wärmebedarfs in der Industrie. Die Energieeffizienz in den Unternehmen wird nicht nur aufgrund gesetzlicher Vorgaben, sondern auch aus wirtschaftlichem Eigeninteresse weiter ansteigen. Gleichzeitig führen eine bessere Energieeffizienz und sinkende Stückkosten in vielen Fällen zu einer Produktionsausweitung und entsprechendem Mehrbedarf an Energie. Der Leitfaden zur Wärmeplanung des Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende (KWW-Halle, 2024) empfiehlt daher, den Wärmebedarf der Industrie unverändert in die Zukunft fortzuschreiben. Mit der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung ist der zukünftige Bedarf an die realen Entwicklungen anzupassen. Entsprechend wird in den Berechnungen angenommen, dass im Zeitraum bis zum Jahr 2045 keine Prozesswärme eingespart wird.

Das Potenzial für die Gemeinden zur Einsparung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierung wird auf Basis des aktuellen Wärmebedarfs ermittelt.

Insgesamt wird ein Szenario betrachtet. Dieses bildet die zu erwartende Entwicklung unter den derzeitigen Rahmenbedingungen ab und basiert auf einer als Modellparameter angenommenen konstanten Sanierungsquote von 0,8 % des Gebäudebestands pro Jahr.[7] Die Annahme orientiert sich an der aktuell beobachtbaren Sanierungsdynamik und dient als Grundlage für die Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Wärmebedarfs sowie der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen im Untersuchungsgebiet. Durch die schrittweise energetische Verbesserung des Gebäudebestands werden kontinuierliche Effizienzsteigerungen berücksichtigt, die zu einer Verringerung des Endenergiebedarfs und des Wärmeverbrauchs führen. Das Basisszenario ermöglicht somit eine realistische Bewertung der zu erwartenden Entwicklung bei Fortführung der gegenwärtigen Trends und Aktivitäten im Gebäudesektor.

Die Auswahl der zu sanierenden Gebäude erfolgt nach dem größten Einsparpotenzial, da hier der höchste wirtschaftliche Anreiz für eine Gebäudesanierung liegt. Für diese Gebäude wird ein neuer Wärmebedarf nach Sanierung ab dem jeweiligen Jahr in die Rechnung übernommen.

In Abbildung 3-3 ist der Wärmebedarf bis zum Zieljahr 2045 in Abhängigkeit zur Gebäudenutzung für das Szenario dargestellt. Mit der angenommenen Sanierungsrate von 0,8 % (über alle Gebäudetypen) kann bis 2045 somit ein Wärmebedarf von 58.918 MWh eingespart werden. Dies entspricht einer prozentualen Einsparung von ca. 6,8 % zum Gesamtwärmebedarf vom Bilanzjahr.



	Wärmemenge Bilanzjahr	Wärmemenge 2030	Wärmemenge 2035	Wärmemenge 2040	Wärmemenge 2045
EFH	373.900.608	366.660.468	358.306.662	349.952.775	349.952.775
MFH	158.833.606	139.946.416	134.466.238	131.049.041	131.049.041
GHD	172.649.614	166.153.181	165.596.347	165.371.572	165.464.149
Industrie	158.616.547	158.616.547	158.616.547	158.616.547	158.616.547
Relative Einsparung	100%	96,2%	94,6%	93,2%	93,2%

Abbildung 3-3: Entwicklung des Wärmebedarfs nach Gebäudenutzung

3.2 Geothermie

Als Geothermie wird sowohl die in der Erde gespeicherte Wärmeenergie als auch deren ingenieurtechnische Nutzbarmachung bezeichnet. Bei der Energiegewinnung aus Geothermie wird zwischen der Tiefengeothermie (petrothermale und hydrothermale Geothermie) und der

[7] Die aktuellen Sanierungsquoten werden regelmäßig vom Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V. (BuVEG) ermittelt und veröffentlicht (https://buveg.de/sanierungsquote/). 2025 lag die Sanierungsquote im Wohnungsbau bei 0,67 und im Nicht-Wohnungsbau bei 0,92.

oberflächennahen Geothermie differenziert. In Abbildung 3-4 sind unterschiedliche Systeme zur Nutzung von Geothermie dargestellt.

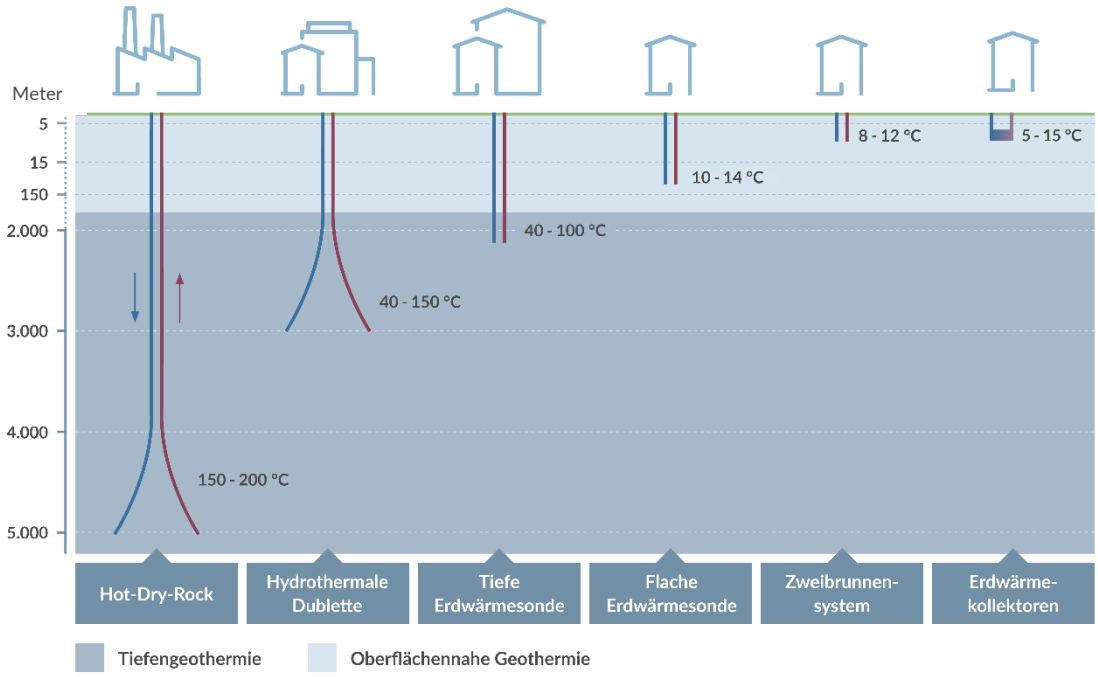


Abbildung 3-4: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie (Tiefe in Metern, in Anlehnung an (LfU Geothermie, 2025))

Der große Vorteil von Geothermie gegenüber volatilen erneuerbaren Energiequellen, wie z. B. Wind- und Sonnenenergie, ist die Grundlastfähigkeit und meteorologische Unabhängigkeit.

3.2.1 Oberflächennahe Geothermie

Systeme zur Nutzung oberflächennaher Geothermie verwenden die thermische Energie des Untergrunds bis in eine Tiefe von 400 m. Die Nutzung oberflächennaher Geothermie ist besonders für die gebäudebezogene Wärmeversorgung (Heizen und/oder Kühlen, vor allem Niedertemperaturheizsysteme) geeignet, aber auch für Quartierskonzepte in Form von z. B. kalten Nahwärmenetzen. Aufgrund der niedrigen Temperaturen im oberflächennahen Untergrund wird i. d. R. eine Wärmepumpe eingesetzt, um das Temperaturniveau der Quelle auf ein nutzbares Temperaturniveau anzuheben.

Die grundsätzliche geothermische Eignung eines Gebiets hängt von der Beschaffenheit des Bodens und den Temperaturen im Untergrund ab. Die Wärme in der Erde ist ganzjährig verfügbar. Ab ca. 15 m bis 20 m Tiefe können witterungsbedingte Temperaturveränderungen vernachlässigt werden. Ab dieser Tiefe überwiegt der geothermische Wärmegradient, sodass die Temperatur um ca. drei Kelvin pro 100 m zunimmt.

Als geothermische Wärmequellensysteme werden hauptsächlich Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren eingesetzt. Darüber hinaus gibt es noch weitere Quellensysteme wie z. B. Grubenwasserbrunnen, Erdwärmekörbe, Grabenkollektoren, Energie-Spundwände oder Energiepfähle. Die nachfolgenden Analysen konzentrieren sich auf Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren. Diese beiden Wärmequellenvarianten sind geschlossene Systeme, in denen ein Wärmeträgerfluid zirkuliert.

Information

Die nachfolgende quantitative Potenzialermittlung im Zuge der kommunalen Wärmeplanung stellt keine grundstücksbezogene Fachplanung dar, sondern ist eine grobe Abschätzung von Potenzialflächen und daraus berechneten Energiemengen, die aus dem Erdboden entzogen und über Wärmepumpen nutzbar gemacht werden können. Sie ersetzen keine spezifische Standortbeurteilung, die im Falle konkreter Umsetzungsplanungen zusätzlich erfolgen muss. Wird eine geothermische Nutzung des oberflächennahen Untergrunds angestrebt, sollten zwingend ein geologischer Fachplaner und Bohrunternehmen kontaktiert werden.

Auf Grundlage von Daten und Informationen der in Brandenburg zur Verfügung stehenden Geoportale (LBGR Brandenburg) sowie GIS-basierten Analysen konnten Potenzialflächen für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren ermittelt werden, die eine grundsätzliche Eignung der Gebiete für die jeweilige Wärmequellenart ausweisen. Für die Ermittlung der Potenzialflächen wurden länderspezifische Abstandsempfehlungen zur Grundstücksgrenze und zu Gebäuden berücksichtigt. Aus den Potenzialflächen konnten u. a. mithilfe der gemittelten Wärmeleitfähigkeiten in unterschiedlichen Tiefen im Untergrund quantitative Potenziale in Form von Energiemengen berechnet werden. Die berechneten Energiemengen sind nicht grundsätzlich addierbar. Die angegebenen Potenzialflächen von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren konkurrieren in der Regel.

Folgend werden die Potenziale der Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren innerhalb und außerhalb der Siedlungsbereiches dargestellt. Die Flächen innerhalb des Siedlungsbereichs bilden die Flächen, die direkt an den Gebäuden anliegen, kurze Wege zum Gebäude haben und somit für die dezentrale Versorgung gut geeignet sind. Flächen, die außerhalb des Siedlungsbereichs liegen, sind für größere Anlagen geeignet und könnten nahegelegene Siedlungen versorgen.

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind meist Polyethylenrohre (i. d. R. Doppel-U-Rohre), die in vertikale bzw. schräg verlaufende Bohrlöcher mit Abstandshaltern eingebracht werden. Zur Abdichtung und Verbesserung der Wärmeübertragungseigenschaften der Erdwärmesonde wird das Bohrloch anschließend mit einem Verfüllmaterial verfüllt. Erdwärmesondenbohrungen sind bei der zuständigen Behörde anzuzeigen. Grundlegend gilt für Erdwärmesonden das Grundwasserrecht. Die Nutzung oberflächennaher Erdwärmesonden ist daher von der geographischen Lage von u. a. Wasser- und Heilquellenschutzgebieten sowie der Hydrogeologie abhängig. Neben dem Grundwasserschutz kann auch das Bergrecht tangiert werden. Deswegen werden oberflächennahe Erdwärmesonden häufig nur bis zu einer Tiefe von 100 m ausgeführt bzw. die geothermisch gewonnene Energie auf nur einem Grundstück genutzt. Erdwärmesonden sind das am weitest verbreitete geothermische Wärmequellensystem in Deutschland. Erdwärmesonden weisen ein Wärmequellentemperaturniveau auf, das nahezu unabhängig von Wetterrandbedingungen ist. Darüber hinaus sind Erdwärmesonden geeignet ein Gebäude zusätzlich zur Wärmeversorgung auch zu kühlen.

In Abbildung 3-5 ist die Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmesonden für das gesamte Gebiet der Gemeinden dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebaute Gebiete als auch für landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umkreis von bebauten Gebieten ermittelt. Letztere sind insbesondere für zentrale Versorgungsoptionen über beispielsweise kalte Nahwärmenetze relevant. Neben klassischen Ausschlussgebieten wie z. B.

Wasserschutzgebiete werden zusätzlich auch die Bereiche mit Bohrrisiken[8] ausgewiesen. Die Flächen der Bohrrisiken werden im Sinne einer konservativen Abschätzung für die Potenzialermittlung ebenfalls nicht berücksichtigt.

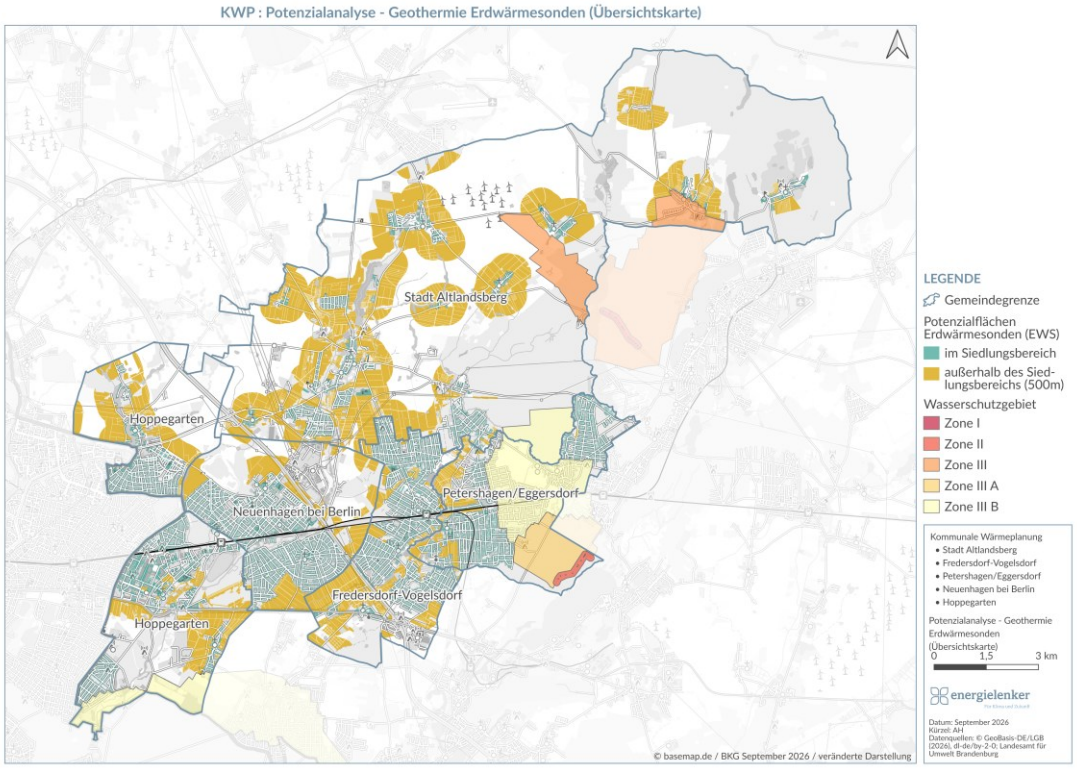


Abbildung 3-5: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmesonden

Anhand der angesetzten Randbedingungen ergeben sich Potenzialflächen von 941 ha innerhalb von Siedlungsbereichen sowie 3.361 ha außerhalb dieser Siedlungsbereiche. Mit einer angesetzten JAZ von 4,1 und Jahresvolllaststunden von 1.800 h/a ergibt sich ein durch Wärmepumpen bereitgestelltes, theoretisch-technisch nutzbares Wärmepotenzial von 2.103 GWh/a für Erdwärmesonden im Siedlungsbereich und 7.507 GWh/a außerhalb von Siedlungsbereichen.

[8] Diese umfassen z. B. unter Druck stehende (artesische) Grundwasserleiter oder Mineralschichten, die nicht mit Wasser in Kontakt kommen dürfen.

Die Ergebnisse unterteilen sich wie folgt anhand der Flächenarten:

Tabelle 3-2: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmesonden

Gemeinde	***Siedlungsfläche [GWh/a]***	***Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete [GWh/a]***
Stadt Altlandsberg	*362*	*4.695*
Fredersdorf-Vogelsdorf	*465*	*701*
Hoppegarten	*465*	*1.164*
Neuenhagen bei Berlin	*451*	*695*
Petershagen/Eggersdorf	*360*	*252*
Gesamt	***2.103***	***7.507***

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren sind ein geothermisches Wärmequellensystem, bei dem horizontale Rohrleitungen unterhalb der Frostgrenze in einer Einbautiefe von ca. 1,5 m in den Boden eingebracht werden. Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch einen höheren Flächenbedarf als Erdwärmesonden aus, da sie flächig im Boden verlegt werden. Die geothermisch genutzte Fläche sollte für diese Systeme ca. das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche betragen. Allerdings kann die notwendige Fläche u. a. durch mehrstöckige Kollektorsysteme (Sandwichsysteme), durch den Einsatz von vertikal eingebrachten Kollektorsystemen sowie durch die Kombination mit solarthermischen Anlagen zur Regeneration des Untergrundes verringert werden. Die Wärme beziehen die Kollektoren hauptsächlich aus der eingestrahlten Sonnenwärme und über versickerndes Niederschlagswasser. Für Erdwärmekollektoren ist i. d. R. kein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren notwendig. Dadurch können Erdwärmekollektoren eine Alternative zu beispielsweise Erdwärmesonden in Gebieten darstellen, die für diese Systeme genehmigungsrechtlich nicht zulässig sind.

In Abbildung 3-6 ist die Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren für das Gebiet der Gemeinden dargestellt. Die Potenzialflächen wurden sowohl für bebaute Gebiete als auch für landwirtschaftlich genutzte Flächen im Umkreis von bebauten Gebieten ermittelt. Letztere sind insbesondere für zentrale Versorgungsoptionen über beispielsweise kalte Nahwärmenetze relevant. Neben klassischen Ausschlussgebieten wie z. B. Wasserschutzgebiete wird zusätzlich auch die Grabbarkeit berücksichtigt. Im gesamten Gebiet des Planungsverbunds gibt es keine Ausschlussgebiete bezüglich der Grabbarkeit.

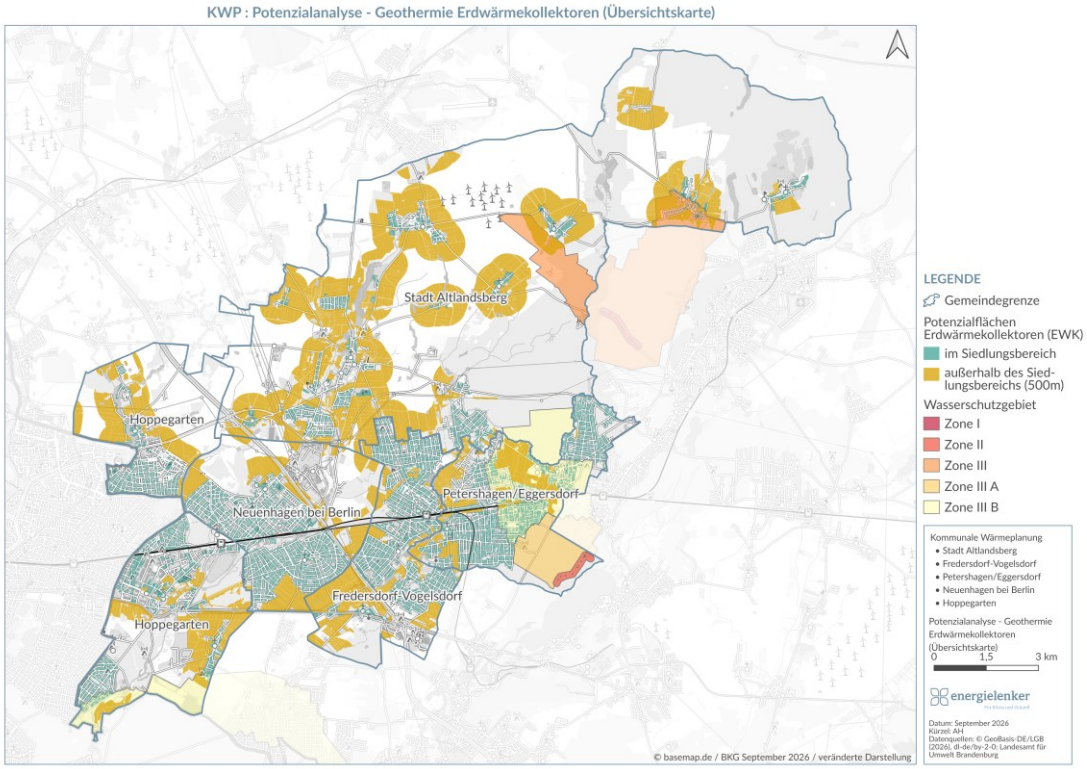


Abbildung 3-6: Gesamtansicht der Potenzialflächen für Erdwärmekollektoren

Anhand der angesetzten Randbedingungen ergeben sich Potenzialflächen von 1.294 ha innerhalb von Siedlungsbereichen sowie 3.868 ha außerhalb dieser Siedlungsbereiche. Mit einer angesetzten JAZ von 4,0 und Jahresvolllaststunden von 1.500 h/a ergibt sich ein durch Wärmepumpen bereitgestelltes, theoretisch-technisch nutzbares Wärmepotenzial von 776 GWh/a für Erdwärmekollektoren im Siedlungsbereich und 2.320 GWh/a außerhalb von Siedlungsbereichen. Die Ergebnisse unterteilen sich wie folgt anhand der Flächenarten:

Tabelle 3-3: Übersicht der Flächenpotenziale für Erdwärmekollektoren

Gemeinde	***Siedlungsfläche [GWh/a]***	***Landwirtschaftliche Flächen im Umkreis der Siedlungsgebiete [GWh/a]***
Stadt Altlandsberg	*123*	*1.408*
Fredersdorf-Vogelsdorf	*170*	*206*
Hoppegarten	*135*	*353*
Neuenhagen bei Berlin	*155*	*197*
Petershagen/Eggersdorf	*193*	*156*
Gesamt	***776***	***2.320***

Vergleich der Flächenermittlung zwischen Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren

Bei der Erstellung der Potenzialflächen wurden für jede Technologie Abstände zu Grundstücksgrenzen und Gebäuden in Anlehnung an die VDI 4640 sowie Mindestflächen für eine energetische Nutzung berücksichtigt. Zudem wurden die Handlungsempfehlungen

“Erdwärmenutzung im Land Brandenburg“ des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz beachtet. Im Zentrum des Auswahlgebiets sind beispielsweise Potenzialflächen für Erdwärmesonden vorhanden, wohingegen diese Flächen für die Nutzung von Erdwärmekollektoren nicht ausreichen. Zudem werden die unterschiedlichen Abstände der beiden geothermischen Wärmequellenarten zur Grundstücksgrenze ersichtlich.

3.2.2 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie bezeichnet die Nutzung geothermischer Lagerstätten ab 400 m Tiefe zur Stromproduktion und/oder Wärmebereitstellung und bietet die Möglichkeit, größere Energieversorgungsprojekte umzusetzen. Bei guten geologischen Voraussetzungen kann die Tiefengeothermie für eine künftig klimaneutrale Wärmeversorgung vor allem in den Städten eine herausragende Rolle spielen. Die Tiefengeothermie bietet aufgrund des hohen Temperaturniveaus die Chance bestehende Wärmenetze zu dekarbonisieren. Innerhalb der Tiefengeothermie wird zwischen petrothermalen und hydrothermalen Systemen unterschieden.

Als hydrothermale Lagerstätten werden offene Systeme bezeichnet, bei denen die Wärme einem natürlichen Thermalwasserreservoir entnommen wird. Für die Nutzung der hydrothermalen Geothermie ist eine ergiebige, wasserführende Gesteinsschicht (Nutzhorizont) notwendig. Diese Schicht sollte vertikal und lateral möglichst weit ausgebreitet sein, um eine langfristige Nutzung zu gewährleisten. Das vorhandene Thermalwasser kann (abhängig von der Förderrate und Temperatur) sowohl für die Erzeugung von Strom und Wärme als auch für die Erzeugung von Wärme allein genutzt werden. Für die Nutzbarmachung des Thermalwassers bedarf es in der Regel zwei oder mehr Bohrungen. Dabei handelt es sich mindestens um eine Förder- und eine Injektionsbohrung (Dublette).

Bei petrothermalen Systemen erfolgt die Wärmeentnahme aus dem tiefen Untergrund unabhängig von wasserführenden Horizonten. Durch das Einpressen von Wasser in eine Injektionsbohrung wird das vorhandene Kluftsystem in den Bodenschichten geweitet (Stimulation) oder neue Klüfte durch das Aufbrechen von Gestein (Fracking) geschaffen. Mit einer zweiten Bohrung, die den stimulierten Bereich durchteuft, wird ein unterirdischer Wärmeübertrager erzeugt, durch den im Betrieb Wasser zirkuliert.

Information

Im Zuge der Potenzialanalyse der Tiefengeothermie werden potenziell nutzbare Gebiete dargestellt. Darüber hinaus wird im Zuge der kommunalen Wärmeplanung kein quantitatives Potenzial der Tiefengeothermie berechnet. Für tiefgreifendere Analysen sollten geologische Fachplaner, die auf Tiefengeothermie spezialisiert sind, kontaktiert werden sowie geologische Fachgutachten des Untergrunds und Machbarkeitsstudien erstellt werden.

Grundsätzlich liegt das Untersuchungsgebiet innerhalb des Norddeutschen Beckens, in dem geothermische Potenziale vorhanden sind. Zur fachlichen Einordnung wurde ergänzend Kartenmaterial des Geothermischen Informationssystems GeotIS ausgewertet (siehe Abbildung 3-7). Die dargestellte Untergrundtemperaturkarte (Karte A – hydrothermisches Potenzial) weist für den Untersuchungsraum grundsätzlich geothermische Ressourcen in größeren Tiefen aus. Gleichzeitig zeigt die Datengrundlage jedoch, dass innerhalb des Gebiets der Gemeinden bislang keine tiefengeothermischen Bohrungen vorliegen. Entsprechend bestehen derzeit nur begrenzte standortspezifische Kenntnisse zu den tatsächlichen Reservoirbedingungen und zur möglichen Ergiebigkeit.

Im Vergleich zu den hydrothermal besonders günstigen Standorten im süddeutschen Molassebecken weisen die geologischen Verhältnisse im Raum Berlin/Brandenburg jedoch geringere Reservoirtemperaturen und teilweise höhere technische sowie wirtschaftliche Unsicherheiten auf. Aktuelle Entwicklungen der tiefen Geothermie konzentrieren sich daher insbesondere auf größere urbane Räume wie Berlin oder Potsdam mit hohen Wärmedichten und bestehender bzw. geplanter Wärmenetzinfrastruktur.

Darüber hinaus sind die bergrechtlichen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Im Berliner Raum liegen die Bergrechte für tiefe Geothermie vollständig bei der Berliner Energie und Wärme GmbH (BEW), wodurch der Zugang zu potenziellen geothermischen Ressourcen zusätzlich eingeschränkt ist bzw. einer entsprechenden Rechtevergabe bedarf.

Für die Gemeinden im Planungsverbund bestehen aufgrund der überwiegend dezentralen Siedlungsstruktur, der begrenzten Wärmenetzinfrastruktur sowie der hohen Investitions- und Explorationskosten derzeit keine absehbaren wirtschaftlichen Potenziale zur Nutzung tiefer Geothermie im Rahmen der kommunalen Wärmeversorgung. Eine vertiefende Betrachtung wurde daher nicht weiterverfolgt.

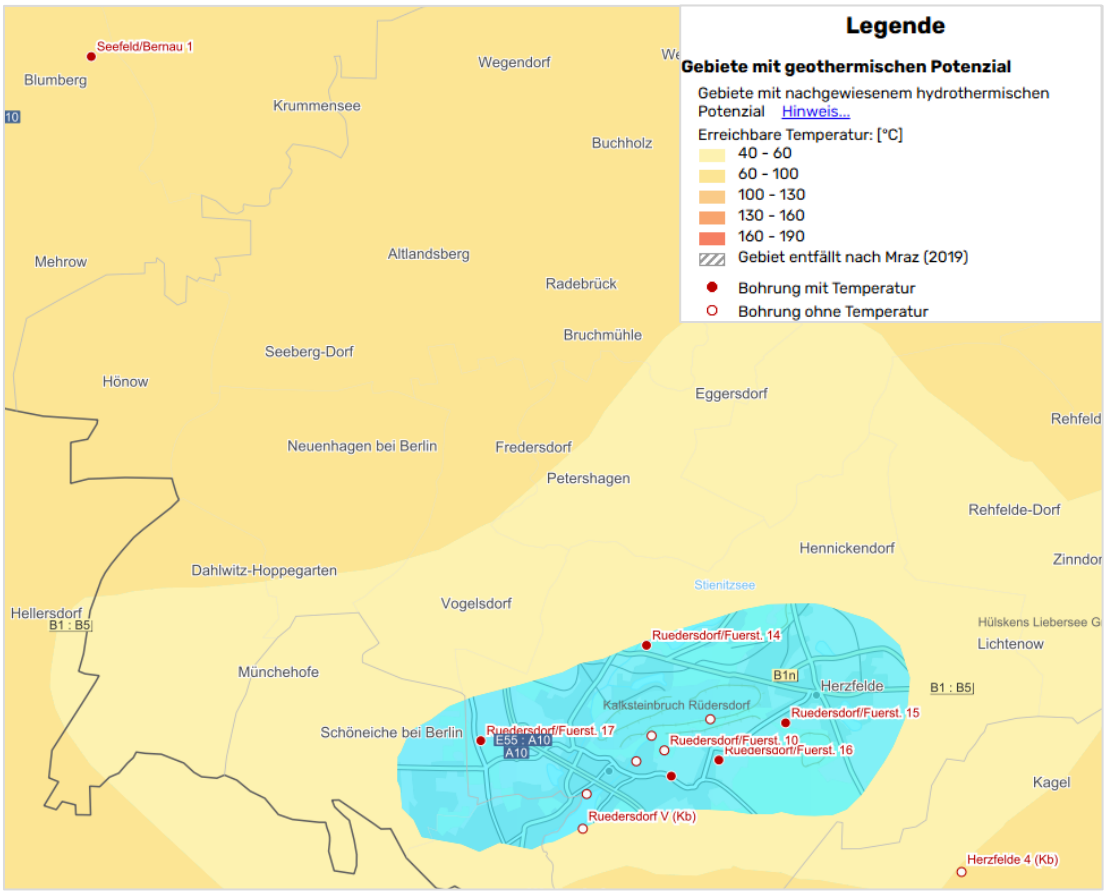


Abbildung 3-7: Ausschnitt aus dem Geoportal „GeotIS“ in den Bereichen Tiefengeothermie und Nutzungsgebiete für hydrothermale Wärmegewinnung (Stand 2026)

3.3 Abwärme

Abwärme bezeichnet die Wärmeenergie, die als Nebenprodukt anfällt und in der Regel an die Umwelt abgegeben wird. Das theoretische Abwärmepotenzial bezieht sich auf die maximal mögliche Energiemenge, die durch Abwärmenutzung verfügbar wäre, ohne limitierende Faktoren zu berücksichtigen.

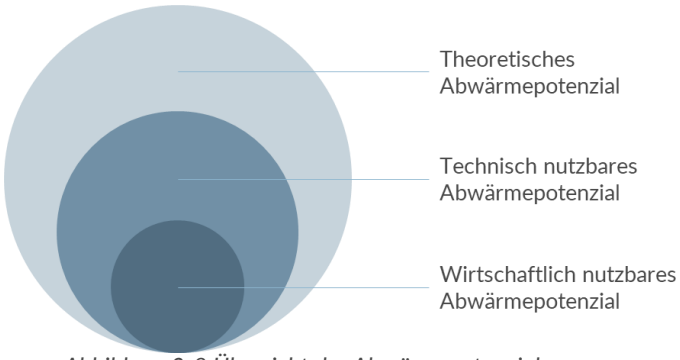


Abbildung 3-8 Übersicht der Abwärmepotenziale

Das technisch nutzbare Abwärmepotenzial berücksichtigt die aktuellen technischen Möglichkeiten zur Erfassung und Umwandlung der Abwärme in nutzbare Energie. Das wirtschaftlich nutzbare Abwärmepotenzial ist die Energiemenge, deren Rückgewinnung und Nutzung unter den angesetzten ökologischen Bedingungen und Kostenstrukturen erfolgen kann.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird ausschließlich das theoretische Abwärmepotenzial bewertet. Die technischen und wirtschaftlichen Limitierungen sollten in separaten Machbarkeitsstudien oder Transformationsplänen untersucht werden.

3.3.1 Industrielle Abwärme

Abwärme im industriellen Umfeld bezeichnet die Wärmeenergie, die in Unternehmen bei Prozessen anfällt und ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Je nach Unternehmensbranche und Prozessen am jeweiligen Standort variiert das Abwärmepotenzial bedeutend. Das Temperaturniveau der vorhandenen Abwärmequelle ist einer der wichtigsten Faktoren bei der Einordnung des Potenzials und der resultierenden Auswahl der entsprechenden Technik zur Nutzung der Abwärmequelle. Zudem ist die kumulierte Energiemenge, aber auch die Verfügbarkeit und Kontinuität der Abwärme relevant. In der Abbildung 3-9 sind die Nutzungsmöglichkeiten von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus der Wärmequelle dargestellt. Es werden typische Abwärmequellen mit grobem Temperaturbereich den möglichen Nutzungen gegenübergestellt.

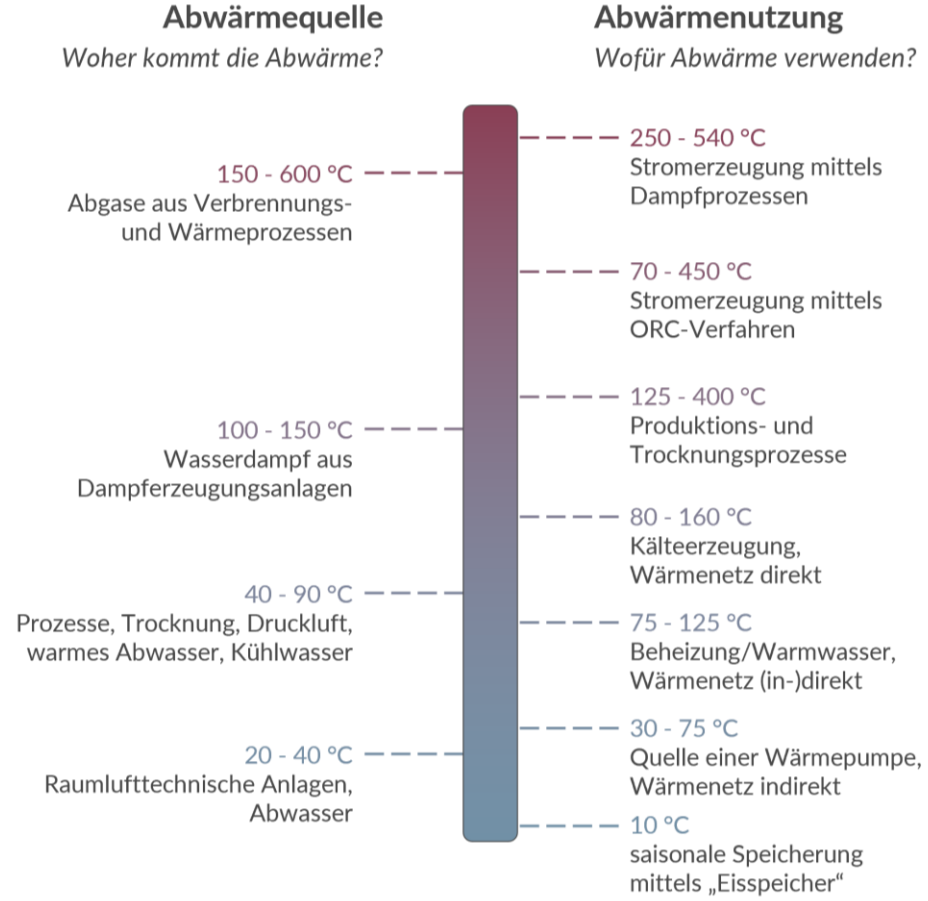


Abbildung 3-9: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit des Temperaturniveaus (eigene Darstellung)

Bei der Einordnung von Abwärmepotenzialen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als ganzheitliches Instrument ist zu berücksichtigen, dass eine unternehmensinterne Nutzung der anfallenden Abwärme als höchste Priorität gilt. Eine solche Untersuchung kann zusammen mit der Konkretisierung von Abwärmepotenzialen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für Unternehmen durchgeführt werden. Falls keine direkte Nutzung der Abwärme möglich ist, kann die übrige Abwärme ausgekoppelt und langfristig als Potenzial zur Bereitstellung von Wärme für z. B. Wärmenetze genutzt werden. Liegt die Abwärme auf einem geringen

Temperaturniveau vor, muss das Temperaturniveau über Wärmepumpen auf ein nutzbares Niveau angehoben werden. Die Wärmepumpen können entweder mit elektrischem Strom (Kompressionswärmepumpen) oder Wärme auf einem hohen Temperaturniveau (Sorptionswärmepumpen) betrieben werden.

Prinzipielle Abwärmepotenziale sind in der Gemeinde Hoppegarten an der Großkläranlage Münchehofe mit den vor Ort vorhandenen Blockheizkraftwerken und dem Unternehmen Coolback vorhanden. Eine Anfrage bei dem Unternehmen Coolback ergab keine nutzbaren Potenziale. In Neuenhagen bei Berlin sind hohe Abwärmepotenziale in dem Glaswerk vorhanden. Diese wurden bereits in einer Machbarkeitsuntersuchung geprüft. Dabei wurde ein Potenzial von 9.000 MWh/a allein aus dem Abgaswärmestrom des Glaswerkes ermittelt.

Für die Stadt Altlandsberg hat die METRO LOGISTICS ein Abwärmepotenzial im Energieeffizienzregister gemeldet. Dieses besteht aus der Abwärme von Kompressionskälteanlagen.

Zukünftig sollen weitere Abwärmepotenziale durch die Ansiedlung von Rechenzentren in Neuenhagen bei Berlin und Fredersdorf-Vogelsdorf zur Verfügung stehen.

3.3.2 Abwasserwärmenutzung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden die Potenziale betrachtet, die im städtischen Abwasser vorhanden sind. Dazu werden zum einen die Abwasserkanäle >= DN800 betrachtet und zum anderen das Potenzial, das nach der Kläranlage besteht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die beiden genannten Abwärmepotenziale direkt zusammenhängen. Energie, die in einem Abwasserkanal entnommen wird, ist später nicht mehr in der Kläranlage vorzufinden.

Abwärme aus Abwasserkanälen
Die Wärme, die in den Abwasserkanälen und auch in der Kläranlage zu finden ist, ist ganzjährig verfügbar. Allerdings schwanken sowohl die Menge des anfallenden Abwassers und als auch die Temperatur im Jahresverlauf. Zur Nutzung von Wärme aus Abwasser sollte immer eine Temperatur von mindestens 10 °C sowie ein Trockenwetterabfluss größer als 15 l/s vorhanden sein. Des Weiteren ist auch der Kanaldurchmesser von entscheidender Bedeutung. Für die Nutzung eines Wärmetauschers im Kanal, sollte dieser mindestens einen Querschnitt von 800 mm aufweisen. Auf Basis der Daten zu den Abwassernetzen in den Kommunen kann eingeschätzt werden, welche Kanäle sich generell eignen könnten und welche aufgrund eines zu geringen Querschnitts nicht weiter betrachtet werden sollten. Zusätzlich sollte sich der potenziell zu nutzende Kanal in örtlicher Nähe zu Wärmeabnehmern oder einem Wärmenetz befinden.

Abwärme an der Kläranlage
Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird nur die Wärmeentnahme am Kläranlagenablauf betrachtet. Das liegt vor allem daran, dass die biologischen Reinigungsprozesse in der Kläranlage eine Mindesttemperatur von 10 °C benötigen. Ein zu hoher Wärmeentzug am Zulauf der Kläranlage kann vor allem im Winter dazu führen, dass das notwendige Temperaturniveau unterschritten werden könnte. Zudem würde im Zulauf das noch nicht gereinigte Wasser als Wärmemedium genutzt werden. Das führt dazu, dass die Wärmetauscher schneller verschlammen und häufiger gereinigt werden müssen.

Bei der Wärmeentnahme am Ablauf der Kläranlage kann die Temperatur in der Regel weiter abgesenkt werden, da oft keine Regelung für die Temperatur des Vorfluters besteht. Die

verminderte Temperatur der Vorflut kann teilweise sogar ökologische Vorteile für die Gewässer haben, in welche das Wasser eingeleitet wird.

Zur Bestimmung des Wärmepotenzials der Kläranlage werden die Temperatur und die Abflussmenge im Jahresverlauf ermittelt. Auf Basis der Daten wird der mögliche Wärmeentzug berechnet. Dabei wird von einer Absenkung der Wassertemperatur um ca. 3 K gerechnet.

Die Kläranlage Münchehofe (Gemeinde Hoppegarten) hat eine Reinigungskapazität von 42.500 m³/Tag bei Trockenwetter. Die Auslastung schwankt im Jahresverlauf, daher wird ein gesicherter Durchfluss von 21.250 m³/Tag angenommen.[9] Bei einer Auskühlung von 3 K kann dem durchfließenden Wasser eine Wärmemenge von 74,4 MWh/Tag mit einer Leistung von ca. 3,1 MW entzogen werden. Mittels Wärmepumpe unter Einsatz von Hilfsenergie kann diese Wärme auf ein geeignetes Temperaturniveau gebracht werden. Das Fehlen von geeigneten Abnehmern im unmittelbaren Umfeld der Kläranlage erschwert die wirtschaftliche Nutzung des Potenzials.

3.4 Umweltwärme

Die Nutzung des Umweltwärmepotenzials wird i. d. R. über den Einsatz von elektrisch angetriebenen Wärmepumpen (Kompressionswärmepumpen) ermöglicht, die das Temperaturniveau der Wärmequelle auf ein nutzbares Temperaturniveau anheben. Wärmepumpen bieten flexible Einsatzmöglichkeiten sowohl bezüglich der Art der Wärmequelle als auch bezüglich des Temperaturniveaus auf der Senkenseite und gelten im zunehmend elektrifizierten Gebäudesektor als Schlüsseltechnologie ((Nesselhauf, Lea; Fischer, Corinna; Müller, Simon; Godron, Philipp; Huneke, Fabian; Koch, Mathias; Wauer, Niels; Weiß, Uta; Metz, Julia; Münnich, Paul; Brizay, Arnaud; Chemnitz, Christine; Klümper, Wilhelm; Elmer, Carl-Friedrich; Vieweg, Marion; Wietschel, Johanna;, 2024)). Wärmepumpen sind nicht auf die Verfügbarkeit von Brennstoffen angewiesen und emittieren bei der Nutzung elektrischer Hilfsenergie lokal keine Treibhausgase. Sie kommen vor allem im Einzelgebäudebereich zum Einsatz. Darüber hinaus können Großwärmepumpen im Quartiersbereich und in Wärmenetzen eingesetzt werden. Inzwischen werden auch Wärmepumpen mit klimafreundlicheren Kältemitteln (z. B. Propan oder CO_2) angeboten. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von erneuerbarem Strom können Wärmepumpen einen großen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten.

Die Effizienz von Wärmepumpen hängt maßgeblich vom Temperaturhub ab, also der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke. Wärmepumpenhersteller geben die Effizienz bei bestimmten Betriebspunkten in Form des COP (Coefficient of Performance) an. Die Jahresarbeitszahl stellt das Verhältnis der Nutzwärmemenge bezogen auf die eingesetzte elektrische Arbeit über eine Jahresbilanz dar und gilt als die zentrale Kennzahl für Wärmepumpen. Bei der Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen stammt ca. 75 % der Energie aus der Wärmequelle (bei einer angenommenen JAZ von 4,0). Die restliche Energie wird meist in Form von elektrischer Energie für den Betrieb der Wärmepumpen benötigt.

Wichtige Unterscheidungsmerkmale von Wärmepumpen sind das Wärmequellen- und Wärmesenkenmedium. In Deutschland kommen insbesondere Sole-Wasser-, Luft-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz. Sole-Wasser-Wärmepumpen nutzen Sole (ein frostsicheres Wärmeträgerfluid) als Wärmequelle und Wasser als Wärmesenkenmedium.

---

s[9] Dieser Ansatz wäre im Rahmen einer vertiefenden Untersuchung in Zusammenarbeit mit den Berliner Wasserbetrieben anhand gemessener Trockenwetterabflüssen und der saisonalen Schwankungen zu überprüfen.

Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen entsprechend Luft als Wärmequelle und Wasser als Wärmesenke. Wasser-Wasser-Wärmepumpen werden sowohl für die Temperaturerhöhung von Wärme aus Oberflächengewässern und Abwasser als auch in der oberflächennahen Geothermie, insbesondere für Grundwasserbrunnensysteme, eingesetzt.

3.4.1 Oberflächenwasser

Wasser hat eine hohe Wärmekapazität und eignet sich daher hervorragend als Medium für die Wärmeübertragung und als Wärmespeicher. Wärme kann aus Oberflächengewässern entnommen und über Wärmepumpen für verschiedene Einsatzzwecke genutzt werden. Ähnlich wie bei der oberflächennahen Geothermie, kann aufgrund des Temperaturniveaus der Oberflächengewässer die Wärme sowohl zum Heizen als auch Kühlen genutzt werden. In der Potenzialanalyse werden insbesondere Fließgewässer und größere Seen betrachtet.

Es ist zu beachten, dass jede Wärmeentnahme und Wärmezufuhr aus stehenden oder fließenden Gewässern Einflüsse auf diese haben. So führt z. B. eine zu starke Erwärmung des Wassers zu einer erhöhten Aktivität der Mikroorganismen und kann damit – ähnlich wie ein Nährstoffeintrag – eutrophierend wirken. Deshalb sind die Anforderungen an den Gewässerschutz stets zu berücksichtigen. Insbesondere bei stehenden Gewässern ist immer der Einzelfall zu prüfen, da jeder See aufgrund des Standortes (Wetterrandbedingungen, Klima), der Geologie und Hydrologie (u. a. Zu- bzw. Abflüsse in den bzw. aus dem See), der Tiefe und der Ausdehnung unterschiedlich anfällig für Nährstoffein- bzw. Nährstoffausträge ist. Tiefgreifende Analysen unterliegen einer Fachplanung.

Oberflächengewässer – Potenzial
Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden Oberflächengewässer, also fließende und stehende Gewässer hinsichtlich einer möglichen Nutzung für die Wärmeversorgung untersucht. Im Untersuchungsgebiet des Planungsverbunds sind zwar einzelne kleinere Fließ- und Standgewässer vorhanden, darunter insbesondere das Neuenhagener bzw. Fredersdorfer Mühlenfließ sowie kleinere Seen und Weiher im Bereich Stadt Altlandsberg, Fredersdorf-Vogelsdorf und Petershagen/Eggersdorf. Die vorhandenen Gewässer weisen jedoch überwiegend geringe Dimensionen, begrenzte Wasserführungen sowie teilweise naturschutzfachliche Restriktionen auf. Insbesondere das Fredersdorfer Mühlenfließ ist durch schwankende Wasserverhältnisse geprägt und zeigt in Trockenperioden bereits deutliche Austrocknungserscheinungen. Vor diesem Hintergrund bestehen im Untersuchungsraum keine relevanten Potenziale zur technischen Nutzung von Oberflächengewässern für die kommunale Wärmeversorgung, beispielsweise mittels Gewässerwärmepumpen. Eine vertiefende Betrachtung wurde daher im Rahmen der Potenzialanalyse nicht weiterverfolgt.

3.4.2 Wärme aus der Umgebungsluft

Als eine weitere Form der Umweltwärmenutzung bietet die Außenluft eine nahezu unbegrenzt verfügbare Wärmequelle, welche sich besonders für gebäudenahe Anwendungen mit geringem Erschließungsaufwand eignet. Ihre Gewinnung erfolgt überwiegend mittels Luft-Wasser-Wärmepumpen, die die Außenluft als primäre Wärmequelle nutzen. Aufgrund der schwankenden Außenlufttemperatur ist die Effizienz der Wärmepumpe jedoch ebenfalls Schwankungen unterlegen. Zusätzlich sind die Außenlufttemperaturen in der Heizsaison, in der der Großteil des Wärmebedarfs anfällt, am geringsten, sodass die JAZ von Luft-Wasser-Wärmepumpen im Vergleich zu geothermisch betriebenen Wärmepumpen mit konstanten Quellentemperaturen i.d.R. geringer ausfällt. Die Investitionskosten von Luft-Wasser-Wärmepumpen sind geringer als bei Sole- oder Wasser-Wasser-Wärmepumpen, da die Kosten

für die Quellenerschließung nicht anfallen. Aufgrund der niedrigeren Investitionskosten und des reduzierten Planungsaufwands ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe derzeit die am weitesten verbreitete Wärmepumpenvariante. Insbesondere in voraussichtlich dezentral versorgten Gebieten, in denen das geothermische Potenzial oder die Flächenverfügbarkeit gering ist, wird die Luft-Wasser-Wärmepumpe der präferierte Wärmeerzeuger sein. Darüber hinaus können mit Außenluft betriebene Großwärmepumpen für die Wärmebereitstellung von Wärmenetzen eingesetzt werden. Da die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete nach WPG unabhängig von der eingesetzten Wärmeerzeugertechnologie definiert werden und die Außenluft nahezu unbegrenzt verfügbar ist, wird kein spezifisches Potenzial für die Nutzung der Luftwärme über Luft-Wasser-Wärmepumpen ermittelt oder ausgewiesen.

3.5 Solarthermie

Solare Strahlungsenergie hat vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für den Beitrag zur kommunalen Wärmeplanung. Sie kann in Form von Solarthermie als Erzeuger für Wärmeenergie oder in Form von Photovoltaik als Stromerzeuger genutzt werden. Zwischen klassischen Solarthermie- und PV-Anlagen besteht aufgrund der limitierten Flächenverfügbarkeiten eine Flächenkonkurrenz. Durch den Einsatz von PVT-Kollektoren kann sowohl Strom als auch Wärme erzeugt werden, wodurch die Flächenkonkurrenz teilweise aufgehoben wird. PVT-Anlagen werden im Folgenden nicht näher betrachtet. PV-Anlagen werden in Kapitel 3.11.1 erläutert.

Solarthermische Anlagen sind ein wichtiger Bestandteil der Wärmewende, da sie sowohl mit Hilfe von zentralen als auch dezentralen Anlagen dazu beitragen können, auf einer gesamtstädtischen Ebene einen CO_2-freien Wärmesektor zu realisieren. Solarthermie lässt sich ähnlich wie klassische Photovoltaikanlagen auf Dach- und Freiflächen realisieren. Aufgrund der saisonalen Schwankungen der Solarstrahlung gilt es zu beachten, dass solarthermische Anlagen ohne einen ausreichend großen saisonalen thermischen Speicher nicht den Heizwärmebedarf und Trinkwarmwasserbedarf allein decken können.

Grundsätzlich wird bei der Solarthermie die eintreffende Sonnenstrahlung durch Absorber aufgenommen. Die entstehende thermische Energie wird dann auf eine Wärmeträgerflüssigkeit geleitet. In der Regel ist das ein Gemisch aus Wasser und Glykol, auch Solarfluid genannt. Das Solarfluid fließt zu einem Wärmespeicher, gibt dort die thermische Energie an das Heizungsmedium (Wasser) ab und erhitzt es. Danach läuft das Solarfluid wieder zum Kollektor zurück, um durch den Absorber erneut erwärmt zu werden.

Solarthermie auf Dachflächen

Die Installation von Solarthermieanlagen auf Dachflächen ermöglicht die Deckung des Warmwasserbedarfs außerhalb der Heizperiode (Mai bis September) für einen 4-Personen-Haushalt. Hierzu ist bereits eine Bruttokollektorfläche von 4-6 m² ausreichend. Im Schnitt können bei einer Kollektorfläche von 6 m² ca. 2.000- 2.400 kWh/a erzeugt werden. Damit erzeugt eine Solarthermie über das Jahr gesehen rund 60 % des Warmwasserbedarfs.

In sogenannten Kombi-Solaranlagen kann darüber hinaus, neben der Warmwasserbereitung, auch Energie zum Heizen der Wohnfläche genutzt werden. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichend große Dachfläche, da die Kollektorfläche ungefähr doppelt so groß sein muss wie bei reinen Solaranlagen für die Warmwasserbereitung. Dies führt zu einer Flächenkonkurrenz mit Photovoltaikanlagen. Durch Kombi-Solaranlagen lassen sich 20-25 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs decken. Eine zusätzliche herkömmliche Heizung ist in jedem Fall erforderlich.

Die Nutzung von Solarthermie auf Dachflächen erfolgt meist als Hybridsystem in Kombination mit einer weiteren Heizungsart. Solarthermie auf dem Dach ist sehr effizient, da die Technologie weitestgehend ausgereift und die Transportwege kurz sind. Durch die Nutzung der Sonnenenergie können Haushalte und Gebäude weniger abhängig von externen Energieversorgern und den Schwankungen der Energiepreise werden.

Die für solarthermische Anlagen ausgewiesenen Flächen sind gleichzeitig auch Potenzialflächen für Photovoltaikanlagen. Die Potenziale können somit nicht addiert werden. Solarthermische Anlagen beanspruchen unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Integration in die Heizungssysteme im Schnitt nur 4 % der für die Solarenergienutzung geeigneten Dachflächen. Das Photovoltaikpotenzial wird dementsprechend auch bei voller Umsetzung von Solarthermie nur marginal vermindert.

Tabelle 3-4: Potenzial der Solarthermie auf Dachflächen (Energieportal Brandenburg, Stand 2026)

Gemeinde	***Solar-Dach Potenzial***[10] *(Steckbrief Solarpotenziale)* ***[MWh/a]***	***Bestand 2023*** *(Energiebericht)* ***[MWh/a]***
Stadt Altlandsberg	*18.405*	*770*
Fredersdorf-Vogelsdorf	*26.392*	*1.132*
Hoppegarten	*23.940*	*1.086*
Neuenhagen bei Berlin	*29.611*	*1.555*
Petershagen/Eggersdorf	*22.363*	*1.102*
Gesamt	***120.711***	**5.645**

Die Potenzialanalyse für solarthermische Dachanlagen basiert auf Daten der Energie- und Klimaagentur Brandenburg aus dem Energieportal Brandenburg (Stand 2022). Grundlage bildet die „Potenzialanalyse über nutzbare Flächen für solartechnische Anlagen im Land Brandenburg“ mit Stand vom 31.03.2022 (Steckbrief Solarpotenziale – Berichtsjahr 2025). Der ausgewiesene Anlagenbestand wurde den jeweiligen Energiesteckbriefen (Berichtsjahr 2023) entnommen. Die Ursprungsdaten stammen aus dem Marktstammdatenregister und wurden durch die Energie- und Klimaagentur Brandenburg qualitätsgesichert und aufbereitet.

Für die betrachteten Kommunen ergibt sich insgesamt ein theoretisches Solarthermie-Dachpotenzial von rund **120.711 MWh/a**. Dem gegenüber steht ein ausgewiesener Bestand von etwa 5.645 MWh/a im Jahr 2023. Daraus wird ersichtlich, dass bislang lediglich ein vergleichsweise geringer Anteil der vorhandenen Potenziale technisch erschlossen wurde. Insbesondere in den Kommunen Fredersdorf-Vogelsdorf, Hoppegarten und Neuenhagen bei Berlin bestehen weiterhin erhebliche Ausbaupotenziale auf Dachflächen.

Die Ergebnisse verdeutlichen insgesamt, dass solarthermische Dachanlagen im Untersuchungsraum derzeit nur eine untergeordnete Rolle in der Wärmeversorgung einnehmen, obwohl ein signifikantes technisches Potenzial vorhanden ist. Dies deutet auf bislang ungenutzte Möglichkeiten zur dezentralen regenerativen Wärmeerzeugung hin. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den ausgewiesenen Potenzialen um

[10] Die dargestellten Werte beinhalten sowohl bestehende Nutzungen als auch zusätzliche erschließbare Potenziale.

theoretische Flächenpotenziale handelt, deren tatsächliche Erschließbarkeit unter anderem von wirtschaftlichen, gebäudetechnischen, eigentumsrechtlichen sowie netz- und versorgungsstrukturellen Rahmenbedingungen abhängt. Vor dem Hintergrund steigender Anforderungen an eine klimaneutrale Wärmeversorgung können solarthermische Dachanlagen insbesondere in Kombination mit Wärmenetzen, Großwärmespeichern oder hybriden Versorgungssystemen zukünftig einen ergänzenden Beitrag zur erneuerbaren Wärmebereitstellung leisten.

Solarthermie auf Freiflächen

Für Solarthermieanlagen gilt eine ähnliche potenzielle Flächenkulisse wie für Freiflächen-Photovoltaikanlagen mit dem Unterschied, dass für die Nutzung in einem Wärmenetz die Nähe zum Netz eine Rolle spielt. Vor- und Rücklaufleitungslänge führen zu Installationskosten und insbesondere Wärmeverlusten. Damit der Wärmeverlust der Anschlussleitung maximal 2 % beträgt, werden nur Flächen in einer maximalen Entfernung von 500 m zum Siedlungsrand berücksichtigt. Die Mindestgröße für Freiflächen liegt dabei bei 1 ha. Auf 1 ha können rund 5.000 m² Bruttokollektorfläche Solarthermie und 1 MWp PV installiert werden.

Auch wenn Potenzialflächen um eine kleinere Siedlung einen höheren Ertrag erbringen könnten, als in der Siedlung genutzt wird, kann dieser Überschuss nicht in anderen Teilen der Gemeinden genutzt werden.

Tabelle 3-5: Potenzial der Solarthermie auf Freiflächen

Gemeinde	***EEG-Randstreifen*** *[GWh/a]*	***Landw. Flächen*** *Bodenwertzahl <23* *[GWh/a]*
Stadt Altlandsberg	*99*	*432*
Fredersdorf-Vogelsdorf	*218*	*45*
Hoppegarten	*0*	*22*
Neuenhagen bei Berlin	*272*	*22*
Petershagen/Eggersdorf	*99*	*6*
Gesamt	***688***	**527**

Im Rahmen der Flächenbewertung wurden Flächen anhand ihrer Bodenwertzahl hinsichtlich ihrer landwirtschaftlichen Ertragsfähigkeit bewertet. Flächen mit höheren Bodenwertzahlen weisen in der Regel eine höhere agrarische Wertigkeit auf und wurden daher im Zuge der Eignungsbewertung für Freiflächenanlagen restriktiver betrachtet. Für die Potenzialabschätzung wurden entsprechend insbesondere Flächen mit geringerer landwirtschaftlicher Wertigkeit berücksichtigt, um Nutzungskonflikte mit der landwirtschaftlichen Produktion zu minimieren (siehe Abbildung 3-10). Ebenfalls wurden alle EEG-Randstreifen beachtet.

Die in der Regionalplanung sowie in kommunalen Beschlüssen bzw. Kriterienkatalogen in der Stadt Altlandsberg festgelegten Abstandsregeln für Freiflächen-Photovoltaik wurden hier nicht berücksichtigt. Freiflächensolarthermie würde unmittelbar der Wärmeversorgung vor Ort dienen. Die Wirtschaftlichkeit der Solarthermie würde durch diese Abstände massiv verringert werden.

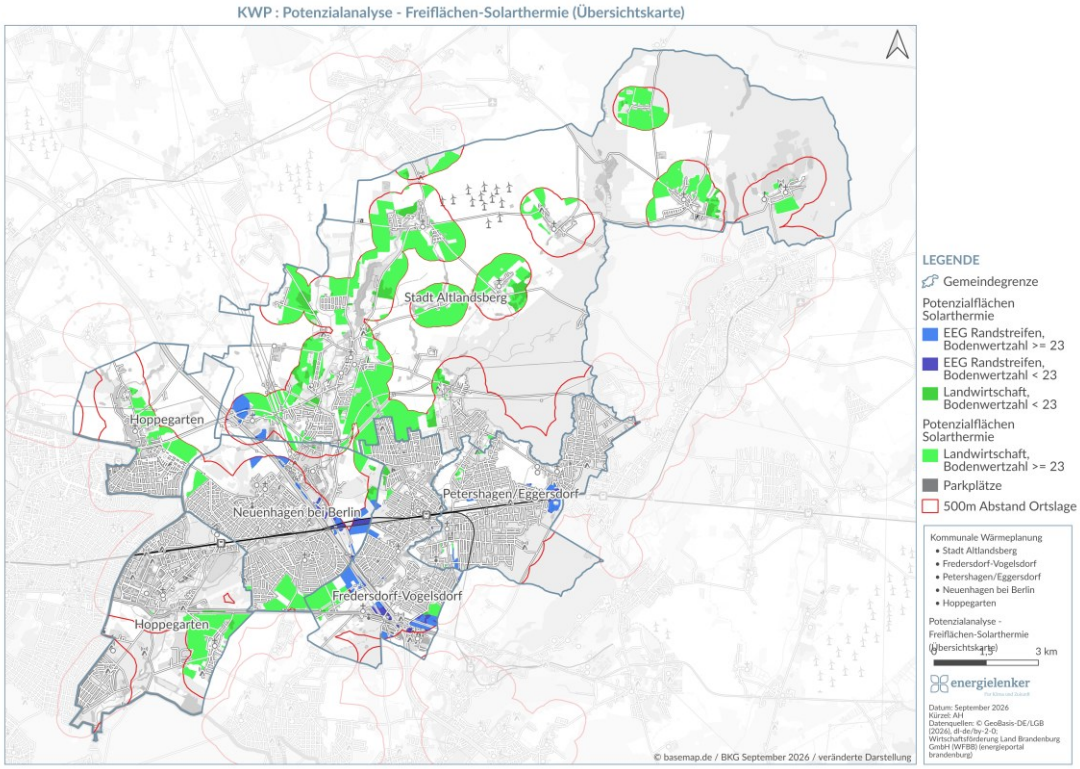


Abbildung 3-10: Potenziale für Freiflächen-Solarthermieanlagen

Ergänzend wurden infrastrukturbegleitende Flächenkorridore entlang von Autobahnen und Schienenwegen hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung für Freiflächen-Solarthermieanlagen betrachtet. Zwar beziehen sich die Privilegierungsregelungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes ausschließlich auf stromerzeugende Photovoltaik-Freiflächenanlagen, jedoch weisen diese Bereiche aufgrund ihrer bestehenden infrastrukturellen Vorprägung auch für solarthermische Nutzungen potenziell günstige Standortbedingungen auf. Dies betrifft insbesondere die bereits vorhandene technische Überprägung des Landschaftsraums, die im Vergleich zu unzerschnittenen Freiraumbereichen häufig geringere Konfliktintensität sowie die potenzielle Nähe zu bestehenden oder zukünftigen Wärmeversorgungsstrukturen. Die Berücksichtigung dieser Flächen erfolgte daher nicht im Sinne einer EEG-rechtlichen Privilegierung, sondern auf Grundlage ihrer raumstrukturellen und energiewirtschaftlichen Eignung im Kontext einer möglichen kommunalen Wärmeversorgung.

3.6 Biomasse

Bei der Verwendung von Biomasse als Energieträger wird generell zwischen der primären und der sekundären Biomasse unterschieden. Die primäre Biomasse bezeichnet dabei die direkt für die energetische Nutzung kultivierte Biomasse wie z. B. Raps oder Getreide. Die sekundäre Biomasse, auch Abfall-Biomasse genannt, wird aus organischen Reststoffen wie beispielsweise Altpapier oder Sägereststoffen sowie Lebensmittelabfällen gebildet. Je nach Aufbereitungsweg zu festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen ergeben sich Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom, Treibstoffen und Wärme. In jüngster Zeit gewinnt vor allem die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung in das Erdgasnetz zunehmend an Bedeutung. Das zu Biomethan aufbereitete Biogas erweist sich als eine klimafreundliche Alternative zu Erdgas.

Ein wesentlicher Umweltvorteil der Biomasse liegt in der Verminderung treibhauswirksamer Emissionen, zumal nur so viel CO_2 freigesetzt werden kann, wie zuvor durch die Biomasse

gebunden wurde. Biomasse ist sowohl grundlastfähig als auch flexibel einsetzbar. Ein wesentlicher Vorteil liegt darin, dass Biomasse zur Erzeugung hoher Temperaturen im industriellen Bereich genutzt werden kann.

Unter ethischen Gesichtspunkten ist die Problematik der Flächenkonkurrenz von konventionell angebauten Energiepflanzen zur Lebensmittelproduktion nicht außer Acht zu lassen. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist es demnach sinnvoll, vor allem die biogenen Reststoffe und Abfälle zu berücksichtigen und den Substratmix entsprechend zu gestalten. Der Einsatz von Bioenergie spielt im Rahmen der Energiewende eine wichtige Rolle, da Bioenergie polyvalent in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr nutzbar ist. Darüber hinaus ist Bioenergie transportierbar, lagerfähig und teilweise vor Ort einsetzbar.

Tabelle 3-6: Theoretisches Biomassepotenzial im Jahr 2022(Energieportal Brandenburg, 2026)

Gemeinde	**Biomasse-Potenzial [MWh/a]**
Stadt Altlandsberg	18.537
Fredersdorf-Vogelsdorf	1.399
Hoppegarten	4.146
Neuenhagen bei Berlin	2.033
Petershagen/Eggersdorf	952
Gesamt	***27.067***

Die Auswertung des theoretischen Biomassepotenzials auf Grundlage des Energieportals Brandenburg zeigt für das Untersuchungsgebiet im Jahr 2022 ein gesamtes Potenzial von rund 27.067 MWh/a. Den mit Abstand größten Anteil weist dabei die Stadt Altlandsberg mit 18.537 MWh/a auf. Dies entspricht rund 68,5 % des gesamten theoretischen Biomassepotenzials im Untersuchungsgebiet. Die weiteren Kommunen liegen deutlich darunter: Hoppegarten erreicht 4.146 MWh/a bzw. etwa 15,3 %, Neuenhagen bei Berlin 2.033 MWh/a bzw. 7,5 %, Fredersdorf-Vogelsdorf 1.399 MWh/a bzw. 5,2 % sowie Petershagen/Eggersdorf 952 MWh/a bzw. 3,5 % des Gesamtpotenzials.

Zusammen entfallen rund 83,8 % des gesamten Potenzials auf die beiden Kommunen Stadt Altlandsberg und Hoppegarten. Die übrigen drei Kommunen weisen gemeinsam lediglich rund 16,2 % des Gesamtpotenzials auf.

Die Ergebnisse zeigen insgesamt eine starke räumliche Konzentration der theoretischen Biomassepotenziale innerhalb des Untersuchungsgebietes. Zwischen der Kommune mit dem höchsten Potenzial (Stadt Altlandsberg) und der Kommune mit dem geringsten Potenzial (Petershagen/Eggersdorf) besteht ein Unterschied von rund 17.585 MWh/a.

Der in der Kläranlage Münchehofe anfallende Klärschlamm wird in umliegenden Gemeinden sowie im Klärwerk Ruhleben als Ersatzbrennstoff verbrannt und steht nicht in der Gemeinde Hoppegarten zur Verfügung.

3.7 Biogas/Biomethan

Durch die Förderkulisse wurde Biogas bisher in der Regel verstromt. Die Abwärme wurde nur unter günstigen Bedingungen genutzt. Durch das Auslaufen der Förderung bekommen andere Nutzungsmodelle eine Chance. Das Biogas kann zu Biomethan aufbereitet und in das Gasnetz eingespeist werden. Bei hoher Biogasanlagendichte kann dadurch das Erdgasnetz in Teilen erhalten werden und das Biomethan insbesondere zur Prozesswärmeerzeugung genutzt werden.

In dem Gebiet der fünf Gemeinden gibt es derzeit keine in Betrieb befindliche landwirtschaftliche Biogasanlage. In der Kläranlage wird anfallendes Klärgas aufgefangen und vor Ort in den BHKW verstromt. Hier wäre eine Aufbereitung zur Einspeisung in das Gasnetz möglich, jedoch verbraucht die Kläranlage selber große Strommengen, die über die derzeitige Nutzung bereitgestellt werden.

3.8 Wasserstoff

Die Erzeugung von Wasserstoff kann durch verschiedene Verfahren erfolgen, wobei die Elektrolyse von Wasser unter Einsatz von erneuerbaren Energien eine der umweltfreundlichsten Methoden darstellt. Bei diesem Prozess wird Wasser (H_2O) mithilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) aufgespalten. Dies ermöglicht die Produktion von sogenanntem "grünem Wasserstoff", der keine Treibhausgasemissionen verursacht. Es gibt jedoch auch andere Methoden, wie z. B. die Dampfreformierung von Erdgas, die zwar kostengünstiger, aber weniger umweltfreundlich ist, da hierbei CO_2 freigesetzt wird.

Eine wichtige Funktion von Wasserstoff ist seine Eignung als Speichermedium, um überschüssige Energie aus erneuerbaren Quellen wie Wind- und Solarenergie zu speichern. Diese gespeicherte Energie kann dann bei Bedarf wieder in Wärme umgewandelt werden. Die hohe Energiedichte von Wasserstoff macht diesen besonders attraktiv für industrielle Anwendungen. Insbesondere in der Schwerindustrie, wie der Stahl- und Chemieindustrie, wird Prozesswärme auf einem hohen Temperaturniveau benötigt, das effektiv durch Wasserstoff bereitgestellt werden kann. Ebenso sind einige industrielle Prozesse schwer zu elektrifizieren oder mit direkten elektrischen Heizmethoden zu betreiben.

Neben dem industriellen Einsatz kann Wasserstoff auch zur dezentralen Gebäudebeheizung über Brennstoffzellengeräten oder Gasbrennwertkesseln (H_2-Ready) verwendet werden. Jedoch ist der Einsatz von Wasserstoff im dezentralen Gebäudebereich aktuell technisch und wirtschaftlich unattraktiv. In privaten Haushalten sind die Energieeffizienz und die Kosten entscheidende Faktoren. Die Umwandlung von Elektrizität in Wasserstoff und anschließend in Wärme ist mit Energieverlusten verbunden. Direktelektrische Lösungen, wie z. B. Wärmepumpen, sind oft die effizientere und kostengünstigere Lösung für die Raumheizung und Warmwasserbereitung im Wohngebäudebereich.

In Abbildung 3-11 ist der Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von einer Kilowattstunde Raumwärme und Trinkwarmwasser über den Jahresdurchschnitt dargestellt. Um eine Kilowattstunde thermische Energie für Raumwärme und Trinkwarmwasser bereitzustellen, wird für einen mit Wasserstoff betriebenen Gasbrennwertkessel die 1,6-fache Menge an elektrischer Energie benötigt. Im Vergleich zu Wärmepumpen ergibt sich somit ein um das Fünffache bzw. Achtfache höherer Stromeinsatz (in Abhängigkeit der JAZ).

Aufgrund der zusätzlich benötigten Strommenge zur Wasserstofferzeugung und der derzeit zu langsamen Ausbaugeschwindigkeit von erneuerbaren Stromerzeugern ist auch eine zukünftig

komplett regenerative bzw. kostengünstige Bereitstellung von Wasserstoff im Gebäudebereich fraglich.

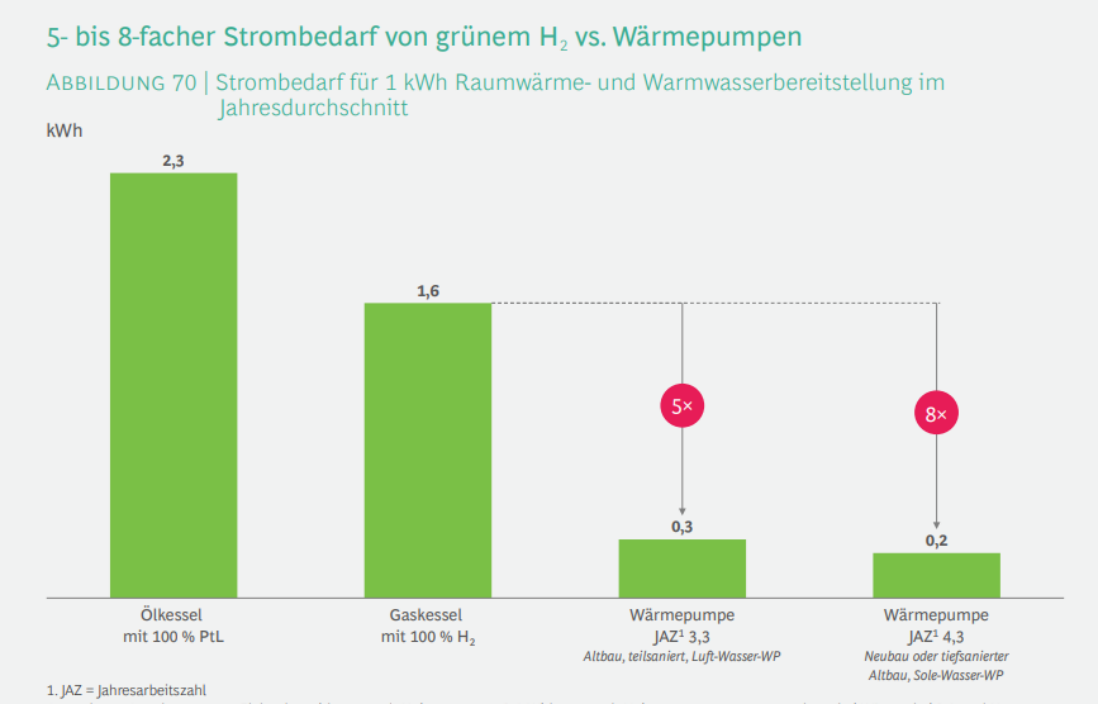


Abbildung 3-11: Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)

Wasserstoff kann auch für die Synthetisierung von CO_2 zu Methan und Wasser genutzt und mit der vorhandenen Gasinfrastruktur transportiert und teilweise gespeichert werden. Der Energiegehalt von synthetischem Methan über den Zwischenprozess der Elektrolyse beträgt jedoch nur ca. 55 % der ursprünglich aufgewendeten elektrischen Energie. Je nach Einsatzsektor und Transportweg folgen weitere Verluste. Um die im Methan gebundene Energie dann wieder in Strom oder Wärme umzuwandeln, sind zusätzliche Umwandlungsverluste zu berücksichtigen.

Die Verteilung von Wasserstoff kann entweder durch Beimischung in bestehende Gasnetze oder durch deren vollständige Umstellung auf Wasserstoff erfolgen. Die Umstellung erfordert allerdings erhebliche Anpassungen an der Infrastruktur, einschließlich der Umrüstung von Gasnetzen, Speichern und Endgeräten. Vor diesem Hintergrund stellt sich insbesondere für Betreiber und Eigentümer von Gasverteilnetzen die Frage, welche Funktion die Netze auf lange Sicht einnehmen werden und welche wirtschaftlichen Effekte damit verbunden sind. Die Umstellung von bestehenden Gasnetzen bzw. ein Ausbau müssen insbesondere im Einklang mit der Wärmenetzstrategie und in Betrachtung des gesamten Energiesystems erfolgen.

Zudem wird die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff in Deutschland zukünftig regional unterschiedlich sein (vermehrt in Norddeutschland aufgrund von Überschussstrom aus Off-Shore-Windkraftanlagen bzw. in der Nähe von Wasserstofftransportleitungen).

Zusammenfassend ist eine zukünftige Wärmeversorgung des Gebäudebereichs über Wasserstoff nicht realistisch. Allerdings kann Wasserstoff für bestimmte Industriezweige mit hohen Temperaturanforderungen sinnvoll sein.

Der Planungsverbund liegt im direkten Einzugsgebiet vom zukünftig geplanten Wasserstofftransportnetz. Eine durch die Gemeinden parallel zur Autobahn A10 querende Erdgasleitung soll perspektivisch auf Wasserstoff umgestellt werden (siehe Abbildung 3-12).

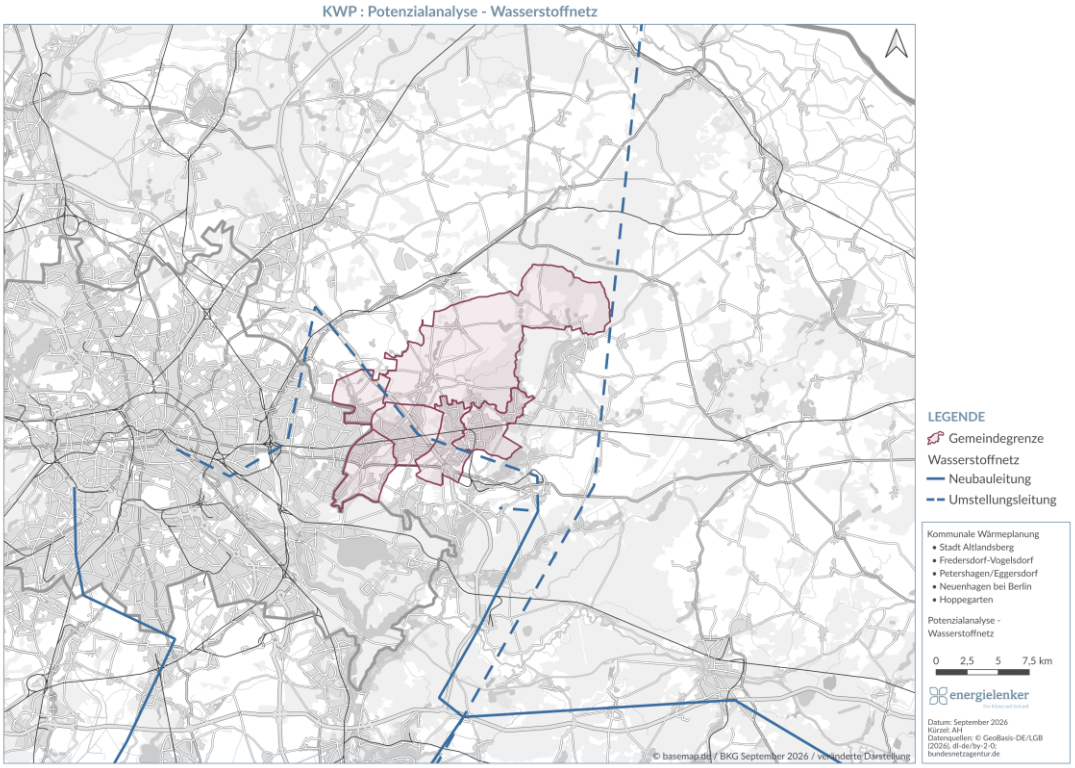


Abbildung 3-12: Wasserstoffnetz

3.9 Zentrale Wärmespeicher

Wärmespeicher sind zentrale Komponenten in modernen Wärmeversorgungssystemen. Sie dienen dazu, Wärme, die zu bestimmten Zeiten erzeugt wird, zwischenzuspeichern und später bedarfsgerecht bereitzustellen. Das ist besonders wichtig, weil die Erzeugung und der Verbrauch von Wärme oft zeitlich auseinanderfallen. Mittels Speicher können auch Lastspitzen abgedeckt werden und so die Maximalleistung der Wärmeerzeuger kleiner ausfallen. Einsatzgebiete der Wärmespeicher sind:

- **Ausgleich von Angebot und Nachfrage:** Erneuerbare Energien wie Solarthermie oder Geothermie liefern Wärme oft dann, wenn sie gerade verfügbar ist (z. B. Sonneneinstrahlung am Tag), während der Wärmebedarf (z. B. Heizung) zu anderen Zeiten (morgens, abends, nachts) besteht. Wärmespeicher ermöglichen es, diese zeitlichen Unterschiede zu überbrücken.
- **Erhöhung der Effizienz:** Durch die Speicherung kann die Wärmeversorgung effizienter gestaltet werden, da weniger Energie verloren geht und die Anlagen optimal ausgelastet werden können.
- **Flexibilität und Versorgungssicherheit:** Wärmespeicher machen das Gesamtsystem flexibler und widerstandsfähiger gegenüber Schwankungen im Energieangebot, z. B. bei kurzfristigen Ausfällen oder Lastspitzen.
- **Integration erneuerbarer Energien:** Sie sind ein Schlüssel zur Integration von erneuerbaren Wärmequellen in bestehende Netze, da sie die wetter- und tageszeitabhängige Produktion ausgleichen.
- **Reduktion von CO_2-Emissionen:** Durch die bessere Nutzung erneuerbarer Energien und die Vermeidung von fossilen Spitzenlastkesseln tragen Wärmespeicher zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung bei.

Saisonale Wärmespeicher sind insbesondere bei der Nutzung von Solarthermie-Freiflächenanlagen und der Nutzung von Flusswärme erforderlich. Hier ist eine Langzeitspeicherung notwendig, um das Sommerangebot im Winter nutzen zu können. Technisch kommen dafür z. B. Tank-, Erdbecken-, Erdsonden- oder Aquiferwärmespeicher oder Eisspeicher in Frage. Bei der Planung der Anlagen sind diese Speicher und deren Flächenbedarf zu berücksichtigen.

Im Untersuchungsgebiet des Planungsverbunds bestehen derzeit keine zentralen Großwärmespeicher oder saisonalen Wärmespeicher. Die Wärmeversorgung erfolgt überwiegend dezentral über gebäudebezogene Heizsysteme. Das Wärmenetz Hönow (Gemeinde Hoppegarten) verfügt über einen zentralen Pufferspeicher am Wärmeerzeuger. Für die Nutzung industrieller Abwärme können saisonale Wärmespeicher eine Rolle spielen. Geeignete Flächen stehen prinzipiell zur Verfügung. Der Flächenbedarf orientiert sich an dem Speicherbedarf, der gewählten Speichertechnologie sowie der vor Ort realisierbaren Höhe, z. B. bei Erdbeckenspeichern.

3.10 Sektorenkopplung

Sektorenkopplung bezeichnet die systematische Verbindung der bislang getrennten Energiesektoren – insbesondere Strom, Wärme, Verkehr und Industrie – mit dem Ziel, erneuerbare Energien effizienter und sektorübergreifend zu nutzen.

Statt jeden Sektor isoliert zu betrachten, wird ein ganzheitliches Energiesystem angestrebt, in dem Energieflüsse intelligent vernetzt und Synergien genutzt werden.

Sektorenkopplung ist ein zentraler Baustein der Energiewende. Sie ermöglicht:

- Die Erhöhung der Versorgungssicherheit und Systemeffizienz
- Flexibilisierung des Energiesystems durch funktionale Energiespeicher (z. B. Wärme- und Stromspeicher, Wasserstoff)
- Dekarbonisierung aller Sektoren durch Nutzung von grünem Strom

Im Gebäudesektor gilt die Wärmepumpe als Schlüsseltechnologie. Sie ist ein prädestiniertes Beispiel für die Kopplung der Sektoren von Strom und Wärme. Weitere Beispiele sind Technologien wie Großwärmepumpen für Wärmenetze, Elektrolyseure und Elektrodenkessel. Ein klimaneutraler Wärmesektor ist nur durch Sektorenkopplung und ausreichend erneuerbaren Strom zu erreichen. In diesem Sinne werden nachfolgend die stromerzeugenden Technologien Photovoltaik und Windkraft analysiert.

3.11 Stromerzeugungstechnologien für die Wärmewende

3.11.1 Photovoltaik

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung von solarer Strahlungsenergie liegt in der klassischen Photovoltaiknutzung zur Stromproduktion. Photovoltaik kann ebenso auf Dachanlagen und Freiflächen errichtet werden, um den erzeugten Strom zur Selbstversorgung oder Einspeisung in das öffentliche Stromnetz zu nutzen. Dachanlagen werden im privaten Kontext meist in Verbindung mit Stromspeichern zur Eigenstromversorgung genutzt, um die Strombezugskosten zu senken. Photovoltaik kann aber auch dazu genutzt werden großflächige Freiflächen-Photovoltaikanlagen zu errichten, wobei der Strom entweder meist für industrielle Eigenstromversorgung oder Einspeisung in das öffentliche Netz genutzt wird. Hierbei sind jedoch meist standortspezifische Gegebenheiten ausschlaggebend, inwiefern der produzierte

Strom genutzt werden kann (Nähe zu direkten Stromabnehmern oder öffentlichen Mittelspannungsleitungen).

Photovoltaik - Technische Grundlagen
Anders als bei der Solarthermie, werden bei klassischen PV-Modulen geringere Wirkungsgrade erreicht, da der Prozess solare Strahlungsenergie in Strom umzuwandeln technologisch deutlich aufwendiger ist. Es kommen Solarmodule zum Einsatz, die einen Wirkungsgrad von 22-24 % (monokristalline Solarmodule) aufweisen. Solarmodule mit einer Kombination verschiedener Technologien als Tandemmodule erreichen noch einmal höhere Wirkungsgrade und stehen vor der Kommerzialisierung.

Photovoltaikanlagen können unter anderem nach Süden, Südosten, Südwesten oder in Ost-West-Richtung ausgerichtet werden. Die geeignete Ausrichtung hängt von den örtlichen Flächenverhältnissen, der Verschattung, der Dachform und dem vorgesehenen Nutzungskonzept ab. Bei gleicher installierter Leistung erzielt eine optimal nach Süden ausgerichtete Anlage in Deutschland in der Regel den höchsten spezifischen Jahresertrag und weist ihre höchste Leistung etwa zur Mittagszeit auf.

Eine Ost-West-Ausrichtung verteilt die Stromerzeugung stärker auf die Vormittags- und Nachmittagsstunden und führt dadurch zu einem breiteren, flacheren Tagesprofil. Der spezifische Jahresertrag je installiertem Kilowatt ist meist geringer als bei einer optimalen Südausrichtung. Auf Flachdächern ermöglicht die Ost-West-Aufstellung jedoch häufig eine dichtere Flächenbelegung und damit eine höhere installierbare Gesamtleistung. Ob sie Vorteile für den Eigenverbrauch bietet, hängt vom jeweiligen betrieblichen Lastgang ab. Bei Betrieben mit ausgeprägtem Verbrauch am Morgen und am Nachmittag kann eine Ost-West-Ausrichtung die zeitliche Übereinstimmung zwischen Stromerzeugung und Verbrauch verbessern.

Photovoltaik - räumliche Anforderungen Freiflächen-Potenziale
Die Ermittlung der Freiflächen-Potenziale erfolgt auf Basis der Berücksichtigung unterschiedlicher flächenspezifischer Kriterien, die grundsätzlich nicht mit einer Errichtung einer Anlage vereinbar sind oder die Errichtung deutlich erschweren.

Freiflächen-Solaranlagen bieten die Möglichkeit hohe Erträge solarer Strahlungsenergie zu erzielen, müssen jedoch anders als klassische Dachanlagen durch einen detaillierten Genehmigungsprozess. Freiflächen-Anlagen sind bauliche Anlagen, die je nach Größe eine geringe bis deutliche Raumwirksamkeit haben, wodurch unterschiedliche öffentliche Belange beeinträchtigt werden können. Dementsprechend ist eine detaillierte Auswahl von räumlichen Kriterien notwendig, um Potenzialflächen identifizieren zu können. Flächen, die grundsätzlich hohe Potenziale aufweisen, liegen innerhalb der Bereiche zur bauplanungsrechtlichen Privilegierung nach § 35 BauGB. Dieser Bereich erstreckt sich über Korridore entlang von Autobahnen und doppelgleisigen Schienenwegen mit einer Entfernung von 200 m. Hier kann auf die Aufstellung von Bebauungsplänen i. d. R. verzichtet werden, wodurch der Genehmigungsprozess maßgeblich verkürzt wird. Der Gesetzgeber will dadurch bereits räumlich belastete Flächen (Infrastrukturtrassen) als Planungsraum hervorheben, wodurch entsprechend andere Freiflächen erhalten werden können. Auch das Erneuerbare-Energien-Gesetz fokussiert sich mit den entsprechend Förderkorridoren nach § 37 EEG um Autobahnen und Schienenwegen mit einer Entfernung von 500 m. Für alle weiteren Flächen gilt die Berücksichtigung landes- und regionalplanerischer Vorgaben sowie naturschutzfachlichen Ausschlusskriterien für die Freiflächen-Potenziale.

Im Landkreis Märkisch-Oderland sieht der Regionalplan derzeit einen Mindestabstand von 200 m zur Wohnbebauung vor. Die Stadt Altlandsberg hat in einem eigenen

Grundsatzbeschluss einen Abstand von 500 m, eine Maximalgröße von 50 ha und eine Begrenzung auf maximal 2,5 % der Stadtgebietsfläche festgelegt.

Die Potenzialanalyse berücksichtigt insgesamt folgende Handlungsfelder als Ausschlusskriterien:

- Naturschutz
- Gewässerschutz
- Siedlungsräume
- Topographie
- Verkehrsinfrastrukturen

Photovoltaik – Freiflächen-Potenziale

Die Informationen zu den Freiflächenpotenzialen für Photovoltaikanlagen basieren auf Daten des Energieportals Brandenburg sowie den regionalen und kommunalen Vorgaben. Hierfür wurden insbesondere die Solarpotenzialsteckbriefe sowie die Energiesteckbriefe der jeweiligen Gemeinden herangezogen (EnergiePortal Brandenburg).

Die nachfolgende Abbildung stellt die ermittelten Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen im Untersuchungsgebiet dar. Die Methodik entspricht grundsätzlich der zuvor dargestellten Potenzialanalyse für Solarfreiflächenanlagen.

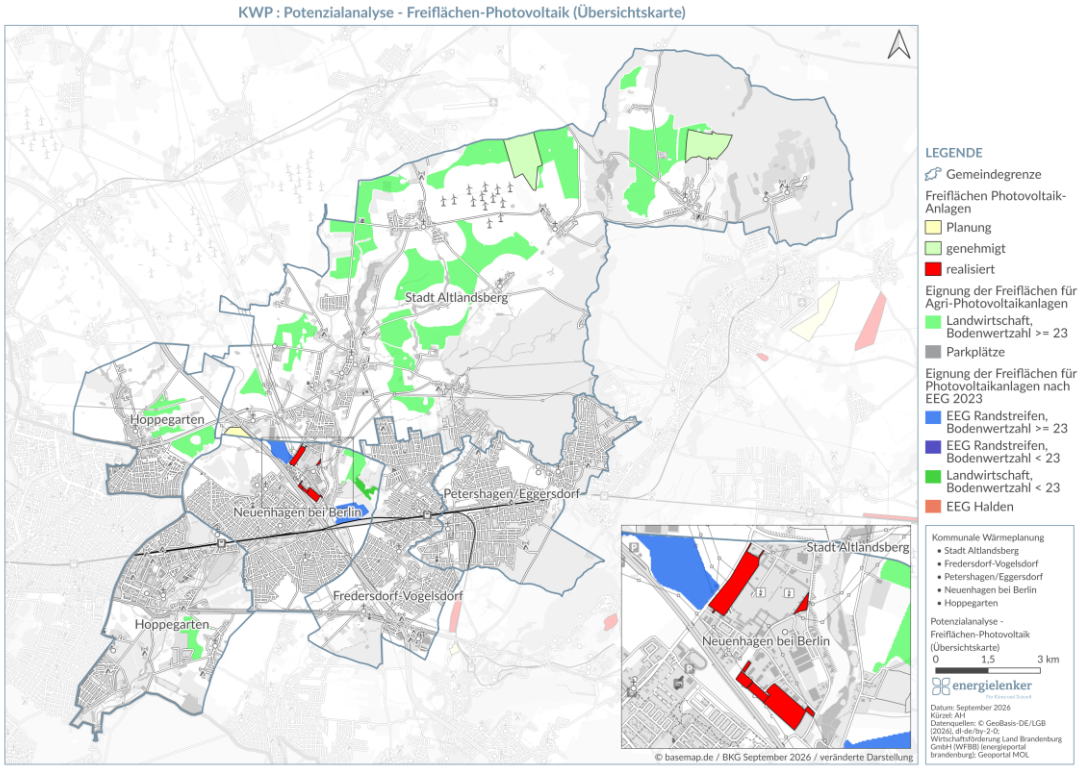


Abbildung 3-13: Photovoltaik Potenzial Freifläche

Die ermittelten Potenziale für die einzelnen Gemeinden sind in Tabelle 3-7 zusammenfassend dargestellt. Sie beinhalten sowohl bestehende Nutzungen als auch zusätzliche erschließbare Potenziale.

Tabelle 3-7: Übersicht der PV-Freiflächen Potenziale (Energieportal Brandenburg)

Gemeinde	**PV-Freiflächen** (Randstreifen von Autobahnen und Bahnstrecken) **[MWh/a]**	**PV-Freiflächen** (Landwirtschaftliche Flächen, Bodenwertzahl <23) **[MWh/a]**	**Bestand 2023 [MWh/a]**
Stadt Altlandsberg	*4.560*	*34.960*	*3.314*
Fredersdorf-Vogelsdorf	*30.400*	*0*	*0,291*
Hoppegarten	*2.280*	*7.600*	*0,426*
Neuenhagen bei Berlin	*85.880*	*12.920*	*7.615*
Petershagen/Eggersdorf	*2.280*	*0*	*0,744*
Gesamt	***125.400***	***55.480***	***10.930***

Darüber hinaus befinden sich derzeit mehrere größere Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Entwicklungs- bzw. Planungsprozess. Hierzu zählen unter anderem ein Solarpark mit einer geplanten Fläche von rund 110 ha in Wesendahl, eine PV-Anlage mit etwa 84 ha in Gielsdorf sowie die geplante PV-Freiflächenanlage „Die fünf Ruthen“ mit einer Fläche von rund 14 ha im Bereich der Autobahnzufahrt Berlin-Marzahn (alle im Bereich der Gemeinde Stadt Altlandsberg).

Zusätzlich bestehen im Untersuchungsraum bereits größere Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Hierzu zählen insbesondere die Anlage am Umspannwerk an der A10 bei Neuenhagen bei Berlin sowie der Solarpark Neuenhagen (siehe Abbildung 3-13).

Photovoltaik – Dachflächen-Potenziale

Laut dem Energieportal Brandenburg sind in den Gemeinden derzeit Photovoltaikanlagen auf Dachflächen mit einer jährlichen Stromerzeugung von rund 34 GWh installiert. Demgegenüber steht ein deutlich höheres theoretisches Dachflächenpotenzial mit einer geschätzten jährlichen Stromerzeugung von etwa 715 GWh. Daraus ergibt sich, dass bislang lediglich ein vergleichsweise geringer Anteil des vorhandenen Potenzials ausgeschöpft wird und weiterhin erhebliche Ausbaupotenziale im Bereich der Dachflächen-Photovoltaik bestehen (siehe Tabelle 3-8).

Tabelle 3-8: PV-Potenzial auf Dachflächen (Energieportal Brandenburg)

Gemeinde	**PV-Dach** Potenzial **[MWh/a]**	**PV-Dach** „Gut geeignet + geeignet“ **[MWh/a]**	**Bestand 2023 [MWh/a]**
Stadt Altlandsberg	*115.258*	*94.512*	*6.718*
Fredersdorf-Vogelsdorf	*138.641*	*127.550*	*7.187*
Hoppegarten	*177.812*	*145.806*	*7.118*
Neuenhagen bei Berlin	*156.739*	*120.689*	*7.352*
Petershagen/Eggersdorf	*126.888*	*93.897*	*6.006*
Gesamt	**715.338**	**582.453**	**34.381**

3.11.2 Windenergie

Windenergieanlagen sind eine der vielversprechendsten Formen der erneuerbaren Energien und tragen einen großen Teil zur Erreichung der globalen Ziele für saubere Energie und Klimaschutz bei. Sie nutzen die natürlichen Bewegungen der Luftmassen in der Atmosphäre, um mechanische Energie in elektrische Energie umzuwandeln.

In der lokalen Wärmeplanung kann Windenergie eine bedeutende Rolle spielen. Der erzeugte Strom lässt sich zur Wärmeerzeugung nutzen, die dann in das kommunale Wärmenetz eingespeist werden kann. Dies kann entweder durch den Einsatz von Wärmepumpen geschehen oder durch die direkte Umwandlung von elektrischer in thermische Energie. Eine der großen Herausforderungen dabei ist die unregelmäßige Verfügbarkeit der Windenergie, was eine präzise Planung und Koordination erfordert. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Windenergie optimal genutzt wird und das Wärmenetz die zusätzliche Energie effizient aufnehmen kann.

Technische Anforderungen
Windenergieanlagen bestehen aus mehreren Hauptkomponenten, darunter dem Turm, den Rotorblättern, dem Getriebe und dem Generator. Sie entwickeln sich stetig weiter, sodass die Anlagen effizienter werden. Je höher die Nabenhöhe, und je größer die Rotorfläche, umso mehr Energie kann durch eine WEA erzeugt werden. Dazu müssen jedoch auch die notwendigen Windgeschwindigkeiten gegeben sein. Da die durchschnittlichen Windhöffigkeiten in steigender Höhe zunehmen, entwickeln sich die WEA auch immer weiter in die Höhe. Somit werden aktuell immer mehr Anlagen mit Gesamthöhen von bis zu 270 m genehmigt und errichtet.

Eine der größten Herausforderungen für die Errichtung von Windenergieanlagen stellt die räumliche Planung und Standortwahl dar. Windenergieanlagen benötigen Standorte mit starken und konstanten Windgeschwindigkeiten. Oftmals handelt es sich dabei um ländliche oder abgelegene Gebiete was den Transport und die Installation der Anlagen erschwert. Zudem stellen Windenergieanlagen emittierende bauliche Anlagen dar, welche Lärm und Schattenwurf verursachen. Demnach sind Anlagen ab 50 m stets unter den Voraussetzungen des Bundesimmissionsschutzes zu genehmigen. Das führt dazu, dass sie Mindestabstände zu beispielsweise Siedlungsflächen und ähnlichem einhalten müssen, um keine belastenden Auswirkungen hervorzurufen. Darüber hinaus können Anlagen nicht nur Auswirkungen auf den Menschen, sondern auch Tiere und lokale Ökosysteme haben, weshalb eine Planung grundsätzlich eine Umweltverträglichkeitsprüfung vorsieht.

Durch ihre raumwirksame Rolle stehen Windenergieanlagen unter den Vorgaben der Raumplanung. Einerseits müssen sie durch sorgfältige räumliche Planung in den landesplanerischen Kontext gebracht werden und andererseits dabei auch die optischen Auswirkungen auf das Landschaftsbild berücksichtigen. Auch weitere öffentliche Belange wie Flugsicherheit, Radar oder Erdbeben- und Wetterstationen müssen in der Planung berücksichtigt werden.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Anbindung von Windenergieanlagen an das Stromnetz oder Wärmenetz eine wesentliche Voraussetzung für die effektive Nutzung der erzeugten Energie ist. Dies kann jedoch insbesondere in Gebieten, die weit von bestehenden Netzinfrastrukturen, aufgrund der emittierenden Wirkung entfernt sind, eine Herausforderung darstellen. Trotz dieser Herausforderungen ist es unerlässlich, nachhaltige Lösungen zu finden, um die volle Kapazität der Windenergie zu nutzen und einen positiven Beitrag zur Energiewende zu leisten.

Räumliche Anforderungen
Die Ermittlung der Windenergiepotenziale erfolgt in der Regel auf Basis der Berücksichtigung unterschiedlicher flächenspezifischer Kriterien, die grundsätzlich nicht mit einer Errichtung einer Anlage vereinbar sind, oder die Errichtung deutlich erschweren.

Die Potenzialanalyse berücksichtigt insgesamt folgende Handlungsfelder als Ausschlusskriterien:

- Naturschutz
- Gewässerschutz
- Siedlungsräume
- Topographie
- Verkehrsinfrastrukturen

Windkraft-Potenzial
In der Gemeinde Stadt Altlandsberg besteht bereits ein Windpark mit einer Gesamtfläche von rund 375 ha, wobei das ausgewiesene Vorranggebiet eine Fläche von etwa 185 ha umfasst. Darüber hinaus befinden sich derzeit fünf Windenergieanlagen im Genehmigungsverfahren.

Der bestehende Windpark erstreckt sich im Bereich Wegendorf/Buchholz/Wesendahl und stellt einen Bestandteil der regionalen Energieversorgung dar.

Weitere Vorranggebiete für die Windenergienutzung bestehen im Untersuchungsgebiet derzeit nicht. Vor diesem Hintergrund wird eine vertiefte Untersuchung zusätzlicher Windkraftpotenziale im Rahmen der vorliegenden Analyse nicht weiterverfolgt.

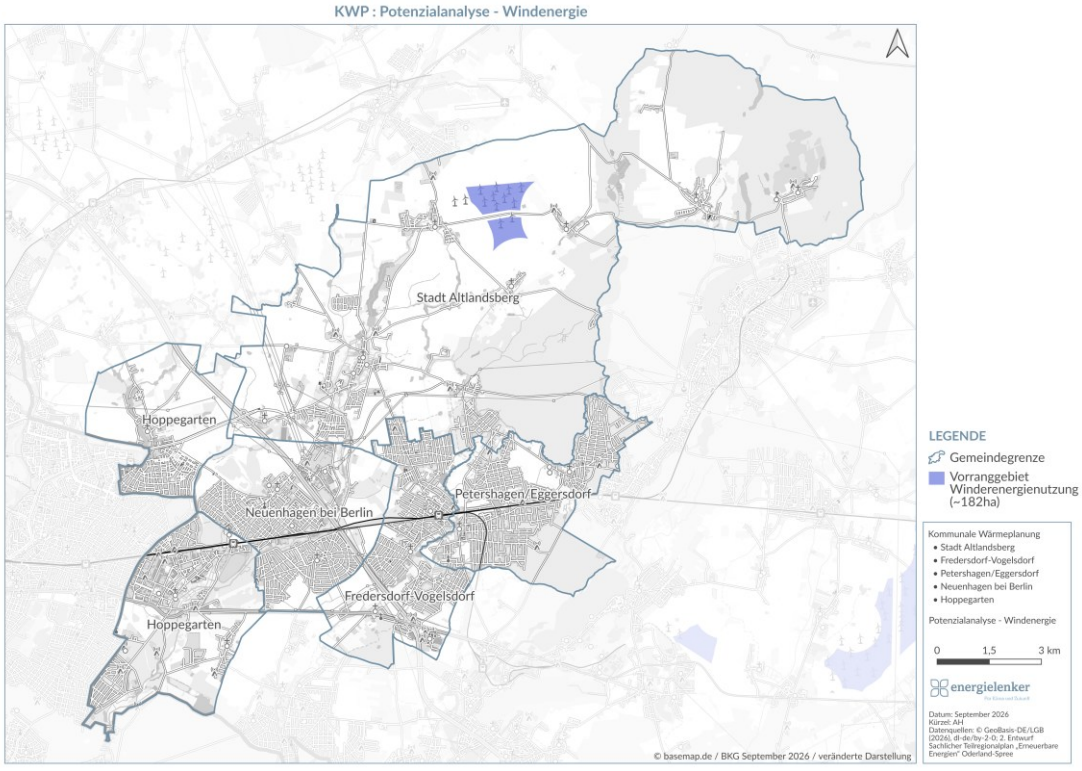


Abbildung 3-14 Windpotenzialflächen

3.12 Gegenüberstellung Potenziale zum Bedarf

Die folgende Tabelle 3-9 führt die im Zuge der Analyse ermittelten technischen Potenziale für den Ausbau von erneuerbaren Stromquellen sowie die Potenziale lokaler Wärmequellen auf. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass es durch mögliche Überschneidungen der Potenzialflächen zur Konkurrenz zwischen einzelnen Energieträgern untereinander als auch mit anderen Nutzungen der Flächen kommen kann. Es ist im Einzelfall zu bewerten, welche Fläche für welche Technologie oder Anwendung sinnvollerweise genutzt und ggf. kombiniert werden kann.

Tabelle 3-9: Überblick der Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung

Technologie	**Ø jährlicher Stromertrag**	**Ø jährlicher Wärmeertrag**
Geothermie		
Tiefengeothermie	-	*unbekannt*
Erdwärmesonden	-	*9.610 GWh/a*
Erdwärmekollektoren	-	*3.096 GWh/a*
Umweltwärme		
Flussthermie	-	*kein Potenzial*
Luftwärme	-	*„unbegrenzt“*
Abwärme		
Industrielle Abwärme	-	*> 9 GWh/a*
Abwasserwärme	-	*> 2,7 GWh/a*
Biomasse		*27 GWh/a*
Solarenergie		
Solarthermie	-	*1.336 GWh/a*
Photovoltaik - Dachfläche	*715 GWh/a*	-
Photovoltaik - Freifläche	*181 GWh/a*	-
Wasserstoff	*kein Potenzial*	*kein Potenzial*
Summen	***1.489 GWh/a***	***14.081 GWh/a***

Die Analyse zeigt, dass in allen fünf Gemeinden Potenziale für eine klimafreundliche Wärmeversorgung bestehen. Die oberflächennahen Geothermieoptionen (Erdwärmesonden und -kollektoren) bieten mit insgesamt 3.096 bis 9.610 GWh/a die größte und wetterunabhängige Wärmequelle.

Zur Einordnung der Potenziale sei noch einmal der Wärmebedarf mit 864 GWh in den fünf Gemeinden im Referenzjahr 2024 genannt. Die im Gebiet erschließbaren Potenziale sind dabei bei weitgehender Ausnutzung ausreichend, den Wärmebedarf im Bereich Raumwärme in den Gemeinden zu decken. Gleichzeitig besteht noch ein industrieller Prozesswärmebedarf von ca. 158 GWh/a. Diese Wärmemenge kann vor Ort nur über die Sektorenkopplung bereitgestellt werden.

4 Glossar

Baublock
Zusammengefasstes bebautes Gebiet, das als kleinste Einheit in der Wärmeplanung in Kartenwerken dargestellt wird. Ein Baublock umfasst mindestens fünf Gebäude oder Adressen.

Beplantes Gebiet
Das im Wärmeplan betrachtete Gebiet.

Biogas
Biogas gehört zu den erneuerbaren Energiequellen. Es ist ein brennbares Gasgemisch, hauptsächlich aus Methan und Kohlenstoffdioxid, welches bei der Vergärung von Biomasse entsteht. Es kann in Biogasanlagen gezielt hergestellt werden, in denen die natürlichen Faulungs- und Zersetzungsprozesse kontrolliert und effizient durchgeführt werden. Verwendet werden können Abfälle und nachwachsende Rohstoffe. Biogas kann dann als Brennstoff eingesetzt werden.

Biomasse
Biomasse im Allgemeinen bezeichnet die Gesamtheit aller lebenden, toten und zersetzten Organismen eines Lebensraums. Sie enthält durch Photosynthese aufgenommene Sonnenenergie, welche durch Verbrennung oder Verrotten freigesetzt und gewonnen werden kann. Im Kontext der Wärmeplanung alle für energetische Zwecke anwendbare nachwachsende organische Materialien im beplanten Gebiet.

Biomethan
Biomethan ist ein erneuerbarer Energieträger, der durch die Aufbereitung von Biogas entsteht. Es wird aus organischen Stoffen wie Pflanzenresten, Gülle oder Bioabfällen gewonnen. Nach der Reinigung enthält es fast reines Methan und kann wie Erdgas zum Heizen, zur Stromerzeugung oder als Kraftstoff genutzt werden. Da es aus nachwachsenden Rohstoffen stammt, gilt Biomethan als klimafreundlich und CO_2-neutral.

Dezentrale Wärmeversorgung
Bezeichnung für ein beplantes Teilgebiet welches aktuell oder zukünftig nicht durch Wärmenetz oder Gasnetz versorgt werden soll. Für den Hauseigentümer gibt es in der Regel keine konkrete Empfehlung der Versorgungsoption. In dem Gebiet können sich auch einzelne Objektwärmenetze oder lokale leitungsgebundene Versorgungen befinden.

Erdgas
Erdgas ist ein durch den Abbau von Biomasse (überwiegend Algen) über Jahrtausende natürlich entstandener, fossiler Energieträger. Es kann zur Wärmeerzeugung z. B. in Einzelgebäuden in Heizungen oder in Heizwerken bzw. Heizkraftwerken zum Betrieb von Wärmenetzen zum Einsatz kommen. Bei einem Gas-und-Dampf-Kraftwerk (GuD-Kraftwerk) liegt der Wirkungsgrad typischerweise etwas über 60 %, bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) kann der Wirkungsgrad der Anlage auf etwa 85 % erhöht werden.

Erdwärmekollektoren
Erdwärmekollektoren werden in 80-160 cm Tiefe horizontal verlegt. In den Kollektoren befindet sich eine Wärmeträgerflüssigkeit, die die von Regen und Sonne ins Erdreich eingebrachte Wärme aufnimmt und der Wärmepumpe zuführt. Nachdem die Wärmepumpen die Temperatur der Erdwärme erhöht hat, wird diese zum Heizen des Gebäudes und für die Warmwasserbereitung genutzt.

Erdwärmesonden
Erdwärmesonden werden in senkrechten Bohrungen mit einer Tiefe von wenigen Metern bis zu 100 Metern installiert. Im Sondenkreislauf zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit, die die im Untergrund gespeicherte Wärme aufnimmt. Über eine Wärmepumpe wird die Temperatur weiter erhöht und die so gewonnene Wärme zum Heizen und für die Warmwasserbereitung verwendet.

Gebäudesanierung
Im Vordergrund der energetischen Sanierung steht die Verringerung der Wärmeverluste über das Dach, die Außenwände, Fenster, Türen und den Boden. Die energetische Gebäudesanierung hilft dabei, einerseits den Energiebedarf insgesamt und andererseits das notwendige Temperaturniveau abzusenken. Die serielle Sanierung, bei der neue Gebäudeteile mittels industrieller Verfahren (3D-Aufmaß, Vorfertigung von Wand- und Dachelementen) hergestellt werden, kann bei gleichartigen Gebäuden die Geschwindigkeit deutlich erhöhen.

Geothermie
Benennt die Nutzung der Wärmeenergie unterhalb der Erdoberfläche. Bei der Tiefengeothermie (ab 400 Meter Tiefe) wird Energie aus dem Erdinneren zur Strom-, Wärme- oder Kältegewinnung genutzt. Die Tiefengeothermie wird in hydrothermale und petrothermale Geothermie unterschieden. Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Energie, welche in den obersten Erdschichten oder dem Grundwasser gespeichert ist. Auch die hier herrschenden, relativ geringen Temperaturen lassen sich auf verschiedene Arten nutzen. Sie können je nach Temperatur und Bedarf sowohl zur Bereitstellung von Wärme und zur Erzeugung von Klimakälte als auch zur Speicherung von Energie dienen. Um die vorhandene Energie im flachen Untergrund nutzen zu können, werden Wärmepumpen, Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden eingesetzt.

Industrielle Abwärme
Abwärme, die bei industriellen Prozessen als Nebenprodukt anfällt, wird häufig ungenutzt an die Umgebung abgegeben. Sie kann jedoch durch Wärmerückgewinnung nutzbar gemacht werden, sodass an anderer Stelle weniger Wärme erzeugt werden muss und Energie gespart werden kann.

Jahresarbeitszahl
Wärmepumpen erlauben durch den Einsatz einer Wärmequelle und einer Hilfsenergie eine Anhebung (Wärmebereitstellung) oder auch Absenkung der Temperatur (Kühlschrank, Klimaanlage). Die aufgewandte Hilfsenergie (in der Regel Strom) ist dabei kleiner als die bereitgestellte Nutzenergie. Die durchschnittlich als Nutzenergie im Gebäude über das Jahr bereitgestellte Energie im Verhältnis zum Hilfsenergieeinsatz wird als Jahresarbeitszahl bezeichnet. Eine Jahresarbeitszahl von 3 bedeutet dabei, dass die 3-fache Menge der Hilfsenergie als Nutzenergie bereitgestellt wird.

Kilowattstunde [kWh]
Einheit zur Messung von Energiemengen. Dabei entspricht eine Wattstunde [1 Wh] ca. 3,6 Kilojoule [kJ]. 1.000 Wh sind eine Kilowattstunde [1 kWh] und 1.000 kWh sind eine Megawattstunde [1 MWh]. Ein typischer Drei-Personen-Haushalt verbraucht etwa 3.500 Kilowattstunden Strom im Jahr. Eine Kilowattstunde Strom reicht aus, um beispielsweise 15 Stunden Radio zu hören, eine Maschine Wäsche zu waschen oder Mittagessen für vier Personen zu kochen.

Kollektor
Ein Kollektor ist hier eine Vorrichtung zur Sammlung von Energie. Im Bereich der erneuerbaren Energien gibt es Sonnenkollektoren und Erdwärmekollektoren. Die von Kollektoren „eingesammelte“ Energie heizt ein Übertragungsmedium (z. B. Wasser) auf, über das die Energie transportiert wird.

„No Regret“ – Maßnahmen
„No Regret“ – Maßnahmen in der Wärmeplanung sind Strategien und Investitionen, die unabhängig von zukünftigen Entwicklungen und Unsicherheiten als sinnvoll und vorteilhaft gelten, wie z. B. Energieeffizienzsteigerungen, Nutzung erneuerbarer Energien, Optimierung der Wärmeverteilung, Energieberatung. Diese Maßnahmen sind in der Regel kosteneffizient und tragen zur langfristigen Sicherung der Energieversorgung sowie zur Erreichung der Klimaziele bei.

Nutzenergie
Nutzenergie ist die vom Endverbraucher tatsächlich genutzte Energie. Sie ist ein Teil der Endenergie, welche dem Verbraucher zur Verfügung gestellt wird und umfasst z.B. die für die Wärme im Gebäude verbleibende Energie nach Wirkungsgradverlusten.

Peakleistung [kWp]
Die Nennleistung von Photovoltaikanlagen wird in kWp (Kilowattpeak) angegeben. Dabei bezieht sich „peak“ (engl. Höchstwert, Spitze) auf die Leistung, die unter internationalen Standard-Testbedingungen erzielt wird. Dieses Vorgehen dient zur Normierung und zum Vergleich verschiedener Solarmodule.

Photovoltaik
Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie. Bei der Photovoltaik wird in Solarzellen durch einfallendes Licht (Photonen) ein elektrisches Feld erzeugt. Elektronen können über elektrische Leiter abfließen. Der Strom kann direkt verwendet werden oder in das Stromnetz eingespeist werden.

Primärenergie
Primärenergie bezeichnet die Energie bzw. die Energieträger, die mit den ursprünglich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung stehen. Beispiele sind Erdgas oder Heizöl, die in ihrer Ursprungsform als Energieträger zur Verfügung stehen.

Prüfgebiet
Gebiet, für das noch keine abschließende Aussage über voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet getroffen werden kann, da Umstände nicht ausreichend bekannt sind.

Potenzialanalyse
Die Potenzialanalyse ist eine Untersuchung der vorhandene Potenziale und Defizite zur Bereitstellung von Wärme im beplanten Gebiet, um im Nachhinein Maßnahmen zur Förderung der Potenziale zu ergreifen. Sie umfasst auch eine Erfassung der vorhandenen Infrastruktur.

Prozesswärme
Prozesswärme umfasst die thermische Energie, die für technische Verfahren in der Industrie, Gewerbe, Dienstleistungssektor oder Handwerk benötigt wird, zum Beispiel beim Schmelzen, Glühen, Trocknen etc.

Quartier
Ein Quartier bezeichnet ein begrenztes geografisches Gebiet. Es besteht aus mehreren flächenmäßig zusammenhängenden privaten und/oder öffentlichen Gebäuden, einschließlich

öffentlicher Infrastruktur. Das Quartier ist in der Regel eine räumliche Ebene unterhalb der Stadtteilgröße. Es kann auch ein, im Rahmen der Städtebauförderung ausgewiesenes Gebiet sein. Ein Quartier kann ein Wohnviertel, ein Geschäftsviertel, ein historisches Viertel oder ein gemischtes Nutzungsviertel sein. Die Gebäudetypologie eines Quartiers muss nicht einheitlich gegeben sein und kann demnach aus Bestandsgebäuden oder aus einer Mischung von Neubauten und Bestandsgebäuden bestehen.

Regenerative Energien
Regenerative Energien, auch erneuerbare Energien genannt, werden, wie der Name schon besagt, aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen. Diese stehen zeitlich unbegrenzt zur Verfügung, da sie nicht verbraucht werden. Das Gegenteil davon sind fossile Energieträger, wie Kohle, Erdöl und Erdgas, die bezogen auf die aktuellen Nutzungsraten endlich sind. Beispiele für regenerative Energien sind Windenergie, Sonnenenergie, Wasserkraft, Geothermie und Bioenergie.

Sanierung
Instandsetzung bzw. modernisierende Umgestaltung durch Renovierung, im Kontext der Wärmeplanung vor allem mit dem Ziel der langfristigen Verringerung der Wärmeverluste des Gebäudes.

Sanierungsfahrplan
Ein Sanierungsfahrplan ist ein detaillierter Aktionsplan, der die Schritte und Maßnahmen zur energetischen Sanierung eines Gebäudes festlegt.

Solaratlas
Der Solaratlas, auch Solarkataster genannt, ist eine in Karten und Luftbildern dargestellte Datensammlung von für die Sonnenenergie, sowohl Solarthermie als auch Photovoltaik, geeigneten Flächen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Dachflächen. Es werden zur Prüfung der Eignung u.a. die Ausrichtung nach Himmelsrichtung, die Neigung und die mögliche Verschattung der Dächer betrachtet.

Solarthermie
Bei der Solarthermie wird Wärme durch Sonnenenergie gewonnen. Dafür werden meist Sonnenkollektoren verwendet (s. Kollektoren).

Sonnenenergie
Sonnenenergie oder Solarenergie ist eine erneuerbare Energiequelle. Energie, die die Sonne in Form von Strahlung aussendet, wird für technische Zwecke verfügbar gemacht. Photovoltaik-Anlagen und Wärmekollektoren können diese Form der Energie in Strom und Heizwärme umwandeln.

Teilgebiet (beplantes)
Ist ein Teil des beplanten Gebiets, welches aus mehreren Baublöcken etc. bestehen kann und für eine effiziente Beschreibung des kommunalen Gebietes eingeführt wird. Es beinhaltet nicht die Wertung der Versorgungart.

Umweltwärme
Umweltwärme ist die Umgebungswärme aus Boden, Gewässern oder Luft und kann als Wärmequellen für Wärmepumpen genutzt werden. Sonnenenergie ist die Hauptquelle für die Entstehung von Umweltwärme.

Voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet
Teilgebiet mit Wertung der Versorgungsart, dies kann ein Wärmenetzgebiet, Wasserstoffgebiet, dezentrales Gebiet oder Prüfgebiet sein.

Wärmebedarf
Der Wärmebedarf beschreibt den typischen Energiebedarf zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser in Gebäuden und ist so ein Maß für die energetische Qualität eines Gebäudes. Der Wärmebedarf ist weitgehend unabhängig vom Temperaturverlauf eines einzelnen Jahres sowie dem Nutzerverhalten.

Wärmedichte
Die Wärmedichte ist der Wärmebedarf bezogen auf eine Gebietsfläche und ist eine Kennzahl zur Erstbeurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Netzes der Nahwärme oder Fernwärme. Die Wärmedichte kann eine spezifische Leistungsgröße oder eine spezifische Energieverbrauchsgröße sein.

Wärmeliniendichte
Die Wärmeliniendichte beschreibt den Quotienten aus der in der Wärmeleitung transportierten Wärmemenge zur Versorgung aller dort angeschlossenen Gebäude und der Länge dieser entsprechenden Leitung.

Wärmenetz
Wärmenetze dienen dem Transport von Wärmeenergie zwischen Wärmequellen und Wärmesenken. Unterschieden wird zwischen Nah- und Fernwärmenetzen und zwischen Netzen verschiedener Temperaturniveaus. Je weniger weit Wärme transportiert werden muss, je niedriger die Temperatur liegt und je besser die Isolierung der Rohrleitungen des Wärmenetzes ist, desto effizienter geschieht der Wärmetransport.

Wärmenetzgebiet
Beplantes Teilgebiet mit bestehendem oder geplantem Wärmenetz, hier erfolgt noch einmal eine Einteilung in Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbaugebiet oder Wärmenetzneubaugebiet.

Wärmenetzverdichtungsgebiet
Beplante Teilgebiete mit bestehenden Wärmenetzen, der Anschluss an das Wärmenetz kann zumeist ohne Ausbau des Wärmenetzes erfolgen.

Wärmenetzausbaugebiet
Beplantes Teilgebiet mit Wärmenetz im Teilgebiet oder angrenzend, der Anschluss an Wärmeleitungen erfordert den Neubau von Wärmenetztrassen.

Wärmenetzneubaugebiet
Hier wird erstmalig ein Wärmenetz inklusive Heizzentrale oder Wärme(kraft)werk aufgebaut.

Wärmepumpe
Eine Wärmepumpe hebt die natürliche Wärme in ihrer Umgebung (z. B. aus dem Erdreich, Grundwasser oder aus der Luft) auf ein höheres Temperaturniveau. Sie nutzt dazu den Effekt, dass sich Gase unter Druck erwärmen (wie z. B. bei einer Fahrrad-Luftpumpe). Wärme aus dem Erdreich: Erdwärmepumpe; Wärme aus der Luft: Luftwärmepumpe

Wärmespeicher
Wärmespeicher dienen der saisonalen oder kürzeren Speicherung von überschüssiger Wärme, um eine Ungleichzeitigkeit von Angebot und Nachfrage auszugleichen.

Wasserstoff
Wasserstoff (H_2) ist ein sehr universeller Energieträger, der sowohl stofflich in der chemischen Industrie als auch energetisch genutzt werden kann. Die Speicherung von Wasserstoff ist aufwendiger als die von Methan, da Wasserstoff leichter Barrieren durchdringt. Wasserstoff kann sowohl in geeigneten Netzen transportiert als auch dem Erdgasnetz zugemischt werden.

Klimaneutral hergestellt wird Wasserstoff z. B. aus Wasser mittels Elektrolyse durch erneuerbaren Strom.

Wasserstoffnetzgebiet
Beplantes Teilgebiet mit bestehendem oder geplantem Wasserstoffnetz zur Bereitstellung von Wärme.

Windeignungsgebiet
Ein Gebiet, in dem durch die Raumplanung oder einen Bebauungsplan die Errichtung von Windkraftanlagen vorgesehen ist, wird als Windeignungsgebiet bezeichnet. Weitere typische Begriffe sind Windvorranggebiet, Windenergiegebiet oder Vorranggebiet Windenergie.

Windkraft/ Windenergie
Die Windenergie ist eine erneuerbare Energiequelle. Dafür wird die Bewegungsenergie des Windes für technische Zwecke verfügbar gemacht. Dieses Prinzip wird bereits seit dem Altertum bei den Getreidewindmühlen genutzt. Heutzutage wird die Bewegungsenergie des Windes in Strom umgewandelt.

Wirkungsgrad
Verhältnis von Energieeinsatz und erhaltener Wirk- bzw. Nutzenergie (z. B. Strom oder Wärme). Der Gesamtwirkungsgrad von Anlagen zur Stromproduktion setzt sich zusammen aus dem elektrischen und dem thermischen Wirkungsgrad. So kann man den Wirkungsgrad erhöhen, indem man auch die Wärme, die bei der Stromerzeugung entsteht, nutzt.

5 Literaturverzeichnis

AG Energiebilanzen e.V. (13. März 2024). *Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland*. Von Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB_22p2_rev-1.pdf abgerufen

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. (25.06.2024). *Energieatlas Bayern*. Von https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?c=677751,5422939&z=7&l=atkis&t=energie abgerufen

BDI, B. d. (2021). *Klimapfade 2.0. Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft*. Boston Consulting Group. Abgerufen am 02. 04 2024

Deutscher Wetterdienst. (2023). *Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsausweise*. Von https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html#:~:text=Witterungsbereinigung%20mit%20Klimafaktoren,je%20gr%C3%B6%C3%9Fer%20der%20Klimafaktor%20ist. abgerufen

EnergiePortal Brandenburg. (2025). *energieportal-brandenburg.de*. Von https://energieportal-brandenburg.de/cms/inhalte/daten/statistiken/photovoltaikanlagen abgerufen

Energieportal Brandenburg. (2026). *Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH (WFBB)*. Von https://energieportal-brandenburg.de/cms/inhalte/daten/statistiken/erneuerbare-waermeerzeugungsanlagen abgerufen

FNB Gas. (30.10.2025). *Wasserstoffkernnetz*. Abgerufen am 30.10.2025 von https://fnb-gas.de/wasserstofftransport/wasserstoff-kernnetz/

Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., & Reinhard, C. (2019). *BISKO - Bilanzierungs-Systematik Kommunal - Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu).

ifeu. (2016:3). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: ifeu.

ifeu. (2025). *TREMOD*. Von https://www.ifeu.de/methoden-tools/modelle/tremod abgerufen

ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI. (Juni 2024). Leitfaden Wärmeplanung. *Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*. (B. BMWK, Hrsg.) Abgerufen Juni 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Leitfaden_Waermeplanung_final_web.pdf

ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI. (Juni 2024). *Leitfaden Wärmeplanung*. (B. BMWK, Herausgeber) Abgerufen am Juni 2024 von https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/leitfaden-waermeplanung-lang.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Institut, H. (09 2024). *www.hamburg-institut.com*. Von https://www.hamburg-institut.com/wp-content/uploads/2021/07/Planungsleitfaden_Freiflaechen-Solarthermie.pdf abgerufen

KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. (8. März 2024). *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung*. Von https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog#c7393-content-4 abgerufen

Klima-Bündnis e.V. (2022). *Klimaschutz-Planer*. Von https://www.klimaschutz-planer.de/index.php abgerufen

klimaschutz-planer. (2025). Von https://www.klimaschutz-planer.de abgerufen

KWW-Halle. (2024). Von https://www.kww-halle.de/service/infothek/literatur-und-leitfaeden abgerufen

LBGR Brandenburg. (kein Datum). *GeoPortal.* Von https://geo.brandenburg.de/ abgerufen

LfU Geothermie. (2025). Von Bayerisches Landesamt für Umwelt: https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/index.htm abgerufen

Nesselhauf, Lea; Fischer, Corinna; Müller, Simon; Godron, Philipp; Huneke, Fabian; Koch, Mathias; Wauer, Niels; Weiß, Uta; Metz, Julia; Münnich, Paul; Brizay, Arnaud; Chemnitz, Christine; Klümper, Wilhelm; Elmer, Carl-Friedrich; Vieweg, Marion; Wietschel, Johanna;. (2024). *Klimaneutrales Deutschland 2045*. Agora Think Tanks. Von https://www.agora-energiewende.de/publikationen/klimaneutrales-deutschland-studie abgerufen

Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbh; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. (Juni 2024). Technikkatalog Wärmeplanung. (B. f. (BMWK), & B. f. (BMWSB), Hrsg.) Abgerufen am 10. 07 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Juni2024.xlsx

Prognos AG; ifeu. (Juni 2024). Technikkatalog Wärmeplanung. *Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbh; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI*. (B. f. (BMWK), & B. f. (BMWSB), Hrsg.) Abgerufen am 10.07.2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Juni2024.xlsx

6 Anhang

Anhang 1 – Ergebnisse Stadt Altlandsberg

Anhang 2 – Ergebnisse Fredersdorf-Vogelsdorf

Anhang 3 – Ergebnisse Hoppegarten

Anhang 4 – Ergebnisse Neuenhagen bei Berlin

Anhang 5 – Ergebnisse Petershagen/Eggersdorf