



STADT BERGNEUSTADT



Projektabschlussbericht

# Kommunale Wärmeplanung

## Stadt Bergneustadt

# **Impressum**

## **Kommunale Wärmeplanung Stadt Bergneustadt**

Auftraggeber: Stadt Bergneustadt, Kölner Straße 256, 51702 Bergneustadt

Durchgeführt durch die BMU Energy Consulting GmbH

### **Autoren**

Dr.-Ing Michael Becker

Jöran Schirmer

### **Anschrift**

BMU Energy Consulting GmbH

Lise-Meitner-Straße 1-13

42119 Wuppertal

E-Mail: [info@bmu-energy-consulting.de](mailto:info@bmu-energy-consulting.de)

Webseite: <https://bmu-energy-consulting.de/>

### **Datum**

November 2025

### **Bildnachweis**

Logo Stadt Bergneustadt: <https://www.bergneustadt.de/>

Titelbild: Carsten Eschenhorn, Stadt Bergneustadt

### **Gender-Hinweis:**

Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich auf alle Geschlechter.



## Inhalt

Impressum.....	2
Inhalt.....	3
Vorwort.....	6
Zusammenfassung .....	7
Abkürzungsverzeichnis.....	9
1 Einleitung.....	10
2 Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung .....	12
2.1 Projektablauf.....	12
2.2 Verbindlichkeit der kommunalen Wärmeplanung .....	12
2.3 Aufgaben und Nutzen der kommunalen Wärmeplanung?.....	13
2.4 Methode und Konzept „digitaler Zwilling“ .....	14
2.5 Datenschutz.....	15
2.6 Gesetzliche Anforderungen.....	15
2.7 Energiebedarf in Deutschland.....	25
2.8 Detaillierte Analyse des Wärmbedarfes.....	26
2.9 Sanierung .....	32
2.10 EE-Technologien zur Wärmeerzeugung.....	40
2.11 Wärmenetze .....	51
2.12 Wirtschaftlichkeitsgrundlagen.....	53
3 Bestandsanalyse.....	58
3.1 Allgemeines .....	58
3.2 Datengrundlage .....	58
3.3 Vorprüfung .....	58
3.4 Allgemeine Informationen.....	59
3.5 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren.....	65
3.6 Anzahl dezentraler Erzeuger .....	74
3.7 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher .....	80
3.8 Anteil der Erneuerbaren Energien.....	83
3.9 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren.....	84
4 Potenzialanalyse.....	88
4.1 Allgemeines .....	88



4.2	Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung.....	88
4.3	Schutzgebiete .....	89
4.4	Solare Potenziale.....	91
4.5	Abwasser und Kläranlagen .....	93
4.6	Gewässer.....	95
4.7	Biomasse.....	97
4.8	Geothermie.....	98
4.9	Industrielle Abwärme.....	101
4.10	Wärme- und Gasspeicher.....	102
4.11	Anlagen zur Wasserstofferzeugung bzw. synthetische Gase.....	102
4.12	Luft-Wasser-Wärmepumpenanlagen .....	102
4.13	Windkraftanlagen.....	104
4.14	Energieeinsparungen durch Sanierung.....	105
4.15	Zusammenfassung der Potenziale.....	110
5	Entwicklung der Zielszenarien.....	111
5.1	Allgemeines.....	111
5.2	Technologiewechsel und Versorgungsoptionen.....	111
5.3	Technologieeignung .....	114
5.4	Ergebnisse der Szenarien .....	119
6	Strategie und Maßnahmenkatalog.....	128
6.1	Wärmenetzmachbarkeitsstudie .....	129
6.2	Stromnetzplanung .....	130
6.3	Gasnetzstrategie .....	131
6.4	Energieleitplanung.....	132
6.5	Integrierte Tiefbauplanung.....	133
6.6	Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung.....	134
6.7	Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung.....	135
6.8	Lokale Leuchtturmprojekte der Kommune.....	136
6.9	Eignungsprüfung für Freiflächensolaranlagen .....	137
6.10	Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen, Verkehrsinfrastruktur und kommunalen Gebäuden.....	138
6.11	Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Wärmebedarfsreduktion kommunaler Liegenschaften und Umsetzung.....	139



6.12	Weiterführen von Informationsveranstaltungen zum Thema Gebäudesanierungen für Bürgerinnen und Bürger.....	140
6.13	Aktionen und Angebote durch lokalen Energieversorger (und/oder Handwerk) für Heizungen.....	141
6.14	Digitale Bürgerinformation über die Wärmewende.....	142
7	Verstetigungskonzept.....	143
7.1	Aufgaben der Akteure .....	143
7.2	Maßnahmen zur Verstetigung.....	144
8	Controllingkonzept.....	145
8.1	Akteursübergreifende Aufgaben.....	146
8.2	Akteurspezifische Aufgaben im Controlling-Prozess .....	147
8.3	Maßnahmen zur Implementierung des Controlling-Konzepts .....	148
9	Hinweise zu nachfolgenden Umsetzungsplanungen und Umsetzungsmaßnahmen .....	149
10	Beteiligung und Kommunikation.....	150
10.1	Einrichtung einer Projektwebseite .....	150
10.2	Kommunikation über E-Mail .....	150
10.3	Bürgerveranstaltung.....	150
10.4	Stellungnahmen.....	151
11	Literaturverzeichnis .....	152
12	Abbildungsverzeichnis .....	155
13	Tabellenverzeichnis .....	158



## Vorwort

Der Anteil Erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs betrug im Jahr 2022 in Deutschland etwa 15 Prozent. Um die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen, muss ihre Nutzung im Wärmebereich ausgebaut werden.

Im Zuge des Klimaschutzkonzeptes fand am 23.08.2022 der Workshop „Sanierung & Wärmeplanung“ im Sitzungssaal des Rathauses statt. Hierbei ging es um die Themen: Status Quo, Rechtliche Rahmenbedingungen, Potenziale und kommunale Wärmeplanung.

Eine strategische Wärmeplanung bietet eine sehr gute Grundlage für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und die Entwicklung von dezentralen und zentralen Wärmeversorgungssystemen auf Basis Erneuerbarer Energien. Zu den Bestandteilen der Wärmeplanung gehören die Erfassung des Status quo, die Ermittlung von Potenzialen verschiedener Energieträger, die Erarbeitung eines Zielpfades und entsprechende Maßnahmen. Sie bildet die Planungsgrundlage für eine effiziente, wirtschaftliche und effektive Umgestaltung der Wärmeversorgung im Sinne der Klimaneutralität.



## Zusammenfassung

Die Wärmewende ist eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung. Die kommunale Wärmeplanung ist die notwendige Umsetzung des Wärmeplanungsgesetzes und dient als Planungsgrundlage für die Kommune Bergneustadt zur Transformation des Wärmesektors. Von den etablierten öl- und gasbasierten Heizungen hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu gelangen, ist eine große Herausforderung. Für Bergneustadt bedeutet das insbesondere die gasbasierten Heizungen in den urbanen Teilen der Kommune bzw. ölbasierten Heizungen in den eher ländlich geprägten Regionen zu ersetzen. Gas und Öl machen kumuliert 88 % der Wärmeversorgung in Bergneustadt aus. Weitere erneuerbare Optionen, wie Strom und Umweltwärme sowie Biomasse decken im Status quo zusammen nur 11 % des Wärmebedarfs.

Um eine klimaneutrale Wärmeversorgung aufzubauen, sind die Optionen begrenzt. Insbesondere elektrische Wärmepumpen und klimaneutrale Wärmenetze sind zukünftig die vielversprechendsten Versorgungsarten in Deutschland. Biomasse als ergänzende Lösung und Wasserstoff bei entsprechender Verfügbarkeit können Teil der Lösung sein, werden aber in Deutschland und auch in der Stadt Bergneustadt, insbesondere aufgrund der Verfügbarkeit, keine elementaren Bausteine der klimaneutralen Wärmeversorgung sein. In einem Großteil des Stadtgebiets stellen die Platzverfügbarkeit für Außengeräte und deren Schallemissionen bei modernen Luft-Wasser-Wärmepumpen in Bergneustadt keine Restriktion dar. Knapp 95 % aller Gebäude sind aus Sicht der Schallemissionen grundsätzlich nach einer Sanierung für Luft-Wasser-Wärmepumpen geeignet.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb eines neu zu bauenden Wärmenetzes ist eine entsprechend hohe Wärmebedarfsdichte notwendig. Gemäß des Wärmeabsatzes sind viele Gebiete für Wärmenetze geeignet. Auf der Seite der Wärmequellen bestehen jedoch nur begrenzte Möglichkeiten, um die Netze klimaneutral zu betreiben. In der unmittelbaren Umgebung dicht bebauter Gebiete gibt es nur wenige Freiflächen, die für die Errichtung von Solarthermieanlagen, Erdsonden oder zentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen genutzt werden könnten. Die Kläranlage weist ein theoretisches Potenzial von maximal 16 GWh auf, womit lediglich ein kleiner Bereich von Bergneustadt versorgt werden könnte. Auch Biomasse stellt grundsätzlich eine erneuerbare Option für Wärmenetze dar, die lokalen Ressourcen sind in Bergneustadt jedoch nahezu vollständig ausgeschöpft.

Wasserstoff soll in Deutschland aus volkswirtschaftlicher Sicht vor allem im Industrie- und Schwerlastmobilitätssektor eingesetzt werden. Eine Nutzung im Wärmesektor ist daher nur unter günstigen lokalen Voraussetzungen vorgesehen. Bergneustadt liegt nach aktuellem Stand nicht direkt am geplanten Wasserstoffkernnetz und weist nur eine geringe industrielle Prägung auf, sodass der Einsatz von Wasserstoff als Brennstoff für die Wärmeversorgung als sehr unwahrscheinlich eingeschätzt wird.

Auf Basis der Erkenntnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Identifikation der Eignungsgebiete für dezentrale Wärmepumpen und klimaneutrale Wärmenetze wurde ein Szenario für die Transformation des Wärmesektors aufgestellt. Das Szenario berücksichtigt den Neubau von einem Wärmenetz in der Altstadt von Bergneustadt. Im Zieljahr 2045 deckt dieses Wärmenetz dann etwa 1,5 % des Wärmebedarf. Der Rest der zukünftigen Wärmeversorgung wird insbesondere über dezentrale Stromheizungen (insb. Luft-Wasser-Wärmepumpen) bereitgestellt. 91 % des Wärmebedarfs entfallen auf diese strombasierten Heizungen. Auch Biomasse (Holzpellets, Hackschnitzel oder



Scheitholz) wird mit 7 % eine Teillösung darstellen. Es kann zusammengefasst werden, dass in Bergneustadt die dezentrale Wärmeversorgung die wichtigste Lösungsoption darstellen wird. Neben dem Wechsel auf eine klimaneutrale Heizung spielt auch die Wärmebedarfsreduktion durch Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen eine wichtige Rolle in der Dekarbonisierung des Wärmesektors. Für Bergneustadt konnte ein Sanierungspotenzial von 38 % bezogen auf den Wärmebedarf identifiziert werden.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden verschiedene Maßnahmen identifiziert, welche notwendig sind, um die Transformation des Wärmesektors in Bergneustadt in Richtung der Klimaneutralität voranzutreiben. Ein entscheidender Anteil der Herausforderung dieser Transformation erfolgt auf infrastruktureller Seite. Dem Gasnetzbetreiber wird die Erarbeitung der Gasnetzstrategie empfohlen, welche aufzeigen soll, wie eine potenzielle Stilllegung des Erdgasnetzes umgesetzt werden kann und ob es alternative Lösungsansätze (zum Beispiel Teilumstellung auf klimaneutrale Gase) gibt. Aufgrund des Zubaus strombasierter Heizungen (insb. Wärmepumpen) wird empfohlen, dass der aktuelle Planungsstand des Stromnetzbetreibers für Bergneustadt im Kontext der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung überprüft wird und je nach Erkenntnis eine Zielnetzplanung für die Stromnetze durchzuführen. Auch die gemeinsame Betrachtung der einzelnen Sparten mittels einer Energieleitplanung und einer integrierten Tiefbauplanung ist von Vorteil für die Transformation und Bedarf einer Koordination. Der Wärmeplan sollte zudem in die Bauleitplanung integriert und muss spätestens nach fünf Jahren aktualisiert werden.

Ein weiterer Teil der Maßnahmen betrifft die Kommune selbst. Dabei stehen die digitale Bürgerinformation über die Wärmewende (z.B. über die Webseite) sowie Informationsveranstaltungen mit den Bürgerinnen und Bürgern und Stakeholdern im Vordergrund, um die Bevölkerung mit wertvollen Informationen und einem transparenten Austausch zu unterstützen. Für die Motivation der Bürgerinnen und Bürger an der Transformation teilzuhaben, sind des Weiteren lokale Leuchtturmprojekte der Kommune sowie die Entwicklung und Umsetzung einer Gesamtstrategie zur Wärmebedarfsreduktion kommunaler Liegenschaften von Bedeutung. Zuletzt sollten in Kooperation mit den Energieversorgern Eignungsprüfungen für Freiflächensolaranlagen und der Ausbau von Photovoltaikanlagen stattfinden.



## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH4	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CO2KostAufG	Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz
COP	Coefficient of Performance
DDR	Deutsche Demokratische Republik
EE	Erneuerbare Energien
EEWärmeG	Erneuerbare Energien-Wärmegesetz
EnEV	Energiesparverordnung
EnEG	Energieeinspargesetz
EPBD	EU-Gebäuderichtlinie
EPS	Polystyrol
EU	Europäische Union
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KSG	Klimaschutzgesetz
LANUK	Landesamt für Natur- Umwelt und Klima NRW
LWPG	Landeswärmeplanungsgesetz NRW
NRW	Nordrhein-Westfalen
PUR	Polyurethan
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaik-Thermisch
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
THG	Treibhausgas
VZ	Verbraucherzentrale
WE	Wohneinheit
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSchV	Wärmeschutzverordnung



## 1 Einleitung

Kommunen in Deutschland sind seit Anfang 2024 zur Erstellung und Weiterschreibung kommunaler Wärmepläne verpflichtet. Mit dem Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG) wird den Bundesländern die Aufgabe der Durchführung einer Wärmeplanung für ihr Hoheitsgebiet verpflichtend auferlegt. Die Länder werden diese Pflicht auf Rechtsträger innerhalb ihres Hoheitsgebiets bzw. auf eine zuständige Verwaltungseinheit übertragen.<sup>1</sup> In Nordrhein-Westfalen (NRW) wurde dies mit dem LWPG Ende 2024 umgesetzt.<sup>2</sup>

Grundlegende Aufgabenstellung dabei ist die Entwicklung einer Strategie für die langfristig CO<sub>2</sub>-neutrale Wärmeversorgung des Gebietes der Kommune bis zum Jahr 2035. Der kommunale Wärmeplan zeigt dafür den Status quo der Wärmeversorgung sowie verschiedenste Perspektiven der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energiequellen, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auf. Über einen Zwischenstand für das Jahr 2027 und 2030 ist daraus das klimaneutrale Zielszenario 2035 zu entwickeln.

Für die Umstellung der Erzeugung von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme aus fossilen auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme in Deutschland bis spätestens zum Jahr 2045 ist eine erhebliche Steigerung der Bemühungen notwendig. Mehr als die Hälfte der in Deutschland verbrauchten Endenergie wird für die Bereitstellung von Wärme eingesetzt. Für die Erzeugung von Raumwärme kommen nach wie vor zu einem überwiegenden Anteil Erdgas sowie Heizöl zum Einsatz. Der Anteil erneuerbarer Energien beträgt in der Erzeugung von Raumwärme in privaten Haushalten aktuell lediglich ca. 18 Prozent. Etwa 14 % der Haushalte in Deutschland werden derzeit über Fernwärme versorgt. Auch hier beträgt der Anteil erneuerbarer Energien nur etwa 20 Prozent. Die Bereitstellung von Prozesswärme erfolgt zum Großteil über Erdgas und Kohle, der Anteil erneuerbarer Energien liegt hier lediglich bei rund sechs Prozent. Ohne eine signifikante Reduktion des Wärmeverbrauchs und einen gleichzeitig erheblich beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien können die Ziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) nicht erreicht werden. Neben der notwendigen flächendeckenden Umstellung der dezentralen Wärmeversorgung von Gebäuden auf erneuerbare Energien, wie sie insbesondere durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) angestrebt wird, bildet der Ausbau leitungsgebundener Wärmenetze die zweite zentrale Säule einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. Diese Wärmenetze sind bis spätestens 2045 vollständig auf die Nutzung erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme umzustellen.

Den Städten und Gemeinden kommt für das Gelingen der Wärmewende eine entscheidende Rolle zu. Die relevanten Weichenstellungen werden nicht nur auf Bundes- und Landesebene, sondern vor Ort getroffen. Daher entscheiden die langfristigen und strategischen Entscheidungen darüber, wie die Wärmeversorgung organisiert und in Richtung Treibhausgasneutralität transformiert wird. Gemeinsam mit den Bürgern und Unternehmen müssen weitere Planungsprozesse vorbereitet,

<sup>1</sup> Im Rahmen dieses Berichts beziehen wir uns auf das Wärmeplanungsgesetz mit dem Stand 27.11.2024

<sup>2</sup> Im Rahmen dieses Berichts beziehen wir uns auf das Landeswärmeplanungsgesetz mit dem Stand 20.01.2025



diskutiert, beschlossen und anschließend umgesetzt werden. Dieser Prozess, der als Wärmeplanung bezeichnet wird, soll mit dem Wärmeplanungsgesetz einen einheitlichen Rahmen erhalten.

Die aktuellen Ziele der Bundesregierung, auf welche die kommunale Wärmeplanung insbesondere eingehen soll, sind:

- bis zum Jahr 2030 im bundesweiten Mittel 50 % der leitungsgebundenen Wärme klimaneutral zu erzeugen.
- Bestehende Wärmenetze müssen ab dem Jahr 2030 zu einem Anteil von mindestens 30 % und bis 2040 von mindestens 80 % mit Wärme aus erneuerbaren Energien unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination daraus gespeist werden.
- für neue Wärmenetze wird mit den neuen Vorgaben des GEG ein Erneuerbaren Energien-/unvermeidbarer Abwärme-Anteil von 65 % verlangt.



## 2 Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung

### 2.1 Projektablauf

Der Projektablauf der kommunalen Wärmeplanung ist in Abbildung 1 dargestellt und gliedert sich in vier Hauptphasen: Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Szenarioentwicklung und Wärmewendestrategie.

- In der ersten Phase, der Bestandsanalyse, wird der aktuelle Wärmebedarf ermittelt, die bestehende Infrastruktur untersucht und relevante Daten gesammelt. Das Ergebnis dieser Phase ist eine räumliche Darstellung des Wärmebedarfs.
- In der zweiten Phase, der Potenzialanalyse, werden die Potenziale zur Effizienzsteigerung identifiziert und bewertet sowie die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen und Abwärme analysiert. Das Resultat dieser Phase sind Potenzialkarten, die die identifizierten Potenziale räumlich darstellen.
- In der dritten Phase, der Szenarioentwicklung, werden konkrete Ziele für die zukünftige Wärmeversorgung definiert, Meilensteine zur Zielerreichung festgelegt und bestehende Pläne integriert. Das Ergebnis dieser Phase ist ein Zielszenario.
- Die vierte und letzte finale Phase ist die Wärmewendestrategie, in der geplante Maßnahmen sowie Fördermittel festgelegt werden und in einem Maßnahmenplan resultieren. Während des gesamten Prozesses werden Monitoring und Fortschreibung sowie die Beteiligung von Akteuren kontinuierlich durchgeführt.

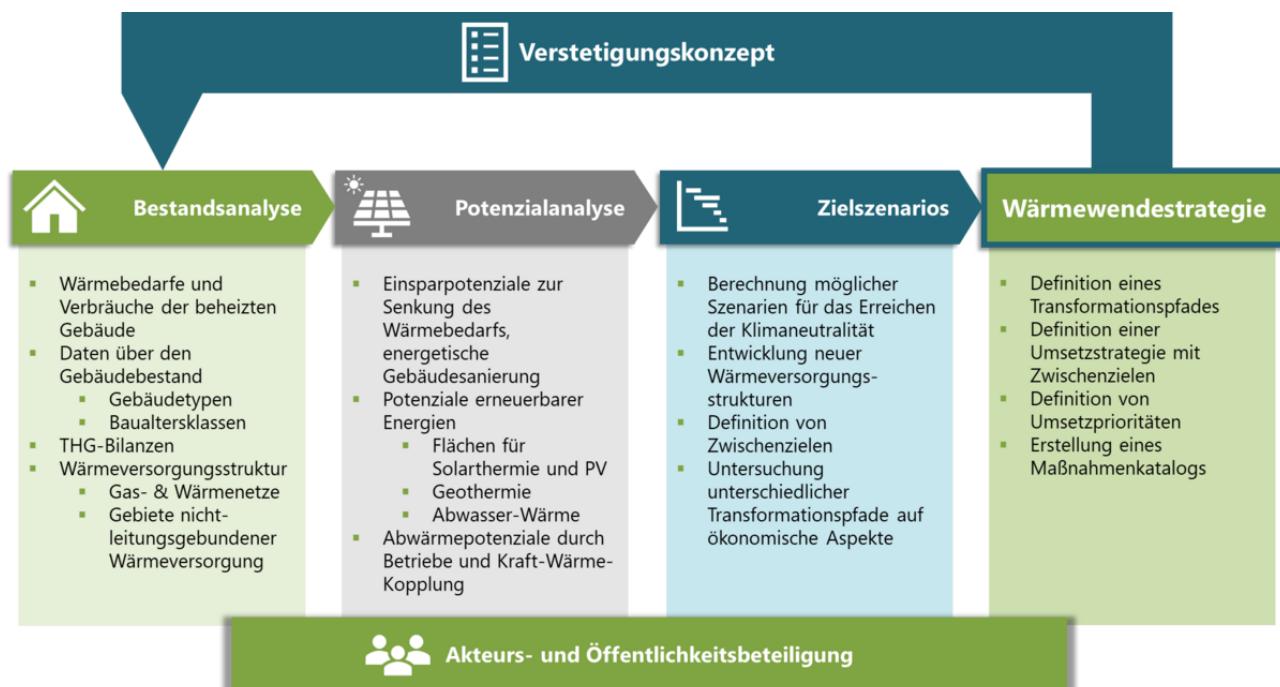


Abbildung 1: Projektablauf kommunale Wärmeplanung

### 2.2 Verbindlichkeit der kommunalen Wärmeplanung

Da die Wärmewende und die Gesetzgebung in den letzten Monaten und Jahren an einigen Stellen zu Verwirrung geführt hat, wird im Folgenden kurz auf die Verbindlichkeit, die zum Zeitpunkt der



Erstellung der Studie gilt, eingegangen. Diese ergibt aus dem Wärmeplanungsgesetz [1]. Nachfolgend sind die aus unserer Sicht wesentliche Auszüge zitiert:

### Definition der Wärmeplanung

„[Die] Wärmeplanung [ist] eine rechtlich unverbindliche, strategische Fachplanung, die

- a) Möglichkeiten für den Ausbau und die Weiterentwicklung leitungsgebundener Energieinfrastrukturen für die Wärmeversorgung, die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus sowie zur Einsparung von Wärme aufzeigt und
- b) die mittel- und langfristige Gestaltung der Wärmeversorgung für das beplante Gebiet beschreibt“

sowie

§ 26 Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet

- (1) „Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Wärmeplanung nach § 23 und unter Abwägung der berührten öffentlichen und privaten Belange gegen- und untereinander kann die planungsverantwortliche Stelle oder eine andere durch Landesrecht hierzu bestimmte Stelle eine Entscheidung über die Ausweisung eines Gebiets zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen [...] treffen. Die Entscheidung erfolgt grundstücksbezogen.
- (2) Ein Anspruch auf Einteilung eines Grundstücks zu einem Gebiet nach Absatz 1 besteht nicht.“

und

§ 27 Rechtswirkung der Entscheidung

- (1) [...]
- (2) Die Entscheidung über die Ausweisung eines Gebiets als Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet bewirkt keine Pflicht, eine bestimmte Wärmeversorgungsart tatsächlich zu nutzen oder eine bestimmte Wärmeversorgungsinfrastruktur zu errichten, auszubauen oder zu betreiben.
- (3) Entscheidungen über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet sind zu berücksichtigen in Abwägungs- und Ermessensentscheidungen bei 1. einer Aufstellung, Änderung, Ergänzung oder Aufhebung eines Bauleitplans und 2. einer anderen flächenbedeutsamen Planung oder Maßnahme einer öffentlichen Stelle oder von einer Person des Privatrechts in Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben.

### 2.3 Aufgaben und Nutzen der kommunalen Wärmeplanung?

Die kommunale Wärmeplanung stellt wie im vorherigen Abschnitt dargelegt zunächst eine unverbindliche strategische Planung für die klimaneutrale Wärmeversorgung dar. Dies wirkt auf den ersten Blick so als ob dies wenig unmittelbar hilft, jedoch ist es der erste Schritt, welcher eigentlich schon lange überfällig ist. Wir möchten hier vorweg zum Bericht die wichtigsten Punkte festhalten, welche insbesondere aus Sicht der Bürger zu erwarten ist:



- 1) Gewissheit: Eine Gewissheit, ob Wärmenetze gebaut werden, liegt nach der kommunalen Wärmeplanung noch nicht vor! Es wird lediglich empfohlen in den potenziellen Wärmenetz-eignungsgebieten weiterführende Machbarkeitsstudien durchzuführen. Diese werden dann weiterführende Erkenntnisse über die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit liefern. Wodurch danach zusammen mit der Bereitschaft der anzuschließenden Kunden eine Entscheidung über den Bau des Wärmenetzes gefällt werden wird.
- 2) Heizungsentscheidung: Falls eine Entscheidung über eine neue Heizungsanlage ansteht, kann die kommunale Wärmeplanung helfen, aber keinen abschließenden Rat geben. Dazu empfehlen wir Kontakt zu zertifizierten Energieberatern (z.B. unter <https://www.energie-effizienz-experten.de/>) aufzunehmen. Hier jedoch einige Tendenzen, die sich aus der Wärmeplanung ergeben:
  - a. Wenn Sie in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen und
    - i. Ihre Heizung kurzfristig (< 3 Jahre) noch nicht ausgetauscht werden muss, könnten Sie zunächst die weiteren Machbarkeitsstudien abwarten.
    - ii. Ihre Heizung kurzfristig ausgetauscht werden muss, sollten Sie sich mit Übergangslösungen oder grundsätzlichen Alternativen beschäftigen.
  - b. Wenn Sie nicht in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen, sollten Sie sich mit dezentralen Alternativen wie Wärmepumpen, Biomasseanlagen oder Hybridheizungen beschäftigen. Je älter Ihre Heizung ist, insbesondere wenn Sie > 20 Jahre alt ist, sollten Sie sich kurzfristig mit dem Heizungswechsel beschäftigen.

## 2.4 Methode und Konzept „digitaler Zwilling“

Für die Datenverwaltung innerhalb des Projekts wird das Konzept des „digitalen Zwilling“ genutzt, das in Abbildung 2 dargestellt ist. Beim Thema des „digitalen Zwilling“ wird nicht auf eine separate Software gesetzt, sondern herkömmliche Geographische Informationssysteme (GIS) genutzt. Das Konzept kommt ohne Lizizenzen aus und zeichnet sich dadurch aus, dass die Kommune auch unabhängig von der BMU Energy Consulting GmbH vollständig mit den Daten arbeiten kann.

Alle Daten und Visualisierungen (GIS-Layer) werden während und zum Ende des Projekts auf einen Datenserver abgelegt. Von diesem Server kann die Kommune und wenn gewünscht der Netzbetreiber auf alle bzw. ausgewählte Daten zugreifen. Dies gewährleistet eine vollständige Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Zudem liegt die Datenhoheit bei der Kommune. Die GIS-Daten können aufgrund der standardisierten Formate leicht in die hauseigenen GIS-Systeme eingebunden werden. Dies vermeidet den Aufbau von Parallelsystemen. Ausgewählte Daten können dann den Bürgern über die Webseite der Kommune zur Verfügung gestellt werden.

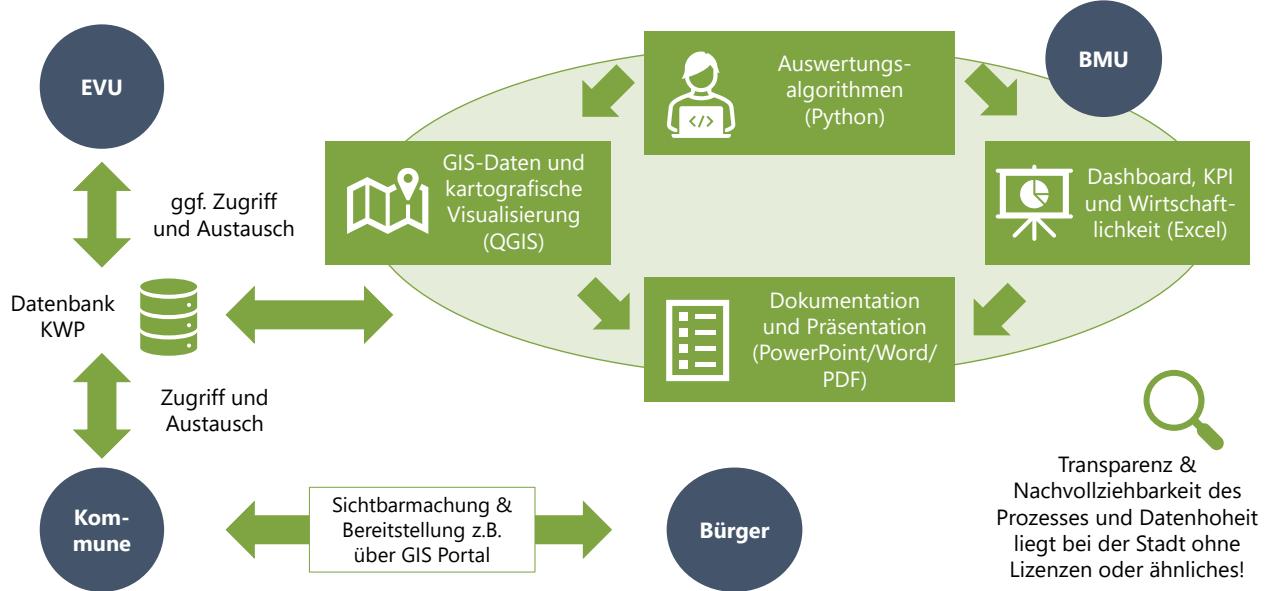


Abbildung 2: Methode der Untersuchung und Datenhaltung

## 2.5 Datenschutz

In dem Projekt zur kommunalen Wärmeplanung stellt die planungsverantwortliche Stelle bei der Datenverarbeitung sicher, dass das unmittelbar geltende Recht der Europäischen Union sowie Rechtsvorschriften des Bundes oder der Länder hinsichtlich der Vertraulichkeit oder der Sicherheit der Daten sowie zum Schutz personenbezogener Daten beachtet wurde. Sie ergriff unter Berücksichtigung des Stands der Technik geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zur Sicherstellung der Vertraulichkeit und der Sicherheit der Daten sowie zum Schutz personenbezogener Daten.

Die planungsverantwortliche Stelle stellt sicher, dass Veröffentlichungen, insbesondere eines Wärmeplans, keine personenbezogenen Daten, Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse oder vertraulichen Informationen zu kritischen Infrastrukturen enthalten. Sobald es im Hinblick auf die Aufgabenwahrnehmung möglich war, pseudonymisierte oder anonymisierte die planungsverantwortliche Stelle personenbezogene Daten, sofern der Zweck der Verarbeitung dies zuließ. Sobald personenbezogene Daten nicht mehr, auch nicht in pseudonymisierter Form, benötigt wurden, löschte sie diese unverzüglich.

## 2.6 Gesetzliche Anforderungen<sup>3</sup>

### 2.6.1 Gebäudeenergiegesetz - GEG

Das GEG spielt eine zentrale Rolle in der kommunalen Wärmeplanung. Es bildet die gesetzliche Grundlage und definiert die energetischen Standards und Anforderungen, die bei der Planung und Umsetzung von Wärmeversorgungssystemen auf kommunaler Ebene zu beachten sind. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung dient das Kapitel zu den allgemeinen Vorschriften als Basis für die

<sup>3</sup> Hinweis: Die Abschnitte in diesem Kapitel werden aufgrund, da sie grundlegende Informationen enthalten, in mehreren Abschlussberichten in ähnlicher Form genutzt.



rechtliche Einordnung und Anwendung des GEG. Die Begriffsbestimmungen und Anwendungsbereiche sind entscheidend für das Verständnis und die Umsetzung der gesetzlich geforderten Maßnahmen. Für die kommunale Wärmeplanung sind die Anforderungen an Neubauten relevant, da sie sicherstellen, dass diese energieeffizient geplant und gebaut werden.

Dies umfasst die Einhaltung bestimmter Standards für den Jahres-Primärenergiebedarf und den Wärmeschutz. Bei der Sanierung bestehender Gebäude müssen ebenfalls die Anforderungen des GEG berücksichtigt werden. Sie schreiben vor, dass bei Modernisierungsmaßnahmen energetische Verbesserungen durchgeführt werden müssen, wie die Dämmung von Wänden, Dächern und Decken sowie der Austausch ineffizienter Heizungsanlagen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des GEG ist die Nutzung erneuerbarer Energien. Neubauten müssen einen bestimmten Anteil ihres Energiebedarfs durch erneuerbare Energien decken, und auch bei Bestandsgebäuden soll die Integration solcher Technologien gefördert werden. Dies ist entscheidend für die kommunale Wärmeplanung, da die Nutzung erneuerbarer Energien zur Erreichung der Klimaziele beiträgt. Die Ausstellung, Verwendung und der Aushang von Energieausweisen informieren Eigentümer und Käufer über den energetischen Zustand von Gebäuden und unterstützen so die Transparenz und das Bewusstsein für Energieeffizienz. Dies ist relevant für die kommunale Wärmeplanung, da es eine Grundlage für die Bewertung und Optimierung der energetischen Qualität von Gebäuden bietet.

Die Pflichten der Länder und Kommunen umfassen die Umsetzung und Überwachung der Vorschriften des GEG. Dies bedeutet, dass die Kommune für die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen sorgen und Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien unterstützen muss. Die Marktüberwachung und Sanktionierung bei Verstößen gegen das GEG sind ebenfalls zur Sicherstellung der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben wichtige Maßnahmen. Besondere Anforderungen an bestimmte Gebäudetypen, wie Nichtwohngebäude oder öffentliche Gebäude müssen in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt werden.

Dies betrifft auch die Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien in solchen Gebäuden. Übergangs- und Schlussvorschriften regeln das Inkrafttreten des Gesetzes und den Übergang von alten zu neuen Regelungen. Dies ist wichtig für die Planungssicherheit und die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung. Insgesamt unterstützt das GEG die Ziele der kommunalen Wärmeplanung, den Energieverbrauch zu senken und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern. Die gesetzlichen Vorgaben und Anforderungen des GEG bilden den Rahmen für die energetische Optimierung von Gebäuden und die nachhaltige Wärmeversorgung in der Kommune.

Die wichtigsten Punkte des GEG gemäß der aktuellen Gesetzesfassung sind im Folgenden aufgeführt:

- Nutzungspflicht von 65 % erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung - § 71: Bei der Bereitstellung von Wärme muss ein Anteil von mindestens 65 % aus erneuerbaren Energien stammen. Diese Regelung zielt darauf ab, den Einsatz umweltfreundlicher und nachhaltiger Energieträger zu fördern und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren.
- Beratungspflicht bei Einbau fossiler Heizungsanlagen - § 71 Abs. 11: Vor dem Einbau fossiler Heizungsanlagen besteht eine Beratungspflicht. Eigentümer müssen sich über Alternativen und



die Vorteile erneuerbarer Energien informieren lassen, um fundierte Entscheidungen treffen zu können.

- Gebäudeautomation - § 71a: Anforderungen an die Gebäudeautomation werden festgelegt, um den Energieverbrauch durch optimierte Steuerung und Regelung der Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen zu senken. Dies kann zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Einsparung von Energiekosten beitragen.
- Regelmäßige Überprüfung von Wärmepumpen - § 60a: Wärmepumpen müssen regelmäßig überprüft werden, um ihre Effizienz und Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Regelmäßige Wartungen tragen dazu bei, die Lebensdauer der Geräte zu verlängern und ihre Energieeffizienz zu erhalten.
- Regelmäßige Überprüfung älterer Heizungsanlagen - § 60b: Ältere Heizungsanlagen müssen regelmäßig überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie effizient und sicher betrieben werden können. Dies hilft, den Energieverbrauch zu minimieren und potenzielle Sicherheitsrisiken zu erkennen und zu beheben.
- Hydraulischer Abgleich und Heizungsoptimierung - § 60c: Ein hydraulischer Abgleich und die Optimierung der Heizungsanlage sind erforderlich, um die Wärmeverteilung im Gebäude zu verbessern und den Energieverbrauch zu reduzieren. Dies trägt zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Senkung der Betriebskosten bei.
- Erweiterung bestehender Nichtwohngebäude >100% der Nutzfläche - § 51: Wenn die Nutzfläche eines bestehenden Nichtwohngebäudes um mehr als 100 % erweitert wird, muss das Gebäude hinsichtlich der Energiebilanzierung wie ein Neubau behandelt werden. Dies bedeutet, dass die aktuellen energetischen Anforderungen für Neubauten erfüllt werden müssen.
- Der Energieausweis muss die Art der erneuerbaren Energien ausweisen - § 85: Der Energieausweis muss die Art der eingesetzten erneuerbaren Energien ausweisen. Diese Transparenz informiert potenzielle Käufer oder Mieter über die Energiequellen des Gebäudes und trägt zur Förderung erneuerbarer Energien bei.
- Verlängerung der Nutzungsdauer für Gebäude zur Unterbringung geflüchteter Menschen - § 102 Abs. 4 Befreiungen: Für Gebäude, die zur Unterbringung von geflüchteten Menschen genutzt werden, kann die Nutzungsdauer verlängert werden. Dies ermöglicht es, diese Gebäude länger zu nutzen, ohne sofortige umfassende energetische Sanierungen durchführen zu müssen. [2]

Die Entwicklung der Energieeinspar- und Klimaschutzgesetze in Deutschland umfasst bedeutende gesetzliche Meilensteine von den 1970er Jahren bis heute. Im Folgenden wird ein historischer Überblick über das Energieeinsparrecht in Deutschland präsentiert, einschließlich der wesentlichen Entwicklungen und Meilensteine der gesetzlichen Regelungen zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz im Gebäudebereich. Ergänzend wird dieser Überblick auch in Abbildung 3 anschaulich dargestellt.

1970er bis 1990er Jahre:

- EnEG 1976 (Energieeinspargesetz): Einführung des Energieeinspargesetzes als erstes umfassendes Regelwerk zur Energieeinsparung in Gebäuden.
- WärmeschutzV 1977 (Wärmeschutzverordnung): Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung, die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden festlegte.
- WärmeschutzV 1984 und 1995: Weitere Verschärfungen der Wärmeschutzverordnung zur Reduzierung des Energieverbrauchs.



## 2000er Jahre:

- EPBD 2002 (EU-Gebäuderichtlinie): Einführung der europäischen Gebäuderichtlinie, die alle EU-Mitgliedstaaten dazu verpflichtet, Maßnahmen zur Energieeffizienz in Gebäuden zu ergreifen.
- EnEV 2002 (Energieeinsparverordnung): Ablösung der Wärmeschutzverordnung durch die Energieeinsparverordnung, die umfassendere Anforderungen an die Energieeffizienz von Neubauten und Bestandsgebäuden stellte.
- EnEV 2004 und 2007: Weitere Verschärfungen der Energieeinsparverordnung und Einführung des Energieausweises für Bestandsgebäude.
- EnEG 2005 und 2009: Anpassungen des Energieeinspargesetzes.
- EEG 2009: Einführung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich.

## 2010er Jahre:

- EPBD 2010 und 2018: Aktualisierungen der EU-Gebäuderichtlinie.
- EnEG 2013: Weitere Anpassungen des Energieeinspargesetzes.
- EnEV 2014: Weitere Verschärfung der Energieeinsparverordnung.
- Klimaschutzgesetz 2019: Einführung des Bundes-Klimaschutzgesetzes zur verbindlichen Festlegung von Klimazielen.

## 2020er Jahre:

- Koalitionsvertrag 2021: Vereinbarungen zur Förderung der Energieeffizienz und zum Klimaschutz.
- Klimaschutzgesetz 2021: Weitere Anpassungen des Klimaschutzgesetzes.
- BEHG 2023 (Brennstoffemissionshandelsgesetz): Einführung des Brennstoffemissionshandelsgesetzes zur Bepreisung von CO<sub>2</sub>-Emissionen.
- GEG 2020 und 2023 (Gebäudeenergiegesetz): Einführung des Gebäudeenergiegesetzes, das EnEG, EnEV und EEG zusammenfasst und den Primärenergiebedarf weiter reduziert.
- CO2KostAufG 2023 (Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz): Gesetz zur Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Kosten zwischen Vermieter und Mieter.
- GEG 2024: Anhebung der Nutzungspflicht erneuerbarer Energien auf 65 %.

## Ziel:

- Das langfristige Ziel ist ein klimaneutraler Gebäudebestand bis 2045.



# Energieeinsparrecht in Deutschland

## Historischer Überblick

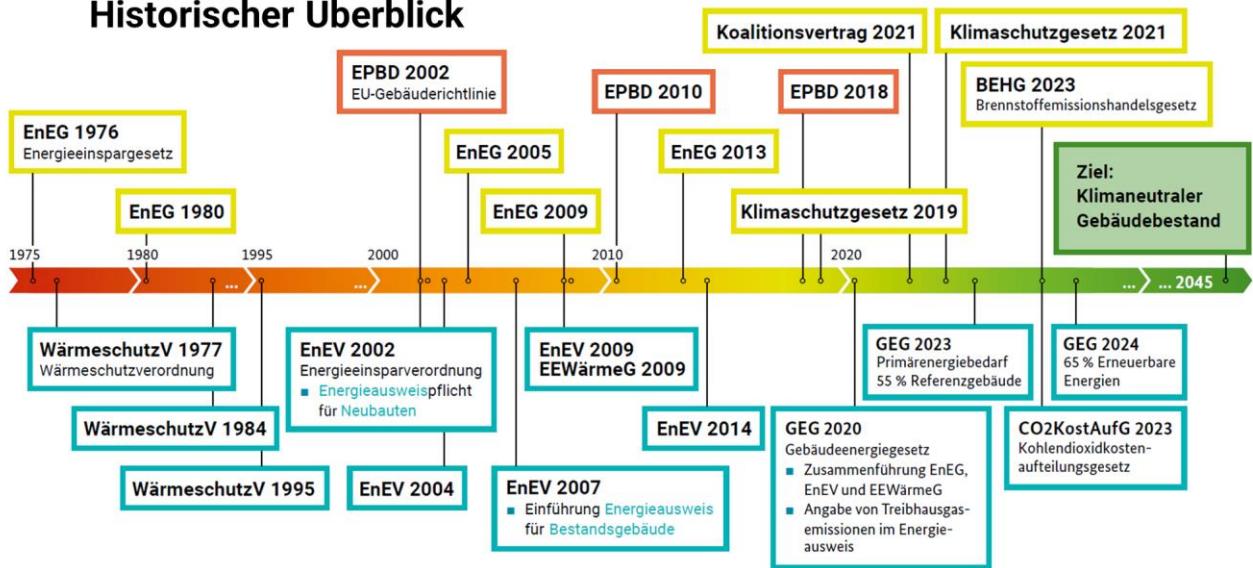


Abbildung 3: Energiesparrecht in Deutschland – Historischer Überblick [3]

Um die Nutzungspflicht von 65 % erneuerbarer Energien zu erfüllen, stehen verschiedene Heizsysteme zur Verfügung, die unterschiedliche Ansätze zur Wärmebereitstellung bieten. Im Folgenden werden Heiztechnologien vorgestellt, die durch den Einsatz erneuerbarer Energiequellen oder deren Kombinationen dazu beitragen können, die festgelegten Anforderungen zu erfüllen:

- **Wärmenetz:** Ein leitungsbundenes System zur Versorgung mehrerer Gebäude mit thermischer Energie, bei dem ein Wärmeträgermedium die Wärme von einer zentralen Energiequelle zu den Verbrauchern transportiert. Stammt die Energiequelle aus erneuerbaren Energien, tragen Wärmenetze zur Erfüllung der Anforderungen bei.
- **Wärmepumpe:** Eine Heizung, die Umweltwärme (aus Luft, Wasser oder Erde) aufnimmt und mittels elektrischer Energie in nutzbare Wärme umwandelt. Wärmepumpen sind sehr effizient und können mit erneuerbarem Strom betrieben werden.
- **Stromdirektheizung:** Heizsysteme, die elektrische Energie direkt in Wärme umwandeln. Wenn der Strom aus erneuerbaren Quellen stammt, kann diese Technologie die Anforderungen erfüllen.
- **Solarthermische Heizung:** Nutzt Sonnenkollektoren, um Sonnenenergie in Wärme umzuwandeln. Diese Wärme kann direkt für Heizung und Warmwasser genutzt werden.
- **Flüssige oder gasförmige Biomasse:** Heizsysteme, die flüssige oder gasförmige Biomasse (wie Biogas oder Bioöl) verbrennen, um Wärme zu erzeugen. Diese Brennstoffe stammen aus erneuerbaren Quellen.
- **Wasserstoff-Heizung:** Heizsysteme, die Wasserstoff verbrennen. Wenn der Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen wird (grüner Wasserstoff), trägt dies zur Erfüllung der Anforderungen bei.
- **Feste Biomasse:** Heizsysteme, die feste Biomasse (wie Holzpellets oder Hackschnitzel) verbrennen. Diese Materialien stammen aus erneuerbaren Quellen und können nachhaltig produziert werden.



- Wärmepumpen-Hybridheizung: Eine Kombination aus einer Wärmepumpe und einem zusätzlichen Heizsystem (z.B. Gas- oder Ölkessel) zur Deckung des Spitzenbedarfs. Der überwiegende Teil der Wärme wird durch die Wärmepumpe bereitgestellt.
- Solarthermie-Hybridheizung: Eine Kombination aus solarthermischer Heizung und einem zusätzlichen Heizsystem. Die Sonnenenergie deckt einen großen Teil des Wärmebedarfs, während das zusätzliche System bei Bedarf einspringt.

## 2.6.2 Wärmeplanungsgesetz - WPG

Das WPG ist eine wichtige gesetzliche Grundlage in Deutschland, die die kommunale Wärmeplanung und -strategie regelt. Ziel des Gesetzes ist es, bis spätestens 2045 eine kosteneffiziente, nachhaltige, sparsame, bezahlbare, resiliente und treibhausgasneutrale WärmeverSORGUNG zu erreichen und Endenergieeinsparungen zu erzielen. § 1 betont die Umstellung auf erneuerbare Energien oder Abwärme bis 2045 und ermöglicht den Ländern, ein früheres Zieljahr festzulegen. § 2 legt Ziele für die leitungsgebundene WärmeverSORGUNG fest, einschließlich eines Anteils von 50 % erneuerbarer Energien ab 2030, sowie den Ausbau von Wärmenetzen und die vorrangige Berücksichtigung erneuerbarer Energien in Schutzgüterabwägungen bis 2040. Die Bundesregierung soll bis Ende 2030 über die Anwendung dieser Regelung berichten und bei Bedarf gesetzgeberische Maßnahmen vorschlagen.

Das WPG legt die Verpflichtung zur Erstellung von Wärmeplänen gemäß § 4 fest. Diese Verpflichtung betrifft Gemeindegebiete, wobei unterschiedliche Zeitrahmen je nach Einwohnerzahl gelten. Für Gemeinden mit über 100.000 Einwohnern (Stand: 1. Januar 2024) muss der Wärmeplan bis zum 30. Juni 2026 erstellt werden, während für Gemeinden mit 100.000 Einwohnern oder weniger (Stand: 1. Januar 2024) die Frist bis zum 30. Juni 2028 reicht. Gemeindegebiete mit weniger als 10.000 Einwohnern können ein vereinfachtes Verfahren durch gemeinsame Wärmeplanung nutzen. Liegenschaften des Bundes für Landes- oder Bündnisverteidigung sind von der Wärmeplanung ausgenommen, es sei denn, das Bundesministerium der Verteidigung stimmt dem Unterfangen zu. Bereits beplante Gebiete müssen keine erneute Durchführung vornehmen, wenn entweder ein Wärmeplan gemäß Landesrecht vor den Umsetzungsfristen erstellt und veröffentlicht wurde oder ein Beschluss zur Durchführung bis zum 1. Januar 2024 vorliegt und der Plan bis zum 30. Juni 2026 erstellt und veröffentlicht wurde und im Wesentlichen den Anforderungen des Gesetzes entspricht.

Gemäß § 6 ist die planungsverantwortliche Stelle für die Wärmeplanung im beplanten Gebiet verantwortlich und kann Dritte beauftragen, um sie bei der Erfüllung dieser Aufgabe zu unterstützen. Im Rahmen der Wärmeplanung müssen (gemäß § 7) verschiedene Parteien beteiligt werden, darunter die Öffentlichkeit, Behörden, Energieversorgungs- und Wärmenetz-Betreiber, zukünftige Betreiber, die betroffene Gemeinde oder Gemeindeverband, sowie das Bundesministerium der Verteidigung und Behörden für Liegenschaften der verbündeten Streitkräfte gemäß Abkommen. Weitere Parteien können auf Anfrage der planungsverantwortlichen Stelle beteiligt werden, wenn ihre Interessen berührt werden oder ihre Beteiligung Vorteile bzw. einen Mehrwert bietet. Die beteiligten Parteien müssen allerdings sicherstellen, dass ihre Mitwirkungshandlungen nicht gegen Wettbewerbsbeschränkungen verstößen. Bei der Wärmeplanung für deutsche Grenzgebiete können auch informell die zuständigen Hoheitsträger oder andere Betroffene jenseits der Bundesgrenze beteiligt werden.

Im Rahmen der Mitwirkung teilen bestimmte Beteiligte gemäß § 8 ihre Planungen über den Aus- oder Umbau von Strom-, Gas- oder Wärmenetzinfrastruktur im beplanten Gebiet mit der



planungsverantwortlichen Stelle. Diese Beteiligten müssen bei ihren Aus- oder Umbauplanungen die Darstellungen des Wärmeplans berücksichtigen. Die planungsverantwortliche Stelle hat die Wärmeplanung gemäß § 9 so auszurichten, dass sie die nationalen Ziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes berücksichtigt. Dabei sind vorliegende Planungen, Transformationspläne, Machbarkeitsstudien, Wärmenetzausbau- und Dekarbonisierungsfahrpläne, allgemeine physikalische, technische und energiewirtschaftliche Grundsätze sowie wissenschaftlich fundierte Annahmen mit einzubeziehen.

Die planungsverantwortliche Stelle hat außerdem das Recht, Daten in schriftlicher und elektronischer Form zu verarbeiten, um ihre Aufgaben zu erfüllen. Die Verarbeitung von Endenergieverbräuchen von Gas oder Wärme ist jedoch nur aggregiert für mindestens fünf benachbarte Hausnummern erlaubt. Daten, die für die Wärmeplanung benötigt werden, können von Statistikämtern und anderen öffentlichen Datenbanken erhoben werden, sofern keine gesetzlichen Bestimmungen dagegensprechen. Daten zu Heizungsanlagen und Wärmenetzen dürfen jedoch nur mit Zustimmung des Bundesministeriums der Verteidigung oder der zuständigen Bundesbehörde für Liegenschaften verbündeter Streitkräfte verarbeitet werden<sup>4</sup>.

Die Verarbeitung von Daten zu anderen Zwecken als den ursprünglich erhobenen ist zulässig, wenn es sich nicht um personenbezogene Daten handelt und dies im öffentlichen Interesse liegt, beispielsweise für städtebauliche Förderungskonzepte. Behörden des Bundes oder der Länder sowie Betreiber von Energieversorgungsnetzen und anderen Einrichtungen sind zur Auskunft für Erhebungen verpflichtet. Die planungsverantwortliche Stelle kann angemessene Fristen zur Datenübermittlung setzen und Maßnahmen zur Einhaltung der Auskunftspflicht anordnen, wenn ein Auskunftspflichtiger seinen Verpflichtungen nicht nachkommt.

Es ist jedoch von großer Wichtigkeit, dass die planungsverantwortliche Stelle bei der Datenverarbeitung geltende EU-Rechtsakte sowie nationale Rechtsvorschriften zur Vertraulichkeit, Sicherheit und Datenschutz beachten muss. Es müssen angemessene technische und organisatorische Maßnahmen ergriffen werden um die Vertraulichkeit und Sicherheit der Daten sowie den Datenschutz zu gewährleisten. Veröffentlichungen von Wärmeplänen dürfen keine personenbezogenen Daten, Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse enthalten und Daten, die die Bundeswehr oder verbündete Streitkräfte betreffen, dürfen nicht ohne Zustimmung der entsprechenden Behörde veröffentlicht werden. Personenbezogene Daten sollen, wenn möglich, pseudonymisiert/anonymisiert werden. Werden personenbezogene Daten nicht mehr benötigt, müssen sie sofort gelöscht werden. Es besteht zwar keine Pflicht zur Information der betroffenen Personen gemäß der Datenschutz-Grundverordnung, aber die planungsverantwortliche Stelle muss die Information ortüblich bekannt machen.

Die Wärmeplanung selbst beinhaltet viele verschiedene Schritte. Diese umfassen den Beschluss oder die Entscheidung zur Durchführung der Wärmeplanung, Eignungsprüfungen, Bestands- und Potenzialanalysen sowie die Entwicklung eines Zielszenarios und einer Umsetzungsstrategie. Die Öffentlichkeit wird über den Beschluss informiert, und die Ergebnisse der Eignungsprüfung werden veröffentlicht. Nach Durchführung dieser Schritte erstellt die planungsverantwortliche Stelle einen Entwurf

---

<sup>4</sup> Siehe § 10 Abs. 2 Wärmeplanungsgesetz (WPG) sowie Anlage 1 zu § 15 WPG. Die genannten Bestimmungen regeln insbesondere die datenschutzrechtlichen Voraussetzungen und Einschränkungen bei der Verarbeitung sensibler Daten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.



für das Zielszenario, die Einteilung des Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete und die optimale Umsetzungsstrategie. Die Öffentlichkeit, Behörden und andere Beteiligte haben die Möglichkeit zur Einsicht- und Stellungnahme.

Die Eignungsprüfung untersucht die Eignung des Gebiets für Wärme- oder Wasserstoffnetze. Gebiete, die sich nicht für solche Netze eignen, unterliegen einer verkürzten Wärmeplanung. Die Fortschreibung des Wärmeplans erfolgt alle fünf Jahre für ungeeignete Gebiete, um Änderungen in der Eignung zu berücksichtigen bzw. erneut zu überprüfen. Die Bestandsanalyse ermittelt den aktuellen Wärmebedarf, die genutzten Energieträger und die vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen im Gebiet. Die Potenzialanalyse quantifiziert Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und zur Energieeinsparung.

Das Zielszenario beschreibt die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung basierend auf den Ergebnissen der Analysen und unter Beteiligung der betroffenen Akteure. Die Einteilung des Gebietes in Wärmeversorgungsgebiete und die Darstellung der Wärmeversorgungsarten werden ebenfalls berücksichtigt. Die planungsverantwortliche Stelle kann Maßnahmen zur Umsetzung identifizieren und realisieren.

Für Gemeindegebiete mit mehr als 45.000 Einwohnern müssen Wärmepläne zusätzliche Anforderungen erfüllen, wie die Einhaltung des Grundsatzes der Energieeffizienz und die Analyse von Finanzierungsmöglichkeiten. Ein vereinfachtes Verfahren für die Wärmeplanung reduziert den Beteiligtenkreis und ermöglicht den Ausschluss eines Wasserstoffnetzes für Teilgebiete unter bestimmten Bedingungen.

Der Wärmeplan enthält zudem eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Wärmeplanung sowie eine Dokumentation des Fertigstellungszeitpunkts. Die wesentlichen Bestandteile des Wärmeplans umfassen die Ergebnisse der Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalysen, das Zielszenario, die Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete, die Darstellung der Wärmeversorgungsart für das Zieljahr und die Umsetzungsmaßnahmen. Der Wärmeplan wird durch das zuständige Gremium oder die zuständige Stelle beschlossen und im Internet veröffentlicht. Es ist jedoch zu beachten, dass der Wärmeplan keine rechtliche Außenwirkung hat und keine einklagbaren Rechte oder Pflichten begründet.

Gemäß § 24 kann durch Landesrecht bestimmt werden, dass die planungsverantwortliche Stelle den Wärmeplan einer durch Landesrecht bestimmten Stelle anzeigen muss.

Die Fortschreibung des Wärmeplans gemäß § 25 erfolgt alle fünf Jahre durch die planungsverantwortliche Stelle. Dabei werden die ermittelten Strategien und Maßnahmen zur Wärmeversorgung überprüft und bei Bedarf überarbeitet und aktualisiert. Die Entwicklung der Wärmeversorgung bis zum Zieljahr für das gesamte beplante Gebiet wird im Zuge der Fortschreibung aufgezeigt. Prüfgebiete können bis zum Zieljahr als voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete dargestellt werden, wenn eine andere Art der Wärmeversorgung geplant ist. Die Bestimmungen des Gesetzes gelten auch für die Fortschreibung bestehender Wärmepläne nach § 5, wobei ab dem 1. Juli 2030 die Vorgaben dieses Gesetzes zu berücksichtigen sind, sofern keine Maßnahmen oder Projekte bereits vor dem 1. Januar 2024 begonnen wurden.



Die planungsverantwortliche Stelle oder eine andere durch Landesrecht bestimmte Stelle ist in der Lage, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Wärmeplanung eine Entscheidung über die Ausweisung eines Gebiets zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet treffen. Diese Entscheidung erfolgt grundstücksbezogen, und es besteht kein Anspruch auf die Einteilung eines bestimmten Grundstücks zu einem solchen Gebiet. Die Durchführung einer strategischen Umweltprüfung gemäß den Vorschriften des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung bleibt unberührt, und im Falle eines bestehenden Wärmeplans sind die Ergebnisse dieses Plans zu berücksichtigen. Die Entscheidung hat keine rechtliche Außenwirkung bezüglich der tatsächlichen Nutzung einer bestimmten Wärmeversorgungsart oder -infrastruktur.

Die Entscheidung gemäß § 27 entspricht einer Entscheidung nach dem Gebäudeenergiegesetz und verpflichtet nicht zur Nutzung einer spezifischen Wärmeversorgungsart oder Infrastruktur. Entscheidungen über die Ausweisung solcher Gebiete sind in Aufstellungs-, Änderungs- oder Aufhebungsprozessen von Bauleitplänen und anderen flächenbedeutsamen Planungen oder Maßnahmen zu berücksichtigen. Die planungsrechtliche Zulässigkeit und Genehmigung von Vorhaben zur Umsetzung der Wärmeplanung und der Entscheidung gemäß § 26 richten sich nach den geltenden rechtlichen Grundlagen.

In Bezug auf die Transformation von Gasverteilernetzen kann die planungsverantwortliche Stelle im Wärmeplan darstellen, welche Grundstücke an einem bestehenden oder geplanten Gasverteilernetz liegen, um Gebäudeeigentümer zu informieren, die eine Heizungsanlage mit grünem Methan betreiben oder betreiben wollen. Die Eignung für eine Versorgung mit grünem Methan im Zieljahr wird für jedes beplante Teilgebiet, das als Prüfgebiet ausgewiesen ist und ein Gasverteilernetz hat oder plant, bestimmt und entsprechend dargestellt. Der Betreiber eines bestehenden Gasverteilernetzes muss der planungsverantwortlichen Stelle unaufgefordert mitteilen, wenn er sein Netz vom vorgelagerten Netz entkoppelt oder die Gasversorgung einschränkt oder einstellt. Diese Informationen werden im Rahmen der Wärmeplanung berücksichtigt, und der erwartete Bedarf an grünem Methan für das Zieljahr wird an die zuständige Stelle nach Landesrecht gemeldet.

Gemäß Teil 3 des Gesetzes sind Betreiber von Wärmenetzen verpflichtet, einen bestimmten Anteil erneuerbarer Energien in ihren Netzen zu gewährleisten. Ab dem 1. Januar 2030 muss mindestens 30% der jährlichen Nettowärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien stammen, bis zum 1. Januar 2040 erhöht sich dieser Anteil auf mindestens 80 %. Unter besonderen Umständen können Fristverlängerungen bis zum 31. Dezember 2034 oder 2044 gewährt werden. Es gibt Ausnahmen für komplexe Maßnahmen sowie für Wärmenetze, die vorrangig gewerbliche oder industrielle Verbraucher mit Prozesswärme versorgen, und zusätzliche Regelungen für Wärmenetze mit hohem Anteil an Nutzwärme aus geförderten KWK-Anlagen. Betreiber müssen die Erfüllung dieser Vorgaben gegenüber der zuständigen Behörde bestätigen, und Kunden haben das Recht, Nachweise oder Befreiungen zu verlangen und sich bei Nichterfüllung abzukoppeln. Landesrecht kann strengere Anforderungen festlegen.

Für neue Wärmenetze ab dem 1. März 2025 gilt eine Mindestanforderung von 65 % erneuerbaren Energien an der jährlichen Nettowärmeerzeugung. Ab dem 1. Januar 2024 wird der Biomasseanteil in neuen Wärmenetzen über 50 Kilometer Länge auf maximal 25 % begrenzt, mit Ausnahme von Wärme aus thermischer Abfallbehandlung. Bestehende Anlagen, die Biomasse-Wärme in ein



Wärmenetz einspeisen, die bis zum 1. Januar 2024 genehmigt wurden, werden bei der Biomasseanteilsbestimmung nicht berücksichtigt.

Des Weiteren müssen alle Wärmenetze bis zum 31. Dezember 2044 vollständig mit Wärme aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination betrieben werden, um bis zum 1. Januar 2045 klimaneutral zu sein. Der Biomasseanteil in Wärmenetzen über 50 Kilometer Länge wird ab dem 1. Januar 2045 auf maximal 15 % begrenzt.

Betreiber von nicht vollständig dekarbonisierten Wärmenetzen müssen bis zum 31. Dezember 2026 Ausbau- und Dekarbonisierungsfahrpläne erstellen und ebenfalls alle fünf Jahre überprüfen und aktualisieren. Es gibt Ausnahmen für bestimmte Betreiber und Wärmenetze in Bezug auf die Länge und den Anteil erneuerbarer Wärme. Die Fahrpläne müssen den bestehenden oder geplanten Wärmeplan berücksichtigen. Daten, betreffend Bundeswehr oder verbündeter Streitkräfte bedürfen der Zustimmung des Verteidigungsministeriums.

Gemäß den Schlussbestimmungen werden verschiedene Verordnungsermächtigungen den Landesregierungen übertragen. Diese umfassen die Möglichkeit, Pflichten und Aufgaben auf Gemeinden oder andere Rechtsträger zu übertragen und als planungsverantwortliche Stellen zu bestimmen, sowie die Befugnis, Stellen für Entscheidungen gemäß § 26 Abs. 1 und Überprüfungen gemäß § 28 Abs. 5 zu bestimmen. Auch das vereinfachte Verfahren gemäß § 22 kann durch Rechtsverordnung näher ausgestaltet werden. Darüber hinaus können die Landesregierungen ein Anzeigeverfahren gemäß § 24 einführen, die zuständige Behörde bestimmen und das Verfahren zur Bewertung nach § 21 Nummer 5 regeln. Zudem können sie die Behörde bestimmen, die für die Überwachung der Pflichten gemäß Teil 3 des Gesetzes zuständig ist.

Des Weiteren sieht das Gesetz vor, dass das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz erstellte Wärmepläne auf einer zentralen Internetseite veröffentlicht. Diese Veröffentlichung erfolgt erstmals sechs Monate nach Ablauf der Fristen in § 4 Abs. 2. Die Internetseite zeigt den bundesweiten Anteil der Nettowärmeerzeugung in Wärmenetzen aus erneuerbaren Energien für die Jahre 2030, 2040 und den Stichtag 1. Januar 2045. Die Länder müssen dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz auf Anforderung die erforderlichen Informationen mitteilen.

Eine Evaluation der Wirkung der Wärmeplanungsregelungen und der Zielerreichung gemäß verschiedenen Absätzen des Gesetzes ist auch vorgesehen. Die Bundesregierung führt die Evaluierung durch und überprüft verschiedene Aspekte, darunter die Wärmeplanerstellung, die Anzahl der erstellten Wärmepläne, Entscheidungen gemäß § 26 Abs. 1, die Gewährleistung der Zielerreichung gemäß § 2 Abs. 1 und § 29 Abs. 1, die Notwendigkeit und Umfang der Biomassebegrenzung in neuen Wärmenetzen und die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff. Die Evaluierung erfolgt zu verschiedenen Zeitpunkten bis zum Jahr 2045, um sicherzustellen, dass die Ziele des Gesetzes erreicht werden. [1]

### 2.6.3 Landeswärmeplanungsgesetz – LWPG

Das Landeswärmeplanungsgesetz Nordrhein-Westfalen (LWPG) wurde im Dezember 2024 verabschiedet und verpflichtet alle Gemeinden des Bundeslandes, bis spätestens Mitte 2028 kommunale Wärmepläne zu erstellen. Großstädte über 100.000 Einwohner haben hierfür eine Frist bis zum 30.



Juni 2026. Ziel des Gesetzes ist es, eine flächendeckende Wärmeplanung einzuführen, um eine effiziente, wirtschaftliche und klimafreundliche Wärmeversorgung sowie den Klimaschutz zu fördern.

Wesentliche Punkte des LWPG NRW:

- Verantwortung der Gemeinden: Die Erstellung der Wärmepläne liegt in der Zuständigkeit der einzelnen Gemeinden, die dabei als planungsverantwortliche Stellen agieren.
- Finanzielle Unterstützung: Das Land gewährt den Gemeinden einen Belastungsausgleich für die Erstellung der Wärmepläne.
- Datenmanagement und Monitoring: Das Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK) stellt den Gemeinden Grundlagendaten für die Wärmeplanung bereit und übernimmt das Monitoring der kommunalen Wärmeplanung. Nach Fertigstellung der Wärmepläne sind die Ergebnisse in Form einer Datenzusammenstellung an das LANUK zu übermitteln.

## 2.7 Energiebedarf in Deutschland

Der Energiebedarf in Deutschland lässt sich in die Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), Verkehr und Industrie unterteilen. Innerhalb dieser Sektoren kann der Energiebedarf weiter in Nutzenergieformen und Energieträger differenziert werden. Der Energiebedarf in den verschiedenen Sektoren sowie die Aufteilung nach Energieträgern und Verwendung wird in Abbildung 4 dargestellt. Es lassen sich folgende Erkenntnisse zusammenfassen:

- Haushalte, Verkehr und Industrie haben mit jeweils ca. 650 TWh einen ähnlichen Energiebedarf, während der GHD-Sektor mit ca. 360 TWh etwa 45 % weniger Energie benötigt.
- In den Haushalten ist der Bedarf an Raumwärme besonders hoch, was auch im GHD-Sektor ähnlich ist.
- In der Industrie dominiert die Prozesswärme, während im Verkehrssektor die mechanische Energie im Vordergrund steht.
- Im Wärmebereich ist Erdgas der vorherrschende Energieträger. Strom bzw. elektrische Energie fungiert als eine Art Universalenergieträger, der in fast allen Bereichen genutzt wird.

Die aktuellen Daten zeigen Trends, die Rückschlüsse auf die zukünftige Entwicklung des Energiebedarfs und der Energienutzung zulassen. Durch die Elektrifizierung werden Bereiche wie die Raumwärmebereitstellung, beispielsweise mittels Wärmepumpen, und die Mobilität durch Elektrofahrzeuge deutlich effizienter. Allerdings stellt die Ablösung von Gas- und Ölheizungen durch klimaneutrale Technologien eine enorme Herausforderung dar. Der Technologiewechsel in der Heizungsbranche hängt stark von der Netzebene ab und hat massive Auswirkungen auf alle Netzinfrastrukturen. Derzeit wird der Großteil der Gebäude über das Erdgasnetz versorgt, ergänzt durch nicht leitungsgebundene Technologien wie Ölheizungen. In Zukunft wird es entscheidend sein, welche Netzinfrastrukturen in welchem Umfang genutzt werden. Die folgenden Punkte fassen die erwarteten Veränderungen zusammen:

- Das Stromnetz wird stark an Wichtigkeit gewinnen.
- Fern- und Nahwärmenetze werden ausgebaut.



- Nicht leitungsgebundene Heizungssysteme, insbesondere Ölheizungen, werden gezwungen sein, auf strom-, gas- oder wärmenetzgekoppelte Systeme umzusteigen.
- Das Erdgasnetz wird stark an Wichtigkeit verlieren und Wasserstoffnetze werden Erdgasnetze teilweise ablösen

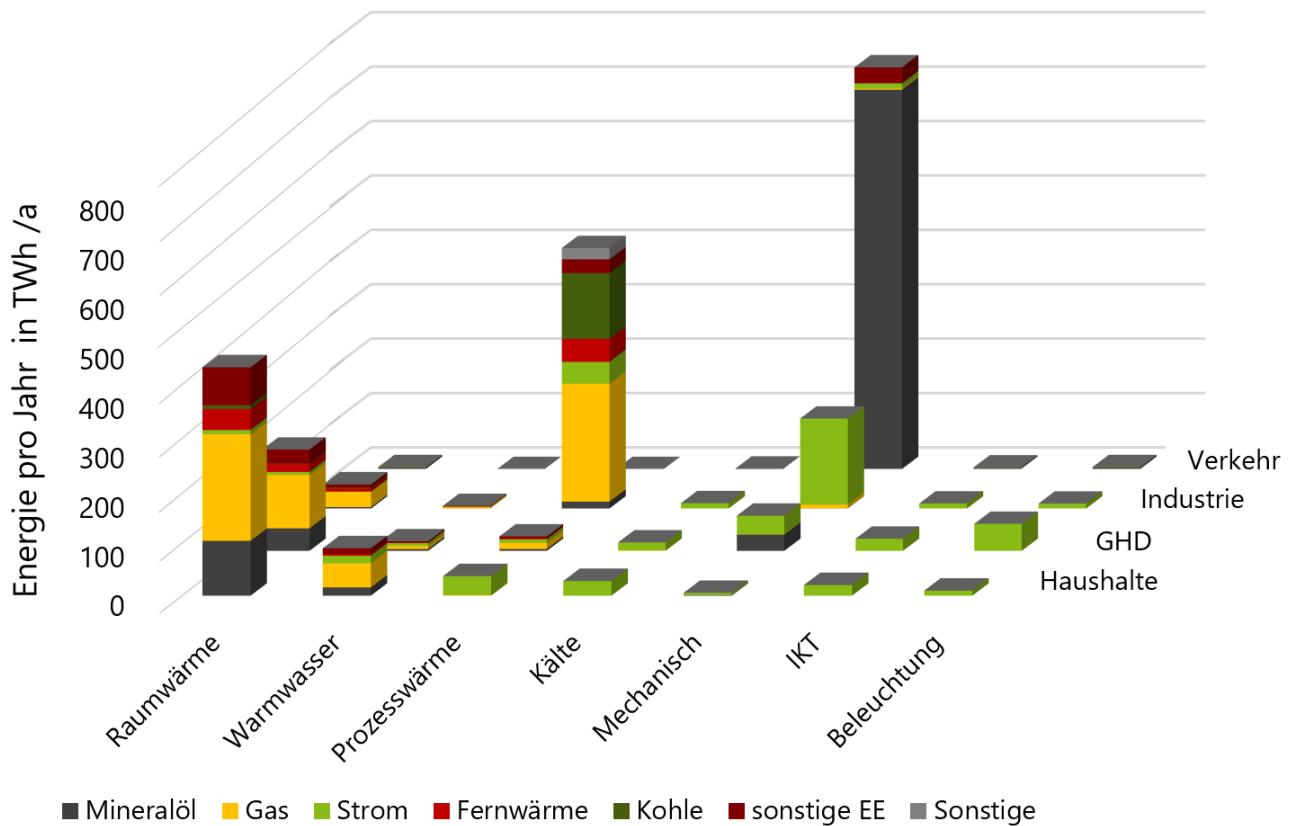


Abbildung 4: Energiebedarf in Deutschland in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Verkehr und Industrie aufgeteilt nach Energieträgern und Verwendung [4]

## 2.8 Detaillierte Analyse des Wärmbedarfs

### 2.8.1 Raumwärmeverbrauch

#### 2.8.1.1 Gebäudetypen und -alter

Die Bauentwicklung in Deutschland hat über die Jahrzehnte hinweg erhebliche Veränderungen und Fortschritte erlebt. Von handwerklich geprägten Techniken in der vorindustriellen Phase bis hin zu modernen energieeffizienten Gebäuden spiegeln die Bauweisen und Normen den technischen Fortschritt und die gesellschaftlichen Bedürfnisse wider. Insbesondere der Wärmeschutz hat in den letzten 100 Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen, nicht zuletzt durch ökologische, ökonomische und rechtliche Anforderungen. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die unterschiedlichen Bauphasen und die Entwicklungen im Bereich des Wärmeschutzes, die maßgeblich zur heutigen Baupraxis beigetragen haben. Diese Informationen sind in Tabelle 1 zusammengefasst und veranschaulicht.



Tabelle 1: Charakterisierung der Wohngebäude nach Baujahresklassen nach IWU [5]

Zeitraum	Charakterisierung
< 1919	Vorindustrielle Phase, handwerklich geprägte Bautechniken, aufbauend auf Erfahrungen, kaum gesetzliche Regelungen; Fachwerk mit Strohlehm-Ausfachung Gründerzeit: Ausdehnung der Städte und einsetzende Industrialisierung, Standardisierung und Normung der Bauweisen;
1919 – 1948	zunehmende Industrialisierung der Baustoffherstellung, Verwendung kostengünstiger und einfacher Materialien sowie materialsparender Konstruktionen, nationale Standardisierung und Normung, Dominanz von ein- und zweischaligen Mauerwerksbauten, massive Kellerdecken, etwas verbesserter Wärmeschutz durch verstärkten Einsatz von Bauelementen mit Luftkammern
1949 – 1979	einfache Bauweise der Nachkriegszeit, häufig mit Trümmer-Materialien, Weiterentwicklung der Normen, Einführung von Anforderungen für den sozialen Wohnungsbau, Einführung der DIN 4108 „Wärmeschutz in Hochbau“ (1952)
1979 – 1986	Ausgelöst durch die erste Ölkrise erhält der Wärmeschutz größere Bedeutung im Einfamilienhaus-Bereich. Auch in der DDR verbesserte wärmetechnische Anforderungen (Rationalisierungsstufe 11) bei monolithischen Wänden immer kleinere Luftkammern bzw. porosierte Materialien
1987 – 1995	2. Wärmeschutzverordnung (WSchV 84), in der DDR weiter verbesserter Wärmeschutz, erste Niedrigenergiehäuser im Markt vertreten, teilweise gefördert durch regionale / Landesprogramme
1996 – 2004	3. Wärmeschutzverordnung (WSchV 95)
> 2001	Energieeinsparverordnung EnEV 2002 und weitere EnEV 2009 und KFW-Effizienzhäuser

### 2.8.1.2 Typische Heizwärmebedarfe

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über den Heizwärmebedarf von Gebäuden in Abhängigkeit vom Baujahr und zeigt die Entwicklung der energetischen Anforderungen im Laufe der Zeit. Unsanierete Altbauten haben den höchsten Heizwärmebedarf, während dieser bei Neubauten, insbesondere nach 2002, deutlich geringer ausfällt. Der spezifische Wärmebedarf, also die benötigte Heizleistung pro Quadratmeter, sinkt ebenfalls kontinuierlich mit dem Baujahr. Neuere Gebäude benötigen weniger Heizfläche und können mit niedrigeren Systemtemperaturen betrieben werden, was auf eine verbesserte Wärmedämmung und energieeffiziente Bauweise zurückzuführen ist. Die Tabelle verdeutlicht, wie sich der Energieverbrauch und die technischen Anforderungen an Heizsysteme im Zuge fortschreitender Bauvorschriften und technologischer Entwicklungen verändert haben.



Tabelle 2: Typische Heizwärmebedarfe von Wohngebäuden [6]

Baujahr der Gebäude	Heizwärmebedarf in kWh/m <sup>2</sup> a	spez. Wärmebedarf in W/m <sup>2</sup>	Wärmebedarf Wohnraum <sup>1</sup> in W	notwendige Heizfläche in m <sup>2</sup> <sup>1</sup>	notwendige Übertemperatur <sup>2</sup> in K	mögliche Systemtemperatur <sup>2</sup> in °C
<b>unsaniertes Altbau</b>	360-440	180-220	4.000	10	62,5	90/70
<b>bis 1977</b>	280-360	140-180	3.200	8	50	80/60
<b>1977 - 1983</b>	200-260	100-130	2.300	5,75	35,9	65/45
<b>1984 - 1994</b>	140-180	70-90	1.600	4	25	55/35
<b>1995 - 2001</b>	100-120	50-60	1.100	2,75	17,2	45/30
<b>&gt; 2002</b>	70-80	35-40	800	2	12,5	38/28

<sup>1</sup> Beispiel für: Wohnraumgrundfläche 20 m<sup>2</sup>, Wassertemperatur 80/60°C, Lufttemperatur 20°C, Δt = 50 K, k = 8 W/m<sup>2</sup> K (U-Wert), bei 2000 Heizstunden pro Jahr. Q= k x F x Δt (Mittelwerte).

<sup>2</sup> Bei der Übertemperatur und Systemtemperatur handelt es sich um Richtwerte bei konstanter angenommener Heizfläche F = 8 m<sup>2</sup>

Tabelle 3 zeigt die Entwicklung der Heizlastdichte (in Watt pro Quadratmeter) für verschiedene Gebäudetypen, abhängig vom Baujahr. Die Heizlastdichte beschreibt die erforderliche Heizleistung pro Fläche und nimmt bei jüngeren Gebäuden kontinuierlich ab. Freistehende Einfamilienhäuser haben generell den höchsten Heizbedarf, während Reihenmittelhäuser und größere Mehrfamilienhäuser die geringste Heizlastdichte aufweisen. Die Werte verdeutlichen, dass durch verbesserte Bauweisen und Dämmstandards ab etwa 1978 deutlich geringere Heizlasten erforderlich wurden. Ab 1995 fallen die Werte nochmals stark ab, was auf strengere Energiestandards und eine verstärkte Ausrichtung auf energieeffizientes Bauen hinweist.

Tabelle 3: Heizlastdichte in W/m<sup>2</sup> für unterschiedliche Baujahre und Gebäudetypen [6]

Baujahr	bis 1958	1959-68	1969-73	1974-77	1978-83	1984-94	ab 1995
<b>Gebäude</b>	Heizlastdichte in W/m <sup>2</sup>						
<b>Einfamilienhaus - freistehend</b>	180	170	150	115	95	75	60
<b>Reihenhaus - endhaus</b>	160	150	130	110	160	90	55
<b>Reihenhaus - mittelhaus</b>	140	130	120	100	140	85	50
<b>Mehrfamilienhaus - bis 8 WE</b>	130	120	110	75	65	60	45
<b>Mehr-familienhaus - über 8 WE</b>	120	110	100	70	60	55	40

### 2.8.1.3 Trinkwarmwasseraufbereitung

Die Warmwasseraufbereitung ist neben der Raumwärme ein wesentlicher Bestandteil des Wärmebedarfs von Haushalten. Technisch kann diese entweder in Kombination mit dem Heizungssystem oder separat organisiert werden. Abbildung 5 zeigt, dass in Deutschland die kombinierte Bereitstellung von Heizung und Warmwasser dominiert. Über alle Gebäude hinweg beträgt der Anteil dieser kombinierten Systeme 77 %, und mit zunehmend jüngerem Baujahr steigt dieser Anteil auf 90 %. Daher wird davon ausgegangen, dass der Trend zur integrierten Warmwasseraufbereitung in modernen Gebäuden weiterhin zunehmen wird.

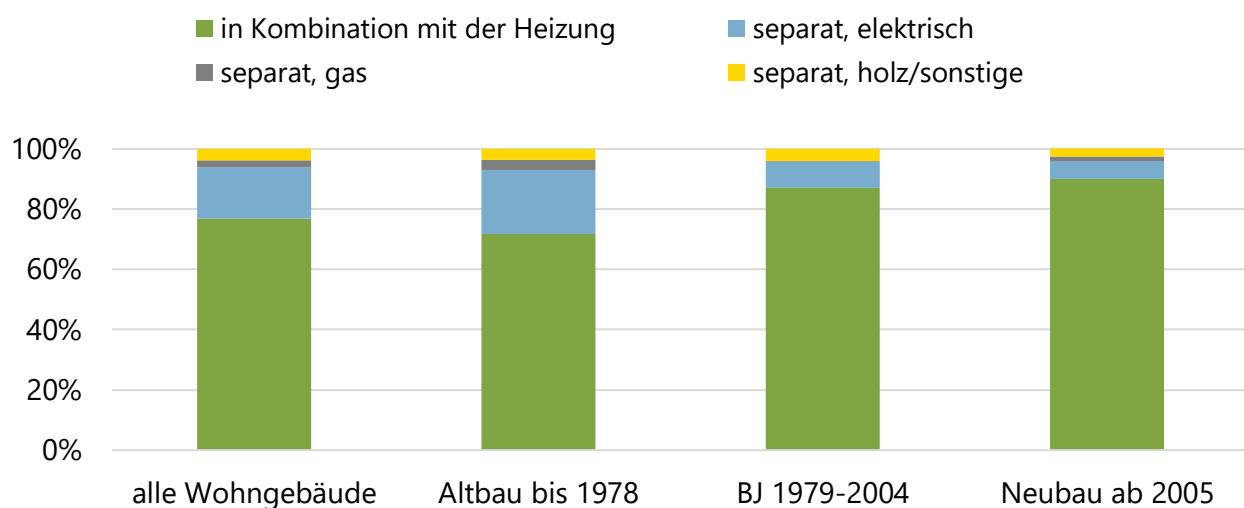


Abbildung 5: Trinkwassererhitzung nach Gebäudetyp [7]



#### 2.8.1.4 Jahresdauerlinie Haushaltswärmebedarf

Die Jahresdauerlinie zeigt den Wärmeleistungsbedarf von Haushalten eines Jahres geordnet von den höchsten zu den niedrigsten Werten. Die Grundlast resultiert aus dem Trinkwarmwasserbedarf, welcher ganzjährig vorliegt. Die Raumwärme hingegen wird nur in der Heizperiode benötigt und hat ihren Hochpunkt an den kältesten Tagen des Jahres. In Abbildung 6 ist eine Jahresdauerlinie beispielhaft dargestellt. Daraus lassen sich u.a. zwei wichtige Kenngrößen erkennen. Die Spitzenleistung und den Jahreswärmebedarf (Integral der Fläche). Mittels der Jahresdauerlinie können Wärmeerzeuger hinsichtlich ihrer Leistung ausgelegt werden. Dies ist insbesondere bei der Kombination mehrerer Erzeuger bspw. in einem Wärmenetz relevant. In Abbildung 7 wird exemplarisch die Jahresdauerlinie einer Wärmeversorgung dargestellt, bei der Wärmeerzeuger kombiniert werden, um eine effiziente Energieversorgung zu gewährleisten. Eine typische Konfiguration besteht aus einem Wärmeerzeuger für die Grundlastdeckung und einem zusätzlichen System zur Abdeckung von Spitzenlasten, wobei häufig Gaskessel zum Einsatz kommen [8].

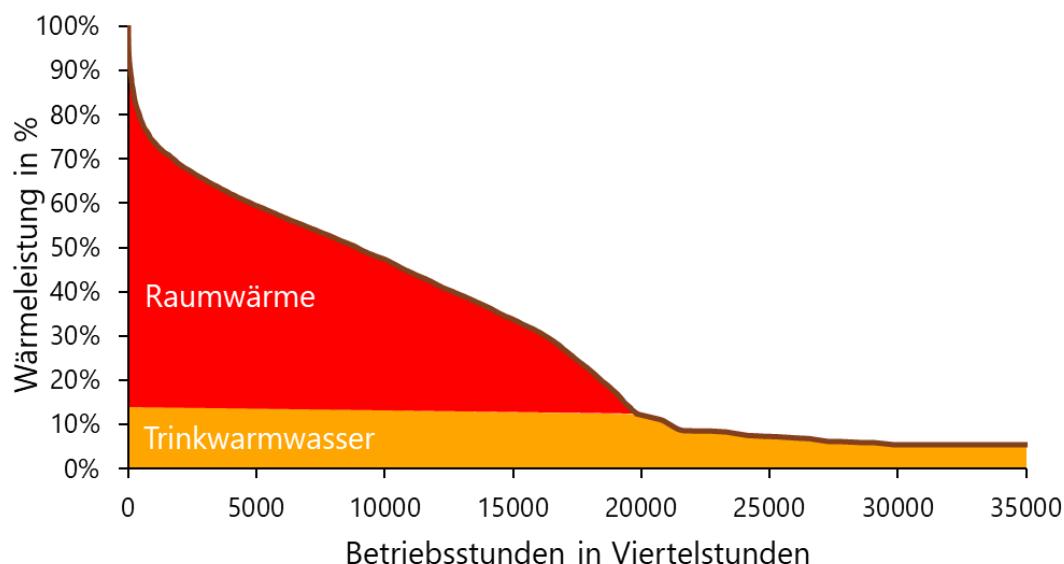


Abbildung 6: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Raumwärme und Trinkwarmwasser [8]

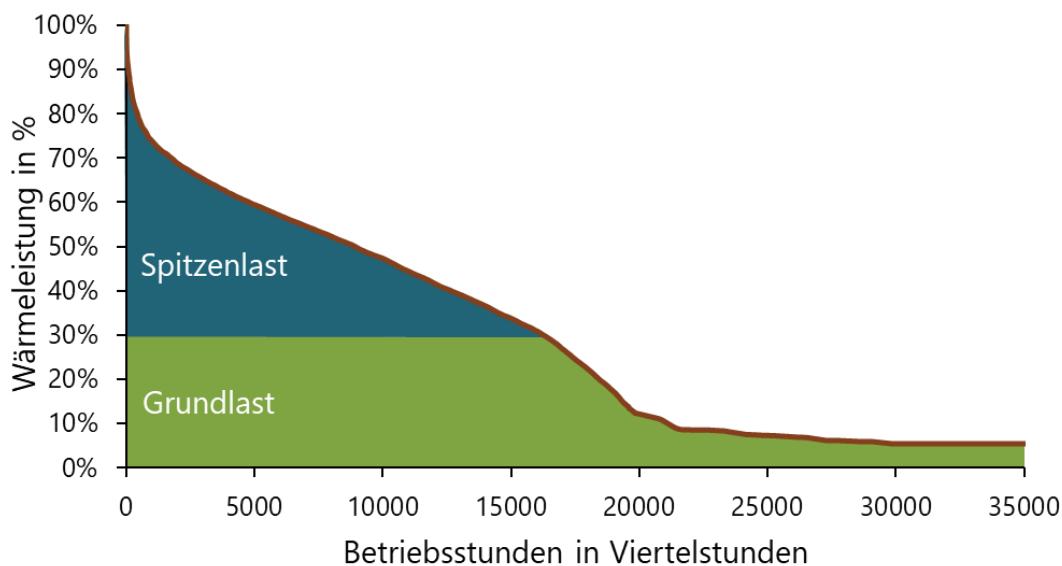


Abbildung 7: Jahresdauerlinie aufgeteilt nach Grundlast und Spitzenlast[8]

## 2.8.2 Prozesswärmebedarf

Der Prozesswärmebedarf in der Industrie bezieht sich auf die Menge an Wärmeenergie, die benötigt wird, um spezifische Aufgaben in verschiedenen industriellen Prozessen auszuführen. Diese Wärmeenergie ist essenziell für eine Vielzahl von Anwendungen, die zur Herstellung von Produkten oder zur Durchführung bestimmter Verfahren benötigt werden.

Industrielle Prozesse variieren stark in ihren Anforderungen an Wärmeenergie. Beispielsweise benötigen manche Prozesse Wärme zum Schmelzen von Metallen oder Kunststoffen, während andere Wärme für chemische Reaktionen, Trocknungsverfahren, Dampferzeugung oder zur Aufrechterhaltung spezifischer Temperaturen in Produktionsanlagen benötigen. Das Temperaturniveau der benötigten Wärme kann ebenfalls stark variieren, abhängig von den spezifischen Anforderungen des Prozesses. Manche Anwendungen erfordern niedrige Temperaturen nahe der Umgebungstemperatur, während andere Prozesse sehr hohe Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius benötigen können. Die Energiequellen zur Bereitstellung dieser Wärmeenergie sind vielfältig und hängen oft von der Verfügbarkeit, den Kosten und den Umweltüberlegungen ab. Häufig genutzte Energiequellen sind fossile Brennstoffe wie Erdgas und Kohle, erneuerbare Energien wie Biomasse und Solarenergie sowie elektrische Heizsysteme. Die Übertragung und Nutzung der Wärmeenergie erfolgt durch verschiedene technische Systeme wie Öfen, Dampfkessel oder Wärmeübertrager. Effiziente Wärmeübertragung ist entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit industrieller Prozesse.

Unternehmen führen oft detaillierte Analysen durch, um den spezifischen Wärmebedarf ihrer Prozesse zu bestimmen. Dabei werden Möglichkeiten zur Optimierung der Energieeffizienz und zur Reduzierung der Kosten identifiziert. Dies kann durch die Implementierung von Wärmerückgewinnungssystemen, die Optimierung der Prozessführung oder den Einsatz moderner Technologien wie Wärmepumpen erfolgen.



## 2.9 Sanierung

### 2.9.1 Allgemeines

Eine Sanierung bezeichnet im Bauwesen die baulich-technische Wiederherstellung oder Modernisierung einzelner Gebäudeteile oder gesamter Bauwerke mit dem Ziel, bestehende Schäden zu beseitigen und/oder den energetischen sowie wohnlichen Standard zu verbessern. In erster Linie geht es um die Werterhaltung der Bausubstanz. Dies betrifft sowohl die Fassade als auch den Kern.

Eine Sanierung geht über die Instandhaltung und Instandsetzung hinaus. Sie kann erhebliche Eingriffe in die Bausubstanz beinhalten wie u. a. Kernsanierung unter Beibehaltung der Fassaden und beinhaltet meist eine Modernisierung. Ein Teilgebiet ist die energetische Sanierung. Für behindertengerechtes Wohnen bzw. Arbeiten kann auch das barrierefreie Bauen Ziel einer Teilmordenisierung sein.

### 2.9.2 Rolle der EU

Die Europäische Union (EU) spielt eine entscheidende Rolle bei der Festlegung von Standards zur Energieeffizienz und zur Reduzierung der Umweltauswirkungen durch verbindliche Vorgaben wie die Minimum Energy Performance Standards (MEPS). Diese Standards sind Teil eines umfassenderen Rahmens, der darauf abzielt, den Energieverbrauch zu senken und den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu fördern.

In der kommunalen Wärmeplanung kommen diese Standards besonders zum Tragen, da sie die Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung effizienter Wärmeversorgungssysteme in Städten und Gemeinden bilden. Konkret legen die Standards fest, welche Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden und Heizanlagen erfüllt werden müssen. Dies betrifft sowohl Neubauten als auch bestehende Gebäude, insbesondere wenn diese saniert oder modernisiert werden. Für Kommunen bedeutet dies, dass sie bei der Planung ihrer Wärmeinfrastruktur die Einhaltung dieser Standards berücksichtigen müssen. Dies kann die Auswahl energieeffizienter Heiz- und Kühlsysteme, die Verbesserung der Gebäudedämmung, den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien wie Solarenergie oder Biomasse sowie die Implementierung von Fernwärme- oder Kältenetzen umfassen.

Die EU-Richtlinien und Standards fördern auch die Integration innovativer Technologien und erneuerbarer Energiequellen in die kommunale Wärmeplanung. Sie unterstützen Kommunen dabei, ihre Klimaziele zu erreichen, indem sie den CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduzieren und die Umweltbelastung durch Wärmeerzeugung verringern. Darüber hinaus können Kommunen von Förderprogrammen der EU profitieren, die finanzielle Unterstützung für die Umsetzung energieeffizienter Maßnahmen bereitstellen.

Insgesamt bieten die EU-Richtlinien und die MEPS einen wesentlichen Rahmen für die kommunale Wärmeplanung. Sie unterstützen die Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger und zukunftsfähiger Wärmeversorgungssysteme, die sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile bieten [9].

### 2.9.3 Gebäudehülle

Der Aufbau der Gebäudehülle in Deutschland hat sich über die Jahrzehnte hinweg stark verändert, insbesondere in Bezug auf die Verbesserung der energetischen Effizienz und die Reduktion des Energieverbrauchs. Bis in die 1970er Jahre hinein waren Gebäudehüllen oft schlecht gedämmt und



bestanden aus massiven Wänden ohne zusätzliche Dämmmaterialien. Fenster waren einfach verglast und boten wenig Wärmeschutz, was zu hohen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werten) führte und zu einem hohen Energieverlust durch die Gebäudehülle.

Mit den energiepolitischen Veränderungen und der Ölkrise in den 1970er Jahren begannen erste Regelungen zur Verbesserung der Wärmedämmung von Neubauten. In den 1980er und 1990er Jahren wurden mehrschichtige Wandaufbauten mit Dämmstoffen wie Polystyrol oder Mineralwolle üblich. Fenster erhielten allmählich Verbesserungen durch den Einsatz von Isolierverglasungen mit niedrigeren U-Werten. Seit den 1990er Jahren wurden die energetischen Anforderungen an Gebäude weiter verschärft, insbesondere durch die Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) in Deutschland. Die Nutzung hochwertiger Dämmmaterialien wie expandiertem Polystyrol (EPS) oder Polyurethan-Hartschaum (PUR) nahm zu, um eine bessere Wärmedämmung zu erreichen. Wände wurden besser isoliert, und Fenster erhielten immer häufiger Dreifachverglasungen mit deutlich niedrigeren U-Werten. Heute sind Neubauten in Deutschland in der Regel so gestaltet, dass sie den Anforderungen des aktuellen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) entsprechen. Diese Gesetzgebung legt fest, dass Gebäude einen bestimmten maximalen Energiebedarf pro Quadratmeter und Jahr einhalten müssen, was zu einem sehr niedrigen U-Wert für die Gebäudehülle führt. Moderne Häuser sind oft Passivhaus-Standard oder Niedrigenergiehaus-Standard, was bedeutet, dass sie sehr wenig Energie für Heizung und Kühlung benötigen. Mögliche Ausführungen der Dämmung für die wesentlichen Bauteile von Gebäuden sind in Abbildung 8 aufgeführt. Zusammenfassend zeigt sich, dass sich der Aufbau der Gebäudehülle in Deutschland deutlich verbessert hat, von energieintensiven und ungeeigneten Konstruktionen hin zu hochgradig dämmenden, energieeffizienten Lösungen. Damit erfüllen heutige Gebäudehüllen die modernen Anforderungen an Nachhaltigkeit und Umweltschutz.

Bauteil	Mögliche Ausführungen	U-Wert in W/(m²K)
Außenwand	Eichenfachwerk mit Lehmausfachung, Vollziegelmauerwerk, zweischaliges Ziegelmauerwerk, Bims Vollsteine, Gitterziegel, Kalksandlochsteine, Holzständerwand, Wärmedämmverbundsystem	1,90 bis 0,21
Kellerdecke	Holzbalkendecke mit Strohlehmwickel, scheitrechte Kappendecke, Ortbetondecke, Stahlbetondecke, + Trittschalldämmung, Kellerdeckendämmung	1,04 bis 0,30
Oberste Geschossdecke	Holzbalkendecke mit Strohlehmwickel oder mit Blindboden und Lehmschlag, Stahlbetondecke, + Mineralwolle, Dämmplatten	1,22 bis 0,17
Dachschräge	Steildach, ohne Dämmung, Holzschalung, Heraklithplatten unter den Sparren, Mineralwolle zwischen den Sparren, Gipskartonplatten, + Dämmung	1,80 bis 0,13
Fenster	Einfachverglasung in Holzrahmen, Isolierverglasung in Holz- oder Kunststoffrahmen, Holz-Verbundfenster, Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung	5,20 bis 1,10

Abbildung 8: Mögliche Ausführungen der wesentlichen Bauteile von Gebäuden hinsichtlich der Dämmung [10]

## 2.9.4 Temperaturklassen und Heizkörper

Heizungssysteme werden in Hoch-, Mittel- und Niedrigtemperaturklassen unterschieden, basierend auf der Vorlauftemperatur des Hezwassers, das sie benötigen. Die Vorlauftemperatur bezeichnet die Temperatur des Wassers, das den Heizkörpern zugeführt wird, während die Rücklauftemperatur die



niedrigere Temperatur des Wassers beschreibt, das nach der Wärmeabgabe zum Wärmeerzeuger zurückfließt. Hochtemperatur-Heizkörper sind für Systeme ausgelegt, bei denen das Hezwasser Temperaturen von 70 bis 90 Grad Celsius erreicht. Mitteltemperatur-Heizkörper arbeiten bei moderaten Vorlauftemperaturen zwischen 50 und 70 Grad Celsius. Niedrigtemperatur-Heizkörper sind für Heizsysteme konzipiert, die mit Vorlauftemperaturen unter 50 Grad Celsius arbeiten, wie es bei modernen Wärmepumpen der Fall ist. Die Effizienz, insbesondere im Zusammenhang mit Wärmepumpen, steigt mit sinkender Systemtemperatur. Eine Übersicht der drei Heizklassen ist in Abbildung 9 dargestellt.

	Heizkörper	Vor- und Rücklauf-temperatur	Effizienz
Hoch-temperatur	Guss-, Rippen- Flach-, Kompakt-heizkörper	90/70 °C	Niedrig
Mittel-temperatur	Niedertemperatur-Konvektoren, Flach-, Kompakt-heizkörper	70/50 °C	Mittel
Niedrig-temperatur	Fußbodenheizung, Niedertemperatur-Konvektoren	40/30 °C	Hoch

Abbildung 9: Temperaturklassen und Heizkörper [11]

### 2.9.5 Heizkurve

Die Heizkurve beschreibt den Zusammenhang zwischen Außentemperatur und Vorlauftemperatur, wobei sie bestimmt, mit welcher Vorlauftemperatur die Heizflächen bei unterschiedlichen Außen-temperaturen versorgt werden. Sie hängt von Faktoren wie der Auslegungs-Vorlauftemperatur, der Art der Heizungsanlage (z. B. Fußboden- oder Radiatorenheizung) sowie der Gebäudehülle und -dämmung ab. Ein Regler passt kontinuierlich die Vorlauftemperatur an die aktuellen Bedingungen an. Durch Gebäudeleittechnik können zusätzlich weitere Einflussgrößen, wie die Sonnenstrahlung, berücksichtigt werden. Eine korrekt eingestellte Heizkurve reduziert Wärmeverluste, verbessert die Regelung der Raumtemperaturen und trägt so zur Energieeinsparung bei. Die Heizkurven der drei Temperaturklassen sind in Abbildung 10 veranschaulicht. Diese Darstellung zeigt, wie sich die Vorlauftemperatur je nach Außentemperatur für Hoch-, Mittel- und Niedrigtemperatur-Heizsysteme ändert.

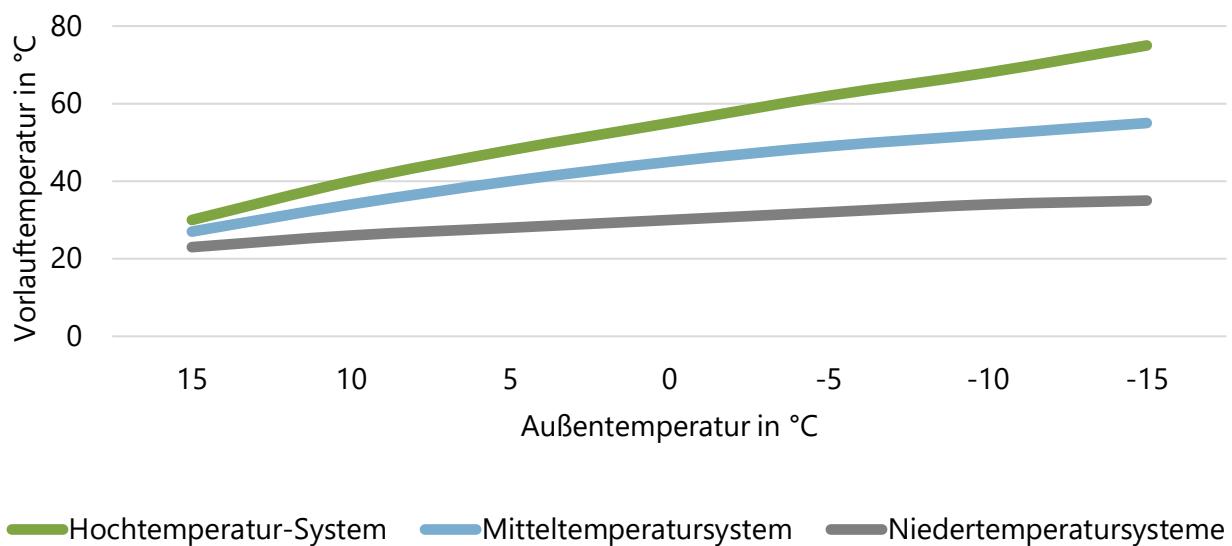


Abbildung 10: Beispielhafte Heizkurven verschiedener Heizsysteme [11]

### 2.9.6 Nachträgliche Fassadendämmung

Bei der Dämmung von Fassaden kann zwischen Außen-, Innendämmung sowie der Dämmung im Zwischenraum bzw. dem Bauteil selbst unterschieden werden. Die Statistik der IWU in Abbildung 11 zeigt, so wie es auch als Stand der Technik gilt, dass die Außendämmung bevorzugt genutzt wird und insgesamt 75 % der Fälle einnimmt. Die Innendämmung kommt am meisten nur bei Fachwerkhäusern vor, was darauf zurückzuführen ist, dass das Aussehen dort oft denkmalgeschützt ist. Die Dämmung im Zwischenraum ist mit 9 % ebenfalls weniger relevant, was daran liegt das diese nur bei zweischaligen Mauerwerken mit Hohlraum möglich ist.

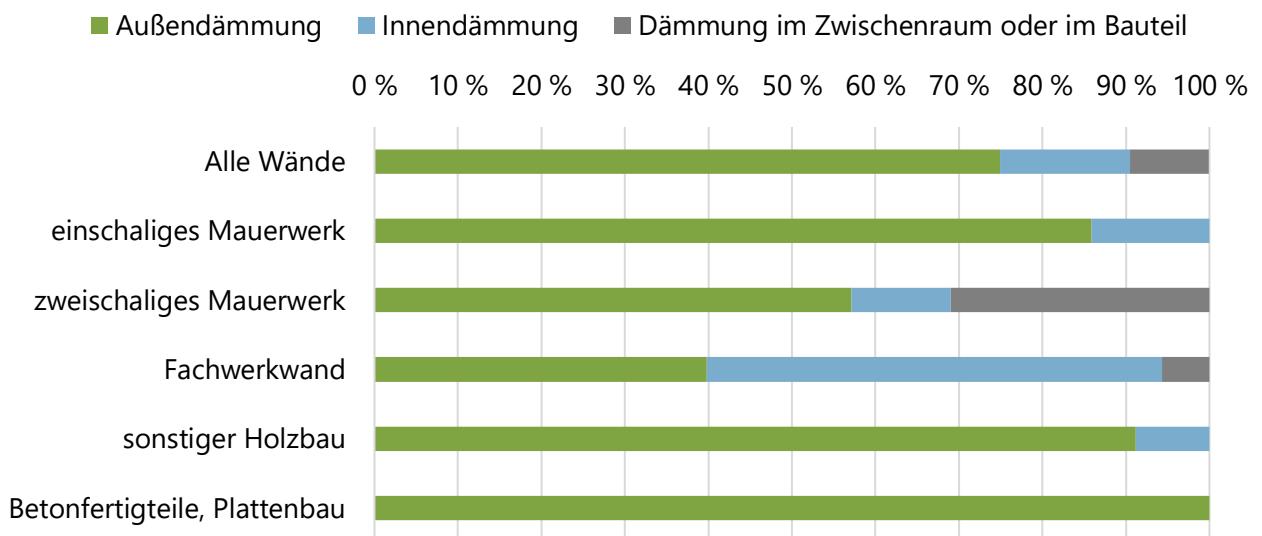


Abbildung 11: Art der Wärmedämmung im Überblick und nach Wandtypen [7]



### 2.9.6.1 Typische Fassadendämmung in der Praxis

Die Fassadendämmung variiert erheblich je nach Gebäudetyp und -alter. Fachwerkhäuser, die durch ihre Konstruktion eine komplexe Dämmproblematik aufweisen, erhalten in der Regel eine innenliegende Wärmedämmung. Diese Methode schützt die historische Fassade und optimiert gleichzeitig die Energieeffizienz, ohne das äußere Erscheinungsbild zu verändern.

Bei Gründerzeithäusern ist die Anwendung von Dämmmaßnahmen oft mit einer genauen Kosten-Nutzen-Analyse verbunden. Hier muss sorgfältig abgewogen werden, ob und in welchem Umfang eine Dämmung sinnvoll ist, da bauliche Veränderungen an diesen historischen Gebäuden besondere Anforderungen und Restriktionen mit sich bringen können.

Für Zwischenkriegsbauten, die modernisiert und für viele Jahre genutzt werden sollen, bietet sich in der Regel ein außenliegender Vollwärmeschutz als geeignete Lösung an. Dieser Ansatz ermöglicht eine umfassende Verbesserung der Energieeffizienz und verlängert die Nutzungsdauer des Gebäudes erheblich. Der außenliegende Vollwärmeschutz schützt nicht nur vor Wärmeverlusten, sondern kann auch die Fassade vor Witterungseinflüssen bewahren und zur Werterhaltung des Gebäudes beitragen.

### 2.9.6.2 Außen- vs. Innenwanddämmung

Die Außenwanddämmung bietet im Vergleich zur Innenwanddämmung deutliche bauphysikalische Vorteile. Bei der Außenwanddämmung werden alle tragenden Außenwände und Zwischendecken vollständig isoliert, wodurch Wärmebrücken weitgehend vermieden werden. Zudem reduziert diese Methode das Risiko von Tauwasserbildung und Feuchteschäden wie Schimmel erheblich, da die Dämmung das gesamte Wandaufbausystem schützt. Auch Wasserleitungen in den Außenwänden sind durch die Außendämmung vor Frost geschützt.

Jedoch bringt die Außenwanddämmung auch einige Nachteile mit sich. Die äußere Erscheinung des Hauses wird durch die angebrachte Dämmschicht verändert, was auch Anpassungen an Fenstern, Dachüberständen und Grundstücksgrenzen nach sich ziehen kann. Bei kleineren Fenstern kann die Verdickung der Außenwände zudem zu einer verminderten Lichtdurchlässigkeit führen. In vielen Fällen überwiegen die Vorteile der Außendämmung die Nachteile, insbesondere wenn es um die Vermeidung von Wärmebrücken und Feuchtigkeitsschäden geht. Ausnahmen bestehen jedoch, etwa wenn eine Fassade aus denkmalpflegerischen Gründen erhalten bleiben soll oder bei Ferienhäusern, die schnell aufgeheizt werden müssen, wo eine Innendämmung oft die bessere Wahl darstellt.

### 2.9.7 Fenster

Fenster in Wohngebäuden gibt es in verschiedenen Ausführungen, darunter Ein-, Zwei- und Dreifachverglasungen. Während Einfachverglasung bis in die 1970er Jahre weit verbreitet war, hat sich die Dreifachverglasung seit Mitte der 2000er Jahre zunehmend durchgesetzt. Abbildung 12 zeigt den aktuellen Bestand der Verglasungen in deutschen Wohngebäuden und verdeutlicht, dass mit 94 % die Zweifachverglasung am häufigsten vertreten ist. Fenster mit Mehrfachverglasung bieten eine deutlich bessere Wärmedämmung und tragen erheblich zur Energieeffizienz eines Gebäudes bei. Während Einfachverglasungen in älteren Gebäuden oft zu hohen Wärmeverlusten führen, reduziert Dreifachverglasung den Energieverbrauch und die Heizkosten durch ihre überlegene Isolierwirkung.

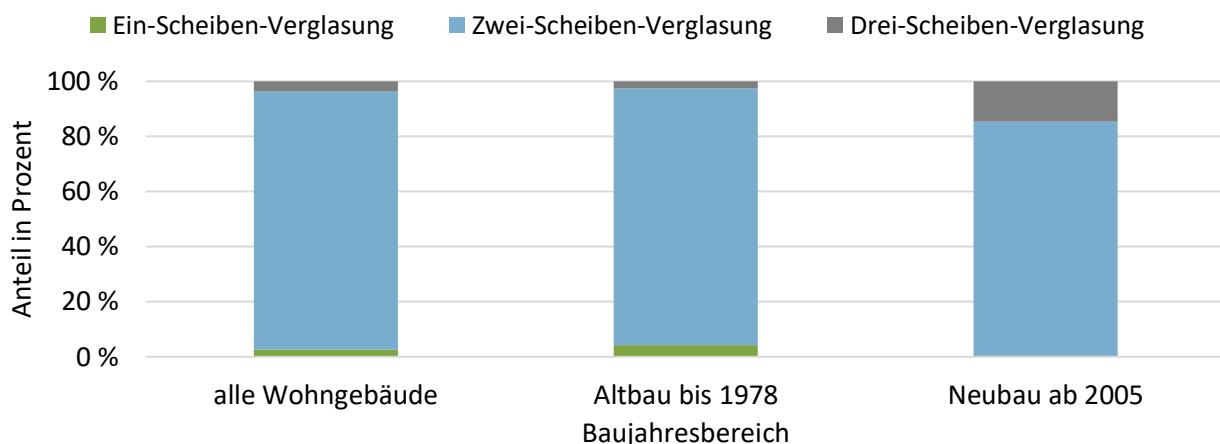


Abbildung 12: Verglasungsarten nach Fensterbaujahr in Deutschland [7]

### 2.9.8 Historische Sanierungsrationen

Die Sanierungsrate ist eine Kennzahl, welche Aufschluss über die durchschnittlich durchgeführte Anzahl an Sanierungen gibt. Oft wird diese pauschal im Sinne einer „Gesamtsanierungsquote“ in Bezug auf Wohngebäude genutzt. Dies ist jedoch bedingt zielführend, da sich die Sanierungsquote zwischen den Gebäudeelementen stark unterscheidet. In

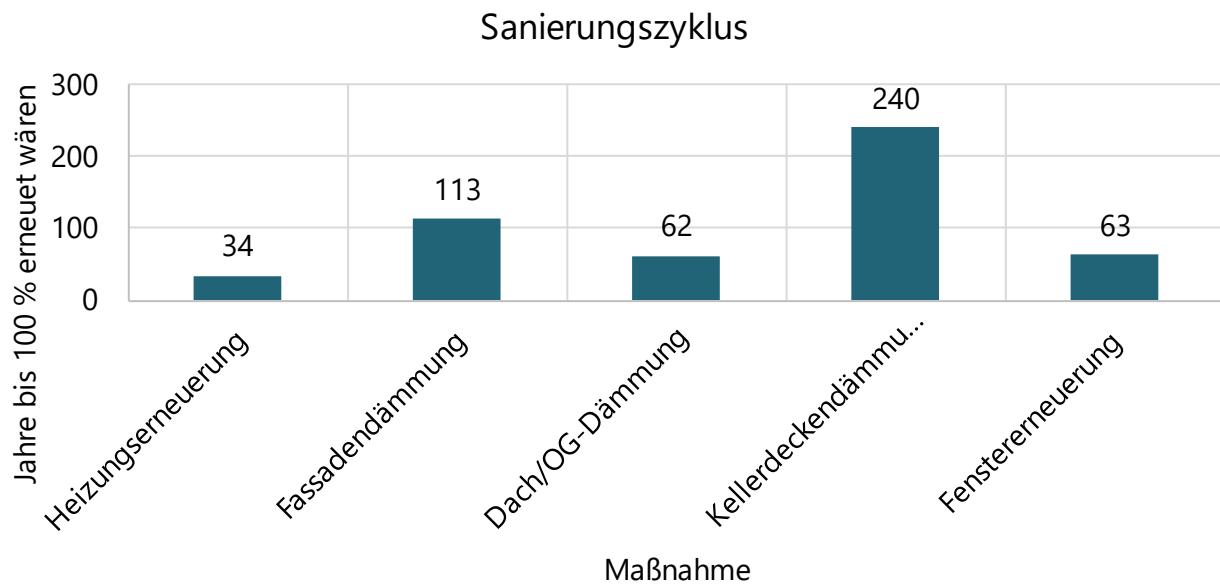


Abbildung 13 ist dargestellt, wie sich die Sanierungsrate je Maßnahme unterscheidet. Zudem wird der Sanierungszyklus aufgezeigt, also die Dauer, bis 100 % des Gebäudebestands eine entsprechende Sanierung erfahren hätten. Dabei fällt auf, dass Heizungserneuerungen mit einem Zyklus von 34 Jahren seltener durchgeführt werden als aufgrund ihrer typischen Lebensdauer zu erwarten wäre. Weiterhin zeigt sich, dass Fassadendämmungen und Kellerdeckendämmungen mit Zyklen von über 100 Jahren praktisch oberhalb der erwarteten Nutzungsdauer von Wohngebäuden liegen und somit in der Regel nicht durchgeführt werden.

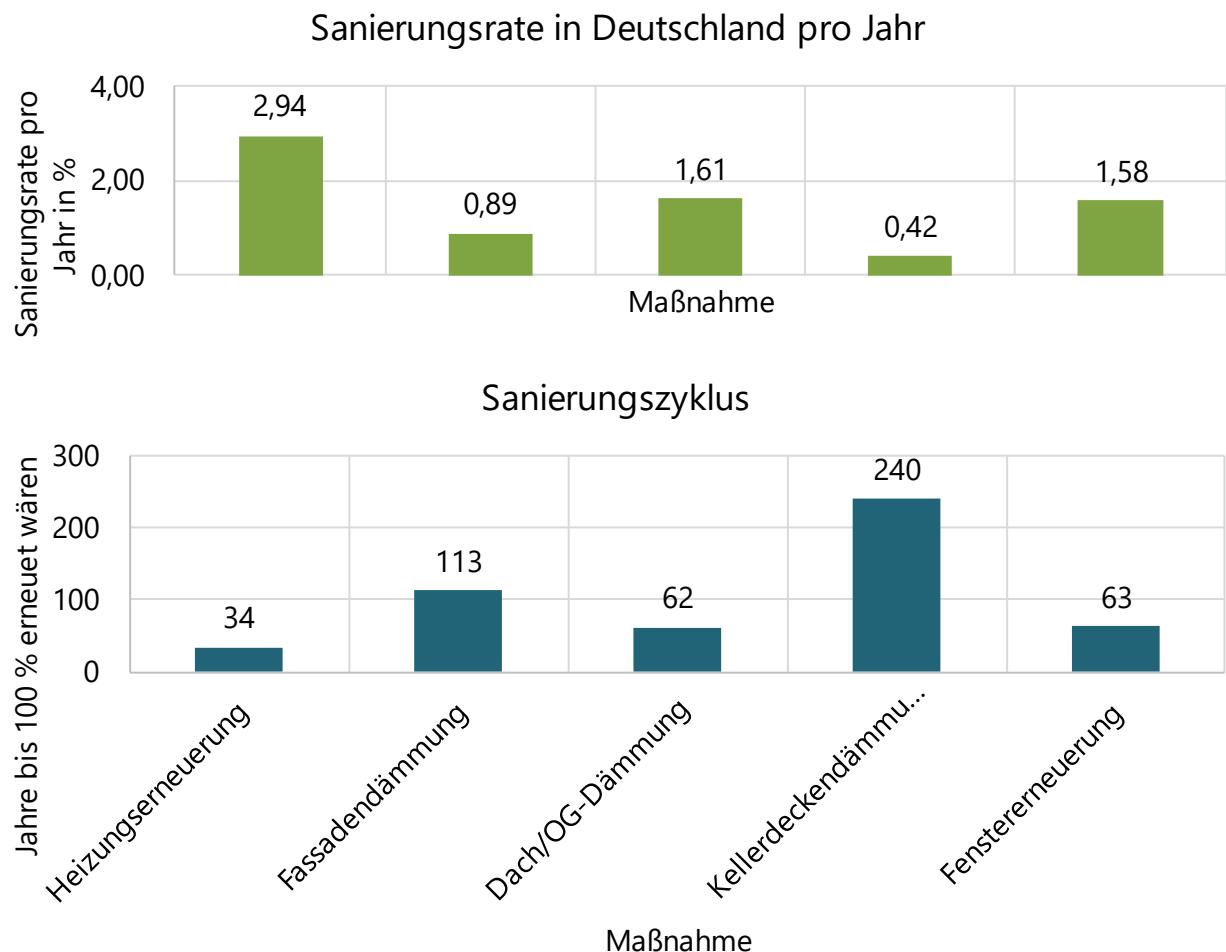


Abbildung 13: Sanierungsrate und -zyklus [12]

Hingegen sind die Fenstererneuerung und die Dach- bzw. Obergeschossdämmung mit je ca. 60 Jahren deutlich häufiger und insbesondere für den Hauptgebäudebestand in den Jahrzehnten nach dem zweiten Weltkrieg gebaut wurden sehr relevant. Hier ist demnach anzunehmen, dass an einem Großteil der Gebäude entsprechende Maßnahmen durchgeführt wurden, wodurch sich der energetische Standard um etwa 50 bis 60 Jahre verbessert hat.

### 2.9.9 Status quo der Sanierung

Abbildung 14 veranschaulicht den prozentualen Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren. Bei allen Wohngebäuden beträgt der Anteil gedämmter Außenwände 36 %, der gedämmten Fußböden/Kellerdecken 34 % und der gedämmten Dächer 71 %.

In Altbauten mit Baujahr bis 1978 ist der Anteil deutlich niedriger: Nur 28 % der Außenwände, 20 % der Fußböden/Kellerdecken und 62 % der Dächer sind gedämmt. Für Gebäude mit Baujahren von 1979 bis 2004 sind die Dämmungsraten höher, wobei 50 % der Außenwände, 59 % der Fußböden/Kellerdecken und 89 % der Dächer gedämmt sind.



Die höchsten Dämmungsanteile finden sich in Neubauten ab 2005: 64 % der Außenwände, 85 % der Fußböden/Kellerdecken und 98 % der Dächer sind gedämmt. Bei den Außenwänden ist zu beachten, dass nur bestimmte Wärmedämmenschichten als echte Dämmung gewertet werden. Gut gedämmte Mauersteine, die in dem verbleibenden Drittel der Gebäude wahrscheinlich vorherrschend sind, werden daher nicht explizit berücksichtigt. Dies zeigt, dass neuere Gebäude signifikant bessere Dämmstandards aufweisen, während ältere Gebäude vergleichsweise schlechter gedämmt sind. Der Trend geht eindeutig in Richtung umfassender Dämmung, insbesondere bei neu errichteten Gebäuden.

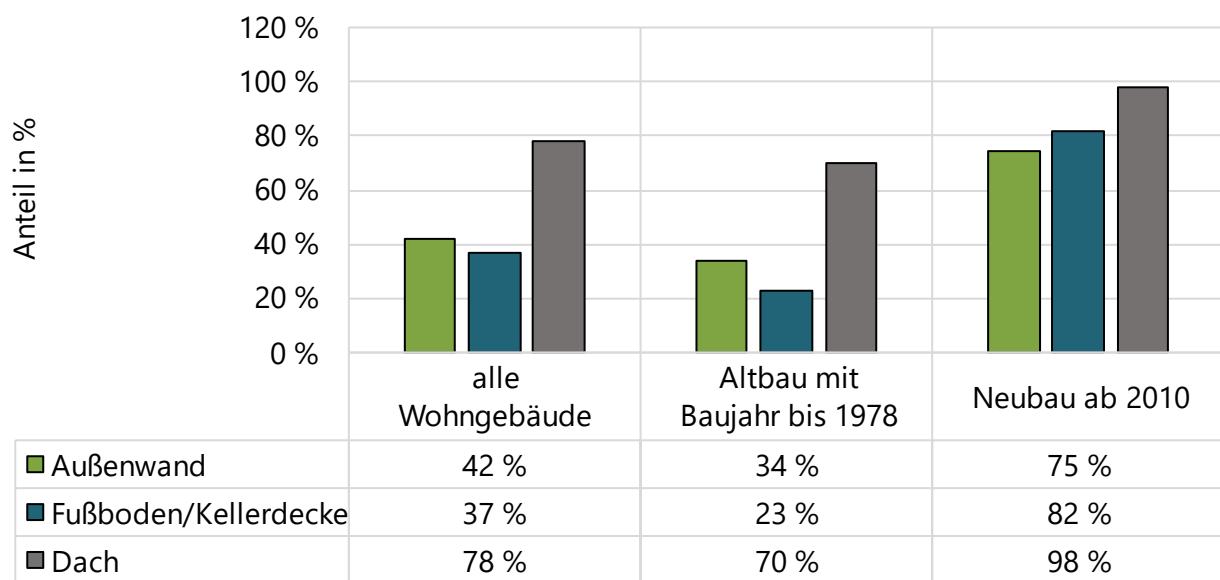


Abbildung 14: Prozentualer Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden, Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren (Stand 2016) [13]

Die nachträgliche Dämmung von Bauteilflächen zeigt deutliche Unterschiede je nach Gebäudetyp und Baujahr. Abbildung 15 veranschaulicht, dass Außenwände, Fußböden/Kellerdecken und Dächer in vielen Bestandsgebäuden nachträglich gedämmt wurden, um den Wärmeschutz zu verbessern.



Besonders Altbauten von vor 1978, die nicht den heutigen energetischen Standards entsprechen, wurden durch nachträgliche Dämmmaßnahmen erheblich aufgewertet.

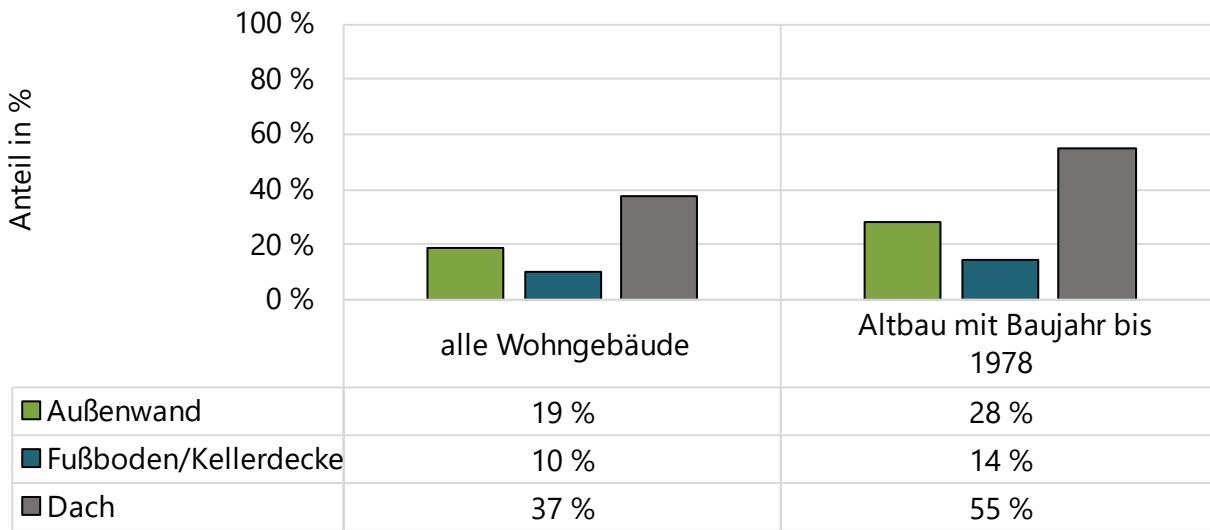


Abbildung 15: Nachträglich gedämmte Bauteilfläche von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern (Stand 2016) [13]

## 2.10 EE-Technologien zur Wärmeerzeugung

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden quantitativ und räumlich differenziert die im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme und zur zentralen Wärmespeicherung ermittelt. Bei der Ermittlung der Potenziale ist dem Ziel Rechnung zu tragen, einen möglichst großen Anteil der klimaneutralen Wärmeversorgung über lokale Energiequellen bereitzustellen. Bekannte räumliche, technische oder rechtliche Restriktionen für die Nutzung von Wärmeerzeugungspotenzialen sind zu berücksichtigen. Dabei werden zudem Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion (Sanierung) in Gebäuden und industriellen und gewerblichen Prozessen abgeschätzt. Abbildung 16 zeigt eine Übersicht der potenziellen Technologien zur Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien und die Möglichkeiten zur Wärmereduktion.

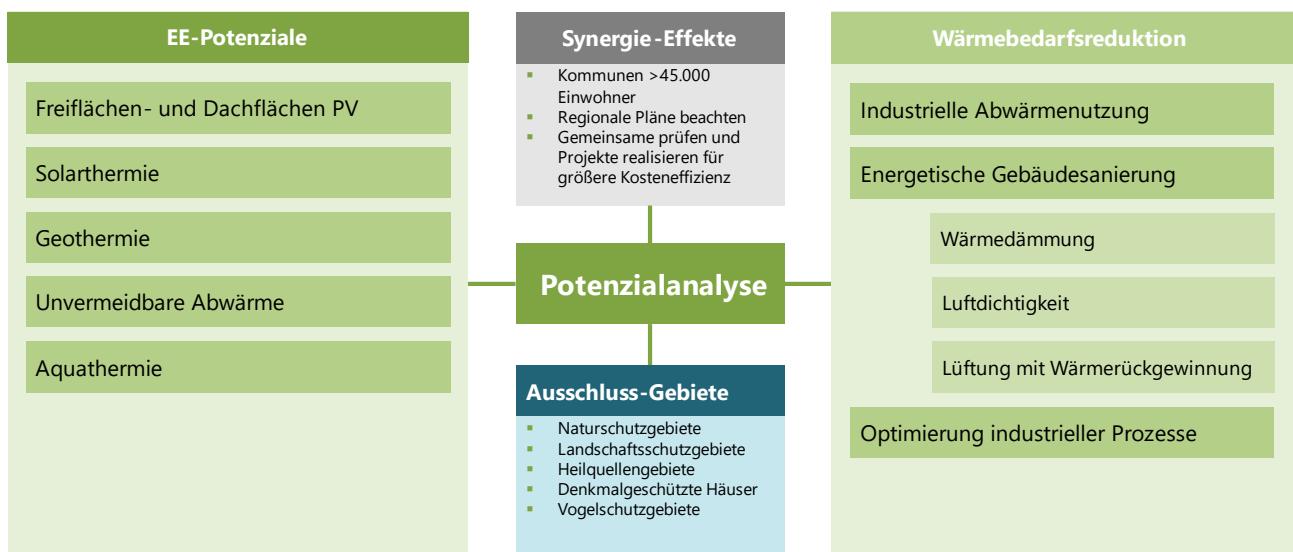


Abbildung 16: EE-Technologien zur Wärmeerzeugung

## 2.10.1 Wärmepumpen

### 2.10.1.1 Allgemeines

Eine Wärmepumpe für Wohngebäude nutzt das Prinzip der thermodynamischen Kreisprozesse, um Wärmeenergie aus einer niedrigeren Temperaturquelle zu entziehen und auf ein höheres Temperaturniveau zu bringen, das für Heizzwecke genutzt werden kann. Der detaillierte Ablauf ist wie folgt:

1. Verdampfung (Außeneinheit): In der Außeneinheit befindet sich ein Verdampfer, in dem das Kältemittel (ein spezielles Gas oder eine Flüssigkeit) durch den Kontakt mit der Umgebungsluft verdampft. Dieser Prozess benötigt Wärme. Diese Wärme wird aus der Umgebungsluft, dem Erdreich oder dem Grundwasser aufgenommen.
2. Kompression (Kompressor): Das verdampfte Kältemittel wird in den Kompressor geleitet, wo es komprimiert wird. Durch die Kompression erhöht sich der Druck und die Temperatur des Kältemittels erheblich. Die elektrische Energie, die für den Betrieb des Kompressors benötigt wird, ist der Hauptenergieverbrauchspunkt der Wärmepumpe.
3. Kondensation (Inneneinheit): Das heiße, komprimierte Kältemittel strömt nun durch einen Kondensator in der Inneneinheit der Wärmepumpe. Hier gibt das Kältemittel die aufgenommene Wärmeenergie an das Heizungssystem des Gebäudes ab. Durch diese Wärmeübertragung im Kondensator wird das Kältemittel abgekühlt und kondensiert wieder zu einer Flüssigkeit.
4. Entspannung (Expansionsventil): Das abgekühlte und flüssige Kältemittel durchläuft nun ein Expansionsventil, das den Druck und die Temperatur des Kältemittels senkt. Dadurch wird es wieder auf das Niveau gebracht, das für den Verdampfungsprozess in der Außeneinheit erforderlich ist.

Dieser Kreislauf setzt sich kontinuierlich fort, solange die Wärmepumpe in Betrieb ist und Wärme für das Heizsystem oder auch für die Warmwasserbereitung benötigt wird. Wärmepumpen nutzen die kostenlose Umweltenergie effizient, indem sie nur einen kleinen Teil elektrischer Energie für den Betrieb des Kompressors benötigen. Die Effizienz einer Wärmepumpe wird durch den sogenannten COP (Coefficient of Performance) gemessen, der das Verhältnis von abgegebener Heizleistung zur aufgenommenen elektrischen Leistung angibt. Moderne Wärmepumpen erreichen typischerweise einen COP von über 4, was bedeutet, dass sie mehr als das Vierfache der eingesetzten elektrischen



Energie als Heizenergie erzeugen können. Zusätzlich zur Heizfunktion können Wärmepumpen auch im Sommer für die Kühlung genutzt werden. Hierbei wird der Kreisprozess umgekehrt, wodurch die Wärme aus dem Innenraum abgeführt und nach außen transportiert wird.

Insgesamt bieten Wärmepumpen eine nachhaltige und effiziente Alternative zu konventionellen Heizsystemen, da sie erneuerbare Umweltenergie nutzen und so zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen beitragen können.

### 2.10.1.2 Umgebungsluft

Luft-Wärmepumpen nutzen die Umgebungsluft als Wärmequelle und können Wasser oder Luft auf der Sekundärseite als Wärmeübertragungsmedium verwenden. Der Vorteil dieser Systeme liegt vor allem in ihrem vergleichsweise geringen Installationsaufwand und den niedrigen Anschaffungskosten, die typischerweise zwischen 12.000 und 25.000 Euro für ein Einfamilienhaus liegen. Sie haben auch den Vorteil, dass Luft als Wärmequelle leicht verfügbar ist. Jedoch ist die Effizienz dieser Systeme oft geringer als bei anderen Wärmepumpen. Besonders bei geringen Außentemperaturen sinkt die Leistungsfähigkeit erheblich. Darüber hinaus ist in dicht bebauten Gebieten oft nur begrenzt Platz für Außengeräte von Luftwärmepumpen verfügbar. Ein weiterer Nachteil sind die potenziellen Schallemissionen, die als störend empfunden werden können. Die Lebensdauer einer Luftwärmepumpe beträgt in der Regel 15 bis 20 Jahre.

Die Effizienz der Luft-Wärmepumpe kann durch mehrere Faktoren verbessert werden. Eine gute Wärmedämmung des Gebäudes minimiert Wärmeverluste, eine Fußboden- oder Wandheizung ermöglicht den Betrieb mit niedrigen Heizwassertemperaturen und die Installation an einem schallgeschützten Ort kann die Geräuschbelastung reduzieren. Es gibt auch spezialisierte Luft-Luft-Wärmepumpen, die sich besonders für Passivhäuser eignen. Diese Geräte verzichten auf Heizkessel und Heizkörper, indem sie die Wärme direkt in die Lüftungsanlage einspeisen.

### 2.10.1.3 Erdkollektoren

Die Sole-Wasser-Wärmepumpe wird auch als Erdwärmepumpe bezeichnet. „Sole“ ist die frostgeschützte Flüssigkeit, die durch die Heizschlangen im Boden zirkuliert und dabei Wärme aus dem Erdreich (oberflächennahe Geothermie) aufnimmt. Diese Systeme können entweder horizontal als Kollektoren verlegt oder vertikal als Sonden in den Boden eingebracht werden.

Erdwärme-Kollektoren werden flächig unterhalb der Frostgrenze in etwa 1,5 Metern Tiefe verlegt, weshalb sie auch als Flächenkollektoren bezeichnet werden. In dieser Tiefe wird die Erdwärme hauptsächlich durch im Erdreich gespeicherte Sonnenenergie und Regenwasser bereitgestellt. Die Fläche über den Kollektoren sollte daher nicht überbaut oder versiegelt werden, und tiefwurzelnde Pflanzen sollten dort nicht gepflanzt werden. Einmal verlegt, sind die Kollektoren an der Oberfläche nicht mehr sichtbar.

Flächenkollektoren erfordern häufig umfangreiche Grabungen. Ein Quadratmeter Boden kann etwa 25 Watt Wärme liefern (Spanne: 10 bis 40 W/m<sup>2</sup>). Ein grober Richtwert für die Kollektorfläche ist demnach das Doppelte der zu beheizenden Wohnfläche. Der Platzbedarf kann reduziert werden, wenn die Rohre als Körbe oder übereinander geschichtete Grabenkollektoren verlegt werden.



#### 2.10.1.4 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind platzsparend, da sie im Vergleich zu Kollektoren nicht das gesamte Grundstück umgegraben werden muss. Die Sonden werden in der Regel 30 bis 200 Meter tief gebohrt, durchschnittlich etwa 100 Meter. Mehrere kürzere Bohrungen sind ebenfalls möglich, jedoch sollten die Sonden mindestens 6 bis 10 Meter voneinander entfernt sein, um gegenseitige Beeinflussungen zu vermeiden.

Erdwärmesonden heizen besonders effizient, da sie auf das hohe Temperaturniveau der Wärmequelle zugreifen. Ab einer Tiefe von etwa 10 Metern liegt die Temperatur ganzjährig bei etwa 10 °C, sodass der Heizstab selten die Wärmepumpe unterstützen muss. Für eine Heizleistung von 10 kW muss die Bohrtiefe etwa 150 Meter betragen. Bei kürzeren und kostengünstigeren Bohrungen kann der Boden im Sommer durch eine Solarthermie-Anlage mit Wärme „beladen“ werden.

Obwohl Erdwärmesonden hohe Kosten für Bohrarbeiten verursachen, bieten sie einen höheren Wirkungsgrad und damit niedrigere laufende Stromkosten. Die Kosten für die Wärmepumpe betragen bei einem Einfamilienhaus etwa 9.000 bis 11.000 Euro, während die Bohrkosten für die Sonden bei einem Einfamilienhaus durchschnittlich etwa 6.000 Euro betragen. Die Bohrkosten variieren je nach Untergrund; bei stark gesteinshaltigem Boden können sie bis zu 100 Euro pro Meter kosten, normalerweise liegen sie jedoch zwischen 45 und 75 Euro. Laut dem Fraunhofer-Institut ISE erreichen Erdwärmepumpen in Bestandsgebäuden eine durchschnittliche Jahresarbeitszahl von 4,1. Aufgrund ihres geringen Stromverbrauchs eignen sie sich besonders für Altbauten mit höherem Wärmebedarf, da die größere Investition zugunsten niedriger Betriebskosten vor allem bei hohem Wärmebedarf wirtschaftlich sinnvoll ist.

#### 2.10.1.5 Tiefe Geothermie

Tiefengeothermie nutzt die im Inneren der Erde gespeicherte Wärme für die Stromerzeugung sowie die Heizung und Kühlung von Gebäuden. Hierzu werden Bohrungen von mehreren hundert bis mehreren tausend Metern Tiefe durchgeführt, um heiße Gesteinsschichten zu erreichen, in denen Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius herrschen. Ein Medium, typischerweise Wasser, wird durch diese Bohrlöcher gepumpt, erwärmt sich durch den Kontakt mit den heißen Gesteinen und wird dann wieder an die Oberfläche geleitet. Die gewonnene Wärme kann direkt genutzt oder in einem Kraftwerk zur Stromerzeugung verwendet werden, indem der Dampf, der durch die Wärme erzeugt wird, eine Turbine antreibt.

Das Potenzial der Tiefengeothermie liegt in der nahezu unbegrenzten Verfügbarkeit der Energiequelle und ihrer konstanten Verfügbarkeit unabhängig von Wetterbedingungen. Dies ermöglicht eine zuverlässige und kontinuierliche Energieversorgung. Allerdings sind die sehr hohen Investitionskosten für Bohrverfahren und Infrastruktur eine wesentliche Herausforderung. Zudem sind nicht überall geeignete geologische Bedingungen vorhanden, was die tatsächliche Nutzung des geothermischen Potenzials einschränkt. Die technische Komplexität der Anlagen erfordert zudem spezialisierte Technologien. Weitere Herausforderungen sind mögliche geologische Auswirkungen wie Erdbeben und Umweltauswirkungen durch das Management und die Wiedereinspeisung von abgekühltem Wasser in den Untergrund.



Trotz dieser Herausforderungen stellt Tiefengeothermie in Regionen mit einer hohen Wärmeverbrauchsdichte eine vielversprechende Option für eine nachhaltige Energieversorgung dar, insbesondere in Regionen mit geeigneten geologischen Bedingungen. Technische Fortschritte, wie verbesserte Bohrtechniken könnten dazu beitragen, diese Hürden zu überwinden und die Nutzung dieser umweltfreundlichen Energiequelle weiter auszubauen.

#### 2.10.1.6 Grundwasser

Eine Grundwasser-Wärmepumpe bietet einen mindestens ebenso hohen Wirkungsgrad wie eine Erdwärmepumpe, da Grundwasser auch im Winter Temperaturen von 8 bis 10 °C aufweist. Zur Nutzung von Grundwasser werden zwei Brunnen benötigt: ein Förderbrunnen, durch den das Wasser entnommen wird, und ein Schluckbrunnen, durch den das Wasser wieder in den Boden zurückgeführt wird, wobei unbedingt sichergestellt werden muss, dass die Wasserqualität nicht gemindert wird und entsprechende Genehmigungen vorliegen.

Die Bohrtiefe für Förder- und Schluckbrunnen kann bis zu 50 Meter betragen. Idealerweise sollten die Fördertiefen zwischen 10 und 20 Meter liegen, da die Betriebskosten der Wasserpumpen mit zunehmender Tiefe steigen. Die erforderliche Förderrate liegt bei etwa 1 Liter pro Sekunde für eine Heizleistung von 15 kW, daher muss die Wassermenge ausreichend sein.

Grundwasser-Wärmepumpen erreichen laut Erfahrung der Verbraucherzentralen eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von bis zu 5, was sie besonders wirtschaftlich macht. Die konstante Temperatur des Grundwassers und die geringeren Wärmeübertrager-Verluste im Vergleich zu Erdwärmepumpen tragen zu diesem hohen Wirkungsgrad bei. Wirtschaftlich vorteilhaft sind Grundwasser-Wärmepumpen häufig ab einer Heizleistung von 10 Kilowatt, wodurch sie sich besonders für Mehrfamilienhäuser und Altbauten eignen.

#### 2.10.1.7 See- und Flusswasserwärme

Die Nutzung von See- und Flusswasserwärme zur Energiegewinnung ist eine Form der oberflächennahen Geothermie, die auf natürliche Gewässer als Wärmequelle zurückgreift. Dabei wird die konstante Temperatur des Wassers genutzt, um Gebäude zu heizen oder zu kühlen, insbesondere in der Nähe von Seen, Flüssen oder küstennahen Gebieten. Die Technologie basiert auf einem Wärmeübertrager im Gewässer, durch den Wasser strömt und dabei seine Wärmeenergie auf ein integriertes Kältemittel überträgt. Das Kältemittel wird dann zur Wärmepumpe transportiert, die die Wärme durch Verdichtung und Kondensation auf ein höheres Temperaturniveau bringt. Diese Wärme kann direkt für Heiz- oder Kühlzwecke genutzt werden. Das abgekühlte Wasser wird anschließend zurück ins Gewässer geleitet, wobei darauf geachtet wird, die ökologische Balance des Gewässers zu erhalten. Die Nutzung von See- und Flusswasser zur Wärmeerzeugung ist umweltfreundlich und bietet eine konstante, zuverlässige Energiequelle, jedoch erfordert sie spezifische technische Anpassungen und Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten sowie Genehmigungen für den Betrieb.

#### 2.10.2 Feste Biomasse & Holz

Die Nutzung fester Biomasse, speziell Holz, als Wärmequelle ist eine bewährte Methode zur Erzeugung von Wärmeenergie in Wohnhäusern und Industrieanlagen. Biomasse umfasst Holz in Form von Scheitholz, Holzpellets oder Hackschnitzeln sowie andere organische Materialien wie Stroh oder



biologisch abbaubare Abfälle. Diese Biomasse wird in speziellen Kesseln oder Öfen verbrannt, um Wärme zu erzeugen. Moderne Heizsysteme nutzen Pelletkessel oder -öfen, die automatisch Holzpellets zuführen und eine kontinuierliche Wärmeversorgung sicherstellen. Die Verbrennung erfolgt unter kontrollierten Bedingungen, um eine effiziente Verbrennung und minimale Emissionen zu gewährleisten. Biomasse ist weitgehend CO<sub>2</sub>-neutral, da das bei der Verbrennung freigesetzte CO<sub>2</sub> zuvor während des Wachstums der Biomasse aus der Atmosphäre aufgenommen wurde. Diese Eigenschaft trägt zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen bei. Biomasseheizungen finden Anwendung in Einzelhäusern, Wohnanlagen, landwirtschaftlichen Betrieben und Industrieanlagen für die Raumheizung und Warmwasserversorgung. Sie ist eine erneuerbare Energiequelle, solange die Wälder nachhaltig bewirtschaftet und die Bäume nachgepflanzt werden. Herausforderungen umfassen die Beschaffung von qualitativ hochwertiger Biomasse, die logistische Organisation der Brennstofflieferung und die Einhaltung von Umweltstandards für die Verbrennung. Die Nutzung fester Biomasse, besonders Holz, bietet eine kostengünstige, umweltfreundliche und nachhaltige Alternative zu fossilen Brennstoffen und spielt eine wichtige Rolle in der dezentralen Energieversorgung.

### 2.10.3 Solare Energiequellen

Die Nutzung solarer Energie spielt eine entscheidende Rolle in der Energie- und Wärmewende, da sie eine nachhaltige und erneuerbare Energiequelle darstellt. Photovoltaik (PV) wandelt Sonnenlicht direkt in elektrische Energie um. Sie ist unerschöpflich, lokal verfügbar, reduziert fossile Brennstoffe und Treibhausgasemissionen. PV und Solarthermie bieten Potenzial für eine breitere Anwendung. Herausforderungen sind die intermittierende Verfügbarkeit, Flächenbedarf für PV-Anlagen und Effizienz in kälteren Klimazonen. Aufgrund der Volatilität von Solarenergie sind Speichermöglichkeiten und Netzintegration wichtig. Regierungen fördern die Nutzung durch finanzielle Anreize, Netzeinspeisevergütungen und Vorschriften zur Gebäudeeffizienz. Solarenergie ist eine Schlüsselkomponente für die Energie- und Wärmewende, liefert saubere Energie, reduziert Umweltbelastungen und trägt zur Energiesicherheit bei.

#### 2.10.3.1 Solarenergie auf Dächern und Fassaden

Die Nutzung solarer Energie auf Dächern und Fassaden ist eine effektive Methode zur direkten Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie oder Wärme für Gebäude. Auf Dächern werden Photovoltaikanlagen installiert, bestehend aus Solarzellen, die Sonnenlicht absorbieren und durch den photovoltaischen Effekt in Gleichstrom umwandeln. Ein Wechselrichter wandelt diesen in nutzbaren Wechselstrom um, der entweder im Gebäude verwendet oder ins öffentliche Netz eingespeist wird. Dächer bieten ausreichend Fläche für die Installation von PV-Modulen, optimiert für maximale Sonneneinstrahlung.

PV-Module können auch auf Fassaden installiert werden, um zusätzliche Flächen zur Stromerzeugung zu nutzen. Diese Integration erfordert spezielle Befestigungssysteme und berücksichtigt ästhetische Aspekte, um das architektonische Design zu bewahren. Solarthermische Anlagen nutzen ebenfalls häufig Dächer zur Erzeugung von Wärme. Kollektoren absorbieren Sonnenstrahlen und wandeln sie in Wärme um, die für Warmwasser oder Heizungsunterstützung genutzt wird. Die Kombination von PV-Anlagen auf Dächern und Fassaden ermöglicht energieautarke Gebäude, die ihren eigenen Strom erzeugen und Heizungsbedürfnisse durch Solarenergie decken.



### 2.10.3.2 Photovoltaik-Thermische-Systeme (PVT)

Die PVT-Technik kombiniert die Vorteile von PV und Solarthermie in einer Anlage. PV-Zellen auf der Vorderseite wandeln Sonnenlicht direkt in elektrische Energie um. Gleichzeitig nutzen sie die erzeugte Wärme über Wärmeübertrager auf der Rückseite, um Wasser zu erwärmen oder Heizungsanlagen zu unterstützen. Herausforderungen bestehen in den Kosten im Vergleich zu separaten Anlagen und der spezifischeren Planung. Obwohl die Gesamteffizienz der Module in der Regel gut abschneidet, sind die Effizienzen einzeln betrachtet oft schlechter als spezialisierte PV- oder Solarthermieranlagen.

Kombinierte Anlagen eignen sich daher insbesondere für Gebäude, bei denen sowohl eine Eigennutzung von Wärme als auch von Strom im bereitgestellten Umfang möglich ist. Fortschritte und Kostenreduktionen könnten die Verbreitung der PVT-Technik weiter fördern und ihre Wirtschaftlichkeit verbessern.

### 2.10.3.3 Solarthermie-Freiflächenanlage

Solarthermie-Freiflächenanlagen nutzen große offene Flächen zur direkten Gewinnung von Sonnenenergie. Sie bestehen aus Solarkollektoren mit einem Absorber, der Sonnenlicht in Wärme umwandelt, und einem Rohrsystem für ein Wärmeträgermedium. Dieses transportiert die Wärme zu einem Wärmeübertrager, der sie entweder in einem Wärmespeicher speichert oder direkt ins Heizungssystem leitet. Solche Anlagen werden für industrielle Prozesswärme, Raumheizung in großen Gebäuden und Warmwasserbereitung genutzt. Auch als Quelle für Wärmenetze können Solarthermie-Freiflächenanlagen dienen. Sie sind effizient und reduzieren den Energiebedarf aus fossilen Brennstoffen. Flächenanforderungen und die saisonale Variabilität der Sonneneinstrahlung stellen Herausforderungen dar. Durch staatliche Förderungen und Netzeinspeisevergütungen sind sie wirtschaftlich attraktiv. Solarthermie-Freiflächenanlagen sind eine nachhaltige Lösung zur Wärmeerzeugung, die zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und zur Energiewende beitragen können.

### 2.10.3.4 PV-Freiflächenanlage

Photovoltaik-Freiflächenanlagen nutzen große offene Flächen zur direkten Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie. Sie bestehen aus Solarzellen, die in Arrays (=Feldern) aufgestellt sind, um maximale Sonnenenergie zu absorbieren und in Strom umzuwandeln. PV-Module bestehen aus vielen Solarzellen, die aus Silizium oder anderen Halbleitermaterialien bestehen. Diese Zellen wandeln Sonnenlicht durch den photovoltaischen Effekt direkt in Gleichstrom um. Auf Freiflächen werden die PV-Module auf speziellen Montagesystemen installiert, die eine optimale Ausrichtung zur Sonne gewährleisten. Diese können feste, geneigte oder nachgeführte Systeme umfassen, um die Sonneneinstrahlung über den Tag hinweg zu maximieren. Der erzeugte Gleichstrom wird durch Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt, der entweder für den Eigenbedarf genutzt oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird. PV-Freiflächenanlagen können eine große Menge an elektrischer Energie erzeugen und zur Stromversorgung von Industrieanlagen, Gemeinden oder als Teil des öffentlichen Stromnetzes beitragen. Durch die effiziente Nutzung der Sonnenenergie leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und zur Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Herausforderungen umfassen die Notwendigkeit großer Flächen für die Installation, die Entwicklung von Standorten und gegebenenfalls die Integration in bestehende



landwirtschaftliche oder ökologische Systeme. Die Integration solcher Anlagen erfordert sorgfältige Planung und Berücksichtigung von Umwelt- und Sozialverträglichkeit. Kostenreduktionen und staatliche Unterstützung durch Förderprogramme und Einspeisevergütungen können die Wirtschaftlichkeit verbessern. Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind eine nachhaltige Lösung zur Erzeugung von sauberem Strom, die zur Energiewende beiträgt und erhebliches Potenzial für zukünftige Entwicklungen bietet.

## 2.10.4 Abwasserwärmennutzung

Abwasser bietet aufgrund seiner konstanten Temperaturen ein großes Potenzial zur Wärmegewinnung. Besonders in den Wintermonaten bleibt die Wassertemperatur oft über 10 Grad Celsius, was es zu einer geeigneten Quelle für Wärme macht. Um diese Wärme zu nutzen, wird sie mittels eines Wärmetauschers aus dem Abwasser entzogen. Der Wärmetauscher überträgt die Wärme auf ein Kältemittel, welches durch eine Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht wird, um sie für Heizsysteme oder andere Wärmebedarfe nutzbar zu machen.

Die Wärme kann sowohl im Kanalnetz vor der Kläranlage als auch hinter der Kläranlage entnommen werden. Vor der Kläranlage ist es wichtig zu beachten, dass die Temperaturdifferenz am Kläranlagen-einlauf nicht zu hoch sein darf, da dies die Klärprozesse beeinträchtigen könnte. Hinter der Kläranlage bietet sich die Wärmennutzung besonders gut an, da hier häufig größere Temperaturspreizungen möglich sind. Diese Nutzung hängt jedoch davon ab, wohin der Kläranlagenabfluss eingeleitet wird, da der Abfluss je nach Standort unterschiedliche Temperaturen aufweisen kann.

## 2.10.5 Biogas

Biogas entsteht durch die anaerobe Vergärung organischer Materialien wie Biomasse, landwirtschaftliche Reststoffe oder organische Abfälle. Dieser Prozess erfolgt in geschlossenen Fermentern, in denen Mikroorganismen die Materialien zersetzen, wobei Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) als Hauptbestandteile des entstehenden Biogases produziert werden.

Das Biogas wird nach der Fermentation aufbereitet, um Verunreinigungen wie Wasserstoffsulfid und Feuchtigkeit zu entfernen. Anschließend kann es zur Erzeugung von Wärme und Strom verwendet werden. Dies geschieht entweder durch die Verbrennung des Biogases in Blockheizkraftwerken (BHKW), die gleichzeitig Strom und Wärme produzieren, oder durch seine Nutzung in Gasturbinen oder Brennstoffzellen zur ausschließlichen Stromerzeugung. Biogas findet vor allem in der dezentralen Energieversorgung Anwendung, besonders auf Bauernhöfen und in ländlichen Gemeinden. Es kann auch in größeren Anlagen aus städtischen und industriellen Abfällen gewonnen werden. Die Nutzung von Biogas ist ökologisch vorteilhaft, da es eine erneuerbare Energiequelle darstellt und zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen beiträgt. Es unterstützt zudem die regionale Energieversorgung und fördert die Kreislaufwirtschaft, indem es organische Abfälle effizient verwertet.

Herausforderungen der Biogasnutzung umfassen die Verfügbarkeit geeigneter Substrate für die Fermentation, die Optimierung der Biogasproduktionsprozesse und die Sicherstellung einer stabilen und effizienten Betriebsführung der Anlagen. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und technologische Innovationen in der Biogastechnologie sind entscheidend, um die Effizienz zu steigern und die Wirtschaftlichkeit dieser nachhaltigen Energiequelle zu verbessern.



## 2.10.6 Abwärme aus der Industrie

Industrieabwärme entsteht als Nebenprodukt industrieller Prozesse wie Verbrennung, Schmelzen oder chemische Reaktionen in Fabriken und Produktionsstätten. Diese Wärme wird üblicherweise als Abfall betrachtet, kann jedoch effizient genutzt werden, um Heizungs- und Kühlungsbedarfe zu decken oder zur Stromerzeugung beizutragen.

Die Nutzung von Industrieabwärme beginnt mit der effizienten Erfassung mithilfe von Wärmeübertragern oder anderen Technologien, die die Wärme aus Abgasen oder Abwässern extrahieren. Anschließend wird die gewonnene Abwärme durch Rohrleitungen oder andere Kanäle zu einem Speicher- oder Nutzungsort transportiert. Abhängig von ihrer Temperatur und Menge kann die Abwärme entweder direkt genutzt oder zur späteren Verwendung gespeichert werden.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Nutzung von Industrieabwärme:

- Direkte Beheizung von Gebäuden oder industriellen Prozessen.
- Verwendung zur Kühlung von Räumen oder Prozessen, besonders bei niedrigeren Temperaturen.
- Einsetzen in Dampfturbinen oder thermischen Kraftwerken zur Stromerzeugung.
- Direkte Verwendung in industriellen Prozessen zur Aufrechterhaltung oder Erhöhung der benötigten Temperaturen.

Die Vorteile der Nutzung von Industrieabwärme liegen in ihrer hohen Effizienz, da sie eine bereits vorhandene und oft ungenutzte Energiequelle nutzt. Dadurch können Energiekosten gesenkt und gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden, da weniger primäre Energiequellen benötigt werden.

Herausforderungen bei der Nutzung von Industrieabwärme umfassen die technische Integration in bestehende Produktionsanlagen, die Auswahl geeigneter Wärmeübertragertechnologien und die Notwendigkeit einer effizienten Wärmeübertragung und -nutzung. Eine sorgfältige Planung und technologische Innovationen sind entscheidend, um das volle Potenzial der industriellen Abwärme auszuschöpfen und die Umweltbelastung zu minimieren.

## 2.10.7 Müllverbrennung

Die Nutzung der Abwärme aus Müllverbrennungsprozessen ist eine wichtige Methode, um Energie aus Abfallprodukten zu gewinnen. In Müllverbrennungsanlagen werden Abfälle unter kontrollierten Bedingungen verbrannt, wobei hohe Temperaturen entstehen und Wärme freigesetzt wird. Diese Wärme wird in Form von heißem Gas oder Dampf erzeugt und kann vielseitig genutzt werden.

Die Hauptanwendungen der Abwärmenutzung sind die direkte Beheizung von Gebäuden oder industriellen Prozessen sowie die Bereitstellung von Prozesswärme. Weiterhin wird die erzeugte Wärme oft zur Erzeugung von Dampf verwendet, der eine Dampfturbine antreibt, die wiederum an einen Generator gekoppelt ist und elektrischen Strom erzeugt. Dieser Strom kann entweder vor Ort verwendet oder ins Stromnetz eingespeist werden. Die Nutzung der Abwärme aus Müllverbrennungsprozessen trägt zur Effizienzsteigerung bei, da sie zusätzliche Energie aus einem ansonsten entsorgten Abfallprodukt gewinnt. Dies hilft, die Umweltbelastung zu verringern und fördert eine



nachhaltigere Abfallwirtschaft, da weniger fossile Brennstoffe zur Energieerzeugung benötigt werden.

Herausforderungen bei der Nutzung der Abwärme aus Müllverbrennungsprozessen umfassen die effiziente Wärmeübertragung und -nutzung sowie die technische Integration in bestehende Industrieanlagen. Durch fortschrittliche Technologien und eine optimierte Betriebsführung können diese Herausforderungen gemeistert werden, um die Potenziale der Abwärmenutzung voll auszuschöpfen und die Umweltvorteile weiter zu maximieren.

## 2.10.8 Hybridsysteme

Eine Hybridheizung kombiniert verschiedene Heiztechnologien, um die Vorteile der jeweiligen Systeme zu nutzen. Das BAFA fördert Gas-Hybridheizungen, bei denen ein effizienter Gas-Brennwertkessel mit einem erneuerbaren Wärmeerzeuger kombiniert wird. Der erneuerbare Wärmeerzeuger muss dabei mindestens 25 % der Heizlast des Gebäudes übernehmen, um die Förderung zu erhalten.

In einem Hybridheizsystem kann eine Wärmepumpe die Rolle einer Ergänzung zum Gaskessel übernehmen. Dies ermöglicht eine geringere Leistung der Wärmepumpe im Vergleich zu einer reinen Wärmepumpen-Heizung, was die Kosten senkt und eine sinnvolle Übergangslösung darstellen kann. Dies ist besonders relevant, wenn derzeit keine Dämmung oder kein Austausch der Heizkörper möglich ist, um die Effizienz einer reinen Wärmepumpen-Heizung zu gewährleisten. Abbildung 17 veranschaulicht, wie die Wärmeanforderungen im Jahresverlauf variieren und wie ein Hybridheizsystem diese Anforderungen durch die Kombination von Gas- und Wärmepumpentechnologie effizient abdecken kann.

Gas-Hybridheizungen haben den Vorteil, dass sie geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen als reine Gasheizungen und stellen damit eine kostengünstige Übergangslösung auf dem Weg zu einer Heizlösung dar, die vollständig mit erneuerbaren Energien betrieben werden kann.

Die Umrüstung von Gas- oder Ölkkesseln auf Wärmepumpen stellt besonders in alten Mehrfamilienhäusern eine große Herausforderung dar. Die hohen Vorlauftemperaturen solcher Systeme können die Effizienz der Wärmepumpe erheblich verringern. Zudem sind umfassende Sanierungen erforderlich, die mehrere Mieter oder Eigentümer betreffen. Hinzu kommt, dass in Eigentümergemeinschaften ein entsprechender Beschluss gefasst werden muss. Auch der begrenzte Platz für Außeneinheiten und die problematischen Schallgrenzwerte bei geringen Abständen zu Nachbargebäuden können zusätzliche Hürden darstellen.

Eine praktikable Lösung könnte eine Hybridheizung aus Wärmepumpe und fossiler Heizung zur Spitzenlastabdeckung sein, die gemäß dem GEG zulässig ist. Nach § 71 des GEG muss die Wärmepumpe dabei mindestens 30 % der Heizlast übernehmen. Dies reduziert die Herausforderungen im Vergleich zu reinen Wärmepumpensystemen erheblich. Auch wenn der Nachteil in der „doppelten“ Anlagen-technik liegt, ist die Integration solcher Systeme in bestehende Gebäude deutlich einfacher als bei einer reinen Wärmepumpe. Darüber hinaus bietet sich der Vorteil, dass ein Gasnetz, wenn kein Wärmenetz vorhanden ist, oft schneller und einfacher nutzbar ist.

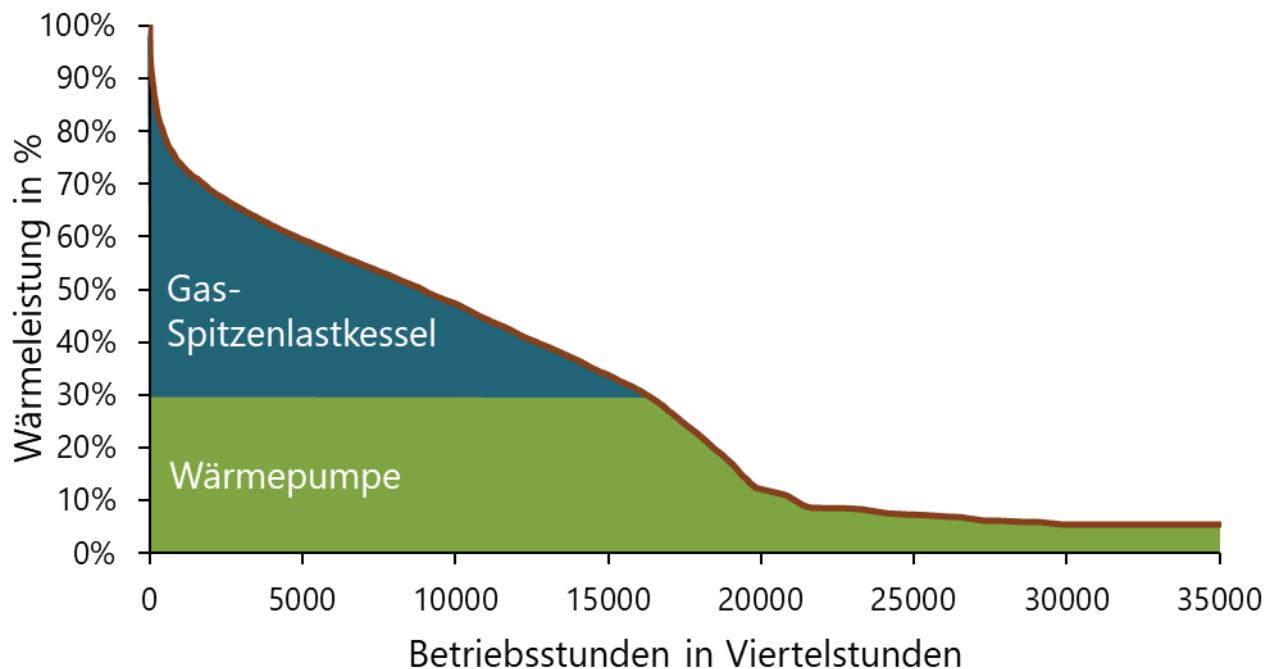


Abbildung 17: Typische Wärme-Jahresdauerlinie von Haushalten für ein Hybridsystem [8]

## 2.10.9 Wasserstoff

Die Nutzung von Wasserstoff als Energieträger in der Wärmeversorgung bringt sowohl Herausforderungen als auch Vorteile mit sich. Wird Wasserstoff mithilfe erneuerbarer Energien gewonnen, kann der CO<sub>2</sub>-Ausstoß deutlich reduziert werden. Bei seiner Verbrennung werden keine weiteren Treibhausgase emittiert. Durch die Reaktion mit Sauerstoff entsteht wieder Wasser, aus dem das Gas zuvor abgespalten wurde.

Die Nutzung bestehender Erdgasnetzinfrastrukturen kann die Verteilungs- und Nutzungskosten senken. Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar, beginnend bei der Verbrennung in Heizkesseln bis zur Nutzung in Brennstoffzellen für Wärme und Strom.

Die größten Herausforderungen bestehen aktuell in der Verfügbarkeit und den Herstellungskosten, da die Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion derzeit teurer ist als die Herstellung fossiler Brennstoffe. Ein Grund liegt insbesondere im vergleichsweisen geringen Wirkungsgrad der Elektrolyse. Darüber hinaus erfordert das Gas zudem spezielle Lager- und Transportinfrastrukturen aufgrund seiner geringen Energiedichte. Die Integration in die bestehende Erdgasnetzinfrastruktur ist durch Materialeigenschaften und potenzielle Korrosionsprobleme begrenzt, die entsprechende technische Anpassungen erfordern.

Die Fortschritte in der Wasserstofftechnologie und die Senkung der Produktionskosten sind entscheidend für eine breitere Anwendung und Integration in die Energiesysteme der Zukunft. Ob Wasserstoff die kosteneffizienteste Wärmeversorgung und für die Versorgung im Bereich der Gebäudewärme ausreichend verfügbar sein wird, ist nach heutiger Sicht ungewiss, weshalb der Fokus zunächst häufig auf andere Technologien gesetzt wird.



## 2.10.10 Windkraftanlagen

Windenergieanlagen nutzen die kinetische Energie des Windes, um über Rotorblätter mechanische Energie zu erzeugen, die dann durch einen Generator in elektrische Energie umgewandelt wird. Diese Technologie spielt eine zentrale Rolle in der erneuerbaren Energieerzeugung und trägt zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen bei.

In Bezug auf die Wärmeversorgung ist Windenergie relevant, da sie grünen Strom erzeugt, der für den Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden kann. Wärmepumpen nutzen elektrische Energie, um Wärme aus der Umgebungsluft, dem Grundwasser oder dem Erdreich zu entziehen und für Heizungszwecke zu nutzen. Durch die Nutzung grüner Energien wie Windenergie zur Stromerzeugung können strombasierte Wärmequellen noch effizienter betrieben werden. Zudem kann der Bedarf an fossilen Brennstoffen reduziert und die Wärmeversorgung nachhaltig gesichert werden.

## 2.11 Wärmenetze

### 2.11.1 Allgemeines

Wärmenetze sind komplexe Infrastrukturen, die dazu dienen, Wärmeenergie von zentralen oder dezentralen Erzeugungsanlagen zu Verbrauchsstellen zu transportieren. Diese komplexen Infrastrukturen bestehen aus einem System von Rohrleitungen, die Wärme von Heizkraftwerken, Biomasseanlagen, Solarthermieanlagen oder anderen Wärmequellen zu Wohngebäuden, Gewerbegebieten und industriellen Prozessen bringen.

Die Funktionsweise eines Wärmenetzes umfasst mehrere Schlüsselkomponenten. Die Wärmeerzeugungsanlagen erzeugen die Wärme, die dann über Wärmeübertrager in das Verteilnetz eingespeist wird. Von dort aus wird die Wärme zu den Verbrauchsstellen transportiert, wo sie für Heizung, Warmwasserbereitung und industrielle Prozesse genutzt wird. Wärmenetze können je nach Größe und Reichweite unterschiedliche Formen annehmen. Fernwärmenetze sind großflächige Netzwerke, die über weite Entfernung viele Gebäude versorgen, während Nahwärmenetze kleiner sind und oft eine Nachbarschaft oder Wohnsiedlungen bedienen. Es ist jedoch zu beachten, dass Nahwärme- und Fernwärmenetze rechtlich gleichbehandelt werden. Dezentrale Lösungen wie Blockheizkraftwerke (BHKW) versorgen einzelne Gebäude oder Cluster von Gebäuden direkt vor Ort.

Die Vorteile von Wärmenetzen liegen in ihrer Energieeffizienz durch die Nutzung zentraler Erzeugungsanlagen mit hohen Effizienzgraden und in ihrer Flexibilität bei der Auswahl der Energiequellen. Durch die Integration erneuerbarer Energien und die Nutzung von Abwärme tragen Wärmenetze zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und zur Sicherstellung einer zuverlässigen Wärmeversorgung bei. Dennoch gibt es auch Herausforderungen, darunter die hohen Investitionskosten für den Aufbau und die Erweiterung der Infrastruktur sowie technische und regulatorische Komplexitäten. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Optimierung der Wärmenetze ist entscheidend, um ihre Rolle in einer nachhaltigen Energieversorgung zu stärken und ihre Effizienz weiter zu steigern.

### 2.11.2 Wärmenetzgenerationen

Die Entwicklung der Wärmenetze lässt sich in vier Generationen unterteilen, die jeweils verschiedene technologische und konzeptionelle Fortschritte widerspiegeln. Jede Generation baut auf den



Erfahrungen und Fortschritten der vorherigen auf und treibt die Entwicklung hin zu nachhaltigeren und effizienteren Wärmeversorgungssystemen voran.

- Die erste Generation, vor den 1950er Jahren, umfasste einfache Dampf- oder Heißwassersysteme, den hauptsächlich industriellen Prozessen oder öffentliche Einrichtungen versorgten, aber oft ineffizient waren.
- In den 1950er bis 1970er Jahren entwickelte sich die zweite Generation mit zentralisierten Fernwärmesystemen auf Basis von Hochtemperaturwasser. Diese Netze wurden erweitert, um eine größere Anzahl von Haushalten und Gewerbegebäuden zu versorgen und waren effizienter als ihre Vorgänger.
- Die dritte Generation, von den 1970er bis 1990er Jahren, führte die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ein, wodurch gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt wurden. Diese Systeme integrierten zunehmend erneuerbare Energien wie Biomasse und Müll, um die Umweltbelastung zu verringern.
- Ab den 1990er Jahren begann die vierte Generation, die verstärkt auf erneuerbare Energien und die Nutzung von Abwärmequellen setzte. Niedertemperatur- und Nahwärmesysteme wurden entwickelt, um besonders effizient in städtischen Gebieten eingesetzt zu werden, und neue Technologien wie Wärmepumpen und Solarenergie kamen vermehrt zum Einsatz.

## 2.11.3 Wärmenetzarten

### 2.11.3.1 Kalte Netze

Kalte Netze arbeiten mit niedrigen Systemtemperaturen zwischen 6 °C und 25 °C und nutzen verschiedene Wärmequellen wie Erdwärme, Eisspeicher, Abwärme und Grundwasser. Im Gegensatz zu konventionellen Wärmenetzen wird hier meist auf eine zentrale Wärmeerzeugung verzichtet, stattdessen erzeugen dezentrale Wärmepumpen in den angeschlossenen Gebäuden die notwendige Vorlauftemperatur für Heizung und Warmwasser.

Dieses System bringt zahlreiche Vorteile mit sich. Durch die niedrigen Systemtemperaturen ist eine Rohrdämmung nicht nötig, was die Baukosten erheblich senkt. Trotz fehlender Dämmung entstehen kaum Wärmeverluste, im Gegenteil, es kann sogar Energie aus der Umgebung gewonnen werden. Durch den Einsatz von Wärmepumpen in den Gebäuden ist auch die Naturkühlung im Sommer eine Option. Allerdings ist bei der Installation mehr Platz in den Gebäuden nötig, da die Wärmepumpen individuell gewartet und betrieben werden müssen. Zu den Nachteilen gehört auch, dass nicht alle sekundärseitigen Systemtemperaturen möglich sind, die Investitionskosten linear mit der Anzahl der Gebäude steigen und ein großes Netzvolumen sowie die Verwendung von Glykol erforderlich sind.

### 2.11.3.2 Mittelwarmer Netze (LowEx-Netze)

Mittelwarmer oder LowEx-Netze sind Wärmenetze, die mit niedrigen bis mittleren Temperaturen zwischen 25 °C und 70 °C betrieben werden. Diese Netze minimieren Exergieverluste, also Verluste von nutzbarer Energie, indem sie die Temperaturunterschiede zwischen den Wärmequellen und dem Wärmebedarf senken. Dies ermöglicht eine effiziente Nutzung erneuerbarer Energiequellen und Abwärme, die häufig bei niedrigeren Temperaturen zur Verfügung steht.

LowEx-Netze ermöglichen eine flexible Nutzung verschiedener erneuerbarer Wärmequellen wie Solarthermie, Geothermie und industrieller Abwärme. Durch die geringere Vorlauftemperatur sinken



die Wärmeverluste im Netz, was die Energieeffizienz des Gesamtsystems erhöht. Gebäude, die an ein LowEx-Netz angeschlossen sind, benötigen jedoch ebenfalls Niedertemperatur-Heizsysteme, wie Flächenheizungen oder entsprechend dimensionierte Heizflächen, um den Wärmebedarf decken zu können. Für Gebäude mit höherem Temperaturbedarf lassen sich LowEx-Netze auch gut mit dezentralen Wärmepumpen kombinieren.

## 2.12 Wirtschaftlichkeitsgrundlagen

### 2.12.1 Preisentwicklung der Energieträger

Abbildung 18 zeigt die prognostizierte Preisentwicklung verschiedener Energiequellen von 2021 bis 2040 in Euro pro Megawattstunde auf Basis von [14]. Dabei handelt es sich um den Großhandelspreis ohne die staatlich induzierten Preisbestandteile (Steuern, Umlagen etc.).

Die meisten Preise unterliegen leichten Preissteigerungen. Nur die klimaneutralen Energien unterliegen prognostizierten Preisdegressionen. Dies betrifft sowohl die elektrische Energie, sowie die grünen Gase (grüner Wasserstoff und grünes Methan)

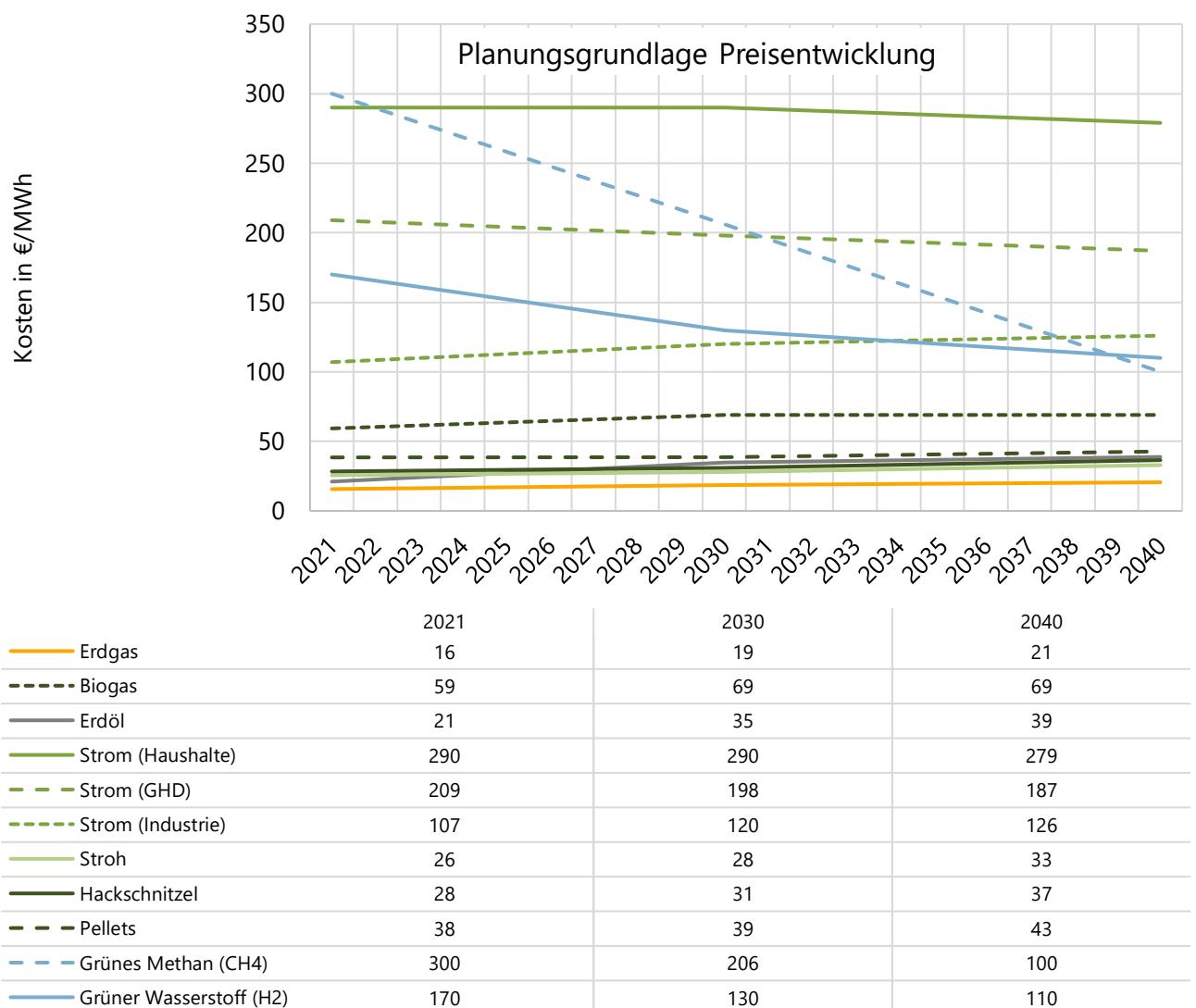


Abbildung 18: Preisentwicklung der Energieträger [14]



## 2.12.2 Wirtschaftlichkeit von Heizungssystemen

Abbildung 19 zeigt eine Förderübersicht des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zur Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM). Diese Übersicht enthält detaillierte Informationen zu verschiedenen Einzelmaßnahmen und den dazugehörigen Förderkonditionen, mit denen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden unterstützt werden können. Die Tabelle ist in mehrere Spalten unterteilt, die die spezifischen Maßnahmen, die Fördersätze und zusätzliche Boni darstellen.

Zu den Einzelmaßnahmen unter der Durchführung durch das BAFA gehören unter anderem Maßnahmen an der Gebäudehülle mit einem Grundfördersatz von 15 % und einem zusätzlichen individuellem Sanierungsfahrplan-Bonus (iSFP) von 5 Prozent. Auch Anlagentechnik (außer Heizung) wird mit einem Grundfördersatz von 15 % und einem iSFP-Bonus von 5 % gefördert. Für beide Maßnahmen beträgt die Förderung für Fachplanung und Baubegleitung 50 Prozent.

Es gibt verschiedene Maßnahmen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik) die gefördert werden. Dazu gehören solarthermische Anlagen, Biomasseheizungen, elektrisch angetriebene Wärmepumpen, Brennstoffzellenheizungen, wasserstofffähige Heizungen sowie innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien. Diese Maßnahmen haben einen Grundfördersatz von jeweils 30 Prozent. Zusätzlich gibt es Boni wie den Klimageschwindigkeits-Bonus (maximal 20 Prozent), den Einkommens-Bonus (30 Prozent) und eine Förderung für Fachplanung und Baubegleitung (50 Prozent). Für elektrisch angetriebene Wärmepumpen wird zudem ein Effizienz-Bonus von 5 % gewährt.

Weitere Maßnahmen umfassen die Errichtung, den Umbau oder die Erweiterung eines Gebäudenetzes sowie den Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz, jeweils mit einem Grundfördersatz von 30 Prozent, einem Einkommens-Bonus von 30 % und einer Förderung für Fachplanung und Baubegleitung von 50 Prozent.

Die Heizungsoptimierung wird ebenfalls gefördert, mit einem Grundfördersatz von 15 % und einem iSFP-Bonus von 5 Prozent, sowie einer Förderung für Fachplanung und Baubegleitung von 50 Prozent. Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz und Maßnahmen zur Emissionsminderung von Biomasseheizungen werden mit einem Grundfördersatz von 15 bzw. 50 % gefördert, ebenfalls jeweils mit einem iSFP-Bonus von 5 % und einer Förderung für Fachplanung und Baubegleitung von 50 Prozent.



Durch-führer	Richtlinien-Nr.	Einzelmaßnahme	Grundförder-satz	iSFP-Bonus	Effizienz-Bonus	Klima-geschwindigkeits-Bonus <sup>2</sup>	Einkommens-Bonus	Fachplanung und Baubegleitung
BAFA	5.1	Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle	15 %	5 %	-	-	-	50 %
BAFA	5.2	Anlagentechnik (außer Heizung)	15 %	5 %	-	-	-	50 %
	5.3	Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)						
KfW	a)	Solarthermische Anlagen	30 %	-	-	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	b)	Biomasseheizungen <sup>1</sup>	30 %	-	-	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	c)	Elektrisch angetriebene Wärmepumpen	30 %	-	5 %	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	d)	Brennstoffzellenheizungen	30 %	-	-	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	e)	Wasserstofffähige Heizungen (Investitionsmehrausgaben)	30 %	-	-	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	f)	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	30 %	-	-	max. 20 %	30 %	50 %
BAFA	g)	Errichtung, Umbau, Erweiterung eines Gebäudenetzes <sup>1</sup>	30 %	-	-	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	h)	Anschluss an ein Gebäudenetz	30 %	-	-	max. 20 %	30 %	50 %
KfW	i)	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %	-	-	max. 20 %	30 %	50 %
	5.4	Heizungsoptimierung						
BAFA	a)	Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz	15 %	5 %	-	-	-	50 %
BAFA	b)	Maßnahmen zur Emissionsminderung von Biomasseheizungen	50 %	-	-	-	-	50 %

<sup>1</sup> Bei Biomasseheizungen wird bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwert für Staub von 2,5 mg/m<sup>3</sup> ein zusätzlicher pauschaler Zuschlag in Höhe von 2.500 Euro gemäß Nummer 8.4.6 gewährt.

<sup>2</sup> Der Klimageschwindigkeits-Bonus reduziert sich gestaffelt gemäß Nummer 8.4.4. und wird ausschließlich selbstnutzenden Eigentümern gewährt. Bis 31. Dezember 2028 gilt ein Bonussatz von 20 Prozent.

Abbildung 19: BEG Förderung [15]

## 2.12.3 Wirtschaftlichkeit von Sanierung

Die Sanierungsmodellierung befasst sich mit verschiedenen Sanierungsszenarien für Gebäude, um deren Energieeffizienz zu verbessern und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zu bewerten. Die Baualtersklassen umfassen Zeiträume von vor 1900 bis zurzeit ab 2016.

Das Modernisierungspotenzial der Gebäude wird teilweise aus Immobilienportalen eingeschätzt. Dabei spielen die Kaufkraft der Eigentümer und die Marktstruktur (Mietpreisniveau) eine Rolle bei der Realisierung der Maßnahmen, was jedoch auf Häuser-Ebene als fragwürdig betrachtet wird. Sanierungspakete werden nach den Richtlinien aus [13] definiert und verschiedene Sanierungsszenarien mit unterschiedlichen Reduktionszielen der Wärmebedarfe bis 2045 beschrieben. Diese Ziele unterscheiden sich hinsichtlich des angestrebten Effizienzniveaus. Eine moderate Gebäudeeffizienz sieht eine Reduktion des Wärmebedarfs um 23 % vor, eine erhöhte Gebäudeeffizienz um 30 % und eine hohe Gebäudeeffizienz um 37 %.

Energetische Sonderfälle wie Fachwerkhäuser, Kaffeemühlenhäuser, Blockrandbebauung und Flachdachhäuser werden ebenfalls berücksichtigt. Es werden dabei bauliche Maßnahmen je nach Gebäudetyp und Baualtersklasse modelliert und die spezifischen energetischen Einsparungen sowie die Kosten pro Quadratmeter ermittelt. Der Return on Investment (ROI) wird ebenfalls berechnet.

Die Datenbank der Sanierungsmaßnahmen enthält spezifische Ansätze für unterschiedliche Gebäudearten wie Einfamilienhäuser, Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser. Die erwarteten Wärmebedarfsreduktionen und die notwendigen Kosten werden detailliert berechnet. Dabei stellt sich heraus, dass die ROI-Berechnungen bei den meisten Gebäudetypen eine geringe Sensitivität auf die Sanierungsstufen zeigen, wobei neuere Gebäude aufgrund geringerer Einsparungen höhere ROI aufweisen. Insgesamt wird betont, dass für eine merkliche Einsparung Gebäude mit hohem Aufwand saniert werden müssen. Insbesondere bei neueren Gebäuden sind wirtschaftliche Sanierungsmöglichkeiten begrenzt.



Die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsszenarien variiert stark je nach Sanierungsklasse. Während Pinselsanierungen durch sehr geringe Investitionen und kurzfristige Amortisation wirtschaftlich attraktiv sind, erfordern mittelintensive und tiefgreifende Sanierungen höhere Investitionen, bieten jedoch langfristig deutlich höhere Energieeinsparungen und Wertsteigerungen der Immobilien.

Für die Umsetzung der Sanierungsszenarien spielen Förderprogramme eine entscheidende Rolle. Sie können in Form von Zuschüssen, zinsgünstigen Darlehen oder Steuererleichterungen bereitgestellt werden. In Deutschland stehen verschiedene Programme zur Verfügung, darunter die Förderungen der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) und des BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle).

Förderungen sind aus folgenden Gründen notwendig:

- Reduzierung der finanziellen Belastung: Insbesondere für tiefgreifende Sanierungen sind die Investitionskosten ohne Förderungen für viele Hausbesitzer nicht tragbar. Förderungen helfen, die finanzielle Belastung zu reduzieren.
- Anreiz zur Sanierung: Attraktive Förderprogramme erhöhen die Bereitschaft der Eigentümer, in energieeffiziente Maßnahmen zu investieren. Dies ist besonders wichtig, um die Sanierungsrate zu erhöhen und die Klimaziele zu erreichen.
- Langfristige wirtschaftliche Vorteile: Durch Förderungen wird nicht nur die finanzielle Einstiegshürde gesenkt, sondern auch langfristig die Wirtschaftlichkeit verbessert, da die Energiekosteneinsparungen die verbleibenden Investitionskosten schneller amortisieren.

#### 2.12.4 Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzinfrastruktur

Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) unterstützt den Ausbau und die Modernisierung von Wärmenetzen, um die Nutzung erneuerbarer Energien zu fördern und die Energieeffizienz zu steigern. Das Programm richtet sich an Unternehmen, Kommunen und andere Akteure, die in den Ausbau und die Modernisierung von Wärmenetzen investieren möchten.

Förderfähige Maßnahmen umfassen sowohl den Neubau von Wärmenetzen als auch die Modernisierung bestehender Netze. Beim Neubau werden die Planung und Errichtung neuer Wärmenetze gefördert, die einen hohen Anteil erneuerbarer Energien oder Abwärme nutzen. Zudem werden Erzeugungsanlagen unterstützt, die erneuerbare Energien wie Biomasse, Solarthermie und Geothermie oder Abwärme aus Industrieprozessen nutzen. Bei der Modernisierung bestehender Netze werden Maßnahmen zur Erneuerung und Erweiterung gefördert, um den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen und die Effizienz zu verbessern. Auch die Integration zusätzlicher erneuerbarer Energiequellen in bestehende Netze wird unterstützt.

Effizienzsteigerungen in Wärmenetzen können durch die Optimierung der Netzsteuerung und den Bau von Wärmespeichern erreicht werden. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, Verluste zu minimieren und den Betrieb zu optimieren, wodurch die Flexibilität und Effizienz der Netze erhöht wird.

Die BEW bietet verschiedene Förderarten an, darunter Investitionszuschüsse und zinsgünstige Kredite. Zuschüsse werden in der Regel als Prozentsatz der förderfähigen Investitionskosten gewährt, wobei die genaue Höhe von der Art der Maßnahme und dem Anteil erneuerbarer Energien abhängt. Es gibt Obergrenzen für die förderfähigen Kosten, die je nach Projekt variieren können. Zusätzlich zu



den direkten Zuschüssen können zinsgünstige Kredite für die Finanzierung von Projekten in Anspruch genommen werden.

Das Antragsverfahren umfasst mehrere Schritte. Zunächst wird eine Initialberatung empfohlen, um die Förderfähigkeit des Projekts zu überprüfen und die optimalen Maßnahmen zu identifizieren. Ein detailliertes Konzept, das die geplanten Maßnahmen und deren erwartete Effekte beschreibt, muss erstellt werden. Der Antrag muss bei der zuständigen Behörde, in der Regel bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) oder dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), eingereicht werden. Nach der Prüfung der Anträge wird bei Bewilligung ein Förderbescheid erteilt.

Die geförderten Projekte müssen bestimmte technische Mindestanforderungen erfüllen, um sicherzustellen, dass die Maßnahmen tatsächlich zu einer Effizienzsteigerung und einem höheren Anteil erneuerbarer Energien führen. Nach Abschluss der Maßnahmen muss der Nachweis erbracht werden, dass die Mittel zweckgemäß verwendet wurden und die geplanten Effekte erreicht wurden.

Die BEW-Förderung bietet zahlreiche Vorteile. Durch Zuschüsse und zinsgünstige Kredite wird die finanzielle Belastung für die Projektträger reduziert. Die geförderten Maßnahmen tragen zur Steigerung der Energieeffizienz der Wärmenetze bei und erhöhen den Anteil erneuerbarer Energien, was zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen beiträgt. Effiziente und gut gesteuerte Wärmenetze führen zu langfristigen Kosteneinsparungen für Betreiber und Endnutzer. Beispielsweise können für Erzeugungsanlagen, die erneuerbare Energien nutzen, bis zu 40 % der förderfähigen Kosten erstattet werden. Für den Ausbau und die Modernisierung von Wärmenetzen können bis zu 30 % der Kosten gefördert werden, und für den Bau und die Integration von Wärmespeichern können bis zu 50 % der Kosten übernommen werden.

Insgesamt bietet die BEW-Förderung eine umfassende Unterstützung für die Modernisierung und den Ausbau von Wärmenetzen. Sie trägt dazu bei, den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen, die Energieeffizienz zu verbessern und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren.



## 3 Bestandsanalyse

### 3.1 Allgemeines

Die Bestandsanalyse bildet eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung und Optimierung von Wärmeversorgungssystemen in der Region. Im Rahmen der Bestandsanalyse werden der aktuelle Wärmebedarf und -verbrauch sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen erfasst. Zusätzlich fließen Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie zur Beheizungsstruktur von Wohn- und Nichtwohngebäuden in die Analyse ein. Zudem werden Energie- und Treibhausgasbilanzen nach Energieträgern und Sektoren erstellt. Durch die umfassende Analyse dieser Faktoren können gezielt Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen entwickelt werden. Diese Analyse ermöglicht es weiterhin, spezifische Anforderungen und Potenziale innerhalb der unterschiedlichen Bereiche der Stadt zu identifizieren, um eine nachhaltige und zukunftsfähige Wärmeversorgung im Einklang mit der Struktur der Kommune und ihrer Gebäude sicherzustellen.

### 3.2 Datengrundlage

Für die Erstellung der Bestandsanalyse war eine umfassende Datensammlung und -aufbereitung notwendig. In Tabelle 4 sind die relevanten Datenquellen aufgeführt, die zur fundierten Erfassung der aktuellen Wärmestruktur herangezogen wurden. Diese umfassen sowohl geografische und infrastrukturelle Informationen als auch anonymisierte spezifische Gebäudedaten in aggregierter Form<sup>5</sup>, die beispielsweise die Wärmeverbrauchswerte und die technische Ausstattung betreffen. Die Datengrundlage beinhaltet eine Kombination aus öffentlich zugänglichen sowie spezifisch erhobenen Daten, die eine detaillierte Analyse ermöglichen.

Tabelle 4: Datengrundlage für die Bestandsanalyse

Bezeichnung	Inhalte	Quelle
Geofabrik (OpenStreetMap)	Flächennutzung	[16]
AggerEnergie	Gasnetzinfrastruktur	-
Zensus 2022	Statistische Daten zu Heizungstechnologien	[17]
Raumwärmebedarfsmodell (2024)	Statistische Daten zu Wärmebedarf, Sanierungsstand, Gebäudenutzung, Baujahresklasse und ähnliches	[18]
Kehrdaten der Schornsteinfeger	Dezentrale Heizungstechnologien (Verbrennungstechnologien)	-
ALKIS	Flurstücke und Flächennutzung	[19]

### 3.3 Vorprüfung

Gemäß § 14 Abs. 4 des WPG kann für Teilgebiete, welche sich weder für ein Wärme- oder Wassernetz eignen, eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden. Diese Teilgebiete können im Rahmen einer Vorprüfung identifiziert werden. Um für das komplette Stadtgebiet von Bergneustadt eine Aussage über die heutige und zukünftige Wärmeversorgung treffen zu können, wurde im

<sup>5</sup> „Aggregierte Form“ bedeutet, dass die Daten zusammengefasst und nicht auf einzelne Gebäude zurückführbar sind.



Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für alle Teilgebiete eine vollständige Wärmeplanung durchgeführt.

## 3.4 Allgemeine Informationen

### 3.4.1 Flächennutzung

Bergneustadt ist eine Stadt im Oberbergischen Kreis in Nordrhein-Westfalen und liegt im südöstlichen Teil des Bergischen Landes. Die Flächennutzung wird weitestgehend von Wäldern geprägt (siehe Abbildung 20). Ausgedehnte Laub- und Mischwälder bedecken große Teile des Stadtgebiets, dienen der forstwirtschaftlichen Nutzung und bieten zugleich wichtige Naherholungsräume für die Bevölkerung. Grünlandflächen und Ackerbau finden sich vor allem in den Randlagen, etwa rund um Wiedenest, Pernze und Belmicke. Die Siedlungsflächen konzentrieren sich auf das Stadtzentrum sowie auf größere Ortsteile. Die Verkehrsanbindung erfolgt über die Autobahn A4 sowie die Bundesstraßen B55 und B256. Gewerbeflächen liegen in abgegrenzten Bereichen am Stadtrand. Ergänzt wird das Stadtbild durch öffentliche Grünanlagen, naturnahe Bachläufe wie die Dörspe sowie durch kleinere Wasser- und Freiflächen, die zur hohen Aufenthaltsqualität beitragen.

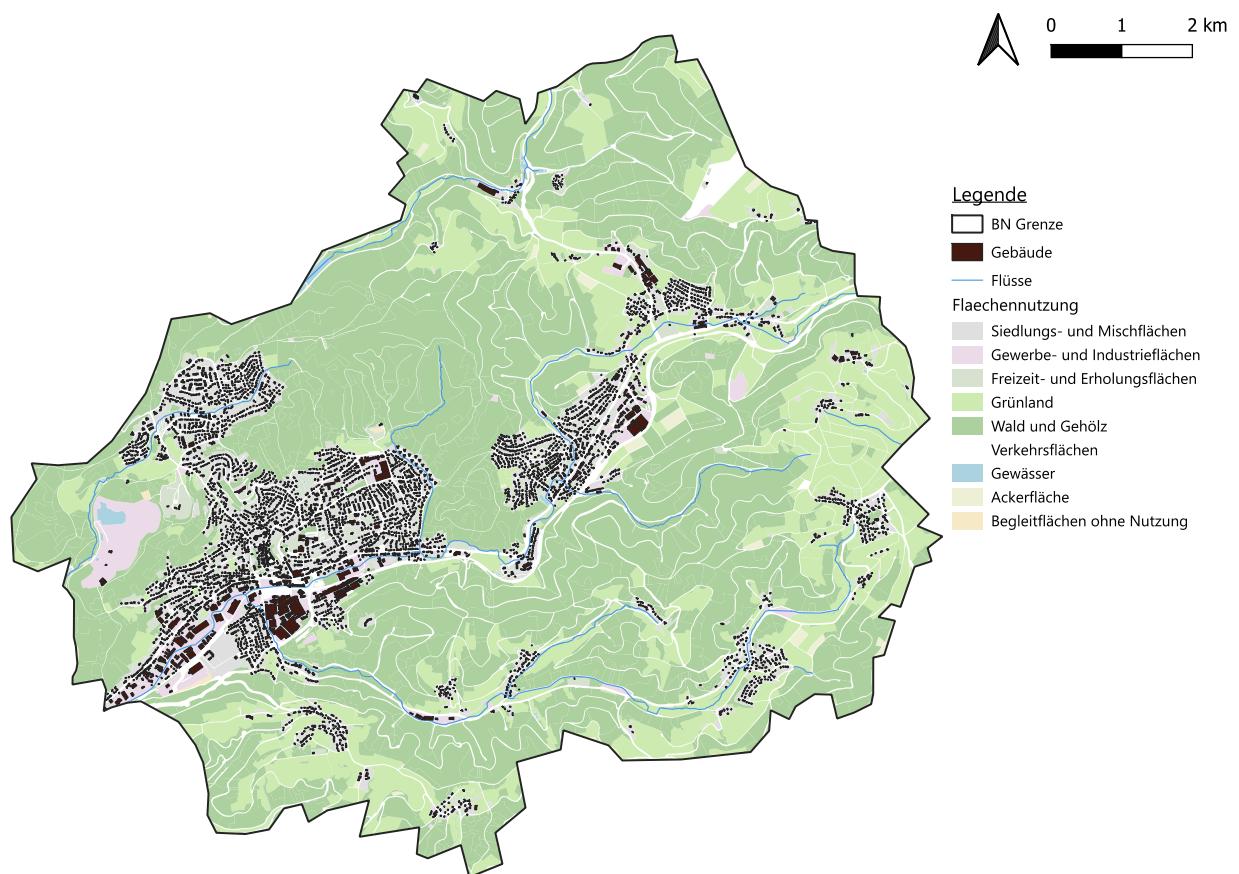


Abbildung 20: Flächennutzung der Stadt Bergneustadt [19]

### 3.4.2 Baublöcke als Aggregationsebene

Das Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist nicht die Empfehlung von Heizungstechnologien auf Gebäudeebene, sondern die Ermöglichung einer Planungsgrundlage für die Kommune. Um eine



sinnvolle Auswertungsgröße zu haben und Datenschutzanforderungen zu gewährleisten, wird gemäß WPG für die kartographische Auswertung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Aggregationsebene „Baublock“ verwendet. Als Baublock wird eine Ansammlung von Gebäuden (mindestens 5 Gebäude) bezeichnet, welche von sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen eingeschlossen ist. Für das Stadtgebiet von Bergneustadt ergeben sich nach dieser Definition 336 Baublöcke, die im Rahmen der Wärmeplanung ausgewertet werden.

### 3.4.3 Gebäudetypologie

Die Gebäudestruktur der Stadt Bergneustadt wird dominiert von Einfamilienhäusern. Dies kann Abbildung 21 entnommen werden, in welcher die Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp als Säulendiagramm dargestellt ist. In Summe befinden sich in Bergneustadt 4.556 beheizte Gebäude. 81 % dieser Gebäude sind Einfamilienhäuser. Rund 5 % entfallen auf Mehrfamilienhäuser, ebenfalls etwa 5 % auf große Mehrfamilienhäuser, 4 % auf Nichtwohngebäude und 3 % auf Reihenhäuser.

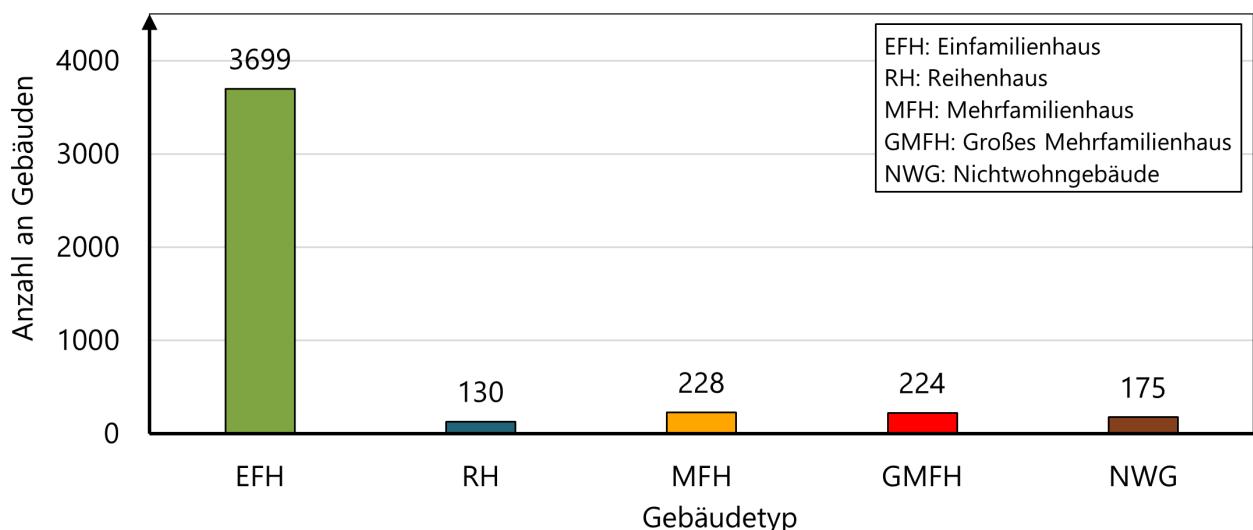


Abbildung 21: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

In Abbildung 22 ist ergänzend der primäre Gebäudetyp auf Baublockebene dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Großteil der Baublöcke in Bergneustadt primär von Einfamilienhäusern geprägt ist. Dies unterstreicht die kleinteilige Siedlungsstruktur der Stadt. Nur wenige Baublöcke weisen eine Dominanz anderer Gebäudetypen auf – so befinden sich einige größere Mehrfamilienhaus- oder Nichtwohngebäudeansammlungen vor allem im südwestlichen Stadtgebiet sowie in zentrumsnahen Lagen. Gewerbe- und Industrieflächen konzentrieren sich beispielsweise rund um das Industriegebiet „Talstraße“ oder entlang der B55.

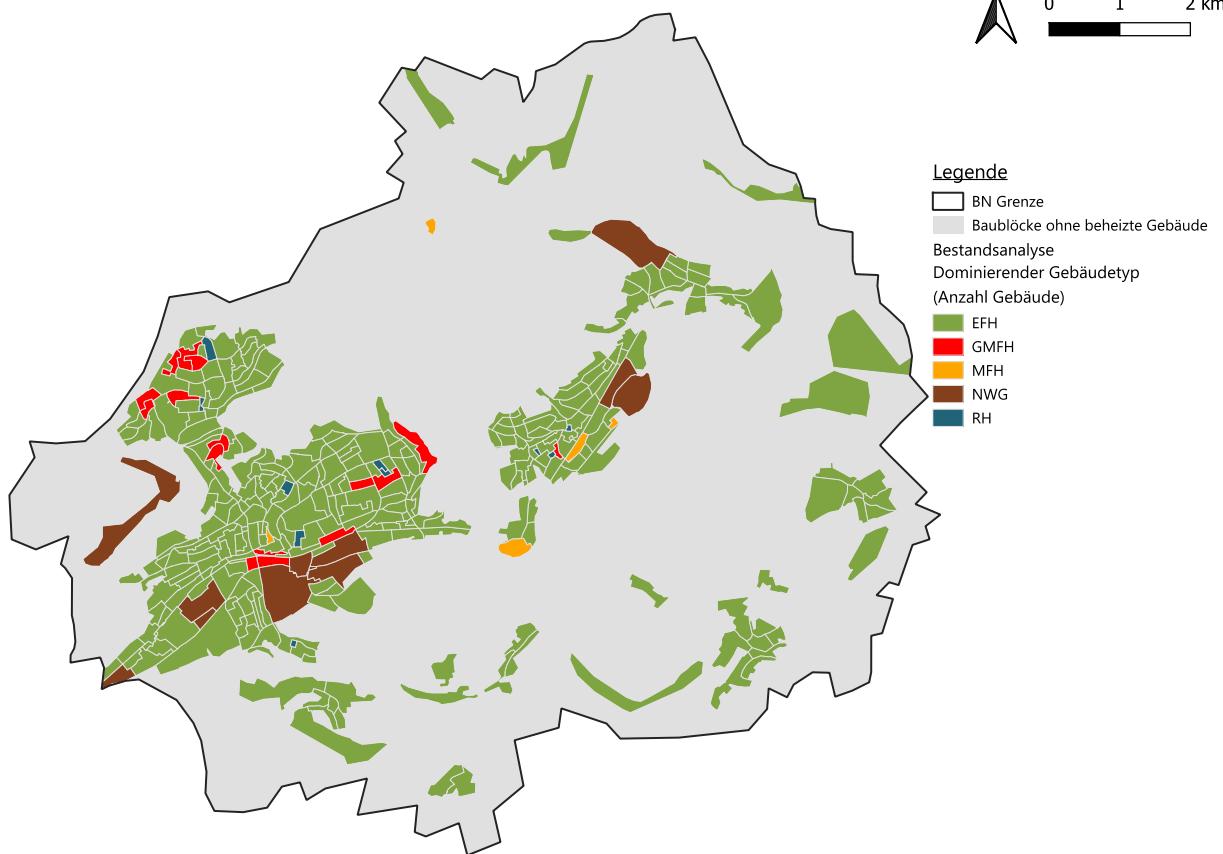


Abbildung 22: Dominierender Gebäudetyp auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Neben dem Gebäudetyp ist für die energetische Bewertung des Gebäudebestands insbesondere das Baujahr von Bedeutung, da es in starkem Maße den spezifischen Wärmebedarf bestimmt. In Abbildung 23 ist die Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse dargestellt. Ein großer Teil des Gebäudebestands in Bergneustadt wurde zwischen 1961 und 1980 errichtet. Diese Gebäude sind aus energetischer Sicht besonders relevant, da sie sich typischerweise durch einen hohen spezifischen Wärmebedarf zwischen 200 und 250 kWh/(m<sup>2</sup>·a) auszeichnen [20].

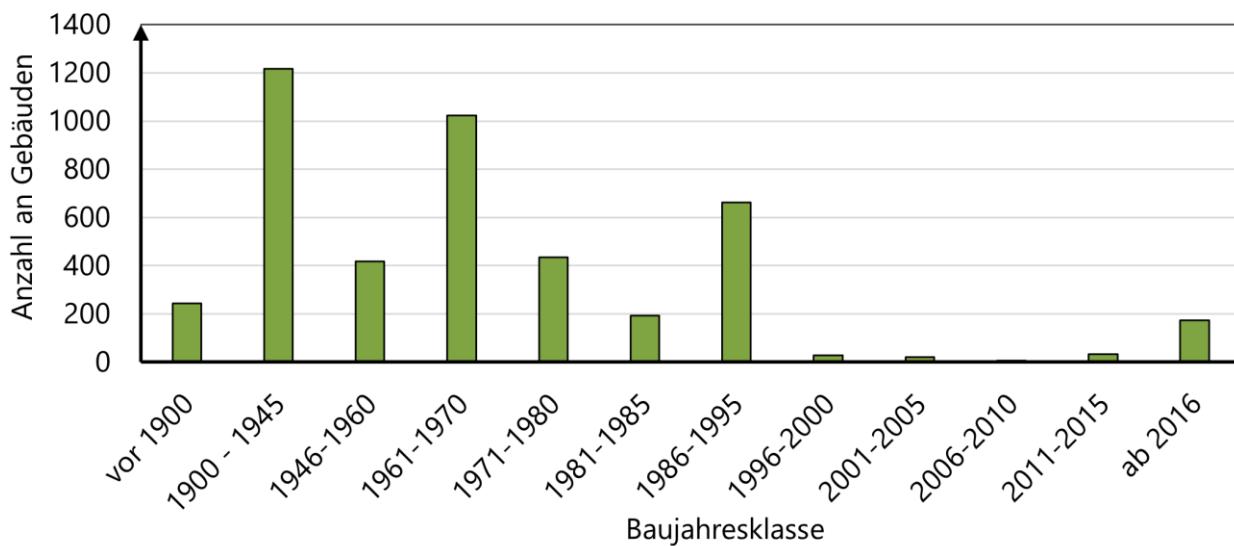


Abbildung 23: Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Abbildung 24 zeigt ergänzend die Verteilung der Gebäude nach ihrem berechneten spezifischen Wärmebedarf. Die größte Gruppe stellen Gebäude mit einem Bedarf zwischen 150 und 200 kWh/(m<sup>2</sup>·a) dar. Auch der Bereich von 200 bis 250 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ist stark vertreten. Damit liegt der Wärmebedarf vieler Gebäude im Bereich, der energetisch als ineffizient einzustufen ist. Gebäude mit einem spezifischen Wärmebedarf unter 100 kWh/(m<sup>2</sup>·a) kommen deutlich seltener vor und machen nur einen kleinen Teil des Bestands aus.

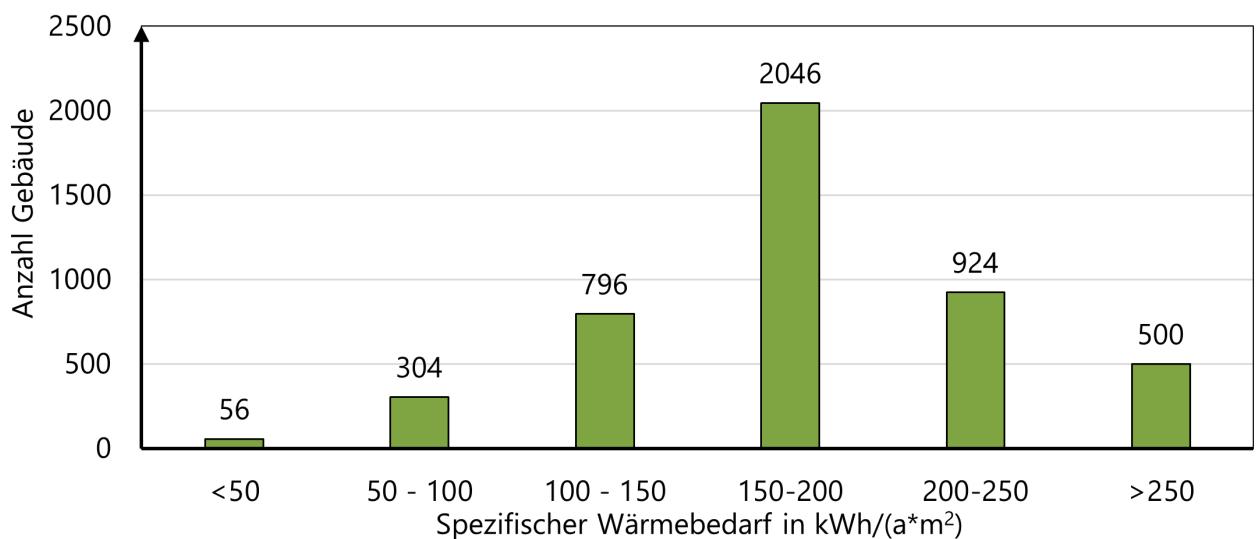


Abbildung 24: Anzahl der Gebäude nach speziellem Wärmebedarf [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

In Abbildung 25 ist die dominante Baujahresklasse auf Baublockebene dargestellt. Es wird deutlich, dass große Teile des Stadtgebiets – insbesondere die zentralen und südwestlichen Bereiche – durch Wohnbebauung aus den 1960er- und 1970er-Jahren geprägt sind. Diese Verteilung deckt sich mit der Häufung hoher Wärmebedarfe. Neuere Gebäude, insbesondere solche ab dem Jahr 2000, treten nur vereinzelt auf und konzentrieren sich auf kleinere Siedlungsweiterungen am Stadtrand. Ältere Gebäude mit Baujahren vor 1945 sind vor allem in einigen Randbereichen zu finden. Die



kartografische Darstellung verdeutlicht somit die räumliche Struktur des energetischen Sanierungsbedarfs in Bergneustadt.

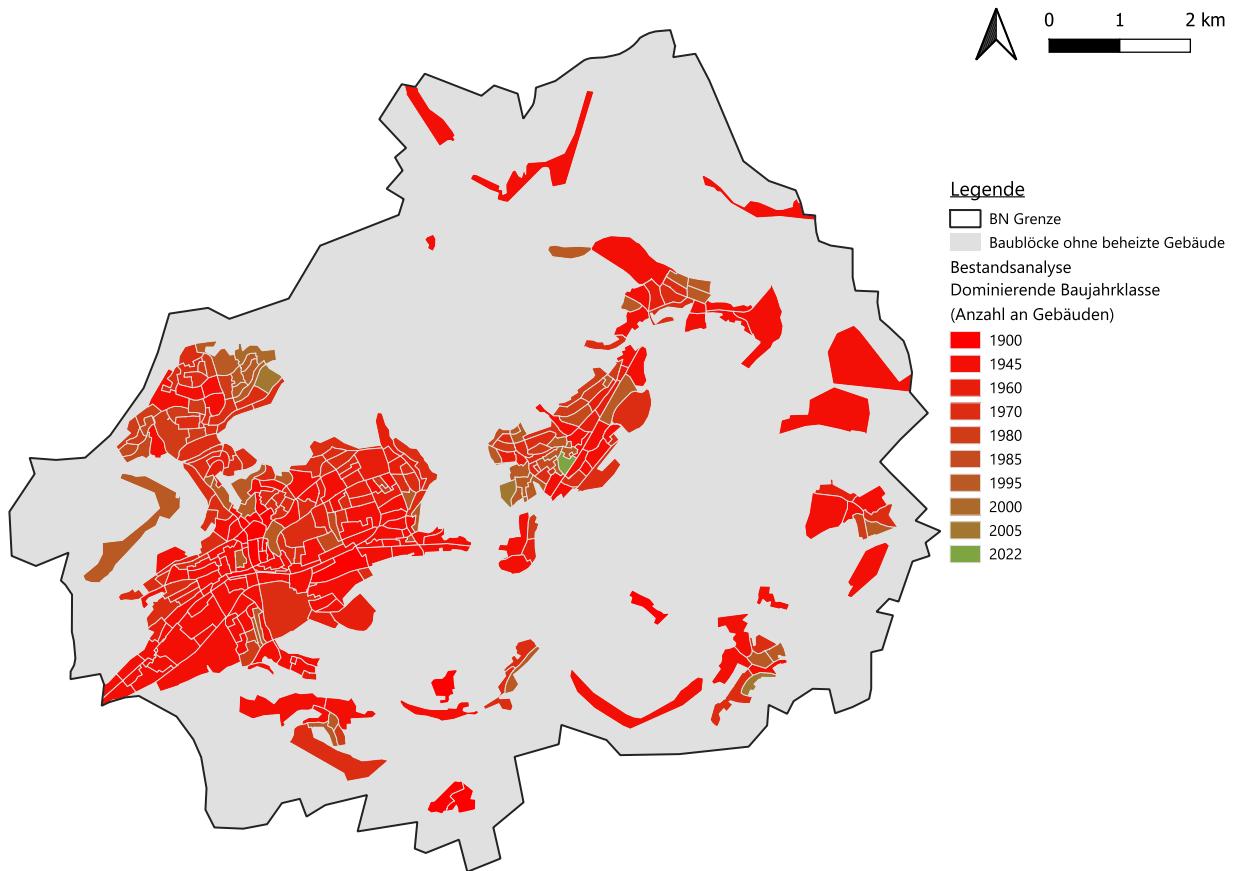


Abbildung 25: Dominierende Baujahresklasse auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

### 3.4.4 Netzinfrastrukturen

#### 3.4.4.1 Erdgasnetz

Die Wärmeversorgung über das öffentliche Erdgasnetz spielt auch in Bergneustadt eine zentrale Rolle. Abbildung 26 zeigt die Erschließung mit Gasanschlüssen auf Baublockebene. In weiten Teilen des Stadtgebiets sind Gebäude an das Erdgasnetz angeschlossen, insbesondere in den zentralen und südlichen Bereichen sowie in vielen der größeren Ortsteile. Nur wenige Randlagen und verstreut liegende Siedlungsbereiche verfügen bislang nicht über einen Anschluss an das Gasnetz. Das Gasnetz in Bergneustadt wird – wie in weiten Teilen der Region – von der AggerEnergie GmbH betrieben, die zugleich auch als regionaler Versorger für Strom und Gas tätig ist.

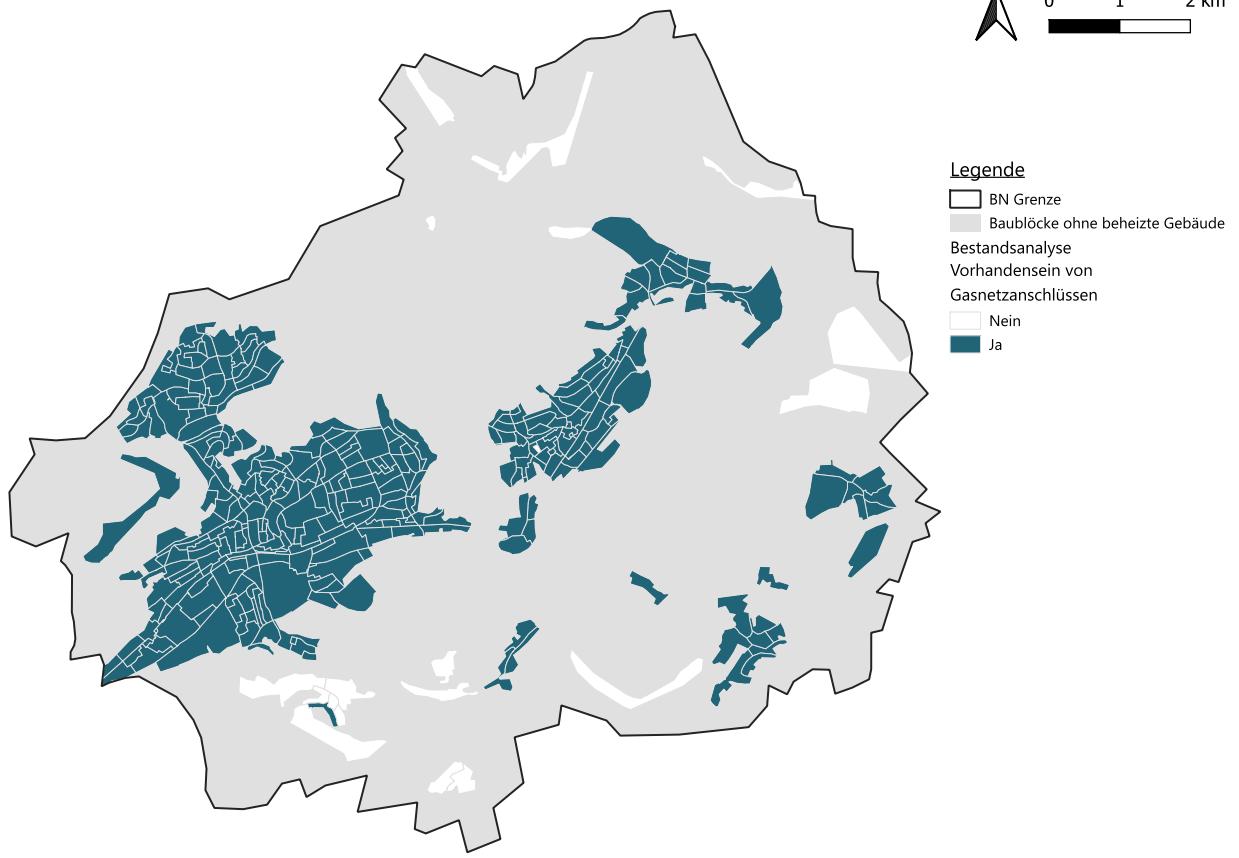


Abbildung 26: Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

#### 3.4.4.2 Stromnetz

Der Strom wird größtenteils aus dem öffentlichen Netz bezogen, das von der AggerEnergie GmbH betrieben wird. Darüber hinaus gibt es in Bergneustadt Bestrebungen zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere durch Photovoltaikanlagen. Einige Haushalte und Unternehmen haben bereits Solaranlagen installiert, um ihren eigenen Strom zu erzeugen und überschüssigen Strom ins Netz einzuspeisen.

#### 3.4.4.3 Wärmenetze

In Bergneustadt werden aktuell keine Wärmenetze betrieben. Allerdings ist im Stadtteil Hackenberg mit der Siedlung „Zum Wiebusch“ ein neues Wohnquartier in Planung, das auf ein nachhaltiges Energiekonzept setzt. Auf einer Fläche von rund 2,6 Hektar sollen etwa 36 Baugrundstücke für Ein- und Zweifamilienhäuser entstehen. Die Energieversorgung des Gebiets soll über ein kaltes Nahwärmenetz erfolgen. Dabei handelt es sich um ein Niedertemperaturnetz, das mit Vorlauftemperaturen im Bereich von etwa 10 °C betrieben wird. Die erforderliche Nutzwärme zur Raumheizung und Warmwasserbereitung wird durch dezentrale Wärmepumpen in den Gebäuden bereitgestellt. Als Wärmequelle dienen dabei oberflächennahe geothermische Anlagen. Ergänzend ist die Nutzung von Photovoltaikanlagen auf den Gebäuden vorgesehen [21]. Das geplante Neubaugebiet wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht weiter berücksichtigt, da sich die Entwicklung der Zielszenarien ausschließlich auf bestehende Gebäude konzentriert.



#### 3.4.4.4 Wasserstoffnetze

In Bergneustadt werden aktuell keine Wasserstoffnetze betrieben.

#### 3.4.4.5 Abwasser

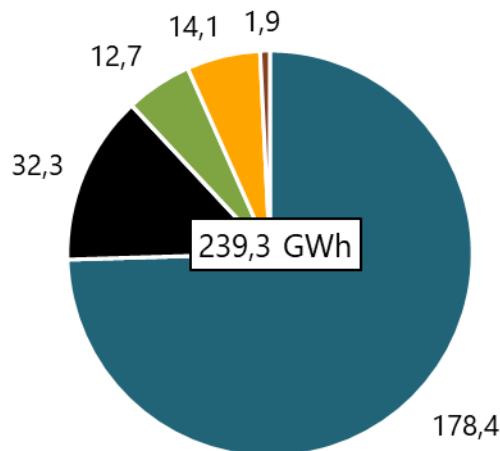
Bergneustadt ist in zwei Abwasserentsorgungsgebiete unterteilt. Die im Stadtgebiet anfallenden Abwässer werden über das öffentliche Kanalnetz zu den Kläranlagen Schönenthal und Krummenohl geleitet. Etwa drei Viertel der Bevölkerung sind an die Kläranlage Schönenthal angeschlossen, rund ein Fünftel entwässert in die Kläranlage Krummenohl. Beide Anlagen werden vom Aggerverband betrieben. Grundstücke, die keinen Anschluss an das öffentliche Kanalnetz besitzen, entsorgen ihre Abwässer über Kleinkläranlagen oder abflusslose Gruben. Weitere Details zur Abwasserinfrastruktur werden im Rahmen der Potenzialanalyse untersucht.

### 3.5 Wärmebedarf nach Energieträgern und Sektoren

Gemäß dieser Wärmeplanung werden folgende acht Gruppen an Energieträgern für die Bestandsanalyse, aber auch potenzielle zukünftige Szenarien, berücksichtigt:

- Erdgas (Versorgung über das öffentliche Erdgasnetz)
- Heizöl
- Wärmenetz (liegt im Bestand in Bergneustadt nicht vor)
- Strom (Wärmepumpen und Direktheizungen)
- Wasserstoff (liegt im Bestand in Bergneustadt nicht vor)
- Biomasse (insb. Pellets und weitere holzbasierte Energieträger)
- Sonstiger Brennstoff (insb. Kohle und Flüssiggas)

Der jährliche Gesamtwärmebedarf der Stadt Bergneustadt liegt bei rund 239,3 GWh (siehe Abbildung 27). Den größten Anteil daran hat der Energieträger Erdgas mit 178,4 GWh, was etwa 75 % des gesamten Wärmebedarfs entspricht. Heizöl folgt mit 32,3 GWh und einem Anteil von rund 14 %. Strombasierte Heizsysteme sowie Umweltwärme machen zusammen etwa 5 % aus (12,7 GWh), Biomasse trägt mit 14,1 GWh rund 6 % bei. Weitere Brennstoffe, die nicht genauer differenziert sind, machen etwa 1 % des Gesamtbedarfs aus (1,9 GWh). Ein Wärmenetz existiert im Stadtgebiet nicht. Die Wärmeversorgung in Bergneustadt ist damit stark von fossilen Energieträgern abhängig: Erdgas und Heizöl decken zusammen etwa 89 % des jährlichen Wärmebedarfs.



■ Erdgas ■ Heizöl ■ Wärmenetz ■ Strom und Umweltwärme ■ Biomasse ■ Sonstiger Brennstoff

Abbildung 27: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Mit 196,5 GWh entfällt der größte Teil des jährlichen Wärmebedarfs auf den Haushaltssektor (siehe Abbildung 28). Dies entspricht etwa 82% des Gesamtbedarfs und macht die Wohngebäude zum bedeutendsten Sektor. Die Verteilung der eingesetzten Energieträger im Haushaltsbereich ähnelt dem gesamtstädtischen Bild: Erdgas deckt rund 73% des Wärmebedarfs in Wohngebäuden, Heizöl etwa 15%. Strombasierte Heizsysteme und Umweltwärme erreichen rund 6%, Biomasse weitere 6%. Wärmenetze kommen im Wohnbereich – ebenso wie im übrigen Stadtgebiet – nicht zum Einsatz.

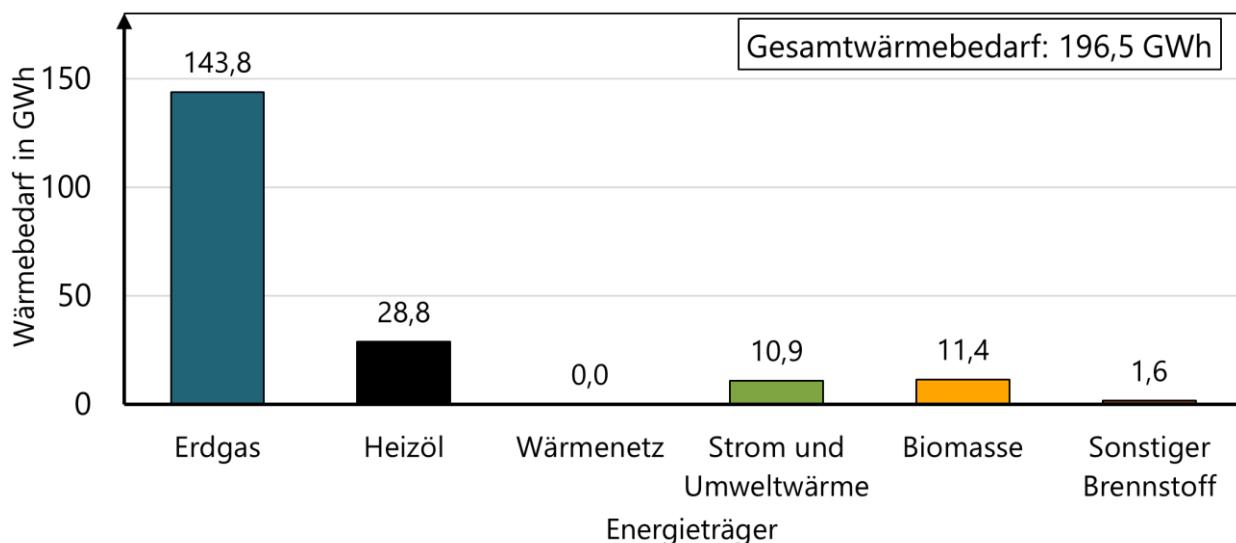


Abbildung 28: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Der kommunale Sektor verursacht mit 9,9 GWh nur einen geringen Anteil von 4 % am Gesamtwärmebedarf (siehe Abbildung 29). Kommunale Liegenschaften wie Schulen, Kindergärten und



Verwaltungsgebäude werden fast ausschließlich mit Erdgas beheizt, das hier 96% des Bedarfs deckt. Der Einsatz von Heizöl, Biomasse oder Strom ist nur in geringem Umfang vorhanden.

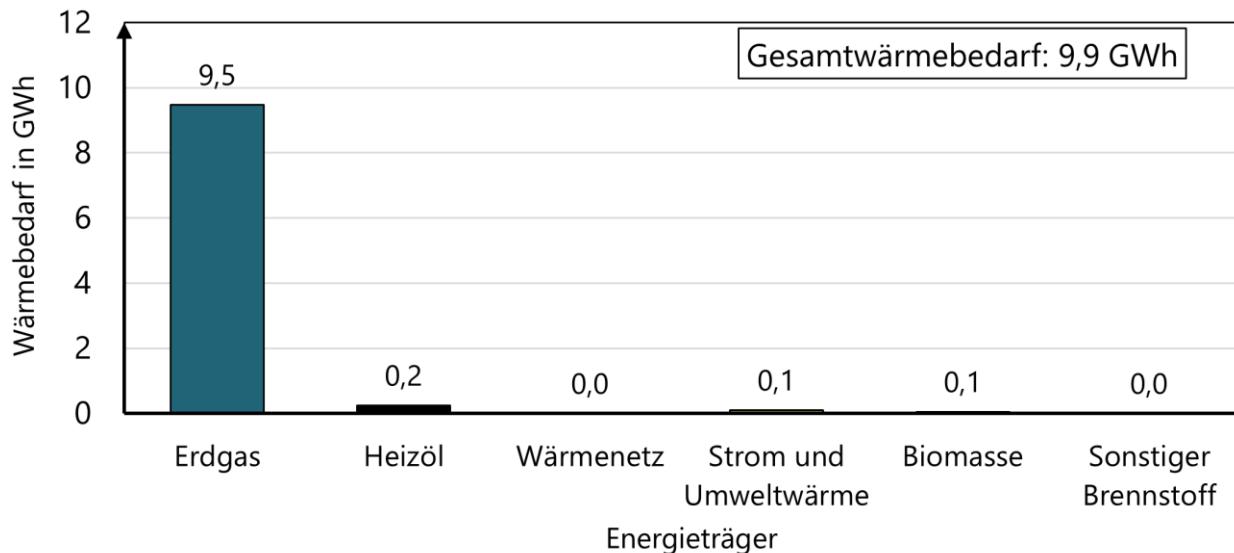


Abbildung 29: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Kommune) in GWh [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Der Wärmebedarf des GHD-Sektors (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) beläuft sich auf 24,8 GWh (siehe Abbildung 30), was rund 10% des städtischen Gesamtwärmebedarfs entspricht. Auch hier dominiert Erdgas mit einem Anteil von etwa 76%. Heizöl trägt etwa 10% bei, Umweltwärme und Biomasse je rund 5%. Weitere Energieträger werden nur vereinzelt genutzt. Fernwärme wird im GHD-Sektor nicht eingesetzt.

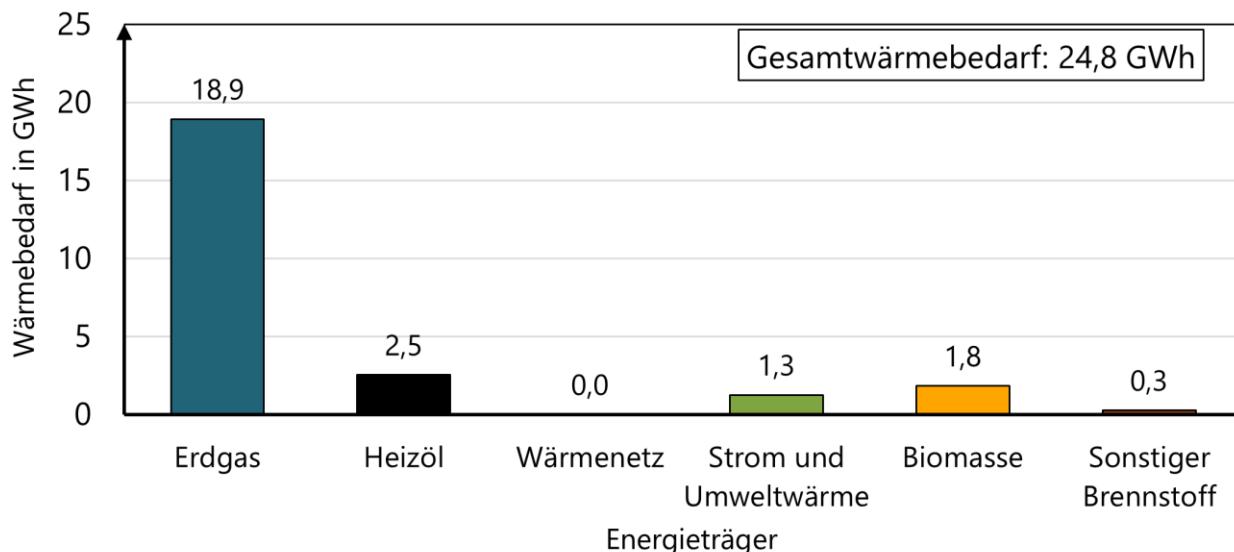


Abbildung 30: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Der Industriesektor macht mit 8,2 GWh rund 3% des jährlichen Gesamtwärmebedarfs aus (siehe Abbildung 31). Auch in diesem Bereich ist Erdgas mit 6,1 GWh und einem Anteil von rund 74% der wichtigste Energieträger. Heizöl und Biomasse tragen jeweils rund 10% bei, während Strom und Umweltwärme etwa 5% ausmachen. Fernwärme wird im Industriesektor nicht genutzt.

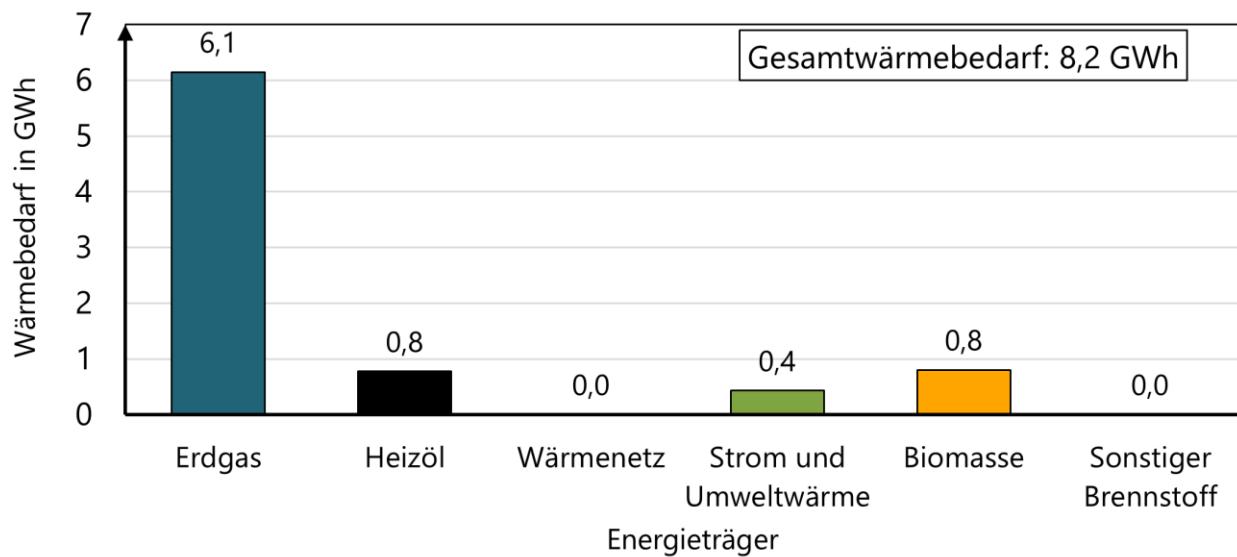


Abbildung 31: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Im Folgenden wird die geographische Verortung der Gesamtwärmebedarfe nach Energieträger auf Baublockebenen beschrieben.

In Abbildung 26 ist zu erkennen, dass das Erdgasnetz in der Stadt Bergneustadt sehr flächendeckend ausgebaut ist. Dies spiegelt sich auch in Abbildung 32 wider, in welcher der Anteil an Erdgas als Energieträger am Wärmebedarf auf Baublockebene dargestellt ist. In nahezu allen Baublöcken mit vorhandenem Gasanschluss deckt Erdgas mindestens 25% des jeweiligen Wärmebedarfs, vielerorts liegt der Anteil sogar bei über 75%. Diese hohen Anteile konzentrieren sich vor allem auf die dicht bebauten Bereiche der Kernstadt sowie auf größere Siedlungsbereiche in Wiedenest, Hackenberg und Teilen von Pernze und im Übergangsbereich zu Derschlag. In periphereren Lagen sowie in kleineren Streusiedlungen ist der Erdgasanteil hingegen meist geringer.

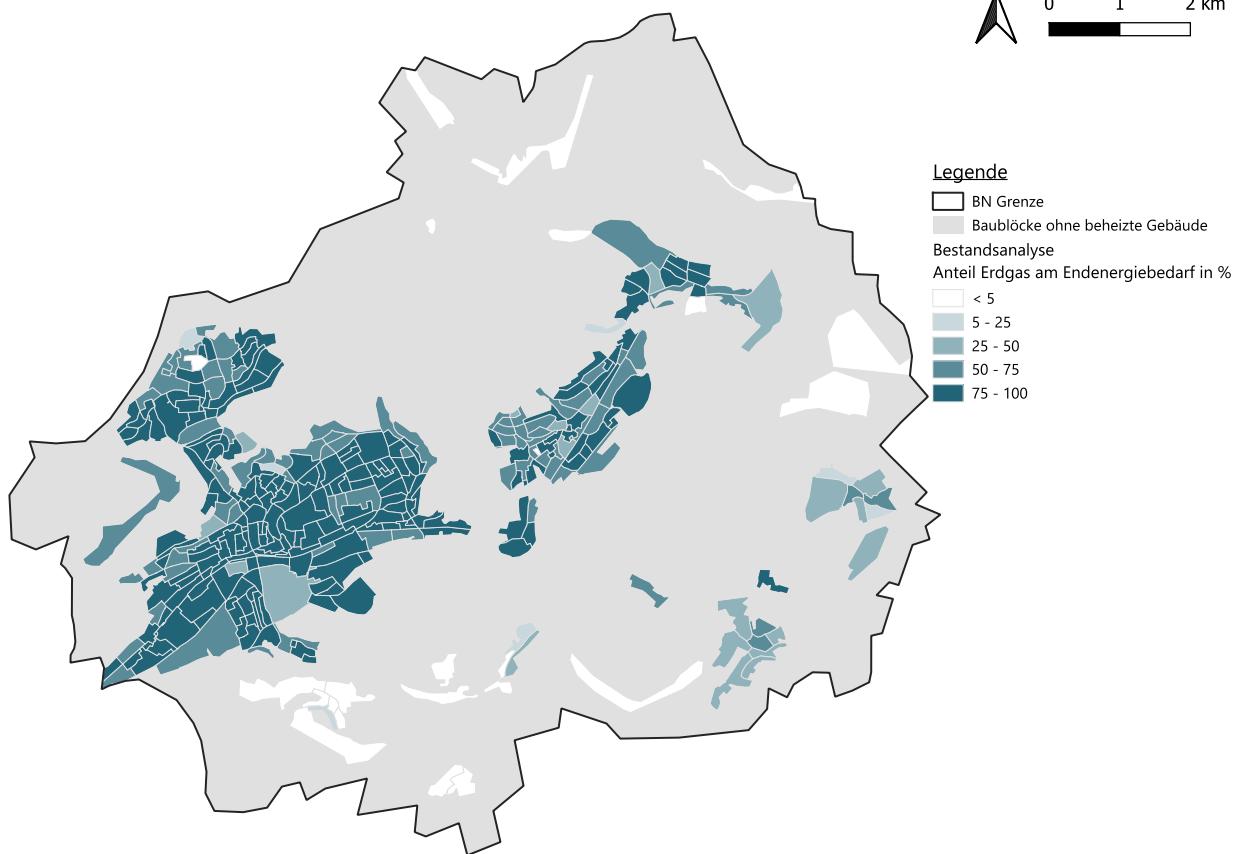


Abbildung 32: Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Der Anteil von Heizöl am Endenergiebedarf ist in Abbildung 33 dargestellt. Wie die Karte zeigt, spielt Heizöl besonders dort eine zentrale Rolle, wo kein Zugang zum Erdgasnetz besteht. In diesen Bereichen – häufig in den Randlagen im Süden und Osten des Stadtgebiets sowie in dünn besiedelten Baublöcken – überschreitet der Heizölanteil zum Teil 50 % und stellt dort den dominierenden Energieträger dar. Diese Gebiete zeichnen sich häufig durch eine geringe Gebäudedichte und eine überwiegend ländlich geprägte Struktur aus.

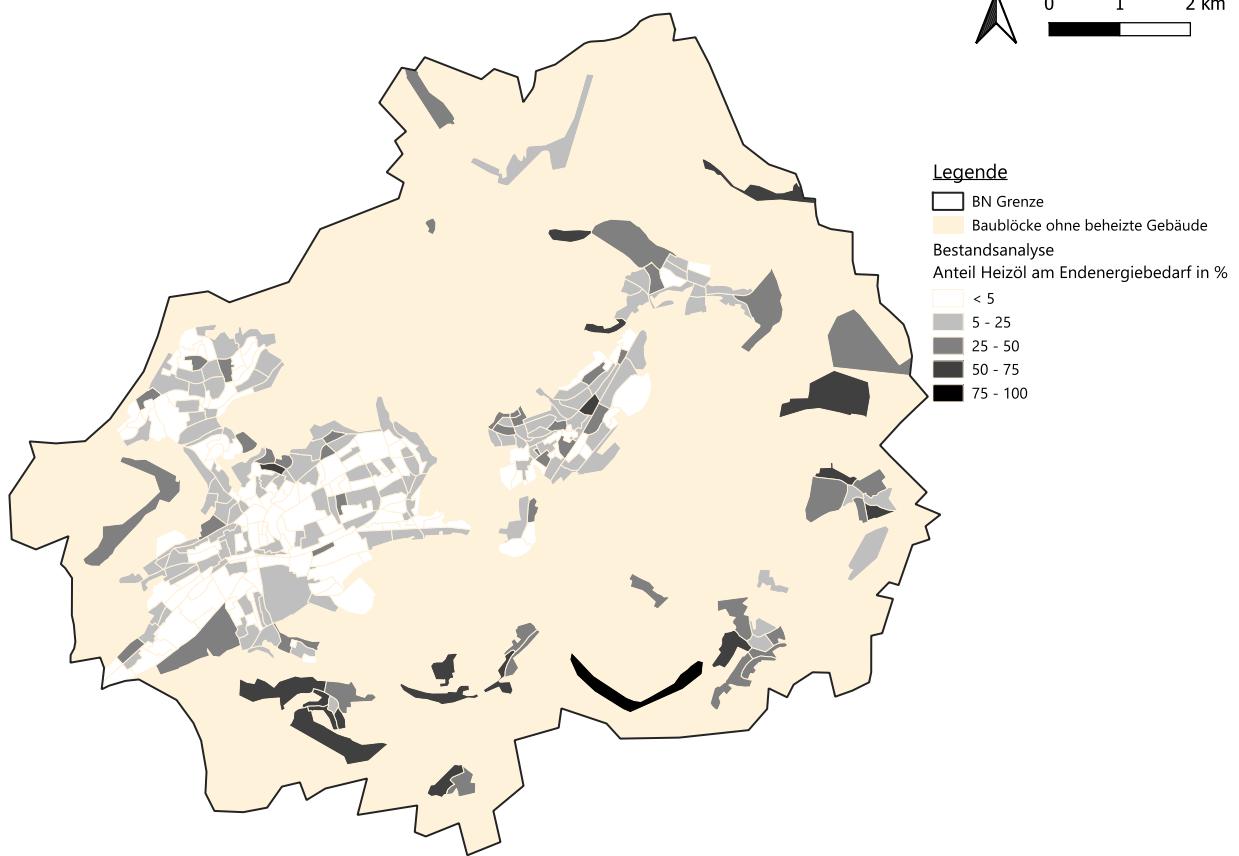


Abbildung 33: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Strombasierte Heizsysteme und Umweltwärme haben in der Wärmeversorgung Bergneustadts insgesamt eine untergeordnete Bedeutung. Abbildung 34 zeigt, dass der Stromanteil am Wärmebedarf in den meisten Baublöcken unter 25 % liegt. Höhere Anteile treten nur vereinzelt auf, insbesondere in südlichen und östlichen Randlagen. In der Darstellung sind stromdirekt betriebene Heizsysteme (z.B. Nachtspeicheröfen) und strombetriebene Wärmepumpen gemeinsam erfasst. Strom wird häufig ergänzend eingesetzt – insbesondere zur Trinkwarmwasserbereitung –, selbst in Gebäuden, die primär mit anderen Energieträgern beheizt werden.

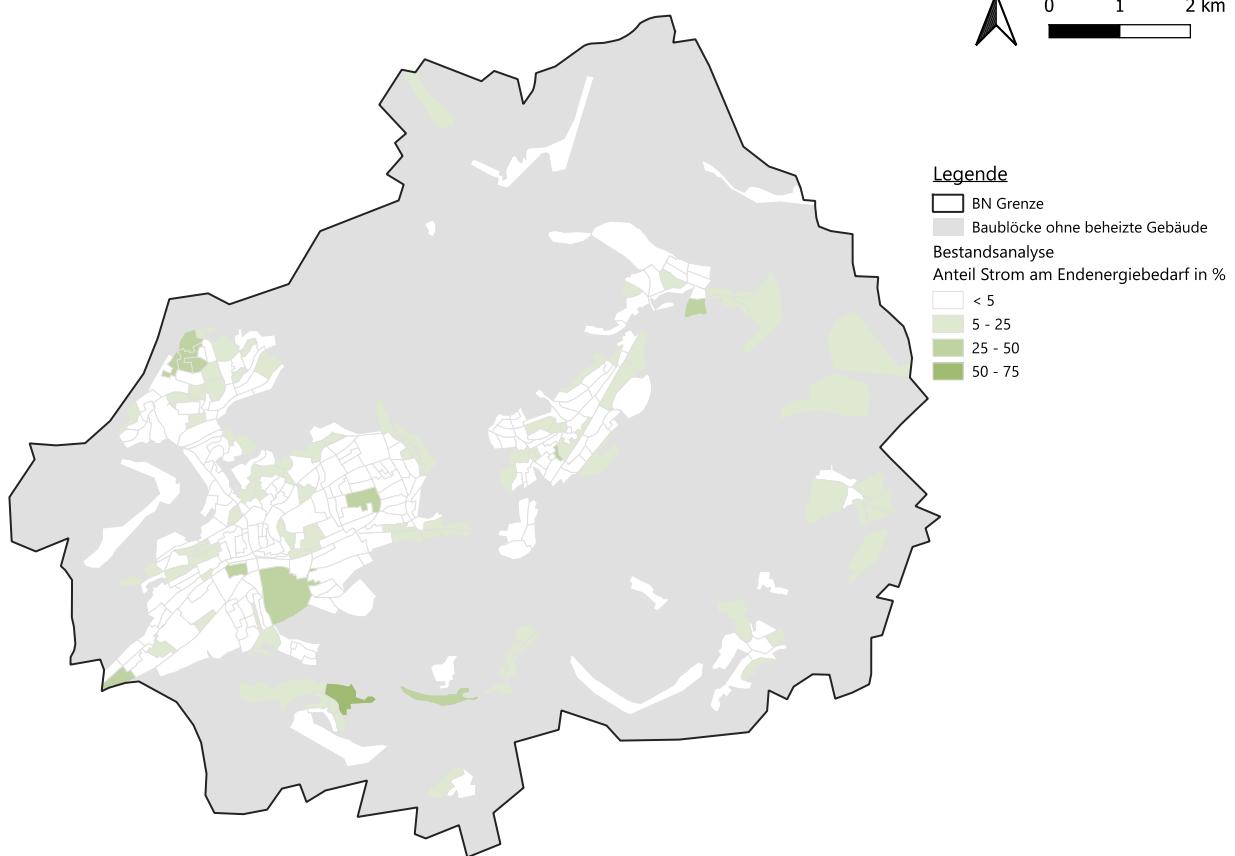


Abbildung 34: Anteil von Strom am Wärmebedarf auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Biomasse spielt in der Wärmeversorgung von Bergneustadt eine spürbare, aber räumlich differenzierte Rolle. Abbildung 35 zeigt den Anteil von Biomasse am Endenergiebedarf je Baublock. In vielen Bereichen des Stadtgebiets liegt der Anteil unter 5 %, doch es gibt auch zahlreiche Baublöcke – vor allem in den südlichen, östlichen und nordöstlichen Randlagen – in denen Biomasse 5 % bis 25 % des Wärmebedarfs abdeckt. Einzelne Baublöcke, vor allem in eher ländlich geprägten Gebieten, weisen sogar Anteile zwischen 25 % und 50 % auf. Damit ist Biomasse insbesondere dort relevant, wo keine zentrale Wärmeversorgung besteht. Neben zentralen Heizsystemen mit Biomasse werden auch Einzelraumheizungen wie Holzöfen oder Kamine genutzt, die nicht den gesamten Wärmebedarf decken, aber dennoch einen bedeutenden Beitrag leisten können.

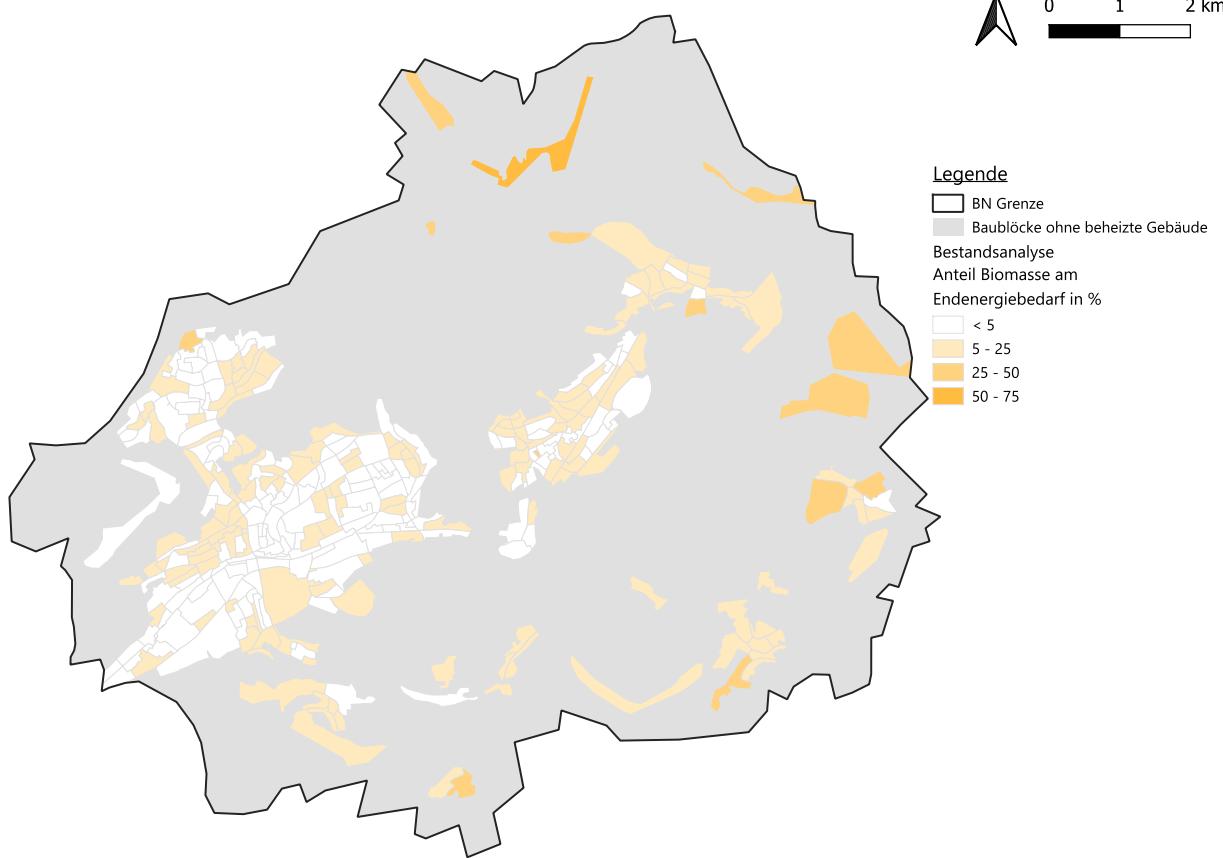


Abbildung 35: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Sonstige Energieträger – wie Flüssiggas oder Kohle – sind fast ausschließlich in einigen wenigen, eher abgelegenen Baublöcken vertreten (siehe Abbildung 36). Diese finden sich vor allem in den südlichen und östlichen Bereichen der Stadt, wo weder eine Gasversorgung vorhanden ist noch andere zentrale Versorgungslösungen genutzt werden. In dichter bebauten Siedlungsbereichen spielen sie hingegen keine Rolle.

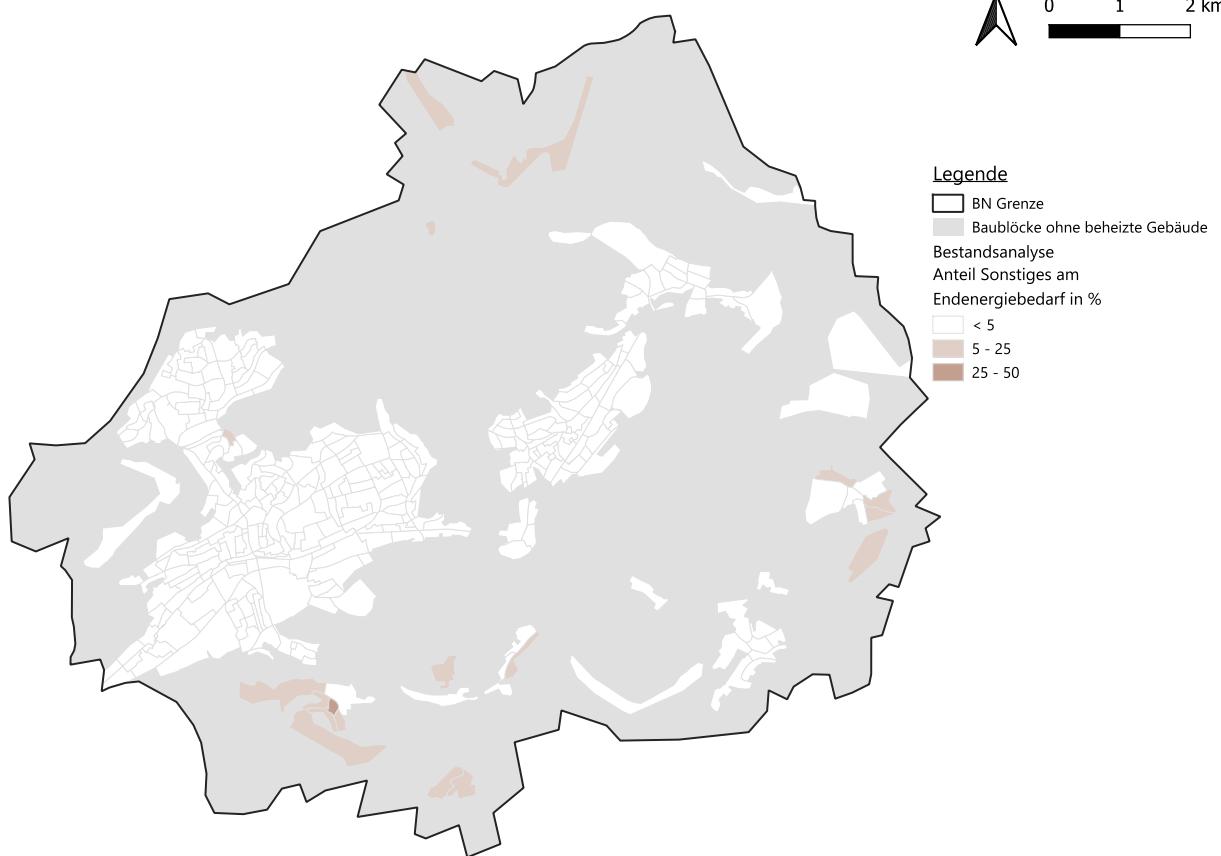


Abbildung 36: Anteil von sonstigen Energieträgern am Wärmebedarf auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Abbildung 37 zeigt abschließend den jeweils dominierenden Energieträger am Wärmebedarf auf Baublockebene. Es wird deutlich, dass Erdgas in einem Großteil der bebauten Stadtflächen der Hauptenergiträger ist – insbesondere im zentralen und westlichen Stadtgebiet. Heizöl dominiert vor allem in peripheren, weniger erschlossenen Bereichen, während Biomasse, Strom und sonstige Brennstoffe jeweils nur lokal als vorrangige Energiequelle auftreten. Diese kartografische Auswertung verdeutlicht die räumliche Differenzierung der Wärmeversorgung in Bergneustadt und liefert eine wichtige Grundlage für die Identifikation von Transformationspfaden im Rahmen zukünftiger Wärmeende-Strategien.

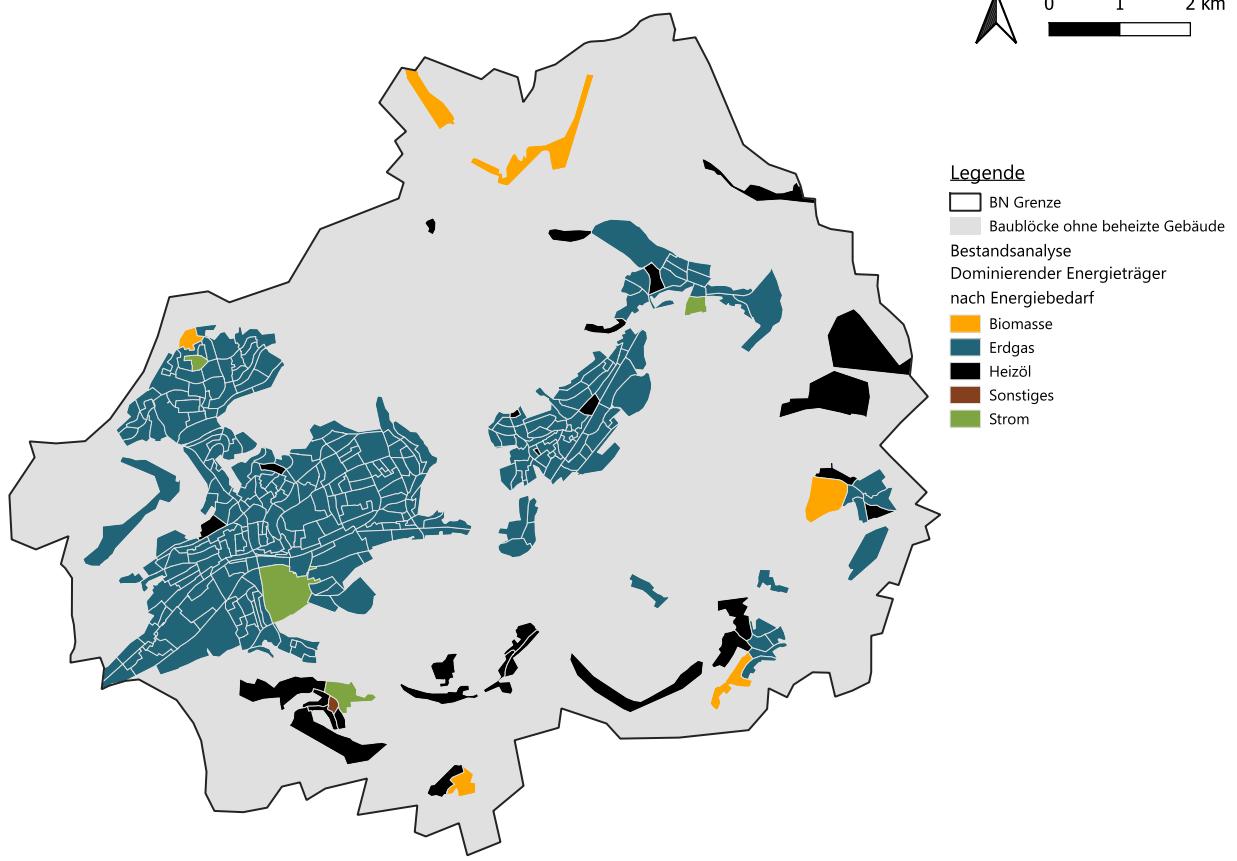


Abbildung 37: Dominierender Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

### 3.6 Anzahl dezentraler Erzeuger

Aufbauend auf den Auswertungen zum Anteil der Energieträger am Wärmebedarf (siehe Abschnitt 3.5) wird in diesem Abschnitt die Anzahl der Gebäude nach Energieträger aufgewertet. Ausschlaggebend für diese Zuteilung ist hierbei der Energieträger, welcher für Raumwärme genutzt wird. Die Energieträger, die im Gebäude für Trinkwarmwasser oder als Einzelraumheizung genutzt werden, sind hierbei nicht Teil der Auswertung.

In Abbildung 38 ist die Anzahl der Gebäude nach Energieträger für die Stadt Bergneustadt dargestellt. Von den insgesamt 4.626 beheizten Gebäuden werden 3.434 mit Erdgas beheizt, was rund 74 % entspricht. Heizöl wird in etwa 16 % der Gebäude eingesetzt. Strombasierte Heizungen (Stromdirektheizungen und Wärmepumpen zusammengefasst) machen rund 5 % aus, während Biomasse und sonstige Energieträger jeweils auf Anteile von etwa 3 % beziehungsweise 1 % kommen. Wärmenetze spielen in Bergneustadt keine Rolle.

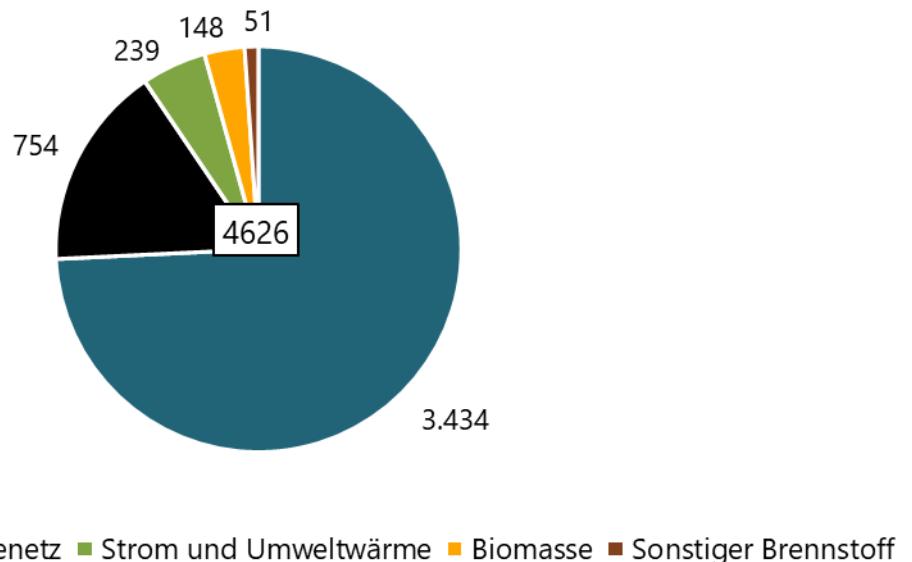


Abbildung 38: Anzahl Gebäude nach Energieträger [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Die absolute Anzahl an Gebäuden, welche mit Erdgas zur Raumwärmeverteilung versorgt werden, ist in Abbildung 39 dargestellt. In nahezu allen erschlossenen Stadtbereichen – insbesondere im zentralen Bergneustadt sowie in den dicht bebauten Ortsteilen wie Wiedenest, Hackenberg, Othetal und im Übergangsbereich zu Derschlag – finden sich Baublöcke mit bis zu 30 gasbeheizten Gebäuden. In vielen weiteren Blöcken liegt die Anzahl zwischen 1 und 10. Gebäude ohne Gasheizung befinden sich primär in den Randlagen, in denen keine Erschließung über das Gasnetz erfolgt ist.

Die Altersstruktur der Erdgasheizungen ist in Abbildung 40 abgebildet. Diese basiert auf den Gebäuden, für die Informationen zum Jahr der Inbetriebnahme der Heizungsanlage vorliegen. Es zeigt sich, dass knapp ein Viertel der erfassten Erdgasheizungen vor dem Jahr 2000 in Betrieb genommen wurde. Weitere größere Gruppen entfallen auf die Jahre 2001–2005, 2011–2015 und 2016–2020. Auch nach 2021 wurden zahlreiche neue Erdgasheizungen eingebaut. Insgesamt ist die Altersverteilung relativ breit gestreut, was auf eine kontinuierliche Erneuerung, aber auch auf einen bedeutenden Altbestand hindeutet. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein relevanter Anteil der Heizungen in den nächsten Jahren das typische Lebensalter überschreitet und perspektivisch ersetzt werden müsste.

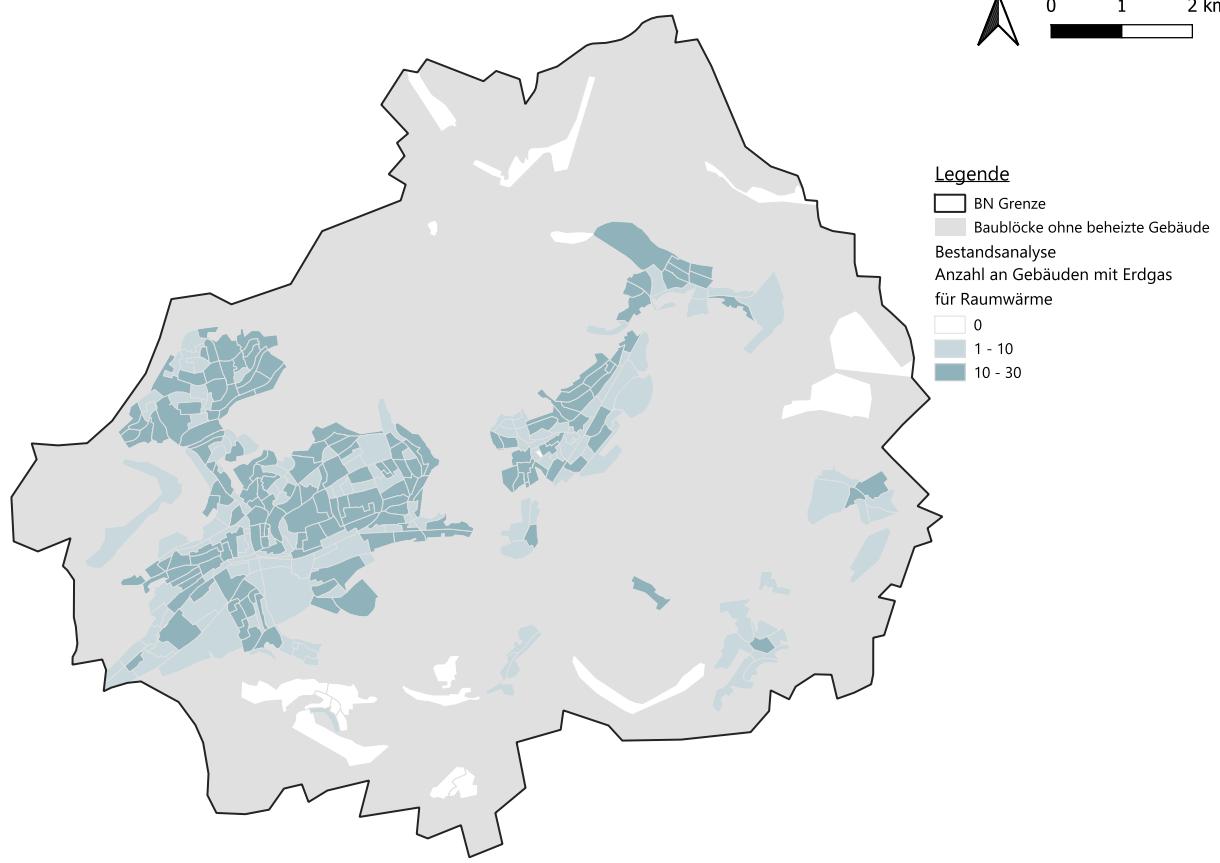


Abbildung 39: Anzahl der Gebäude mit Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

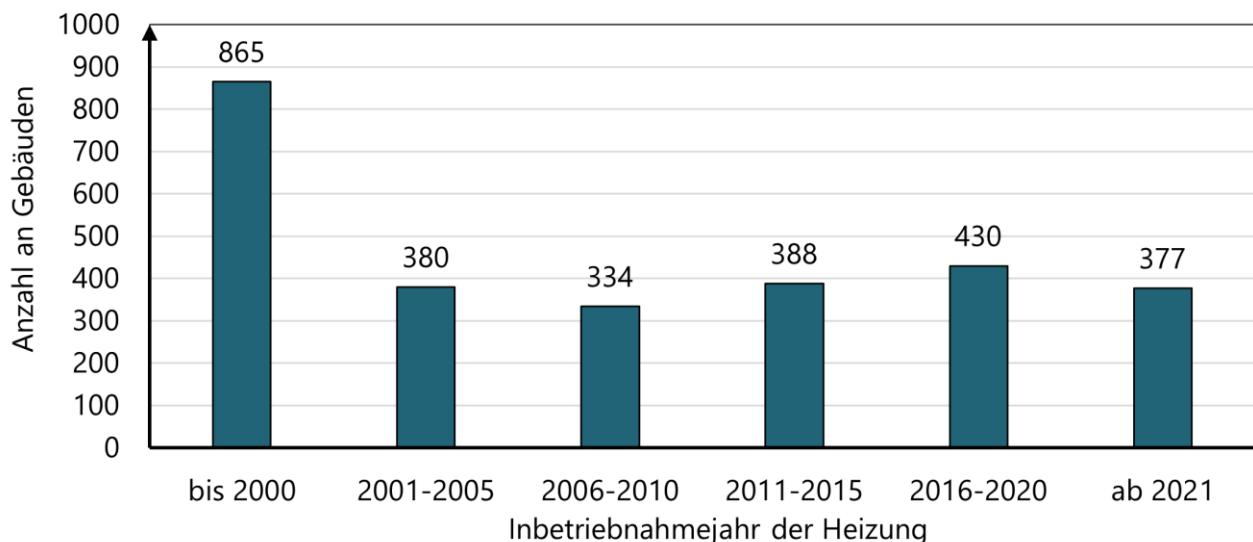


Abbildung 40: Altersstruktur der Erdgasheizungen [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Die Verteilung der Heizölversorgung ist in Abbildung 41 dargestellt. Heizöl kommt insbesondere in den Randlagen ohne Gasnetz zum Einsatz, z.B. in Baldenberg, Belmicke oder Neuenothe. Die



absolute Anzahl an Ölheizungen pro Baublock ist meist gering; nur vereinzelt liegen Werte über 10. Dies steht im Zusammenhang mit der typischerweise geringeren Bebauungsdichte in diesen Bereichen.

Die Altersstruktur der Ölheizungen ist in Abbildung 42 dargestellt. Auch hier wurden nur Gebäude berücksichtigt, für die Angaben zum Baujahr der Heizung vorliegen. Der Großteil der Anlagen wurde vor dem Jahr 2000 installiert. Jüngere Heizungen sind deutlich seltener – weniger als 10% der erfasssten Anlagen wurden nach 2015 eingebaut. Diese Verteilung zeigt, dass ein großer Teil der Ölheizungen technisch veraltet ist und in absehbarer Zeit durch neue Systeme ersetzt werden müsste.

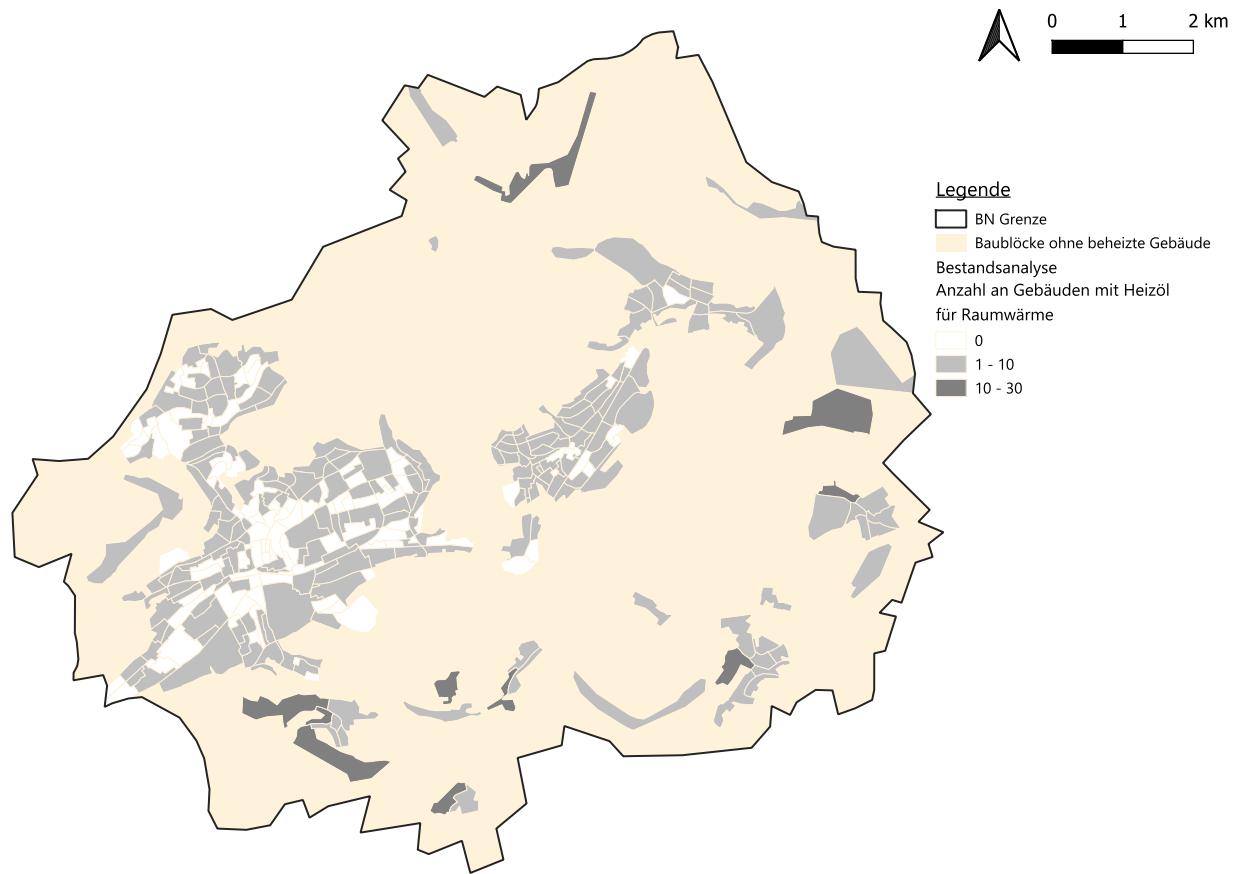


Abbildung 41: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

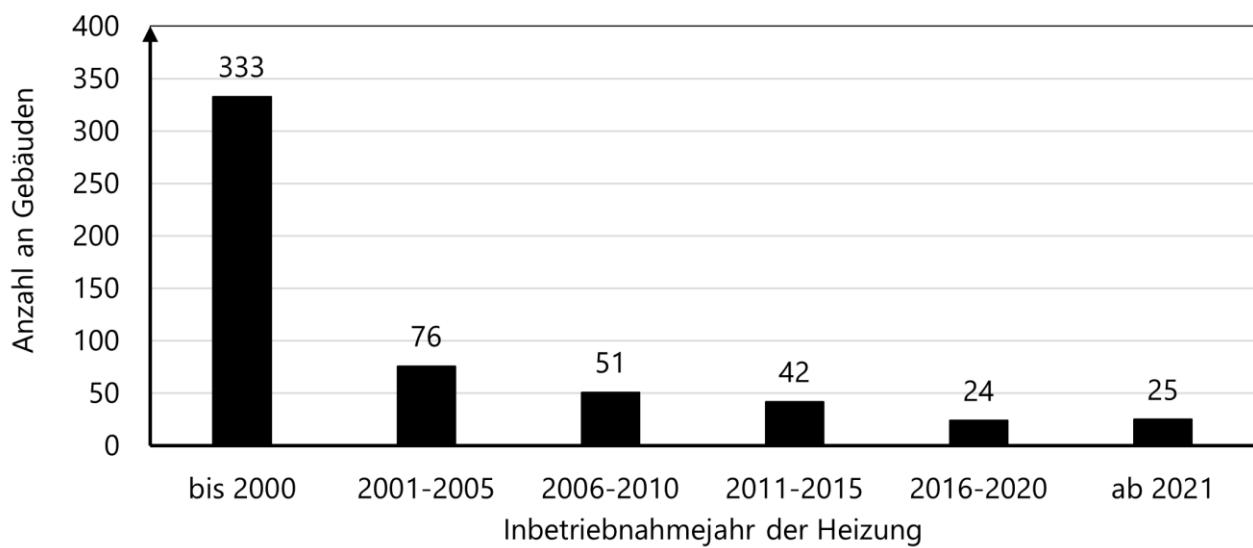


Abbildung 42: Altersstruktur der Ölheizungen [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Strombasierte Heizsysteme (siehe Abbildung 43) sind in der gesamten Stadt eher vereinzelt vertreten. In einigen Baublöcken, z. B. in südlichen oder östlichen Randlagen, gibt es zwischen 10 und 30 Gebäude mit Stromheizung. In vielen weiteren Baublöcken existieren einzelne Gebäude mit dieser Heizform. Die Nutzung ist damit – trotz geringer Gesamtzahl – relativ breit über das Stadtgebiet verteilt.

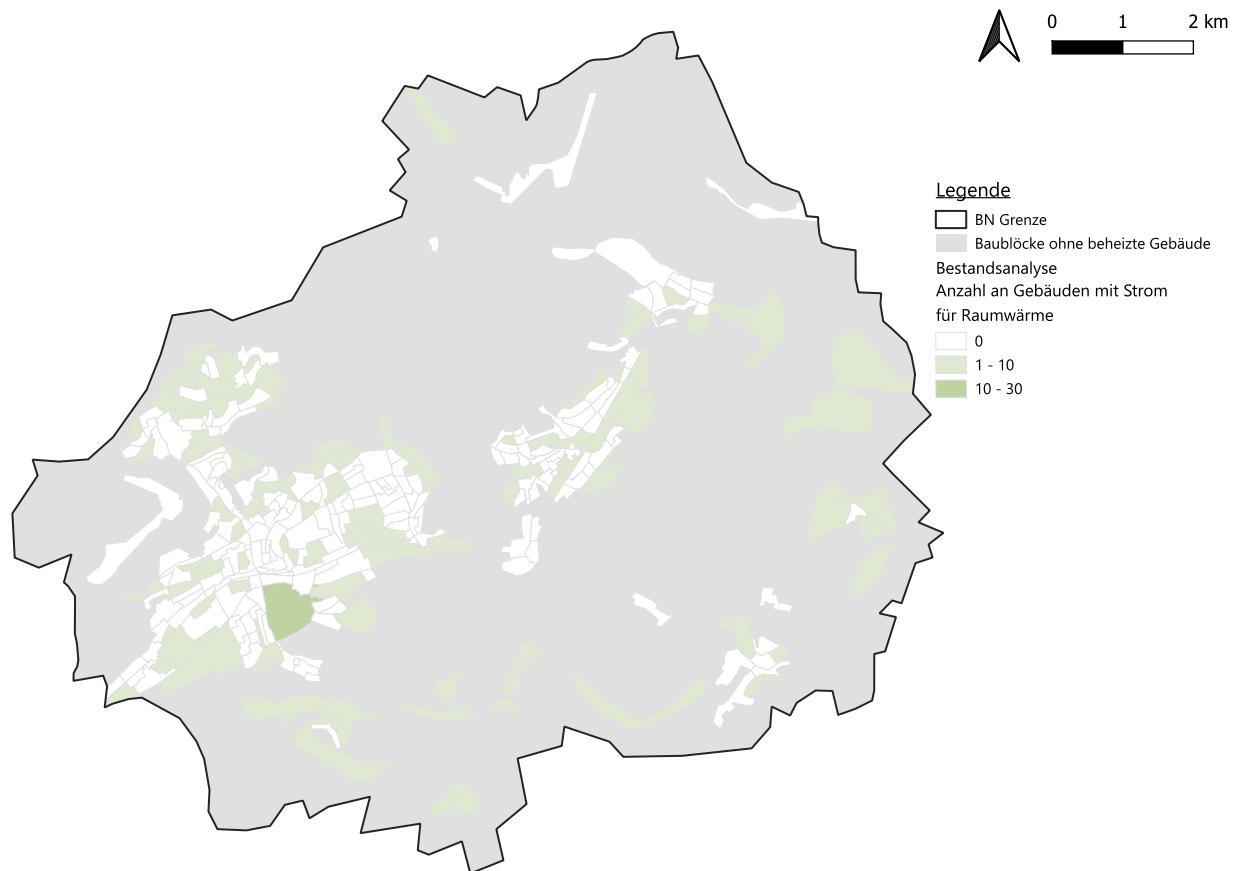




Abbildung 43: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Auch Biomasse kommt in der Fläche punktuell zum Einsatz, wie in Abbildung 44 zu sehen ist. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um Einzelanlagen in kleineren oder ländlicheren Baublöcken. In keinem Baublock wurden mehr als zehn Gebäude mit Biomasseheizung identifiziert. Die Verteilung ist insgesamt breit gestreut, jedoch ohne lokale Konzentrationen. Hieraus lässt sich schließen, dass Biomasseheizungen – etwa Pellet- oder Scheitholzanlagen – eher als individuelle Lösungen genutzt werden.

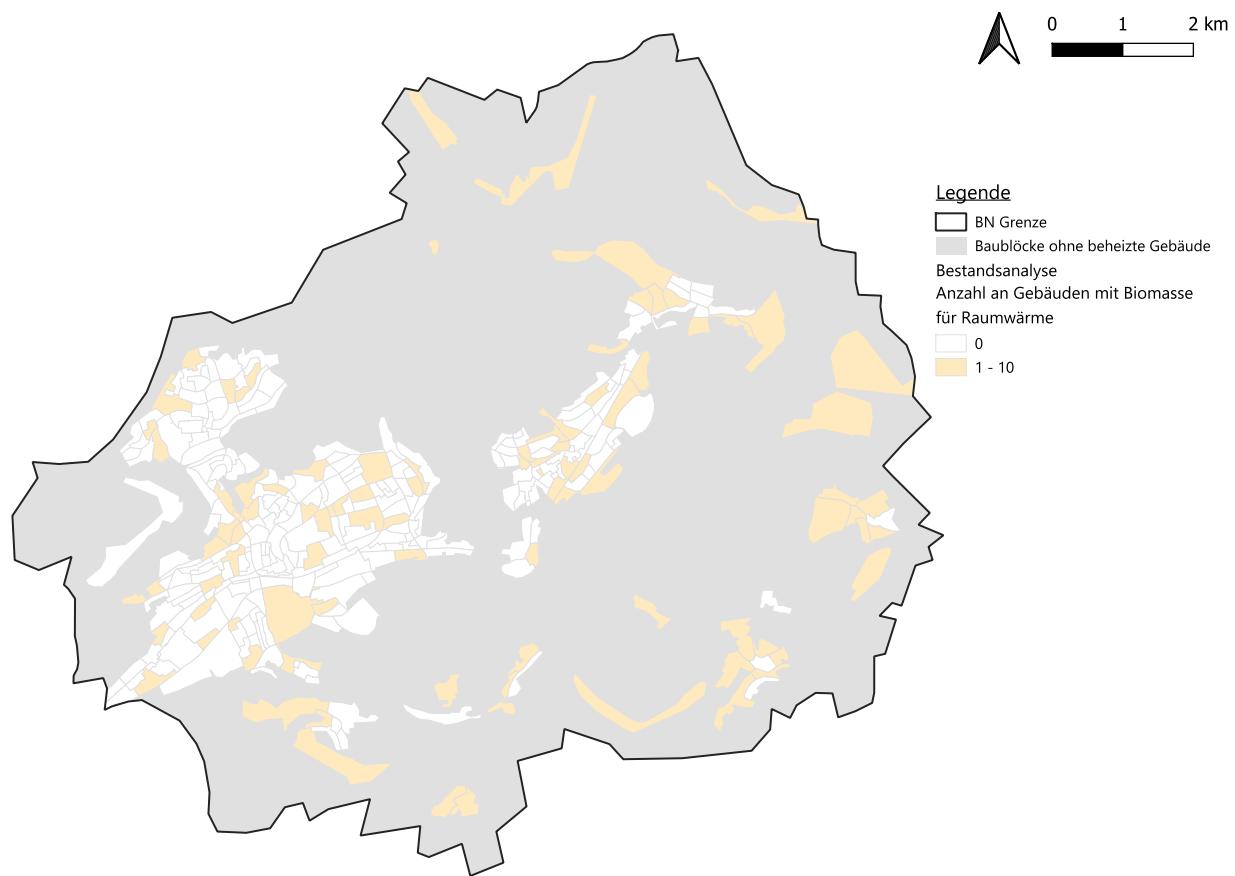


Abbildung 44: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Sonstige Brennstoffe (insbesondere Flüssiggas) spielen ebenfalls nur eine geringe Rolle in der Wärmeversorgung von Bergneustadt. Abbildung 45 zeigt, dass diese Heizformen fast ausschließlich in einzelnen Randlagen vertreten sind – etwa in abgelegeneren Streusiedlungen oder auf landwirtschaftlich geprägten Flächen. In keinem Baublock liegt die Anzahl dieser Heizungen über zehn. Eine erkennbare lokale Häufung ist nicht gegeben.



Abbildung 45: Anzahl der Gebäude mit sonstigem Energieträger zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

### 3.7 Wärmebedarfsdichte und Großverbraucher

In diesem Abschnitt werden verschiedene Auswertungen zu Wärmebedarfsdichten thematisiert. Die Wärmebedarfsdichte gibt als Metrik an, wie hoch der Wärmebedarf in Bezug auf eine geometrische Bezugsgröße ist. Diese Bezugsgröße ist typischerweise entweder eine Fläche oder eine Länge. Wärmebedarfsdichten werden häufig genutzt, um die Eignung für den wirtschaftlichen Bau und Betrieb von Wärmenetzen abzuschätzen.

In Abbildung 46 ist die Wärmebedarfsdichte als Wärmeflächendichte auf Baublockebene dargestellt. Gemäß [22] muss die Wärmeflächendichte bei mindestens 175 MWh/ha liegen, damit eine Eignung für ein Niedertemperaturnetz bei Bestandsgebäuden vorliegt. Für eine Eignung konventioneller Wärmenetze sollte die Wärmeflächendichte mindestens 415 MWh/ha betragen.

Abbildung 46 zeigt, dass in vielen Bereichen Bergneustadts Wärmeflächendichten zwischen 100 und 200 MWh/ha erreicht werden. In mehreren zentral gelegenen und dichter bebauten Ortsteilen – wie in der Kernstadt, Teilen von Wiedenest, Hackenberg, Othetal sowie in den Übergangsbereichen zu Derschlag – liegen die Werte teilweise sogar über 200 MWh/ha. Einzelne Baublöcke überschreiten auch die Schwelle von 400 MWh/ha, was auf eine besonders hohe Verdichtung und damit auf eine günstige Voraussetzung für Wärmenetze hindeutet. In den ländlicheren Ortsteilen sowie in den



Außenbereichen der Stadt sind die Wärmeflächendichten dagegen deutlich geringer. Dort liegen die Werte meist unterhalb von 100 MWh/ha, zum Teil sogar unter 50 MWh/ha.

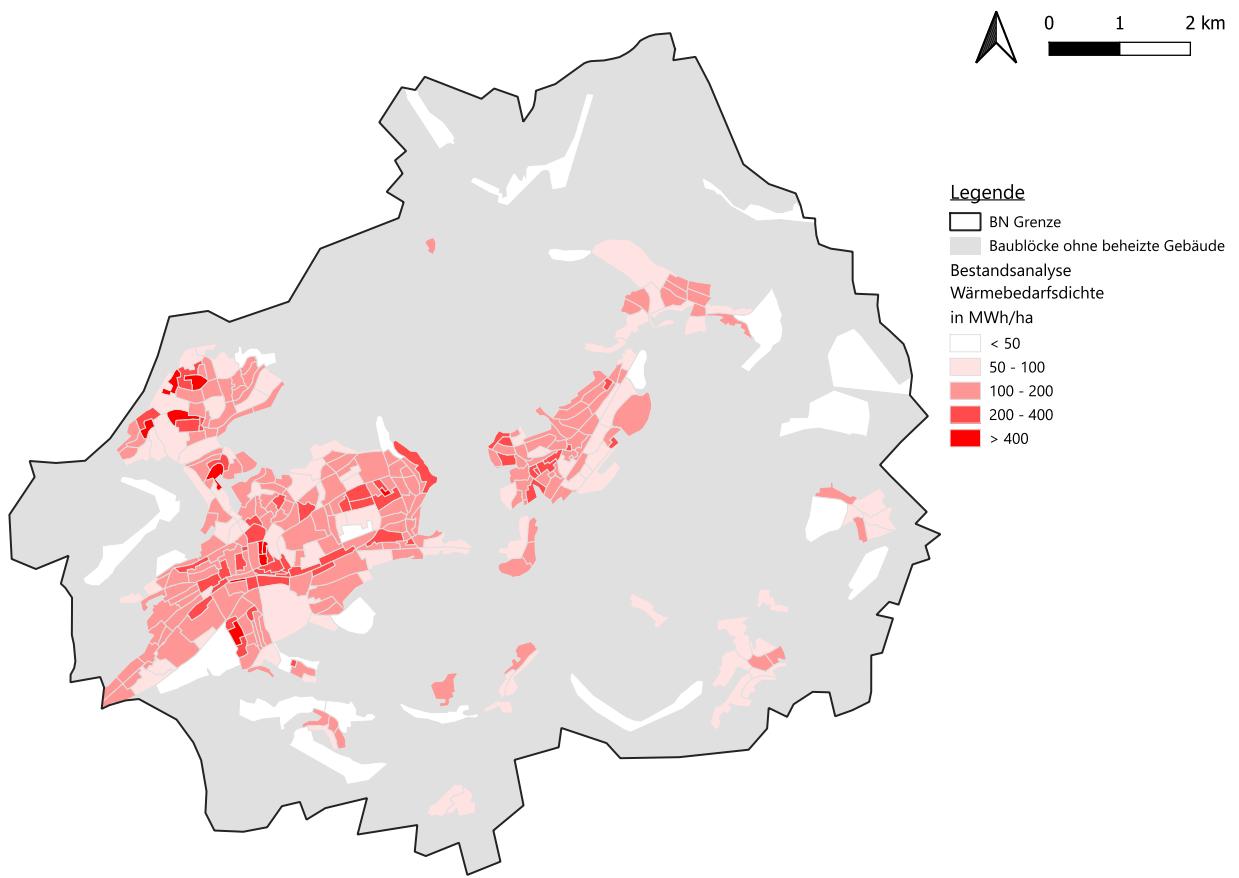


Abbildung 46: Wärmeflächendichte auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Neben der Wärmeflächendichte ist die Wärmeliniendichte eine weitere etablierte Metrik zur Bewertung der Wärmebedarfsdichte. Sie beschreibt den jährlichen Wärmebedarf in Relation zur Länge des potenziellen Trassenverlaufs und wird in Kilowattstunden pro Meter und Jahr [ $\text{kWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$ ] angegeben. Die Wärmeliniendichte ist insbesondere relevant für die wirtschaftliche Planung und den Betrieb von Wärmenetzen, da sie die potenzielle Energieabgabe pro Meter Leitung beschreibt.

In Abbildung 47 ist die Wärmeliniendichte für das Stadtgebiet von Bergneustadt auf Straßenzugebene dargestellt. Gemäß [23] wird für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes im Gebäudebestand eine Mindestwärmeliniendichte von  $2.000 \text{ kWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$  angenommen.

Die Karte zeigt, dass besonders im zentralen Stadtgebiet sowie in den angrenzenden dicht bebauten Ortsteilen wie Wiedenest, Hackenberg und Teilen von Othetal zahlreiche Straßenzüge mit Wärmeliniendichten von über  $2.000 \text{ kWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$  vorliegen. Einzelne Straßenabschnitte erreichen sogar Werte von über  $3.000 \text{ kWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$ . Damit bestätigen sich die in der Wärmeflächendichte identifizierten Potenzialräume auch unter dieser Metrik. Allerdings zeigt sich auch, dass viele dieser hochverdichteten Straßenabschnitte nicht flächendeckend zusammenhängen, sondern oft punktuell oder linienhaft verteilt sind.

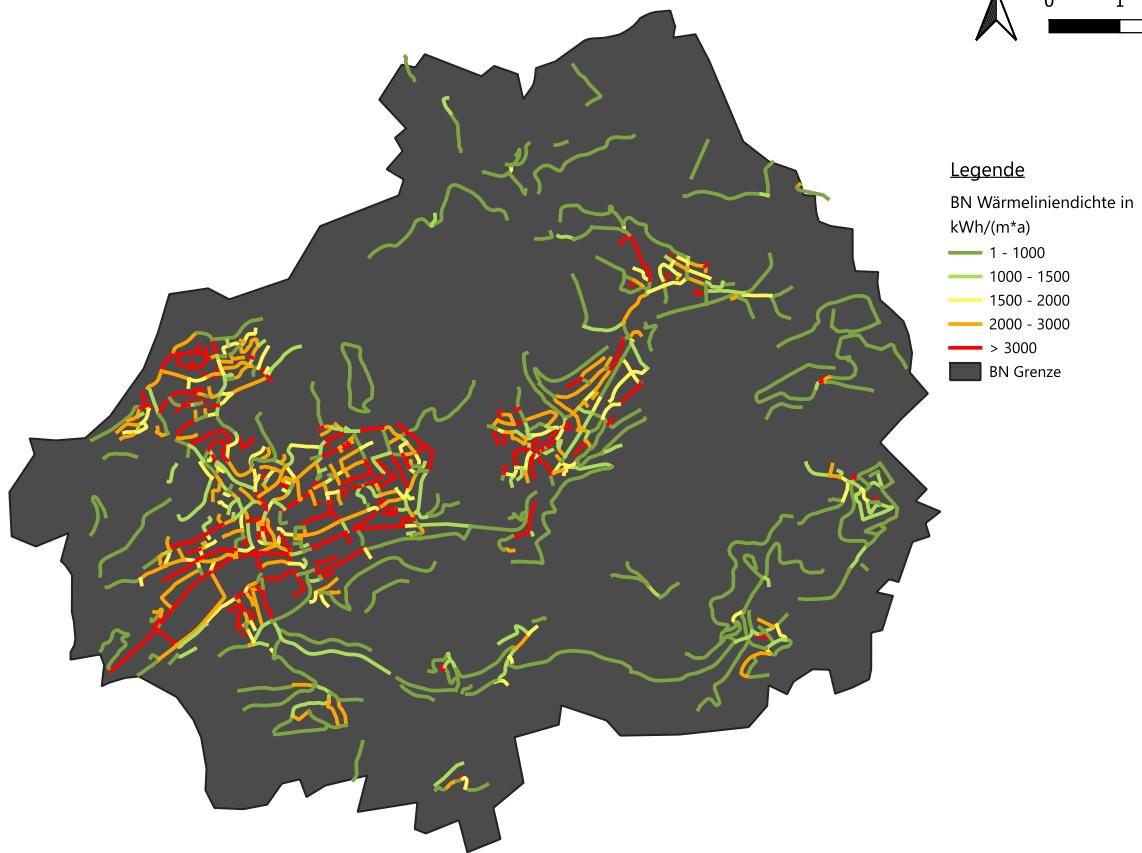


Abbildung 47: Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Für Bergneustadt konnten insgesamt 31 Großverbraucher identifiziert werden. Als Großverbraucher werden Verbraucher bezeichnet, deren Wärmebedarf 500 MWh überschreitet. Hierbei handelt es sich primär um kommunale Gebäude (z.B. Schulen) als auch um Gebäude der Sektoren Industrie und GHD. Die Lokalisation dieser Großverbraucher auf Baublockebene ist in Abbildung 48 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Großverbraucher über das gesamte Stadtgebiet verteilt auftreten. Sie finden sich sowohl in dichter besiedelten Bereichen wie dem Zentrum und den angrenzenden Ortsteilen als auch in dünnere bebauten Randlagen. Eine Häufung ist im südlichen Teil der Kernstadt erkennbar, insbesondere im Umfeld der Talstraße und entlang der Bundesstraße 55, wo sich mehrere größere Gewerbeeinheiten befinden. Auch im Norden des Stadtgebiets sowie in Wiedenest und im Bereich der Industriegebiete treten weitere relevante Wärmeverbraucher auf.

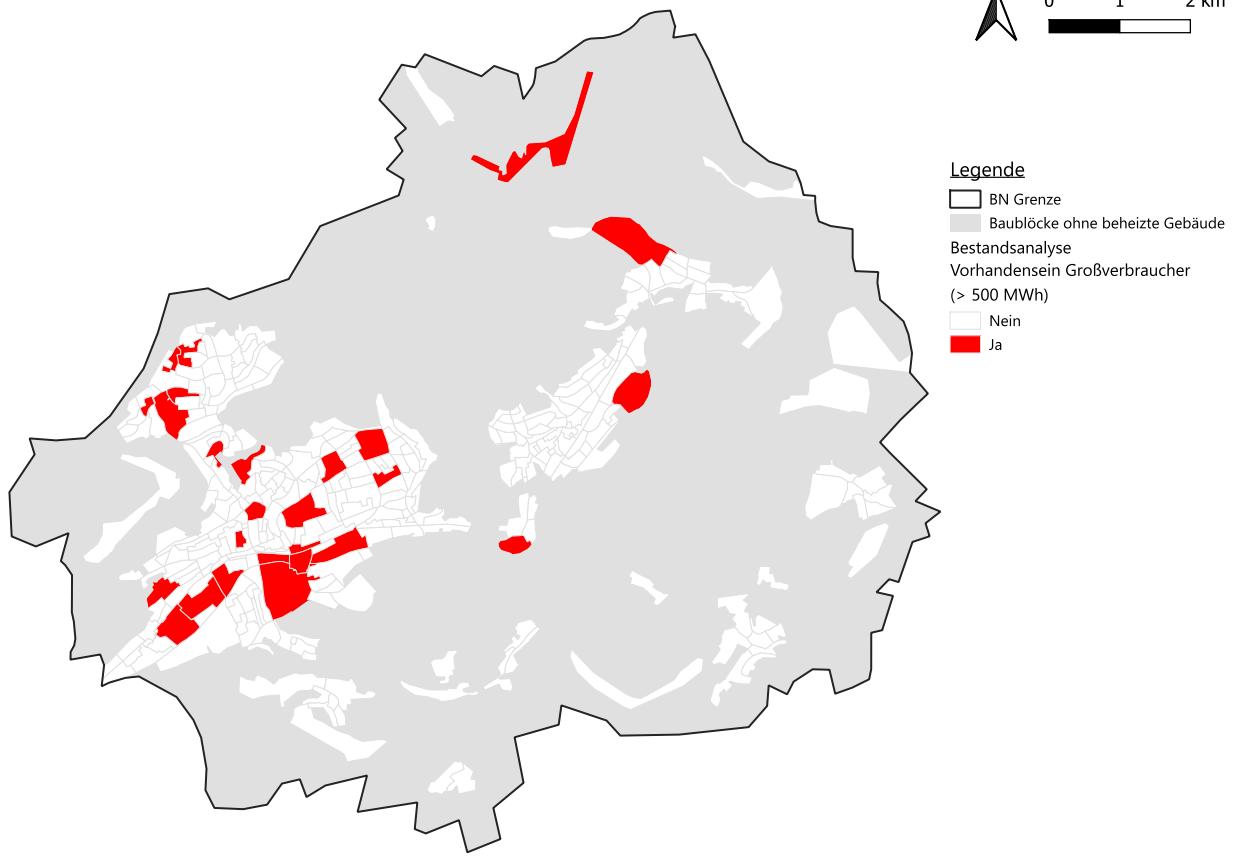


Abbildung 48: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

### 3.8 Anteil der Erneuerbaren Energien

Im folgenden Abschnitt wird der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung der Stadt Bergneustadt in Abhängigkeit der Energieträger beschrieben. In Abbildung 49 ist dieser Anteil sowie der Anteil fossiler Energieträger als Säulendiagramm dargestellt.

Die Wärmebereitstellung in Bergneustadt ist überwiegend geprägt vom öffentlichen Erdgasnetz und Heizöl. Dies sorgt dafür, dass mit 217 GWh die fossilen Energieträger insgesamt 91 % des Wärmebedarfs ausmachen. Erneuerbare Energien wiederum machen dementsprechend mit rund 22 GWh nur 9 % aus. Diese wiederum werden beispielsweise über die strombasierten Heizungen sowie Biomasse bereitgestellt. Biomasse wird als nachwachsender Rohstoff hierbei als vollständig erneuerbar definiert. Der Strommix in Deutschland wird in dieser Berechnung mit einem Anteil erneuerbarer Energien von 56 % angenommen. Für Wärmepumpen wurde eine Jahresarbeitszahl von 3 angesetzt, wodurch der Anteil erneuerbarer Energien an der von Wärmepumpen bereitgestellten Wärme bei 85,3 % liegt [24]. Begründet durch den Mix aus Stromdirektheizungen und der Nutzung klimaneutraler Umweltenergie durch Wärmepumpen ergibt sich für die strombasierten Heizungen ein Anteil erneuerbarer Energien von 64 %. Dieser Anteil wird durch die zu erwartende Steigerung des EE-Anteils im deutschen Strommix für die Bestandsheizungen weiter steigen.

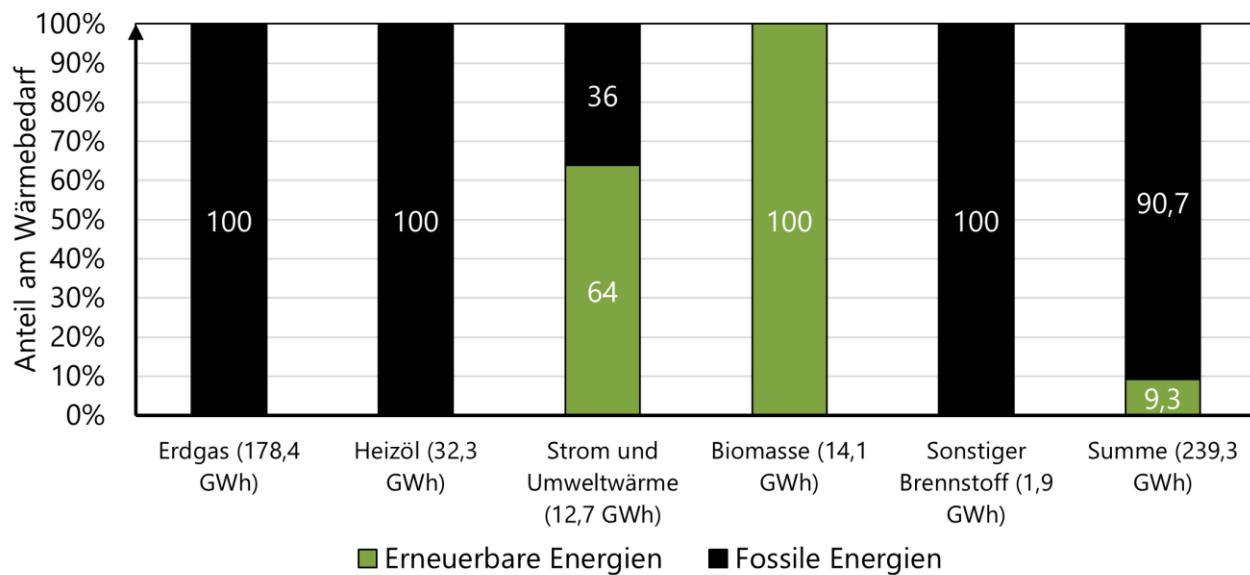
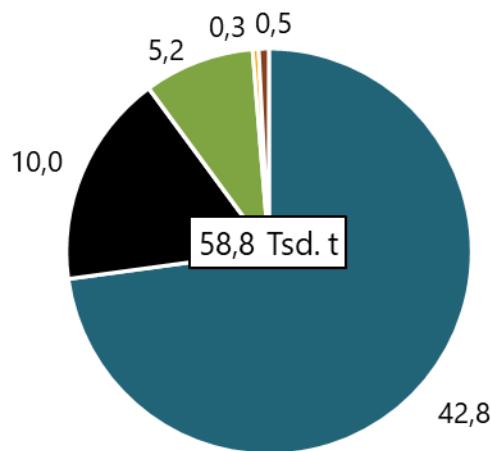


Abbildung 49: Anteil Erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers

### 3.9 Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren

Neben dem Anteil an Erneuerbaren Energien sind die absoluten Treibhausgasemissionen eine sehr wichtige Metrik, um die Klimafreundlichkeit der lokalen Wärmeversorgung und der jeweiligen Energieträger zu bewerten. Die Treibhausgasemissionen der Bergneustädter Wärmeversorgung werden im Folgenden beschrieben (aufgeteilt auf Energieträger und Sektoren).

Insgesamt liegen die Treibhausgasemissionen in Bergneustadt bei etwa 58,8 Tsd.t pro Jahr (siehe Abbildung 50). Den größten Anteil daran hat der Energieträger Erdgas mit 42,8 Tsd.t, was einem Anteil von etwa 73 % entspricht. Heizöl folgt mit 10,0 Tsd.t (17 %). Die strombasierten Heizsysteme verursachen weitere 5,2 Tsd.t, was 9 % der Gesamtemissionen ausmacht. Biomasse und sonstige Brennstoffe leisten nur einen sehr geringen Beitrag von jeweils unter einem Prozent (0,3 Tsd.t bzw. 0,5 Tsd.t).



- Erdgas ■ Heizöl ■ Wärmenetz ■ Strom und Umweltwärme ■ Biomasse ■ Sonstiger Brennstoff

Abbildung 50: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. t [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Der Haushaltssektor ist – wie bereits im Abschnitt zum Wärmebedarf dargelegt – für den überwiegenden Teil des Endenergieverbrauchs verantwortlich und verursacht dementsprechend auch die höchsten Emissionen. Abbildung 51 zeigt, dass sich der Sektor mit 48,6 Tsd.t auf etwa 83 % der gesamten jährlichen Emissionen beläuft. Erdgas dominiert mit 34,5 Tsd.t (71 %), gefolgt von Heizöl mit 8,9 Tsd.t (18 %). Strombasierte Heizungen verursachen 4,5 Tsd.t, was rund 9 % der Emissionen entspricht. Die Beiträge von Biomasse und sonstigen Brennstoffen liegen bei 0,2 bzw. 0,4 Tsd.t.

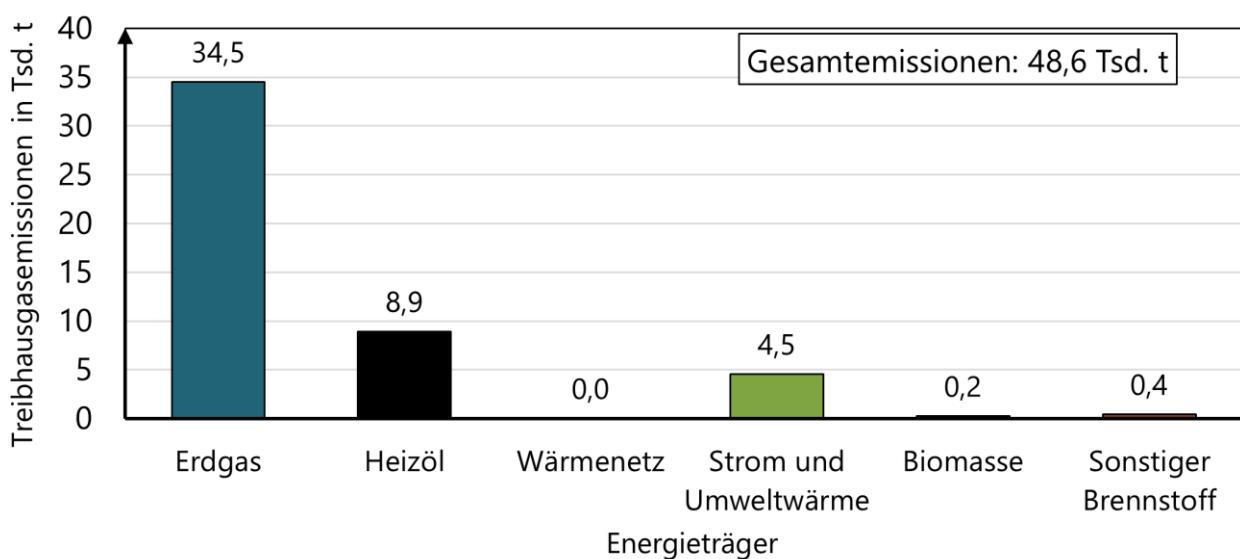


Abbildung 51: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]



Die kommunalen Gebäude verursachen jährlich 2,4 Tsd.t Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 52). Mit 2,3 Tsd.t entfallen 96 % der Emissionen auf Erdgas. Die übrigen 4 % setzen sich aus Heizöl (0,1 Tsd.t) und strombasierten Heizsystemen (0,1 Tsd.t) zusammen. In diesem Sektor wird ausschließlich Erdgas flächendeckend eingesetzt, andere Energieträger sind nur vereinzelt vertreten.

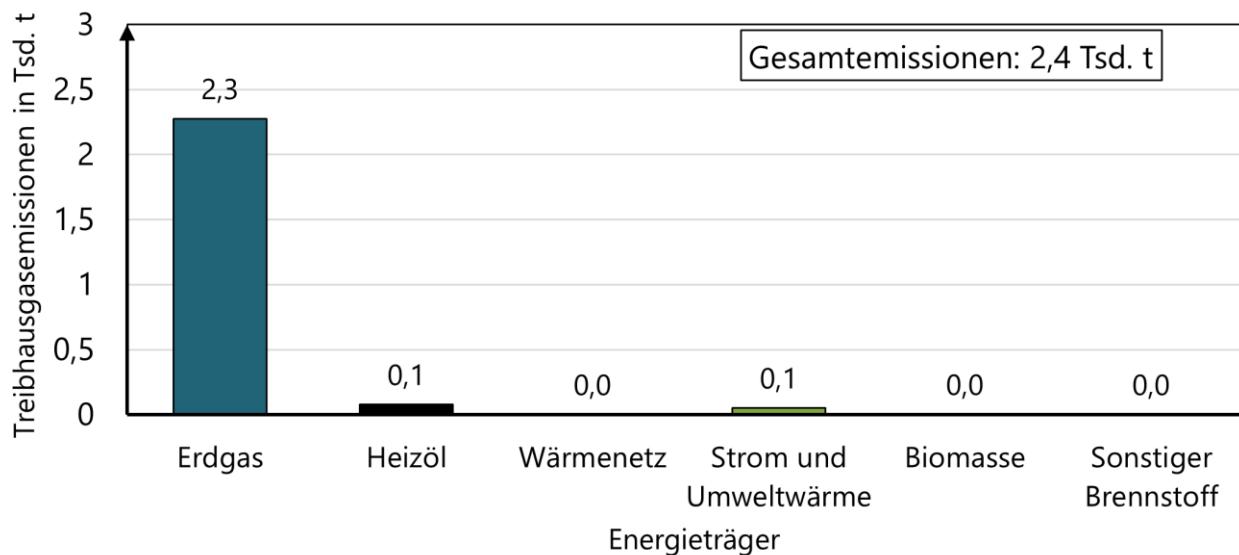


Abbildung 52: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Kommune) in Tsd. t [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Der GHD-Sektor ist für etwa 5,9 Tsd.t CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich (siehe Abbildung 53). Rund 76 % der Emissionen stammen aus dem Einsatz von Erdgas (4,5 Tsd.t), während Heizöl 0,8 Tsd.t (14 %) ausmacht. Die übrigen 10 % verteilen sich auf Strom (0,4 Tsd.t) und sonstige Brennstoffe (0,1 Tsd.t).

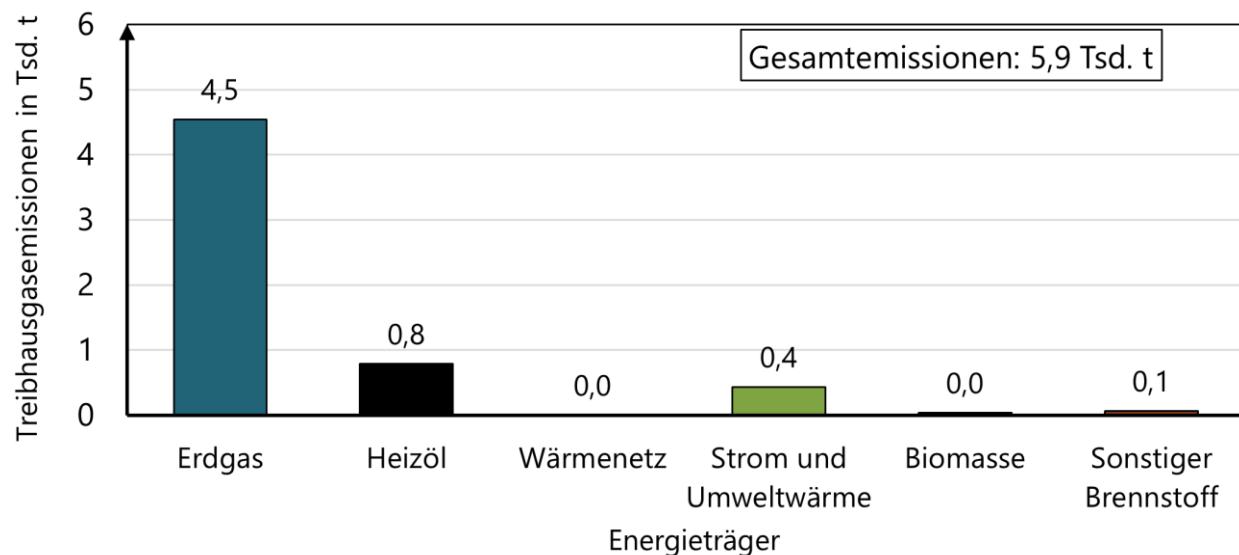


Abbildung 53: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]

Der Industriesektor verursacht in Bergneustadt 1,9 Tsd.t CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr (siehe Abbildung 54). Mit 1,5 Tsd.t macht Erdgas etwa 79 % der Emissionen aus, gefolgt von Heizöl (0,2 Tsd.t) und



Strom- bzw. Umweltwärme (0,2 Tsd.t), jeweils mit 11%. Biomasse und sonstige Brennstoffe spielen keine Rolle. Trotz leicht höherem Energiebedarf als im GHD-Sektor liegen die Emissionen im Industriesektor deutlich niedriger, was durch die dominierende Nutzung des emissionsärmeren Energieträgers Erdgas erklärbar ist.

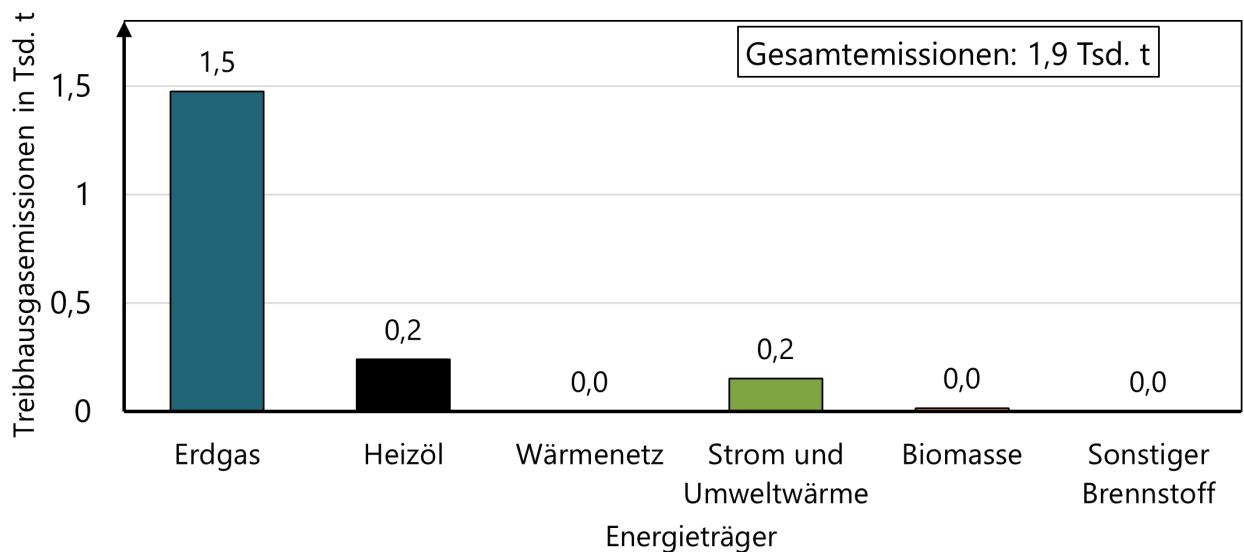


Abbildung 54: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4]



## 4 Potenzialanalyse

### 4.1 Allgemeines

Die Potenzialanalyse bildet einen entscheidenden Schritt in der kommunalen Wärmeplanung von Bergneustadt. Auf der Basis der vorhergehenden Bestandsanalyse, die den aktuellen Wärmebedarf und die bestehende Infrastruktur der Region untersucht hat, konzentriert sich die Potenzialanalyse auf die Identifikation und Bewertung von Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Ziel dieser Analyse ist es, Potenziale für eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung aufzuzeigen und so die Grundlage für die zukünftige Energieversorgung in Bergneustadt zu schaffen.

In diesem Kapitel werden die unterschiedlichen Potenziale für erneuerbare Energien in Bergneustadt untersucht und bewertet. Die Analyse umfasst verschiedene Technologien und Energiequellen, darunter solare Potenziale wie PV oder Solarthermie auf Freiflächen, sowie die Nutzung von Solarthermie auf Dachflächen. Darüber hinaus werden Möglichkeiten zur Energiegewinnung aus Biomasse, Gewässern und Abwasser betrachtet und die geothermische Eignung der Region analysiert. Zusätzlich werden Potenziale für Energieeinsparungen durch Effizienzmaßnahmen und der Einsatz von Luft-Wasser-Großwärmepumpen berücksichtigt. Die Bewertung dieser Potenziale ermöglicht es, die energetischen Ressourcen der Region umfassend zu erfassen und gezielt Maßnahmen für eine nachhaltige Wärmeversorgung zu entwickeln.

### 4.2 Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung

Die „Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung in NRW“, erstellt vom Landesamt für Natur, Umwelt und Klima NRW (LANUK), liefert eine umfassende Analyse der erneuerbaren Energiepotenziale in Nordrhein-Westfalen. Ziel der Studie ist es, Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen im Bereich der Wärmeversorgung zu identifizieren und Ansätze für die Wärmewende zu entwickeln. Der Fokus liegt auf den Potenzialen von Solarenergie, Biomasse, Geothermie und Abwärmenutzung. Die Studie bietet wertvolle Einblicke in die Ressourcen, die in den verschiedenen Regionen NRWs für die Wärmeerzeugung genutzt werden können.

In Abbildung 55 werden die verfügbaren erneuerbaren Energiequellen mit ihrem theoretisch nutzbaren Wärmepotenzial in GWh pro Jahr dargestellt. Auffällig ist, dass das Potenzial der Solarthermie durch Flachkollektoren mit 710 GWh/a den mit Abstand größten Beitrag leisten könnte. Auch die oberflächennahe Geothermie weist mit 231 GWh/a ein beachtliches Potenzial auf und könnte einen wesentlichen Beitrag zur zukünftigen Wärmeversorgung leisten. Im Bereich der Abwasser- und Industrieabwärmenutzung zeigen sich moderate Beiträge. Kläranlagen und Kanäle bieten zusammen ein Potenzial von rund 20 GWh/a, wobei die Kläranlagen mit 14 GWh/a den größeren Anteil stellen. Industrieabwärme, die im Szenario für 2045 abgeschätzt wurde, könnte etwa 16 GWh/a beitragen. Sonstige Quellen wie Biomasse, Abfallverbrennung oder Flusswärmе über Wärmetauscher stellen kleinere Beiträge von jeweils 5–6 GWh/a in Aussicht. Bei der Abfallverbrennung ist das Potenzial in Bergneustadt jedoch nicht nutzbar, da keine Müllverbrennungsanlage vorhanden ist. Grubenwasserhaltungen oder tiefergehende geothermische Potenziale konnten nicht nachgewiesen werden.



## Bergneustadt

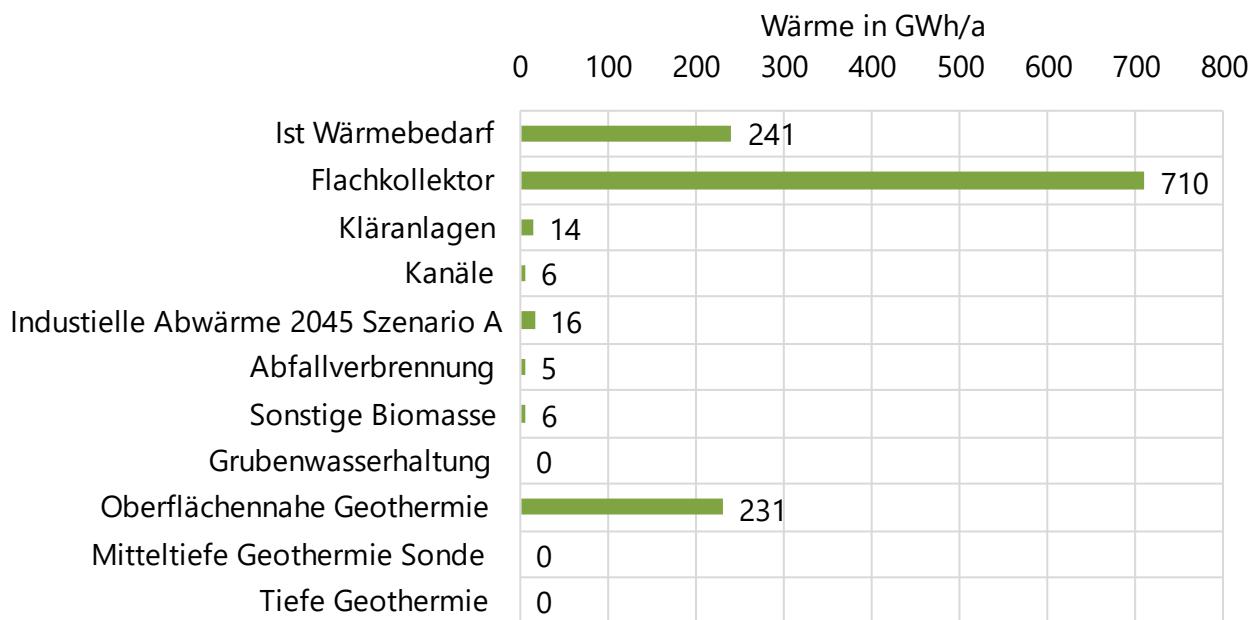


Abbildung 55: Potenziale erneuerbarer Wärmeerzeugung Bergneustadt aus der Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung in NRW [25]

Die Auswertung zeigt, dass die Summe der theoretisch verfügbaren erneuerbaren Wärmequellen in Bergneustadt den aktuellen Wärmebedarf deutlich übersteigt. Damit besteht grundsätzlich eine solide Basis für den Aufbau einer klimaneutralen und regional verankerten Wärmeversorgung. Entscheidend ist jedoch, welche Potenziale sich unter technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen tatsächlich erschließen lassen. Diese Aspekte werden in den folgenden Kapiteln näher betrachtet.

### 4.3 Schutzgebiete

Nahezu alle EE-Potenziale sind abhängig von den Freiflächen der Kommune. Sowohl Solar- als auch Geothermie benötigen Flächenareale in Abhängigkeit der bereitzustellenden Wärmeleistung. Ebenso basiert die Abschätzung des nicht tierischen Biomassepotenzials auf den Waldflächen bzw. Anbauflächen für Energiepflanzen der Kommune. Die Einschränkung der nutzbaren Flächen erfolgt dabei zum einen über die Flächennutzung, da diese im Wesentlichen bestimmt für welche erneuerbare Energie sich die Fläche eignet, sowie die sogenannten Ausschlussflächen der Kommune. Diese sind die eingerichteten Schutzgebiete in der Kommune darunter zählen:

- **Naturschutzgebiete:** Nach § 23 Absatz 1 des Bundesnaturschutzgesetzes gelten Naturschutzgebiete als offiziell ausgewiesene Areale, die einem besonderen Schutz von Natur und Landschaft unterliegen, sei es in ihrer Gesamtheit oder in bestimmten Teilbereichen. Ziel dieser Schutzmaßnahmen ist es unter anderem, Lebensräume sowie Lebensgemeinschaften seltener oder gefährdeter Tier- und Pflanzenarten zu bewahren, weiterzuentwickeln oder wiederherzustellen. Darüber hinaus können wissenschaftliche, kulturhistorische oder landschaftsbezogene Motive eine Rolle spielen. Zuständig für die Festlegung solcher Gebiete sind



in der Regel die höheren Naturschutzbehörden, die meist bei den Regierungspräsidien angesiedelt sind. In bestimmten Fällen übernehmen auch oberste oder untere Naturschutzbehörden der Länder diese Aufgabe, zum Beispiel durch Verordnungen oder Erlasse. Großtechnische Anlagen sind hier nicht genehmigungsfähig.

- **Landschaftsschutzgebiete:** Landschaftsschutzgebiete sind Gebiete, die durch eine gesetzlich verbindliche Festsetzung unter einen besonderen Schutz gestellt werden. Laut § 26 Absatz 1 des Bundesnaturschutzgesetzes verfolgt dieser Schutz folgende Ziele: Die Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts soll gesichert, seine Regenerationsfähigkeit gefördert und die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen ermöglicht werden. Zum anderen steht der Schutz landschaftlicher Vielfalt, Eigenart und Schönheit im Mittelpunkt sowie der Erhalt kulturhistorisch bedeutsamer Landschaftsräume. Im Vergleich zu Naturschutzgebieten sind Landschaftsschutzgebiete oft weitläufiger, allerdings gelten dort in der Regel weniger strikte Einschränkungen für die Nutzung. Die Schutzzonen konzentrieren sich darauf, das charakteristische Erscheinungsbild der Landschaft zu wahren. Eingriffe wie Veränderungen durch land- oder forstwirtschaftliche Nutzung sind nur dann zulässig, wenn sie mit den Zielen des Gebietsschutzes vereinbar sind und den landschaftlichen Charakter nicht beeinträchtigen. Technische Anlagen sind hier mindestens genehmigungspflichtig.
- **Wasserschutzgebiete:** Wasserschutzgebiete sind gesetzlich geschützte Zonen, die dem Erhalt und der Sicherung der Qualität unseres Trinkwassers dienen. Sie werden ausgewiesen, um oberirdische oder unterirdische Wasserressourcen vor schädlichen Einflüssen zu bewahren. Je nach Nähe zur Wassergewinnungsstelle und Empfindlichkeit des Grundwassers werden in Wasserschutzgebieten unterschiedliche Schutzzonen eingerichtet, in denen bestimmte Nutzungen eingeschränkt oder verboten sind. Dazu zählen etwa bauliche Maßnahmen, landwirtschaftliche Tätigkeiten oder der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Diese Gebiete sind besonders für geothermische Anlagen zu berücksichtigen.

In Abbildung 56 sind die Landschaftsschutz- und Naturschutzgebiete in Bergneustadt dargestellt. Die Wasserschutzzonen werden in Kapitel 4.8 behandelt. Bei der Potenzialanalyse wurden Naturschutzgebiete als festes Ausschlusskriterium berücksichtigt, während Flächen in Landschaftsschutzgebieten nicht grundsätzlich ausgeschlossen wurden.

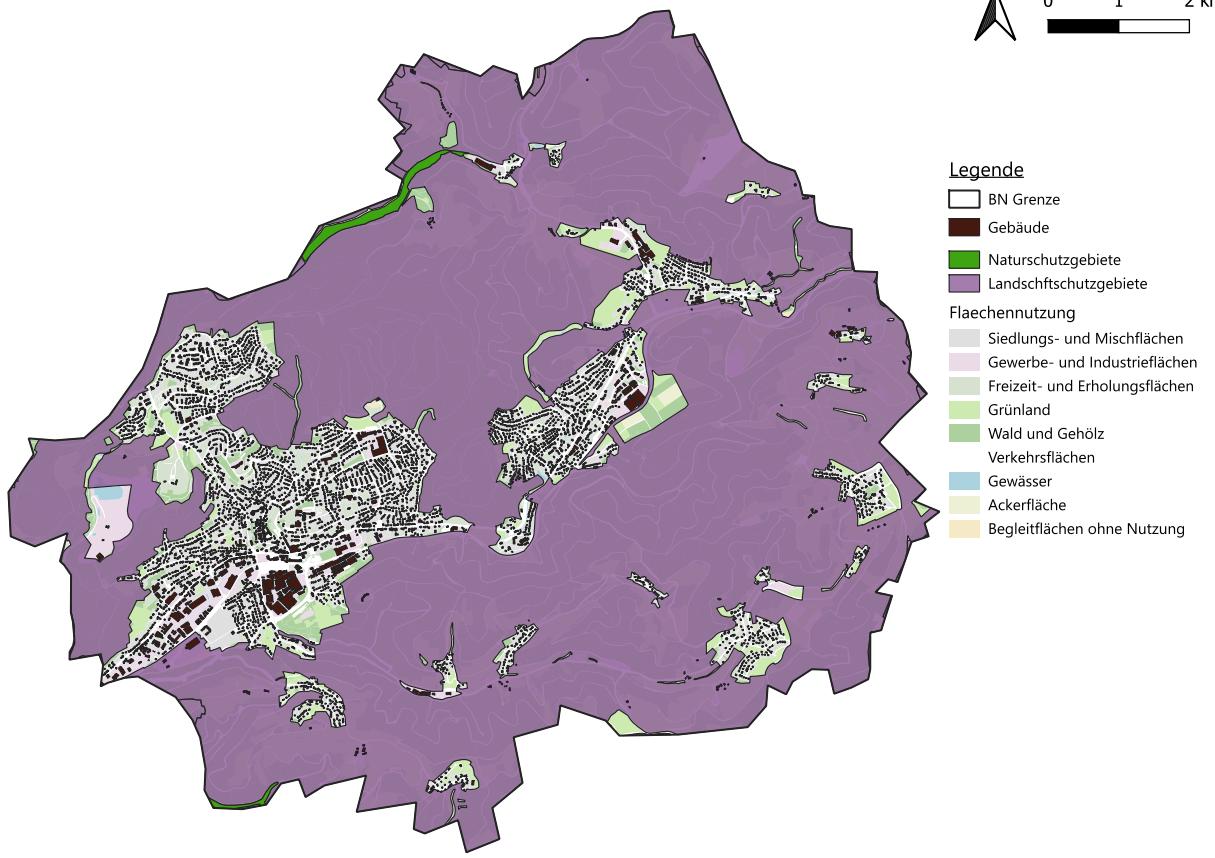


Abbildung 56: Landschafts- und Naturschutzgebiete in Bergneustadt [26]

#### 4.4 Solare Potenziale

Solarthermie und Photovoltaik sind zwei unterschiedliche Technologien zur Nutzung der Sonnenenergie, die jeweils für verschiedene Zwecke eingesetzt werden. Photovoltaikanlagen wandeln Sonnenlicht in elektrischen Strom um. Dies geschieht durch Solarzellen, die in Modulen zusammengefasst sind. Der so erzeugte Strom kann entweder direkt verbraucht oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Solarthermie hingegen nutzt Sonnenkollektoren, um Wärme zu erzeugen, die direkt für die Warmwasserbereitung oder zur Unterstützung der Heizungsanlage verwendet wird. Diese Technologie eignet sich vor allem für Haushalte oder Unternehmen, die ihren Wärmebedarf teilweise durch erneuerbare Energie decken möchten. Beide Technologien können sowohl auf Dachflächen als auch auf Freiflächen installiert zu werden.

Für die Solarthermie ergibt sich gemäß den Ergebnissen aus [25] ein theoretisches Potenzial von 710 GWh pro Jahr bei ausschließlicher Nutzung von Flachkollektoren. Dieses Potenzial ist allerdings als theoretischer Maximalwert zu verstehen, da zahlreiche praktische Einschränkungen bestehen. Zur genaueren Einordnung zeigt Abbildung 57 eine Potenzialkarte, die ausschließlich Freiflächen berücksichtigt, welche keine Ausschlussflächen gemäß der Definition des LANUK und den Vorgaben des Landesentwicklungsplans (LEP) darstellen [29] [30].

Als potenziell geeignete Flächen für solarthermische Freiflächenanlagen wurden ausschließlich Grünland- und Ackerflächen berücksichtigt, die frei von Bebauung, Bewaldung oder einer spezifischen



Nutzung wie etwa Erholungsflächen sind. Diese Freiflächen bilden die Ausgangsbasis der Potenzialbetrachtung. Von diesen Flächen wurden anschließend Naturschutzgebiete als Ausschlussflächen abgezogen. Darüber hinaus wurden auch die Vorgaben des LEP berücksichtigt. Im Rahmen dieser raumordnerischen Vorgaben gelten regionalplanerisch festgelegte Waldflächen, Bereiche für den Schutz der Natur sowie festgesetzte Überschwemmungsgebiete ebenfalls als Ausschlusskriterien. Landschaftsschutzgebiete wurden in der Analyse nicht ausgeschlossen, da Solaranlagen dort unter bestimmten Voraussetzungen zulässig sein können. Die resultierende Flächenkulisse bildet somit eine planungsrechtlich abgestimmte Grundlage für die Identifikation grundsätzlich geeigneter Flächen zur Installation solarthermischer Freiflächenanlagen im Stadtgebiet von Bergneustadt.

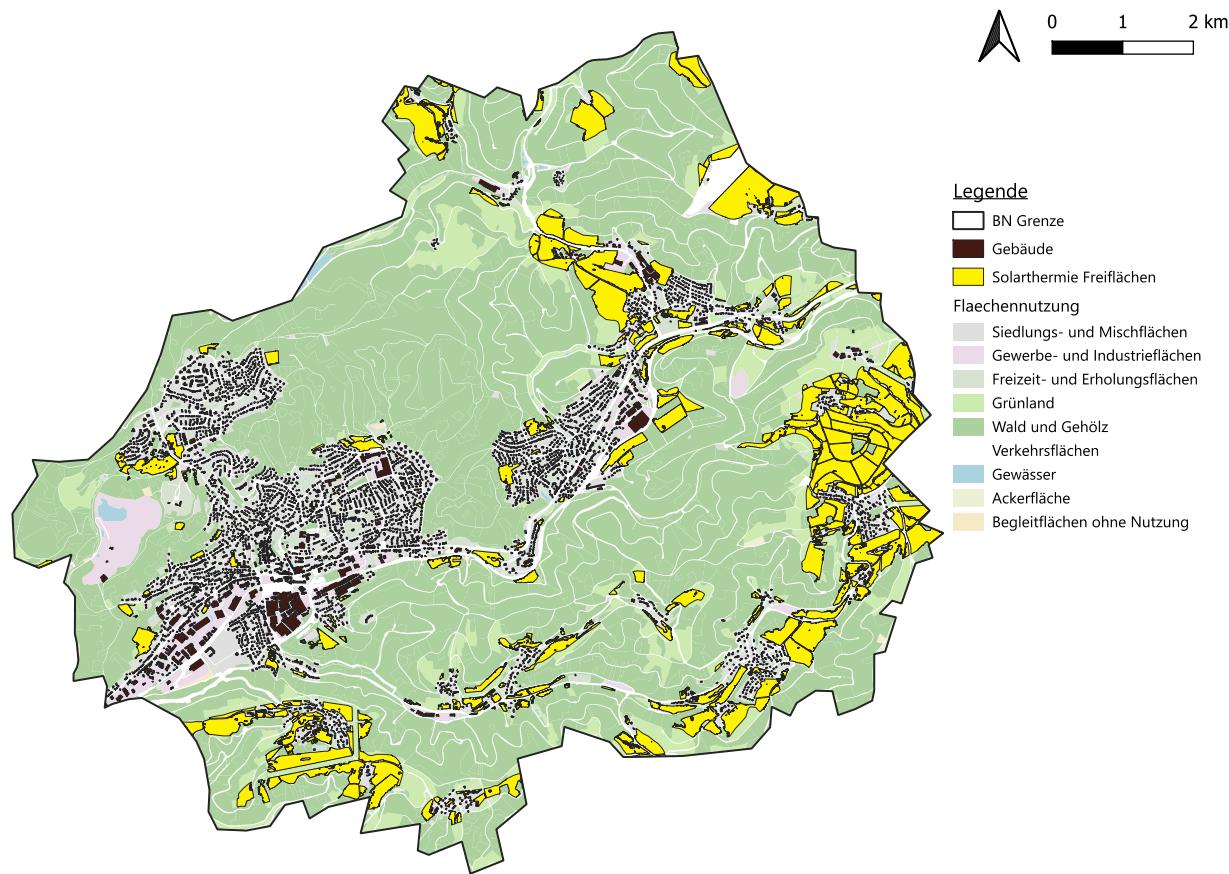


Abbildung 57: Potenziale für Freiflächen Solaranlagen der Stadt Bergneustadt [29]

Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen bieten ebenfalls signifikante Potenziale zur Energieerzeugung. Die Installation von Solarkollektoren auf Dächern zur Wärmeproduktion ist besonders für Wohnhäuser, Gewerbegebäute oder öffentliche Gebäude interessant, da die Wärmeenergie vor Ort direkt genutzt werden kann. In Bergneustadt könnten durch Solarthermie-Anlagen auf Dachflächen insgesamt 160 GWh Wärmeenergie pro Jahr erzeugt werden [30].

Zusätzlich bietet die Nutzung von Photovoltaikanlagen auf Dachflächen eine weitere Möglichkeit zur Stromerzeugung. Die zahlreichen Dachflächen von Wohn- und Gewerbegebäuden in Bergneustadt könnten ebenfalls für die Installation von PV-Modulen genutzt werden, was ein Gesamtpotenzial für



den Stromertrag von etwa 50 GWh pro Jahr ergibt. Diese Art der Nutzung ergänzt die Freiflächen-PV [31].

## 4.5 Abwasser und Kläranlagen

### 4.5.1 Abwassernetz

Im Stadtgebiet von Bergneustadt wird das Abwasser über zwei getrennte Kanalsysteme abgeleitet, die jeweils in unterschiedlichen Kläranlagen behandelt werden. Die Lage und räumliche Ausdehnung der beiden Einzugsgebiete sind in Abbildung 58 dargestellt. Rund 76% der Einwohner sind an die Kläranlage Schönenthal angeschlossen, während etwa 21% ihr Abwasser zur Kläranlage Krummenohl in Gummersbach ableiten. Die Kläranlagen werden vom Aggerverband betrieben.

Für die potenzielle Nutzung von Abwasserwärme ist insbesondere der kontinuierlich anfallende Trockenwetterabfluss relevant. Für die Kläranlage Krummenohl wird der zulaufende Trockenwetterabfluss aus Bergneustadt mit etwa 14 l/s abgeschätzt. Diese vergleichsweise geringe Durchflussmenge ist für eine wirtschaftliche Wärmeentnahme in der Regel nicht ausreichend.

Deutlich höhere Abflussmengen liegen am Zulauf zur Kläranlage Schönenthal vor, wo laut Angaben des AggERVERBANDS ein Trockenwetterabfluss von 86 l/s am Eingang der Kläranlage gemessen wird. Trotz dieser höheren Menge ist die Nutzung von Kanalwärme im Zulaufbereich zur Kläranlage mit Einschränkungen verbunden. Da das Abwasser insbesondere im Winter eine Mindesttemperatur einhalten muss, um biologische Reinigungsprozesse nicht zu beeinträchtigen, sind Wärmeentnahmen direkt vor der Kläranlage kritisch zu bewerten. In weiter vorgelagerten Kanalabschnitten ist wiederum der lokale Durchfluss meist zu gering für eine effektive Nutzung.

Daher stellt die Wärmeentnahme aus dem geklärten Abwasser (am Auslauf der Kläranlage) eine technisch deutlich günstigere Alternative dar. Hier steht eine konstante und vergleichsweise hohe Abwassermenge zur Verfügung, bei der die Rückkühlung des Abwassers keine negativen Auswirkungen auf den Reinigungsprozess hat

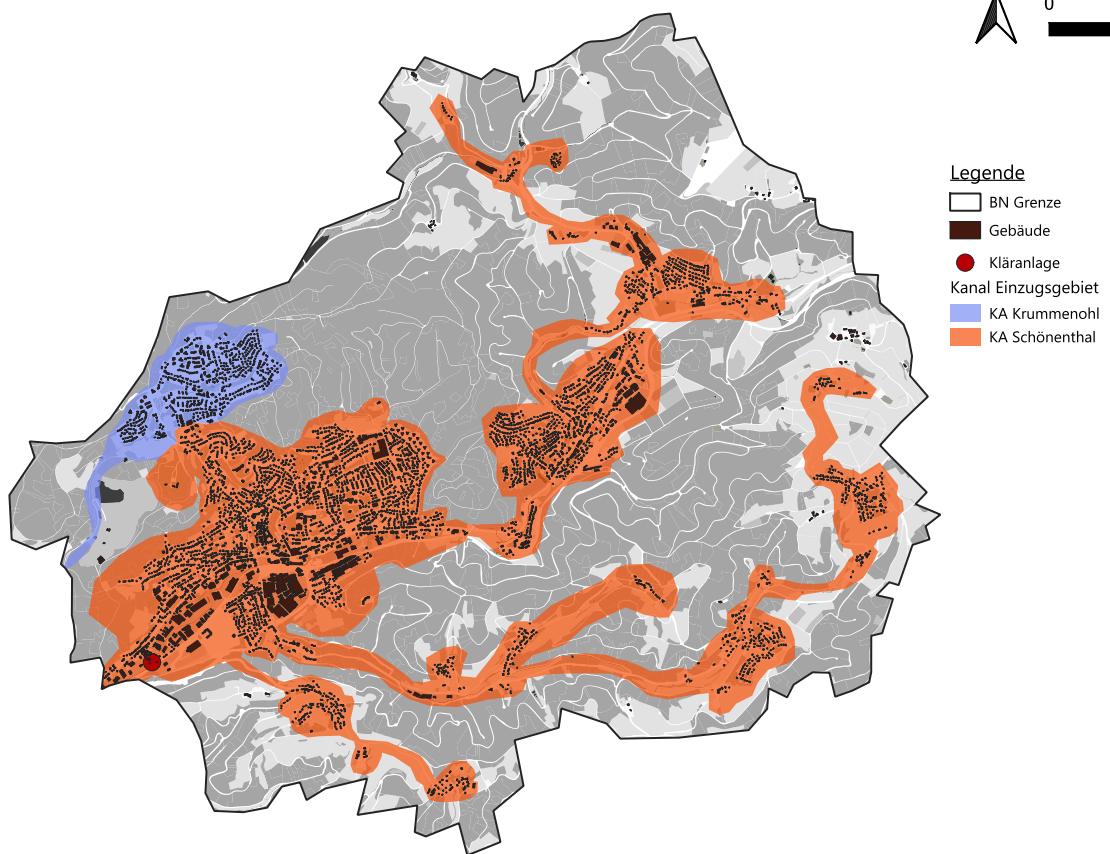


Abbildung 58: Kläranlage und Abwassergebiete [32]

#### 4.5.2 Kläranlagen

Der Ausfluss der Kläranlage Schönenenthal mündet in das Fließgewässer Dörspe. Für die Abschätzung des potenziellen Wärmeentzuges am Kläranlagenauslauf stellt der Aggerverband eine Reihe relevanter Kenndaten zur Verfügung: Dazu zählen der Trockenwetterabfluss der Kläranlage, der Durchfluss der Dörspe sowie die jeweiligen Temperaturen beider Wasserströme.

Für die Berechnung des nutzbaren Wärmeenergiopotenzials wurde geprüft, um wie viele Grad Celsius das gereinigte Abwasser der Kläranlage abgekühlt werden kann, ohne dass dies zu einer unzulässigen Temperaturabsenkung in der Dörspe führt. Als Grenzbedingung wurde hierbei definiert, dass die Einleitung des gekühlten Abwassers die Wassertemperatur der Dörspe um maximal 1,5 °C beeinflussen darf.

Die Temperatur des Kläranlagenwassers sowie des Flusses schwanken im Jahresverlauf. Auf Basis dieser Schwankungen ergibt sich eine monatlich variierende potenzielle Entzugsleistung, die in Abbildung 59 dargestellt ist. Demnach kann im Monatsmittel ganzjährig eine minimale Leistung von 2 MW erzielt werden, wobei sich das theoretische Gesamtpotenzial auf rund 25 GWh pro Jahr beläuft.

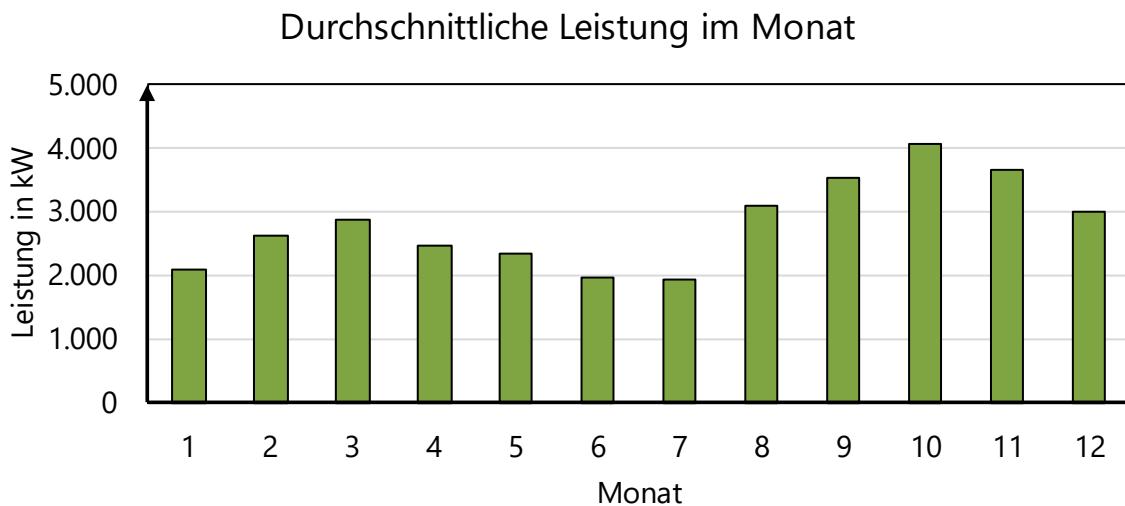


Abbildung 59: Monatlich nutzbare Durchschnittsleistung eines Wärmetauschers am Auslauf der Kläranlage Schönenthal [eigene Darstellung]

Für die praxisnahe Einordnung: Für einen Wärmetauscher mit einer Leistung von 2 MW ergeben sich je nach Zahl der Vollbenutzungsstunden (VBh) der Wärmepumpe folgende jährliche Wärmeerträge:

- 2.000 Vollbenutzungsstunden: ~ 4 GWh/a
- 4.000 Vollbenutzungsstunden: ~ 8 GWh/a
- 8.000 Vollbenutzungsstunden: ~ 16 GWh/a

Obwohl bei dieser Potenzialabschätzung bereits mehrere realistische Randbedingungen berücksichtigt wurden, wie die Einleittemperatur und die maximal zulässige Beeinflussung der Gewässerstemperatur, handelt es sich nicht um ein wirtschaftlich bewertetes Potenzial. Zudem können aus naturschutzfachlicher Sicht weitere Einschränkungen für die Nutzung der Dörspe hinzukommen, die in dieser Bewertung nicht berücksichtigt sind.

## 4.6 Gewässer

### 4.6.1 Fließgewässer

Wärmepumpen, die an Fließgewässern eingesetzt werden, basieren auf einer bewährten Technologie, die bereits in verschiedenen Projekten in Deutschland und der Schweiz erfolgreich genutzt wurde. Durch einen Wärmetauscher wird die Wärme aus dem Flusswasser entnommen und mittels elektrischer Energie auf ein höheres Temperaturniveau für die Gebäudeheizung gebracht. Dabei ist der konstante Wasserfluss ein großer Vorteil gegenüber anderen Wärmequellen wie der Außenluft oder dem Erdreich. Ein weiterer Vorteil der Nutzung von Fließgewässern ist, dass eine moderate Abkühlung des Wassers, besonders in den Sommermonaten, als positiver Nebeneffekt angesehen werden kann. Da die Wassertemperaturen aufgrund des Klimawandels steigen, könnte die Wärmeentnahme helfen, die Temperatur der Flüsse auf einem ökologisch günstigeren Niveau zu halten.



Die Effizienz und der Betrieb solcher Anlagen hängen stark von den lokalen Bedingungen ab. Wie bei allen Anlagen dieser Art spielen umweltrechtliche Genehmigungen eine entscheidende Rolle, um sicherzustellen, dass die Eingriffe in das Ökosystem der Flüsse minimal sind. Hierbei wird festgelegt, wie stark das Wasser abgekühlt werden darf, um negative Umweltauswirkungen zu vermeiden.

In Bergneustadt besteht grundsätzlich die Möglichkeit, thermische Energie aus Fließgewässern zur nachhaltigen Wärmeversorgung zu nutzen. Die potenzielle Nutzung basiert auf dem Einsatz von Wärmepumpen, die der Dörspe Wärme entziehen und auf ein nutzbares Temperaturniveau anheben. Für die Potenzialabschätzung wurden Durchflussdaten der Dörspe aus dem Zeitraum 2014 bis 2022 herangezogen. Dabei wurde angenommen, dass ein Achtel des monatlichen Durchflusses zur Wärmeentnahme genutzt und das Wasser dabei um 3 Grad Celsius abgekühlt wird. Unter dieser Annahme ergibt sich ein theoretisches jährliches Wärmepotenzial von etwa 9,6 GWh.

Die mittlere nutzbare Leistung schwankt stark im Jahresverlauf und ist in Abbildung 60 dargestellt. Während in den Sommermonaten nur geringe Leistungen erzielt werden können, erreicht das Potenzial im Winter Monatsmittelwerte von über 2,5 MW. Ursache für diese Schwankungen sind die natürlichen Veränderungen im Durchfluss der Dörspe. Die höchsten Durchflussmengen treten im Januar und Februar auf, während sie in den Sommermonaten deutlich zurückgehen.

Eine wirtschaftliche Dimensionierung der Wärmepumpe auf die hohen Winterwerte ist aufgrund der nur kurzfristig auftretenden Spitzenströme kaum sinnvoll. Daher ist zu erwarten, dass das gesamte technische Potenzial nicht ausgeschöpft werden kann. Zusätzlich könnten ökologische Einschränkungen – etwa durch naturschutzrechtliche Vorgaben – die tatsächliche Nutzbarkeit weiter begrenzen.

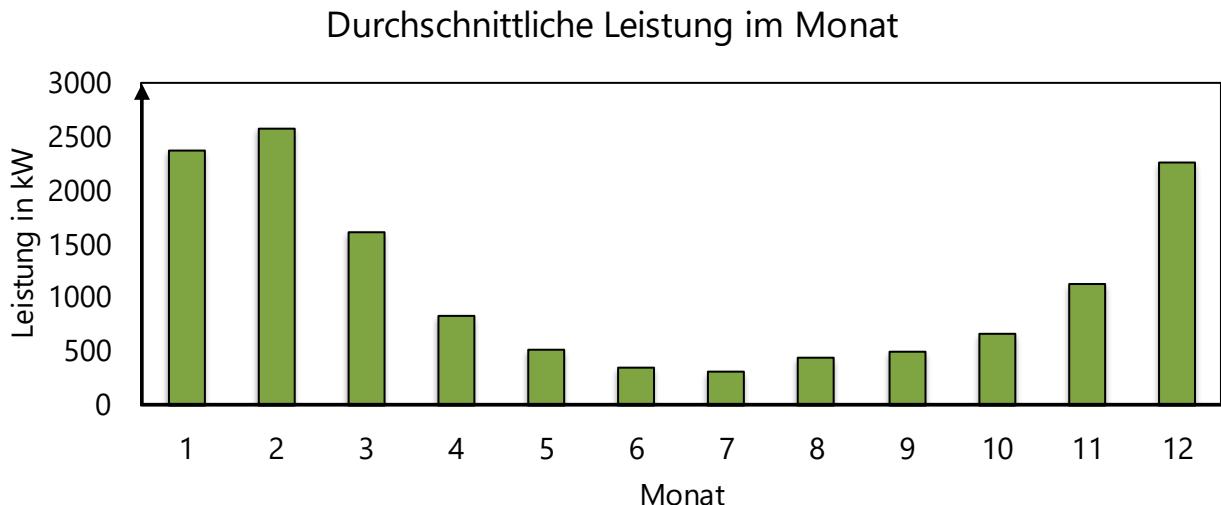


Abbildung 60: Monatlich nutzbare Durchschnittsleistung eines Wärmetauschers aus Flusswärme in Bergneustadt [eigene Darstellung]

#### 4.6.2 Seen

Bergneustadt besitzt keine eigenen Seen, die sich für die Nutzung von Wärme aus Gewässern eignen. Jedoch liegt die Aggertalsperre im Gebiet von Gummersbach direkt an der Grenze zu Bergneustadt



und stellt somit eine potenzielle Quelle für die Wärmeversorgung dar. Da die Talsperre auf Gummersbacher Gebiet liegt, wurden keine detaillierten Potenzialberechnungen für die Nutzung in Bergneustadt durchgeführt. Das tatsächliche Potenzial kann nur durch eine Abstimmung mit der Stadt Gummersbach ermittelt werden. Dabei wird insbesondere relevant sein, wie viel Wärme aus der Talsperre entzogen werden könnte und ob Gummersbach selbst eine Nutzung dieser Wärme in Betracht zieht. Falls Gummersbach Wärme entzieht, stellt sich die Frage, wie viel Potenzial für Bergneustadt verbleiben würde.

## 4.7 Biomasse

In der Potenzialstudie des LANUK wurde ein Biomassepotenzial von 6 GWh für die zukünftige Wärmeversorgung ermittelt, das sich auf drei wesentliche Bereiche verteilt: Abfallwirtschaft, Forstwirtschaft und Landwirtschaft. In der Abfallwirtschaft bestehen nur geringe Potenziale, insbesondere in Klärgas und Klärschlamm sowie in Bio- und Grünabfällen. Weitere Biomassequellen aus der Landschaftspflege und dem Straßenbegleitgrün könnten genutzt werden, jedoch ist dieses Potenzial aufgrund logistischer Hürden schwer zu erschließen. Viele der verbleibenden Stoffströme in diesem Bereich werden bereits heute umfassend genutzt. Da es in Bergneustadt keine Müllverbrennungsanlage gibt, kann der anfallende Abfall vor Ort nicht zur Energiegewinnung genutzt werden, was die Verfügbarkeit dieses Potenzials einschränkt.

Im Bereich der Forstwirtschaft sind die Potenziale nach LANUK ebenfalls begrenzt. In Nordrhein-Westfalen wird bereits heute mehr Holz energetisch genutzt, als nachhaltig geerntet werden kann. Dieser Überschuss muss teilweise durch Importe kompensiert werden. Geringe Potenziale bestehen lediglich in privaten, wenig bewirtschafteten Wäldern. Zudem gibt es starke jährliche Schwankungen bei der Holzernte, insbesondere im Hinblick auf Schadholz. Dies deutet darauf hin, dass keine signifikanten Ausbaupotenziale in der Forstwirtschaft vorhanden sind.

Laut LANUK liegen allgemein die größten ungenutzten Potenziale im Biomassebereich in der Landwirtschaft. Der Ausbau könnte vor allem durch die verstärkte Nutzung von Wirtschaftsdüngern und Ernteabfällen erfolgen. Allerdings müssen auch hier logistische und wirtschaftliche Herausforderungen überwunden werden, insbesondere hinsichtlich der Sammlung und Verarbeitung dieser Stoffströme. Zudem sind Nährstoffaspekte zu berücksichtigen, um die landwirtschaftlichen Böden nicht zu überlasten.

Für Bergneustadt wurden ebenfalls eigene Berechnungen zur Potenzialermittlung von Biomasse durchgeführt. Dabei wurde das Potenzial aus der Forstwirtschaft (feste Biomasse) sowie das Biogas-Potenzial aus landwirtschaftlichen Flächen und Grünland berücksichtigt. Die Berechnungen ergeben ein Potenzial von etwa 8,5 GWh aus fester Biomasse der Forstwirtschaft. Aus landwirtschaftlichen Flächen und Grünland ergibt sich zusätzlich ein Potenzial für Biogas von 1,6 GWh. Dies summiert sich auf ein Gesamtpotenzial von 10,1 GWh/a.

Zur Einordnung des Potenzials muss dieses mit dem aktuellen Verbrauch an Biomasse in Bergneustadt verglichen werden. Derzeit werden in Bergneustadt 14,1 GWh Wärme aus Biomasse gewonnen. Dies zeigt, dass das Potenzial in Bergneustadt bereits ausgeschöpft ist. Laut den eigenen Berechnungen kann bereits heute nur zwei Drittel des Bedarfs lokal gedeckt werden. Nach den LANUK-Berechnungen sogar nur etwa die Hälfte.



## 4.8 Geothermie

### 4.8.1 Geothermische Voraussetzungen

Geothermie nutzt die im Erdboden gespeicherte Wärme zur Energiegewinnung, indem sie entweder oberflächennahe Geothermie durch Erdwärmesonden oder tiefere geothermische Systeme einsetzt, um Wärme aus dem Boden zu entziehen und mittels Wärmepumpen für die Beheizung von Gebäuden oder die Warmwasserbereitung nutzbar zu machen. Die Nutzung von oberflächennaher Geothermie, etwa durch Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren, unterliegt in Bergneustadt bestimmten rechtlichen und geologischen Voraussetzungen, die die Effizienz und Realisierbarkeit solcher Systeme beeinflussen. Besonders wichtig sind die wasser- und bodenschutzrechtlichen Vorgaben, die in der kommunalen Planung berücksichtigt werden müssen.

Hydrogeologisch sensible Bereiche und Wasserschutzgebiete können die Nutzung von Geothermieranlagen einschränken, da sie besonderen Schutzmaßnahmen unterliegen, die die geothermische Erschließung und den Einsatz von Erdwärmesonden oder -kollektoren in diesen Gebieten entweder erschweren oder gänzlich ausschließen. In Abbildung 61 sind die Wasserschutzgebiete und hydrogeologisch sensiblen Bereiche in Bergneustadt abgebildet.

In Bergneustadt erstreckt sich nur ein kleiner Teil eines Wasserschutzgebiets im Norden des Stadtgebiets, der unter Zone 2 fällt. In dieser Zone sind geothermische Bohrungen nicht erlaubt. Aufgrund der geringen Fläche und der spezifischen Lage stellt dieser Bereich jedoch keine signifikante Einschränkung für die Nutzung von Geothermieranlagen dar. Im Westen von Bergneustadt befinden sich hydrogeologisch sensible Bereiche, die aufgrund ihrer empfindlichen Boden- und Grundwasserverhältnisse eine besondere Herausforderung für die geothermische Nutzung darstellen. In diesen Gebieten, die durch hohe Grundwasserstände oder poröse Böden geprägt sind, besteht das Risiko eines unkontrollierten Austauschs zwischen verschiedenen Grundwasserleitern. Daher sind geothermische Bohrungen in diesen Bereichen entweder stark reglementiert oder gänzlich ausgeschlossen. Eine genauere Prüfung und Abstimmung mit den zuständigen Behörden ist in diesen Gebieten notwendig.

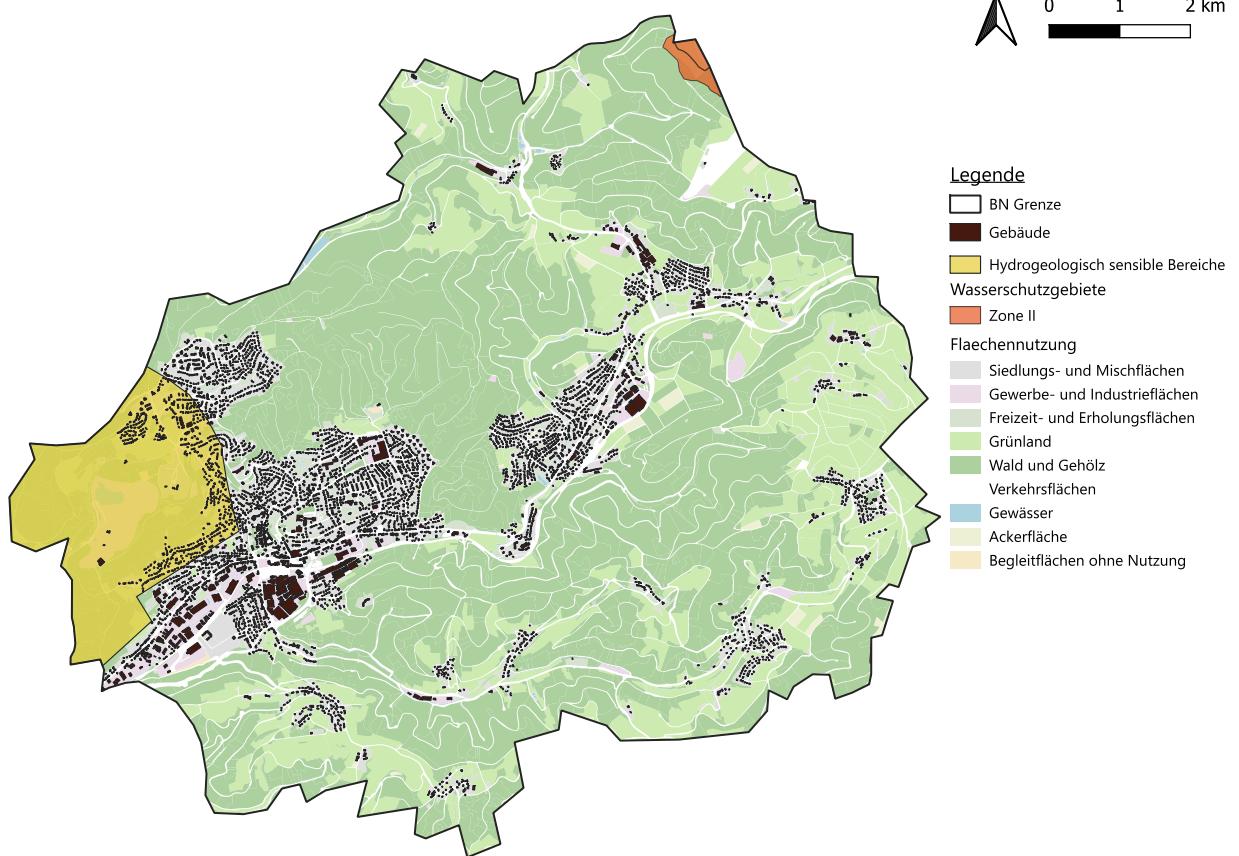


Abbildung 61: Geothermische Voraussetzungen in Bergneustadt [32]

Das Potenzial für Flachkollektoren ist in Bergneustadt nur bedingt vorhanden. Dies liegt an der Lockergesteinsmächtigkeit in den oberen Gesteinsschichten, die für eine effiziente Nutzung der Geothermie durch horizontale Kollektoren nicht ideal ist. Flachkollektoren benötigen eine gute Wärmeleitfähigkeit und gleichmäßige Bodentemperaturen, was in Gebieten mit geringerer Gesteinsdichte und hoher Schwankungsbreite in der Bodentemperatur problematisch ist.

Die Wärmeleitfähigkeit des Bodens für Bohrtiefen von 100 m für oberflächennahe Geothermie in Bergneustadt wird als gut eingestuft, mit einem Wert von 2,5-2,7 W/(m·K). Eine Probebohrung im Stadtgebiet ergab sogar eine Wärmeleitfähigkeit des Bodens von 2,75 W/(m·K). Diese Werte sind vorteilhaft für den Einsatz von Erdwärmesonden, da sie eine effiziente Wärmegewinnung ermöglichen. Ein so hoher Wert fördert die Energieeffizienz von Wärmepumpen und trägt dazu bei, dass die geothermische Nutzung wirtschaftlicher und nachhaltiger ist.

Die mitteltiefe und tiefe Geothermie bietet in Bergneustadt – wie auch im gesamten Bergischen Land – kein Potenzial. Der Geologische Dienst NRW stuft die geologischen Gegebenheiten in dieser Region als ungeeignet für die Nutzung von mitteltiefer und tiefer Geothermie ein. Die Ursache hierfür liegt in der geologischen Beschaffenheit des Bergischen Landes. Die Gesteinsschichten sind schwierig zu erschließen, was die Bohrungen kostspielig und technisch aufwendig macht. Zudem ist die Wärmeleitfähigkeit in den tiefen Gesteinsschichten oft nicht ausreichend, um eine wirtschaftliche Wärmebereitstellung zu ermöglichen.



#### 4.8.2 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie umfasst Bohrungen bis zu einer Tiefe von etwa 400 Metern, bei denen die im Erdreich gespeicherte Wärme für Heizungssysteme, insbesondere Wärmepumpen, genutzt wird. Diese Technologie ist besonders effizient in Kombination mit gut durchlässigen Böden und einer entsprechenden Wärmeleitfähigkeit. In den Bohrungen zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit, die die Erdwärme aufnimmt und mittels Wärmepumpe zur Gebäudeheizung oder Warmwasserbereitung nutzbar macht. Im Gegensatz zu Flächenkollektoren sind Erdsonden flächen- und platzsparend, da sie vertikal in die Tiefe gehen und somit auch auf kleineren Grundstücken eingesetzt werden können.

Abbildung 62 zeigt die Erschließungspotenziale für zentrale Geothermieranlagen in Bergneustadt, differenziert nach der potenziell nutzbaren Wärmemenge pro Jahr. Hierbei wurden ausschließlich Bohrungen bis zu einer Tiefe von 100 Metern berücksichtigt. Diese Bohrtiefen sind genehmungsrechtlich weniger aufwendig, da sie nicht unter das Bergrecht fallen und somit ohne bergbaurechtliches Verfahren realisiert werden können.

Für Bergneustadt wurde ein theoretisches Potenzial für Erdsonden in Höhe von 455 GWh/a ermittelt. Dieser Wert verdeutlicht das Potenzial der oberflächennahen Geothermie zur Wärmeversorgung. Allerdings gibt es auch hier Einschränkungen: Viele der Flächen mit hohem Potenzial befinden sich in entlegenen Gebieten, die weit von bebauten Bereichen entfernt sind. Dadurch wird das Potenzial erheblich eingeschränkt, da die Wärme aus diesen Bereichen nur dann sinnvoll genutzt werden kann, wenn entweder ein nahegelegenes Wärmenetz besteht oder dezentrale Anwendungen, wie z. B. einzelne Gebäude oder kleinere Quartiere, direkt angeschlossen werden können.

Wie bei allen Potenzialen müssen auch hier die Flächenkonkurrenz und die Nähe zu Wärmebedarfen berücksichtigt werden. Dies bedeutet, dass trotz des theoretisch hohen Potenzials nicht alle Flächen für die Wärmeversorgung in Bergneustadt nutzbar sind.

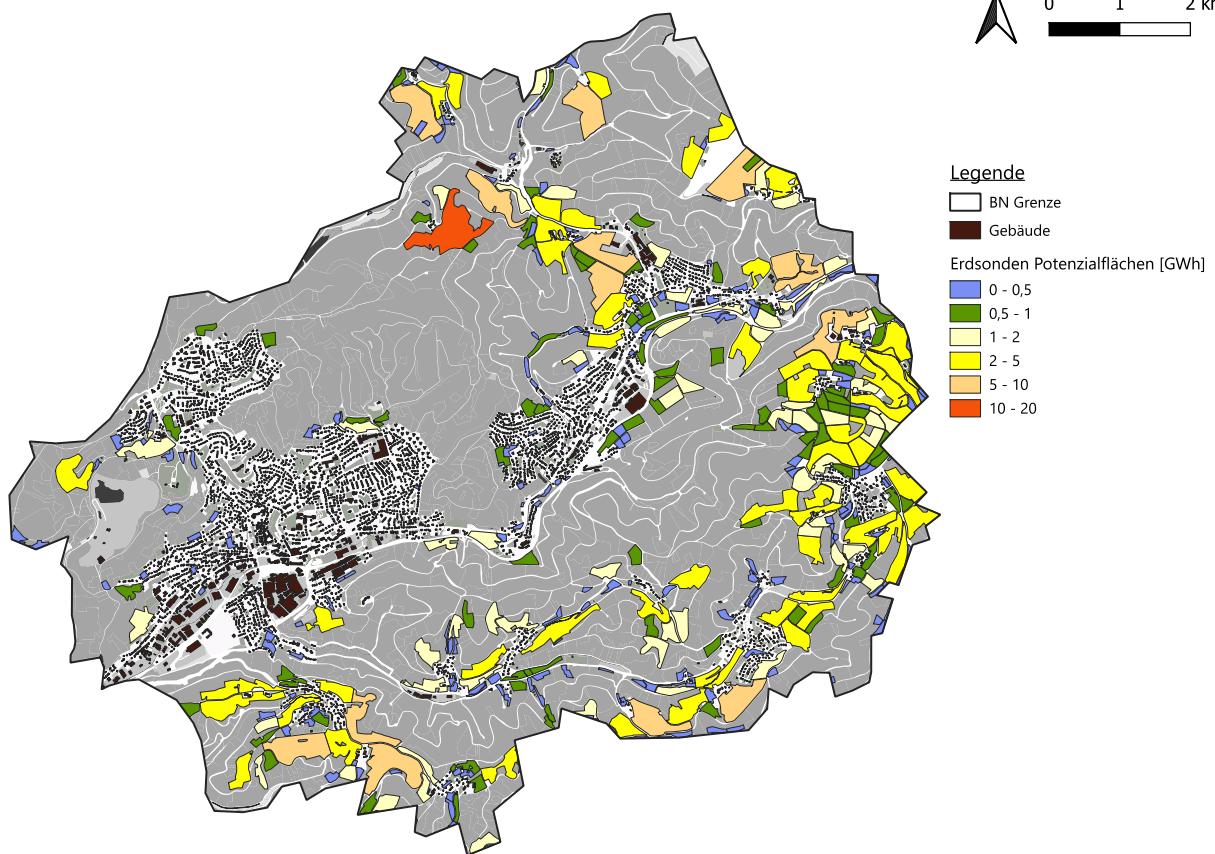


Abbildung 62: Erdsondenpotenzial auf Freiflächen in Bergneustadt [eigene Darstellung]

Für dezentrale Bohrungen hat das LANUK ein Potenzial von 231 GWh berechnet, welches grundstücksscharf ermittelt wurde. Im Vergleich zum Wärmebedarf von 241 GWh fällt auf, dass der Großteil der Wärmeversorgung durch Sole-Wasser-Wärmepumpen gedeckt werden könnte. Dies ist insbesondere auf die Flächenverfügbarkeit zurückzuführen, die abgesehen von der Innenstadt von Bergneustadt an den meisten Gebäuden vorhanden ist.

## 4.9 Industrielle Abwärme

Industrielle Abwärme entsteht bei Produktionsprozessen in Unternehmen, bei denen nicht die gesamte erzeugte Energie genutzt wird und somit als Wärme freigesetzt wird. Diese Wärme kann entweder direkt im Unternehmen genutzt oder, bei größeren Mengen, in ein Wärmenetz eingespeist werden.

In Bergneustadt wurden Unternehmen angefragt, ob sie industrielle Abwärme in relevanten Mengen produzieren, die für ein Wärmenetz genutzt werden könnte. Es hat sich jedoch kein Betrieb herausgestellt, der ausreichend Abwärme bereitstellt, um in ein kommunales Wärmenetz eingespeist zu werden. Das vorhandene Potenzial besteht daher in der Nutzung der Abwärme für die Unternehmen selbst. Ein Betrieb mit geringerer Abwärme könnte diese beispielsweise nutzen, um seine eigenen Hallen oder Büros zu beheizen.



## 4.10 Wärme- und Gasspeicher

Die Installation von Wärme- oder Gasspeichern auf verfügbaren Flächen ist grundsätzlich technisch machbar und könnte eine wichtige Rolle in der zukünftigen Energieversorgung spielen. Solche Speicher ermöglichen es, überschüssige Wärme oder Gas temporär zu lagern und bei Bedarf wieder in das System einzuspeisen. Besonders in Kombination mit erneuerbaren Energien, wie beispielsweise Solarthermie oder Biogas, könnten Speicherlösungen helfen, eine kontinuierliche und bedarfsgerechte Wärmeversorgung sicherzustellen.

Trotz dieser theoretischen Möglichkeiten wurde die Integration von Wärme- oder Gasspeichern in der Potenzialanalyse nicht näher untersucht. Der Hauptgrund dafür ist das Fehlen eines konkreten Anwendungsfalls innerhalb des derzeit betrachteten Versorgungsmodells. Ohne spezifische Projekte oder eine bereits bestehende Infrastruktur, die von Speichern profitieren könnte, wäre eine detaillierte Untersuchung mit hohen Unsicherheiten behaftet.

Zudem sind bei der Planung und Umsetzung solcher Speicher verschiedene Faktoren zu berücksichtigen. Dazu gehören unter anderem die benötigte Speicherkapazität, die Netzintegration, wirtschaftliche Rahmenbedingungen sowie regulatorische Anforderungen. Die potenziellen Standorte müssten zudem hinsichtlich ihrer Eignung für eine effiziente Einbindung in das Wärme- oder Gasnetz geprüft werden.

Sollte sich in Zukunft ein konkreter Bedarf ergeben, beispielsweise durch den Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeuger oder die Optimierung bestehender Versorgungsstrukturen, könnte eine detailliertere Untersuchung der Speicherpotenziale sinnvoll sein.

## 4.11 Anlagen zur Wasserstofferzeugung bzw. synthetische Gase

Nach aktuellem Kenntnisstand sind keine Wasserstoff-Erzeugungsanlagen innerhalb des Planungsgebiets bekannt. Aufgrund dessen finden solche Anlagen in der weiteren Ausarbeitung des Wärmeplans keine Berücksichtigung, da auch keine offensichtlichen Anwendungsfälle für den Bau einer entsprechenden Anlage vorliegt. Sollten zukünftig Informationen zu entsprechenden Anlagen verfügbar werden, könnte eine Anpassung des Wärmeplans in Erwägung gezogen werden. Bis dahin erfolgt die Planung ohne Berücksichtigung von H<sub>2</sub>-Anlagen.

## 4.12 Luft-Wasser-Wärmepumpenanlagen

Die Außenluft ist eine weit verbreitete und leicht zugängliche Wärmequelle für Wärmepumpensysteme. Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen die Umgebungswärme zur Raumwärmeversorgung oder die Warmwasserbereitung. Aufgrund der einfachen Installation und letztlich der breiten Verfügbarkeit, ist die Außenluft eine attraktive Wärmequelle, insbesondere für dezentrale, gebäudeintegrierte Wärmepumpensysteme. Ein zentrales Hindernis für die flächendeckende Nutzung von dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen sind die damit verbundenen Schallemissionen. Da Wärmepumpen Ventilatoren und Verdichter nutzen, können die Schallemissionen in dicht bebauten Wohngebieten problematisch sein. Die Installation in Innenhöfen oder direkt an Wohngebäuden erfordert daher oft Maßnahmen zur Schalldämmung bzw. eine sorgfältige Standortwahl.



In der Zielszenarioentwicklung wird die Eignung von Gebäuden für dezentrale Wärmepumpen detailliert untersucht, wobei auch die Schallemissionen und verfügbare Installationsflächen berücksichtigt werden. Da Außenluft als Wärmequelle praktisch unbegrenzt zur Verfügung steht, kann in dieser Potenzialanalyse kein spezifisches Potenzial für dezentrale Wärmepumpen in GWh angegeben werden. Die tatsächliche Nutzung hängt maßgeblich von den technischen Rahmenbedingungen und der Wirtschaftlichkeit einzelner Anwendungsfälle ab.

Neuere Systemkonzepte empfehlen zudem den Einsatz großtechnischer Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Einspeisung von Nahwärmennetzen. Ein wesentlicher begrenzender Faktor stellt dabei das Schallemissionsniveau der Anlagen dar, was wiederum den erforderlichen Mindestabstand zu Wohngebäuden bestimmt. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde in einem als nutzbar identifizierten Korridor rund um den Gebäudebestand eine Freiflächenanalyse durchgeführt. Hierbei wurden Mindest- sowie Maximalabstände zur Wohnbebauung berücksichtigt, um Flächen zu identifizieren, die einerseits einen möglichst großen Abstand zu bestehenden Gebäuden gewährleisten, andererseits aber auch die Länge der Anschlussleitungen für potenzielle Nahwärmennetze auf vertretbare Strecken begrenzen. Die Freiflächen wurden dabei entsprechend ihrer Flächennutzung kategorisiert und hinsichtlich ihres Potenzials untersucht, wobei der Abstand zur Bebauung im Wesentlichen als bestimmender Faktor für die installierbare Leistung der Wärmepumpen gilt, siehe Abbildung 63.

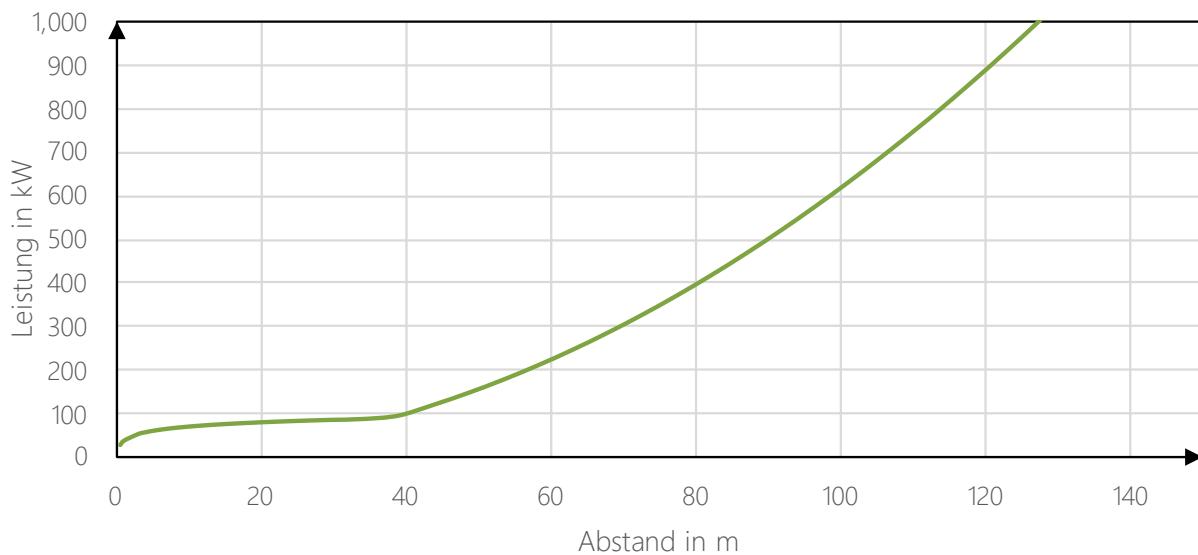


Abbildung 63: Zusammenhang zwischen Leistung und Abstand einer Luft-Wasser-Großwärmepumpe [eigene Darstellung]

Die in diesem Vorgehen identifizierten Freiflächen sind in Abbildung 64 anhand ihres Energiepotenzials eingefärbt. Viele der Flächen liegen im Leistungsbereich von 1 bis 10 MW. Eine Leistung von 10 MW würde bei 4.000 Vollbenutzungsstunden eine Energieausbeute von bis zu 40 GWh/a ermöglichen. Einzelne Freiflächen bieten laut der Analyse der Schallemissionen sogar das Potenzial für eine Installation von über 100 MW. Diese Leistung würde bei 4.000 Vollbenutzungsstunden bereits über 400 GWh an Energie erzeugen – mehr als der gesamte Wärmebedarf von Bergneustadt. Zwar befinden sich diese Flächen in der Nähe von bebauten Gebieten, jedoch liegen sie weit entfernt von der Kernstadt, wo der größte Wärmeverbrauch konzentriert ist.

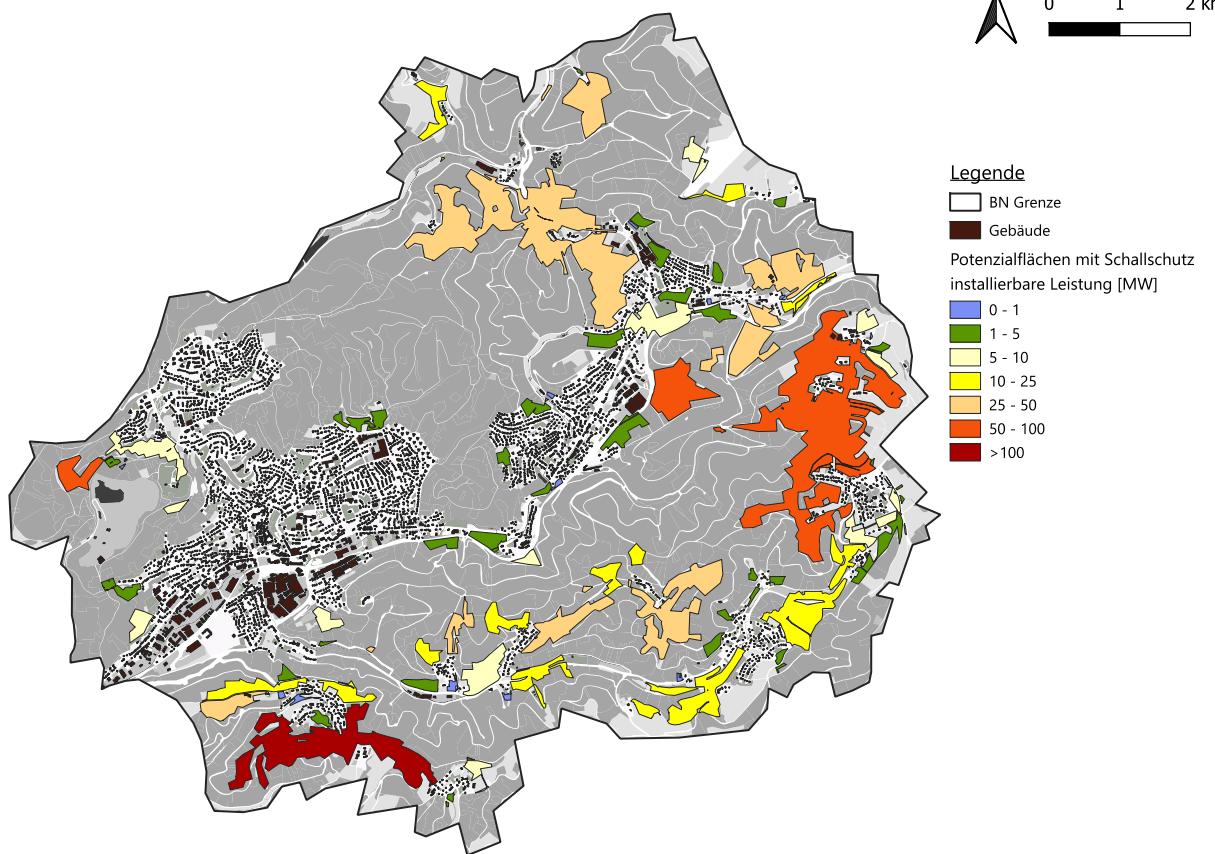


Abbildung 64: Potenzialflächen für Luft-Wasser-Großwärmepumpen nach Leistung in MW [eigene Darstellung]

Für den Betrieb von Großwärmepumpen sind jedoch bestimmte Voraussetzungen zu erfüllen. Neben einer ausreichenden Freifläche für die Installation der Anlagen müssen Aspekte wie die Netzkompatibilität, die Netztemperaturanforderungen und saisonale Schwankungen der Außenlufttemperatur berücksichtigt werden. Ein Vorteil dieser Systeme liegt in der Möglichkeit, Abwärmequellen oder erneuerbaren Strom effizient zu nutzen, um eine Wärmeversorgung mit minimalem CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu gewährleisten. Auf der anderen Seite können hohe Investitionskosten und mögliche Lärmemissionen Herausforderungen für die Umsetzung darstellen.

#### 4.13 Windkraftanlagen

Die Nutzung von Windkraftstrom zur Wärmeerzeugung bietet eine Möglichkeit, Strom aus Windkraftanlagen in Wärme umzuwandeln, insbesondere wenn das Stromnetz überlastet ist oder der Strommarkt keine Abnahme bietet. Der überschüssige Windstrom kann durch Wärmespeicher gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung genutzt werden.

Laut der Bezirksregierung Köln gibt es vier Flächen in Bergneustadt, die für Windkraftanlagen in Frage kommen. Auf diesen Flächen könnten insgesamt sechs Anlagen installiert werden. Bei einer Anlagentdimensionierung von 7 MW pro Anlage und 2.500 Vollaststunden ergibt sich ein möglicher Stromertrag von 105 GWh. Dieser Strom könnte in Wärme umgewandelt werden und somit zur



Versorgung der Stadt mit erneuerbarer Wärme beitragen. Die potenziellen Standorte für die Windkraftanlagen sind in Abbildung 65 dargestellt.

Aufgrund der großen Entfernungen zwischen den Windkraftanlagen und den bebauten Gebieten stellt die direkte Nutzung des Windstroms eine Herausforderung dar. Der Bau von Stromkabeln oder Wärmenetzleitungen zur Übertragung des Stroms oder der Wärme wäre aufgrund der langen Distanzen wirtschaftlich nicht rentabel. Da die Kosten für die direkte Nutzung des Windstroms voraussichtlich höher sind als die Kosten für Strom aus dem Netz, stellt die Nutzung von Windkraftanlagen in Bergneustadt derzeit keine wirtschaftlich attraktive Potenzialquelle für die Wärmeerzeugung dar. Es bleibt jedoch abzuwarten, wie sich zukünftige Entwicklungen, wie etwa technologische Fortschritte oder Änderungen auf den Energiemarkten, auf die Wirtschaftlichkeit auswirken könnten.

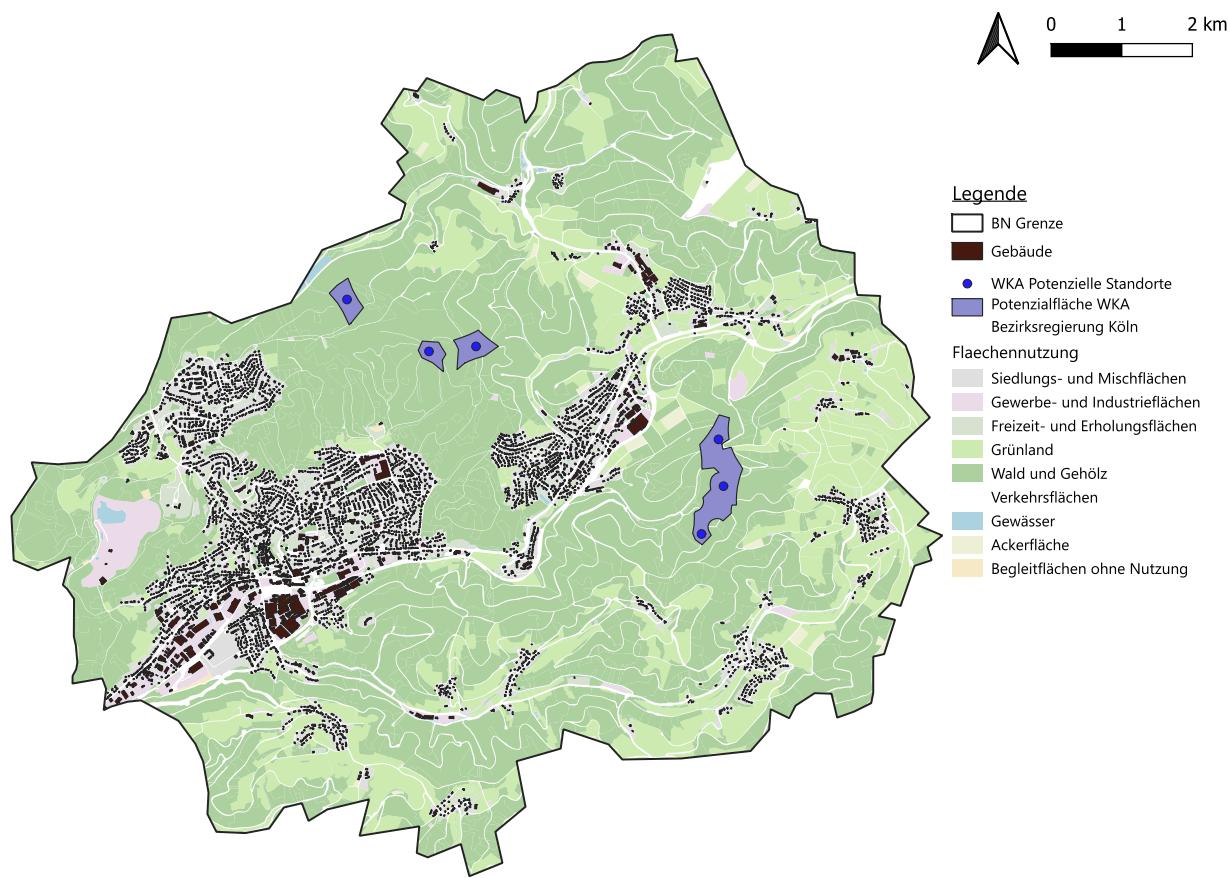


Abbildung 65: Potenzielle Standorte für Windkraftanlagen in Bergneustadt [eigene Darstellung]

#### 4.14 Energieeinsparungen durch Sanierung

Um die Wärmewende in Bergneustadt erfolgreich voranzutreiben, ist sowohl die Umstellung auf erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung als auch eine umfassende energetische Sanierung bestehender Gebäude unerlässlich. Um die Gebäude effizient und wirtschaftlich zu sanieren, werden drei Sanierungsklassen definiert. Jede Sanierungsklasse beschreibt verschiedene Maßnahmenpakete und deren wirtschaftliche Auswirkungen. Darüber hinaus wird die Notwendigkeit von Förderungen hervorgehoben, um die finanzielle Belastung für die Eigentümer zu minimieren und die Sanierung attraktiv zu machen.



#### 4.14.1 Sanierungsklassen

Die energetische Sanierung bestehender Gebäude ist ein zentraler Baustein der kommunalen Wärmeplanung in Bergneustadt. Für die vorliegende Gebäudetypologie werden mögliche Sanierungsmaßnahmen für spezifische Gebäudetypen bestimmt und die durchschnittliche Energieeinsparung pro Quadratmeter abgeschätzt. Die Sanierungstiefe sowie Kosten der Maßnahmen richten sich nach den Sanierungsklassen. Anhand des vorliegenden spezifischen Wärmebedarfs wird das Gebäude in eine der Sanierungsklassen bzw. in Status Quo (unsaniert) eingeteilt. Wenn das Gebäude bereits eine Sanierung erfahren hat, steht nur noch die Energieeinsparung einer tieferen Sanierung zur Verfügung. Gebäude, die sich bereits in Sanierungsklasse 3 befinden, verfügen über kaum noch weiteres Potenzial zur Effizienzsteigerung. Eine Einteilung der Sanierungsklassen sowie beispielhafte Maßnahmen sind Tabelle 5 zu entnehmen.

Für die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen sind Förderprogramme essenziell, um finanzielle Hürden zu senken und die Umsetzung wirtschaftlich attraktiver zu gestalten und das im Folgenden vorgestellte Potenzial auch heben zu können.

Für Nichtwohngebäude kann dieses Vorgehen nicht flächendeckend angewendet werden. Insbesondere in gewerblich und industriell genutzten Gebäuden hängt der Wärmebedarf stark von der individuellen Nutzung der Gebäude ab. Eine detaillierte Bewertung und Einordnung in Sanierungsklassen müsste daher für jedes Gebäude individuell erfolgen, was im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht geleistet werden kann.



Tabelle 5: Betrachtete Sanierungsklassen

<b>1: Geringintensive Sanierung</b>	
<b>Maßnahmen</b>	Kellerdecken dämmen, Rohrleitungen isolieren, oberste Geschossdecke dämmen.
<b>Investitionskosten</b>	Sehr gering.
<b>Energieeinsparung</b>	Gering bis moderat, hauptsächlich durch verbesserte Wärmeverteilung und Vermeidung von Wärmeverlusten.
<b>Amortisationszeit</b>	Sehr kurz, in der Regel innerhalb weniger Jahre.
<b>Förderung</b>	Förderungen für kleinere Maßnahmen sind begrenzt, aber lokale und regionale Programme bieten möglicherweise kleine Zuschüsse.
<b>2: Mittelintensive Sanierung</b>	
<b>Maßnahmen</b>	Fenster austauschen, Dachschräge dämmen, Dach von innen dämmen.
<b>Investitionskosten</b>	Mittel bis hoch.
<b>Energieeinsparung</b>	Relativ hoch, da umfassende Dämmmaßnahmen erfolgen.
<b>Amortisationszeit</b>	Mittel bis lang, abhängig von den Energiekosten.
<b>Förderung</b>	Umfangreiche Förderprogramme, bis zu 50% der Kosten.
<b>3: Tiefgreifende Sanierung</b>	
<b>Maßnahmen</b>	Dach neu dämmen, Wände dämmen, Fenster erneuern.
<b>Investitionskosten</b>	Hoch bis sehr hoch.
<b>Energieeinsparung</b>	Hoch bis sehr hoch.
<b>Amortisationszeit</b>	Lang, aber hohe Einsparungen bei den Energiekosten.
<b>Förderung</b>	Umfangreiche Förderungen notwendig, bis zu 60% der Kosten.

#### 4.14.2 Entwicklung des Wärmebedarfs

Im folgenden Abschnitt wird die Entwicklung des Wärmebedarfs in Bergneustadt bei der Anwendung von den drei vorgestellten Sanierungsszenarien betrachtet. In Abbildung 66 wird die Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs durch Sanierung aufgezeigt. Dabei wird der gesamte Wärmebedarf vor der Sanierung sowie nach der Umsetzung der Sanierungsklassen 1, 2 und 3 dargestellt. Während bei Sanierungsklasse 1 der Wärmebedarf mit einer Reduktion von 2 % nahezu unverändert bleibt, zeigt Sanierungsklasse 2 bereits eine Reduktion des Wärmebedarfs um etwa 5 %. Die umfangreichste Sanierung, die in Sanierungsklasse 3 definiert wurde, führt zu einer Reduktion des Wärmebedarfs um 38 %, was etwa 90 GWh entspricht.

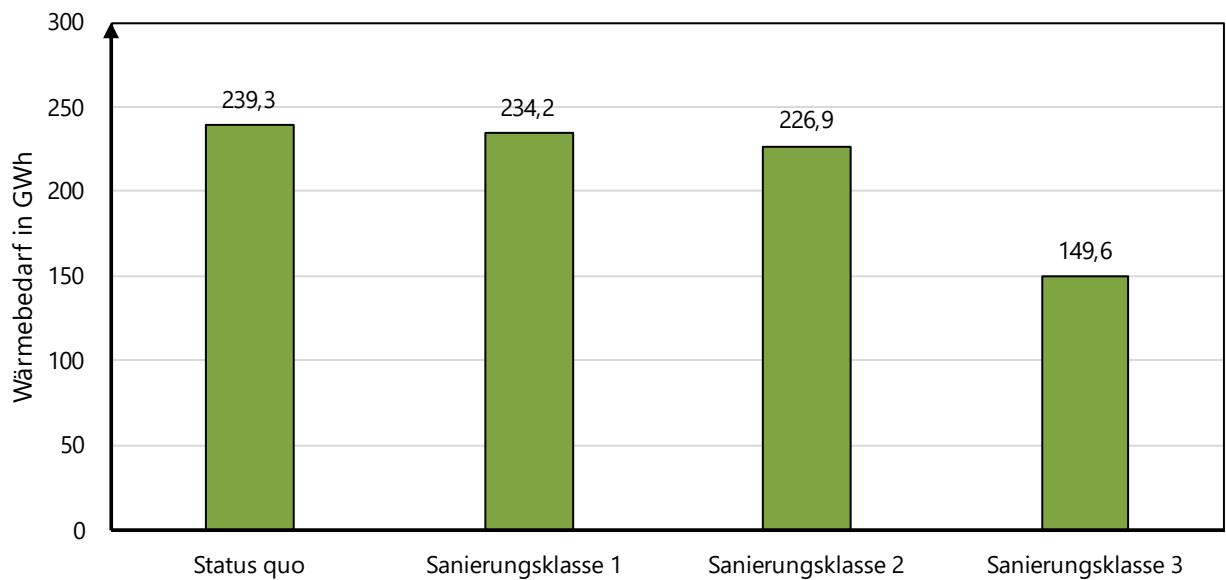


Abbildung 66: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs durch Sanierung [eigene Darstellung]

Wie sich das Sanierungspotenzial örtlich verteilt, ist in Abbildung 67 dargestellt. Hierfür wurde das maximale Sanierungspotenzial, also die Effizienzsteigerung durch Maßnahmen der Sanierungsklasse 3, auf die Gebäude angewendet. Die Abbildung zeigt die potenziellen Energieeinsparungen pro Baublock, die durch eine vollständige Sanierung erzielt werden könnten. Obwohl das durchschnittliche Sanierungspotenzial in Bergneustadt bei etwa 38 % liegt, gibt es einzelne Baublöcke, in denen durch umfassende Sanierungsmaßnahmen mehr als 60 % des aktuellen Energieverbrauchs eingespart werden könnte. Dies betrifft insbesondere Baublöcke mit einem hohen Anteil an unsanierten, älteren Gebäuden, da diese in der Regel deutlich höhere spezifische Wärmeverbräuche aufweisen als neuere oder bereits modernisierte Gebäude. Da gewerblich genutzte Gebäude nicht erfasst wurden, sind Baublöcke mit einem hohen Anteil an industriell oder gewerblich genutzten Gebäuden entsprechend weiß dargestellt. Ebenfalls nicht in die Analyse eingeflossen sind Restriktionen aufgrund von Denkmalschutz, wie sie beispielsweise in der Altstadt von Bergneustadt bestehen.

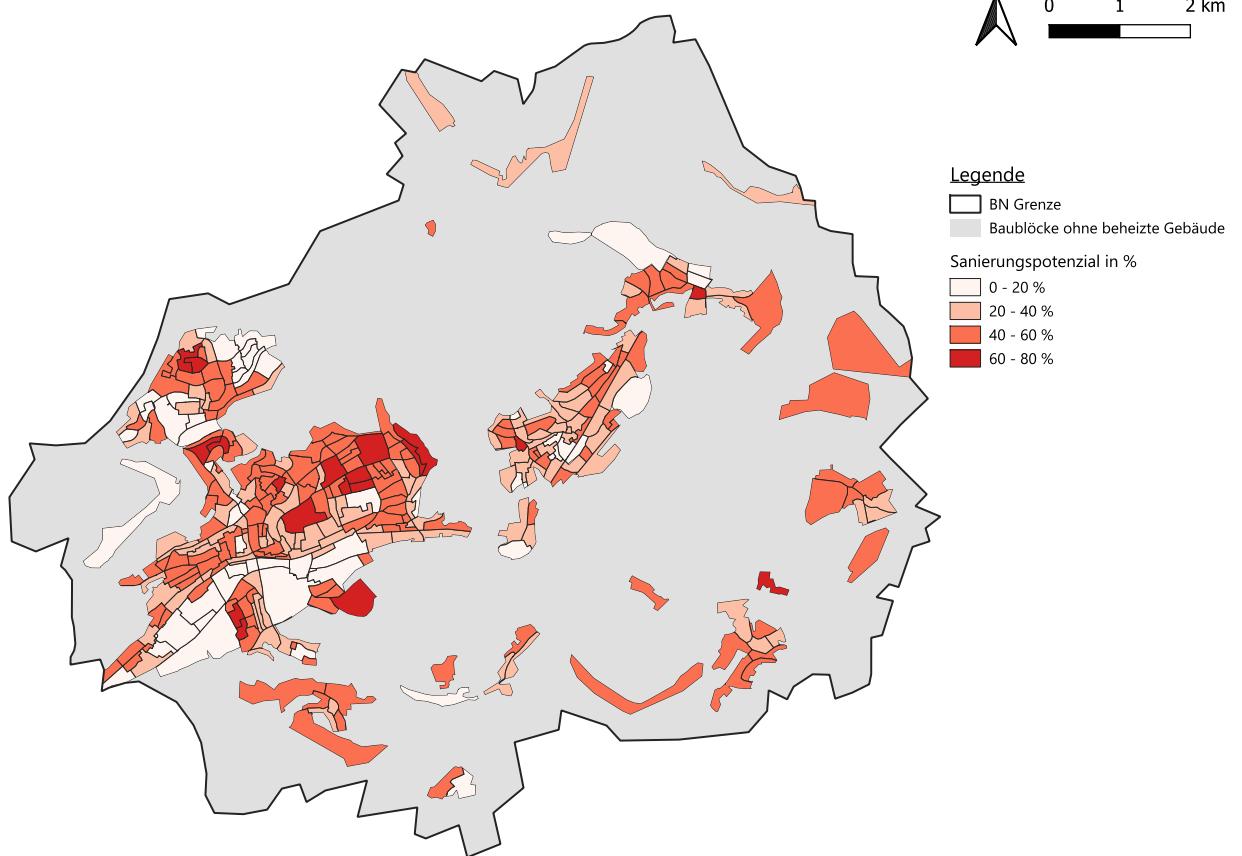


Abbildung 67: Mögliche Energieeinsparung bei maximaler Sanierung pro Baublock [eigene Darstellung]



## 4.15 Zusammenfassung der Potenziale

	<b>Solarthermie</b>	Das Potenzial für Freiflächen -Solarthermie liegt bei etwa 710 GWh, wobei die Flächenverfügbarkeit noch geprüft werden muss. Viele Potenzialflächen befinden sich jedoch weit entfernt von dichter Bebauung, wodurch das Potenzial vorerst theoretisch bleibt. Das Potenzial der Dachflächen beträgt etwa 160 GWh pro Jahr.
	<b>Kläranlagen &amp; Abwasser</b>	Für die Abwasserkanäle wurde kein nennenswertes Potenzial ermittelt. Die entnehmbare Leistung der KA Schönenthal beträgt fast ganzjährig 2 MW. Das vorgestellte Potenzial ist die maximal entnehmbare Wärmeleistung, bei 8000 Vbs und 2 MW wären 16 GWh möglich.
	<b>Gewässer</b>	Die Dörspe hat ein Wärme -Potenzial von 9,6 GWh. Für eine technische Abschätzung sind sowohl der Lastgang der Verbraucher sowie die Dimensionierung eines Wärmetauschers zu berücksichtigen. Dadurch verringert sich das umsetzbare Potenzial. Zusätzlich könnte die Aggertalsperrein Gummersbach ein Potenzial aufweisen.
	<b>Biomasse</b>	Die angegebenen 10 GWh Wärme können vor allem durch das Restholz der Waldfächen bereitgestellt werden. Da bereits heute 14 GWh Wärme über Biomasseheizungen bereitgestellt werden ist fraglich, ob das Potenzial für eine zukünftige Versorgung zu berücksichtigen ist.
	<b>Geothermie</b>	Großanlagen auf Freiflächen haben ein Potenzial von 455 GWh, wobei die Flächenverfügbarkeit und die Entfernung zu bebauten Gebieten das Potenzial einschränken. Für dezentrale Bohrungen hat das LANUK ein Potenzial von 231 GWh berechnet.
	<b>Außenluft</b>	Das Wärmepotenzial durch Außenluft ist praktisch unbegrenzt. Eine Freiflächenanalyse hat Potenzialflächen identifiziert die teilweise über 100 MW Leistung bereitstellen könnten
	<b>Energieeinsparung</b>	Viele Gebäude in Bergneustadt weisen ein hohes Sanierungspotenzial auf. Das Potenzial für Energieeinsparung liegt insgesamt bei 90 GWh, wobei die Umsetzung stark von Fördermaßnahmen profitieren könnte.

Abbildung 68: Übersicht der Potenziale [eigene Darstellung]



## 5 Entwicklung der Zielszenarien

### 5.1 Allgemeines

Im Anschluss an die Bestands- und Potenzialanalyse wird die Entwicklung des Zielszenarios nach § 17 WPG für eine möglichst klimaneutrale Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 durchgeführt. Dieses Szenario beschreibt, wie sich die Wärmeversorgung unter Berücksichtigung der identifizierten Potenziale für Energieeinsparung und erneuerbare Energien entwickeln könnte. Dabei werden die jeweils aktuell gültigen THG-Minderungsziele der Bundesregierung einbezogen sowie die notwendigen Energieeinsparungen, die zukünftige Versorgungsstruktur und die damit verbundenen Kostenprognosen analysiert.

Ein zentraler Bestandteil der Analyse ist die Bewertung der Eignung von Gebäuden für den Einsatz von Wärmepumpen und Wärmenetzen. Dabei wird geprüft, welche Gebäude für welche Technologie geeignet sind, wobei zunächst die technische Machbarkeit im Vordergrund steht. Insbesondere für Wärmepumpen ist häufig eine Sanierung erforderlich, um die Vorlauftemperatur zu senken und die Effizienz zu steigern. Daher werden in den kartografischen Auswertungen auch die Sanierungspotenziale berücksichtigt. Ein abschließender Vollkostenvergleich wird bei der Erstellung des Zielszenarios (siehe Abschnitt 5.4) durchgeführt.

Im Zielszenario wird jedem Gebäude über einen Vollkostenvergleich die jeweils sinnvollsten Heizungstechnologie zugeteilt. Darüber hinaus wird für die langfristige Modellierung der Wärmeversorgung jedem Gebäude ein voraussichtliches Heizungswechseljahr zugewiesen. Falls erforderlich, werden zusätzlich notwendige Sanierungsmaßnahmen eingeplant. Auf diese Weise lässt sich die Entwicklung der Wärmeversorgung über die kommenden Jahrzehnte systematisch darstellen. Die Ergebnisse dieser Analyse werden in einer Energie- und Treibhausgasbilanz zusammengeführt. Darüber hinaus erfolgt eine räumlich aufgelöste Beschreibung der zukünftigen Versorgungsstruktur, insbesondere die Einteilung in Eignungsgebiete für Wärmenetze und dezentrale Einzelversorgung. Aus dem Zielszenario lassen sich im Anschluss konkrete Maßnahmen ableiten, die zur Umsetzung der klimaneutralen Wärmeversorgung erforderlich sind.

### 5.2 Technologiewechsel und Versorgungsoptionen

#### 5.2.1 Faktoren für den Technologiewechsel bei Heizsystemen

Die Technologiewechsel der Heizung sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Ein wesentlicher Aspekt ist die Machbarkeit im Gebäude sowie der Aufwand einer Umrüstung, insbesondere im Hinblick auf notwendige Sanierungsmaßnahmen, Vorlauftemperaturen und den benötigten Platz. Weiterhin spielen die Investitions- und Betriebskosten der neuen Technologie eine entscheidende Rolle, wobei auch mögliche Förderungen berücksichtigt werden müssen. Das Alter und der Zustand der bestehenden Heizungsanlagen beeinflussen ebenfalls den Zeitpunkt des Wechsels, da ältere oder defekte Anlagen eher ausgetauscht werden müssen. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Verfügbarkeit von Netzinfrastruktur, die notwendig ist, um die neue Technologie effizient betreiben zu können. Die Verfügbarkeit und Lieferzeit von Anlagen sowie die Verfügbarkeit von Fachkräften sind ebenfalls von Bedeutung, da sie den zeitlichen Rahmen und die Durchführbarkeit der Umrüstung bestimmen.



Schließlich müssen auch gesetzliche Vorgaben beachtet werden, wie etwa Verbote von Ölheizungen, die den Wechsel auf andere Heiztechnologien erzwingen können.

Zusammengefasst sind Technologiewechsel der Heizung abhängig von folgenden Faktoren:

- Machbarkeit im Gebäude bzw. Aufwand einer Umrüstung (insbesondere durch Sanierung, Vorlauftemperaturen, Platz)
- Investitions- und Betriebskosten (inkl. Förderungen) der neuen Technologie
- Alter bzw. Zustand der Heizungsanlagen (Einfluss auf den Wechselzeitpunkt)
- Verfügbarkeit von Netzinfrastruktur
- Verfügbarkeit, Lieferzeit von Anlagen sowie Fachkräfteverfügbarkeit
- Gesetze (Verbote von z. B. Ölheizungen)

### 5.2.2 Heiztechnologien und deren Einsatzmöglichkeiten

Es gibt verschiedene Technologien zur WärmeverSORGUNG, die je nach Gebäude, Standort und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen infrage kommen. Jede Technologie hat spezifische Vorteile und Einschränkungen, weshalb eine individuelle Betrachtung erforderlich ist.

Wärmepumpen nutzen Umweltwärme aus Luft, Wasser oder dem Erdreich und wandeln diese mit Hilfe eines Kältekreislaufs in nutzbare Heizwärme um. Sie sind besonders effizient in gut gedämmten Gebäuden und ermöglichen eine hohe Flexibilität durch die Kombination mit Photovoltaikanlagen. Allerdings können Schallemissionen in dicht bebauten Gebieten die Nutzung von Luft-Wasser-Wärmepumpen einschränken.

Wärmenetze bieten eine zentrale WärmeverSORGUNG, die besonders in Gebieten mit hoher Wärmedichte wirtschaftlich sinnvoll ist. Sie können aus verschiedenen Wärmequellen gespeist werden, beispielsweise durch Großwärmepumpen, Geothermie, Abwärme oder Biomasse. Damit Wärmenetze wirtschaftlich tragfähig sind, ist eine ausreichend hohe Anschlussquote erforderlich.

Hybridheizungen kombinieren zwei unterschiedliche Wärmeerzeuger, beispielsweise eine Wärmepumpe mit einem Gas- oder Biomassekessel. Sie sind besonders als Übergangstechnologie geeignet, da sie mehr Flexibilität bieten und in älteren Gebäuden mit hohem Wärmebedarf eine Alternative zu reinen Wärmepumpensystemen darstellen.

Biomasseheizungen nutzen nachwachsende Rohstoffe wie Holzpellets oder Hackschnitzel zur Wärmeerzeugung. Sie sind besonders in ländlichen Gebieten mit ausreichender regionaler Brennstoffverfügbarkeit sinnvoll. Allerdings erfordern sie ausreichend Lagerraum und verursachen Feinstaubemissionen, was ihre Nutzung in dicht besiedelten Gebieten einschränken kann.

Wasserstoffheizungen werden langfristig als mögliche Alternative betrachtet, insbesondere für industrielle Anwendungen oder als Bestandteil hybrider Heizsysteme. Derzeit ist Wasserstoff jedoch nicht flächendeckend verfügbar, und eine eigenständige Versorgung für Wohngebäude ist aufgrund hoher Kosten und begrenzter Infrastruktur unwirtschaftlich.



Fossile Brennstoffe wie Erdgas und Heizöl sollten langfristig vermieden werden, da sie nicht mit den Klimazielen vereinbar sind. Bestehende Heizungen unterliegen einem Bestandsschutz, sollten jedoch aufgrund steigender Energiepreise und gesetzlicher Vorgaben nur noch als Übergangslösung betrachtet werden. Ab 2045 sind fossile Heizungen nicht mehr zulässig.

Grundsätzlich gibt es mehrere denkbare Optionen für die Wärmeversorgung in der Stadt Bergneustadt. Das Venn-Diagramm in Abbildung 69 veranschaulicht beispielhaft die Eignung von Gebäuden für verschiedene Wärm 技术ologien sowie deren Verbreitung. Es zeigt, welche Menge an Gebäuden für jede Technologie in Betracht kommt und verdeutlicht die Überschneidungen zwischen den verschiedenen Optionen.

So gibt es Gebäude, die sowohl für Wärmepumpen als auch für Hybrid-Heizungen geeignet sind, während andere für den Anschluss an ein Wärmenetz infrage kommen. In einigen Fällen ist eine Eignung sowohl für Wärmepumpen als auch für Wärmenetze gegeben, wodurch verschiedene Versorgungswege möglich sind. Es ist jedoch zu beachten, dass das Diagramm lediglich ein allgemeines Beispiel darstellt und nicht die spezifische Verteilung der Wärm 技术ologien in Bergneustadt repräsentiert. Dennoch verdeutlicht es die Vielfalt der verfügbaren Optionen und unterstreicht die Notwendigkeit, je nach Gebäudetyp und Standort die individuell passende Lösung zu wählen.

Es ist daher zunächst zu definieren, welche Technologie für welches Gebäude grundsätzlich möglich ist, um anschließend mithilfe der Wirtschaftlichkeitsberechnung die beste Alternative zu bestimmen. Dieses Vorgehen bildet die Grundlage für die weitere Analyse. Im nächsten Kapitel wird daher die Eignung der Gebäude für Wärmepumpen und Wärmenetze untersucht, bevor im Anschluss das daraus resultierende Zielszenario präsentiert wird.

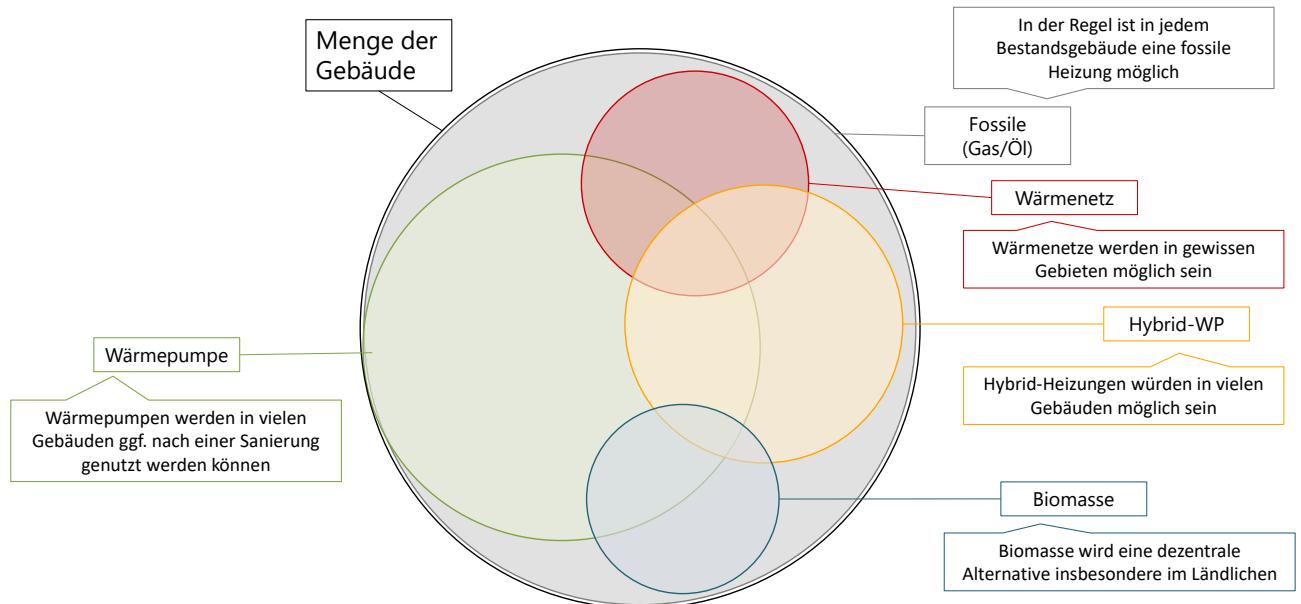


Abbildung 69: Beispielhafter Lösungsraum der Wärm 技术ologien [eigene Darstellung]



## 5.3 Technologieeignung

### 5.3.1 Wärmepumpeneignung

#### 5.3.1.1 Faktoren zur Bestimmung der Wärmepumpeneignung

Dezentrale Wärmepumpen gelten als vielversprechende Option der zukünftigen Wärmeversorgung. Grundsätzlich könnten sich sehr viele Gebäude für Wärmepumpen eignen. Allerdings sind dabei, wie in Abbildung 70 dargestellt, eine Reihe von Anforderungen und Restriktionen zu beachten. Zum Beispiel arbeiten Wärmepumpen in der Regel mit niedrigeren Vorlauftemperaturen. Für einen effizienten Betrieb sind dementsprechend bessere Dämmstandards und größere Heizflächen nötig. Dies kann dazu führen, dass beim Technologiewechsel auf eine Wärmepumpe Sanierungsschritte notwendig sind. Da die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen primär eine wirtschaftliche Hürde darstellen, ist dies kein Teil der Eignungsprüfung, sondern wird im Rahmen der Szenarienerstellung (siehe Abschnitt 5.4) berücksichtigt. Für die Zielszenarien wurde eine Wärmepumpeneignungsidentifikation für Luft-Wasser-Wärmepumpen und Sole-Wasser-Wärmepumpen durchgeführt.

#### Welche Gebäude eignen sich für dezentrale elektrische Wärmepumpen?

Grundsätzlich könnten sich sehr viele Gebäude für Wärmepumpen eignen. Es sind dabei eine Reihe von Anforderungen / Restriktionen zu beachten:

Vorlauftemperatur (VLT): Diese variieren in Heizungssystemen zwischen 40 und 90 °C. Je niedriger diese ist, desto effizienter können Wärmepumpen arbeiten. Grundsätzlich gibt es WP-Lösungen für viele Temperaturniveaus, jedoch sollte eine Heizflächenvergrößerung in Betracht gezogen werden, falls die VLT im Bestand zu hoch ist.

Platzbedarf: Sowohl für den innerhalb als auch außerhalb des Gebäudes benötigten Teil der Wärmepumpe wird Platz benötigt. Dies betrifft entweder geeignete Bodenflächen oder Aufstellorte.

Wärmequelle: Als Wärmequellen stehen grundsätzlich Luft, und Wasser/Sole zur Verfügung. Dabei wird aktuell meistens Luft genutzt, da der initiale Aufwand deutlich geringer ist und sich der Mehraufwand für Bodenarbeiten oft nicht rechnet.

Schallemissionen: Luft/Wasser-WP benötigen ein Außengerät, welches der Luft Wärmeenergie entzieht. Dieses Außengerät verursacht Schallemissionen. Diese dürfen nicht die Grenzwerte der TA Lärm überschreiten.

Leistung: Die benötigte Heizleistung muss durch die Wärmepumpe (ggf. inkl. Heizstab oder Spitzenlastkessel) abgedeckt werden. Es gibt WP mittlerweile für viele Leistungsbereiche, daher ist dies nur selten eine kritische Restriktion.

Abbildung 70: Wärmepumpeneignungsidentifikation [eigene Darstellung]



### 5.3.1.2 Ergebnisse der Analyse zur Luft-Wasser-Wärmepumpeneignung

Für Luft-Wasser-Wärmepumpen, basiert die Eignungsanalyse auf den erforderlichen Abständen zur Einhaltung der Schallgrenzwerte. Sie berechnet die Schallemissionen abhängig von der Heizleistung und zeigt an, ob der Abstand des Außengeräts zur Grundstücksgrenze ausreichend ist, um das nachbarschaftliche Umfeld vor Lärmbelästigung zu schützen.

Abbildung 71 zeigt die Ergebnisse der Wärmepumpeneignung für Luft-Wasser-Wärmepumpen für drei verschiedene Szenarien. Im ersten Szenario wird die Eignung auf Basis des aktuellen spezifischen Wärmebedarfs betrachtet. Hier zeigt sich, dass 88 % der Gebäude für eine Wärmepumpe geeignet sind, während für 12 % eine Wärmepumpe nicht möglich ist.

Im zweiten Szenario wird die Wärmepumpeneignung unter der Annahme einer Vollsanierung (Sanierungsklasse 3) betrachtet. Durch die energetische Verbesserung steigt der Anteil der Gebäude, die für eine Wärmepumpe geeignet sind, auf 95 %, während nur noch 5 % der Gebäude als ungeeignet eingestuft werden.

Im dritten Szenario wird die Eignung für Hybridwärmepumpen untersucht. Hier zeigt sich, dass nahezu alle Gebäude, nämlich 98 %, für eine Hybridlösung geeignet wären, sodass nur 2 % der Gebäude keine Möglichkeit für eine Wärmepumpenlösung bieten.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Luft-Wasser-Wärmepumpen für den Großteil der Gebäude eine realistische Option darstellen. Besonders durch energetische Sanierung kann die Anzahl der geeigneten Gebäude weiter erhöht werden. Hybridwärmepumpen stellen zudem eine Möglichkeit dar, die Eignung weiter zu verbessern, da sie in Kombination mit anderen Heizsystemen eine höhere Flexibilität bieten.

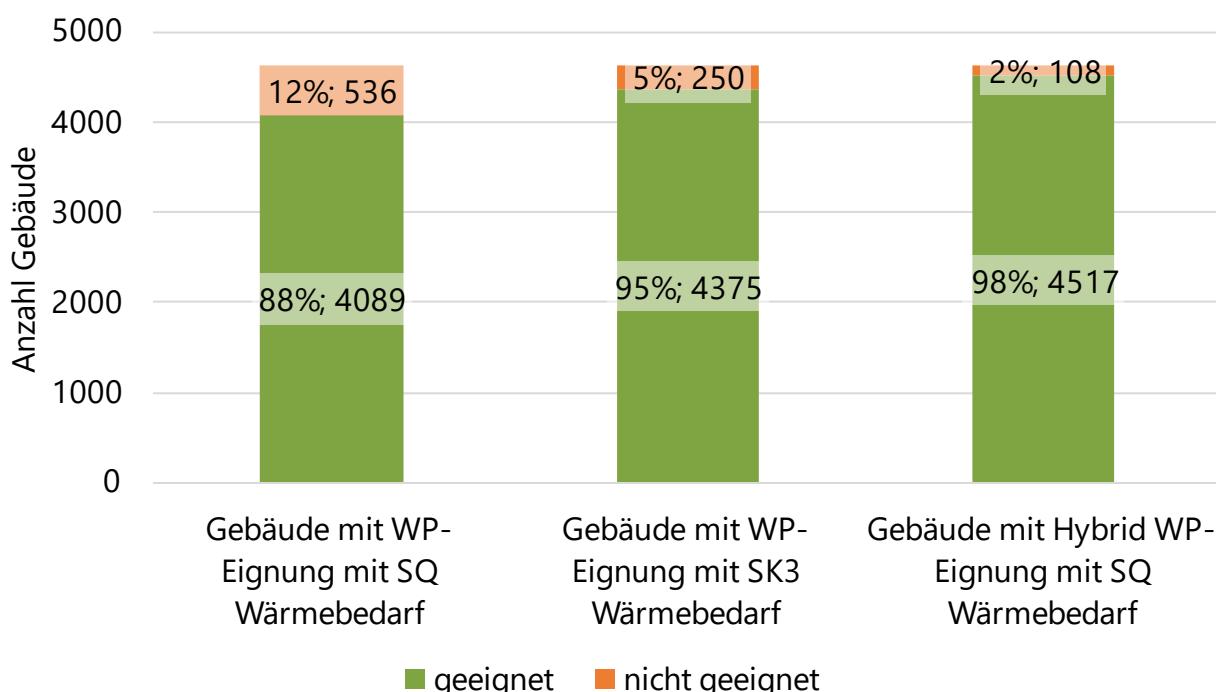


Abbildung 71: Eignung von Gebäuden für Wärmepumpen und Hybridwärmepumpen [eigene Darstellung]



Abbildung 72 zeigt die Eignung von Gebäuden für die Installation von Luft-Wasser-Wärmepumpen auf Baublockebene mit dem Wärmebedarf der Sanierungsklasse 3. Die Flächen sind farblich nach ihrer Eignungswahrscheinlichkeit kategorisiert. Grün markierte Bereiche sind sehr wahrscheinlich geeignet für die Wärmepumpennutzung.

Da die gesetzliche Forderung einer Eignungswahrscheinlichkeit nicht trivial mit einer gebäudespezifischen Auswertung kombinierbar ist, sind die gesetzliche Anforderung folgendermaßen ausgewiesen:

- wenn über 80 % der Gebäude in einem Baublock für eine Wärmepumpe geeignet sind dieser als **sehr wahrscheinlich geeignet** eingefärbt wird
- wenn 50 % bis 80 % der Gebäude in einem Baublock für eine Wärmepumpe geeignet sind dieser als **wahrscheinlich geeignet** eingefärbt wird
- wenn 20 % bis 50 % der Gebäude in einem Baublock für eine Wärmepumpe geeignet sind dieser als **wahrscheinlich ungeeignet** eingefärbt wird
- wenn unter 20 % der Gebäude in einem Baublock für eine Wärmepumpe geeignet sind dieser als **sehr wahrscheinlich ungeeignet** eingefärbt wird

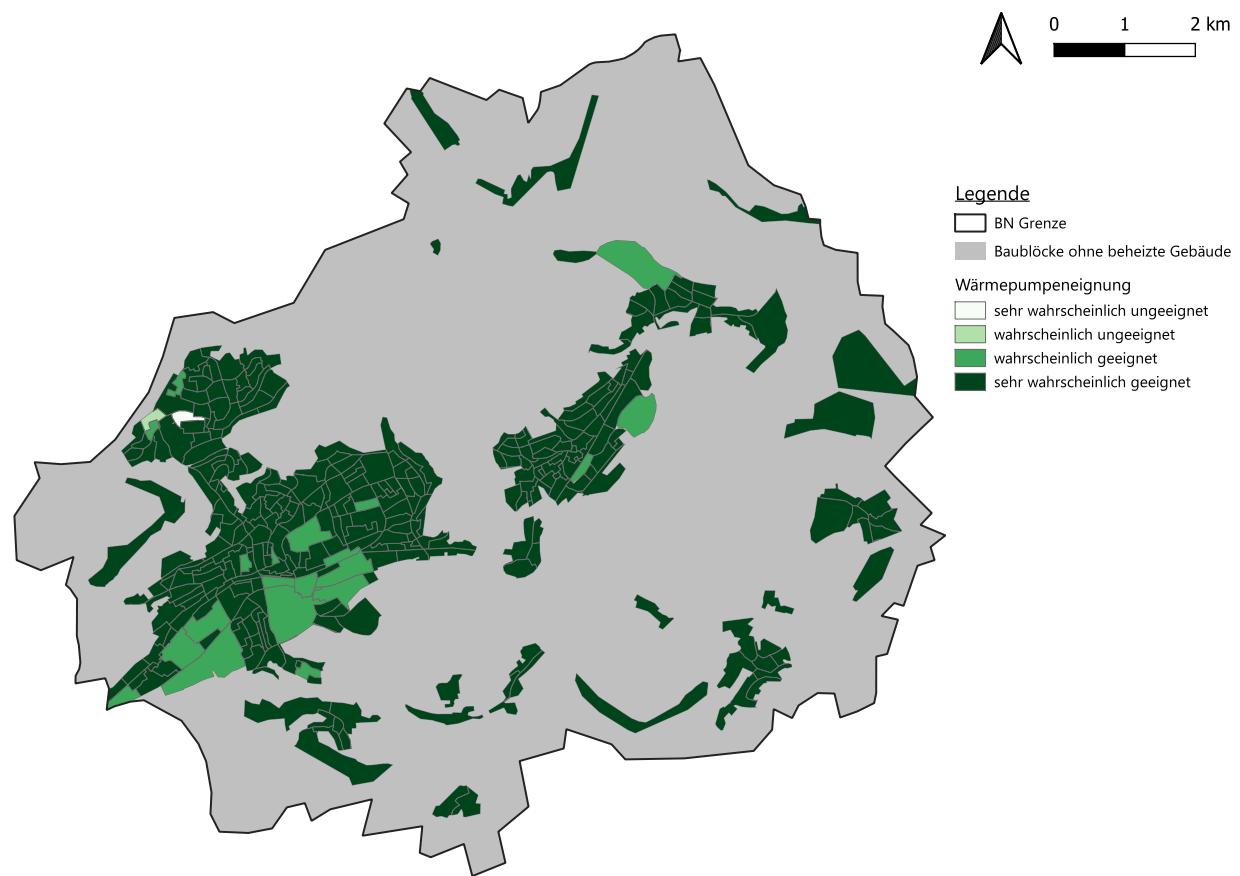


Abbildung 72: Eignungswahrscheinlichkeit von Gebäuden für Luft-Wasser-Wärmepumpen basierend auf dem Wärmebedarf von SK3 (Vollsanierung) [eigene Darstellung]

### 5.3.1.3 Ergebnisse der Analyse zur Sole-Wasser-Wärmepumpeneignung

Für Sole-Wasser-Wärmepumpen sind Bohrungen oder das Auslegen von Erdkollektoren erforderlich, was eine ausreichende Grundstücksgröße und Platzbedarf voraussetzt, um den Wärmebedarf effizient decken zu können. In der Eignungsanalyse werden daher insbesondere die Platzverhältnisse der Grundstücke in Kombination mit der erforderlichen Heizleistung betrachtet. Zusätzlich fließen auch Wasserschutzgebiete, hydrologisch sensible Bereiche und die geothermischen Voraussetzungen (insbesondere die Wärmeleitfähigkeit des Bodens) in die Bewertung mit ein.

Die Analyse zeigt, dass im Status Quo 65 % der Gebäude für den Einsatz von Sole-Wasser-Wärmepumpen geeignet sind. Unter Sanierungsklasse 3 (Vollsanierung) steigt dieser Anteil auf 76 %. Abbildung 73 zeigt die Eignungswahrscheinlichkeit von Gebäuden für Sole-Wasser-Wärmepumpen basierend auf dem Wärmebedarf in Sanierungsklasse 3. Die Grafik orientiert sich an der gleichen Zuordnung wie Abbildung 72.

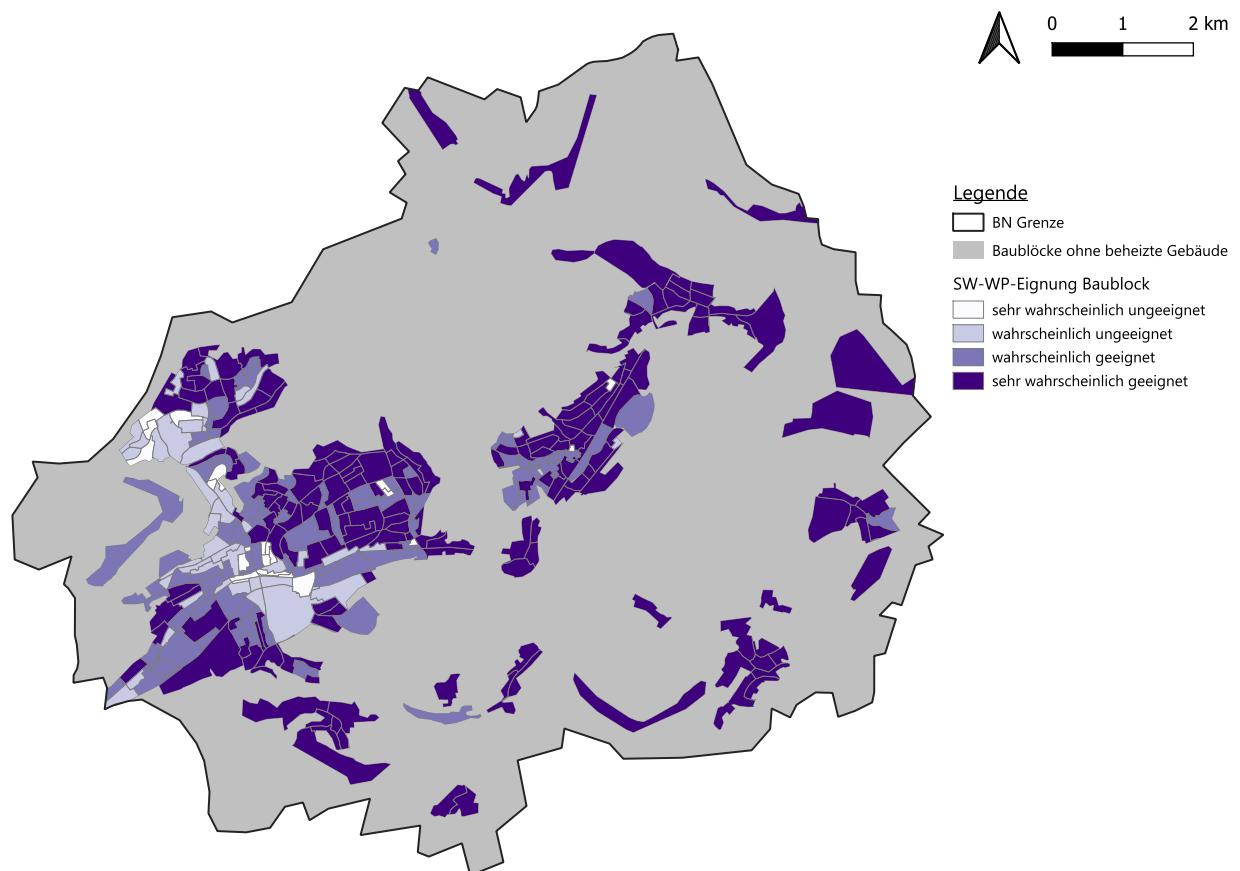


Abbildung 73: Eignungswahrscheinlichkeit von Gebäuden für Sole-Wasser-Wärmepumpen basierend auf dem Wärmebedarf von SK3 (Vollsanierung) [eigene Darstellung]

### 5.3.2 Wärmenetzeignung

Die Eignung eines Gebiets für ein Wärmenetz hängt von mehreren Faktoren ab, die sowohl den aktuellen Wärmebedarf als auch zukünftige Entwicklungen und das Vorhandensein nachhaltiger Wärmequellen berücksichtigen. Ein wichtiger Indikator ist der Wärmebedarf pro Leitungslänge, der mit der Wärmeliniendichte abgebildet werden kann. Hohe Werte deuten darauf hin, dass ein Wärmenetz



wirtschaftlich tragfähig sein könnte, da die notwendige Infrastruktur effizient genutzt werden kann. Besonders in dicht besiedelten Gebieten mit hohem Wärmebedarf pro Straßenzug steigt die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Netzentwicklung.

Ein weiterer entscheidender Faktor ist das Sanierungspotenzial der Gebäude. Energetische Sanierungen führen zu einem langfristig geringeren Wärmebedarf, was die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes beeinflussen kann. In Gebieten mit vielen unsanierten Gebäuden könnte die Nachfrage nach Wärme zunächst hoch sein, jedoch durch energetische Maßnahmen im Laufe der Zeit deutlich sinken. Daher wurde die Eignungsprüfung unter Berücksichtigung von Sanierungen gemäß der Sanierungs-kategorie 3 vorgenommen.

Die Ergebnisse der Wärmenetzeignung sind in Abbildung 74 dargestellt. Die Wahrscheinlichkeiten beziehen sich hierbei ausschließlich auf die Wärmenachfrage, während die Wärmeerzeugung in dieser Analyse unberücksichtigt bleibt.

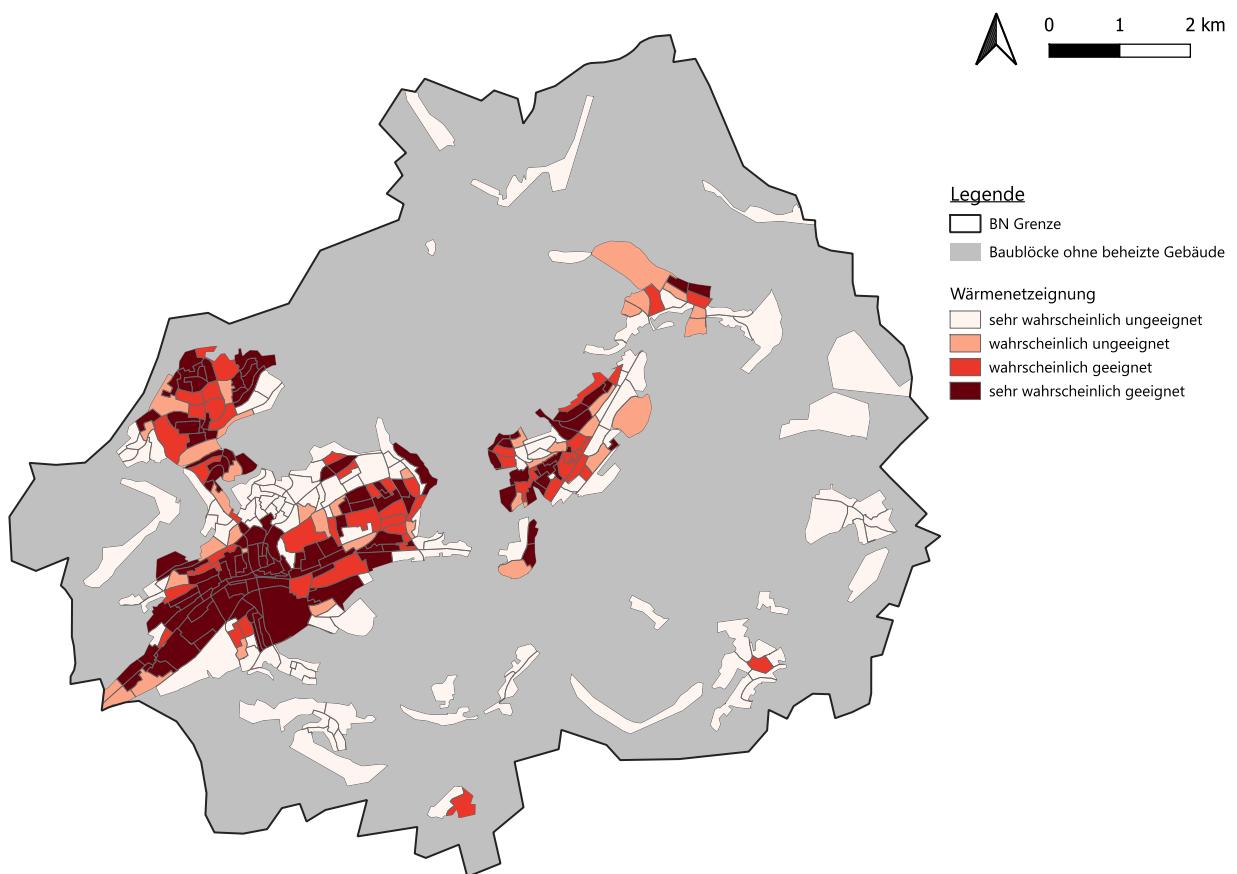


Abbildung 74: Wärmenetzeignungswahrscheinlichkeit auf Grundlage der Wärmeliniendichte unter Berücksichtigung der Sanierungspotenziale [eigene Darstellung]

Neben der Nachfrage nach Wärme muss auch das Angebot an verfügbaren Wärmequellen berücksichtigt werden. Die Existenz regenerativer oder industrieller Abwärmequellen kann die Attraktivität eines Wärmenetzes erheblich steigern, da sie eine klimafreundliche und kosteneffiziente Versorgung ermöglichen. Regionen mit ausreichenden nachhaltigen Wärmequellen haben daher grundsätzlich bessere Voraussetzungen für ein Wärmenetz als Gebiete, in denen solche potenziellen



Wärmequellen fehlen. Aufgrund der geringen Potenziale in der Nähe der identifizierten Wärmenetz-eignungsgebiete sollten die in Abbildung 74 dargestellten Gebiete jedoch mit Vorsicht betrachtet werden.

### 5.3.3 Wasserstoffnetzeignung

Die Transformation des Erdgasnetzes in Richtung von Wasserstoff ist ein komplexer Prozess. Es muss auf lokaler Ebene entschieden werden, welche Teile des Netzes komplett stillgelegt werden und welche Teile auf Wasserstoff umgewidmet werden. Dieser Entscheidungsprozess wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Ein wichtiger Faktor ist die Verfügbarkeit von bezahlbarem Wasserstoff. Ein weiterer Faktor ist, ob lokaler Wasserstoffbedarf im Gewerbe oder in der Industrie besteht. Des Weiteren ist die zeitliche Komponente zur Umsetzung notwendiger Maßnahmen heute sehr schwer ab-schätzbar, da auch auf höherer politischer Ebene dieser Prozess noch in den Anfängen steht. Auf Basis der aktuellen Informationslage ist mit dem lokalen Gasnetzbetreiber (AggerEnergie) abgestimmt worden, dass eine Umstellung des lokalen Gasnetzes in Bergneustadt bis zum Zieljahr 2045 eher unwahrscheinlich ist. Dies ist dadurch begründet, dass das geplante Wasserstoff Kernnetz nicht in der Nähe von Bergneustadt entlangläuft, sodass keine Verfügbarkeit von Wasserstoff über das Gasnetz vorliegt. Ebenso ist die Stadt Bergneustadt nur wenig industriell geprägt, sodass der Bedarf an Wasserstoff ebenfalls eher gering ist.

## 5.4 Ergebnisse der Szenarien

### 5.4.1 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete

Für das Zielszenario wurden die Gebäude in Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt, die sich in Wärmenetzgebiete und Gebiete mit dezentraler Versorgung gliedern. Aufgrund der niedrigen Verfügbarkeit von erneuerbaren Wärmequellen für leitungsgebundene Wärmeversorgungen wird lediglich die Altstadt als Wärmenetzgebiet betrachtet. Dieses Versorgungsgebiet ist in Abbildung 75 dargestellt.<sup>6</sup> Der Rest des Stadtgebiets wird im Szenario als dezentraler Versorgungsbereich eingestuft. Zusätzlich wird angenommen, dass das Sanierungspotenzial, welches in Kapitel 4.14 ermittelt wurde, vollständig ausgeschöpft wird.

<sup>6</sup> Da die Ausbaugebiete auf Straßenzugebene festgelegt wurden, kann es zu Ungenauigkeiten durch die Darstellung auf Baublock-ebene kommen.

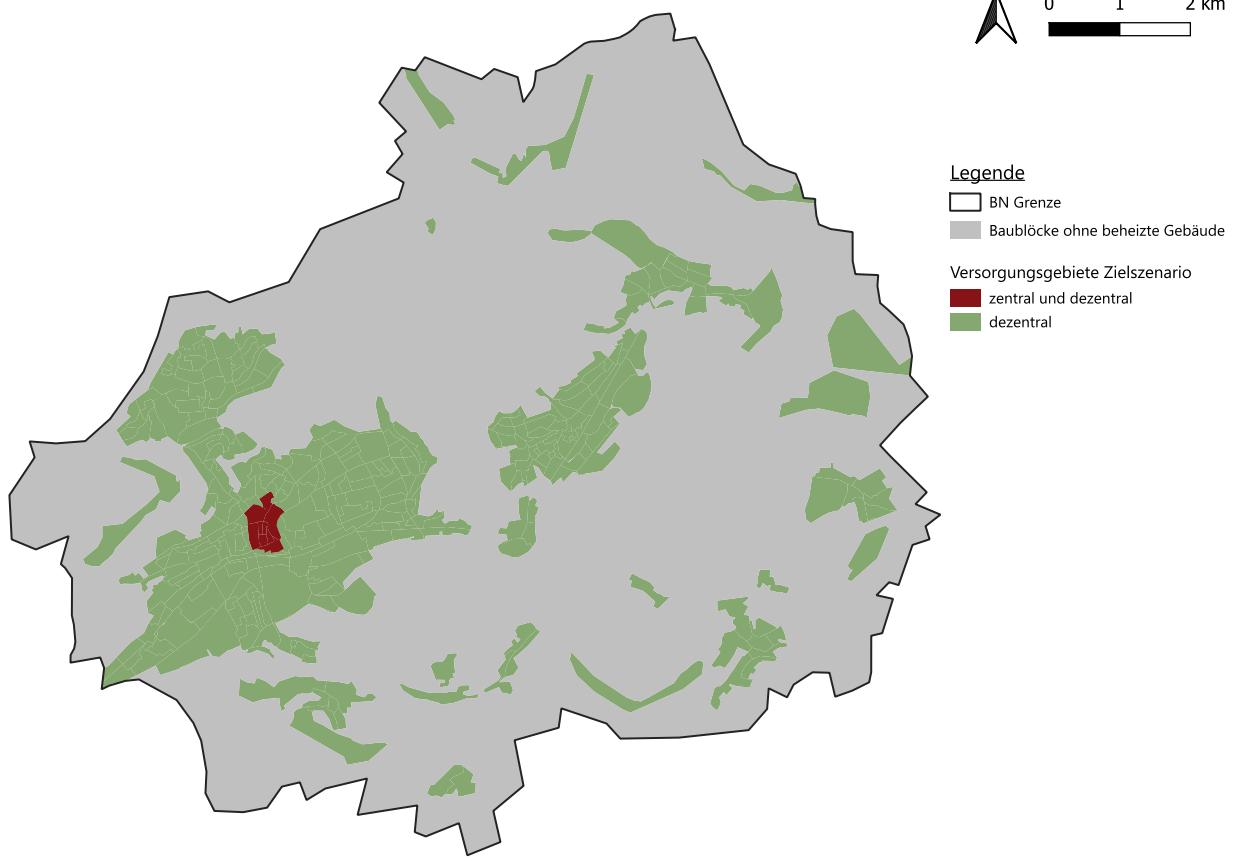


Abbildung 75: Baublockscharfe Wärmeversorgungsgebiete im Zielszenario [eigene Darstellung]

Für das Wärmenetzgebiet wurde ein Teil der Altstadt gewählt, da hier eine enge Bebauung vorliegt und aufgrund des Alters der Gebäude ein hoher Wärmebedarf besteht. Zudem gibt es viele Gebäude, die unter Denkmalschutz stehen, was die Sanierung teilweise erschwert. Parallel zur kommunalen Wärmeplanung wurde zusätzlich ein Quartiersprojekt, das die wirtschaftliche Machbarkeit eines Wärmenetzes für dieses Gebiet genauer untersucht, durchgeführt. Als Wärmequelle wurde die Versorgung über eine Luft-Wasser-Großwärmepumpe oder Wärme aus der Kläranlage in untersucht. Die Untersuchung zeigt jedoch, dass aktuell kein attraktiver Wärmenetzpreis realisiert werden kann. Zukünftig ist dies jedoch erneut zu prüfen, wobei davon auszugehen ist, dass aufgrund der Energiepreisentwicklung ein Wärmenetz wirtschaftlich attraktiv wird. Daher wird für das Zielszenario ein Baujahr des Wärmenetzes im Jahr 2032 angenommen.

Für die dezentralen Versorgungsgebiete werden verschiedene Technologien in ihrer Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit verglichen. Im Szenario spielen Luft-Wasser-Wärmepumpen, Sole-Wasser-Wärmepumpen und Biomasseheizungen eine entscheidende Rolle. Wenn diese Systeme nicht geeignet sind, werden auch Hybridsysteme, wie eine Wärmepumpe mit Stromdirektheizung für Spitzenlasten, in Betracht gezogen. Da das Szenario eine klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045 darstellen soll, werden Hybridsysteme mit fossilen Heizungen als Übergangslösung nicht berücksichtigt, auch wenn sie für einzelne Gebäude als Übergangstechnologie infrage kommen könnten. Zusätzlich wurde ein Heizungswechseljahr für alle Heizungen definiert, wobei davon ausgegangen wird, dass



entsprechende Sanierungsmaßnahmen im selben Jahr durchgeführt werden. Beim Heizungswechsel wurde das Alter der aktuellen Heizungen berücksichtigt.

#### 5.4.2 Entwicklung des Wärmebedarfs

Die prognostizierte Entwicklung des Wärmeendenergieverbrauchs in Bergneustadt bis 2045 zeigt, wie sich die Nutzung verschiedener Energieträger im Zielszenario verändert. Abbildung 76 verdeutlicht, dass fossile Energieträger wie Gas und Öl kontinuierlich zurückgehen und bis 2045 vollständig aus der Wärmeversorgung verschwinden.<sup>7</sup>

Der Gasverbrauch, der 2025 noch bei 185 GWh liegt, reduziert sich stetig und erreicht im Jahr 2045 null. Auch der Heizölverbrauch nimmt kontinuierlich ab und wird ebenfalls bis 2045 vollständig eingestellt. Dieser Rückgang ist ein direktes Ergebnis der zunehmenden Umstellung auf erneuerbare Energien und effizientere Heiztechnologien. Parallel dazu steigt der Wärmeverbrauch, der durch strombasierte Heiztechnologien wie Wärmepumpen erzeugt wird, deutlich an. Während dieser 2025 noch bei 12 GWh (5 %) liegt, erhöht er sich bis 2045 auf 135 GWh (91 %). Dies unterstreicht die zunehmende Bedeutung elektrischer Wärmeerzeugung in der zukünftigen Wärmeversorgung. Das Wärmenetz deckt insgesamt einen Wärmebedarf von 2,4 GWh (1,5 %) ab. Biomasse bleibt über den gesamten Zeitraum hinweg ein stabiler Bestandteil der Wärmeversorgung, mit einem leichten Anstieg auf 9,7 GWh (7 %). Diese Entwicklung zeigt, dass die Transformation der Wärmeversorgung in Bergneustadt stark auf eine Elektrifizierung durch Wärmepumpen und eine schrittweise Ablösung fossiler Energieträger setzt. Wärmenetze spielen aufgrund der zu Verfügung stehenden Wärmequellen nur eine ergänzende Rolle.

---

<sup>7</sup> Bei der Modellierung der Heizungserneuerung im Rahmen aller Szenarien wird aus Komplexitätsgründen eine geringere Detailtiefe in Bezug auf die Unterteilung von Einzelraumheizungen und Trinkwarmwasserheizungen im Vergleich zur Bestandsanalyse genutzt. Dies führt zu geringen Abweichungen bei der Verteilung der Energieträger bei Wärmebedarf und Treibhausgasemissionen für das Stützjahr 2024 in Abgrenzung zu den Ergebnissen aus der Bestandsanalyse. Diese wirken sich insbesondere bei Biomasse durch den Einfluss der Einzelraumheizungen aus.

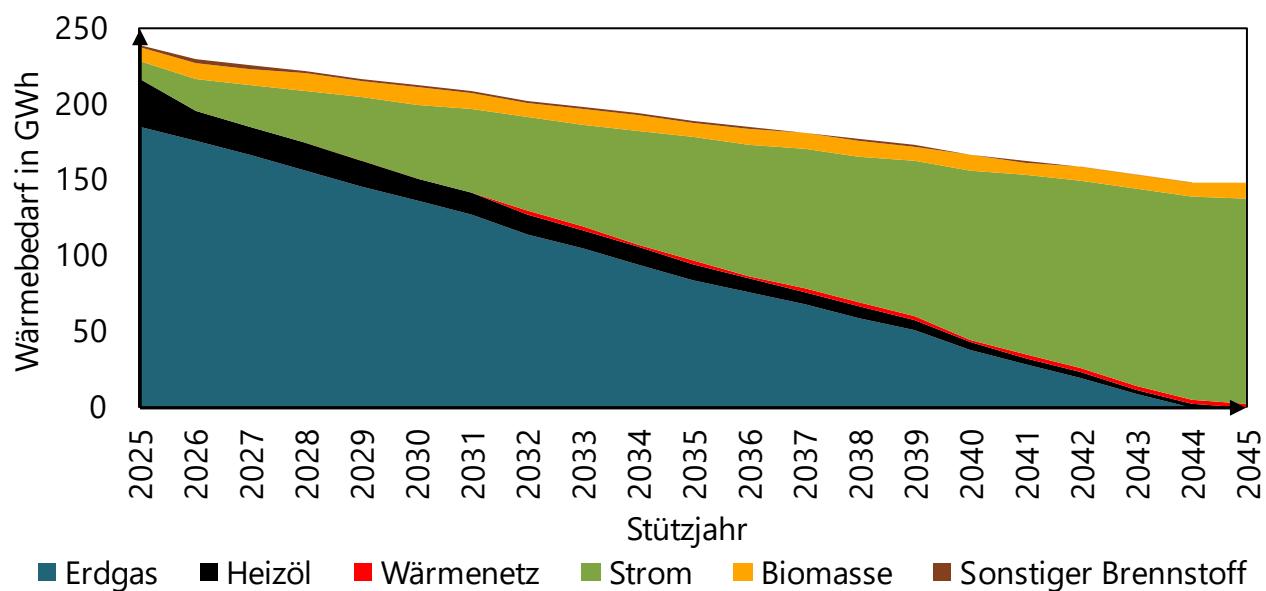


Abbildung 76: Entwicklung Wärmebedarf nach Energieträger [eigene Darstellung]

Neben der Umstellung auf erneuerbare Energieträger spielt auch die Reduzierung des Wärmebedarfs eine zentrale Rolle in der Transformation der Wärmeversorgung. In Abbildung 77 sieht man die Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Sektoren. Durch energetische Sanierungen, die den Gebäudebestand sukzessive verbessern, nimmt der Gesamtwärmebedarf über die Jahre hinweg kontinuierlich ab. Da der Sektor Haushalte den größten Wärmeverbrauch aufweist, hängt die mögliche Bedarfsreduktion durch energetische Sanierungen in erster Linie von den Wohngebäuden ab. Maßnahmen wie die Verbesserung der Dämmung, der Austausch ineffizienter Heizsysteme und die Optimierung der Heiztechnik führen dazu, dass der Heizenergiebedarf bis 2045 um 38 % abnimmt und somit bei 148 GWh liegt.

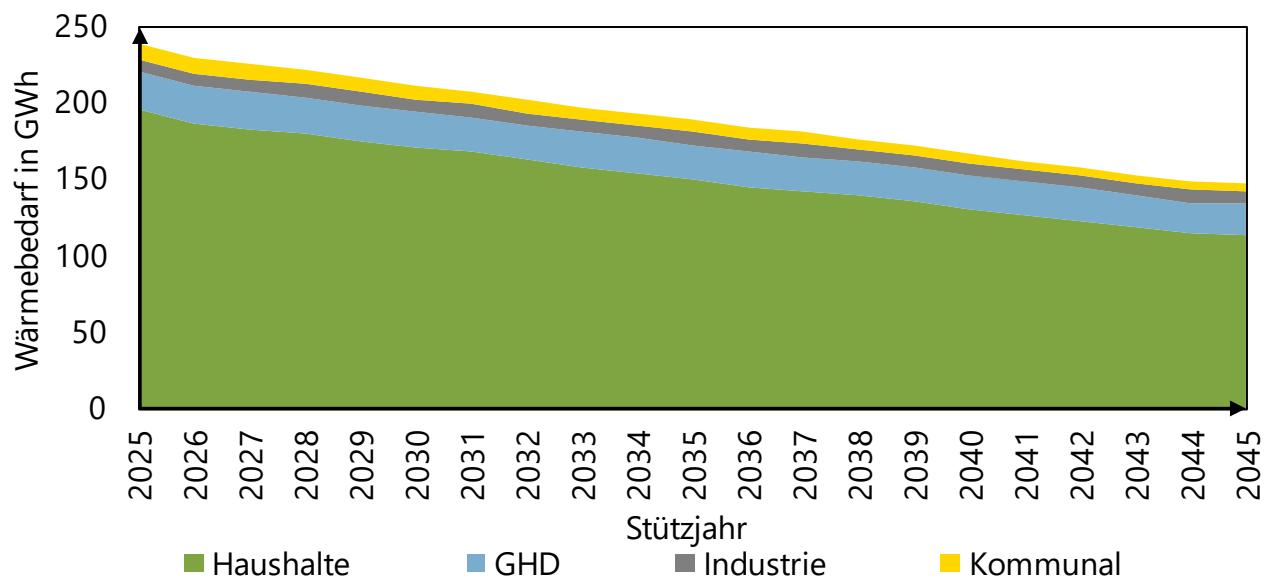


Abbildung 77: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Verbrauchssektoren [eigene Darstellung]



### 5.4.3 Entwicklung der Treibhausgasemissionen des Wärmebedarfs

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen zeigt, wie sich die Wärmeversorgung in Bergneustadt im Zielszenario bis 2045 in Richtung Klimaneutralität verändert. Abbildung 78 stellt die prognostizierte Entwicklung der THG-Emissionen nach Energieträgern dar. Es wird deutlich, dass insbesondere durch den schrittweisen Rückgang von fossilen Brennstoffen eine kontinuierliche Reduktion der Emissionen erreicht wird. Im Jahr 2025 liegen die THG-Emissionen noch bei etwa 57 Tausend Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, wobei Gas und Heizöl die Hauptquellen der Emissionen darstellen. Durch den sukzessiven Ersatz dieser fossilen Energieträger durch erneuerbare Alternativen nimmt der CO<sub>2</sub>-Ausstoß über die Jahre hinweg stetig ab. Bis 2030 sinken die Emissionen bereits auf 41 Tausend Tonnen, was einer Reduktion um etwa 28 % gegenüber dem Ausgangswert entspricht.

Bis zum Jahr 2045 erreichen die THG-Emissionen nahezu null, womit das Ziel der Klimaneutralität für die Wärmeversorgung in Bergneustadt erfüllt wird. Diese Entwicklung wird durch verschiedene Maßnahmen unterstützt, darunter der verstärkte Einsatz von Wärmepumpen, der Ausbau der Wärmenetze sowie die energetische Sanierung von Gebäuden, wodurch der Gesamtenergieverbrauch zusätzlich gesenkt wird.

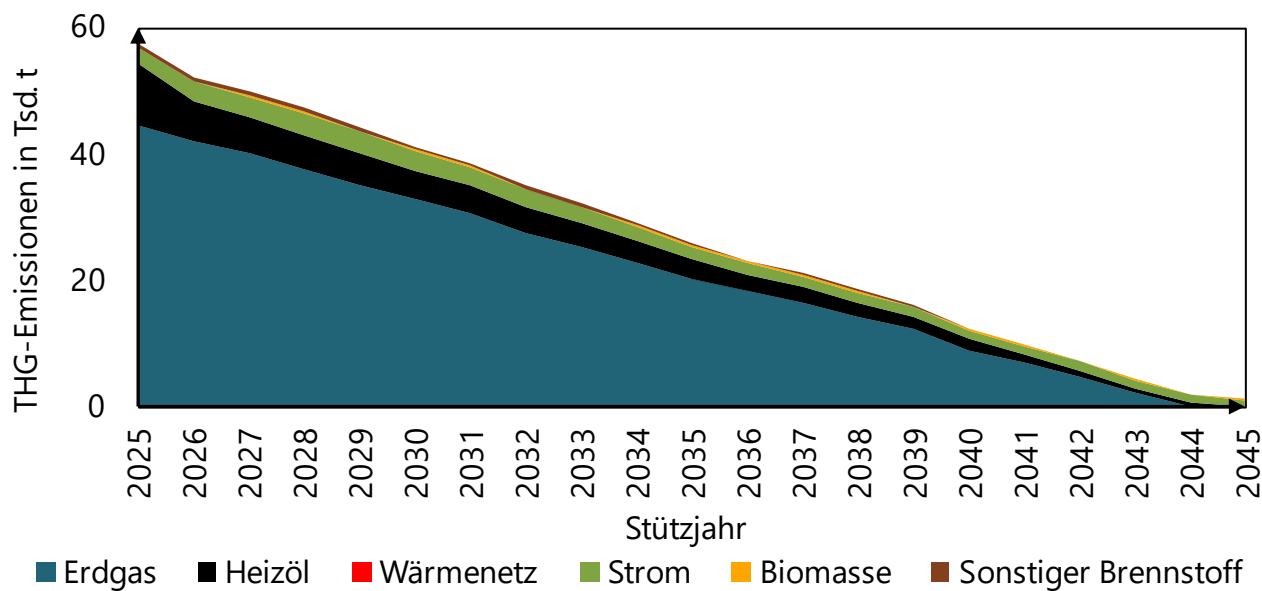


Abbildung 78: Treibhausgasemissionen des Wärmebedarfs [eigene Darstellung]

### 5.4.4 Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Nach Anlage 2 des WPG ist der „jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in kWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent“ darzustellen. Für das Zielszenario wird angenommen, dass das Wärmenetz vollständig durch eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe versorgt wird, die ihre Energie aus dem Abfluss der Kläranlage Bergneustadt bezieht.

Anstelle der Abwärme aus der Kläranlage können grundsätzlich auch andere erneuerbare Wärmequellen wie Luft-Wasser-Wärmepumpen genutzt werden. Ebenso ist eine Kombination aus Grund- und Spitzenlasterzeugung denkbar. Zur Deckung von Spitzenlasten können übergangsweise fossile



Brennstoffe wie Erdgas eingesetzt werden, die langfristig durch Biomasse oder grüne Gase ersetzt werden sollen. Dabei wird die Grundlast bzw. der EE-Anteil der Netze wie im WPG § 30 gefordert mindestens 65 % betragen.

#### 5.4.5 Entwicklung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Zielszenario

Unter der Annahme, dass das Wärmenetz der Altstadt 2032 fertiggestellt wird und alle als sinnvoll identifizierten Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen werden, kann der nachfolgend dargestellte Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung erreicht werden. Abbildung 79 zeigt die potenzielle Entwicklung des Anteils von Wärmenetzen im Vergleich zu anderen Energiequellen im Zeitraum von 2025 bis 2045. Zu Beginn liegt der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung noch bei 0 %. Erst in 2032 ist ein deutlicher Anstieg auf knapp 1,5 % zu erkennen, da dies der festgelegten Bauzeitpunkt für das Wärmenetz ist.

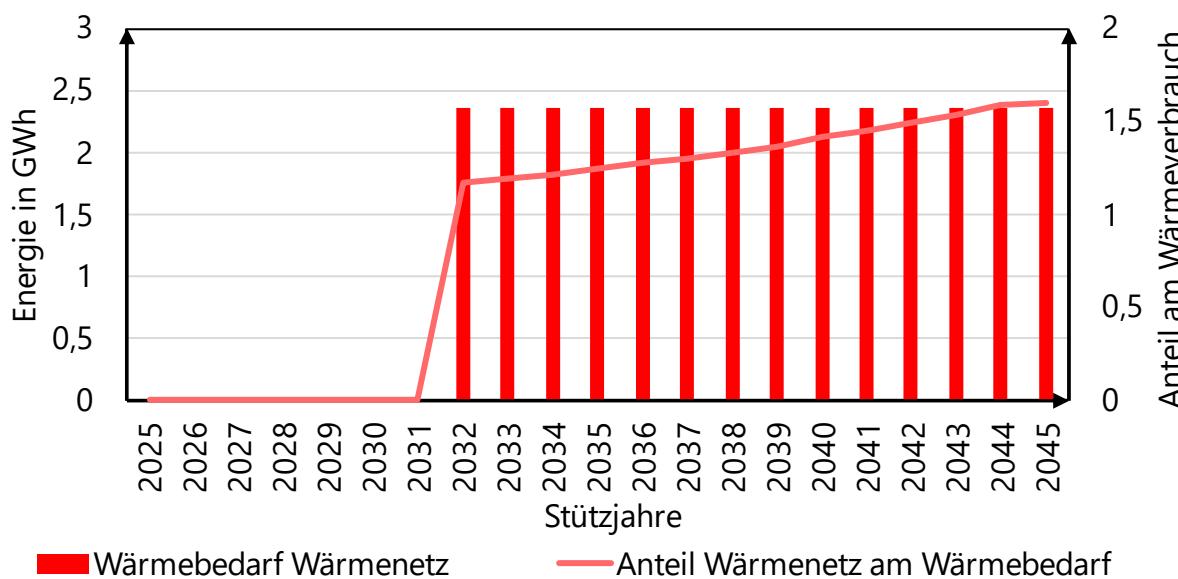


Abbildung 79: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung [eigene Darstellung]

Das Wärmenetzgebiet in der Altstadt betrifft im Zielszenario insgesamt 87 Gebäude, was einen Anteil von 1,9 % des Gebäudebestandes in Bergneustadt ausmacht. In Abbildung 80 ist die prognostizierte Zunahme der angeschlossenen Gebäude im Zeitverlauf, die maßgeblich von den geplanten Netzausbau und der Anschlussbereitschaft der Gebäudeeigentümer beeinflusst wird.

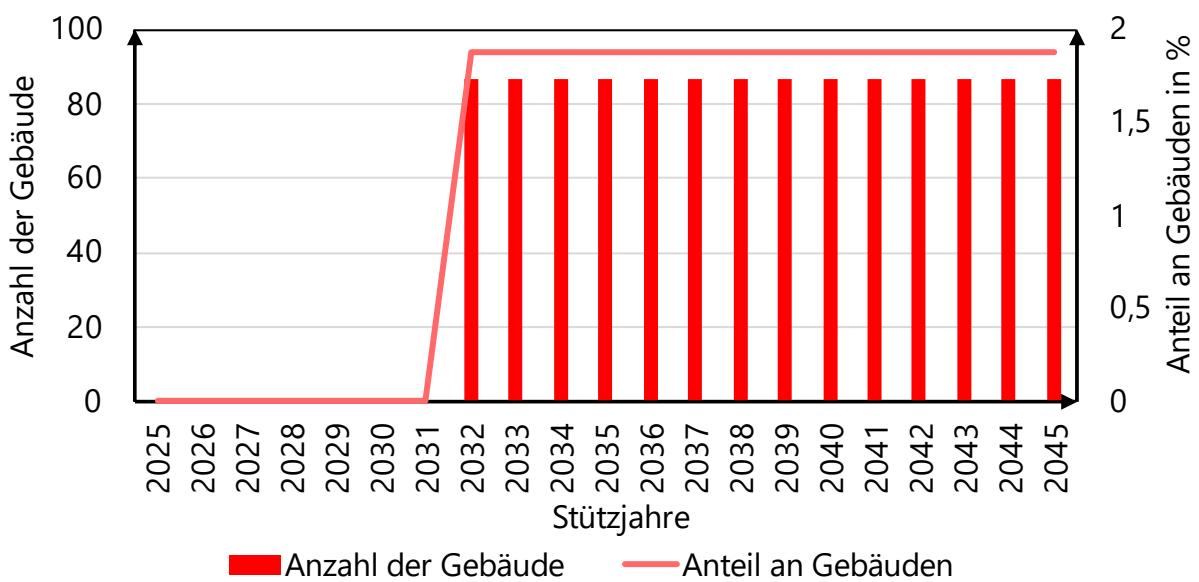


Abbildung 80: Anzahl und Anteil der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz [eigene Darstellung]

#### 5.4.6 Entwicklung der Gasversorgung im Zielszenario

Die Nutzung von Erdgas als Energieträger spielt derzeit noch eine zentrale Rolle in der Wärmeversorgung von Bergneustadt. Abbildung 81 zeigt die prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs im Gasnetz sowie den Anteil von Erdgas am Gesamtwärmeverbrauch im Zeitraum von 2025 bis 2045.

Im Jahr 2025 beträgt der Anteil von Erdgas am gesamten Wärmeverbrauch noch 77 %. In den folgenden Jahren nimmt dieser Anteil kontinuierlich ab, bedingt durch die schrittweise Umstellung auf alternative Heiztechnologien. Bis 2030 reduziert sich der Anteil auf 64 %, im Jahr 2035 liegt er noch bei 45 %.

Nach 2035 beschleunigt sich der Rückgang, insbesondere durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen und den Ausbau des Wärmenetzes. Bis 2040 beträgt der Anteil von Erdgas nur noch 22 %, und bis 2045 verschwindet Erdgas vollständig aus der Wärmeversorgung.

Diese Entwicklung zeigt, dass das Gasnetz in Bergneustadt schrittweise an Bedeutung verliert und bis 2045 vollständig außer Betrieb genommen wird. Der Rückgang erfolgt sowohl durch den Wechsel zu erneuerbaren Wärmetechnologien als auch durch die energetische Sanierung von Gebäuden, die den Gesamtwärmebedarf zusätzlich senkt. Die Transformation des Wärmesektors erfordert eine koordinierte Planung, um eine geordnete Stilllegung der Gasinfrastruktur sicherzustellen und gleichzeitig alternative Versorgungswege rechtzeitig bereitzustellen.

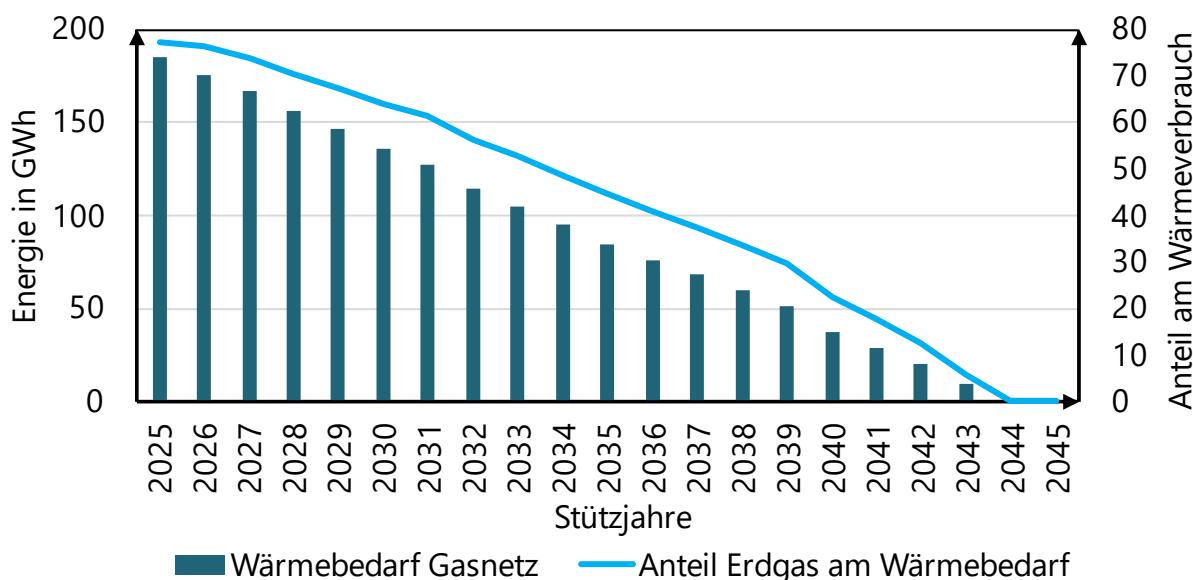


Abbildung 81: Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger [eigene Darstellung]

Die Anzahl der Gebäude, die über das Gasnetz versorgt werden, nimmt im Zielszenario kontinuierlich ab. Abbildung 82 zeigt die prognostizierte Entwicklung der Gebäudeanzahl und den Anteil der an das Gasnetz angeschlossenen Gebäude im Zeitraum von 2025 bis 2045. Im Jahr 2025 sind noch etwa 3.434 Gebäude an das Gasnetz angeschlossen, was einem Anteil von knapp 74 % aller Gebäude entspricht. Durch die schrittweise Umstellung auf alternative Heizsysteme nimmt diese Zahl kontinuierlich ab. Bis 2045 verschwindet die Erdgasversorgung vollständig.

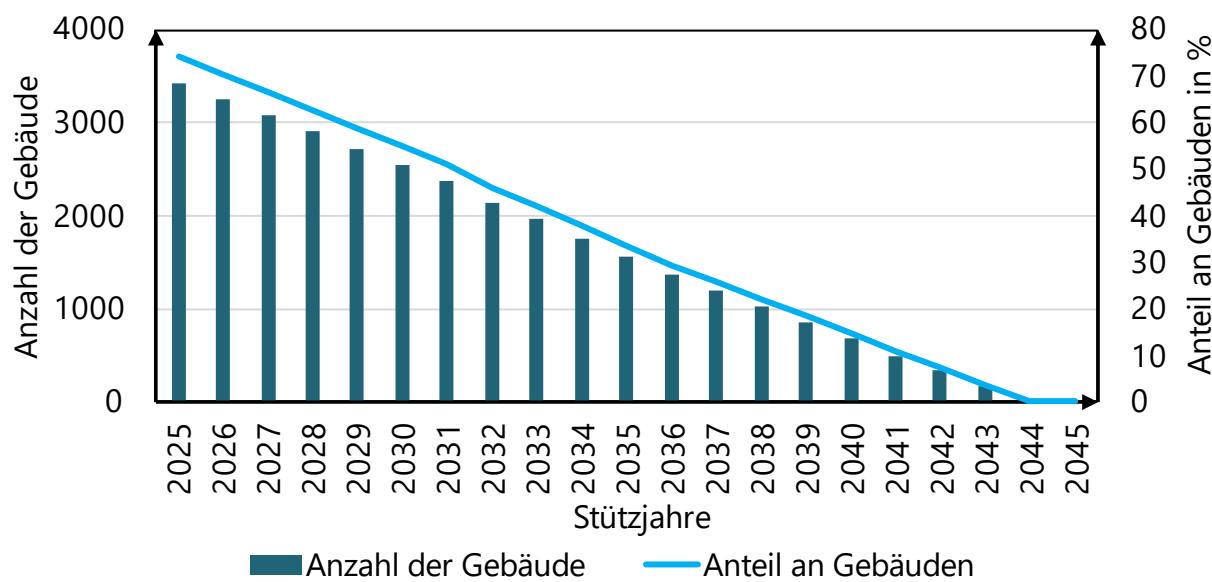


Abbildung 82: Gebäude mit Anschluss ans Gasnetz und Anteil im beplanten Gebiet [eigene Darstellung]

#### 5.4.7 Elektrische Belastung durch dezentrale Wärmepumpen

Die Transformation zu einer Wärmeversorgung basierend auf dezentralen Wärmepumpen wird eine nennenswerte Zusatzbelastung auf die Stromnetze im Lastfall haben. Dies ist insbesondere dadurch



begründet, dass Wärmepumpen einen hohen Gleichzeitigkeitsfaktor aufweisen. Die installierte elektrische Leistung, durch die im Szenario zugebauten Luft-Wasser-Wärmepumpen, unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeitskurve aus [33] für das Zieljahr 2045 ist auf Baublockebene in Abbildung 83 dargestellt.<sup>8</sup>

Die Ergebnisse zeigen, dass insgesamt 32 der 336 Baublöcke eine elektrische Leistung von über 100 kW durch die Wärmepumpen aufweisen. Wiederum 146 der 336 Baublöcke (über 40 %) liegen oberhalb von 50 kW. Diese Baublöcke verteilen sich über fast alle Stadtteile. Es ist jedoch zu beachten, dass ein Teil der Baublöcke mit hoher elektrischer Leistung in Gewerbegebieten liegt. In diesen Gebieten sind vermutlich einige Gebäude direkt über Kundenstationen versorgt, sodass die Rückwirkung auf die Niederspannungsnetze gering ist. Auf das gesamte Stadtgebiet bezogen liegt die elektrische Belastung unter Annahme eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,78 bei 16,9 MW [33]. Vereinfacht entspricht dies der Kapazität von 42 Ortsnetzstationen der Bemessungsscheinleistung 400 kVA. Die Auswertungen zeigen, dass die Transformation des Wärmesektors eine zusätzliche Belastung für die Stromnetze darstellt. Eine konkrete Zielnetzplanung und potenzielle Ertüchtigung der Stromnetze ist dementsprechend für einen erfolgreichen Transformationsprozess unerlässlich.

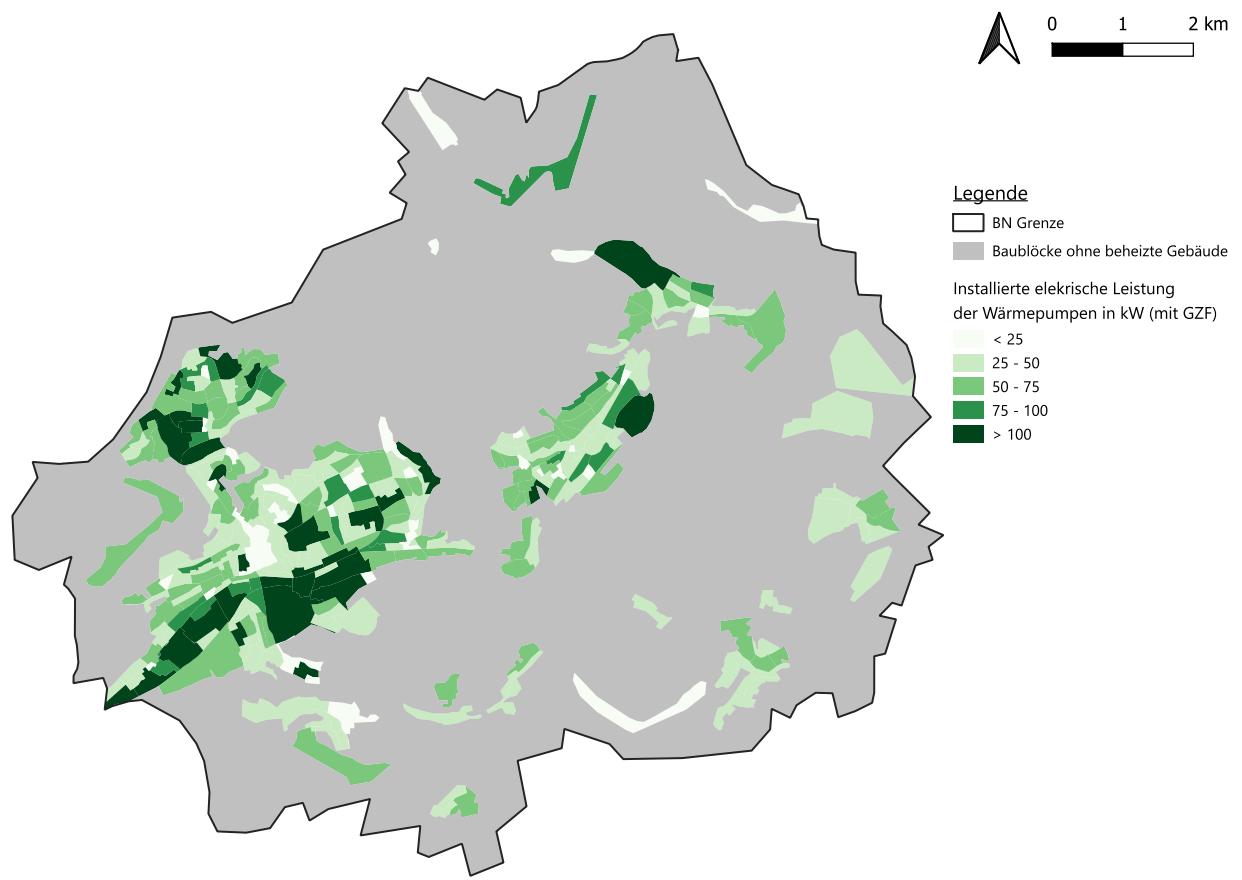


Abbildung 83: Elektrische Leistung der dezentralen Wärmepumpen im Stützjahr 2045 auf Baublockebene [eigene Darstellung]

<sup>8</sup> Bei der Darstellung sind nur dezentrale Heizungen betrachtet worden und keine Wärmeerzeuger der Wärmenetze.



## 6 Strategie und Maßnahmenkatalog

In den folgenden Abschnitten sind die Maßnahmen beschrieben, welche eine erfolgreiche Transformation des Wärmesektors begünstigen können. Im Fokus liegen hier kommunikative Maßnahmen für die Kommunalverwaltung sowie infrastrukturelle Planungsmaßnahmen für die Netzbetreiber der Sparten Strom, Gas und Wärme. Die Sortierung ist dabei insbesondere nach Priorität gewählt.

Nr.	Maßnahmenbezeichnung	Verant-wortlich	Kategorie	Priorität	Zeitraum	Beeinflussbar durch Stadt-verwaltung
1	Machbarkeit Wärmenetz (BEW)	Kommune, Netzbetreiber	Netze und Infrastruktur	Hoch	in 2026	Mittel
2	Stromnetzplanung	Netzbetreiber	Netze und Infrastruktur	Hoch	2026, fortlaufend	Niedrig
3	Gasnetzstrategie	Netzbetreiber	Netze und Infrastruktur	Mittel	2026-2027	Niedrig
4	Energieleitplanung	Kommune und Netzbetreiber	Netze und Infrastruktur	Hoch	2026-2027	Mittel
5	Integrierte Tiefbauplanung	Kommune und Netzbetreiber	Netze und Infrastruktur	Mittel	bis 2028	Niedrig
6	Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung	Kommune	Stadtplanung	Hoch	nach der KWP	Hoch
7	Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung	Kommune	Netze und Infrastruktur	Niedrig	2030-2033	Mittel
8	Lokale Leuchtturmprojekte der Kommune	Kommune	Bau- und Sanierungs-vorhaben	Mittel	ab sofort	Mittel
9	Eignungsprüfung für Freiflächensolaranlagen	Kommune und Energieversorger	Energiegewinnung	Mittel	2026	Niedrig
10	Ausbau von Photovoltaikanlagen	Kommune und Energieversorger	Energiegewinnung	Mittel	ab 2027	Mittel
11	Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Wärmebedarfsreduktion kommunaler Liegenschaften und Umsetzung	Kommune	Bau- und Sanierungs-vorhaben	Mittel	bis 2028	Hoch
12	Aktionen und Angebote durch lokalen Energieversorger (und/oder Handwerk) für Heizungen	Energieversorger, Handwerk	Öffentlichkeitsarbeit	Niedrig	ab sofort	Hoch
13	Digitale Bürgerinformation über die Wärmewende	Kommune	Öffentlichkeitsarbeit	Mittel	nach der KWP	Hoch



## 6.1 Wärmenetzmachbarkeitsstudie

Diese Maßnahme ist essenziell, da sie die technische und wirtschaftliche Grundlage für den Auf- oder Ausbau von Wärmenetzen bildet. Ohne diese Untersuchung sind keine Fördermittel aus der BEW abrufbar. Der Zeithorizont 2026 ergibt sich logisch aus dem geplanten Abschluss der KWP, da sie deren Ergebnisse konkretisiert. Die Kosten variieren stark, je nach Komplexität der Netze, sind aber durch die mögliche BEW-Förderung gut absicherbar.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Wärmenetzmachbarkeitsstudie
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Eine Wärmenetzmachbarkeitsstudie nach BEW (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) ist eine technisch-wirtschaftliche Voruntersuchung, die prüft, ob und wie sich ein klimaneutrales Wärmenetz wirtschaftlich und praktisch realisieren lässt. Sie ist ein verpflichtender erster Schritt, um eine Förderung im Rahmen der BEW zu beantragen, insbesondere für die Module 1 (Transformationsplanung) und 2 (Errichtung/Erweiterung).
<b>Voraussetzungen</b>	Durch die kommunale Wärmeplanung (oder andere Ansätze) wurden potenzielle Wärmenetze identifiziert, wo jedoch eine Machbarkeitsprüfung aussteht.
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wann mit Maßnahme starten: Zeitnah nach der KWP</li><li>▪ Dauer der Maßnahme: 6-12 Monate (nur Planungsmaßnahmen)</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Erfüllung der Voraussetzung (siehe oben) und Wille der weiteren Prüfung der Machbarkeit von Wärmenetzen von den Verantwortlichen (Kommune / Energieversorger)</li><li>2. Entweder Beantragung von Fördermitteln über die BEW-Förderung oder Finanzierung der Untersuchung aus anderen Mitteln</li><li>3. ggf. Ausschreibung der Planungsleistung</li><li>4. Untersuchung der Wärmenetzmachbarkeit z.B. nach den Anforderungen nach BEW (<a href="https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/bew_merkblatt_antragstellung_m1.pdf?blob=publicationFile&amp;v=2">https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/bew_merkblatt_antragstellung_m1.pdf?blob=publicationFile&amp;v=2</a>)<ol style="list-style-type: none"><li>1. Auflistung der voraussichtlichen Projektbeteiligten</li><li>2. Lage/Standort des geplanten Wärmenetzsystems</li><li>3. Konzept des Wärmenetzes</li><li>4. Zeitplanung Machbarkeitsstudie</li><li>5. Zeitplanung Bau des Wärmenetzes</li></ol></li></ol>
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erwartete Kosten: 20-200 Tsd. € ggf. noch mehr (Netzplanungskosten)</li><li>▪ Kosten für Netzausbau können nicht verlässlich abgeschätzt werden</li><li>▪ Kostenträger: Kommune/Stadtwerke/Netzbetreiber</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Potenzieller Wärmenetzbetreiber in Kombination mit BEW



## 6.2 Stromnetzplanung

Die frühzeitige Netzanalyse ist entscheidend für eine realistische Wärmewende (ohne Netzreserven keine Elektrifizierung). Der Zeitraum ab 2026 ist realistisch, da vorher Ergebnisse der Wärmeplanung abgewartet werden müssen. Die Planungskosten sind kalkulierbar, der Ausbau selbst langfristig.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Stromnetzplanung
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Analyse der zukünftigen Belastung und Ausbauanforderungen im Stromnetz unter Berücksichtigung von Elektrifizierungstrends (z.B. Wärmepumpen, E-Mobilität). Ziel ist es, Engpässe frühzeitig zu identifizieren und geeignete Maßnahmen zur Netzertüchtigung zu entwickeln.
<b>Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Starker Fokus in der Kommune (oder zumindest Teilgebiete) auf dezentrale Technologien</li><li>▪ Wenn schon Stromnetzplanung vorhanden → evtl. Überplanung der bestehenden Infrastruktur</li></ul>
<b>Zeitlicher Horizont</b>	Wann mit Maßnahme starten: Zeitnah nach Projektende (evtl. Wärmenetzmachbarkeit in Teilgebieten abwarten) Wann Abschluss der Maßnahme: in 2-3 Jahren (nur Planungsmaßnahmen) Dauer der Maßnahme: 6-12 Monate (nur Planungsmaßnahmen) Netzausbaumaßnahmen sind ein kontinuierlicher Prozess nach der Planung
<b>Erforderliche Schritte</b>	Rücksprache mit dem Stromnetzbetreiber zum Stand der Netzplanung Zeithorizont zur Überplanung/Neuplanung abstecken Netzplanung durchführen Netzausbaumaßnahmen identifizieren Netzausbaumaßnahmen abstimmen und durchführen
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erwartete Kosten: 20-100 Tsd. € (Netzplanungskosten); Kosten für Netzausbau können nicht verlässlich abgeschätzt werden</li><li>▪ Kostenträger: Stromnetzbetreiber</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Keine Förderungsmöglichkeiten bekannt



### 6.3 Gasnetzstrategie

Die Transformation des Gasnetzes ist unverzichtbar. Sie ist nach KWP logisch, um Rückbau/Umnutzung zu planen. Die Planungskosten sind abschätzbar.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Gasnetzstrategie
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Untersuchung zur zukünftigen Rolle des Gasnetzes unter Dekarbonisierungsaspekten, insbesondere im Hinblick auf Rückbau, Umnutzung oder selektive Umstellung auf grüne Gase / Wasserstoff. Die Strategie bewertet wirtschaftliche und technische Konsequenzen auf Quartiersebene.
<b>Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Durch die kommunale Wärmeplanung (oder andere Ansätze) wurden bestehende Gasnetzgebiete in ihrer Gesamtheit nicht als zukünftige Wasserstoff- EE-Gas-Netze identifiziert.</li><li>▪ Für diese, nicht als zukünftige Wasserstoff- EE-Gas-Netze identifizierten Gebiete sind Gasnetzstillstellungs- und Gasnetzrückbaumaßnahmen zu planen.</li></ul>
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wann mit Maßnahme starten: Zeitnah nach Projektende der KWP</li><li>▪ Wann Abschluss der Maßnahme: in 2-3 Jahren (nur Planungsmaßnahmen)</li><li>▪ Dauer der Maßnahme: 6-12 Monate (nur Planungsmaßnahmen)</li><li>▪ Netzumbau-, Netzstilllegungs- und Netzrückbaumaßnahmen sind ein kontinuierlicher Prozess nach der Planung</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Rücksprache mit dem Gasnetzbetreiber zum Stand der Gasnetzstrategie</li><li>2. Zeithorizont zur Strategieerstellung abstecken</li><li>3. Erstellung Gasnetzstrategie</li><li>4. Identifikation von Netzumbau-, Netzstilllegungs- und Netzrückbaumaßnahmen</li><li>5. Netzumbau-, Netzstilllegungs- und Netzrückbaumaßnahmen abstimmen und durchführen</li></ol>
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erwartete Kosten: 20-100 Tsd. € (Gasnetzstrategie); Kosten für Netzumbau-, Netzstilllegungs- und Netzrückbaumaßnahmen können erst mit vorliegender Gasnetzstrategie verlässlich abgeschätzt werden</li><li>▪ Kostenträger: Gasnetzbetreiber</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Keine Förderungsmöglichkeiten bekannt



## 6.4 Energieleitplanung

Sie ermöglicht eine sektorübergreifende Koordination von Wärme, Strom, Gas und erneuerbaren Energiequellen. Diese Komplexität macht eine mittelfristige Bearbeitung sinnvoll (2026–2027). Die Kosten sind hoch, aber für eine strategische Weichenstellung angemessen.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Energieleitplanung
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Ganzheitliche räumliche Planung von Energieinfrastrukturen unter Einbeziehung von Wärme, Strom, Gas und erneuerbaren Energiequellen. Sie dient als strategischer Orientierungsrahmen für Kommunen zur Koordination sektorübergreifender Maßnahmen.
<b>Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Je mehr Infrastrukturen (Strom, Gas, Wärme, ggf. weitere) im Betrachtungsgebiet eine Rolle spielen, desto eher macht eine gesamtheitliche Analyse sinn</li><li>▪ Diese hat den Zweck den Ausbaubedarf von den o.g. aufeinander abzustimmen und zu optimieren.</li></ul>
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wann mit Maßnahme starten: Nach der KWP oder jederzeit bei Bedarf</li><li>▪ Dauer der Maßnahme: 12 Monate oder länger je nach Komplexität (nur Planungsmaßnahmen)</li><li>▪ Netzausbaumaßnahmen sind ein kontinuierlicher Prozess nach der Planung</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Rücksprache mit den Strom-, Gas und Wärmenetzbetreiber zum Stand der Netzplanung und Identifizierung, ob es eine spartenübergreifende, szenariobasierte Netzplanung gibt</li><li>2. Energieleitplanung durchführen</li><li>3. Netzausbaumaßnahmen identifizieren</li><li>4. Netzausbaumaßnahmen abstimmen und durchführen</li></ol>
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erwartete Kosten: 100-200 Tsd. € und mehr (Netzplanungskosten);</li><li>▪ Kosten für Netzausbau können nicht verlässlich abgeschätzt werden</li><li>▪ Kostenträger: Netzbetreiber</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Keine Förderungsmöglichkeiten bekannt



## 6.5 Integrierte Tiefbauplanung

Diese Maßnahme spart Kosten, da mehrfaches Aufgraben vermieden wird. Ein früher Beginn ist empfehlenswert. Kosten sind projektabhängig, aber im Verhältnis hoch effizient.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Integrierte Tiefbauplanung
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Bündelung und Koordination von Tiefbaumaßnahmen (z.B. Strom, Wasser, Wärme, Breitband) zur Minimierung von Kosten, Verkehrsbehinderungen und mehrfachen Aufbrüchen. Ziel ist die effiziente Umsetzung unterschiedlicher Infrastrukturausbauten in einem Arbeitsgang.
<b>Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Durch die hohe Notwendigkeit von Infrastrukturmaßnahmen im Rahmen der Energiewende ist es sinnvoll einen möglichst abgestimmten Tiefbau zu betreiben</li><li>▪ Falls es im Betrachtungsgebiet noch keine detaillierte Abstimmung zwischen Tiefbau-Akteuren gibt, wäre die Maßnahme grundsätzlich sinnvoll</li></ul>
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wann mit Maßnahme starten: Jederzeit/sofort</li><li>▪ Dauer der Maßnahme: Je nach Komplexität der Akteursstruktur und angestrebtes Level der Digitalisierung 6 bis 18 Monate</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Identifizierung möglichst aller Akteure, die im Planungsgebiet Tiefbau betreiben (oder zukünftig betreiben wollen)</li><li>2. Recherche des bisherigen Abstimmungsprozesses zwischen den Akteuren (falls vorhanden)</li><li>3. Analyse von Verbesserungsoptionen, wie einer zentralen Austauschplattform von geplanten Tiefbaumaßnahmen</li></ol>
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erwartete Kosten: unklar</li><li>▪ Kostenträger: unklar</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Keine Förderungsmöglichkeiten bekannt



## 6.6 Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung

Diese Maßnahme stellt sicher, dass Erkenntnisse und Zielsetzungen der Wärmeplanung rechtlich und planerisch verbindlich werden. Da sie unmittelbar nach Abschluss der KWP erfolgen kann, ist der gewählte Zeitraum sachgerecht. Die Kosten sind überschaubar, da hauptsächlich interne Abstimmungen erforderlich sind.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Verankerung der Ergebnisse und Zielbilder der kommunalen Wärmeplanung in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen. Dadurch sollen energetische Zielsetzungen frühzeitig im planerischen Verfahren berücksichtigt werden.
<b>Voraussetzungen</b>	Vorliegende der Kommunalen Wärmeplanung Die KWP ist bei Bauleitplanungen und „flächenbedeutsamen Planungen“ zu berücksichtigen: Nach § 27 (3) WPG sind die Wärme- und ggf. Wasserstoffnetzeignungsgebiete in Abwägungs- und Ermessensentscheidungen zu berücksichtigen bei einer Aufstellung, Änderung, Ergänzung oder Aufhebung eines Bauleitplans und einer anderen flächenbedeutsamen Planung oder Maßnahme einer öffentlichen Stelle [...]
<b>Zeitlicher Horizont</b>	Beginnend mit der Fertigstellung der KWP
<b>Erforderliche Schritte</b>	1. Beteiligungen im Rahmen von B-Plänen, Veränderungen / Überarbeitungen Flächennutzungsplan und anderer städtebaulichen (auch informellen) Planungen für das Stadtgebiet (etwa Satzungen) 2. (Fortführung der) Einbindung von der Verwaltungsinternen Gruppe „Kommunale Wärmeplanung/Klimaschutzmanagement“ in strategische Planungen (bspw. Leitlinien) für kommunaler Liegenschaften 3. Berücksichtigung der Wärmeversorgung als Thema im Umweltbericht
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Kostenträger: Kommune</li><li>▪ Kostenaufwand: nicht näher spezifizierbar</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Nicht relevant



## 6.7 Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung

Notwendig zur Fortschreibung des kommunalen Fahrplans. Zeitraum 2030 - 2033 orientiert sich an gesetzlichen Vorgaben. Kosten sind für die Planung moderat, Datenaufbereitung ggf. aufwändiger.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Überarbeitung und Fortschreibung bestehender Wärmepläne unter Einbezug neuer Daten, Entwicklungen und technischer Rahmenbedingungen. Dient der kontinuierlichen Anpassung der Wärmewendeziele an aktuelle Erkenntnisse und Gegebenheiten.
<b>Voraussetzungen</b>	Kommunale Wärmeplanung liegt vor
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wann mit Maßnahme starten: Spätestens 5 Jahre nach der zuvor erstellten Kommunalen Wärmeplanung</li><li>▪ Dauer der Maßnahme: 10-24 Monate (abhängig von der Größe der Kommune)</li><li>▪ Die Qualität der vorangegangenen KWP und Datenübergabe hat maßgeblich Einfluss auf den Projektaufwand</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Bestandsanalyse (inkl. Einarbeitung der bisherigen Ergebnisse)</li><li>2. Potenzialanalyse</li><li>3. Überarbeitung des Zielszenarios</li><li>4. Abstimmung und Anpassung der Wärmewendestrategie</li><li>5. Identifizierung von neuen Maßnahmen und Anpassung von bestehenden Maßnahmen</li></ol>
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erwartete Kosten: ca. 50 Tsd. €</li><li>▪ Kostenträger: Kommune</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Konnexitätszahlungen des Landes NRW



## 6.8 Lokale Leuchtturmprojekte der Kommune

Vorzeigeprojekte erhöhen die Akzeptanz. Sofortiger Start ist möglich.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Lokale Leuchtturmprojekte der Kommune
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Umsetzung innovativer oder besonders sichtbarer Projekte mit Vorbildcharakter zur Förderung klimafreundlicher Energieversorgung. Sie sollen die Akzeptanz steigern und als praxisnahe Anschauungsobjekte für weitere Maßnahmen dienen.
<b>Voraussetzungen</b>	Keine direkten Voraussetzungen notwendig
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wann mit Maßnahme starten: Jederzeit</li><li>▪ Wann Abschluss der Maßnahme: Abhängig vom zu sanierenden/modernisierenden Objekt</li><li>▪ Dauer der Maßnahme: Abhängig vom zu sanierenden/modernisierenden Objekt</li><li>▪ Sanierungs-/Modernisierungsmaßnahmen sind ein kontinuierlicher Prozess</li><li>▪ Abhängig vom Sanierungsstand der Objekte und der Finanzierungssituation der Kommune</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Identifizierung von Objekten<ol style="list-style-type: none"><li>a. die im Vergleich zu Referenzgebäuden einen hohen Energieverbrauch aufweisen</li><li>b. bei denen ein aktueller Handlungsbedarf besteht (bspw. Schäden an Heizung /Gebäude)</li><li>c. Notwendigkeit neuer Räumlichkeiten (bspw. der geplante Umzug einer Abteilung in ein neues Bestandsgebäude)</li><li>d. Notwendigkeit durch Entwicklungsprojekte (bspw. Durchführung der Landesgartenschau, Einführung von Naturschutzgebieten)</li></ol></li><li>2. Priorisierung der identifizierten Objekte nach Dringlichkeit</li><li>3. Auswahl der konkret zu sanierenden/modernisierenden Objekt</li><li>4. Abstimmung der Finanzierung von Sanierungs-/Modernisierungsmaßnahmen für die ausgewählten Objekte</li><li>5. Planung und Durchführung der entsprechenden Sanierungs-/Modernisierungsmaßnahmen der ausgewählten Objekte</li><li>6. Parallel zu Schritt 3 bis 5 sollte die Öffentlichkeit kontinuierlich informiert werden. Bspw. durch Zeitungsartikel, Infoveranstaltungen, digitale (Fotos/Videos) Dokumentation der Planungs- und Durchführungsmaßnahmen im Internet (digitale Baustellentagebuch), Führung und Expertengespräche auf Baustellen für die Öffentlichkeit</li></ol>
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erwartete Kosten: Kann nicht geschätzt werden, da abhängig vom zu sanierenden/modernisierenden Objekt</li><li>▪ Kostenträger: Kommune</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Landes- und Bundesförderprogramme (Bspw. BEG der KfW)



## 6.9 Eignungsprüfung für Freiflächensolaranlagen

Strategisch wichtig für PV-Ausbau. Die Prüfung erfolgt 2025 und ist Planungsgrundlage. Die Kosten sind moderat und gut planbar. Die Maßnahme ist vergleichbar mit der Maßnahme „Flächenmanagement „aus dem Klimaschutzkonzept der Stadt Bergneustadt.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Eignungsprüfung für Freiflächensolaranlagen
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Identifikation geeigneter kommunaler oder privater Flächen für Photovoltaikfreiflächenanlagen unter rechtlichen, technischen und naturschutzfachlichen Aspekten. Die Prüfung unterstützt die strategische Planung zur lokalen Stromerzeugung.
<b>Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vorliegende grobe Potenzialanalyse für Freiflächen-PV</li><li>▪ Diverse Flächen ermittelt</li><li>▪ Identifikation potenzieller Solarthermie-Flächen in Nähe geeigneter Abnahmestrukturen</li></ul>
<b>Zeitlicher Horizont</b>	2025 Analyse für 1 Jahr, Umsetzung über mehrere Jahre
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Eigentümerermittlung und Ansprache (Agrarbetriebe, Parkplatzbetreiber, Kommune)</li><li>2. Flächenanalyse durchführen inkl. Netzlänge bis zum Mittelspannungsnetzanschluss</li><li>3. (Unterstützung bei Projektinitiierung und -entwicklung durch die Kommune)</li></ol>
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 10.000 bis 20.000 € / a, abhängig von der Größe der Anlagen, Anzahl der Flächen etc.</li><li>▪ Kostenträger: vor. EVU oder ggf. Kommune</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	ggf. Fördermittel



## 6.10 Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen, Verkehrsinfrastruktur und kommunalen Gebäuden

Setzt direkt auf Erkenntnissen der Eignungsprüfung auf. Der Zeitraum ab 2027 ergibt sich aus Umsetzungsreife. Die Kosten sind hoch, aber durch Eigenstromerzeugung wirtschaftlich. Die Maßnahme ist vergleichbar mit der Maßnahme „Ausbau von Photovoltaikanlagen auf kommunalen Gebäuden“ aus dem Klimaschutzkonzept der Stadt Bergneustadt.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen, Verkehrsinfrastruktur und kommunalen Gebäuden
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Konzeption und Umsetzung von PV-Anlagen auf Freiflächen zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Stromerzeugung.
<b>Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Eignungsprüfung ggf. gesondert vorgelagert durchführen</li><li>▪ Reale Flächenverfügbarkeit</li><li>▪ Bauliche Voraussetzungen bei kommunalen Dächern</li><li>▪ Ggf. unter Beachtung der kommunalen Finanzierungsregelungen</li></ul>
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wann mit Maßnahme starten: Grundsätzlich zeitnah nach Projektende</li><li>▪ Wann Abschluss der Maßnahme: Wenn der Zielausbauzustand erreicht ist</li><li>▪ Dauer der Maßnahme: 3 bis 8 Jahre</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Erstellung einer PV-Ausbaustrategie (siehe auch Eignungsprüfung): Analyse der real nutzbaren Fläche, Netzanschlussprüfung etc.</li><li>2. Zubau von PV-Anlagen (reine Solarparks) auf Freiflächen, Doppelnutzung (z.B. Agri-PV, Biodiversitäts-PV) und Verkehrsinfrastruktur (Parkplätze-PV auch von Supermarktketten und weitere Unternehmen mit großen Parkplätzen)</li><li>3. PV-Installation auf Gebäuden. Für die städtischen Gebäude:<ol style="list-style-type: none"><li>a) Abwägung der Dachflächennutzung für PV oder Solarthermie (Vorteile, Effizienz, Anforderungen und Voraussetzungen)</li><li>b) Prüfung statischer Gegebenheiten sowie möglicher bauliche Einschränkungen</li></ol></li></ol>
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Kostenträger: Kommune/Versorger</li><li>▪ Für z.B. in Summe 10 MWp: 6.000.000 € für Freiflächen, oder ca. 12.000.000 € für kommunale Dächer</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ggf. Fördermittel von Land, Bund, EU</li><li>▪ Rechnet sich theoretisch mittel- bis langfristig selbst</li></ul>



## 6.11 Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Wärmebedarfsreduktion kommunaler Liegenschaften und Umsetzung

Reduktion des Wärmeverbrauchs senkt langfristig Kosten. Maßnahmen starten nach KWP, da Gebäude analysiert werden müssen. Die Kosten variieren je Gebäude, sind aber förderfähig. Die Maßnahme ist vergleichbar mit „Einführung eines Energiemanagements“ im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Wärmebedarfsreduktion kommunaler Liegenschaften und Umsetzung
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Systematische Erfassung, Analyse und Priorisierung von Einsparmaßnahmen in öffentlichen Gebäuden zur Senkung des Wärmebedarfs. Die Strategie wird durch konkrete Investitions- und Sanierungsmaßnahmen ergänzt.
<b>Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Es gibt noch fossile (oder ineffiziente) Wärmeversorgung in kommunalen Gebäuden</li><li>▪ Personal und/oder Ressourcen für Beauftragung</li><li>▪ Genaue Gebäude-Bestands- und Potenzialanalyse</li></ul>
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wann mit Maßnahme starten: nach dem Projekt könnten geeignete Gebäude identifiziert werden und potenzielle Machbarkeitsstudien durchgeführt werden</li><li>▪ Wann Abschluss der Maßnahme: Nach dem Projekt</li><li>▪ Dauer der Maßnahme: ca. 1 Jahr + Umsetzungsdauer mehrere Jahre</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Identifikation von Gebäuden: Kartierung der kommunalen Gebäude Bestandsaufnahme: Alter, Nutzung, aktueller Energieverbrauch, Heizsysteme, bauliche/gewerbliche Besonderheiten</li><li>2. Priorisierung der Gebäude: Auswahl nach Einsparpotenzial, sozio-kultureller Bedeutung oder dringendem Sanierungsbedarf</li><li>3. Durchführung von Machbarkeitsprüfung: Erhebung von Investitions- und Personalkosten: Ermittlung der Kosten für Grundsanierung inkl. Heizungswechsel pro Liegenschaft</li><li>4. Zeitplanung und Meilensteine erstellen: Festlegung eines Umsetzungsfahrplans, Abstimmung mit Ausschüssen und Fördergebern</li></ol>
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Kostenträger: Kommune</li><li>▪ Strategie: 50 bis 200 Tsd. Euro</li><li>▪ Grundsanierung inkl. Heizungswechsel: ca. 400 bis 2.000 €/m<sup>2</sup> → ein- bis zweistellige Millionenbeträge je Gebäude</li><li>▪ stark abhängig von Gebäude und Technologie, hoher Invest wahrscheinlich, evtl. jedoch tatsächlich wirtschaftlich oder hoher Anteil der Kosten kann amortisiert werden</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ ggf. Fördermittel Land, Bund, EU</li></ul>



## 6.12 Weiterführen von Informationsveranstaltungen zum Thema Gebäudesanierungen für Bürgerinnen und Bürger

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Weiterführen von Infoveranstaltung mit den Bürgerinnen, Bürgern und Stakeholdern zum Thema Gebäudesanierung
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Auch in Zukunft sollen Veranstaltungen zu Themen der energetischen Sanierung angeboten werden. In der Vergangenheit fanden hierzu bereits Formate statt, beispielsweise: „Fachgerechte Energetische Sanierung - Möglichkeiten energetische Sanierung der Gebäudehülle“ oder „Fachgerechte Sanierung Fachwerkhaus, Bauen mit Lehm, Wärmedämmung“
<b>Voraussetzungen</b>	Keine
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wann mit Maßnahme starten: fortlaufend auf den in der KWP etablierten Formaten</li><li>▪ Wann Abschluss der Maßnahme: nie (evtl. nach Klimaneutralität, aber auch dann potenziell weiterer Mehrwert vorhanden)</li><li>▪ Dauer der Maßnahme: kein festes Ende (im Zweifel bis 2045)</li><li>▪ Regelmäßigkeit: 1 - 2mal im Jahr</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Festlegung Rhythmus und Inhaltsfokus (allgemein)</li><li>2. Terminfindung nach Bedarf; Einladung und Durchführung in Eigenregie bzw. durch Klimaschutzmanagement.</li><li>3. Werbung/Einladung</li><li>4. Durchführung der Veranstaltung</li></ol>
<b>Kostenplanung</b>	Durch Mittel und Ressourcen im Klimaschutzmanagement abgedeckt
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Keine



## 6.13 Aktionen und Angebote durch lokalen Energieversorger (und/oder Handwerk) für Heizungen

Niedrigschwellige Angebote (z. B. Heizungschecks) helfen Bürgerinnen und Bürgern direkt. Sofortiger Start ist möglich. Kosten liegen meist beim Anbieter.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Aktionen und Angebote durch lokalen Energieversorger (und/oder Handwerk) für Heizungen
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Initiierung konkreter Angebote wie Heizungschecks, Austauschprogramme oder Förderberatung in Zusammenarbeit mit lokalen Partnern. Die Maßnahme soll praktische Unterstützung für den Umstieg auf klimafreundliche Heizsysteme bieten.
<b>Voraussetzungen</b>	Grundsätzlich keine, aber es muss Anbieter geben, die das umsetzen wollen.
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wann mit Maßnahme starten: kann nach Projektende gestartet werden (evl. sinnvolle Maßnahme, wenn Entwicklung des Wärmesektors nicht zufriedstellend)</li><li>▪ Wann Abschluss der Maßnahme: kein zeitlicher Rahmen (im Zweifel wenn Klimaneutralität erreicht)</li><li>▪ Dauer der Maßnahme: kontinuierlich (keine feste Dauer)</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Absprache mit potenziellen Anbietern</li><li>▪ Umsetzung der Rabattaktion (evl. in Verbindung mit Infoveranstaltungen)</li></ul>
<b>Kostenplanung</b>	Erwartete Kosten: keine (nur evl. Reduktion von Marge beim Anbieter)
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Keine zusätzlichen Förderungsmöglichkeiten bekannt



## 6.14 Digitale Bürgerinformation über die Wärmewende

Digitale Formate erreichen viele Bürger niedrigschwellig. Der Start nach der KWP erlaubt inhaltlich fundierte Informationen. Die Kosten richten sich nach technischem Umfang, sind aber gestaffelt steuerbar.

Kategorie	Beschreibung
<b>Maßnahmenbezeichnung</b>	Digitale Bürgerinformation über die Wärmewende
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	Entwicklung und Betrieb digitaler Informationsplattformen oder Tools zur transparenten Darstellung der kommunalen Wärmewende. Ziel ist es, Bürgerinnen und Bürgern niedrigschwellig und kontinuierlich zu informieren und zum Mitmachen zu motivieren. Webseitenverlinkung von Stadt Bergneustadt zu Verbraucherzentrale NRW sowie Online-Bewerbung wichtiger Veranstaltungen (nach erfolgten Webseiten-Update)
<b>Voraussetzungen</b>	keine
<b>Zeitlicher Horizont</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Dauer der Maßnahme: kontinuierlich</li></ul>
<b>Erforderliche Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sammlung von Themen und Formaten über die Bürgerinnen und Bürger informiert werden können</li><li>▪ Themen: Heizungswechsel, Wärmepumpe, PV-Ausbau, anderer EE-Ausbau, dynamische Stromtarife uvm.</li><li>▪ Formate: Webseite, Veranstaltungen, Social Media</li></ul>
<b>Kostenplanung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erwartete Kosten: In Abhängigkeit des Aufwandes</li><li>▪ Über welchen Zeitraum: kontinuierlich</li><li>▪ Kostenträger: Kommune, Energieversorger</li></ul>
<b>Finanzierungsmechanismen</b>	Keine Förderungsmöglichkeiten bekannt



## 7 Verstetigungskonzept

Die Umsetzung einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Wärmeversorgung in Bergneustadt erfordert eine Verstetigungsstrategie. Diese Strategie stellt sicher, dass die einmal angestoßenen Projekte langfristig wirken und kontinuierlich weiterentwickelt werden. Dabei spielen verschiedene Akteure eine zentrale Rolle, die mit klar definierten Aufgaben zur erfolgreichen Umsetzung der Wärmewende beitragen.

### 7.1 Aufgaben der Akteure

Die Kommunalverwaltung übernimmt die zentrale Rolle in der Koordination und Steuerung der Wärmeplanung. Sie fungiert als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Akteuren und stellt sicher, dass alle Aktivitäten im Einklang mit den übergeordneten Zielen stehen. Zudem ist sie für das Fördermittelmanagement verantwortlich, indem sie Fördermittel auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene identifiziert und beantragt. Die Energieversorger sind für die technische Umsetzung zuständig, einschließlich der Planung, dem Bau und Betrieb von Wärmenetzen sowie der Integration erneuerbarer Energien wie Solarthermie, Geothermie und Biomasse. Sie bieten in der Regel auch Beratung und Unterstützung für private Haushalte und Gewerbebetriebe bei der Nutzung und Umstellung auf erneuerbare Wärmequellen. Eigentümerinnen und Eigentümer können sich aktiv an Planungsprozessen und Informationsveranstaltungen beteiligen, um die Akzeptanz und Unterstützung für die Projekte zu erhöhen. Sie investieren auch in erneuerbare Heizsysteme wie Wärmepumpen oder Solarthermieranlagen im privaten Bereich. Wohnungsbaugesellschaften und Immobilienentwickler berücksichtigen die Wärmeplanung bei der Errichtung neuer Wohn- und Gewerbegebäude, um von Anfang an eine nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten. Sie führen auch energetische Sanierungen bestehender Gebäude durch und rüsten diese mit modernen, erneuerbaren Heizsystemen nach. Handwerksbetriebe und Fachfirmen sind für die Installation, Wartung und Reparatur von Wärmeversorgungssystemen zuständig und bieten fachkundige Beratung für Haushalte und Unternehmen zur Auswahl und Implementierung der besten Heizlösungen. Finanzinstitute stellen maßgeschneiderte Finanzierungslösungen und Kredite für Investitionen in erneuerbare Wärmetechnologien bereit und beraten zu verfügbaren Förderprogrammen und unterstützen bei der Beantragung.

Tabelle 6: Aufgaben der Akteure

Akteur	Aufgaben
Kommunalverwaltung	Koordination und Steuerung: Die Kommunalverwaltung übernimmt die zentrale Rolle in der Koordination und Steuerung der Wärmeplanung. Sie fungiert als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Akteuren und stellt sicher, dass alle Aktivitäten im Einklang mit den übergeordneten Zielen stehen.  Fördermittelmanagement: Identifikation und Beantragung von Fördermitteln auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene zur Finanzierung der Projekte.
Energieversorger	Technische Umsetzung: Planung, Bau und Betrieb von Wärmenetzen sowie der Integration erneuerbarer Energien wie Solarthermie, Geothermie und Biomasse.  Beratung und Unterstützung: Bereitstellung von Expertise und Beratung für private Haushalte und Gewerbebetriebe hinsichtlich der Nutzung und Umstellung auf erneuerbare Wärmequellen.



<b>Eigentümerinnen und Eigentümer</b>	Aktive Beteiligung an Planungsprozessen und Informationsveranstaltungen, um die Akzeptanz und Unterstützung für die Projekte zu erhöhen.	Eigene Investitionen: Investitionen in erneuerbare Heizsysteme wie Wärmepumpen oder Solarthermieanlagen im privaten Bereich.
<b>Wohnungsbaugesellschaften und Immobilienentwickler</b>	Integration in Neubauten: Berücksichtigung der Wärmeplanung bei der Errichtung neuer Wohn- und Gewerbegebäude, um von Anfang an eine nachhaltige Wärmeversorgung zu gewährleisten.	Sanierung und Nachrüstung: Durchführung von energetischen Sanierungen bestehender Gebäude und Nachrüstung mit modernen, erneuerbaren Heizsystemen.
<b>Handwerksbetriebe und Fachfirmen</b>	Installation und Wartung: Installation, Wartung und Reparatur von Wärmeversorgungssystemen. Hierbei spielen die Weiterbildung und Spezialisierung der Mitarbeiter eine wichtige Rolle.	Beratung: Fachkundige Beratung von Haushalten und Unternehmen zur Auswahl und Implementierung der besten Heizlösungen.
<b>Finanzinstitute</b>	Finanzierungslösungen: Bereitstellung von maßgeschneiderten Finanzierungslösungen und Krediten für Investitionen in erneuerbare Wärmetechnologien.	Fördermittelberatung: Beratung zu verfügbaren Förderprogrammen und Unterstützung bei der Beantragung.

## 7.2 Maßnahmen zur Verfestigung

Die Verfestigungsstrategie für die kommunale Wärmeplanung in Bergneustadt setzt auf die Zusammenarbeit aller relevanten Akteure. Durch klar definierte Aufgaben und kontinuierliche Anpassungen kann die Wärmewende erfolgreich und nachhaltig gestaltet werden.

1. Langfristige Planung und Monitoring: Entwicklung eines langfristigen strategischen Wärmeplans mit klar definierten Meilensteinen und regelmäßiger Überprüfung des Fortschritts.
2. Bildung und Aufklärung: Kontinuierliche Bildungs- und Aufklärungskampagnen für die Bevölkerung und beteiligte Akteure.
3. Netzwerke und Kooperationen: Aufbau und Pflege von Netzwerken zwischen den Akteuren, um den Austausch von Wissen und Erfahrungen zu fördern.
4. Transparenz und Kommunikation: Offene und transparente Kommunikation über Fortschritte, Herausforderungen und Erfolge der Wärmeplanung.
5. Anpassungsfähigkeit: Flexibilität und Bereitschaft zur Anpassung der Strategien basierend auf neuen Erkenntnissen und technologischen Entwicklungen.



## 8 Controllingkonzept

Das Controllingkonzept zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Bergneustadt ist ein entscheidender Schritt zur Erreichung der Klimaschutzziele und zur Sicherstellung einer nachhaltigen und effizienten Energieversorgung. Ein systematisches Controllingkonzept ist erforderlich, um die Umsetzung der Planung zu überwachen, die Zielerreichung sicherzustellen und bei Abweichungen steuernd einzugreifen. Das Controllingkonzept soll die Umsetzung der Maßnahmen der Wärmeplanung transparent und effizient gestalten, den Fortschritt der Maßnahmen überwachen und Abweichungen frühzeitig identifizieren, eine datenbasierte Entscheidungsfindung ermöglichen sowie die Einbindung und Koordination aller relevanten Akteure sicherstellen.

Die Verantwortlichkeiten sind klar definiert. Die Stadt Bergneustadt übernimmt die Koordination der Wärmeplanung und fungiert als zentrale Controllingstelle. Kommunale Energieversorger (insbesondere die AggerEnergie als möglicher Wärmenetzbetreiber) stellen Daten bereit und setzen Maßnahmen im Bereich der Infrastruktur um, die die Wärmewende ermöglichen. Externe Fachberater begleiten das Controlling und analysieren die Fortschritte, während die Bürgerbeteiligung Feedback zu Umsetzungsfortschritten und Bedarfen liefert.

Das Controlling basiert auf verschiedenen Instrumenten. Ein regelmäßiges Monitoring und Berichtswesen sorgt für Transparenz. Ein Jährlicher Fortschrittsreport mit Evaluationsbericht und Empfehlungen zur Anpassung stellen sicher, dass die Entwicklung stets im Blick behalten wird. Zudem werden Kennzahlen zur Erfolgsmessung verwendet, darunter die CO<sub>2</sub>-Reduktion durch Wärmeplanmaßnahmen, der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung, die Anzahl umgesetzter Maßnahmen sowie das Investitionsvolumen und finanzielle Einsparungen. Ein digitales Controlling-Tool ermöglicht die Erfassung von Echtzeit-Daten zu Energieverbrauch und Emissionen sowie die Visualisierung der Fortschritte über ein Dashboard.

Die Steuerungsmechanismen beinhalten regelmäßige Steuerungstreffen, die regelmäßig mit allen relevanten Akteuren stattfinden. Engpässe werden identifiziert und Maßnahmen entsprechend angepasst. Ein Eskalationsmanagement definiert Schwellwerte für kritische Verzögerungen und sorgt für die Entwicklung von Korrekturmaßnahmen und Eskalationspfaden. Zudem wird die Strategie jährlich überprüft und auf Basis neuer Erkenntnisse und Entwicklungen angepasst.

Das Controllingkonzept gewährleistet eine strukturierte und zielgerichtete Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Bergneustadt. Durch ein effektives Monitoring, klare Verantwortlichkeiten und flexible Steuerungsmechanismen kann die Stadt Bergneustadt ihre Klimaziele effizient und nachhaltig erreichen.

**Ziele und Kennzahlen definieren**

- Klare Ziele und Leistungskennzahlen werden zu Beginn festgelegt. Zum Beispiel der EE-Anteil in der Wärmeversorgung.

**Verantwortlichkeiten festlegen**

- Klare Verantwortlichkeiten für die Umsetzung werden festgelegt. So- wohl intern (Kommunalverwaltung) als auch mit externen Partnern.

**Budgetierung und Finanzierung**

- Ohne ausreichende finanzielle Mittel ist eine Umsetzung nicht mög- lich. Insbesondere Fördermöglichkeiten werden dargelegt.

**Kommunikation und Akteure**

- Die Bürgerschaft und Interessengruppen werden kontinuierlich über den Wärmeplan informiert und beteiligen sich an der Umsetzung.

**Monitoring und Reporting**

- Mit einem Monitoring wird regelmäßig der Fortschritt der Umset- zung verfolgt. Insbesondere anhand der Leistungskennzahlen.

**Anpassung und Optimierung**

- Pläne ändern sich, wenn sich Rahmenbedingungen ändern. Die kon- tinuierliche Optimierung ist ein wichtiger Bestandteil des Prozesses.

**Langfristige Perspektive**

- Neben der kurzfristen Betrachtung dürfen die Langfristziele dabei nicht aus den Augen verloren werden.

Ein effektives Controlling-Konzept ist unerlässlich, um die Umsetzung der kommunalen Wärmepla- nung zu überwachen und sicherzustellen, dass die gesetzten Ziele erreicht werden. Dieses Konzept umfasst regelmäßige Überprüfungen, die Analyse von Kennzahlen sowie die Identifikation von Ab- weichungen und entsprechenden Korrekturmaßnahmen. Es stellt sicher, dass die Projekte zur Wär- mewende kontinuierlich optimiert und an veränderte Bedingungen angepasst werden.

## 8.1 Akteursübergreifende Aufgaben

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung erfordert eine enge Zusammenarbeit aller beteilig- ten Akteure. Gemeinsam müssen sie übergeordnete Aufgaben bewältigen, die für den gesamten Controlling-Prozess von zentraler Bedeutung sind. Diese umfassen die Festlegung klarer Ziele und entsprechender Kennzahlen, die systematische Erhebung und Analyse relevanter Daten, die transpa- rente Kommunikation der Ergebnisse sowie die kontinuierliche Überprüfung und Anpassung der Maßnahmen. Durch die kollektive Verantwortung und das koordinierte Handeln aller Beteiligten kann die Effizienz und Effektivität der Wärmeplanung nachhaltig gesteigert werden.

### 1. Zieldefinition und Kennzahlen

- Festlegung der Ziele: Definition klarer, messbarer Ziele für die Wärmeplanung (z.B. Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen, Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung, Anzahl der neu installierten Wärmepumpen).
- Kennzahlen (KPIs): Entwicklung von Kennzahlen zur Messung des Fortschritts (z.B. Energie- verbrauch pro Haushalt, Kosten pro erzeugter Wärmeeinheit, Anzahl der angeschlossenen Haushalte an Wärmenetze).

### 2. Datenerhebung und -analyse

- Datenerhebung: Systematische Erhebung relevanter Daten durch die Kommunalverwaltung, Energieversorger und andere Akteure.
- Datenanalyse: Regelmäßige Analyse der erhobenen Daten zur Überprüfung der Zielerrei- chung und Identifikation von Abweichungen.

### 3. Reporting und Kommunikation



- Regelmäßiges Reporting: Erstellung eines regelmäßigen Berichts zur Darstellung des Fortschritts gegenüber den definierten Zielen und Kennzahlen.
  - Transparente Kommunikation: Offene Kommunikation der Ergebnisse an alle beteiligten Akteure und die Öffentlichkeit zur Förderung von Transparenz und Akzeptanz.
4. Abweichungsanalyse und Korrekturmaßnahmen
    - Abweichungsanalyse: Identifikation und Analyse von Abweichungen zwischen den Soll- und Ist-Werten der Kennzahlen.
    - Korrekturmaßnahmen: Entwicklung und Implementierung von Maßnahmen zur Korrektur identifizierter Abweichungen und zur Optimierung der Prozesse.
  5. Regelmäßige Überprüfung und Anpassung
    - Kontinuierliche Verbesserung: Regelmäßige Überprüfung und Anpassung der Controlling-Prozesse und -Instrumente basierend auf neuen Erkenntnissen und technologischen Entwicklungen.
    - Feedback-Schleifen: Einrichtung von Feedback-Schleifen zwischen den Akteuren zur kontinuierlichen Verbesserung und Anpassung der Maßnahmen.

## 8.2 Akteurspezifische Aufgaben im Controlling-Prozess

Ein effektives Controlling im Bereich der Wärmeplanung erfordert die Zusammenarbeit verschiedener Akteure, die jeweils spezifische Aufgaben und Verantwortlichkeiten übernehmen. Der Erfolg dieses Prozesses hängt maßgeblich von einer präzisen Datenerhebung, kontinuierlichen Berichterstattung und der aktiven Beteiligung aller relevanten Stakeholder ab.

Die Kommunalverwaltung spielt eine zentrale Rolle bei der Koordination der Datenerhebung und -analyse sowie der Sicherstellung regelmäßiger Berichtszyklen. Lokale Energieversorger sind für die Bereitstellung technischer und wirtschaftlicher Daten verantwortlich, die eine fundierte Bewertung der Energieversorgungssysteme ermöglichen.

Auch Eigentümerinnen und Eigentümer tragen durch Rückmeldungen zu den installierten Systemen und ihre Teilnahme an Umfragen zur Verbesserung des Controlling-Prozesses bei. Wohnungsgesellschaften und Immobilienentwickler liefern wichtige Informationen über Fortschritte bei Bau- und Sanierungsprojekten und kooperieren bei der Datenerhebung.

Handwerksbetriebe und Fachfirmen spielen eine essenzielle Rolle in der Qualitätssicherung, indem sie regelmäßige Wartungsberichte erstellen und auftretende Mängel melden. Durch die enge Zusammenarbeit dieser Akteure kann der Controlling-Prozess kontinuierlich optimiert und an neue Herausforderungen angepasst werden.

Hier nochmal die wichtigsten Punkte aufgelistet:

Kommunalverwaltung

- Leitung: Koordination der Datenerhebung und -analyse, Sicherstellung der Einhaltung der Berichtszyklen.
- Berichterstellung: Erstellung und Verteilung der regelmäßigen Berichte.

Lokale Energieversorger



- Datenbereitstellung: Bereitstellung von Daten zur Energieerzeugung und -verbrauch, Betriebskosten und Effizienz der Systeme.
- Technische Analysen: Durchführung technischer Analysen zur Identifikation von Optimierungspotenzialen.

#### Bürgerinnen und Bürger

- Rückmeldung: Bereitstellung von Rückmeldungen zu den installierten Systemen und deren Performance.
- Teilnahme an Umfragen: Teilnahme an regelmäßigen Umfragen zur Erhebung zusätzlicher Daten.

#### Wohnungsbaugesellschaften und Immobilienentwickler

- Berichtspflichten: Regelmäßige Berichterstattung über Fortschritte bei Neubauten und Sanierungsprojekten.
- Kooperation: Zusammenarbeit bei der Erhebung und Analyse von Daten.

#### Handwerksbetriebe und Fachfirmen

- Qualitätssicherung: Sicherstellung der Qualität der installierten Systeme durch regelmäßige Wartungsberichte und Rückmeldungen.
- Mängelreporting: Meldung von Installations- und Wartungsmängeln zur schnellen Behebung.

### 8.3 Maßnahmen zur Implementierung des Controlling-Konzepts

Die erfolgreiche Implementierung eines Controlling-Konzepts in der kommunalen Wärmeplanung erfordert gezielte Maßnahmen, die eine effektive Steuerung und Überwachung des Prozesses gewährleisten. Dazu zählen die Einrichtung spezialisierter Strukturen innerhalb der Kommunalverwaltung, die Qualifizierung der beteiligten Akteure sowie der Einsatz moderner Technologien. Durch die Durchführung von Pilotprojekten können Prozesse erprobt und optimiert werden, während etablierte Feedback-Mechanismen eine kontinuierliche Verbesserung sicherstellen. Diese Schritte sind essenziell, um die Wärmewende in der Stadt Bergneustadt nachhaltig und effizient voranzutreiben.

1. Einrichtung eines Controllings: Einrichtung einer spezialisierten Stelle innerhalb der Kommunalverwaltung zur Steuerung und Überwachung des Controlling-Prozesses.
2. Schulung und Weiterbildung: Schulung der beteiligten Akteure in den Bereichen Datenerhebung, -analyse und Berichtserstellung.
3. Technologische Unterstützung: Einsatz moderner Technologien und Softwarelösungen zur Erhebung, Analyse und Visualisierung der Daten.
4. Pilotprojekte: Durchführung von Pilotprojekten zur Erprobung und Optimierung der Controlling-Prozesse.
5. Feedback-Mechanismen: Einrichtung von Feedback-Mechanismen zur kontinuierlichen Verbesserung und Anpassung der Maßnahmen.

Durch die Implementierung dieses Controlling-Konzepts kann die Stadt Bergneustadt sicherstellen, dass die Wärmewende nachhaltig und effizient voranschreitet. Regelmäßige Überprüfungen und Anpassungen gewährleisten die kontinuierliche Optimierung der Prozesse und die erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung.



## 9 Hinweise zu nachfolgenden Umsetzungsplanungen und Umsetzungsmaßnahmen

Die Kommunale Wärmeplanung stellt ein strategisches Planungsinstrument dar, das der übergeordneten Steuerung und Koordinierung der zukünftigen Wärmeversorgung dient. Sie verfolgt das Ziel, auf Grundlage einer umfassenden Analyse des Status quo sowie der örtlichen Potenziale strategische Entwicklungspfade und Maßnahmen aufzuzeigen, die eine schrittweise Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ermöglichen sollen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die KWP keine technische Fach- oder Detailplanung ersetzt und keine unmittelbare Umsetzungsvorbereitung einzelner Maßnahmen beinhaltet. Die im Rahmen der KWP dargestellten Maßnahmen und Szenarien haben konzeptionellen und indikativen Charakter. Sie sollen Handlungsoptionen aufzeigen, ohne bereits eine verbindliche Festlegung auf konkrete Projekte oder technische Lösungen zu treffen.

Die Umsetzung einzelner Maßnahmen, insbesondere im Hinblick auf die Errichtung oder den Betrieb von Anlagen zur Erzeugung, Speicherung oder Verteilung von Wärme aus erneuerbaren Energien, erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt auf Grundlage gesonderter technischer Planungen, Genehmigungsverfahren und rechtlicher Prüfungen. Diese Planungen unterliegen den einschlägigen gesetzlichen und technischen Vorschriften, welche im Rahmen der KWP selbst nicht abgebildet oder ersetzt werden. Dies bezieht die Denkmalschutzhpflege mit ein, die bei geplanten Umsetzungsmaßnahmen ebenfalls gesondert betrachtet werden muss.

Im Zuge der Erstellung der KWP wurden Stellungnahmen von Trägern öffentlicher Belange (TÖB) eingeholt. Diese beinhalten Hinweise und Anforderungen, die bei einer späteren Konkretisierung und Umsetzung der in der KWP dargestellten Maßnahmen zu berücksichtigen sind. Eine abschließende Bewertung oder verbindliche Berücksichtigung dieser Aspekte erfolgt im Rahmen der nachgelagerten Fach- und Genehmigungsplanungen.



## 10 Beteiligung und Kommunikation

Im Rahmen der Wärmeplanung in Bergneustadt wurden verschiedene Maßnahmen getroffen, um den Bürgern Informationen zur Verfügung zu stellen. Dies ist entscheidend, um Akzeptanz und Unterstützung für das Projekt zu gewährleisten. Im Folgenden werden die wesentlichen Maßnahmen und Aktivitäten im Bereich Beteiligung und Kommunikation beschrieben:

### 10.1 Einrichtung einer Projektwebseite

Zu Beginn des Projekts wurde eine Themenseite auf der Webseite eingerichtet:

<https://www.bergneustadt.de/Leben/Klimaschutz/Kommunale-W%C3%A4rmeplanung/>

Diese Webseite dient als zentrale Informationsplattform für alle Interessierten. Sie bietet umfassende Informationen über die Ziele, den Fortschritt und die einzelnen Schritte des Wärmeplanungsprojekts. Auf der Webseite werden regelmäßig Aktualisierungen, Berichte und relevante Dokumente veröffentlicht, um die Bürger stets auf dem neuesten Stand zu halten.

### 10.2 Kommunikation über E-Mail

Um den Dialog mit den Bürgern zu erleichtern und eine unkomplizierte Möglichkeit zur Klärung von Fragen zu bieten, wurde die E-Mail-Adresse [waermeplanung@bergneustadt.de](mailto:waermeplanung@bergneustadt.de) eingerichtet. Über diese E-Mail-Adresse konnten Bürger ihre Fragen und Anregungen direkt an das Projektteam richten.

### 10.3 Bürgerveranstaltung

Am 23.06.2025 hat die Stadt Bergneustadt zu einer Informationsveranstaltung eingeladen. Interessierte Bürgerinnen und Bürger fanden sich im Krawinkel-Saal ein und hatten die Gelegenheit mehr zum Hintergrund der Kommunalen Wärmeplanung, zum Projektstand, zur Rolle der Stadt Bergneustadt und über Beispiele klimaneutraler Energieträger zu erfahren.

#### Ablauf:

##### 1. Stadt Bergneustadt / Bürgermeister

- Einleitung in die Thematik der Kommunalen Wärmeplanung
- Ihre Meinung zählt!

##### 2. BMU Energy Consulting / Dr. Michael Becker (Geschäftsführung)

- Fakten zur Kommunalen Wärmeplanung
- Gesetzeslage
- Projektaufbau, -struktur und Zeitplan
- Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse
- Weiteres Vorgehen

##### 3. AggerEnergie GmbH / Christian Lorenz (Abteilung Technik, Teamleitung Projektplanung)

- Bedeutung des Wärmesektors
- Lösungsansätze für eine nachhaltige Wärmeversorgung

##### 5. Offene Fragerunde



## 10.4 Stellungnahmen

Der hier dargestellte Endbericht zur Kommunalen Wärmeplanung wurde mittels amtlicher Bekanntmachung für den Zeitraum vom 26.09.2025 00:01 Uhr bis zum 27.10.2025 23:59 Uhr für Stellungnahmen öffentlich bereitgestellt. Dabei wurden auch Stellungnahmen von Trägern öffentlicher Belange (TÖB) eingeholt. Insgesamt sind von 11 Institutionen Stellungnahmen bei der Stadt Bergneustadt eingegangen.



## 11 Literaturverzeichnis

- [1] Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG). 2024.
- [2] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden. 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf>
- [3] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), „GEG 2024“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gebaeudeforum.de/ordnungsrecht/geg/geg-2024/>
- [4] AG Energiebilanzen e.V., „Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland - Daten für die Jahre von 1990 bis 2023“. 30. November 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/11/awt\\_2023\\_d.pdf](https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/11/awt_2023_d.pdf)
- [5] Institut Wohnen und Umwelt (IWU), „Deutsche Wohngebäudetypologie - Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden“. 10. Februar 2015. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcope/2015\\_IWU\\_LogaEtAl\\_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcope/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf)
- [6] IBS Ingenieurbüro für Haustechnik Schreiner, „Energetische, thermodynamische und bauphysikalische Begriffe und Zusammenhänge“. [Online]. Verfügbar unter: [http://energieberatung.ibs-hlk.de/eb\\_begr.htm](http://energieberatung.ibs-hlk.de/eb_begr.htm)
- [7] Institut Wohnen und Umwelt (IWU), „Datenbasis Gebäudebestand“, Dez. 2010. [Online]. Verfügbar unter: [https://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht\\_Datenbasis.pdf](https://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht_Datenbasis.pdf)
- [8] „BHKW – vier Buchstaben für mehr Effizienz - SHK Profi“. Zugegriffen: 29. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.shk-profi.de/artikel/shk\\_BHKW\\_vier\\_Buchstaben\\_fuer\\_mehr\\_Effizienz-3530375.html](https://www.shk-profi.de/artikel/shk_BHKW_vier_Buchstaben_fuer_mehr_Effizienz-3530375.html)
- [9] Guidhouse, „Ausblick auf potenziell die MEPS erfüllende Maßnahmen für Einfamilienhäuser in Deutschland“. 24. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://deneff.org/wp-content/uploads/2023/09/20230829\\_Abschlusspraesentation\\_Guidehouse\\_MEPS\\_EFH.pdf](https://deneff.org/wp-content/uploads/2023/09/20230829_Abschlusspraesentation_Guidehouse_MEPS_EFH.pdf)
- [10] Institut Wohnen und Umwelt (IWU), „Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie“. 22. Januar 2003. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2003\\_IWU\\_BornEtAl\\_Energieeinsparung-für-31-Musterhäuser-der-Gebäudetypologie.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2003_IWU_BornEtAl_Energieeinsparung-für-31-Musterhäuser-der-Gebäudetypologie.pdf)
- [11] Vaillant, „Vorlauftemperatur: Fußbodenheizung & Heizanlage richtig einstellen“. Zugegriffen: 24. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.vaillant.de/heizung/heizung-verstehen/tipps-rund-um-ihre-heizung/vorlauf-rucklauftemperatur/>
- [12] Umweltbundesamtes, „Wohnen und Sanieren“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-23\\_cc\\_22-2019\\_wohnenundsanieren\\_hintergrundbericht.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-23_cc_22-2019_wohnenundsanieren_hintergrundbericht.pdf)
- [13] H. Cischinski und N. Diefenbach, „Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016“, Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Apr. 2018. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2018\\_IWU\\_CischinskyEtDiefenbach\\_Datenerhebung-Wohngebäudebestand-2016.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2018_IWU_CischinskyEtDiefenbach_Datenerhebung-Wohngebäudebestand-2016.pdf)
- [14] „Kommunale Wärmeplanung Einführung in den Technikkatalog“, 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m->



um/intern/Dateien/Dokumente/2\_Presse\_und\_Service/Publikationen/Energie/Kommunale-Waermeplanung-Einfuehrung-in-den-Technikkatalog.pdf

- [15] D. Brumme, „BEG EM: Heizungstausch 2024 – Förderung auf einen Blick”, 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://blog.paradigma.de/beg-em-heizungstausch-2024-foerderung-auf-einen-blick/>
- [16] Geofabrik, „OpenStreetMap Data Extracts”. [Online]. Verfügbar unter: <https://download.geofabrik.de/>
- [17] Statistisches Bundesamt, „Zensus 2022”. 15. Mai 2022. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.zensus2022.de/DE/Ergebnisse-des-Zensus/\\_inhalt.html](https://www.zensus2022.de/DE/Ergebnisse-des-Zensus/_inhalt.html)
- [18] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK), „Daten kommunale Wärmeplanung”. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt\\_klima/klima/kwp/](https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/klima/kwp/)
- [19] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen, „ALKIS Flurstücke - Flächen”. [Online]. Verfügbar unter: <https://open.nrw/dataset/alkis-flurstucke-flachen-bi>
- [20] Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V., „Spezifischer Wärmebedarf von Gebäuden nach Baujahr”. [Online]. Verfügbar unter: [https://asue.de/enev/grafiken/spezifischer\\_waermebedarf\\_von\\_gebaeuden\\_nach\\_baujahr](https://asue.de/enev/grafiken/spezifischer_waermebedarf_von_gebaeuden_nach_baujahr)
- [21] AggerEnergie, „Die Klimaschutzsiedlung in Bergneustadt wurde als 1. Klimaquartier in NRW ausgezeichnet”, Mai 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.aggerenergie.de/ueberuns/neuigkeiten/klimaschutzsiedlung-wiebusch>
- [22] M. Peters, S. Steidle, und H. Böhnsich, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden”, Stuttgart, Dez. 2020.
- [23] Behörde für Umwelt und Energie, „Wärmekataster Handbuch”, Hamburg, 2019.
- [24] Statistisches Bundesamt, „Stromerzeugung 2023: 56 % aus erneuerbaren Energieträgern”. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/03/PD24\\_087\\_43312.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/03/PD24_087_43312.html)
- [25] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, „Wärmestudie NRW”. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.energieatlas.nrw.de/site/waermestudienrw\\_ergebnisse](https://www.energieatlas.nrw.de/site/waermestudienrw_ergebnisse)
- [26] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW, „NRW Umweltdaten vor Ort”. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.uvo.nrw.de/uvo.html?lang=de>
- [27] LANUV, „Solarkataster NRW Methodik der Karte ,Suchflächen für Freiflächen-PV”, Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Methodik\\_Suchflaechen\\_Juli%202024.pdf](https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Methodik_Suchflaechen_Juli%202024.pdf)
- [28] LANUV, „Solarkataster NRW Freiflächen-PV: Methodik der Karte ,LEP-Flächen für raumbedeutsame Anlagen”, Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Methodik\\_LEP\\_Juli%202024.pdf](https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Methodik_LEP_Juli%202024.pdf)
- [29] LANUV, „Solarkataster NRW“. Zugegriffen: 1. September 2022. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte\\_solarkataster](https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte_solarkataster)
- [30] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), „Solarkataster NRW: Solarthermie-Potenziale auf Dachflächen für die Warmwasseraufbereitung für NRW, Regierungsbezirke, Planungsregionen, Kreise und Städte und Gemeinden”. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Potentielle\\_ST.pdf](https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Potentielle_ST.pdf)
- [31] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), „Solarkataster NRW: Photovoltaik-Solarpotenziale auf Dachflächen für NRW, Regierungsbezirke,



Planungsregionen, Kreise und Städte und Gemeinden". [Online]. Verfügbar unter: [https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Potenziale\\_PV.pdf](https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Potenziale_PV.pdf)

- [32] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, „Geothermie in NRW – Standortcheck“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.geothermie.nrw.de/>
- [33] S. Kippelt, „Dezentrale Flexibilitätsoptionen und ihr Beitrag zum Ausgleich der fluktuierenden Stromerzeugung Erneuerbarer Energien“, TU Dortmund.



## 12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektablauf kommunale Wärmeplanung.....	12
Abbildung 2: Methode der Untersuchung und Datenhaltung.....	15
Abbildung 3: Energiesparrecht in Deutschland – Historischer Überblick [3] .....	19
Abbildung 4: Energiebedarf in Deutschland in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Verkehr und Industrie aufgeteilt nach Energieträgern und Verwendung [4] .....	26
Abbildung 5: Trinkwassererhitzung nach Gebäudetyp [7].....	29
Abbildung 6: Jahressdauerlinie aufgeteilt nach Raumwärme und Trinkwarmwasser [8] .....	30
Abbildung 7: Jahressdauerlinie aufgeteilt nach Grundlast und Spitzenlast[8].....	31
Abbildung 8: Mögliche Ausführungen der wesentlichen Bauteile von Gebäuden hinsichtlich der Dämmung [10].....	33
Abbildung 9: Temperaturklassen und Heizkörper [11] .....	34
Abbildung 10: Beispielhafte Heizkurven verschiedener Heizsysteme [11] .....	35
Abbildung 11: Art der Wärmedämmung im Überblick und nach Wandtypen [7].....	35
Abbildung 12: Verglasungsarten nach Fensterbaujahr in Deutschland [7] .....	37
Abbildung 13: Sanierungsrate und -zyklus [12].....	38
Abbildung 14: Prozentualer Anteil der gedämmten Flächen von Außenwänden, Fußböden, Kellerdecken und Dächern in verschiedenen Wohngebäudetypen, unterteilt nach Baujahren (Stand 2016) [13].....	39
Abbildung 15: Nachträglich gedämmte Bauteilfläche von Außenwänden, Fußböden/Kellerdecken und Dächern (Stand 2016) [13] .....	40
Abbildung 16: EE-Technologien zur Wärmeerzeugung.....	41
Abbildung 17: Typische Wärme-Jahressdauerlinie von Haushalten für ein Hybridsystem [8].....	50
Abbildung 18: Preisentwicklung der Energieträger [14] .....	53
Abbildung 19: BEG Förderung [15] .....	55
Abbildung 20: Flächennutzung der Stadt Bergneustadt [19] .....	59
Abbildung 21: Anzahl der Gebäude je Gebäudetyp [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	60
Abbildung 22: Dominierender Gebäudetyp auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	61
Abbildung 23: Anzahl der Gebäude je Baujahresklasse [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	62
Abbildung 24: Anzahl der Gebäude nach spezifischem Wärmebedarf [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	62
Abbildung 25: Dominierende Baujahresklasse auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	63
Abbildung 26: Lage des Erdgasnetzes auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	64
Abbildung 27: Jährlicher Wärmebedarf (alle Sektoren) in GWh [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	66
Abbildung 28: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Haushalte) in GWh [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	66



Abbildung 29: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Kommune) in GWh [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	67
Abbildung 30: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor GHD) in GWh [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	67
Abbildung 31: Jährlicher Wärmebedarf (Sektor Industrie) in GWh [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	68
Abbildung 32: Anteil von Erdgas am Wärmebedarf auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	69
Abbildung 33: Anteil von Heizöl am Wärmebedarf auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	70
Abbildung 34: Anteil von Strom am Wärmebedarf auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	71
Abbildung 35: Anteil von Biomasse am Wärmebedarf auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	72
Abbildung 36: Anteil von sonstigen Energieträgern am Wärmebedarf auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	73
Abbildung 37: Dominierender Energieträger (bezogen auf Wärmebedarf) auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	74
Abbildung 38: Anzahl Gebäude nach Energieträger [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	75
Abbildung 39: Anzahl der Gebäude mit Erdgas zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	76
Abbildung 40: Altersstruktur der Erdgasheizungen [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	76
Abbildung 41: Anzahl der Gebäude mit Heizöl zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	77
Abbildung 42: Altersstruktur der Ölheizungen [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	78
Abbildung 43: Anzahl der Gebäude mit Strom zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	79
Abbildung 44: Anzahl der Gebäude mit Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	79
Abbildung 45: Anzahl der Gebäude mit sonstigem Energieträger zur Bereitstellung von Raumwärme auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	80
Abbildung 46: Wärmeflächendichte auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	81
Abbildung 47: Wärmeliniendichte auf Straßenzugebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	82
Abbildung 48: Lokalisation von Großverbrauchern auf Baublockebene [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4].....	83
Abbildung 49: Anteil Erneuerbarer Energien am Wärmebedarf in Abhängigkeit des Energieträgers .....	84



Abbildung 50: Jährliche Treibhausgasemissionen (alle Sektoren) in Tsd. T [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	85
Abbildung 51: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Haushalte) in Tsd. t [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	85
Abbildung 52: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Kommune) in Tsd. t [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	86
Abbildung 53: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor GHD) in Tsd. t [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	86
Abbildung 54: Jährliche Treibhausgasemissionen (Sektor Industrie) in Tsd. t [eigene Darstellung auf Basis der Quellen aus Tabelle 4] .....	87
Abbildung 55: Potenziale erneuerbarer Wärmeerzeugung Bergneustadt aus der Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung in NRW [25].....	89
Abbildung 56: Landschafts- und Naturschutzgebiete in Bergneustadt [26].....	91
Abbildung 57: Potenziale für Freiflächen Solaranlagen der Stadt Bergneustadt [29] .....	92
Abbildung 58: Kläranlage und Abwassergebiete [32] .....	94
Abbildung 59: Monatlich nutzbare Durchschnittsleistung eines Wärmetauschers am Auslauf der Kläranlage Schönenthal [eigene Darstellung].....	95
Abbildung 60: Monatlich nutzbare Durchschnittsleistung eines Wärmetauschers aus Flusswärme in Bergneustadt [eigene Darstellung] .....	96
Abbildung 61: Geothermische Voraussetzungen in Bergneustadt [32].....	99
Abbildung 62: Erdsondenpotenzial auf Freiflächen in Bergneustadt [eigene Darstellung] .....	101
Abbildung 63: Zusammenhang zwischen Leistung und Abstand einer Luft-Wasser-Großwärmepumpe [eigene Darstellung] .....	103
Abbildung 64: Potenzialflächen für Luft-Wasser-Großwärmepumpen nach Leistung in MW [eigene Darstellung].....	104
Abbildung 65: Potenzielle Standorte für Windkraftanlagen in Bergneustadt [eigene Darstellung]	105
Abbildung 66: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs durch Sanierung [eigene Darstellung]..	108
Abbildung 67: Mögliche Energieeinsparung bei maximaler Sanierung pro Baublock [eigene Darstellung].....	109
Abbildung 68: Übersicht der Potenziale [eigene Darstellung] .....	110
Abbildung 69: Beispielhafter Lösungsraum der Wärmetechnologien [eigene Darstellung].....	113
Abbildung 70: Wärmepumpeneignungsidentifikation [eigene Darstellung] .....	114
Abbildung 71: Eignung von Gebäuden für Wärmepumpen und Hybridwärmepumpen [eigene Darstellung].....	115
Abbildung 72: Eignungswahrscheinlichkeit von Gebäuden für Luft-Wasser-Wärmepumpen basierend auf dem Wärmebedarf von SK3 (Vollsanierung) [eigene Darstellung] .....	116
Abbildung 73: Eignungswahrscheinlichkeit von Gebäuden für Sole-Wasser-Wärmepumpen basierend auf dem Wärmebedarf von SK3 (Vollsanierung) [eigene Darstellung] .....	117
Abbildung 74: Wärmenetzeignungswahrscheinlichkeit auf Grundlage der Wärmeliniendichte unter Berücksichtigung der Sanierungspotenziale [eigene Darstellung].....	118
Abbildung 75: Baublockscharfe Wärmeversorgungsgebiete im Zielszenario [eigene Darstellung]	120
Abbildung 76: Entwicklung Wärmebedarf nach Energieträger [eigene Darstellung].....	122



Abbildung 77: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs nach Verbrauchssektoren [eigene Darstellung].....	122
Abbildung 78: Treibhausgasemissionen des Wärmebedarfs [eigene Darstellung].....	123
Abbildung 79: Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung [eigene Darstellung] .....	124
Abbildung 80: Anzahl und Anteil der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz [eigene Darstellung] .....	125
Abbildung 81: Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger [eigene Darstellung].....	126
Abbildung 82: Gebäude mit Anschluss ans Gasnetz und Anteil im beplanten Gebiet [eigene Darstellung].....	126
Abbildung 83: Elektrische Leistung der dezentralen Wärmepumpen im Stützjahr 2045 auf Baublockebene [eigene Darstellung].....	127

## 13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Charakterisierung der Wohngebäude nach Baujahresklassen nach IWU [5] .....	27
Tabelle 2: Typische Heizwärmebedarfe von Wohngebäuden [6].....	28
Tabelle 3: Heizlastdichte in W/m <sup>2</sup> für unterschiedliche Baujahre und Gebäudetypen [6] .....	29
Tabelle 4: Datengrundlage für die Bestandsanalyse .....	58
Tabelle 5: Betrachtete Sanierungsklassen .....	107
Tabelle 6: Aufgaben der Akteure .....	143