STADT BOCHUM

Wärmeplan der Stadt Bochum

Herausgeberin & Auftraggeberin
Stadt Bochum, Der Oberbürgermeister, Willy-Brandt-Platz 2-6, 44777 Bochum

Projektbearbeitung
Unit Wärmewende:
Stadt Bochum
Stadtwerke Bochum Holding GmbH
Vonovia SE
VBW Bauen und Wohnen GmbH
Vivawest Wohnen GmbH

Lenkungskreis Wärmewende:
Stadt Bochum
Stadtwerke Bochum Holding GmbH
Stadtwerke Bochum Netz GmbH
Arbeitsgemeinschaft Bochumer Wohnungsunternehmen
Gemeinnütziger Wohnungsverein zu Bochum eG
Baugenossenschaft Bochum eG
Bochumer Wohnstätten Genossenschaft eG
LEG Immobilien SE / EnergieServicePlus GmbH
VBW Bauen und Wohnen GmbH
Vivawest Wohnen GmbH
Vonovia SE

Auftragnehmer:
ifok GmbH
R&Y Energiewandel GmbH
BLS Energieplan GmbH
enersis Europe GmbH

Stand: Oktober 2026

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die treibhausgasneutrale, zuverlässige und bezahlbare Wärmeversorgung ist eine der zentralen Aufgaben unserer Zeit. Die Umstellung unserer Wärmeversorgung ist nicht nur ein entscheidender Baustein für wirksamen Klimaschutz, sondern betrifft auch unmittelbar unseren Alltag: Wie werden Wohnungen, Häuser, Betriebe und öffentliche Einrichtungen künftig sicher und wirtschaftlich mit Wärme versorgt?

Der Wärmeplan bildet dafür den strategischen Orientierungsrahmen. Er ist auf dem „Bochumer Weg“ gemeinschaftlich entstanden: Stadt Bochum, Stadtwerke Bochum und in Bochum tätige Wohnungsunternehmen haben ihn partnerschaftlich und sehr praxisnah erarbeitet. Gemeinsam zeigen wir, wie die Wärmewende gelingen kann.

Der Wärmeplan schreibt für kein Gebäude oder Gebiet eine bestimmte Heiztechnologie vor. Er zeigt vielmehr auf, welche klimafreundlichen Lösungen vor Ort technisch und wirtschaftlich sinnvoll sein können. Das schafft Planungssicherheit und unterstützt eine fundierte individuelle Entscheidung.

Mit dem Beschluss des Rates der Stadt Bochum liegt nun eine belastbare Grundlage vor. Die Umsetzung beginnt jedoch erst jetzt. Sie braucht Investitionen in Netze und Erzeugungsanlagen, qualifizierte Beratung, die Expertise des lokalen Handwerks sowie die frühzeitige Mitwirkung der Eigentümerinnen und Eigentümer.

Wir laden Sie ein, sich rechtzeitig mit der Wärmeversorgung Ihrer Immobilie mit Hilfe des Wärmeplans und der aufgezeigten Beratungsangebote zu befassen. So kann die Wärmewende nachvollziehbar, verlässlich und sozial tragfähig gelingen.

Unser Dank gilt allen Beteiligten, insbesondere den Mitarbeitenden in Unit und Lenkungskreis Wärmewende, den beauftragten Dienstleistern, der Vielzahl von Fachakteurinnen und Fachakteuren und nicht zuletzt den Bürgerinnen und Bürgern, die mit ihren Beiträgen die Planungen und Informationen bereichert haben.



Jörg Lukat
Oberbürgermeister der Stadt Bochum



Elke Temme
Geschäftsführerin der Stadtwerke Bochum



Christian Knibbe
Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft Bochumer Wohnungsunternehmen

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 1
1.1 Zielsetzung und gesetzliche Rahmenbedingungen 1
1.2 Vorgehen und Methodik 1
2. Eignungsprüfung 4
3. Bestandsanalyse 5
3.1 Das Projektgebiet 6
3.2 Datenerhebung 8
3.3 Gebäudebestand 9
3.4 Wärmebedarf 13
3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger 19
3.6 Gas- und Wärmenetzinfrastruktur 21
3.7 Wesentliche Erkenntnisse aus der Bestandsanalyse 28
4. Potenzialanalyse 31
4.1 Grundlagen zur Bewertung von Potenzialen, Methodik 31
4.2 Ergebnisse 34
4.3 Wesentliche Erkenntnisse der Potenzialanalyse 72
5. Zielszenario 74
5.1 Zielkonforme Szenarien-Entwicklung 75
5.2 Prämissen für die Berechnung 79
5.3 Einteilung potenzieller Fernwärmeversorgungsgebiete anhand von Indikatoren 90
5.4 Berechnung der Szenarien 96
6. Darstellung der Versorgungsoptionen und Einteilung des beplanten Gebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete 109
6.1 Gebietseinteilung nach WPG 109
6.2 Verbindlichkeit der Gebiete zum Ausbau und Neubau von Wärmenetzen 110
6.3 Eignung für Wärmenetze, grüne Gase und dezentrale Versorgung 110
6.4 Gebietseinteilung 115
6.5 Zielbild der Wärmeversorgung 119
7. Umsetzungsstrategie 122
7.1 Maßnahmenkatalog 124

7.2 Maßnahmen Wärmenetze 125
7.3 Maßnahmen Klimaneutrale Einzelversorgung und Sanierung 131
7.4 Maßnahmen Begleitende Prozesse und Umfeldmaßnahmen 136
7.5 Maßnahmen Versorgungssicherheit 143
8. Monitoring- und Verstetigungskonzept 147
8.1 Monitoring 147
8.2 Verstetigung 147
9. Partizipationsprozess 149
9.1 Beteiligungskonzept 149
9.2 Formate 150
9.3 Fazit des Partizipationsprozesses 152
Abbildungsverzeichnis 153
Tabellenverzeichnis 156
Abkürzungsverzeichnis 157

1. Einleitung

1.1 Zielsetzung und gesetzliche Rahmenbedingungen

Die Stadt Bochum hat den Wärmeplan auf Grundlage des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) und des Landeswärmeplanungsgesetzes Nordrhein-Westfalen (LWPG NRW) erstellt. Mit dessen Fertigstellung erfüllt die Stadt die gesetzliche Verpflichtung, bis Mitte 2026 einen Wärmeplan vorzulegen und diesen zukünftig gemäß § 20 WPG in regelmäßigen Abständen zu überprüfen und fortzuschreiben.

Die Kommunale Wärmeplanung ist ein strategisches Instrument der Stadt Bochum. Sie dient dazu, die Voraussetzungen für eine treibhausgasneutrale, verlässliche und kosteneffiziente Wärmeversorgung aller Gebäude im Stadtgebiet vorzubereiten. Der Wärmeplan definiert hierfür einen langfristigen Orientierungsrahmen, trifft jedoch keine rechtsverbindlichen Vorgaben für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer oder Nutzerinnen und Nutzer. Ebenso lässt sich aus ihm kein Anspruch auf eine bestimmte Art der Wärmeversorgung ableiten. Verbindliche Regelungen ergeben sich erst aus nachfolgenden Fachplanungen und anderen gesetzlichen Regelungen – etwa aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) oder den Ausbauplanungen der Energieversorger und Netzbetreiber.

Der Wärmeplan konkretisiert die im Klimaplan „Bochum 2035“ verankerten sektoralen Transformationspfade für den Wärmesektor und bildet damit einen wesentlichen Baustein der kommunalen Klimastrategie.

1.2 Vorgehen und Methodik

1.2.1 Methodischer Aufbau

Die Durchführung der Kommunalen Wärmeplanung orientierte sich an der modularen Struktur des WPG (§ 13 WPG). Der Planungsprozess umfasste die folgenden Schritte:

- Eignungsprüfung
- Bestandsanalyse
- Potenzialanalyse
- Entwicklung der Zielszenarien
- Einteilung des geplanten Gebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete
- Darstellung der Versorgungsoptionen
- Maßnahmenentwicklung und Umsetzungsstrategie



Abbildung 1: Arbeitsschritte der kommunalen Wärmeplanung. Quelle: ifok.

In der **Eignungsprüfung** wurde mit der Identifikation von Gebieten, die für eine intensive Analyse nicht in Betracht kommen, da von vornherein eine leitungsgebundene Versorgung definitiv zukünftig ausgeschlossen werden kann, begonnen. Anschließend erfolgte in der **Bestandsanalyse** eine umfassende Erhebung und Aufbereitung der Daten zu Wärmebedarf und -verbrauch, THG-Emissionen sowie Gebäude- und Versorgungsstruktur. Außerdem wurde ein Flächenscreening zu Ausschlussgebieten durchgeführt. Im Rahmen der **Potenzialanalyse** wurden die im Stadtgebiet vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien und zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme ermittelt. Darauf aufbauend wurden **Zielszenarien** entwickelt, die beschreiben, wie eine klimaneutrale Wärmeversorgung für verschiedene Stützjahre bis 2045 bzw. das in Bochum gewählte Zieljahr 2035 und das gesetzlich vorgegebene Zieljahr 2045 aussehen kann. Darauf aufbauend wurden in der **Einteilung des geplanten Gebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete** mögliche künftige Wärmeversorgungsgebiete für dezentrale und zentrale Wärmeversorgung beschrieben. Die **Darstellung der Versorgungsoptionen** visualisierte die verschiedenen Versorgungsoptionen für das Zieljahr auf der Plattform „gaia“ und machte die Ergebnisse für unterschiedliche Nutzergruppen zugänglich. Abschließend wurden in der **Maßnahmenentwicklung und Umsetzungsstrategie** konkrete Maßnahmen zur Zielerreichung entwickelt, priorisiert und zeitlich eingeordnet, wobei auch Kosten, Verantwortlichkeiten und erwartete Wirkungen berücksichtigt wurden.

Die Module wurden sukzessive bearbeitet und inhaltlich aufeinander abgestimmt, um konsistente und belastbare Ergebnisse für die zukünftige Wärmeversorgung der Stadt Bochum zu erhalten. Der Aufbau des Wärmeplans folgt der inhaltlichen Logik der Module.

1.2.2 Prozessorganisation

Die Kommunale Wärmeplanung wurde von der Stadt Bochum gemeinsam mit den Stadtwerken Bochum und den Bochumer Wohnungsunternehmen erarbeitet. Zu diesem Zweck wurde eine gemeinsame Arbeitseinheit – die Unit Wärmewende – eingerichtet. Sie diente der kontinuierlichen Abstimmung fachlicher Fragestellungen und der Zusammenführung relevanter Informationen. Die strategische Steuerung des Gesamtprozesses erfolgte durch den Lenkungskreis Wärmewende, in dem Verwaltung, Stadtwerke und Wohnungswirtschaft vertreten waren und zentrale Entscheidungen des Planungsverlaufs vorbereitet wurden. Die Stadtwerke Bochum wirkten über den gesamten Prozess hinweg eng mit, insbesondere bei der Bereitstellung und Validierung infrastruktureller und energetischer Daten. Darüber hinaus wurden Fachakteure, die politischen Gremien und die Öffentlichkeit in dem Prozess der kommunalen Wärmeplanung beteiligt.

Für die fachliche Bearbeitung wurden die ifok GmbH als Projektleitung sowie die BLS energieplan GmbH und die enersis europe GmbH als Unterauftragnehmer beauftragt. ifok verantwortete die Gesamtprozesssteuerung, die Akteursbeteiligung, das Monitoring und die Verstetigungs-konzepte sowie die Gesamtqualitätssicherung. ifok zählt zu den führenden deutschen Beratungen für Nachhaltigkeit und begleitet komplexe Transformationsprozesse – mit Dialog, Kommunikation und fundierter Expertise. BLS-Energieplan verantwortete die Potenzialanalyse, die Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete, die Darstellung der Versorgungsoptionen, sowie die Umsetzungsstrategie. Das Unternehmen plant und berät ganzheitlich in den Bereichen Energieanlagen, Infrastruktur und Gebäudetechnik und kombiniert strategische Beratung mit der technischen Planung und Umsetzung. enersis verantwortete die Bestandsanalyse und die Eignungsprüfung. Das Unternehmen entwickelte die digitale Plattform gaia, die durch Daten, KI und 3D-Visualisierung die Energiewende transparent und planbar machen soll. enersis unterstützt Energieversorger, Städte und Regionen bei der Dekarbonisierung und simuliert Maßnahmen zur Emissionsreduktion.

2. Eignungsprüfung

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung für Bochum wurde im ersten Arbeitsschritt eine Eignungsprüfung nach § 14 WPG durchgeführt. Diese untersucht, ob Teilgebiete vorhanden sind, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für die Versorgung durch ein Wärme- oder Wasserstoffnetz geeignet sind. Gründe für die Nichteignung sind, dass kein Wärmenetz besteht und dass es keine Anhaltspunkte für nutzbare Potentiale oder unvermeidbare Abwärme gibt sowie die Siedlungsstruktur eine leitungsgebundene Versorgung ausschließt bzw. kein Gasnetz besteht und keine Anhaltspunkte für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff vorliegen. Wenn alle diese Gründe vorliegen, kann für ein Teilgebiet eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden. Dabei wurden die Gebiete nach dem in Abbildung 2 dargestellten Schema bewertet.

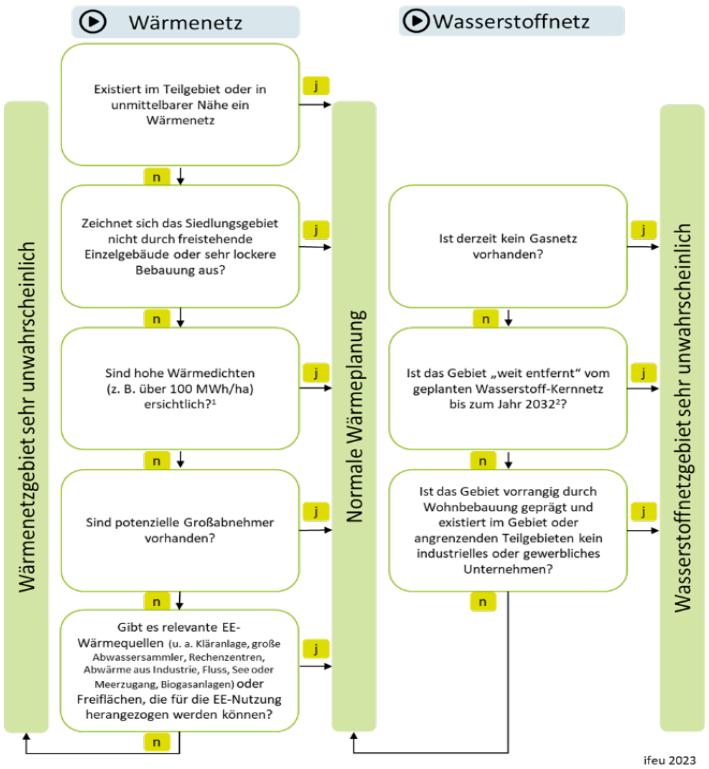


Abbildung 2: Vorprüfung auf Teilgebiete ohne Eignung für Wärmenetze/Wasserstoffnetze. Quelle: ifeu 2023

Die Untersuchung ergab, dass in Bochum kein Gebiet ohne eine weitere Analyse vollständig und im Vorhinein von einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung ausgeschlossen werden kann. Aufgrund der dichten Bebauung, der bestehenden Siedlungsstruktur und der weitgehend

vorhandenen Gas- und Strominfrastruktur besteht grundsätzlich in allen Stadtteilen die Möglichkeit, langfristig eine leitungsgebundene oder hybride Wärmeversorgung zu entwickeln, auch wenn diese zum aktuellen Zeitpunkt ggf. nicht wirtschaftlich darstellbar sind. Auch in den weniger dicht bebauten Randlagen sind dezentrale Lösungen zwar voraussichtlich wirtschaftlich vorteilhafter, dennoch können diese Gebiete nicht pauschal von der weiteren Betrachtung ausgenommen werden, da zukünftige technologische Entwicklungen oder Netzverdichtungen neue Optionen eröffnen können.

Die Eignungsprüfung kommt daher zu dem Ergebnis, dass für das gesamte Stadtgebiet eine vollständige Bestandsanalyse erforderlich ist und kein Gebiet ausgeschlossen wird. Dies ermöglicht eine datenbasierte Bewertung aller Versorgungsoptionen im gesamten Stadtgebiet. Damit wird sichergestellt, dass alle Gebiete in die weitere Wärmeplanung einbezogen werden und eine fundierte Grundlage für die spätere Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete geschaffen wird. Gleichzeitig schließt das Ergebnis nicht aus, dass in den nachfolgenden Analyseschritten bestimmte Gebiete als ungeeignet für eine leitungsgebundene Versorgung bestimmt werden.

3. Bestandsanalyse

Die kommunale Wärmeplanung der Stadt Bochum stützt sich auf eine umfassende Erhebung und Auswertung der aktuellen energetischen Ausgangssituation im gesamten Stadtgebiet. Als Grundlage diente eine digital erfasste, strukturierte und inhaltlich konsolidierte Datenbasis, die alle relevanten Informationen zu Gebäuden, Infrastrukturen und Energieverbrauchsstrukturen bündelt. Hierfür wurden vielfältige Datenquellen, darunter kommunale Geodaten, Liegenschaftskataster, Informationen von Energieversorgern und Netzbetreibern sowie landes- und bundesweite Fachstatistiken systematisch zusammengeführt, harmonisiert und qualitätsgesichert. Die konsolidierten Datensätze wurden anschließend analysiert und den beteiligten Akteuren der Wärmeplanung in geeigneter, anwenderfreundlicher Form zur Verfügung gestellt.

Die daraus entstandene Bestandsanalyse ermöglicht einen detaillierten Einblick in den aktuellen Energiebedarf und die realen Energieverbräuche der Bochumer Gebäude. Sie zeigt auf, welche Energieträger heute in welchem Umfang genutzt werden, wie sich die bestehende Versorgungsinfrastruktur, darunter das gut ausgebaute Fernwärmenetz im Stadtzentrum, darstellt und welche technischen und baulichen Eigenschaften den Gebäudebestand prägen. Dabei werden auch quartiersspezifische Unterschiede sichtbar.

Darüber hinaus werden die resultierenden Treibhausgasemissionen auf kommunaler Ebene transparent quantifiziert. Dies schafft eine belastbare Grundlage dafür, Emissionsschwerpunkte in Bochum zu identifizieren und Entwicklungspotenziale für klimafreundliche Alternativen herauszuarbeiten.

Die Bestandsanalyse bildet somit den zentralen Ausgangspunkt, um zielgerichtete Maßnahmen und strategische Leitlinien für den weiteren Wärmeplanungsprozess zu entwickeln. Sie zeigt nicht nur den Status quo der Wärmeversorgung in Bochum auf, sondern liefert auch die Entscheidungsgrundlagen für die zukünftige Ausrichtung hin zu einer klimaneutralen, resilienten und sozialverträglichen Wärmeversorgung.

3.1 Das Projektgebiet

Die Stadt Bochum im westlichen Teil Nordrhein-Westfalens und in der Mitte des Ruhrgebiets erstreckt sich über eine Fläche von etwa 145,66 km^2 und weist rund 375.000 Einwohnerinnen und Einwohner auf. Damit ist Bochum die sechstgrößte Stadt in Nordrhein-Westfalen.

Administrativ gliedert sich Bochum in sechs Stadtbezirke, die wiederum in insgesamt rund 30 statistische Ortsteile unterteilt sind. Beispielsweise entfällt auf den Bezirk Bochum-Mitte mit etwa 105.000 Einwohnenden rund 28 % der städtischen Gesamtbevölkerung. Abbildung 3 zeigt das gesamte Betrachtungsgebiet der kommunalen Wärmeplanung (ohne die Stadtbezirke explizit auszuweisen).



Abbildung 3: Das Betrachtungsgebiet. Quelle: enersis

Diese Gliederung wirkt sich entscheidend auf die Bestandsanalyse im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung aus. Zum einen liefern die Gesamtfläche und die Einwohnerzahl die übergeordnete Rahmenbedingung für den Wärmebedarf. Je größer das Stadtgebiet und je höher die Bevölkerungsdichte, desto umfassender sind die Anforderungen an Wärmeversorgung und Infrastruktur. Zum anderen ermöglicht die detaillierte Aufschlüsselung nach Bezirken und Ortsteilen eine differenzierte Betrachtung, da sich die Stadtteile durch unterschiedliche Gebäudetypologien, Bebauungsdichten und Versorgungsstrukturen auszeichnen.

In dicht bebauten Bezirken mit vielen Mehrfamilienhäusern entstehen meist höhere spezifische Wärmeverbräuche pro Quadratmeter, wodurch zentrale Lösungen wie Fern- oder Nahwärmenetze wirtschaftlicher werden. In weniger dicht besiedelten Ortsteilen mit Einfamilienhausstrukturen oder Randlagen spielen hingegen dezentrale Technologien wie Wärmepumpen eine größere Rolle.

3.2 Datenerhebung

Ziel der Datenerhebung war es, ein möglichst genaues und belastbares Bild des aktuellen Wärmesystems der Kommune zu erstellen. Auf dieser Grundlage können in den weiteren Schritten der kommunalen Wärmeplanung fundierte Handlungsoptionen und belastbare Szenarien für eine zukunftsfähige, klimafreundliche Wärmeversorgung entwickelt werden. Abbildung 4 zeigt eine beispielhafte Übersicht der verwendeten Datenquellen. Durch die Kombination dieser vielfältigen und heterogenen Datenquellen entsteht ein detailliertes räumliches Bild des Wärmebedarfs, der energetischen Qualität des Gebäudebestands sowie der bestehenden Energieinfrastruktur.

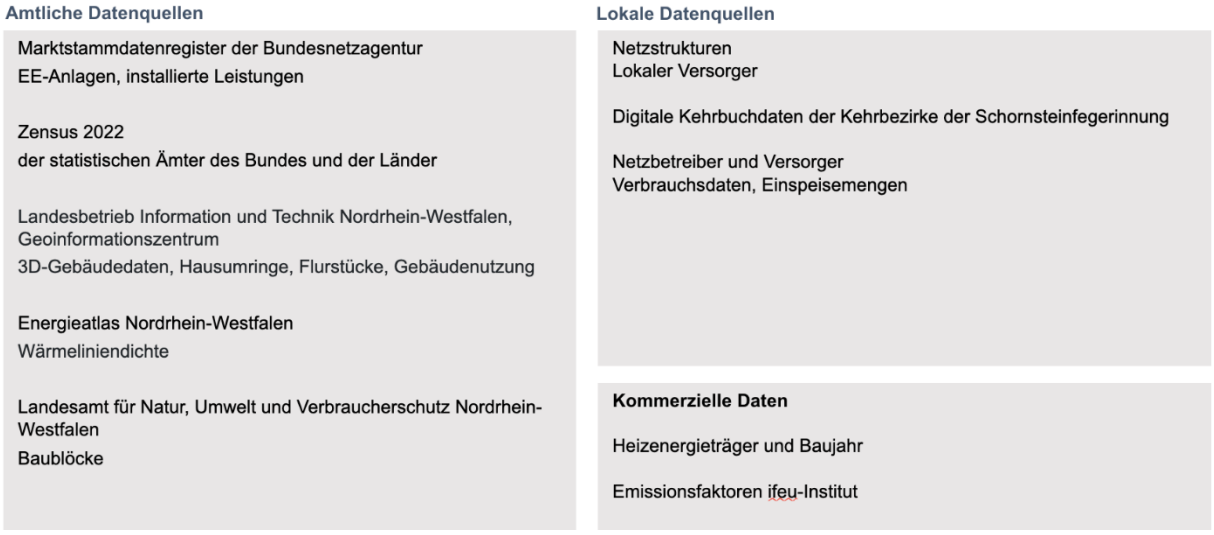


Abbildung 4: Übersicht der Datenquellen. Quelle: enersis

Eine wesentliche Grundlage bildeten die Statistik- und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS). Diese liefern detaillierte Informationen zu Grundstücksgrenzen und Flurstücken sowie zur Lage, Nutzung und geometrischen Ausprägung der Gebäude. Ergänzend kamen 3D-Gebäudemodelle im Detailgrad LoD2 zum Einsatz, die eine volumetrische Darstellung des Gebäudebestands ermöglichen. Dadurch lässt sich die zu beheizende Gebäudehülle deutlich präziser bestimmen, was die Qualität der energetischen Bewertung erheblich verbessert.

Ein weiterer zentraler Bestandteil der Datenerhebung waren die Verbrauchsdaten, der Sektoren Strom, Gas und Fernwärme, die von der Stadtwerke Bochum Netz GmbH (Gas, Strom) und der Stadtwerke Bochum GmbH (Fernwärme) bereitgestellt wurden. Diese wurden vollständig anonymisiert und in aggregierter Form auf Baublockebene übermittelt. Auf dieser Basis konnten

die tatsächlichen Energieverbräuche im Bestand erfasst und räumlich differenziert analysiert und dargestellt werden.

Zusätzliche Erkenntnisse über die vorhandenen Heizsysteme lieferten die elektronischen Kehrbuchdaten der Schornsteinfeger, die in Zusammenarbeit mit der Stadt Bochum beschafft wurden. In Summe konnten 21 der 27 Bezirke ausgewertet werden. Aus diesen Informationen ließen sich unter anderem Art und Anzahl der Feuerstätten, die eingesetzten Brennstoffe sowie das Alter der Anlagen ableiten. Diese Angaben sind insbesondere für die Einschätzung von Austauschpotenzialen und die Planung zukünftiger Heizungstechnologien von großer Bedeutung.

Ergänzend wurden die Daten zum Verlauf der bestehenden Strom-, Gas- und Fernwärmenetze in die Analyse integriert. Diese georeferenzierten Infrastrukturdaten ermöglichen es, potenzielle Anschlussmöglichkeiten für neue Wärmeversorgungsgebiete zu identifizieren und die Ausbaupotenziale der bestehenden Netzinfrastrukturen zu bewerten.

Hinweis: Die in diesem Bericht dargestellten räumlich verorteten Verbrauchsdaten werden ausschließlich in aggregierter Form (mindestens fünf Gebäude) präsentiert und sind vollständig anonymisiert. Dadurch sind keine Rückschlüsse auf einzelne Gebäude möglich. Aufgrund der Aggregation ist jedoch zu berücksichtigen, dass die tatsächlichen Werte einzelner Gebäude sowohl nach oben als auch nach unten deutlich abweichen können.

3.3 Gebäudebestand

Durch die Zusammenführung von frei verfügbaren Geodaten und den Informationen des amtlichen Liegenschaftskatasters konnten im Projektgebiet Bochum insgesamt 145.715 Gebäude identifiziert und analysiert werden. Dies beinhaltet alle beheizten und unbeheizten Gebäude, die einer Gebäudenutzungsart (ca. 400 verschiedene Gebäudetypen) zugeordnet werden konnten. Dabei werden neben Wohngebäuden und Industriebauwerken beispielsweise auch Gartenlauben und Pumpwerke betrachtet. Zur Erhöhung der Datenqualität wurden Daten von Immobilienanbietern zusätzlich verschnitten. Wie Abbildung 5 zeigt, werden von dieser Gesamtzahl der Gebäude 57 % dem Gebäudetyp „Wohnen“ zugeordnet, wodurch dieser den größten Teil der Gebäudetypen in Bochum ausmacht. Zur besseren Einordnung des Sektors „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Verkehr“ ist wichtig zu erwähnen, dass ca. 80 % der Gebäude Verkehrsbauwerke, wie Garagen und Betriebsgebäude für Straßen- bzw. Schienenverkehr sind.

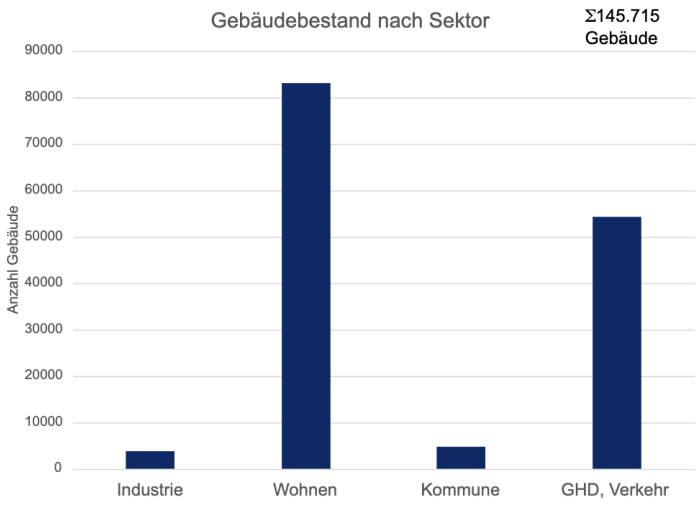


Abbildung 5: Gebäudebestand nach Sektor. Quelle: enersis

Neben der Einordnung in Sektoren wird auch die Altersstruktur näher beleuchtet (dargestellt in Abbildung 6). Dies zeigt einen durchschnittlich eher älteren Gebäudebestand mit einer dominanten Baualtersklasse zwischen 1961 und 1980 mit 39 % der errichteten Gebäude. Beachtet werden muss hierbei allerdings, dass die Datenqualität in den jüngeren Baualtersklassen besser ist, weshalb hier etwas spezifischer eingruppiert werden konnte. Trotzdem sind in Summe 77 % der Gebäude vor 1981 errichtet worden, gegenüber 8,4 % der neugebauten Gebäude nach dem Jahr 2000.



Abbildung 6: Gebäudebestand nach Baualtersklassen. Quelle: enersis.

Dazu passend zeigt Abbildung 7 überwiegende Baujahre auf Baublockebene. Hier gilt, dass die größte summierte Energiebezugsfläche einer Gebäudealtersklasse die farbliche Darstellung des Baublocks bestimmt. Hier werden die Baualtersklassen differenzierter angezeigt und die 60er bzw. 70er Jahre sind die dominanten Baualtersklassen im Stadtbild. Allerdings ist kein spezifischer Stadtteil mit einer auffallend alten oder jungen Baualtersstruktur hervorzuheben. In Summe ergibt sich ein sehr durchmischtes Stadtbild.

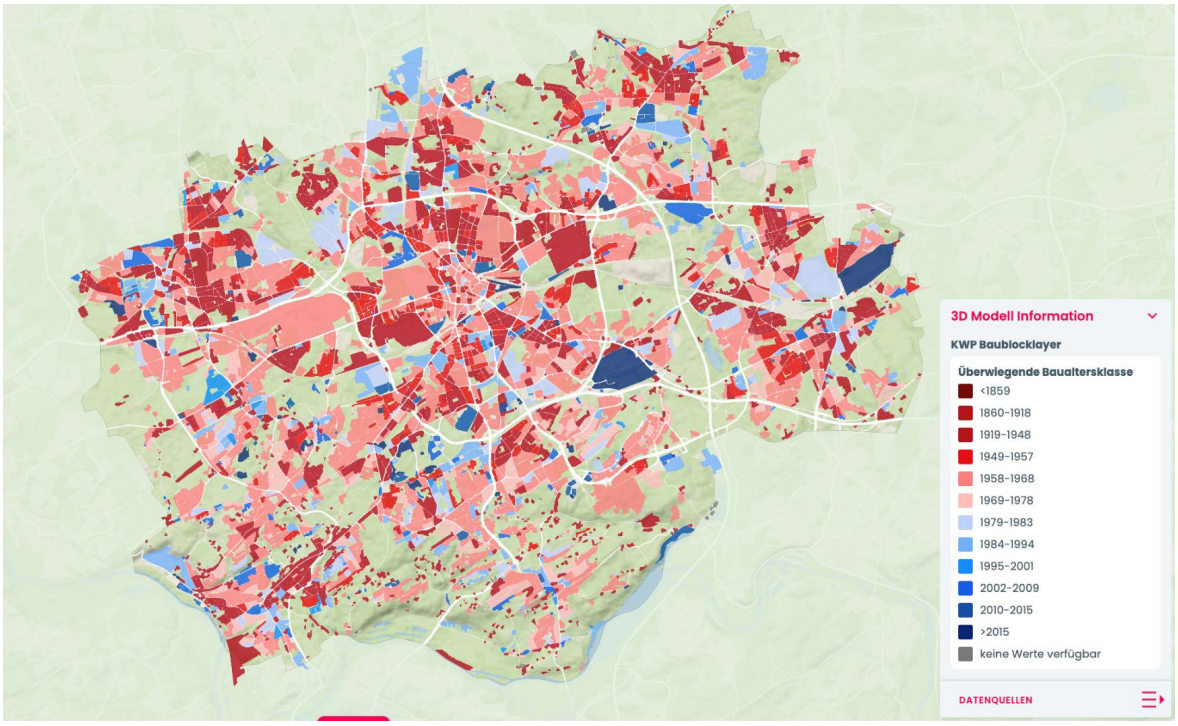


Abbildung 7: Überwiegende Baualtersklasse dargestellt auf Baublockebene. Quelle: enersis

Der dritte wichtige Betrachtungspunkt des Gebäudebestands ist die kartographische Einordnung des überwiegenden Gebäudetyps. Hierfür wurde pro Baublock der Gebäudetyp mit der höchsten Energiebezugsfläche bestimmt und wird in Abbildung 8 farblich dargestellt. Hierbei wurde deutlich, dass der Großteil der Gebäude dem Typ Wohngebäude zuzuordnen ist, weshalb sich hier eine genauere Betrachtung lohnt. Auffällig ist außerdem, dass im Bochumer Süden kaum Baublöcke mit Industriebauwerken zu finden sind, da sich diese eher auf den Bochumer Norden konzentrieren.

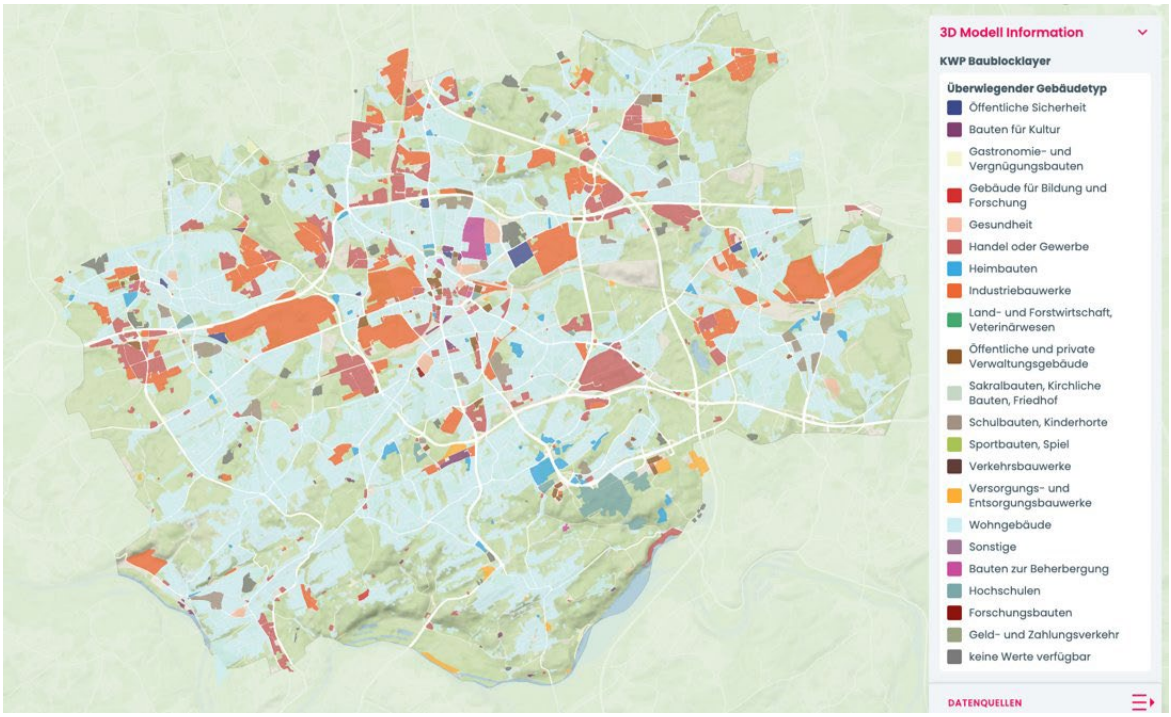


Abbildung 8: Überwiegender Gebäudetyp dargestellt auf Baublockebene. Quelle: enersis

Im Folgenden liegt der Fokus der Betrachtung bei den Wohngebäuden, als dominantem Gebäudetyp im Stadtbild. In Summe konnten durch Verbrauchsdaten der Stadtwerke und der Schornsteinfegerdaten 66.683 beheizte Wohngebäude identifiziert werden. Im Vergleich zu den insgesamt ca. 80.000 gesamten Wohngebäuden aus den vorherigen Abbildungen, fallen bei den 66.683 beheizten Wohngebäuden u.a. Gartenlauben und kleine Anbauten an Wohngebäuden weg. Die Einordnung des spezifischen Wärmebedarfs wurde anhand der gängigen Energieeffizienzklassen vorgenommen. Es wurden Verbrauchsdaten der Gebäude genutzt, so diese denn vorlagen. Ansonsten wurde anhand der Gebäudegeometrie ein entsprechender Verbrauch berechnet. Dafür flossen u. a. der Gebäudetyp, das Baujahr, die Energiebezugsfläche und der Klimafaktor Bochum (Einflussfaktor, der beispielsweise geografische Breite, Vegetation und Bebauung betrachtet) in die Berechnung ein. Abbildung 9 zeigt die Einordnung der Wohngebäude in Effizienzklassen nach spezifischen Wärmebedarf.

Ab einem spezifischen Wärmebedarf von 100 kWh/m^{2}a werden Gebäude in die Energieeffizienzklasse D eingeordnet, ab welchem ein Sanierungspotenzial vorhanden ist. Dies gilt für 69 % der Gebäude, die einen spezifischen Wärmebedarf zwischen 100 kWh/m^{2}a und 200 kWh/m^{2}a aufweisen. Der mittlere spezifische Wärmebedarf über alle Wohngebäude liegt bei 133 kWh/m^{2}a. Auch bei Betrachtung der verschiedenen Größen der Wohngebäude liegt eine ähnliche Verteilung vor. Bei Gebäuden unter 200 Quadratmeter (ca. 49.500 Gebäude) liegt der mittlere

spezifische Wärmebedarf bei 131 kWh/m²a. Dieser steigt bei den Gebäuden zwischen 200 und 500 Quadratmetern (ca. 14.500 Gebäude) auf 142 kWh/m²a an. Die größten Wohngebäude über 500 m² (ca. 2.500 Gebäude) weisen einen mittleren spezifischen Wärmebedarf von 129 kWh/m²a auf.



Abbildung 9: Einordnung der Wohngebäude nach spezifischem Wärmebedarf. Quelle: enersis

3.4 Wärmebedarf

Die Bestimmung des Wärmebedarfs für leitungsgebundene Heizsysteme, darunter Gas, Strom für Wärmepumpen, Nachtspeicherheizungen sowie Fernwärmenetze, erfolgte auf Grundlage gemessener Endenergieverbräuche, die von der Stadtwerke Bochum Netz GmbH und der Stadtwerke Bochum GmbH bereitgestellt wurden. Bei den Wärmepumpen ist von einer gewissen Unschärfe auszugehen, da die Nutzung einer solchen aus den Verbrauchsdaten nicht immer hervorgeht.

Durch die Verknüpfung der Verbrauchsdaten mit den spezifischen Wirkungsgraden der jeweiligen Heiztechnologien konnten der daraus resultierende Wärmebedarf beziehungsweise die nutzbare Wärmeenergie berechnet werden. Für nicht leitungsgebundene Heizsysteme wie Öl-, Holz- oder Kohleheizungen sowie für Gebäude ohne eindeutige Heizsysteminformationen wurde der Wärmebedarf mithilfe von Abschätzungsverfahren ermittelt. Grundlage hierfür waren unter anderem die beheizte Fläche, der Gebäudetyp und weitere relevante Gebäudemerkmale. Die

anschließende Anwendung typischer Wirkungsgrade ermöglichte eine realitätsnahe Annäherung an den tatsächlichen Endenergieverbrauch.

Der jährliche Wärmebedarf im Projektgebiet beträgt insgesamt 3.180 GWh (siehe Abbildung 10). Den größten Anteil daran trägt der Sektor „Wohnen“ mit 57 %, gefolgt von den Sektoren „GHD, Verkehr, Sonstige“ und „Kommune“ mit jeweils 15 %. Mit knapp 11 % ist der Sektor „Industrie“ für den geringsten Anteil verantwortlich.

Der Endenergiebedarf wird stark von fossilen Energieträgern dominiert: Gas (77 %) und Heizöl (3 %) decken gemeinsam 80 % des Bedarfs ab. Die bestehenden Fernwärmenetze machen mit 17 % einen nennenswerten Anteil der Energieversorgung aus. Die restlichen Energieträger spielen in der Gesamtbetrachtung derzeit eine untergeordnete Rolle.

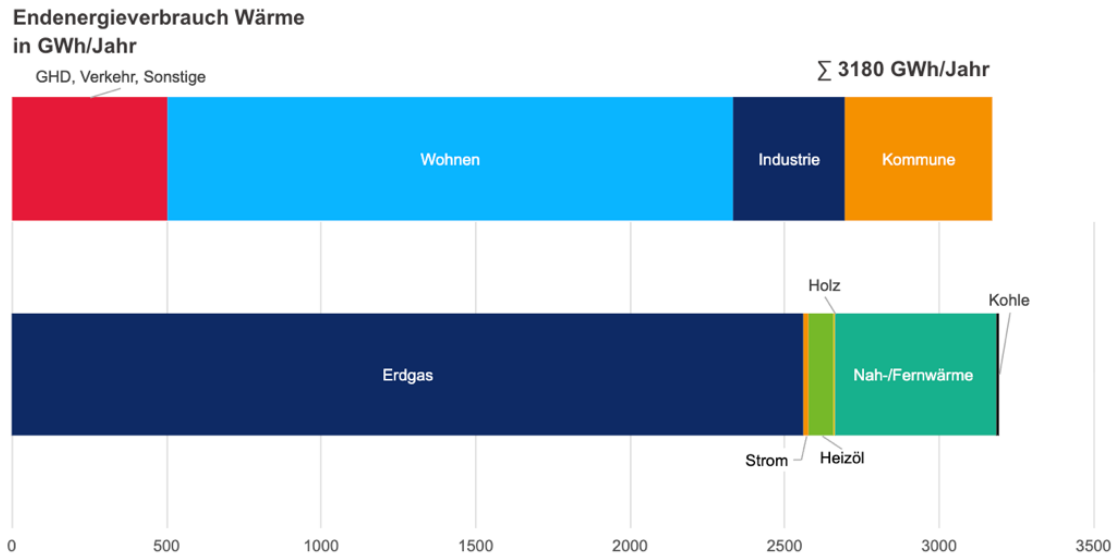


Abbildung 10: Endenergieverbrauch Wärme. Quelle: enersis

Die in Abbildung 11 dargestellte Wärmeverbrauchsdichte macht sichtbar, in welchen Bereichen ein erhöhter Wärmeverbrauch vorliegt, unabhängig davon, ob bereits leitungsgebundene Wärmeversorgung vorhanden ist. Besonders in der Innenstadt, in den Stadtteilen Wattenscheid-Mitte, Stahlhausen-Goldhamme und rund um das Unicenter sowie die Ruhr-Universität zeigen sich deutlich höhere Verbrauchsdichten im Vergleich zum übrigen Stadtgebiet.

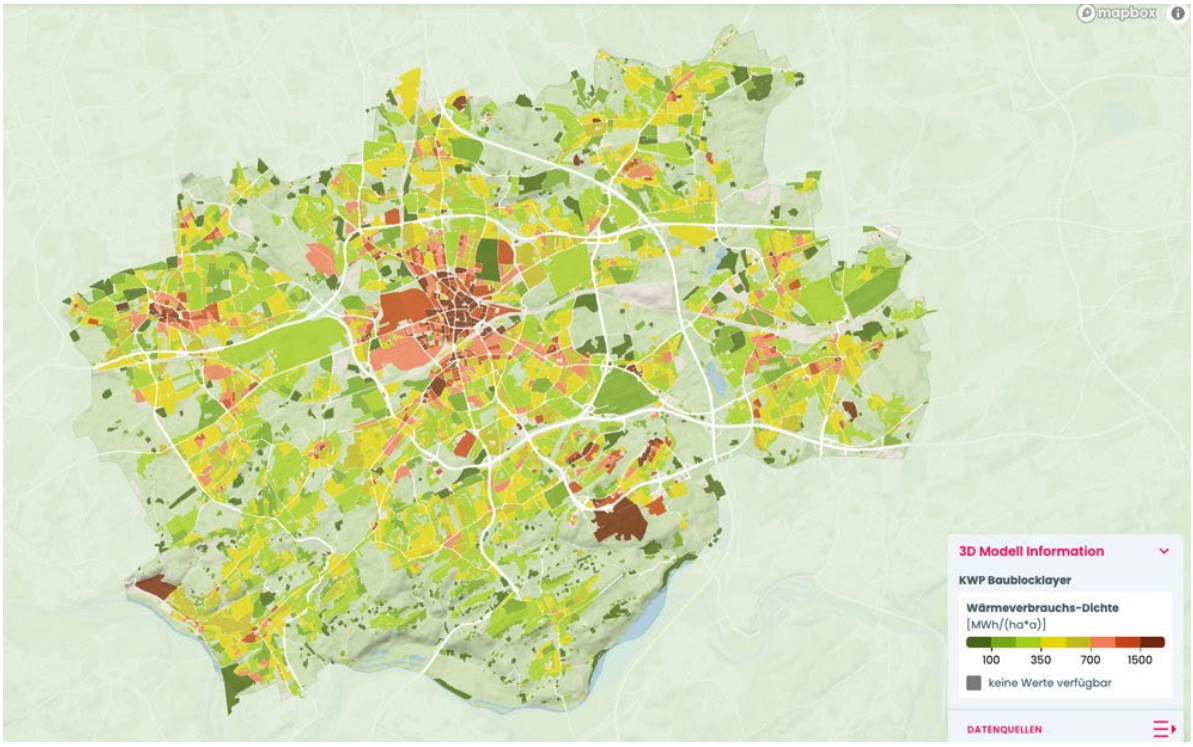


Abbildung 11: Wärmeverbrauchsdichte dargestellt auf Baublockebene. Quelle: enersis

Die räumliche Verteilung des spezifischen Wärmebedarfs pro Straßenabschnitt ist in Abbildung 12 bis Abbildung 15 dargestellt. Hierbei wird der Wärmebedarf eines Gebäudes auf den nächstgelegenen Straßenabschnitt projektiert. Der summierte Wärmebedarf wird durch die Länge des jeweiligen Straßenabschnitts geteilt, wodurch die Kennzahl der Wärmeliniendichte in kWh/(a*m) errechnet wird. Besonders hervorgehoben werden in der weiteren Betrachtung Gebiete mit hoher Wärmeliniendichte, wo bisher keine leitungsgebundene Wärmeversorgung sichergestellt ist. Verdichtungsgebiete wie beispielsweise die Innenstadt mit einer hohen Wärmeliniendichte werden daher in der folgenden Betrachtung ausgeklammert.

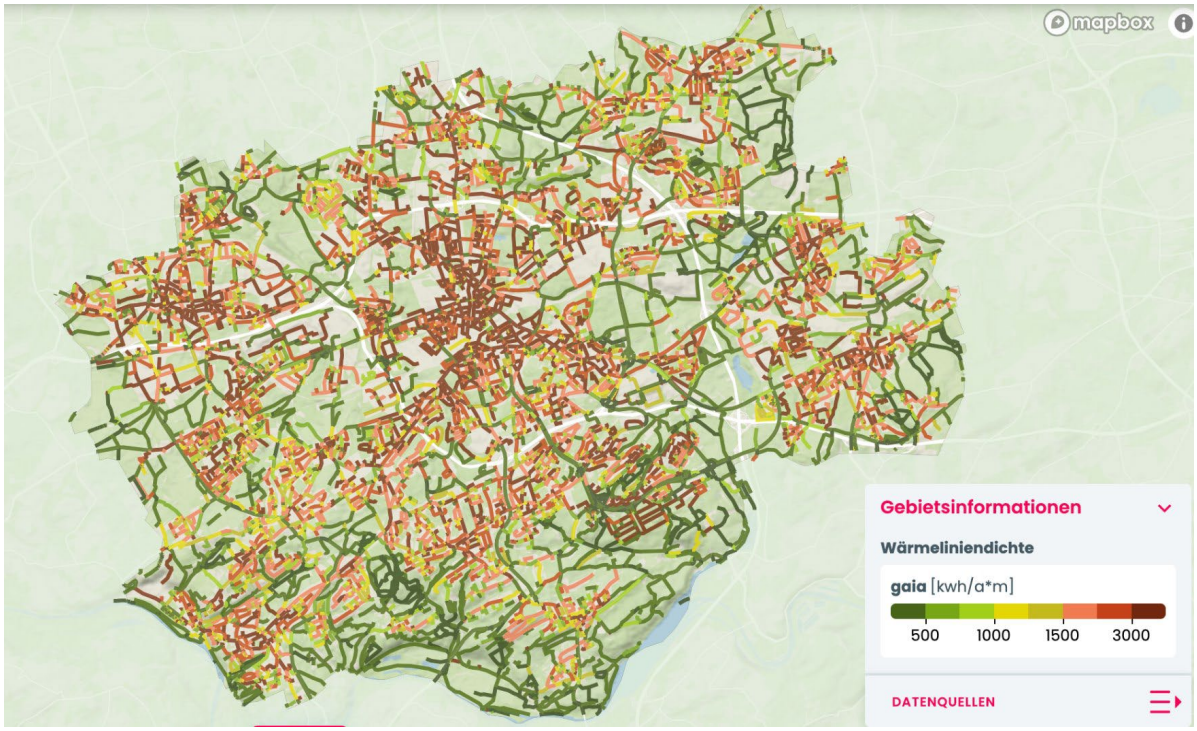


Abbildung 12: Wärmeliniendichte im gesamten Stadtgebiet. Quelle: enersis

Die Analyse der Wärmeliniendichte zeigt, dass insbesondere Stahlhausen-Goldhamme (Abbildung 13), Wattenscheid Mitte (Abbildung 14), Westenfeld (Abbildung 15) und das Gebiet der Dorstener Straße (Abbildung 16) zu den Bereichen mit dem höchsten Wärmeverbrauch gehören. Diese Bereiche stellen allerdings noch keine Eignungsgebiete für Wärmenetze dar; sie dienen vielmehr als erster Hinweis auf potenzielle wirtschaftliche Einsatzgebiete. Im weiteren Verlauf der kommunalen Wärmeplanung werden diese Zonen detailliert geprüft und bewertet.



Abbildung 13: Wärmeliniendichte im Stadtteil Goldhamme-Stahlhausen. Quelle: enersis



Abbildung 14: Wärmeliniendichte im Stadtteil Wattenscheid. Quelle: enersis



Abbildung 15: Wärmeliniendichte im Stadtteil Westenfeld. Quelle: enersis

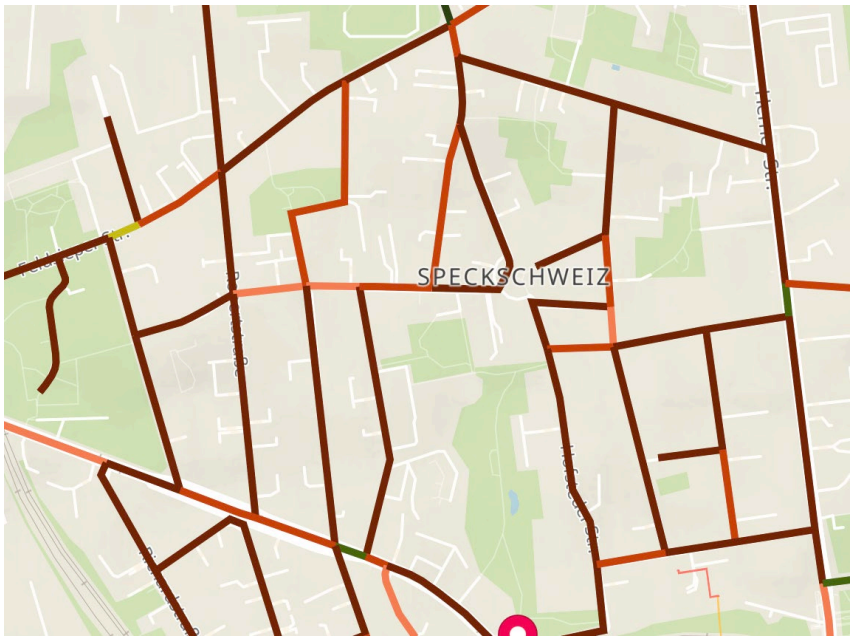


Abbildung 16: Wärmeliniendichte im Bereich Dorstener Straße. Quelle: enersis

3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger

Als Grundlage für die Analyse der dezentralen Wärmeerzeugung dienten die elektronischen Kehrbücher der Bezirksschornsteinfeger. Diese enthalten Informationen zu verwendeten Brennstoffen sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlagen. Ergänzend wurden Verbrauchs- und Netzdaten des Energieversorgers herangezogen. Für einige Gebäude lagen keine Angaben zum Alter der Heizungsanlage vor, während andere Objekte unbeheizt sind.

Abbildung 17 zeigt die Altersstruktur der Heizungsanlagen auf Basis der in den Kehrbüchern erfassten Feuerstätten. Berücksichtigt wurden sowohl zentrale Heizsysteme wie Öl- und Gasheizungen als auch dezentrale Einzelraumfeuerstätten wie beispielsweise mit Briketts betriebene Kachelöfen. Insgesamt flossen 231.708 Feuerstätten in die Auswertung ein. Dies entspricht den Daten von 21 der 27 Schornsteinfegerbezirke. Da die Kehrbuchdaten in aggregierter Form übermittelt wurden, ist eine Zuordnung zu einzelnen Adressen nicht möglich. Mit 51 % der gesamten Anzahl der Heizungen dominieren solche, die älter als 15 Jahre sind. Im Durchschnitt sind die Heizungen 16 Jahre alt. Knapp ein Viertel der Heizungen sind älter als 25 Jahre.

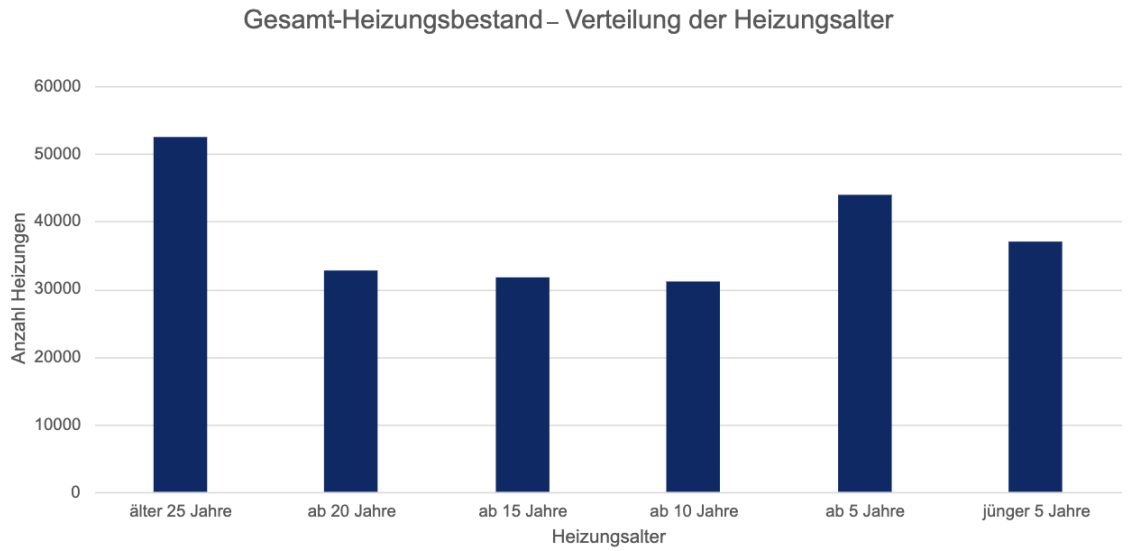


Abbildung 17: Verteilung Heizungsalter über gesamten Heizungsbestand. Quelle: enersis

Bei den dezentralen Heizsystemen dominiert Erdgas mit einem Anteil von 88 %, gefolgt von Heizöl mit 7 %. Flüssiggas macht etwa 0,5 % aus, während Biomasseheizungen – darunter Hackschnitzel, Holzpellets und Scheitholz – etwa 7 % erreichen. Insgesamt werden damit über 94 % der erfassten Heizsysteme weiterhin mit fossilen Energieträgern betrieben. Hausübergabestationen von fernwärmeversorgten Gebäuden wurden in dieser Auswertung nicht berücksichtigt, sodass kleinere Abweichungen gegenüber der Gesamtheizstruktur möglich sind.

Folgende Abbildung 18 zeigt die Verteilung der Heizungen pro Energieträger grafisch. Dabei ist zu beachten, dass in der Fernwärme sehr oft ein Anschluss für ein ganzes Mehrfamilienhaus gilt. In Abbildung 10 ist zu erkennen, dass gemessenen an der Energiemenge der Anteil der Fernwärme mit 17 % deutlich höher liegt.

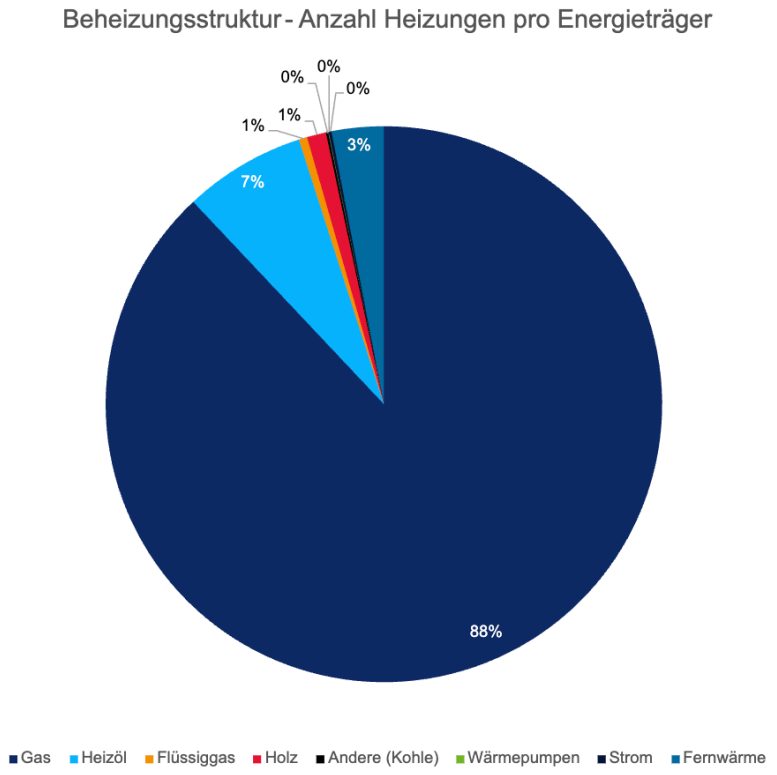


Abbildung 18: Anzahl Heizungen pro Energieträger. Quelle: enersis

Um die Wärmewende umzusetzen und das Ziel der Treibhausgasneutralität zu erreichen, ist der Austausch fossiler Heizsysteme unverzichtbar. Die Analyse der Altersstruktur liefert hierfür eine wichtige Entscheidungsgrundlage. Deutlich wird, dass ein großer Teil der vorhandenen Heizungsanlagen veraltet ist, gemessen an einer typischen technischen Lebensdauer von rund 20 Jahren. Rund 35 % der Gasheizungen überschreiten dieses Alter, bei Ölheizungen sind es sogar 61 %. Der Modernisierungsbedarf ist entsprechend hoch.

Rechtliche Anforderungen verstärken den Handlungsdruck. Nach § 72 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) dürfen Heizkessel mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen, die vor dem 1. Januar 1991 installiert wurden, nicht weiterbetrieben werden. Auch später installierte Anlagen müssen nach 30 Jahren außer Betrieb genommen werden. Ausnahmen gelten unter anderem für Brennwert- und Niedertemperaturkessel, sehr kleine oder sehr große Anlagen sowie Hybridheizungen ohne fossilen Brennstoffanteil. Eigentümerinnen und Eigentümer von

selbstgenutzten Ein- und Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude bereits am 1. Februar 2002 bewohnt haben, sind ebenfalls ausgenommen. Grundsätzlich gilt jedoch: Fossile Heizkessel dürfen längstens bis Ende 2044 betrieben werden.

Mit der GEG-Novelle zum 1. Januar 2024 wurde zudem festgelegt, dass neu installierte Heizsysteme ab dem 30. Juni 2028 in Kommunen unter 100.000 Einwohnern mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen müssen. Ein einfacher Austausch eines defekten Erdgaskessels ist damit gesetzlich nicht mehr zulässig. In größeren Kommunen greift diese Vorgabe bereits ab dem 30. Juni 2026. Wird ein Gebiet auf Grundlage eines Wärmeplans nach § 26 des Wärmeplanungsgesetzes als Entwicklungsgebiet für Wärme- oder Wasserstoffnetze festgelegt, gilt die 65-%-Regelung dort früher.

Für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer bedeutet dies in den kommenden Jahren erheblichen Handlungsbedarf. Besonders wichtig ist die Prüfung, ob eine Austauschpflicht nach § 72 GEG besteht – hierzu kann der zuständige Bezirksschornsteinfeger Auskunft geben. Bei einem Heizungstausch empfiehlt sich grundsätzlich eine Heizlastberechnung, idealerweise im Rahmen einer qualifizierten Energieberatung. Da viele bestehende Heizsysteme überdimensioniert sind und somit mehr verbrauchen, als nötig ist, kann eine genaue Berechnung helfen, ein neues System korrekt auszulegen, unnötige Kosten zu vermeiden und einen effizienten Betrieb sicherzustellen.

3.6 Gas- und Wärmenetzinfrastruktur

Die Stadtwerke Bochum Netz GmbH übernimmt bereits seit vielen Jahren netzseitig den überwiegenden Teil der Gasversorgung im Projektgebiet Bochum und deckt dabei knapp 80 % des Gesamtbedarfs an Wärmemenge ab. Die ersten Haushalte wurden in Bochum 1855 über ein Netz mit Erdgas versorgt. Heute sind hier 45.080 Anschlussnehmer angeschlossen. Erweiterungen des Netzes sind derzeit nicht vorgesehen. Vor dem Hintergrund der gesetzlichen Vorgaben zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 müssen jedoch langfristig alle Gasnetze schrittweise auf EE-Gase umgestellt oder stillgelegt werden. Dabei steht die Versorgungssicherheit für die Kundinnen und Kunden an erster Stelle. Maßgeblich für die Ausgestaltung dieses Transformationsprozesses sind sowohl die Bedarfe der Anschlussnehmer als auch die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen, an denen sich die zukünftige Netzplanung orientieren muss. Die Erdgasinfrastruktur wird sich somit in den kommenden Jahren an die veränderten Anforderungen anpassen.

Abbildung 19 zeigt, dass das Gasnetz im Projektgebiet nahezu flächendeckend vorhanden ist. Die kartografische Darstellung erfolgt aus Datenschutzgründen auf Baublockebene.

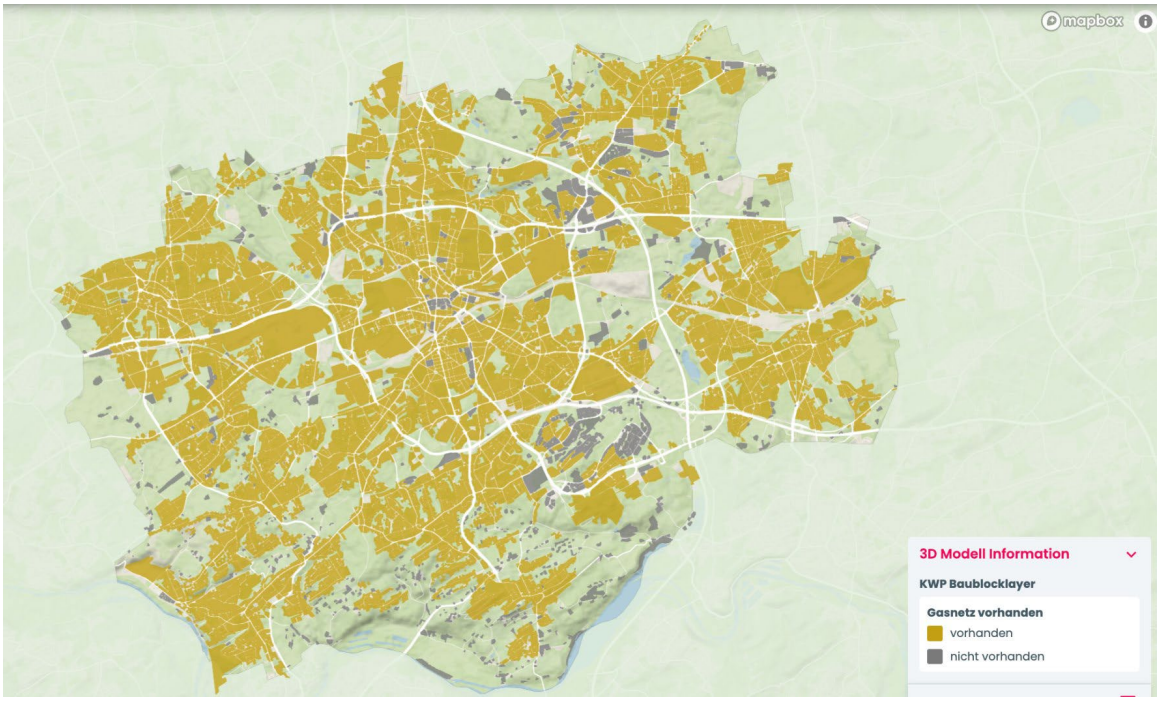


Abbildung 19: Gasnetzinfrastruktur dargestellt auf Baublockebene. Quelle: enersis

Abbildung 20 bis Abbildung 25 verdeutlichen anschließend, wie sich der Anteil der verschiedenen Energieträger am Wärmeverbrauch in den einzelnen Baublöcken verteilt. Sie machen die hohe Anschlussquote und die starke Nutzung des Energieträgers Gas deutlich. Nur in wenigen Baublöcken überwiegen alternative Energieträger wie Heizöl, Holz oder Strom.

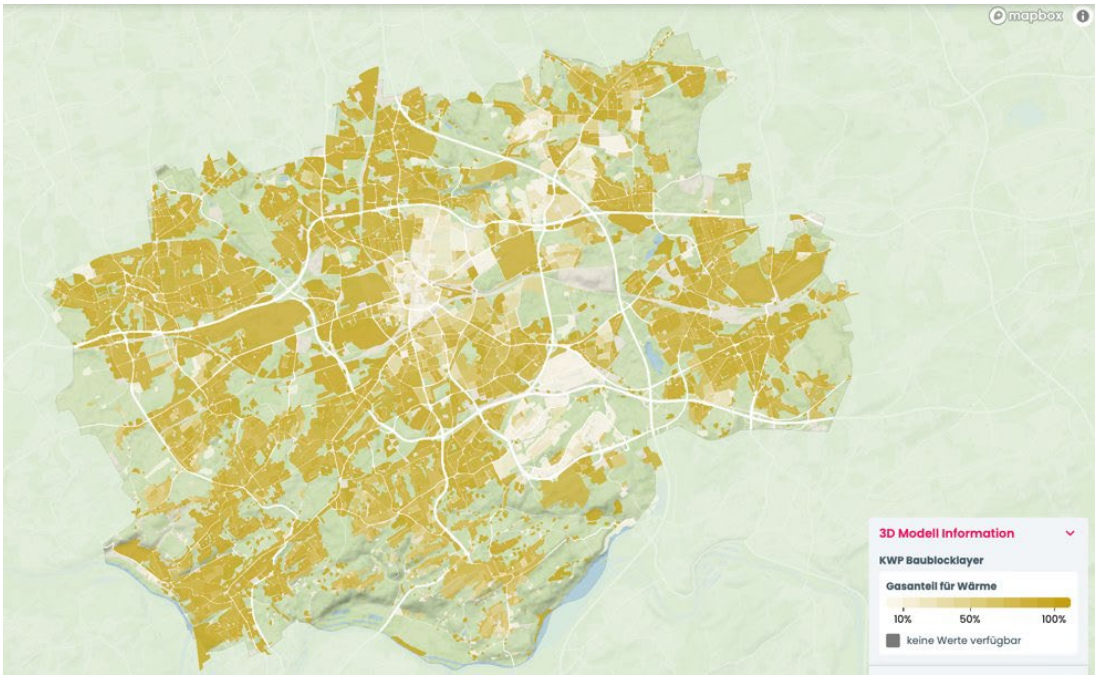


Abbildung 20: Gasanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis



Abbildung 21: Heizölanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis



Abbildung 22: Wärmepumpenanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis



Abbildung 23: Holzanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis

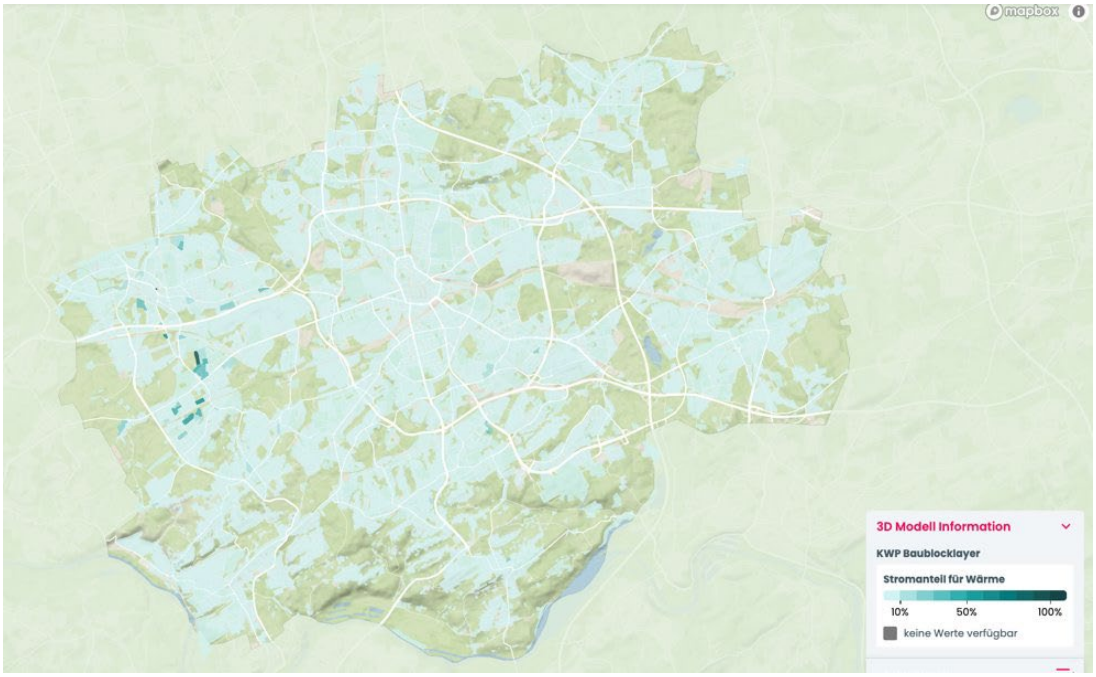


Abbildung 24: Stromanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis



Abbildung 25: Anteil sonstiger Heizenergieträger am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis

Die nachfolgende Abbildung 26 stellt die Anzahl aller Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) mit thermischer Leistung auf Baublockebene dar. Sie bietet damit einen räumlich

differenzierten Überblick über die Verteilung dieser Wärmeerzeuger im gesamten Stadtgebiet. Insgesamt zeigt sich, dass KWK-Anlagen grundsätzlich flächendeckend vorhanden sind und in unterschiedlichen Quartieren zur Wärmeversorgung beitragen.

Gleichzeitig wird jedoch eine deutliche räumliche Konzentration in Bereichen mit bestehender oder geplanter Fernwärmeinfrastruktur sichtbar. Insbesondere im Umfeld des Fernwärmenetzes ist die Dichte der KWK-Anlagen höher als in anderen Teilen des Stadtgebiets.

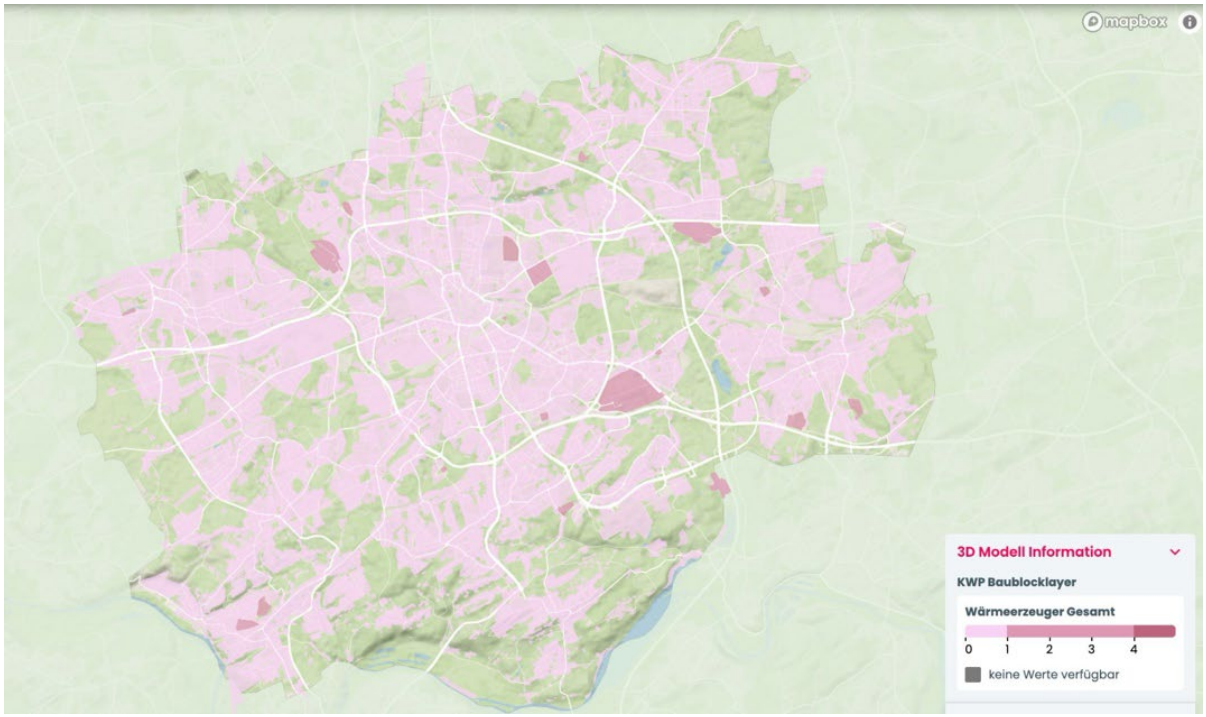


Abbildung 26: Wärmeerzeugungsanlagen dargestellt auf Baublockebene. Quelle: enersis

Im Projektgebiet sind derzeit fünf Wärmenetze mit insgesamt rund 4.376 Anschlussnehmern in Betrieb, welche in Abbildung 27 dargestellt sind.

Das Netz der Stadtwerke Bochum zählt 2.559 Anschlüsse bei einer Trassenlänge von 147,24 km und ist seit 1954 in Betrieb. Seit 1981 existiert das WGW-Netz mit 446 Anschlüssen bei 28,41 km Trassenlänge. Das dritte große Fernwärmenetz ist das FUW-Netz mit 65,7 km Trassenlänge und 1.106 Anschlüssen, welches seit 1967 in Betrieb ist. Die primäre Vorlauftemperatur bei -8 Grad Celsius liegt bei 120 Grad Celsius, die Rücklauftemperatur bei 60 Grad Celsius. Alle drei Abschnitte sind miteinander verbunden und werden letztlich von der Stadtwerken Bochum Holding GmbH betrieben, da sie Gesellschafter der WGW (anteilig) und der FUW (100%) sind.

Außerdem gibt es in Bochum zwei ebenfalls von den Stadtwerken betriebene Inselnetze: Neggenborn in Langendreer (4,53 km Trassenlänge, 165 Anschlüsse, seit 1965) und Laerfeld (3,13 km Trassenlänge, 100 Anschlüsse, seit 1966). Die primäre Vorlauftemperatur dieser beiden Netze bei –8 °C Außentemperatur liegt bei 92 °C, die Rücklauftemperatur bei 60 °C.

Abbildung 28 zeigt abschließend den Anteil der Fern- bzw. Nahwärme an der gesamten Wärmeversorgung im Projektgebiet sowie das gesamte Fernwärmenetz der Stadt Bochum.

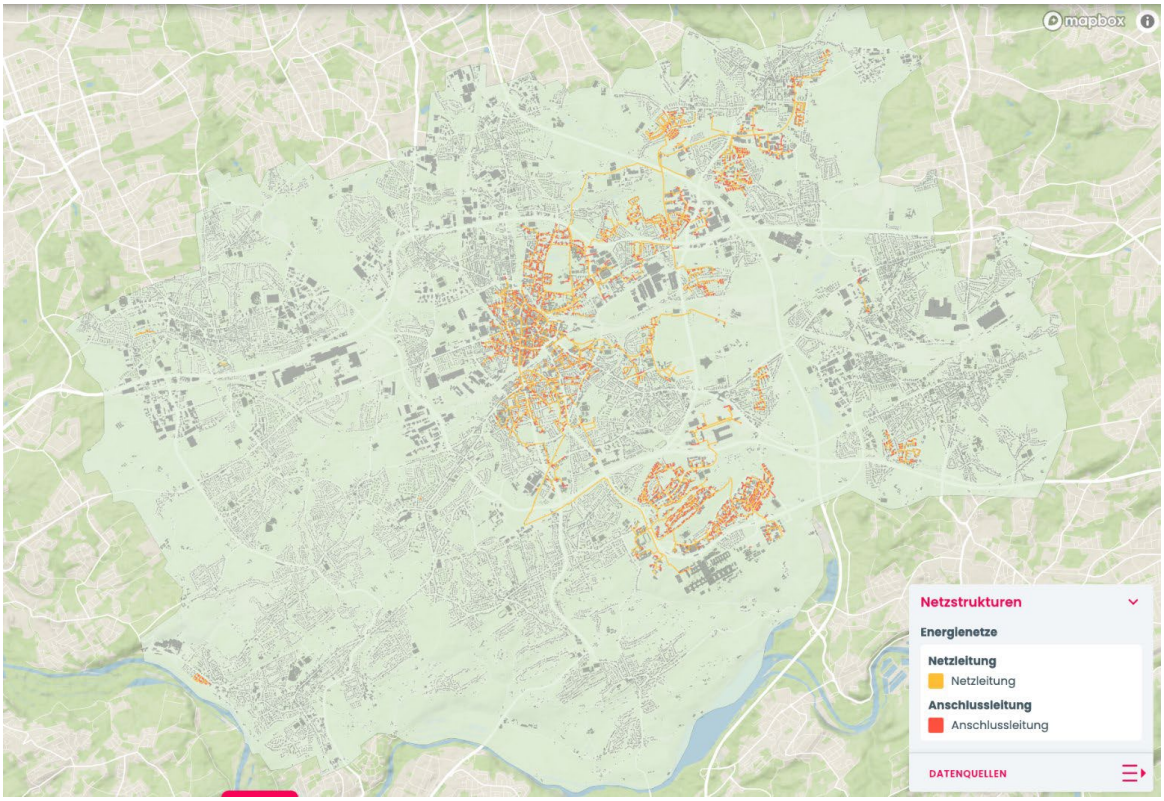


Abbildung 27: Darstellung Fernwärmenetz. Quelle: enersis

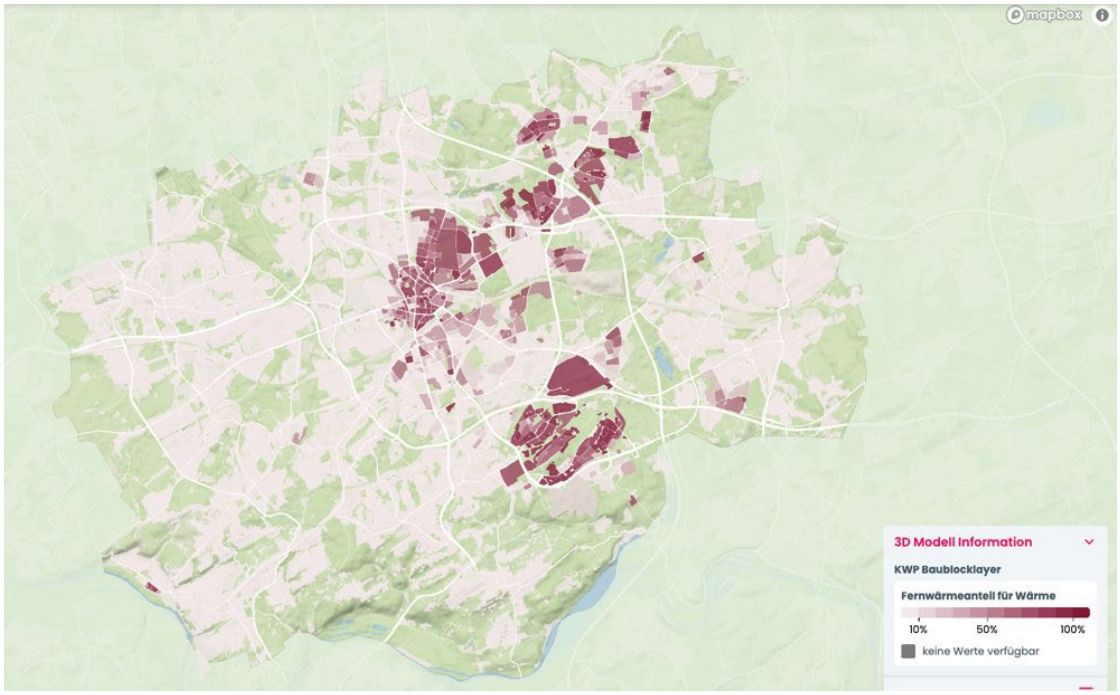


Abbildung 28: Fernwärmeanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis

3.7 Wesentliche Erkenntnisse aus der Bestandsanalyse

Die kommunale Wärmeplanung der Stadt Bochum stützt sich auf eine umfassende Auswertung des aktuellen Gebäude- und Energiestands. Grundlage ist eine digital konsolidierte Datenbasis, die Informationen aus Katasterdaten, Energieverbräuchen der Stadtwerke, Schornsteinfegerdaten sowie Infrastrukturdaten zusammenführt. Dadurch liegt ein belastbares, räumlich differenziertes Gesamtbild zur Wärmeversorgung in Bochum vor.

Mit rund 375.000 Einwohnerinnen und Einwohnern und einer Stadtfläche von etwa 146 Quadratkilometern weist Bochum eine sehr heterogene Bebauungsstruktur auf. Diese reicht von dicht bebauten Innenstadtlagen bis hin zu locker strukturierten Randbereichen. Daraus ergibt sich, dass es keine einheitliche Lösung für die Wärmewende geben kann. Vielmehr müssen quartiersspezifische Strategien entwickelt werden.

Der Gebäudebestand ist insgesamt deutlich älter als im Bundesdurchschnitt: Rund drei Viertel der beheizten Gebäude wurden vor 1981 errichtet. Mehr als die Hälfte des Bestands sind Wohngebäude, die zugleich den größten Energieverbrauch verursachen. Der durchschnittliche

spezifische Wärmebedarf liegt bei etwa 133 kWh pro Quadratmeter und Jahr,[1] was auf erheblichen Sanierungsbedarf hinweist. Rund zwei Drittel der Wohngebäude weisen energetische Defizite auf.

Im Rahmen dieser Wärmeplanung werden Gebäude ab der Energieeffizienzklasse E (≥ 130 kWh/(m²a)) als sanierungsbedürftig eingestuft. Ab diesem Schwellenwert besteht in der Regel ein wirtschaftlich sinnvolles Sanierungspotenzial, da die Energieverluste über die Gebäudehülle so hoch sind, dass Investitionen in die energetische Ertüchtigung langfristig rentabel werden. Zum Vergleich: Gebäude der Klasse D (100-130 kWh/(m²a)) weisen bereits Verbesserungspotenzial auf, während Gebäude der Klassen A bis C (< 100 kWh/(m²a)) als energetisch gut bis sehr gut gelten.

Der Wärmesektor ist derzeit stark durch fossile Energieträger geprägt. Rund 80 % des Wärmebedarfs werden durch Erdgas und Heizöl gedeckt. Erneuerbare Energien spielen bislang nur eine untergeordnete Rolle. Die Fernwärme deckt bereits 17 % des Wärmebedarfs ab und stellt damit ein zentrales strategisches Ausbaupotenzial dar. Der bisherige Anteil an der Wärmeversorgung zeigt, dass sowohl eine funktionierende Infrastruktur als auch eine relevante Zahl angeschlossener Abnehmer vorhanden sind. Wie oben beschrieben, bestehen fünf Wärmenetze in Bochum, wobei Verbindungen zwischen den Netzen zum Teil bestehen oder geplant sind. Dies stellt eine tragfähige Grundlage für den weiteren Netzausbau dar und es bestehen günstige Voraussetzungen, um auf bestehenden Netzen aufzubauen und diese weiterzuentwickeln, anstatt neue Versorgungsstrukturen von Grund auf zu etablieren.

Räumliche Analysen identifizieren insbesondere die Innenstadt, Wattenscheid Mitte sowie mehrere Stadtteile im Westen Bochums, aber auch beispielsweise Teile von Langendreer als Gebiete mit hoher Wärmedichte und damit potenzieller Eignung für den Ausbau von Wärmenetzen. Neben der Wärmeliniendichte spielen aber auch andere Faktoren wie die Verfügbarkeit von grünen Wärmequellen eine entscheidende Rolle, um final eine Aussage für die kostengünstigste Wärmeversorgung treffen zu können.

Ein zentrales Handlungsfeld ist der Gebäudetechnikbestand: Mehr als die Hälfte der Heizungen ist älter als 15 Jahre, ein Viertel sogar über 25 Jahre alt. Während gesetzliche Vorgaben fossil betriebene Heizungen schrittweise aus dem Markt drängen, entsteht für viele Eigentümer erheblicher Investitionsdruck.

[1] Dieser Wert liegt deutlich über dem Niveau energetisch sanierter Gebäude: Moderne Neubauten erreichen typischerweise Werte unter 50 kWh/(m²a), gut sanierte Bestandsgebäude liegen bei etwa 70-100 kWh/(m²a

Auch die bestehende Gasinfrastruktur steht vor einem systemischen Umbruch. Während das Netz aktuell nahezu flächendeckend ausgebaut ist, ist langfristig eine Transformation unausweichlich.

Zusammenfassend zeigt die Bestandsanalyse, dass Bochum – wie viele andere Kommunen auch - vor der Aufgabe einer strukturellen Wärmewende steht.

4. Potenzialanalyse

4.1 Grundlagen zur Bewertung von Potenzialen, Methodik

Die Potenzialanalyse ist das verbindende Glied zwischen Bestandsanalyse und den Zielszenarien. Sie bewertet alle in Bochum relevanten klimaneutralen Wärmequellen, ordnet sie methodisch und räumlich ein und macht ihren Beitrag zur Transformation nachvollziehbar.

Zunächst werden die Methodik und die Bewertungsmaßstäbe erläutert. Anschließend folgt die Beschreibung möglicher Technologien jeweils mit Kurzbeschreibung, angesetzten Parametern, Ergebnissen und wesentlichen Umsetzungsvoraussetzungen sowie deren Herausforderungen.

Ein theoretisches Potenzial steht für die gesamte Energiemenge, die von der Umwelt oder dem Industrieunternehmen zur Verfügung gestellt werden kann. Als Teilmenge des theoretischen Potenzials bezeichnet man unter technischem Potenzial jene Energie, die auf dem Stand heutiger Technologien abgreifbar ist. Die Differenz zum theoretischen Potenzial liegt dabei in Wirkungsgradverlusten, Einschränkungen durch Grenzwerte und Auflagen sowie Leistungs- oder Kapazitätsgrenzen.

Das praktische Potenzial grenzt das technische Potenzial weiter ein. Bestandteile des praktischen Potenzials sind die Flächenverfügbarkeit und Genehmigungsfähigkeit.

Ein weiteres Potenzial, welches sich unter dem technischen Potenzial genauer eingrenzt, ist das wirtschaftliche Potenzial. Nicht jede technisch oder praktisch mögliche Technologie ist wirtschaftlich sinnvoll. Auch nicht jede wirtschaftliche Anlage ist praktisch umsetzbar.

Erst die Schnittmenge aller Potenziale ergibt das realisierbare Potenzial, wie Abbildung 29 veranschaulicht. Nach diesen realisierbaren Potenzialen der verschiedenen Wärmebereitstellungstechnologien wird im Zuge der Potenzialanalyse gesucht.

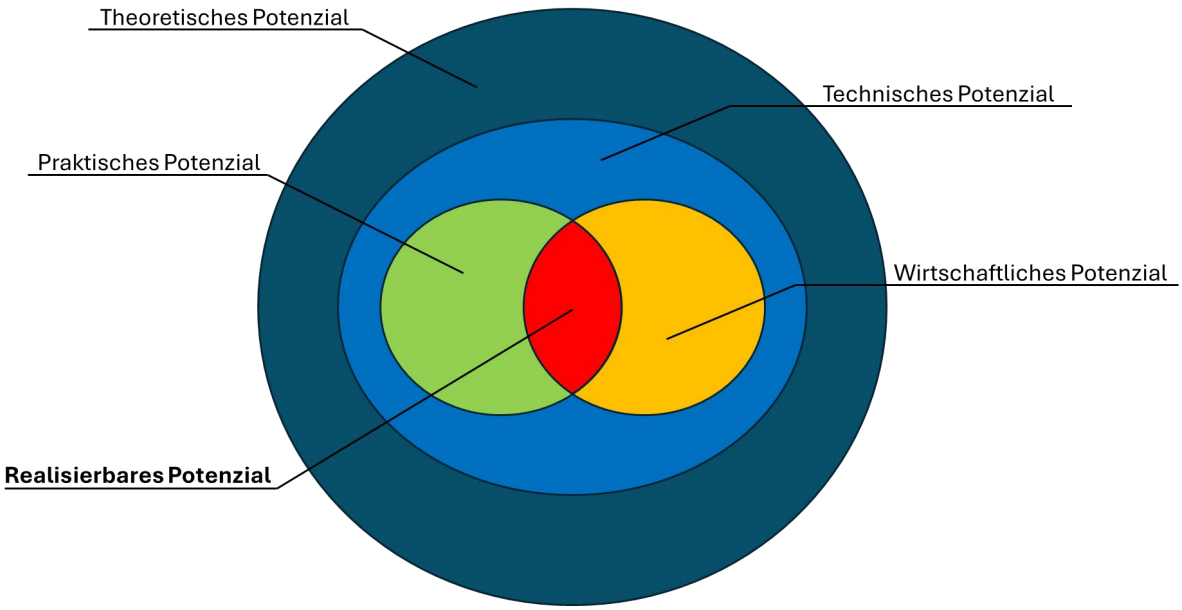


Abbildung 29: Schematische Darstellung der verschiedenen Arten von Potenzialen. Quelle: BLS

Die Potenzialanalyse folgt einem standardisierten, technologieoffenen Bewertungsrahmen. Ziel ist die konsistente Einordnung zentraler und dezentraler Optionen entlang einheitlicher Kriterien, damit Entscheidungen auf belastbaren, vergleichbaren Ergebnissen beruhen.

Zentrale Optionen umfassen Großwärmepumpen mit wassergeführten Quellen wie Flusswasser, geklärtes Abwasser und Grubenwasser, tiefe Geothermie und zentrale Anlagen mit Luft als Quelle. Auch Anlagen zur zentralen Wärmeerzeugung durch grüne Gase und Biomasse sind Möglichkeiten. Für alle Wärmeerzeuger werden Standorte mit Genehmigungen, Flächen für Entnahme- und Einleitbauwerke, Erzeugungsanlagen und Trassenkorridoren sowie eine ausreichende Nähe zu Gebieten mit hoher Wärmeliniendichte benötigt.

Dezentrale Optionen umfassen Luftwärmepumpen, oberflächennahe Geothermie mit Erdwärmesonden und -kollektoren, dezentrale Abwasserwärme und Dachflächen für Solarthermie und Photovoltaik sowie die dezentrale Nutzung von grünen Gasen. Sie werden gebäudescharf oder quartiersbezogen bewertet und sind primär an die physische Eignung des einzelnen Grundstücks und die städtebaulichen Rahmenbedingungen gebunden.

Für jede Option wurden saisonale Verfügbarkeit, erschließbare Wärmemengen und technische Realisierbarkeit sowie Standort- und Flächenanforderungen und Genehmigungsrecht bewertet. Außerdem wurden technologiebezogene Wärmegestehungskosten qualitativ abgeschätzt. Bei zentralen Quellen kommen die Nähe zu Verbrauchsschwerpunkten, die Verfügbarkeit geeigneter Trassenkorridore und genehmigungsrelevante Aspekte wie Auskühlgrenzen, Gewässerschutz,

Hochwasser und Überschwemmungsgebiete hinzu. Bei dezentralen Optionen sind Schallschutz, Flächenrestriktionen, bodenkundliche Parameter und elektrische Anschlussleistungen maßgeblich. Die Bewertung erfolgt technologiespezifisch und ist durch die Verwendung der in Tabelle 1 aufgeführten Symbole vergleichbar.

Tabelle 1: Bewertungsmaßstab für Energieerzeuger

Symbol	**Bedeutung**	**Auswirkung**
++	Sehr positiv / Sehr hoch	Sehr hohe Eignung in dieser Kategorie
+	Positiv / Hoch	Gute Eignung in dieser Kategorie
o	Neutral / Mittel	Durchschnittliche Eignung in dieser Kategorie
-	Negativ / Niedrig	Geringe Eignung in dieser Kategorie, erhöhter Aufwand oder Kosten erwartet
--	Sehr negativ / Sehr niedrig	Ausschluss der Technologie

Die nutzbaren Wärmemengen aus wassergeführten Quellen werden aus festgelegten Volumenströmen, zulässigen Auskühlungen und Mindesttemperaturabständen abgeleitet und klaren Betriebsstrategien wie Grund- und Mittellast zugeordnet. Quellen mit hoher Verfügbarkeit und kurzen Leitungswegen tragen die Grundlast, standörtlich begrenzte oder saisonal schwächere Quellen ergänzen die Mittellast. Dadurch entsteht ein konsistentes Bild der jährlichen Wärmemengen, das zugleich Restriktionen aus Gewässerökologie und Netznähe berücksichtigt.

Bei dezentralen Luftwärmepumpen erfolgt die Leistungsableitung aus einem schalltechnischen Modell mit Halbkugel-Ausbreitung, Immissionsgrenzwerten und einer empirischen Korrelation zwischen Schallleistungs- und Heizleistung. Aufstellungslogik und Standortabschirmung werden berücksichtigt, sodass pro Grundstück eine zulässige Leistung entsteht, die den Lärmschutz einhält und den Gebäudebedarf verlässlich deckt. Für Erdwärmesonden wird die maximal setzbare Sondenzahl geometrisch aus der Nettofläche bei Mindestabständen zu Gebäuden und Grenzen ermittelt. Die Entzugsleistung wird nach Verein Deutscher Ingenieure (VDI) Richtlinie 4640 unter Berücksichtigung der Bodenleitfähigkeit und der Sondeninterferenz berechnet und über Vollbenutzungsstunden zu einer jährlichen Wärmemenge fortgeschrieben. Erdwärmekollektoren werden mit typischen spezifischen Entzugsleistungen je Bodenmaterial angesetzt, einschließlich der Materialkennwerte für Sand, Lehm, Schluff und sandigen Ton. Die dezentrale Abwasserwärme wird projektweise anhand typisierter Leistungs- und Laufzeitparameter bewertet und eignet sich vorzugsweise in Quartiersnähe mit kurzen

Leitungswegen zu geeigneten Abwasserleitern. Außerhalb dieser Kulissen steigen Tiefbau- und Anschlusskosten, wodurch der Einsatz an Wirkung verliert.

Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen sind grundsätzlich temperatur- und standortabhängig. Darüber hinaus variieren die Volumenströme wassergeführter Quellen saisonal. Die installierbare Leistung dezentraler Anlagen ist durch Schallschutz und Flächenverfügbarkeit begrenzt, wobei Geothermie außerdem mit einem Fündigkeitsrisiko behaftet ist. Die Potenzialanalyse bildet diese variablen Faktoren über konservative Annahmen, Bandbreiten und alternative Betriebsstrategien wie Grund- versus Mittellastbetrieb ab. Bei zentralen Quellen werden Ergebnisspannen ausgewiesen, um Planungsrobustheit zu sichern.

Die Summe nutzbarer Potenziale kann nicht linear addiert werden. Erzeugungsanlagen beanspruchen Flächen, konkurrieren um genehmigungsfähige Standorte und benötigen Leitungsrechte. Die spätere Systemgestaltung berücksichtigt Erzeugungskosten, Netznähe, Transformationspfade bestehender Fernwärmenetze, Bau- und Genehmigungszyklen sowie die zeitliche Staffelung der Erschließung. Eine räumlich gebündelte Erschließung in Clustern mit hoher Wärmedichte reduziert Leitungsaufwand, beschleunigt Genehmigungen und verbessert Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz. Ergänzend stützt eine Priorisierungsmatrix die Maßnahmenreihenfolge, die Netznähe, Erzeugungskosten, Genehmigungsrisiko und Ausbaugeschwindigkeit gewichtet.

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Potenziale leitungsgebundene Versorgung

Im Folgenden werden die Potenziale zur leitungsgebundenen Versorgung – z.B. über ein Fernwärme-Netz – dargestellt. In diese Potenziale sind Analysen der Stadtwerke Bochum Holding GmbH eingeflossen, welche zum Zweck einer Transformationsplanung für die bestehenden Fernwärmenetze erstellt wurden.

Bei den Werten zu etwaigen Leistungen und Wärmemengen handelt es sich um errechnete Werte, die mitunter auf Annahmen beruhen. Sie sind daher nur als grobe Anhaltspunkte zu verstehen. Für den Fall, dass diese Potenziale in Zukunft erschlossen werden, müssen in der konkreten Planung jeweils genauere Untersuchungen durchgeführt werden. Nach heutigem Stand handelt es sich also um technische Potenziale.

In die Bewertung dieser Potenziale sind weiterhin neue Erkenntnisse gegenüber dem Stand, der zur Beteiligung im Juni/Juli 2025 veröffentlicht wurde, eingeflossen.

4.2.1.1 Geklärtes Abwasser an der Kläranlage

Klarwasserwärmepumpen entziehen dem gereinigten Abwasser nach der Klärstufe Wärme. Die Quelle ist durch den Anlagenbetrieb temperaturstabiler als Flusswasser. Auf der Netzseite sind hohe Jahresnutzungsdauern möglich, da Quelltemperatur und Volumenströme über weite Teile des Jahres verfügbar sind. Die Integration an der Kläranlage bietet kurze Leitungswege, geringen Tiefbauaufwand und klare Betriebsschnittstellen.

Der Ruhrverband betreibt in Bochum ein Klärwerk mit ausgewiesenen Einwohnerwerten von 293.100. Der Einwohnerwert ist eine normierte Bemessungsgröße, die die gesamte Schmutzfracht einer Kläranlage beschreibt. Er umfasst nicht nur die Abwassermengen aus privaten Haushalten, sondern auch die Einleitungen aus Gewerbe und Industrie, die rechnerisch in eine äquivalente Anzahl von Einwohnern umgerechnet werden. Die Kläranlage ist damit für eine Gesamtbelastung dimensioniert, die der Abwasserlast von rund 293.100 Einwohnern entspricht. Die Kläranlage liegt geografisch näher am bestehenden Fernwärmenetz der Stadtwerke Bochum als eine potenzielle Flusswasser-Wärmepumpe, was die Anbindungskosten und den Leitungsaufwand reduzieren würde. Ähnlich zu einer Flusswasser-Wärmepumpe werden die potenzielle Quellleistung und Wärmemenge aus Daten zu verfügbarem Volumenstrom, Quelltemperatur und der möglichen Temperaturabsenkung auf der Quellenseite, berechnet. Auswertungen dieser Daten ergeben einen Volumenstrom von 0,44 m^3/s. Dieser stünde 80 % der Zeit zur Verfügung und würde dafür sorgen, dass eine mögliche Klarwasser-Wärmepumpe weniger in Teillastbereich arbeitet und nicht ganz abgeschaltet werden muss.

Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen ergeben bei einer Vorlauftemperatur einen Coefficient of Performance (COP) von etwa drei, wodurch sich nach grober Planung eine Wärmemenge von ca. 135 GWh bei ca. 24MW Wärmeleistung ergibt.

Tabelle 2: Bewertung Klarwasser-Wärmepumpe

Parameter	**Wert/Bewertung**
Quellleistung	ca. 16 MW
Quellpotenzial	ca. 96GWh
Leistung mit WP	Ca. 22-24MW
Wärmemenge mit WP	ca.125 -135GWh
Saisonale Verfügbarkeit	++
Technische Realisierbarkeit	++
Standorteignung	++
Ökologischer Fußabdruck	++

Wärmegestehungskosten	+
Genehmigungsrechtliche Aspekte	Maximale Auskühlung
Herausforderungen	Abstimmungen mit dem Betreiber notwendig

Bei Klarwasser bildet die maximal zulässige Auskühlung den zentralen Rahmen für die Genehmigungsfähigkeit der Anlage. Außerdem ist eine enge Abstimmung mit dem Kläranlagenbetreiber erforderlich, um eine reibungslose Einbindung zu ermöglichen. Die Lagevorteile mit kurzen Leitungswegen und die hohe Jahresnutzungsdauer könnten die Klarwasser-Wärmepumpe zu einem tragenden Baustein der Fernwärmetransformation machen, da die Quelle voraussichtlich verlässlich verfügbar ist. In Kombination mit Flusswasser oder Grubenwasser lässt sich die Fahrweise der Anlagen optimieren, Grund- und Mittellasten werden stabil gedeckt und gasbasierte Spitzenlasten spürbar reduziert.

Im Bochumer Kontext könnte Klarwasser in Kombination mit vorgeschalteten Speicherlösungen stabile Volumenströme, hohe Nutzungsgrade und eine sehr gute Netzintegration bieten. Die technische Realisierbarkeit ist als sehr positiv zu bewerten, da die Einbindung über Großwärmepumpen erprobt ist und die hydrologischen Bedingungen am Standort planbar sind. Die praktische und wirtschaftliche Realisierbarkeit muss weiter untersucht werden, könnte jedoch potenziell von der Standortnähe zum Fernwärmenetz profitieren. So entsteht ein robuster Beitrag zur Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung, der sich mit weiteren wassergeführten Quellen zu einem effizienten Erzeugungsmix verbinden lässt.

4.2.1.2 Flusswasser als Quelle für Großwärmepumpen

Flusswasserwärmepumpen nutzen die ganzjährig verfügbare Wärme eines fließenden Gewässers. Wärmetauscher entziehen dem Wasser Energie, das innerhalb zulässiger Grenzen abgekühlt und in das Gewässer zurückgeführt wird. Auf der Hochtemperaturseite liefert die Wärmepumpe Vorlauftemperaturen, die für Bestandsnetze geeignet sind. Die Jahresarbeitszahl hängt von Quelltemperatur, Auskühlung, Wärmetauscher-Auslegung und Betriebsstrategie ab. Flusswasser erlaubt stabile und planbare Fahrweisen im Grund- und Mittellastbereich.

Die Ruhr ist der größte Fluss im Großraum Bochum und birgt ein großes Wärmepotenzial. Die Potenzialbewertung einer Flusswasserwärmepumpe in der Ruhr erfolgt auf Basis von online zugänglichen Daten der Talsperrenleitzentrale des Ruhrverbandes. Das Fließgebiet der Ruhr in Bochum befindet sich zwischen den Messstationen Wetter (flussaufwärts) und Hattingen (flussabwärts). Zwischen 1968 und 2024 betragen die mittleren Niedrigabflüsse in Hattingen 18,4 m^3/s und in Wetter 17,8 m^3/s wodurch in Bochum von einem mittleren Niederabfluss von 17,8 m^3/s ausgegangen wird. Der typische zu verwendende Anteil dieses Niedrigabflusses liegt bei 5 % und bietet einen nutzbaren Volumenstrom von 0,89 m^3/s. Basis für

Temperaturabschätzungen bildet die 25 km entfernte Messstation in Villingst. Aufgrund von Erwärmungen der Ruhr zwischen der Messstation und dem potenziellen Standort der Flusswasserwärmepumpe, können die Messungen der Messstation als sinnvolle konservative Abschätzung angenommen werden. Flusswärmepumpen benötigen eine Mindesttemperatur des Wassers von 5 °C und dürfen das entzogene Wasser auf maximal 3 °C herunterkühlen. Bei einer Abkühlung des entzogenen Wassers um 5 °C ermöglicht das eine theoretisch entziehbare Wärmemenge von 155 GWh. Für diese Flusswasserwärmepumpen ergibt sich bei einem Vorlauf von 95°C ein mittlerer COP von 2,35 bei einem Carnot Gütegrad von 55 %. Das ermöglicht nach einer ersten Einschätzung eine Anhebung der Leistung auf 27 MW und eine Wärmemenge von ca. 115 GWh/a im Mittellastbetrieb und ca. 230 GWh/a im Grundlastbetrieb. Die genannten Werte beziehen sich auf die potenzielle Gewinnung von Wärme aus Flusswasser an einem Standort. Theoretisch sind auch mehrere Anlagen und abweichende Auslegungen auf Bochumer Stadtgebiet denkbar.

Tabelle 3: Bewertung Flusswasser-Wärmepumpe (pro potenziellem Standort)

Parameter	**Wert/Bewertung**
Quellleistung	ca. 20 MW
Quellpotenzial	ca. 155 GWh
Leistung mit WP	ca. 27 MW
Wärmemenge mit WP	ca. 115 GWh – 230 GWh
Saisonale Verfügbarkeit	++
Technische Realisierbarkeit	+
Standorteignung	+
Ökologischer Fußabdruck	++
Wärmegestehungskosten	+
Genehmigungsrechtliche Aspekte	Maximale Auskühlung Überschwemmungsgebiete
Herausforderungen	Entfernung bestehendes Wärmenetz Errichtung von Entnahme- und Einleitbauwerken

In Tabelle 3 ist die Bewertung der Flusswasser-Wärmepumpe anhand der oben genannten Maßstäbe dargestellt. Durch konstante Jahrestemperaturen fallen besonders die saisonale Verfügbarkeit und der ökologische Fußabdruck positiv aus. Maßgeblich sind der Gewässerschutz, die maximal zulässigen Auskühlungen, die Lage in Hochwasser- und

Überschwemmungsgebieten sowie die baulichen Anforderungen an Entnahme- und Einleitbauwerke. Die Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit wird wesentlich durch die Netznähe und die Verfügbarkeit eines geeigneten Standortes und geeigneter Trassenkorridore bestimmt, da kurze Wege die Investitionen senken und die Betriebskosten stabilisieren. Neben der Klärung dieser Faktoren ist eine frühzeitige Abstimmung mit Gewässer- und Umweltbehörden erforderlich, ergänzt durch eine Bauphasenplanung, die Hochwasserereignisse und Sperrzeiten berücksichtigt, um Bauabläufe, Naturbelange und Verkehrssicherungspflichten zu verbinden. Die Kombination mit weiteren Quellen wie Klarwasser kann die Versorgungssicherheit erhöhen, saisonale Schwankungen glätten und die Fahrweise der Erzeugung verbessern.

4.2.1.3 Grubenwasser als Quelle

Grubenwasser wird getrennt nach aktiven Hebungsstandorten und Bohrvarianten bewertet, da hydraulische Rahmenbedingungen, Genehmigungsrecht und Flächenbedarf deutlich differieren. An aktiven Wasserhaltungen lassen sich stabile Volumenströme und Temperaturen erschließen, die in Verbindung mit Großwärmepumpen substanzielle Beiträge liefern können. Bei Bohrvarianten prägen Fündigkeit, Fördertiefe und Flächensicherung die Leistungs- und Risikoprofile.

Grubenwasser-Wärmepumpen nutzen die konstante Temperatur der untertägigen Wasserhaltungen. Aktive Wasserhaltungsstandorte eignen sich besonders, da dort Volumenströme und Temperaturen prozessbedingt gesichert sind. Alternativ können aquifere Bereiche durch Bohrungen erschlossen werden, wofür geeignete Flächen, bergrechtliche Genehmigungen und technische Anbindungen erforderlich sind. Aufgrund ihrer Temperaturstabilität sind Grubenwasserquellen als verlässliche Grundlastträger einzuordnen. Die Hauptaufgaben liegen in der Netzanbindung und in der räumlichen Integration in Nachfragecluster.

Die Stadtwerke Bochum haben in einer Studie bereits einige technische Potenziale zu Grubenwasser identifiziert. Die Studie umfasst die Standorte „Friedlicher Nachbar“ und „Robert Müser“. Eine Übersicht über die Ergebnisse ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Übersicht Bewertung Grubenwasser Wärmepumpen

Parameter	**Wert/Bewertung**			
	Friedlicher Nachbar		Robert Müser	
	Hebung	Bohrung	Hebung	Bohrung
Quellleistung	ca. 8 MW	ca. 2 MW	ca. 11 MW	ca. 3 MW
Quellpotenzial	ca. 50 GWh	ca. 5 GWh	ca. 65 GWh	ca. 20 GWh

Leistung mit WP	ca. 14 MW	ca. 3 MW	ca. 17 MW	ca. 5 MW
Wärmemenge mit WP	ca. 85 GWh	ca. 8 GWh	ca. 105 GWh	ca. 30 GWh

Am aktiven Wasserhaltungsstandort Friedlicher Nachbar beträgt die Quellleistung nach Studienlage ca. 8 MW, woraus ein Quellpotenzial von ca. 50 GWh pro Jahr resultiert. In Kombination mit einer Wärmepumpe ergibt sich nach einer ersten Einschätzung eine nutzbare Leistung von ca. 14 MW und eine jährliche Wärmemenge von ca. 85 GWh. Zusätzlich können gem. der Machbarkeitsstudie weitere ca. 2 MW Quellleistung und ca. 5 GWh pro Jahr durch Bohrungen erschlossen werden, welche mit Wärmepumpe nach Abschätzungen auf etwa ca. 3 MW und ca. 8 GWh pro Jahr gehoben werden können. Die saisonale Verfügbarkeit, die technische Realisierbarkeit und der ökologische Fußabdruck werden als sehr gut eingeschätzt. Genehmigungsrechtlich liegt ein aktiver Wasserhaltungsstandort vor, wodurch das bergrechtliche Verfahren maßgeblich wird. Als zentrale Herausforderungen gelten die Entfernung zum bestehenden Wärmenetz, bergrechtliche Fragestellungen einschließlich Bohrgenehmigungen sowie die Flächensicherung für Bohrplätze. Die Standorteignung wird insgesamt positiv beurteilt und der ökologische Fußabdruck als sehr gut. Die Wärmegestehungskosten der Wasserhaltung können geringgehalten werden, bei den Bohrungen können potenziell hohe Bohrkosten entstehen, was sich auch negativ auf die technische Realisierbarkeit auswirkt. Das zusätzliche Potenzial aus Bohrungen kann in begrenztem Umfang zur Dekarbonisierung beitragen und die vorhandenen Beiträge aus der Wasserhaltung punktuell ergänzen.

Tabelle 5: Bewertung Grubenwasser Friedlicher Nachbar

Parameter	**Wert/Bewertung**	
	Hebung/Wasserhaltung	Bohrungen
Saisonale Verfügbarkeit	++	++
Technische Realisierbarkeit	++	+
Standorteignung	+	+
Ökologischer Fußabdruck	++	++
Wärmegestehungskosten	+	o
Genehmigungsrechtliche Aspekte	Aktiver Wasserhaltungsstandort	Bergbaurecht Bohrgenehmigungen
Herausforderungen	Entfernung bestehendes Wärmenetz	Flächen für die Bohrungen finden

Für den Standort Robert Müser (Schacht Arnold I) werden in der Machbarkeitsstudie für die Hebung beziehungsweise Wasserhaltung eine Quellleistung von ca. 11 MW und ein Quellpotenzial von ca. 65 GWh pro Jahr ausgewiesen. Mit Wärmepumpe sind nach diesen Einschätzungen eine nutzbare Leistung von ca. 17 MW und eine jährliche Wärmemenge von ca. 105 GWh möglich. Für Bohrungen (Provinz Mansfeld) werden zusätzlich ca. 3 MW Quellleistung und ca. 20 GWh pro Jahr angegeben. Dies entspricht mit Wärmepumpe einem zu erwartenden Wert von ca. 5 MW und ca. 30 GWh pro Jahr. Die saisonale Verfügbarkeit ist durch konstante Temperaturen nahezu durchgehend gegeben. Da das Grubenwasser ohnehin konstant gefördert und abtransportiert wird, ist die technische Realisierbarkeit gewährleistet und ein geringer ökologischer Fußabdruck gegeben. Die Herausforderungen bestehen in der Entfernung zum vorhandenen Wärmenetz und in der Notwendigkeit hohe Fördertiefen zu erreichen, welche die Standorteignung verringert. Wärmegestehungskosten können durch die vorhandenen Pump- und Transportanlagen reduziert werden. Bei Bohrungen fallen höhere Kosten an. Genehmigungsrechtlich liegt ein aktiver Wasserhaltungsstandort vor, wodurch für Bohrungen bergrechtliche Genehmigungen erforderlich sind. Der Wasserhaltungsstandort wird bereits teilweise genutzt, das verfügbare Potenzial ist nicht bekannt und noch weiter zu untersuchen.

Tabelle 6: Bewertung Grubenwasser Robert Müser

Parameter	**Bewertung**	
	Hebung/Wasserhaltung	Bohrungen
Saisonale Verfügbarkeit	++	++
Technische Realisierbarkeit	++	+
Standorteignung	+	+
Ökologischer Fußabdruck	++	++
Wärmegestehungskosten	+	o
Genehmigungsrechtliche Aspekte	Aktiver Wasserhaltungsstandort	Bergbaurecht Bohrgenehmigungen
Herausforderungen	Entfernung bestehendes Wärmenetz Hohe Fördertiefen notwendig	Flächen für die Bohrungen finden

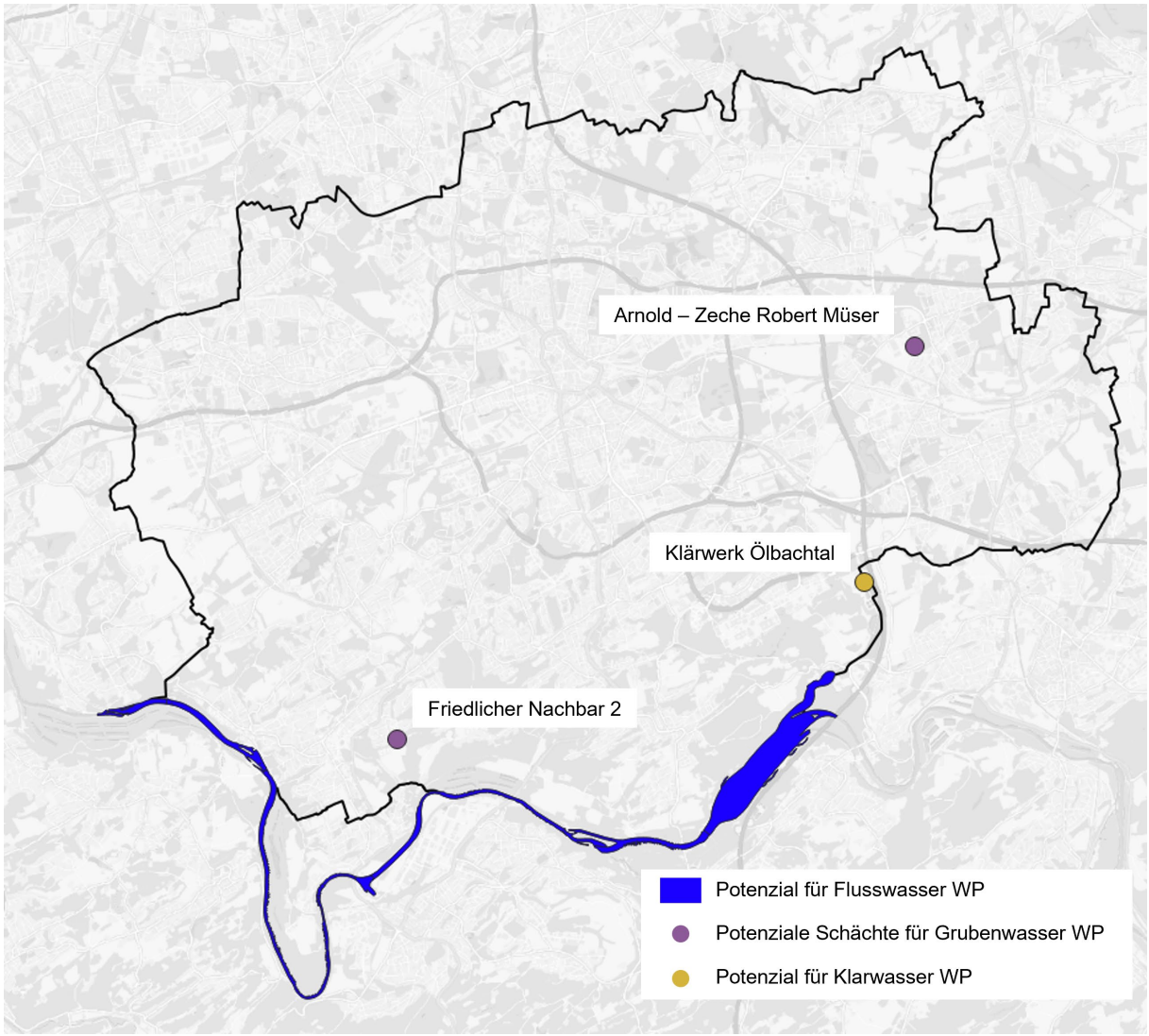


Abbildung 30: Georeferenzierung der wasserbasierten Wärmequelle. Quelle: BLS

4.2.1.4 Tiefe Geothermie

Tiefe Geothermie nutzt Thermalwasser oder heißes Gestein in mehreren Kilometern Tiefe. Meist kommen Dubletten mit Förder- und Injektionsbohrung zum Einsatz. Die Erzeugung ist geologisch gebunden und birgt hohe Kosten sowie ein Fündigkeitsrisiko. Sie kann jedoch aufgrund der konstanten Quelltemperatur in der Grundlast eingesetzt werden.

Für Bochum wurde sich erneut auf die Studie der Stadtwerke Bochum bezogen. Aufgrund von fehlenden Daten zu genauer geothermischer Struktur, besteht ein erhebliches Fündigkeitsrisiko. Nach Abschätzungen kann je Anlage – es könnten theoretisch auch mehrere auf Bochumer Stadtgeiet errichtet werden – eine Quellleistung von etwa 19 bis 23 MW Leistung zur Verfügung stehen und Wärmemengen von etwa 114 bis 136 GWh jährlich erreicht werden. Zur Erschließung

des Untergrunds sind geophysikalische Voruntersuchungen mit zwei- und dreidimensionaler Seismik notwendig. Erforderlich sind Bohrtiefen von über 4.500 Metern, für welche Genehmigungen nach Bergrecht erforderlich sind. Tiefe Geothermie ist perspektivisch relevant und wird dort umgesetzt, wo Geologie, Netznähe und Genehmigungslage zusammenpassen. Die in Bochum erforderlichen Bohrtiefen und die für diese Tiefen dünne Datenlage führen zu **sehr hohen Kosten bei einem hohen, nicht vermeidbaren Fündigkeitsrisiko.** Daher sollte Geothermie nur nach reiflicher Überlegung sowie weiteren tiefgreifenden und auch kostenintensiven Untersuchungen in Erwägung gezogen werden.

Tabelle 7: Bewertung Tiefe Geothermie (pro potenziellem Standort)

Parameter	**Wert/Bewertung**
Quellleistung	ca. 19 – 23 MW
Quellpotenzial	ca. 114 – 136 GWh
Saisonale Verfügbarkeit	++
Technische Realisierbarkeit	o
Standorteignung	o (2D- und 3D-Seismik notwendig zur Bewertung)
Ökologischer Fußabdruck	+
Wärmegestehungskosten	- -/++ je nach Fündigkeit
Genehmigungsrechtliche Aspekte	Bergbaurecht und Bohrgenehmigungen
Herausforderungen	Fündigkeitsrisiko Tiefe Bohrungen über 4500m notwendig Hohe Investitionskosten für die Bohrung notwendig

4.2.1.5 Biomasse

Biomasse kann durch Verbrennung in thermische Energie umgewandelt werden. Der Betrieb erfordert kontinuierliche Brennstofflogistik, geeignete Flächen und strikte Emissionsgrenzwerte. Die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen ist ökologisch vorteilhaft, die großflächige Sammellogistik und der Umgang mit Abgasemissionen im dicht bebauten Stadtgebiet jedoch herausfordernd.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie der Plant Engineering GmbH wurde die Eignung eines Holzheizkraftwerks für Bochum geprüft.

Technisch sind theoretisch Einspeiseleistungen bis zu ca. 34 MW und Wärmemengen bis zu ca. 120 GWh pro Jahr möglich, wenn die kontinuierliche Verfügbarkeit des Brennstoffs gesichert ist. Neben dieser möglichen Ausführung wurde das Holzheizwerk in zwei Varianten auch als

Mittellasterzeuger berechnet. Die zugrunde gelegten Feuerungswärmeleistungen sind ca. 20 und 40 MW, was zu einer Einspeiseleistung von ca. 17 und 34 MW führt. Beide Varianten sind als Mittellasterzeuger auf 2500 Vollbetriebsstunden ausgelegt. Die Verbrennung von Holz ist unabhängig von der Jahreszeit durchführbar, wodurch der Einsatz als Brennstoff in Heizperioden erhöht werden kann.

Tabelle 8: Bewertung Biomasse

Parameter	**Wert/Bewertung**	
	Holzheizwerk	LANUV-Leitstudie
Leistung	ca. 17 – 34 MW	Landwirtschaft: 27 GWh Forstwirtschaft: 6 GWh Abfallwirtschaft: 142 GWh
Wärmemenge	ca. 43 – 120 GWh	Variabel je nach Verfügbarkeit
Saisonale Verfügbarkeit	++	+
Technische Realisierbarkeit	++	+
Standorteignung	+	o
Ökologischer Fußabdruck	o	o
Wärmegestehungskosten	+	+
Genehmigungsrechtliche Aspekte	Einhaltung des Bundesimmissionsgesetzes	Einhaltung des Bundesimmissionsgesetzes
Herausforderungen	Kontinuierliche Verfügbarkeit des Altholzes muss sichergestellt werden	Kontinuierliche Verfügbarkeit; komplexe Logistik, Fläche muss ausgewiesen werden

Die sektoralen Potenziale aus Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Abfallwirtschaft sind für eine zentrale Versorgung in Bochum nicht wirtschaftlich nutzbar. Dafür müsste eine aufwändige und kostspielige Logistik zur Sammlung der jeweiligen Potenziale aufgebaut werden, was den Nutzen übersteigen würde. In der Gesamtbewertung ist Biomasse kein tragender Baustein der zentralen Wärmeversorgung. Genehmigungsrechtlich gilt das Bundes-Immissionsschutzrecht. Eine Umsetzung würde Flächen mit geeigneten Emissionsschutz- und Logistikrandbedingungen erfordern.

Biomasse bleibt in Bochum optional und projektspezifisch. Es sollten nach Möglichkeit nur biogene Reststoffe genutzt werden, dies wird auch projektspezifisch geprüft. Ein Ausschluss von nicht-biogener Reststoffe ist im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nicht möglich.

4.2.1.6 Unvermeidbare industrielle Abwärme

Industrielle Abwärme fällt als Prozesswärme an und ist bei hohem Temperaturniveau direkt über Wärmetauscher nutzbar, bei geringem Temperaturniveau muss eine Wärmepumpe eingesetzt werden. Die Verfügbarkeit und Leistung der Abwärme sind an den Betrieb des Unternehmens gebunden. Eine Einbindung erfordert Vereinbarungen zu Temperaturniveau, Lastprofil und Versorgungssicherheit sowie Redundanzen. Industrielle Abwärme zeichnet sich durch geringe Wärmegestehungskosten und potenzielle Abhängigkeit aus. Die Nutzung von Abwärme hilft Unternehmen, ihre CO_2-Bilanz zu bessern, und sollte bei geeignetem Temperaturniveau, kurzen Leitungslängen und geeignetem Lastprofil vorrangig bewertet werden.

Für Bochum konnten trotz Befragungen, Auswertung einschlägiger Portale und zusätzlicher Analysen bisher keine relevanten Quellen identifiziert werden, die mit der notwendigen Konstanz relevante Mengen an Abwärme liefern können. Für eine Befragung haben auch die Stadtwerke Bochum Holding GmbH im Rahmen der Erstellung eines Transformationsplans unter anderem 13 Unternehmen kontaktiert und mit mehreren davon Gespräche geführt. Eine kontinuierliche Marktansprache bleibt sinnvoll, um neue Potenziale früh zu erkennen.

4.2.1.7 Perspektivische Energieträger Wasserstoff und Biomethan

Die zentrale Verbrennung in Kraftwerken oder Heizwerken ist ein etablierter Baustein der Wärmeerzeugung, der aufgrund seiner Skalierbarkeit und Netzkompatibilität hohe Lastflexibilität und Versorgungssicherheit bereitstellen kann. Bei der Transformation zu treibhausgasneutralen Wärmesystemen rücken zwei chemische Energieträger in den Fokus, die sich in bestehenden oder angepassten Verbrennungstechnologien nutzen lassen. Erneuerbarer Wasserstoff entsteht im Wesentlichen über die Elektrolyse auf Basis erneuerbarer Stromerzeugung und kann in Kesseln, Turbinen oder KWK-Anlagen verbrannt werden, entweder rein oder in Mischungen mit anderen Gasen. Biomethan hingegen ist aufbereitetes Biogas mit Erdgasqualität und lässt sich über das bestehende Gasnetz verteilen und in konventionellen Gasanlagen einsetzen, wobei die Treibhausgasbilanz bei nachhaltiger Erzeugung deutlich günstiger als bei fossilen Alternativen ausfällt. Beide Optionen unterscheiden sich hinsichtlich Herstellpfad, Energieeffizienz und Infrastrukturbedarf. Wasserstoff erfüllt dabei über die reine Wärmeerzeugung hinaus vielfältige Funktionen im Gesamtenergiesystem. Er ermöglicht die saisonale Speicherung von überschüssigem Ökostrom, kann aufgrund seiner Fähigkeit zur schnellen Leistungsanpassung ebenso wie Biomethan zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen und ist darüber hinaus in Industrie und Mobilität einsetzbar. Biomethan ist in der unmittelbaren Wärmeerzeugung hingegen besonders niedrigschwellig nutzbar, da es ohne größere Umrüstungen in vorhandener Anlagentechnik eingesetzt werden kann und über das bestehende Gasnetz großräumig transportierbar ist. Die operative Realisierung hängt dabei weniger von der grundsätzlichen Verbrennungstechnik ab, sondern von der gesicherten Bereitstellung der Energieträger, den regionalen Anschlussmöglichkeiten sowie den langfristigen Kostenpfaden.

Zentrale Verbrennung von Wasserstoff

Die Technologie zur Verbrennung von Wasserstoff kann prinzipiell in beliebigen Leistungsgrößen betrieben werden, insbesondere wenn ein Anschluss an die künftige Wasserstoffinfrastruktur besteht. Eine Verbrennung von Wasserstoff ist über das ganze Jahr hinweg möglich und kann jederzeit an den Wärmebedarf angepasst werden. Bei Einsatz von erneuerbarem Wasserstoff ist die Klimabilanz sehr gut. Die wesentlichen Einschränkungen liegen jedoch nicht auf der technischen, sondern auf der wirtschaftlichen Seite: Der Bau oder die Ertüchtigung von Anlagen zur Verwendung von Wasserstoff erhöhen die Wärmegestehungskosten und gehen mit erheblichen Investitionsunsicherheiten einher, da die Beschaffungskosten je nach Liefervertrag und Marktpreisentwicklung stark schwanken können. Die nutzbare Wärmemenge wird daher weniger durch technische Grenzen als durch die künftige Verfügbarkeit und Preisentwicklung des Energieträgers bestimmt.

Insgesamt kann Wasserstoff im relevanten Maßstab zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung beitragen, wobei seine tatsächliche Rolle maßgeblich von der Entwicklung der Wasserstoffmärkte und der zeitgerechten Absicherung von Lieferketten abhängen wird.

Tabelle 9: Bewertung Wasserstoff

Parameter	**Wert/Bewertung**
Leistung	Technisch theoretisch unbegrenzt
Wärmemenge	Abhängig von Marktentwicklungen (Verfügbarkeit und Preis)
Saisonale Verfügbarkeit	++
Technische Realisierbarkeit	+
Standorteignung	Bochum hat gute Chancen, an das Wasserstoffkernnetz angeschlossen zu werden
Ökologischer Fußabdruck	+
Wärmegestehungskosten	-
Genehmigungsrechtliche Aspekte	Bundesimmissionsschutzgesetz; Sicherheitsaspekte
Herausforderungen	Verfügbarkeit und Preis in der Zukunft fraglich Bau oder Ertüchtigung der Verbrennungsanlagen

Zentrale Verbrennung von Biomethan

Auch hier sind die möglichen Leistungen nicht technisch limitiert, vielmehr entscheidet die gesicherte Bereitstellung von Biomethan über den realisierbaren Umfang. Eine Verbrennung von Biomethan ist über das ganze Jahr hinweg möglich und lässt sich mit vorhandener Gas- und KWK-Technik umsetzen. Der Bezug über das bestehende Erdgasnetz ist unkompliziert, während eigene Produktionspotenziale vor Ort in der Regel nicht ausreichen. Bei nachhaltiger Erzeugung fällt die Klimabilanz sehr gut aus. Die Wärmegestehungskosten sind sehr volatil und daher schwierig abzuschätzen. In Summe bietet die zentrale Verbrennung von Biomethan eine schnell integrierbare Option mit positiven Klimawirkungen und hoher Systemkompatibilität. Ihre Ausbautiefe hängt wesentlich von den überregionalen Märkten und der verlässlichen Zuordnung von nachhaltigen Mengen an städtische Wärmeerzeuger ab.

Tabelle 10: Bewertung Biomethan

Parameter	**Wert/Bewertung**
Leistung	Technisch theoretisch unbegrenzt
Wärmemenge	Abhängig von Marktentwicklung (Verfügbarkeit und Preis) Bis 2030 sollen nach aktuellen Plänen ca. 210 TWh Biogas in Europa produziert werden. Das entspricht der Versorgung von 60 Städten wie Bochum
Saisonale Verfügbarkeit	++
Technische Realisierbarkeit	+
Standorteignung	Bezug über Erdgasnetz möglich Für Produktion keine ausreichenden Potenziale vor Ort
Ökologischer Fußabdruck	++
Wärmegestehungskosten	-
Genehmigungsrechtliche Aspekte	Bundesimmissionsschutzgesetz
Herausforderungen	Verfügbarkeit und Preis in der Zukunft fraglich

4.2.1.8 Zentrale Luftwärmepumpen

Zentrale Anlagen mit Luft als Quelle gewinnen Wärme aus der Umgebungsluft. Die Quelle ist praktisch unbegrenzt, die Jahresarbeitszahl jedoch stark von Außentemperatur, Aufstellungsbedingungen und Schallschutz abhängig. Luftanlagen eignen sich zur Deckung von Mittellast und zur Reduktion gasbasierter Spitzenlasten.

Im Gegensatz zu wasserbasierten Wärmepumpen schwankt das Temperaturniveau bei Luft stärker. Dadurch ergibt sich in Heizperioden ein geringeres Potenzial. Geeignet sind Luftwärmepumpen aufgrund ihrer einfachen Erschließung des Wärmemediums und sie bieten sich in jeder Größe und an nahezu jedem Standort an. Die Wahl des Standortes hängt dabei maßgeblich von der Entfernung zu schallschutzbedürftigen Räumen ab. Auch spielen Luftführung und Platzbedarf eine entscheidende Rolle für die Eignung eines Standortes. Für zentrale Erzeugung kann eine Luftwärmepumpe in der Mittellast eingesetzt werden und den Einsatz gasbasierter Technologien reduzieren. Durch den geringeren COP wird mehr Strom benötigt, um eine gewisse Wärmemenge zu erzeugen. Dadurch steigen vor allem die Wärmegestehungskosten an.

Tabelle 11: Bewertung zentrale Umgebungsluft

Parameter	**Wert/Bewertung**
Leistung	Technisch theoretisch nahezu unbegrenzt (starke Einschränkung im urbanen Raum insb. durch Platzbedarf und Lärmemissionen)
Wärmemenge	Technisch theoretisch nahezu unbegrenzt (s.o.)
Saisonale Verfügbarkeit	+
Technische Realisierbarkeit	+
Standorteignung	o
Ökologischer Fußabdruck	+
Wärmegestehungskosten	-
Genehmigungsrechtliche Aspekte	Schallschutz
Herausforderungen	Mäßiger COP Raumbedarf

4.2.1.9 Freiflächen Solarthermie/Photovoltaik (PV)

Eine stadtweite Voruntersuchung zu den Potenzialen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen im Außenbereich hat ergeben, dass insgesamt Flächen im Umfang von ca. 50 ha vorliegen, für die zunächst keine rechtlichen Restriktionen bekannt sind. Diese teilen sich auf in eine Vielzahl von Einzelflächen. Soweit sie nicht in Bereichen mit einer Privilegierung nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB liegen, ist die Aufstellung eines Bebauungsplans erforderlich.
Eine flächenhafte bzw. kartografische Darstellung der Potenziale kann noch nicht vorgenommen werden, da sich die tatsächliche Flächenverfügbarkeit erst im Rahmen konkreter Projekte klären lässt und maßgeblich von Eigentumsverhältnissen, Nutzungskonflikten sowie standortspezifischen

Randbedingungen wie geometrischer Ausrichtung, Verschattung, Erschließbarkeit, etc. abhängt. Diese Aspekte sind gegebenenfalls im Rahmen weiterführender Machbarkeitsuntersuchungen und Standortanalysen vertieft zu prüfen.
Ergänzend ist zu berücksichtigen, dass sich mit Inkrafttreten des sogenannten Solarspitzengesetzes („Gesetz zur Änderung des Energiewirtschaftsrechts zur Vermeidung von temporären Erzeugungsüberschüssen“) neue Rahmenbedingungen ergeben. Das Gesetz zielt darauf ab, temporäre PV-Erzeugungsspitzen durch netz- und marktdienliche Steuerung zu vermeiden. Für künftige Freiflächenanlagen bedeutet dies, dass bei der Projektentwicklung verstärkt auf Aspekte wie Einspeisemanagement, Eigenverbrauch, Speicherintegration und Flexibilisierung geachtet werden muss.

4.2.1.10 Stromerzeugung durch Windenergie

In Bochum konnten keine relevanten Potenziale für die Stromerzeugung durch Wind ermittelt werden.

4.2.1.11 Überblick Potenziale für die leitungsgebundene Versorgung

Folgende Tabelle 12 fasst die zentrale Versorgung mit möglicher Leistung und Wärmemenge zusammen.

Tabelle 12: Zusammenfassung zentraler Potenziale

	Leistung	Wärmemenge
Klarwasser-WP	ca. 22-24 MW	ca. 125 – 135 GWh
Flusswasser-WP	ca. 27 MW je Anlage	ca. 115 - 230 GWh je Anlage
Grubenwasser-WP	Hebung insg. ca. 30 MW Bohrungen insg. ca. 8 MW	Hebung insg. ca. 190 GWh Bohrungen insg. ca. 38 GWh
Tiefengeothermie	ca. 19 bis 23 MW je Anlage	ca. 114 bis 138 GWh je Anlage
Biomasse	Holzheizwerk: ca. 17 – 34 MW	Holzheizwerk: ca. 43 – 120 GWh
Abwärme	Keine relevanten Potenziale	Keine relevanten Potenziale
Wasserstoff	Technisch theoretisch unbegrenzt	Abhängig von Marktentwicklung (Verfügbarkeit und Preis)
Biomethan	Technisch theoretisch unbegrenzt	Abhängig von Marktentwicklung (Verfügbarkeit und Preis)
Luftwärmepumpe	Technisch theoretisch nahezu unbegrenzt (starke	Technisch theoretisch nahezu unbegrenzt (starke

	Einschränkung im urbanen Raum insb. durch Platzbedarf und Lärmemissionen)	Einschränkung im urbanen Raum insb. durch Platzbedarf und Lärmemissionen)
Wind	Keine relevanten Potenziale	Keine relevanten Potenziale
Freiflächen-PV/ Solarthermie	Werden nach Analyse der Stadt ergänzt	Werden nach Analyse der Stadt ergänzt

4.2.1.12 Integration von Großwärmespeichern in der zentralen Versorgung

Großwärmespeicher erhöhen die Flexibilität und Effizienz von Wärmenetzen, indem sie zeitliche Unterschiede zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeabnahme ausgleichen. In bestehenden Netzen werden dafür meist Pufferspeicher eingesetzt: Sie decken kurzfristige Lastspitzen ab und ermöglichen einen ruhigeren, effizienteren Anlagenbetrieb (z. B. weniger Taktung von Erzeugern, bessere Fahrweise von Wärmepumpen oder KWK-Anlagen).

Zusätzliche Wirtschaftlichkeit ergibt sich insbesondere in Kombination mit Großwärmepumpen bei dynamischen Stromtarifen: Bei niedrigen Strompreisen kann Wärme vorproduziert und im Speicher abgelegt werden. Bei hohen Strompreisen übernimmt der Speicher die Wärmeabgabe, sodass die Wärmepumpe reduziert oder pausiert werden kann. Das senkt Betriebskosten und erhöht die Systemflexibilität gegenüber schwankenden Strompreisen.

Saisonalspeicher sind vor allem dann interessant, wenn große sommerliche Wärmeüberschüsse zu erwarten sind – insbesondere bei Freiflächen-Solarthermie –, um Wärme in das Winterhalbjahr zu verschieben und den solaren Anteil zu erhöhen. Dem stehen häufig hoher Flächenbedarf und hohe Investitionskosten gegenüber. Daher sollte der Einsatz standortbezogen (Flächenverfügbarkeit, Netztemperaturen, erwartete Auslastung) und über eine Wirtschaftlichkeitsprüfung bewertet werden.

4.2.2 Potenziale dezentraler Versorgung

4.2.2.1 Oberflächennahe Geothermie: Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren

Für Erdwärmesonden wurden Flurstücke analysiert und hydrologisch sensible Bereiche ausgeschlossen, in denen Bohrungen nur nach Einzelfallprüfung möglich sind. Auf den verbleibenden Flächen wurde die Leitfähigkeit des Bodens in 40, 60 und 100 Metern Tiefe ermittelt, um wasserschutzrechtliche Prüfungen für Bohrungen ab 100 Metern Tiefe zu vermeiden. Die Sonden wurden mit mindestens drei Metern Abstand zum Gebäude und ein Meter zur Grundstücksgrenze in einem Raster mit sechs Metern Abstand gesetzt, wobei ein Korrekturfaktor Bäume und Hindernisse berücksichtigte. Die gegenseitige Beeinflussung der Sonden reduziert die spezifische Entzugsleistung mit steigender Sondenzahl. Daraus wurden

gesamte Entzugsleistungen je Sondenfeld und Wärmemengen pro Flurstück berechnet. Das genaue Vorgehen wird im Folgenden detailliert beschrieben.

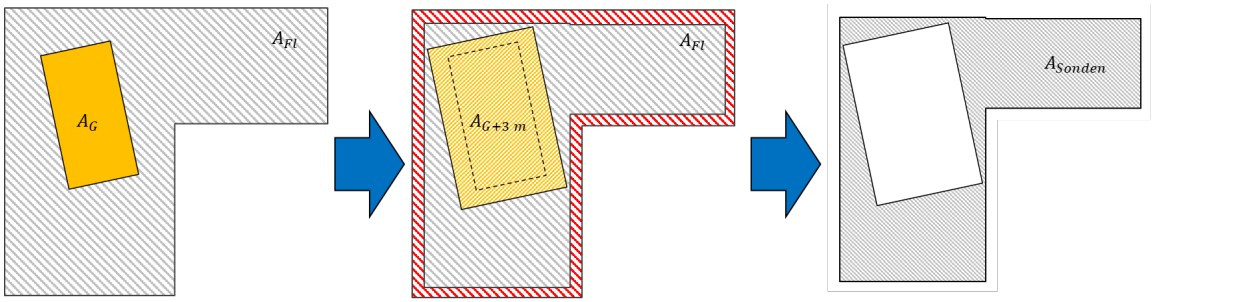
Das Potenzial des Einsatzes von Erdsonden wird auf der Grundlage der Anzahl der Sonden, die in einem bestimmten Flurstück eingesetzt werden könnten, und der Entzugsleistung des Erdreichs untersucht. Für die Bestimmung der potenziellen Sondenanzahl wurde die maximale potenziell nutzbare Fläche eines Flurstückes untersucht. Die folgenden aufgeführten Aspekte beschreiben das Vorgehen:

- Ermittlung aller Abzugsflächen A_{Abzug} auf dem Flurstück:
    - Ermittlung des abzuziehenden Abzugsbereichs wegen des Gebäudes durch Vergrößerung der Gebäudegrundfläche aus dem Gebäudedatensatz AG um drei Meter in alle Richtungen, da der Abstand zum Gebäude von der Sonde drei Meter betragen muss
    - Ein Meter Abstand zu den Grundstücksgrenzen, um Hecken und Mauern zu berücksichtigen
    - Berücksichtigung eines Flächenverringerungs- bzw. Korrekturfaktors von 20 % für andere Beschränkungen, wie Bäume, die sich auf dem Flurstück befinden können

- Ermittlung der nutzbaren Erdwärmesondenfläche durch Abzug aller Abzugsflächen von der Flurstückfläche A_{Fl}.

$$A_{Sonden} = A_{Fl} - A_{Abzug}$$

In Abbildung 31 ist das Vorgehen zur Bestimmung der potenziell nutzbaren Fläche dargestellt.



Ausgangslage Flurstück mit: Grundfläche

abzuziehende Flächen berücksichtigen
- Abstand zu Haus von der Sonde muss 3 m betragen
- 1 m Abstand zu den Grundstücksgrenzen

Abzugsflächen vereinigen und von der Grundstücksfläche abziehen, anschließend Anzahl der Sonden durch Berücksichtigung der Abstandsregeln bestimmen
- Die Sonden werden in einem Abstand von 6 m gesetzt
- Korrekturfaktor um Bäume und ähnliches zu berücksichtigen

Abbildung 31: Zusammenfassung der Methodik zur Bestimmung der verfügbaren Fläche

Die Ermittlung der Anzahl der Sonden (n_{Sonden}) über die für die Sonden nutzbare Fläche(A_{Sonden}) und eine definierte Sondenflächenfunktion erfolgte folgendermaßen: Aufgrund der zahlreichen Möglichkeiten, für die nutzbare Fläche eines Flurstücks, die von der jeweiligen Flurstücksgeometrie abhängen, wird ein pauschaler Ansatz verwendet, um die Anzahl der Sonden in verschiedenen Flurstücken mit unterschiedlichen Geometrien zuzuordnen. Der Ansatz vereinfacht die nutzbare Sondenfläche auf eine quadratisch basierte Fläche. Die quadratische basierte Fläche wird dann in Felder unterteilt, wobei die Feldfläche, die für jede Sonde benötigte Fläche darstellt. Da der empfohlene Mindestabstand zwischen den einzelnen Sonden 6 Meter beträgt, um eine negative Beeinflussung der benachbarten Sonden zu vermeiden, muss jedes Feld eine Fläche von 36 Quadratmetern umfassen. In Fällen, in denen auf angrenzenden Grundstücken Sonden installiert werden sollen, muss darauf geachtet werden, dass der 6m Mindestabstand zwischen zwei Sonden über die Grundstücksgrenzen hinaus berücksichtigt wird. Der beschriebene 1m Mindestabstand zur Grundstücksgrenze muss dann situationsspezifisch vergrößert werden.

Abbildung 32 stellt die Anzahl der Sonden und die entsprechende Anzahl der benötigten Felder (n_{Felder}) auf der vereinfachten quadratischen Fläche dar. Aus diesem Ansatz wurde eine Funktion für die Anzahl der Sonden abgeleitet, die in Abbildung 33 und der folgenden Gleichung zu sehen ist.

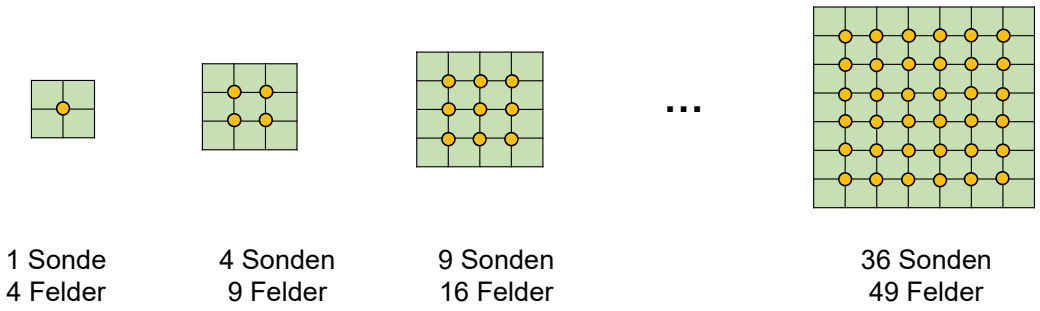


Abbildung 32: Verteilung der Sonden auf einer vereinfachten quadratischen Fläche. Quelle: BLS

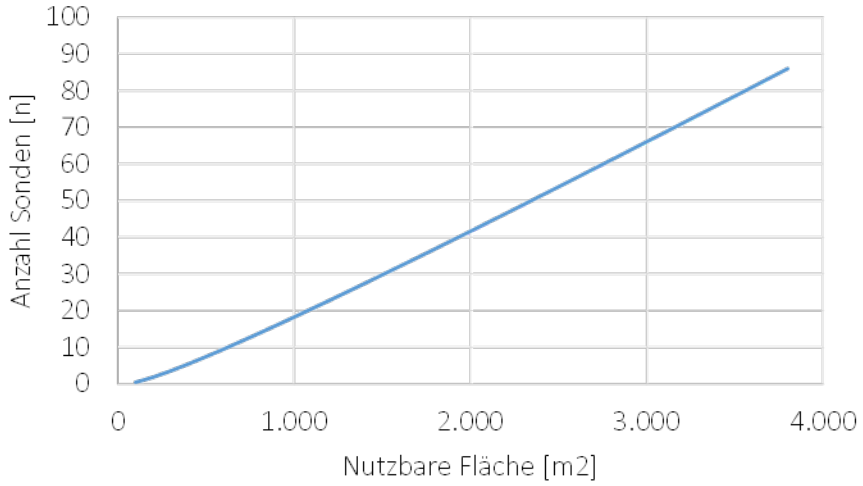


Abbildung 33: Verhältnis zwischen der Anzahl der Sonden und der benötigten Fläche. Quelle: BLS

$$n_{Sonden} = \left(\sqrt{n_{Felder}} - 1\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{A_{Sonden}}{36}} - 1\right)^2$$

Für die Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit des Bodens wurde eine Karte des Geologischen Dienstes NRW genutzt. Diese wurde mit den Flurstücken verschnitten und daraus die Wärmeleitfähigkeit des Bodens für dieses Flurstück ermittelt. Diese Karte ist in Abbildung 34 dargestellt.

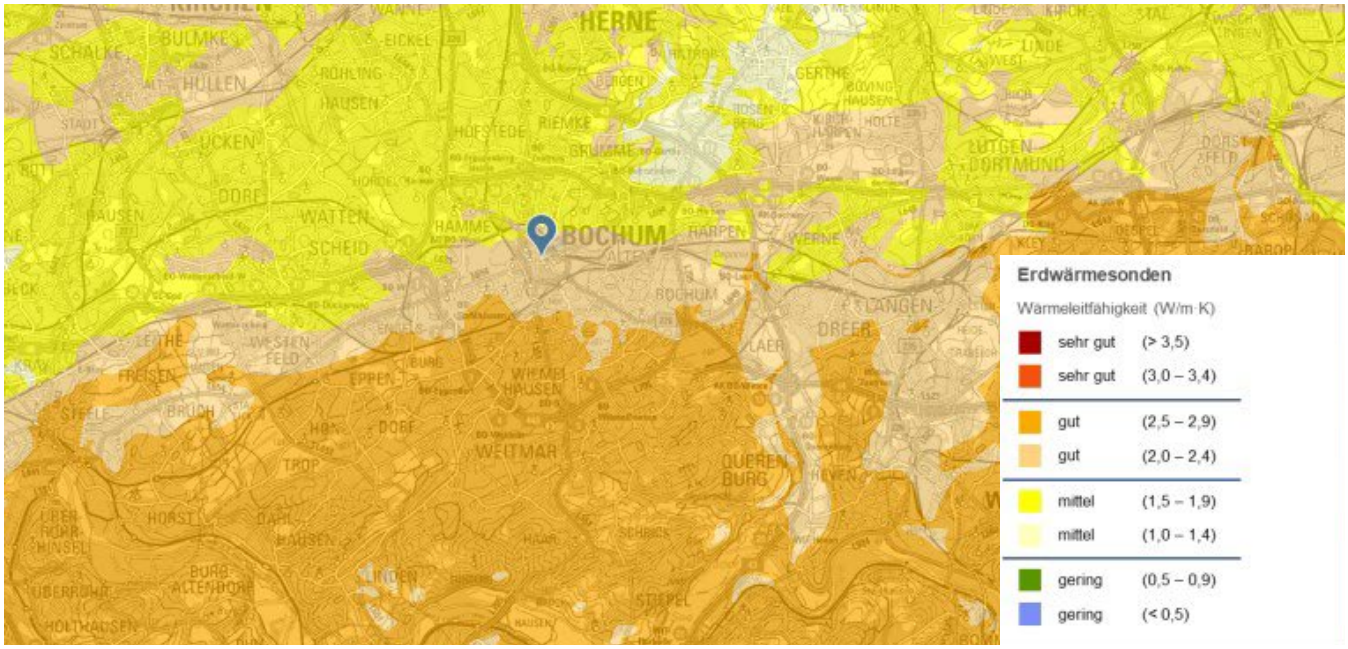


Abbildung 34: Wärmeleitfähigkeit des Bodens[2]. Quelle: BLS

Da die Sonden sich gegenseitig beeinflussen, erfolgt die Ermittlung der spezifischen Entzugsleistung (q_{Sonden}) in Abhängigkeit von der Anzahl der Sonden (n_{Sonden}) und der durchschnittlichen Wärmeleitfähigkeit λ. Die Korrelationen zur Abschätzung der Abnahme der Entzugsleistung mit der Anzahl der Sonden basieren auf den Tabellen in VDI 4640 Blatt 2 bei einer bestimmten Jahresvolllaststunde (hier 1.800 h/a) und einer bestimmten Wärmeleitfähigkeit. Die Korrelationen sind in Abbildung 35 zu sehen.

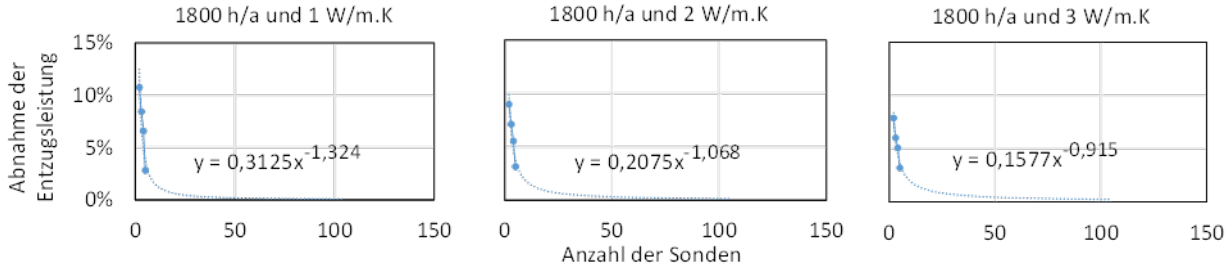


Abbildung 35: Korrelationen zur Abnahme der Entzugsleistung in Abhängigkeit von der Anzahl der Sonden. Quelle: BLS

[2] Quelle: https://www.geothermie.nrw.de/oberflaechennah

Die Ermittlung der Gesamtentzugsleistung des jeweiligen Flurstückes in Abhängigkeit der spezifischen Entzugsleistung, der Anzahl der Sonden und der Sondentiefe (T_{Sonden}) erfolgt gemäß der folgenden Formel:

$$\dot{Q}_{Sonden} = q_{Sonden}(n_{Sonden}, \lambda) * n_{Sonden} * T_{Sonden}$$

Die Basisbetrachtung erfolgt für Bohrtiefen bis 100 Meter, da bei Bohrtiefen über 100 m das Vorhaben nach Bundesberggesetz bei der Bezirksregierung Arnsberg anzuzeigen ist. Erdwärmeanlagen, die das Grundwasser erreichen, bedürfen im Vorfeld immer einer wasserrechtlichen Erlaubnis und jedes Vorhaben zur Erdwärmenutzung muss der Unteren Wasserbehörde des jeweiligen Kreises bzw. der kreisfreien Stadt angezeigt werden.

Abschließend wurden noch Flurstücke ausgeschlossen, die in hydrologisch sensiblen Schichten liegen. Dort wären Erdwärmesonden nur bei Einzelfallprüfungen möglich, die in der Kommunalen Wärmeplanung nicht geleistet werden kann. Eine Einzelfallbetrachtung hydrogeologisch sensibler Bereiche kann vorteilhaft sein, da die Einschränkungen nicht grundsätzlich bis 100 m Tiefe gelten.

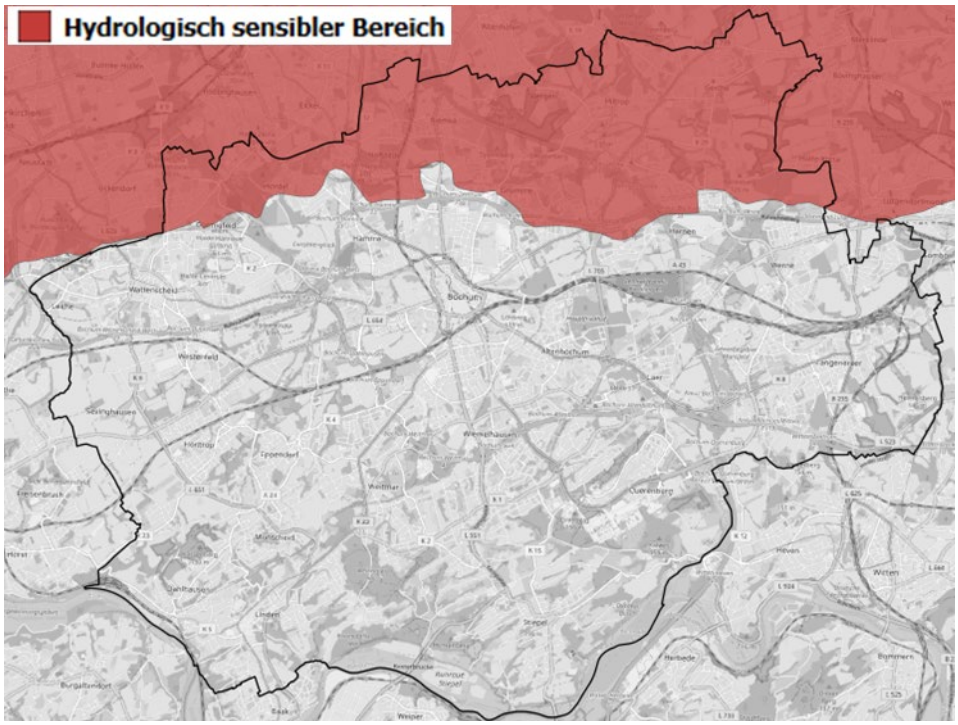


Abbildung 36: Ausschluss von Flurstücken in hydrologisch sensiblen Bereichen. Quelle: BLS

Erdwärmekollektoren wurden nur dort betrachtet, wo Sonden aufgrund hydrologischer Sensibilität ausgeschlossen sind. Da Erdwärmesonden die bessere Effizienz haben, wurde das Potenzial für die Wärmeversorgung mit Kollektoren nur für dieses Gebiet bestimmt. Die Fläche der Flurstücke wurde analog zu der Ermittlung bei Erdwärmesonden ermittelt. Die Leitfähigkeit λ

des Bodenmaterials wurde auf Basis einer Karte des geologischen Dienstes aus den Materialien des Bodens bestimmt. Die genutzten Werte sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

$$\dot{Q}_{Kollektor} = A_{Flurstück} * \lambda$$

Tabelle 13: Leitfähigkeit der Bodenmaterialien

Material	Leitfähigkeit λ
Sand	17 W/m^2
Lehm	26 W/m^2
Schluff	29 W/m^2
Sandiger Ton	32 W/m^2

Das Ergebnis der Untersuchung ist, dass dezentrale, oberflächennahe Geothermie rund 4 % aller Flurstücke vollständig versorgen könnte. Das entspricht mit 56 GWh etwa 2 % des Endenergiebedarfs aus 2023. In der Einordnung ist sie ein ergänzendes Element für Gebäude mit begrenzten Schallspielräumen, für höhere Vorlauftemperaturen im Bestand oder als Quartierslösung bei geeigneter Geologie.

Oberflächennahe Geothermie kann die dezentrale Luftwärmepumpe punktuell ersetzen. Ihre Rolle hängt von Geologie, Flächenverfügbarkeit und Genehmigungen ab.

Tabelle 13: Ergebnisse Dezentrale Geothermie

	Dezentrale Erdwärmesonden oder -kollektoren
Anteil der Gebäude, die komplett versorgt werden könnten	Ca. 4 % aller Flurstücke
Anteil dieser Gebäude am gesamten Endenergiebedarf	Ca. 56 GWh 2 % des derzeitigen Endenergieverbrauchs

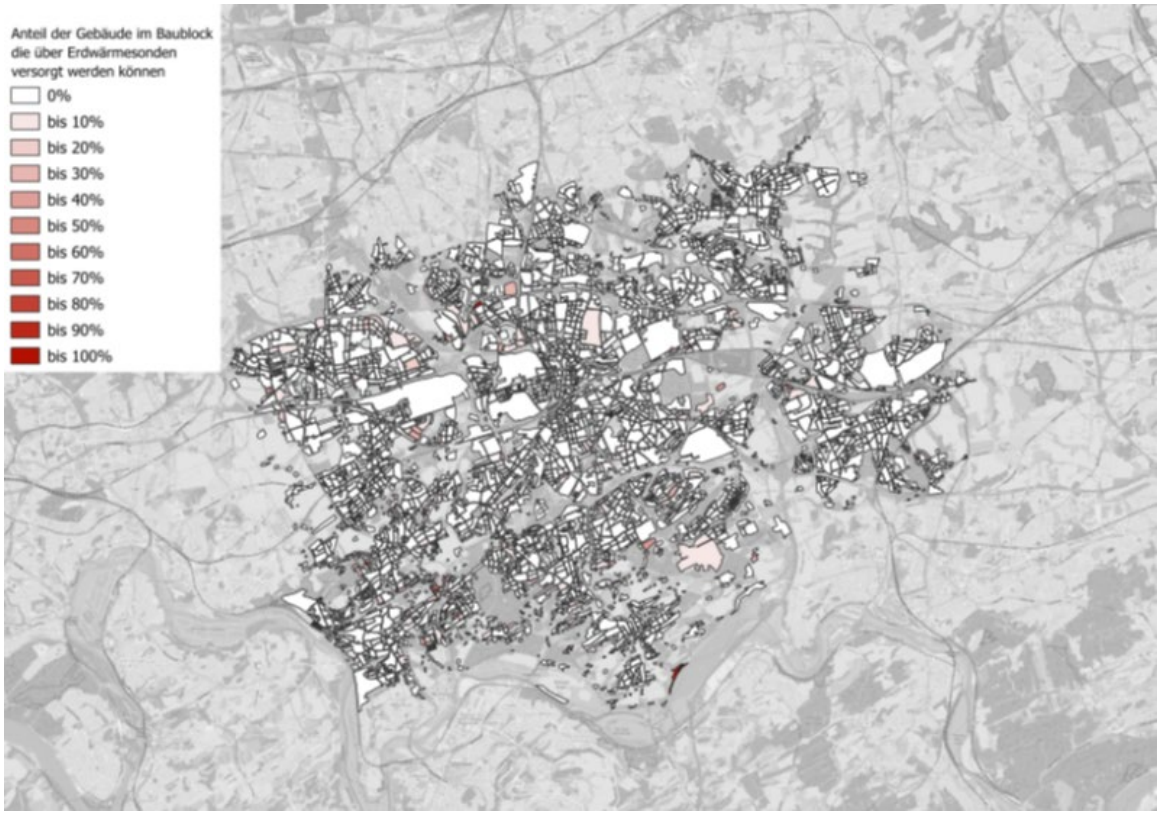


Abbildung 37: Anteil der Gebäude, die pro Baublock über Erdwärmesonden versorgt werden können. Quelle: BLS

Neben klassischen horizontalen Flächenkollektoren gibt es inzwischen innovative Systeme, die mit deutlich weniger Fläche vergleichbare oder höhere Entzugsleistungen ermöglichen. Zu diesen innovativen Flächenkollektoren gehören u.a. vertikal angeordnete Flächenabsorber, die den Flächenbedarf gegenüber klassischen Kollektoren erheblich reduzieren könnten und das geothermische Potenzial erhöhen könnten. Da hier jedoch meist mit höheren Investitionskosten und Planungsaufwand zu rechnen ist, was projektspezifisch bewertet werden muss, wurden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nur die klassischen Systeme untersucht.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, dass größere Sondentiefen (bis 400 m) aufgrund der stetigen Temperaturzunahme mit der Tiefe grundsätzlich ein deutlich größeres Potenzial erschließen könnten. Dafür muss das Vorhaben bei der Unteren Wasserbehörde des zuständigen Kreises angezeigt werden. Eine wasserrechtliche Erlaubnis ist erforderlich, wenn das Grundwasser erreicht wird. Ab 100 m Tiefe ist das Vorhaben auch nach Bundesberggesetz bei der Bezirksregierung Arnsberg anzuzeigen.

Mitteltiefe Erdwärmesonden (bis 1.000 m): Nach Daten des Geologischen Dienstes NRW liegen in 1.000 m Tiefe sehr gute Wärmeleitfähigkeiten von bis zu 3,4 W/(m·K) im Stadtgebiet Bochum vor. Auch hier muss dieses Vorhaben bei der Bezirksregierung Arnsberg angezeigt werden. Eine

wasserrechtliche Erlaubnis ist erforderlich, wenn das Grundwasser erreicht wird und wird befristet erteilt. Besondere Aufmerksamkeit gilt bei Bohrungen, die mehrere Grundwasserstockwerke durchörtert, da hier verstärkte wasserrechtliche Prüfungen notwendig werden. Nach dem Bundes-Geologiedatengesetz (GeolDG) müssen Schichtenverzeichnisse als Fachdaten spätestens drei Monate nach Abschluss der Bohrung unaufgefordert an den Geologischen Dienst NRW übermittelt werden. Dauert die Untersuchung länger als ein Jahr, erfolgt die Übermittlung jährlich. Mitteltiefe Sonden sind hauptsächlich für Anwendungen mit ganzjährigem Wärmebedarf rentabel, daher eignen sich diese Sonden insbesondere für:

- Nahwärmenetze
- Kalte Nahwärmenetze bei Neuerschließungen
- Insellösungen mit geringem Platzangebot

Für einzelne Gebäude (Wohngebäude, kleine Büros) mit saisonalem Heizbedarf ist die Wirtschaftlichkeit für Mitteltiefe Sonden in der Regel nicht gegeben, da die hohen Investitionskosten für die Bohrung nicht durch die Betriebskosteneinsparungen gedeckt werden.

4.2.2.2 Grundwasser als Wärmequelle

Grundwasser ist eine potenzielle Quelle für Wasser-Wasser-Wärmepumpen, unterliegt jedoch strengen hydrogeologischen und genehmigungsrechtlichen Anforderungen. Die Nutzung wurde geprüft und aus technischen und regulatorischen Gründen als nicht relevant für eine breite Anwendung eingestuft. Kartierungen zeigen geringe Eignung im Stadtgebiet. In Abbildung 38 ist zu erkennen, dass die Entnahme von Grundwasser aus Brunnen flächendeckend unter 5 l/s und größtenteils unter 2 l/s liegt. In Abbildung 39 ist die geringe Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen dargestellt. Grundwasser wird daher als relevante Wärmequelle auf Bochumer Stadtgebiet nicht weiterverfolgt.

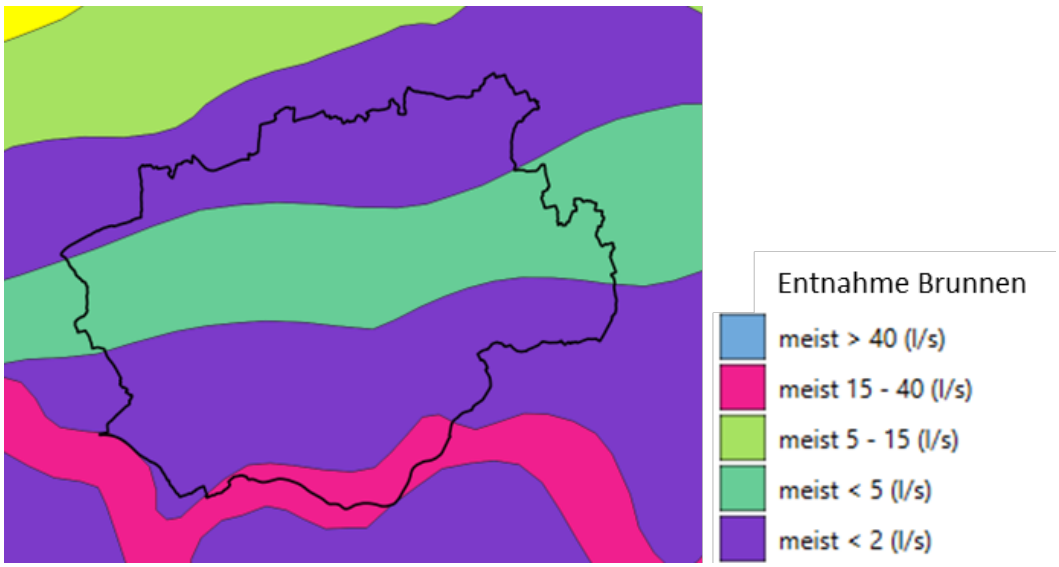


Abbildung 38: Potenzielle Entnahme für Brunnen[3]. Quelle: BLS

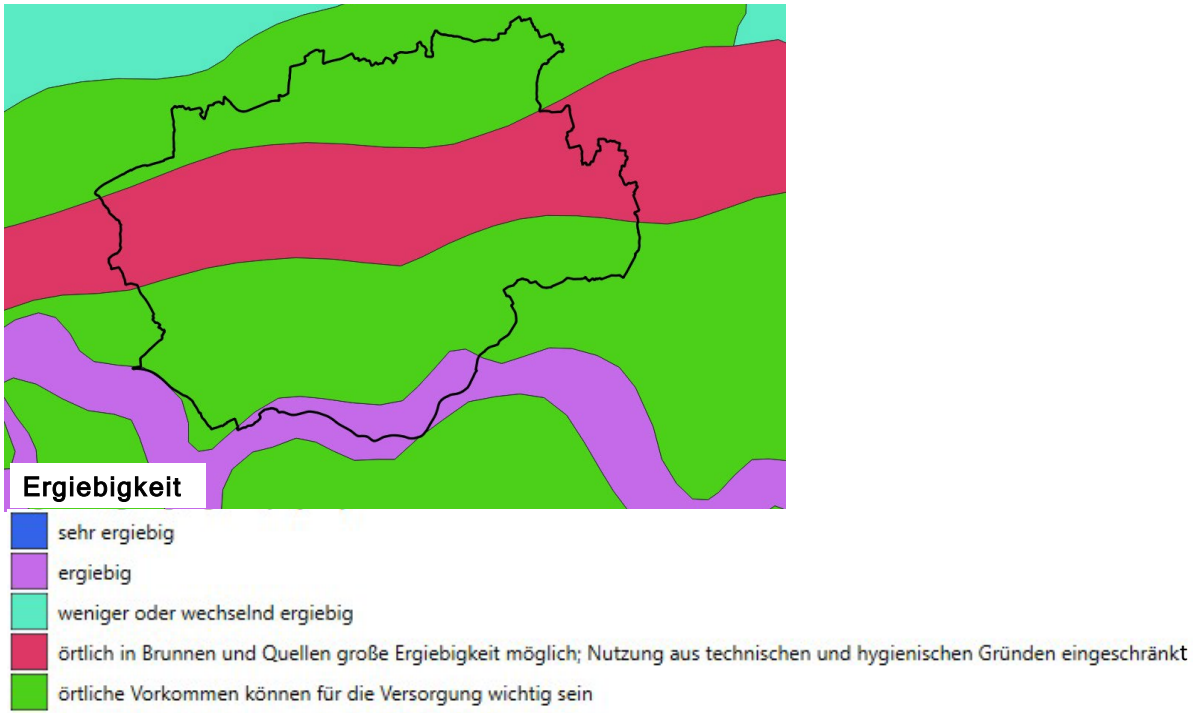


Abbildung 39: Potenzielle Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen.[2] Quelle: BLS

[3] Die Karte basiert auf einer Publikation der BGR (Vierhuff, H., Müller, W. & Aust, H. 1981), die auf das Gebiet der neuen Bundesländer erweitert wurde (Müller, A. 1993).

4.2.2.3 Dezentrale Luftwärmepumpen

Dezentrale Luftwärmepumpen nutzen die in der Umgebungsluft enthaltene Wärme, um Gebäude effizient zu beheizen. Über einen Ventilator wird Außenluft angesaugt, deren Wärmeenergie mithilfe eines Kältemittelkreislaufs aufgenommen und über einen Verdichter auf ein höheres Temperaturniveau gebracht wird. Die so gewonnene Wärme wird anschließend über einen Wärmetauscher an das Heizsystem des Gebäudes abgegeben. Da jede Einheit direkt am oder im Gebäude installiert ist, arbeiten dezentrale Luftwärmepumpen unabhängig voneinander und ermöglichen eine flexible, gebäudeindividuelle Wärmeversorgung. Ihr Wirkungsgrad hängt jedoch stark von der Außentemperatur und der Qualität der Gebäudedämmung ab, da niedrigere Außentemperaturen zu einem höheren Strombedarf führen. Insgesamt bieten sie eine einfach realisierbare, emissionsarme und erneuerbare Heizlösung, insbesondere für Bestandsgebäude und Einzelgebäude.

Für die Bewertung dezentraler Luftwärmepumpen wird für jedes Gebäude in einem Modell bewertet, ob die Schallemissionen eingehalten werden können. Die maximal mögliche Wärmeleistung, die eine Luftwärmepumpe erbringen kann, wird durch die Grenzwerte für die maximal erlaubten Schallemissionen des jeweiligen Gebiets, in dem sich das betrachtete Gebäude befindet, begrenzt. Daher ist die Wahl des am besten geeigneten Standorts der Luftwärmepumpe von großer Bedeutung für die maximale Wärmeenergiemenge, die von der Luftwärmepumpe bereitgestellt werden kann.

Die folgenden Aspekte beschreiben die Funktionsweise des Modells:

- Die Größe der betrachteten Gebäude wird ermittelt. Anschließend wird nach dem folgenden Schema bestimmt, ob die Aufstellung einer Luftwärmepumpe auf dem Dach oder auf dem Boden erfolgen würde:
    - Bei großen Gebäuden mit Flachdach, einer Energiebezugsfläche größer als 5.000 Quadratmeter oder wenn das Gebäude (Dach) das höchste in der Umgebung ist, ist eine Dachaufstellung möglich, da keine hohen Schallemissionen auf das benachbarte Gebäude verursacht werden. Siehe Abbildung 40
    - Hat ein Gebäude ein Flachdach, eine Energiebezugsfläche größer als 5.000 Quadratmeter, ist aber nicht das höchste Gebäude (Dach) in der Umgebung, dann ist eine Dach-aufstellung unter Berücksichtigung des weitesten Abstands zum nächstgelegenen Nachbargebäude möglich. Siehe Abbildung 41
    - Bei kleinen oder großen Gebäuden ohne Flachdach muss bei der Aufstellung der Wärmepumpe auf der Flurstücksfläche der weiteste Abstand zu dem nächstgelegenen Nachbargebäude berücksichtigt werden. Siehe Abbildung 42. Reflexionsanfällige Standorte werden ausgeschlossen, um den Richtungsfaktor für alle Fälle gleichzuhalten (schraffierte Fläche). Die Luftwärmepumpe sollte so

aufgestellt werden, dass ein Abstand von einem Meter zum Gebäude selbst eingehalten wird.

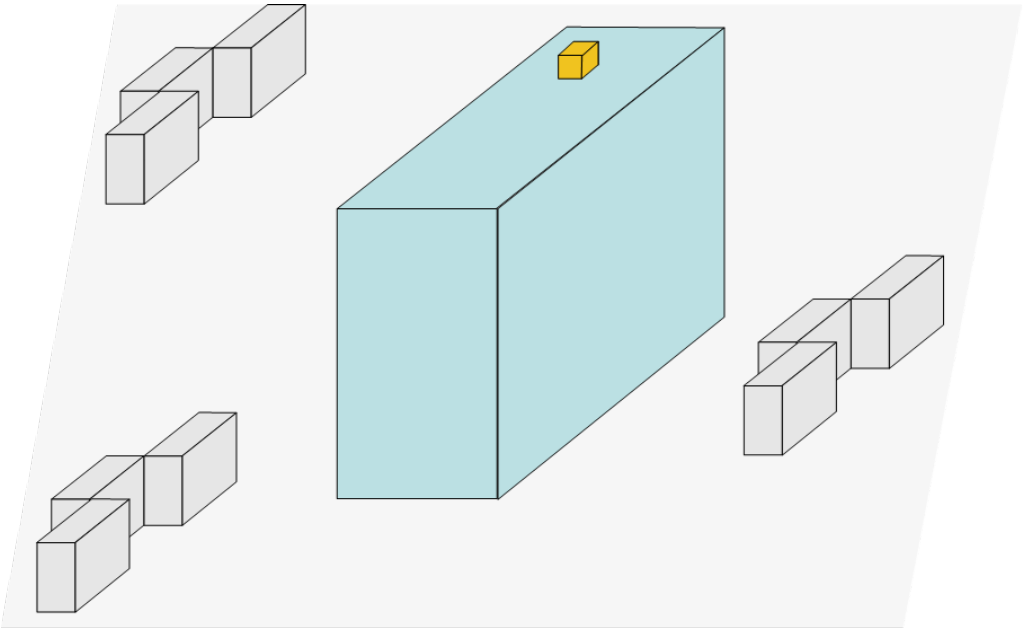


Abbildung 40: Darstellung einer Dachaufstellung auf dem höchsten Gebäude in einem Gebiet mit Flachdach. Quelle: BLS

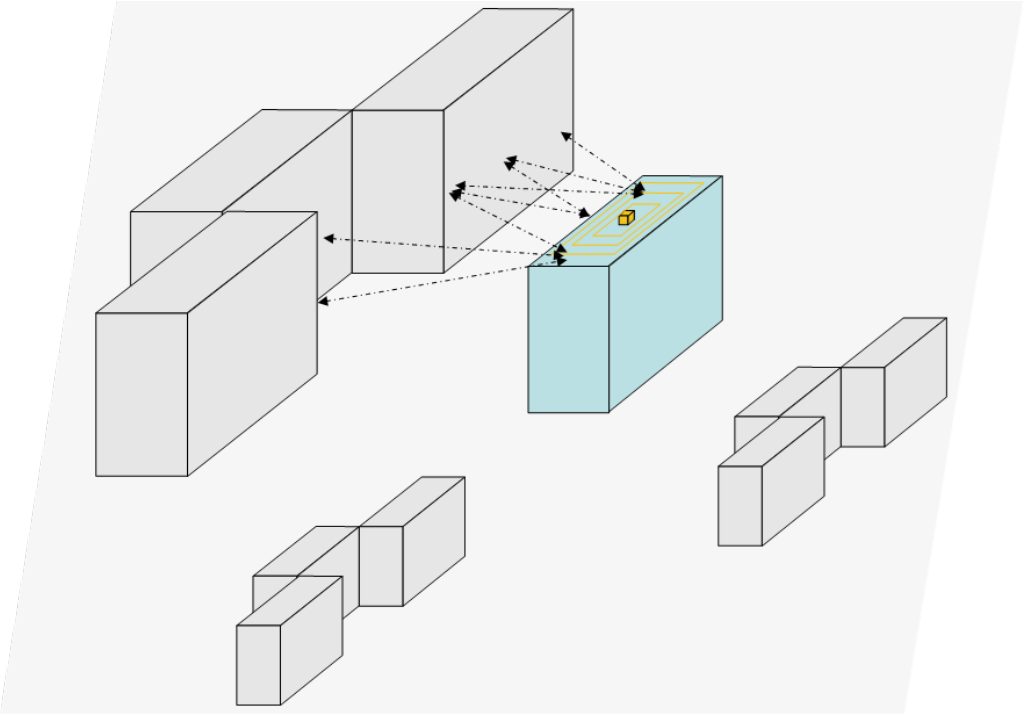


Abbildung 41: Darstellung einer Dachaufstellung auf einem großen Gebäude, das nicht das höchste in einem Gebiet ist und ein Flachdach hat. Quelle: BLS

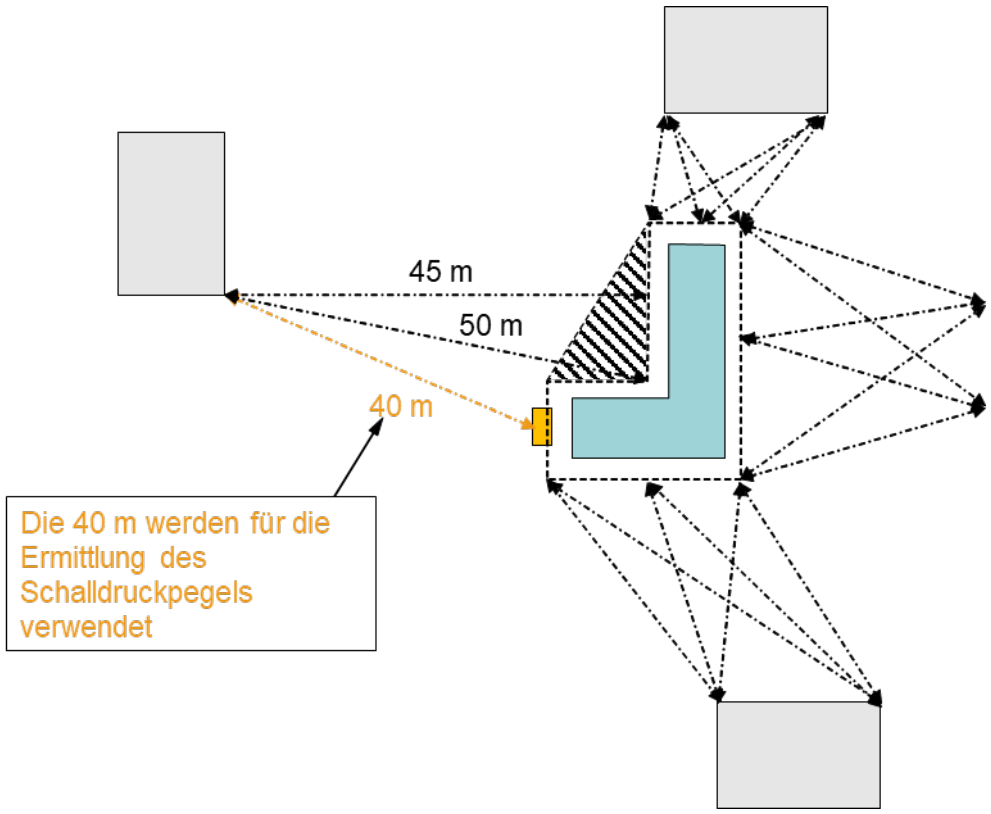


Abbildung 42: Darstellung einer Flurstückaufstellung für ein kleines oder großes Gebäude ohne Flachdach. Quelle: BLS

Aus dem Flächennutzungsplan wird das Gebiet, in dem sich das untersuchte Gebäude befindet, ermittelt und unter die sieben Gebietskategorien der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm „TA-Lärm“ eingeordnet, um die einzuhaltenden Immissionsrichtwerte zu bestimmen. Tabelle 14 zeigt die Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit von der Gebietskategorie.

Tabelle 14: Immissionsrichtwerte nach TA-Lärm

Gebietskategorie	Tag	Nacht
Industriegebiete	70 dB(A)	70 dB(A)
Gewerbegebiete	65 dB(A)	50 dB(A)
urbane Gebiete	63 dB(A)	45 dB(A)
Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	60 dB(A)	45 dB(A)
allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55 dB(A)	40 dB(A)

reine Wohngebiete	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

Nachdem der optimale Aufstellungsort der Luftwärmepumpe, der Abstand zum Nachbargebäude und die zulässigen Schallimmissionsrichtwerte des Gebiets ermittelt wurden, sollte der maximale zulässige Schallleistungspegel der Emissionsquelle bzw. der Wärmepumpe, wie in der folgenden Formel dargestellt, bestimmt werden. Für die Ermittlung der zulässigen Schallleistungspegel werden die Immissionsrichtwerte für die Nacht berücksichtigt.

$$\mathrm{L_W} = L_P + \left| 10 * log_{10}\left(\frac{Q}{4\,\pi\,r^2}\right) \right| dB$$

L_W Schallleistungspegel der Emissionsquelle

L_P Schalldruckpegel in einer bestimmten Entfernung

Q Richtungsfaktor

r Abstand zur Emissionsquelle

Tabelle 15 zeigt alle Richtungsfaktoren für die verschiedenen Installationsmöglichkeiten der Luftwärmepumpe. Es ist festzustellen, dass die Anwesenheit von mehreren Flächen neben der Luftwärmepumpe den Richtungsfaktor erhöht, was den Schallleistungspegel der Wärmepumpe deutlich ansteigen lässt. Um bei der Bestimmung des Schallleistungspegels der Wärmepumpe konservativ zu sein, wird immer davon ausgegangen, dass die Wärmepumpe neben zwei benachbarten ebenen Flächen aufgestellt wird, so dass ein Richtungsfaktor von 4 verwendet wird. Daraus wurde abgeleitet, dass reflexionsanfällige Standorte mit dem Richtungsfaktor 8 auszuschließen sind.

Tabelle 15: Richtungsfaktor für die unterschiedlichen Aufstellungsmöglichkeiten einer Emissionsquelle

Aufstellungsmöglichkeiten	Richtungsfaktor
Keine Fläche in der Nähe der Schallquelle akustische Energie strahlt als Vollkugel in alle Richtungen ab	1
Schallquelle dicht an einer ebenen Fläche; akustische Energie strahlt als die Hälfte einer Kugel ab	2
Zwei benachbarte Flächen; akustische Energie strahlt als ein Viertel einer Kugel ab	4

In einer Ecke; akustische Energie strahlt als ein Achtel einer Kugel ab	8

Ist der optimale Aufstellungsort der Luftwärmepumpe und dementsprechend die maximale zulässige Schallemission bestimmt, so kann die maximale thermische Leistung ermittelt werden. Die maximale mögliche Leistung der Wärmepumpe kann anhand der abgeleiteten Korrelation zwischen den Schallemissionswerten und der maximalen Wärmeleistung aus den Daten eines Wärmepumpenherstellers[4] ermittelt werden, wie in Abbildung 43 zu sehen ist. Die folgende Korrelation entspricht der in Abbildung 43 dargestellten Trendlinie. Die Korrelation gilt ab einer Schallemission von 58,5 dB(A), was einer Wärmeleistung von 5 kW entspricht, bis zu einer Schallemission von 85 dB(A). Es wird davon ausgegangen, dass die Schallemissionen für Großwärmepumpen konstant bei 85 dB(A) liegen, so dass die maximale Wärmeleistung theoretisch "unbegrenzt" ist, wenn die maximal zulässige Schallimmission an einem bestimmten Aufstellungsort diesen Wert erreicht oder überschreitet.

Um die Überlagerungseffekte durch den Einsatz vieler Wärmepumpen in benachbarten Gebäuden zu berücksichtigen, wird für die Korrelation zusätzlich ein Faktor von 0,5 verwendet, um die maximale Wärmekapazität entsprechend anzupassen.

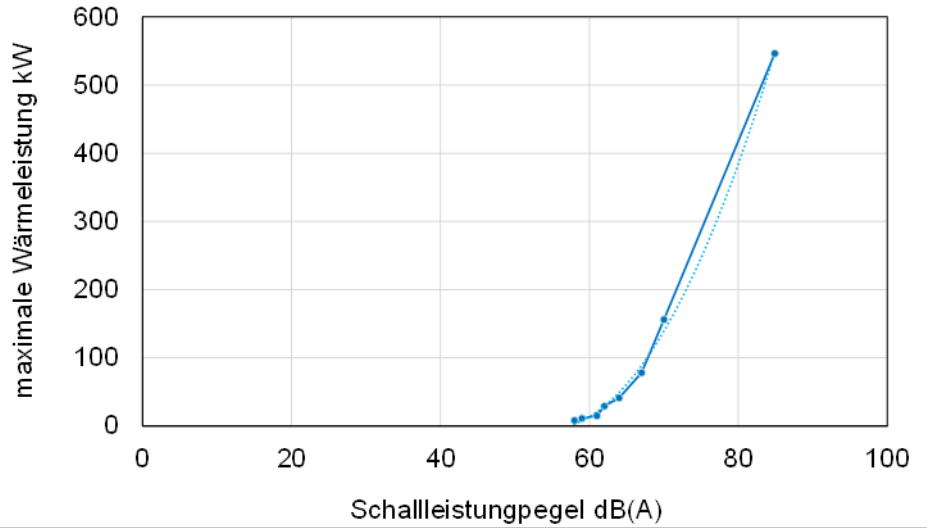


Abbildung 43: Verhältnis zwischen der Geräuschemission einer Luftwärmepumpe und ihrer maximalen Wärmeleistung

$$Q_{Max,Heiz,WP} = 0{,}6005 * L_W^2 - 65{,}505 * L_W + 1782$$

[4] Viessmann Vitocal Wärmepumpenreihe

L_W Schallleistungspegel der Emissionsquelle

Zur Bestimmung der maximalen Heizleistung eines Gebäudes wurde eine Vollbenutzungsstundenzahl von 2000 Vbh angesetzt. Aus dem Wärmebedarf und der Vollbenutzungsstundenzahl wurde die erforderliche Heizleistung abgeschätzt. Falls die Luftwärmepumpe ein größeres Potenzial als die erforderliche Leistung aufweist, kann das Gebäude mittels Luftwärmepumpe versorgt werden.

Dezentrale Luftwärmepumpen können etwa 80 % der beheizten Gebäude vollständig versorgen. Diese Gebäude repräsentieren rund 1.500 GWh des Endenergiebedarfs aus 2023. Die Potenziale wurden gebäudescharf bewertet und bilden die Grundlage für die spätere Gebietszuweisung zu zentraler oder dezentraler Versorgung. Für die Umsetzung sind städtebauliche Randbedingungen, elektrische Anschlussleistung, mögliche Kombinationen mit PV und die Durchführbarkeit von Außenaufstellung oder Kaskadenlösungen zu berücksichtigen.

Tabelle 16: Ergebnisse Dezentrale Umgebungsluft

	Dezentrale Luftwärmepumpen
Anteil der Gebäude, die komplett versorgt werden könnten	Ca. 80 % aller beheizten Gebäude
Anteil dieser Gebäude am gesamten Endenergiebedarf	Ca. 1.500 GWh 44 % des derzeitigen Endenergieverbrauchs

Die Luftwärmepumpe ist die Leittechnologie der dezentralen Versorgung in Bochum. Ihre besondere Bedeutung ergibt sich aus der nahezu unbegrenzten Verfügbarkeit der Umgebungsluft als Wärmequelle, die im gesamten Stadtgebiet für die dezentrale Wärmeerzeugung genutzt werden kann.



Abbildung 44: Anteil der Gebäude, die pro Baublock mit Luftwärmepumpen versorgt werden können. Quelle: BLS

4.2.2.4 Dezentrale Abwasserwärme

Dezentrale Abwasserwärme nutzt Wärme aus Schmutzwasserleitungen nahe Quartieren. Wärmetauscher entziehen dem Leiter Wärme, die über eine Wärmepumpe nutzbar gemacht wird. Die Eignung hängt von Leitungslage, Volumenstrom und Quartiersnähe ab, ist jedoch durch vergleichsweise hohe Temperaturen in den Heizperioden positiv beeinflusst

Pro Projekt werden etwa 300 kW Quellleistung angesetzt, mit Wärmepumpe sind rund 500 kW erreichbar. Daraus resultieren bei den angenommenen Betriebsparametern rund 3,8 GWh nutzbare Wärme pro Jahr. Für diese Werte wurde ein Volumenstrom von 15 l/s angenommen mit einem COP der Wärmepumpe von 2,5. Ergänzend dazu wird von 7.600 Vollbenutzungsstunden ausgegangen, in denen das Wasser um 5°C abgekühlt werden soll. Dabei muss auch hier die maximale Auskühlung berücksichtigt und überwacht werden. Der maximale Abstand zwischen geeignetem Leiter und Quartier liegt bei etwa 150 Metern. Für die Umsetzung sind Vereinbarungen mit dem Betreiber und Flächen für Wärmetauscher sowie die Anbindung an lokale Netze oder Quartierslösungen nötig.

Tabelle 17: Bewertung Abwasser als Quartierspotenzial

	Pro Projekt
Quellleistung	300 kW
Quellpotenzial	2,2 GWh
Leistung mit WP	500 kW
Wärmemenge mit WP	3,8 GWh
Saisonale Verfügbarkeit	++
Technische Realisierbarkeit	+
Standorteignung	o
Ökologischer Fußabdruck	++
Wärmegestehungskosten	+
Genehmigungsrechtliche Aspekte	Maximale Auskühlung
Herausforderungen	Schmutzwasser als Quelle – ggf. Reinigung notwendig

Dezentrale Abwasserwärme ist eine punktuelle Ergänzung in Quartieren mit geeigneter Leitungslage und kurzen Wegen. Sie erhöht die Diversität der dezentralen Versorgung, insbesondere bei dichter Bebauung.



Abbildung 45: Baublöcke mit Potenzial für Wärme aus Abwasserleitern. Quelle: BLS

4.2.2.5 Dachflächen für Solarthermie und Photovoltaik

Solarthermie wandelt Strahlung in Wärme um, überwiegend für Warmwasser. Photovoltaik erzeugt Strom und reduziert den Bezug für Wärmepumpen. In Kombination mit Speichern können Lastspitzen geglättet und Betriebskosten gesenkt werden. Nur eine von beiden Technologien kann pro Dachfläche genutzt werden. Für die Nutzung von Solarthermie spricht ihr höherer Wirkungsgrad. Dahingegen wird wenig Wärme in den ertragsreichen Sommermonaten benötigt, in denen Strom trotzdem gefragt ist. PV-Anlagen sind abregelbar und der Strom ist einfacher und länger zu speichern, weswegen PV häufig gegenüber Solarthermie bevorzugt wird. Da Solarthermieanlagen auf eine Südausrichtung angewiesen sind und PV-Anlagen auch in Ost- und Westrichtung ohne hohe Verluste aufgestellt werden können, ergibt sich daraus häufig eine größere nutzbare Fläche.

Für Solarthermie stehen rund 8,6 Millionen Quadratmeter potenzielle Dachfläche zur Verfügung. Das theoretische Wärmeaufkommen beträgt rund 2.400 GWh. Für die Warmwasserbereitung wird ein praxisnahes Potenzial von rund 45 GWh ausgewiesen. Für Photovoltaik werden etwa 11 Millionen Quadratmeter potenzielle Dachfläche und ein Strompotenzial von etwa 1.600 GWh bei rund 2,1 GW installierter Leistung angesetzt. Die Flächenpotenziale wurden auf Grundlage

der Dachflächenkartierung und plausibler Ausrichtungs- und Verschattungsannahmen ermittelt und werden in Tabelle 18 dargestellt. Die energetische Bewertung basiert auf typischen spezifischen Erträgen für Solarthermie und Photovoltaik. Die Konkurrenz zwischen beiden Nutzungen je Dach ist in den Ergebnissen berücksichtigt, sodass pro Dachfläche nur eine der beiden Anwendungen angesetzt wird. Die Nutzung von Dachflächen erhöht die Effizienz dezentraler Systeme und stärkt die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenlösungen. Die Nutzung von Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik kann ein Querschnittsbaustein sein, der die Transformation beschleunigt.

Tabelle 18: Bewertung Dachflächen Solarthermie und PV

	Solarthermie	**PV**
Größe der potenziellen Dachflächen	Ca. 8.600.000 m^2 Südausrichtung essenziell	Ca. 11.000.000 m^2 Ost-Westausrichtung möglich
Größe der potenziellen Kollektorflächen	Ca. 5.000.000 m^2	Ca. 9.600.000 m^2
Potenzielle Erzeugung	Gesamtes Potenzial: 2400 GWh Wärme Für Warmwasser: 45 GWh Wärme	1.600 GWh Strom Mit 2,1 GWp

4.2.3 Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurde deutlich, dass ein erheblicher Anteil der Gebäude in Bochum über hohe spezifische Wärmeverbräuche verfügt und damit in den unteren Energieeffizienzklassen eingestuft ist. Dies weist auf einen bedeutenden Modernisierungs- und Sanierungsbedarf im Gebäudebestand hin. Die Auswertung der Energieeffizienzklassen aller Wohngebäude, die in Abbildung 46 dargestellt ist, zeigt eine deutliche Konzentration in den Kategorien E bis H. Insbesondere die Klassen F, G und H sind stark vertreten und bilden somit die Hauptzielgruppen für Effizienzmaßnahmen.

In Abbildung 47 sind die Baublöcke dargestellt, in denen die überwiegende Nutzung der Gebäude dem Wohnen dient und deren durchschnittliche Energieeffizienzklasse F, G oder H beträgt. Diese Bereiche weisen das größte Potenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs auf und stellen damit einen zentralen Hebel für die Dekarbonisierung der städtischen Wärmeversorgung dar. Durch gezielte Gebäudesanierungen, die Verbesserung der Gebäudehülle und den Austausch ineffizienter Heizsysteme können hier erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden.

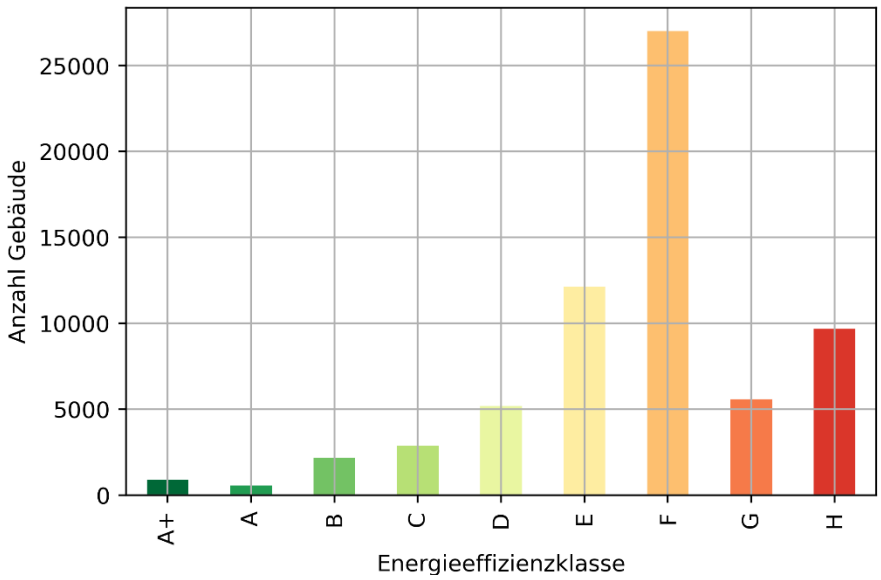


Abbildung 46: Energieeffizienzklasse aller Wohngebäude in Bochum. Quelle: BLS

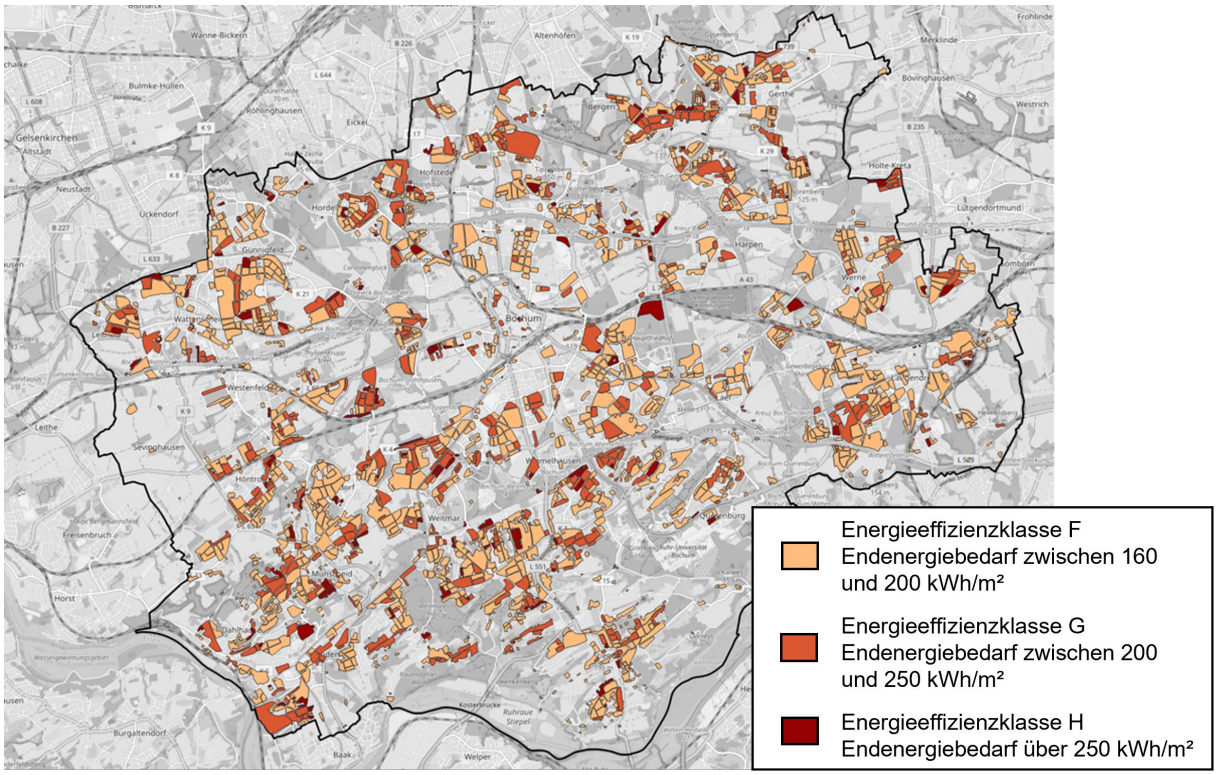


Abbildung 47: Baublöcke mit einer durchschnittlichen Energieeffizienzklasse mit F, G und H; diese haben hohes Sanierungspotenzial. Quelle: BLS

4.3 Wesentliche Erkenntnisse der Potenzialanalyse

Zentrale Wärmeversorgung

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung stützt sich in Bochum in Zukunft voraussichtlich vor allem auf wassergeführte Quellen, die Grund- und Mittellast tragen. Flusswasser, geklärtes Abwasser und Grubenwasser lassen sich über Großwärmepumpen in die Netze integrieren und sichern eine hohe Jahresauslastung. Wo wassergeführte Quellen räumlich nicht erreichbar sind oder wo Genehmigungs- und Naturschutzauflagen Entnahme und Wiedereinleitung begrenzen, könnten je nach Bedarf zentrale Luftwärmepumpen die Mittellast decken und den Bedarf an gasbasierter Erzeugung verringern. Die Umsetzung setzt eine vorausschauende Flächensicherung voraus, da für Entnahme- und Einleitbauwerke an Gewässern, für Erzeugungsstandorte geeignete Standorte und für Trassenkorridore im Straßenraum benötigt werden. Grubenwasserprojekte und tiefe Geothermie unterliegen dem Bergrecht und werden im Rahmen des bergrechtlichen Betriebsplanverfahrens genehmigt, während bei Klar- und Abwasserquellen Auskühlungsgrenzen einzuhalten sind und Abstimmungen mit den Anlagenbetreibern erforderlich werden. Da einzelne Potenziale um Standorte und Trassen konkurrieren, braucht es eine priorisierte und räumlich gebündelte Erschließung, die Synergien hebt und Konflikte vermeidet.

Für alle strombasierten Großwärmepumpen ist es meist hilfreich, das Gesamtsystem durch geeignete Wärmespeicher zu entlasten. Wärmespeicher ermöglichen es, Lastspitzen im Stromnetz zu vermeiden, Wärme flexibel bereitzustellen und den Betrieb der Wärmepumpen an Zeiten niedriger Strompreise anzupassen. Durch die Kombination wird eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet und das Gesamtsystem kann wirtschaftlicher und klimafreundlicher gestaltet werden.

Für Spitzenlasten und als Reserve kommen perspektivisch Wasserstoff und Biomethan in Betracht, wobei ihr Einsatz von der langfristigen Verfügbarkeit und der Preisentwicklung abhängt. Hier bestehen große Unsicherheiten.

Dezentrale Wärmeversorgungsoptionen

In der dezentralen Wärmeversorgung bildet die Luftwärmepumpe die vorrangige Option. Die Potenzialanalyse zeigt, dass rund 80 % aller beheizten Gebäude in Bochum grundsätzlich durch dezentrale Luftwärmepumpen vollständig versorgt werden könnten, womit diese Technologie den weitaus größten Teil des Gebäudebestands erschließt. Sie ist damit das entscheidende Instrument, um auch jene Gebäude mit erneuerbarer Wärme zu versorgen, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können. Wo die örtlichen Verhältnisse es erlauben, kann oberflächennahe Geothermie mit Erdwärmesonden oder -kollektoren ergänzen. Die Nutzung von Abwasserwärme für einzelne Quartiere und Standorte kann das Stromsystem durch höhere

Jahresarbeitszahlen entlasten. Auf den Dachflächen können Solarthermie und Photovoltaik die Wärmeerzeugung unterstützen, indem sie die Effizienz erhöhen und die laufenden Betriebskosten senken, insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen und intelligenter Regelung. Für die Umsetzung im Bestand entscheiden zudem städtebauliche Randbedingungen über die Machbarkeit (z. B. Abstände, Aufstellorte, Erschließung im dicht bebauten Gebiet). Ebenso maßgeblich sind ausreichend dimensionierte elektrische Anschlussleistungen und gegebenenfalls der Stromnetzausbau. Bauliche Schallschutzmaßnahmen runden die Planung ab und sichern die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte.

5. Zielszenario

Die Entwicklung der Zielszenarien bildet den zentralen planerischen Schritt der Kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Bochum. In diesem Arbeitsschritt werden auf Grundlage der Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse konkrete Zukunftsbilder einer klimaneutralen Wärmeversorgung erstellt. Sie dienen als Entscheidungsgrundlage für die spätere räumliche Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete und zur Festlegung der strategischen Entwicklungsziele.

Die methodische Vorgehensweise orientierte sich am gesetzlichen Rahmen (§§ 17–19 WPG). Die Bearbeitung umfasste die **zielkonforme Szenarien-Entwicklung**, die **Einteilung voraussichtlicher Wärmeversorgungsgebiete anhand von Indikatoren**, die **Berechnung und Zielüberprüfung** sowie die abschließende **Festlegung** des Zielszenarios. Dabei wurde nach dem folgenden Flussschema vorgegangen.

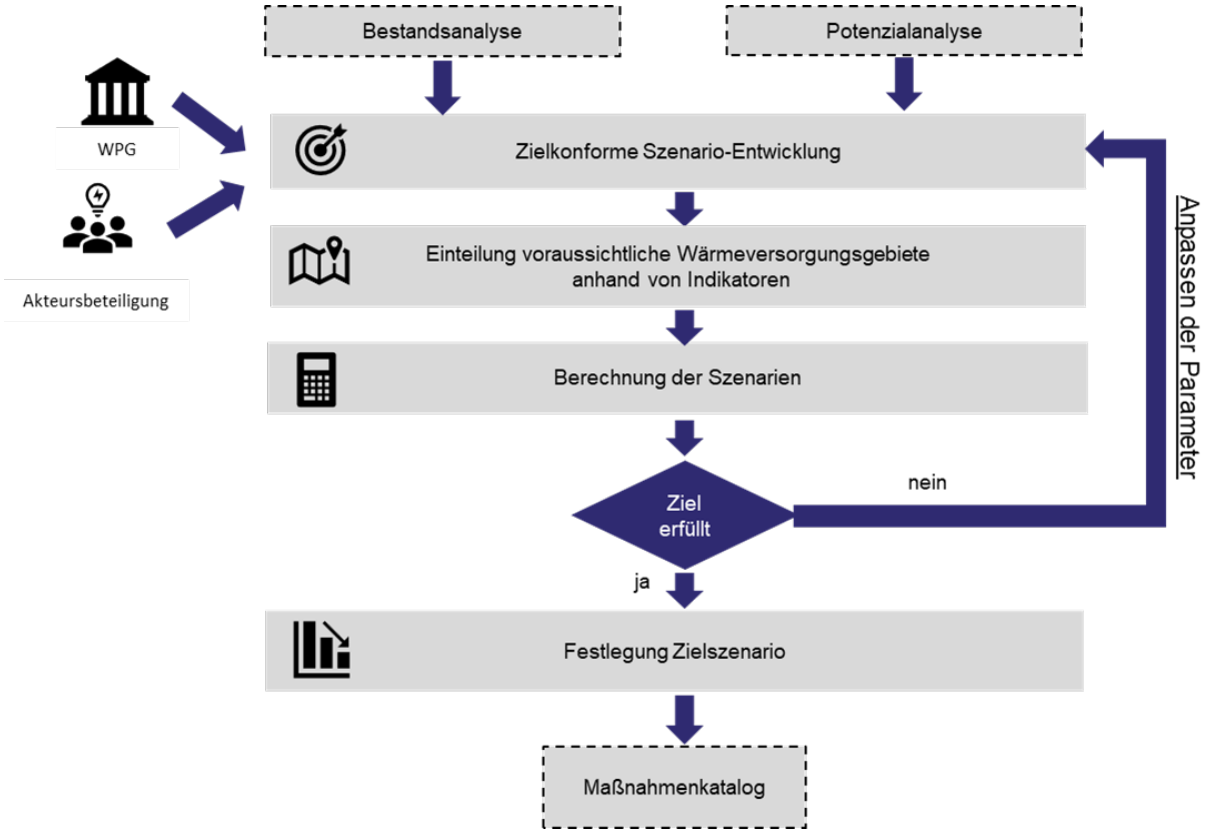


Abbildung 48: Vorgehensschema zur Berechnung der Szenarien.

5.1 Zielkonforme Szenarien-Entwicklung

Die Entwicklung der Zielszenarien erfolgt auf Basis der Bestandsanalyse, der Potenzialanalyse erneuerbarer Wärmequellen sowie der Ergebnisse der Flächenbewertung. In Abstimmung mit der Stadt Bochum und den Stadtwerken wurden insgesamt drei Szenarien abgestimmt und berechnet.

Zu Beginn wurden zwei Szenarien modelliert, die sich in ihrer Schwerpunktsetzung hinsichtlich des Ausbaus leitungsgebundener Wärmeversorgung unterschieden. Im ersten Szenario wurde ein sehr ambitionierter und weitreichender Ausbau der bestehenden Fernwärmenetze betrachtet. Das zweite Szenario ergänzte diesen Ansatz um die Prüfung zusätzlicher, kleinerer dezentraler Wärmenetze, die insbesondere in Gebieten mit hoher Wärmedichte eine wirtschaftlich tragfähige Alternative darstellen könnten. Beide Szenarien erfüllten in der Modellierung grundsätzlich die Klimaziele, zeigten jedoch Diskrepanzen zwischen den theoretisch ermittelten Potenzialen und den tatsächlich verfügbaren und wirtschaftlichen Möglichkeiten. Zudem traten bei der technischen Umsetzung erhebliche Herausforderungen auf, etwa hinsichtlich der bereits vorhandenen Infrastruktur und der damit verbundenen hohen Investitionskosten und der Integration erneuerbarer Wärmequellen. Vor allem der ursprünglich vorgesehene massive Ausbau des Wärmenetzes hat sich in der vertieften Analyse als in dem betrachteten Zeitraum bis 2045 realistisch nicht umsetzbar erwiesen. Aus diesen Gründen wurde im weiteren Verlauf der Wärmeplanung durch die beteiligten Fachakteure entschieden, den Fokus auf einen ambitionierten, aber realistisch umsetzbareren Ausbau der Wärmenetze zu legen. Daher wurde in Abstimmung mit der Stadt Bochum und den Stadtwerken ein drittes, angepasstes Szenario entwickelt. Dieses neue Szenario verfolgt diesen Ansatz zum Ausbau der Wärmenetze. In diesem Szenario wird die Leitungslänge der bestehenden Fernwärmenetze mehr als verdoppelt. Dieses Szenario wird im Folgenden beschrieben und trägt den Titel “Ambitionierter Fernwärmenetzausbau”.

5.1.1 Bedarfsreduktion durch energetische Sanierungen und Klimawandel

Das Szenario berücksichtigt die Projektionen des zukünftigen Wärmebedarfs bis 2045, einschließlich der Wirkungen energetischer Sanierungen, der Klimaerwärmung und der baulichen Entwicklung. Das zugrunde liegende Modell und die dafür getroffenen Annahmen werden im Folgenden detailliert beschrieben.

5.1.1.1 Klimatische Veränderungen

Die fortschreitende Klimaerwärmung wird in den kommenden Jahrzehnten zu einem messbaren Rückgang des Raumwärmebedarfs führen, da in milderen Wintern insgesamt weniger Heizenergie benötigt wird. Ein zentraler Indikator für diesen Zusammenhang sind die sogenannten Heizgradtage, die den Einfluss der Außentemperatur auf den Heizenergiebedarf

beschreiben. Dabei gilt jeder Tag, an dem die mittlere Außentemperatur unter der Heizgrenztemperatur von 15 Grad Celsius liegt, als Heiztag. Zur Berechnung der Heizgradtage wird die Differenz zwischen der Heizgrenztemperatur und der mittleren Außentemperatur eines Tages gebildet und über das Jahr aufsummiert. Zur Modellierung dieser Entwicklung werden die Testreferenzjahre des Deutschen Wetterdienstes zugrunde gelegt. Der DWD stellt dabei zwei relevante Datensätze, die Testreferenzjahre (TRY) 2015 und 2045, zur Verfügung. Diese klimatischen Referenzzeiträume ermöglichen eine verlässliche Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Heizenergiebedarfs infolge der zunehmenden Erwärmung. In der folgenden Tabelle ist ein Vergleich der beiden TRY aufgeführt. Daraus wurde eine Abnahme des Wärmebedarfs um 0,46% pro Jahr abgeleitet.

Tabelle 19: Vergleich des TRY 2015 und TRY 2045

	TRY 2015	**TRY 2045**
Bezugszeitraum	1995 – 2012	2031 – 2060
Heizgradtage	1.884	1624
Änderung		-14 %
Anzahl Jahre Bezugszeitraum		30
Änderung/a		**-0,46 %/a**

5.1.1.2 Sanierungen

Die energetische Sanierung des Gebäudebestandes stellt einen entscheidenden Hebel zur Reduktion des Wärmebedarfs in Bochum dar. Derzeit liegt die Sanierungsquote in Deutschland deutlich unter dem für die Zielerreichung notwendigen Niveau. Im Jahr 2022 betrug sie 0,88 % und sank 2023 auf lediglich 0,70 %[5]. Angesichts der nahezu vollständigen Auslastung der Produktionskapazitäten für energetische Modernisierungen zeigt sich, dass eine deutliche Steigerung der Sanierungsaktivitäten erforderlich ist, um die Klimaziele zu erreichen[6]. Die Bundesregierung strebt bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand an, was einer jährlichen Sanierungsquote von mindestens 2-3 % entsprechen würde. Für die Modellierung der künftigen Wärmebedarfsentwicklung in Bochum wird erwartet, dass die notwendige Sanierungsquote von 2-3 % unrealistisch ist. Für die KWP wird für das Jahr 2026 von einer Sanierungsquote von 0,8 % ausgegangen, die bis 2035 linear auf 1,5 % ansteigt. Diese Annahme orientiert sich an den Möglichkeiten der gewerblichen Wohnungswirtschaft in Bochum, die

[5] https://buveg.de/sanierungsquote/
[6] https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.868217.de/diw_aktuell_87.pdf

bereits heute Sanierungsraten von 1,5 bis 2 % realisiert. Da deren Gebäudebestand in Bochum jedoch nur rund 20 % der Gesamtgebäude ausmacht und bei privaten Eigentümerinnen und Eigentümern von Ein- und Mehrfamilienhäusern wesentlich geringere Sanierungsraten zu erwarten sind, ergibt sich ein konservativer Durchschnittswert. Der real größte Einflussfaktor, dass bei privaten Gebäuden bei einem Eigentümerwechsel häufig ein Sanierungsimpuls erfolgt, kann aufgrund fehlender Datengrundlagen nicht modelliert werden.

Im Modell wird zunächst bestimmt, zu welchem Zeitpunkt ein Gebäude saniert wird. Grundlage dafür ist die Bewertung mehrerer Parameter, die den energetischen Zustand und die Erneuerungswahrscheinlichkeit des Gebäudes beeinflussen. Der zentrale Parameter ist die Energieeffizienzklasse, da Gebäude mit einer schlechten Effizienzklasse in der Regel häufiger einer Sanierung unterzogen werden. Weitere einbezogene Einflussfaktoren sind das Alter der Heizungsanlage, die bestehende Art der Wärmeversorgung, eventuelle Denkmalschutzauflagen sowie die Gebäudenutzung, also die Unterscheidung zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden. Da eine Sanierung aller energetisch am wenigsten effizienten Gebäude kein realistisches Szenario darstellt, wird im Modell angenommen, dass lediglich die Hälfte der jährlich zu sanierenden Gebäude gezielt nach Effizienzpriorität ausgewählt wird. Die übrigen jährlich anfallenden Sanierungsmaßnahmen finden unabhängig der Energieeffizienz statt, beispielsweise im Zuge geplanter Modernisierungen oder bei Eigentümerwechsel. Dieses Vorgehen bildet eine praxisnahe Balance zwischen technischer Priorisierung und realen Investitionsentscheidungen ab.

Die im Modell für eine gezielte Sanierung ausgewählten Gebäude erfahren im Zuge der Modernisierung eine Verbesserung ihrer energetischen Qualität. Diese Verbesserung wird durch eine Aufwertung ihrer Energieeffizienzklasse abgebildet. Grundlage für die Einstufung der Sanierungswirkung ist eine konventionelle Sanierungstiefe, wie sie in der Studie des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) definiert wurde. [7] Die in dieser Studie dargestellten typischen Sanierungsmaßnahmen und Effizienzsteigerungen dienen als Referenz für die energetische Aufwertung der Gebäude, um realistische Energieeinsparungen und Effizienzverbesserungen im Modell abzubilden. Dadurch wird sichergestellt, dass die angenommene Sanierungsdynamik sowohl technisch als auch wirtschaftlich plausibel bleibt.

[7] https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcope/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf

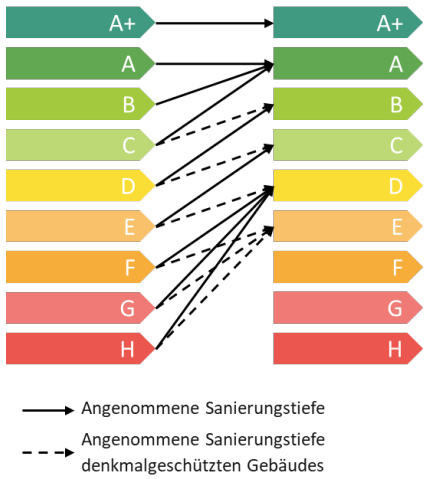


Abbildung 49: Angenommene Sanierungstiefe der Gebäude

Die Ergebnisse des Modells verdeutlichen, dass sich der Wärmebedarf im Stadtgebiet Bochum bis zum Jahr 2045 voraussichtlich um rund 19 % reduzieren wird. Diese Entwicklung ist das Ergebnis kombinierter Effekte aus gezielten und pauschalen energetischen Sanierungen, Effizienzsteigerungen im Gebäudebestand sowie den klimatisch bedingten Veränderungen der Heizgradtage. Die modellierte Reduktion spiegelt damit den langfristigen Einfluss der baulichen Erneuerung und der verbesserten energetischen Standards wider. In Abbildung 50 ist die prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 grafisch dargestellt.

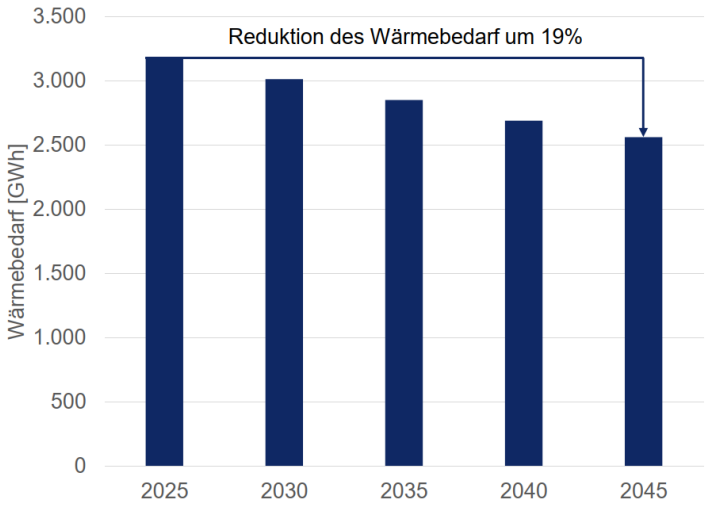


Abbildung 50: Reduktion des Wärmebedarfs. Quelle: BLS

5.2 Prämissen für die Berechnung

Die Berechnung des Szenarios erfolgte mithilfe eines gebäudescharfen Simulationsmodells, das sowohl energetische als auch wirtschaftliche Parameter berücksichtigt. Für jedes Gebäude wird anhand der Lebensdauer der Heizungsanlage entschieden, zu welchem Zeitpunkt ein Heizungswechsel erfolgt und welche Technologie aus wirtschaftlicher Sicht den Zuschlag erhält. Bei der Entscheidung wird der Vollkostenvergleich nach der VDI-Richtlinie 2067 herangezogen. Dabei umfasst die Berechnung Investitions-, Betriebs- und verbrauchsgebundene Kosten über den gesamten Lebenszyklus der Heizung.

Zur Berechnung der Kosten wurde der Technikkatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA) verwendet. Im Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung werden die wesentlichen Technologien zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Wärme, Preisentwicklungen verschiedener Energieträger und CO_2, CO_2-Emissionsfaktoren der Strom- und Wärmeerzeugung verschiedener Prozesse bereitgehalten. Die Werte stammen aus Literaturrecherchen, aus der Planungspraxis, der Wissenschaft und von Marktakteuren.

5.2.1 CO2-Preisentwicklung

Die Preisentwicklung von CO_2 wird in zunehmendem Maße zu einem zentralen Faktor für die wirtschaftliche Bewertung von Energieträgern und Wärmeerzeugungstechnologien. Um eine methodisch fundierte und vergleichbare Grundlage für die Szenarioberechnungen zu gewährleisten, wurden die CO_2-Preisprognosen der KEA herangezogen. Die KEA stellt im Kontext der kommunalen Wärmeplanung eine anerkannte und bundesweit genutzte Quelle für Energiepreisprognosen dar, deren Szenarien auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen sowie regulatorischen Entwicklungen auf europäischer und nationaler Ebene basieren. Zum Vergleich sind Prognosen aus der Studie „Klimaneutrales Deutschland" von Agora Energiewende[8], einer Studie des Verbands der Bayerischen Wirtschaft (vbw)[9] und eines Berichtes des Umweltbundesamtes über die Treibhausgas-Projektionen[10] in Abbildung 52 dargestellt.

Bei der Betrachtung der CO_2-Bepreisung ist grundsätzlich zwischen zwei unterschiedlichen Bepreisungssystemen zu unterscheiden, die für den Gebäudesektor und damit für die Wärmeplanung in Bochum von unmittelbarer Relevanz sind. Für den Wärme- und Verkehrssektor gilt in Deutschland das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG), das seit 2021 eine nationale

[8] Agora Think Tanks (2024): Klimaneutrales Deutschland. Von der Zielsetzung zur Umsetzung.
[9] vbw / Prognos Strompreisprognose 2024 - https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2024/Downloads/Strompreisprognose_2024_v4-(002).pdf
[10] Bundesdrucksache 20/15114 - Bericht des Umweltbundesamtes über die Treibhausgas-Projektionen 2025 – Ergebnisse kompakt

CO_2-Bepreisung auf fossile Brennstoffe erhebt. Im Unterschied zum marktbasierten EU ETS sieht das BEHG bis einschließlich 2026 staatlich festgelegte Preissteigerungsstufen vor, die den Verbraucherinnen und Verbrauchern eine gewisse Planungssicherheit bieten, gleichzeitig aber auch eine regulatorisch definierte Kostensteigerung für den Einsatz von Erdgas, Heizöl und anderen fossilen Brennstoffen bedeuten. Für Gebäudeeigentümer und Mieter schlägt sich die BEHG-Bepreisung unmittelbar in den Energiekosten nieder, da die Kosten der CO_2-Abgabe von den Brennstofflieferanten auf die Endverbraucher weitergegeben werden. Ab 2027 ist vorgesehen, dass der Preisrahmen stärker marktbasiert ausgestaltet wird, wobei ein Preiskorridor als Übergangsregelung gilt.

Perspektivisch ist für den Gebäudesektor das europäische Emissionshandelssystem 2 (EU ETS), von besonderer Bedeutung. Dieses eigenständige, marktbasierte Handelssystem für Emissionen aus der Verbrennung von Brennstoffen in Gebäuden und im Straßenverkehr soll ab 2027 vollständig wirksam werden und stellt damit eine strukturelle Weiterentwicklung der europäischen CO_2-Bepreisung dar. Mit dem EU ETS 2 werden erstmals auch Emissionen aus dem Gebäudebereich direkt in ein europäisches Handelssystem einbezogen, was langfristig zu einer Angleichung der CO_2-Kosten zwischen den Sektoren führen dürfte. Für Verbraucherinnen und Verbraucher bedeutet dies, dass die CO_2-Kosten für fossile Heizenergieträger künftig nicht mehr allein durch nationale Regulierung, sondern zunehmend durch europäische Marktmechanismen bestimmt werden, mit entsprechend höherer Preisdynamik und Unsicherheit.

Das EU ETS 1 erfasst bislang vorrangig die energieintensive Industrie sowie den Energiesektor. In diesem System bildet sich der CO_2-Preis marktbasiert in Abhängigkeit von der festgelegten Emissionsobergrenze sowie der Verfügbarkeit und Nachfrage nach Emissionsberechtigungen. Die Preisentwicklung im EU ETS unterliegt damit inhärenten Marktunsicherheiten, die sich in den in der Abbildung dargestellten unterschiedlichen Preispfaden widerspiegeln. Für den Gebäudesektor ist das EU ETS 1 bislang nicht direkt wirksam, weshalb für private Haushalte und Gebäudeeigentümer ein separates nationales Instrument maßgeblich ist.

Wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht, zeigen sämtliche betrachteten Preisprognosen, unabhängig vom jeweiligen Szenario, einen deutlichen Aufwärtstrend der CO_2-Kosten bis zum Jahr 2045. Diese Preisentwicklung führt dazu, dass die laufenden Betriebskosten fossiler Wärmeerzeugung kontinuierlich steigen werden, während klimaneutrale Alternativen wie Wärmepumpen immer wirtschaftlicher werden.

In der Gesamtschau stellt die CO_2-Preisentwicklung damit einen wesentlichen wirtschaftlichen Treiber der Wärmewende und der Transformation des Energiesystems in Bochum dar. Sie ist ein zentraler Eingangsparameter für die Wirtschaftlichkeitsbewertung der in der kommunalen

Wärmeplanung untersuchten Wärmeversorgungsoptionen und unterstreicht die Dringlichkeit einer frühzeitigen Investition in klimaneutrale Heizungstechnologien.

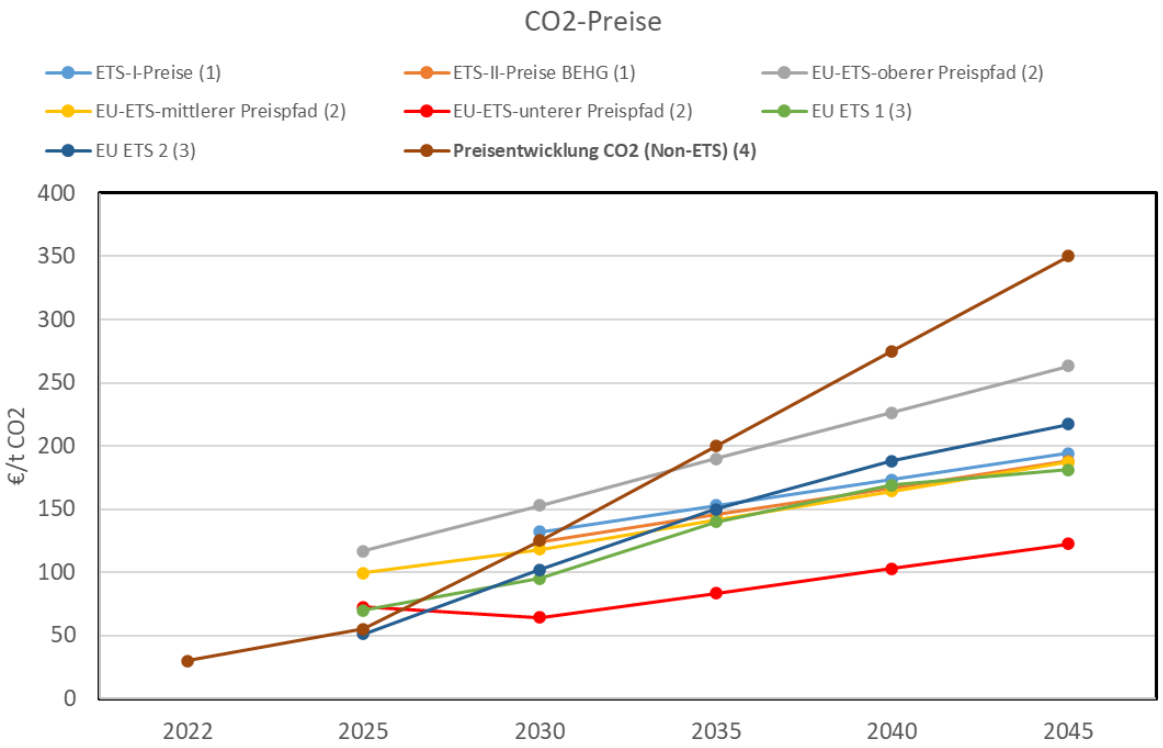


Abbildung 51: Planungsgrundlage für die CO_2-Preisentwicklung. Quellen: (1) „Klimaneutrales Deutschland" von Agora Energiewende, (2) vbw / Prognos Strompreisprognose 2024, (3) Treibhausgas-Projektionen 2025, (4) KEA-Technikkatalog

5.2.2 Strompreis

Die in Abbildung 52 dargestellten Preisentwicklungen des Stroms bis zum Jahr 2045 stellen modellhafte Prognosen dar, die auf Basis verfügbarer Fachdaten und anerkannter Methoden erstellt wurden. Als Grundlage für diese Prognosen dienen auch hier die Berechnungen der KEA. Die Daten der KEA wurden als fachliche Referenz in den bundesweiten Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung aufgenommen und gelten damit als methodisch abgesicherter Standard für Planungsvorhaben dieser Art. Die Verwendung dieser Quelle gewährleistet eine bundesweit vergleichbare und fachlich anerkannte Grundlage für die Strompreisannahmen in der vorliegenden Wärmeplanung.

Für die Bewertung der Stromkosten im Kontext der Wärmeplanung ist eine differenzierte Betrachtung der verschiedenen Stromtarife erforderlich. Grundsätzlich ist zwischen dem allgemeinen Haushaltsstromtarif und dem speziellen Wärmepumpenstromtarif zu

unterscheiden. Eine Wärmepumpe kann technisch mit jedem regulären Haushaltsstromtarif betrieben werden, da der Wärmepumpenstromtarif kein verpflichtendes Erfordernis für den Betrieb darstellt, sondern ein optionales Angebot vieler Energieversorger ist. Dieser Sondertarif liegt in der Regel deutlich unterhalb des regulären Haushaltsstrompreises, ist jedoch mit der Bedingung verknüpft, dass der Netzbetreiber die Wärmepumpe in Zeiten hoher Netzlast zeitweise steuern und abschalten darf. Seit dem 1. Januar 2024 regelt § 14a EnWG, dass steuerbare Verbrauchseinrichtungen wie Wärmepumpen grundsätzlich beim Netzbetreiber angemeldet werden müssen, wobei Verbraucher zwischen verschiedenen Modulen mit unterschiedlichen Graden der Steuerbarkeit und entsprechenden Netzentgeltreduzierungen wählen können. Dieser Unterschied zwischen den Tarifen ist für die wirtschaftliche Bewertung dezentraler Wärmeversorgungslösungen von erheblicher Bedeutung, da die tatsächlichen Betriebskosten einer Wärmepumpe maßgeblich vom jeweils gewählten Tarif abhängen.

Das Ausgangsniveau der KEA-Strompreisprognose im Jahr 2022 ist maßgeblich durch die Folgen des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine geprägt, der zu einer außergewöhnlichen Verwerfung auf den europäischen Energiemärkten geführt hat und die Strompreise auf ein historisch hohes Niveau trieb. Daher liegt der Preis in der Studie für das Jahr 2022 bei knapp unter 40 ct/kWh. Die Prognose der KEA geht davon aus, dass sich die Preise im Zuge der fortschreitenden Energiewende und der Normalisierung der Marktbedingungen schrittweise absenken und bis zum Jahr 2045 auf rund 28 ct/kWh zurückgehen. Auch der Projektionsbericht des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2023 weist in seiner aktuellen Fassung einen Strompreis von rund 25 ct/kWh für Wärmepumpenstrom im Jahr 2045 aus und für Haushaltsstrom von rund 33 ct/kWh und bestätigt damit die Größenordnung der hier verwendeten Prognosewerte. In einer Prognoserechnung zur Strompreisentwicklung für Haushalte [11] für Wirtschaft und Klimaschutz aus dem Jahr 2023 wird von einem nahezu konstanten Strompreis ausgegangenen. Es wird damit begründet, dass die Großhandelsstrompreise in den Prognosen sinken, was aber durch die steigenden Umlagen und Abgaben für den Ausbau der erneuerbaren Energien und Stromnetze kompensiert werden.

Es zeigt sich, dass die zukünftige Entwicklung des Strompreises von einer Vielzahl von Faktoren abhängt, die zum heutigen Zeitpunkt nicht verlässlich vorhersehbar sind. Hierzu zählen insbesondere der weitere Ausbau erneuerbarer Energien, die Entwicklung von Speichertechnologien, die Kosten für Netzstabilität, die europäische Energiepolitik sowie die Ausgestaltung der CO_2-Bepreisung. Von besonderer Bedeutung ist dabei die zunehmende Einspeisung volatiler Solarstrommengen, die zu einer wachsenden saisonalen Preisspreizung führt. Während in den Sommermonaten durch hohe Photovoltaikerträge temporär sehr niedrige

[11] Prognoserechnung zur Strompreisentwicklung (Normaltarif) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz 2023-2042. bundestag.de

Strompreise zu erwarten sind, können in den Wintermonaten deutlich höhere Preise am Strommarkt auftreten. Die in den Szenarien ausgewiesenen Kosten beinhalten die anfallenden Netzentgelte.

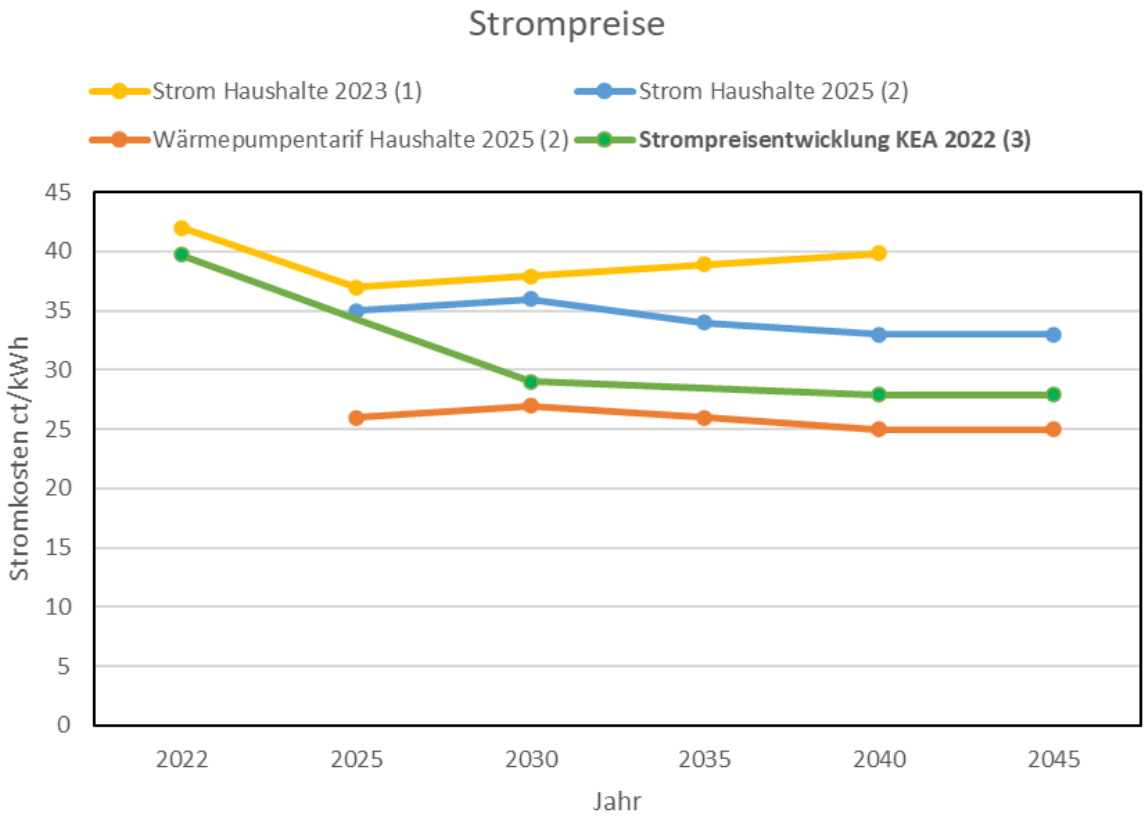


Abbildung 52: Planungsgrundlage für die Entwicklung der Strompreise. Quellen: (1) Prognoserechnung zur Strompreisentwicklung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz 2023-2042, (2) Treibhausgas-Projektionen 2025 – Bericht des Umweltbundesamtes, (3) KEA-Technikkatalog

5.2.3 Erdgaspreis

Die Preisentwicklung von Erdgas wird langfristig von einer deutlichen Steigerung geprägt sein, insbesondere aufgrund der zunehmenden Belastung durch Netzentgelte und CO_2-Abgaben. Nachdem die Erdgaspreise infolge der russischen Invasion in die Ukraine vorübergehend auf das Dreifache des Vorkriegsniveaus gestiegen waren, befinden sie sich im März 2026 wieder auf einem ähnlichen Niveau wie in den Jahren vor Kriegsbeginn. Mittelfristig ist zudem zu erwarten, dass die Beschaffungskosten für Erdgas auf den Großhandelsmärkten weiter sinken werden.

Gleichzeitig wirkt auf der Kostenseite ein struktureller Mechanismus, der die Gesamtbelastung für Gasnutzer erheblich erhöhen wird. Mit dem schrittweisen Rückgang des Gasabsatzes infolge

der Wärmewende verteilen sich die fixen Kosten für Betrieb und Instandhaltung der Gasverteilnetze auf eine stetig sinkende Kundenzahl. Dieses Phänomen, das oftmals als „der Letzte bezahlt das Netz" beschrieben wird, führt zu einem asymmetrischen Kostenanstieg für verbleibende Gasnutzer. Eine Studie der Agora Energiewende[12] prognostiziert, dass die Netzentgelte für Erdgas in den kommenden Jahren erheblich steigen werden, da der Rückbau der Verteilnetze komplex und zeitlich nur eingeschränkt steuerbar ist. Insbesondere Kleinanwender und Haushalte, die auch in der Endphase noch am Gasnetz angeschlossen sind, werden dadurch mit überproportionalen Kosten belastet. Die Studie erwartet eine starke Spannweite möglicher Netzentgeltanstiege je nach geordnetem bzw. ungeordnetem Ausstiegspfad. Es zeigte sich, dass eine kommunale Wärmeplanung kann solche Kostenanstiege deutlich begrenzen kann.

Ergänzend zu dieser Entwicklung hat die Bundesnetzagentur im Jahr 2024 mit der Festlegung KaNu 2.0 (Kalkulatorische Nutzungsdauern und Abschreibungsmodalitäten) einen regulatorischen Rahmen geschaffen, der Gasnetzbetreibern eine beschleunigte Abschreibung ihrer Infrastruktur ermöglicht. Diese Regelung trägt dem absehbaren Bedeutungsverlust der Gasnetze Rechnung und soll eine geordnete wirtschaftliche Abwicklung der Netzinfrastruktur erleichtern. Für die Netzentgelte bedeutet dies jedoch, dass die beschleunigten Abschreibungen kurzfristig zu einer zusätzlichen Erhöhung der Entgelte beitragen können, da die Kapitalkosten auf eine schrumpfende Nutzerbasis umgelegt werden. KaNu 2.0 verdeutlicht damit, dass der regulatorische Rahmen bereits auf den strukturellen Rückzug der Gasinfrastruktur ausgerichtet wird, was den Transformationsdruck auf Kommunen und Verbraucher weiter verstärkt. Dabei ist anzumerken, dass der Agora-Studie hinsichtlich der Netzentgeltsteigerungen noch die ältere Festlegung KaNu zugrunde liegt und die erneuerten Abschreibungsregelungen von KaNu 2.0 darin noch nicht berücksichtigt sind.

Für die Szenarioberechnungen der kommunalen Wärmeplanung in Bochum wurden die Energiepreisprognosen der KEA verwendet. In diesen Prognosen sind die erwarteten Steigerungen der Netzentgelte zusätzlich berücksichtigt worden. Als Vergleich dienen die Preisprognosen aus der Agora-Studie „Klimaneutrales Deutschland“. Auch dort wurden die voraussichtlichen Netzentgeltsteigerungen zusätzlich eingepreist. Ergänzend wurden die Treibhausgas-Projektionen des Umweltbundesamtes herangezogen. Bei deren Erstellung wurde die Entwicklung der Netzentgelte schon berücksichtigt.

Diese Entwicklungen machen deutlich, dass der wirtschaftliche Anreiz für eine Umstellung auf erneuerbare Wärmelösungen weiter zunimmt. Für die kommunale Wärmeplanung in Bochum

[12] Agora Energiewende (2023): Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze. Analysen und Handlungsoptionen für eine bezahlbare und klimazielkompatible Transformation. - https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2022/2022-06_DE_Gasverteilnetze/A-EW_291_Gasverteilnetze_WEB.pdf

bedeutet dies, dass die Rolle von Erdgas als Energieträger weiter abnimmt und langfristig durch klimaneutrale Alternativen ersetzt werden muss.

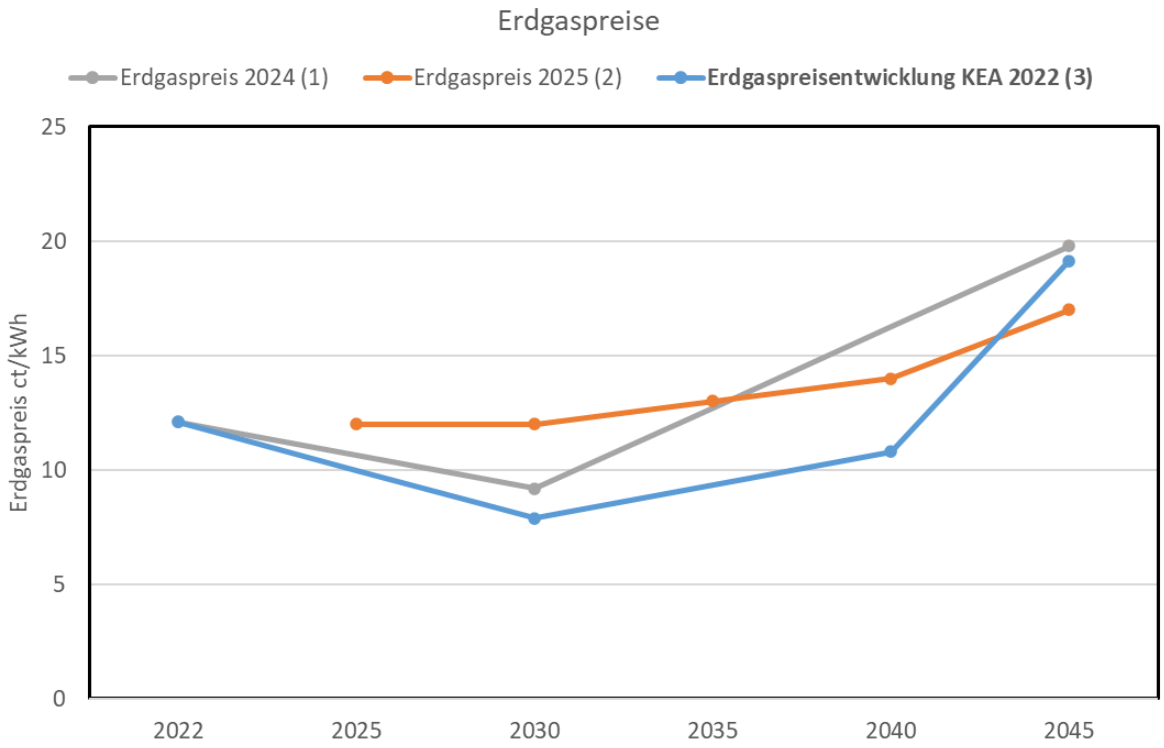


Abbildung 53: Planungsgrundlage für die Erdgaskosten. Quellen: (1) „Klimaneutrales Deutschland" von Agora Energiewende, (2) Treibhausgas-Projektionen 2025 – Bericht des Umweltbundesamtes, (3) KEA-Technikkatalog

5.2.4 Kostenfunktionen für die Wärmeübergabe und Erzeuger

Im Technikkatalog der KEA Baden-Württemberg werden die Investitions- und Betriebskosten für verschiedene Wärmeerzeugungstechnologien in Abhängigkeit von der Anlagengröße ausgewiesen. Auf dieser Grundlage lassen sich Kostenfunktionen ableiten, die eine skalierte Annäherung der spezifischen Wärmeerzeugungskosten ermöglichen. Diese Funktionen dienen als methodische Grundlage, um in der kommunalen Wärmeplanung eine Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Technologien herzustellen. Es handelt sich dabei jedoch um pauschalisierte Näherungen, die gebäudespezifische Besonderheiten – wie Bauzustand, technische Ausstattung, hydraulische Einbindung, Platzverhältnisse oder individuelle Lastprofile – nicht abbilden können. Entsprechend stellen die abgeleiteten Werte keine exakten Projektkosten dar, sondern bieten vielmehr eine standardisierte Basis für die modellhafte

Bewertung und übergeordnete Szenarienbetrachtung. Für Einzelgebäude oder Quartiere können die tatsächlichen Investitions- und Betriebskosten sowohl nach oben als auch nach unten von den berechneten Annäherungswerten abweichen.

Die Ermittlung der Investitionskosten für Wärmeerzeugungsanlagen erfolgt im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung anhand einer standardisierten Kostenfunktion, die auf den Datengrundlagen des Technikkatalogs der KEA Baden-Württemberg basiert. Die Formel dient der Abschätzung der investiven Aufwendungen in Abhängigkeit von der Anlagengröße und weiteren Korrekturfaktoren und lautet:

$$Inv = B + Preisfaktor \cdot P^{Exponent}$$

- **Inv [€]** – Investitionskosten der Wärmeerzeugungsanlage
- **B [€]** – Basiswert, der die fixen Kostenanteile einer Anlage beschreibt, unabhängig von ihrer Größe
- **Preisfaktor [€/kW]** – variabler Kostenanteil, der proportional zur installierten thermischen Nennleistung zunimmt
- **P [kW]** – thermische Nennleistung der Anlage
- **Exponent [–]** – Exponent zur Abbildung von Skaleneffekten; er bildet die Kostendegression bei zunehmender Anlagengröße ab

Die Funktionsform ermöglicht es, die Investitionskosten unterschiedlicher Technologien vergleichbar zu machen und technologisch bedingte Kostenentwicklungen realitätsnah abzubilden. Zu beachten ist, dass es sich hierbei um eine allgemeine Annäherung handelt. Gebäudespezifische Einflüsse wie die Ausgestaltung der Wärmeverteilung, die Integration in bestehende Systeme oder bauseitige Einschränkungen werden in dieser Berechnung nicht berücksichtigt und können zu Abweichungen von den realen Projektkosten führen.

Für die Kostenabschätzung für Hausanschlussstationen für Fernwärme ist allerdings zu vermerken, dass im Kostenkatalog der KEA-BW für Hausübergabestationen nur Werte für 15 kW (bei 433 €/$kW_{thermisch}$) und dann wieder 150 kW (bei 69 €/$kW_{thermisch}$) vorliegen. Bei Werten zwischen diesen Größen wird interpoliert.

Tabelle 20: Zusammenstellung der für Bochum Kostenfunktionen basierend auf dem KEA-Technikkatalog und prozentualen fixen Betriebskosten nach der VDI 2067 – Blatt 1

Technologie	**Kostenfunktion**	**Betriebskosten**
Luftwärmepumpe	$Inv = 2342 \cdot P^{0,207}$	2,5 %

Stromdirektheizung	$Inv = 996 \cdot P^{0,516}$	1,0 %
Hausübergabestation für Fernwärme	$Inv = 433 \cdot P$ bis 15 KW $Inv = 69 \cdot P$ über 150 KW	1,0 %
Gasbrennwertkessel	$Inv = 605 \cdot P^{0,284}$	2,5%

5.2.5 Ökologische Kennzahlen

Für die Berechnung der zukünftigen Treibhausgasemissionen wurden technologie- und energieträgerspezifische Emissionsfaktoren angesetzt, die den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und politischen Zielpfaden entsprechen. Diese Faktoren spiegeln die Menge an CO_2-Äquivalenten wider, die pro genutzter Energieeinheit bei der Wärmeerzeugung freigesetzt wird. Sie dienen dazu, den Transformationsfortschritt hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung quantitativ bewerten zu können.

Für fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl wurden die gegenwärtigen durchschnittlichen Emissionsfaktoren herangezogen, die im Zeitverlauf entsprechend der zu erwartenden Einspeisung erneuerbarer Gase und synthetischer Brennstoffe schrittweise reduziert werden.

Für die Fernwärme wurde ein dynamischer Emissionsfaktor berechnet, der die geplante Dekarbonisierung des Erzeugungsparks sukzessive nachvollzieht. Bis 2045 sinkt dieser Faktor nahezu auf null, erreicht diesen Wert aber nicht vollständig, da ein erheblicher Anteil der zukünftigen Fernwärmeerzeugung auf strombasierte Technologien, insbesondere Großwärmepumpen, entfällt. Der Strommix wird laut Prognosen bis dahin zwar weitgehend, aber noch nicht vollständig treibhausgasfrei sein. Grundlage dieser Annahmen ist, dass die gesetzlich vorgeschriebenen Ausbauziele für erneuerbare Energien im Stromsektor in vollem Umfang erreicht werden. Strombasierte Systeme, insbesondere Wärmepumpen, basieren auf einem sich kontinuierlich verringernden Emissionsfaktor für den Strommix, der den fortschreitenden Ausbau erneuerbarer Energien voraussetzt und abbildet. Es wurde somit davon ausgegangen, dass die Emissionen sich immer stärker an den Emissionen des deutschen Strommixes orientieren.

Diese methodische Herangehensweise ermöglicht eine realistische Abbildung der künftigen Emissionsminderungen im Wärmesektor. Zugleich ist sie mit Unsicherheiten belegt, da die tatsächliche Geschwindigkeit der Energiewende, die Entwicklung von Importstrategien für grüne Gase sowie der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung von politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abhängen. Dennoch stellen die angesetzten Emissionsfaktoren eine robuste Grundlage für die Szenarienberechnungen und die Bewertung der langfristigen Klimawirkungen der kommunalen Wärmeplanung dar.

Tabelle 21: CO_2-Faktoren für die Energieträger

		2025	2030	2035	2040	2045
Energieträger		gCO_2-Äquivalent pro kWh				
Fossile Brennstoffe	Heizöl	310	310	310	310	310
	Erdgas	240	240	240	240	240
Biogene Brennstoffe	Holz	20	20	20	20	20
	Biogas	137	133	130	126	123
Wärme, Kälte	Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0	0	0	0	0
Strom-Mix-D		260	110	45	25	15
Fernwärme		146	115	87	27	11

5.2.6 Fernwärmepreis

Die Dekarbonisierung der Fernwärme stellt einen technisch und infrastrukturell anspruchsvollen sowie kostenintensiven Transformationsprozess dar. Der notwendige Umbau der Erzeugungsstruktur – insbesondere der Ersatz fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Wärmequellen wie Großwärmepumpen, Biomasse, Abwärme oder Geothermie – erfordert erhebliche Investitionen in Erzeugungsanlagen, Netzinfrastruktur und Speichertechnologien. Zudem steigen die Anforderungen an die Temperaturabsenkung und Netzoptimierung, was zusätzliche Modernisierungen der Übergabestationen und Verteilstrukturen notwendig macht.

5.2.6.1 Bestandsnetze

Auf Grundlage realer Projekterfahrungen wird für die Bestandsnetze daher davon ausgegangen, dass die Wärmegestehungskosten im Zuge dieser Transformation moderat ansteigen werden. Im Status quo kostet die Fernwärme in Bochum ca. 11 ct/kWh. Für das Zieljahr 2045 wird ein durchschnittlicher Fernwärmepreis von rund 17 ct/kWh angenommen. Diese Steigerung basiert auf Erfahrungswerten des Dienstleisters für die Dekarbonisierung von großflächigen

Wärmenetzen aus Transformationsplänen. Die Stadtwerke Bochum gehen jedoch nach eigenen Abschätzungen bis 2045 demgegenüber von einer deutlich geringeren Erhöhung des Wärmepreises aus. Dieser Wert berücksichtigt sowohl Schätzungen zusteigenden Investitionsaufwendungen als auch zu einem künftig größeren Anteil erneuerbarer Energieträger, deren Betriebskosten im Vergleich zu fossilen Systemen geringere, jedoch kapitalintensivere Strukturen aufweisen. Trotz des bis 2045 erwarteten moderaten Preisanstiegs bleibt Fernwärme durch Skaleneffekte, Versorgungssicherheit und die Integration lokal verfügbarer erneuerbarer Potenziale eine zentrale Säule der klimaneutralen Wärmeversorgung in Bochum. Langfristig ist zudem davon auszugehen, dass sich die Investitionen in die Dekarbonisierung positiv auf die Stabilität und Resilienz des Wärmemarktes auswirken und eine weitgehend preiskonstante Versorgung über die Nutzungsdauer der Anlagen ermöglichen.

5.2.6.2 Potenzielle neue Netze

Für die im Verlauf der Wärmeplanung identifizierten potenziellen neuen Wärmenetze wird die wirtschaftliche Machbarkeit anhand einer Abschätzung der Levelized Cost of Heat (LCOH) bewertet. Der LCOH beschreibt die durchschnittlichen Wärmegestehungskosten über die gesamte Lebensdauer des Systems und berücksichtigt sämtliche relevanten Kostenkomponenten – darunter Investitions-, Betriebs-, Instandhaltungs- und Kapitalkosten sowie die Kosten für Energieträger und CO_2-Zertifikate. Auf diese Weise lässt sich ein einheitlicher Vergleichswert ermitteln, der die unterschiedlichen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen verschiedener Wärmeversorgungsoptionen auf eine vergleichbare Basis stellt.

Bei der wirtschaftlichen Bewertung der potenziellen neuen Wärmenetze gilt die Prämisse, dass eine Anschlussförderung im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) zur Anwendung kommt, die derzeit bis zum Jahr 2028 festgesetzt ist. Diese Förderung bildet eine wesentliche Grundlage für die wirtschaftliche Machbarkeit neuer Netze. Im Rahmen der BEW werden die Investitionskosten mit bis zu 40 % bezuschusst, wodurch ein erheblicher Teil der anfänglichen Kapitalaufwendungen abgedeckt werden kann. Darüber hinaus wird der Betrieb von Wärmepumpen zusätzlich über einen Zeitraum von zehn Jahren mit 9,2 ct/kWh Umweltwärme gefördert. Diese Förderkonditionen sind entscheidend für die Realisierbarkeit neuer, klimaneutraler Wärmenetze, da sie sowohl die hohen Anfangsinvestitionen in Erzeugungsanlagen, Speicher und Leitungsinfrastruktur als auch die laufenden Betriebskosten in der Hochlaufphase erheblich reduzieren. Ohne diese Förderung wäre der wirtschaftliche Neubau eines Wärmenetzes unter den aktuellen Rahmenbedingungen nur schwer darstellbar, da die Vollkosten insbesondere in den Anfangsjahren die Erlöspotenziale aus dem Wärmeabsatz deutlich übersteigen würden. Die Annahme einer fortgeführten oder in ähnlicher Form angepassten BEW-Förderung gilt daher als zentrale Rahmenbedingung für die Szenarien der

kommunalen Wärmeplanung und für den erfolgreichen Aufbau neuer, klimaneutraler Wärmenetzstrukturen in Bochum.

Der auf Basis des LCOH berechnete Wert wird im Modell als Fernwärmepreis für das jeweilige potenzielle Netz herangezogen. Damit spiegelt er die langfristigen Vollkosten einer Wärmeversorgung über Netzinfrastruktur realistisch wider und dient als Referenzgröße für die Abgrenzung zentraler gegenüber dezentralen Versorgungslösungen. Diese methodische Vorgehensweise ermöglicht es, die potenziellen Wärmenetze nicht nur technisch, sondern auch ökonomisch konsistent in das Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung einzubetten. Die Ergebnisse bilden somit eine fundierte Grundlage für die weitere Bewertung und Priorisierung der zu entwickelnden Fernwärmegebiete in Bochum.

5.2.7 Keine Wärmeplanung für die Industrie

In Gebieten, in denen überwiegend eine industrielle Nutzung vorherrscht, kann keine Wärmeplanung durchgeführt werden. In diesen Bereichen steht der Energiebedarf in der Regel im Zusammenhang mit spezifischen Prozessen der Produktion, die sich deutlich von den Bedarfen der allgemeinen Raumwärme oder Warmwasserversorgung unterscheiden. Für eine belastbare Bewertung der Dekarbonisierungsmöglichkeiten im industriellen Umfeld wären detaillierte Informationen zu den individuellen Prozesswärme- und Prozesskältebedarfen der jeweiligen Betriebe erforderlich. Diese unterliegen oftmals betrieblicher Vertraulichkeit. Da die Ermittlung und Bewertung solcher prozessspezifischer Energieverbräuche den Rahmen der kommunalen Wärmeplanung überschreiten, werden diese Bereiche nicht innerhalb des kommunalen Wärmeplans betrachtet.

Damit bleibt die Wärmeplanung auf jene Sektoren fokussiert, in denen eine leitungsgebundene oder dezentrale Wärmeversorgung für die allgemeine Gebäudenutzung im Vordergrund steht.

5.3 Einteilung potenzieller Fernwärmeversorgungsgebiete anhand von Indikatoren

Zur räumlichen Differenzierung der Wärmeversorgungsstrategien wurden sämtliche Baublöcke der Stadt Bochum anhand von standardisierten Indikatoren bewertet. Als maßgebliche Kriterien gelten die **Wärmedichte** *(MWh/(ha*a))* *und die* **Wärmeliniendichte** *(MWh/(m*a))*. Die Wärmedichte, sowie die Wärmliniendichte wurden im Rahmen der Bestandsanalyse berechnet. Sie dienen der Einschätzung, welche Gebiete sich technisch und wirtschaftlich für den Aufbau oder die Erweiterung leitungsgebundener Wärmenetze grundsätzlich eignen.

Tabelle 22: Indikator Wärmedichte

Wärmedichte MWh/(ha*a)	**Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen**
0 – 70	Kein technisches Potenzial
70 – 175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175 - 415	Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand
415 – 1050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

Tabelle 23: Indikator Wärmeliniendichte

Wärmeliniendichte MWh/(m*a)	**Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen**
0 – 0,7	Kein technisches Potenzial
0,7 – 1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5 – 2,5	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2,5	Wenn die Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

Gemäß dem oben benannten etablierten Bewertungsrahmen für eine Wärmenetzeignung ergibt sich folgende Darstellung:

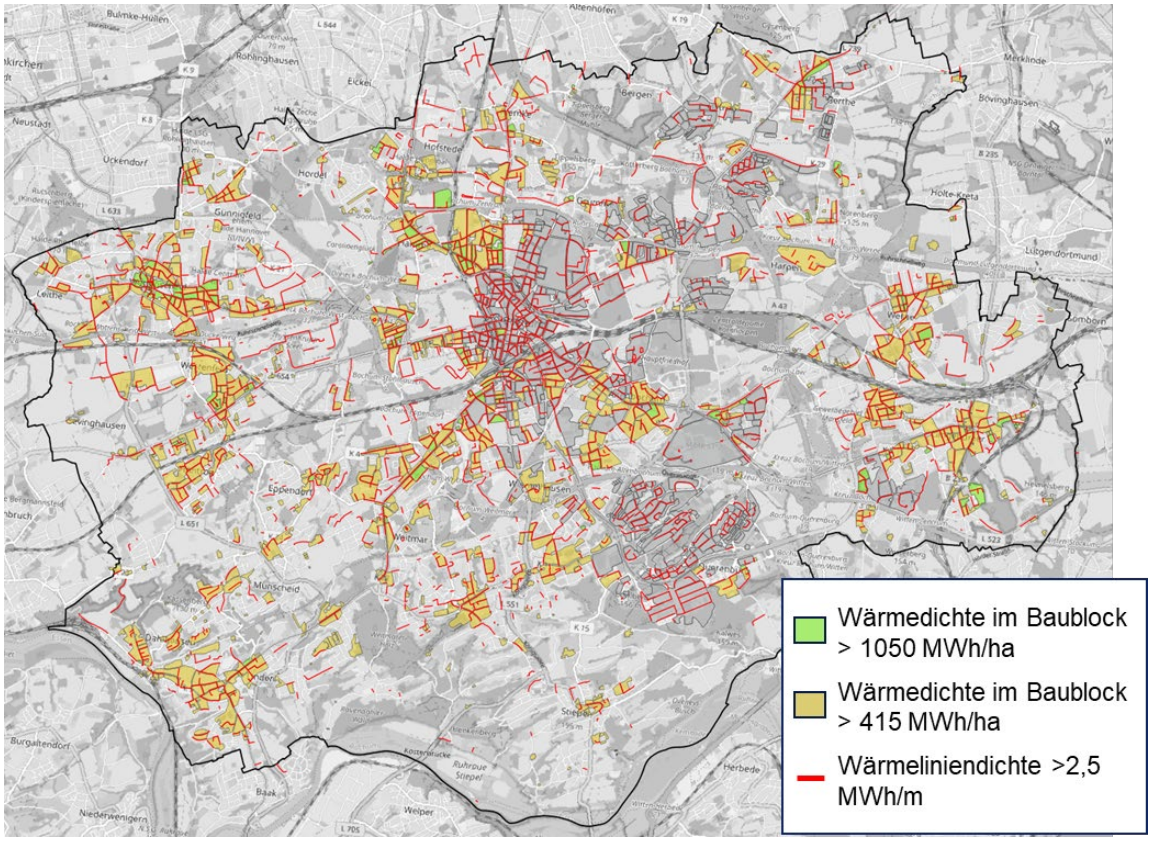


Abbildung 54: Darstellung der Wärmedichte und Wärmeliniendichte im Status quo. Quelle: BLS

Die Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung werden auf der Ebene von Baublöcken dargestellt, um den gesetzlichen Anforderungen des Datenschutzes gerecht zu werden. Ein Baublock bildet dabei eine räumliche Einheit, die mehrere Gebäude umfasst und durch Raumkanten wie Straßen, Gleisanlagen oder andere physische Grenzen abgegrenzt ist. Durch die Aggregation der Gebäudedaten auf dieser Ebene wird sichergestellt, dass keine Rückschlüsse auf einzelne Gebäude oder Eigentümerinnen und Eigentümer möglich sind.

Für die Wärmeplanung der Stadt Bochum wurden die Baublöcke des LANUK genutzt und im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung mit allen relevanten Daten aus der Bestandsanalyse verknüpft. Diese räumliche Aggregation bildet somit die Grundlage für die Auswertungen und kartographischen Darstellungen der Wärmeplanung. Aufgrund der Zusammenfassung verschiedener Gebäudetypen in einem Baublock kann es in Einzelfällen zu geringfügigen Unschärfen kommen, etwa wenn unterschiedlich genutzte Flächen – wie Mehrfamilienhäuser und ein benachbarter Friedhof – innerhalb eines gemeinsamen Baublocks liegen. Diese vereinheitlichte Darstellung ist jedoch erforderlich, um die Datensicherheit zu gewährleisten und gleichzeitig belastbare planerische Aussagen zu ermöglichen.

Die Analyse zeigt insbesondere, dass es für die Bestandswärmenetze ausreichende Potenziale für eine deutliche Erweiterung gibt, beispielsweise in Wiemelhausen, in Langendreer sowie nördlich der Innenstadt. Diese Gebiete wurden in einem iterativen Prozess mit den Stadtwerken abgestimmt.

Außerdem wurde aufgrund der Wärmeliniendichte in vier Stadtbereichen („Potenzialgebieten“) eine hohe theoretische Eignung für den Neubau von Wärmenetzen identifiziert (s. Abbildung 55).

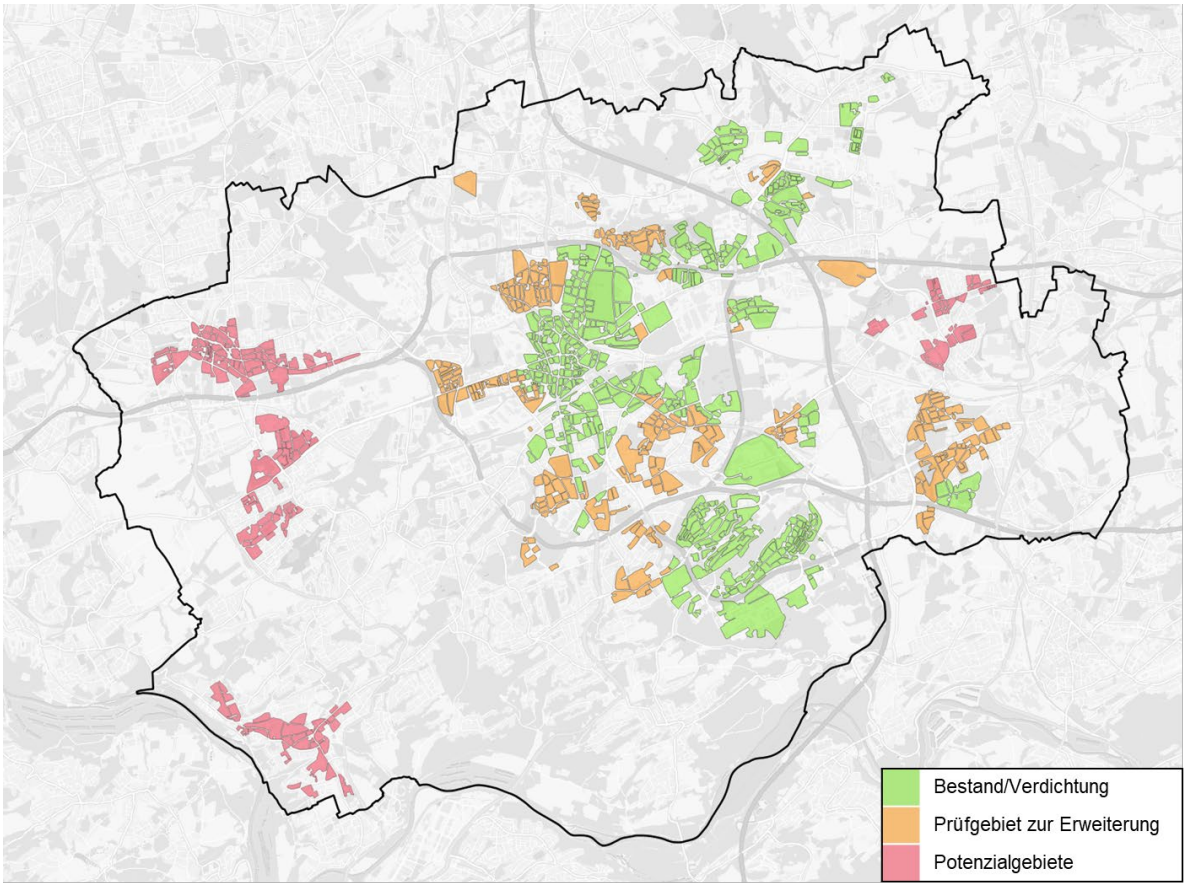


Abbildung 55: Gebiete für potenzielle Wärmenetze, die im Folgenden überprüft werden. Quelle: BLS

Für diese Areale wurden vertiefte Detailuntersuchungen durchgeführt, die sowohl die technische Machbarkeit als auch die ökonomischen Rahmenbedingungen einschließen. Die Analyse umfasste neben der Bewertung der Wärmebedarfs- und Wärmeliniendichte und der vorhandenen Siedlungsstruktur und Umsetzbarkeit auch die Einschätzung der Anschlussquote, der potenziellen Versorgungsstruktur sowie der räumlichen Nähe zu geeigneten erneuerbaren Wärmequellen.

In allen benannten Gebieten ist die Straßenführung in vielen Abschnitten sehr eng, was die Verlegung von Wärmeleitungen in erheblichem Umfang erschwert und teilweise zu logistischen Herausforderungen während der Bauphase führen kann.

In Wattenscheid-Mitte und auch in Westenfeld und Höntrop wäre als zentrale Erzeugungstechnologie nur der Einsatz einer Luft-Großwärmepumpe denkbar, da wasserbasierte Wärmequellen wie Fluss-, oder Grubenwasser in diesem Gebiet nicht in einer vertretbaren Entfernung zum geplanten Wärmenetz liegen. Der Rückgriff auf die Umgebungsluft als Energiequelle stellt eine sowohl technisch als auch hinsichtlich der Effizienz weniger optimale Lösung dar. Luft-Wärmepumpen weisen im Vergleich zu wasserbasierten Systemen einen niedrigeren COP auf, da die nutzbare Quellentemperatur stärker schwankt und im Winter deutlich unter der von Wasserquellen liegt. Weiterhin sind die Suche nach einem geeigneten Standort im urbanen Raum und die baulichen Rahmenbedingungen innerhalb des Gebietes große Herausforderungen. Die Straßenbahn-Trasse in Wattenscheid-Mitte, die entlang einer möglichen Hauptleitung verläuft, und die Bahntrasse in Westenfeld stellen beispielsweise eine erhebliche technische Einschränkung für die Leitungsführung dar, die die Umsetzung äußerst schwierig machen und zu hohen Zusatzkosten führen würden.

Für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung in Dahlhausen/Linden kämen rein theoretisch mehrere erneuerbare Wärmequellen infrage. Als Potenziale zur Erschließung mittels zentraler Großwärmepumpe wurden Flusswasser, Grubenwasser sowie Umgebungsluft identifiziert. Die wasserbasierten Potenziale werden jedoch voraussichtlich als Wärmequelle zur Dekarbonisierung des Hauptnetzes benötigt. Sie können demnach mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für ein potenzielles neues Wärmenetz genutzt werden.

In Werne stünden theoretisch ebenfalls die Option einer Grubenwasser-Wärmepumpe am Schacht Robert Müser sowie eine Luftgroßwärmepumpe als ergänzende Wärmequelle zur Verfügung. Nach aktuellem Kenntnisstand wird auch hier das Potenzial aus dem Grubenwasser jedoch ebenfalls vorrangig für die Dekarbonisierung des bestehenden Hauptnetzes sowie des Einkaufszentrums „Westfield RuhrPark“ benötigt, sodass es für ein neues Wärmenetz in Werne nicht zur Verfügung steht. Damit verbleibt die Luftgroßwärmepumpe als alleinige Wärmequelle für dieses Gebiet.

Insgesamt zeigt sich, dass in einigen Gebieten die Nutzung von Umwelt- oder Grubenwasser technisch zwar möglich ist, die vorhandenen Potenziale aber wahrscheinlich zum größten Teil für die Dekarbonisierung des Hauptnetzes benötigt werden. Zum Teil sind auch keine wasserbasierten Quellen vorhanden.

Es ergibt sich somit ein differenziertes Bild: Zwar deuten die Wärmedichten auf eine grundsätzliche, theoretische Eignung der Gebiete für neue Wärmenetze hin, jedoch zeigen die

vertieften Analysen, dass aufgrund der bestehenden Rahmenbedingungen – insbesondere enger Trassen und hoher baulicher Umsetzungskosten – ein Fernwärmeausbau derzeit technisch nicht realisierbar oder wirtschaftlich nicht in einer Form darstellbar ist, die den Anwohnern eine preislich attraktive Wärmeversorgung ermöglichen würde.

Diese Erkenntnisse liefern die Festlegung für eine weitere Untersuchung des Ausbaus, die in Abbildung 56 dargestellt ist.

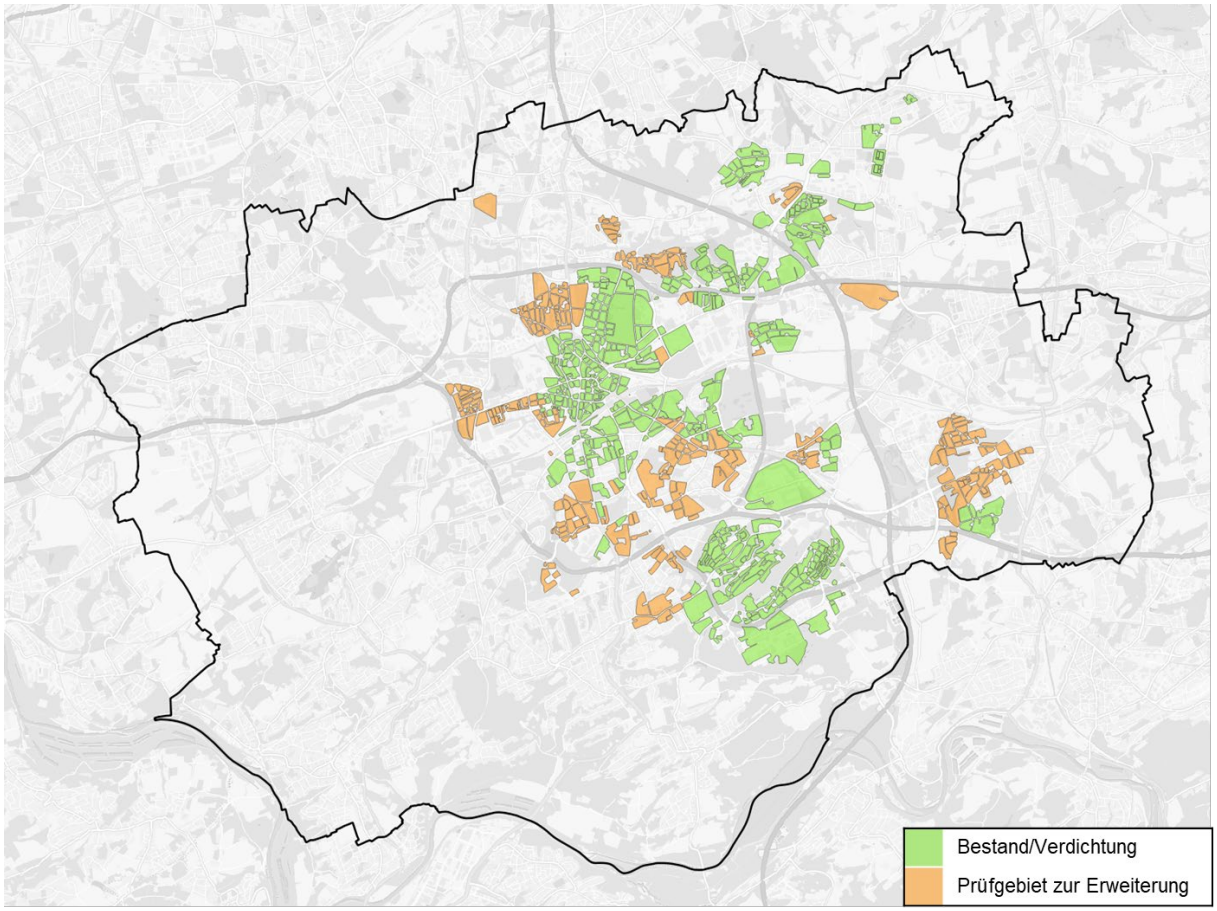


Abbildung 56: Darstellung der Wärmenetzgebiete, die in den nächsten Schritten weitergehend untersucht werden.
Quelle: BLS

Zusammenfassung

Trotz einer grundsätzlich hohen Wärmedichte und damit theoretischen Eignung für den Aufbau neuer Wärmenetze in bestimmten Gebieten ist deren tatsächliche Umsetzung aus verschiedenen Gründen nicht vorzusehen. Diese Entscheidung basiert auf einer detaillierten Abwägung technischer, wirtschaftlicher und struktureller Faktoren, die im Rahmen der

Zielszenarien und der Vollkostenanalysen geprüft wurden. Der zu erwartende Fernwärmemischpreis läge aus den benannten Gründen deutlich über den Werten, die für den Neubau eines Wärmenetzes vertretbar und wettbewerbsfähig wären.

5.4 Berechnung der Szenarien

Für die Modellierung des Heizungswechsels wurde ein Vollkostenvergleich nach VDI 2067 durchgeführt. In Abbildung 57 ist das Flussschema mit dem genutzten Vorgehen abgebildet. Es beschreibt den iterativen Entscheidungsprozess, mit dem im Modell die Entwicklung der Heizsysteme in den einzelnen Gebäuden bis zum Zieljahr 2045 berechnet wird. Dabei wird in einer Simulation jedes Gebäude in jedem Stützjahr (2030, 2035, 2040) überprüft, um zu bestimmen, ob und wann eine Veränderung der Wärmeversorgung erforderlich oder wirtschaftlich sinnvoll ist. Der Ablauf folgt einer festgelegten logischen Reihenfolge, die technische, wirtschaftliche und regulatorische Kriterien berücksichtigt.

Zu Beginn wird geprüft, ob eine Gebäudesanierung durchgeführt wird. Findet keine Sanierung statt, bleibt die bestehende Heizart zunächst unverändert. Wird eine Sanierung vorgenommen, erfolgt eine Neuberechnung des spezifischen Wärmebedarfs und des gesamten Wärmeverbrauchs des Gebäudes. Anschließend wird analysiert, ob die aktuelle Heizmethode bereits einen Anteil von mindestens 65 % erneuerbarer Energien enthält, wie im Gebäudeenergiegesetz gefordert. Trifft dies zu, bleibt die Heizart auch in der nächsten Planungsperiode unverändert. Wird der Anteil jedoch nicht erreicht, wird berechnet, welche neue Heizart notwendig wäre, um die gesetzlichen Vorgaben und Klimaziele zu erfüllen.

Darauf aufbauend wird ermittelt, ob im Zeitraum bis zum nächsten Stützjahr (5-Jahres-Zeitraum) ein Anschluss an ein Fernwärmenetz möglich ist. Ist dies der Fall, wird das Gebäude entsprechend auf eine zukünftige Fernwärmeversorgung vorbereitet. Sollte ein Anschluss in diesem Zeitraum nicht umsetzbar sein, wird geprüft, ob der Einsatz einer Luftwärmepumpe möglich ist. Falls dies aufgrund baulicher oder technischer Gegebenheiten ausgeschlossen ist, folgt die Untersuchung einer möglichen Gas-Hybridlösung.

Sind für ein Gebäude mehrere Alternativen denkbar, wird ein umfassender Vollkostenvergleich der potenziellen Heizarten sowie einer elektrischen Direktheizung durchgeführt. In diesem Vergleich werden Investitionskosten, Energiekosten und betriebsgebundene Kosten – also Wartung, Betrieb und Versorgung – berücksichtigt. Auf Grundlage dieser Analyse erfolgt der Wechsel zur jeweils günstigsten und langfristig wirtschaftlichsten Heizart.

Im Anschluss wird überprüft, inwiefern die festgelegten Umstellungsmaßnahmen bis zum Zieljahr 2045 erreicht wurden. Ist das Zieljahr noch nicht erreicht, erfolgt eine erneute Berechnung in der nächsten Modellperiode. Der iterative Charakter des Verfahrens ermöglicht

es, für jedes Gebäude in jeder Berechnungsstufe den günstigsten Transformationspfad zu identifizieren. Dadurch wird sichergestellt, dass die Entwicklung der Wärmeversorgung technisch realistisch, wirtschaftlich tragfähig und mit den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes konsistent bleibt.

Es wird davon ausgegangen, dass der Verbraucher immer die wirtschaftlich günstigste Entscheidung trifft.

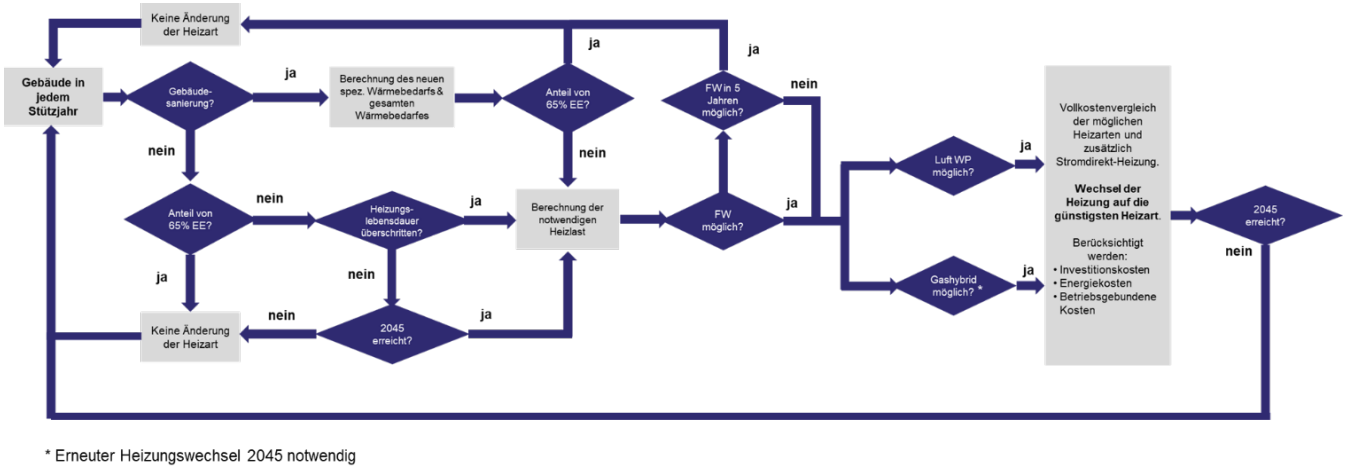


Abbildung 57: Flussschema des Heizungswechselalgorithmus.

Die Berechnung erfolgt über einen Zeitraum von 20 Jahren, um eine repräsentative Abbildung der langfristigen Aufwendungen für die Wärmebereitstellung zu erhalten. Die Investitionskosten werden mittels der Kapitalwertmethode auf die Laufzeit verteilt, wodurch eine gleichmäßige jährliche Belastung dargestellt wird. Für die Berechnung werden sowohl die Kosten der Wärmeerzeugung als auch jene der Verteilung und Übergabe berücksichtigt.

Während Fernwärmeübergabestationen üblicherweise eine Lebensdauer von 40-50 Jahren erreichen, liegt die typische Lebensdauer von Luftwärmepumpen bei etwa 20 Jahren. Danach wird eine Reinvestition in eine neue Wärmeerzeugungsanlage nach Ablauf dieser Zeit erforderlich.

Im Modell wird angenommen, dass sich Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer für die wirtschaftlich günstigste Heizungsvariante auf Basis erneuerbarer Energien entscheiden. Dadurch können in der Modellierung räumlich differenzierte Entscheidungen über den Anschluss an die Fernwärme oder den Einsatz dezentraler Technologien wie Wärmepumpen getroffen werden. Diese Preisrelation bildet somit die Grundlage für die spätere Gebietszuweisung und die Abgrenzung zentraler und dezentraler Wärmeversorgungsstrategien. Die Entscheidung für eine Technologie ist in der Realität nicht immer ausschließlich von der Wirtschaftlichkeit abhängig,

sondern es spielen noch weitere Faktoren eine maßgebliche Rolle, wie Bequemlichkeit oder die gewünschte Unabhängigkeit. Diese Faktoren sind individuell und können im Modell nicht berücksichtigt werden.

In Abbildung 58 ist eine Beispielrechnung für ein Beispielgebäude dargestellt, um die modellbasierte Vorgehensweise der Vollkostenanalyse zu veranschaulichen. Diese Berechnung wird im Modell für jedes Stützjahr und jedes Gebäude durchgeführt, dessen Heizungsanlage im jeweiligen Jahr erneuert wird. Dabei wird grundsätzlich angenommen, dass der Einbau einer Luftwärmepumpe technisch möglich ist und sich das Gebäude innerhalb eines potenziellen Fernwärmegebiets befindet.

In diesem Beispiel wird ein kleines Mehrfamilienhaus mit einer Spitzenheizlast von 30 kW mit 1.800 Vollbenutzungsstunden betrachtet. Dieses Mehrfamilienhaus hat die Energieeffizienzklasse E, was die häufigste Energieeffizienzklasse im Bochumer Gebäudebestand ist. Dieses beispielhafte Gebäude hat eine Wohnfläche von rund 360 Quadratmetern, was einem typischen Mehrfamilienhaus in den Gebieten entspricht, in denen die Fernwärme-Erweiterung geprüft wird. Die Investitionskosten und Betriebskosten sind nach dem Technikkatalog des KEA berechnet worden. Bei Erdgas sind in den verbrauchsgebundenen Kosten die CO_2-Kosten berücksichtigt und ein Erdgas-Brennwertkessel-Wirkungsgrad von 95 % berücksichtigt worden. Der COP der Luftwärmepumpe von 2,5 wurde für ein schlecht gedämmtes Gebäude angesetzt. Dieser kann wesentlich höher liegen. Es wurde keine Kosten und Bedarfsreduktion durch Sanierung oder klimatische Veränderung berücksichtigt. Die Investitionskosten wurden mit einem Zinssatz von 4% diskontiert. Es ist wichtig zu erwähnen, dass die Vollkosten je nach Gebäude stark variieren können.

Im dargestellten Beispielgebäude steht ein Heizungswechsel im Jahr 2030 an. Die bisherige Versorgung erfolgte über eine Erdgasheizung. Auf Grundlage der modellierten Vollkostenbewertung würde sich in diesem Fall ein Anschluss an das Fernwärmenetz als wirtschaftlich sinnvollste Entscheidung ergeben. Diese Entscheidung basiert auf einem Vergleich der Investitions-, Betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten über den gesamten Betrachtungszeitraum, wobei die jeweils günstigste Variante automatisch zugewiesen wird.

Dabei ist hervorzuheben, dass **das Modell auf Prognosen zu Energie- und CO_2-Preisentwicklungen basiert, welche in Kapitel 5.2.1 vorgestellt wurden**. Entsprechend werden die tatsächlichen zukünftigen Wärmepreise und Wirtschaftlichkeitsverhältnisse von den modellierten Annahmen abweichen**. Zudem handelt es sich bei der dargestellten Berechnung lediglich um ein Beispiel, das die Methodik verdeutlicht. Die Ergebnisse können je nach Gebäudetyp, energetischem Zustand, Anschlussmöglichkeit und Standortbedingungen in Bochum stark variieren.** Entsprechend ist die Abbildung als modellhafte Darstellung und nicht als konkrete wirtschaftliche Empfehlung für Einzelfälle zu verstehen.

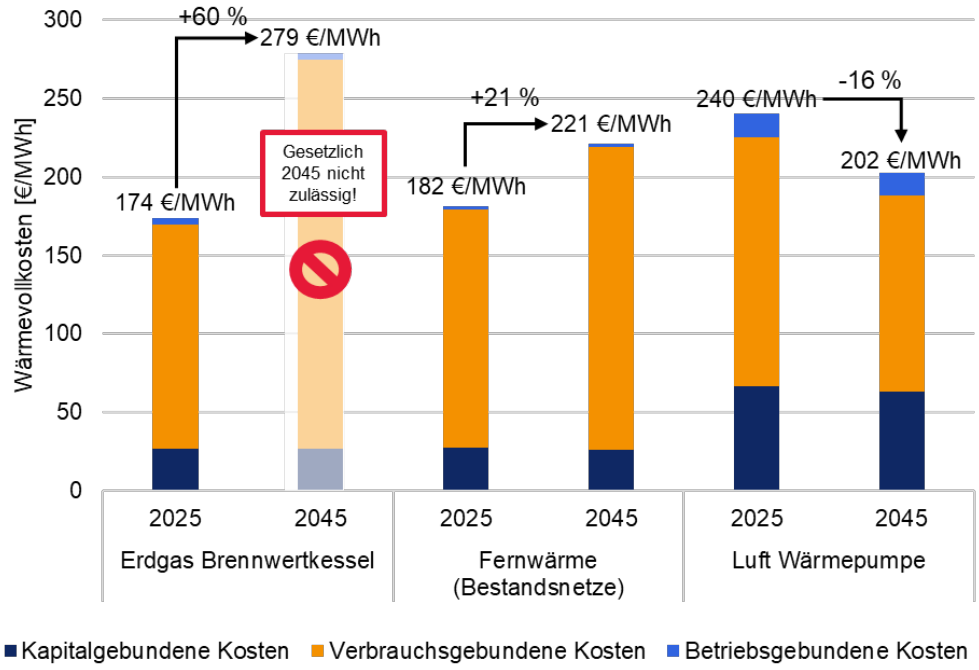


Abbildung 58: Beispielrechnung für einen Vollkostenvergleich eines kleinen Mehrfamilienhauses [13]

5.4.1 Berechnung des Zielszenarios der ambitionierten Erweiterung der Bestandswärmenetze

Dieses Szenario untersucht die ambitionierte Erweiterung der bestehenden Fernwärmenetze in Bochum und zeigt eine deutliche Veränderung der zukünftigen Wärmeversorgungsstruktur. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Bestandsfernwärme in den kommenden Jahrzehnten einen erheblich größeren Beitrag zur Deckung des Wärmebedarfs leisten soll. In Abbildung 59 sind die Anteile der Energieträger an der Wärmeerzeugung für die jeweiligen Stützjahre dargestellt. Diese zeigen den schrittweisen Ausbau der Fernwärme und der dezentralen, elektrifizierten Lösungen über den gesamten Betrachtungszeitraum. Der Anteil der Fernwärmeerzeugung steigt dabei von derzeit etwa 18 % auf rund 37 % im Zieljahr 2045 an.

Die verbleibenden 63 % des Wärmebedarfs werden über dezentrale Versorgungssysteme bereitgestellt. Den größten Anteil daran nehmen Luftwärmepumpen ein, die in der Modellierung als technologisch und wirtschaftlich am weitesten verbreitete Lösung abgebildet sind. Ergänzend

[13] Durch einen konstanten Leistungspreis sowie leicht rückläufige kapital- und betriebsgebundene Kosten fällt der Anstieg der verbrauchsgebundenen Kosten der Fernwärme geringer aus als es die reine Erhöhung des Fernwärmepreises

kommen auch andere erneuerbare Wärmequellen in Betracht, die abhängig von den spezifischen Standortbedingungen genutzt werden können. Dazu zählen Pelletkessel, Wärmepumpen mit alternativen Quellen wie Erdwärme oder Abwasser, Solarthermieanlagen zur direkten Wärmebereitstellung sowie Stromdirektheizungen.

Parallel dazu nimmt der Einsatz fossiler Energieträger kontinuierlich ab. Während im Status quo noch rund 78 % der Wärmeversorgung durch Erdgas bereitgestellt werden, sinkt dieser Anteil im Szenarioverlauf deutlich. Der Rückgang fossiler Energien verdeutlicht die fortschreitende Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und den Übergang zu einem zunehmend erneuerbaren und leitungsgebundenen Wärmemix.

Die Endenergiebedarfe der Industrie, die sich auf etwa 360 GWh pro Jahr belaufen, sind in dieser Darstellung nicht enthalten, da sie aufgrund ihrer besonderen Struktur und Versorgungssituation separat bilanziert werden.

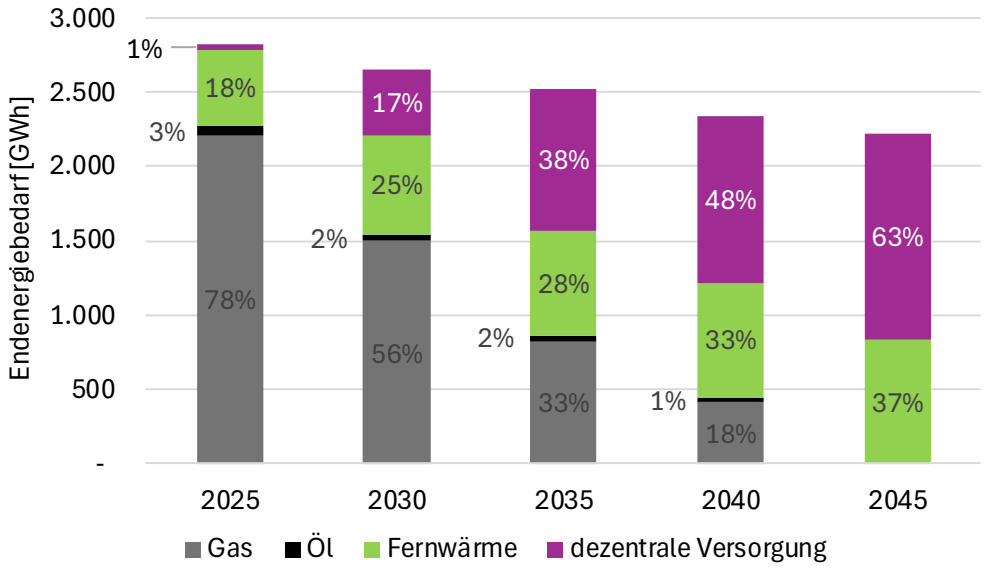


Abbildung 59: Anteile der Energieträger an der Wärmeerzeugung in den Stützjahren.

In Abbildung 59 wird der Anteile der Energieträger an der Wärmeerzeugung in den Stützjahren gezeigt und der Rückgang der Bedeutung des Energieträgers Erdgas ist ersichtlich. Für das Erdgasnetz in Bochum bedeutet dies, dass auch seine Bedeutung in der Wärmeversorgung zurückgehen wird. In den nächsten Jahren werden zunehmend Abgänge der Gasanschlüsse zu beobachten sein, sodass die Netzentgelte für die verbleibenden Anschlussnehmer steigen werden. Dieser Effekt und die Festlegung der Bundesnetzagentur KANU 2.0, um diesem Effekt

entgegenzuwirken, wurden in Kapitel 5.2.3 bereits erläutert. Dies könnte die Dynamik der Energieträger-Umstellung weiter verstärken. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass aufgrund sinkender Absatzmengen Veränderungen im Erdgasnetz zu erwarten sind. In Bezug auf eine mögliche strategische Stilllegung des Erdgasverteilnetzes wird die nationale Ausgestaltung der EU-Richtlinie 1788/2024 den gesetzlichen Rahmen dafür aufzeigen.

In Abbildung 60 sind die in diesem Szenario berechneten CO_2-Emissionen der Wärmeversorgung in den einzelnen Stützjahren dargestellt, während Tabelle 27 die zugehörigen Kennzahlen zusammenfasst. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass es der Stadt Bochum durch den massiven Ausbau und die konsequente Dekarbonisierung der Fernwärme gelingen kann, die Emissionen des Wärmesektors erheblich zu reduzieren.

Mit dem schrittweisen Ausbau der leitungsgebundenen Wärmeversorgung und dem gleichzeitigen Rückgang der fossil basierten Heizsysteme werden die CO_2-Emissionen aus Erdgas- und Ölheizungen sukzessive substituiert. Die verbleibende Wärmeerzeugung erfolgt zunehmend über klimaneutrale Fernwärmequellen und dezentrale Systeme auf Basis erneuerbarer Energien, insbesondere Wärmepumpen. Dadurch verschiebt sich die städtische Emissionsbilanz spürbar weg von direkten Verbrennungsprozessen hin zu elektrischen beziehungsweise erneuerbaren Versorgungssystemen.

Für diesen massiven Ausbau der bestehenden Fernwärmenetze und die Umstellung auf eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung, ist ein erheblicher Investitionsbedarf seitens der Stadtwerke Bochum zu erwarten. Nach derzeitigen Schätzungen der Stadtwerke wird davon ausgegangen, dass für die Energie- und Wärmewende allein bis 2030 Investitionen in Höhe von einer Milliarde Euro notwendig werden. Die Trassenlänge des bestehenden Wärmenetzes wird durch den massiven Ausbau bis 2045 voraussichtlich in etwa verdoppelt.

Nicht berücksichtigt in der Darstellung sind die CO_2-Emissionen der in Bochum ansässigen Industrie, da diese von der Wärmeplanung ausgenommen wurden. In

Tabelle 24 sind zur Orientierung die CO_2-Emissionen der Industrie aufgeführt.

Die im Zieljahr 2045 ausgewiesenen Restemissionen sind bilanziell bedingt und resultieren aus dem im Szenario angesetzten Residual-Emissionsfaktor für Netzstrom (z. B. in Spitzenlast- und Reservesituationen). Dies ist mit Klimaneutralität (Netto-Null) vereinbar, da verbleibende Emissionen systemisch ausgeglichen werden können. Bochum erreicht damit im Szenario einen nahezu klimaneutralen Wärmesektor; es verbleiben nur systembedingte Restemissionen.

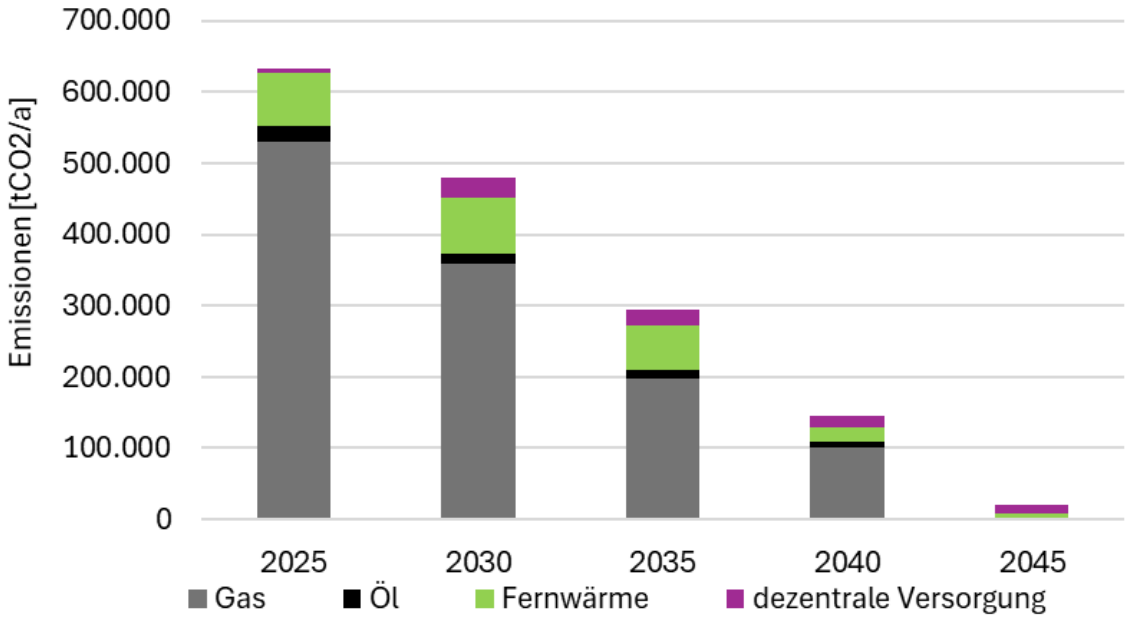


Abbildung 60: CO_2-Emissionen in den Stützjahren

Tabelle 24: Kennzahlen des Szenarios

	Status quo	**Entwicklung bis 2045**
Endenergieverbrauch gesamt [GWh/a]	3.180	2.560
Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung (Erdgas und Fernwärme) [GWh/a]	**Gesamt:** Erdgas: 2.410 Fernwärme: 524 Industrie: 360	**Gesamt:** Erdgas: 0 Fernwärme: 830 Industrie: 360
Endenergieverbrauch dezentrale Versorgung [GWh/a]	0	1.370
Emissionen gesamt für Wärme [t CO2/a]	665.000 (zzgl. 105.000 für Industrie)	21.000 (zzgl. 105.000 für Industrie)
CO2-Kosten [€/a]	36 Mio. (zzgl. 6 Mio. für Industrie)	13 Mio. (zzgl. 36 Mio. für Industrie)
Kostenpunkt Versorger [€]	-	1 Mrd. bis 2030

In Abbildung 61 bis Abbildung 64 ist eine mögliche Entwicklung der hauptsächlichen Energieträger pro Baublock dargestellt. Dies basiert auf dem von BLS verwendeten Berechnungsmodell. Es ist anzumerken, dass zum derzeitigen Zeitpunkt keine absoluten Aussagen über einen konkreten Ausbau der Fernwärme getroffen werden können. Dieser wird sich zum Teil anders gestalten, da das Modell viele in der Realität vorhandene Faktoren nicht berücksichtigen kann. Die Visualisierung verdeutlicht den strukturellen Wandel der Wärmeversorgung in Bochum im Zuge der angestrebten Dekarbonisierung. Dabei zeigt sich ein klarer Trend: Der Anteil der gasversorgten Gebäude nimmt über die betrachteten Stützjahre hinweg kontinuierlich ab.

Dieser Rückgang ist Ausdruck der schrittweisen Transformation des Wärmesektors, die sowohl durch den Ausbau der bestehenden Fernwärmeversorgung als auch durch den zunehmenden Einsatz dezentraler erneuerbarer Wärmeerzeugungssysteme vorangetrieben wird.

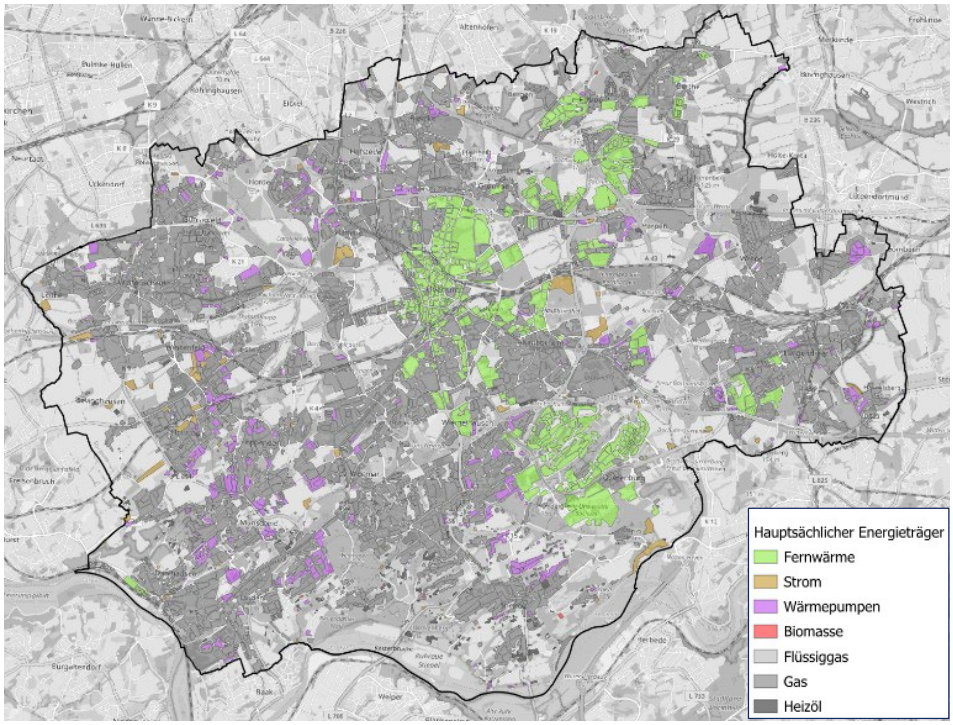


Abbildung 61: Hauptsächlicher Energieträger im Jahre 2030 je Baublock im Rahmen der Simulation [14] Quelle: BLS

[14] Es können noch keine absoluten Aussagen über einen konkreten Ausbau der Fernwärme getroffen werden. Dieser wird sich anders gestalten, da das Modell viele in der Realität vorhandene Faktoren nicht berücksichtigen kann.

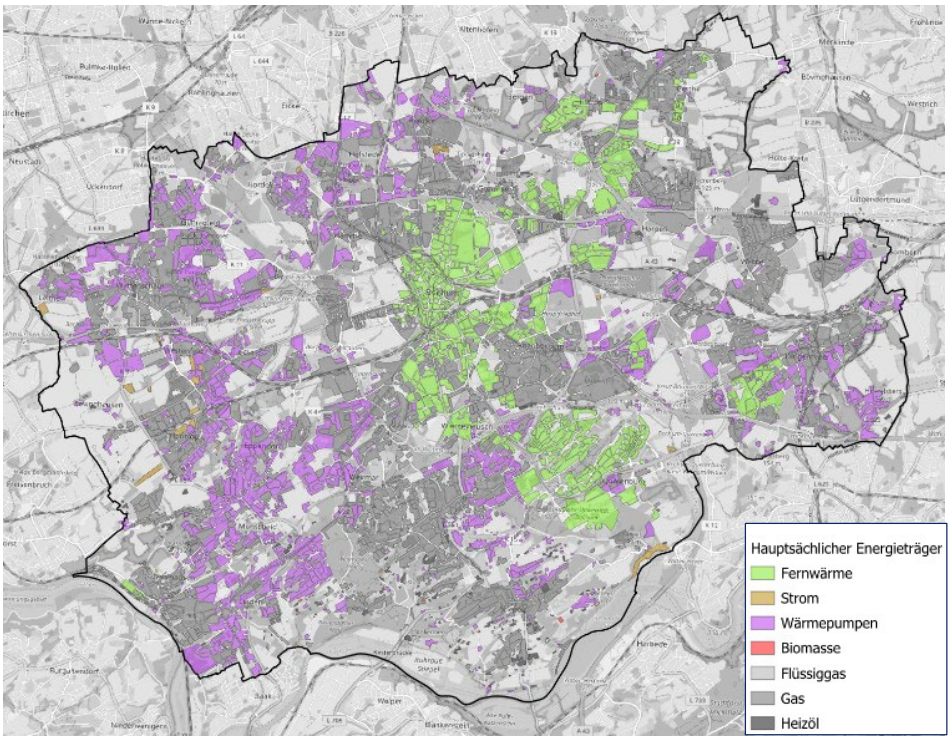


Abbildung 62: Hauptsächlicher Energieträger im Jahre 2035 je Baublock im Rahmen der Simulation[15] Quelle: BLS

[15] Es können noch keine absoluten Aussagen über einen konkreten Ausbau der Fernwärme getroffen werden. Dieser wird sich anders gestalten, da das Modell viele in der Realität vorhandene Faktoren nicht berücksichtigen kann.

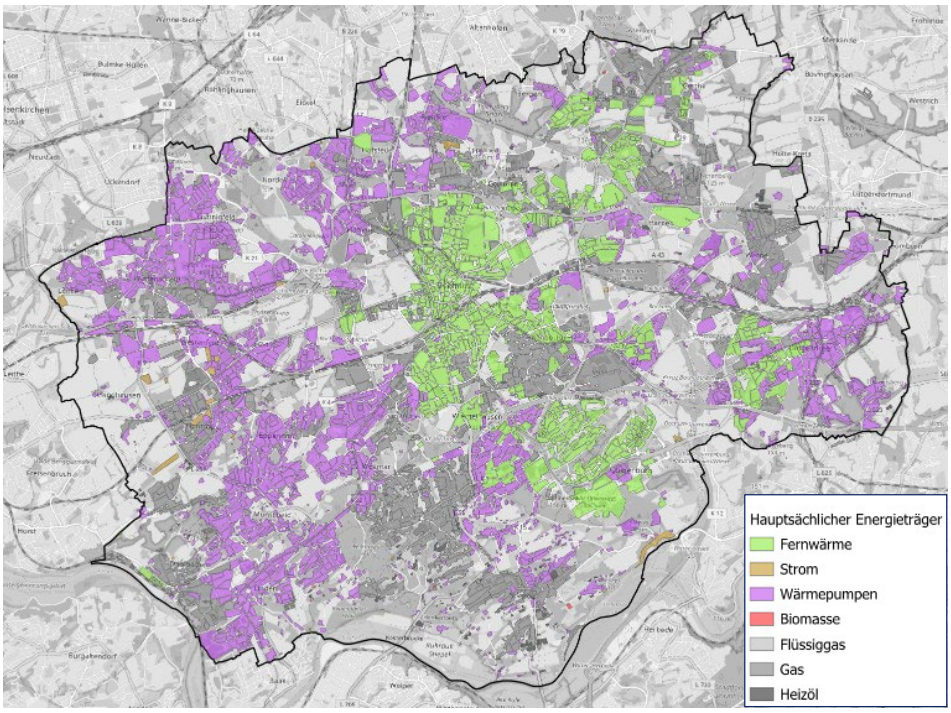


Abbildung 63: Hauptsächlicher Energieträger im Jahre 2040 je Baublock im Rahmen der Simulation[16] Quelle: BLS

[16] Es können noch keine absoluten Aussagen über einen konkreten Ausbau der Fernwärme getroffen werden. Dieser wird sich anders gestalten, da das Modell viele in der Realität vorhandene Faktoren nicht berücksichtigen kann.

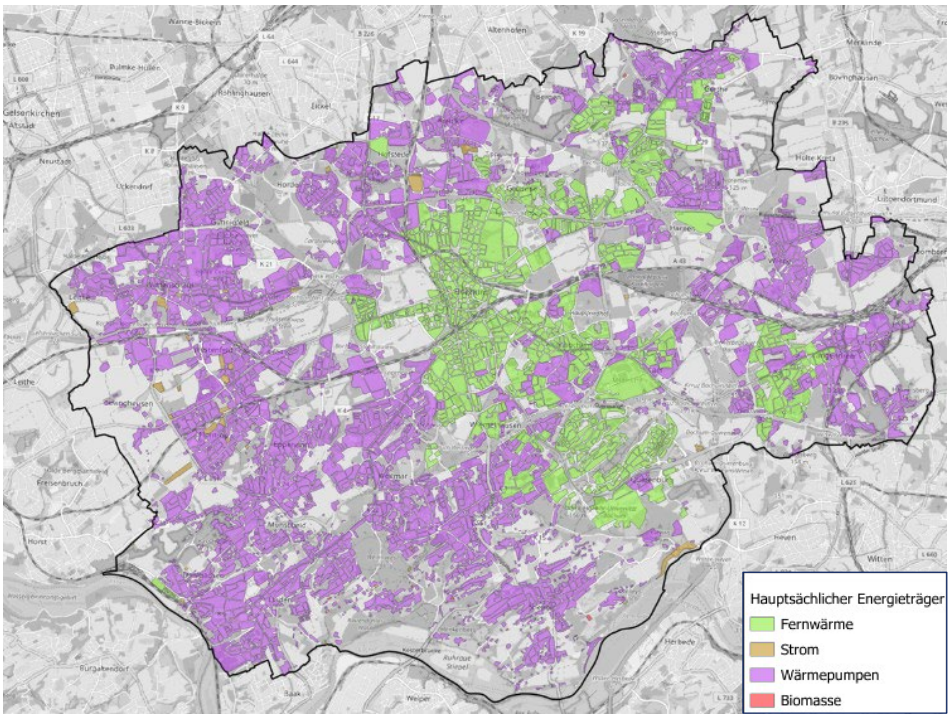


Abbildung 64: Hauptsächlicher Energieträger im Jahre 2045 je Baublock im Rahmen der Simulation[17] Quelle: BLS

5.4.2 Darstellung der Vollkosten je Gebiete

Zur Vergleichbarkeit der Vollkosten zwischen einem Anschluss an die bestehenden Fernwärmenetze und dem Einbau einer potenziellen Luftwärmepumpe wurde ein sogenannter Wärmevollkostenquotient berechnet. Dieser Kennwert erlaubt eine einheitliche ökonomische Bewertung beider Versorgungsoptionen auf Gebäudeebene. Der Quotient stellt das Verhältnis der Vollkosten der Fernwärmeversorgung zu den Vollkosten einer dezentralen Luftwärmepumpe dar. Die Berechnung erfolgt wie folgt:

$$Wärmevollkostenquotient = \frac{Wärmegestehungkosten_{FW}}{Wärmegestehungskosten_{Luft\,WP}}$$

Die Interpretation des Wärmevollkostenquotienten erfolgt dabei:

[17] Es können noch keine absoluten Aussagen über einen konkreten Ausbau der Fernwärme getroffen werden. Dieser wird sich anders gestalten, da das Modell viele in der Realität vorhandene Faktoren nicht berücksichtigen kann.

- Ein Quotient kleiner als 1 zeigt an, dass der Anschluss an das Fernwärmenetz wirtschaftlich günstiger ist. Je kleiner der Wert, desto stärker fällt der Kostenvorteil der Fernwärme im Vergleich zur dezentralen Lösung aus.
- Liegt der Quotient bei genau 1, sind beide Varianten gleich wirtschaftlich und aus Kostensicht austauschbar.
- Ein Quotient größer als 1 bedeutet hingegen, dass die dezentrale Luftwärmepumpe wirtschaftlich vorteilhafter ist.

In Abbildung 65 ist dieser Quotient über die Anzahl der Gebäude dargestellt und in Abbildung 66 über den Wärmebedarf dieser Gebäude. Es zeigt sich, dass bei der Mehrheit der Gebäude der Wärmevollkostenquotient unter 1 liegt. Damit ist ein Anschluss an die bestehenden Fernwärmenetze in diesen Fällen wirtschaftlich vorteilhafter als der Einsatz einer dezentralen Luftwärmepumpe. Diese Tendenz spiegelt sich insbesondere bei Gebäuden mit größerem spezifischem Energiebedarf wider. Dies sind vornehmlich kleinere, gut gedämmte Gebäude mit niedrigem Wärmebedarf, bei denen Luftwärmepumpen eine hohe Effizienz aufweisen. Die Grafik in Abbildung 34 bestätigt diese Beobachtung, da Gebäude mit höherem Wärmebedarf tendenziell niedrigere Wärmevollkostenquotienten aufweisen und damit häufig eine bessere Wirtschaftlichkeit beim Anschluss an das Fernwärmenetz zeigen.

Es ist an dieser Stelle besonders wichtig zu betonen, dass dieser Wärmevollkostenquotient ausschließlich für Gebäude berechnet wurde, bei denen sowohl eine Fernwärmeversorgung als auch der Einbau einer Luftwärmepumpe möglich ist. Gebäude, die innerhalb eines bestehenden oder geplanten Fernwärmegebiets liegen, bei denen jedoch keine Installation einer Luftwärmepumpe möglich ist, durch in der Potenzialanalyse ermittelte zu hohe Schallemissionen, werden in der Modellierung, ausschließlich der günstigen Bestandsfernwärmeversorgung zugeordnet. Damit wird gewährleistet, dass die Ergebnisdarstellung ausschließlich technisch und wirtschaftlich realistische Vergleichsfälle abbildet.

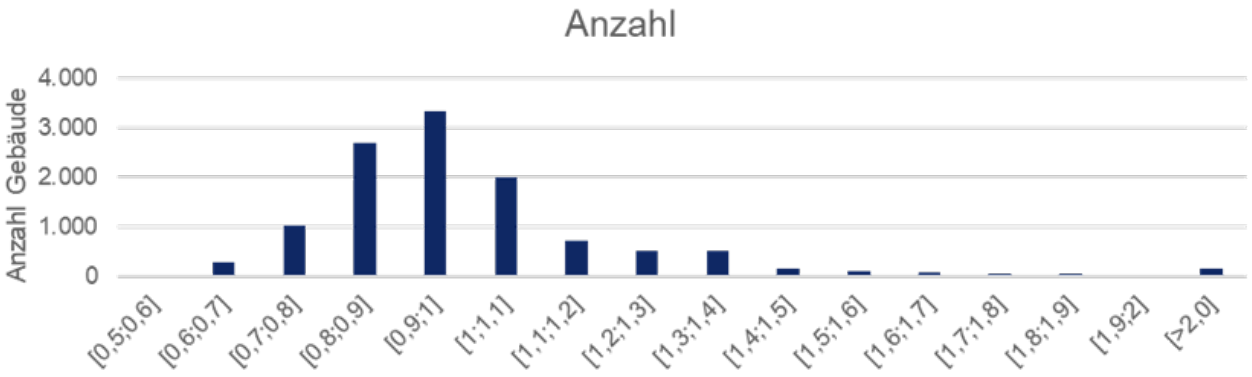


Abbildung 65: Wärmevollkostenquotient über die Anzahl der Gebäude in den Fernwärmegebieten. Quelle: BLS

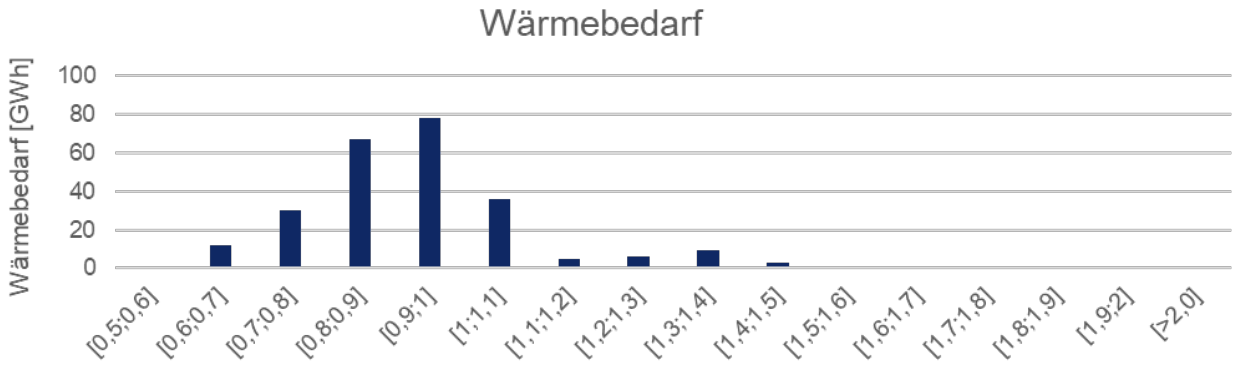


Abbildung 66: Wärmevollkostenquotient über den Wärmebedarf der Gebäude in den Fernwärmegebieten. Quelle: BLS

6. Darstellung der Versorgungsoptionen und Einteilung des beplanten Gebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Die Ergebnisaufbereitung und Visualisierung der Versorgungsoptionen erfolgt entsprechend den Vorgaben gemäß §19 WPG. Es werden für sämtliche identifizierten Eignungsgebiete die verschiedenen Versorgungsoptionen dargestellt und den Eignungsstufen von „sehr wahrscheinlich geeignet“, „wahrscheinlich geeignet“, „wahrscheinlich ungeeignet“ bis „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ eingeteilt und auf der Kartendarstellung nachvollziehbar visualisiert. Auf dieser Grundlage wird eine gebietsscharfe Festlegung der Gebietseinteilung abgeleitet.

Im Folgenden wird dargestellt, mit welcher Wahrscheinlichkeit die einzelnen Gebiete für

- den Ausbau bestehender Wärmenetze,
- den Neubau dezentraler Wärmenetze,
- eine Wärmeversorgung auf Basis grüner Gase sowie,
- eine dezentrale Wärmeversorgung

geeignet sind.

Anschließend werden die Kategorien der Gebietseinteilung erläutert und die daraus resultierende Festlegung der Gebietseinteilung transparent beschrieben.

6.1 Gebietseinteilung nach WPG

Das beplante Gebiet ist nach § 18 WPG in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete einzuteilen. In den Begriffsbestimmungen des WPG werden voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 3 Abs. 1 Nr. 14 WPG unterschieden in „Wärmenetzgebiete“, „Wasserstoffnetzgebiete“, „Gebiete für dezentrale Wärmeversorgung“ und „Prüfgebiete“. Innerhalb der „Wärmenetzgebiete“ ist zu unterscheiden zwischen „Wärmenetzverdichtungsgebieten“ (§ 3 Abs. 1 Nr. 18 a) WPG), „Wärmenetzausbaugebieten“ (§ 3 Abs. 1 Nr. 18 b) WPG) und „Wärmenetzneubaugebieten“ (§ 3 Abs. 1 Nr. 18 c) WPG).

Die Bezeichnungen sind für sich genommen teilweise offen für unterschiedliche Interpretationen und lassen in einzelnen Fällen Erweiterungsspielräume zu. Zudem können sie vereinzelt zu Missverständnissen führen oder den in der Stadt Bochum angestrebten Versorgungszustand nicht in allen Aspekten präzise abbilden. Vor diesem Hintergrund wurden die Gebietsbezeichnungen im Rahmen der Wärmeplanung angepasst und differenziert.

6.2 Verbindlichkeit der Gebiete zum Ausbau und Neubau von Wärmenetzen

Alle festgelegten Gebiete zum Ausbau und Neubau von Wärmenetzen bzw. zur Prüfung von solchen Gebieten beschreiben die Möglichkeiten zur Entwicklung von Wärmenetzgebieten. Es resultiert keine Verpflichtung der Versorger zur Anlage eines Netzes aus dem Wärmeplan. In § 18 Abs. 2 WPG ist klargestellt, dass aus der Einteilung in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet keine Pflicht entsteht, eine bestimmte Versorgungsart tatsächlich zu nutzen oder bereitzustellen.

6.3 Eignung für Wärmenetze, grüne Gase und dezentrale Versorgung

In der Kommunalen Wärmeplanung Bochum werden insbesondere das bestehende Fernwärmenetz und seine Entwicklungsmöglichkeiten betrachtet.

Bestehende größere Nahwärmenetze werden nachrichtlich im Wärmeplan als „Bestand Nahwärmenetz“ dargestellt.

Nahwärme, für die es keine rechtliche und technische Abgrenzung in der Definition gibt, wird üblicherweise als leitungsgebundene Wärmeversorgung in kleinen, dezentralen Einheiten realisiert und bei relativ niedrigen Temperaturen übertragen. Typische Nahwärmeanlagen haben thermische Leistungen im Bereich zwischen 50 kW und einigen MW und bedienen den Bereich mehrerer Gebäude oder eines Wohngebietes. Für Nahwärmenetze gibt verschiedene mögliche Betreibermodelle. Neben Wohnungsunternehmen können Energiedienstleister oder Bürgerenergiegesellschaften Betreiber von Nahwärmenetzen sein. Im Bereich von Neubaugebieten werden diese auf Projektebene bereits in Bochum umgesetzt.

Da bislang keine konkreten Planungen zu Nahwärmenetzen weiterer Wärmenetzbetreiber bekannt sind, wurden Gebiete ohne Fernwärmeeignung (Bestands- und Verdichtungsgebiet, Eignungsgebiet und Prüfgebiete) in der Regel als dezentrale Versorgungsgebiete eingestuft, damit dort nicht von einer zukünftigen Verfügbarkeit leitungsgebundener Wärmeversorgung ausgegangen wird.

Nahwärmenetze sind in allen Gebieten, auch in solchen für die dezentrale Versorgung, zulässig und sinnvoll, wenn eine konkrete Machbarkeitsprüfung vor Ort zu einem positiven und wirtschaftlichen Ergebnis führt.

Der Einsatz von kalten Nahwärmenetzen ist insbesondere dort sinnvoll, wo lokale Energiequellen, mögliche Trassenführungen und geeignete Gebäudecluster räumlich und technisch gut zusammenpassen. Solche Detailbetrachtungen sind in der Regel Bestandteil

nachgelagerter Quartiers- und Fachplanungen. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden keine ausreichend geeigneten Niedertemperaturquellen in unmittelbarer Nähe zu passenden Abnehmerstrukturen identifiziert, die sich für den Aufbau kalter Nahwärmenetze eignen würden.

Die für (kalte) Nahwärmenetze erforderlichen Investitionen (insbesondere für Erzeugung, Speicherung und Leitungssysteme sowie ggf. für die gebäudeseitigen Wärmepumpen) sind im Vergleich zu alternativen Lösungen (z. B. dezentrale Wärmepumpenlösungen) meist nicht wirtschaftlich darstellbar. Die langfristig niedrigeren Betriebskosten solcher Systeme können die hohen Anfangsinvestitionen jedoch teilweise kompensieren und zu einer Wirtschaftlichkeit auf Projektebene im Einzelfall führen.

6.3.1 Erweiterung und Prüfung der Erweiterung der Bestandsfernwärmenetze

In den Bestands- und Verdichtungsgebieten Bochums ist die Fortführung und Verdichtung der bestehenden Fernwärmeversorgung mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit gegeben.

Im Rahmen der Analyse wurden daher Erweiterungsflächen der Bestandswärmenetze identifiziert, die ein hohes technisches und wirtschaftliches Potenzial für den Anschluss weiterer Gebäude an die Fernwärme aufweisen.

Es wurde eine detaillierte Vollkostenbewertung durchgeführt, um zu ermitteln, in welchen Bereichen der Anschluss an die Fernwärme für die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer wirtschaftlich ist. Grundlage hierfür bildet der Vergleich der Vollkosten für die Nutzung von Fernwärme mit den Kosten einer dezentralen Wärmepumpenlösung. Auf dieser Basis wurde abschließend berechnet, welcher Anteil der Gebäude sich mit hoher Wahrscheinlichkeit an das Fernwärmenetz anschließen würde.

Ein Gebiet wird als fernwärmegeeignet eingestuft, wenn entweder mindestens 50 % der Gebäude an die Fernwärme angeschlossen würden oder mindestens 50 % der gesamten im Gebiet benötigten Wärmemenge durch Fernwärme bereitgestellt werden kann. In diesen Gebieten ist mittelfristig von einer Weiterentwicklung beziehungsweise einem Ausbau der Fernwärmeversorgung auszugehen.

Falls dieser Baublock in einem Gebiet liegt, in dem die Stadtwerke Bochum es mittelfristig für realistisch halten, dass dieses Gebiet an Fernwärme erschlossen wird, wird die leitungsgebundene Wärmeversorgung als wahrscheinlich bewertet. Allerdings hängt der konkrete Ausbau maßgeblich von der Resonanz der dortigen Eigentümer ab. Sofern sich zu wenige für eine Versorgung mit Fernwärme entscheiden wird der Ausbau ineffizient und damit äußerst unwahrscheinlich.

Für die in der Wärmeplanung definierten Prüfgebiete für die Wärmenetzerweiterung kann derzeit hingegen keine abschließende Aussage zur Eignung für eine Netzerweiterung getroffen werden. Die Bewertung dieser Gebiete erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt auf Basis des von den Stadtwerken Bochum entwickelten Prüfschemas. Dieses Schema berücksichtigt unter anderem folgende technische, wirtschaftliche und infrastrukturelle Kriterien, um die tatsächliche Umsetzbarkeit einer leitungsgebundenen Versorgung in den jeweiligen Gebieten zu bewerten.

Alle Einschätzungen gelten vorbehaltlich der Klärung der Frage, ob eine vorherige bergbauliche Sicherung der Trassen seitens der Stadt Bochum für notwendig erachtet wird und diese vor dem Ausbau des Wärmenetzes erfolgen muss. Sollte dies der Fall sein, wäre dies ein weiterer großer Einflussfaktor.

In Abbildung 67 ist die Eignung der Baublöcke für den Ausbau der Bestandswärmenetze dargestellt.

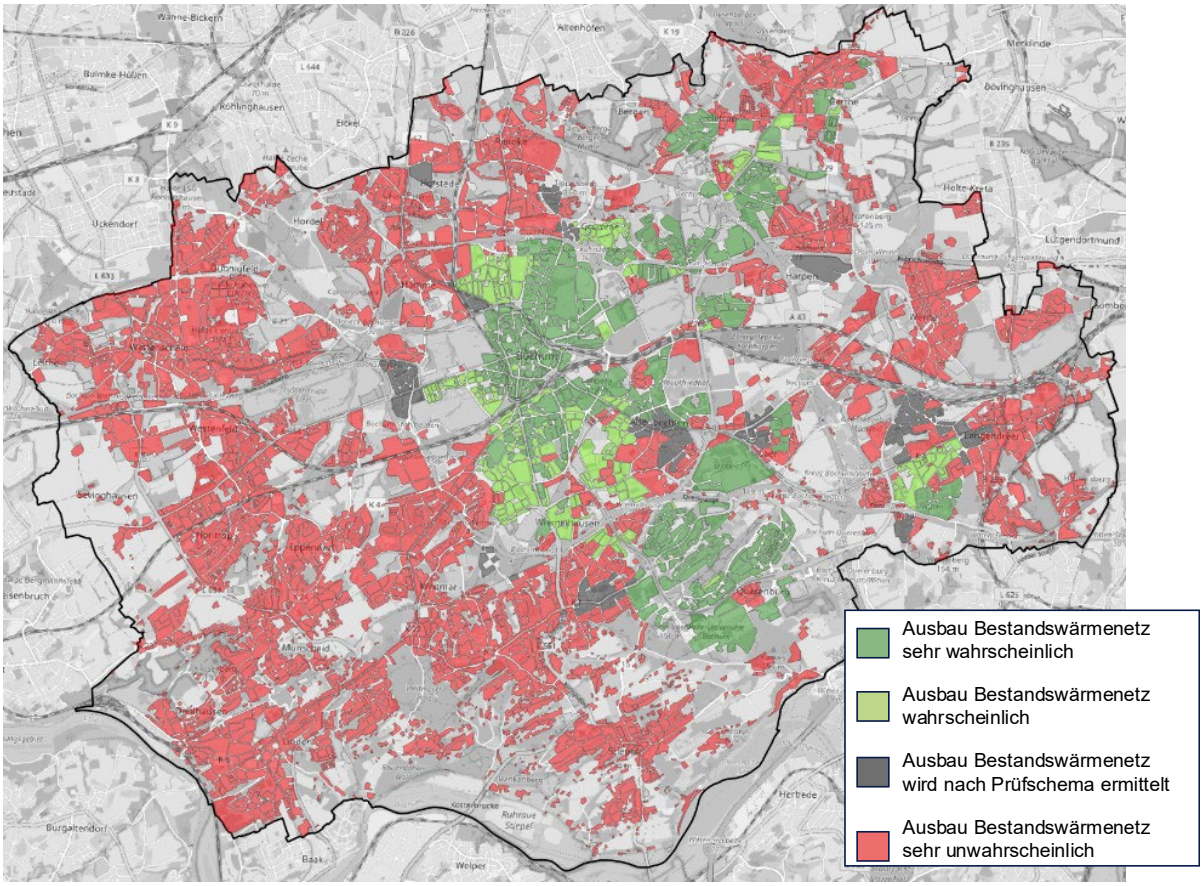


Abbildung 67: Eignung für den Ausbau der Bestandswärmenetze. Quelle: BLS

6.3.2 Neubau von Wärmenetzen mit eigenständigen erneuerbaren Wärmequellen

Der Bau vollständig neuer Wärmenetze in Bochum mit separaten Wärmequellen wird nach derzeitigem Stand der vertieften Untersuchungen als unwahrscheinlich eingeschätzt. Zwar zeigen die in Kapitel 4.3 dargestellten Potenzialgebiete, darunter insbesondere die Bereiche Wattenscheid-Mitte, Westenfeld/Höntrop, Dahlhausen/Linden und Werne, grundsätzlich geeignete strukturelle und energetische Voraussetzungen für den Aufbau leitungsgebundener Wärmeversorgungen, doch sprechen mehrere Faktoren gegen eine tatsächliche Umsetzung, wie insbesondere die fehlenden Wärmequellen. Der Neubau komplett neuer Wärmenetze ist somit wirtschaftlich nicht in einer Form darstellbar, die den Anwohnern eine preislich attraktive Wärmeversorgung ermöglichen würde. Daher wird der Neubau von neuen Netzen in diesen Gebieten als unwahrscheinlich angesehen (vgl. Kapitel 5.3).

In Abbildung 68 ist die Eignung der Baublöcke für den Bau neuer Wärmenetze dargestellt.

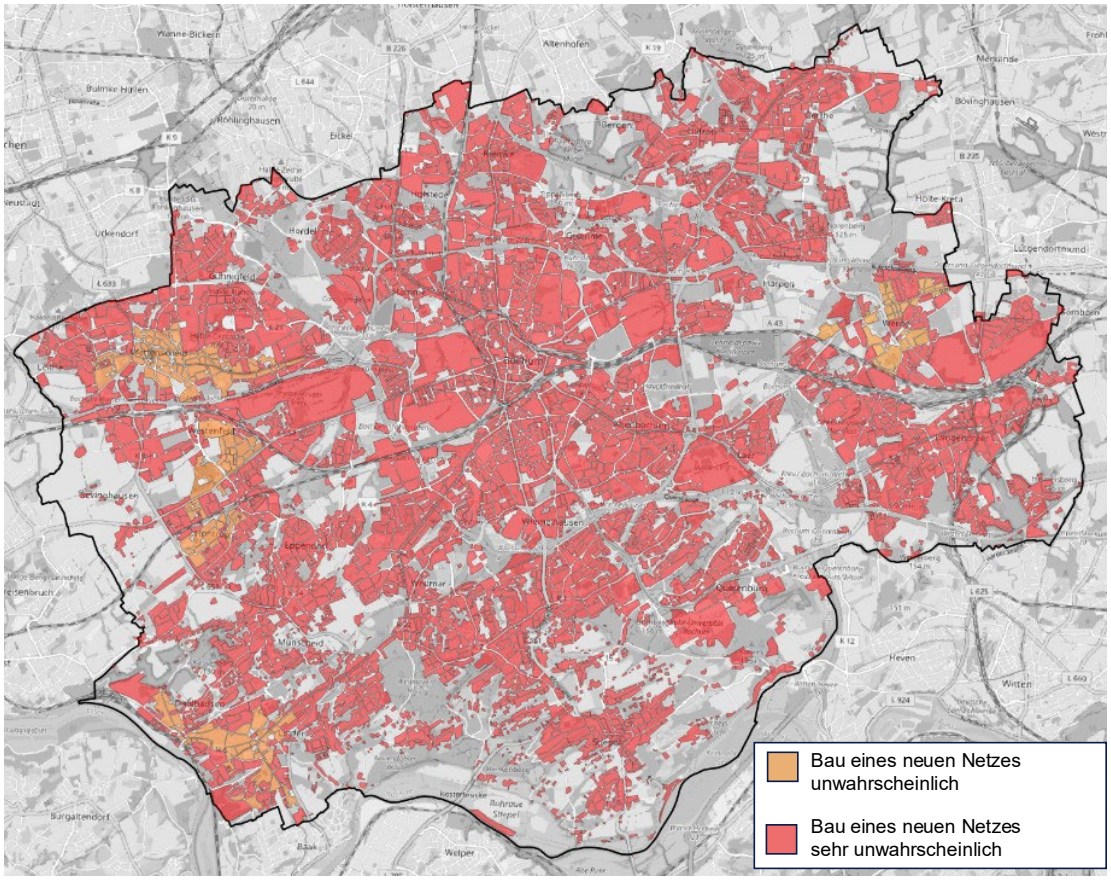


Abbildung 68: Eignung für den Neubau neuer Wärmenetze mit eigenständigen erneuerbaren Wärmequellen: Quelle: BLS

6.3.3 Wärmeversorgung über grüne Gase

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung über Gas, einschließlich Wasserstoff und regenerativer Gase, wird für die zukünftige, langfristige Wärmeversorgung in Bochum derzeit ausgeschlossen. Eine Nutzung dieser Energieträger in Haushalten erscheint aus heutiger Sicht nicht realistisch. Der Grund liegt vor allem in der eingeschränkten Verfügbarkeit von Wasserstoff und Biomethan in der für eine flächendeckende Nutzung erforderlichen Menge sowie in den hohen Kosten, die für deren Herstellung und Bereitstellung entstehen würden.

Darüber hinaus wurde von den Stadtwerken Bochum deutlich gemacht, dass eine Umstellung des bestehenden Gasnetzes auf Wasserstoff eine umfassende Ertüchtigung und gegebenenfalls einen weitgehenden Neubau der Infrastruktur erforderlich machen würde. Dies beträfe insbesondere Materialien, Armaturen sowie Verdichtungs- und Regelanlagen, da Wasserstoff in seinen physikalischen Eigenschaften erhebliche Unterschiede zu Erdgas aufweist und höhere Anforderungen an die Dichtheit und Sicherheit stellt. In Gebieten, in denen Fernwärme besteht oder ausgebaut wird, könnte es volkswirtschaftlich sinnvoll sein, Erdgasnetze perspektivisch stillzulegen, um doppelte Infrastrukturkosten zu vermeiden. Dies würde die spezifischen Kosten für den Kunden senken.

Die zur Verfügung stehenden grünen Gase werden voraussichtlich für die Spitzenlasterzeugung für die Fernwärmenetze notwendig werden.

Im Rahmen der Diskussion um die Eckpunkte des Gebäudemodernisierungsgesetzes im März 2026 wird das Konzept der Biotreppe auch für die dezentrale Versorgung diskutiert. Die Biotreppe beschreibt einen Transformationspfad im Wärmesektor, bei dem fossile Erdgas- und Erdölheizungen schrittweise mit steigenden Anteilen erneuerbarer Gase (Biomethan oder grüner Wasserstoff) bzw. Grünöle betrieben werden. Die hohe Unsicherheit bezüglich der Verfügbarkeit und Kosten birgt entsprechende Risiken.

6.3.4 Dezentrale Versorgung

Wenn keine leitungsgebundene Wärmeversorgung mittelfristig realistisch erscheint, keine Prüfung der Wärmenetzeignung mittels Prüfschema geplant wird und der überwiegende Anteil der Gebäude mit Einzellösungen beheizt wird, wird ein Gebiet als Gebiet für dezentrale Versorgung ausgewiesen.

Gemäß der Berechnungsergebnisse gilt für einen Baublock die dezentrale Versorgung als sehr wahrscheinlich, wenn mindestens 50% der Gebäude oder 80% des gesamten Wärmebedarfs durch Luftwärmepumpen bereitgestellt werden kann. Erfüllt ein Gebiet diese Kriterien nicht, wird eine dezentrale Wärmeversorgung als lediglich wahrscheinlich eingestuft, wird jedoch mit sonstigen Technologien versorgt, da mit Mehrkosten für sonstige Technologien zu rechnen ist.

In Gebieten, in denen bestehende oder geplante Wärmenetze vorhanden sind, also Bestands-, Verdichtungs- oder Erweiterungsgebieten, ist die Wahrscheinlichkeit einer dezentralen Wärmeversorgung dagegen sehr unwahrscheinlich. Hier ist eine leitungsgebundene Versorgung über Fernwärmenetze technisch, ökonomisch und energetisch meist sinnvoller.

Das Zielbild für die dezentrale Versorgung stellt somit sicher, dass insbesondere in Bereichen mit geringerer Bebauungsdichte, wie in Außenbereichen oder Einfamilienhausquartieren, effiziente Wärmepumpenlösungen bevorzugt werden, während in urban verdichteten Räumen die zentrale Wärmeversorgung Priorität erhält.

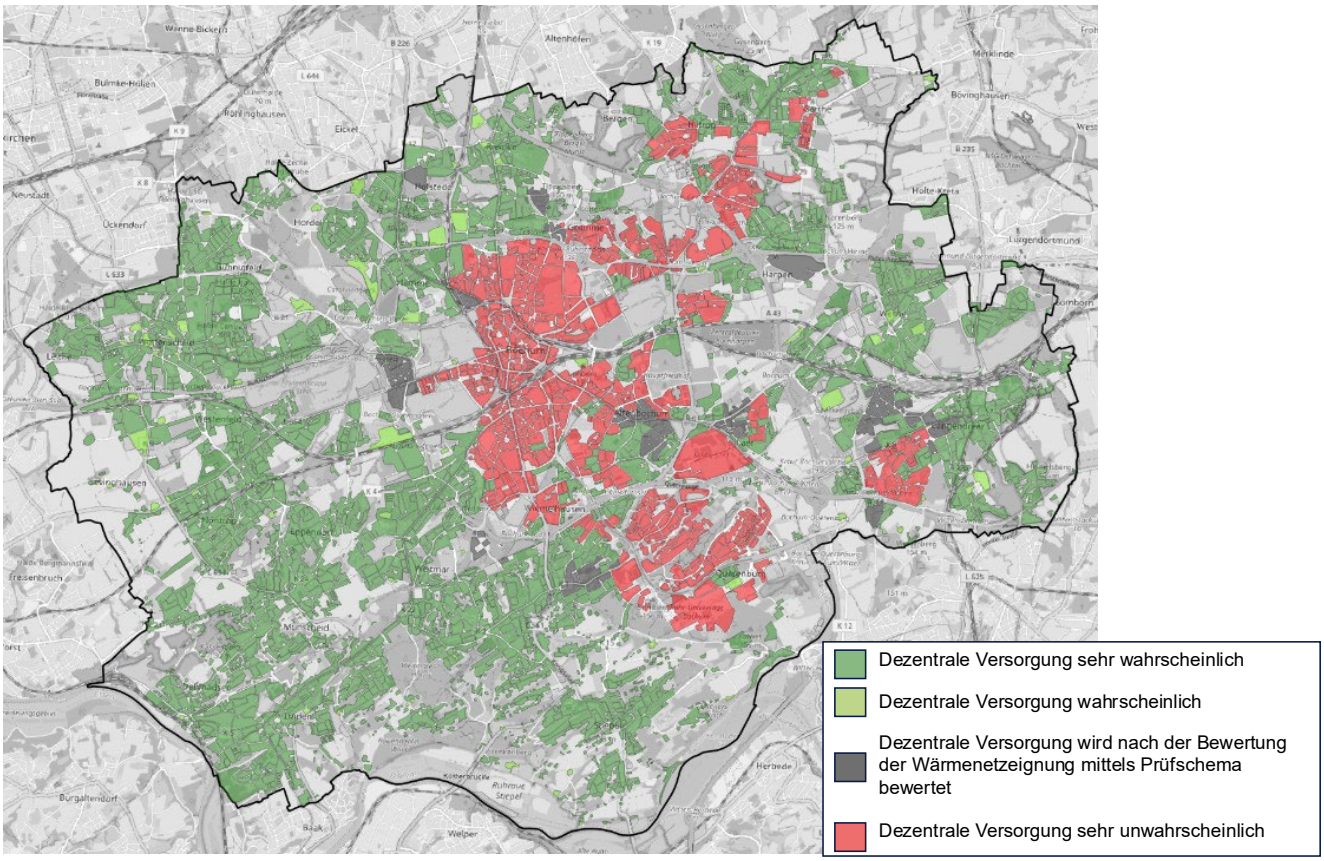


Abbildung 69: Eignung für die dezentrale Versorgung. Quelle: BLS

6.4 Gebietseinteilung

Aus den oben erläuterten Gründen sind die nachfolgenden Gebietseinteilungen gewählt worden. Auf die im WPG vorgesehenen Bezeichnungen wird in der Erläuterung zum jeweiligen Gebiet Bezug genommen.

6.4.1 Fernwärme Bestands- und Verdichtungsgebiet

Die als Bestands- und Verdichtungsgebiet gekennzeichneten Bereiche zeichnen sich durch ein vorhandenes Wärmenetz aus. Ziel in diesem Gebiet ist eine weitere Erhöhung der Anschlussdichte (Verdichtung) an das Wärmenetz. Der Neuanschluss von Gebäuden kann die Prüfung weiterer Baumaßnahmen zur Folge haben.

Diese Gebietskategorie entspricht dem Begriff Wärmenetzverdichtungsgebiet. Die Erweiterung um die Bezeichnung „Bestand“ ist aus Klarstellungsgründen erfolgt. Der Bezug zur Fernwärme ist vorangestellt, da nur die Verdichtung dieses bestehenden Netzes in Frage kommt.

6.4.2 Eignungsgebiet zur Fernwärme Erweiterung

Ein Eignungsgebiet zur Erweiterung des Wärmenetzes zeichnet sich dadurch aus, dass seitens der Stadtwerke Bochum konkrete Erweiterungspläne des bestehenden Wärmenetzes (z. B. im Rahmen eines Transformationsplanes) bestehen. Ziel ist es, eine möglichst hohe Anschlussdichte zu erreichen. Die Eignungsgebiete zur Erweiterung stehen unter dem Vorbehalt der bergbaulichen Sicherung.

Diese Gebietskategorie orientiert sich am Begriff der Wärmenetzausbaugebiete. Allerdings hätte die Bezeichnung „Wärmenetzausbaugebiet“ einen tatsächlichen und schon festgelegten Ausbau intendieren können. Da diese Gebietskategorie aber noch der beschriebenen technischen und wirtschaftlichen Prüfung im Einzelfall unterliegt, ist die Bezeichnung Eignungsgebiet zur Fernwärme Erweiterung gewählt worden.

Die Eignung und Sinnhaftigkeit einer Fernwärmeversorgung wurden an folgenden zentralen Kategorien geprüft:

- Bebauungsstruktur/Gebäudearten und erwartete Wärmebedarfe
- Potenzielle Verfügbarkeit von Trassen
- Entfernung zum Bestandsnetz
- Erschließbarkeit einer Erzeugungsanlage

Bei der Umsetzung der Planung müssen neben der bergbaulichen Sicherung auch erreichbare Anschlussquoten und Erschließungskosten geprüft werden. Erst im konkreten Projekt kann final die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der einzelnen lokalen Abschnitte final bewertet werden. Letztlich kann der Fernwärmeausbau in den Eignungsgebieten nur dann kosteneffizient umgesetzt werden, wenn sich möglichst viele der dortigen Immobilienbesitzer für einen Netzanschluss entscheiden.

Die Stadtwerke Bochum Holding GmbH befindet sich aktuell bereits in den ersten Planungen zur Erschließung der Eignungsgebiete einschließlich der Ermittlung der zugehörigen Erschließungskosten. Auch die Vertriebsstrategie ist bereits in Vorbereitung. Die Resonanz der

Eigentümer in den Eignungsgebieten wird für die einzelnen Gebiete mitbestimmen, ob und in welchem Zeitraum ein möglicher Fernwärme-Ausbau realisiert werden kann.
In diesem Prozess werden sich die Planungen sukzessive gebietsweise konkretisieren. Diese Informationen sollen zukünftig auf der Internetpräsenz der Stadtwerke veröffentlicht und regelmäßig aktualisiert werden.

6.4.3 Fernwärme Prüfgebiet

Nach § 18 WPG kann ein Teilgebiet auch als „Prüfgebiet“ ausgewiesen werden, wenn die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf eine andere Art mit Wärme versorgt werden soll.

Ein Fernwärmeprüfgebiet zeichnet sich durch eine hohe Wärmedichte. Bisher gibt es in diesen Gebieten jedoch noch keine konkreten Planungen einer Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes. In diesen Gebieten kann die Planung besonders herausfordernd sein, da zum Beispiel Eigentumsstrukturen der Gebäude besonders heterogen sind und eine wirtschaftliche Anschlussquote nicht erreicht werden kann. Auch die Tiefbaukosten können limitierend sein. Die Prüfung dieser Gebiete wird, wenn sie in räumlicher Nähe zu den Eignungsgebieten zur Erweiterung der Fernwärme liegen, maßgeblich davon abhängen, inwieweit der Wärmenetzausbau in diesen vorgelagerten Eignungsgebieten konkretisiert wird. In der folgenden Auflistung ist eine Übersicht an maßgeblichen Kriterien dargestellt, die in der weiteren Prüfung berücksichtigt werden müssen.

- **Wirtschaftlichkeit des Projekts:** Kann mit der Fernwärme eine kostengünstige Wärmeversorgung für die Anwohnerinnen und Anwohner sichergestellt werden?
- **Gesamtkapazität der dekarbonisierten Wärmeerzeugung:** Ist die erforderliche dekarbonisierte Wärmemenge langfristig erneuerbar und verlässlich verfügbar?
- **Hydraulische Auslegung des Wärmenetzes:** Sind die Kapazitäten der ins Prüfgebiet führenden Leitungen ausreichend dimensioniert, sodass ausreichend Wärmemenge in die Gebiete transportiert werden kann oder kann dies durch Verstärkungsmaßnahmen mit vertretbaren Kosten sichergestellt werden?
- **Technische Umsetzbarkeit des Leitungsausbaus:** Steht im Untergrund der Straßen ausreichend Freiraum für den Leitungsbau zur Verfügung oder gibt es Alternativen, die die Kosten nicht unangemessen hoch werden lassen?
- **Abhängigkeit vom Fernwärmeausbau in vorgelagerten Gebieten:** Ist eine Versorgung des Prüfgebiets nur möglich/sinnvoll, wenn in den vorgelagerten Eignungsgebieten ebenfalls Kundinnen und Kunden gewonnen und Leitungen errichtet werden? Wie schreitet der Ausbau dort voran?
- **Abhängigkeit von der Gewinnung wichtiger Großabnehmer:** Kann das Gebiet nur dann wirtschaftlich erschlossen werden, wenn große Ankerkunden gewonnen werden?

- **Bergbauliche Sicherung:** Ist eine bergbauliche Sicherung erforderlich und falls ja, in welchem Umfang und mit welchen Kosten?

In Abbildung 70 und Tabelle 25 sind die Aufteilung und Benennung der Prüfgebiete zu finden, wie sie durch die Stadtwerke Bochum vorgenommen wurden. Weiterhin ist hier auch für jedes Prüfgebiet ein individuelles Zieljahr angegeben, zu dem die Prüfung abgeschlossen sein soll. Nach Abschluss der Prüfung steht dann fest, ob aus dem jeweiligen Prüfgebiet zukünftig ein Eignungsgebiet oder ein Gebiet zur dezentralen Versorgung werden soll.

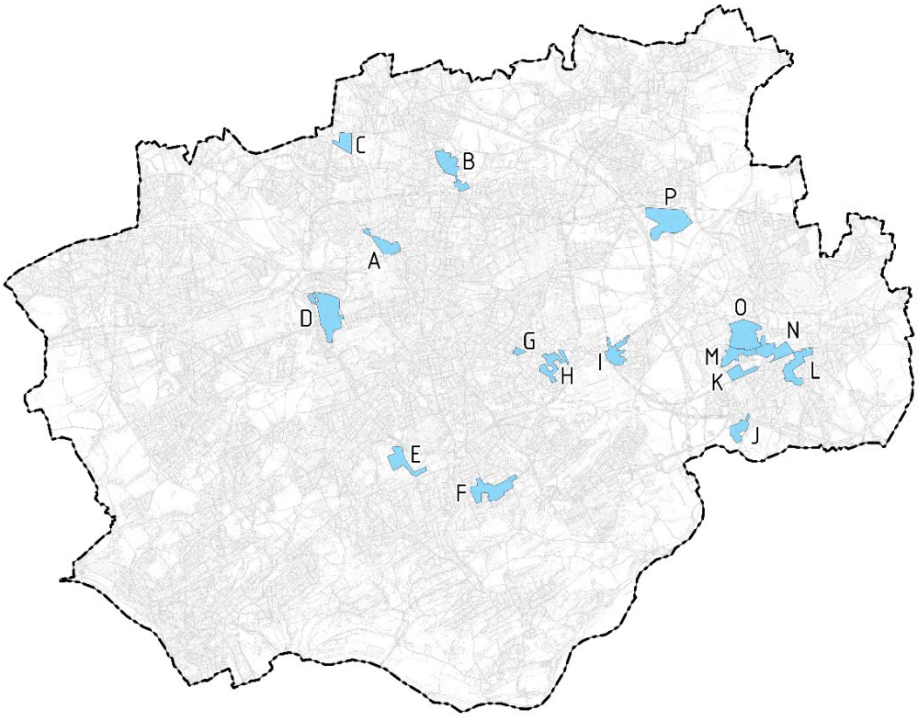


Abbildung 70: Aufteilung der Prüfgebiete durch die Stadtwerke Bochum

	Prüfgebiet	Prüfung bis
A	Richardstraße / Präsidentstraße	2030
B	Bergstraße / In der Röttgersbank	2030
C	Hannibal	2029
D	Goldhamme	2030
E	Springorumallee / Prinz-Regent	2028
F	Glücksburger Straße	2031
G	Ulmenallee	2028
H	Goy	2031
I	Werner Hellweg	2030
J	Ausbau Langendreer: Süd (Kaltehardt)	2028
K	Ausbau Langendreer: nördlich Unterstraße	2028
L	Ausbau Langendreer: Alte Bahnhofstraße Süd	2028

M	Ausbau Langendreer: Rüsselsheimer Weg	2028
N	Ausbau Langendreer: Alte Bahnhofstraße Mitte	2028
O	Ausbau Langendreer: Viertel Alter Bahnhof	2030
P	Ruhrpark	2026

Tabelle 25: Benennung und Zieljahr für den Abschluss der Prüfung für die Prüfgebiete (Stadtwerke Bochum)

6.4.4 Bestand Nahwärme

Ein Nahwärmebestandsgebiet zeichnet sich durch ein vorhandenes Nahwärmenetz aus, das hydraulisch nicht an das bestehende Fernwärmenetz angeschlossen ist und über eine eigene Wärmeversorgungsquelle verfügt. Eine Verdichtung und Erweiterung ist aufgrund der Wärmeerzeugungsleistung nicht möglich.

6.4.5 Gebiete für dezentrale Versorgung

Hierbei handelt es sich um Gebiete, die für eine leitungsgebundene Versorgung wenig geeignet sind bzw. bei denen diese nicht wirtschaftlich darstellbar ist. In diesen Gebieten wird hauptsächlich die Luftwärmepumpe genutzt werden. Es sind aber auch Alternativen möglich, dazu gehören beispielsweise:

- Biomasseanlagen
- Wärmepumpen mit anderen erneuerbaren Quellen wie Erdwärme oder Abwasser
- Solarthermieanlagen
- Stromdirektheizungen
- Nach derzeit angekündigten Änderungen im Gebäudemodernisierungsgesetz wären nach dessen Verabschiedung auch neue Gas- und Ölheizungen zulässig, wenn diese mit einem ansteigenden Anteil grüner Brennstoffe betrieben würden.

6.4.6 Neubaugebiete

In Gebieten dieser Kategorie erfolgt keine Ausweisung einer Wärmeversorgung, um eine unterschiedliche Darstellung von der KWP zur konkreten Planung auf Projektebene zu vermeiden.

6.4.7 Sondernutzungsgebiete

Flächen, die aufgrund ihrer Nutzung oder Anforderung nicht in die Bewertung einbezogen werden können, zählen zu den Sondernutzungsgebieten. Dem Sondernutzungsgebiet wurden Baublöcke zugeordnet, wenn mindestens 50 % der Fläche des Baublocks folgenden Flächen zugeordnet werden können: Industrieflächen, Flächen für Ver- und Entsorgung und Sonderbauflächen.

6.5 Zielbild der Wärmeversorgung

In Abbildung 71 ist das Zielbild für die Stadt Bochum dargestellt. Diese basiert auf der vorherigen Einteilung. In dieser ist zu erkennen, wie alle Baublöcke der Stadt in voraussichtliche

Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt werden. Die leitungsgebundenen Bestandswärmeversorgung sollte massiv ausgebaut werden, um möglichst vielen Bürgerinnen und Bürgern sowie und Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern Zugang zur günstigen und grünen Fernwärme zu ermöglichen. Dabei wird zwischen Eignungsgebieten zur Fernwärme Erweiterung und Fernwärme Prüfgebieten unterschieden. In den Eignungsgebieten zur Fernwärme Erweiterung halten die Stadtwerke Bochum eine Erschließung mittelfristig für wahrscheinlich. In Fernwärme Prüfgebieten muss mittels des vorgestellten Prüfschemas entschieden werden, ob eine Erschließung realistisch ist. Hier kann eine Prüfung für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung auch negativ ausfallen.

In den restlichen Gebieten ist eine dezentrale Wärmeversorgungslösung am wahrscheinlichsten. Dabei ist die Luftwärmepumpe die wahrscheinlichste Technologie.

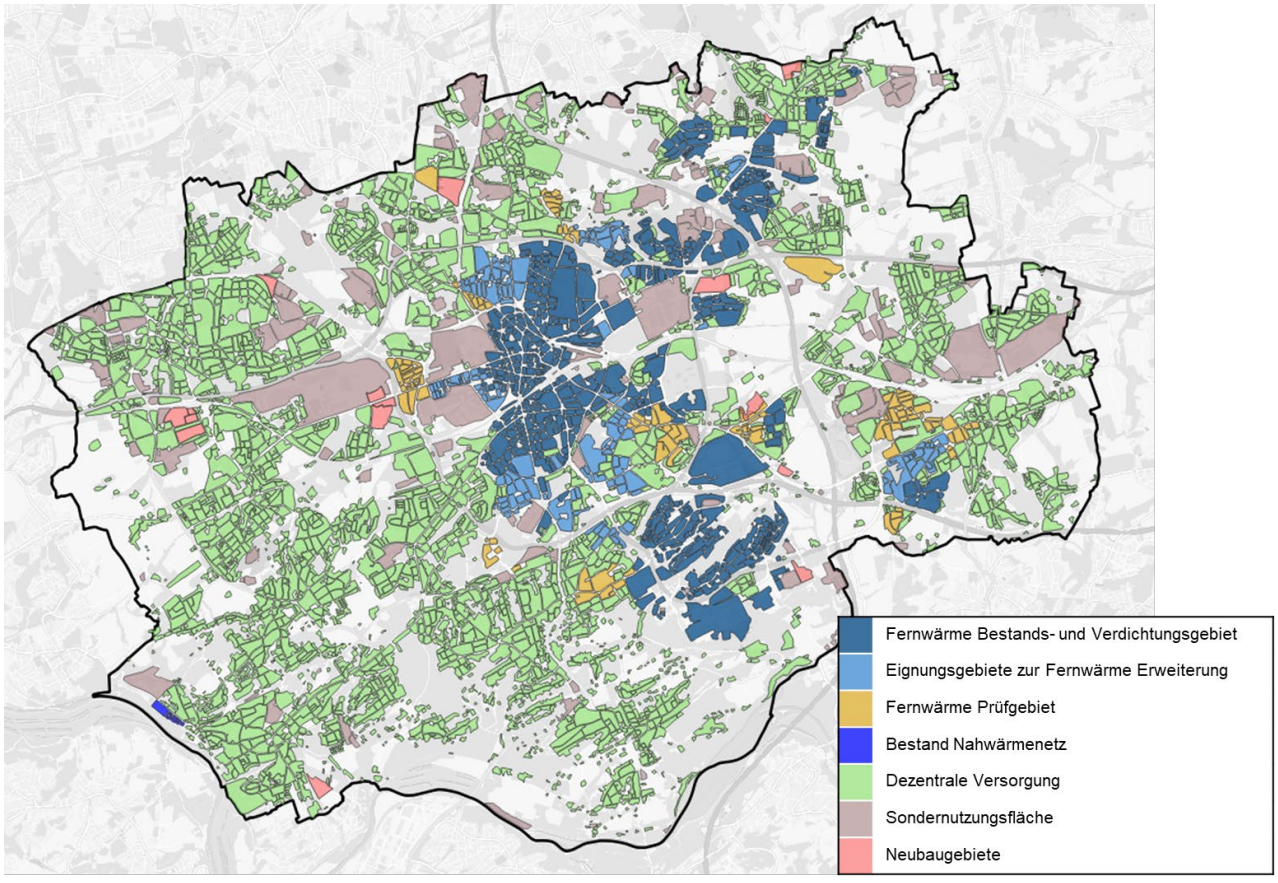


Abbildung 71: Zielbild der Wärmeversorgung. Quelle: BLS

7. Umsetzungsstrategie

Zur Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung der Stadt Bochum wurde auf Grundlage des § 2 WPG ein umfassender Maßnahmenkatalog entwickelt. Dieser bündelt die strategischen Instrumente, mit denen die Stadt Bochum die Transformation der Wärmeversorgung hin zu einer klimaneutralen und resilienten Struktur aktiv gestaltet. Der Maßnahmenkatalog baut auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse sowie den im Zielszenario definierten Entwicklungspfaden auf und verknüpft sie mit konkret umsetzbaren Handlungsschritten.

Ziel ist es, den fossilen Energieeinsatz im Wärmesektor signifikant zu senken und gleichzeitig die Energieeffizienz zu steigern. Der Maßnahmenkatalog dient somit als strategische Grundlage für die schrittweise Umstellung auf eine CO_2-arme und langfristig fossilfreie Wärmeversorgung. Er richtet sich an die Stadtverwaltung, die Stadtwerke Bochum sowie an Akteure aus Wohnungswirtschaft und Gewerbe und zeigt auf, welche Maßnahmen unmittelbar durch die Stadt selbst umzusetzen sind und welche durch Dritte begleitet oder angestoßen werden sollen.

Zur besseren Systematisierung wurden die Maßnahmen in vier übergeordnete Kategorien gegliedert.

- Wärmenetze
- Klimaneutrale Einzelversorgung und Sanierung
- Begleitende Prozesse und Umfeldmaßnahmen
- Versorgungssicherheit

Insgesamt verknüpft der Maßnahmenkatalog technische, planerische und organisatorische Maßnahmen zu einem kohärenten Transformationspfad bis zum Zieljahr 2045. Er schafft die Grundlage, um die kommunale Wärmeversorgung auf die nationalen Klimaschutzziele abzustimmen und den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes gerecht zu werden. Seine Umsetzung soll nicht nur die Emissionen im Energiesektor senken, sondern auch die Wettbewerbsfähigkeit der Stadt Bochum als nachhaltiger Standort stärken.

Die erste Kategorie der Wärmenetze umfasst folgende Maßnahmen:

- Verdichtung der Wärmebestandsnetze
- Erweiterung der Wärmebestandsnetze
- Verifizierung der Prüfgebiete
- Klärung der bergbaulichen Sicherung
- Flächensicherung für den Bau von EE-Anlagen und Speichern
- Bewertung Erlass einer Fernwärmesatzung

Die zweite Kategorie der klimaneutralen Einzelversorgung und Sanierung umfasst folgende Maßnahmen:

- Beratungspaket für Eigentümer und Bewohner zur Sanierung, Heizungswechsel und zu möglichen Förderungen
- Heizungsumstellung in Gebäuden kommunaler Liegenschaften und Quartieren
- Erhöhung der Handwerkerkapazitäten
- Multiplikationseffekte in Vereinen anregen
- Fördermittel für die Beratung in Quartieren mit hohem Sanierungsbedarf

Die dritte Kategorie der begleitendenden Prozesse und Umfeldmaßnahmen umfasst folgende Maßnahmen:

- Prozess der Wärmeplanung fortsetzen
- System zum Monitoring der Zielerreichung entwickeln
- Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsprozessen
- Aufbau von Expertise / Kompetenzstelle
- Prüfung weiterer kommunaler Steuerungsmöglichkeiten
- Verstetigung der Zusammenarbeit zwischen den Akteuren
- Breite Information über die Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung für die Bürgerinnen und Bürger

Die vierte Kategorie der Versorgungssicherheit umfasst folgende Maßnahmen:

- Stromnetzverträglichkeitsprüfung
- Konzession für private Wegerechte
- Ausbau des Stromnetzes
- Anschluss an das Wasserstoffkernnetz ermöglichen zur Spitzenlasterzeugung

Grundlage für die Beschreibung sind standardisierte Maßnahmensteckbriefe. Diese basieren auf den Empfehlungen des Bundesleitfadens und den Vorgaben des Fördermittelgebers. Es werden hierbei folgende Kriterien beschrieben und geprüft:

- Priorität
- Akteure
- Koordinationsaufwand
- Zeitrahmen
- Kosten
- Beschreibung der IST-Situation
- Ziel der Maßnahme
- Auswirkungen auf die Zielerreichung

- CO_2-Einsparpotenzial
- Förderungen
- Risiken
- Flankierende/vorherige Aktivitäten
- Außenwirkung
- Erforderliche Handlungsschritte

7.1 Maßnahmenkatalog

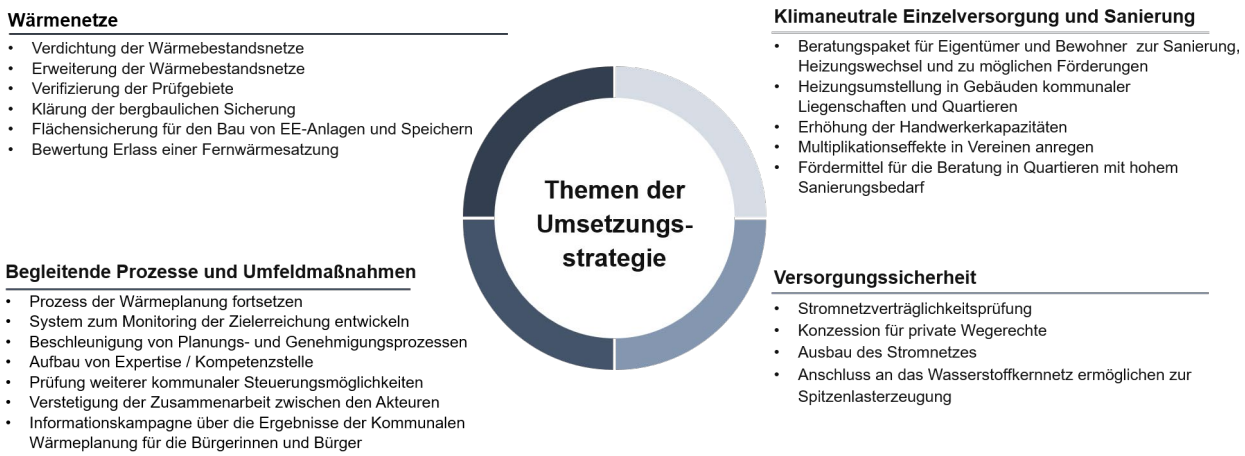


Abbildung 72: Übersicht der Maßnahmen. Quelle: BLS

7.2 Maßnahmen Wärmenetze

Durch die Verdichtung der Bestandsnetze können viele Gebäude mit grüner Wärme versorgt werden

Verdichtung der Wärmebestandsnetze

Einordnung

Handlungsfeld: Umsetzungsstrategie für Wärmenetze

Akteure

Stadtwerke Bochum
Tiefbauamt
Verkehrsplanung

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: niedrig
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

In den Bestands- und Verdichtungsgebieten werden bereite große Teile der Gebäude mit Fernwärme versorgt, es gibt jedoch einzelne Gebäude und auch Teilgebiete, in denen die Fernwärme noch nicht angeschlossen ist.

Ziel der Maßnahme

Durch die ambitionierte Verdichtung der bestehenden Fernwärmenetze der Stadtwerke Bochum können mehr Gebäude mit grüner Wärme beliefert werden.

Handlungsschritte	
1	Identifikation von zu verdichtenden Teilgebieten
2	Erstellung von Konzepten: Wirtschaftlichkeitsberechnung (je Ausbaugebiet), Vertriebskonzept (je Verdichtungsgebiet), hydraulisches Konzept (FW-Erzeugung und -Verteilung), Trassenkonzept (Lage von Haupt- und Verteiltrassen)
3	Abstimmung des Trassenkonzeptes mit der Stadtverwaltung (TBA, GFA) und ggfs. Stakeholdern
4	Aufbau einer Zeitplanung für die Umsetzung des Ausbaus/der Verdichtung
5	Umsetzung

Auswirkung auf die Zielerreichung

Der Ausbau des Bestandswärmenetzes ist essenziell für die Dekarbonisierung

CO2-Einsparpotenzial

hoch

Förderung

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Risiken

Niedrige Anschlussquote in Ausbaugebieten kann den FW-Preis steigen lassen

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Klärung der Bergbaulichen Sicherung
Private Wegerecht Konzession

Außenwirkung

Stärkung der Energiewende und Verbesserung der Versorgungssicherheit durch den Ausbau des bestehenden Wärmenetzes

Durch die Erweiterung der Bestandsnetze kann vielen Bürgern der Zugang zu grüner Fernwärme ermöglicht werden

Erweiterung der Wärmebestandsnetze

Einordnung

Handlungsfeld: Umsetzungsstrategie für Wärmenetze

Akteure

Stadtwerke Bochum
Tiefbauamt
Verkehrsplanung

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: hoch
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

In den Eignungsgebieten für die Erweiterung liegt heute noch keine Fernwärme.

Ziel der Maßnahme

Durch die ambitionierte Erweiterung der bestehenden Fernwärmenetze der Stadtwerke Bochum können mehr Gebäude mit grüner Wärme beliefert werden.

Handlungsschritte	
1	Identifikation von geeigneten Teilgebieten
2	Erstellung von Konzepten: Wirtschaftlichkeitsberechnung (je Ausbaugebiet), Vertriebskonzept (je Verdichtungsgebiet), hydraulisches Konzept (FW-Erzeugung und -Verteilung), Trassenkonzept (Lage von Haupt- und Verteiltrassen)
3	Abstimmung des Trassenkonzeptes mit der Stadtverwaltung (TBA, GFA) und ggfs. Stakeholdern
4	Aufbau einer Zeitplanung für die Umsetzung des Ausbaus/der Verdichtung
5	Umsetzung

Auswirkung auf die Zielerreichung

Der Ausbau des Bestandswärmenetzes ist essenziell für die Dekarbonisierung

CO2-Einsparpotenzial

hoch

Förderung

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Risiken

Niedrige Anschlussquote in Ausbaugebieten kann den FW-Preis steigen lassen

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Klärung der Bergbaulichen Sicherung
Private Wegerecht Konzession

Außenwirkung

Stärkung der Energiewende und Verbesserung der Versorgungssicherheit durch den Ausbau des bestehenden Wärmenetzes

Zur Bestimmung, ob Fernwärme in den Prüfgebieten sinnvoll und machbar ist, wird ein Prüfschema erstellt

Verifizierung der Prüfgebiete

Einordnung

Handlungsfeld: Umsetzungsstrategie für Wärmenetze

Akteure

Stadtwerke Bochum
Stadt Bochum

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten:
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

In den Prüfgebieten ist noch unklar, ob eine Versorgung mit einem Wärmenetz sinnvoll und machbar (technisch und wirtschaftlich) ist.

Ziel der Maßnahme

Durch eine abgestimmte Prüfung der einzelnen Gebiete, soll eine Klärung herbeigeführt werden, ob diese der dezentralen oder der wärmenetzgebundenen Versorgung zugeordnet werden, damit Klarheit für die Eigentümer vor Ort geschaffen wird.

Handlungsschritte	
1	Identifikation von zu verdichtenden Teilgebieten
2	Identifikation der notwendigen Prüfmaßnahmen
3	Aufbau einer Zeitplanung für die Prüfung der Gebiete
4	Iterative Reevaluation von Prüfkriterien und Zeitplan
5	Entscheidung über Änderung der Gebietsausweisung

Auswirkung auf die Zielerreichung

Der Ausbau des Bestandswärmenetzes ist essenziell für die Dekarbonisierung

CO2-Einsparpotenzial

hoch

Förderung

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Risiken

Niedrige Anschlussquote in Ausbaugebieten kann den FW-Preis steigen lassen

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Klärung der Bergbaulichen Sicherung
Private Wegerecht Konzession

Außenwirkung

Stärkung der Energiewende und Verbesserung der Versorgungssicherheit durch den Ausbau des bestehenden Wärmenetzes

Eine frühzeitige Klärung der Kostenfrage ist entscheidend, um spätere Verzögerungen, Rechtsstreitigkeiten und ungeplante Mehrkosten zu vermeiden

Klärung der bergbaulichen Sicherung

Einordnung

Handlungsfeld: Umsetzungsstrategie für Wärmenetze

Akteure

Stadtwerke Bochum
Stadt Bochum

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: niedrig
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

In Bochum gibt es zahlreiche ehemalige Bergbaugebiete. Untergrundrisiken wie Hohlräume, Altbergbauschächte oder Setzungserscheinungen können die Planung und Umsetzung von Infrastrukturprojekten erheblich beeinflussen. Häufig ist unklar, wer für notwendige Sicherungsmaßnahmen und die damit verbundenen sehr hohen Kosten aufkommt.

Ziel der Maßnahme

Ziel ist die frühzeitige Klärung der bergbaulichen Gegebenheiten sowie der Zuständigkeit und Kostenverantwortung für erforderliche Sicherungs-maßnahmen. Dadurch sollen Risiken für Bau, Betrieb und Bestand neuer Infrastrukturen minimiert und die Finanzierung sowie die Genehmigungsfähigkeit sichergestellt werden.

Handlungsschritte	
1	Abstimmung mit zuständigen Bergbehörden, Grundstückseigentümern und ggf. ehemaligen Bergwerksbetreibern zur Klärung der Verantwortlichkeiten.
2	Prüfung, ob Sicherungsmaßnahmen notwendig sind und wer laut Gesetz oder Vertrag die massiven Kosten dafür zu tragen hat.
3	Einholung von Gutachten und Kostenschätzungen für die Sicherungsmaßnahmen.
4	Verhandlung und Dokumentation der Kostenübernahme sowie Integration der Ergebnisse in die weitere Projektplanung und Kommunikation an alle Beteiligten

Auswirkung auf die Zielerreichung

Planungssicherheit für neue Infrastruktur Projekte

CO2-Einsparpotenzial

Indirekt

Förderung

-

Risiken

Es kann keine grundsätzliche Einigung getroffen werden

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Einbindung der Fachbehörden

Außenwirkung

-

Eine frühzeitige und transparente Flächensicherung ist entscheidend für den erfolgreiche Dekarbonisierung und für den Bau von Wärmespeichern

Flächensicherung für den Bau von EE-Anlagen und Speichern

Einordnung

Handlungsfeld:
Umsetzungsstrategie für Wärmenetze

Akteure

Stadtwerke Bochum
Stadt Bochum

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: mittelfristig
Kosten: mittel
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

In Bochum besteht ein wachsender Bedarf an geeigneten Flächen für den Bau von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien für GroßWärmepumpen und Energiespeicher. Der Wettbewerb um Flächen ist hoch, und ohne frühzeitige Sicherung geeigneter Standorte können Projekte verzögert oder verhindert werden.

Ziel der Maßnahme

Ziel ist es, die im Transformationsplan und ggfs. in den Machbarkeitsstudien identifizierten Flächen, zu sichern und für den Bau von EE-Anlagen und Speichern bereitzustellen. Dies soll durch rechtliche, planerische und vertragliche Maßnahmen unterstützt werden.

Handlungsschritte	
1	Abstimmung mit Stadtplanung, Eigentümern und relevanten Behörden zur Klärung der Nutzbarkeit und Priorisierung der Flächen.
2	Entwicklung von Konzepten zur Flächensicherung, z.B. durch Kauf, Pacht, Vorverträge oder städtebauliche Verträge.
3	Integration der gesicherten Flächen in die kommunale Planung und Ausweisung in Bebauungs- oder Flächennutzungsplänen
4	Kontinuierliche Überprüfung und Erweiterung des Flächenpools sowie Kommunikation der Flächenstrategie an Investoren und Öffentlichkeit.

Auswirkung auf die Zielerreichung

Dekarbonisierung der Wärmenetze

CO2-Einsparpotenzial

Indirekt

Förderung

-

Risiken

Flächenkonkurrenz und Akzeptanzprobleme

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Flächenanalyse und Abstimmung mit den Eigentümern

Außenwirkung

-

Bewertung eines Erlasses einer Fernwärmesatzung in nach Kriterien ausgewählten Gebieten

Bewertung Erlass einer Fernwärmesatzung

Einordnung

Handlungsfeld:
Umsetzungsstrategie für Wärmenetze

Akteure

Stadt Bochum
Stadtwerke Bochum
Wohnungswirtschaft/Investoren

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: kurz - mittelfristig
Kosten: gering
Priorität: offen

Beschreibung der Ist-Situation

In den Verdichtungs-, Netzerweiterungs- und potenziellen neuen Netzgebieten ist die Anschlussquote an die Fernwärme unsicher; individuelle Heizlösungen gefährden Skaleneffekte, Wirtschaftlichkeit und Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Die Versorgung über Wärmenetze kann gesamtsystemisch und wirtschaftlich von Vorteil sein.

Ziel der Maßnahme

Ziel der Maßnahme ist die fundierte Bewertung zur Einführung Fernwärmesatzung. Darin wird ein verbindliches Recht auf Wärmenetzanschluss oder möglicherweise einer Benutzungspflicht in klar abgegrenzten, nach transparenten Kriterien ausgewählten Gebieten festgelegt. Dabei wird zwischen Verdichtungs - und Erweiterungsgebieten oder dem potenziellen Bau neuer Inselnetze unterschieden. Durch die gemeinschaftlichen Wärmeversorgung mit hohen Anschlussquoten können stabile und faire Preisentwicklungen für Verbraucherinnen und Verbraucher ermöglichen werden. In der Bewertung sollen auch die Bedenken für eine Monopolstellung ernstgenommen und Befreiungs- und Härtefallmöglichkeiten berücksichtigt werden.

Handlungsschritte

1	Bewertungs- und Prüfauftrag klären: Recht auf Anschluss gegenüber Benutzungspflicht vergleichen, Ziele, Gebiete, Kriterien und Zuständigkeiten festlegen
2	Machbarkeit prüfen: Rechtlich, technisch, wirtschaftlich, sozial und CO2-Wirkung bewerten. Dabei sollten die Stakeholder eingebunden werden.
3	Optionen vergleichen zwischen dem Benutzungszwang und den Alternativen. Dabei sollten die Chancen und Risiken und auch bei den alternativen Pfaden die Folgen, wie den Ausbau des Stromnetzes und die damit verbundenen Folgekosten, dargestellt werden.
4	Bewertung abgeben, um eine Entscheidung zu treffen: Positiv → Umsetzung gemäß Satzung/Gebietsabgrenzung/Preisrahmen prüfen Negativ → Alternativpfad ohne Pflicht umsetzen
5	Befreiung und Ausnahmen klar beschreiben, z.B. EE – Einzelversorgung ist nachweislich emissionsärmer, es bestehen besondere soziale Härten oder technische Unmöglichkeiten

Auswirkung auf die Zielerreichung

Erhöht Anschlussquote und Dekarbonisierungstempo, verbessert Wirtschaftlichkeit

CO2-Einsparpotenzial

mittel

Förderung

Kopplung mit BEW-Förderung für effiziente Wärmenetze

Risiken

Akzeptanzprobleme bei Eigentümern durch Bindung und Preiswahrnehmung

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Transparente Preis- und Qualitätskommunikation, Sozial- und Härtefallregelungen Sicherung der Erzeugungskapazitäten (grüne Wärme), Netzplanung und Redundanzen

Außenwirkung

Stärkung der Wärmewende, Versorgungssicherheit und Standortattraktivität Signal für verlässliche, klimafreundliche Quartiersentwicklung

7.3 Maßnahmen Klimaneutrale Einzelversorgung und Sanierung

Beratungspakete für Eigentümer und Bewohner zur Wärmewende

Beratungspaket für Eigentümer und Bewohner zur Sanierung, Heizungswechsel und zu möglichen Förderungen

Einordnung

Handlungsfeld:
Umsetzungsstrategie für Klimaneutrale Einzelversorgung

Akteure

Stadt Bochum
Zielgruppe: Gebäudeeigentümer und Bewohner

Bewertung

Koordinationsaufwand: mittel
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: Personalkosten
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

Der empfohlene Modernisierungsumfang für Gebäude ist komplex und kann den Bürger abschrecken. Dies stellt oftmals eine finanzielle Herausforderung dar. Relevante Wärmebedarfseinsparungen können schon mit ersten kleineren und vergleichsweise geringen Investitionen erreicht werden. Die Stadt Bochum bietet bereits eine Energieberatung für Eigentümer und Bewohner durch die Verbraucherzentrale an.

Ziel der Maßnahme

Die bestehende Energieberatung soll beibehalten und falls erforderlich ausgebaut werden. In diesen Angeboten sollen die Kosten und der Nutzen der Maßnahmen inkl. aller potenziellen Förderungen aufgezeigt werden. Die Beratung soll nicht nur online zur Verfügung gestellt werden, sondern auch als aufsuchende Beratung stattfinden. Es soll auf direkte und gezielte Ansprache gesetzt werden. Die Stadt kann mittels Newsletter die Energieberater über neue Entwicklungen informieren.

Handlungsschritte	
1	Analyse der verschiedenen Beratungsbedarfe
2	Kooperation mit der Verbraucherzentrale und Energieberatungen
3	Ausbau der bereits bestehenden Energieberatung für Eigentümer
4	Erstellung von online verfügbaren Beratungspaketen und aufzeigen von möglichen Anlaufstellen für die Bürger

Auswirkung auf die Zielerreichung

Erhöhung der Heizungswechselquote

CO2-Einsparpotenzial

hoch

Förderung

-

Risiken

Keine

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

-

Außenwirkung

Der Bürger fühlt sich mit den Herausforderungen der Energiewende nicht alleine gelassen.

Der Heizungstausch in kommunalen Liegenschaften sollte weiter voran getrieben werden

Heizungsumstellung in Gebäuden kommunaler Liegenschaften und Quartieren

Einordnung

Handlungsfeld:
Klimaneutrale Einzelversorgung

Akteure

Stadt Bochum

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: mittelfristig
Kosten: hoch
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

Einige der kommunalen Gebäude und Quartiere in Bochum werden derzeit noch mit fossilen Heizsystemen wie Gas- oder Ölheizungen beheizt. Diese verursachen hohe CO_2-Emissionen und entsprechen nicht den zukünftigen Anforderungen an eine klimaneutrale Wärmeversorgung.

Ziel der Maßnahme

Das Ziel ist die schrittweise Umstellung der Heizungsanlagen in kommunalen Liegenschaften und ausgewählten Quartieren auf erneuerbare Wärmeerzeugungsanlagen. Vorranging sollte sich an die anliegenden Wärmenetze angeschlossen werden, um als Ankerkunde für die Nachbarschaft zu dienen. Damit soll ein wesentlicher Beitrag zur Dekarbonisierungund Vorbildfunktion der Stadt geleistet werden

Handlungsschritte

1	Erfassung und Bewertung des aktuellen Heizungsbestands in kommunalen Gebäuden und Quartieren
2	Entwicklung eines Umstellungskonzepts mit Priorisierung nach CO_2-Einsparpotenzial und Wirtschaftlichkeit
3	Schrittweise Umsetzung der Umstellung in den identifizierten Objekten

Auswirkung auf die Zielerreichung

CO_2-Reduktion

CO2-Einsparpotenzial

mittel

Förderung

Kommunalinvestitionsförderungsgesetz, BEG, progres.nrw

Risiken

Hohe Investitionskosten

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Bestandsaufnahme

Außenwirkung

Vorbildfunktion und Signalwirkung. Bei einem Anschluss an ein Wärmenetz kann die Liegenschaft ein Ankerkunde sein

Erhöhung der bisher knappen Handwerkerkapazitäten für energetische Sanierungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten

Erhöhung der Handwerker - kapazitäten

Einordnung

Handlungsfeld:
Umsetzungsstrategie für Klimaneutrale Einzelversorgung

Akteure

Stadt Bochum
Handwerkskammer

Bewertung

Koordinationsaufwand: mittel
Zeitrahmen: kurz - mittel
Kosten: Personalkosten
Priorität: mittel

Beschreibung der Ist-Situation

Die Energetische Modernisierung ist wichtig, um die Sanierungsquote zu erhöhen und damit den Wärmebedarf in Bochum zu reduzieren. Für die Sanierung und den Einbau von Wärmepumpen werden Klimatechniker und für den Bau neuer Wärmeleitungen werden Tiefbauarbeiter benötigt.

Ziel der Maßnahme

Die Erhöhung der Handwerkerkapazitäten ermöglicht es den Bürgern, Sanierungen und Heizungswechsel schneller umzusetzen . Dadurch können die Klimaziele zügiger erreicht werden. Das Handwerk soll auch nach Abschluss der Wärmeplanung weiterhin im gesamten Governance -Prozesse eingebunden bleiben. Durch Werbung an Schulen können junge Menschen für das Handwerk begeistert werden und die Diskussion über diese Themen an die Küchentische tragen .

Handlungsschritte

1	Bedarf mit HWK/Innungen erheben, Bündnis schließen
2	Werbung für das Handwerk machen. Die Stadt könnte im Zuge der KWP -Kommunikation auch in die Schulen gehen und (u.a.) für Handwerk als zukunftsfähigen und bedeutsamen Jobmarkt werben
3	Monitoring schaffen mit Abschlussquoten, Vermittlung. Dieser ist jährlich anzupassen

Auswirkung auf die Zielerreichung

Erhöhung der Heizungswechselquote

CO2-Einsparpotenzial

hoch

Förderung

-

Risiken

Keine

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Absprachen mit der Handwerkskammer

Außenwirkung

Eine Erhöhung der Handwerkerkapazitäten ist für alle Infrastrukturellen Themen der Stadt notwendig.

Multiplikationseffekte durch die Informationsveranstaltungen in Vereinen

Multiplikationseffekte in Vereinen anregen

Einordnung

Handlungsfeld:
Umsetzungsstrategie für Klimaneutrale Einzelversorgung

Akteure

Stadt Bochum
Stadtwerke Bochum
Energieberater
Innungen und Handwerksunternehmern
Zielgruppe: Vereine

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: Personalkosten
Priorität: mittel

Beschreibung der Ist-Situation

Es gibt eine große Gruppe von Bürgern in Bochum, die noch nichts von der kommunalen Wärmeplanung und der damit einhergehende Wärmewende gehört haben. Dies kann beispielsweise durch sprachliche Barrieren der Fall sein.

Ziel der Maßnahme

Ziel ist es, diese bislang unerreichten Zielgruppen zu erreichen und sie für einen Heizungswechsel sowie die energetische Modernisierung ihrer Immobilie zu motivieren. Dazu sollen auch Vereine angesprochen werden, um Vor-Ort die Vereinsmitglieder für die Themen der Wärmewende zu sensibilisieren und sie an bestehende, professionelle Beratungsangebote weiterzuvermitteln. Dies kann auch in Zusammenarbeit den Stadtwerken passieren. Es ist ausdrücklich nicht das Ziel, die bestehenden professionellen Beratungsangebote zu ersetzen. Vielmehr soll durch persönliche Empfehlungen ein Multiplikationseffekt entstehen.

Handlungsschritte	
1	Verschiedenste Vereine ansprechen und für eine Informationsveranstaltung gewinnen. Dabei kommen bspw. Sportvereine, örtl. Parteien, Kirchengemeinden oder auch Großarbeitgeber (z.B. Ruhr Uni) in Betracht. Alternativ können Kunden-Veranstaltung der Sparkasse Bochum oder anderer angeboten werden.
2	Einsätze auf den Infoabenden in den Vereinen und Vermittlung an professionelle Beratungsangebote. Dabei können Best Practices, die ersten Schritte und ein Faktencheck dargestellt werden.
3	Wirkung messen: Reichweite, Beratungen, Abschlüsse

Auswirkung auf die Zielerreichung

Erhöhung der Heizungswechselquote

CO2-Einsparpotenzial

indirekt

Förderung

-

Risiken

Keine

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Geeignete Vereine suchen

Außenwirkung

In den Verein können andere Zielgruppen erreichen werden

Die Beratung zur Sanierung gezielt fördern: Ertüchtigung für den Abruf von Landes- und Bundesfördermitteln

Fördermittel für die Beratung in Quartieren mit hohem Sanierungsbedarf

Handlungsfeld:
Umsetzungsstrategie für Wärmenetze

Stadt Bochum
Zentrales Fördermanagement
Wohnungswirtschaft
Handwerkskammer

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: kurz - mittelfristig
Kosten: Personalkosten
Priorität: mittel

Quartiere mit hoher energetischer Belastung benötigen gezielte Unterstützung. Das KfW-Programm 432 dazu wurde reaktiviert. Bestehende Individualberatung der Verbraucherzentrale ist vorhanden, ein systematischer Quartiersansatz fehlt.

Fördermittel für die Beratung in Quartieren mit hohem Sanierungsbedarf sichern und einsetzen, um energetische Quartierssanierungen zu beschleunigen, Kosten für Eigentümer zu senken und soziale Effekte abzufedern. Eine Möglichkeit für diese Quartiere können auch Nahwärmenetze sein.

Handlungsschritte	
1	Gebiete mit hohem Sanierungsbedarf werden datengestützt ausgewählt und kartiert. Kriterien sind Energieeinsparpotenziale, städtebauliche Herausforderungen und die Eignung für eine Quartiersbezogene Wärmeversorgung mit ausreichender Wärmedichte. Hier sind besonders die identifizierten Gebiete aus Kapitel 5.3 zu nennen.
2	Anforderungen für das KfW-Programm 432 und progress.nrw klären und Antragsstrategie festlegen.
3	Politische Beschlüsse herbeiführen, Ressourcen bereitstellen, Träger für Quartiersmanagement beauftragen.
4	Maßnahmenpaket im Quartier ausrollen, Förderanträge abwickeln, Kennzahlen tracken und auf weitere Quartiere skalieren.

Erhöht Anschlussquote und Dekarbonisierungstempo, verbessert Wirtschaftlichkeit

abhängig von Gebietsgröße und Sanierungsquote

KfW-Programm 432, progress.nrw (Landesprogramm)

Förderfenster/Richtlinien ändern sich, Engpässe im Handwerk

-

Sichtbares städtisches Engagement, soziale Flankierung und Transparenz über Förderwege für ganze Quartiere

7.4 Maßnahmen Begleitende Prozesse und Umfeldmaßnahmen

Durch den kontinuierlichen Prozess kann der Wärmeplan an neue Entwicklungen angepasst werden

Prozess der Wärmeplanung fortsetzen

Einordnung

Handlungsfeld:
Begleitende Prozesse und Umfeldmaßnahmen

Akteure

Stadt Bochum
Stadtwerke Bochum
Wohnungswirtschaft
Sonstige relevante Akteure

Bewertung

Koordinationsaufwand: mittel
Zeitrahmen: mittelfristig
Kosten: Personalkosten
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

Die Stadt Bochum hat bereits erste Schritte in der kommunalen Wärmeplanung unternommen. Die erste kommunale Wärmeplanung wird derzeit durchführt. Für eine erfolgreiche Wärmewende ist es jedoch notwendig, den Planungsprozess kontinuierlich weiterzuführen und regelmäßig zu aktualisieren.

Ziel der Maßnahme

Ziel ist es, den Prozess der kommunalen Wärmeplanung strukturiert fortzusetzen, die Ergebnisse zu vertiefen, neue Entwicklungen zu integrieren und die Umsetzung der Maßnahmen zu begleiten. Die Wärmeplanung soll als dynamischer Prozess verstanden werden, der regelmäßig überprüft und an neue Rahmenbedingungen angepasst wird.

Handlungsschritte	
1	Regelmäßige Aktualisierung der Datenbasis und Überprüfung der Annahmen im Wärmepla
2	Integration neuer Technologien, Fördermöglichkeiten und gesetzlicher Vorgaben in die Planung.
3	Fortlaufende Einbindung relevanter Akteure und Stakeholder in den Planungsprozess.
4	Öffentlichkeitsarbeit und transparente Kommunikation der Fortschritte und nächsten Schritte.

Auswirkung auf die Zielerreichung

Durch die Anpassungen können die Ziele zuverlässiger erreicht werden

CO2-Einsparpotenzial

indirekt

Förderung

-

Risiken

-

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Monitoring und Akteursbeteiligung

Außenwirkung

Transparenz und Verlässlichkeit

Der Fortschritt durch die Kommunale Wärmeplanung kann durch eine Monitoringsystem sichtbar gemacht werden

System zum Monitoring der Zielerreichung

Einordnung

Handlungsfeld:
Begleitende Prozesse und Umfeldmaßnahmen

Akteure

Stadt Bochum
Stadtwerke Bochum

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: Personalkosten
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

Derzeit ist die kommunale Wärmeplanung noch nicht abgeschlossen. Somit können der Fortschritt und die Auswirkungen der kommunalen Wärmeplanung noch nicht erfasst werden.

Ziel der Maßnahme

Ziel ist die Entwicklung und Einführung eines transparenten, digitalen Monitoringsystems, das zentrale Kennzahlen (z.B. CO_2-Einsparungen, Anschlussquoten, Umsetzungsstand von Maßnahmen) regelmäßig erfasst, auswertet und für Verwaltung, Politik und Öffentlichkeit verständlich darstellt. Somit wäre eine gezielte Steuerung und Nachjustierung möglich.

Handlungsschritte	
1	Definition der zu überwachenden Ziele und relevanten Kennzahlen.
2	Konzeption und ggfs. Auswahl eines geeigneten digitalen Monitoringsystem
3	Aufbau der notwendigen Datenschnittstellen und Prozesse zur kontinuierlichen Datenerfassung.
4	Regelmäßige Auswertung und Veröffentlichung der Monitoring-Ergebnisse.

Auswirkung auf die Zielerreichung

Transparenz und Steuerbarkeit

CO2-Einsparpotenzial

indirekt

Förderung

-

Risiken

Datenqualität

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Datenanalyse und Systemauswahl

Außenwirkung

Gesteigerte Nachvollziehbarkeit und Akzeptanz

Durch beschleunigte Prozesse kann Bochum schneller dekarbonisiert werden

Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsprozessen

Einordnung

Handlungsfeld:
Begleitende Prozesse und Umfeldmaßnahmen

Akteure

Stadt Bochum
Stadtwerke Bochum

Bewertung

Koordinationsaufwand: mittel
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: Personalkosten
Priorität: hoch

Handlungsschritte

1	Analyse der Abläufe und Prozessen um Engpässe und Quick-Wins identifizieren
2	Erarbeitung von Musteranträge und Checklisten, um den schnelleren Ausbau von Infrastrukturprojekten und den Bau von EE-Anlagen zu ermöglichen
3	Ermöglichung der Digitale Einreichung und dabei die TÖB-Beteiligung parallelisieren
4	Nach Möglichkeit eine Vollständigkeits- und Plausibilitätsprüfung bei der digitalen Anwendung einbauen

Beschreibung der Ist-Situation

Das Erreichen einer klimaneutralen Wärmeversorgung setzt den Bau von EE-Anlagen und den Ausbau der Wärmenetz- und Stromnetzinfrastruktur voraus. Die ersten Schritte werden derzeit schon im Rahmen der AG Infrastrukturtransformation angegangen.

Ziel der Maßnahme

Durch die Optimierung der internen Prozesse und/oder den Kapazitätsaufbau in den entsprechenden Stellen können die Genehmigungsprozesse in möglichst kurzer Zeit zuverlässig bearbeitet werden: Eine Beschleunigung der Genehmigungsverfahren reduziert das Risiko von Finanzierungslücken und erleichtert die Umsetzung der Investitionsvorhaben, da oftmals keine Finanzierung ohne die Genehmigung möglich ist. Außerdem gibt es Für die Klärung der Bergbaulichen Sicherung ist eine eigne Maßnahme vorgesehen.

Auswirkung auf die Zielerreichung

Beschleunigung des Ausbaus der EE-Anlagen und des Wärmenetzes

CO2-Einsparpotenzial

indirekt

Förderung

-

Risiken

-

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Aufbau von personellen Kapazitäten

Außenwirkung

Akzeptanzsteigerung durch kurze Genehmigungszeiten

Eine Kompetenzstelle in der Stadtverwaltung könnte die vielfältigen Herausforderungen der Wärmewende lösen

Aufbau einer Kompetenzstelle

Einordnung

Handlungsfeld:
Begleitende Prozesse und Umfeldmaßnahmen

Akteure

Stadt Bochum

Bewertung

Koordinationsaufwand: mittel
Zeitrahmen: kurz - mittel
Kosten: Personalkosten
Priorität: mittel

Beschreibung der Ist-Situation

Auf die Kommune kommen in der Wärmewende vielfältige Aufgaben zu. Dabei muss sie unterschiedliche Rollen einnehmen. Sie tritt dabei als Koordinator, Regulator, Motivator, Verbraucher oder Vermittler auf.

Ziel der Maßnahme

Das Ziel der Maßnahme ist der systematische Aufbau des hierfür notwendigen Fachwissens und der Entscheidungsstrukturen innerhalb der Verwaltung. Dafür soll eine eigenständige Kompetenzstelle aufgebaut werden. Diese soll eine Umsetzende und keine beratende Stelle sein. Dafür sollen Zuständigkeiten definiert werden und das Monitoring gemäß des Wärmeplanungsgesetz ermöglicht werden.

Handlungsschritte	
1	Mandat, Aufgaben und Personal per Ratsbeschluss festlegen
2	Standards, Vorlagen, WissensWiki erstellen und ein MonitoringTool erarbeiten
3	Eröffnung einer verwaltungsinternen Anlaufstelle mit Querschnittsfunktion
4	Die Kommunikation rund um die Wärmewende soll über diese Stelle laufen. Es sollen Jahresprogramme und öffentlicher Fortschrittsberichte veröffentlich werden

Auswirkung auf die Zielerreichung

indirekt

CO2-Einsparpotenzial

indirekt

Förderung

-

Risiken

keine

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

keine

Außenwirkung

Die Stadt zeigt Kompetenz beim Thema Wärmewende

Die bestehende Zusammenarbeit sollte verstetigt werden, um einen schnelleren Ausbau und Umsetzung der Wärmeversorgungslösung zu sichern

Verstetigung der Zusammenarbeit zwischen den Akteuren

Einordnung

Handlungsfeld:
Begleitende Prozesse und Umfeldmaßnahmen

Akteure

Stadt Bochum
Stadtwerke Bochum
Wohnungswirtschaft
Punktuell Handwerkskammer, Banken und Interessenverbände Private Eigentümer

Bewertung

Koordinationsaufwand: niedrig
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: Personalkosten
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

Die einzelnen Akteure arbeiten in der Unit Wärmewende und im Lenkungskreis bereits seit mehreren Jahren erfolgreich zusammen. Die Umsetzung der Wärmewende erfordert eine starke Koordination. Um die großflächig zu ermöglichen, sollte diese Arbeit in den bestehenden Strukturen verstetigt werden.

Ziel der Maßnahme

Das Hauptziel ist die Verstetigung der effektiven Abstimmung und Koordination mit allen relevanten Akteuren. Diese sollen auch umzusetzenden Maßnahmen priorisieren. Durch agile Koordinierungs- und Projektgruppen wird die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung beschleunigt und die Qualität der Ergebnisse verbessert. Die Gruppen dienen als zentrale Plattform für den Austausch von Informationen, die gemeinsame Entwicklung von Lösungen und die frühzeitige Identifikation von Herausforderungen.

Handlungsschritte	
1	Lenkungskreis fortsetzen (Stadt, Stadtwerke, Wohnungswirtschaft) und ggfs. die Parameter neu definieren. (Wer befasst sich wann mit welchen Themen in agilen Projektgruppen?)
2	Ausbau einer Kommunikationsschnittstelle zwischen Akteuren der leitungsgebundenen Versorgung und der dezentralen Versorgung: Energieberater, die zu Heizungsaustausch und Sanierung beraten, sollten Informiert sein in welchen Gebieten eine leitungsgebundene Wärmeversorgung vorgesehen ist und in welchen nicht, um eine gesteuerte Beratung anbieten zu können
3	Gemeinsame Datenplattform/Geodaten-Layer etablieren (Kapazitäten, Fahrpläne)
4	Jahresfahrpläne synchronisieren; Tiefbau bündeln; feste Eskalations- und Feedbackpfade

Auswirkung auf die Zielerreichung

Schnellerer Ausbau und Umsetzung von Wärmeversorgungslösungen

CO2-Einsparpotenzial

indirekt

Förderung

-

Risiken

keine

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

-

Außenwirkung

Öffentlichkeitswirksame Vermittlung der kommunalen Ziele

Analyse und Nutzung zusätzlicher kommunaler Handlungsmöglichkeiten zur Steuerung der Wärmewende in Bochum

Prüfung weiterer kommunaler Steuerungsmöglichkeiten

Einordnung

Handlungsfeld:
Klimaneutrale Einzelversorgung

Akteure

Stadt Bochum

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: Personalkosten
Priorität: niedrig

Beschreibung der Ist-Situation

Die Stadt Bochum verfügt bereits über grundlegende Strategien zur Wärmewende, jedoch sind die kommunalen Steuerungsinstrumente (z.B. Satzungen, Förderprogramme, Vorgaben in Bebauungsplänen) bislang nur teilweise ausgeschöpft. Es bestehen zusätzliche Potenziale, die Wärmewende durch gezielte kommunale Maßnahmen und Rahmenbedingungen weiter zu beschleunigen.

Ziel der Maßnahme

Ziel ist es, systematisch zu analysieren, welche weiteren kommunalen Steuerungsinstrumente zur Unterstützung der Wärmewende eingesetzt werden können. Dazu gehören rechtliche, planerische und finanzielle Instrumente, die den Ausbau erneuerbarer Wärme und die Dekarbonisierung fördern

Handlungsschritte	
1	Identifikation relevanter kommunaler Steuerungsinstrumente, bspw. durch Austausch mit anderen Kommunen.
2	Analyse der rechtlichen und praktischen Umsetzbarkeit verschiedener Instrumente
3	Entwicklung von Vorschlägen für neue Steuerungsmöglichkeiten
4	Abstimmung der Vorschläge mit Politik, Verwaltung und relevanten Akteuren, um Akzeptanz und Umsetzbarkeit zu sichern
5	Vorbereitung von Pilotprojekten oder Modellanwendungen zur Erprobung ausgewählter Steuerungsmaßnahme

Auswirkung auf die Zielerreichung

Steuerung der Wärmewende

CO2-Einsparpotenzial

indirekt

Förderung

-

Risiken

Aufbau zusätzlicher Bürokratie

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Erfahrungsaustausch und Bestandsaufnahme

Außenwirkung

Gestaltungswille der Stadt wird sichtbar

Die Informationen über die Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung steigern die Akzeptanz in der breiten Öffentlichkeit

Breite Informationen über die Ergebnisse für die Öffentlichkeit

Einordnung

Handlungsfeld:
Begleitende Prozesse und Umfeldmaßnahmen

Akteure

Stadt Bochum
Handwerkskammer
Verbraucherzentrale
Stadtwerke Bochum
Wohnungswirtschaft

Bewertung

Koordinationsaufwand: mittel
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: Personalkosten
Priorität: mittel

Beschreibung der Ist-Situation

Die breite Berichterstattung über das GEG hat die Kommunale Wärmeplanung in die Öffentlichkeit gerückt und viele Unsicherheiten geschürt.

Ziel der Maßnahme

Das Ziel ist es, die Öffentlichkeit und insbesondere die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer transparent und verständlich über die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zu informieren. Die Maßnahme soll Akzeptanz und Beteiligung fördern, Unsicherheiten abbauen und die Grundlage für die Umsetzungsmaßnahmen schaffen. Sie unterstützt die Motivation zur energetischen Sanierung, zum Anschluss an Wärmenetze und zur Nutzung erneuerbarer Energien.

Handlungsschritte

1	Internetauftritt als Informationsplattform: Ergebnisse mit den Stadtwerken Bochum aufbereiten: Karten, Engpässe und Zeitachsen verständlich und in einfacher Form darstellen
2	Gemeinsame Formate mit der Stadt, den Stadtwerken: Sechs Veranstaltungen in den Stadtbezirken gemeinsam mit Handwerkskammer und Verbraucherzentrale, aktive Ansprache der Gebäudeeigentümerinnen und –eigentümer
3	Gebietsbezogene Ausbaufahrpläne transparent machen
4	Übergangsoptionen für die Bürger darstellen. Dazu gehören Lastmanagement, Speicher und Tarife

Auswirkung auf die Zielerreichung

Erhöhung der Heizungswechselquote und der Akzeptanz

CO2-Einsparpotenzial

indirekt

Förderung

-

Risiken

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Abschluss und Verabschiedung der KWP

Außenwirkung

Unsicherheiten bei den Bürgern werden abgebaut

7.5 Maßnahmen Versorgungssicherheit

Mit einer Überprüfung des Stromnetzes wird sichergestellt, dass der erhöhte Strombedarf durch die Elektrifizierung der Wärmeversorgung übertragen werden kann

Stromnetzverträglich-keitsprüfung

Einordnung
Handlungsfeld: Versorgungssicherheit

Akteure
Stadtwerke Bochum Netz Stadt Bochum

Bewertung
Koordinationsaufwand: niedrig **Zeitrahmen:** kurzfristig **Kosten:** niedrig **Priorität**: hoch

Beschreibung der Ist-Situation
Aktuell basiert die Wärmeerzeugung in Bochum insb. auf Erdgas. Der Strombedarf geht auf Nutzstrom, Beleuchtung und Industrielle Prozesse zurück.

Ziel der Maßnahme
Durch die Maßnahme wird erreicht, dass Engpässe im Stromnetz durch den Mehrverbrauch durch zentrale und dezentrale Wärmepumpen ermittelt werden. Falls erforderlich, werden Maßnahmen zur Ertüchtigung des Stromnetzes abgeleitet, sodass die Wärmeversorgung in den Gebieten auf Strom umgestellt werden kann.

Handlungsschritte	
1	Ausweisung von Mehrbedarfen aus den Erkenntnissen der KWP
2	Beauftragung der Stromnetzbetreiber für eine Netzverträglichkeitsprüfung
3	Durchführung der Netzverträglichkeitsprüfung

Auswirkung auf die Zielerreichung
Es stellt die Weichen für eine nachhaltige Wärmeversorgung

CO2-Einsparpotenzial
Kein direktes Einsparungspotenzial.

Förderung
Keine

Risiken
Keine

Flankierende / Vorherige Aktivitäten
Validierung der Ergebnisse der KWP durch Umfragen

Außenwirkung
Außenwirkung gibt es nur indirekt, z.B. durch Information der Einwohner Bochum

Ein standardisiertes Vorgehen sorgt für Effizienz, Nachvollziehbarkeit und Gleichbehandlung aller Eigentümer

Konzession für private Wegerechte

Einordnung

Handlungsfeld:
Versorgungssicherheit

Akteure

Stadtwerke Bochum
Stadt Bochum
Zielgruppe: Gebäudeeigentümer

Bewertung

Koordinationsaufwand: mittel
Zeitrahmen: kurzfristig
Kosten: niedrig
Priorität: mittel

Beschreibung der Ist-Situation

Für die Umsetzung neuer Infrastrukturprojekte ist es häufig notwendig, private Grundstücke zu queren. Bisher erfolgt die Einholung von Wegerechten oft individuell und projektbezogen, was zu Verzögerungen, Unsicherheiten und erhöhtem Aufwand führen kann.

Ziel der Maßnahme

Ziel ist die Entwicklung und Einführung eines standardisierten, transparenten Verfahrens zur Einholung privater Wegerechte. Dieses Verfahren soll klare Abläufe, einheitliche Vertragsmuster und Kommunikationswege vorgeben, um die Prozesse zu beschleunigen und die Rechtssicherheit zu erhöhen. Hierbei soll besonders die Möglichkeit der Nutzung von Bürgersteigen, die sich in privater Hand befinden, standardisiert werden.

Handlungsschritte	
1	Entwicklung eines standardisierten Ablaufs für die Einholung privater Wegerechte, inklusive Zeitplan und Verantwortlichkeiten.
2	Erstellung und rechtliche Prüfung von Musterverträgen und Informationsmaterialien für die Eigentümer.
3	Systematische Kontaktaufnahme und transparente Information der Eigentümer gemäß dem festgelegten Ablauf.
4	Dokumentation aller abgeschlossenen Wegerechtsvereinbarungen und kontinuierliche Optimierung des Verfahrens auf Basis von Praxiserfahrungen.

Auswirkung auf die Zielerreichung

Beschleunigung von Infrastrukturprojekten

CO2-Einsparpotenzial

Indirekt

Förderung

-

Risiken

Einzelfallabweichungen und Akzeptanzprobleme

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Abstimmung mit Rechtsabteilung

Außenwirkung

-

Ausbau des Stromnetzes zur Unterstützung der Wärmewende

Ausbau des Stromnetzes

Einordnung

Handlungsfeld:
Versorgungssicherheit

Akteure

Stadtwerke Bochum Netz
Vorgelagerter Netzbetreiber

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: dauerhaft
Kosten: hoch
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

Das bestehende Stromnetz in Bochum ist auf die aktuellen Anforderungen ausgelegt, stößt jedoch angesichts des steigenden Strombedarfs durch Wärmepumpen und Sektorkopplung zunehmend an seine Kapazitätsgrenzen. Engpässe und Versorgungsrisiken können die Umsetzung der Wärmewende hemmen.

Ziel der Maßnahme

Ziel ist der gezielte Ausbau des Stromnetzes, um eine sichere, leistungsfähige und zukunftsfähige Infrastruktur für die Integration erneuerbarer Energien zu schaffen.

Handlungsschritte	
1	Durchführung einer detaillierten Netz- und Lastanalyse zur Identifikation von Engpässen.
2	Abstimmung mit Netzbetreibern und relevanten Akteuren über den Ausbaubedarf.
3	Planung und Priorisierung von Ausbau - und Modernisierungsmaßnahmen.
4	Einholung notwendiger Genehmigungen und Sicherstellung der Finanzierung
5	Umsetzung der Maßnahmen und kontinuierliches Monitoring des Netzzustands.

Auswirkung auf die Zielerreichung

Versorgungssicherheit

CO2-Einsparpotenzial

Indirekt

Förderung

Risiken

Hohe Investitionskosten

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Stromnetzverträglichkeitsprüfung, Netz- und Bedarfsanalyse

Außenwirkung

Steigerung der Zukunftsfähigkeit

Durch den Anschluss an das Wasserstoffkernnetz kann die Hochtemperatur-Industrie versorgt und Spitzenlast der Fernwärme zukünftig zuverlässig klimaneutral erzeugt werden

Anschluss an das Wasserstoffkernnetz ermöglichen zur Spitzenlasterzeugung

Einordnung

Handlungsfeld: Versorgungssicherheit

Akteure

Stadtwerke Bochum Netz
Stadt Bochum
Politische Entscheidungsträger

Bewertung

Koordinationsaufwand: hoch
Zeitrahmen: langfristig
Kosten: niedrig
Priorität: hoch

Beschreibung der Ist-Situation

Aktuell basiert die Wärmeerzeugung in Bochum insb. auf Erdgas. Der Bau des deutschen Wasserstoffkernnetzes befindet sich aktuell in der Umsetzung und soll auch durch Bochum verlaufen.

Ziel der Maßnahme

Ziel ist der Anschluss der Stadt Bochum an das Wasserstoffkernnetz, um zukünftig die Spitzenlast klimaneutral und flexibel mit Wasserstoff abdecken zu können. Dadurch kann die zukünftige Spitzenlastabdeckung des Wärmenetzes mit Wasserstoff realisiert werden. Auch eine Dekarbonisierung der Industrie kann damit erleichtert werden.

Handlungsschritte	
1	Frühzeitige Interessenbekundung der Stadtwerke und der Stadt für einen Anschluss an das Wasserstoffnetz
2	Aktive Beteiligung an regionalen und nationalen Wasserstoffinitiativen sowie gezielte Lobbyarbeit, um die Priorisierung Bochums im Ausbauplan zu fördern.
3	Frühzeitige Planung und Sicherstellung der technischen Voraussetzungen für den Anschluss an das Wasserstoffkernnetz schaffen
4	Erzeuger für die Umrüstung des Brennstoffes vorbereiten

Auswirkung auf die Zielerreichung

Versorgungssicherheit der grünen Spitzenlast

CO2-Einsparpotenzial

hoch

Förderung

IPCEI Wasserstoff

Risiken

Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit

Flankierende / Vorherige Aktivitäten

Interessenbekundung / Lobbyarbeit
Sicherstellung der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit

Außenwirkung

Wasserstoffverfügbarkeit erhöht die Attraktivität des Standorts Bochum

8. Monitoring- und Verstetigungskonzept

Mit Abschluss des Kommunalen Wärmeplans beginnt die Phase der Umsetzung und fortlaufenden Bewertung. Das Wärmeplanungsgesetz (WPG 2024) verpflichtet die planungsverantwortliche Stelle, den Wärmeplan spätestens alle fünf Jahre zu überprüfen und bei Bedarf fortzuschreiben (§ 25 WPG). Darüber hinaus empfiehlt es sich, in 1–2-jährigem Abstand ein ergänzendes Monitoring durchzuführen, um frühzeitig Hinweise auf Fortschritte, Abweichungen und erforderliche Anpassungen zu erhalten. Parallel hierzu wird die Stadt Bochum ein Verstetigungskonzept erarbeiten, das die strukturellen Voraussetzungen für eine dauerhafte Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen der Umsetzungsstrategie definiert.

8.1 Monitoring

Das Monitoring dient der fortlaufenden Beobachtung zentraler Parameter der städtischen Wärmeversorgung. Hierzu zählen insbesondere der Ausbau und die Verdichtung des Fernwärmenetzes, die Entwicklung erneuerbarer und unvermeidbarer Wärmequellen, die Gebäudesanierungsaktivitäten sowie der Umsetzungsstand priorisierter Maßnahmen.

Die fachliche Zuständigkeit liegt bei der zuständigen Verwaltungseinheit der Stadt Bochum. Die Stadtwerke Bochum, die bereits im gesamten Erstellungsprozess kontinuierlich eingebunden waren und maßgebliche Aufgaben in der Umsetzung übernehmen, bleiben weiterhin eng zu beteiligen. Der seit 2023 bestehende Lenkungskreis Wärmewende wird ergänzend herangezogen, insbesondere zur Abstimmung von Umsetzungsschritten, zur Klärung von Schnittstellen sowie zum Zugang zu relevanten Daten. Weitere lokale Akteure, insbesondere die Wohnungswirtschaft, liefern fortlaufend Informationen.

Die Datengrundlage umfasst Anschluss- und Verbrauchsdaten der Stadtwerke, Angaben zu Erzeugungsstrukturen, Fernwärmeausbau und Gebäudebestand sowie Rückmeldungen aus laufenden Projekten. Auf dieser Basis werden zentrale Indikatoren wie Ausbaugrade, Anteile erneuerbarer Wärme und der Fortschritt priorisierter Maßnahmen bewertet.

8.2 Verstetigung

Die Stadt Bochum wird ein Verstetigungskonzept entwickeln, das festlegt, wie die im Monitoring genannten Akteure – Stadtverwaltung, Stadtwerke Bochum, Wohnungswirtschaft und weitere Partner – dauerhaft und strukturiert in den Umsetzungsprozess eingebunden werden. Ziel ist die institutionelle Absicherung der für die Wärmewende erforderlichen Abstimmungs-, Daten- und Entscheidungsprozesse.

Hierzu sind insbesondere folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Festlegung von klaren Zuständigkeiten und Prozessabläufen für die Umsetzung der Maßnahmen,
- Sicherstellung der regelmäßigen Zusammenarbeit zwischen Verwaltung, Stadtwerken und weiteren Akteuren,
- Integration der Monitoring-Ergebnisse in Entscheidungs- und Priorisierungsprozesse,
- dauerhafte Sicherstellung von Ressourcen, Datenzugängen und fachlicher Expertise.
- Empfehlenswert ist die Einrichtung einer verwaltungsinternen Koordinierungsstelle, die Monitoring-Ergebnisse auswertet, Abstimmungsprozesse vorbereitet und als zentrale Ansprechstelle fungiert.
- Ein regelmäßig tagendes Umsetzungsgremium sollte die laufende Abstimmung zwischen den beteiligten Akteuren gewährleisten. Diese Funktion kann durch den bestehenden Lenkungskreis Wärmewende wahrgenommen werden, sofern dessen Mandat entsprechend angepasst bzw. fortgeführt wird.

Die Ergebnisse des Monitorings bilden die Grundlage für die gemäß WPG vorgeschriebene Fünfjahresprüfung und mögliche Fortschreibung des Wärmeplans. Wesentliche Ergebnisse werden nach Maßgabe der geltenden Vorgaben veröffentlicht.

9. Partizipationsprozess

Die Beteiligung relevanter Akteursgruppen ist ein tragender Pfeiler der kommunalen Wärmeplanung. Sie schafft Transparenz über Ziele, Zielszenarien und erwartbare Auswirkungen, stärkt Vertrauen und Akzeptanz bei Politik, Verwaltung, Fachakteuren und der Öffentlichkeit und sorgt für eine realistische, lokal angepasste Umsetzung. Der Prozess in Bochum bündelte systematisch fachliche Expertise und lokales Wissen. Auf diese Weise wurde der Wärmeplan fachlich belastbar und gleichzeitig praxistauglich ausgestaltet– mit konkreten Pfaden für die Umsetzung.

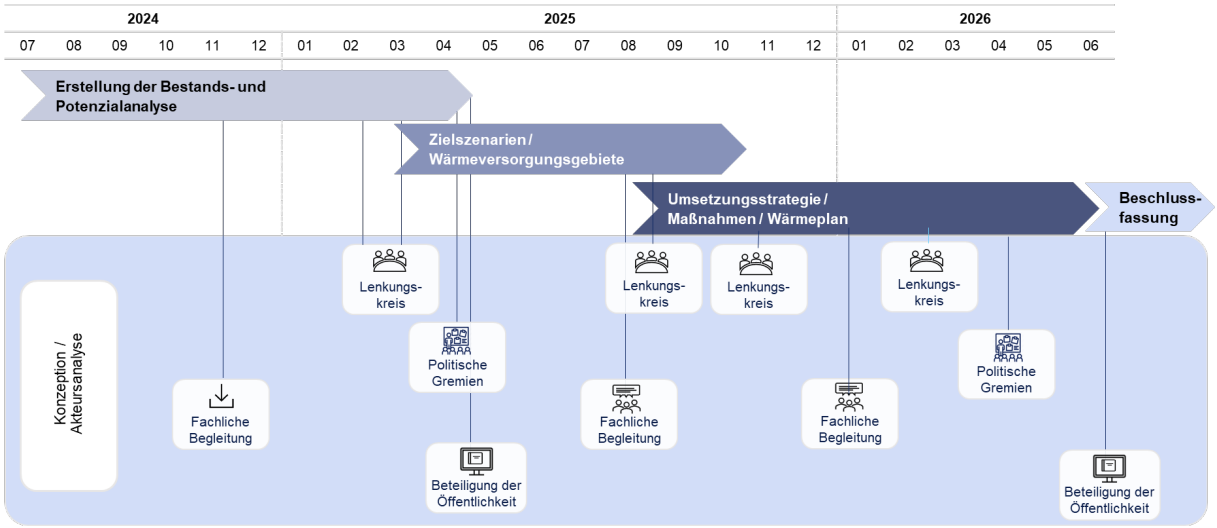


Abbildung 72: Prozessorganisation und Rolle der Gremien und Öffentlichkeit im Projektverlauf. Quelle: ifok

9.1 Beteiligungskonzept

Das Beteiligungskonzept der Kommunalen Wärmeplanung in Bochum basiert auf einer systematischen Akteursanalyse und drei zentralen Gremien, ergänzt durch eine frühzeitige und kontinuierliche Information der Öffentlichkeit. Die Akteursanalyse diente als Grundlage, um relevante Akteure zu identifizieren, ihre Rollen und Interessen zu verstehen sowie Einfluss und Betroffenheit systematisch einzuschätzen.

Das Beteiligungsdesign stützte sich wesentlich auf fünf Formate:

- Unit Wärmewende
- Lenkungskreis
- Fachakteursworkshops

- Beteiligung der politischen Gremien
- Öffentlichkeitsbeteiligung

Im Folgenden werden die Gremien und die durchgeführten Formate beschrieben.

9.2 Formate

Unit Wärmewende

Die Unit Wärmewende ist die gemeinsame Arbeitseinheit der Stadt Bochum, den Stadtwerken Bochum und den Bochumer Wohnungsunternehmen, die sich kontinuierlich zu fachlichen Fragestellungen abstimmt und bei der alle relevanten Informationen zusammenlaufen. Bei ihr liegt die zentrale Rolle der Prozesssteuerung und sie übernahm die Abstimmung mit den Dienstleistern und die Vorbereitungen der Lenkungskreissitzungen.

Lenkungskreis Wärmewende

Der Lenkungskreis ist eine erweiterte Runde der Akteure der Wärmewende und ergänzte den Planungsprozess durch lokales Wissen, insbesondere aus der Umsetzungsperspektive. Er setzt sich ebenfalls aus Vertreterinnen und Vertretern der Wohnungsbauunternehmen, der Stadtwerke Bochum und der Bochumer Stadtverwaltung zusammen.

Der Lenkungskreis ist in seiner Zusammensetzung und seiner Entscheidungskompetenz eine deutschlandweite Besonderheit. Er erhöht die Legitimität und Verbindlichkeit der Wärmeplanung und setzt ein klares Zeichen, dass die Wärmewende in Bochum „Chefsache“ ist. Damit wurden Hemmnisse (z. B. bei Datenzugang, Investitionen oder Abstimmungen) reduziert. Der Lenkungskreis ermöglichte schnelle Entscheidungen und Impulsprojekte: So starteten der Ausbau der Fernwärme und erste Anschlussprojekte bereits vor Abschluss der Gesamtplanung. Im Rahmen der Umsetzungsstrategie wird beabsichtigt, den Lenkungskreis in seiner Funktion für die Umsetzung der Wärmewende und der Fortschreibung des Wärmeplans zu verstetigen.

Fachakteursworkshops

Die Fachakteure begleiteten den Prozess über zwei Workshops. Sie sicherten die fachliche Kohärenz des Plans und die Präzision der Datengrundlagen. An den Workshops nahmen jeweils ca. 35 Teilnehmende aus Stadtverwaltung, Wirtschaftsförderung, Stadtwerken und weiteren Energieversorgern, Wohnungswirtschaft, Gesundheits- und Sozialeinrichtungen, Handwerks- und Branchenverbänden sowie Forschung und Industrie teil. Damit war das gesamte Spektrum der lokalen Akteurslandschaft abgedeckt.

Im **ersten Fachakteursworkshop** im Juni 2025 wurden der aktuelle Stand der kommunalen Wärmeplanung, die Methodik und erste Arbeitsergebnisse zu Zielszenarien vorgestellt und diskutiert. In Gruppenarbeiten wurden zentrale Herausforderungen wie Gebäudesanierung,

Gebietseinteilung und technische sowie organisatorische Rahmenbedingungen vertieft behandelt. Abschließend wurden die Kernergebnisse im Plenum präsentiert und die nächsten Schritte zur weiteren Entwicklung des kommunalen Wärmeplans vorgestellt.

Im **zweiten Fachakteursworkshop** im November 2025 wurden die Umsetzungsstrategie und zentrale Maßnahmen für die kommunale Wärmeplanung vorgestellt, diskutiert und weiterentwickelt. Die Teilnehmenden arbeiteten in Arbeitsgruppen an spezifischen Maßnahmen für Wärmenetzgebiete sowie für dezentrale Versorgungslösungen und gaben gezielte Rückmeldungen zu Herausforderungen wie Finanzierung, Beratung, Fachkräftemangel und Kommunikation. Abschließend wurden die Kernergebnisse im Plenum zusammengeführt und ein Ausblick auf die nächsten Schritte gegeben.

Politische Gremien

Nach der initialen Beschlussfassung des Rates der Stadt Bochum am 15.06.2023 zur Durchführung der Wärmeplanung wurden die politischen Gremien während des gesamten Prozesses kontinuierlich informiert und eingebunden. Fachliche Zwischenergebnisse wie Bestands- und Potenzialanalysen wurden im Ausschuss für Strukturentwicklung, Digitalisierung und Europa (ASDE) und Zielszenarien, Gebietseinteilungen, Umsetzungsmaßnahmen und der Entwurf des Wärmeplans werden im Ausschuss für Sicherheit, Umwelt und Nachhaltigkeit (ASUN) sowie den Bezirksvertretungen vorgestellt und diskutiert. Im Rahmen der Beschlussfassung über den Wärmeplan durch den Rat der Stadt Bochum werden erneut Ausschüsse und Bezirksvertretungen beteiligt. Die kontinuierliche Rückkopplung trägt dazu bei, Transparenz zu schaffen und die Legitimität der Maßnahmen politisch abzusichern.

Öffentlichkeit

Ziel der Öffentlichkeitsbeteiligung war es, die Bürgerinnen und Bürger frühzeitig über den Ablauf, die Meilensteine und die Ergebnisse zu informieren. Komplexe Inhalte wurden verständlich aufbereitet und zielgruppengerecht kommuniziert, um Transparenz zu schaffen und Rückmeldungen zu ermöglichen.

Zu diesem Zweck veröffentlichte die Stadt Bochum auf ihrer Homepage und zusätzlich im Technischen Rathaus frühzeitig die Ergebnisse der Eignungsprüfung sowie der Bestands- und Potenzialanalyse. Interessierte hatten die Möglichkeit vom 03.06.2025 bis zum 04.07.2025 sich über die Planungen zu informieren und Stellungnahmen zu diesen Ergebnissen abzugeben. Die Veröffentlichung des Entwurfs des Wärmeplans in gesetzlich vorgegebener Frist ist für das späte Frühjahr 2026 in oben genannter Form mit Möglichkeit zur Abgabe von Stellungnahmen geplant. Ergänzend ist eine Informationsveranstaltung für die Öffentlichkeit als Online-Format in diesem Zeitraum vorgesehen.

9.3 Fazit des Partizipationsprozesses

Der Stadt Bochum gelang es durch die frühe Einrichtung des Lenkungskreises, die kontinuierliche Zusammenarbeit in der Unit Wärmewende und die systematische Einbindung starker lokaler Akteure, eine außergewöhnlich eng verzahnte und praxisnahe Prozesssteuerung zu etablieren, die bereits vor Abschluss des Wärmeplans erste Umsetzungen ermöglichte. Die Kombination aus einer breit aufgestellten Fachakteursrunde mit hoher Teilnehmerzahl in beiden Workshops, der steten politischen Rückkopplung sowie der Einbindung der Öffentlichkeit sorgte dafür, dass der Wärmeplan nicht nur fachlich belastbar war, sondern auch konkret auf die urbane Struktur Bochums und die ambitionierten Ziele der Wärmewende zugeschnitten wurde.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsschritte der kommunalen Wärmeplanung. Quelle: ifok.
Abbildung 2: Vorprüfung auf Teilgebiete ohne Eignung für Wärmenetze/Wasserstoffnetze. Quelle: ifeu 2023
Abbildung 3: Das Betrachtungsgebiet. Quelle: enersis
Abbildung 4: Übersicht der Datenquellen. Quelle: enersis
Abbildung 5: Gebäudebestand nach Sektor. Quelle: enersis
Abbildung 6: Gebäudebestand nach Baualtersklassen. Quelle: enersis.
Abbildung 7: Überwiegende Baualtersklasse dargestellt auf Baublockebene. Quelle: enersis
Abbildung 8: Überwiegender Gebäudetyp dargestellt auf Baublockebene. Quelle: enersis
Abbildung 9: Einordnung der Wohngebäude nach spezifischem Wärmebedarf. Quelle: enersis
Abbildung 10: Endenergieverbrauch Wärme. Quelle: enersis
Abbildung 11: Wärmeverbrauchsdichte dargestellt auf Baublockebene. Quelle: enersis
Abbildung 12: Wärmeliniendichte im gesamten Stadtgebiet. Quelle: enersis
Abbildung 13: Wärmeliniendichte im Stadtteil Goldhamme-Stahlhausen. Quelle: enersis
Abbildung 14: Wärmeliniendichte im Stadtteil Wattenscheid. Quelle: enersis
Abbildung 15: Wärmeliniendichte im Stadtteil Westenfeld. Quelle: enersis
Abbildung 16: Wärmeliniendichte im Bereich Dorstener Straße. Quelle: enersis
Abbildung 17: Verteilung Heizungsalter über gesamten Heizungsbestand. Quelle: enersis
Abbildung 18: Anzahl Heizungen pro Energieträger. Quelle: enersis
Abbildung 19: Gasnetzinfrastruktur dargestellt auf Baublockebene. Quelle: enersis
Abbildung 20: Gasanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis
Abbildung 21: Heizölanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis
Abbildung 22: Wärmepumpenanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis
Abbildung 23: Holzanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis
Abbildung 24: Stromanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis
Abbildung 25: Anteil sonstiger Heizenergieträger am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis
Abbildung 26: Wärmeerzeugungsanlagen dargestellt auf Baublockebene. Quelle: enersis
Abbildung 27: Darstellung Fernwärmenetz. Quelle: enersis
Abbildung 28: Fernwärmeanteil am Wärmeverbrauch. Quelle: enersis
Abbildung 29: Schematische Darstellung der verschiedenen Arten von Potenzialen. Quelle: BLS
Abbildung 30: Georeferenzierung der wasserbasierten Wärmequelle. Quelle: BLS
Abbildung 31: Zusammenfassung der Methodik zur Bestimmung der verfügbaren Fläche
Abbildung 32: Verteilung der Sonden auf einer vereinfachten quadratischen Fläche. Quelle: BLS
Abbildung 33: Verhältnis zwischen der Anzahl der Sonden und der benötigten Fläche. Quelle: BLS
Abbildung 34: Wärmeleitfähigkeit des Bodens. Quelle: BLS
Abbildung 35: Korrelationen zur Abnahme der Entzugsleistung in Abhängigkeit von der Anzahl der Sonden. Quelle: BLS
Abbildung 36: Ausschluss von Flurstücken in hydrologisch sensiblen Bereichen. Quelle: BLS

Abbildung 37: Anteil der Gebäude, die pro Baublock über Erdwärmesonden versorgt werden können. Quelle: BLS
Abbildung 38: Potenzielle Entnahme für Brunnen. Quelle: BLS
Abbildung 39: Potenzielle Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen.[2] Quelle: BLS
Abbildung 40: Darstellung einer Dachaufstellung auf dem höchsten Gebäude in einem Gebiet mit Flachdach. Quelle: BLS
Abbildung 41: Darstellung einer Dachaufstellung auf einem großen Gebäude, das nicht das höchste in einem Gebiet ist und ein Flachdach hat. Quelle: BLS
Abbildung 42: Darstellung einer Flurstückaufstellung für ein kleines oder großes Gebäude ohne Flachdach. Quelle: BLS
Abbildung 43: Verhältnis zwischen der Geräuschemission einer Luftwärmepumpe und ihrer maximalen Wärmeleistung
Abbildung 44: Anteil der Gebäude, die pro Baublock mit Luftwärmepumpen versorgt werden können. Quelle: BLS
Abbildung 45: Baublöcke mit Potenzial für Wärme aus Abwasserleitern. Quelle: BLS
Abbildung 46: Energieeffizienzklasse aller Wohngebäude in Bochum. Quelle: BLS
Abbildung 47: Baublöcke mit einer durchschnittlichen Energieeffizienzklasse mit F, G und H; diese haben hohes Sanierungspotenzial. Quelle: BLS
Abbildung 48: Vorgehensschema zur Berechnung der Szenarien.
Abbildung 49: Angenommene Sanierungstiefe der Gebäude
Abbildung 50: Reduktion des Wärmebedarfs. Quelle: BLS
Abbildung 51: Planungsgrundlage für die CO_2-Preisentwicklung. Quellen: (1) „Klimaneutrales Deutschland" von Agora Energiewende, (2) vbw / Prognos Strompreisprognose 2024, (3) Treibhausgas-Projektionen 2025, (4) KEA-Technikkatalog
Abbildung 52: Planungsgrundlage für die Entwicklung der Strompreise. Quellen: (1) Prognoserechnung zur Strompreisentwicklung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz 2023-2042, (2) Treibhausgas-Projektionen 2025 – Bericht des Umweltbundesamtes, (3) KEA-Technikkatalog
Abbildung 53: Planungsgrundlage für die Erdgaskosten. Quellen: (1) „Klimaneutrales Deutschland" von Agora Energiewende, (2) Treibhausgas-Projektionen 2025 – Bericht des Umweltbundesamtes, (3) KEA-Technikkatalog
Abbildung 54: Darstellung der Wärmedichte und Wärmeliniendichte im Status quo. Quelle: BLS
Abbildung 55: Gebiete für potenzielle Wärmenetze, die im Folgenden überprüft werden. Quelle: BLS
Abbildung 56: Darstellung der Wärmenetzgebiete, die in den nächsten Schritten weitergehend untersucht werden. Quelle: BLS
Abbildung 57: Flussschema des Heizungswechselalgorithmus.
Abbildung 58: Beispielrechnung für einen Vollkostenvergleich eines kleinen Mehrfamilienhauses
Abbildung 59: Anteile der Energieträger an der Wärmeerzeugung in den Stützjahren.
Abbildung 60: CO_2-Emissionen in den Stützjahren
Abbildung 61: Hauptsächlicher Energieträger im Jahre 2030 je Baublock im Rahmen der Simulation Quelle: BLS
Abbildung 62: Hauptsächlicher Energieträger im Jahre 2035 je Baublock im Rahmen der Simulation Quelle: BLS

Abbildung 63: Hauptsächlicher Energieträger im Jahre 2040 je Baublock im Rahmen der Simulation Quelle: BLS
Abbildung 64: Hauptsächlicher Energieträger im Jahre 2045 je Baublock im Rahmen der Simulation Quelle: BLS
Abbildung 65: Wärmevollkostenquotient über die Anzahl der Gebäude in den Fernwärmegebieten. Quelle: BLS
Abbildung 66: Wärmevollkostenquotient über den Wärmebedarf der Gebäude in den Fernwärmegebieten. Quelle: BLS
Abbildung 67: Eignung für den Ausbau der Bestandswärmenetze. Quelle: BLS
Abbildung 68: Eignung für den Neubau neuer Wärmenetze mit eigenständigen erneuerbaren Wärmequellen: Quelle: BLS
Abbildung 69: Eignung für die dezentrale Versorgung. Quelle: BLS
Abbildung 70: Aufteilung der Prüfgebiete durch die Stadtwerke Bochum
Abbildung 71: Zielbild der Wärmeversorgung. Quelle: BLS
Abbildung 72: Prozessorganisation und Rolle der Gremien und Öffentlichkeit im Projektverlauf. Quelle: ifok

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bewertungsmaßstab für Energieerzeuger
Tabelle 2: Bewertung Klarwasser-Wärmepumpe
Tabelle 3: Bewertung Flusswasser-Wärmepumpe (pro potenziellem Standort)
Tabelle 4: Übersicht Bewertung Grubenwasser Wärmepumpen
Tabelle 5: Bewertung Grubenwasser Friedlicher Nachbar
Tabelle 6: Bewertung Grubenwasser Robert Müser
Tabelle 7: Bewertung Tiefe Geothermie (pro potenziellem Standort)
Tabelle 8: Bewertung Biomasse
Tabelle 9: Bewertung Wasserstoff
Tabelle 10: Bewertung Biomethan
Tabelle 11: Bewertung zentrale Umgebungsluft
Tabelle 12: Zusammenfassung zentraler Potenziale
Tabelle 14: Ergebnisse Dezentrale Geothermie
Tabelle 15: Immissionsrichtwerte nach TA-Lärm
Tabelle 16: Richtungsfaktor für die unterschiedlichen Aufstellungsmöglichkeiten einer Emissionsquelle
Tabelle 17: Ergebnisse Dezentrale Umgebungsluft
Tabelle 18: Bewertung Abwasser als Quartierspotenzial
Tabelle 19: Bewertung Dachflächen Solarthermie und PV
Tabelle 20: Vergleich des TRY 2015 und TRY 2045
Tabelle 21: Zusammenstellung der für Bochum Kostenfunktionen basierend auf dem KEA-Technikkatalog und prozentualen fixen Betriebskosten nach der VDI 2067 – Blatt 1
Tabelle 22: CO_2-Faktoren für die Energieträger
Tabelle 23: Indikator Wärmedichte
Tabelle 24: Indikator Wärmeliniendichte
Tabelle 25: Kennzahlen des Szenarios
Tabelle 26: Benennung und Zieljahr für den Abschluss der Prüfung für die Prüfgebiete (Stadtwerke Bochum)

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
COP	Coefficient of Performance
EU ETS	Europäisches Emissionshandelssystem
GEG	Gebäudeenergiegesetz
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LANUK	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima NRW
LCOH	Levelized Cost of Heat
LWPG	Landeswärmeplanungsgesetz
TRY	Testreferenzjahr
PV	Photovoltaik
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
Vbh	Vollbenutzungsstunden
WPG	Wärmeplanungsgesetz