



KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG STADT BAD PYRMONT

Erläuterungsbericht

enercity
positive energie

 IP SYSCON

Vorwort des Bürgermeisters



Verehrte Bürgerinnen und Bürger, Vertreter von Wirtschaft, Handwerk und Institutionen, verehrte Mitglieder der Lenkungsgruppe und Teilnehmer der Akteursbeteiligung,

die Wärmewende ist eine der zentralen Herausforderungen unserer Zeit. Auch die Stadt Bad Pyrmont stellt sich dieser Verantwortung. Sie hat mit dem Bericht zur kommunalen Wärmeplanung nach den Vorgaben des Niedersächsischen Klimaschutzgesetzes die Grundlage für eine nachhaltige, sichere und zukunftsfähige Wärmeversorgung erarbeitet. Sie ist ein strategisches Instrument der Stadtplanung und leitet einen strukturierten Prozess ein, der von der Bestandsanalyse über die Potentialanalyse bis zur Entwicklung konkreter Maßnahmen und deren Umsetzung reicht.

Begleitet wurde die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung durch eine enge Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Bad Pyrmont, einer eingerichteten Lenkungsgruppe sowie einer umfassenden Akteursbeteiligung. Auch die Information der Bürgerschaft diente dazu, unterschiedliche Perspektiven und Fachkenntnisse frühzeitig einzubinden.

Mit dem vorliegenden Bericht wird ein Grundstein gelegt. Er bietet Orientierung für Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen und Entscheidungsträger. Die nachfolgende praktische Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung vor Ort, die Schritte für Schritt erfolgen muss, wird uns dabei nur gemeinsam gelingen. Sie erfordert politischen Willen, Engagement, Innovationsbereitschaft und die Zusammenarbeit aller Beteiligten – von der Verwaltung unserer Stadt über die Stadtwerke, die Wirtschaft und das Handwerk, die Institutionen bis hin zur Bevölkerung. Die Stadt Bad Pyrmont ist davon überzeugt, dass die kommunale Wärmeplanung nicht nur einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz leistet, sondern auch Chancen für die regionale Wertschöpfung, Versorgungssicherheit und Lebensqualität bietet.

Unser besonderer Dank für die gute Zusammenarbeit und die hervorragende Mitwirkung gilt den Firmen enercity AG und IP SYSCON GmbH, den Stadtwerken Bad Pyrmont, den Bad Pyrmont Mineral- und Heilquellen, den Bezirksschornsteinfegermeistern, den Mitgliedern der Lenkungsgruppe und den Teilnehmern der Akteursbeteiligung, der Stadt Lügde und der Firma SHWire sowie allen, die sich eingebracht haben.

Für eine klimaneutrale, stabile, sozial verträgliche und ökologische Wärmewende!

Klaus Blome
Bürgermeister

IMPRESSUM

Herausgeberin

Stadt Bad Pyrmont

Fachgebiet Bauverwaltung und Techn. Dienste

Rathausstraße 1

31812 Bad Pyrmont

E-Mail: waermeplanung@stadt-pyrmont.de

Auftragnehmerin

enercity AG

Glockseeplatz 1

30169 Hannover

Telefon: (0511) 430 0

E-Mail: info@enercity.de

in Kooperation mit

IP SYSCON GmbH

Warmbüchenkamp 4

30159 Hannover

Telefon: (0511) 85 03 03-0

E-Mail: info@ipsyscon.de

Stand

01. Juli 2026

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Zusammenfassung	10
1 Einleitung	11
1.1 Kommunale Wärmeplanung.....	11
1.2 Projektmanagement	13
1.3 Kommunikations- und Beteiligungsstrategie.....	13
1.4 Bericht.....	16
1.5 Kartenanwendung als Digitaler Zwilling.....	16
2 Datenerhebung.....	17
2.1 Datengrundlage	17
2.1.1 Bestandsaufnahme.....	17
2.1.2 Potenzialanalyse	19
2.2 Datenschutz.....	19
3 Bestandsanalyse	20
3.1 Berechnung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes und -verbrauchs.....	22
3.1.1 Wärmebedarf.....	22
3.1.2 Wärme- und Kälteverbrauch	25
3.2 Betrachtungsebenen.....	28
3.3 Ergebnisse der Bestandsaufnahme	29
3.3.1 Gebäude- und Siedlungsstruktur	29
3.3.2 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur	35
3.3.3 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs und -verbrauchs	38
3.3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz	41
3.4 Ergebnis der Bestandsanalyse.....	44
4 Potenzialanalyse	45
4.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz	45
4.2 Geothermie	47
4.2.1 Erdwärmesonden	47
4.2.2 Erdwärmekollektoren	48
4.3 Solaranalyse	54
4.3.1 Solarthermie	54

4.3.2	Photovoltaik.....	55
4.4	Windkraft.....	57
4.5	Biomasse	58
4.6	Abwärmepotenzial aus der kommunalen Kläranlage	59
4.7	Industrielle Abwärme.....	59
4.8	Umweltwärme	60
4.8.1	Luft	60
4.8.2	Gewässer	61
4.9	Ergebnis der Potenzialanalyse	62
5	Zielszenario	65
5.1	Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario	65
5.2	Wärmeliniendichte	66
5.3	Methodik zur Bestimmung der Wärmenetzeignung	66
5.4	Wärmeversorgung / Heizsysteme	67
5.5	Treibhausgasemissionen (THG).....	68
5.6	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.....	69
6	Umsetzungsmaßnahmen und Steckbriefe	73
6.1	Umsetzungsmaßnahmen	73
6.2	Maßnahmen-Steckbriefe	74
7	Wärmewendestrategie.....	81
7.1	Verstetigung.....	81
7.2	Controlling.....	82
8	Gesamtfazit	84
9	Erläuterung Fachbegriffe	85
10	Literaturverzeichnis	87
11	Anhang.....	88

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
Basis-DLM	Digitales Landschaftsmodell
BBergG	Bundesberggesetz
BfEE	Bundesstelle für Energieeffizienz
BGF	Bruttogrundfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWE	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie der Bundesrepublik Deutschland
COP	Coefficient of Performance (Leistungszahl von Wärmepumpen)
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DOM	Digitales Oberflächenmodell
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
FFA	Freiflächenanalyse
FfE	Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft
GEG	Gebäudeenergiegesetz
gfk	Gebäudeflächenkataster
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
GW / GWh	Gigawatt / -stunden, 1 GWh entspricht 1 Mio. kWh
HQSG	Heilquellenschutzgebiet
HU	ALKIS-Hausumringe
Ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
KEAN	Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kW / kWh	Kilowatt / -stunden
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung

KWP	Kommunale Wärmeplanung
LagerstG	Lagerstättengesetz
LoD1	3D-Gebäudemodell im Level of Detail 1
MaStR	Marktstammdatenregister
MFH	Mehrfamilienhaus
MNQ	mittlerer Niedrigwasserabfluss
MW / MWh	Megawatt / -stunden
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NIBIS	Niedersächsisches Bodeninformationssystem
NKlimaG	Niedersächsisches Klimagesetz
NWG	Nichtwohngebäude
PV	Photovoltaik
RH	Reihenhaus
RROP	Regionales Raumordnungsprogramm
THG	Treibhausgas
TW / TWh	Terrawatt / -stunden
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WBS	Wärmebedarfsservice
WEA	Windenergieanlage
WG	Wohngebäude
WGK	Wärmegestehungskosten
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WLD	Wärmeliniendichte
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSG	Wasserschutzgebiet

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung	12
Abbildung 1-2: Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung in Bad Pyrmont.....	13
Abbildung 1-3: Relevante Akteure.....	14
Abbildung 3-1: Stadtgebiet Bad Pyrmont mit den einzelnen Stadtteilen	22
Abbildung 3-2: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte.....	25
Abbildung 3-3: Verteilung der Gebäude in der Stadt	30
Abbildung 3-4: Verteilung der beheizten Nutzflächen auf die einzelnen Sektoren.	31
Abbildung 3-5: Verteilung der überwiegenden Gebäudenutzungen in der Stadt.....	32
Abbildung 3-6: Verteilung der Baualtersklassen.....	33
Abbildung 3-7: Verteilung der Bautypen nach Baualtersklassen	33
Abbildung 3-8: Entwicklung der Bebauung in der Stadt Bad Pyrmont (Clusterebene).....	34
Abbildung 3-9: Räumliche Darstellung des überwiegenden Energieträgers je Baublock	35
Abbildung 3-10: Übersicht der bestehenden Wärmenetzgebiete.....	36
Abbildung 3-11: Verteilung des Wärmeverbrauchs nach Energieträgern	37
Abbildung 3-12: Wärmeverbrauchsichte (Aggregation in Baublöcke).....	38
Abbildung 3-13: Wärmelinienichte im Bestand (Auszug).....	40
Abbildung 3-14: Sektoraler Wärmeverbrauch in der Stadt Bad Pyrmont nach Gebäudenutzung...	41
Abbildung 3-15: Anteil der Energieträger an den Gesamtemissionen.....	43
Abbildung 4-1: Darstellung der Flächen für die Nutzung oberflächennaher Geothermie (Sonden)	51
Abbildung 4-2: Darstellung der Flächen für die Nutzung oberflächennaher Geothermie (Kollektoren)	52
Abbildung 4-3: Genehmigungsfähigkeit von geschlossenen Erdwärmesonden.....	53
Abbildung 4-4: Genehmigungsfähigkeit von geschlossenen Erdwärme(kollektoren)anlagen	54
Abbildung 4-5: Geeignete Freiflächen für die Solarthermie- und Photovoltaiknutzung	56
Abbildung 4-6: Strompotenzial auf Dachflächen in kWh/a je Dachfläche.....	57
Abbildung 4-7: Zusammenfassung der technischen Potenziale in GWh/a.....	63
Abbildung 5-1: Spez. Wärmebedarf im Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsrate von 1,25 %	65
Abbildung 5-2: Wärmelinienichte im Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsrate von 1,25 %.....	66
Abbildung 5-3: Entwicklung CO ₂ -Emissionen	69
Abbildung 5-4: Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsrate von 1,25 %	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Übersicht durchgeführter Veranstaltungen	15
Tabelle 2-1: Baualtersklassenverteilung.....	18
Tabelle 3-1: Übersicht der verwendeten Datenquellen	20
Tabelle 3-2: Angenommene Volllaststunden für die Kommunale Wärmeplanung Stadt Bad Pyrmont	27
Tabelle 3-3: Zuordnung Wärmedichteklassen zur Eignung von Wärmenetzen in Clustergebieten	39
Tabelle 3-4: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte	40
Tabelle 3-5: Für die THG-Bilanzierung verwendeten Emissionsfaktoren.....	42
Tabelle 4-1: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Szenarien unter Annahme unterschiedlicher Sanierungsraten	46
Tabelle 4-2: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Stadt Bad Pyrmont ...	50
Tabelle 4-3: Verwendete Daten zur Ermittlung der Abwärmepotenziale	60
Tabelle 4-4: Zusammenfassung Ergebnisse Potenzialanalyse	64
Tabelle 6-1: Übersicht der erarbeiteten Maßnahmen	73
Tabelle 7-1: Mögliche Indikatoren für ein Controlling.....	83
Tabelle 9-1: Erläuterung Fachbegriffe	85
Tabelle 11-1: Darstellung weiterer Energiekennzahlen	88

Zusammenfassung

Der kommunale Wärmeplan der Stadt Bad Pyrmont beschreibt auf Grundlage umfangreicher Analysen und Szenarien einen Entwicklungspfad hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040. Die zugrunde liegenden Untersuchungen wurden im Auftrag der Stadt von energy und IP SYSCON erstellt und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, wie es gelingen kann, eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in der Stadt Bad Pyrmont aufzubauen. Im entwickelten Zielszenario wird die Wärmeversorgung überwiegend dezentral und auf Basis erneuerbarer Energien ausgestaltet, wobei insbesondere Luftwärmepumpen eine zentrale Rolle einnehmen.

Ergänzend kann der Einsatz von Wärmenetzen einen Teil des Wärmebedarfs decken, vor allem in den zentrumsnahen Bereichen von Bad Pyrmont. Hierfür wurden potenzielle Wärmequellen, insbesondere im südöstlichen Stadtgebiet, identifiziert, deren Eignung in weiterführenden Untersuchungen zu prüfen ist. Bei diesen möglichen Potenzialen handelt es sich um die Nutzung industrieller Abwärme bzw. Wärmegewinnung aus dem Klarwasserstrom der Kläranlage oder der Emmer. Insbesondere in Bezug auf Nutzung von (Tiefen-)Geothermiepotenzial bestehen im gesamten Stadtgebiet hingegen aufgrund der Heilquellenschutzverordnung relevante Einschränkungen. Ein stets nutzbares Potenzial, auch für eine mögliche Dekarbonisierung des Bestandswärmenetzes in der Innenstadt, stellen für eine zentrale Wärmeversorgung ebenfalls entsprechend dimensionierte Luftwärmepumpen dar.

Insgesamt ist jedoch davon auszugehen, dass der Schwerpunkt der zukünftigen Wärmeversorgung auf dezentralen Einzelhauslösungen liegen wird: dies wird voraussichtlich für circa 90 Prozent der Gebäude in Bad Pyrmont der Fall sein. Aus diesem Grund ist auch der Stromnetzausbau in Bad Pyrmont ein wichtiger Faktor für eine zukünftige Versorgungssicherheit.

Neben den Potenzialen zur regenerativen Wärmeerzeugung lässt sich außerdem, ausgehend von einer Sanierungsrate von 1,25 % über das gesamte Stadtgebiet, der Wärmebedarf durch Wärmeschutzmaßnahmen um rund 7,2 % reduzieren.

Zur Umsetzung der Wärmeplanung werden folgende zentrale Handlungsfelder benannt:

- **Dezentrale Versorgung:** Förderung individueller Lösungen mit erneuerbaren Energien, wie bspw. Wärmepumpen, in Gebieten ohne wirtschaftliche Netzanschlussmöglichkeit. Hierbei unterstützt ein Netzwerk aus lokalen Fachleuten.
- **Wärmenetze:** Prüfung bestehender Wärmenetze sowie Machbarkeitsstudien für neue Netze in geeigneten Gebieten.

Im Rahmen eines Beteiligungsprozesses wurden folgende fünf Maßnahmenvorschläge gemäß § 20 Abs. 5 NKlimaG erarbeitet:

1. Machbarkeitsstudie für die Neuerrichtung eines Wärmenetzes
2. Überprüfung des bestehenden Wärmenetzes
3. Energetische Sanierung öffentlicher Gebäude
4. Quartierslotsen für mögliche Quartiere und Nachbarschaften
5. Aufbau eines Netzwerks aus lokalen Fachleuten

Die Umsetzung dieser Maßnahmen wird durch die Stadt Bad Pyrmont möglichst zeitnah begonnen werden. In Kapitel 6 werden diese Maßnahmen im Detail beschrieben.

1 Einleitung

Die Wärmeversorgung in Deutschland steht vor großen Herausforderungen. Trotz erheblicher Fortschritte bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen im Stromsektor bleibt die Wärmeversorgung weiterhin stark von fossilen Energieträgern wie Erdgas und Öl abhängig. Rund 80 % (in Bad Pyrmont nahezu 90%) der Wärmenachfrage wird derzeit durch fossile Brennstoffe gedeckt, was erhebliche Auswirkungen auf die Klimabilanz hat. Die steigenden Preise für Erdgas und Öl sowie die geopolitischen Unsicherheiten verdeutlichen die Notwendigkeit einer nachhaltigen und zukunftssicheren Wärmeversorgung, die zusätzlich bezahlbar und sozial ausgewogen sein muss.

Um die politisch durch verschiedene Institutionen vorgegeben Klimaziele – insbesondere die Klimaneutralität des Wärmesektors im Jahr 2040 in Niedersachsen – zu erreichen und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern, ist eine umfassende Umstellung auf erneuerbare Energien und die Nutzung unvermeidbarer Abwärme erforderlich. Diese Herausforderungen machen deutlich, dass eine strategische Planung und Umsetzung auf kommunaler Ebene unerlässlich sind. Eine nachhaltige Wärmeversorgung kann nur durch eine gezielte und koordinierte Vorgehensweise erreicht werden, die alle relevanten Akteurinnen und Akteure einbezieht und auf fundierten Daten und Analysen basiert. Hier setzt die Kommunale Wärmeplanung (KWP) an, die es ermöglicht, maßgeschneiderte Lösungen für die spezifischen Bedürfnisse und Gegebenheiten jeder Kommune zu entwickeln.

1.1 Kommunale Wärmeplanung

Die Kommunale Wärmeplanung ist ein strategischer Prozess auf Stadtebene, zur nachhaltigen und effizienten Gestaltung der Wärmeversorgung einer Kommune. Sie analysiert die aktuelle Situation, identifiziert Potenziale für erneuerbare Energien und entwickelt Maßnahmen zur CO₂-Reduktion. Das Ziel ist die Planung einer langfristig stabilen, umweltfreundlichen und kosteneffizienten Wärmeversorgung. Dabei werden Nachhaltigkeit, Effizienz, soziale Gerechtigkeit und wirtschaftliche Stabilität angestrebt.

Wichtig ist hervorzuheben, dass die Kommunale Wärmeplanung sich nicht als Detailanleitung für den Umbau der kommunalen Wärmeinfrastruktur versteht. Empfehlungen für einzelne Gebäude sind nicht direkt ableitbar und es erfordert weiterführende Schritte für eine Umsetzung der ausgewiesenen Maßnahmen.

Die gesetzliche Grundlage für die Kommunale Wärmeplanung bildet auf Landesebene das niedersächsische Klimagesetz (NKlimaG). Die Regelungen des Bundesgesetzes zur Wärmeplanung (WPG) wurden erst nach dem Beginn der Planerstellung in geltendes Landesrecht überführt, finden jedoch trotzdem Berücksichtigung. Die gesetzlichen Grundlagen verpflichten deutschlandweit jede Kommune, einen kommunalen Wärmeplan aufzustellen.

Der generelle Ablauf einer kommunalen Wärmeplanung lässt sich in vier Hauptphasen unterteilen und ist in Abbildung 1-1 dargestellt:



Abbildung 1-1: Ablauf der Kommunalen Wärmeplanung (Quelle: KEAN)

- Bestandsanalyse:** In dieser Phase wird der aktuelle Zustand der Wärmeversorgung in der Kommune erfasst. Dazu gehören die Analyse des Wärmeverbrauchs oder -bedarfs der Gebäude, die Ermittlung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen, die Beschreibung des Gebäudebestands und der Siedlungsstruktur sowie die Untersuchung der bestehenden Wärmeversorgungsstruktur.
- Potenzialanalyse:** Hier werden Möglichkeiten zur Senkung des Wärmebedarfs und zur Nutzung erneuerbarer Energien untersucht. Dies umfasst energetische Maßnahmen an Gebäuden, die Nutzung von Abwärme, Geothermie und Kraft-Wärme-Kopplung. Ziel ist es, die Potenziale für eine nachhaltige Wärmeversorgung zu identifizieren.
- Szenarien Wärmeversorgung:** In dieser Phase werden verschiedene Szenarien für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt und berechnet. Dabei werden die erforderlichen Wärmemengen für unterschiedliche Zeitpunkte, wie beispielsweise das Jahr 2030 als Zwischenziel und die langfristige Klimaneutralität, berücksichtigt.
- Handlungsstrategie und Maßnahmen:** Basierend auf den Ergebnissen der vorherigen Phasen werden konkrete Strategien und Maßnahmen zur Umsetzung entwickelt. Dazu gehören die Senkung des Wärmebedarfs durch energetische Verbesserungen an Gebäuden und die treibhausgasneutrale Wärmeversorgung der Gebäude.

Zusätzlich werden in allen Phasen die Beteiligung von Akteuren und der Öffentlichkeit sowie die Umsetzung, das Monitoring und die Fortschreibung der Maßnahmen berücksichtigt. Diese umfassende Vorgehensweise stellt sicher, dass die Kommunale Wärmeplanung effektiv und nachhaltig umgesetzt wird.

Das Ergebnis der Kommunalen Wärmeplanung soll eine umfassende und umsetzbare Strategie zur nachhaltigen Wärmeversorgung der Kommune sein. Diese Strategie umfasst konkrete Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien, zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung von CO₂-Emissionen. Es soll ein detaillierter Umsetzungsplan für den Weg zur Klimaneutralität erstellt werden, der die Verantwortlichkeiten, Zeitpläne und den Ressourcenbedarf festlegt. Dieser Plan soll Verlässlichkeit, vor allem hinsichtlich Investitionsentscheidungen und für die zukünftige Ausgestaltung der Wärmeversorgung für die Gemeinde, Bürger und weitere betroffene Stakeholder liefern.

Grundsätzlich ist die Kommunale Wärmeplanung ein informelles, strategisches Instrument ohne rechtliche Außenwirkung. Für Wärmenetzgebiete besteht die Möglichkeit der verbindlichen Ausweisung von Wärmenetz- oder Wasserstoffgebieten per Satzungsbeschluss. Die Regelungen dazu sind in §26 WPG verankert.

Um die komplexen Anforderungen der Kommunalen Wärmeplanung effektiv umzusetzen, hat die Stadt Bad Pyrmont die Bietergemeinschaft aus enercity AG und IP SYSCON GmbH als Dienstleister mit der Bearbeitung beauftragt. Im folgenden Kapitel wird das Projektmanagement detailliert beschrieben, einschließlich der Struktur, Verantwortlichkeiten und der Einbindung der relevanten Akteure.

1.2 Projektmanagement

Projektmanagement ist entscheidend für die Kommunale Wärmeplanung, da es eine strukturierte Erarbeitung des Wärmeplans sicherstellt. Es ermöglicht effiziente Ressourcennutzung, klare Verantwortlichkeiten und fördert die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren. So werden die Ziele der Wärmeplanung effektiv erreicht und Risiken minimiert.

Der zeitliche Ablauf zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung in Bad Pyrmont ist in Abbildung 1-2 dargestellt. Der ursprüngliche Zeitplan konnte im Projektverlauf eingehalten werden.

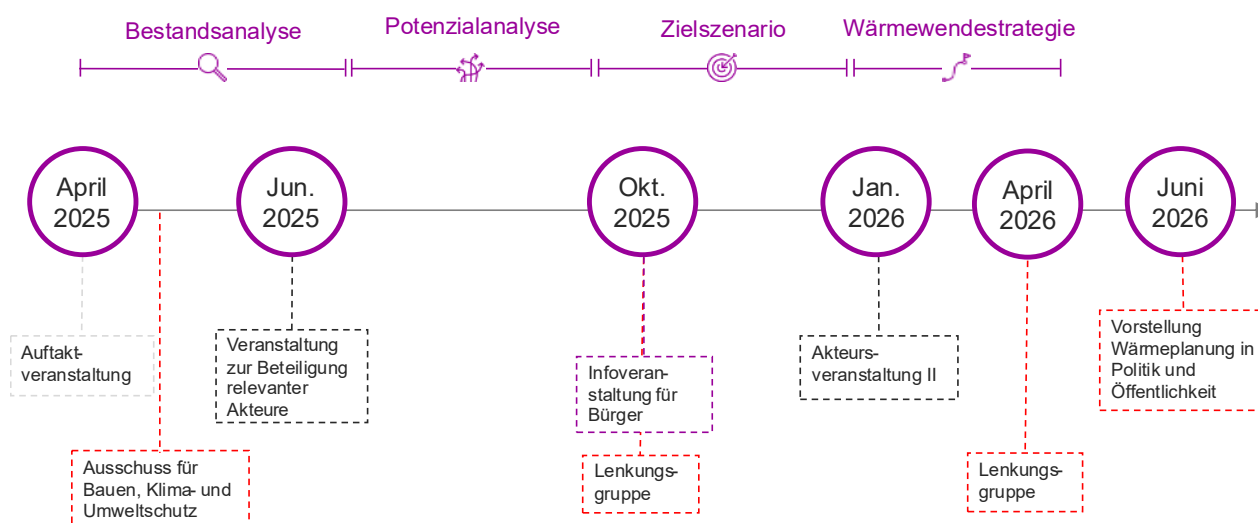


Abbildung 1-2: Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung in Bad Pyrmont

In regelmäßig stattfindenden Austauschterminen zwischen der Stadt Bad Pyrmont und der Bietergemeinschaft wurde ein Höchstmaß an Transparenz sichergestellt. Jeder dieser Termine wurde seitens der Bietergemeinschaft protokolliert, um eine stetige Nachverfolgung der Arbeitspakete zu ermöglichen. Die abgestimmten Protokolle wurden der Stadt Bad Pyrmont immer zeitnah nach den Terminen zur Verfügung gestellt.

Zusätzlich zur gesetzlich vorgesehenen Beteiligung wurde in der Stadt Bad Pyrmont für die Steuerung des Projekts eine Lenkungsgruppe installiert. Die Gruppe setzt sich aus Mitgliedern aus der Politik, der Stadtverwaltung und Vertretern der Stadtwerke zusammen. Zu relevanten Projektzeitpunkten wurde die Lenkungsgruppe durch das Projektteam informiert und Projekthinhalte abgestimmt.

1.3 Kommunikations- und Beteiligungsstrategie

Eine effektive Kommunikations- und Beteiligungsstrategie ist entscheidend für den Erfolg der Kommunalen Wärmeplanung. Sie stellt sicher, dass alle relevanten Akteure, sowie die Öffentlichkeit umfassend informiert und aktiv eingebunden werden. Durch transparente Kommunikation und gezielte Beteiligungsmaßnahmen können die Akzeptanz und Unterstützung für die geplanten Maßnahmen erhöht werden.

Relevante Akteure

Zu Beginn der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Bad Pyrmont wurde eine systematische Analyse der für den Prozess relevanten Akteurinnen und Akteure vorgenommen. Hierzu wurden zuerst ca. 90 Personen und Institutionen aus fünf übergeordneten Kategorien herausgearbeitet. In enger Abstimmung mit dem Fachbereich Bauverwaltung und Technische Dienste der Stadt Bad Pyrmont erfolgte die genauere Identifikation der beteiligten Akteure sowie eine Einschätzung ihrer Bedeutung für die Wärmeplanung.

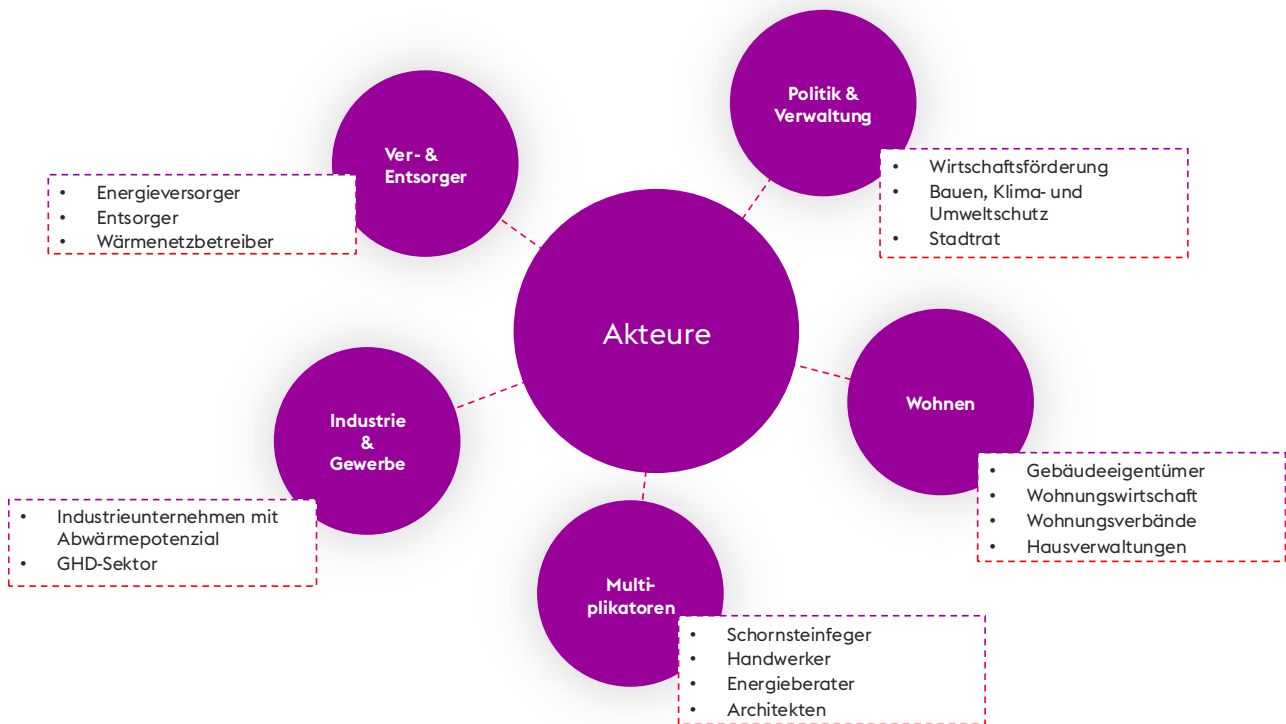


Abbildung 1-3: Relevante Akteure

Im Rahmen der Akteursbeteiligung ist es dabei zum einen von Bedeutung, ein möglichst breites Spektrum an Organisationen und Unternehmen einzubeziehen, um unterschiedliche Perspektiven abzubilden und fachliche Unterstützung aus verschiedenen Themenfeldern zu erhalten. Zum anderen wurde der Kreis der Beteiligten gezielt begrenzt, um eine aktive und konstruktive Mitwirkung aller Akteure in den Beteiligungsformaten sicherzustellen. Ziel war es zudem, vorhandenes lokales Wissen und spezifische Informationen umfassend in den Planungsprozess einfließen zu lassen.

Mit der Beteiligung der aufgezeigten Akteure und der Öffentlichkeit wurde der gesetzliche Rahmen (§ 7 WPG) erfüllt und einer der Grundsteine einer nachhaltig erfolgreichen Wärmeplanung gelegt.

Formate und Methoden

Begleitend zur Kommunalen Wärmeplanung der Stadt Bad Pyrmont wurde eine umfassende Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt. In diesem Rahmen fanden Informationsveranstaltungen für die politischen Vertreterinnen und Vertreter, die Lenkungsgruppe des Projekts, die Bürgerinnen und Bürger, sowie Beteiligungsformate für relevante Akteure statt. Darüber hinaus wurde die Kommunale Wärmeplanung inklusive ihrer Ergebnisse auch in politischen Gremien präsentiert. Flankiert wurde der Planungsprozess von Pressemitteilungen und Informationen auf der Homepage der Stadt.

Eine Übersicht der durchgeführten Termine ist der Tabelle 1-1 zu entnehmen. Die Dokumentationen und Nachbereitungen der Veranstaltungen wurden der Stadt Bad Pyrmont und den Teilnehmenden im Nachgang zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1-1: Übersicht durchgeführter Veranstaltungen

Datum	Art der Veranstaltung	Inhalte der Veranstaltung	beteiligte Akteure
03.04.2025	Auftaktveranstaltung	Kennenlernen der Projektbeteiligten, Vorstellung des Projektablaufs	Stadtverwaltung und Stadtwerke Bad Pyrmont GmbH
22.04.2025	Ausschuss für Bauen, Klima- und Umweltschutz	Vorstellung des Prozesses der kommunalen Wärmeplanung	Ausschussmitglieder und Öffentlichkeit
30.06.2025	1. Akteursveranstaltung	Vorstellung des Prozesses und der Bestands- und Potenzialanalyse	Schornsteinfeger, Handwerker, Energieberater, Energieversorger, Architekten, Stadtentwässerung, Wohnungsbaugesellschaften
27.10.2025	Sitzung der Lenkungsgruppe	Austausch zum Planungsprozess und zur Bestands- und Potenzialanalyse	Mitglieder der Lenkungsgruppe
27.10.2025	1. Bürgerinformationsveranstaltung	Austausch zum Planungsprozess und zur Bestands- und Potenzialanalyse	Öffentlichkeit
19.01.2026	2. Akteursveranstaltung	Vorstellung und Austausch zum möglichen Zielszenario und Maßnahmen	Schornsteinfeger, Handwerker, Energieberater, Energieversorger, Architekten, Stadtentwässerung, Wohnungsbaugesellschaften
20.04.2026	Sitzung der Lenkungsgruppe	Vorstellung und Austausch zum möglichen Zielszenario und Maßnahmen	Mitglieder der Lenkungsgruppe
19.05.2026	Ausschuss für Bauen, Klima- und Umweltschutz	Vorstellung der Endergebnisse	Ausschussmitglieder und Öffentlichkeit
17.06.2026	Ausschuss für Bauen, Klima- und Umweltschutz	Beschlussvorbereitung nach Auslage des Ergebnisberichts	Ausschussmitglieder und Öffentlichkeit
22.06.2026	2. Bürgerinformationsveranstaltung	Vorstellung der Endergebnisse	Öffentlichkeit
01.07.2026	Ratssitzung	Beschluss der Wärmeplanung	Ratsmitglieder

Im Rahmen der Bürgerbeteiligung wurde der vorliegende Erläuterungsbericht zur kommunalen Wärmeplanung der Stadt Bad Pyrmont vom 26.05.2026 bis zum 12.06.2026 öffentlich ausgelegt.

1.4 Bericht

Im folgenden Bericht wird zunächst in Kapitel 2 die Datenerhebung erläutert, wobei sowohl die Datengrundlage als auch der Datenschutz thematisiert werden.

Im Anschluss daran beschreibt Kapitel 3 die Bestandsanalyse, die den aktuellen Zustand der Wärmeversorgung im Stadtgebiet erfasst. Kapitel 4 widmet sich der Potenzialanalyse, in der Möglichkeiten zur Senkung des Wärmebedarfs und zur Nutzung erneuerbarer Energien untersucht wurden. Darauf aufbauend stellt Kapitel 5 das Zielszenario dar, in dem verschiedene Szenarien für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt und berechnet wurden. Kapitel 6 beschreibt die Umsetzungsmaßnahmen und Steckbriefe. Kapitel 7 erläutert die Wärmewendestrategie, einschließlich der Verstärkungsstrategie und des Controlling-Konzepts. Kapitel 8 zieht ein Gesamtfazit der durchgeführten Wärmeplanung.

Kapitel 9 erläutert die im Bericht verwendeten Fachbegriffe, während Kapitel 10 genutzte Quellen auflistet.

1.5 Kartenanwendung als Digitaler Zwilling

Während der Projektlaufzeit stand eine Kartenanwendung zur Visualisierung der Ergebnisse und Qualitätssicherung der Stadt zur Verfügung, welcher im Projektverlauf zu einem digitalen Zwilling für das Thema Wärme ausgebaut wurde. In diesem digitalen Zwilling wurden sämtliche (Zwischen-)Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Szenarientwicklung dargestellt und als Grundlage für Diskussionen innerhalb der Projektgruppe genutzt.

Im Nachgang an die Kommunale Wärmeplanung steht der digitale Zwilling neben der kommunalen, gebäudescharfen Ansicht auch in einer datenschutzkonformen, aggregierten Ansicht für die Öffentlichkeit zur Verfügung. Hierbei stehen dann Abbildungen zur Bestands- und Potenzialanalyse sowie zu den Szenarien zur Verfügung, in denen unter anderem Wärmedichten und Versorgungsoptionen in der Zukunft dargestellt sind.

2 Datenerhebung

In diesem Kapitel wird die Datenerhebung detailliert beschrieben. Dabei werden sowohl die Datengrundlage als auch der Datenschutz thematisiert. Eine solide Datengrundlage ist essenziell, um fundierte Entscheidungen in der Kommunalen Wärmeplanung treffen zu können. Der Datenschutz spielt hierbei eine zentrale Rolle, um die Integrität und Vertraulichkeit der erhobenen Daten zu gewährleisten.

2.1 Datengrundlage

2.1.1 Bestandsaufnahme

Die gebäudescharfe Betrachtung sämtlicher Gebäudeparameter setzt die Berücksichtigung und Verschneidung verschiedener Geobasisdaten voraus.

Als Datengrundlage für die Gebäudeaufbereitung werden folgende Datenquellen verwendet:

- Basis DLM
- ALKIS-Daten
- LoD1 Gebäudemodell
- ZENSUS 2022

Zur Erstellung des Gebäudebestands wurden die verschiedenen Datensätze miteinander verschnitten und aufbereitet, um eine Datengrundlage mit allen erforderlichen Parametern für die anschließende gebäudescharfe Analyse bereitzustellen.

Hinweis: Gebädefunktion

Die für durchgeführte Berechnungen verwendete Gebädefunktion stammt aus den offiziellen Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS-Daten). Diese werden durch die zuständigen Katasterämter erhoben und verwaltet. Stellenweise bestehen Unstimmigkeiten zwischen der in den ALKIS-Daten erfassten Gebädefunktion und der realen Gebädefunktion. Dies betrifft z.B. Nichtwohngebäude, die in den offiziellen Daten als Wohngebäude geführt werden.

Im Rahmen des Projekts wurden grundsätzlich die Gebädefunktionen aus den offiziellen ALKIS-Daten für die Berechnungen und Auswertungen verwendet. Auf Basis einer Stichprobe und einer Plausibilitätsprüfung wurden vereinzelt offensichtliche Unstimmigkeiten bei einzelnen Gebäuden manuell korrigiert. Dennoch können verbleibende Abweichungen in den Berechnungsergebnissen und statistischen Auswertungen nicht ausgeschlossen werden.

Die umfassende Datenaufbereitung fußt auf den Daten der ALKIS-Hausumringe. Den jeweiligen, darin enthaltenen Gebäudegeometrien wurden Informationen aus weiteren Datenbeständen, wie z.B. ALKIS-Hauskoordinaten oder LoD1-Gebäudedaten, zugeordnet. Auf einzelne, wesentliche Parameter und deren Herkunft wird im Folgenden eingegangen.

Gebädefunktion

Eine für die Wärmeplanung essenzielle Information liegt in Form des Attributes „gfk“, d.h. der Gebädefunktion einer jeweiligen Gebäudegeometrie, vor. Diese wurden im Zuge der Datenaufbereitung von den ALKIS-Hausumringen (HU) übernommen und stellte insbesondere die Grundlage für eine spätere Differenzierung - beheizter und unbeheizter Gebäudetypen einerseits sowie Wohn- bzw. Nichtwohngebäude andererseits - dar. Das in den HU enthaltene Attribut „gfk“ entspricht dabei einem Gebädefunktionscode, welcher zwecks Datenles- und -nutzbarkeit übersetzt wurde. Dementsprechend ist ein zusätzliches Attribut „Funktion“ als Textfeld angelegt worden (z.B. „gfk“=‘31001_1000‘ erhält das Attribut „Funktion“=‘Wohngebäude‘ usw.). Da in den Gebädefunktionen nach ALKIS häufig verschiedene Unsicherheiten bezüglich der Garagen bestehen, wurde zur

Abgrenzung und Ausfilterung von Garagen innerhalb des Gebäudedatensatzes eine Abfrage anhand der Kombination aus der Gebäudefunktion (GFK) und der Gebäudehöhe verwendet. So wurden Garagen aus der Auswertung ausgeschlossen, wenn das Attribut gfk den Wert „Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe“ aufwies und die Traufhöhe kleiner als 3 Meter war.

Gebäudehöhe

Die Gebäudehöhe stellt einen weiteren wichtigen Parameter im Rahmen der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung dar, zumal hierüber die Geschossanzahl und letztlich die beheizte Nutzfläche abgeleitet werden kann. Die Höheninformationen entsprechen der Gebäudegeometrie und sind nicht in den genannten Hausumringen enthalten, sondern in einem separaten ALKIS-Datensatz, den LoD1-Daten. Diese LoD1-Gebäude-Features wurden dem zugehörigen ALKIS-Hausumring zugewiesen und dadurch entsprechende Höhenwerte, zusammen mit weiteren Attributen, wie dem amtlichen Gemeindeschlüssel, angehängen.

Baualter

Vor der Ermittlung des Baualters eines Gebäudes galt es zunächst, die zugehörigen Baualtersklassen festzulegen. Die Baualtersklassen geben eine Zeitspanne an, in der das Gebäude wahrscheinlich errichtet wurde. Diese teilen sich wie folgt auf und entstammen der IWU Gebäudetypologie (Loga et al. 2016):

Tabelle 2-1: Baualtersklassenverteilung

Baualters- klasse	Datenquelle
< 1919	Zensus 2022
1919-1948	Zensus 2022
1949-1978	Zensus 2022
1979-1986	Zensus 2022
1987-1990	Zensus 2022
1991-1995	Zensus 2022
1996-2000	Zensus 2022
2001-2004	Zensus 2022
2005-2009	Zensus 2022
2010-2015	Zensus 2022
2016 - 2019	Zensus 2022
≥ 2020	Zensus 2022

Für die Bestimmung der Baualtersklassen an den Gebäuden standen zwei Datenquellen zur Verfügung: Zensus-Daten (Stand 2022) und World Settlement Footprint-Daten. Bei der Zuordnung einer Zensus-Baualtersklasse wurde der am häufigsten auftretende und numerisch höhere Wert einer Zeitspanne je Rasterzelle als Baualter definiert und an die Gebäude übertragen. Für Gebäude ohne Überschneidung mit einer Zensus-Kachel wurde als weitere Datenquelle das World Settlement Footprint vom DLR herangezogen. Hausumringe, die sich nicht innerhalb einer Zensus-Zelle oder DLR-Rasterzelle befanden, wurde das Baualter auf Basis eines Durchschnittswerts der nächstgelegenen Nachbargebäude bestimmt und entsprechend zugewiesen.

Gebäudegrundfläche

Grundsätzlich ist die Gebäudegrundfläche Teil der Gebäudegeometrie (s.o.). Freistehende Gebäude, welche durch ihre Gebäudefunktion zwar als beheizte Gebäude eingestuft wurden aber eine Grundfläche von unter 30 m² aufwiesen, wurden von der Wärmebedarfsberechnung ausgeschlossen. So wurden z.B. Gartenhäuser, Bauten in Schrebergärten und ähnliche Gebäude nicht in die Berechnung einbezogen.

Weitere Grundlagendaten

Neben den vorab genannten Daten wurden außerdem die Flurstückskennzeichen, die Adresse und der Straßenschlüssel, die Zonierung gemäß der naturräumlichen Gliederung sowie die Temperaturdaten der naturräumlichen Gliederungen als Berechnungsgrundlage und für die Aggregation verwendet.

2.1.2 Potenzialanalyse

Für die Potenzialanalyse wurden ergänzend zu den Daten der Bestandsanalyse weitere raumbezogene, infrastrukturelle und energiewirtschaftliche Datengrundlagen herangezogen. Ziel war es, die lokalen Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien, zur Abwärmenutzung sowie zur Entwicklung des Wärmebedarfs räumlich differenziert bewerten zu können. Hierfür wurden verschiedene Geobasis-, Umwelt- und Fachdaten zusammengeführt und analysiert.

Als Datengrundlage für die Potenzialanalyse wurden insbesondere folgende Datenquellen verwendet:

- Flächen- und Nutzungskarten (ALKIS und Basis-DLM)
- Geodaten zu vorhandener Infrastruktur
- Umwelt- und Klimadaten (solare Einstrahlung, Windgeschwindigkeiten, hydrogeologische Informationen)
- Sanierungsraten und -quoten
- Vorhandene Studien und Analysen
- Windvorranggebiete des Landkreises
- Solare Vorranggebiete des Landkreises
- Kennwerte der Kläranlage aus dem „Lagebericht kommunales Abwasser in Niedersachsen“

2.2 Datenschutz

Bei der Erhebung und Verarbeitung von Daten spielt Datenschutz eine essenzielle Rolle, so auch im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung. Um den Datenschutz zu gewährleisten, wurden die gesetzlichen Anforderungen an die Datenverarbeitung (§ 21 NKlimaG sowie § 12 WPG, Stand: 2025) befolgt und ein Auftragsverarbeitungsvertrag geschlossen.

Die erhobenen Daten wurden nur zum Zwecke der Kommunalen Wärmeplanung verwendet und für die Öffentlichkeit zudem nur auf Baublock-Ebene zur Verfügung gestellt. So wird garantiert, dass kein Rückschluss auf personenbezogene Daten möglich ist.

Darüber hinaus werden nach Abschluss der Wärmeplanung die Ergebnisse und Daten an die Kommune übergeben und anschließend auf Seiten der enercity und der IP SYSCON gelöscht. Dies geschieht im Rahmen eines datenschutzkonformen Löschkonzepts.

3 Bestandsanalyse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bestandsanalyse dargestellt, welche den Ist-Zustand der Wärmebereitstellung in der Stadt Bad Pyrmont widerspiegeln. Dabei wird die zugrunde liegende Datenbasis strukturiert aufgezeigt und zudem die getroffenen Annahmen erläutert.

Neben den hier beschriebenen Kennzahlen lassen sich weitere Kennzahlen aus den erhobenen und berechneten Daten ableiten. Diese sind in Tabelle 11-1 im Anhang dargestellt.

Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage der Kommunalen Wärmeplanung und liefert einen umfassenden Überblick über die aktuelle Situation in der Stadt Bad Pyrmont. Ziel ist es, den bestehenden Wärmebedarf/-verbrauch, die vorhandene Versorgungsstruktur sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen systematisch zu erfassen und darzustellen.

Hierzu werden gebäudescharfe Daten ausgewertet, die Rückschlüsse auf Baualtersklassen, energetische Zustände, eingesetzte Heiztechnologien sowie die Nutzung leitungsgebundener Energieträger ermöglichen. Neben der Wohnbebauung werden auch die Sektoren Gewerbe und Industrie, Handel und Dienstleistungen und öffentliche Liegenschaften berücksichtigt.

Die erhobenen Daten liefern die notwendige Informationsbasis für die anschließende Potenzialanalyse und die Entwicklung eines tragfähigen Zielszenarios für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in Stadt Bad Pyrmont.

Tabelle 3-1 gibt einen Überblick über die in der Bestandsanalyse eingesetzten Datenquellen, ihren jeweiligen Verwendungszweck sowie die verwendeten Informationen

Tabelle 3-1: Übersicht der verwendeten Datenquellen und deren Einsatzzweck in der Kommunalen Wärmeplanung

Datenquelle	Information	Einsatzzweck
Basis-DLM	Siedlungsgebiete	Aggregationen
ALKIS	Flurstücke, Geometrien, Gebäudenutzung,	Gebäudemodell; Aggregationen
LoD1	Gebäudehöhe	Gebäudemodell
Zensus 2022	Baualtersklassen	Gebäudemodell
Strom-; Netz- und Erdgas-netzbetreiber	Verbrauchsdaten	Ermittlung des Endenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser
Schornsteinfegerdaten	Heizsysteme, Brennstoffe, Kesselbaujahre	Ermittlung des eingesetzten Energieträgers
Kommunale Fachinformationen	Weiterführende Informationen	Plausibilisierung und Qualitätssicherung

Die Stadt Bad Pyrmont liegt im Landkreis Hameln-Pyrmont (Niedersachsen) und umfasst eine Fläche von rund 62 km². Die Einwohnerzahl beträgt insgesamt etwa 19.722 Einwohner*innen (2024). Das Stadtgebiet gliedert sich in mehrere Ortsteile mit unterschiedlichen Siedlungsstrukturen, die für die kommunale Wärmeplanung relevant sind, da sie unterschiedliche Wärmebedarfsdichten und Versorgungsoptionen aufweisen.

Die Ortsteile im Überblick:

- **Bad Pyrmont (Kernstadt) mit den Teilgebieten Holzhausen und Oesdorf**
Die Kernstadt stellt das größte Siedlungsgebiet dar und ist geprägt durch eine vergleichsweise dichte Bebauung mit Wohn- und Kurbetrieben. Hier lebt der überwiegende Anteil der Bevölkerung (deutlich über 50 % der Gesamtbevölkerung). Die hohe Siedlungsdichte bietet grundsätzlich gute Voraussetzungen für leitungsgebundene Wärmeversorgung (z. B.

Wärmenetze). **Pyrmont** zeichnet sich durch das überregional bekannte Schloss, den Kurpark sowie durch Kureinrichtungen, Kliniken und wohnliche Bebauung aus. **Holzhausen** ist ein eher ländlich geprägter Ortsteil mit aufgelockerter Wohnbebauung. Die Einwohnerzahl liegt im niedrigen bis mittleren vierstelligen Bereich. Die Struktur ist überwiegend durch Ein- und Zweifamilienhäuser gekennzeichnet. **Oesdorf** ist ein größerer Ortsteil mit eigener gewachsener Siedlungsstruktur. Die Einwohnerzahl liegt im mittleren vierstelligen Bereich. Die Bebauung ist überwiegend locker bis mittel verdichtet.

- **Löwensen**
Löwensen weist eine gemischte Struktur vor allem aus Wohngebieten auf. Die Einwohnerzahl bewegt sich im mittleren dreistelligen bis niedrigen vierstelligen Bereich.
- **Thal**
Thal liegt östlich der Kernstadt und ist durch eine eher dörfliche Struktur mit geringer Siedlungsdichte geprägt. Die Einwohnerzahl liegt im unteren vierstelligen Bereich.
- **Hagen**
Hagen ist neben der Kernstadt der größte Ortsteil mit ca. 3.000 Einwohnenden. Die Gebäude sind überwiegend Einzelhäuser.
- **Baarsen**
Baarsen ist ein kleiner, ländlich geprägter Ortsteil und zählt mit Eichenborn, Großenberg, Kleinenberg und Neersen zu den so genannten Bergdörfern. Die Einwohnerzahl liegt im niedrigen dreistelligen Bereich, wodurch dieser Ortsteil eine niedrige Bevölkerungsdichte aufweist.
- **Neersen**
Neersen zählt zusammen mit Eichenborn, Großenberg, Kleinenberg und Baarsen zu den so genannten Bergdörfern mit dörflicher Struktur und geringer Einwohnerzahl (ebenfalls im niedrigen dreistelligen Bereich).
- **Großenberg**
Großenberg zählt wie Baarsen, Neersen, Kleinenberg und Eichenborn zu den sogenannten Bergdörfern. Der Ortsteil ist stark ländlich geprägt und weist eine geringe Siedlungsdichte auf. Die Einwohnerzahl liegt im niedrigen dreistelligen Bereich.
- **Kleinenberg**
Kleinenberg ist ein kleiner Ortsteil mit dörflichem Charakter und gehört wie Baarsen, Neersen, Großenberg und Eichenborn ebenfalls zu den Bergdörfern der Stadt Bad Pyrmont. Die Einwohnerzahl liegt im niedrigen dreistelligen Bereich.

Die Gemeindestruktur zeigt eine klare Differenzierung zwischen der dicht besiedelten Kernstadt und den umliegenden, überwiegend ländlich geprägten Ortsteilen. Daraus ergeben sich unterschiedliche Rahmenbedingungen:

- **Kernstadt:** Teile mit hoher Wärmedichte → geeignet für zentrale Versorgungslösungen (z. B. Wärmenetze)
- **Ortsteile:** geringe bis mittlere Dichte → eher dezentrale Lösungen (z. B. Wärmepumpen, Biomasse, hybride Systeme)

Diese heterogene Siedlungsstruktur ist eine wesentliche Grundlage für die Ableitung räumlich differenzierter Wärmestrategien im weiteren Verlauf der kommunalen Wärmeplanung.

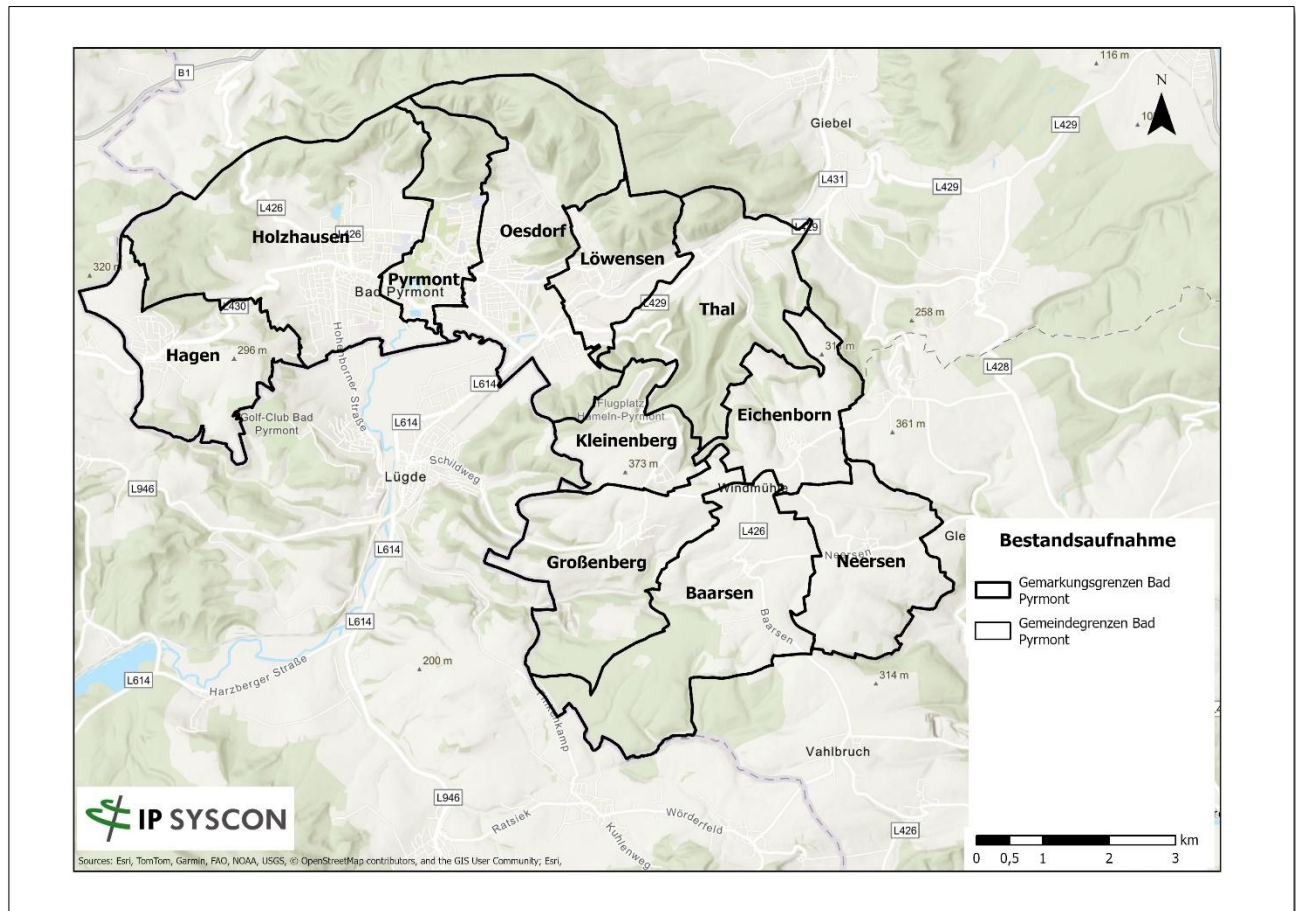


Abbildung 3-1: Stadtgebiet Bad Pyrmont mit den einzelnen Stadtteilen

3.1 Berechnung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes und -verbrauchs

Der Wärmebedarf beschreibt den theoretisch berechneten Energiebedarf eines Gebäudes zur Beheizung und Warmwasserbereitung unter standardisierten Bedingungen, wie sie beispielsweise in DIN-Normen festgelegt sind. Er basiert auf Gebäudeparametern wie Baualtersklasse, Dämmstandard, Gebäudefunktion und Klimadaten. Der Wärmeverbrauch hingegen beruht auf real gemessenen Verbrauchsdaten, wie sie etwa von Energieversorgern oder Schornsteinfegern bereitgestellt werden. Während der Wärmebedarf eine flächendeckende, konsistente und modellgestützte Einschätzung erlaubt – auch dort, wo keine Verbrauchsdaten vorliegen –, spiegelt der Wärmeverbrauch das tatsächliche Nutzerverhalten und Betriebsverhalten wider, ist jedoch stark von individuellen Gewohnheiten, Leerständen und Witterungseinflüssen geprägt. Der Vorteil des Wärmebedarfs liegt in der guten Vergleichbarkeit und der Möglichkeit zur flächendeckenden Analyse, während der Verbrauch durch seine Realitätsnähe punktet, jedoch oft lückenhaft oder nur aggregiert vorliegt. In der Kommunalen Wärmeplanung werden daher idealerweise beide Methoden kombiniert, um ein möglichst genaues und belastbares Bild der Wärmesituation zu erhalten.

3.1.1 Wärmebedarf

Für die Wärmebedarfsberechnungen kam der von IP SYSCON GmbH entwickelte Wärmebedarfs-service (WBS) zum Einsatz. Im Wärmebedarfsservice werden einerseits interne und solare Gewinne, andererseits Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste anhand von 3D-Gebäudemodellen modelliert. Die Gebäudemodelle werden dabei aus verschiedenen Datenquellen (u.a. ALKIS, LoD, GEG, EnEV) erzeugt, um eine möglichst reelle Abbildung des Gebäudebestandes zu erhalten. Der Wärmebedarf ist dann die Differenz von Gewinnen und Verlusten.

Parameter für die Wärmebedarfsberechnung

Für den Wärmebedarfsservice (WBS) sind fünf Eingangsparameter je Gebäude erforderlich:

- Gebäude-ID
- Baujahr
- Geometrie des Gebäudes
- Mittlere Dachhöhe des Gebäudes
- Gebäudefunktion (Wohngebäude / Nichtwohngebäude)

Im Ergebnis wurde für die Wärmebedarfsanalyse ein Berechnungsansatz basierend auf dem 3D-Gebäudemodell sowie der Gebäudefunktion herangezogen. Grundlegend hierfür ist die Bruttogrundfläche des Gebäudes sowie die Anzahl der Vollgeschosse. Diese berechnen sich gemäß der untenstehenden Gleichung aus der mittleren Traufhöhe aus den LoD1-Daten. Die Geschosshöhe von 2,75 m ist dabei eine Annahme. Grundlage der Annahme ist die anwendbare Methodik gemäß EnEV, bei der eine Geschosshöhe zwischen 2,5 m und 3 m vorausgesetzt wird. Nach Abgleichen zur Plausibilisierung der berechneten Ergebnisse lieferte eine Geschosshöhe von 2,75 m im Ergebnis die höchste Genauigkeit beim Abgleich der berechneten Bedarfswerte mit vorliegenden, aggregierten Verbrauchswerten.

$$\text{Vollgeschosse} = \text{Traufhöhe} / 2,75$$

Dabei sind:

<i>Vollgeschosse</i>	die Anzahl an Vollgeschossen, stets abgerundet auf ganze Zahlen [-]
<i>Traufhöhe</i>	die angelegte Höhe in m
2,75	die angelegte Höhe je Vollgeschosse [-]

Nachfolgend kann mit der Anzahl der Vollgeschosse die beheizte Nutzfläche je Gebäude berechnet werden:

$$NFL_{bh} = \text{Grundfläche} * \text{Anzahl Vollgeschosse} * A_{BGF}$$

Dabei sind:

<i>NFL_{bh}</i>	die beheizte Nutzfläche [m²]
<i>Grundfläche</i>	die Bruttogrundfläche der Gebäudegeometrie [m²]
<i>Anzahl Vollgeschosse</i>	die Anzahl der Vollgeschosse [-]
<i>A_{BGF}</i>	ist der Umrechnungsfaktor für die Bruttogrundfläche gemäß (BMWK & BMUV 2015) [-]

Der Umrechnungsfaktor A_{BGF} ergibt sich aus der Gebäudefunktion. Die entsprechende Bekanntmachung (BMWK & BMUV 2015) gibt jedoch nicht für alle Gebäudefunktionen, wie sie in den amtlichen Daten vorkommen, einen eindeutigen Umrechnungsfaktor an. Sofern kein eindeutiger Faktor vorliegt, gibt die genannte Literatur hier einen vereinfachten Faktor von $A_{BGF} = 0,85$ an. Dieser wurde u.a. für Wohngebäude angewendet.

Wohngebäude

Die Wärmemodellierung der Wohngebäude (WG) basiert auf dem Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108 in Verbindung mit spezifischen Gebäudeinformationen. Es wurde bewusst die auf die Nutzung der DIN V 18599 verzichtet und auf das etabliertere Verfahren nach DIN V 4108-6 zurückgegriffen. Es werden möglichst reale Referenzgebäude auf Grundlage von Gebäudegeometrie, Nachbarschaft und 3D-Geoinformationen erzeugt. Über diese Daten werden für jedes Gebäude

geometrische Parameter (z.B. Außenwandfläche oder Gebäudevolumen) errechnet. Diese Berechnungswerte der 3D-Gebäudegeometrie werden mit den Werten zur Dämmeigenschaft (U-Wert in $W/(m^2K)$) der Bauteile in Abhängigkeit vom Baualter und von der Gebäudetypologie kombiniert. Grundlage hierfür ist die deutsche Gebäudetypologie (Loga et al. 2015). Warmwasserbedarfe der jeweiligen Gebäude werden pauschal nach DIN 4108 mit $12,5 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$ berechnet.

Nichtwohngebäude

In der Analyse für Nichtwohngebäude (NWG) wird die Nutzung des Gebäudes über einzelne Nutzungszonen berücksichtigt. Die Wärmebedarfsberechnung für Nichtwohngebäude erfolgt nach den Randbedingungen für Nutzungszeiten, Personenbelegung und interne Wärmequellen, welche in Teil 10 der DIN V 18599 geregelt sind. Können bei einem Nichtwohngebäude deutliche Nutzungsunterschiede in einzelnen Gebäudeteilen angenommen werden, wird dieses Gebäude in Zonen unterteilt. Da in den Geobasisdaten keine entsprechende Einteilung (Zonierung) der Nichtwohngebäude vorliegt und keine allumfassende Literatur bzw. Forschungsergebnisse hierzu vorliegen, erfolgte die Zonierung anhand der amtlichen Gebäudefunktion auf Basis von Erfahrungswerten. Aufgrund der Heterogenität der Nichtwohngebäude ist hier von teils deutlichen Abweichungen zur Realität auszugehen.

Vorbereitend für die Berechnung des Wärmebedarfs werden die Nichtwohngebäude, abhängig von der Gebäudefunktion, in die Gebäudetypen Gewerbe und Industrie (GI), Handel und Dienstleistung (HD) oder Öffentliche Gebäude (Oe) eingeteilt.

Die Berechnung des Warmwasserbedarfs für Nichtwohngebäude erfolgt ebenfalls in Abhängigkeit von den zugeordneten Gebäudetypen. Anders als bei Wohngebäuden gibt es für Nichtwohngebäude jedoch keinen Richtwert für Warmwasserbedarfe nach DIN 18599, der angelegt werden kann. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Nutzungen im Nichtwohngebäudebestand ist von einem sehr heterogenen Warmwasserbedarf auszugehen (in Anlehnung an Jochum et al. 2015).

Anpassungsfaktor

Um die berechneten Wärmebedarfe mit dem Verbrauchsniveau anzunähern, wurde ein vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) entwickelte Anpassungsfaktor (APF) verwendet (Loga et al. 2015). Dieser Anpassungsfaktor wurde in der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung automatisch für jedes Gebäude, sowohl für den Ist-Zustand als auch für die Teil- und Vollsaniierung, interpoliert und verrechnet.

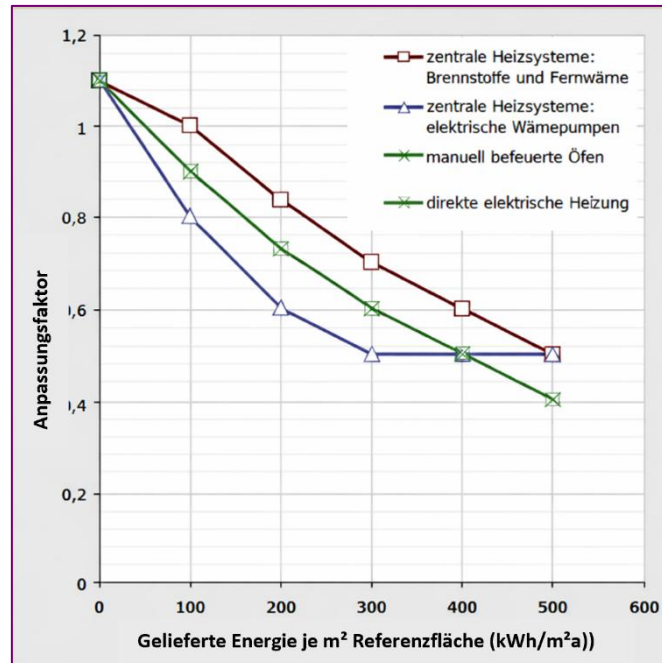


Abbildung 3-2: Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga et al. 2015)

Für die Wärmebedarfsberechnung finden zusammenfassend folgende Verallgemeinerungen statt:

- Keine Berücksichtigung von individuellen Sanierungszuständen von Gebäuden. Es wird in Abhängigkeit vom Gebäudetyp und Baualtersklasse stets mit den gleichen Wärmedämmeigenschaften gerechnet.
- Es wird bei allen Gebäuden die gleiche Geschosshöhe (2,75 m) angenommen. Bei ausgewählten Gebäudefunktionen wird jedoch pauschal von nur einem Geschoss entsprechend Traufhöhe ausgegangen (z.B. Kirchen und Schwimmbäder).
- Keine individuelle Unterscheidung bei Warmwasserbedarfen. Für Wohngebäude wird stets ein einheitlicher Wert, für Nichtwohngebäude ein Wert in Abhängigkeit vom Gebäudetyp verwendet.
- Zur Berechnung der solaren Gewinne über die solare Einstrahlung werden stets die gleichen solaren Strahlungsintensitäten je Himmelsrichtung verwendet. Es erfolgt keine nähere geografische Unterscheidung.
- Die Zonierung von Nichtwohngebäuden ist für alle Gebäude mit derselben amtlichen Gebäudefunktion identisch. Abweichungen einzelner Gebäude werden nicht berücksichtigt.
- Systematische Abweichungen von Bedarfs- und Verbrauchswerten für Raumwärme werden abhängig vom spezifischen Wärmebedarf über einen Anpassungsfaktor berücksichtigt, der auf empirischen Untersuchungen basiert und typische Differenzen zwischen berechneten Bedarfen und tatsächlichen Verbrauchsdaten abbildet. Weitere Abweichungen bleiben unberücksichtigt.

3.1.2 Wärme- und Kälteverbrauch

Verschneidung von realen Verbrauchsdaten mit Gebäudegeometrien

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Bad Pyrmont wurde eine detaillierte Analyse der realen Wärmeverbräuche auf Gebäudeebene durchgeführt. Ziel war es, die verfügbaren Verbrauchsdaten mit den Gebäudegeometrien zu verschneiden, um eine belastbare Datengrundlage für die Bestandsanalyse und die zukünftige Wärmeversorgungsplanung zu schaffen. Die Methodik beruht auf vier zentralen Datenquellen:

1. Erdgasverbrauchsdaten der Stadtwerke Bad Pyrmont

Die Stadtwerke Bad Pyrmont haben gebäudescharfe Erdgasverbrauchsdaten bereitgestellt. Diese Daten konnten eindeutig den entsprechenden Gebäudeobjekten im Geoinformationssystem (GIS) zugeordnet werden. Die Verknüpfung erfolgte über adressbasierte Identifier (z. B. Hausnummer, Straße, Postleitzahl), die mit den Gebäudegeometrien aus dem Liegenschaftskataster abgeglichen wurden.

2. Stromverbrauchsdaten für Wärmeanwendungen

Zur Ermittlung des Stromverbrauchs, der für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser verwendet wird – hauptsächlich durch Wärmepumpen und Stromdirektheizungen –, wurden Verbrauchsdaten der Stadtwerke Bad Pyrmont herangezogen. Diese stellten gebäudescharfe Jahresstromverbrauchswerte zur Verfügung, die auf Basis von Abrechnungsdaten aggregiert wurden.

Über die räumliche Zuordnung anhand der Adressinformationen konnten die Stromverbräuche eindeutig den jeweiligen Gebäuden zugewiesen werden.

3. Wärmenetzverbräuche der Netzbetreiber

Ebenfalls die Stadtwerke Bad Pyrmont stellten gebäudescharfe Verbrauchsdaten für das vorhandene Wärmenetz zur Verfügung. Die Vorgehensweise zur räumlichen Zuordnung entsprach derjenigen bei den Erdgasverbräuchen: Über die Adressinformationen konnten die Daten eindeutig einzelnen Gebäuden zugewiesen und als Endenergieverbrauch verortet werden.

4. Daten der Schornsteinfeger

Die Daten aus dem Schornsteinfegerregister wurden gebäudescharf bereitgestellt. Die Informationen (Kesselbaujahr, Energieträger, Nennwärmeleistung) wurden über die Adressinformationen eindeutig einzelnen Gebäuden zugewiesen.

5. Kälteverbräuche bei relevanten Unternehmen

Die Kälteverbräuche wurden gemeinsam mit der industriellen Abwärme bei den lokalen Unternehmen über einen Fragebogen mit erhoben.

Berechnung der Verbräuche nicht-leitungsgebundener Energieträger

Zur Berechnung der anzunehmenden Verbräuche der nicht-leitungsgebundenen Energieträgern mussten die durchschnittlichen Jahresvolllaststunden ermittelt werden. Hierzu wurden Gebäude herangezogen, die ausschließlich über Erdgas versorgt werden. Über folgende Gleichung konnte anhand des Erdgasverbrauchs und der dazugehörigen installierten Leistung des Erdgaskessels die durchschnittlichen Jahresvolllaststunden berechnet werden:

$$\text{Jahresvolllaststunden}[h] = \text{Erdgasverbrauch [kWh]} / \text{Installierte Leistung [kW]}$$

Für das Betrachtungsgebiet wurde der Mittelwert aus den Jahresvolllaststunden dabei für unterschiedliche Leistungsklassen und Gebäudetypen gebildet (vgl. Tabelle).

Im Mittel ergeben sich für das Betrachtungsgebiet somit folgende Jahresvolllaststunden für die unterschiedlichen Leistungsklassen pro Jahr: Für Feuerstätten der Klasse Holz ≤ 11 kW wurden lediglich 300 Volllaststunden pro Jahr angenommen.

Tabelle 3-2: Angenommene Volllaststunden für die Kommunale Wärmeplanung Stadt Bad Pyrmont

Volllaststunden	0-11 kW	>11-25 kW	>25-50 kW	>50-100 kW	>100 kW
Wohngebäude	1.562	1.528	1.540	1.456	1.435
Öffentliche Gebäude	1.250	1.113	1.720	2.280	1.523
Gewerbe und Industrie	1.250	1.352	1.308	1.453	2.419
Handel und Dienstleistung	1.250	1.924	1.496	1.521	2.737

Der errechnete Mittelwert der Volllaststunden wurde in Verbindung mit der installierten Leistung je Energieträger für die Berechnung der Verbräuche der nicht-leitungsgebundenen Energieträger genutzt:

$$\text{Verbrauch} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right] = \text{Installierte Leistung} [\text{kW}] * \text{Volllaststunden} \left[\frac{\text{h}}{\text{a}} \right]$$

Georeferenzierung der Daten

Die Adressbezogenen Daten der Schornsteinfeger und der Erdgas- sowie Stromverbräuche werden anhand der Adresse geocodiert (räumliche Verortung) und anschließend räumlich den Gebäuden des ALKIS-Datensatzes zugeordnet. Bei der Verortung der Adressen kann es zu räumlichen Abweichungen zwischen den geocodierten Punkten und den Hausumringen kommen, sodass diese dem Gebäude mit der räumlich nächsten Entfernung zugeordnet werden. Eine Zuordnung über die Grenze der Flurstücke hinweg erfolgt dabei nicht.

Liegen mehrere beheizte Gebäudegeometrien mit derselben Adresse (z.B. Wohngebäude) auf einem Flurstück, so werden die Verbrauchsdaten anteilig anhand der Nutzfläche auf die Geometrien verteilt.

Datenintegration und Qualitätssicherung

Alle Verbrauchsdaten wurden in einem gemeinsamen GIS-Datenmodell zusammengeführt. Die Verschneidung mit den Gebäudegeometrien erfolgte mittels Georeferenzierung und adressbasierter Matchingverfahren. Im Anschluss wurden automatisierte und manuelle Plausibilitätsprüfungen durchgeführt, um Inkonsistenzen (z. B. unrealistisch hohe oder doppelt zugewiesene Verbrauchswerte) zu identifizieren und zu korrigieren.

Annahmen für die Verbrauchsdatenberechnung

- Der Wärmeverbrauch ergibt sich für Wärmepumpen aus den in der Datengrundlage angegebenen Stromverbräuche in kWh mit einer JAZ von 3,1.
- Für Nachtspeicherheizungen wurde der Wärmeverbrauch in Höhe des Stromverbrauchs angenommen.
- Für beheizte Gebäude (nach Wärmebedarfskarte) welchen keinen Verbrauchswert zugewiesen werden konnte, wurden die Wärmebedarfsdaten für den Verbrauch hinterlegt und der Energieträger als „nicht definiert“ angenommen. Die Datenquelle der Verbrauchsdaten ist in der Spalte „INFO“ hinterlegt.

3.2 Betrachtungsebenen

Hotspots

Die Hotspot-Darstellungen im digitalen Zwilling dienen zur übersichtlichen Visualisierung der Wärmebedarfe/-verbräuche und Versorgungsoptionen in einem 100 m x 100 m Raster. Für jede einzelne Rasterzelle erfolgte eine Auswertung der Wärmebedarfe sämtlicher darin enthaltener beheizter Gebäude analog zu den Baublöcken. Dazu wurde innerhalb jeder Gitterzelle der spezifische Wärmebedarf sowie die Wärmedichte berücksichtigt. Zusätzlich finden sich weitere Informationen zu der Anzahl der Gebäude, unterschieden nach Wohn- und Nichtwohngebäuden. Da die Baublöcke die relevanten Darstellungsebenen für die Szenarienerstellung sind, wurde auf eine Darstellung von Karten im Bericht verzichtet, sie finden sich jedoch im öffentlichen Bereich des digitalen Zwillings.

Cluster/Baublöcke

Der Wärmebedarf/-verbrauch auf Versorgungsgebietsebene (Abbildung 3-12) kann als Grundlage für mögliche Quartierskonzepte und Versorgungsempfehlungen herangezogen werden.

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden Cluster bzw. Baublöcke gebildet, um zusammenhängende Siedlungsbereiche systematisch zu erfassen und auszuwerten. Die Erstellung erfolgte auf Basis von Geodaten, insbesondere den Hotspot-Rastern, den Flurstücksinformationen sowie den Siedlungsflächen aus dem Basis-DLM. Zunächst wurden benachbarte Flurstücke, die sich innerhalb eines Hotspots befanden, zu vorläufigen Gebieten zusammengefasst. Anschließend erfolgte eine Verfeinerung anhand der Siedlungsabgrenzungen, sodass klar abgegrenzte Ortslagen gebildet werden konnten. Um den Datenschutzvorgaben zu entsprechen, mussten alle Versorgungsgebiete mindestens fünf beheizte Gebäude umfassen. Kleinere Einheiten wurden, sofern möglich, mit benachbarten Gebieten zusammengeführt. Abschließend wurden alle Versorgungsgebiete mit einer eindeutigen Identifikationsnummer versehen und dokumentiert.

Wärmelinien

Die Wärmelinien bieten eine erste Orientierung, welche Art der Wärmeversorgung (Netz oder Dezentral) sinnvoll sein könnte.

Für die Berechnung der Wärmeliniendichte (Abbildung 3-13) wurden Informationen aus dem digitalen Landschaftsmodell herangezogen. Relevant waren hierbei die Straßenzüge in Siedlungsgebieten mit Gebäudeanbindung. Ausgenommen wurden demnach Verkehrswege wie beispielsweise Autobahnen und Bundesfernstraßen sowie Verkehrswege ohne eindeutige Adresse wie Rad- und Privatwege. Für jeden Straßenabschnitt, definiert durch Kreuzungs- und Endpunkte, wurde unter Berücksichtigung des Datenschutzes eine Wärmeliniendichte berechnet.

Ein Straßenabschnitt wurde durch seine begrenzenden Kreuzungs- oder Endpunkte definiert. Ein Endpunkt verfügte über keine Verbindung zu anderen Straßenzügen oder -abschnitten. Ein Kreuzungspunkt lag überall dort, wo mehrere Straßenzüge oder -abschnitte (entsprechend der Digitalisierung aus dem Basis-DLM) zusammentreffen. Überall dort, wo Kreuzungspunkte innerhalb eines Straßenzuges der Straßendatei auftraten (d.h. wo digitalisierte Abschnitte desselben Straßenzuges des Basis-DLM zusammentrafen), wurde der Straßenzug in Abschnitte unterteilt. Diese Abschnitte erhalten dann eine eindeutige Identifikationsnummer, die Auskunft über den Straßenzug und den jeweiligen Abschnitt gibt.

Nach Überprüfung und ggf. Anpassung der Straßenschlüssel der Gebäude folgt die Zuordnung der Gebäude zu den einzelnen, vorher gebildeten Abschnitten innerhalb der Straßenzüge. Dabei werden die Gebäude jeweils dem nächsten Abschnitt des zugeordneten Straßenzuges zugeordnet. Für die Berechnung der Wärmeliniendichte sind aus Datenschutzgründen mindestens fünf Gebäude entlang eines Straßenabschnitts erforderlich.

Liegen an einem Straßenabschnitt weniger als fünf Gebäude, so wird dieser Straßenabschnitt mit dem nächstgelegenen Abschnitt, der zum gleichen Straßenzug gehört, verbunden. Dies geschieht so lange, bis die Mindestanzahl von fünf Gebäuden erreicht wird.

3.3 Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung wurde für das gesamte Gebiet der Stadt Bad Pyrmont eine gebäudescharfe Bestandsanalyse durchgeführt. Ziel war es, die aktuelle Wärmeversorgung detailliert zu erfassen und eine solide Datenbasis für die künftige Wärmewendestrategie zu schaffen. Die Analyse umfasst insbesondere den jährlichen Endenergiebedarf für die Beheizung der Gebäude, die eingesetzten Energieträger sowie die bestehende leitungsgebundene Infrastruktur wie Erdgas- und Wärmenetze samt zugehöriger Erzeugungseinrichtungen.

Aus Datenschutzgründen werden gebäudescharfe Daten in der öffentlichen Darstellung nicht ausgewiesen. Stattdessen erfolgt die Visualisierung in aggregierter Form, beispielsweise auf Quartiers- oder Raster-Ebene, um Rückschlüsse auf einzelne Gebäude zu verhindern.

3.3.1 Gebäude- und Siedlungsstruktur

Die Auswertung der Gebäudebestandsdaten (5.915 beheizte Gebäude) für das Stadtgebiet Bad Pyrmont zeigt eine deutliche Prägung durch Wohnnutzungen. Insgesamt entfallen:

- **87 %** aller Gebäude auf **Wohngebäude**,
- **7 %** auf **Gewerbe- und Landwirtschaftsgebäude**,
- **4 %** auf **öffentliche Gebäude**,
- **2 %** auf **Gebäude für Handel und Dienstleistungen**.

Damit ist die Gebäudestruktur klar wohnungsdominiert. Nichtwohngebäude (zusammen 14 %) verteilen sich vergleichsweise breit auf gewerbliche, öffentliche sowie handels- und dienstleistungsbezogene Nutzungen. Für die Kommunale Wärmeplanung bedeutet dies, dass Maßnahmen im Wohnsektor sowohl hinsichtlich der Anzahl der Objekte als auch hinsichtlich der flächenbezogenen Wärmebedarfe eine zentrale Rolle einnehmen.

Der Wohngebäudebestand ist überwiegend durch **Mehrfamilienhäuser (44 % der Wohngebäude)**, **Einfamilienhäuser (30 % der Wohngebäude)** und **Reihenhäuser (11 % der Wohngebäude)** geprägt. Große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser spielen demgegenüber nur eine untergeordnete Rolle.

Verteilung der Gebäude (Anzahl nach Bautyp)

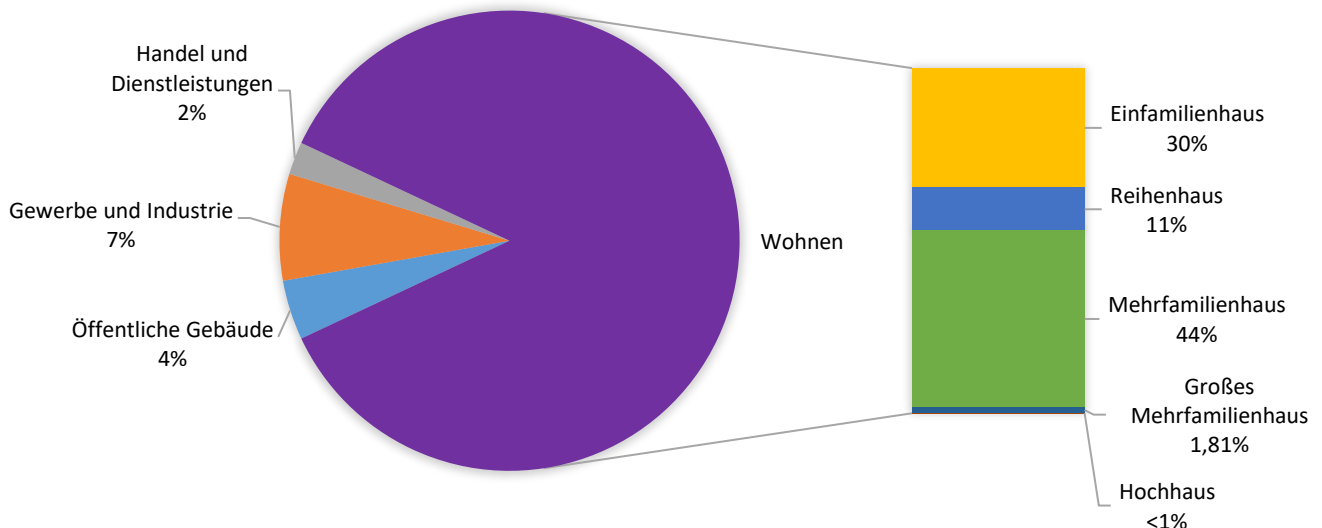


Abbildung 3-3: Verteilung der Gebäude in der Stadt (Anzahl nach Bautyp)

Diese Struktur weist auf eine insgesamt mittlere bis höhere bauliche Dichte in weiten Teilen des Stadtgebiets hin. Insbesondere der hohe Anteil an Mehrfamilien- und Reihenhäusern bietet grundsätzlich günstige Voraussetzungen für leitungsgebundene Wärmeversorgungs-lösungen (z. B. Wärmenetze), da hier vergleichsweise hohe Anschlussdichten realisierbar sind. In Quartieren mit einem höheren Anteil an Einfamilienhäusern sind dagegen stärker gebäudebezogene Versorgungslösungen zu erwarten.

Der Wohnsektor stellt damit nicht nur den größten Anteil an Gebäuden, sondern auch den größten Anteil an beheizter Fläche. Gleichzeitig entfällt jedoch ein erheblicher Anteil der beheizten Nutzfläche (insgesamt rund 39 %) auf Nichtwohngebäude.

Die Ergebnisse zeigen eine **klar wohnungsdominierte Gebäudestruktur** bei gleichzeitig signifikanter Bedeutung der Nichtwohnsektoren in Bezug auf die beheizte Nutzfläche. Daraus ergeben sich folgende übergeordnete Schlussfolgerungen für die Kommunale Wärmeplanung:

1. **Schwerpunkt im Wohnsektor:**
Aufgrund des hohen Anteils an Gebäuden und Nutzfläche kommt der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung im Wohnbereich eine zentrale Bedeutung zu.
2. **Gute Voraussetzungen für Quartierslösungen:**
Der hohe Anteil an Mehrfamilien- und Reihenhäusern begünstigt in verdichteten Bereichen die Umsetzung von Wärmenetzen oder gemeinschaftlichen Versorgungslösungen.
3. **Relevanz gewerblicher und öffentlicher Großverbraucher:**
Trotz geringerer Gebäudeanzahl verfügen insbesondere Gewerbe- und öffentliche Gebäude über große zusammenhängende Nutzflächen und damit relevante Wärmebedarfe. Diese können als **Ankerkunden** für Wärmenetze oder als Standorte für Abwärme- und erneuerbare Wärmepotenziale fungieren.

Insgesamt weist Bad Pyrmont eine differenzierte, jedoch überwiegend städtisch geprägte Gebäude- und Siedlungsstruktur auf (Abbildung 3-4).

Verteilung der Flächen [m²]

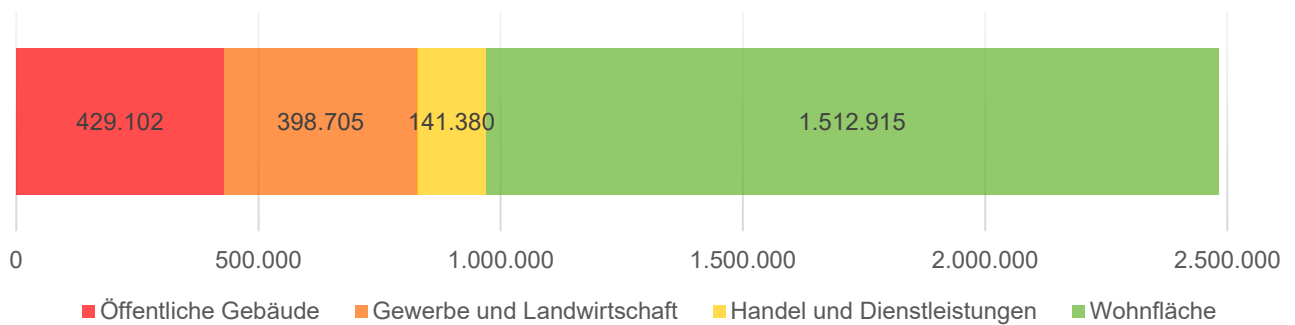


Abbildung 3-4: Verteilung der beheizten Nutzflächen auf die einzelnen Sektoren.

Im Stadtgebiet Bad Pyrmont beträgt die gesamte beheizte Nutzfläche **2.482.102 m²**. Die Verteilung auf die einzelnen Sektoren stellt sich wie folgt dar:

- Wohnen: 61 %
→ ca. 1.512.915 m²
- Gewerbe und Landwirtschaft: 16 %
→ ca. 398.705 m²
- Handel und Dienstleistungen: 6 %
→ ca. 141.380 m²
- Öffentliche Gebäude: 17 %
→ ca. 429.102 m²

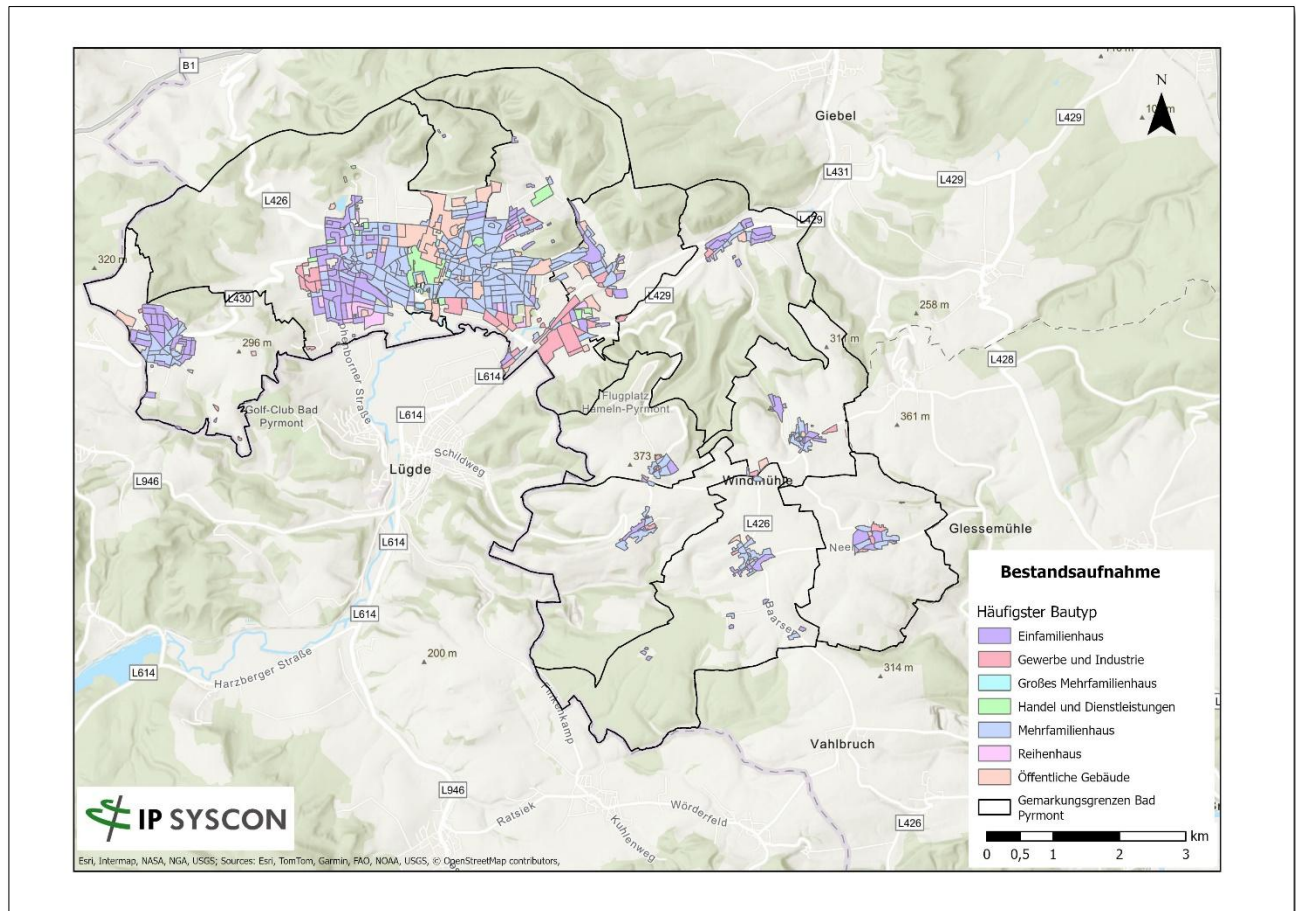


Abbildung 3-5: Verteilung der überwiegenden Gebäudenutzungen in der Stadt

Siedlungsentwicklung

Ein bedeutender Teil des Gebäudebestands in der Stadt Bad Pyrmont wurde in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg errichtet. Rund 72 % stammen aus der Zeit vor 1979, also vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung. Die Gebäude, die vor diesem Datum gebaut wurden, weisen daher in der Regel eine schlechtere Dämmung und höhere Wärmeverluste auf.

Jüngere Gebäude (Baujahr 2001 und später) machen zusammen etwa 7 % des Bestands aus (Abbildung 3-6).

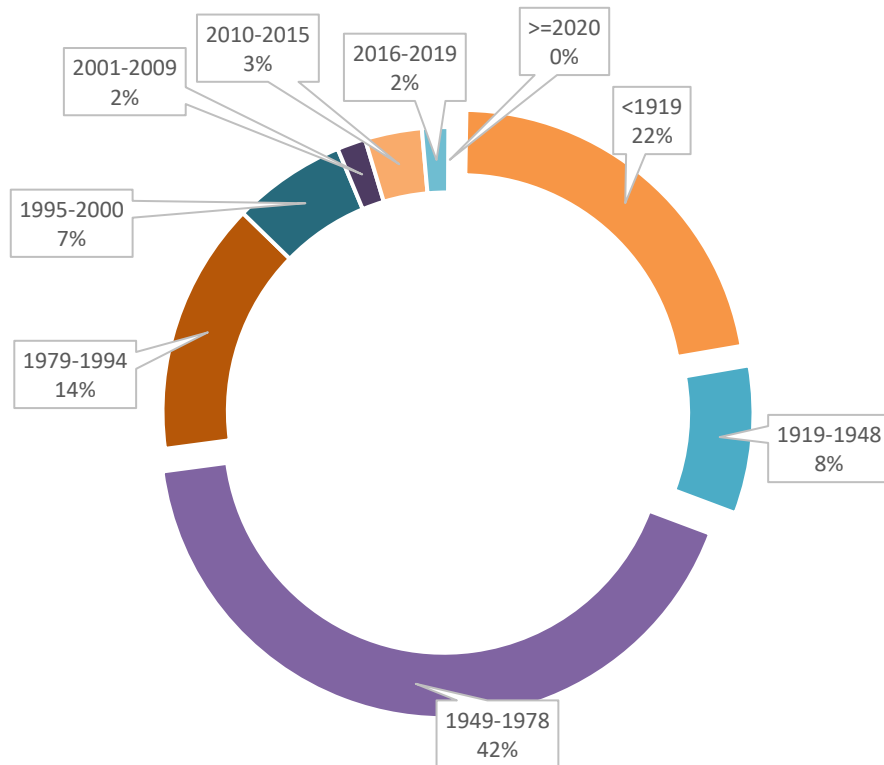


Abbildung 3-6: Verteilung der Baualtersklassen

Verteilung der Bautypen nach Baualtersklassen

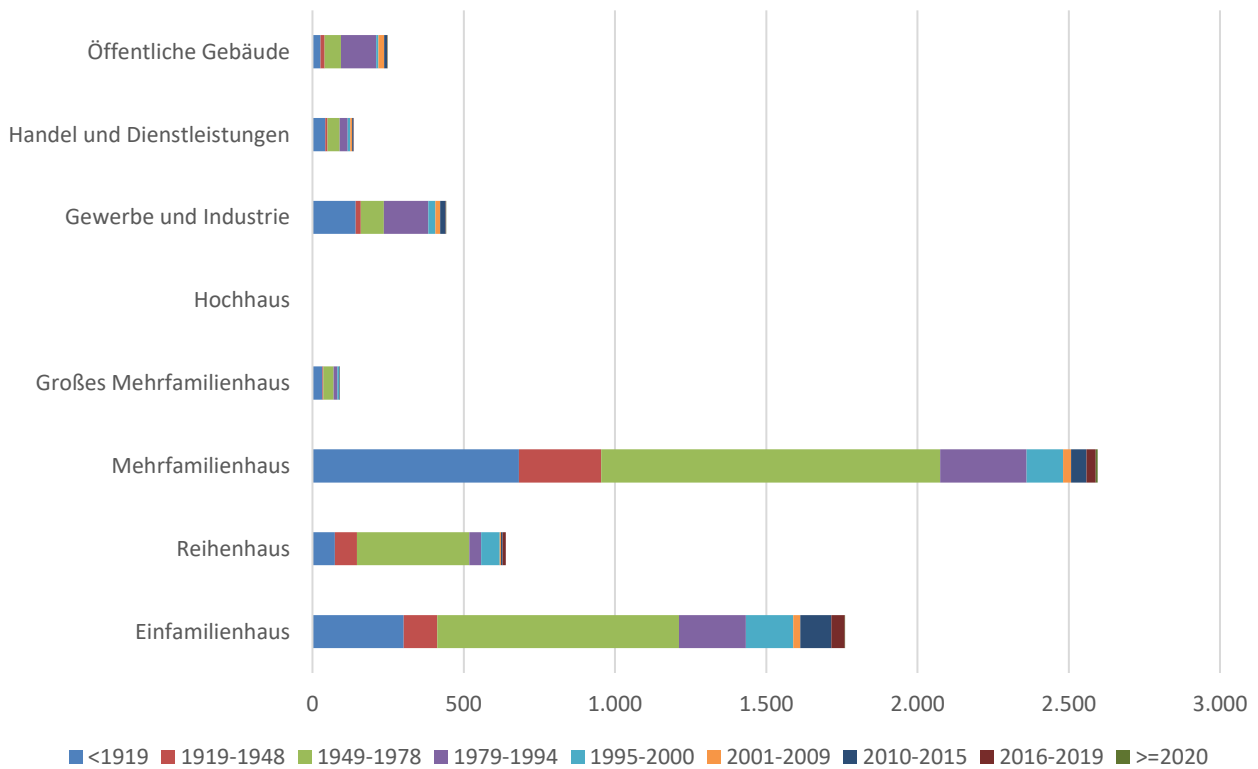


Abbildung 3-7: Verteilung der Bautypen nach Baualtersklassen

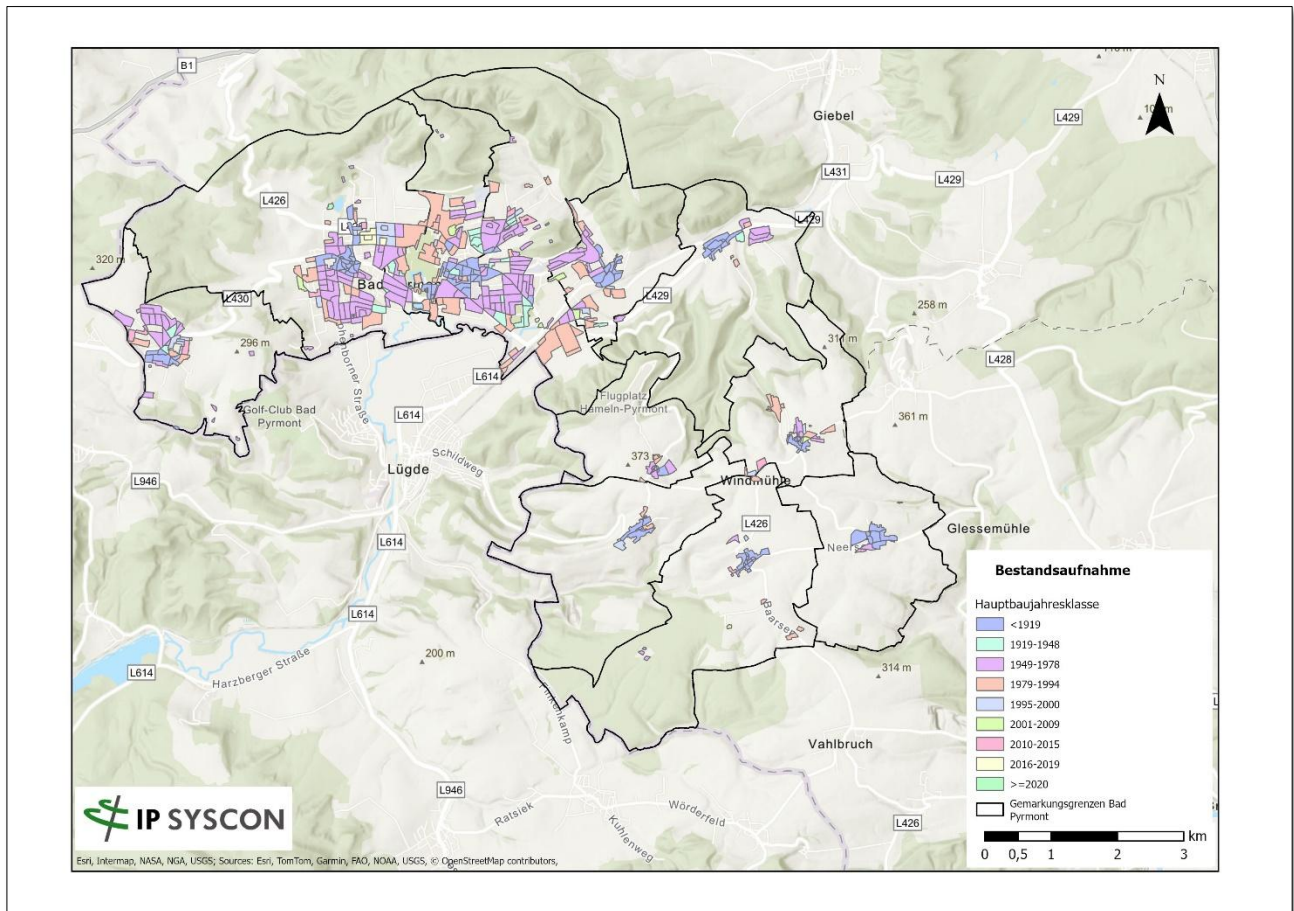


Abbildung 3-8: Entwicklung der Bebauung in der Stadt Bad Pyrmont (Clusterebene)

3.3.2 Bestehende Wärmeversorgungsinfrastruktur

Die Wärmeversorgung in der Stadt Bad Pyrmont erfolgt derzeit überwiegend dezentral und basiert auf einer Vielzahl von Energieträgern und Versorgungssystemen. Die bestehende Energieinfrastruktur ist heterogen und unterscheidet sich je nach Ortsteil und Gebäudetyp. Der Einsatz fossiler Energieträger ist noch weit verbreitet. In den Ortsteilen geschieht dies größtenteils in der Form von Heizöl, die Kernstadt ist hingegen überwiegend durch Erdgas versorgt. Dies ist in der folgenden Abbildung 3-9 zu erkennen, die den überwiegenden Energieträger je Baublock für das Stadtgebiet von Bad Pyrmont darstellt.

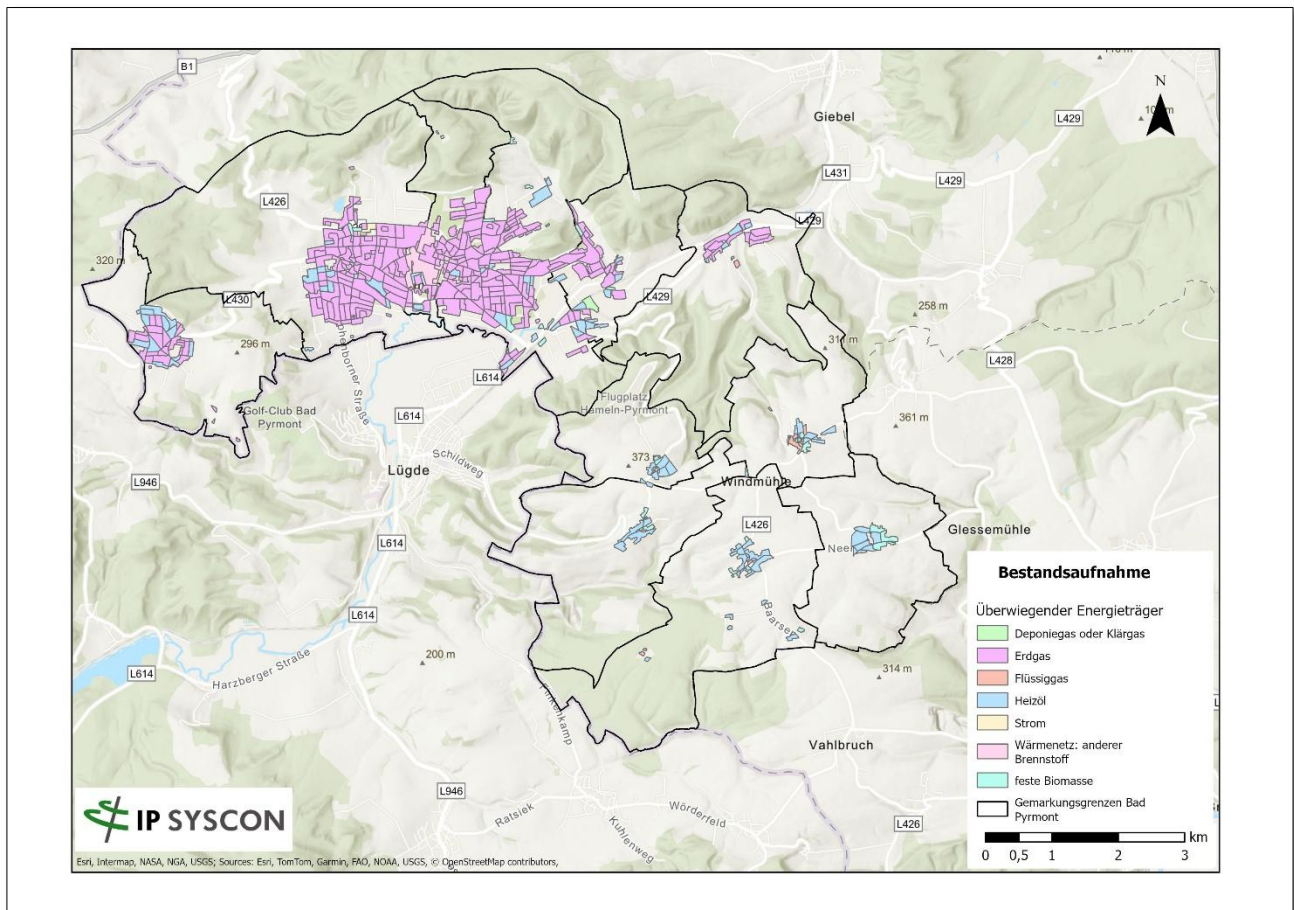


Abbildung 3-9: Räumliche Darstellung des überwiegenden Energieträgers je Baublock

Wärmenetze

Aktuell besteht in der Stadt Bad Pyrmont ein privat betriebenes Wärmenetz, welches in der folgenden Abbildung verortet ist:

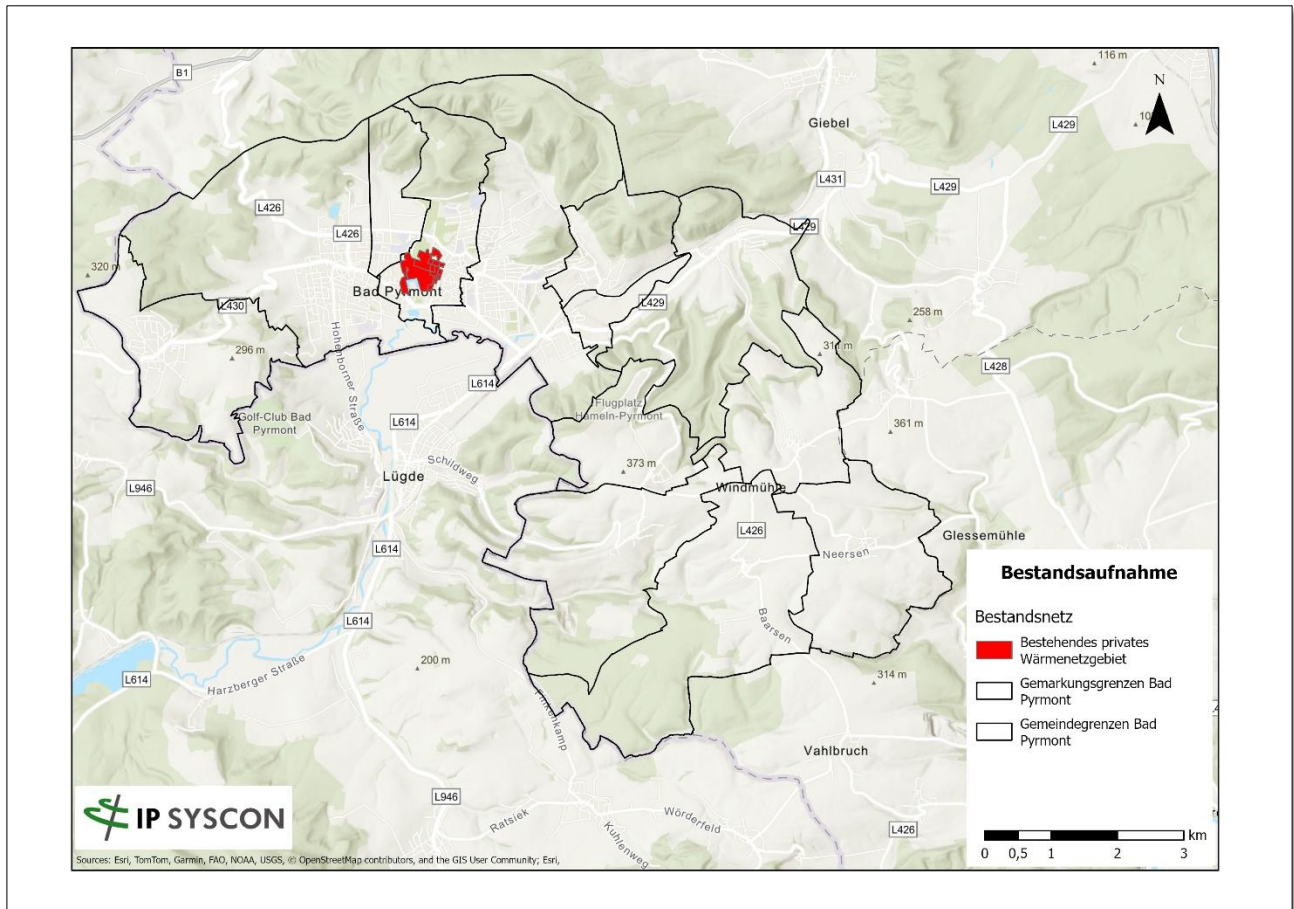


Abbildung 3-10: Übersicht der bestehenden Wärmenetzgebiete

Erdgasnetze

Die Versorgung mit Erdgas ist nahezu flächendeckend vorhanden. Erdgas stellt aktuell den mengenmäßig bedeutendsten Energieträger dar. Insgesamt werden 3.938 Gebäude über 223,46 km (182,03 km Mitteldruck und 41,43 km Niederdruck) Leitung mit Erdgas versorgt.

Heizungsanlagen

Grundlage der Erhebung zur Energieträgerverteilung sind Daten der Netzbetreiber sowie Angaben der Schornsteinfeger.

Die Wärmeversorgung erfolgt größtenteils dezentral über kleinere Heizungsanlagen in den Gebäuden. Insgesamt wurden 8.558 Heizungsanlagen in der Stadt Bad Pyrmont von den Schornsteinfegern übermittelt.

Die nichtleitungsgebundene Wärmeerzeugung erfolgt hauptsächlich über Heizöl und Biomasse (Pellets, Scheitholz), die Energieträger Flüssiggas, Steinkohle sowie Braunkohle spielen eine eher geringe Rolle und kommen, genauso wie Flüssiggas, nur vereinzelt zum Einsatz.

Biomasse spielt eine relevante Rolle in der Wärmeversorgung. Dabei handelt es sich jedoch häufig um Einzelöfen und Kamine, die vorrangig zur Unterstützung bestehender Heizsysteme genutzt werden. Auch Heizöl ist mit einem Anteil von gut 17 % noch weit verbreitet.

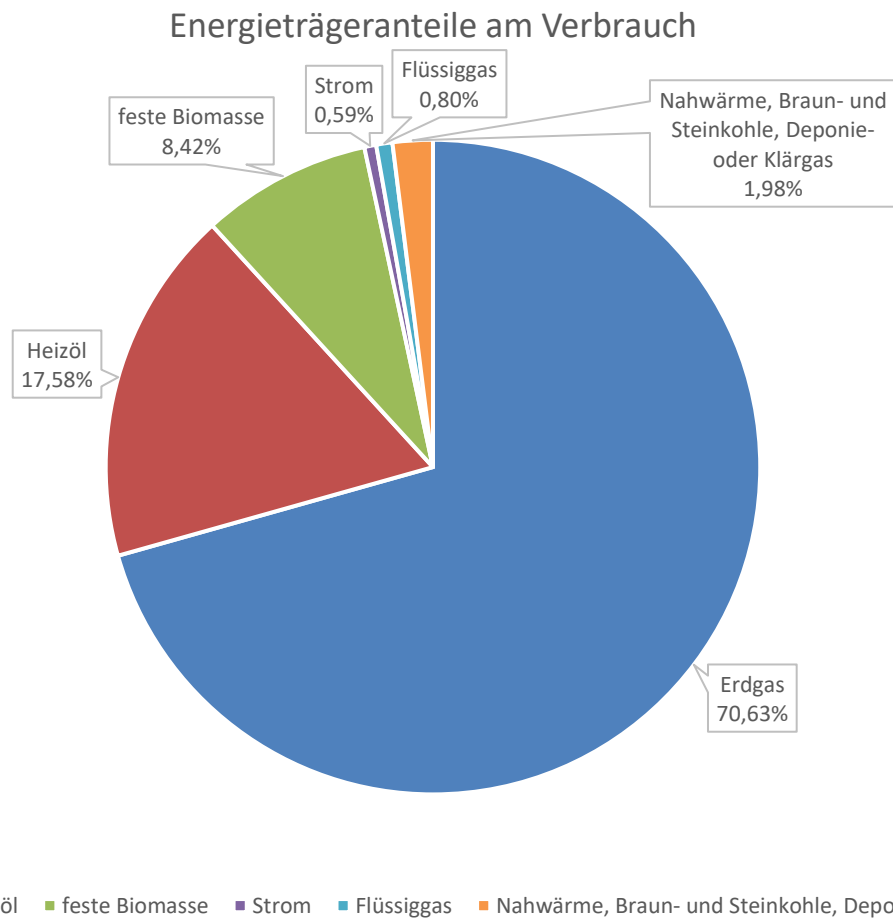


Abbildung 3-11: Verteilung des Wärmeverbrauchs nach Energieträgern

Die leitungsgebundene Versorgung erfolgt primär über Erdgas - Wärmenetze und Stromanwendungen kommen in weniger Gebäuden zum Einsatz:

- 3.938 Gebäude werden mit Erdgas versorgt
- 38 Gebäude werden aus den bestehenden Wärmenetzen versorgt
- 82 Gebäude nutzen Strom zum Heizen, insbesondere in Neubauten

Diese Zahlen verdeutlichen die Relevanz dezentraler Heizsysteme und die noch relativ geringe Verbreitung strombasierter Heiztechnologien. Gleichzeitig zeigen sie zentrale Ansatzpunkte für die zukünftige Transformation der Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren, emissionsarmen Systemen.

Wärmepumpen und Stromheizungen

Wärmepumpen sind in der Stadt derzeit noch wenig verbreitet, jedoch zunehmend von Bedeutung – vor allem in Neubauten. Im Referenzjahr lag der Stromverbrauch zur Wärmeerzeugung in der Stadt Bad Pyrmont im Durchschnitt bei 1.699 MWh/a.

3.3.3 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs und -verbrauchs

Die Analyse des räumlich aufgelösten Energieverbrauchs für Wärme in der Stadt Bad Pyrmont basiert auf der Auswertung von insgesamt 5.915 beheizten Gebäuden. Der ermittelte Energieverbrauch für Wärme beträgt 289.944 MWh pro Jahr (der berechnete Energiebedarf für Wärme liegt bei 319.244 MWh). Der Energiebedarf ergibt sich aus der Berechnung anhand der baulichen und energetischen Struktur der Gebäude (Kapitel 3.1.1). Der Energieverbrauch hingegen wird auf Grundlage der eingesetzten Heiztechnologien sowie der vorliegenden Verbrauchsdaten abgeleitet (3.1.2).

Die Erhebung stützt sich auf gebäudescharfe Angaben aus Schornsteinfegerdaten, Verbrauchsdaten für Wärmenetze und Strom, sowie auf aggregierte Erdgasverbrauchswerte.

Wärmeverbrauchsichte im Baublock

Einen Überblick über die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs vermittelt die Aggregation der gebäudescharfen Verbrauchswerte auf Baublockebene in den Clustergebieten. Darüber lassen sich gezielt Gebiete mit hohem Wärmeverbrauch identifizieren.

Abbildung 3-12 zeigt die räumliche Verteilung der Wärmedichte innerhalb der Cluster der Stadt Bad Pyrmont. Die Darstellung basiert auf dem berechneten jährlichen Energieverbrauch pro Fläche (in Kilowattstunden pro m² und Jahr (kWh/m²*a)) und ermöglicht eine differenzierte Bewertung des Wärmebedarfs im Siedlungsraum.

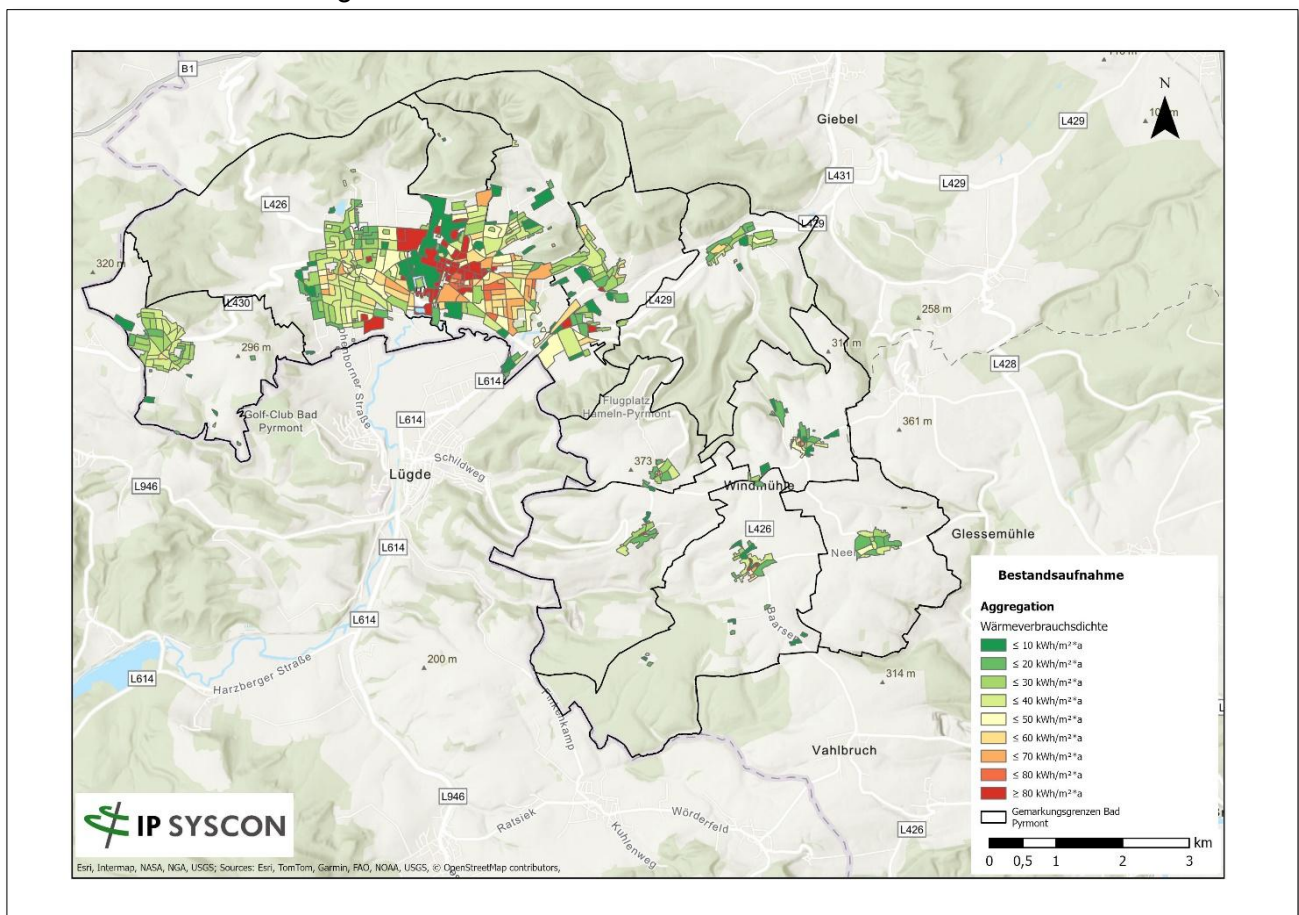


Abbildung 3-12: Wärmeverbrauchsichte (Aggregation in Baublöcke)

Wärmedichtekarten bilden die räumliche Verteilung der Wärmeverbräuche ab. Die Darstellungsart macht sichtbar, in welchen Gebieten (Straßen oder Quartiere) besonders hohe Wärmelasten auftreten, typischerweise in kompakt bebauten Wohnlagen oder Gewerbegebieten, und wo die Wärmeforderung eher gering ausfällt, etwa in locker bebauten Randlagen oder Streusiedlungen.

Besonders in den zentralen Lagen von Bad Pyrmont sowie in kompakt bebauten Wohngebieten werden hohe Wärmedichten erreicht. In peripheren Ortsteilen und Streulagen überwiegen hingegen deutlich niedrigere Wärmedichten.

Diese kartografische Darstellung ermöglicht eine gezielte Identifikation potenzieller Eignungsgebiete für Wärmenetze. Eine erste Einteilung erfolgt gemäß den Empfehlungen des Leitfadens Kommunale Wärmeplanung der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) in fünf Wärmedichteklassen mit jeweils unterschiedlicher Eignung für leitungsgebundene Wärmeversorgung. Die KEA-BW hat mit ihrer Vorreiterrolle im Bereich der kommunalen Wärmeplanung die verschiedenen Leitfäden und Musterleistungsverzeichnisse der anderen Bundesländer maßgeblich mitgeprägt und bietet mit dieser Zuordnung eine der wenigen dokumentierten Übersichten für die Einteilungen in potenzielle Eignungsgebiete für Wärmenetze.

Tabelle 3-3: Zuordnung Wärmedichteklassen zur Eignung von Wärmenetzen in Clustergebieten (Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020))

Flächenbezogene Wärmedichteklasse (MWh/ha*a), bezogen auf die Grundfläche des Clusters	Beschreibung	Eignung für Wärmenetze
< 70	Sehr geringe Dichte (Einzellagen, Streusiedlungen)	Kein technisches Potenzial
70–175	Geringe Dichte (überwiegend EFH, Randlagen)	Wärmenetze in Neubaugebieten empfohlen (z. B. kalte Netze)
175–415	Mittlere Dichte (Bestandssiedlungen, Mischgebiete)	Empfohlen für Niedertemperatur-Wärmenetze im Gebäudebestand
415–1.050	Hohe Dichte (geschlossene Wohnquartiere, Ortskerne)	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Dichte (Gewerbe, verdichtete Quartiere)	Sehr hohe Eignung für den Ausbau von Wärmenetzen

Gebiete mit hoher Bebauungsdichte ($> 415 \text{ MWh/ha}^*a$), insbesondere in verdichteten Wohnquartieren, weisen entsprechend hohe Wärmedichten auf. In diesen Bereichen kann die Errichtung oder der Ausbau von leitungsgebundenen Wärmenetzen wirtschaftlich sinnvoll und technisch gut umsetzbar sein. In locker bebauten oder ländlich geprägten Bereichen mit geringer Wärmedichte ist hingegen eher von einer dezentralen Einzelversorgung auszugehen.

Wärmelinienindichte

In der folgenden Abbildung 3-13 ist ein Ausschnitt der Wärmelinienindichte in Bad Pyrmont abgebildet. Die Wärmelinienindichte wird in kWh/m^*a dargestellt, also als Wärmeabnahme pro laufendem Straßenmeter. Die Auswertung der Wärmedichte entlang der Straßenachsen, angegeben in Megawattstunde pro laufendem Straßenmeter, unterstützt vor allem als Planungs- und

Entscheidungsgrundlage, um zu beurteilen, in welchen Bereichen eine leitungsgebundene Wärmeversorgung wirtschaftlich sinnvoll erscheint und wo dezentrale Einzelversorgungssysteme wirtschaftlich sinnvoller sind.

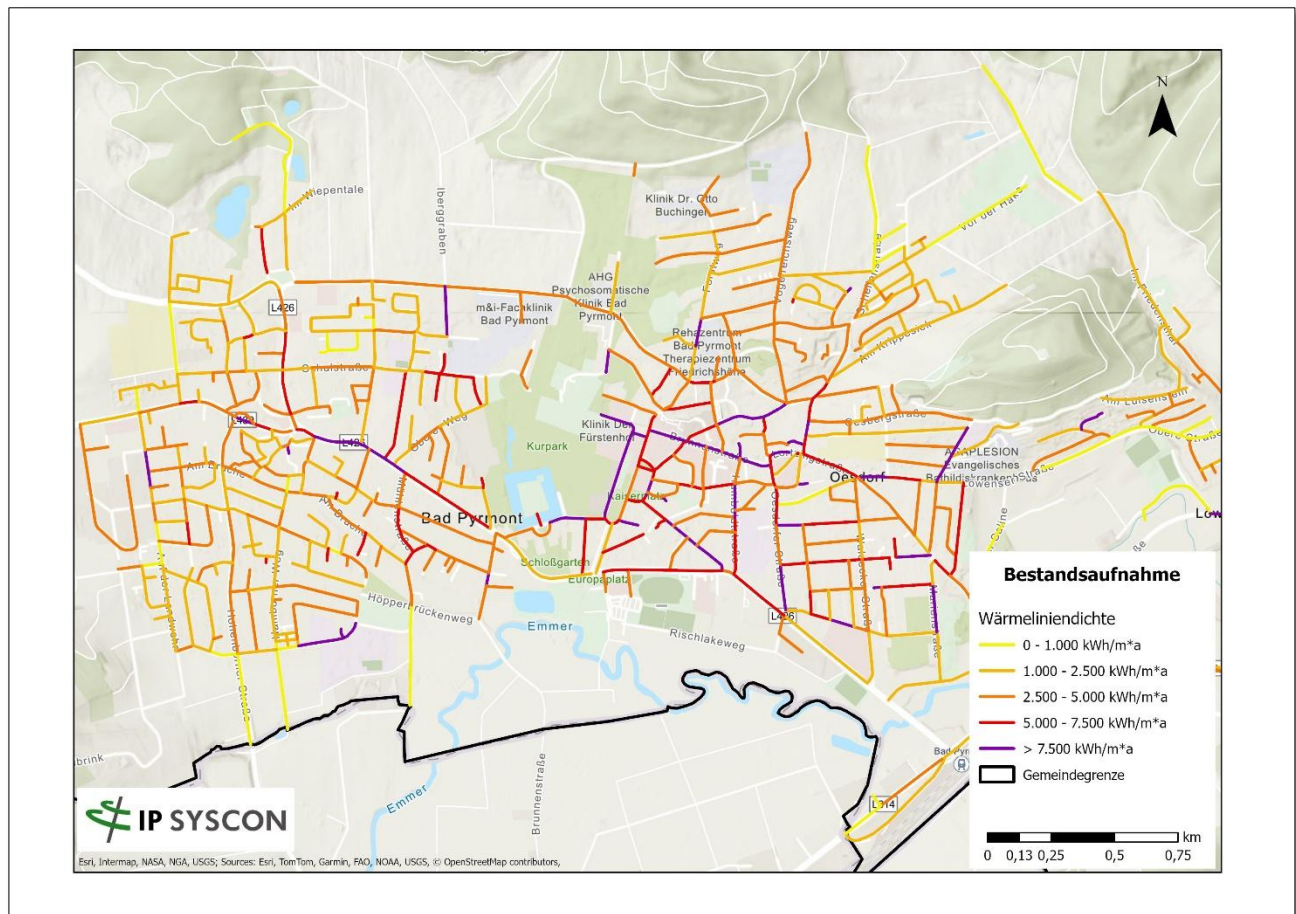


Abbildung 3-13: Wärmelinienendichte im Bestand (Auszug)

Tabelle 3-4: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit der Wärmelinienendichte (Quelle: ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg (2019))

Wärmedichteklasse (MWh/m²*a), bezogen auf den Meter Straßenzug	Eignung für Wärmenetze
< 0,7	Kein technisches Potenzial
0,7-1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5-2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
>2	Empfehlung wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist

Diese Einteilung dient als Orientierungsrahmen bei der Identifikation von Eignungsgebieten für Wärmenetze in der Kommunalen Wärmeplanung. Die Einschätzung berücksichtigt dabei technische, wirtschaftliche und infrastrukturelle Aspekte.

Die sektorale Betrachtung des Wärmeverbrauchs macht darüber hinaus deutlich, dass der Wohnsektor mit rund 66 % am Gesamtverbrauch der größte Sektor ist. Dieser Wert spiegelt sowohl die hohe Anzahl an Wohngebäuden als auch die typischen Heizbedarfe in Ein- und Mehrfamilienhäusern wider.

Energieverbrauch nach Sektoren

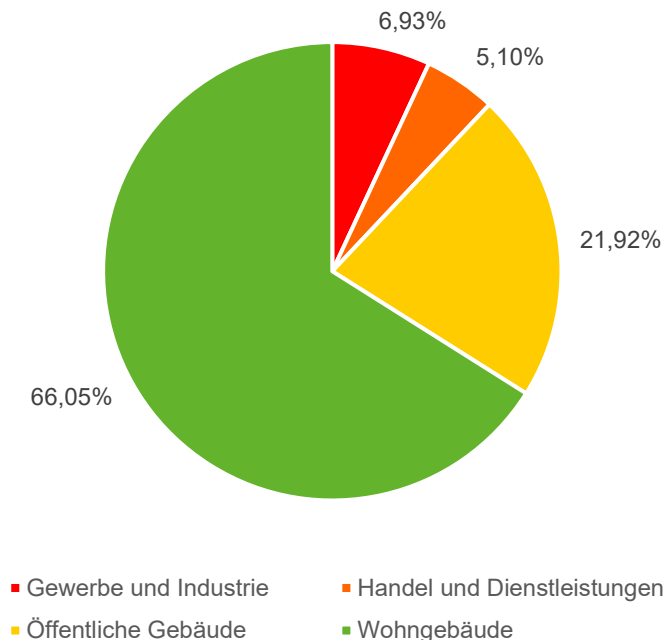


Abbildung 3-14: Sektoraler Wärmeverbrauch in der Stadt Bad Pyrmont nach Gebäudenutzung

3.3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) stellt eine zentrale Grundlage für die Kommunale Wärmeplanung dar. Sie ermöglicht die Bewertung des Ist-Zustands der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor und bildet die Basis für die Entwicklung klimaneutraler Zielpfade. Die nachfolgende Methodik beschreibt das Vorgehen zur Erhebung, Verarbeitung und Bilanzierung der THG-Emissionen auf Gebäudeebene.

Datenbasis

Zentrale Grundlage für die THG-Bilanzierung sind gebäudescharfe Angaben zum eingesetzten Energieträger. Diese Informationen wurden aus zwei Hauptquellen gewonnen: Zum einen wurden die Kkehrbuchdaten der Schornsteinfeger herangezogen, die detaillierte Informationen über die installierten Heizungsanlagen liefern. Zum anderen wurden für Gebäude mit Erdgasanschluss zusätzlich Erdgasverbrauchsdaten berücksichtigt.

Für die Umrechnung der ermittelten Energieverbräuche in THG-Emissionen kamen standardisierte Emissionsfaktoren aus der GEMIS-Datenbank zum Einsatz. Dabei werden sowohl direkte Emissionen aus der Verbrennung als auch vorgelagerte Emissionen aus der Vorkette berücksichtigt, um eine realitätsnahe Bilanzierung der klimawirksamen Emissionen zu ermöglichen.

Bilanzierungsrahmen

Die Systemgrenze der Bilanzierung umfasst ausschließlich den Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in bestehenden Gebäuden. Die Bilanz erfolgt gebäudescharf, wodurch eine detaillierte geografische Verortung von Emissionsschwerpunkten („Hotspots“) ermöglicht wird. Berücksichtigt wurden alle Energieträger, die in den Schornsteinfegerdaten, Stromanwendungen für Wärme und den Wärmenetzen erfasst sind, darunter:

- Feste Biomasse (Holz- und holzartige Biomasse)
- Erdgas
- Heizöl
- Flüssiggas
- Strom
- Braunkohle
- Steinkohle
- Deponiegas/Klärgas
- Biogas
- Nahwärme

Für jedes einzelne Gebäude wurden die THG-Emissionen nach folgendem Schema berechnet:

1. Zuordnung des jeweiligen Energieträgers auf Basis der Gebäudedaten,
2. Multiplikation des angegebenen oder abgeleiteten Wärmeverbrauchs mit dem entsprechenden Emissionsfaktor (in g CO₂eq/kWh) gemäß GEMIS (Tabelle 3-5),
3. Aggregation der berechneten Emissionen auf verschiedenen Ebenen – von der Wärmelinie über Hotspot und Cluster bis hin zur gesamten Kommune.

Die Ergebnisse der Berechnung wurden gebäudescharf ausgewiesen und bilden eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung wirksamer Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen im Wärmesektor.

Tabelle 3-5: Für die THG-Bilanzierung verwendeten Emissionsfaktoren

Brennstoff	Emissionsfaktor (g CO ₂ eq/kWh)	Brennstoff	Emissionsfaktor (g/kWh)
Braunkohle	473	Deponie-/Klär-gas	51
Steinkohle	433	Strom	505
Erdgas	257	Feste Biomasse	22
Heizöl	313	Flüssiggas	300
Nahwärme	63		

Die Auswertung des gesamten Wärmeverbrauchs in der Stadt Bad Pyrmont zeigt eine klare Dominanz fossiler Energieträger. Mit einem jährlichen Verbrauch von ca. 204.796 MWh stellt Erdgas den am häufigsten genutzten Energieträger dar, dies entspricht einem Anteil von 71 % am Gesamtverbrauch. An zweiter Stelle folgt Heizöl mit etwa 50.975 MWh bzw. 17 %.

Feste Biomasse, z. B. in Form von Holzöfen oder Pelletheizungen, trägt mit knapp 24.407 MWh etwa 8 % zum Gesamtverbrauch bei. Der Einsatz von Flüssiggas liegt bei rund 2.318 MWh und macht 0,80 % des Verbrauchs aus. Der Anteil des Stroms, etwa durch Wärmepumpen oder Direktheizsysteme, ist mit 1.699 MWh bzw. 0,59 % derzeit noch gering. Bei nach Gebäudefunktion beheizten Gebäuden, für die weder ein Energieträger noch ein Verbrauchswert zugeordnet werden konnte, wurde der Wärmebedarf als Grundlage herangezogen und der Energieträger mit „nicht definiert“ angegeben.

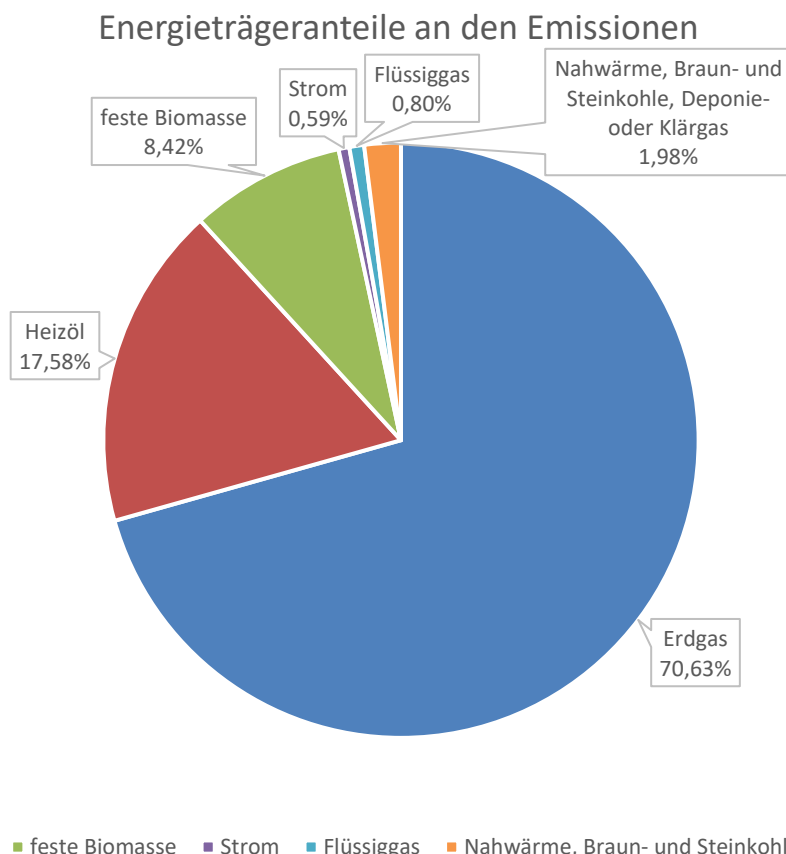


Abbildung 3-15: Anteil der Energieträger an den Gesamtemissionen (71.147 t CO₂eq) in der Stadt

Für die Bewertung der aktuellen Situation sowie die Ableitung von Klimaschutzzielen ist eine fundierte Erfassung des Wärmeverbrauchs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen unerlässlich. Die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) bildet die Grundlage, um Maßnahmen zur klimaneutralen Umgestaltung der Wärmeversorgung gezielt zu entwickeln, zu priorisieren und effizient umzusetzen.

Die Analyse der THG-Emissionen zeigt deutlich, dass das Erdgas den mit Abstand größten Beitrag zu den wärmebedingten Emissionen in der Stadt leistet. Rund 74 % der Gesamtemissionen entfallen auf Erdgas, gefolgt von Heizöl mit 22 %. Strom trägt dagegen lediglich 1 % zu den Emissionen bei, feste Biomasse ebenfalls.

Mit Blick auf die Verbrauchsanteile der jeweiligen Energieträger wird deutlich, dass fossile Energieträger nicht nur im Verbrauch, sondern auch in den Emissionen die dominierende Rolle in der Verteilung annehmen.

Der Beitrag der einzelnen Energieträger zu den Treibhausgasemissionen unterscheidet sich zum Teil von ihrem Anteil am tatsächlichen Wärmeverbrauch. Dies liegt an den variierenden Emissionsfaktoren der Energieträger (Tabelle 3-5) also daran, wie viele Treibhausgase bei der Erzeugung einer Kilowattstunde Wärme ausgestoßen werden.

Die Ergebnisse der Bestandsanalyse verdeutlichen die Notwendigkeit, insbesondere fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl rasch zu substituieren, um die Klimaziele im Wärmesektor zu erreichen.

3.4 Ergebnis der Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse zeigt für Bad Pyrmont eine deutlich fossil geprägte und energetisch sanierungsbedürftige Gebäudestruktur. Rund 72 % der beheizten Gebäude wurden vor 1979 und damit vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet. Entsprechend ist in weiten Teilen des Gebäudebestands von einem erhöhten energetischen Sanierungsbedarf und vergleichsweise hohen Wärmeverbräuchen auszugehen.

Die Wärmeversorgung wird derzeit klar von fossilen Energieträgern dominiert: Erdgas und Heizöl machen zusammen 88 % des Gesamtwärmeverbrauchs aus. Dies unterstreicht die hohe Abhängigkeit von fossilen Infrastrukturen und verdeutlicht den Handlungsdruck im Hinblick auf Klimaschutz, Versorgungssicherheit und Preisstabilität.

Städtebaulich ist Bad Pyrmont durch ein verdichtetes Kernstadtgebiet mit teils geschlossener Bebauung und Erdgasversorgung sowie lockerere Siedlungsstrukturen in den Ortsrandlagen geprägt. In den Ortschaften finden sich dann in großen Teilen auch nicht leitungsgebundene Energieträger als Versorgungsoptionen mit größer werdendem Anteil.

Diese heterogene Struktur bietet unterschiedliche Ansatzpunkte für die Wärmewende: Während sich in den dichter bebauten Bereichen grundsätzlich Potenziale für eine Erweiterung oder Verdichtung von Wärmenetzen ergeben, sind in den Rand- und Ortslagen eher dezentrale Versorgungslösungen – insbesondere Wärmepumpen – zu prüfen, da hier die Wärmelinien- und Wärmeflächendichte keine Rückschlüsse auf einen wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes schließen lassen. Eine Ausnahme gibt es in Löwensen, wo ein privat betriebenes Wärmenetz vorhanden ist, welches Prüfmöglichkeiten zur Erweiterung bietet.

Aktuell sind 38 Gebäude an bestehende Wärmenetze angeschlossen, was im Verhältnis zu insgesamt 5.915 beheizten Gebäuden einen noch geringen Versorgungsanteil darstellt. Demgegenüber nutzen 82 Gebäude Strom zum Heizen, darunter Wärmepumpen und Stromdirektheizungen. Der Anteil strombasierter Heizsysteme ist damit vorhanden, aber bislang ebenfalls nicht prägend.

4 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse bildet die zweite zentrale Phase der Kommunalen Wärmeplanung und untersucht, in welchem Umfang in der Stadt Bad Pyrmont künftig klimafreundliche Energiequellen zur Wärmeversorgung genutzt werden können. Ziel ist es, nutzbare Potenziale für die Reduktion des Wärmebedarfs sowie für den Einsatz erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme systematisch zu erfassen, räumlich zu verorten und deren Beitrag zur künftigen Wärmeversorgung energetisch zu bewerten.

Das methodische Vorgehen basiert auf einer geografischen Auswertung dieser Daten (Kapitel 2.1), der Bewertung technischer und räumlicher Eignung sowie der energetischen Quantifizierung der Potenziale. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die spätere Entwicklung von Versorgungsszenarien und Handlungsempfehlungen im Sinne einer langfristigen klimaneutralen Wärmeversorgung.

Bewertung und Einordnung der ermittelten Potenziale

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden verschiedene Arten von Potenzialen systematisch betrachtet und – soweit möglich – energetisch quantifiziert. Dabei wird grundsätzlich zwischen theoretischen, technischen und erschließbaren Potenzialen unterschieden, wobei jede Potenzialstufe unterschiedliche Aussagen über die tatsächliche Nutzbarkeit trifft.

- Theoretische Potenziale umfassen die physikalisch maximal mögliche Energie, die in einer Ressource gespeichert ist – z. B. die gesamte Einstrahlungsmenge der Sonne auf alle geeigneten Dachflächen. Diese Potenziale sind wertvoll für eine grobe Abschätzung, lassen jedoch noch keine konkreten Rückschlüsse auf die reale Nutzung zu.
- Technische Potenziale berücksichtigen bereits Einschränkungen wie Flächennutzung, Verschattung oder technische Umsetzbarkeit. Für Photovoltaik bedeutet dies beispielsweise: nur geneigte Dachflächen mit ausreichender Ausrichtung und Neigung werden einbezogen, wobei der Denkmalschutz bei vorhandenen Daten berücksichtigt werden kann.
- Erschließbare Potenziale gehen einen Schritt weiter und beziehen zusätzlich rechtliche, wirtschaftliche und infrastrukturelle Rahmenbedingungen mit ein. Diese umfassen u. a. Fragen der Genehmigungsfähigkeit, Erschließungskosten oder der Integration in bestehende Netze. Für Geothermie etwa werden nur Gebiete betrachtet, in denen die Nutzung gemäß hydrogeologischer Bedingungen und wasserrechtlicher Vorgaben zulässig ist.

Für die Kommunale Wärmeplanung in der Stadt Bad Pyrmont lag der Fokus primär auf der technischen Potenzialermittlung, ergänzt durch erschließbare Potenziale in Bereichen mit bekannt restriktiven Rahmenbedingungen, etwa bei Geothermie oder Abwärmenutzung. Die theoretischen Potenziale wurden nur informativ ausgewiesen, um das Gesamtbild der verfügbaren Ressourcen abzurunden.

4.1 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale im Gebäudesektor wurden unterschiedliche Sanierungsszenarien modelliert, die auf Annahmen zur Sanierungsrate, Sanierungstiefe und Sanierungsreihenfolge basieren. Die Berechnung erfolgte auf Grundlage gebäudescharfer Wärmebedarfsdaten, die mithilfe des Wärmebedarfsservices (WBS) simuliert wurden.

Ein zentrales Kriterium für die Abschätzung der Entwicklung im Gebäudebestand ist die Sanierungsrate, also der Anteil der Gebäude, die pro Jahr energetisch modernisiert werden. Hierzu wurden drei Szenarien definiert: ein konservatives „Business-as-Usual“-Szenario mit einer jährlichen Sanierungsrate von 0,83 % (dies spiegelt die durchschnittliche, Jährliche Sanierungsrate für ganz Deutschland aus dem Jahr 2023 wider. Während der Projektlaufzeit wurden aktuellere Zahlen für das Jahr 2024 veröffentlicht, die eine Sanierungsrate von 0,69 % p.a. ausweisen), ein anspruchsvolleres Zielszenario mit 1,25% sowie ein ambitioniertes Effizienzzenario mit einer jährlichen Rate von 1,75 %. Die Sanierungsraten werden dabei als Vollsanierungsäquivalent angegeben. Eine

spezifische Sanierungsrate für Bad Pyrmont ist nicht bekannt. Eine Sanierungsrate von 0,83 % bedeutet, dass pro Jahr 8,3 von 1.000 Gebäuden saniert werden.

Ergänzend dazu wurde für die Sanierungstiefe folgende Werte angenommen ((BMWK), 2023): 90 % der angenommenen Sanierungen sind Teilsanierungen (Fenster- und Dachdämmung), 10 % als Vollsanierungen (umfassende Gebäudesanierung aller Gewerke) modelliert. Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen.

Zur Priorisierung der Gebäude kam ein Worst-Performing-Ansatz zum Einsatz: Sanierungen wurden vorrangig bei Gebäuden mit dem höchsten spezifischen Wärmeverbrauch angesetzt, da hier die größten Einsparpotenziale vermutet werden. Gebäude mit bereits geringem Wärmeverbrauch wurden im Modell hingegen mit einer niedrigen Sanierungswahrscheinlichkeit belegt.

Die Berechnung erfolgte in zwei Schritten: Zunächst wurde das theoretische Einsparpotenzial pro Gebäude für den teil- und vollsanierten Zustand berechnet. Anschließend wurden diese Werte unter Berücksichtigung der jeweiligen Sanierungsrate und -tiefe auf die Gesamtzahl der Gebäude in den Szenarien (Stützjahre z.B. 2030, 2035, 2040) übertragen. So konnten projektspezifische Wärmebedarfsszenarien entwickelt werden, die das zukünftig mögliche Einsparpotenzial im Gebäudesektor realitätsnah abbilden. Diese können so auch in den unterschiedlichen Aggregationsstufen abgebildet werden.

Ausgangslage

Im Ausgangsjahr beträgt der rechnerische Wärmebedarf für alle Gebäude insgesamt ca. 276.183 GWh/a (nach Abgleich des Bedarfs mit dem Verbrauch und einer Kalibrierung des Bedarfs). In allen Szenarien ergibt sich bis zum Jahr 2040 eine messbare Reduktion.

Tabelle 4-1: Entwicklung des Wärmebedarfs in den Szenarien unter Annahme unterschiedlicher Sanierungsraten

Szenario	2030 [GWh/a]	2035 [GWh/a]	2040 [GWh/a]
Szenario 1 (0,83 %)	272	268	263
Szenario 2 (1,25 %)	270	263	256
Szenario 3 (1,75 %)	267	257	254

Beispielhaft: im Szenario 1 sinkt der rechnerische Wärmebedarf somit bis 2040 um rund 4,7 % gegenüber dem Ist-Zustand. Dies zeigt: Bei gleichbleibender Sanierungsrate ist die Energieeinsparung im Gebäudebestand bei angenommener Sanierungstiefe (Mindestvorgaben nach GEG) begrenzt, was die Notwendigkeit von erneuerbaren Versorgungsstrukturen zusätzlich unterstreicht.

Das energetische Einsparpotenzial von Gebäuden ist in der Regel eng mit deren Baualtersklasse verknüpft. Vor allem die Baualtersklasse der Nachkriegszeit und vor der ersten Wärmeschutzverordnung (1949-1978) stellen hier die zentralen Baualtersklassen für Einsparpotenziale dar (siehe Kapitel 3.3.1.)

4.2 Geothermie

Hinsichtlich der energetischen Nutzung wird in Deutschland zwischen der tiefen (ab 400 m) und oberflächennahen (bis 400 m) Geothermie und Umgebungswärme unterschieden. Allen Systemen der Tiefengeothermie ist gemeinsam, dass ein Wärmeträgermedium (meist Wasser) zwischen Untergrund und Erdoberfläche zirkuliert und dabei Wärme gewinnt. Oberflächennahe Erdwärmesysteme benötigen eine Wärmepumpe, um die dem Untergrund entzogene Wärme vom niedrigen Quelltemperaturniveau (Erdreichtemperatur) auf ein höheres, zur Gebäudebeheizung nutzbares, Temperaturniveau anzuheben. Zu den Oberflächennahen Erdwärmesystemen gehören die Erdwärmesonden und -kollektoren, die in Kombination mit Wärmepumpen funktionieren. In Niedersachsen gewinnt die oberflächennahe und tiefe Geothermie zunehmend an Bedeutung, weil sie im Gegensatz zu den meisten anderen erneuerbaren Energieträgern wie Wind, Wasser oder Sonne eine Energieform ist, die unabhängig von Witterung, Tages- und Jahreszeit nahezu ständig zur Verfügung steht.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde das nutzbare oberflächennahe geothermische Potenzial in der Stadt Bad Pyrmont systematisch untersucht. Dabei wurde zwischen den zwei technisch etablierten Systemen unterschieden:

- Erdwärmesonden (vertikale Erschließung bis ca. 100 m Tiefe)
- Erdwärmekollektoren (horizontale Verlegung in 1,2 bis 2,5 m Tiefe).

Beide Systeme nutzen die im Untergrund gespeicherte Wärme in Kombination mit elektrisch betriebenen Wärmepumpen zur Beheizung von Gebäuden. Die Analyse stützt sich auf die einschlägigen gesetzlichen und technischen Grundlagen, insbesondere das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das Bundesberggesetz (BBergG), die VDI-Richtlinie 4640 sowie auf raumbezogene Geodaten zur Geologie, Nutzungseinschränkungen und Standorteignung. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse der Studie „Nutzung des geothermischen Potenzials unter Berücksichtigung des Heilquellenschutzes in Bad Pyrmont“ (Vorstudie) mit abgeglichen und nach Projekinterner Rücksprache in Teilen für die vorliegende Potenzialanalyse der kommunalen Wärmeplanung verwendet.

Eine tiefere Betrachtung tiefer Geothermie (ab 400 m tiefe) erfolgte im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht, da die Analyse aufwendige Probebohrungen benötigt, um aussagekräftige Ergebnisse zu liefern. Die Ergebnisse, die die Vorstudie „Nutzung des geothermischen Potentials unter Berücksichtigung des Heilquellenschutzes in Bad Pyrmont“ im Bereich der Nachnutzung der Bohrung „Pyrmont 2“ aufgenommen hat, besagen hier, dass die Bohrung in einer Zone III/2 HQGSVO verortet ist und somit eine Nutzung stets eine Befreiung vom Verbot zur Nutzung von Wärmepumpen als Erdwärmepumpen erforderlich macht.

4.2.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden erschließen die Wärme im Untergrund durch vertikale Bohrungen. Die spezifische Wärmeentzugsleistung hängt wesentlich vom geologischen Aufbau, dem Feuchtigkeitsgehalt und der thermischen Leitfähigkeit des Untergrunds ab. Die Potenzialermittlung erfolgte unter Verwendung flächendeckender Daten des Landes Niedersachsen, die für unterschiedliche Untergrundtypen typische Entzugsleistungen in einer Bandbreite von etwa 40 bis 70 W/m ausweisen. Je nach geologischer Zone wurden diese Entzugswerte standortspezifisch im GIS-Modell zugewiesen.

Zur Berechnung der potenziellen thermischen Leistung wurde eine Standard-Sondentiefe von 100 m, ein Sondenabstand von 6 m sowie ein Mindestabstand von 10 m zur benachbarten Anlage angesetzt. Für die Betriebsdauer wurden zwei gängige Nutzungsszenarien mit 1.800 und 2.400 Vollbenutzungsstunden pro Jahr angenommen. Als technischer Wirkungsgrad der Wärmepumpensysteme wurde ein COP von 4 (Leistungszahl) unterstellt. Die Berechnung der potenziell nutzbaren Wärmemenge erfolgte auf dieser Grundlage und wurde unter Berücksichtigung sämtlicher Nutzungseinschränkungen, insbesondere Ausschlussflächen wie Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiete, Gewässer, Verkehrsflächen und dichte Bebauung, flächenspezifisch durchgeführt.

Darüber hinaus wurden die Ergebnisse der bereits bestehenden Vorstudie „Nutzung des geothermischen Potenzials unter Berücksichtigung des Heilquellenschutzes in Bad Pyrmont“ in die Auswahl geeigneter Flächen mit einbezogen.

4.2.2 Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren nutzen die im Oberboden gespeicherte Energie, die sich aus direkter Sonneneinstrahlung und atmosphärischen Einträgen speist. Diese Systeme werden in etwa 1,2 bis 2,5 m Tiefe horizontal im Erdreich verlegt. Die Standorteignung von Böden für Kollektoren ist gegeben, wenn die Böden eine gute Wärmeentzugsleistung aufweisen. Hierfür müssen die Böden eine gute Durchfeuchtung und/oder geringe Grundwasserflurabstände aufweisen. Im Gegensatz dazu sind trockene, sandige Böden mit einem großem Grundwasserflurabstand weniger geeignet. Auf Grundlage der räumlichen Differenzierung in bodenkundlichen Karten, den zugehörigen Beschreibungen der Bodenprofile in einer Tiefe von 1,2 m bis 1,5 m, den Angaben zum Grundwasserstand sowie der Bewertung von Bodenarten und Festgesteinen, existiert eine Karte der potenziellen Standorteignung für den Einsatz von Erdwärmekollektoren, welches auf dem NIBIS Kartenserver bereitgestellt wird. In der Karte der potenziellen Standorteignung sind drei Eignungsklassen angegeben: gut geeignet ($> 30 \text{ W/m}^2$), geeignet ($20\text{--}30 \text{ W/m}^2$) und wenig geeignet ($< 20 \text{ W/m}^2$).

Gut geeignet sind Böden im Einflussbereich des Grundwassers sowie Böden mit hohem Wasserspeichervermögen. Wenig geeignet sind flachgründige Böden auf Festgesteinen sowie trockene Böden. Nicht geeignet sind Felsböden (Bodenklasse 7 nach DIN 18300).

Zudem dürfen die Flächen für Erdwärmekollektoren nicht verschattet oder überbaut sein, da sonst eine vollständige Regeneration des Bodens durch Sonneneinstrahlung nicht mehr gewährleistet werden kann.

Die potenziellen Entzugsflächen wurden im GIS identifiziert und flächenscharf mit den jeweiligen Wärmeentzugswerten verknüpft. Die Berechnung der jährlich verfügbaren Wärmemenge erfolgte in Abhängigkeit der nutzbaren Fläche, der spezifischen Entzugsleistung und einer angenommenen Betriebsdauer analog zu den Erdwärmesonden.

Berechnungsansatz

Die potenziellen Flächen und die zu erwartende potenzielle Wärmemenge wurden mit Hilfe einer räumlichen Analyse unter Anwendung der folgenden Rahmenparameter berechnet:

- Sowohl für eine Betriebsdauer von 2.400 h/a als auch für eine Betriebsdauer von 1.800 h/a wurden Angaben zur nutzbaren Wärmemenge berechnet
- Wärmepumpenleistung (COP): 4
- Datengrundlage: spezifische Wärmeentzugsleistungen je geologischer Einheit (bereitgestellt durch das Land Niedersachsen)

Die potenziellen Wärmemengen wurden sowohl für Erdwärmesonden als auch für Erdwärmekollektoren rechnerisch bestimmt. Damit liegt eine differenzierte Bewertung des technisch nutzbaren geothermischen Potenzials für die Stadt Bad Pyrmont vor, die in nachgelagerten Planungsschritten für die Entwicklung standortspezifischer Versorgungslösungen herangezogen werden kann.

Restriktionen

Zur Errichtung und Betreibung der Erdwärmeanlagen sind als gesetzliche Grundlagen insbesondere das Niedersächsische Wassergesetz (NWG), das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das Bundesberggesetz (BbergG) und das Gesetz über die Durchforschung des Reichgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (LagerstG) zu beachten. In Trinkwassergewinnungsgebieten sowie bei weiteren Nutzungen besteht eine besondere Schutzbedürftigkeit des Grundwassers. So kann es innerhalb von Schutzgebieten oder Gebieten mit hydrogeologischen Besonderheiten vorkommen, dass die Nutzung von Erdwärmeanlagen nur bedingt möglich oder verboten ist. Zu den unzulässigen Gebieten gehören die Trinkwasserschutzzonen (WSG) I und II sowie die Heilquellenschutzgebietszonen (HQSG) I und II. Für die Heilquellenschutzgebiete der Zone A besteht Genehmigungspflicht für Kollektoranlagen bei Kontakt der Anlagen mit dem Grundwasser, für geschlossene Sonden eine eingeschränkte Genehmigungsfähigkeit. Es besteht ein Verbot für Bohrungen im Tal (abhängig von der Geomorphologie an der Bohrung) oder eine Genehmigungsfähigkeit bis maximal 150 m an den Höhenanlagen.

Es existieren darüber hinaus weitere Angaben zu den Restriktionen, die zu beachten sind. Anderweitig genutzte Flächen, wie Gebäude, Verkehrsflächen, Gewässer, Industrie und Gewerbe, Flugverkehr etc. zählen ebenfalls zu den ausgeschlossenen Flächen.

Die Ausschlusskriterien aus den genehmigungsrechtlichen Anforderungen und Grenzen sind im Folgenden zusammengefasst:

- WSG (Schutzzone I; Schutzzone II)
- HQSG (Schutzzone A (quantitativ); Schutzzone I; Schutzzone II)
- Restriktionsflächen (u.a. Industrie & Gewerbe; Verkehrsflächen; Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete...)

Berechnung

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie bietet ein hohes Potenzial zur klimafreundlichen Wärmeversorgung von Gebäuden. Auf Grundlage einer flächendeckenden Analyse aller geeigneten Flurstücke im Gebiet der Stadt Bad Pyrmont wurde das technisch nutzbare Potenzial berechnet. Die rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere das Niedersächsische Wassergesetz (NWG), das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sowie das Bundesberggesetz (BBergG), wurden im Rahmen der Bewertung berücksichtigt.

Die Berechnung erfolgte getrennt für Freiflächenpotenziale sowie für gebäudebezogene Potenziale, also Flurstücke mit mindestens einem bestehenden Gebäude. Die folgenden Werte beziehen sich auf eine typische Betriebsdauer von 1.800 Stunden pro Jahr, wie sie im heizungstechnischen Betrieb üblich ist.

4.2.2.1 Jährliches Potenzial aus Erdwärmesonden und -kollektoren in der Stadt Bad Pyrmont

Tabelle 4-2: Jährliches technisches Potenzial aus Erdwärmesonden in der Stadt Bad Pyrmont (Quelle: IP SYSCON GmbH)

Eignungskategorien	Energieertrag Wärme in MWh/a (1.800 h/a)
Oberflächennahe Geothermie Sonden	6.940.368
Oberflächennahe Geothermie Kollektoren	2.786.083

Tabelle 4-2 zeigt das Ergebnis der oberflächennahen Geothermiepotezialanalyse mit Erdwärmesonden für die Stadt Bad Pyrmont und stellt den potenziellen Energieertrag in MWh und Jahr, ohne Einbezug von Flächenkonkurrenz zwischen Kollektoren und Sonden, dar.

Es handelt sich bei den dargestellten Werten um technische Potenziale. Sie stellen also die Energiemenge dar, die unter Berücksichtigung physikalischer und planerischer Restriktionen erschließbar wäre. Bei einer realistischen Umsetzung sind jedoch weitere Einschränkungen zu beachten:

- **Freiflächen:** Hier tritt eine Flächenkonkurrenz auf, da die für Kollektoren oder Sonden geeigneten Flächen in der Praxis häufig auch anderweitig beansprucht werden (z.B. Landwirtschaft, Bebauung). Zusätzlich ist der Abstand zu potenziellen Abnehmern entscheidend. Große Potenziale auf weit entfernten Flächen können in der Praxis nur schwer wirtschaftlich erschlossen werden.
- **Flurstücke mit Abnehmern:** Auf diesen Flächen ergibt sich die Besonderheit, dass der Wärmebedarf des Gebäudes oftmals mehr als gedeckt wird. Dies gilt insbesondere im Sektor Wohnen, wo es unrealistisch ist, dass das gesamte technische Potenzial eines Flurstücks ausgeschöpft wird. In der Praxis ist daher eher von einer Teilnutzung auszugehen, die den Wärmebedarf der Gebäude deckt, aber nicht das gesamte geothermische Potenzial ausschöpft.

In Abbildung 4-1 ist das geothermischen Sondenpotenzial, in Abbildung 4-2 das geothermische Kollektorpotenzial in Bad Pyrmont dargestellt.

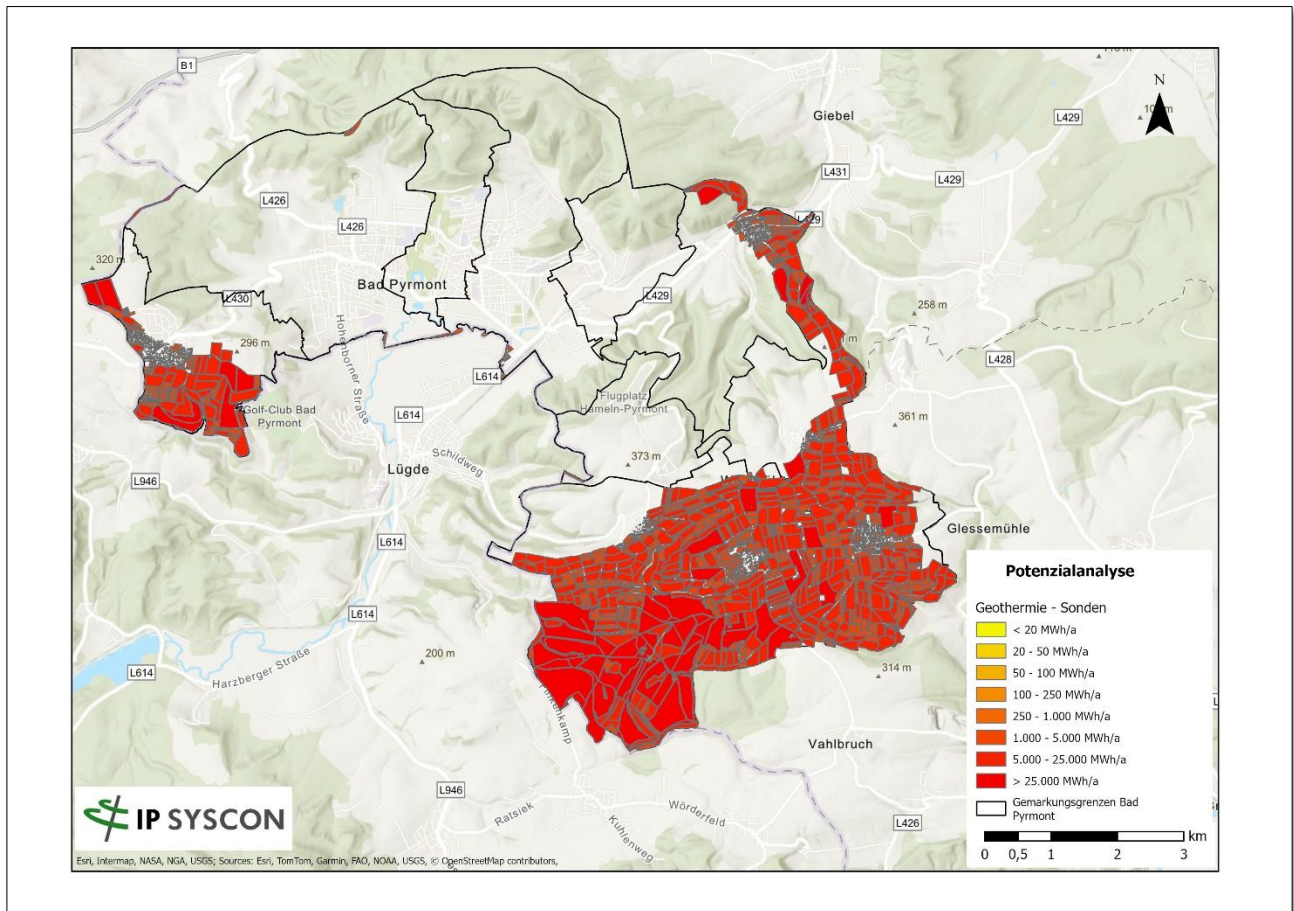


Abbildung 4-1: Darstellung der Flächen für die Nutzung oberflächennaher Geothermie (Sonden) in der Stadt Bad Pyrmont

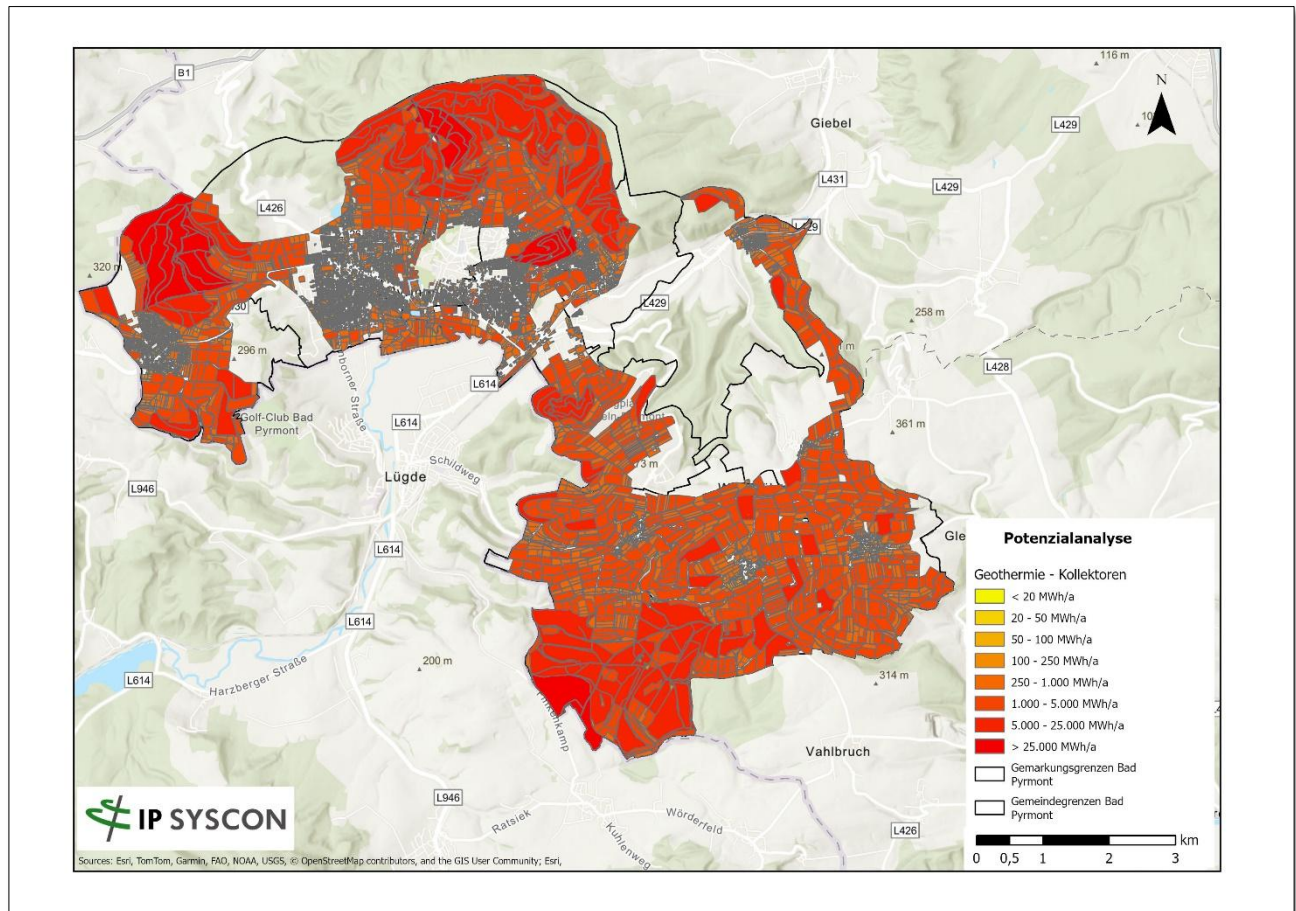


Abbildung 4-2: Darstellung der Flächen für die Nutzung oberflächennaher Geothermie (Kollektoren) in der Stadt Bad Pyrmont

Die Analyse zeigt, dass die Geothermie ein enormes technisches Potenzial zur Deckung des kommunalen Wärmebedarfs bietet. Selbst unter Berücksichtigung von Restriktionen und Hemmnissen übersteigen die Potenziale den aktuellen Bedarf deutlich. Für die praktische Wärmeplanung bedeutet dies, dass die Geothermie eine zentrale Rolle in der langfristigen Transformation der Wärmeversorgung einnehmen kann. Gleichwohl ist das Potenzial differenziert zu betrachten, da die zur Verfügung stehenden Sondenflächen eher in den Ortsrandlagen zu finden sind, während die verfügbaren Kollektorflächen zwar über das Gesamtgebiet verteilt liegen, jedoch auch hierbei verschiedene Schutzzonen bei der Hebung der Potenziale berücksichtigt werden müssen.

Fazit

Die Analyse zeigt, dass geothermische Potenziale für die Nutzung oberflächennaher Geothermie in der Stadt unter Berücksichtigung der Ausschlussflächen (Abbildung 4-3) vor allem für die Sonden stark eingeschränkt sind. Besonders innerhalb des Stadtgebietes zeigen sich durch die Risiken für den Heilquellenschutz keine geeigneten Potenziale. Die meisten geeigneten Flächen (vgl. Abbildung 4-1) liegen in wenig dicht bebauten Gebieten. Somit ist trotz großer Potenziale innerhalb dieser Gebiete der Nutzen der Geothermie für die großflächige Versorgung der Stadt mit Geothermie aus wirtschaftlichen Gründen (Entfernung zum nächsten Abnehmer) nicht gegeben. Für die Kollektoren (Abbildung 4-4) liegen weniger Einschränkungsgünde vor, jedoch liegen große Teile des Potenzialgebietes in den Schutzzonen III/1 bzw. III/2 (eingeschränkt genehmigungsfähig).

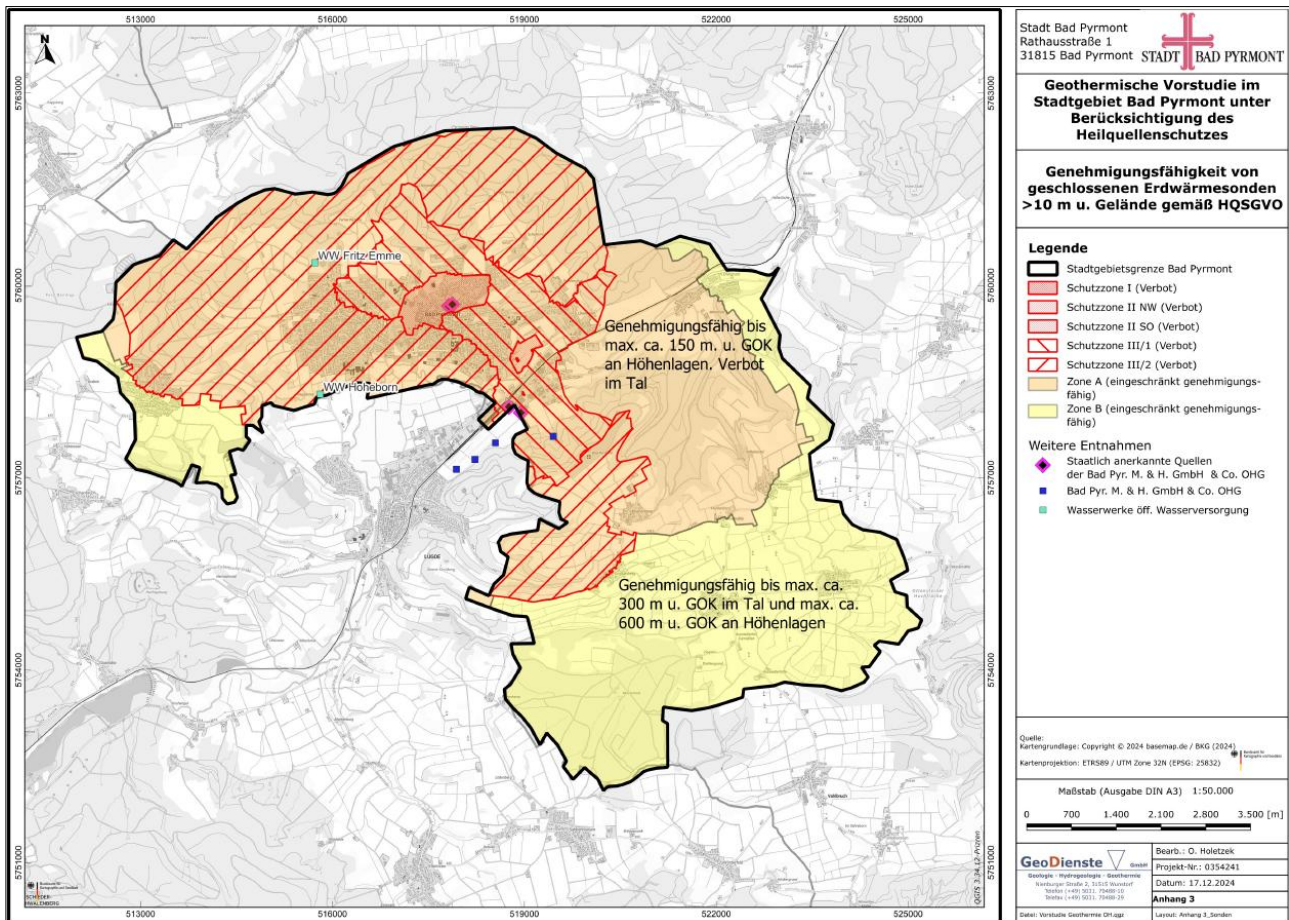


Abbildung 4-3: Genehmigungsfähigkeit von geschlossenen Erdwärmesonden aus der "Geothermischen Vorstudie im Stadtgebiet Bad Pyrmont unter Berücksichtigung des Heilquellenschutzes"

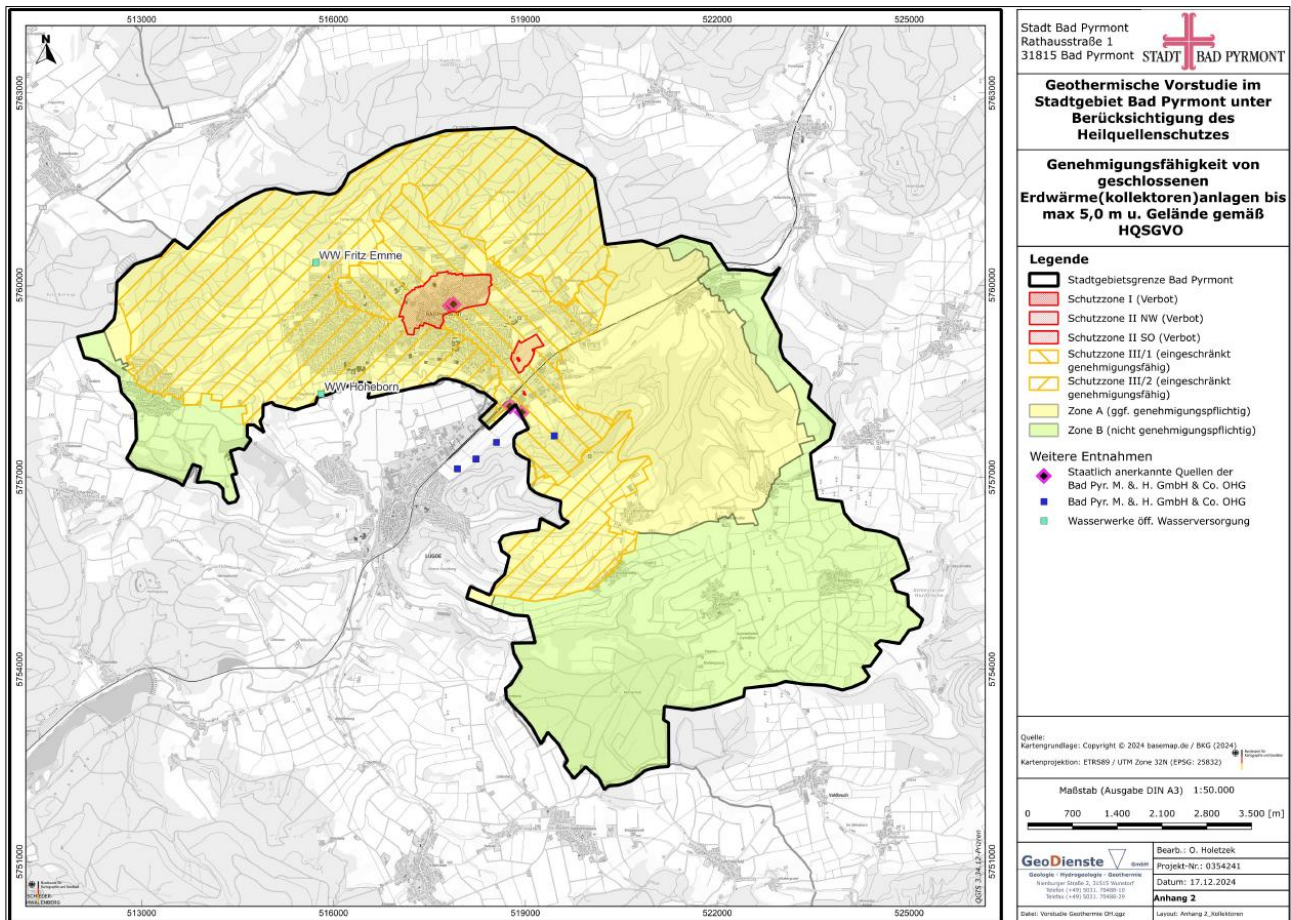


Abbildung 4-4: Genehmigungsfähigkeit von geschlossenen Erdwärme(kollektoren)anlagen aus der "Geothermischen Vorstudie im Stadtgebiet Bad Pyrmont unter Berücksichtigung des Heilquellenschutzes"

4.3 Solaranalyse

Auf Grundlage des hochauflösenden digitalen Oberflächenmodells (DOM) ist flächendeckend für jedes Gebäude und für geeignete Freiflächen für die Stadt Bad Pyrmont das Solarpotenzial errechnet worden. Ergänzend wurden Gebäudegrundrisse aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster verwendet. Die Potenzialanalyse stützt sich auf eine räumlich differenzierte Bestandsaufnahme, bei der neben Dachaufbauten wie Gauben, Schornsteinen und Antennen auch topografische Gegebenheiten, Geländeformen und vorhandene Vegetation in die modellbasierte Berechnung von Verschattungseffekten und solaren Einstrahlungswerten einbezogen wurden.

Im Zentrum der Potenzialermittlung steht die detaillierte Simulation der solaren Einstrahlung unter Berücksichtigung einer Einstrahlungs- und Verschattungsanalyse im Jahresverlauf. Aspekte wie die Statik des Gebäudes oder die Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie und Photovoltaik werden an dieser Stelle noch nicht berücksichtigt

4.3.1 Solarthermie

Für die Wärmeplanung ist insbesondere das solarthermische Potenzial von Bedeutung, da Solarthermie unmittelbar zur Wärmebereitstellung beiträgt. Die Bewertung erfolgt auf Grundlage spezifischer Wärmeertragskennwerte. So wird für die Warmwasserbereitung ein Mindestwert von 350 kWh/m²*a angesetzt, für die Heizungsunterstützung mindestens 165 kWh/m² in der Heizperiode (Oktober bis April). Dabei gelten auch Mindestflächengrößen: Schrägdächer müssen mindestens 4 m² (Warmwasser) bzw. 8 m² (Heizungsunterstützung) aufweisen, während bei Flachdächern mit Aufständigung eine Fläche von mindestens 12,5 m² erforderlich ist. Neben Dachflächen wurden auch geeignete Freiflächen analysiert. Für Freiflächen wurde eine Kombination aus

Einstrahlungsdaten und nutzbaren Flurstücken im GIS vorgenommen, um geeignete Flächen für bodengestützte solarthermische Großanlagen zu identifizieren.

Das technisch nutzbare Solarwärmepotenzial der Solarthermie auf Dachflächen in der Heizperiode wurde mit etwa 190 GWh/a ermittelt, das auf Freiflächen mit 79 GWh/a.

Damit könnte rein rechnerisch ein wesentlicher Anteil des jährlichen Heizenergiebedarfs von 290 GWh/a durch solare Wärmegewinne gedeckt werden. Eine vollständige Versorgung ist aufgrund der jahreszeitlich bedingten Schwankungen jedoch nicht möglich. Das Solarpotenzial kann somit einen bedeutenden, aber nicht allein tragfähigen Beitrag zur zukünftigen Wärmeversorgung darstellen.

Investitions- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Solarthermieranlagen können typischerweise Amortisationszeiten im Bereich von rund 18 bis 21 Jahren erreichen. Für Einfamilienhäuser werden Investitionskosten im Bereich von ca. 10.000 Euro angenommen (Beratungsgesellschaft, 2025).

Für die Nutzung der Solarthermie gilt, dass nur ein Teil des Energiebedarfs für Warmwasser und Raumwärme gedeckt werden kann und eine Kombination mit anderen Heiztechnologien notwendig bleibt. Der realistische Deckungsanteil liegt z. B. bei der reinen Warmwasserbereitung bei etwa 60 % und bei Anlagen mit Heizungsunterstützung im Jahresmittel typischerweise bei etwa 30 %, in Abhängigkeit von der Dachflächeneignung.

Das technische Potenzial von 190.000 MWh/a auf Dachflächen und 79.183 MWh/a auf Freiflächen ist erheblich und die Solarthermie kann einen wichtigen Baustein in der Wärmeversorgung darstellen, insbesondere durch die Reduktion fossiler Anteile, aber sie ersetzt nicht allein Heizkessel.

Die Entscheidung für eine solare Nutzung von Dachflächen sollte daher stets im Kontext der geplanten Gebäudestrategie und Versorgungstechnologie erfolgen. Während Solarthermie direkt zur Wärmeerzeugung beiträgt, ermöglicht Photovoltaik die Strombereitstellung für elektrisch betriebene Heizsysteme, Batteriespeicher oder andere Anwendungen.

Freiflächen

Für die Analyse potenzieller Solarthermie-Freiflächen wurden im Geoinformationssystem ausschließlich jene Flächen berücksichtigt, die bereits im Freiflächenkonzept für die solare Nutzung ausgewiesen worden sind. Dies gilt für Flächen mit einer Priorisierung 1 und einer Priorisierung 2.

Die identifizierten Flächen (Abbildung 4-5) bilden die Grundlage für die weitere Priorisierung und detaillierte Projektentwicklung im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung. Die Flächenkonkurrenz zu Photovoltaik ist hier noch nicht berücksichtigt.

4.3.2 Photovoltaik

Ergänzend wurde das Potenzial der Photovoltaik bewertet, da diese eine bedeutende Rolle für die Stromversorgung strombasierter Heiztechnologien, insbesondere Wärmepumpen, spielen kann. Als Referenzwert wurde ein marktüblicher Modulwirkungsgrad von 22 % angesetzt. Für die Auslegung wurden zwei typische Aufständerszenarien berücksichtigt: Ost-West-Ausrichtung mit 10° Neigung (80 % Flächennutzung) und Südausrichtung mit 30° Neigung (40 % Flächennutzung). Eignungskriterien für eine PV-Nutzung sind u. a. eine belegbare Fläche von mindestens 4 m².

Das Potenzial der Photovoltaiknutzung auf Dachflächen wurde Bad Pyrmont mit einem Stromertrag von rund 90.386 MWh/a und von 95.870 MWh/a auf Freiflächen ermittelt.

Freiflächen

Für die Analyse potenzieller Photovoltaik-Freiflächen wurden im Geoinformationssystem ausschließlich jene Flächen berücksichtigt, die bereits im Freiflächenkonzept für die solare Nutzung ausgewiesen worden sind.

Die identifizierten Flächen (Abbildung 4-5) bilden die Grundlage für die weitere Priorisierung und detaillierte Projektentwicklung im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung. Die Flächenkonkurrenz

zu Solarthermie ist hier noch nicht berücksichtigt. Dies gilt für Flächen mit einer Priorisierung 1 und einer Priorisierung 2.

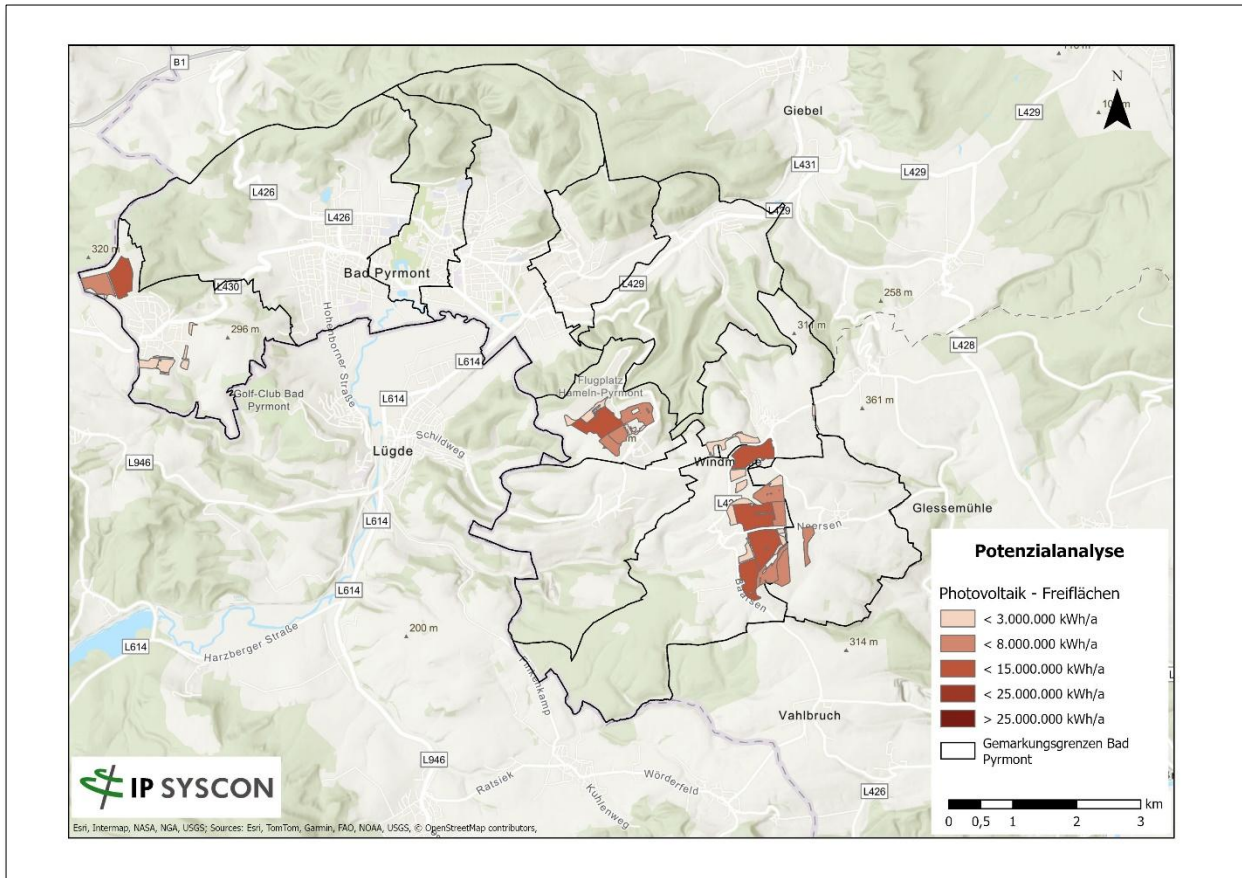


Abbildung 4-5: Geeignete Freiflächen für die Solarthermie- und Photovoltaiknutzung – hier gilt es, die Flächenkonkurrenz zwischen Solarthermie und Photovoltaik zu beachten.

Das Potenzial auf Dachflächen wird in Abbildung 4-6 dargestellt. Es handelt sich hierbei um geeignete Dachflächen, die für die Installation von Photovoltaikanlagen in Frage kommen. Dieses Potenzial ist als technisches Maximalpotenzial zu verstehen. In der Praxis wird es reduziert durch bereits belegte Dachflächen (z.B. durch Photovoltaikanlagen oder bestehende Solarthermieranlagen) sowie durch konkurrierende Ansprüche an die Dachnutzung.

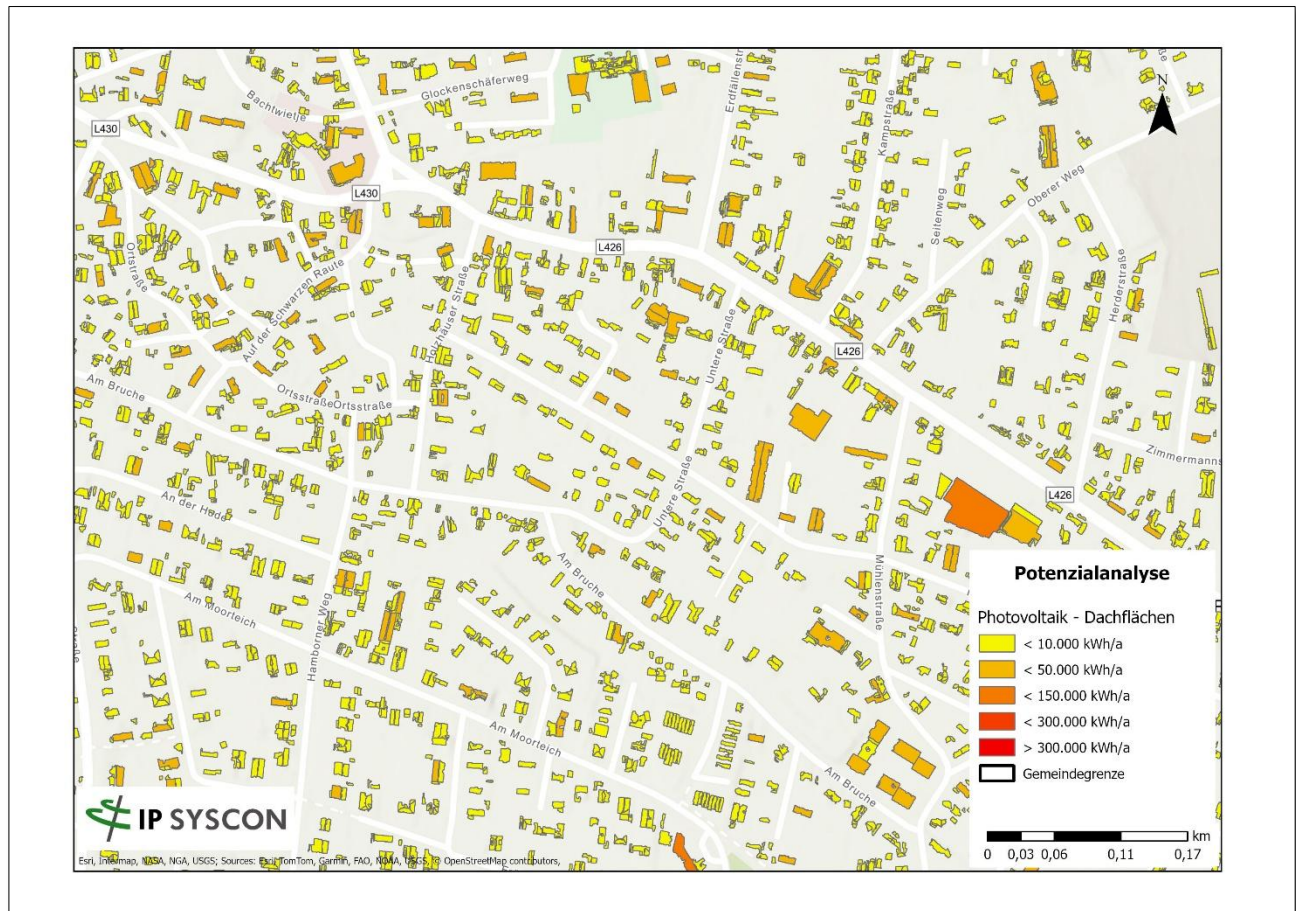


Abbildung 4-6: Strompotenzial auf Dachflächen in kWh/a je Dachfläche (Ausschnitt aufgrund der kleinteiligen Flächenpotenziale und der damit verbundenen Sichtbarkeit in der Gesamtkarte)

Fazit

Die ausgewiesenen Potenziale sind als technische Maximalpotenziale auf die Heizperiode zu verstehen. Diese sind darüber hinaus monatsgenau in den jeweiligen Geodatensätzen mit aufgenommen, um diese in Detailplanungen hinzuziehen zu können. Sie stellen die maximal mögliche Energiemenge dar, die unter optimaler Nutzung der Flächen gewonnen werden könnte. Einschränkungen wie Flächenkonkurrenzen mit Photovoltaik, bestehende Belegungen oder weitere planerische Restriktionen sind in den vorliegenden Werten noch nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Solarthermie sowohl auf Frei- als auch auf Dachflächen ein beträchtliches technisches Potenzial zur Reduktion des fossilen Wärmeverbrauchs bietet. In der praktischen Umsetzung ist jedoch davon auszugehen, dass die realisierbaren Anteile deutlich geringer ausfallen, da konkurrierende Nutzungen, technische Randbedingungen und wirtschaftliche Aspekte die tatsächliche Ausschöpfung einschränken.

Für die Kommunale Wärmeplanung ergibt sich daraus die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Flächenstrategie, bei der sowohl Strom- als auch Wärmeerzeugung in ihrer Wechselwirkung betrachtet und optimiert werden.

4.4 Windkraft

Im Gebiet von Bad Pyrmont wurden keine Windvorranggebiete vom Landkreis Hameln-Pyrmont ausgewiesen. Aus diesem Grund sind keine neuen Potenziale für Windkraftanlagen in der kommunalen Wärmeplanung ausgewiesen.

4.5 Biomasse

Biomasse hat Strom- und Wärmeerzeugungspotenzial. Neben Holz aus Wäldern liegt das Potenzial im Biogas und in Reststoffen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Begrenzt wird das Potenzial durch die territoriale Betrachtung und die Flächenkonkurrenz, sowie der stofflichen Nutzung der Stoffe. Nachhaltig können nur ca. 10 % der Ackerfläche und ein Drittel des jährlichen Holzzuwachses der Wälder energetisch genutzt werden. Hier ist eine geringere Nutzung der Flächen und eine effektivere Nutzung des Substrates anzustreben.

Methodik der GIS-gestützten Analyse

Zur Ermittlung des erschließbaren Potenzials an Biomasse wurden die Flurstücksflächen in der Stadt Bad Pyrmont mit der Bezeichnung Ackerland, Grünland und Wald selektiert. Flächen innerhalb von Schutzgebieten wurden von der Analyse ausgenommen.

Hinweis: Nutzung der Geodaten

Die Potenziale wurden auf Flurstücksebene berechnet und dann auf Kommunalebene summiert und ausgewertet. Etwaige Abschläge wurden nicht auf Flurstücksebene einberechnet, sondern nur auf Kommunalebene.

Ermittlung des erschließbaren Holz- und Strauchschnittpotenzials

Das erschließbare Holzpotenzial wurde vom lokalen Forstamt aufgrund vorliegender Planungsunterlagen gemeldet. Die überwiegende Baumart im 2.100 ha großen Stadtwald ist die Buche, gemischt mit einem Anteil von 3 % Fichte. Es wurden 4.000 Festmeter pro Jahr als Potenzial gemeldet, welches grundsätzlich auch zur Wärmeerzeugung zur Verfügung steht.

Das erschließbare Potenzial aus Strauchschnitt bedingt sich aus der gemeldeten Menge der kommunalen Abfallwirtschaft für das Jahr 2024. Hier wurden 2.500 Kubikmeter Strauchschnitt gemeldet. Zusätzlich dazu wurden aus dem niedersächsischen Staatsbad 800 – 1.000 Kubikmeter gemeldet, wodurch für die Potenzialermittlung 3.400 Kubikmeter Strauchschnitt angenommen wurden.

Ermittlung des erschließbaren Potenzials auf Ackerflächen

Auf Ackerland kann durch Substratanbau Biogas erzeugt werden. Hierfür wird unterstellt, dass 10 % der Ackerfläche auf dem Kommunalgebiet von Bad Pyrmont genutzt werden können. Daraus können in KWK-Anlagen 4,5 MWh thermische und 3,9 MWh elektrische Energie erzeugt werden. Angenommen wurde für die NaWaRo-Nutzung ein Anteil von 81 %.

Potenziale der Biomasse

Als Gesamtpotenzial wurden 22.323 MWh Wärme aus Biomasse berechnet. Diese setzen sich wie folgt zusammen:

- Aus landwirtschaftlicher Biomasse können 8.769 MWh pro Jahr über KWK-Prozesse gewonnen werden,
- Aus dem lokalen Stadtwald (Forstwirtschaft) können 10.892 MWh pro Jahr über die Energieholzverwertung gewonnen werden,
- Aus dem lokalen Strauchschnitt können im Heizwerk 2.662 MWh pro Jahr gewonnen werden.

Diese abgeschätzten Potenziale sind jedoch wie die anderen betrachteten Analysen als Maximalpotenziale zu betrachten. Es ist nicht gesichert, dass die beschriebenen Potenziale wirklich ausgeschöpft werden können. Des Weiteren sind im Rahmen der Studie keine Synergieeffekte, wie die

Flächenkonkurrenz o.ä. betrachtet, welches in der Betrachtung der Zahlen berücksichtigt werden muss. Dem gegenüber steht ein aktueller Wärmeverbrauch aus fester Biomasse von rund 24.408 MWh pro Jahr, was das vorhandene Potenzial bereits übersteigt.

4.6 Abwärmepotenzial aus der kommunalen Kläranlage

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung wurde das nutzbare Abwärmepotenzial aus kommunalen Kläranlagen näher betrachtet. Der Fokus liegt hierbei auf der energetischen Nutzung des gereinigten Abwassers nach dem biologischen Klärprozess, unmittelbar vor der Einleitung in den Vorfluter. Diese Wärmequelle bietet aufgrund ihrer kontinuierlichen Verfügbarkeit ein grundsätzlich gut nutzbares Potenzial, insbesondere für nahegelegene Wärmeverbraucher.

Die Berechnung des potenziell nutzbaren Wärmemengenzuflusses basiert auf den gemeldeten Informationen zum „Lagebericht kommunales Abwasser Niedersachsen“ zu Jahresabwassermengen (3.422.000 m³/a), Ausbaugrößen (65.000 Einwohnende) und Belastung (47.700 Einwohnende).

Das Klärwerk in Bad Pyrmont hat demnach auf Basis dieser Daten ein Wärmepotenzial von 17.923 MWh/a bei einer Abkühlung des Wassers durch die Wärmeentnahme von 4K.

Insbesondere der mögliche hohe Temperaturentzug nach dem Klärwerk (4 K) bietet eine interessante Möglichkeit zur Energiegewinnung ohne ökologische Einschränkungen, da das gereinigte Abwasser bereits dem Gewässer zugeführt wird. Dies erleichtert sowohl Genehmigungsprozesse als auch die technische Umsetzung. Darüber hinaus wurden alle Rohrleitungen mit einem Durchmesser von mindestens DN 800 kartografisch mit aufgenommen und als mögliche Einstiegspunkte zur Nutzung erfasst. Diese stehen der Stadt im digitalen Zwilling zur Verfügung, sind aus datenschutzrechtlichen Gründen (kritische Infrastruktur) jedoch nicht Bestandteil des vorliegenden Berichts.

Die tatsächliche technische und wirtschaftliche Nutzbarkeit hängt unter anderem von der Entfernung zu potenziellen Abnehmern, den Temperaturanforderungen der Nutzung sowie der Möglichkeit zur Einbindung in ein Nah- oder Fernwärmesystem ab. Die hier ermittelte Wärmemenge stellt daher ein technisches Potenzial dar und bildet die Grundlage für eine weiterführende Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

4.7 Industrielle Abwärme

In Industrieprozessen und bei der thermischen Abfallbehandlung fallen große Mengen unvermeidbarer Abwärme an, die zur Wärmeversorgung genutzt werden können. „Unvermeidbare Abwärme“ ist im § 3 Absatz 1 Nummer 13 WPG definiert als Wärme als unvermeidbares Nebenprodukt, anfallend in einer Industrieanlage, Stromerzeugungsanlage, bei Elektrolyseuren oder im tertiären Sektor, welche ohne Wärmenetzzugang ungenutzt in die Luft oder ins Wasser abgeleitet werden würde. Ebenso muss nach § 3 Absatz 4 WPG die Wärme aus thermischer Abfallbehandlung oder thermischer Behandlung von Klärschlamm als unvermeidbare Abwärme behandelt werden. Abwärme gilt dann als unvermeidbar, soweit sie aus mehreren Gründen (wirtschaftlich, sicherheitstechnisch, sonstige) nicht im Produktionsprozess nutzbar ist und nicht mit vertretbarem Aufwand verringert werden kann.

In Gewerbe und Industrie kommen Elektroprozesswärmeverfahren wie Öfen und Trockner sowie strombetriebene Querschnittstechnologien wie Druckluft-, Kälte- und Lüftungsanlagen zum Einsatz, die wesentliche Abwärmemengen erzeugen können.

Die erzielbaren Abwärm Temperaturen und -ströme variieren je nach Branche und können zwischen 20 °C und über 600 °C liegen (IE2S, 2024). Diese Abwärmemengen schwanken oft mit der Produktionsmenge und sind daher von der gesamtwirtschaftlichen Situation abhängig. Studien zeigen, dass ein Großteil des extern nutzbaren Abwärmepotenzials nach internen Optimierungen im Bereich von 20 bis 120 °C liegt (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 04.09.2025). Je nach Temperaturenniveau der Abwärme und den Anforderungen des Wärmenetzes kann eine Aufwertung der Abwärme, beispielsweise durch Wärmepumpen, notwendig sein.

Bei industriellen Standorten mit hohem Energieverbrauch besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass in erheblichem Umfang nutzbare Abwärme anfällt. Häufig wird diese Abwärme bereits vor Ort genutzt und steht somit außerhalb des Standorts nicht oder nur anteilig zur Verfügung. Die Möglichkeit der Nutzung hängt im Einzelfall von verschiedenen Faktoren wie z.B. dem Temperaturniveau, dem Trägermedium (z.B. Luft, Wasser, Dampf) und der zeitlichen Verfügbarkeit ab. Die Abwärmeeinnahme muss erfolgen, ohne den industriellen Kernprozess des Einspeisers zu stören. Daher sind nicht alle theoretischen Potenziale in der Praxis nutzbar.

Für große Einzelpotenziale in der Nähe einer bestehenden oder geplanten Wärmeleitung kommt eine Einspeisung in das Wärmenetz in Betracht. Kleinere dezentrale Potenziale können im Hinblick auf eine Nahwärmeversorgung benachbarter Objekte ausgewertet werden. Neben technischen Parametern ist bei industriellen Einspeisern auch das sogenannte „Adressrisiko“ zu berücksichtigen: Die Verfügbarkeit der Wärmequelle hängt vom wirtschaftlichen Erfolg des Industriebetriebs ab. Gerät der einspeisende Betrieb in wirtschaftliche Schwierigkeiten, ist u. U. die Wärmeversorgung des benachbarten Quartiers gefährdet. Zudem kommt es auf die saisonale Verfügbarkeit der Wärme an. In der Stahlindustrie gibt es beispielsweise Werksferien. Die Abwärme steht in diesen Ferienzeiten dann nicht zur Verfügung. Es muss eine zusätzliche Anlage verfügbar sein, was den Wert der Abwärmelieferung erheblich mindert und die Erschließung dieses Potenzials erschwert. Ebenfalls relevant ist eine Verfügbarkeit an Wochenenden, da hier oftmals andere Abwärmemengen entstehen als werktags.

Für die Stadt Bad Pyrmont wurden auf Basis der erhobenen Verbrauchsdaten, ausgehend von den Gesprächen mit den Stadtwerken Bad Pyrmont und der Stadtverwaltung, sowie mittels des Abwärmekatasters der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) neun Unternehmen identifiziert, die möglicherweise für eine Abwärmeeinnahme in Frage kommen.

Tabelle 4-3: Verwendete Daten zur Ermittlung der Abwärmepotenziale

Daten	Verwendung
Energieverbrauchsdaten sowie Fragebögen	Indikation von industriellen Abwärmelieferanten
Plattform für Abwärme der BfEE	Lokale Abwärmepotenziale von meldepflichtigen Unternehmen

An alle neun Unternehmen wurden Fragebögen zur Ermittlung der Potenziale verschickt, eine Rückmeldung erfolgte in acht Fällen. Die ermittelten Potenziale aus unvermeidbarer Abwärme in Bad Pyrmont liegen bei circa 9-15 GWh/a und sind dadurch in der Lage circa 3-5 % des aktuellen Wärmebedarfs des Stadtgebiets zu decken. Verortet sind sie wahlweise im Westen oder Südosten bzw. Süden der Stadt. Für eine konkrete Umsetzung haben sowohl bereits erste Gespräche mit möglichen Unternehmen, die als Abwärmelieferanten auftreten können, als auch ein erster Datenaustausch stattgefunden. Diese werden zukünftig weiter konkretisiert und die gemeinsame Planung in einer möglichen Umsetzung weiterverfolgt.

4.8 Umweltwärme

4.8.1 Luft

Die Nutzung von Umweltwärme aus der Luft erfolgt in der Kommunalen Wärmeplanung vorrangig über Luft-Wasser-Wärmepumpen. Für die Analyse wurden ausschließlich Flächenpotenziale betrachtet, also die potenziell geeigneten Standorte für die Aufstellung von Luftwärmepumpen.

Ein wesentlicher Teil der Untersuchung bezieht sich auf Flurstücke mit Gebäuden, bei denen eine Luftwärmepumpe im unmittelbaren Umfeld installiert werden könnte. Hierbei wurde ein maximaler Abstand von 10 Metern zum Gebäude berücksichtigt, um einen praktikablen und effizienten Betrieb sicherzustellen. Auf dieser Grundlage konnten zahlreiche potenzielle Aufstellflächen identifiziert

werden. Diese stellen damit ein direkt nutzbares Potenzial dar, da die Wärmepumpen in unmittelbarer Nähe zum Abnehmer installiert werden können.

Zusätzlich wurden Flachdächer in die Analyse einbezogen. Hierbei wurde definiert, dass nur Dächer mit einer maximalen Dachneigung von 7 % und einer Mindestfläche von 4 m² als Potenzialflächen ausgewiesen werden. Diese Kriterien stellen sicher, dass die Wärmepumpen technisch sinnvoll aufgestellt und betrieben werden können. Flachdächer bieten insbesondere in dicht bebauten Bereichen oder dort, wo Flächen im direkten Gebäudeumfeld fehlen, eine wichtige Ergänzung.

Die ausgewiesenen Potenziale sind als technische Potenziale zu verstehen. Sie geben also an, wo unter technischen und planerischen Gesichtspunkten die Installation von Luftwärmepumpen grundsätzlich möglich wäre. Ob die Flächen in der Praxis tatsächlich genutzt werden können, hängt von weiteren Faktoren ab, wie z. B. Schallemissionen oder konkurrierenden Nutzungen.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl auf Flurstücken mit Gebäuden als auch auf Flachdächern ein erhebliches technisches Potenzial zur Nutzung von Umweltwärme aus der Luft besteht. Besonders die Nähe zum Abnehmer auf Flurstücken stellt einen wichtigen Vorteil dar, während Flachdächer eine flexible Option bieten, um zusätzliche Kapazitäten zu erschließen. Für die Umsetzung im Rahmen der Wärmeplanung ist jedoch zu berücksichtigen, dass das gesamte ausgewiesene Potenzial nicht vollständig realisierbar ist, sondern durch praktische Restriktionen eingeschränkt wird.

4.8.2 Gewässer

Die Potenzialanalyse für Fließgewässer hat zum Ziel, überschlägig das technisch nutzbare Wärmepotenzial aus ausgewählten Fließgewässern zur Nutzung über Wärmepumpensysteme im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung abzubilden. Dabei werden die vorhandenen Mindestabflüsse der Gewässer sowie technische und ökologische Rahmenbedingungen berücksichtigt.

- **MNQ-Werte:** Der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) wurde für jedes Gewässer als konservative Bezugsgröße für die Wasserentnahme angesetzt (Emmer 0,8 m³/s; Schlossgraft 0,02 m³/s). Er bildet die Grundlage für die Berechnung der maximal zulässigen Wärmeentnahme.
- **Temperaturspreizung (ΔT):** Für alle Gewässer wurde einheitlich eine maximale Temperaturdifferenz von **3 Kelvin** ($\Delta T = 3 \text{ K}$) zwischen Zu- und Ablauf angenommen, um ökologische Beeinträchtigungen zu minimieren.
- **Volllaststunden:** Aufgrund jahreszeitlich bedingter Schwankungen in der Wassertemperatur wurde ein konservativer Wert von **1.600 Volllaststunden pro Jahr** angesetzt.
- Es werden maximal 15 % des MNQ's genutzt.
- **Genehmigungsbedarf:** Jegliche Eingriffe in den Wasserhaushalt, insbesondere Wasserentnahmen und Rückleitungen, sind genehmigungspflichtig. Die hier berechneten Potenziale stellen daher eine technische Machbarkeitsabschätzung dar, nicht jedoch eine genehmigungsrechtliche Bewertung.

Annahmen entstammen hierbei aus der Publikation FfE (2024): Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern sowie aus Erfahrungswerten. Es ist darauf hinzuweisen, dass der gewählte Ansatz als sehr konservativ zu betrachten ist.

Ergebnis der Potenzialanalyse ist ein Wärmepotenzial aus der Emmer von 6.321 MWh/a. Bei Änderung der Eingangsparameter verändern sich die Potenziale. Darüber hinaus wurde die Schlossgraft als lokal erschließbares Potenzial mit aufgenommen. Hier liegt unter gleichen Annahmen ein Potenzial von 100 MWh/a.

Aufgrund unterschiedlicher Methodiken für die Berechnung des Wärmepotenzials aus Fließgewässern ist eine detaillierte Machbarkeitsstudie unumgänglich.

4.9 Ergebnis der Potenzialanalyse

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse zeigt eindrucksvoll, dass in der Stadt Bad Pyrmont eine Vielzahl klimafreundlicher Energiequellen für die zukünftige Wärmeversorgung zur Verfügung steht – sowohl im dezentralen als auch im zentralen Maßstab. Die betrachteten Potenziale wurden systematisch identifiziert, räumlich zugeordnet und hinsichtlich ihrer technischen Nutzbarkeit bewertet. Die Ergebnisse bilden eine tragfähige Grundlage für die Entwicklung von Versorgungsszenarien und Maßnahmenpfaden im Rahmen der weiteren Kommunalen Wärmeplanung.

Dezentrale Potenziale für gebäudeindividuelle Versorgung

Für die dezentrale Wärmeversorgung auf Gebäudeebene zeigen sich vor allem in der Nutzung oberflächennaher Geothermie (mit deutlicher Einschränkung im Bereich der Heilquellenschutzgebiete, siehe auch Abbildung 4-3 und Abbildung 4-4), Umweltwärme aus der Luft sowie Solarthermie auf Dachflächen große Potenziale für eine klimaneutrale Wärmeversorgung. Die Analyse belegt, dass neben Luftwärmepumpen insbesondere Erdwärmekollektoren bei geeigneter Lage und hydrogeologischen Voraussetzungen zur Versorgung vieler Bestandsgebäude beitragen können. Auch das solarthermische Potenzial auf geeigneten Dachflächen ist beachtlich: Rein rechnerisch könnten etwa 211 GWh/a an Wärme zur Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung in der Heizperiode bereitgestellt werden. Diese dezentralen Lösungen sind besonders für Ein- und Mehrfamilienhäuser in Ortsrandlage geeignet, in denen ein Anschluss an ein Wärmenetz unwirtschaftlich ist.

Zentrale und gebündelte Potenziale für Wärmenetze

Für eine zentrale Wärmeversorgung konnten mehrere relevante Potenziale identifiziert werden. Hervorzuheben sind die erheblichen Potenziale auf geeigneten Freiflächen zur Nutzung von Solarthermie (großflächige Kollektoranlagen), oberflächennaher Geothermie sowie Umweltwärme aus Fließgewässern und aus der kommunalen Kläranlage. Die Windkraft spielt aufgrund nicht vorhandener Vorranggebiete keine Rolle.

Bedeutung für die Kommunale Wärmeplanung

Die Ergebnisse machen deutlich, dass Bad Pyrmont über ein breit gefächertes Portfolio an erneuerbaren Wärmequellen verfügt. Dabei sind die dezentralen Optionen besonders wichtig für die ländlich geprägten Ortsteile, während die zentralen Potenziale insbesondere für den Aufbau und die Weiterentwicklung von Wärmenetzen in Verdichtungsbereichen nutzbar sind. Die Kombination verschiedener Technologien, angepasst an die Siedlungsstruktur, Flächenverfügbarkeit und bestehende Infrastruktur, wird entscheidend für die Realisierbarkeit einer klimaneutralen Wärmeversorgung sein.

Für die weitere Planung gilt es nun, die technisch ermittelten Potenziale mit wirtschaftlichen, rechtlichen und praktischen Umsetzungsfaktoren abzugleichen, konkrete Projekte zu priorisieren und die Koordination mit Netzbetreibern, Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümer und Förderstellen frühzeitig aufzunehmen. Die Potenzialanalyse legt hierfür den Grundstein und zeigt, dass die Wärmewende in der Stadt Bad Pyrmont aus technischer Sicht möglich ist. Die lokalen Potenziale stellen hierbei eine gute Grundlage dar.

Wärmepotenziale in GWh/a

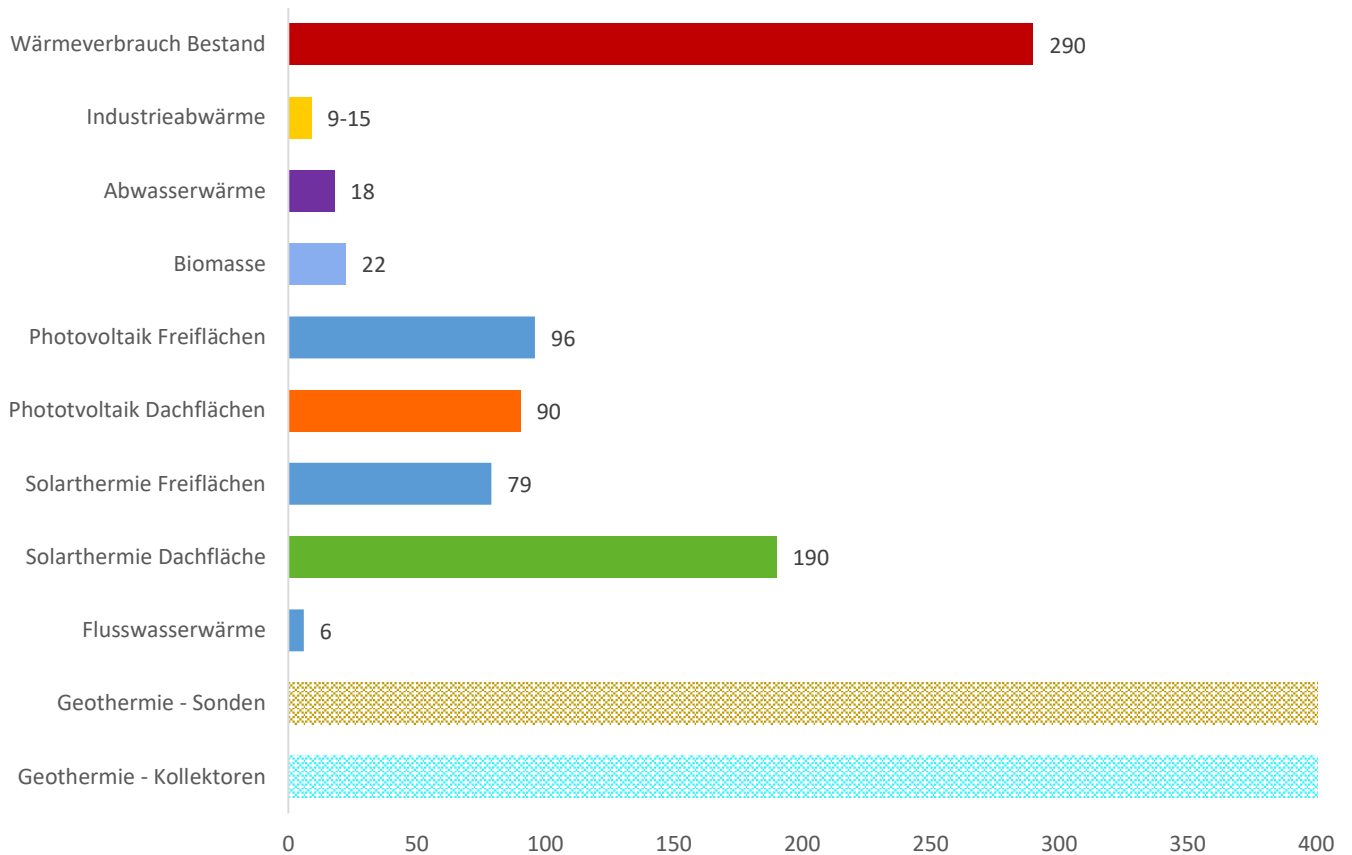


Abbildung 4-7: Zusammenfassung der technischen Potenziale in GWh/a

Tabelle 4-4: Zusammenfassung Ergebnisse Potenzialanalyse

Potenzial	Wärmepotenzial (GWh/a)	Einschränkungen zum technischen Potenzial
Geothermie (Erdwärmesonden)	6.940	- Ausschlussflächen (WSG, HQSG, Gewässer, Verkehrsflächen, dichte Bebauung) - Mindestabstände zwischen Sonden - Standortabhängige Entzugsleistung (Geologie) - Standardisierte Betriebsparameter (Tiefe, Vollbenutzungsstunden, COP)
Geothermie (Erdwärmekollektoren)	2.786	- Bodeneignung (Durchfeuchtung, Grundwasserstand, Wärmeleitfähigkeit) - Ausschluss ungeeigneter Böden (z. B. trockene/Felsböden) - Nur unversiegelte und nicht verschattete Flächen
Solarthermie (Dach- und Freiflächen)	Dach: 190 Freifläche: 79	- Begrenzung auf geeignete Dachflächen (Ausrichtung, Neigung) - Restriktion auf ausgewiesene Freiflächenkulisse - Saisonale Verfügbarkeit und begrenzter Deckungsanteil
Photovoltaik (Dach- und Freiflächen)	Dach: 90 Freifläche: 96	- Mindestgröße nutzbarer Flächen - Begrenzte Flächennutzung je Aufständerung - Wirkungsgradannahmen
Windkraft	-	- Keine ausgewiesenen Windvorranggebiete
Biomasse	22	- Begrenzte nutzbare Flächenanteile (z. B. Ackerland, Waldzuwachs) - Ausschluss von Schutzgebieten - Begrenzung durch lokal verfügbare Mengen
Abwärme Kläranlage	18	- Begrenzung durch Abwassermenge und Temperaturdifferenz (ΔT) - Physikalisch verfügbarer Wärmestrom
Industrielle Abwärme	9-15	- Berücksichtigung nur identifizierter Unternehmen - Temperaturbereich nutzbarer Abwärme - Begrenzung auf gemeldete/verfügbare Potenziale
Umweltwärme (Luft)	flächendeckend verfügbar	- Begrenzung auf geeignete Aufstellflächen (Gebäudenähe, Flachdächer) - Mindestabstände und technische Aufstellbedingungen
Umweltwärme (Gewässer)	6	- Begrenzung durch MNQ (Niedrigwasserabfluss) - Begrenzte Temperaturspreizung (ΔT) - Konservative Volllaststunden

5 Zielszenario

Das Zielszenario stellt den entscheidenden Schritt in der Kommunalen Wärmeplanung dar. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Potenzialanalyse werden in diesem Kapitel verschiedene Szenarien für die zukünftige Wärmeversorgung entwickelt und berechnet. Ziel ist es, eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten, die den Anforderungen der Stadt Bad Pyrmont gerecht wird. Durch die Betrachtung unterschiedlicher Szenarien kann die optimale Lösung identifiziert und konkrete Maßnahmen für die Umsetzung abgeleitet werden. Hervorzuheben ist, dass die benannte Lösung lediglich einen möglichen Weg zur Treibhausgasneutralität weist, jedoch keinen Weg aufzeigt, der garantiert so auftritt.

5.1 Entwicklung des Wärmebedarfs im Zielszenario

Ein wichtiger Teil des Zielszenarios stellt die Prognose des Wärmebedarfs der Stadt Bad Pyrmont im Zieljahr 2040 dar. Für diese Abschätzung wurden die verschiedenen Sanierungsraten (siehe Kapitel 4.1) gemeinsam mit der Stadt Bad Pyrmont betrachtet und ihre Realisierbarkeit bewertet. Zudem fand im Rahmen von Workshops und Besprechungsterminen ein intensiver Austausch mit den relevanten Akteuren sowie der Lenkungsgruppe statt. Abschließend wurde, auch auf Basis der Empfehlungen aus der Akteursbeteiligung und nach finaler Abstimmung mit der Lenkungsgruppe, eine Sanierungsrate von 1,25 % als realistisch erachtet, welche für die Berechnung des Zielszenarios fortan verwendet wurde. Auf Basis dieser Fortschreibung des Wärmebedarfs wurde eine Reduktion des Wärmebedarfs um rund 7,2 % bis zum Zieljahr 2040 ermittelt.

Die räumliche Verteilung der Wärmebedarfe im Zieljahr zeigt die folgende Abbildung 5-1.

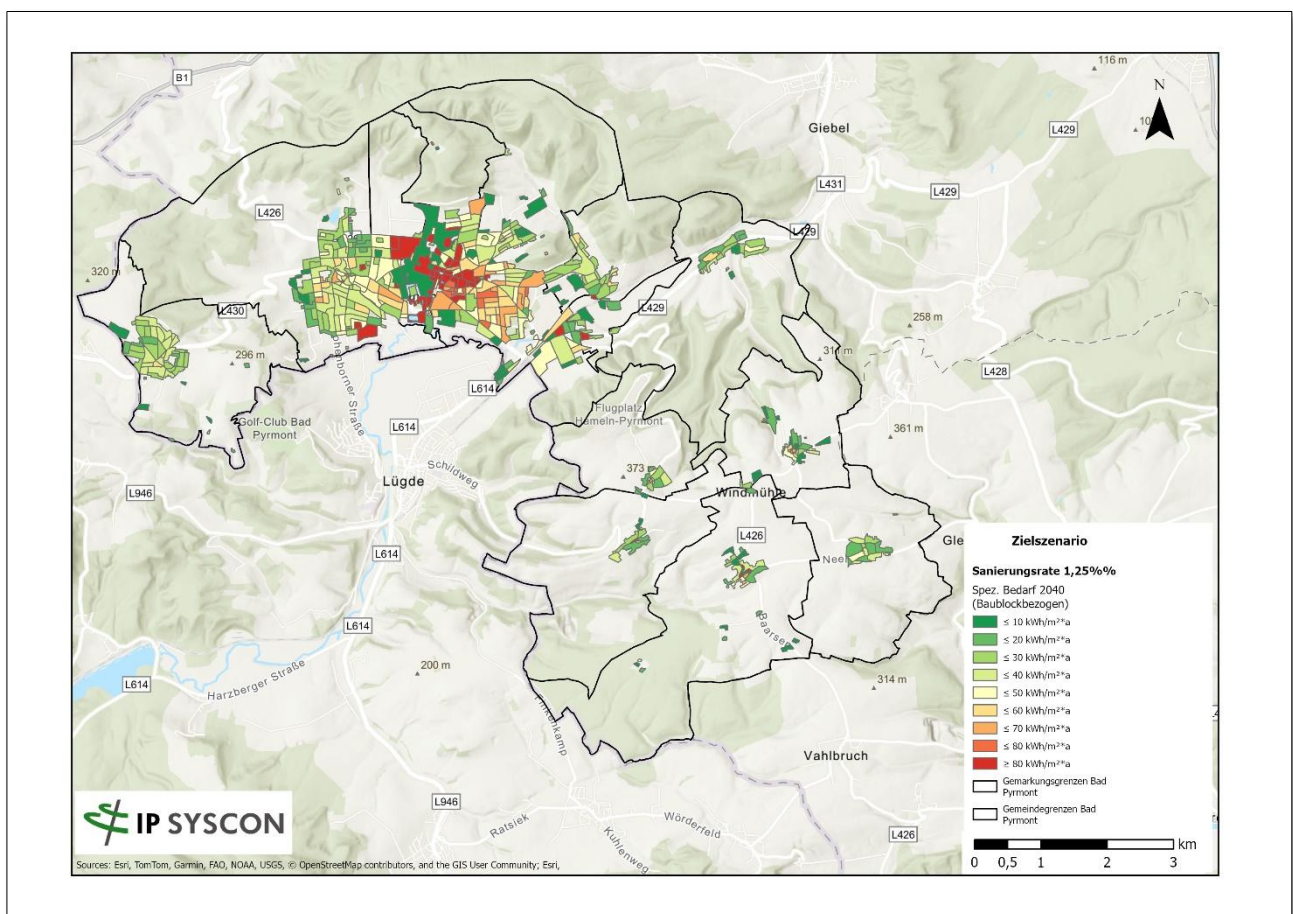


Abbildung 5-1: Spez. Wärmebedarf im Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsrate von 1,25 %

Bis zum Zieljahr 2040 wird ein Rückgang des Gesamt-Wärmebedarfs von 276 GWh auf jährlich etwa 256 GWh erwartet. Die Reduktion der Wärmenachfrage ist im Wesentlichen auf die Sanierung des Gebäudebestands zurückzuführen.

5.2 Wärmelinienichte

Im Jahr 2040 werden vor allem die Kernbereiche der Stadt Bad Pyrmont hohe Wärmelinienichten aufweisen. In den umliegenden Ortsteilen nimmt nicht nur die Bebauungs-, sondern damit einhergehend auch die Wärmelinienichte ab, wie aus Abbildung 5-2 hervorgeht.

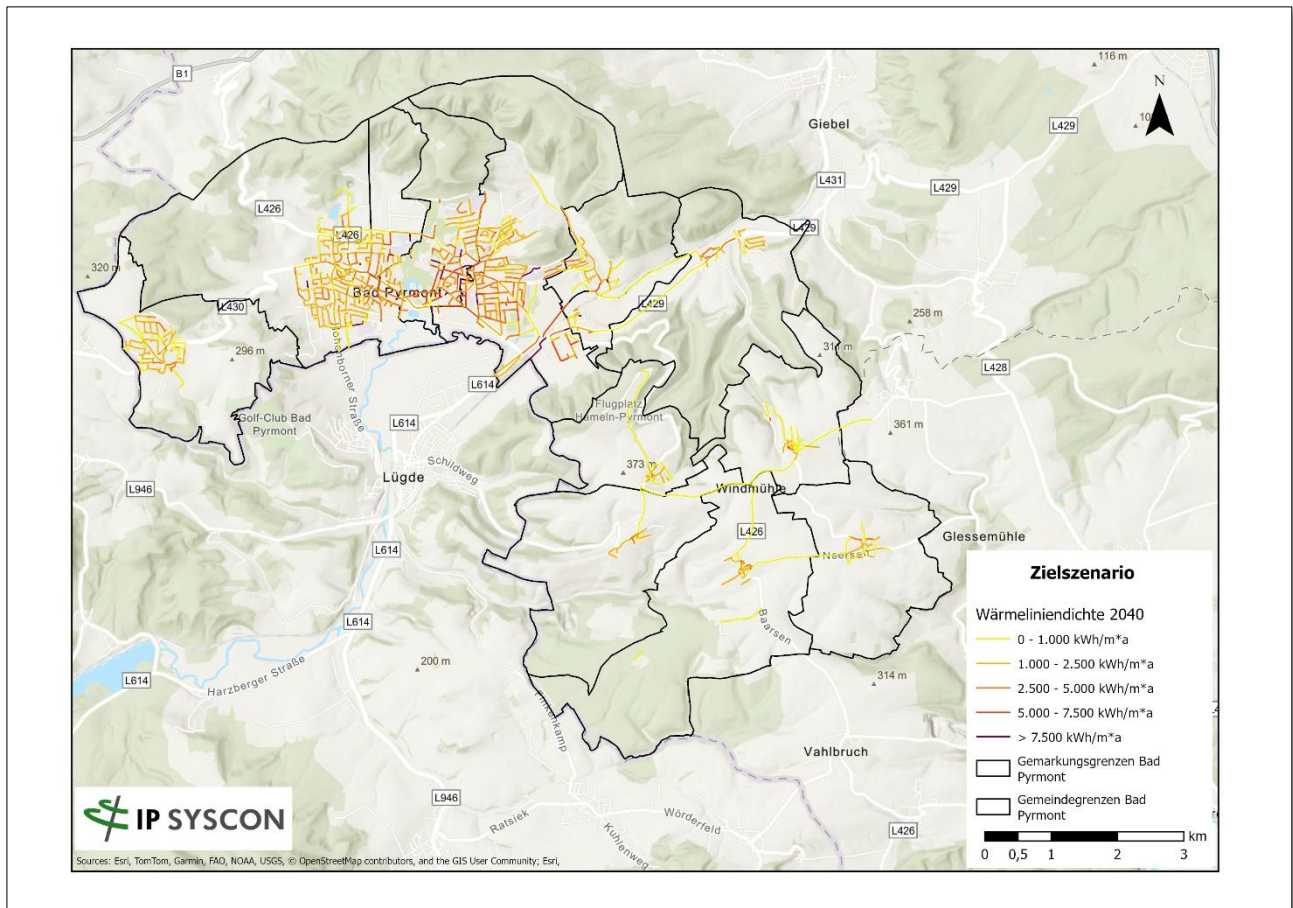


Abbildung 5-2: Wärmelinienichte im Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsrate von 1,25 %

Die jährliche Wärmeabnahme je Meter Straßenlänge sinkt infolge von Effizienzsteigerungen, die insbesondere durch energetische Gebäudesanierungen erzielt werden. Die zeitliche Entwicklung der Wärmelinienichte stellt dabei einen zentralen Bewertungsfaktor für die Identifikation potenzieller Wärmenetzgebiete dar. Der Neubau von Wärmenetzen zur Versorgung bestehender Wohngebäude ist grundsätzlich nur dann sinnvoll, wenn langfristig eine ausreichend hohe und stabile Wärmeabnahme zu erwarten ist.

5.3 Methodik zur Bestimmung der Wärmenetzeignung

Für die Bestimmung der Wärmenetzeignung wird die Graphentheorie herangezogen, welche ein Teilgebiet der Mathematik darstellt und sich mit der Untersuchung von Netzwerken befasst. In der Graphentheorie wird ein Netzwerk anhand von Knoten, die Objekte oder Orte repräsentieren, und Kanten, die Verbindungen zwischen diesen Knoten darstellen, modelliert. Häufig sind Kanten mit numerischen Werten versehen, um beispielsweise Kosten, Entfernungen oder Flussstärken zu beschreiben. Beim Einsatz dieses Ansatzes zur Bewertung der Eignung von Wärmenetzen werden

zunächst alle relevanten Gebäude dem jeweils nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet. Jedes Gebäude erhält dadurch einen eindeutigen Referenzpunkt auf der Straße, der im anschließenden Graphen als Gebäudeknoten angelegt wird. Zusätzlich werden sämtliche Kreuzungen und Endpunkte der betreffenden Straßenabschnitte als Straßenknoten in das Netzwerk aufgenommen.

Die Verbindungen zwischen Gebäude- und Straßenknoten sowie zwischen benachbarten Straßenknoten bilden die Kanten des Graphen. Jede dieser Kanten trägt als Gewicht die zuvor berechnete Wärmelinien-dichte in Kilowattstunden pro Meter und Jahr. Eine hohe Wärmelinien-dichte zeigt an, dass der entsprechende Straßenabschnitt besonders geeignet ist, um Wärme effizient zu verteilen.

Parallel zur Bewertung der Straßenabschnitte wird die Anschlusswirtschaftlichkeit der einzelnen Gebäude geprüft: Da längere Anschlussleitungen mit höheren Kosten verbunden sind, werden weiter entfernt gelegene Gebäude benachteiligt und gegebenenfalls ausgeschlossen. Die so bereinigte Graphenstruktur, in der unwirtschaftliche Kanten und Knoten entfernt wurden, bildet das technisch und ökonomisch optimierte Teilnetz ab.

Um ein Wärmenetz überhaupt realisieren zu können, gelten zusätzliche Rahmenbedingungen: Es wird von einer Anschlussquote von 70 % der potenziellen Gebäude ausgegangen, und erst ab mindestens 17 tatsächlich angeschlossenen Gebäuden wird der Netzausbau vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) gefördert und somit als lohnend betrachtet. Verrechnet mit der Anschlussquote kommen nur Gebiete mit mindestens 25 in Frage kommenden Gebäuden als mögliche Wärmenetzgebiete zur weiteren Analyse in Betracht. Innerhalb dieser Gebiete lässt sich dann auf Basis des Graphenmodells fundiert entscheiden, welche Straßenabschnitte für die Wärmeversorgung genutzt und welche Gebäude realistisch angeschlossen werden können. Eine abschließende Machbarkeitsprüfung sollte jedoch stets im Rahmen einer projektbezogenen Detailuntersuchung erfolgen.

Bei der Identifikation von möglichen Potenzialflächen spielt es eine Rolle, dass Wärmequellen bzw. Wärmeerzeugungsanlagen eine möglichst geringe Distanz zum späteren Wärmenetz aufweisen, um Wärmeverluste möglichst gering zu halten. Je nach Ausgestaltung eines Wärmenetzes sind Wärmeverluste über das gesamte Netz i.H.v. 10 bis 20 Prozent möglich. Gesteigerte Netzverluste durch größere Distanzen, die von einer Erzeugungsanlage überbrückt werden müssen, senken die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes wodurch zusätzlich die Förderfähigkeit über die BEW-Förderung beeinträchtigt sein kann. Wenn regenerative Potenziale in einem sehr hohen Maß vorliegen, kann der positive Nutzen des Potenzials jedoch absolut gesehen trotz längerer Zuleitungen wirtschaftlich nach wie vor sinnvoll sein.

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung in der Stadt Bad Pyrmont wurden verschiedene Szenarien erarbeitet, bei denen die potenziellen Wärmenetzgebiete auf Grundlage unterschiedlich hoher Grenz-Wärmelinien-dichten berechnet wurden. Die verschiedenen Zielbilder wurden mit dem Fachbereich Bauverwaltung und Technische Dienste der Stadt Bad Pyrmont, im Rahmen von Workshops mit relevanten Akteuren und mit der Lenkungsgruppe betrachtet und diskutiert. Abschließend wurde sich auf eine Grenz-Wärmelinien-dichte von 4.000 Kilowattstunden pro Meter und Jahr verständigt, um ein realitätsnahes und wirtschaftliches Bild im Zielszenario zu zeichnen.

5.4 Wärmeversorgung / Heizsysteme

Die zukünftige Entwicklung der Heizsysteme wurde anhand eines Zielszenarios mit einer Sanierungsrate von 1,25 % prognostiziert.

Folgende Heizsystemvarianten sind als dezentrale Wärmelösungen berücksichtigt:

- Biomassekessel
- Wasserstoffkessel
- Stromdirektheizung
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Sole-Wasser-Wärmepumpe
- BHKW Biogas
- Großwärmepumpe Luft

In den Nahwärme-Varianten sind folgende Erzeugungsvarianten angesetzt:

- Großwärmepumpe Luft
- Blockheizkraftwerk Wasserstoff
- Biomasse Heizkraftwerk
- Blockheizkraftwerk Biogas

Die Nahwärmenetze werden als Niedertemperatur-Wärmenetz modelliert. Dieses wird mit einer Betriebstemperatur von unter 70° C betrieben. Dadurch können auch erneuerbare Wärmequellen mit geringeren Temperaturen in das Wärmenetz eingebunden und somit nutzbar gemacht werden. Zudem lassen sich Verluste durch die geringere Temperatur reduzieren.

Die Wärmegestehungskosten (WGK) der Heizsystemvarianten sind für jedes Einzelgebäude im Stadtgebiet für unterschiedliche Jahre ermittelt. Je niedriger der Wert, um so günstiger lässt sich eine Kilowattstunde mit dem jeweiligen Heizsystem erzeugen und umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Technologiewechsel stattfindet. Die Wärmegestehungskosten sind die Kosten, die entstehen, um Wärme zu erzeugen und zu liefern. In der Kommunalen Wärmeplanung werden diese Kosten berechnet, um verschiedene Heiztechnologien miteinander zu vergleichen und die wirtschaftlichste Lösung zu finden.

$$\text{Wärmegestehungskosten} = \frac{\text{Investitionskosten} + \text{Betriebskosten} + \text{Finanzierungskosten}}{\text{erzeugte Wärmemenge}}$$

Die gezeigten Begriffe werden im Folgenden kurz erläutert:

Investitionskosten

Investitionskosten sind die Kosten für den Bau und die Installation der Heizungsanlage, wie z.B. eine Wärmepumpe.

Betriebskosten

Die Betriebskosten umfassen die laufenden Kosten für den Betrieb der Anlage, wie z.B. Strom- oder Brennstoffkosten, Wartung und Reparaturen.

Finanzierungskosten

Für die Finanzierung der Erzeugungsanlage wird angenommen, dass sie über Kredite finanziert wird und entsprechend müssen auch die Zinsen und Tilgungen berücksichtigt werden.

Erzeugte Wärmemenge

Die insgesamt erzeugte Wärmemenge wird verwendet, um die Kosten pro erzeugte Wärmeeinheit (z.B. pro Kilowattstunde) zu ermitteln.

Ebenfalls relevant für die Berechnung der Wärmegestehungsdauer ist die Nutzungsdauer der Anlage. Die Annahmen für die Lebensdauer einer Anlage fließen in die Betriebskosten und Finanzierungskosten ein. Neben den Wärmegestehungskosten ist auch das Alter der bestehenden Heizung relevant. Hier ist die Wahrscheinlichkeit eines Technologiewechsels höher, wenn die Bestandsheizung ein hohes Alter hat.

5.5 Treibhausgasemissionen (THG)

Die mit der Wärmeversorgung der Gebäude verbundenen Treibhausgasemissionen berechnen sich durch Multiplikation der Endenergiemenge des jeweiligen Energieträgers mit dem zugehörigen Treibhausgasemissionsfaktor.

Durch die prognostizierten Veränderungen in den Bereichen Wärmebedarf, Heizsysteme und verwendete Energieträger verändern sich auch die Emissionen von Treibhausgasen. Nicht nur sinken die Wärmebedarfe, auch die Heizsysteme werden effizienter und vor allem werden in Zukunft zunehmend, bis ausschließlich, klimaneutrale Energieträger eingesetzt. Durch diese Kombination an Entwicklungen sinkt der Ausstoß von Treibhausgasen für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser entsprechend den Vorgaben aus dem NKlimaG bis zum Zieljahr 2040 auf null Tonnen CO₂-Äquivalent.

Für die Berechnung der Stützjahre wurde ein linearer Verlauf der auszutauschenden Heizungen angenommen, d.h. es wird von einer konstanten Austauschrate über den Zeitraum bis zum Jahr 2040 ausgegangen. In jedem Jahr wird somit eine identische Anzahl der ältesten Heizungen des Stadtgebiets zu der jeweils errechneten klimaneutralen Alternative ausgetauscht. Dies geschieht in der Berechnung unabhängig davon, ob es sich hierbei um eine zentrale oder eine dezentrale Lösung handelt. Mögliche Umsetzungszeitpunkte von zentralen Wärmeversorgungslösungen (Wärmenetze) fließen somit nicht in die Berechnung ein, da diese zum aktuellen Zeitpunkt nicht abschätzbar sind.

In Zahlen reduzieren sich die CO₂-Emissionen, wie in Abbildung 5-3 dargestellt, auf Basis der Prognosen von rund 71.147 t im Bestand auf 0 t im Zieljahr 2040. Bereits bis zum Jahr 2030 sinken die Emissionen, insbesondere durch den beschriebenen Austausch von Heizungen, um knapp 34 % auf 47.038 t. Bis zum Jahr 2035 verringern sich die CO₂-Emissionen um weitere 48% auf 24.517 t. Sofern eine Treibhausgasneutralität vor dem Jahr 2040, bspw. im Jahr 2030, erreicht werden soll, kann dies nur über den beschleunigten Austausch der Heizungsanlagen realisiert werden.

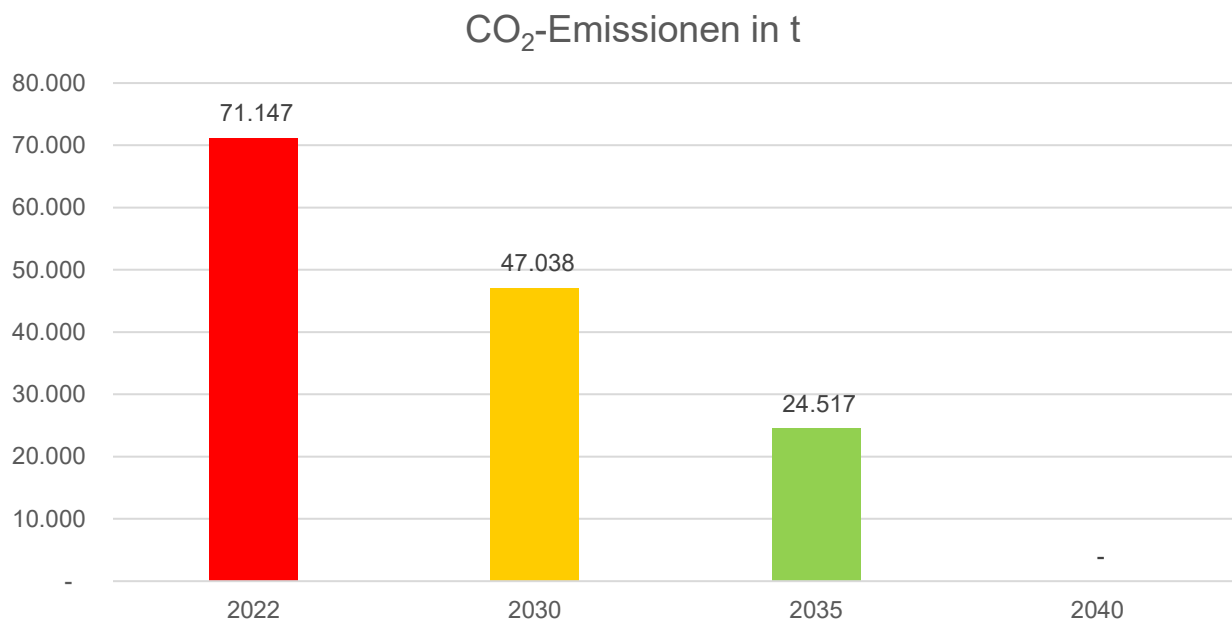


Abbildung 5-3: Entwicklung CO₂-Emissionen

5.6 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Das Stadtgebiet ist in den folgenden Darstellungen in Baublöcke eingeteilt. Die Baublockeinteilung berücksichtigt den Verlauf von Infrastruktur wie Straßen, Bahntrassen und Fließgewässern, und basiert auf den in der Wärmebedarfskarte Niedersachsen ausgewiesenen Baublöcken. Die Karte der Wärmeversorgungssysteme für das Zieljahr 2040 stellt die dominierende Versorgungstechnologie in den Baublöcken dar.

Für jedes Gebäude wurde eine Kostensimulation der zu erwartenden Wärmegestehungskosten durchgeführt, die aufzeigt, ob eine zentrale oder dezentrale Heizung die zukünftig wirtschaftlich sinnvollere Alternative darstellt. Auf dieser Basis erfolgte auf der Baublockebene wiederum eine Differenzierung in zentrale Versorgungsgebiete, die überwiegend über Wärmenetze erschlossen

werden, sowie in dezentrale Gebiete, in denen eine Einzelversorgung, beispielsweise mittels Wärmepumpen, vorgesehen ist. Die Einstufung eines Baublocks als für eine zentrale Versorgung geeignet bedeutet dabei nicht, dass sämtliche Gebäude verpflichtend an ein Wärmenetz anzuschließen sind. Vielmehr stellt die Wärmenetzversorgung für einen Großteil der Gebäude im Zieljahr 2040 voraussichtlich die wirtschaftlich vorteilhafteste Lösung dar. Die ausgewiesenen Gebiete sind daher als Empfehlung für jeweils zukünftig dominierende, klimafreundliche Wärmeversorgungsarten zu verstehen.

Mit den ausgewiesenen Wärmeversorgungsgebieten ist demnach ausdrücklich keine Verpflichtung für Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer verbunden, ein bestimmtes Heizsystem zu errichten und zu nutzen. Die Karte zeigt, wie die meisten Gebäude zukünftig am preisgünstigsten mit Wärme aus erneuerbaren Quellen und unvermeidbarer Abwärme versorgt werden können. Eine individuelle, projektbezogene Planung ersetzt die Darstellung nicht.

In Abbildung 5-4 ist die Einteilung der Wärmeversorgungsempfehlungen auf der Karte der Stadt Bad Pyrmont veranschaulicht. Unterschieden wird zwischen den dezentralen Versorgungstechnologien, worunter z.B. Wärmepumpen und Holzheizungen fallen, sowie den zentralen Gebieten, die über Wärmenetze versorgt werden.

Diese zentralen Gebiete werden nochmals in drei verschiedene Kategorien unterteilt:

- das bereits bestehende, privatbetriebene Wärmenetz im Stadtzentrum,
- Erweiterungsgebiete die eine direkte Verbindung an das Netz aufweisen können und
- Prüfgebiete, die anhand der Abnehmerstruktur oder möglichen Erzeugungspotenzialen als zentral versorgtes Gebiet in Frage kommen.

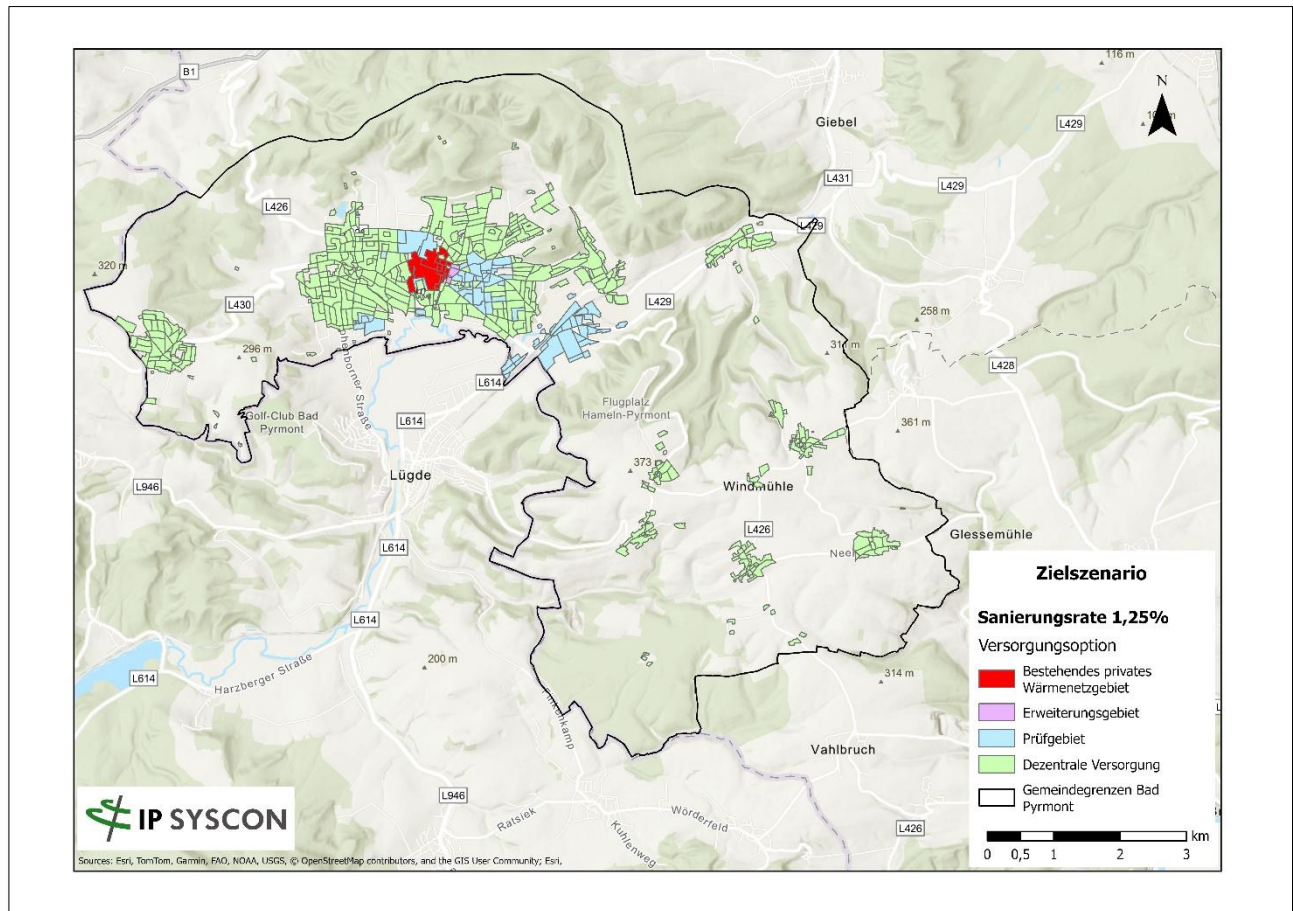


Abbildung 5-4: Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsrate von 1,25 %

So ist das Prüfgebiet in Bahnhofsnähe insbesondere deshalb ausgewiesen, da hier neben möglichen großen Abnehmern, vor allem Erzeugungspotenziale vorliegen, die in einem Wärmenetz möglicherweise Wärme liefern können.

Im Zielszenario wird der überwiegende Teil der Gebäude in Bad Pyrmont als dezentral versorgt errechnet, da für diese Gebäude eine dezentrale Versorgungslösung als wirtschaftlich sinnvoller errechnet wurde. In einzelnen Bereichen, insbesondere in zentrumsnahen Lagen, kann jedoch ein Wärmenetz die wirtschaftlich vorteilhafteste Versorgungsoption darstellen. Mit steigendem Anteil potenziell wärmenetztauglicher Gebäude, insbesondere mit einer hohen Anzahl an Großverbrauchern, innerhalb eines Baublocks erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer Erschließung dieser Quartiere. Die für eine zentrale Energieversorgung geeigneten Gebiete zeichnen sich durch eine überwiegend dichte Bebauung, einen hohen Wärmebedarf sowie hohe Wärmeliniendichten aus.

Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass in diesen Bereichen die Wärmenetzversorgung geringere oder zumindest vergleichbare Wärmegestehungskosten gegenüber dezentralen Lösungen aufweist. Zur abschließenden Bewertung der Umsetzbarkeit können weiterführende Machbarkeitsstudien sowie die Abfrage der Versorgungspräferenzen in den Quartieren erforderlich sein. Aufgrund der in Kapitel 5.3 beschriebenen Annahmen ist in den dargestellten Baublocken nicht von einem vollständigen Anschluss aller Gebäude auszugehen. Ein Anschluss an ein Wärmenetz ist daher in den jeweiligen Bereichen stets einzelfallbezogen zu prüfen.

Die Baublocke, in denen es schon jetzt eine Versorgung über Wärmenetze gibt, sind in der Wärmeplanung als Wärmenetzgebiete ausgewiesen.

Für Gebiete mit einer Wärmenetzzeichnung, in denen noch kein Wärmenetz existiert, sollte der Bau neuer Wärmenetze im Zuge von Machbarkeitsstudien geprüft werden. Im Stadtgebiet sind das insbesondere die Prüfgebiete im Bereich des Bad Pyrmonters Bahnhofs aber auch erweiterte Gebiete

im zentralen Bereich der Stadt. Machbarkeitsstudien bilden einen essenziellen Teil der Förderkulisse von Wärmenetzen und liefern detailliertere Berechnungen, auf denen weitere Umsetzungen aufbauen. Daher sind diese notwendig für einen wirtschaftlich sinnvollen Aufbau von Wärmenetzen.

In den übrigen Gebieten – dies betrifft knapp 90% des Gebäudebestands im Stadtgebiet – wird eine dezentrale Wärmeversorgung als vorzugswürdig eingeschätzt. Dies bedeutet, dass die Gebäude jeweils mit einer dezentralen Heizung ausgestattet werden und kein Anschluss an ein Wärmenetz erfolgt. Insbesondere in weniger dicht bebauten Bereichen, in denen der Wärmebedarf je Meter Straßenlänge vergleichsweise gering ausfällt, ist der Aufbau eines Wärmenetzes in der Regel nicht wirtschaftlich. In diesen Fällen stellen dezentrale Lösungen wie Biomasseheizungen oder Wärmepumpen die kostengünstigere Versorgungsoption dar. In Baublöcken, in denen derzeit überwiegend fossile Energieträger wie Erdgas oder Öl eingesetzt werden, weist die Luft-Wasser-Wärmepumpe häufig die geringsten Wärmegestehungskosten auf. Sofern geeignete Dachflächen vorhanden sind, bietet sich zudem die Kombination der Wärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage an, um den erforderlichen Strom anteilig vor Ort zu erzeugen und für den Betrieb der Wärmepumpe zu nutzen.

Im Zuge der Zielszenarioberechnung wurde eine überschlägige Berechnung für einen notwendigen Stromnetzausbau durchgeführt, der aufgrund der genannten, voraussichtlich stark anwachsenden Anzahl an Wärmepumpen im Stadtgebiet durchgeführt werden muss. Für die Berechnung wurde eine Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpen von 3 sowie eine durchschnittliche Leistung von 11 kW je Anlage angesetzt. Daraus ergibt sich ein deutlich steigender Strombedarf von rund 70,5 GWh pro Jahr sowie eine maximale Anschlussleistung von etwa 57 MW, wobei aufgrund von Gleichzeitigkeitsfaktoren (ca. 0,5–0,7), die man in der Praxis bei der Stromnetzauslegung annimmt, die tatsächliche gleichzeitige Last geringer ausfällt.

Im Vergleich zum heutigen Zustand (rd. 58,5 GWh Netzabgabe und 7,1 MW Jahreshöchstlast) zeigt sich somit ein erheblicher Anstieg des Strombedarfs und der Leistungsanforderungen. Daraus leitet sich die Notwendigkeit eines koordinierten Ausbaus der Stromnetzinfrastruktur ab, der bereits im Projekt mit den Stadtwerken abgestimmt wurde, um die zukünftige Versorgungssicherheit sicherzustellen.

Wasserstoff wurde ebenfalls als möglicher Energieträger hinsichtlich einer Einsatzwahrscheinlichkeit betrachtet. Da Wasserstoff aufgrund der geringen Verfügbarkeit (u.a. aufgrund der weiten Entfernung zum geplanten Wasserstoffkernnetz) und der hohen zu erwartenden Preise in den allerwenigsten Fällen der wirtschaftlichste Energieträger für eine Wärmeversorgung ist, gibt es in Bad Pyrmont jedoch ausschließlich Bereiche, die „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ sind.

Info-Box: Rechtswirkung der Gebietseinteilung

Grundsätzlich ist die Kommunale Wärmeplanung ein informelles, strategisches Instrument ohne rechtliche Außenwirkung. Für Wärmenetzgebiete besteht die Möglichkeit der verbindlichen Ausweisung von Wärmenetz- oder Wasserstoffgebieten per Satzungsbeschluss; siehe §26 Wärmeplanungsgesetz.

In diesen Fällen greifen in den jeweiligen Satzungsgebieten die Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes einen Monat nach Bekanntgabe der Satzungsentscheidung, spätestens aber am 01.07.2026. Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer könnten in Satzungsgebieten von einer zusätzlichen Versorgungsoption mittels Wärmenetzanschluss profitieren.

6 Umsetzungsmaßnahmen und Steckbriefe

6.1 Umsetzungsmaßnahmen

Gemäß dem Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) und dem niedersächsischen Klimaschutzgesetz (NKlimaG) ist eine kommunale Umsetzungsstrategie zu entwickeln. Laut NKlimaG muss diese mindestens fünf Maßnahmen enthalten, mit deren Umsetzung innerhalb der auf die Veröffentlichung des Wärmeplans folgenden fünf Jahre begonnen wird. Auf Grundlage des Zielszenarios und den durchgeführten Beteiligungen wurden fünf Umsetzungsmaßnahmen erarbeitet.

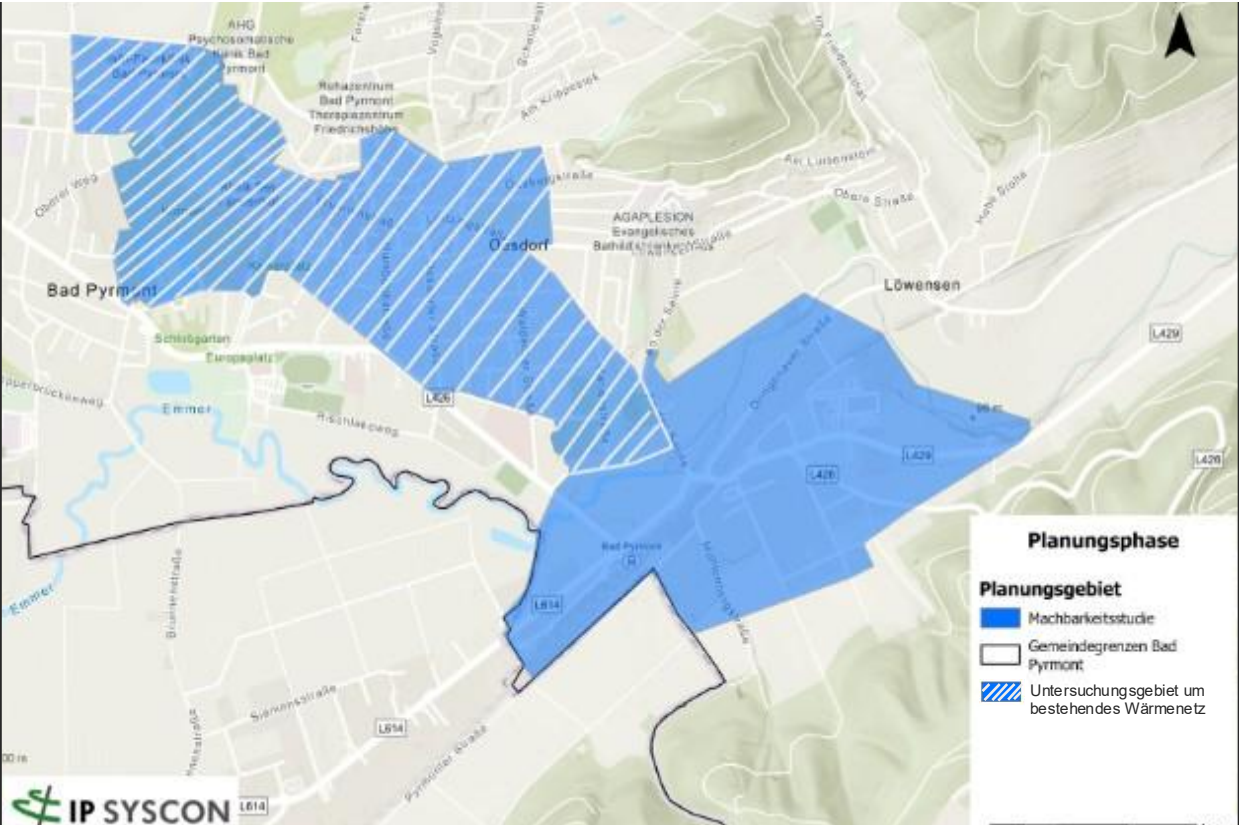
Tabelle 6-1: Übersicht der erarbeiteten Maßnahmen

Nr.	Maßnahme	Verantwortlich	Umsetzungshorizont
1	Machbarkeitsstudie für die Neuerrichtung eines Wärmenetzes	Stadt Bad Pyrmont, Wärmenetzbetreiber	kurzfristig, < 5 Jahre
2	Überprüfung des bestehenden Wärmenetzes	Stadt Bad Pyrmont, Wärmenetzbetreiber	kurzfristig, < 5 Jahre
3	Energetische Sanierung kommunaler Gebäude	Stadt Bad Pyrmont	langfristig, > 10 Jahre
4	Quartierslotsen für mögliche Quartiere und Nachbarschaften	Stadt Bad Pyrmont	kurzfristig, < 5 Jahre
5	Aufbau eines Netzwerks aus lokalen Fachleuten	Stadt Bad Pyrmont	kurzfristig, < 5 Jahre

Die Wärmewendestrategie der Stadt Bad Pyrmont umfasst Maßnahmen, deren Umsetzung möglichst zeitnah nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung beginnen sollte. Dabei kommt insbesondere der Machbarkeitsstudie für die identifizierten potenziellen Wärmenetzgebiete eine hohe Priorität zu. Zur Erreichung der angestrebten Sanierungsrate von 1,25 % leisten vor allem Maßnahmen zur energetischen Sanierung öffentlicher Gebäude einen wesentlichen Beitrag. Um Bürgerinnen und Bürger sowohl bei der Umsetzung klimaneutraler Wärmeversorgungsoptionen zu unterstützen, ist der Aufbau eines Netzwerks aus lokalen Fachakteuren vorgesehen.

Sämtliche Maßnahmen sollen zudem eng begleitet und relevante Kennzahlen idealerweise jährlich erhoben werden, um frühzeitig Chancen und Hemmnisse zu identifizieren. Auf diese Weise können notwendige Anpassungen bereits vor der vorgesehenen Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung in fünf Jahren berücksichtigt werden.

6.2 Maßnahmen-Steckbriefe

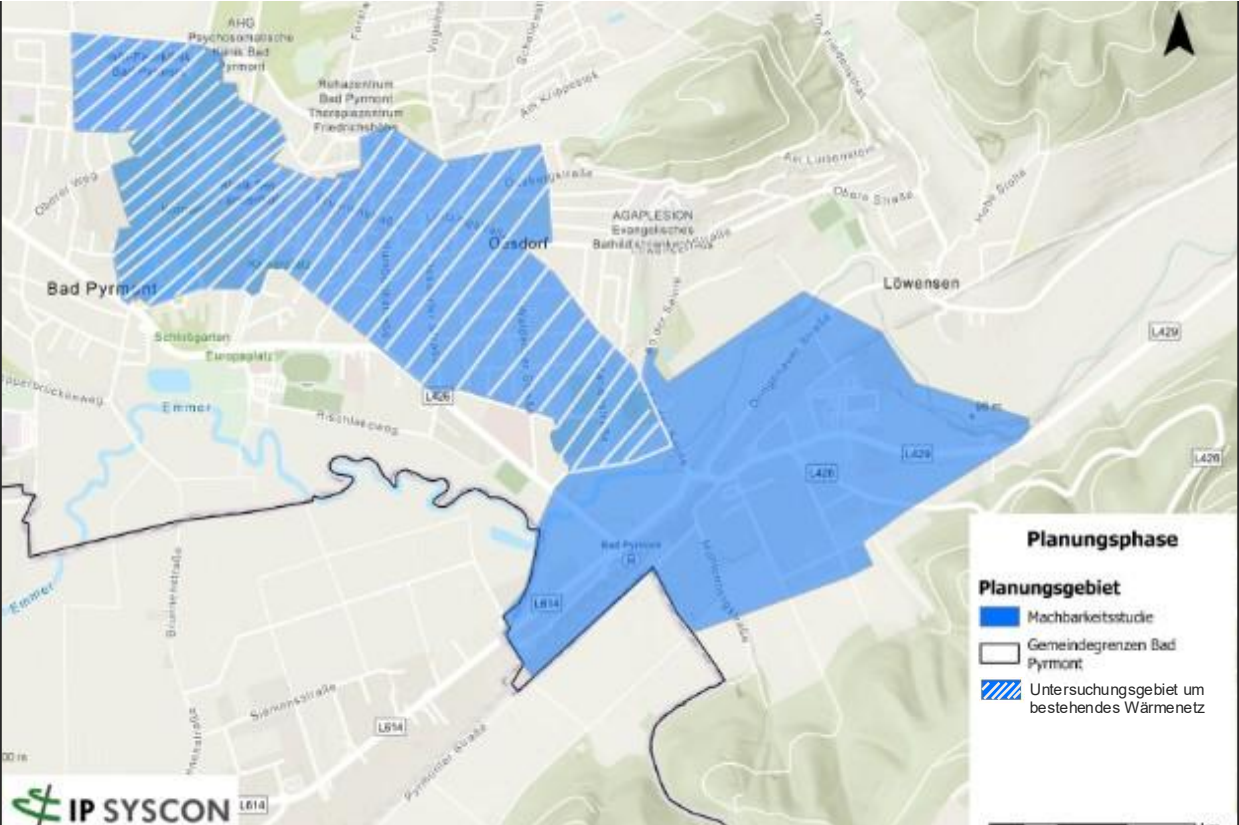
1. Machbarkeitsstudie für die Neuerrichtung eines Wärmenetzes	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Bad Pyrmont, Wärmenetzbetreiber
Zielgruppe der Maßnahme	Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer in den Prüfgebieten, Abwärmelieferanten
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Detailprüfung von wärmenetzgeeigneten Gebieten im Stadtgebiet, insbesondere des Gebiets nahe dem Bahnhof. Dafür kann eine Machbarkeitsstudie, die auch vom BAFA im Rahmen des Förderprogramms Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) gefördert wird, durchgeführt werden. Das Gebiet (siehe Kartenausschnitt, nicht-schraffierter Bereich) bietet neben einer Abnehmerstruktur, die auch Großverbraucher, die eine gesichert hohe Abnahmemenge besitzen, aufweist, Potenziale zur Wärmeerzeugung, die es für einen Wärmenetzbetrieb benötigt. Hierbei geht es um die mögliche Nutzung industrieller Abwärme, die weiter geprüft werden kann, um den Bau einer Klärwerkswärmepumpe oder auch die weiterführende Betrachtung der Emmer als mögliche nutzbare Wärmequelle. Die maximale Wärmeabnahmemenge im Gebiet wird auf ca. 21 GWh/a geschätzt, die maximale Netzlänge auf ca. 5 km.	
 Diese Studien sollen alle relevanten Parameter zur Projektierung von Wärmenetzen berücksichtigen und eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Umsetzung von neuen Nahwärmeprojekten bieten.	

Sollten ausreichend Erzeugungspotenziale genauer identifiziert werden, kann außerdem eine fortführende Betrachtung des Gebiets, das zum bestehenden Wärmenetz im Stadtzentrum führt, zukünftig sinnvoll sein. Auch dieses Gebiet ist bereits im folgenden Kartenausschnitt aufgeführt und wird in einer eigenständigen Maßnahme nochmals beschrieben. So könnte, je nach Ergebnislage, eine Verbindung des Gebiets der Machbarkeitsstudie hin zum Stadtzentrum wirtschaftlich sein. Auch hier würde man entsprechend der möglichen Abnehmer eine Machbarkeit untersuchen.

Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme:

- Einholen eines Richtpreisangebots für die Erstellung einer Machbarkeitsstudie
- Erarbeiten eines Förderantrags inkl. Beantragung einer BEW-Förderung (Modul 1) für die Machbarkeitsstudie
- Erstellen eines Leistungsverzeichnisses für die Ausschreibung zur Erstellung einer Machbarkeitsstudie
- Ausschreibung und Vergabe der Planungsleistungen
- Koordination der Studienerstellung und Unterstützung bei der Suche nach Ankerkunden, Flächen für Erzeugungsanlagen und weiteren Projektaktivitäten vor Ort

Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Bei positivem Ergebnis können viele fossile Einzellösungen durch ein transformiertes Wärmenetz ersetzt werden.
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Die Kosten richten sich nach dem Ergebnis der Ausschreibung. Für die Studie werden 100.000 - 150.000 € angenommen.
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Bad Pyrmont
Förderung	BEW-Förderung nach Modul 1 für die Erstellung von Machbarkeitsstudien (50 % Förderquote)
Nachverfolgung/Controlling	Controlling des Projektfortschritts durch die Stadt Bad Pyrmont

2. Überprüfung des bestehenden Wärmenetzes	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Bad Pyrmont Wärmenetzbetreiber
Zielgruppe der Maßnahme	Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer in den Wärmenetz
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die mögliche Nachverdichtung sowie die Erweiterung des vorhandenen Wärmenetzes in Bad Pyrmont. Das Wärmenetz im Zentrum von Bad Pyrmont wird seit mehreren Jahren von einem privaten Betreiber geführt. Aufgrund des Alters des Netzes ergibt es Sinn den Status Quo des Netzes zu prüfen und zu evaluieren, inwiefern in dem Zuge einer möglichen Erneuerung der Netzinfrastruktur (Erzeugungsanlage und/oder Netzleitungen) eine Erweiterung bzw. die Erstellung zusätzlicher Anschlüsse sinnvoll sein kann. Ausgehend von den Ergebnissen der Kommunalen Wärmeplanung der Stadt Bad Pyrmont kann ggf. die Anschlussquote in bereits über Wärmenetze versorgten Quartieren erhöht sowie naheliegende Quartiere durch den Ausbau der bestehenden Wärmenetze erschlossen werden. Sollten die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie aus der zuvor beschriebenen Maßnahme zu dem Schluss kommen, kann analog zu der oben aufgeführten Beschreibung in weiterer Zukunft ein großflächiger Zusammenschluss von Wärmenetzgebieten geprüft werden (siehe Kartenausschnitt, schraffierter Bereich). Der Fokus dieser Maßnahme sollte jedoch zuerst auf das bestehende Wärmenetz gelegt werden und Ergebnisse der Machbarkeitsstudie abgewartet werden. Somit ergibt sich aus der Erarbeitung beider Maßnahmen eine klare Tendenz, ob ein großflächiger Zusammenschluss des bestehenden Netzes mit einem potenziellen neuen Netz wirtschaftlich sinnvoll erscheinen kann.	
	

Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Detaillierte Analyse des Wärmenetzgebietes hinsichtlich relevanter Merkmale (Eigentümerstruktur, Wärmebedarfe, Gebäudetypen, Netzdaten, Erzeugungsanlagen etc.) • Untersuchung der vorhandenen und potenziellen Wärmequellen (z.B. Biomasse, oberflächennahe Geothermie, Abwärme aus Abwasser) • Identifikation von Erweiterungsmöglichkeiten des Wärmenetzgebiets, speziell hinsichtlich potenzieller Ankerkunden bzw. der vorliegenden Abnehmerstruktur • Kommunikation innerhalb der Quartiere, um eine möglichst hohe Anschlussquote zu erreichen • Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten inkl. Prüfung der Fördermöglichkeiten • Bewertung der CO₂-Einsparungen • Prüfung der rechtlichen Rahmenbedingungen und Genehmigungsverfahren • Entwicklung eines detaillierten Projektplans mit Zeit- und Meilensteinplanung	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Hohe Wirkung, wenn fossile Heizungen in größerem Umfang durch transformierte Wärmenetze ersetzt werden.
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Mögliche Investitionen in den Netzausbau sind nicht konkret abzuschätzen
Finanzierung/Kostenträger	Wärmenetzbetreiber
Fördermittel	Ggf. BEW-Förderung nach Modul 2 für die Umsetzung von Transformationsplänen (40 % Förderquote)
Nachverfolgung/Controlling	Jährliche Überprüfung, wie viele Meter Wärmenetz gebaut und wie viele Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen wurden

3. Energetische Sanierung kommunaler Gebäude	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Bad Pyrmont
Zielgruppe der Maßnahme	Stadt Bad Pyrmont
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist es, die kommunalen Gebäude der Stadt Bad Pyrmont, im Rahmen der aus der Haushaltsplanung zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel entsprechend zu sanieren. Die Umsetzung erfolgt in Zusammenarbeit der zuständigen Fachbereiche und soll neben der Treibhausgasneutralität auch die Reduktion der Heizkosten im Fokus haben. Darüber hinaus möchte die Stadt eine Vorreiterrolle einnehmen und so zur Nachahmung motivieren.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Aufbau eines Gebäudekatasters mit relevanten Gebäudeinformationen • Prüfung des Anschlusses an ein Wärmenetz • Energetische Bewertung der einzelnen Gebäude • Ableitung von möglichen Sanierungsmaßnahmen zur Senkung von Emissionen und Kosten • Priorisierung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Kosten und des erwarteten Nutzens • Prüfung und Beantragung von Fördermitteln für die Umsetzung von Maßnahmen • Koordination der Sanierungsmaßnahmen • Evaluation des Umsetzungserfolgs • Kommunikation der Maßnahmen an die Öffentlichkeit über vers. Formate (z.B. Website, Broschüren, Informationsveranstaltungen)	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Reduktion von CO ₂ -Emissionen durch energetische Sanierung und regenerative Wärmeversorgung
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	langfristig, > 10 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Koordination und weitere Kosten in Abhängigkeit vom Umfang der Maßnahmen
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Bad Pyrmont (im Rahmen der zur Verfügung stehenden finanziellen Haushaltsmittel)
Fördermittel	Zuschüsse für Sanierungsmaßnahmen sind im Einzelfall zu prüfen
Nachverfolgung/Controlling	Dokumentation und Evaluierung der umgesetzten Sanierungsmaßnahmen und jährliche Auswertung der Wärmebedarfsentwicklung kommunaler Gebäude

4. Quartierslotsse für mögliche Quartiere und Nachbarschaften	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Bad Pyrmont, Wärmenetzbetreiber
Zielgruppe der Maßnahme	Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer und Eigentümergemeinschaften
Beschreibung: Quartierslotsen sind Personen, die als Anlaufstelle für private Nachbarschafts-Initiativen oder Zusammenschlüssen von Privatpersonen dienen, die bspw. gemeinschaftlich ein Konzept für ein klimaneutrales Nachbarschafts-Quartier entwickeln und umsetzen möchten. Hierbei können Sanierungsmaßnahmen oder Energieversorgungskonzepte im Fokus sein. Das Angebot richtet sich vor allem an "Streuigentum" (mind. 5 Gebäude) privater Personen mit dem übergeordneten Ziel eine Orientierung für die zukünftige Wärmeversorgung zu geben.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Vermittlung von individuellen Beratungen durch qualifizierte Beraterinnen und Berater, die sich als Quartierslotsen zur Verfügung stellen • Aufklärung über verschiedene Sanierungsmaßnahmen wie Dämmung, Fenster- und Türentausch, Heizungsmodernisierung und Nutzung erneuerbarer Energien • Erstellung von Konzepten für eine gemeinschaftliche Energieversorgung • Empfehlungen zur schrittweisen Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Effizienz • Information über verfügbare Förderprogramme auf kommunaler, regionaler und nationaler Ebene • Beratung zu Finanzierungsmöglichkeiten und zinsgünstigen Krediten für energetische Sanierungsmaßnahmen • Zusammenarbeit mit lokalen Medien und Organisationen zur Erhöhung der Reichweite und Bekanntheit des Beratungsangebots	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkten Auswirkungen, aber indirekt werden Aktivitäten zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen.
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Geringfügige Personalkosten für den Verwaltungsaufwand
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Bad Pyrmont
Förderung	Aktuell keine Fördermöglichkeit gegeben
Nachverfolgung/Controlling	Dokumentation der durchgeführten Beratungen

5. Aufbau eines Netzwerks aus lokalen Fachleuten	
Verantwortlich für die Umsetzung	Stadt Bad Pyrmont
Zielgruppe der Maßnahme	Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer und Eigentümergemeinschaften
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist der Aufbau eines Netzwerks aus lokalen Fachleuten für die Wärme- wende, das durch Bürger der Stadt Bad Pyrmont genutzt werden kann. Es sollen die Kon- taktdaten von lokalen Fachleuten zusammengetragen und dabei verschiedene Themenbe- reiche abgedeckt werden (z.B. Sanierung, Energieberatung, Heizungswechsel). Alle Infor- mation werden zielgruppengerecht aufbereitet und sollen Gebäudeeigentümerinnen und - eigentümer wie auch deren Nutzerinnen und Nutzer ansprechen und bei der Suche nach Fachpersonal unterstützen. Das Netzwerk soll der Verteilung von Informationen dienen und den Zugang zu qualifizierten Fachkräften erleichtern.	
Mögliche Inhalte/Schritte der Maßnahme: • Zielgruppen und Themenbereiche für das Netzwerk definieren • Prüfen, welche Unternehmen und Betriebe es im Stadtgebiet (oder der Region) gibt • Struktur für das Netzwerk erarbeiten • Daten recherchieren und klären, welche Informationen und Hinweise mit aufge- nommen werden sollen bzw. dürfen • Einbindung von lokalen Fachleuten und Abklärung des Datenschutzes • Sicherstellung der Qualität / Qualifizierung des Fachpersonals • Sicherstellung, dass Inhalte verständlich und ansprechend aufbereitet sind • Klärung, in welcher Form das Netzwerk informieren soll und welche Formate hier- für genutzt werden können	
Positive Auswirkungen auf Erreichen des Zielszenarios	Keine direkten Auswirkungen, aber indirekt werden Aktivitäten zur Einsparung von Treibhausgasemissionen angestoßen
Umsetzungshorizont und Abschluss der Maßnahme	kurzfristig, < 5 Jahre
Kosten	Personalkosten für die Koordination und ggf. Kosten für die Erstellung von Drucksachen
Finanzierung/Kostenträger	Stadt Bad Pyrmont
Fördermittel	Aktuell keine Fördermöglichkeit gegeben
Nachverfolgung/Controlling	Dokumentation der erarbeiteten Unterlagen und erfolgreicher Inanspruchnahme des Netzwerks

7 Wärmewendestrategie

Die Stadt Bad Pyrmont verfolgt das Ziel, bis zum Jahr 2040 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen und den Einsatz fossiler Brennstoffe schrittweise durch erneuerbare Energien zu ersetzen. Zur Vorbereitung dieses Transformationsprozesses wurde in der Wärmeplanung zunächst eine umfassende Bestandsanalyse des aktuellen Energieverbrauchs aller Gebäude vorgenommen. Dabei zeigte sich, dass der Wärmebedarf in der Stadt Bad Pyrmont derzeit noch zu nahezu 90 % durch Erdgas und Heizöl gedeckt wird.

Im Zuge der Potenzialanalyse wurden sowohl Möglichkeiten zur Reduzierung des zukünftigen Wärmebedarfs modelliert als auch erneuerbare Erzeugungspotenziale identifiziert. Neben Solarpotenzialen wurden insbesondere Potenziale im Bereich der oberflächennahen Geothermie sowie der Nutzung von Abwasser untersucht. Wasserstoff wird dabei keine relevante Rolle für eine flächendeckende Wärmeversorgung in Bad Pyrmont spielen. Die Nutzung unvermeidbarer Abwärme wird fortlaufend gemeinsam mit den betreffenden Unternehmen geprüft und im Rahmen weiterer Untersuchungen vertieft betrachtet.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Potenzialanalyse wurde anschließend ein Zielszenario entwickelt, mit dem eine klimaneutrale Wärmeversorgung der Stadt Bad Pyrmont bis zum Jahr 2040 erreicht werden soll. Der überwiegende Teil der Wärmeversorgung wird dabei weiterhin dezentral erfolgen. Insbesondere in der Kernstadt besteht jedoch Potenzial für einen Ausbau der Wärmeversorgung über Wärmenetze.

Ausgehend vom Zielszenario werden fünf prioritäre Umsetzungsmaßnahmen empfohlen, die innerhalb der nächsten fünf Jahre angestoßen werden sollen. Zentrale Bestandteile sind dabei die Erstellung von Machbarkeitsstudien für potenzielle neue Wärmenetze, die Überprüfung bestehender Wärmenetze sowie die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude.

Begleitend zu den fachlichen Analysen wurde eine umfassende Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern, Fachakteuren sowie politischen Vertreterinnen und Vertretern durchgeführt, unter anderem im Rahmen der projektbegleitenden Lenkungsgruppe. Ziel war es, einen transparenten Planungsprozess sicherzustellen, lokales Fachwissen einzubinden und die für die Umsetzung relevanten Akteure frühzeitig zu vernetzen. Auf diese Weise kann der Übergang von der Planungs- in die Umsetzungsphase möglichst ohne Zeitverzug erfolgen.

Der vorliegende Wärmeplan versetzt die Stadt Bad Pyrmont in die Lage, die Wärmewende aktiv zu steuern und schafft zugleich Orientierung für die Bürgerinnen und Bürger hinsichtlich ihrer zukünftigen Wärmeversorgung. Insbesondere in Gebieten, die nicht für eine zentrale Wärmeversorgung geeignet sind, wird frühzeitig deutlich, dass individuelle Lösungen erforderlich sind. In vielen Fällen stellt hierbei der Einsatz einer Wärmepumpe eine wirtschaftlich sinnvolle Option dar, die häufig auch ohne umfassende energetische Sanierung realisiert werden kann. In Kombination mit einer Photovoltaikanlage auf dem eigenen Dach kann ein erheblicher Anteil des benötigten Stroms für den Wärmepumpenbetrieb selbst erzeugt werden.

Wesentliche Elemente für die erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung sind die Verstetigung der Aktivitäten sowie ein kontinuierliches Monitoring der Maßnahmen. Dadurch können Fortschritte regelmäßig überprüft und der Umsetzungsprozess gezielt gesteuert werden. Beide Aspekte der Strategie werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

7.1 Verstetigung

Die Stadt Bad Pyrmont verfolgt im Rahmen ihrer Kommunalen Wärmeplanung das Ziel, den Wärmebedarf und die CO₂-Emissionen nachhaltig zu senken. Um die erreichten Erfolge langfristig zu sichern und kontinuierlich zu verbessern, wird eine Verstetigungsstrategie implementiert, die folgende zentrale Elemente umfasst:

1. Langfristige Zielsetzung: Die Verstetigungsstrategie definiert klare, langfristige Ziele für die Reduktion des Wärmebedarfs und der CO₂-Emissionen. Diese Ziele sind eng mit den übergeordneten Klimaschutzmaßnahmen der Stadt verknüpft und tragen zur Erreichung der niedersächsischen,

nationalen und internationalen Klimaziele bei. Konkret soll bis zum Jahr 2040 eine Treibhausgasneutralität im Wärmesektor erreicht werden und der Wärmebedarf insgesamt um 7,2 % sinken.

2. Institutionalisierung von Strukturen: Um die Nachhaltigkeit der Wärmeplanung zu gewährleisten, werden bestehende Strukturen und Prozesse institutionalisiert. Dies umfasst die Integration des Controllings in die Organisationsstruktur der Stadt, insbesondere in das Klimaschutzmanagement, sowie die Schaffung fester Gremien und Arbeitsgruppen, die regelmäßig zusammenkommen, um den Fortschritt zu überwachen und Maßnahmen zu koordinieren.

3. Kontinuierliche Überwachung und Bewertung: Ein zentrales Element der Verstetigungsstrategie ist die kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Maßnahmen. Hierfür wird in Kapitel 7.2 ein Controllingkonzept vorgeschlagen. Dieses ermöglicht es, den Fortschritt regelmäßig zu überprüfen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen.

4. Anpassung und Optimierung: Die Verstetigungsstrategie sieht vor, dass Maßnahmen und Prozesse regelmäßig überprüft und optimiert werden. Dies stellt sicher, dass die Wärmeplanung stets an aktuelle Entwicklungen und neue Erkenntnisse angepasst wird. Flexibilität und Innovationsbereitschaft sind hierbei entscheidend, um langfristig erfolgreich zu sein.

5. Öffentlichkeitsarbeit und Beteiligung: Ein weiterer wichtiger Aspekt der Verstetigungsstrategie ist die Einbindung der Öffentlichkeit und relevanter Interessengruppen. Durch transparente Kommunikation und aktive Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger wird das Bewusstsein für die Bedeutung der Wärmeplanung gestärkt und die Akzeptanz der Maßnahmen erhöht. Die Basis für diese Beteiligung wurde bereits im Rahmen des Planungsprozesses gelegt und wird durch die Koordinierungsstelle, unter anderem auf Basis der vorgeschlagenen Maßnahmen, fortgesetzt.

Durch die Implementierung dieser Verstetigungsstrategie wird die Stadt Bad Pyrmont in der Lage sein, ihre Wärmeplanung langfristig zu sichern und kontinuierlich zu verbessern. Die regelmäßige Überwachung und Anpassung der Maßnahmen stellt sicher, dass die angestrebten Klimaziele erreicht und die Erfolge nachhaltig gesichert werden.

7.2 Controlling

Für die Zielerreichung in der Stadt Bad Pyrmont sollte in Verbindung mit der Verstetigungsstrategie ein umfassendes Controllingkonzept implementiert werden, das folgende zentrale Elemente umfasst:

1. Ziele und Aufgaben: Das Controllingkonzept definiert klare Ziele, wie bspw. die Reduktion des Wärmebedarfs und der CO₂-Emissionen. Diese Ziele sind eng mit den Klimaschutzmaßnahmen der Stadt verknüpft und tragen zur Erreichung der übergeordneten Klimaziele bei. Die Ziele hinsichtlich der Wärmebedarfsreduktion und der CO₂-Einsparung für den Bereich Wärme sind klar definiert und finden sich in den vorangegangenen Beschreibungen wieder.

2. Organisationsstruktur: Das Controlling wird in die bestehende Organisationsstruktur der Stadt Bad Pyrmont integriert. Diese Integration ermöglicht eine effektive Zusammenarbeit und Koordination zwischen den verschiedenen Abteilungen und Projekten, die an der Wärmeplanung beteiligt sind.

3. Controlling-Instrumente: Zur Erfüllung der Controlling-Aufgaben werden spezifische Instrumente und Methoden eingesetzt. Dazu gehören die Kennzahlenanalyse, die es ermöglicht, wichtige Leistungsindikatoren zu überwachen und zu bewerten, sowie das Berichtswesen, das regelmäßige Berichte über den Fortschritt und die Ergebnisse der Maßnahmen liefert. Eine Übersicht über mögliche Indikatoren findet sich in Tabelle 7-1.

Tabelle 7-1: Mögliche Indikatoren für ein Controlling

Indikator	Datenquelle	Datenlieferant	Erhebungsturnus
Entwicklung des Wärmebedarfs	Verbrauchsdaten	Schornsteinfeger / Netzbetreiber Erdgas, Strom und Wärme	mindestes alle fünf Jahre
Entwicklung der CO₂-Emissionen	Verbrauchsdaten	Schornsteinfeger / Netzbetreiber Erdgas, Strom und Wärme	mindestes alle fünf Jahre
Heizungstausch dezentral	Installierte Heizungsanlagen	Schornsteinfeger / ggf. Netzbetreiber Strom	alle fünf Jahre
Anschlüsse Wärmenetze	Installierte Hausübergabestationen	Netzbetreiber Wärme	alle fünf Jahre
Ausbau der Wärmenetze	Errichtete Meter Wärmenetz	Netzbetreiber Wärme	alle fünf Jahre
Dekarbonisierung der Wärmenetze	Primärenergiefaktor Nahwärme	Netzbetreiber Wärme	alle fünf Jahre
Beratungen zu Sanierung und Heizungstausch	Anzahl Energieberatungen	Verbraucherzentrale / lokale Energieberater	jährlich
Informationsveranstaltungen	Anzahl Teilnehmende	Koordinierungsstelle zur Umsetzung der KWP	jährlich
Informationsmaterial	Anzahl verteilte Exemplare	Koordinierungsstelle zur Umsetzung der KWP	jährlich
Umgesetzte Sanierungsmaßnahmen	Abgerufene Fördermittel	Fördermittelgeber, wie BAFA / KfW / NBank	jährlich

4. Informationssysteme und Prozesse: Effiziente Informationssysteme und gut definierte Prozesse sind notwendig, um die erforderlichen Daten zu erfassen, zu verarbeiten und zu analysieren. Diese Systeme und Prozesse stellen sicher, dass die Daten zuverlässig und zeitnah zur Verfügung stehen, was eine fundierte Entscheidungsfindung ermöglicht. Für ein engmaschiges Controlling wäre eine jährliche Erhebung, bspw. von Verbrauchsdaten und Daten der Schornsteinfegerinnen und -feger sinnvoll, um die Entwicklungen bei den Wärmebedarfen oder dem Heizungstausch im Blick zu haben. Eine Verarbeitung der Daten könnte über ein GIS (Geoinformationssystem) oder auch Excel erfolgen.

Durch die Berücksichtigung dieser Vorschläge wird die Stadt Bad Pyrmont in der Lage sein, ihre Wärmeplanung effizient zu steuern und die angestrebten Klimaziele zu erreichen. Die kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Maßnahmen stellt sicher, dass Anpassungen und Optimierungen zeitnah vorgenommen werden können, um den Erfolg der Wärmeplanung zu gewährleisten. Aktuell gibt es allerdings keine Rechtsgrundlage für die Lieferung einiger dieser Daten und die Stadt Bad Pyrmont muss zunächst klären, welche Daten realistisch jährlich zu erheben sind.

8 Gesamtfazit

Der vorliegende Erläuterungsbericht zur kommunalen Wärmeplanung der Stadt Bad Pyrmont zeigt auf Basis einer fundierten Datengrundlage auf, wie die Umgestaltung der Wärmeversorgung hin zu einer treibhausgasneutralen Struktur bis zum Jahr 2040 umgesetzt werden kann. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse machen deutlich, dass die derzeitige Wärmeversorgung stark durch fossile Energieträger geprägt ist und gleichzeitig ein erheblicher Teil des Gebäudebestands einen energetischen Sanierungsbedarf aufweist. Daraus ergibt sich ein hoher Handlungsbedarf, zugleich aber auch ein deutliches Transformationspotenzial für die künftige Entwicklung der Wärmeversorgung.

Die durchgeführte Potenzialanalyse weist nach, dass der Stadt Bad Pyrmont grundsätzlich ein breites Spektrum an erneuerbaren und klimafreundlichen Wärmequellen zur Verfügung steht. Insbesondere Solarthermie, oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme sowie Abwärmepotenziale aus dem Abwasser und der Industrie eröffnen langfristige Perspektiven für eine nachhaltige Wärmeversorgung. Für die Umweltwärme ist insbesondere das Medium Luft als zentrales Potenzial für Luftwärmepumpen einzuordnen, das sowohl dezentral als auch zentral in Wärmenetzen genutzt werden kann. Gleichzeitig wird deutlich, dass aufgrund der heterogenen Siedlungs- und Gebäudestruktur keine einheitliche Lösung für das gesamte Stadtgebiet geeignet ist. Vielmehr erfordert die Wärmeversorgung eine differenzierte Strategie, die sowohl dezentrale, gebäudeindividuelle Lösungen als auch zentrale, leitungsgebundene Versorgungskonzepte berücksichtigt.

Das entwickelte Zielszenario basiert auf einer realistischen Sanierungsrate von 1,25 % pro Jahr und verknüpft Effizienzsteigerungen im Gebäudebestand mit dem schrittweisen Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeugung. Auf dieser Grundlage kann der Wärmebedarf insgesamt moderat reduziert und gleichzeitig eine vollständige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 erreicht werden. Die ausgewiesenen Wärmeversorgungsgebiete stellen dabei keine verbindlichen Vorgaben dar, sondern dienen vielmehr als strategische Orientierung für Eigentümerinnen und Eigentümer, Netzbetreiber sowie für die kommunale Planung.

Mit den fünf definierten Umsetzungsmaßnahmen liegt ein praxisorientierter Handlungsrahmen vor, der den Übergang von der Planungs- in die Umsetzungsphase unterstützt. Zentrale Ansatzpunkte bilden dabei insbesondere die frühzeitige Prüfung von Wärmenetzpotenzialen über Machbarkeitsstudien, die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude sowie die Bereitstellung umfassender Informations- und Beratungsangebote. Ergänzt werden diese Maßnahmen durch eine Strategie zur Verstetigung und zum Controlling, mit der sichergestellt wird, dass Fortschritte nachvollziehbar bleiben und die Wärmeplanung kontinuierlich weiterentwickelt werden kann.

Insgesamt stellt die kommunale Wärmeplanung der Stadt Bad Pyrmont einen belastbaren, transparenten und umsetzungsorientierten Fahrplan für die Wärmewende dar. Sie schafft Orientierung für Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Bürgerschaft und bildet die Grundlage dafür, die Transformation der Wärmeversorgung koordiniert, sozial ausgewogen und langfristig erfolgreich zu gestalten.

9 Erläuterung Fachbegriffe

Tabelle 9-1: Erläuterung Fachbegriffe

Fachbegriff	Erläuterung
Abwärme	Wärme, die bei Prozessen als Nebenprodukt anfällt
Anaerober Abbau von Biomasse	Zersetzung von Biomasse durch Mikroorganismen in sauerstofffreier Atmosphäre
Baublock	Zusammenfassung von Gebäuden innerhalb von Infrastrukturgrenzen (z. B. Straßen, Bahntrassen, Fließgewässer) Je Baublock wird die dominierende Wärmeversorgungsart ausgewiesen.
Dekarbonisierung	Umstieg von fossilen Brennstoffen auf kohlenstofffreie Energiequellen
Gebäudetypologie	Zur Klassifizierung des Wohngebäudebestandes nach energetischen Kriterien werden seit 1990 Gebäudetypologien durch das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) publiziert. Hierbei werden Wohngebäude nach Baualter und Größe in Klassen mit ähnlichen Komponenten und Energiekennwerten eingeteilt. Modellgebäude repräsentieren typische Beispiele einer Klasse und stellen die erreichbaren Einsparungen dar.
Geothermie	In Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Erdoberfläche
Geothermie, hydrothermal	Lagerstätten in Tiefen von über 400 m, in denen Thermalwasser zirkuliert. Dieses kann in Karsthöhlräumen, Klüften, Störungszonen oder Porengrundwasserleitern vorkommen.
Geothermie, oberflächennah	Anlagen zur Erdwärmenutzung bis in 400 m Tiefe Systeme zur Erdwärmegewinnung sind Sonden, Kollektoren, Brunnen oder thermisch aktivierte Gründungspfähle.
Jahresgradzahlen	Maß für den Heizbedarf eines Jahres, berechnet aus der Differenz zwischen der durchschnittlichen Außentemperatur und einer festgelegten Raumtemperatur, um den Energieverbrauch für Heizung zu bewerten
KWK-Anlage	Hocheffiziente Anlage zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme
Luft-Wärmepumpe	Wärmepumpe, die die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzt und dadurch vielfältig einsetzbar ist
Prozesswärme	Wärme, die zur Herstellung, Weiterverarbeitung oder Veredelung von Produkten verwendet wird
Treibhausgas-Emissionen	Erdgase, die das Klima verändern: Neben Kohlendioxid zählen auch Methan, Erdgas und andere fluorierte Erdgase zur den Treibhausgasen. Maßeinheit ist das Kohlendioxid-Äquivalent: Angabe der Klimawirksamkeit eines Treibhausgases im Vergleich zu Kohlendioxid
Wärmebedarf	Rechnerisch ermittelte Wärmemenge zum Heizen und zur Warmwasserbereitung sowie ggf. für gewerbliche Prozesswärme Die Kartendarstellungen zum Wärmebedarf sowie zur Wärmelinien-dichte enthalten keine Prozesswärme.

Wärmegestehungskosten	Wärmegestehungskosten bezeichnen die durchschnittlichen jährlichen Kosten, die entstehen, um eine bestimmte Menge an nutzbarer Wärme zu erzeugen. Sie umfassen alle relevanten Ausgaben über die gesamte Betriebsdauer, wie etwa Investitionskosten, Betrieb und Wartung, Brennstoffkosten sowie Finanzierungskosten. Sie dienen dazu, die Wirtschaftlichkeit verschiedener Wärmeerzeugungstechnologien zu vergleichen.
Wärmelinien-dichte	Wärmebedarfssumme aller einem Straßenabschnitt zugeordneten Gebäude geteilt durch die Länge des Straßenabschnittes Kriterium für die Eignung von Wärmenetzen
Wärmeverbrauchs-dichte	Jährlicher Energieverbrauch pro Fläche eines Gebäudes bzw. Baublocks (in Kilowattstunden pro m ² und Jahr (kWh/m ² *a)) Ermöglicht eine differenzierte Bewertung des Wärmebedarfs im Siedlungsraum.

10 Literaturverzeichnis

BEW (2022): Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze „BEW“ in der Fassung vom 01.08.2022.

FfE (2024): Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern.

GEG (2023): Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) in der Fassung vom 16.10.2023.

Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; Wünsch, Aurel; Lengning, Saskia et al. (2024): Technikcatalog Wärmeplanung. Hg. v. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, et al. Online verfügbar unter: <https://www.ifeu.de/projekt/leitfaden-und-technikcatalog-fuer-die-waermeplanung>, zuletzt geprüft am 26.06.2025.

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie – LBEG (Hrsg.) (2022): GeoBerichte24 - Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen – Rechtliche und technische Grundlagen für erdgekoppelte Wärmepumpenanalgen, 3. Aufl., Hannover, 2022.

NBauO (2024): Niedersächsische Bauordnung (NBauO) in der Fassung vom 18.06.2024.

NKlimaG (2023): Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (Niedersächsisches Klimagesetz - NKlimaG) in der Fassung vom 12.12.2023.

Pehnt, Martin; Arens, Marlene; Duscha, Markus; Eichhammer, Wolfgang; Fleiter, Tobias; Gerspacher, Andreas; Idrissova, Farikha; Jessing, Dominik; Jochem, Eberhard; Kutzner, Frank; Lambrecht, Udo; Lehr, Ulrike; Lutz, Christian; Paar, Angelika; Reitze, Felix; Schlomann, Barbara; Seefeldt, Friedrich; Thamling, Nils; Toro, Felipe; Vogt, Regine; Wenzel, Bernd; Wünsch, Marco (2011): Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative, 2011, https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/NKI_Endbericht_2011.pdf, 26.06.2025.

Rödl & Partner GmbH (2025): Besonders geeignete Regionen für Tiefengeothermie in Deutschland, <https://www.roedl.de/themen/erneuerbare-energien/tiefengeothermie-erfolgreich-praxiseinsatz>, 26.06.2025.

WPG (2023): Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG) in der Fassung vom 20.12.2023.

11 Anhang

Tabelle 11-1: Darstellung weiterer Energiekennzahlen (für das Referenzjahr 2024)

		Gesamt	Pro Kopf	Einheit
THG-Emissionen nach Sektoren		71.147	3,71	t CO ₂ eq/a
	Haushalte	47.082	2,39	t CO ₂ eq/a
	Gewerbe und Industrie	4.829	0,24	t CO ₂ eq/a
	Handel und Dienstleistungen	3.172	0,16	t CO ₂ eq/a
	Öffentliche Gebäude	16.063	0,81	t CO ₂ eq/a
Verbrauch nach Sektoren		289.944	14,71	MWh/a
	Haushalte	191.514	9,71	MWh/a
	Gewerbe und Industrie	20.096	1,02	MWh/a
	Handel und Dienstleistungen	14.777	0,75	MWh/a
	Öffentliche Gebäude	63.557	3,22	MWh/a
Verbrauch pro m² Wohnfläche		126,59		kWh/a
Stromverbrauch für Wärmeanwendungen in Wohngebäuden		1.584.839	82,65	kWh/a
Einsatz erneuerbarer Energien		31.564	1,60	MWh/a
	Haushalte	23.475	1,19	MWh/a
	Gewerbe und Industrie	2.678	0,14	MWh/a
	Handel und Dienstleistungen	3.561	0,18	MWh/a
	Öffentliche Gebäude	1.849	0,09	MWh/a
Fläche solarthermischer und PV-Anlagen pro Kopf		65.756	3,43	m ²
	Photovoltaik	65.756	3,43	m ²
	Solarthermie*	0	0	m ²
Speicherkapazität Strom/Wärme				
	Strom	5.261	0,27	kWh
	Wärme**	0	0	kWh

*Die Daten zu lokalen Solarthermieranlagen werden nicht zentral erfasst und stehen deshalb nicht in belastbarer Form zur Verfügung. Auf eine Darstellung wurde aus diesem Grund verzichtet

****Bei den lokalen Stadtwerken liegen keine Informationen zu Wärmespeichern vor. Weitere Wärmespeicher werden nicht zentral erfasst und stehen deshalb nicht in belastbarer Form zur Verfügung. Auf eine Darstellung wurde aus diesem Grund verzichtet.**