

Wärmeplanung

Kommunale Wärmeplanung für die
Stadt Bockenem

November 2025

Impressum

Auftraggeberin: Stadt Bockenem
Buchholzmarkt 1
31167 Bockenem



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



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

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

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hannover

Stand: November 2025

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
Glossar	11
1 Kurzfassung	12
2 Einleitung.....	15
2.1 Rechtliche Grundlagen und Zielsetzung	15
2.2 Vorgehensweise der kommunalen Wärmeplanung	16
2.3 Akteure und deren Beteiligung	17
3 Die Stadt Bockenheim – Daten und Fakten	19
4 Bestandsanalyse.....	23
4.1 Datenerhebung	23
4.1.1 Datenerhebung der Gebäude- und Siedlungsstruktur.....	23
4.1.2 Erfassung der Verbräuche und eingesetzten Energieträger anhand von gemessenen Verbrauchsdaten.....	24
4.2 Gebäudestruktur	25
4.3 Energieversorgungsstruktur	28
4.3.1 Gasnetzinfrastruktur	28
4.3.2 Wärmenetzinfrastruktur	29
4.3.3 KWK-Anlagen.....	30
4.3.4 Energieträger der Heizungen	31
4.4 Endenergiebedarf und THG-Emissionen	34
4.5 Wärmeverbrauchs- und Wärmeliniendichte	37
5 Potenzialanalyse	41
5.1 Vorgehen und Zielsetzung	41
5.2 Potenziale zur Energieeinsparung.....	42
5.2.1 Sanierungspotenzial.....	42
5.2.2 Prozesseffizienz	44
5.3 Potenziale für erneuerbare Wärme.....	44
5.3.1 Solarthermie.....	44
5.3.2 Biomasse	47

5.3.3	Gewässer.....	51
5.3.4	Grundwasserbrunnen.....	54
5.3.5	Abwärme.....	55
5.3.6	Geothermie	58
5.3.7	Wasserstoff	62
5.3.8	Wärmepumpe Außenluft	64
5.3.9	Potenziale für erneuerbaren Strom.....	65
5.3.10	Ausbau von bestehenden Wärmenetzen.....	69
5.3.11	Thermische Speicher	70
5.3.12	Zusammenfassung.....	70
6	Entwicklung des Zielszenarios und Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete.....	72
6.1	Methodisches Vorgehen.....	72
6.2	Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete	73
6.3	Ermittlung von Eignungsgebieten für Wärmenetze	77
6.4	Szenarienanalyse.....	78
6.4.2	Szenario „Wärmenetze“	80
6.4.3	Szenario „Grüne Gase“	82
6.4.4	Das Zielszenario	83
6.5	Voraussichtliche Wärmeversorgung	86
6.6	Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	87
7	Maßnahmen	90
7.1	Streckbriefe für einzelne Maßnahmen.....	90
7.2	Fokusgebiete Wärmenetze	99
7.2.1	Fokusgebiet Bockenem Gewerbe.....	100
7.2.2	Fokusgebiet Bockenem Kern	106
7.2.3	Fokusgebiet Bockenem Süd.....	112
8	Umsetzungs- und Verstetigungsstrategie	119
8.1	Warum ist eine Verstetigungsstrategie notwendig?	119
8.2	Monitoring- und Controlling-Prozess, Fortschreibung	122
8.3	Kommunikationsstrategie	124
8.4	Verstetigungsempfehlungen für die Stadt Bockenem	125
9	Schlusswort.....	128

10 Literaturverzeichnis	129
Anhang A1: Darstellung der Ergebnisse der Bestandsanalyse nach § 15 WPG	133
Anhang A2: Ergänzende Darstellungen zur Potenzialanalyse	143
Anhang A3: Indikatoren zur Eignungsprüfung der Teilgebiete	144
Anhang A4: Indikatoren für das Monitoring der kommunalen Wärmeplanung (Quelle: [44])	149

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Prozess der kommunalen Wärmeplanung. Quelle: Eigene Darstellung.....	17
Abbildung 3-1: Landnutzung in der Stadt Bockenheim. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [3]	19
Abbildung 3-2: Naturschutzfachliche Schutzgebiete innerhalb und im Umfeld der Stadt Bockenheim. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [4]	21
Abbildung 3-3: Trinkwasserschutzgebiete, Trinkwassergewinnungsgebiete und Überschwemmungsgebiete innerhalb und im Umfeld der Stadt Bockenheim. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [5], [6]	22
Abbildung 4-1: Datenquellen digikoo. Quelle: digikoo.....	23
Abbildung 4-2: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung	27
Abbildung 4-3: Anteil der Gebäude nach Baualtersklasse in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquellen aus Gebäudedaten digikoo, Gebäudedaten KEAN	28
Abbildung 4-4: Anschlüsse an Gasnetze in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung	29
Abbildung 4-5: Anschlüsse an Wärmenetze in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung	30
Abbildung 4-6: Standorte von KWK-Anlagen in der Stadt Bockenheim. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [7].....	31
Abbildung 4-7: Überwiegende Heizungstechnologie in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung	33
Abbildung 4-8: Alter der Bestandsheizungen nach Altersklassen in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus Kkehrbuchdaten der Bezirksschornsteinfeger	34
Abbildung 4-9: Anteil am Endenergiebedarf je Gebäudekategorie in Prozent im Status quo. Quelle: Eigene Darstellung	35
Abbildung 4-10: Anteil am Endenergiebedarf je Heizsystem in Prozent im Status quo. Hinweis: Prozentzahlen unter 3 % werden nicht angezeigt. Quelle: Eigene Darstellung	36
Abbildung 4-11: Wärmeverbrauchsichte in Megawattstunden pro Hektar und Jahr in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung	39
Abbildung 4-12: Wärmelinienichten in Megawattstunden pro Meter und Jahr. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle: Wärmebedarfskarte der KEAN	40
Abbildung 5-1: Definition der Potenzialbegriffe. Quelle: Eigene Darstellung	42

Abbildung 5-2: Senkung des Wärmebedarfs der Wohngebäude im Bestand in Gigawattstunden pro Jahr in Abhängigkeit von verschiedenen Sanierungsraten. Quelle: Eigene Darstellung	43
Abbildung 5-3: Spezifischer Wärmeertrag der Potenzialflächen für Solarthermie auf Dachflächen – Detailausschnitt Kernort Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus [8]	45
Abbildung 5-4: Potenzialflächen für Freiflächensolarthermie in der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung	47
Abbildung 5-5: Flächen zur Biomasseproduktion in der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung Datensatz aus [3]	48
Abbildung 5-6: Oberflächengewässer und Messtationen für Abfluss und Wassertemperatur. Quelle: Eigene Darstellung	52
Abbildung 5-7: Standort der Kläranlage der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung.	56
Abbildung 5-8: Thermischen Potenzial für den Kläranlagenabfluss der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung	57
Abbildung 5-9: Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie (Kollektoren) in der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung.....	59
Abbildung 5-10: Graphische Verteilung hydrothormaler Potenziale mit Temperaturangaben. Quelle: Schulz in [27].....	60
Abbildung 5-11: Wasserstoff-Kernnetz Karte – Ausschnitt. Quelle: [32], bearbeitet	63
Abbildung 5-12: Potenziale Wasserstoff. Quelle: [33].....	64
Abbildung 5-13: Anteil der Potenzialflächen für Luftwärmepumpen an den Baublöcken in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung	65
Abbildung 5-14: Bestehende und geplante Windenergieanlagen in der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [5]	68
Abbildung 6-1: Einteilung des beplanten Gebiets in Teilgebiete. Quelle: Eigene Darstellung.	74
Abbildung 6-2: Eignungsstufen der Teilgebiete als Wärmenetzgebiet. Quelle Eigene Darstellung	75
Abbildung 6-3: Eignungsstufen der Teilgebiete als Wasserstoffnetzgebiet. Quelle: Eigene Darstellung	76
Abbildung 6-4: Eignungsstufen der Teilgebiete für dezentrale Versorgung. Quelle: Eigene Darstellung.	76
Abbildung 6-5: Beispielhafte Darstellung der berücksichtigten Kostenpositionen eines Wärmenetzes in Euro pro Megawattstunde. Quelle: Eigene Darstellung	77
Abbildung 6-6: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2045 im Szenario „Elektrisch“. Quelle: Eigene Darstellung	80
Abbildung 6-7: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2045 im Szenario „Wärmenetze“. Quelle: Eigene Darstellung.....	81
Abbildung 6-8: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2045 im Szenario „Grüne Gase“. Quelle: Eigene Darstellung	83
Abbildung 6-9: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2045 im Szenario „Zielszenario“. Quelle: Eigene Darstellung.....	84
Abbildung 6-10: Entwicklung des jährlichen Wärme- und Endenergiebedarfs in Gigawattstunden pro Jahr, Entwicklung Status quo bis 2045 im Zielszenario. Quelle: Eigene Darstellung.....	85
Abbildung 6-11: Anteil am Wärmeenergiebedarf je Energieträger in Prozent im Zieljahr 2045 im Zielszenario. Quelle: Eigene Darstellung	86
Abbildung 6-12: Einteilung der beplanten Teilgebiete der Stadt Bockenem in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Quelle: Eigene Darstellung	87
Abbildung 6-13: Einsparpotenzial an Wärmebedarf durch Sanierung. Quelle: Eigene Darstellung	89
Abbildung 7-1: Verortung des Fokusgebietes Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung.	100
Abbildung 7-2: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung	101

Abbildung 7-3: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung.	102
Abbildung 7-4: Heizungsaltersklassen im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung.	102
Abbildung 7-5: Wärmelinienindichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr und potenzielle Abwärmepotenziale im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung.	103
Abbildung 7-6: Wärmebedarf der Teilgebiete im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung.	104
Abbildung 7-7: Entwicklung des Endenergiebedarfes im Wärmenetz und im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe in Gigawattstunden pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung.	105
Abbildung 7-8: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe in Tonnen CO ₂ e pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung.	105
Abbildung 7-9: Verortung des Fokusgebietes Bockenem Kern. Quelle: Eigene Darstellung.	106
Abbildung 7-10: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet Bockenem Kern. Quelle: Eigene Darstellung.	107
Abbildung 7-11: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet Bockenem Kern. Quelle: Eigene Darstellung.	108
Abbildung 7-12: Heizungsaltersklassen im Fokusgebiet Bockenem Kern. Quelle: Eigene Darstellung.	108
Abbildung 7-13: Wärmelinienindichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr im Fokusgebiet Bockenem Kern. Quelle: Eigene Darstellung.	109
Abbildung 7-14: Wärmebedarf der Teilgebiete im Fokusgebiet Bockenem Kern. Quelle: Eigene Darstellung.	110
Abbildung 7-15: Entwicklung des Endenergiebedarfes im Wärmenetz und im Fokusgebiet Bockenem Kern in Gigawattstunden pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung.	111
Abbildung 7-16: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Fokusgebiet Bockenem Kern in Tonnen CO ₂ e pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung.	111
Abbildung 7-17: Verortung des Fokusgebietes Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung.	112
Abbildung 7-18: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung.	113
Abbildung 7-19: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung.	114
Abbildung 7-20: Heizungsaltersklassen im Fokusgebiet Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung.	115
Abbildung 7-21: Wärmelinienindichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr im Fokusgebiet Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung.	115
Abbildung 7-22: Wärmebedarf der Teilgebiete im Fokusgebiet Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung.	116
Abbildung 7-23: Entwicklung des Endenergiebedarfes im Wärmenetz für das Fokusgebiet Bockenem Süd in Gigawattstunden pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung.	117
Abbildung 7-24: Entwicklung des Anteils der Heizungstypen an den Treibhausgasemissionen im Fokusgebiet Bockenem Süd in Tonnen CO ₂ e pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung.	117
Abbildung 8-1: Wichtige Bereiche für den Erfolg einer umsetzungsorientierten Verstetigungsstrategie in der kommunalen Wärmeplanung. Quelle: Eigene Darstellung, angelehnt an [42]	119
Abbildung 8-2: Zentrale Prozessphasen und Schritte der kommunalen Wärmeplanung und den für das Zusammenspiel für die Verstetigung benötigten PDCA-Zyklus. Quelle: Eigene Darstellung, angelehnt an [46]	123

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Informations- und Beteiligungsveranstaltungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung	18
Tabelle 3-1: Landnutzung in der Stadt Bockenheim	20
Tabelle 4-1: Gebäudetypen mit absoluter und relativer Angabe	26
Tabelle 4-2: Versorgte Gebäude je Heizungstechnologie in der Stadt Bockenheim	32
Tabelle 4-3: Treibhausgasbilanz nach Gebäudetyp	37
Tabelle 4-4: Treibhausgasbilanz nach Energieträger	37
Tabelle 4-5: Angenommene Nutzungsgrade der Heizungstechnologien. Quelle: Wärmeschmiede GmbH	38
Tabelle 5-1: Einsparpotenzial abhängig von Sanierungsraten bis zum Jahr 2045	44
Tabelle 5-2: Ergebnisse Potenzialermittlung Solarthermie auf Dachflächen	45
Tabelle 5-3: Restriktionskriterien Solarthermieanlagen auf Freiflächen	46
Tabelle 5-4: Ergebnisse Potenzialermittlung Solarthermie auf Freiflächen	47
Tabelle 5-5: Ergebnisse Potenzialermittlung Holzartige Biomasse	49
Tabelle 5-6: Ergebnisse Potenzialermittlung Maisanbau	50
Tabelle 5-7: Mengen an fester Biomasse 2023: Quelle: [17]; eigene Berechnungen	51
Tabelle 5-8: Abwassermengen und -temperaturen der Kläranlage in der Stadt Bockenheim	56
Tabelle 5-9: Jahreswärmemengen und Leistungen der Kläranlage in der Stadt Bockenheim	57
Tabelle 5-10: Ergebnisse Potenzialermittlung oberflächennahe Geothermie	59
Tabelle 5-11: Ergebnisse Potenzialermittlung Photovoltaikanlagen auf Dachflächen	66
Tabelle 5-12: Ergebnisse Potenzialermittlung Photovoltaikanlagen auf Dachflächen	66
Tabelle 5-13: Ergebnisse Potenzialermittlung Windenergie	68
Tabelle 5-14: Technische Potenziale Windenergie „Nutzen statt Abregeln“	69
Tabelle 5-15: Abschätzung für lokale Potenziale in der Stadt Bockenheim	71
Tabelle 6-1: Initiale Einschätzung der beplanten Teilgebiete mit Eignung für Wärmenetze	78
Tabelle 6-2: Rahmenbedingungen für die drei Basisszenarien	79
Tabelle 6-3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zielszenario	86
Tabelle 7-1: Kostenlose initiale Energieberatung	91
Tabelle 7-2: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Kernstadt	92
Tabelle 7-3: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Süd	93
Tabelle 7-4: Netzverdichtung und Ausbau des Wärmenetzes BEA Power-Plant GmbH und Co. KG	94
Tabelle 7-5: Pilotstudie zum Wärmekonzept auf Quartiersebene	95
Tabelle 7-6: Beratungsinitiative Energiegenossenschaft	96
Tabelle 7-7: Aktivierung / Einbeziehung lokale Handwerkerschaft, Berater und Dienstleister	97
Tabelle 7-8: Förderung/Erhalt Biogasanlagen und Wärmepotenzial prüfen	98
Tabelle 7-9: Kontakt zu Akteuren über bspw. „Energiesammtische“ halten	98
Tabelle 7-10: Kommune als Ansprechpartner und Koordinatorin der Wärmewende	99
Tabelle 7-11: Zusammenfassung Fokusgebiet Bockenheim Gewerbe	100
Tabelle 7-12: Zusammenfassung Fokusgebiet Bockenheim Kern	106
Tabelle 7-13: Zusammenfassung Fokusgebiet Bockenheim Süd	112

Abkürzungsverzeichnis

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

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

Glossar

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

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

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

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

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

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

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

1 Kurzfassung

Mit dem Ziel einen Beitrag zur Umstellung von fossilen auf erneuerbare Energien zu leisten und damit eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045 zu ermöglichen, wurde das „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ (kurz Wärmeplanungsgesetz - WPG) verabschiedet.

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

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

Bestandsanalyse

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

Die Stadt Bockenem ist eher ländlich geprägt und weist eine große Anzahl an Einfamilienhäusern und wenigen Mehrfamilienhäusern oder gewerblich genutzten Gebäuden auf. Der jährliche Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitstellung beträgt heute rund 120 GWh. Die Wärmeversorgung erfolgt überwiegend über die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl, die gemeinsam 79 % der beheizten Gebäude versorgen. Weitere Heizungssysteme, wie Luftwärmepumpen, Pelletkessel oder Flüssiggasheizungen, werden bisher vereinzelt eingesetzt. Zudem ist ein Wärmenetz vorhanden, das rund 1 % der Gebäude im Stadtgebiet versorgt.

Die jährlich anfallenden Treibhausgasemissionen für die Wärmeversorgung betragen rund 27.996 Tonnen CO₂-Äquivalente in der Stadt.

Potenzialanalyse

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

Unter Annahme einer Sanierungsrate von 2 % Reduzierung des Wärmebedarfs im Vergleich zum Vorjahr, könnten bis zum Zieljahr 2045 rund 21 GWh Wärmebedarf eingespart werden. Gegenüber dem Status quo entspricht dies einer Reduzierung des jährlichen Wärmebedarfs

um 27%. Als lokale Potenziale für zentrale Versorgung wurden die bestehen Biogasanlagen ergänzt durch Großwärmepumpen identifiziert. Auch der Ausbau bestehender Wärmenetze ist hier besonders hervorstustellen. Für dezentrale Versorgung spielen Solardachanlagen (Photovoltaik und Solarthermie) und Umgebungsluft eine wichtige Rolle.

Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung in der Stadt Bockenem hin zu erneuerbaren Energiequellen im Zieljahr 2045. Eine besondere Bedeutung bei der Entwicklung des Zielszenarios kommt den Wärmenetzen zu. Zur Identifikation von Gebieten, die sich für die zentrale Wärmeversorgung eignen, wird das beplante Gebiet zunächst in Teilgebiete unterteilt. Die Einteilung erfolgt auf Basis der Baublöcke unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Wärmedichten. In der Stadt Bockenem werden zwei Teilgebiete identifiziert, die sich gegebenenfalls für eine Wärmeversorgung über Wärmenetze eignen (Bockenem Kern und Bockenem Süd). Für das Gebiet Bockenem Gewerbe bietet sich eine Verdichtung und ein weiterer Ausbau des bestehenden Netzes an. Für die weiteren Ortsteile wird im Zielszenario eine dezentrale Wärmeversorgung angenommen.

Die Wärmeversorgungsarten und ihre Verteilung im Zielszenario dienen als strategische Orientierung für eine potenzielle treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in der Zukunft und sind weniger als Prognose zu verstehen. Im Zielszenario schließen sich bis zum Zieljahr rund 7 % der Gebäude an Wärmenetze an. Die verbleibenden Gebäude werden dezentral versorgt, wobei Wärmepumpen und Hybride-Wärmeerzeugung den Hauptteil (in Summe 90 %) abdecken. Biomasseheizungen wie Pellet- oder Holzhackschnitzelheizungen werden in 3 % der Gebäude eingesetzt. Das Zielszenario berücksichtigt die in der Potenzialanalyse ermittelten Sanierungspotenziale. Demnach sinkt der Wärmebedarf der beheizten Gebäude bis zum Zieljahr um insgesamt 21 % auf 90 GWh. Der Endenergiebedarf im Zieljahr beträgt 43 GWh.

Umsetzungsstrategie und Maßnahmen

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Szenarientwicklung werden eine Umsetzungsstrategie und Maßnahmenvorschläge formuliert, die die Wärmewende in der Stadt Bockenem voranbringen sollen. Die Umsetzungsstrategie befasst sich mit Monitoring-, Controlling- und Kommunikationskonzepten, die die Umsetzung des Wärmeplans dokumentieren und die Informationen in die Öffentlichkeit kommunizieren sollen. Auch strukturelle Maßnahmen in der Stadtverwaltung werden aufgezeigt.

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

- **Maßnahme 1:** Kostenlose initiale Energieberatung
- **Maßnahme 2:** Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Kernstadt
- **Maßnahme 3:** Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Bockenem Süd

- **Maßnahme 4:** Netzverdichtung und Ausbau des Wärmenetzes BEA Power-Plant GmbH und Co. KG
- **Maßnahme 5:** Pilotstudie zum Wärmekonzept auf Quartiersebene
- **Maßnahme 6:** Beratungsinitiative Energiegenossenschaft
- **Maßnahme 7:** Aktivierung / Einbeziehung lokale Handwerkerschaft, Berater und Dienstleister
- **Maßnahme 8:** Förderung / Erhalt Biogasanlagen und Wärmepotenzial prüfen
- **Maßnahme 9:** Kontakt zu Akteuren über bspw. „Energienstammtische“ halten
- **Maßnahme 10:** Kommune als Ansprechpartner und Koordinatorin der Wärmewende

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

2 Einleitung

2.1 Rechtliche Grundlagen und Zielsetzung

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

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

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

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

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

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

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

³ Entwurf: Gesetz zur Änderung des Niedersächsischen Klimagesetzes.

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

2.2 Vorgehensweise der kommunalen Wärmeplanung

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

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

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

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

Auf die Bestands- und Potenzialanalyse aufbauend wird das **Zielszenario** erarbeitet. Das Zielszenario beschreibt die langfristige Entwicklung des Wärmebedarfs und der Infrastruktur zur Wärmeversorgung im geplanten Gebiet. Dies umfasst beispielsweise den jährlichen Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung und die Treibhausgasemissionen – die jeweils für die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 sowie das Zieljahr 2045 auszuarbeiten sind. Anhand dessen wird dargelegt, wie das Ziel einer nachhaltigen Wärmeversorgung schrittweise in den nächsten Jahren erreicht werden soll.

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

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



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

2.3 Akteure und deren Beteiligung

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

Das Kick-Off Meeting zu Beginn des Planungsprozesses mit Vertretern der Stadtverwaltung und der Wärmeschmiede GmbH fand am 24. September 2024 statt. Parallel zum Planungsprozess fanden regelmäßige Besprechungen in diesem Kernteam statt, in welchen der Arbeitsfortschritt sowie offene Aufgaben und aktuelle Fragestellungen erörtert und dokumentiert wurden.

Zur Einbeziehung lokaler Akteure wurden im Anschluss an den Projektstart mehrere Unternehmen, Landwirte und Betreiber der Biogasanlagen und Wärmenetze vor Ort kontaktiert und Daten abgefragt.

Zur Information der Öffentlichkeit wurden zum Projektstart allgemeine Informationen zum Thema kommunale Wärmeplanung auf der Internetseite der Stadt zur Verfügung gestellt. Die Internetseite wurde um Auszüge aus den Zwischenergebnissen ergänzt. Vor Ort in Bockenem wurde im Rahmen einer öffentlichen Sitzung des Ausschusses für Stadtentwicklung, Umwelt und Bauwesen die ersten Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse präsentiert.

In der nachfolgenden Tabelle 2-1 werden die in der Stadt Bockenem durchgeführten Informations- und Beteiligungsveranstaltungen in chronologischer Reihenfolge aufgeführt.

Tabelle 2-1: Informations- und Beteiligungsveranstaltungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung

Datum	Veranstaltung
24. September 2024	Kick-off Meeting zum Projektstart
05. März 2025	Öffentliche Sitzung des Ausschusses für Stadtentwicklung, Umwelt und Bauwesen: Vorstellung Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse
17. Juli 2025	Stakeholder-Workshop: Vorstellung Ergebnisse Zielszenario
28. Januar 2026	Öffentliche Abschlussveranstaltung: Vorstellung Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung

3 Die Stadt Bockenem – Daten und Fakten

Die Stadt Bockenem befindet sich im Süden von Niedersachsen im Landkreis Hildesheim und umfasst neben dem Kernort Bockenem die Ortsteile Bönningen, Bornum, Bültum, Groß Ilde, Hary, Jerze, Klein Ilde, Königsdahlum, Mahlum, Nette, Ortshausen, Schlewecke, Störy, Upstedt, Volkersheim, Werder und Wohlenhausen. Derzeit leben 9.414 Personen im Stadtgebiet [2], womit eine Bevölkerungsdichte von 85,6 Einwohner pro km² vorliegt, welche den bundesweiten Durchschnitt von 231 Einwohnern pro km² deutlich unterschreitet.

Die Landnutzung in der Stadt Bockenem wird in der Abbildung 3-1 räumlich differenziert und in der nachfolgenden Tabelle 3-1 mit den absoluten Flächengrößen und relativen Anteilen am Stadtgebiet dargestellt. Insgesamt weist das Stadtgebiet eine Fläche von 10.996,4 ha auf. Landwirtschaftliche Flächen nehmen mit 64,3 % den größten Anteil dieser Fläche in. Darauf folgen Waldflächen und Gehölze mit 23,5 % sowie Siedlungs- und Verkehrsflächen mit in Summe 9,6 %. Alle weiteren Nutzungstypen nehmen jeweils weniger als 1 % der Stadtfläche ein.

Die geringe Bevölkerungsdichte in Verbindung mit dem hohen Anteil an land- und forstwirtschaftlichen Flächen suggeriert einen ländlichen Charakter.

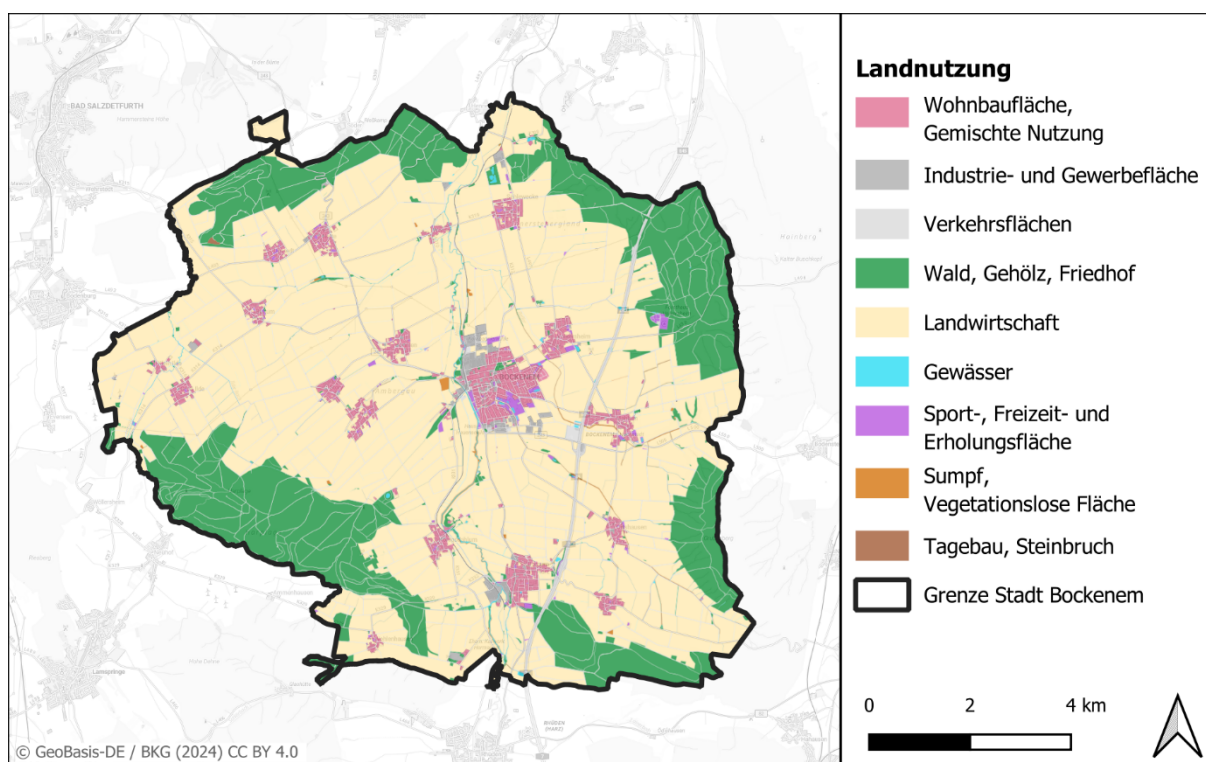


Abbildung 3-1: Landnutzung in der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [3]

Tabelle 3-1: Landnutzung in der Stadt Bockenem

Nutzungstyp	Fläche	Anteil
	ha	%
Wohnbaufläche, Gemischte Nutzung	387,7	3,5
Industrie- und Gewerbefläche	97,9	0,9
Verkehrsfläche	663,2	6,0
Landwirtschaft	7.071,4	64,3
Wald, Gehölz, Friedhof	2.588,2	23,5
Gewässer	90,7	0,8
Sport-, Freizeit-, und Erholungsfläche	61,4	0,6
Sumpf, Unland, Vegetationslose Fläche	34	0,3
Tagebau, Steinbruch	2,0	< 0,1
Summe	10.996,4	100,0

Die Abbildung 3-2 zeigt die Schutzgebiete innerhalb der Stadt Bockenem und in ihrem näheren Umfeld. Westlich des Kernortes Bockenem befindet sich das einzige Naturschutzgebiet (NSG) im Stadtgebiet von Bockenem. Mit dem NSG „Bockenemer Klärteiche“ (NSG HA 061) werden ehemalige Klärteiche einer Zuckerfabrik unter Schutz gestellt, die heute durch Flachwasserbereiche und großflächige Röhrichte geprägt sind.

Das NSG befindet sich zu drei Seiten angrenzend an das Landschaftsschutzgebiet „Nette und Sennebach“ (LSG HI 034). Dieses LSG umfasst die naturnahen und durch Ufergehölze geprägten Auen des namensgebenden Fließgewässers Nette, die das Stadtgebiet von Süd nach Nord durchquert, sowie des Fließgewässers Beffer, die vom östlichen Stadtrand nach Nordwesten fließt und in die Nette einmündet. Innerhalb des beschriebenen LSG besteht in schmälerer Ausdehnung für den eigentlichen Flusslauf der Nette überlagern der Schutzstatus als Flora-Fauna-Habitat-Gebiet (FFH-Gebiet 3926-331 „Nette und Sennebach“). FFH-Gebiete sichern die Vorkommen von EU-weit seltenen und gefährdeten Tier- und Pflanzenarten sowie Lebensraumtypen und sind Teile des internationalen Schutzgebietsnetzwerks Natura 2000.

Weitere LSGs mit Bezug zu Fließgewässern sind die Gebiete „Lammetal mit Glüsing“ (LSG HI 030) an der westlichen Stadtgrenze und „Rottebach“ (LSG HI 060) im Nordwesten zwischen den Ortsteilen Bültum, Upstedt, Nette, Werder und Gönningen. Mit diesen LSGs werden ebenfalls Gewässerniederungen mit ihren typischen Begleitstrukturen geschützt, die die sonst eher strukturarme Ackerflur im Stadtgebiet bereichern.

Das LSG „Hügelgräber bei Werder“ (LSG HI 056) befindet sich nordwestlich des Ortsteils Werder und umfasst eine Fläche von nur rund 0,5 ha auf heutigen Ackerflächen.

Die entlang der östlichen Hälfte der Stadtgrenze verlaufenden bewaldeten Höhenrücken sind einschließlich dem vorgelagerten Offenland als das großflächige LSG „Hainberg“ (LSG HI 056) unter Schutz gestellt. Das LSG setzt sich nach Norden auf Flächen der Gemeinde Holle fort

und in Richtung Osten und Süden befinden sich weitere großflächige Landschaftsschutzgebiete in den Landkreisen Wolfenbüttel und Goslar, die direkt an das LSG „Hainberg“ angrenzen

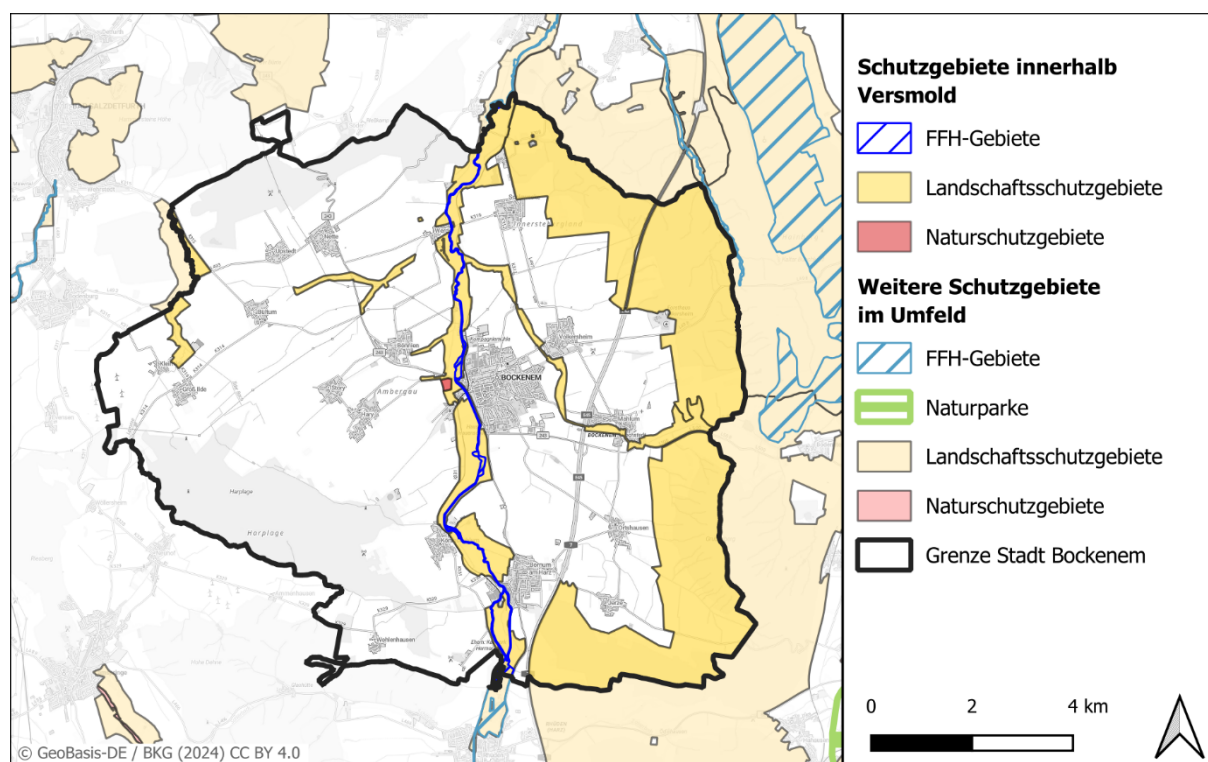


Abbildung 3-2: Naturschutzfachliche Schutzgebiete innerhalb und im Umfeld der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [4]

In der Abbildung 3-3 werden ergänzend Gebiete zum Schutz des Grundwassers sowie Überschwemmungsgebiete dargestellt. Im Westen des Stadtgebietes von Bockenem wird randlich die Schutzzone IIIA des Trinkwassergewinnungsgebietes (TWGG) „Bodenburg“ kleinräumig überlagert. Der überwiegende Teil des TWGG befindet sich in den benachbarten Kommunen Bad Salzdetfurth und Lamspringe.

Südwestlich des Ortsteils Wohlenhausen im Südwesten der Stadt Bockenem wird ebenfalls randlich die Schutzzone IIIA des Trinkwasserschutzgebietes (WSG) „Seesen-Rhüden“ kleinräumig überlagert. Der überwiegende Teil des TWGG befindet sich in den benachbarten Kommunen Lamspringe und Seesen.

Im Zentrum des Stadtgebietes von Bockenem erstreckt sich von Süd nach Nord das festgesetzte Überschwemmungsgebiet (ÜSG) der Nette sowie deren Zulauf Beffer in den jeweiligen Gewässerauen. An mehreren Stellen reicht das vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiet randliche über das festgesetzte ÜSG hinaus. Entlang der Lamme im Westen des Stadtgebietes bei Klein Ilde und Groß Ilde befindet sich ebenfalls ein festgesetztes ÜSG. Die Überschwemmungsgebiete setzen sich jeweils in den angrenzenden Kommunen fort.

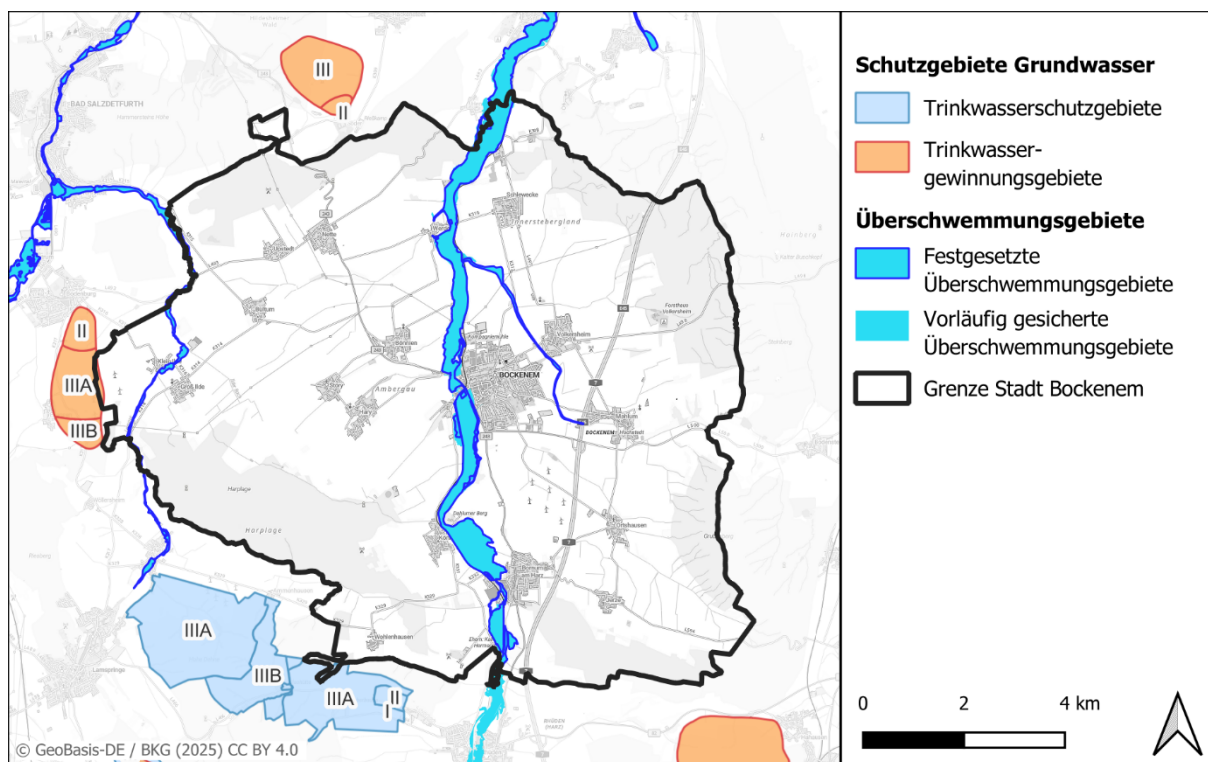


Abbildung 3-3: Trinkwasserschutzgebiete, Trinkwassergewinnungsgebiete und Überschwemmungsgebiete innerhalb und im Umfeld der Stadt Bockenheim. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [5], [6]

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

4 Bestandsanalyse

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

4.1 Datenerhebung

4.1.1 Datenerhebung der Gebäude- und Siedlungsstruktur

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

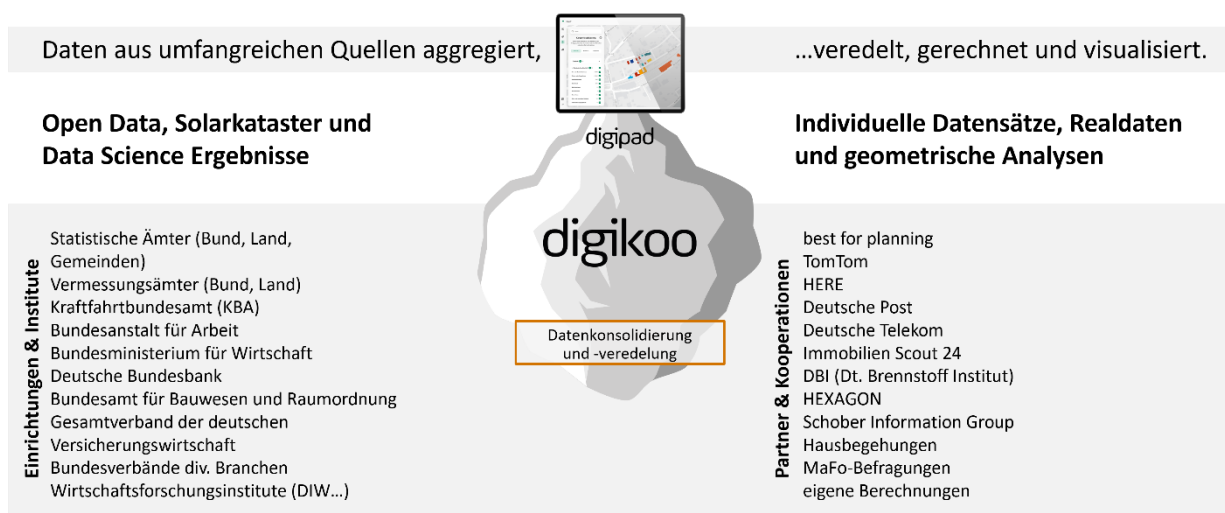


Abbildung 4-1: Datenquellen digikoo. Quelle: digikoo

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

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

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

4.1.2 Erfassung der Verbräuche und eingesetzten Energieträger anhand von gemessenen Verbrauchsdaten

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

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

In der Stadt Bockenem existierten heute bereits Wärmenetze. Ein größeres Wärmenetz, das direkt nördlich der Altstadt liegt und vorrangig das Gewerbegebiet versorgt. Das Wärmenetz basiert überwiegend auf erneuerbaren Energien aus der Abwärme von Biogas-KWK-Anlagen. Für das Wärmenetz liegen die Abnahmemengen der Anschlussnehmer für das Jahr 2023 vor. Das methodische Vorgehen bei der Verarbeitung der Daten erfolgte analog zu dem der Strom- und Gasverbräuche. Eine detailliertere Analyse erfolgt in Kapitel 4.3.2.

Das zweite Wärmenetz befindet sich südlich der Kernstadt und versorgt einzelne Gewerbebetriebe sowie das Freibad und basiert überwiegend auf erneuerbaren Energien aus der Abwärme von Biogas-KWK-Anlagen. Ein detaillierter Trassenplan liegt für dieses Netz nicht vor.

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

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

4.2 Gebäudestruktur

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden in der Stadt Bockenem insgesamt 3.707 beheizte Gebäude erfasst und in verschiedene Kategorien eingeteilt. Dabei wird zwischen den Kategorien Wohnen, Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie (GHDI) und kommunale Liegenschaften unterschieden. Bei der Kategorie Wohnen wird näher zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern differenziert. Zu dem Gebäudetyp Einfamilienhaus zählen Wohngebäude mit

maximal zwei Wohneinheiten. Wohngebäude mit mehr als zwei Wohneinheiten werden als Mehrfamilienhaus erfasst. Die Kategorie GHDI umfasst eine Bandbreite an Gebäudetypen und wird vereinfacht noch einmal in Gewerbe- und Industriegebäude gegliedert. Die Einteilung der Gebäude in die verschiedenen Gebäudetypen ist in Tabelle 4-1 numerisch und in Abbildung 4-2 räumlich differenziert dargestellt.

Mit rund 84 % machen Einfamilienhäuser den größten Anteil aller beheizten Gebäude aus, wohingegen Mehrfamilienhäuser mit 9 % an zweiter Stelle stehen. Insgesamt 93 % der beheizten Gebäude sind somit der Kategorie Wohnen zuzuordnen, was, in Kombination mit dem hohen Anteil an Einfamilienhäusern, die ländliche Prägung der Stadt Bockenem unterstreicht. Auf den Bereich GHDI entfallen rund 6 % der Gebäude, die sich ferner in Industriegebäude (4 %) und Gewerbe- (2 %) gliedern lassen. Kommunale Liegenschaften liegen bei einem Anteil von rund 1 %.

Tabelle 4-1: Gebäudetypen mit absoluter und relativer Angabe

Gebäudetyp	Anzahl	Anteil
		%
Einfamilienhaus	3.115	84
Mehrfamilienhaus	326	9
Industrie	130	4
Gewerbe	85	2
Kommunale Gebäude	51	1
Summe	3.707	100

Die räumliche Darstellung (Abbildung 4-2) zeigt die hohe Präsenz von Einfamilienhäusern, in allen Ortschaften. Jedoch zeigen einzelne Baublöcke u.a. im Kernort Bockenem den überwiegenden Anteil von Mehrfamilienhäusern wie auch Gewerbe. Es gibt zudem einen Baublock in Bockenem, welcher überwiegend durch kommunale Gebäude geprägt ist.

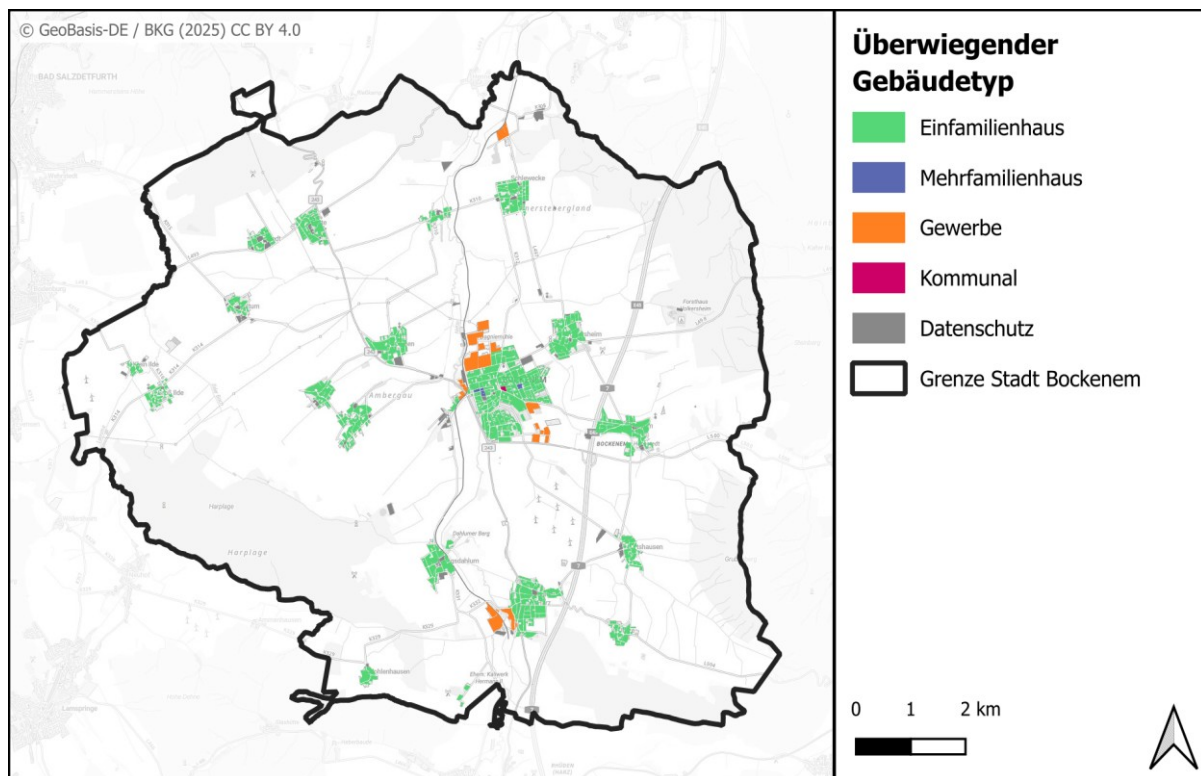


Abbildung 4-2: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung

Zusätzlich zu den Gebäudetypen wurde auch das Baualter der Gebäude erfasst. Dieses ermöglicht Rückschlüsse auf bauliche Merkmale und Energiebedarfe. Die Gebäude wurden in verschiedene Baualterklassen eingeteilt, wie in Abbildung 4-3 dargestellt. Der Großteil der Gebäude in der Stadt Bockenheim wurden vor dem Jahr 1919 errichtet (42 %) und weitere 21 % wurden in den Jahren 1919 bis 1957 erbaut. 15 % wurde innerhalb der Jahre 1958 bis 1977 errichtet. Mit Erlass der ersten Wärmeschutzverordnung (WärmeschutzV) im Jahr 1977 und der Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2002 wurden Anforderungen zur Energieeinsparung für bauliche Maßnahmen bei Gebäuden gestellt. 15 % der Gebäude in der Stadt wurden zur Zeit der WärmeschutzV errichtet, seit Inkrafttreten der EnEV im Jahr 2002 sind weitere 6 % dazugekommen. Es ist festzuhalten, dass das Siedlungsbild der Stadt durch viele Bestandsgebäude, welche vor 1919 errichtet wurden, geprägt ist.

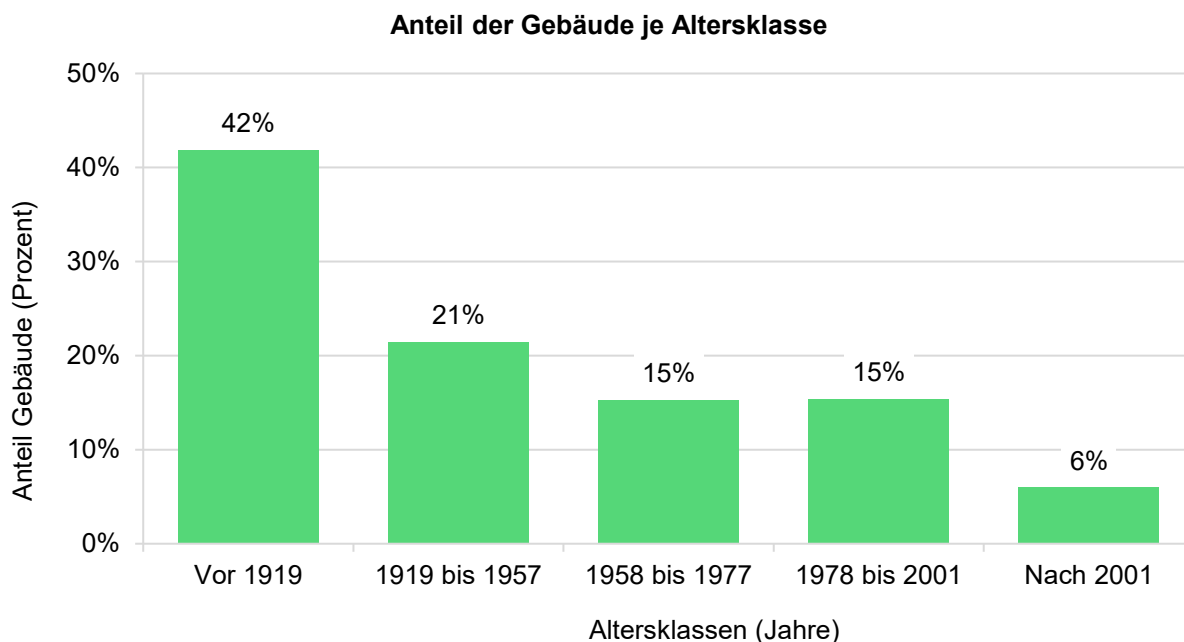


Abbildung 4-3: Anteil der Gebäude nach Baualtersklasse in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquellen aus Gebäudedaten digikoo, Gebäudedaten KEAN

4.3 Energieversorgungsstruktur

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

4.3.1 Gasnetzinfrastruktur

Das Gasnetz in der Stadt Bockenem ist 116 km lang und versorgt die Gebäude vor Ort über rund 1.731 Gasanschlüsse. Der Kernort Bockenem sowie die weiteren Ortsteile sind jeweils fast flächendeckend, bis auf einzelne Baublöcke, an das Gasnetz angeschlossen (vgl. Abbildung 4-4). Einzig die Ortschaft Werder ist nicht an das Gasnetz angeschlossen.

Die Anschlussquote mit leitungsgebundenem Erdgas liegt bei knapp 45 %, was die ländliche Prägung unterstreicht.

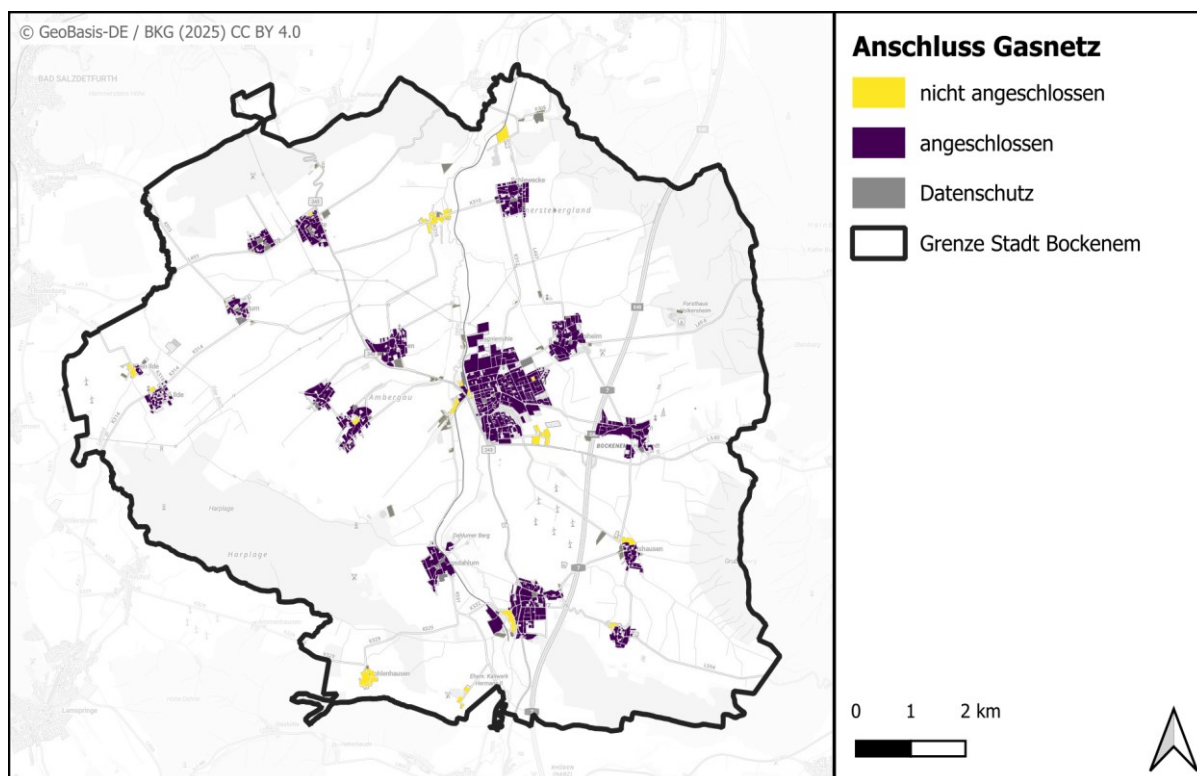


Abbildung 4-4: Anschlüsse an Gasnetze in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung

4.3.2 Wärmenetzinfrastruktur

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden in der Stadt Bockenheim ein aktives Wärmenetz identifiziert (vgl. Abbildung 4-5). Gespeist wird das Wärmenetz aus Abwärme von Biogas KWK-Anlagen.

Zusätzlich gibt es im südlichen Gewerbegebiet eine zentrale Versorgung von einzelnen Gewerbebetrieben und des Freibades durch eine die lokale Biogasanlage. Genauere Daten liegen nicht vor.

Das Wärmenetz im Norden vom Kernort Bockenheim wird durch die BEA Power Plant GmbH & Co. KG sowie deren Partner die Bioenergie Ambergau GmbH & Co. KG betrieben. Seit 2011 werden Wohngebäude sowie der Bereich GHDI mit Fernwärme versorgt. Für das Jahr 2023 lag der Gesamtabsatz bei 10 GWh. Ein Ausbau ist aktuell in der Planungsphase.

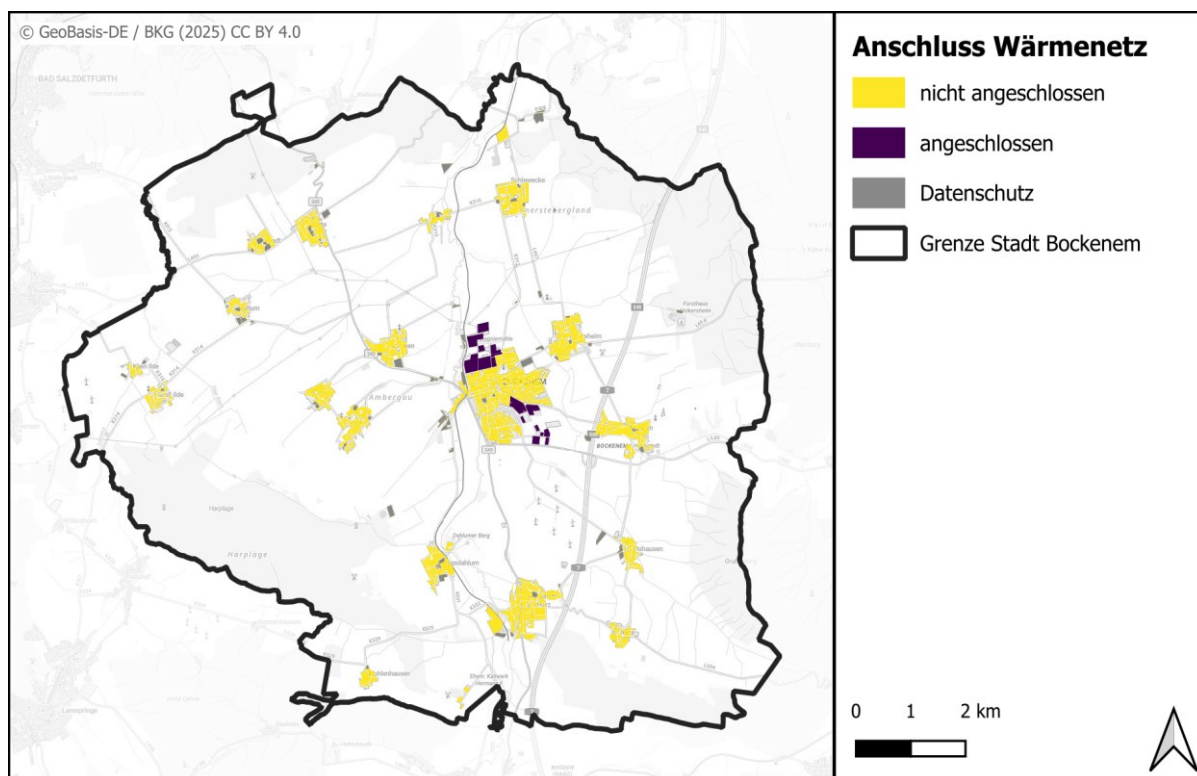


Abbildung 4-5: Anschlüsse an Wärmenetze in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung

4.3.3 KWK-Anlagen

Im MaStR sind in der Stadt Bockenem aktuell 30 in Betrieb befindliche KWK-Anlagen registriert. Davon werden 13 Anlagen mit Erdgas, zehn Anlagen mit Biogas und sieben mit Mineralölprodukten betrieben.

Die gesamten Anlagen sind an verschiedenen Standorten verteilt u.a. einem Hotel. Es konnte jedoch nicht zu jeder KWK-Anlage mit den zur Verfügung stehenden Daten eine Adresse zugeordnet werden, sodass nur ein Teil der Biomassenanlagen verortet werden konnte (Abbildung 4-6).

Insgesamt haben diese Anlagen eine thermische Nutzleistung von 5,3 GW_{th} sowie eine elektrische Nutzleistung von 5,2 GW_{el}.

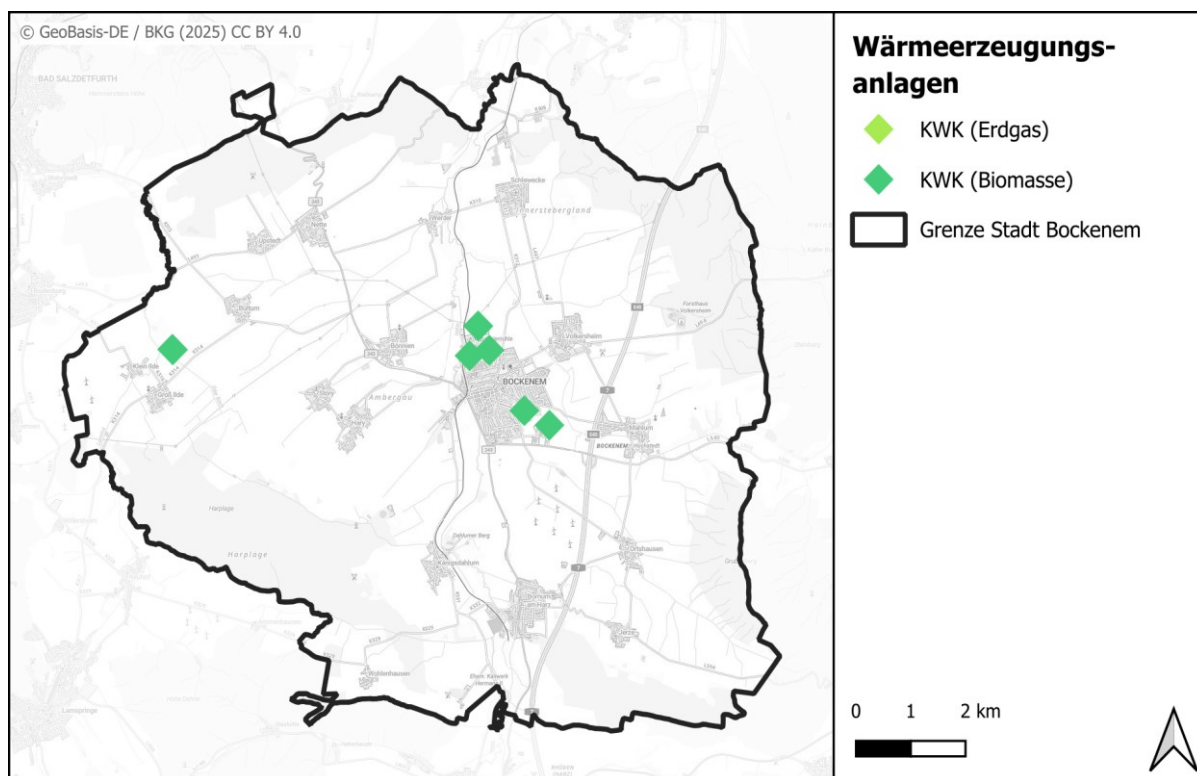


Abbildung 4-6: Standorte von KWK-Anlagen in der Stadt Bockenheim. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [7]

4.3.4 Energieträger der Heizungen

Um einen Transformationspfad hin zu einer THG-neutralen Wärmeversorgung zu definieren, ist die heutige Versorgungsstruktur der beheizten Gebäude zu erfassen. Diese ist in Tabelle 4-2 in absoluten und relativen Zahlen, differenziert nach Heizungstechnologie, dargestellt. Zu erkennen ist, dass heute noch 81 % der Heizungssysteme mit fossilen Energieträgern, wie Erdgas oder Heizöl, betrieben werden. Erdgas ist heute mit einem Anteil von 47 % aller beheizten Gebäude der wichtigste Energieträger. Dieser Wert setzt sich dabei nahezu vollständig aus leitungsgebundener Versorgung über das örtliche Gasverteilnetz zusammen, während Flüssiggas heute für die Gebäudebeheizung fast keine Relevanz hat. Auf Erdgas folgen Ölheizungen mit einem Anteil von 34 % als zweitwichtigstes Heizsystem, Stromheizungen mit 11 %, Biomasse (Pellets, Hackschnitzel und Ähnliche) mit anteilig 7 % und Wärmenetze mit rund 1 %. Die Stromheizungen lassen sich näher nach Elektrodirektheizungen und Wärmepumpen differenzieren. Elektrodirektheizungen machen rund 80 % aller Stromheizungen aus und fast 9 % bezogen auf den gesamten Gebäudebestand. Es wird angenommen, dass dies überwiegend Nachtspeicheröfen sind. Den mehrheitlichen Anteil mit rund 20 % aller Stromheizungen bzw. etwa 2 % aller beheizten Gebäude machen Wärmepumpen aus. Anzumerken ist, dass heute etwa 56 % aller Gebäude leitungsgebunden versorgt werden.

Tabelle 4-2: Versorgte Gebäude je Heizungstechnologie in der Stadt Bockenem

Heizungstechnologie	Anzahl	Anteil
		%
Gasheizung	1.669	45
Ölheizung	1.256	34
Stromheizung	406	11
Biomasseheizung	254	7
Fernwärme	42	1
Flüssiggasheizung	79	2
Summe	3.707	100

Neben der Betrachtung der absoluten und relativen Mengen ist auch eine räumliche Verortung der Heizungstechnologien wichtig. In Abbildung 4-7 ist daher die überwiegend genutzte Heizungstechnologie je Baublock dargestellt, bezogen auf die Anzahl der versorgten Gebäude. Dabei werden die zweit- und dritthäufigsten Heizsysteme in einem Baublock nicht dargestellt. Ein Baublock, in dem 34 % der Gebäude mit Gasheizungen, 33 % mit Heizöl und 33 % mit Biomasse versorgt werden, erhält die Ausprägung Gasheizung.

Erkennbar ist die überwiegende Nutzung von fossilen Energieträgern in Form von Erdgas und Heizöl, die sich flächendeckend im Kernort Bockenem sowie den Ortschaften (ausgenommen Werder) ausprägt. In Werder wird hauptsächlich mit Biomasse sowie Flüssiggas geheizt. Vereinzelt gibt es im Stadtgebiet auch Baublöcke, in welchem Stromdirektheizungen überwiegend vertreten sind. Einzig im Kernort Bockenem gibt es auch Baublöcke, welche überwiegend durch Fernwärme beheizt werden.

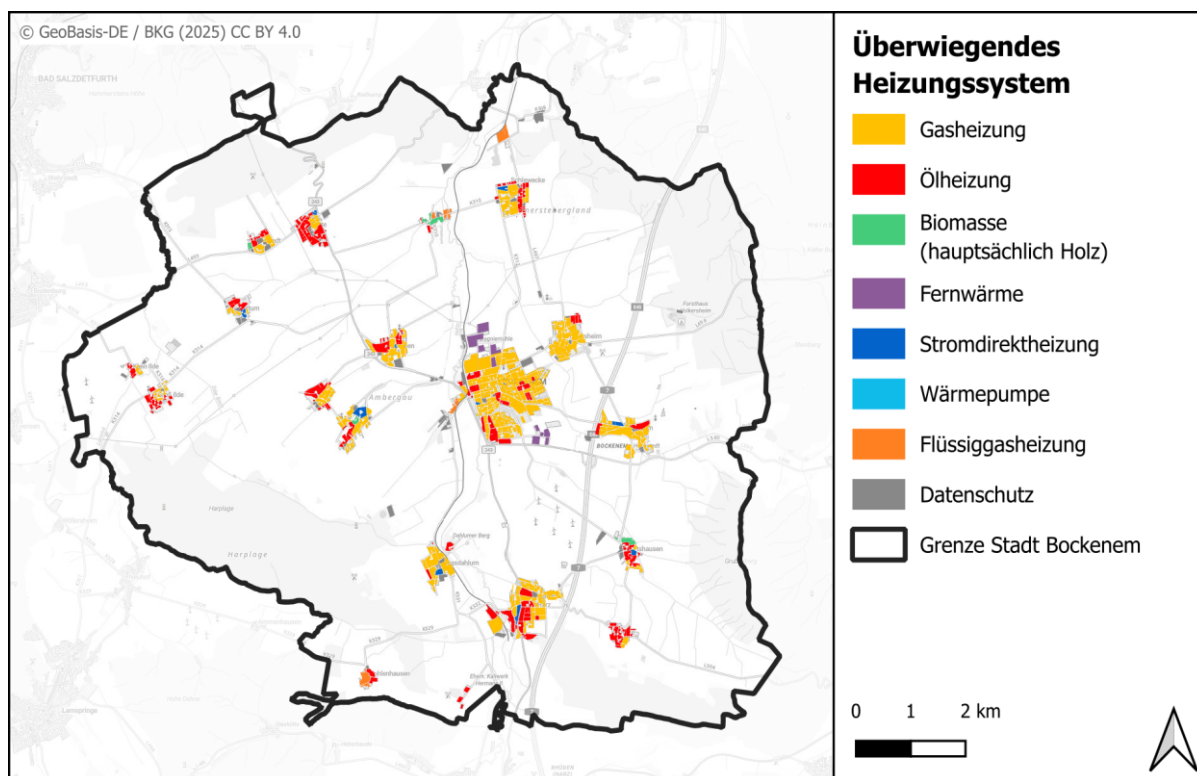


Abbildung 4-7: Überwiegende Heizungstechnologie in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung

Die Kkehrbuchdaten der Schornsteinfeger enthalten auch Informationen zu der Altersstruktur der Heizsysteme, was Rückschlüsse auf die Investitionszyklen bzw. bevorstehende Investitionen der Gebäudeeigentümer zulässt. In Abbildung 4-8 sind die Heizungsalter in Intervallen dargestellt. Die durchschnittliche Heizung in der Stadt Bockenheim ist 18 Jahre alt. 17 % der Heizungen wurden in den letzten fünf Jahren installiert und sind damit noch sehr neu. Heizsysteme ab einem Alter von über 20 Jahren haben eine jährlich zunehmende Wahrscheinlichkeit auszufallen, was eine Reparatur oder einen vollständigen Wechsel notwendig macht. Dies betrifft rund 33 % der Heizungen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass einige Heizsysteme aufgrund ihrer Bauart und Funktionsweise langlebiger sind und eine erwartete durchschnittliche Lebenszeit von über 20 Jahren haben.

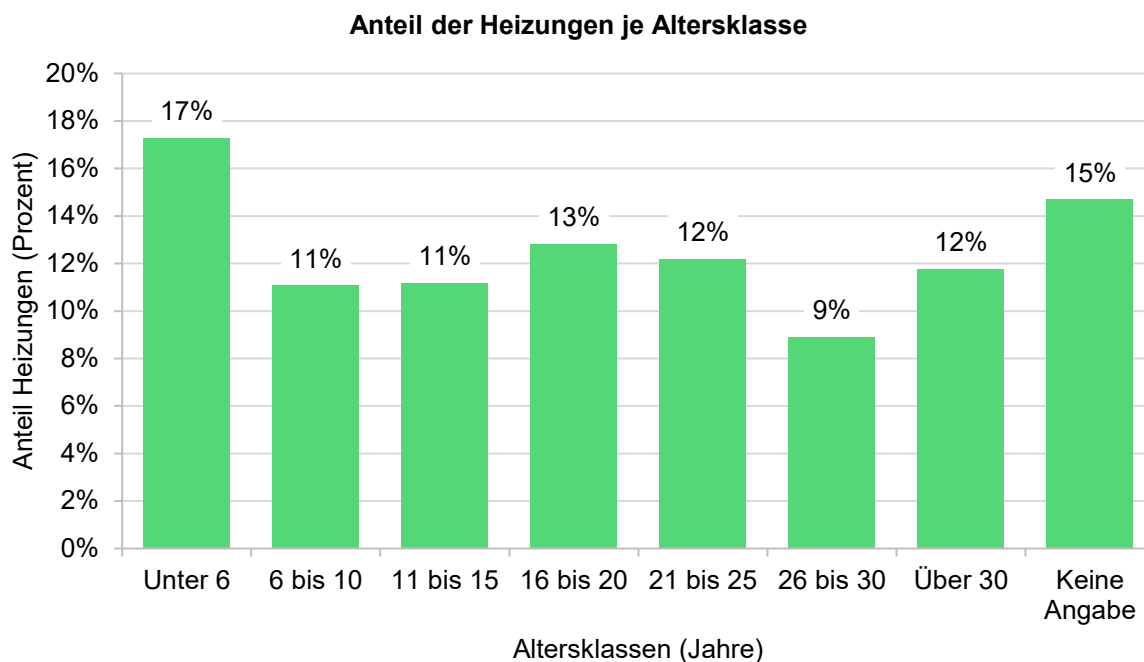


Abbildung 4-8: Alter der Bestandsheizungen nach Altersklassen in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus Kehrbuchdaten der Bezirksschornsteinfeger

4.4 Endenergiebedarf und THG-Emissionen

Aufgrund der heterogenen Energiebedarfe einzelner Gebäude sind neben der Anzahl der insgesamt installierten Heizsysteme auch die tatsächlichen Energieverbräuche zu bewerten. Um den Status quo präzise zu erfassen sind die Energieeinsätze jeweils nach Gebäudeklassen in Abbildung 4-9 als auch nach Energieträgern in Abbildung 4-10 differenziert dargestellt.

Der Wärmeendenergiebedarf der Stadt Bockenheim liegt bei 125 GWh, wovon 5 GWh Erdgas für die Erzeugung von Prozesswärme benötigt und daher im Folgenden getrennt betrachtet werden. Der Fokus der weiteren Analysen liegt auf den verbleibenden 120 GWh Endenergiebedarf, die in der Stadt Bockenheim für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser benötigt werden. Davon entfallen 67 GWh (56 %) auf Einfamilienhäuser, 15 GWh (13 %) auf Mehrfamilienhäuser, 36 GWh (30 %) auf den Bereich GHDI und der Rest auf kommunale Liegenschaften. Während Einfamilienhäuser 84 % des Gebäudebestandes in der Stadt ausmachen, ist ihr Anteil am Endenergiebedarf geringer. Dies ist damit zu begründen, dass ein einzelnes Einfamilienhaus einen geringeren durchschnittlichen Energiebedarf hat als einzelne Gebäude der anderen Kategorien.

Anteil am Endenergiebedarf je Gebäudekategorie im Status quo

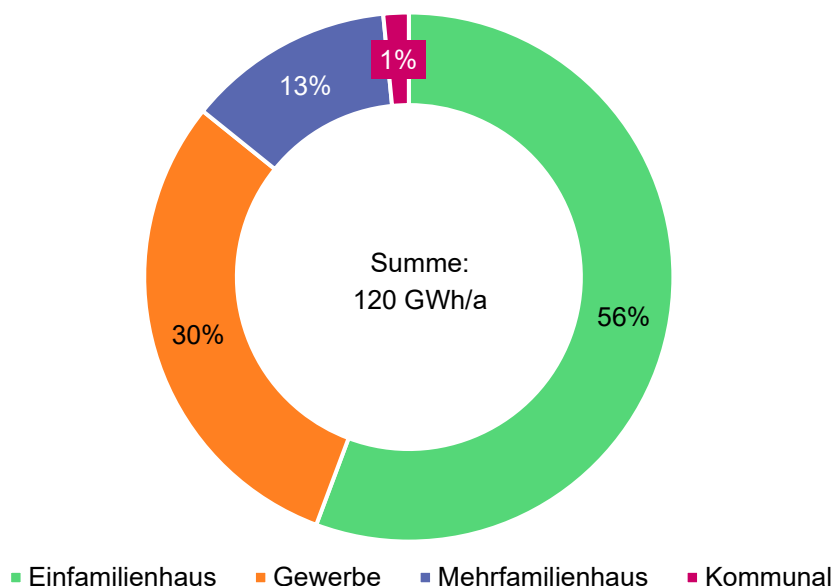


Abbildung 4-9: Anteil am Endenergiebedarf je Gebäudekategorie in Prozent im Status quo. Quelle: Eigene Darstellung

Die Differenzierung des Endenergiebedarfs von 120 GWh nach Energieträgern zeigt die unterschiedliche Bedeutung, die die einzelnen Energieträger heute für die Wärmeversorgung haben. Mit 58 GWh (48 %) liegt Erdgas an erster Stelle. An zweiter Stelle steht Heizöl mit 35 GWh (29 %), gefolgt von Biomasse mit 6 GWh (5 %), Heizstrom mit 5 GWh (4 %), Flüssiggas mit rund 2 GWh (1 %) sowie Wärmenetzen mit 14 GWh (11 %).

Mit den 120 GWh Endenergiebedarf ergibt sich für die 9.465 Einwohner ein Pro-Kopf-Bedarf von 12,7 MWh. Davon entfallen rund 8,68 MWh pro Kopf auf den Bereich Wohnen, 3,82 MWh pro Kopf auf GHDI und 0,2 MWh pro Kopf auf kommunale Gebäude.

Anteil am Endenergiebedarf je Heizsystem im Status quo

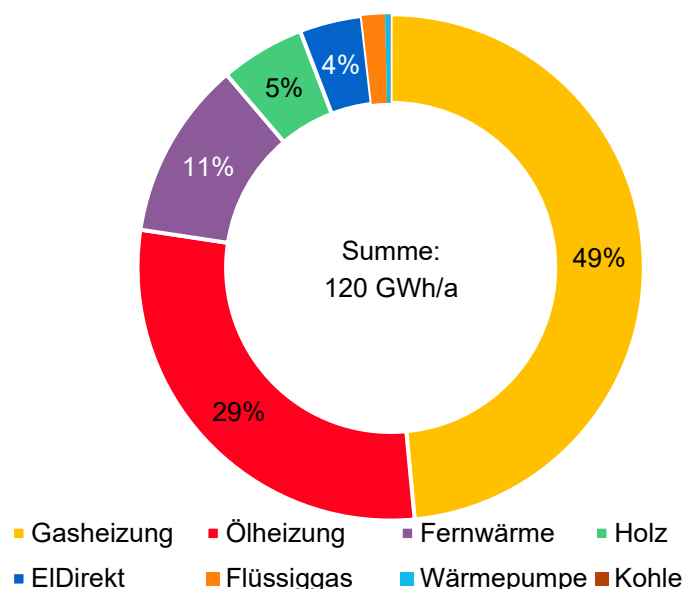


Abbildung 4-10: Anteil am Endenergiebedarf je Heizsystem in Prozent im Status quo. Hinweis: Prozentzahlen unter 3 % werden nicht angezeigt. Quelle: Eigene Darstellung

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

In Tabelle 4-3 und Tabelle 4-4 sind die THG-Emissionen jeweils nach Gebäudetyp und eingesetztem Energieträger dargestellt. Für die Wärmeversorgung werden heute jährlich 27.996 Tonnen CO₂e [t CO₂e] emittiert. Mit 75 % entsteht der Großteil davon im Bereich der Wohngebäude, wobei auf Einfamilienhäuser ein Anteil von insgesamt 61 % entfällt. Nicht-Wohngebäude aus dem Bereich GHDI mit 6.527 t CO₂e (23 %) und kommunale Liegenschaften mit 455 t CO₂e (2 %) jährlich veräußern den Rest. Bezogen auf die Energieträger liegt Erdgas mit 14.464 t CO₂e (52 %) an vorderster Stelle, gefolgt von Heizöl mit 10.766 t CO₂e (38 %). Da Heizöl mit 310 g CO₂e/kWh eine höhere Emissionslast hat als

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

Erdgas, fällt dieses bei der Betrachtung der gesamten Emissionen überproportional ins Gewicht. Heizstrom liegt aufgrund der im Status quo angesetzten 400 g CO₂e/kWh bei 2.071 t CO₂e (7 %). Für die Wärmenetze in der Stadt Bockenem wurden netzspezifische Emissionsfaktoren herangezogen, die auf Angaben der Betreiber bzw. öffentlich verfügbaren Informationen basieren.

Aus den Emissionen in Höhe von 27.996 t CO₂e ergeben sich Pro-Kopf-Emission von rund 2,96 t CO₂e für die Wärmeversorgung pro Jahr. Von den 2,96 t CO₂e entfallen 2,22 t CO₂e auf den Bereich Wohnen, 0,69 t CO₂e auf den Bereich GHDI und 0,05 t CO₂e auf kommunale Liegenschaften.

Tabelle 4-3: Treibhausgasbilanz nach Gebäudetyp

Gebäudetyp	THG-Emissionen	Anteil
	t CO ₂ e	%
Einfamilienhäuser	17.172	61
Mehrfamilienhäuser	3.842	14
GHDI	6.527	23
Kommunale Liegenschaften	455	2
Summe	27.996	100

Tabelle 4-4: Treibhausgasbilanz nach Energieträger.

Heizungstechnologie	THG-Emissionen	Anteil
	t CO ₂ e	%
Erdgas	14.464	52
Heizöl	10.766	38
Heizstrom	2.071	7
Biomasse	130	0
Fernwärme	548	2
Summe	27.996	≈ 100

Für die Bereitstellung von Prozesswärme wird in der Stadt Bockenem der Energieträger Erdgas eingesetzt. Dadurch entstehen Treibhausgasemissionen in Höhe von ca. 1.111 t CO₂e pro Jahr.

4.5 Wärmeverbrauchs- und Wärmelinienindichte

Aus den in Kapitel 4.4 dargestellten Endenergieverbräuchen wurden die Wärmebedarfe durch Multiplikation mit gebäudespezifischen Faktoren ermittelt, die die Effizienz der jeweils genutz-

ten Heizungstechnologie in Form von Nutzungsgrad bzw. Arbeitszahl berücksichtigen (Tabelle 4-5).

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

Heizungstyp	Nutzungsgrad
Ölheizung	0,95
Gasheizung	0,95
Fernwärme	0,91
Biomasseheizung	0,85
Elektrodirekt	0,99
Wärmepumpe (saniert)	4,00
Wärmepumpe (teilsaniert)	3,00
Wärmepumpe (unsaniert)	2,20
Sonstiges (Biomasse, Flüssiggas)	0,90

Der resultierende Wärmebedarf für Heizzwecke in der Stadt Bockenem liegt jährlich bei rund 124 GWh. Die regionale Verteilung der Wärmeverbrauchsdichte ist in Abbildung 4-11 dargestellt. Die Darstellung erfolgt baublockbezogen in MWh pro Hektar und Jahr.

Die Wärmeverbrauchsdichte ist im Kernort Bockenem mit überwiegenden Werten von 200 bis 350 MWh/ha und mit größer 500 MWh/ha am höchsten. In den umliegenden Ortsteilen liegt der Wärmebedarf überwiegend zwischen 51 bis 350 MWh/ha mit vereinzelt größeren Werten. Bormum weist von den umliegenden Ortschaften die höchsten Werte auf. Mahlum dagegen weist als einzige Ortschaft einen Baublock mit weniger als 51 MWh/ha auf.

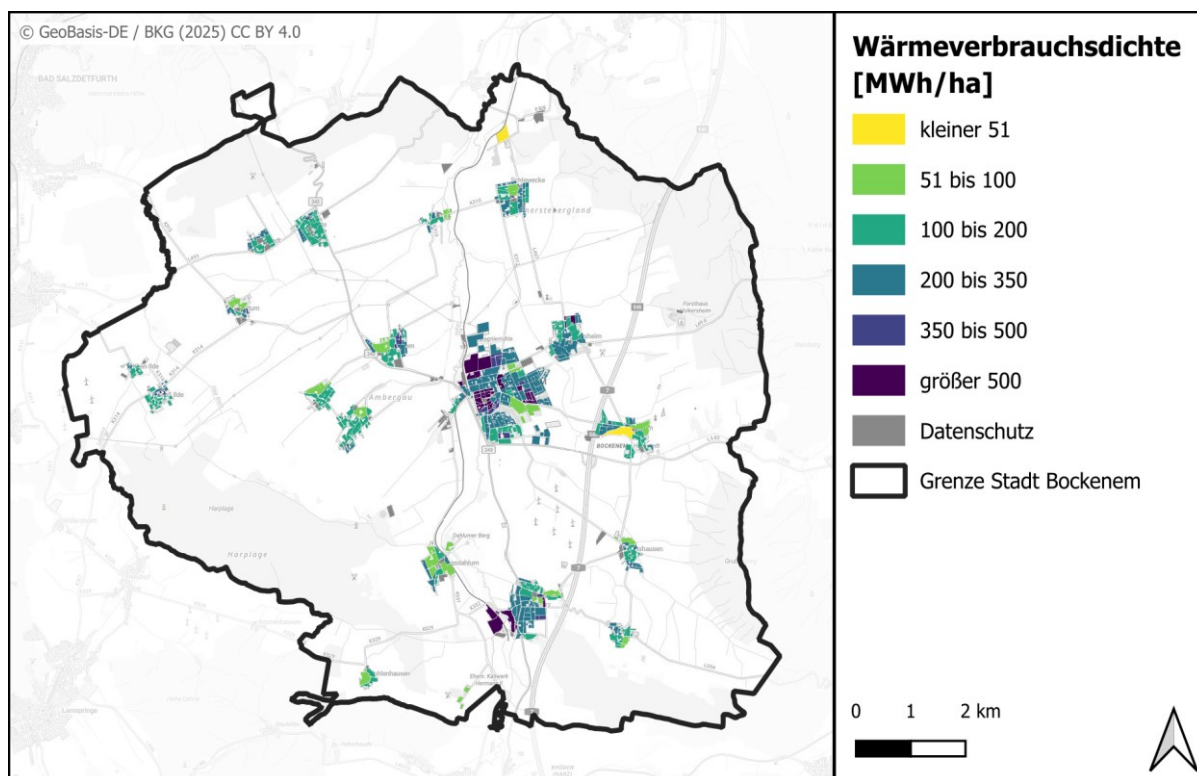


Abbildung 4-11: Wärmeverbrauchsichte in Megawattstunden pro Hektar und Jahr in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung

Ergänzend zur Wärmeverbrauchsichte in Form einer baublockbezogenen Darstellung wird die Wärmelinieendichte straßenabschnittsbezogen dargestellt (Abbildung 4-12). Hierbei werden die einzelnen Gebäude zunächst einem Straßenabschnitt zugeordnet. Die Wärmebedarfe werden anschließend pro Straßenabschnitt aggregiert und durch die Länge des jeweiligen Straßenabschnitts geteilt. Die Wärmelinieendichte ist in MWh pro Meter und Jahr angegeben. Bei den dargestellten Straßenabschnitten handelt es sich um bereitgestellte Daten der KEAN.

Im Kernort Bockenheim ist die Anzahl der Straßenabschnitte mit Werten größer als 2,0 MWh/m am höchsten. Daneben weisen die umliegenden Ortschaften Bornum und Volkersheim ebenfalls Werte größer als 2,0 MWh/m bei größeren Straßenzügen auf. In den anderen Ortschaften liegen die Werte hauptsächlich im Bereich von kleiner als 0,7 MWh/m und 0,7 bis 1,3 MWh/m.

Die errechneten Wärmeverbrauchs- und Wärmelinieendichten fließen in die Bewertung von Teilgebieten hinsichtlich ihrer Eignung für ein Wärmenetz ein (vgl. Kap. 0).

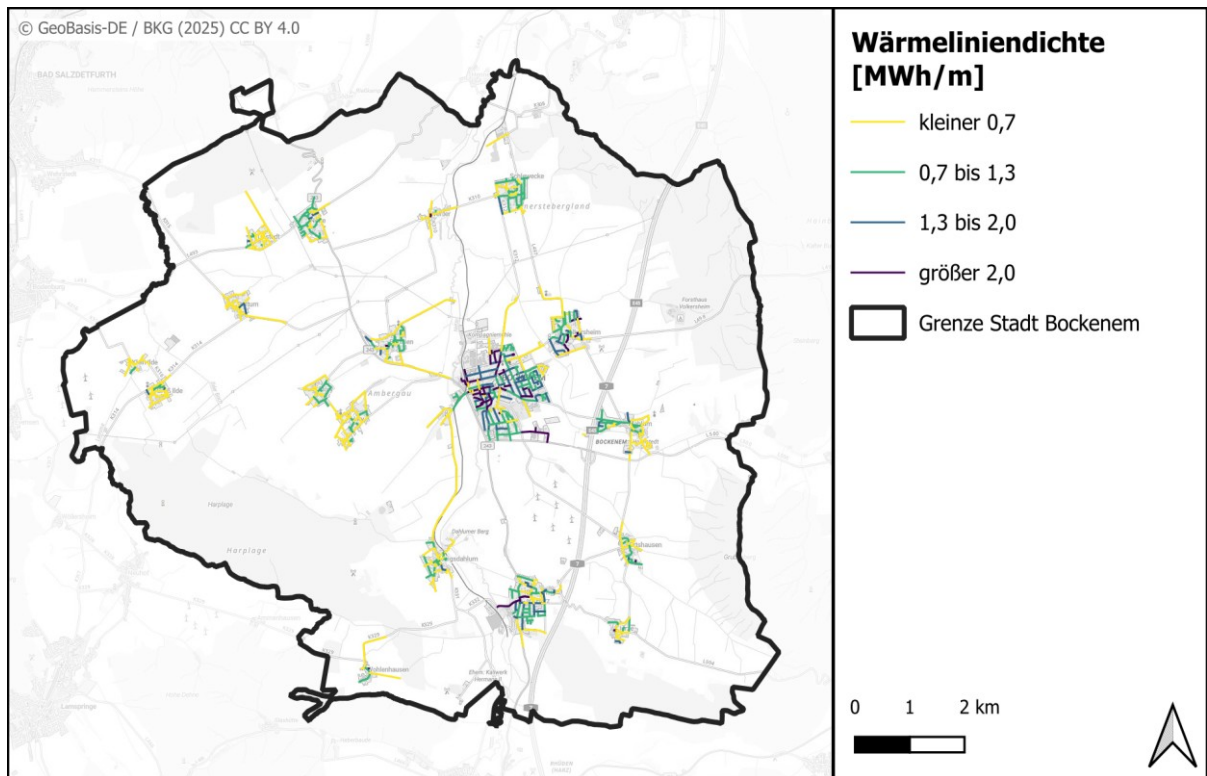


Abbildung 4-12: Wärmelinien-dichten in Megawattstunden pro Meter und Jahr. Quelle: Eigene Darstellung, Daten-
quelle: Wärmebedarfskarte der KEAN

5 Potenzialanalyse

5.1 Vorgehen und Zielsetzung

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

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

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

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

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

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

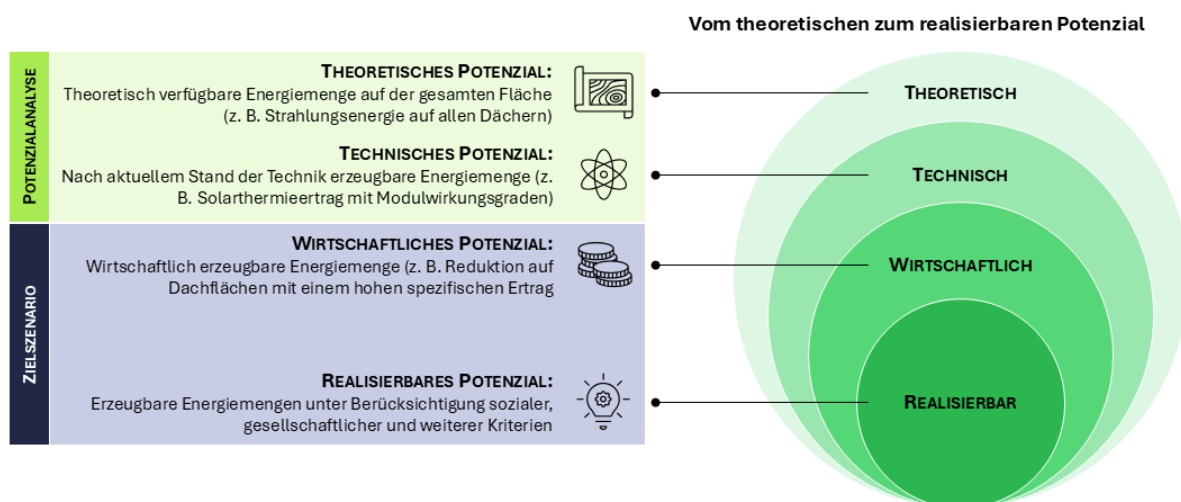


Abbildung 5-1: Definition der Potenzialbegriffe. Quelle: Eigene Darstellung

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

5.2 Potenziale zur Energieeinsparung

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

5.2.1 Sanierungspotenzial

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

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird zunächst von einem theoretischen Potenzial für die Wärmebedarfseinsparung bei einer Sanierungsrate von 2 % bis zum Jahr 2045 ausgegangen.

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

Das folgende Diagramm in Abbildung 5-2 veranschaulicht, wie viele Jahre es unter Berücksichtigung der verschiedenen Sanierungsraten dauern würde, den Zielwert für die Stadt Bockenem zu erreichen. Zur Ermittlung des Zielwertes wird je Gebäude individuell auf Basis des Baujahres und des aktuellen Wärmebedarfs die maximal mögliche Wärmeeinsparung durch den Vergleich des Ist-Zustandes mit dem bestmöglichen Sanierungszustand erhoben (vgl. Kap. 6.6). Der Zielwert des Wärmebedarfs liegt für das gesamte Stadtgebiet bei rund 26,6 GWh/a, was einer Reduktion um 65 % im Vergleich zum Status quo entspricht.

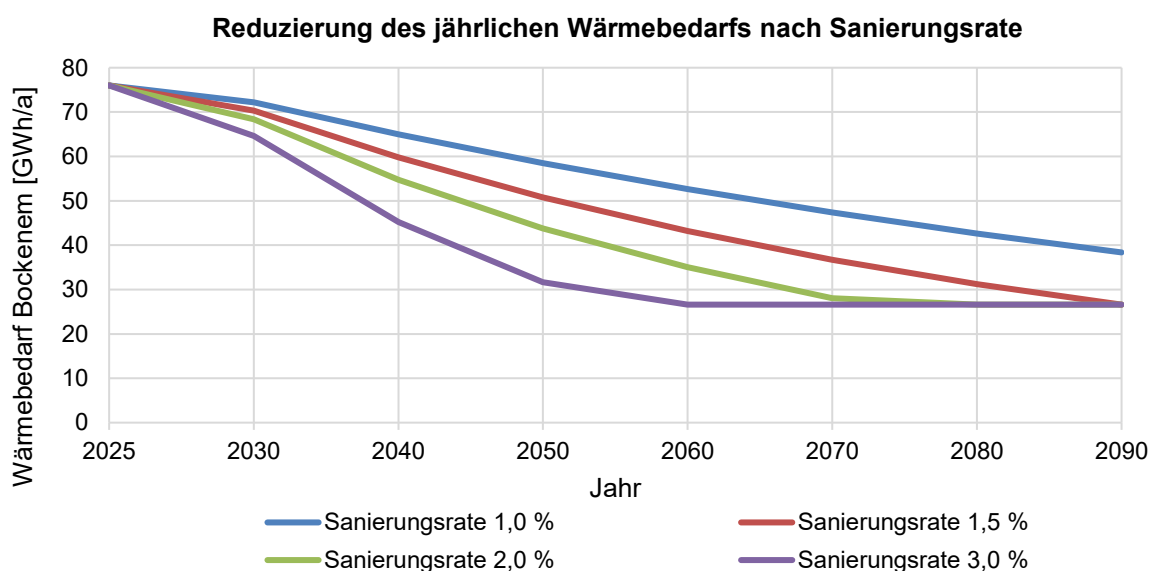


Abbildung 5-2: Senkung des Wärmebedarfs der Wohngebäude im Bestand in Gigawattstunden pro Jahr in Abhängigkeit von verschiedenen Sanierungsraten. Quelle: Eigene Darstellung

Wie in Abbildung 5-2 zu erkennen ist, spielt die Sanierungsrate der Gebäude eine entscheidende Rolle für die Geschwindigkeit, mit der das Einsparpotenzial realisiert werden kann. Die folgende Tabelle 5-1 fasst die Ergebnisse dieser theoretischen Betrachtung für die verschiedenen Sanierungsraten bis 2045 zusammen.

Tabelle 5-1: Einsparpotenzial abhängig von Sanierungsraten bis zum Jahr 2045

Sanierungsquote	Prognostizierter Wärmebedarf	Resultierendes Einsparpotenzial
	GWh/a	GWh/a
Status Quo	76	-
Sanierungsquote 1 %	65	- 11
Sanierungsquote 1,5 %	60	- 16
Sanierungsquote 2 %	55	- 21
Sanierungsquote 3 %	45	- 31

5.2.2 Prozesseffizienz

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

In der Stadt Bockenem konnten keine Industrie- oder Gewerbebetriebe ermittelt werden, deren Wärmebedarf durch eine Steigerung der Prozesseffizienz signifikant verringert werden kann.

Die Nutzung von Abwärme wird nachfolgend in Kapitel 5.3.5 thematisiert.

5.3 Potenziale für erneuerbare Wärme

5.3.1 Solarthermie

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

5.3.1.1 Solarthermie auf Dachflächen

Die Potenzialanalyse für Solarthermieranlagen auf Dachflächen der Stadt Bockenem basiert auf dem Solardachpotenzialkataster der Klimaschutzagentur Landkreis Hildesheim [8]. Dabei werden auf Basis der Ausrichtung und Neigung der Dachflächen sowie der Verschattung die

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

Das theoretische Potenzial umfasst alle für Solarthermie geeigneten Dachflächen und beträgt 968 GWh/a. Die verschatteten Dachflächen werden im Solarkataster zwar lediglich nachrichtlich dargestellt, es wird jedoch keine Einstrahlung ermittelt, da diese nicht für Solarthermie- oder Photovoltaikanlagen geeignet sind.

Zur Eingrenzung auf das technische Potenzial wird ein Wirkungsgrad von Solarthermiemodulen von 50 % zu Grunde gelegt [8]. Das technische Potenzial beträgt somit 484 GWh/a. Die nachfolgende Abbildung 5-3 stellt die Eignung der Dachflächen für Solarthermie gemäß dem spezifischen Wärmeertrag der Dachfläche in Kilowattstunden pro Quadratmeter pro Jahr für einen beispielhaft gewählten Ausschnitt des Kernortes Bockenem dar.

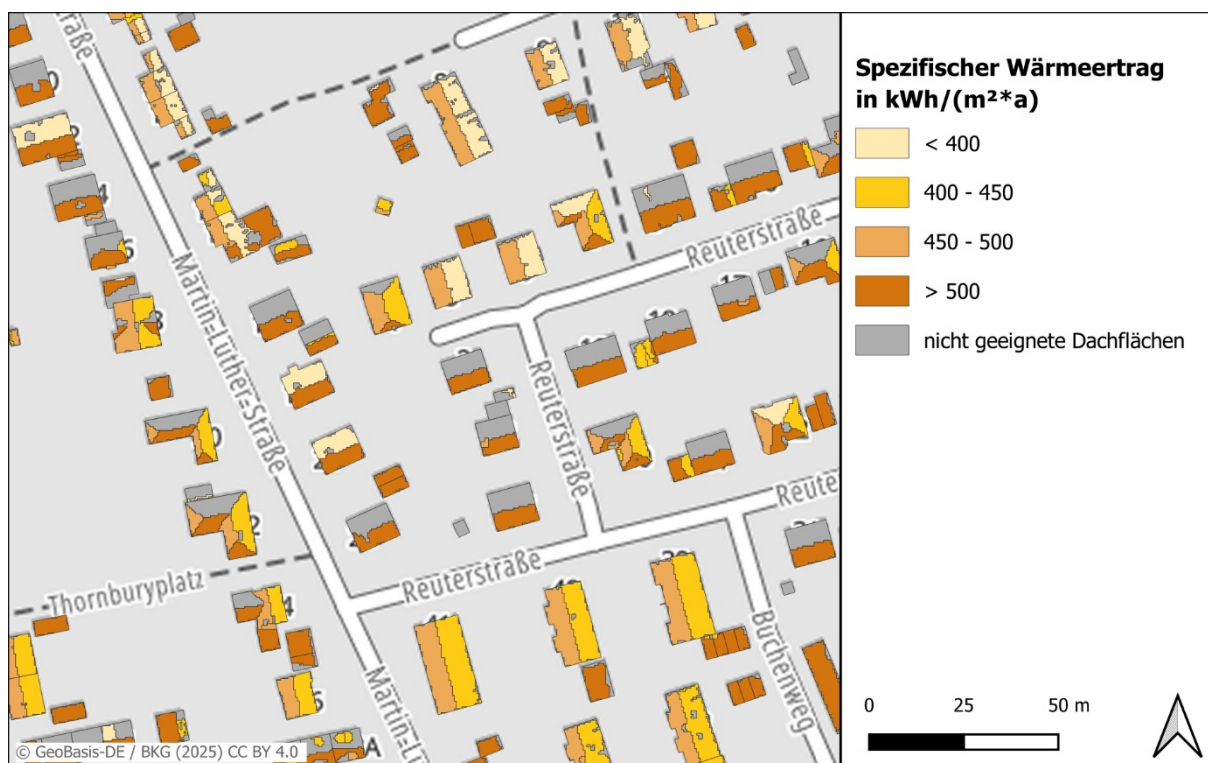


Abbildung 5-3: Spezifischer Wärmeertrag der Potenzialflächen für Solarthermie auf Dachflächen – Detailausschnitt Kernort Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung, Datensatz aus [8]

Tabelle 5-2: Ergebnisse Potenzialermittlung Solarthermie auf Dachflächen

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Alle geeigneten Dachflächen Einstrahlung und Flächengröße Module gemäß Solardachpotentialkataster Landkreis Hildesheim 	968 GWh/a
Technisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Wirkungsgrad Solarthermiemodule: 50 % 	484 GWh/a

5.3.1.2 Solarthermie auf Freifläche

Zur Ermittlung der Potenziale für Freiflächensolarthermie werden Restriktionskriterien ermittelt, die dieser Nutzung entgegenstehen, wie z.B. Siedlungs- und Verkehrsfläche und umweltfachliche Schutzgebiete (vgl. Tabelle 5-3). Diese Restriktionskriterien werden mit der Grenze der Stadt Bockenem verschnitten und daraus die verbleibenden Potenzialflächen generiert. Zur Bereinigung werden Splitterflächen mit einer Flächengröße von $< 500 \text{ m}^2$ und sehr schmale (Teil-)Flächen mit einer Breite $< 10 \text{ m}$ ausgeschlossen.

Nach Ausschluss der Restriktionskriterien und Entfernung der Kleinstflächen verbleiben rund $54,04 \text{ km}^2$ der Stadtfläche von Bockenem, die als Potenzialflächen für Freiflächensolarthermieanlagen ermittelt werden können (vgl. Abbildung 5-4). Unter Annahme einer Einstrahlung von $1.029 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ im Umfeld von Bockenem [9] ergibt sich ein theoretisches Potenzial von 55.610 GWh/a .

Zur Eingrenzung auf ein technisches Potenzial wird ein Verhältnis der Modulfläche zur Geländefläche von 60 % zu Grunde gelegt. Der Wirkungsgrad variiert je nach Kollektorart und Temperaturdifferenz, im Durchschnitt wird jedoch von einem Einsatz von Flachkollektoren mit einem Wirkungsgrad von 70 % ausgegangen. Damit steht als technisches Potenzial eine Wärmemenge von 23.356 GWh/a zur Verfügung.

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

Tabelle 5-3: Restriktionskriterien Solarthermieanlagen auf Freiflächen

Restriktionskriterium		Datenquelle
FFH-Gebiete		NLWKN
Naturschutzgebiete		NLWKN
Landschaftsschutzgebiete		NLWKN
Festgesetzte Überschwemmungsgebiete		NLWKN
Vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete		NLWKN
Gebäude (Hausumringe) (zzgl. 10 m)		LGLN
Basis DLM: Siedlungen		LGLN
ALKIS: <ul style="list-style-type: none"> • Bahnverkehr • Fläche besonderer funktionaler Prägung • Fläche gemischter Nutzung • Fließgewässer • Friedhof • Gehölz • Industrie- und Gewerbefläche • Platz • Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche 	<ul style="list-style-type: none"> • Stehende Gewässer • Straßenverkehr (zzgl. Anbauverbotszonen gem. § 9 Abs. 1 Nr. 1 FStrG und § 24 NStrG) • Sumpf • Tagebau, Grube, Steinbruch • Unland, vegetationslose Fläche • Wald • Weg • Wohnbaufläche 	LGLN

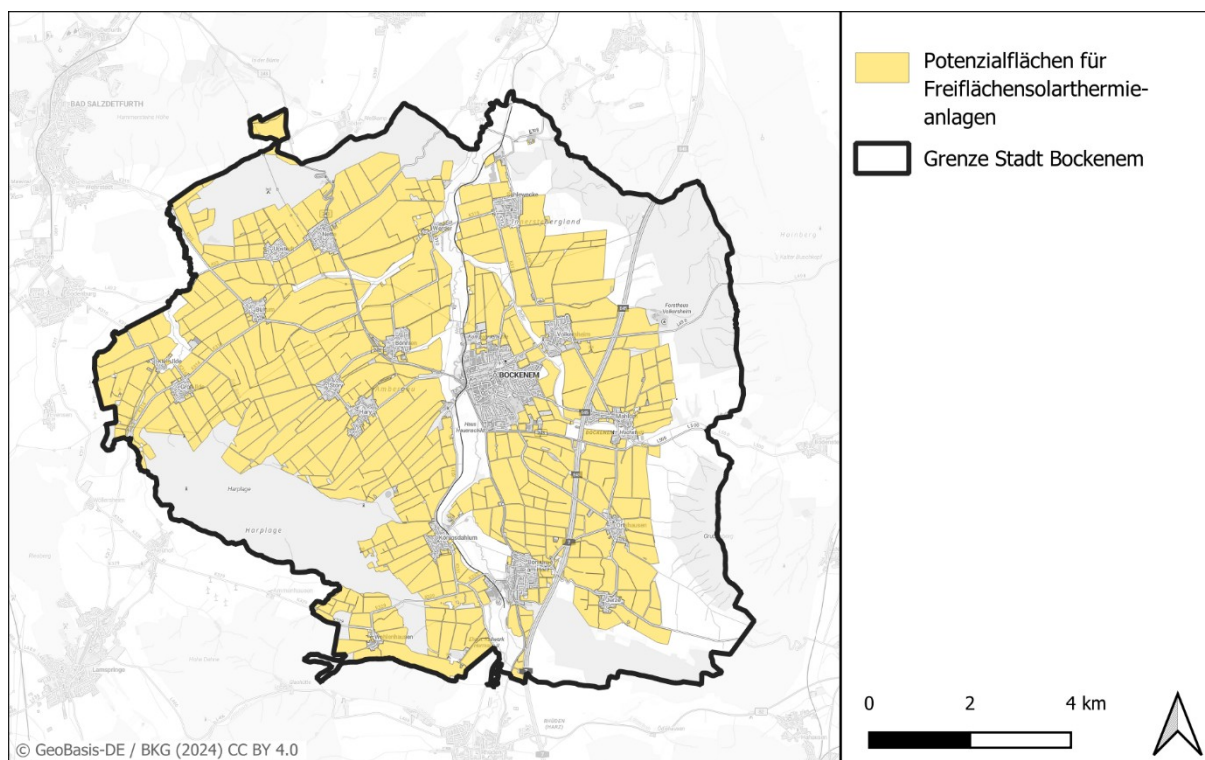


Abbildung 5-4: Potenzialflächen für Freiflächensolarthermie in der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 5-4: Ergebnisse Potenzialermittlung Solarthermie auf Freiflächen

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Alle geeigneten Freiflächen: 54,04 km² Einstrahlung: 1.029 kWh/(m²*a) 	55.610 GWh/a
Technisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Anteil Modulfläche: 60 % Wirkungsgrad Solarthermiemodule: 70 % 	23.356 GWh/a

5.3.2 Biomasse

Unter Biomasse fallen alle organischen Stoffe, die für die Energiegewinnung genutzt werden können. Diese fallen in der Forst-, der Land- und der Abfallwirtschaft an. Der Großteil der energetischen Nutzung ist die Wärmeerzeugung aus Holz, wobei laut dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz in Niedersachsen bereits ca. 1,6 Mio. t Holz für die Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Allerdings seien nahezu alle für die energetische Nutzung zu Verfügung stehenden holzartigen Ressourcen bereits ausgeschöpft [10].

5.3.2.1 Holzartige Biomasse

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

Die forstwirtschaftliche Fläche in der Stadt Bockenem beläuft sich auf 2.535 ha (vgl. Abbildung 5-5). Mit der Annahme eines jährlichen Einschlages von 5,4 FM/ha [11] können knapp 13.690 FM geerntet werden. Mit 29 % ist die Kiefer im niedersächsischen Waldgebiet die am häufigsten vorkommende Baumart [12]. Unter Annahme des Brennwertes der Kiefer von 1.700 kWh/RM hat die geerntete Menge einen Energieinhalt von 33,54 GWh/a. Verwendung findet das geerntete Stammholz zu großen Teilen in der Säge- oder Furnierindustrie. Weiterhin kann es als Industrieholz in der Holzwerkstoffindustrie oder als Energieholz für die energetische Verwertung in Form von Scheitholz, Hackschnitzel oder Holzpellets verwendet werden. Es ist davon auszugehen, dass die ermittelte Einschlagmenge bereits weiterverwendet wird und daher kein Potenzial zur Wärmeerzeugung besteht. Eine weitergehende Berücksichtigung dieses Potenzials erfolgt nicht.

Das bei der Holzernte anfallende Waldrestholz könnte im Falle einer bisherigen Nichtnutzung für eine energetische Verwertung in Frage kommen. Laut der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. kann ein jährlicher Massenanstieg von 1 t/ha und ein mittlerer Heizwert von 15,6 MJ/kg für Waldrestholz angenommen werden [13]. Hieraus ergibt sich ein theoretisches Potenzial von 11 GWh/a.

Da das technische Potenzial vom Wirkungsgrad und damit von der Art und Größe der Wärmeerzeugungsanlage abhängt, kann das theoretische Potenzial an dieser Stelle nicht weiter eingegrenzt werden.

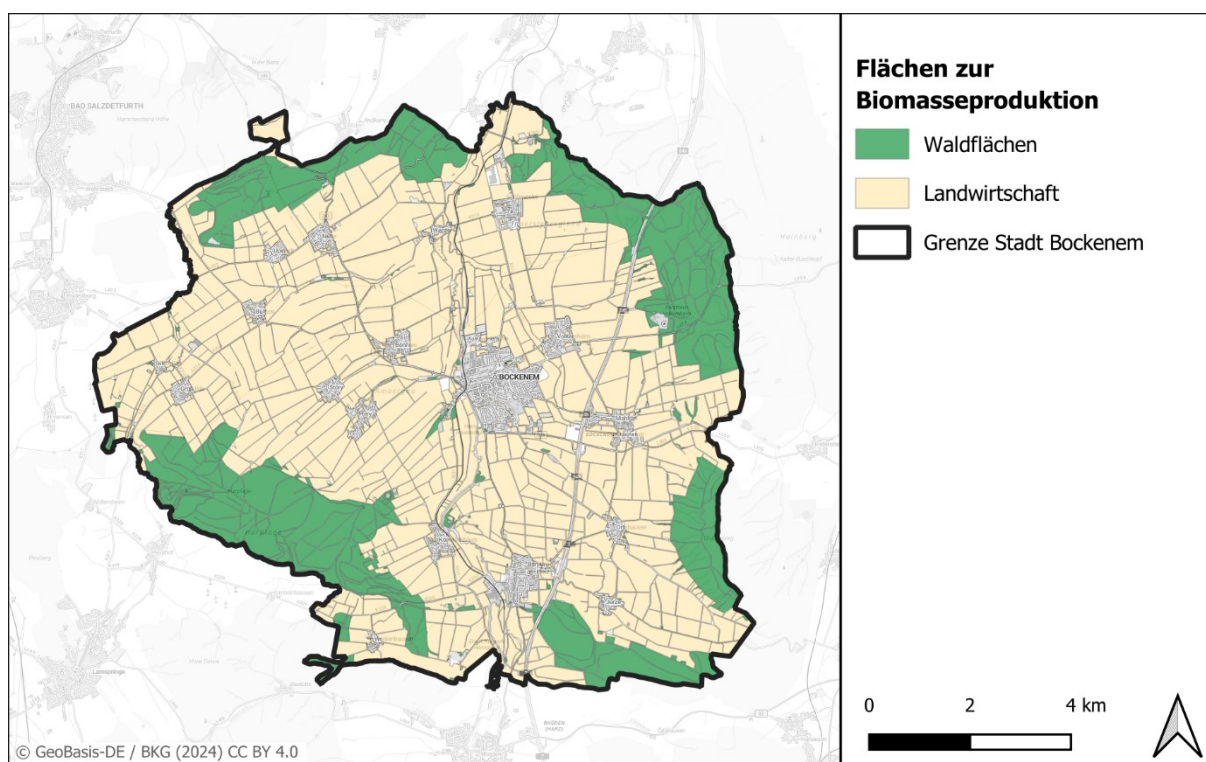


Abbildung 5-5: Flächen zur Biomasseproduktion in der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung Datensatz aus [3]

Tabelle 5-5: Ergebnisse Potenzialermittlung Holzartige Biomasse

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Forstwirtschaftliche Flächen: 2.535 ha Waldholzreste: 1 t/ha Mittlerer Heizwert von Waldholzresten: 15,6 MJ/kg 	11 GWh/a
Technisches Potenzial	Weitere Eingrenzung nicht möglich	k. A.

5.3.2.2 Nachwachsende Rohstoffe

Der Anbau von Energiepflanzen auf den Grün- und Ackerflächen kann eine Energiegewinnung mittels Biogasanlagen ermöglichen. Biogasanlagen produzieren mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW) Strom und Wärme aus Biogas. Bei modernen BHKWs entsteht leistungsabhängig zu rund 30 bis 40 % Strom und 40 bis 55 % Wärme. Der Strom wird meist direkt in das öffentliche Stromnetz gespeist und verkauft. Die entstehende Wärme wird im Durchschnitt nur zu 28 % für den Eigenbedarf, hauptsächlich für die Fermenterheizung, verbraucht. Der Gesamtwirkungsgrad des Prozesses kann also durch sinnvolle Nutzung der zur Verfügung stehenden Wärme – z.B. Einspeisung in ein Wärmenetz – von etwas über 50 % auf bis zu 90 % gesteigert werden. Da Biogasanlagen eine regelbare und regenerative Strom- und Wärmequelle sind, können sie einen wichtigen Beitrag zur Energiewende liefern.

Das Potenzial der Biogasanlagen wird zweigeteilt dargestellt. Zum einen wird das Potenzial der vorhandenen Biogasanlagen ausgewiesen. Dieses Potenzial wurde anhand von Fragebögen und Interviews mit den Biogasanlagenbetreibern ermittelt. Zum anderen wird eine Abschätzung gegeben, welche Energiemenge aus einem Hektar Ackerfläche gewonnen werden kann und wie viel Ackerfläche für die Energiegewinnung zur Verfügung steht.

In Bockenem sind mehrere Biogasanlagen vorhanden. Sieben der Bestandanalagen liegen im unmittelbaren Umfeld des Kernortes Bockenem. Drei weitere Anlagen sind nordöstlich von Groß Ilde gelegen. Die Bioenergie Ambergau GmbH & Co. KG betreibt davon fünf Anlagen, die in Summe eine elektrische Leistung von 17,5 MW und eine thermische Leistung von 18 MW haben. Die Lammetal Biogas GmbH & Co. KG betreibt vier weitere Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 1 MW. Die Bockenemer Bioenergie GmbH & Co. KG betreibt die zwei verbleibenden Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 0,8 MW, wovon eine Anlage ein Satellitenstandort ist.

Ein Teil der Abwärme der Biogasanlagen wird bereits im Kernort Bockenem in Form eines Wärmenetzes verwendet.

Die landwirtschaftliche Fläche der Stadt Bockenem beläuft sich auf 7.071 ha, wobei angenommen wird, dass 70 % davon als Ackerfläche genutzt werden [14]. Der nachwachsende Rohstoff Mais soll im Jahr 2024 laut Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes auf circa 21 % der deutschen Ackerflächen angebaut werden. Außerdem wird ein Ertrag von 433,8 Dezitonnen pro Hektar [dt/ha] erwartet [15]. Der Mais wird hauptsächlich als Futtermittel, aber auch für die Verwertung in Biogasanlagen eingesetzt.

Zur Berechnung des theoretischen Potenzials wird angenommen, dass der gesamte jährliche Maisertrag für die Vergärung in Biogasanlagen genutzt wird. Mit einem Methanertrag von $106 \text{ m}^3/\text{t}$ [16] und einem Energieinhalt von Methan von $9,97 \text{ kWh}/\text{m}^3$ lässt sich ein theoretisches Potenzial von knapp $45,3 \text{ GWh}/\text{a}$ ermitteln.

Unter der Annahme eines thermischen Wirkungsgrades von 45 % für ein BHKW, ergibt sich ein technisches Potenzial von etwa $20,4 \text{ GWh}/\text{a}$.

Tabelle 5-6: Ergebnisse Potenzialermittlung Maisanbau

Potenzial	Annahmen	Energiemenge Potenzial	Energiemenge Bestand
Theoretisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Landwirtschaftliche Flächen: 7.071 ha Ackernutzung auf 70 % der landwirtschaftlichen Flächen Maisanbau auf 20 % der Ackerflächen Vollständige Vergärung des potenziellen Maisertrags 	$45,3 \text{ GWh}/\text{a}$	
Technisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Thermischer Wirkungsgrad eines BHKW von 45 % 	$20,4 \text{ GWh}/\text{a}$	$16 \text{ GWh}/\text{a}$

5.3.2.3 Bioabfall

Altholz, Bioabfälle und Grünabfälle können energetisch verwertet werden, um nachhaltig Energie zu erzeugen. Altholz kann in Heizkraftwerken verbrannt und zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden. Bioabfälle können bspw. in einer Biogasanlage vergoren werden, um Biogas zu erzeugen. Grünabfälle können ebenfalls in Heizkraftwerken verbrannt oder in Biogasanlagen verwertet werden. Die energetische Verwertung der Stoffe trägt zusätzlich zur Reduktion der Abfallmengen bei.

Für den Landkreis und die Stadt Hildesheim ist der Zweckverband Abfallwirtschaft Hildesheim (ZAH) für die Abfallentsorgung zuständig. Aus dem Abfallwirtschaftskonzept [17] gehen die in Tabelle 5-7 dargestellten Mengen im Bereich der festen Biomasse aus dem Jahr 2023 hervor, welche auf den Angaben für den gesamten Landkreis basieren und auf die Einwohneranzahl der Stadt Bockenem skaliert wurden. Das theoretische Potenzial ergibt sich aus dem ebenfalls aufgeführten Energiegehalt des anfallenden Abfalls. Für Altholz wird ein Heizwert von $13.000 \text{ Kilojoule pro Kilogramm [kJ/kg]}$ angenommen [18]. Als Referenzwert für Grünabfall wird Grünschnitt mit einem Biogasertrag von $175 \text{ Nm}^3/\text{t}$ verwendet [16]. Für Bioabfall wird ein Biogasertrag von $100 \text{ Normkubikmeter pro Tonne [Nm}^3/\text{t]}$ [19] mit einem Brennwert des Biogases von $6 \text{ kWh}/\text{m}^3$ [16] angenommen.

Tabelle 5-7: Mengen an fester Biomasse 2023: Quelle: [17]; eigene Berechnungen

Abfallart	Menge Landkreis Hildesheim	Menge Stadt Bockenem	Energiemenge Stadt Bockenem
	kg/Einwohner	t	GWh
Altholz	26	254	0,9
Bioabfall	120	1.174	0,7

Die anfallenden Mengen an Altholz werden in unterschiedliche Fraktionen eingeteilt und je nach Beschaffenheit erfolgt eine stoffliche oder thermische Verwertung der Hölzer. Die Bioabfälle werden überwiegend in einem Kompostwerk zu Herstellung von Kompost verwendet, welcher in der Landwirtschaft sowie durch Garten- und Landschaftsbaubetriebe Verwendung findet wird. Seit 2020 erfolgt zudem die Vergärung einer Teilmenge der Bioabfälle zur energetischen Nutzung [17]. In Folge ist davon auszugehen, dass die wirtschaftlich verwertbaren Abfallmengen bereits verwertet werden und kein ungenutztes Potenzial vorliegt.

5.3.3 Gewässer

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

Für die Stadt Bockenem lassen sich zwei Fließgewässer identifizieren (vgl. Abbildung 5-6).

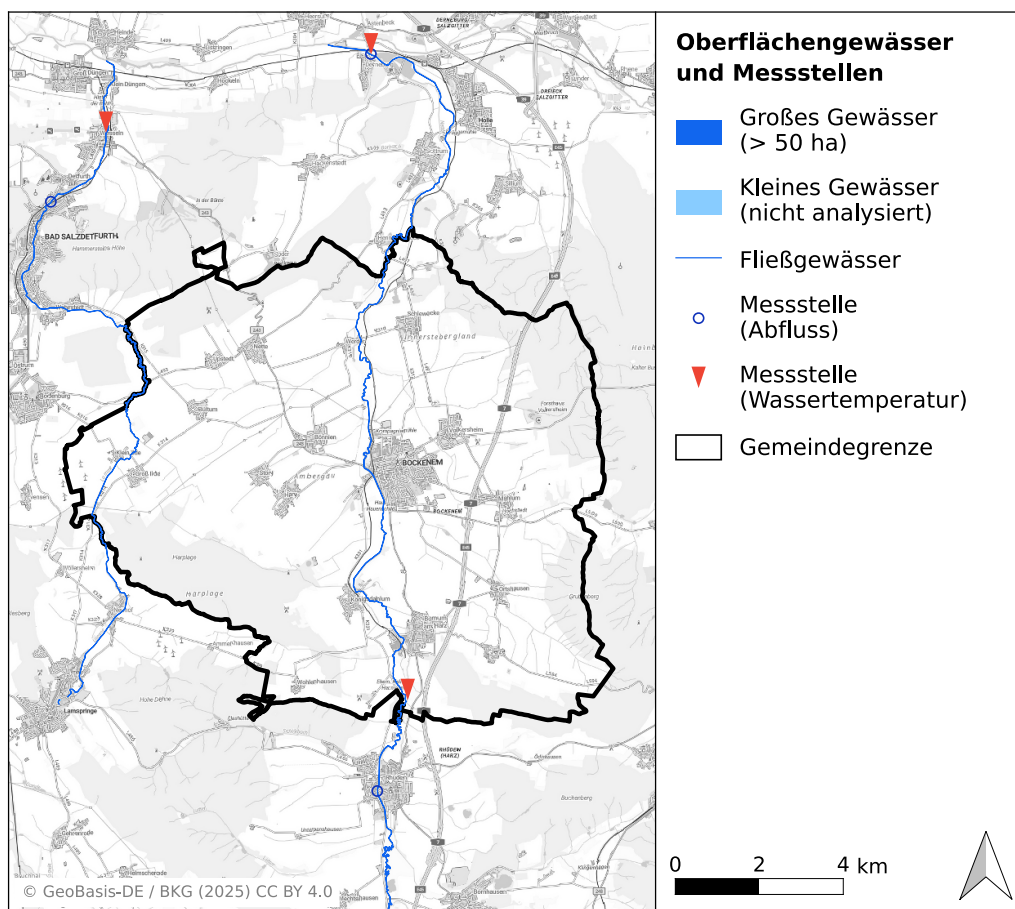


Abbildung 5-6: Oberflächengewässer und Messtationen für Abfluss und Wassertemperatur. Quelle: Eigene Darstellung

Stillgewässer weisen eine tendenziell größere Temperaturspreizung im Jahresverlauf auf als Fließgewässer: Ein See ist im Sommer wärmer und im Winter kälter als ein Fluss. Bei Frost gefrieren Flüsse nur selten, während Seen regelmäßig eine Eisfläche bilden. Insbesondere in den Wintermonaten, wenn der Wärmebedarf am höchsten ist, steht das Wärmepotenzial von Oberflächengewässern nur reduziert zur Verfügung. In allen Gewässern müssen Veränderungen der Gewässertemperatur durch die Wärmenutzung so gering gehalten werden, dass negative Auswirkungen auf den dortigen Lebensraum von Pflanzen und Tieren ausgeschlossen werden können. Vor diesem Hintergrund sind Stillgewässer als Wärmequelle für größere Wärmenetze oft ungeeignet. Gleichzeitig sind Gewässertemperaturen mit fortschreitender Klimaerwärmung in der Regel zu hoch, sodass eine gewisse Abkühlung oft sogar vorteilhaft für die betroffenen Lebensräume ist. Bei den meisten Gewässern sind Reinigung und Wartung der eingesetzten Wärmetauscher mit relativ hohen Kosten verbunden.

Abgesehen von ökologischen Anforderungen und vom Jahresverlauf von Temperatur und Wassermenge sind auch die Besitzverhältnisse der jeweiligen Standorte, die Nähe zu potenziellen Abnehmern sowie genehmigungsrechtliche Einschränkungen zu berücksichtigen. Die Wasserentnahme erfolgt beispielsweise am besten an einer bereits vorhandenen Staustufe. Alternativ muss in den meisten Fällen ein Entnahmebauwerk errichtet werden. Da die Technik

in Deutschland noch nicht sehr weit verbreitet ist, bestehen derzeit noch keine allgemeingültigen Genehmigungsregelungen.

5.3.3.1 Fließgewässer

Da im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Potenziale mit kommunaler Relevanz im Fokus liegen, beschränkt sich diese Betrachtung auf größere Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet größer 100 km². Gräben und kleinere Bäche sind nicht Teil der Analyse. Als größere Fließgewässer im Stadtgebiet von Bockenem wurden die Nette und die Lamme identifiziert [20].

Die potenziell nutzbare Wärmemenge aus dem Flusswasser wird auf Grundlage des Jahresverlaufs von Temperatur und Durchflussmenge des Gewässers abgeschätzt. Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) stellt tägliche Pegelmessungen (Durchflussmenge) sowie monatliche Messungen der Wassertemperatur an vielen Gütemessstationen in Niedersachsen zur Verfügung.

Für die zentral von Süd nach Nord durch das Stadtgebiet fließende Nette befinden sich solche Gütemessstationen südlich der Stadtgrenze rund 2,5 km flussaufwärts in Groß Rühden (Abflussmenge) und zwischen Groß Rühden und Bornum am Harz knapp innerhalb des Stadtgebiets (Wassertemperatur) sowie nördlich der Stadtgrenze rund 6 km flussabwärts in Derneburg (Abflussmenge und Wassertemperatur). Der Vergleich der Abflussmengen der Jahre 2007 bis 2017 zeigt ca. eine Verdoppelung des Mittleren Abflusses (MQ) und des Mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ) zwischen der südlichen Messstation Groß Rühden (MQ: 0,79 m³/s; MNQ: 0,34 m³/s) und der nördlichen Station Derneburg (MQ: 1,49 m³/s; MNQ: 0,7 m³/s). Unter Annahme einer Abkühlung des Wassers um 1,5 K bei Entnahme von 10 % des MNQ und 4.380 Vollbenutzungsstunden pro Jahr, kann für die Messstelle Groß Rühden ein theoretisches Potenzial von 0,94 GWh/a und für die Messstelle Derneburg von 1,94 GWh/a ermittelt werden. Für das zwischen diesen Stationen liegende Stadtgebiet von Bockenem ist davon auszugehen, dass potenzielle Wärmemengen ebenfalls zwischen den genannten Werten liegen, jeweils zunehmend in Fließrichtung.

Für die Nette liegt ein geringes Wärmedeckungspotenzial vor. Die Wassertemperaturen sinken an beiden Messstationen im Winterhalbjahr von Oktober bis März regelmäßig auf unter 10 ° (Groß Rühden: 8,8 % der Messwerte im Winterhalbjahr, Derneburg: 10 % der Messwerte im Winterhalbjahr). Es ist davon auszugehen, dass eine Wärmepumpe mehrere Wochen im Jahr nicht betrieben werden könnte, um eine Vereisung der Anlagen bei zu niedriger Rücklauf-temperatur zu vermeiden.

Mit dem Vakuum-Flüssigeis-Verfahren ist eine thermische Nutzung auch bei niedrigeren Temperaturen denkbar, aber aufgrund der noch geringen Verbreitung dieser Technologie wird hier auf eine Abschätzung des Potenzials verzichtet [21].

Sollte sich im Rahmen des Zielszenarios der Einsatz von Flussthermie als notwendig erweisen, muss als Maßnahme eine Pegel- und Temperaturmessung am geforderten Entnahmepunkt im Rahmen des Maßnahmenkatalogs aufgenommen werden.

Für die im Nordwesten der Stadt Bockenem ebenfalls von Süd nach Nord verlaufende Lamme befinden sich zwei Messstationen rund 5,5 km flussabwärts der Stadtgrenze in Bad Salzdetfurth (Abflussmenge) und weitere 2,2 km flussabwärts in Wesseln (Wassertemperatur). Der in Bad Salzdetfurth dokumentierte Mittlere Abfluss der Lamme von 0,47 m³/s ist sehr gering. Bei einer Durchflussmenge von deutlich weniger als 1,0 m³/s würde die Entnahme von Wasser eine Trockenlegung der Gewässersohle riskieren und so die Wassertier- und Fischpopulation gefährden. Zudem ist zu beachten, dass sich diese Messtation mehrere Kilometer flussabwärts der Stadtgrenze von Bockenem befindet und während ihres Verlaufs zur Messtellte noch mehrere kleine Fließgewässer und Gräben in die Lamme einmünden. In Folge ist davon auszugehen, dass der mittlere Abfluss innerhalb der Stadtgrenze von Bockenem deutlich geringere Werte als in Salzdetfurth erreicht.

5.3.3.2 Stillgewässer

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

In der Stadt Bockenem sind keine Stillgewässer dieser Größe vorhanden. Daher besteht kein Potenzial für diese Wärmequelle.

5.3.4 Grundwasserbrunnen

Grundwasserbrunnen nutzen die natürliche Wärme des Grundwassers, das in der Regel über das ganze Jahr eine Temperatur von ca. 10 °C aufweist, um äußerst energieeffizient Wärme durch Wärmepumpen zu wandeln. Diese Art der Wärmepumpen, auch bekannt als Grundwasser-Wärmepumpen, zählt neben den Geothermie-Wärmepumpen zu den effizientesten Methoden der Wärmeengewinnung. Sie sind zur dezentralen Versorgung auch innerhalb bereits bebauter Siedlungsflächen geeignet. Zu beachten sind dabei u.a. Mindestabstände zu Grundstücksgrenzen und bestehenden Gebäuden.

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

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

5.3.5 Abwärme

5.3.5.1 Industrielle Abwärme

Im Rahmen der Akteursbeteiligung wurden die Industrie- und Gewerbeunternehmen vor Ort benachrichtigt und bezüglich ihres Abwärmepotenzials befragt. Gemäß den Rückmeldungen produziert kein ansässiges Unternehmen unvermeidbare Abwärme. Dieses Potenzial wird daher nicht weiter betrachtet.

5.3.5.2 Abwasserwärme

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

Die Nutzung von Abwasserwärmenutzungsanlagen erfordert geeignete Voraussetzungen. Dazu zählen ausreichende Abwasserströme mit einem angemessenen Volumen und Temperaturniveau sowie die technische Infrastruktur zur Installation der benötigten Ausrüstung [22], [23]. Potenzielle Standorte für Abwasserwärmenutzungsanlagen finden sich häufig in städtischen Gebieten mit einem dichten Abwassernetzwerk sowie in Industrie- oder Gewerbegebieten, wo große Abwassermengen anfallen. Die Nähe zu Gebäuden, die von der erzeugten Wärme oder Kälte profitieren können, ist ein weiterer wichtiger Faktor bei der Standortwahl.



Abbildung 5-7: Standort der Kläranlage der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 5-8: Abwassermengen und -temperaturen der Kläranlage in der Stadt Bockenem

Kläranlage	Jahreswassermenge	Wintertemperatur	Abwassermenge im Tagesmittel
	m³/a	°C	m³/Tag
Kläranlage Werder	875.000	7	2.397

Die Temperaturdifferenz zwischen dem entnommenen Medium und zurückgeführten Medium ist maßgebend für das theoretische Potenzial der Abwasserwärme (vgl. Abbildung 5-8). Für die Kläranlage in der Stadt Bockenem ist mit den Werten aus Tabelle 5-8 und einer Temperaturdifferenz von 7 K ist das maximal mögliche thermische Potenzial bei 814 kW. Das Minimum bei 1 K Differenz liegt bei 116 kW. Weitere thermische Potenziale für Zwischenwerte sind in Abbildung 5-8 dargestellt.

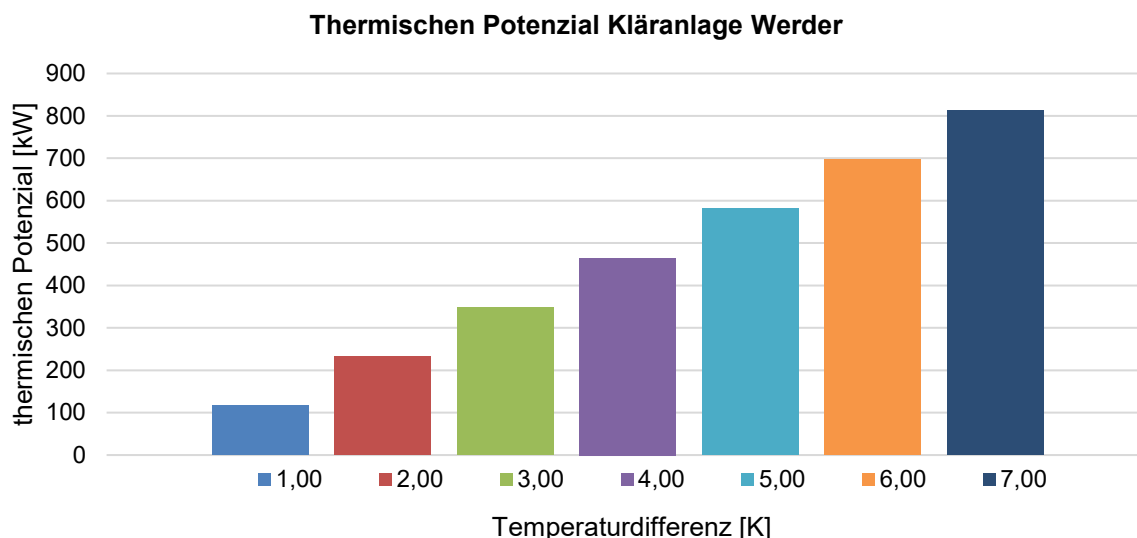


Abbildung 5-8: Thermischen Potenzial für den Kläranlagenabfluss der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung

Es wird davon ausgegangen, dass das Abwasser am Auslauf über Wärmetauscher um 3 K abgekühlt werden kann, da für die Nutzbarmachung der Wärme eine Wärmepumpe benötigt wird. Diese arbeiten in der Regel mit einer Spreizung auf der Quellseite von ca. 5 K. Mit zusätzlichen Wärmetauscherverlusten ergibt sich daraus die Annahme von 3 K. Für die Kläranlage in Werder mit einer durchschnittlichen Abwassermenge von 2.397 m³/Tag (vgl. Tabelle 5-8) ergibt sich somit ein theoretisches thermisches Potenzial von ca. 349 kW bei einer Temperaturspreizung von 3 K (Abbildung 5-8).

Das technische Potenzial der Abwärme aus dem Kläranlagenabfluss wird aus den Vollaststunden und der mittleren thermischen Leistung ermittelt. Die anthropogene Energiequelle steht über das gesamte Jahr zur Verfügung, somit wurden die Vollaststunden zur Wärmeerzeugung auf 8.760 h angesetzt. Das technische Potenzial der Wärmeerzeugung liegt somit bei 3.055 MWh/a (vgl. Tabelle 5-9)

Tabelle 5-9: Jahreswärmemengen und Leistungen der Kläranlage in der Stadt Bockenem

Kläranlage	Jahreswärmemenge	Mittlere Leistung
	MWh/a	kW
Kläranlage Werder	3.055	349

Gemäß Leitfaden Wärmeplanung [24] kann der Einsatz von Kanalwärmetauschern ab einem Kanaldurchmesser von DN 400 und einem Trockenwetterabfluss von 10 l/s sinnvoll sein. In der Stadt Bockenem befindet sich westlich der Altstadt ein Kanal mit einem Kanaldurchmesser von DN 400. Es sind keine Fließgeschwindigkeiten gegeben, somit ist es nicht möglich ein Abwärmepotenzial für diesen Kanalabschnitt zu ermitteln und wird im weiteren Verlauf der Wärmeplanung nicht mehr berücksichtigt.

5.3.6 Geothermie

5.3.6.1 Oberflächennahe Geothermie

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

Für die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme kommen zum einen Flächenkollektoren zum Einsatz. Dabei werden Kunststoffrohre in Schleifen verlegt und in geringer Tiefe horizontal in den Boden eingegraben, üblicherweise knapp unter der Frostgrenze in einer Tiefe von 1,5 m. Ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel durchströmt diese Rohre und leitet die Erdwärme an die Wärmepumpe weiter. Es ist wichtig, dass diese Flächen nicht überbaut werden, damit der Boden die entnommene Wärme durch Sonneneinstrahlung und Regen wieder regenerieren kann. Ein Nachteil von Flächenkollektoren ist der enorme Platzbedarf, der etwa doppelt so groß sein muss wie die zu beheizende Wohnfläche [25].

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

Die Menge der nutzbaren Wärme wird von mehreren Faktoren beeinflusst, darunter die wirtschaftlichen und technischen Gegebenheiten des jeweiligen Grundstücks, die Anzahl und Position weiterer Sonden in der Umgebung sowie die Möglichkeit der Regeneration der Bohrung durch Kühlung außerhalb der Heizperiode. Bei bestehenden Gebäuden konkurriert die Nutzung von Geothermie mit Erdwärmesonden oft mit anderen – möglicherweise leichter umsetzbaren – Alternativen zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen.

In der Stadt Bockenem sind flächendeckend Einschränkungsgründe für Sondenbohrungen bekannt, die entweder Sondenbohrungen ausschließen und erschweren. In Bockenem handelt es sich dabei großflächig um Gefährdungsbereiche durch Sulfatgesteinsverbreitung. Kleinflächiger sind u.a. Gefährdungsbereiche aufgrund artesischer Grundwasserverhältnisse oder Gefährdungsbereiche durch Erdfälle bekannt. An der westlichen und südlichen Stadtgrenze stehen randlich ein Trinkwasserschutzgebiet sowie ein im Regionalen Raumordnungsprogramm dargestelltes Trinkwassergewinnungsgebiet einer möglichen Geothermienutzung entgegen.

In Bezug auf Kollektorflächen stehen in Teilbereichen des Stadtgebietes geringe Grundwasserflurabstände entlang diverser Fließgewässer einer solchen Nutzung entgegen. Die bereits benannten Trinkwasserschutz- und -gewinnungsgebiete werden auch für Kollektorflächen ausgeschlossen. Weitere Einschränkungen durch Gefährdungsbereiche durch Erdfälle treten im Bereich der Harplage und dem Jerzer Höhenzug auf. Die Einschränkungsgebiete für Kollektorflächen sowie weitere entstehende Nutzungen und umweltfachliche Schutzgebiete

(vgl. Tabelle 5-3 in Kapitel 5.3.1.2) werden aus der Betrachtung ausgeschlossen, sodass eine potenziell geeignete Fläche von 51,17 km² verbleibt (Abbildung 5-9).

Um das theoretische Potenzial zu ermitteln, wird die über den NIBIS-Kartenserver verfügbare potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren bei Einbautiefen von 1,2 bis 1,5 m zu Grunde gelegt [26]. Die in der Stadt Bockenheim ermittelten Potenzialflächen liegen jeweils etwa zu Hälfte in Bereichen, die als „geeignet“ und „gut geeignet“ bewertet werden. Die spezifische Wärmeentzugsleistung wird für die „geeigneten“ Flächen mit 20-30 W/m² und für die „gut geeigneten“ Flächen mit > 30 W/m² angegeben (ebd.). Unter Annahme von 2.000 Betriebsstunden pro Jahr und einer gemittelten Wärmeentzugsleistung von 25 W/m² ergibt sich daraus ein theoretisches Potenzial von 2.558,3 GWh/a.

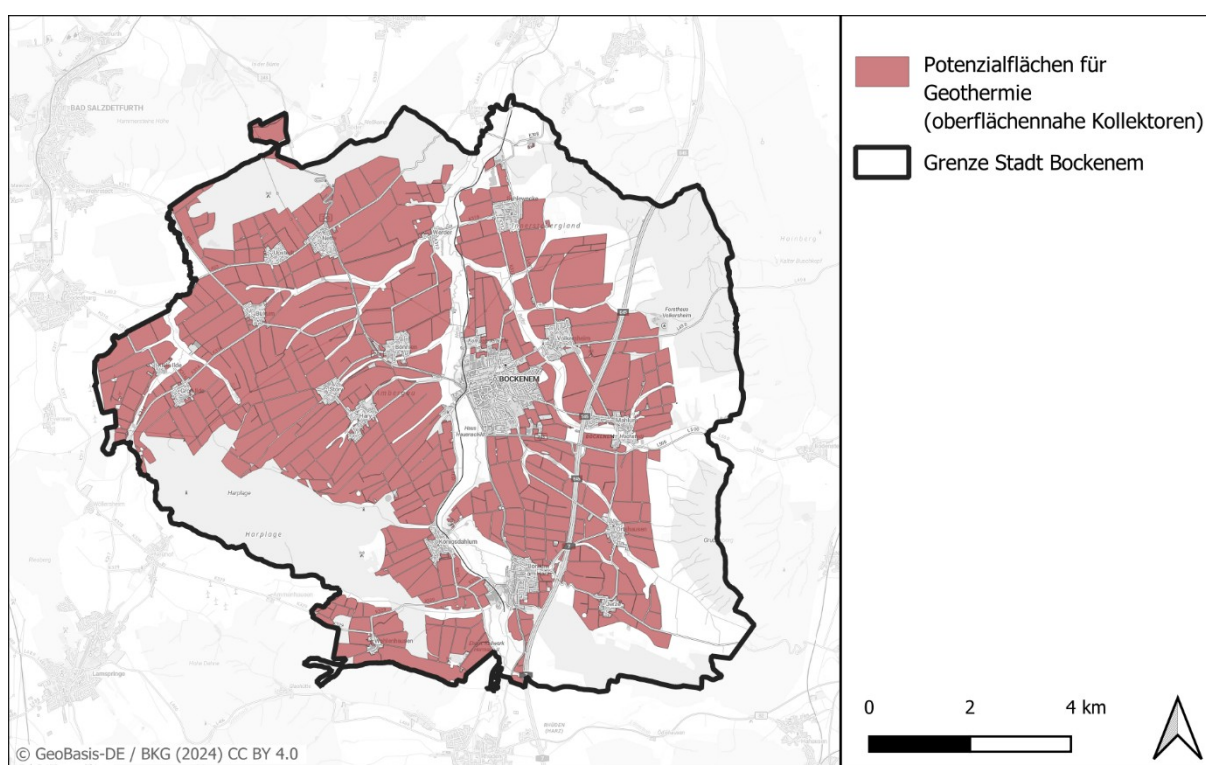


Abbildung 5-9: Potenzialflächen für oberflächennahe Geothermie (Kollektoren) in der Stadt Bockenheim. Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 5-10: Ergebnisse Potenzialermittlung oberflächennahe Geothermie

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Größe Potenzialflächen: 51,17 km² Spezifische Wärmeentzugsleistung: 25 W/m² Betriebsstunden pro Jahr: 2.000 	2.558,3 GWh/a
Technisches Potenzial	Weitere Eingrenzung nicht möglich	k. A.

5.3.6.2 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme aus einer Tiefe von mindestens 400 m. Das Ziel ist es, in solchen Tiefen Gesteinsschichten zu erschließen, in denen warmes Thermalwasser fließt. Geeignete Gesteinsformationen für die Geothermienutzung sind vor allem Konglomerate und Sandsteine. Abhängig von der Tiefe und der Beschaffenheit der Quelle variieren die Temperaturen erheblich. In der Tiefengeothermie unterscheidet man daher zwischen Hochenthalpie- und Niederenthalpielagerstätten. Die Grenze zwischen Niederenthalpie (niedrige Temperaturen) und Hochenthalpielagerstätten (hohe Temperaturen) liegt üblicherweise bei etwa 200 °C.

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

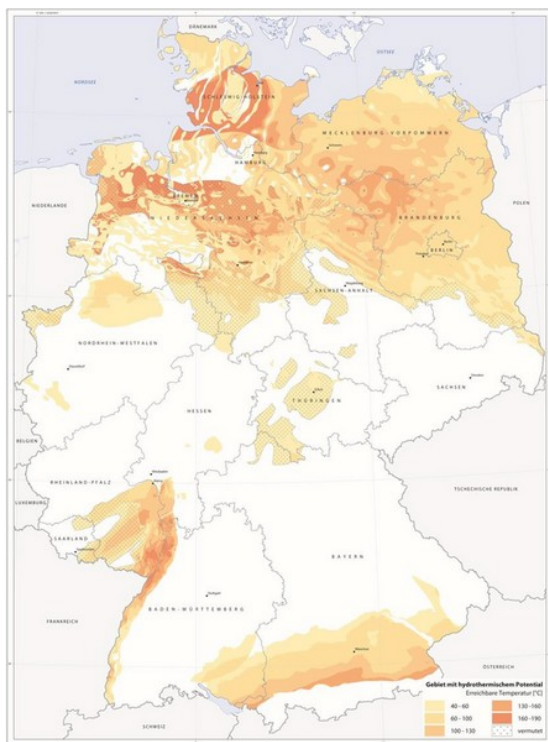


Abbildung 5-10: Graphische Verteilung hydrothermaler Potenziale mit Temperaturangaben. Quelle: Schulz in [27]

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

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

Die Planung und Durchführung von Tiefengeothermieprojekten ist ein komplexer Prozess, der sorgfältige Voruntersuchungen und erhebliche Investitionen erfordert. Vor einer Machbarkeitsstudie ist eine Vorstudie zu empfehlen, die verfügbaren Daten und Quellen, sowie einen Überblick über die geologische Situation erstellt. Zur Grundlage einer solchen Vorstudie können frei zugängliche Kartenserver wie das Geothermische Informationssystem (GeotIS) des Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) bzw. der geologische Dienst des Bundeslandes dienen.

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

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

Bei der Verwendung von Tiefengeothermie existieren zwei Systeme. Zum einen hydrothermale Systeme und zum anderen petrothermale Systeme. Bei dem hydrothermalen System wird über einen Förderbrunnen das tiefe Grundwasserleiter (Aquifer) an die Oberfläche gefördert. Für die Nutzung eines Aquifers ist eine hohe Durchlässigkeit der umliegenden Gesteinsschichten nötig. Neben der Förderbohrung ist aufgrund der hohen Mineralisation und Gasanteils des Thermalwassers eine Injektionsbohrung zur Rückführung in das Aquifer zu empfehlen. Die Rückführung erlaubt eine leichtere Entsorgung des Thermalwassers, sowie die Sicherstellung der Regeneration des Aquifers [28]. Die Verwendung eines hydrothermalen Systems beinhaltet ein paar Rahmenbedingungen, die einzuhalten sind. Die Temperaturabnahme im Aquifer darf über 50 Jahre nicht größer 1 K betragen. Der Abstand zwischen Förder- und Injektionsbohrung sollte ausreichend groß sein, um einen thermischen Kurzschluss zu verhindern. Üblich ist ein Abstand von 1.000 m bis 2.000 m, je nach Standort sind größere Abstände möglich [29].

Bei petrothermalen Systemen wird weiterhin zwischen offenen und geschlossenen Systemen unterschieden. Ein offenes System ähnelt dem hydrothermalen System mit dem Unterschied, dass keine Aquifere verwendet werden, sondern Gesteinsschichten mit geringer Durchlässigkeit. Dadurch sind diese Systeme unabhängig von wasserführenden Strukturen, benötigen in der Regel eine tiefere Bohrung. Ein geschlossenes petrothermales System wird auch tiefe Erdwärmesonde genannt. Bei tiefen Erdwärmesonden wird das kalte Fluid an den Außenwänden langsam (5 m/s – 65 m/s) hinab geleitet. Währenddessen erwärmt sich das Fluid,

beim Erreichen des Endpunktes wird das nun erwärmte Fluid durch das innenliegende isolierte Rohr an die Oberfläche gefördert. Über einen Wärmetauscher wird daraufhin die Wärme in den Fernwärmekreislauf übertragen [28].

Vorteilig, im Gegensatz zu den anderen benannten Systemen, ist die flexible Einsetzbarkeit von tiefen Erdwärmesonden, da kein Grundwasserleiter oder poröse Gesteinsschichten notwendig sind. Zudem besteht kein direkter Austausch mit dem umliegenden Stein, wodurch verschiedene Fluide verwendet werden können. Tiefe Erdwärmesonden besitzen eine geringere Leistung als die offenen Systeme, da die Wärmeübertragungsfläche mit dem Gestein gering ist. Die Bohrung erweist sich als kostenintensiven Teil, da eine exakte Vorhersage der geologischen Verhältnisse erforderlich ist [28].

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

Bockenem liegt in keiner geothermisch relevanten Zone. Ein Querschnitt in die Gesteinsschichten mithilfe des GeotIS zeigt, dass kein Potential in irgendeiner Tiefe vermutet wird. Zur Unterstreichung der Vermutung wurde als weitere Quelle das niedersächsische Bodeninformationssystem (NIBIS) hinzugezogen. Dieser bestätigt die bisherigen Annahmen, dass die großen geothermischen Ablagerungen (Valangium und die Bückeberg-Gruppe) in der Region nicht großflächig vertreten sind. Lokale geringmächtige Ablagerungen sind dennoch möglich. Eine bereits bestehende Aufschlussbohrung der Wintershell AG Erdölwerke von 1957 lieferte das Ergebnis (vgl. Anhang A2), dass kein Grundwasserleiter gefunden wurde.

Aufgrund der Angaben des GeotIS in Kombination mit dem NIBIS lässt sich ableiten, dass in der Region in und um Bockenem keine nennenswerten tiefen geothermischen Vorkommen vorzufinden sind und werden daher in der weiteren Wärmeplanung nicht betrachtet. Die Verwendung von tiefen Erdwärmesonden benötigt exakte Vorhersage der geologischen Verhältnisse, sodass eine Machbarkeitsstudie nötig ist, um das technische Potenzial abschätzen zu können [28].

Über diese beiden Aspekte kann ohne tiefergehende Analyse keine Aussage getätigt werden.

5.3.7 Wasserstoff

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

Um Wasserstoff in Deutschland effektiv verfügbar zu machen, ist ein Wasserstoff-Kernnetz als grundlegende Infrastruktur erforderlich. Dieses Kernnetz wird die Basis für zukünftige Erweiterungen des Wasserstoffnetzes bilden. Das Ziel ist es, zentrale Wasserstoff-Standorte im

ganzen Land zu verbinden, darunter große Industriezentren, Speicheranlagen, Kraftwerke und Importkorridore. Geplant sind sowohl die Umstellung bestehende Erdgasleitungen als auch der Neubau von Leitungen [30].

5.3.7.1 Infrastruktur und Kenntnislage

Das Unternehmen Gasunie ist ein internationaler Ferngasleitungsbetreiber und plant derzeit das Vorhaben „Wasserstoffnetzwerk Hyperlink 2030“. Hierbei ist u.a. eine 400 km lange Verbindung von den Niederlanden im Westen bis zu den Industriestandorten in Wolfsburg und Salzgitter im Osten vorgesehen. Ein Leitungsabschnitt wird voraussichtlich einige Kilometer nordöstlich von Bockenem verlaufen – eine Querung des Stadtgebietes ist derzeit nicht vorgesehen [31].

Aus diesem Umstand lässt sich schlussfolgern, dass extern gelieferter Wasserstoff für Hemmingen bis zum Zieljahr 2045 nicht in nennenswerten Mengen zur Verfügung steht und somit für die Gebäudebeheizung keine Relevanz haben wird.

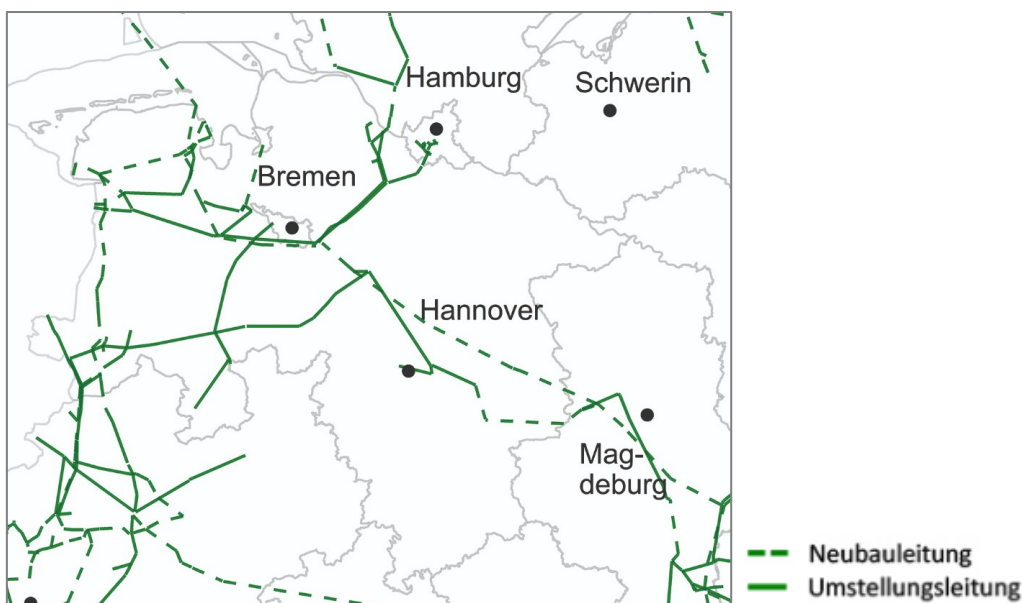


Abbildung 5-11: Wasserstoff-Kernnetz Karte – Ausschnitt. Quelle: [32], bearbeitet

5.3.7.2 Power to Gas (Elektrolyse, Methan aus Strom)

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

Die Abbildung 5-12 weist die möglichen Verwendungsgebiete des produzierten Wasserstoffes auf.

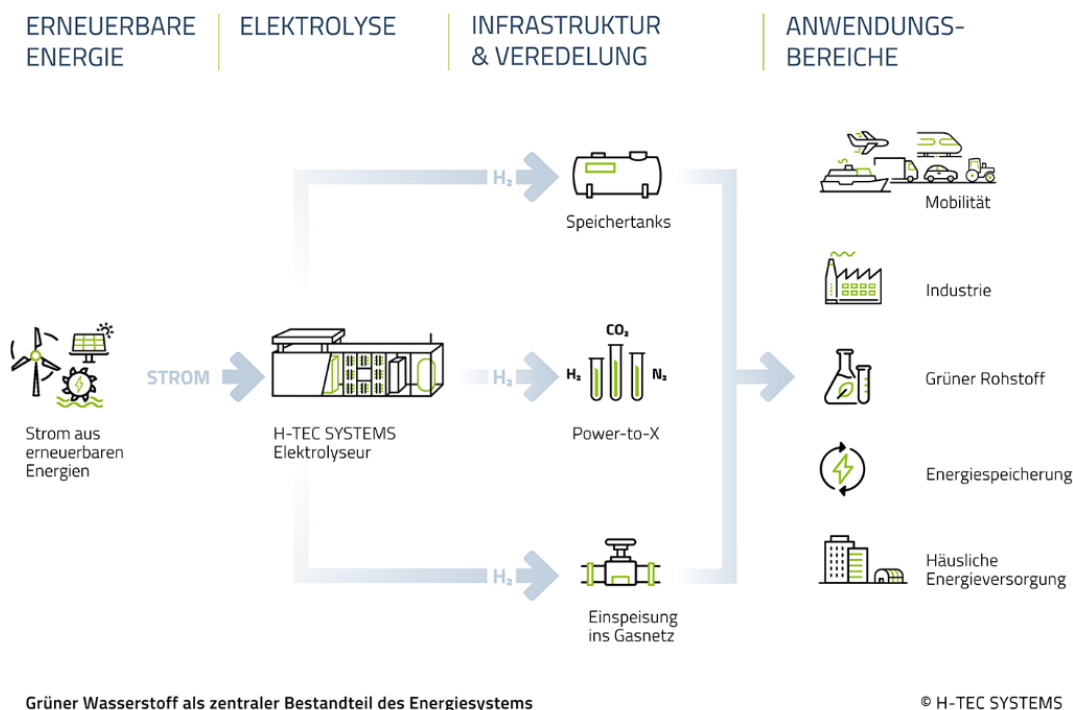


Abbildung 5-12: Potenziale Wasserstoff. Quelle: [33]

5.3.8 Wärmepumpe Außenluft

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

Zur Ermittlung der Eignung eines Baublocks für die Nutzung von Luftwärmepumpen werden Abstände von 3 m zu Grundstücksgrenzen und 30 cm zu Gebäuden sowie eine Mindestflächengröße von 0,5 m² und eine Mindestbreite von 40 cm angenommen. Die Abbildung 5-13 stellt den prozentualen Anteil der unter Berücksichtigung der genannten Annahmen verbleibenden Potenzialflächen der jeweiligen Baublöcke dar. Aufgrund der ländlichen Siedlungsstruktur mit lockerer Bebauung, stehen in den meisten Ortsteilen verhältnismäßig große Anteile der Baublöcke als Standorte für Wärmepumpen zur Verfügung. Nur in wenigen Baublöcken der etwas dichter bebauten Ortskerne – besonders der Altstadt Bockenems – oder der durch schmale Grundstücke geprägte Doppel- oder Reihenhausbereiche verbleiben nur geringe Anteile an Potenzialflächen für Luftwärmepumpen.

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

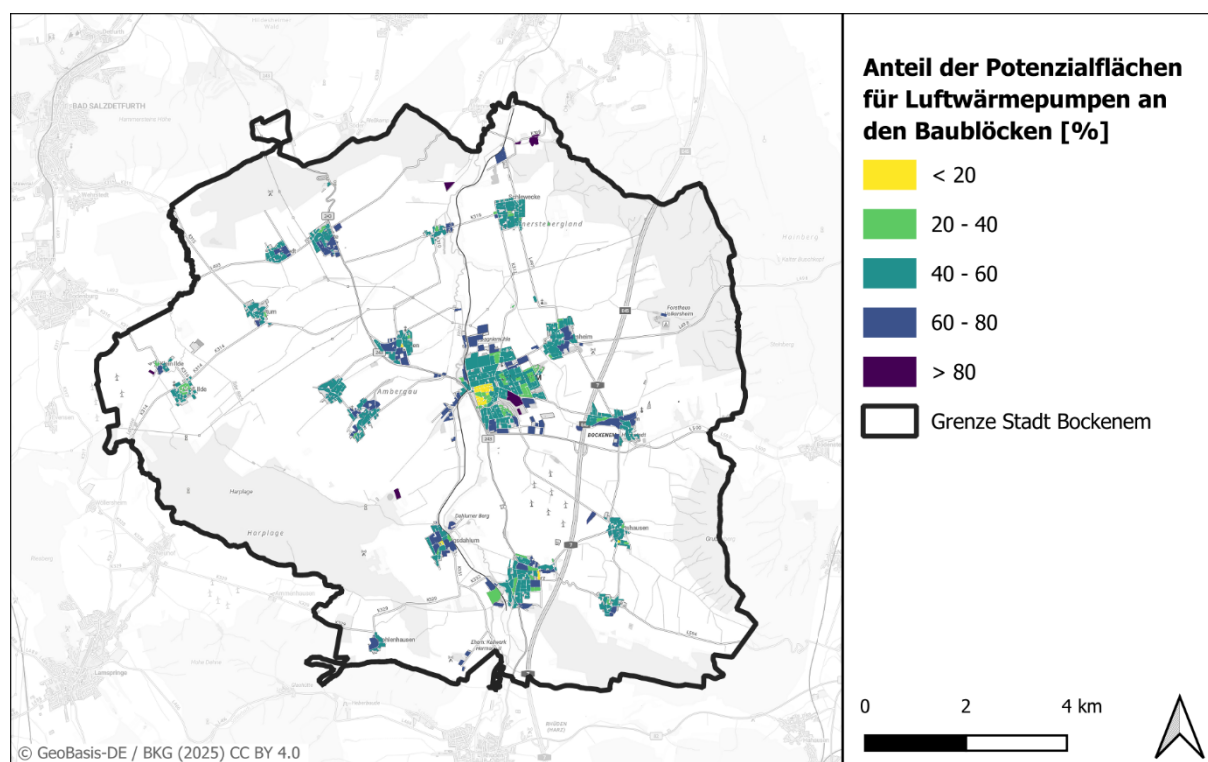


Abbildung 5-13: Anteil der Potenzialflächen für Luftwärmepumpen an den Baublöcken in Prozent. Quelle: Eigene Darstellung

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

5.3.9 Potenziale für erneuerbaren Strom

5.3.9.1 Photovoltaik auf Dachflächen

Die Potenzialanalyse für Photovoltaikanlagen (PV) auf Dachflächen der Gemeinde Bockenem basiert auf dem Solardachpotenzialkataster der Klimaschutzagentur Landkreis Hildesheim [8]. Dabei werden auf Basis der Ausrichtung und Neigung der Dachflächen sowie der Verschattung die Sonneneinstrahlung über ein Jahr auf die jeweiligen Dachflächen sowie die darauf montierbaren Modulflächen aufgeführt.

Das theoretische Potenzial umfasst die Einstrahlung auf alle als geeignet und gut geeignet bewerteten Dachflächen und beträgt 968 GWh/a. Die verschatteten und als ungeeignet bewertete Dachflächen werden, nicht in der Berechnung des theoretischen Potenzials berücksichtigt.

Zur Eingrenzung auf das technische Potenzial wird von einem Verhältnis der Dachfläche zur Modulfläche von 80 % ausgegangen und ein Wirkungsgrad von 20 % für Photovoltaikmodule angenommen [34]. Das technische Potenzial beträgt so 155 GWh/a.

Tabelle 5-11: Ergebnisse Potenzialermittlung Photovoltaikanlagen auf Dachflächen

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Alle geeigneten Dachflächen Einstrahlung und Flächengröße Module gemäß Solardachpotenzialkataster der Klimaschutzagentur Landkreis Hildesheim 	968 GWh/a
Technisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Anteil Modulfläche: 80 % Wirkungsgrad Photovoltaikmodule: 20 % 	155 GWh/a

5.3.9.2 Photovoltaik auf Freiflächen

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

Nach Ausschluss der Restriktionskriterien verbleiben rund 54,04 km² der Stadtfläche, die als Potenzialflächen für Freiflächenphotovoltaikanlagen ermittelt werden können (vgl. Abbildung 5-4 in Kapitel 5.3.1.2). Unter Annahme einer Einstrahlung von 1.029 kWh/(m²*a) im Bereich der Stadt Bockenem ergibt sich ein theoretisches Potenzial von 55.610 GWh/a.

Zur Eingrenzung auf das technische Potenzial wird ein Verhältnis der Modulfläche zur Gelände-
defläche von 60 % zu Grunde gelegt. Der Wirkungsgrad variiert je nach Kollektorart und Temperaturdifferenz, im Durchschnitt wird jedoch von einem Einsatz von Flachkollektoren mit einem Wirkungsgrad von 20 % ausgegangen. Damit steht als technisches Potenzial eine Wärmemenge von 6.673 GWh/a zur Verfügung.

Tabelle 5-12: Ergebnisse Potenzialermittlung Photovoltaikanlagen auf Dachflächen

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Theoretisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Alle geeigneten Flächen: 54,04 km² Einstrahlung 1.029 kWh/(m²*a) 	55.610 GWh/a
Technisches Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Anteil Modulfläche: 60 % Wirkungsgrad Photovoltaikmodule: 20 % 	6.673 GWh/a

5.3.9.3 Windenergieanlagen

Die Bedeutung von Windenergie bei der Stromerzeugung hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Im Gegensatz zu den Photovoltaikanlagen erzeugen Windenergieanlagen (WEA) auch während der Heizperiode nennenswerte Strommengen. Speziell im Hinblick auf die sektorenübergreifende Energiewende ist der flächendeckende Ausbau der Windkraft von besonderer Bedeutung.

Maßgebend für die Ermittlung des Potenzials sind die bestehenden Anlagen in der Stadt, sowie die aktuell in Planung befindlichen Anlagen. Gemäß Marktstammdatenregister [7] sind aktuell neun Windenergieanlagen in Betrieb. Davon befinden sich zwei Anlagen mit einer Leistung von jeweils 3 MW an der westlichen Stadtgrenze aus dem Jahr 2017. Der Betreiber des Windparks hat einen Antrag zur Errichtung von einer weiteren WEA im Stadtgebiet von Bockenem gestellt. Diese WEA ist in der nachfolgenden Abbildung 5-14 als „In Planung“ dargestellt.

Sieben weitere Anlagen mit einer Leistung jeweils 6,2 MW wurden im Zentrum des Stadtgebietes westlich der A 7 errichtet und sind seit Frühjahr 2025 in Betrieb. In der Ergänzung zu diesem Windpark hat der Betreiber einen Antrag zur Errichtung von drei weiteren WEA gestellt und auf der Internetseite der Stadt Bockenem wird über weitere Windenergieprojekte in der Planungsphase informiert [35]. Diese weiteren geplanten Anlagen sind bisher nicht im Marktstammdatenregister erfasst (Stand September 2025).

Für eine moderne Windenergieanlage mit mehr als 5 MW Leistung kann man in Norddeutschland (inkl. Landkreis Hildesheim) mit einem jährlichen Stromertrag von etwa 10 bis 14 GWh rechnen – abhängig von Standort und Technik.

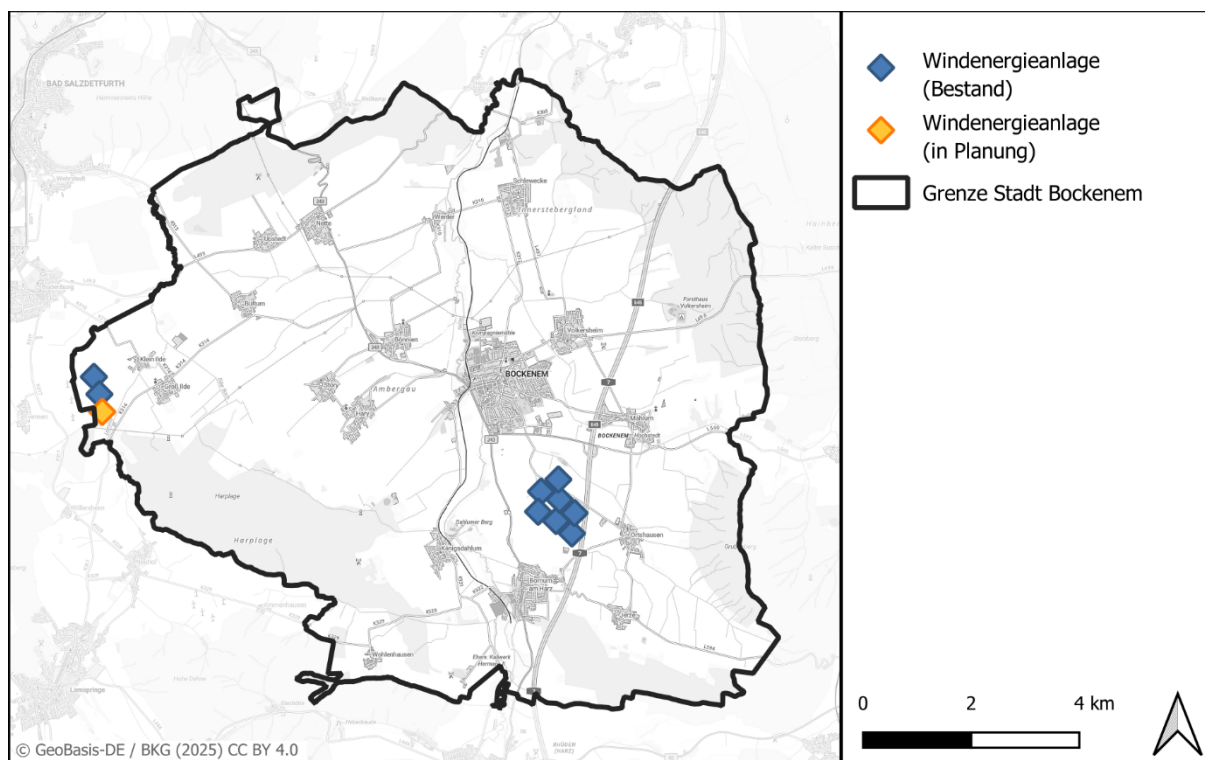


Abbildung 5-14: Bestehende und geplante Windenergieanlagen in der Stadt Bockenem. Quelle: Eigene Darstellung, Datenquelle aus [5]

Laut dem Sachlichen Teilprogramm Windenergie für den Landkreis Hildesheim Entwurf 2025 sollen Vorranggebiete Windenergienutzung ausgewiesen werden [36]. In der Stadt Bockenem befinden sich mehrere geplante Vorranggebiete Windenergienutzung, die die bestehenden Windparks sichern sowie weitere über den Bestand hinausreichende Flächen für diese Nutzung vorsehen [37].

Tabelle 5-13: Ergebnisse Potenzialeermittlung Windenergie

Potenzial	Annahmen	Energiemenge
Technisches Potenzial aktuell	<ul style="list-style-type: none"> 9 WEA mit jeweils 3 bzw. 6,2 MW 	79 GWh/a

5.3.9.4 Potenzial Nutzung erneuerbaren Strom zur Wärmeerzeugung

Ein steigender Anteil erneuerbarer Energien hat zur Folge, dass die Stromerzeugung im Gegensatz zu konventionellen Kraftwerken räumlich und zeitlich stark schwankt. Räumlich dadurch, dass erneuerbare Energieanlagen dezentral an ertragreichen Orten aufgestellt werden und nicht mehr in räumlicher Nähe zum Verbraucher wie konventionelle Kraftwerke. Die zeitlichen Schwankungen sind auf die Abhängigkeit der erneuerbaren Energie vom Wetter und der Tageszeit zurückzuführen. An windlosen, bewölkten Tagen wird fast keine erneuerbare Energie produziert, während an windreichen Sonnentagen sehr viel auf einmal erzeugt wird.

Dies führt zu stark schwankenden Börsenstrompreisen, welche bis in den negativen Bereich gehen können. Auch Leistungsreduzierungen bis hin zu Abschaltungen von Erzeugungsanlagen durch den Netzbetreiber können erfolgen, um das Versorgungsnetz vor einer Überlast zu schützen.

„Nutzen statt Abregeln“ beschreibt das Prinzip, die sonst durch einen Netzengpass abgeregelte Energie sinnvoll zu nutzen. Die Idee besteht darin, dass diese Windenergieanlagen bei einem Abschaltbefehl nicht abgeschaltet werden, sondern nur nicht mehr in das Stromnetz einspeisen. Die sonst abgeregelte Energie kann dann vor Ort in Wärme gewandelt und in einem saisonalen Wärmespeicher gespeichert werden. Dieser würde dann das ganze Jahr über Gebäude mit Wärme versorgen. Auch in Zeiten mit sehr günstigen Börsenstrompreisen kann auf diese Weise Wärme günstig bereitgestellt werden. Gemäß Bundesnetzagentur „Netzengpassmanagement Viertes Quartal 2023“ zitiert in [38] lag die Energiemenge, die wegen Engpässen abgeregelte wurde Deutschland weit, im vierten Quartal 2023 bei etwa 4 % der erzeugten erneuerbaren Energiemenge.

Für die Potenzialbetrachtung wurden für Bockenem daher zunächst mit 5 % der Erzeugungsarbeit der Windenergieanlagen als theoretisches Potenzial „Nutzen statt Abregeln“ angesetzt. Dies vor dem Hintergrund, dass die 4 % ein bundesweiter Durchschnitt sind, die lokal bei großer Erzeugerkapazität steigt. Ebenfalls sind Phasen mit negativen Strompreisen zu berücksichtigen. Somit ergeben sich die in der folgenden Tabelle 5-14 dokumentierten technische Potenziale aufgeteilt auf verschiedene Nutzungsformen des Stroms.

Tabelle 5-14: Technische Potenziale Windenergie „Nutzen statt Abregeln“

Nutzungsform nicht abgeregelter Strom	Energiemenge WEA Bestand
	GWh/a
Wärme direkt (Elektrodenkessel)	3,9
Wärme mit Wärmepumpe (SCOP 2,5)	9,9
Wasserstofferzeugung (η 70%)	2,8
Abwärmepotenzial Wasserstoff-Gewinnung	1,2

5.3.10 Ausbau von bestehenden Wärmenetzen

Bereits bestehende Wärmenetze können in vielen Fällen vergleichsweise einfach erweitert werden. Aktuell sind insgesamt neun Industrie- und Gewerbeanschlüsse sowie zehn Mehrfamilienhäuser an das Fernwärmenetz der BEA-Power-plant angeschlossen. In dem bestehenden Fernwärmegebiet ergibt sich bei einem Ausbau in Richtung Altstadt und in östliche Richtung ein zusätzliches Anschlusspotenzial von über 400 Gebäuden, die technisch und wirtschaftlich sinnvoll integriert werden könnten.

Aus diesen Erweiterungen ergibt sich ein erwartbarer Zuwachs des zukünftigen Wärmeabsatzes von 5.000-10.000 MWh/a.

5.3.11 Thermische Speicher

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

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

Kurzfristige Speicher können dezentral eingesetzt werden. Sie dienen zur Nutzungsgrad-erhöhung in einzelnen Gebäuden und können dort beispielsweise die Wärme aus Dach-flächensolarthermie oder einer KWK-Anlage zwischenspeichern, um die Erzeugung zeitlich vom Wärmebedarf zu entkoppeln. Die Bioenergie Ambergau GmbH & Co. KG betreibt an Ihren Standorten nach eigener Auskunft einen 2.000m³, einen 500m³ und einen 38m³ Wärmespeicher.

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

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

Da Speicherlösungen sehr individuell auf die technischen Anforderungen der Wärmequelle und -senke abgestimmt werden müssen, werden im Rahmen der Potenzialanalyse keine konkreten Speicherkonzepte aufgeführt.

5.3.12 Zusammenfassung

Das größte realisierbare Potenzial in der Stadt Bockenem liegt in der energetischen Sanie-rung. Jede Kilowattstunde, die eingespart wird, muss nicht unter Einsatz wertvoller Ressour-cen erzeugt werden. Um den verbleibenden Wärmebedarf zu decken, bieten sich der Ausbau der bestehenden Wärmenetze unter Nutzung der Abwärme aus Biogasanlagen sowie der Einsatz von Großwärmepumpen an. Solarthermie stellt ein geeignetes ergänzendes Potenzial dar, das insbesondere zusammen mit PV-Dachanlagen sowohl im Zuge einer Heizungs-umstellung als auch für Wärmenetze genutzt werden kann.

Wasserstoff wird in Bockenem voraussichtlich aus wirtschaftlichen Gründen und der Entfer-nung zum Wasserstoffkernnetz keine wesentliche Rolle spielen.

Die theoretische und wenn möglich technische Bewertung aller Potenziale können der nach-folgenden Tabelle 5-14 entnommen werden. Eine wirtschaftliche Bewertung erfolgt in dem Kapitel 6.

Tabelle 5-15: Abschätzung für lokale Potenziale in der Stadt Bockenheim

Potenziale für Erneuerbare Wärme und Strom		Energiemenge
Einsparpotenzial durch Sanierung bei Sanierungsrate von 2 % bis 2045		- 21 GWh/a
Solarthermie	Dachflächen	484 GWh/a
	Freiflächen	23.356 GWh/a
Biomasse	Holzartige Biomasse	11 GWh/a
	Nachwachsende Rohstoffe	20,4 GWh/a
	Bioabfall	Kein Potenzial
Gewässer	Fließgewässer	Nicht quantifizierbar
	Stillgewässer	Kein Potenzial
Grundwasserbrunnen		Nicht quantifizierbar
Abwärme	Industrielle Abwärme	Kein Potenzial
	Abwasserwärme	3 GWh/a
Geothermie	oberflächennahe Geothermie	2.558 GWh/a
	Tiefengeothermie	Nicht quantifizierbar
Wärmepumpe Außenluft		Nicht quantifizierbar
Photovoltaik	Dachflächen	155 GWh/a
	Freiflächen	6.673 GWh/a
Windkraft	Stromerzeugung aktuell	79 GWh/a
	Stromerzeugung zukünftig	Nicht quantifizierbar
	Wärme direkt (Elektrodenkessel)	3,9 GWh/a
	Power-to-Gas („Nutzen statt Abregeln“)	2,8 GWh/a

6 Entwicklung des Zielszenarios und Einteilung des beplanten Gebiets in Wärmeversorgungsgebiete

Im folgenden Kapitel wird auf der Grundlage der Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse ein Zielszenario erstellt, das einen möglichen Entwicklungspfad zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung im Zieljahr 2045 aufzeigt. Dieser Schritt ist die Grundlage für die Umsetzungsstrategie und kann das Fundament für zukünftige Handlungs- und Investitionsentscheidungen der Akteure in Bezug auf Projekte rund um eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung legen.

6.1 Methodisches Vorgehen

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

Die Bewertung erfolgt in Anlehnung an den Leitfaden Wärmeplanung [24] nach ökonomischen und ökologischen Kriterien sowie nach möglichen Risiken. Die relevanten Indikatoren werden in Anhang A3 „Zu bewertende Indikatoren für die Eignungsstufen der Teilgebiete“ zusammen mit der korrespondierenden Einteilung erläutert. Aus der Bewertung der Indikatoren ergibt sich eine Gesamtbewertung in vier Eignungsstufen, die nach § 19 WPG wie folgt definiert sind:

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

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

Das Zielszenario wurde unter Nutzung verschiedener quantitativer und planerischer Methoden entwickelt. Um eine möglichst präzise Prognose zur zukünftigen Entwicklung des Wärme-marktes zu erstellen, wurde ein gebäudescharfes Simulationsmodell, das eine jahresscharfe Heizungswechselentscheidung für alle Gebäudeeigentümer berechnet, verwendet. Das Modell ermittelt dabei unter Berücksichtigung von verschiedenen techno-ökonomischen und ökologischen Parametern das kostengünstigste Heizungssystem für die Gebäudeeigentümer in der Zukunft. Hierzu gehören unter anderem Investitions- und Betriebskosten der einzelnen Heizsysteme sowie Kosten für energetische Sanierungsmaßnahmen. Zusätzlich dazu wurden

politische Vorgaben, wie der Mindestanteil von 65 % erneuerbaren Energien in Heizsystemen aus dem GEG, berücksichtigt.

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

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

Bei der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen wurde angenommen, dass die Treibhaus-gasemissionen des deutschen Strommixes bis zum Zieljahr 2045 auf null sinken. Anders ist eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung im Zieljahr nicht realisierbar.

6.2 Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete

Nach der in Kapitel 6.1 beschriebenen Vorgehensweise wurde die Stadt Bockenheim in 24 Teil-gebiete unterteilt. Die acht Teilgebiete in den Orten Bockenheim und Bornum werden durch viel befahrene Straßen und unter Berücksichtigung der überwiegenden Gebäudestruktur (Ein-, Mehrfamilienhäuser oder Gewerbegebäude) abgegrenzt. Die kleineren Ortschaften Bönningen, Hary, Jerze, Königsdahlum, Ortshausen, Störy, Bültum, Groß und Klein Ilde, Upstedt, Nette, Schlewecke, Werder, Mahlum, Volkersheim und Wohlenhausen bilden jeweils eigene separate Teilgebiete. Weitere Baublöcke außerhalb der genannten Ortschaften innerhalb des Stadtgebietes fallen automatisch in die Kategorie dezentrale Versorgung und werden für die Eignung von Wärme- und Wasserstoffnetze nicht betrachtet. Die Lage und Abgrenzung der Teilgebiete sind in Abbildung 6-1 dargestellt.

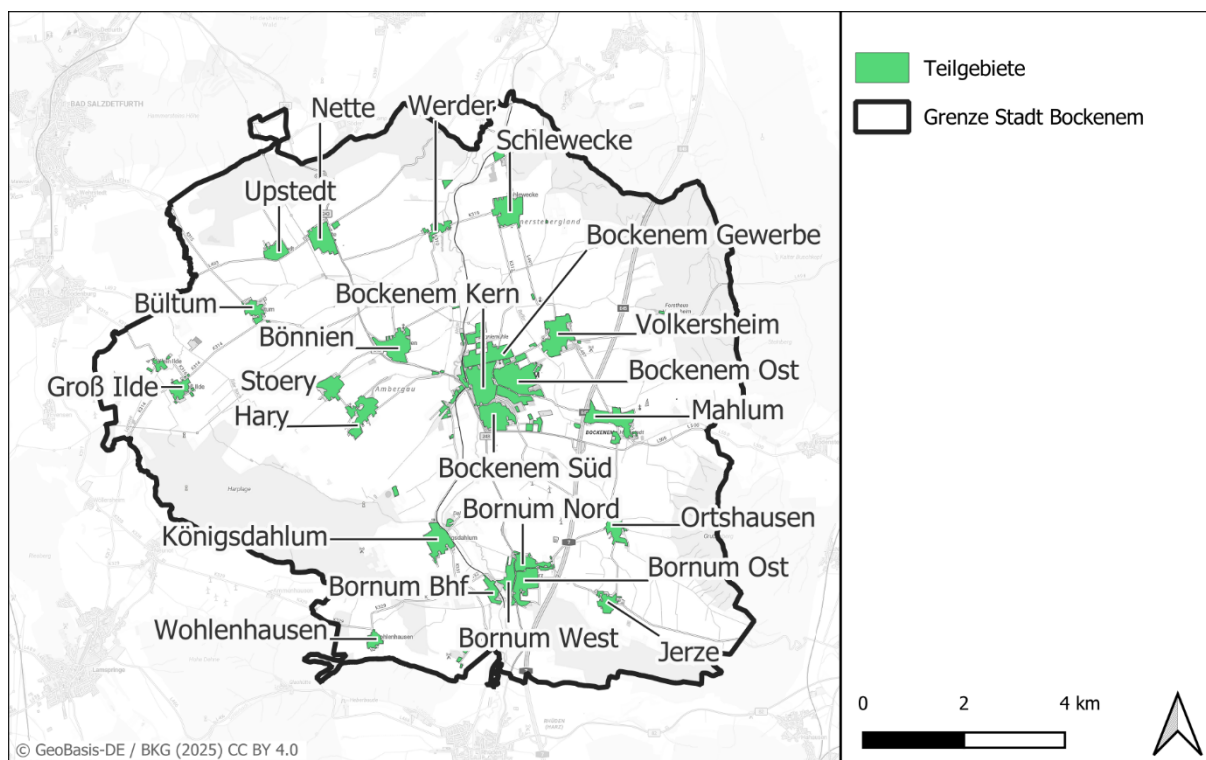


Abbildung 6-1: Einteilung des beplanten Gebiets in Teilgebiete. Quelle: Eigene Darstellung.

Die Bewertung der ausgewiesenen Teilgebiete für die verschiedenen Wärmeversorgungsarten erfolgt analog zu der in Anhang A3 beschriebenen Tabelle. Als Grundlage für die Bewertung der Indikatoren dient einerseits die Bestandsanalyse für die Wärmedichte, Wärmelinien-dichte, das Vorhandensein von Ankerkunden und von Gas- bzw. Wärmenetzen. Andererseits wird die Potenzialanalyse für die zentrale Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energie (Solarthermie, tiefen Geothermie oder industrielle Abwärme) berücksichtigt. Aus der Summe der Indikatoren bildet sich pro Kategorie eine Zwischenbewertung die bereits eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit der Eignung geben. Die Zwischenbewertungen werden zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst, die als Eignungsstufe in den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 6-2 – Abbildung 6-4) dargestellt werden. Die unterschiedlichen Eignungsstufen werden in den Abbildungen mit veränderlicher Farbintensität dargestellt: von „Sehr wahrscheinlich ungeeignet“ mit der geringsten Intensität bis „Sehr wahrscheinlich geeignet“ mit der höchsten Intensität.

Dezentrale Versorgung ist im gesamten Stadtgebiet wahrscheinlich geeignet. Es gibt keine Ausschlussgründe für Luftwärmepumpen und es ist in allen Baublöcken ausreichend Aufstellfläche für die Außengeräte vorhanden. Des Weiteren gibt es nur kleinflächig Einschränkungsgründe für Erdwärmepumpen.

Für die Eignung von Wärmenetzen sind vor allem eine wirtschaftliche Wärmequelle, ein hoher Wärmebedarf und ein Wärmenetzbetreiber relevant. Begünstigt wird die Eignung maßgeblich, wenn es bereits ein bestehendes Netz gibt. Aus diesem Grund ist die Wärmenetzeignung für

die Teilgebiete Bockenem Kern, Bockenem Süd und Bockenem Gewerbe wahrscheinlich geeignet.

Wasserstoff ist auf Grund der hohen prognostizierten Kosten für die Nutzung in Privathaushalten als wahrscheinlich ungeeignet bewertet und wird in den folgenden Betrachtungen nicht weiter berücksichtigt.

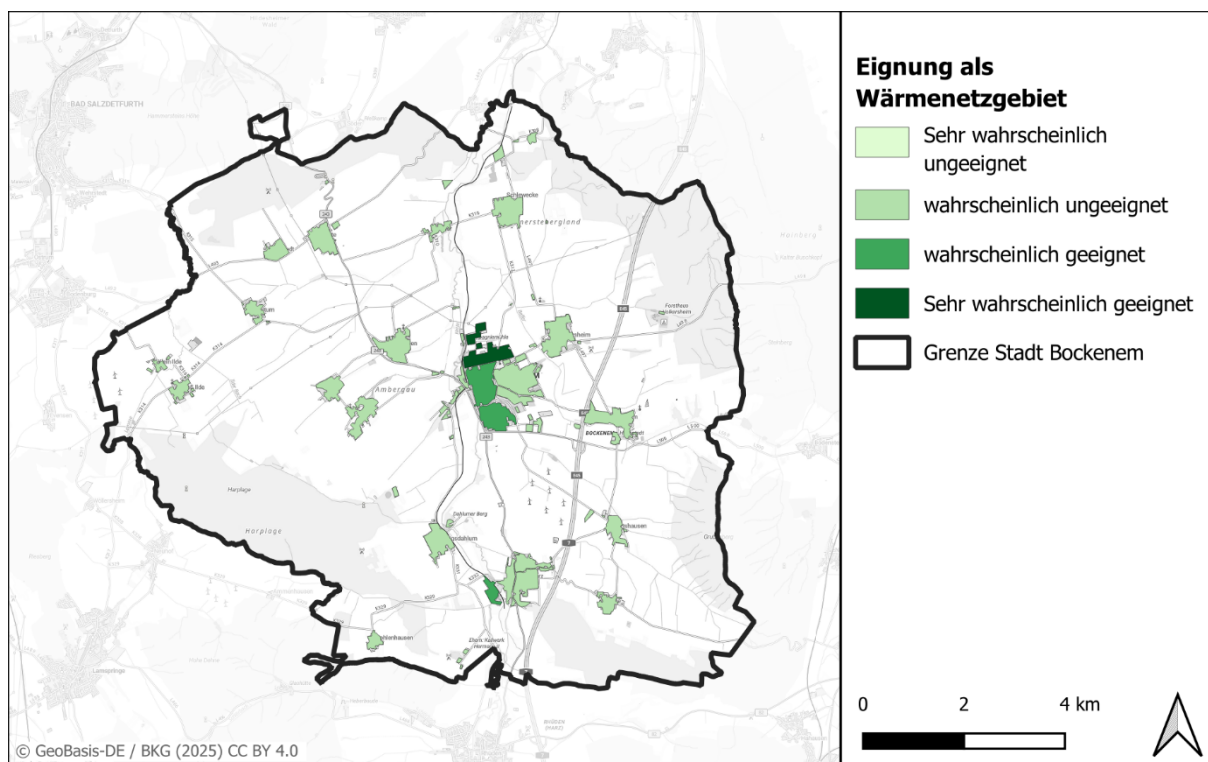


Abbildung 6-2: Eignungsstufen der Teilgebiete als Wärmenetzgebiet. Quelle Eigene Darstellung

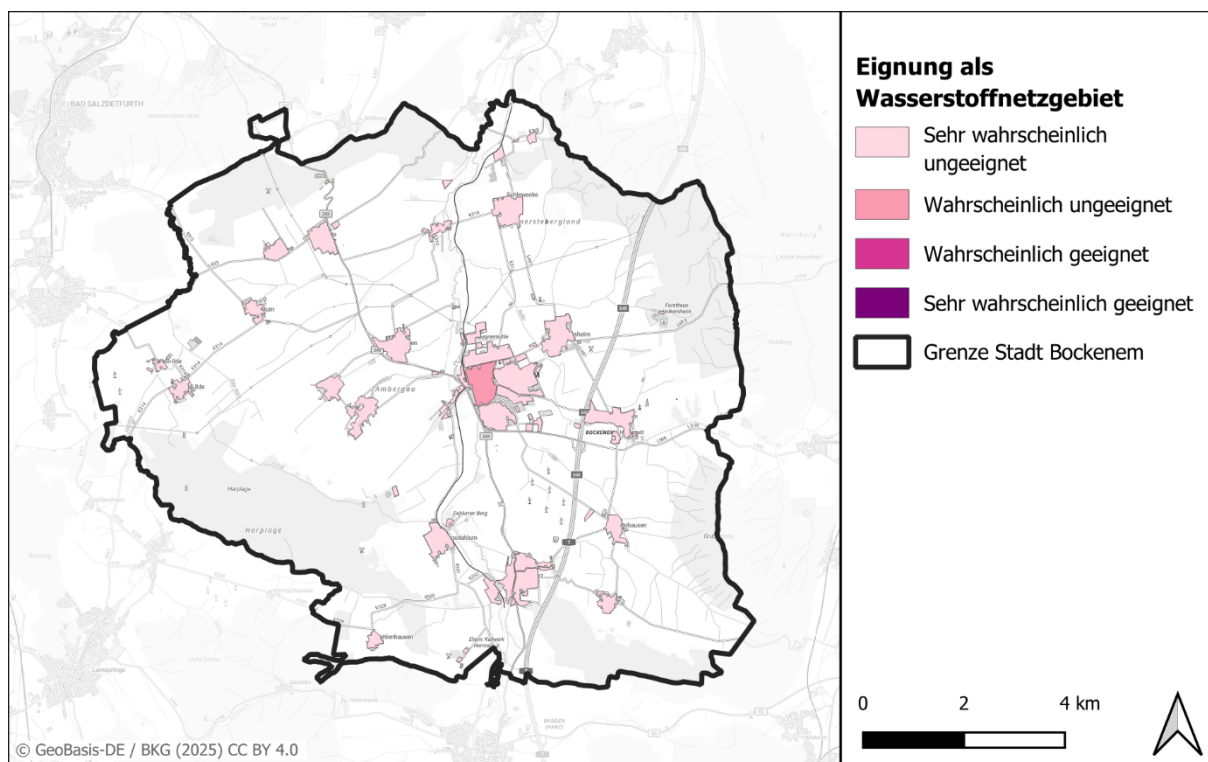


Abbildung 6-3: Eignungsstufen der Teilgebiete als Wasserstoffnetzgebiet. Quelle: Eigene Darstellung

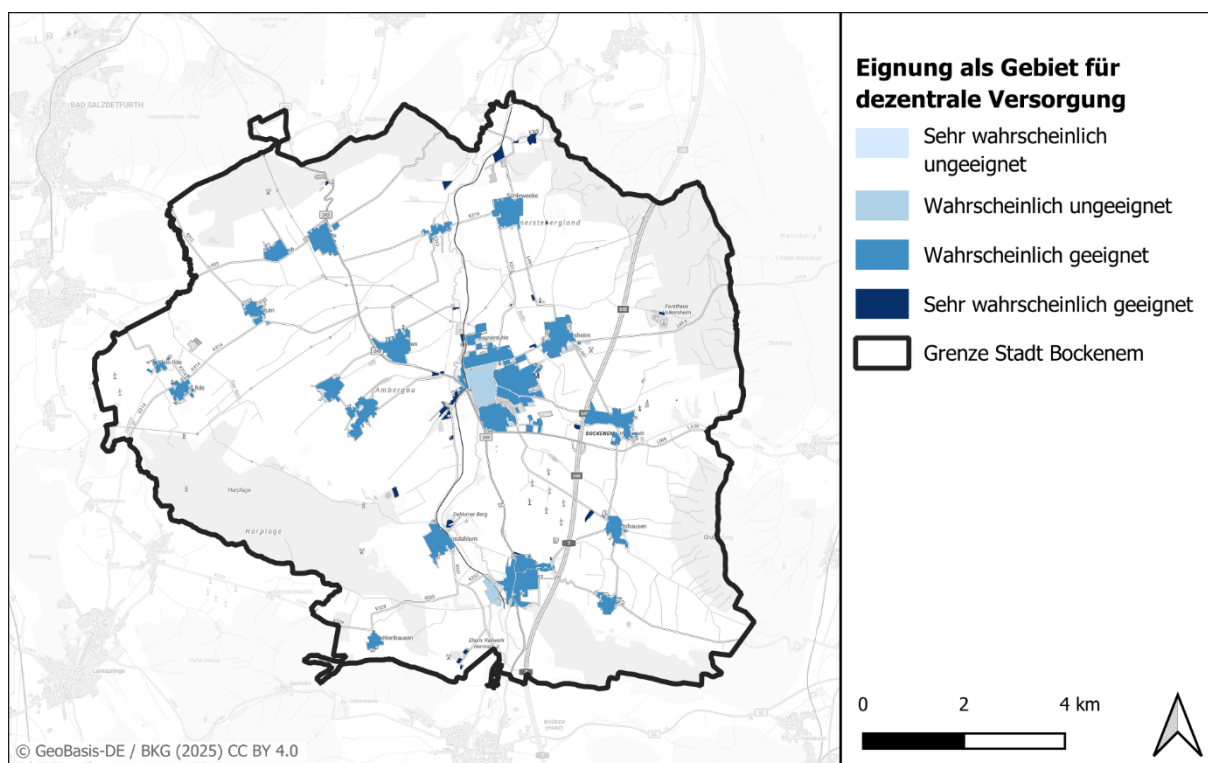


Abbildung 6-4: Eignungsstufen der Teilgebiete für dezentrale Versorgung. Quelle: Eigene Darstellung.

6.3 Ermittlung von Eignungsgebieten für Wärmenetze

Für die Teilgebiete die als „wahrscheinlich – sehr wahrscheinlich geeignet“ für Wärmenetze eingestuft wurden, werden die detaillierteren Kosten für ein potenzielles Wärmenetz ermittelt. Die Kosten werden in Form von Bruttoendkundenpreisen dargestellt und beinhalten neben den Investitionskosten für den Netzausbau und den Energieeinkauf auch eine Renditeerwartung des potenziellen Investors und steuerliche Abgaben. Die Einzelpositionen eines Wärmenetzes sind an einem theoretischen Beispiel in Abbildung 6-5 dargestellt.

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

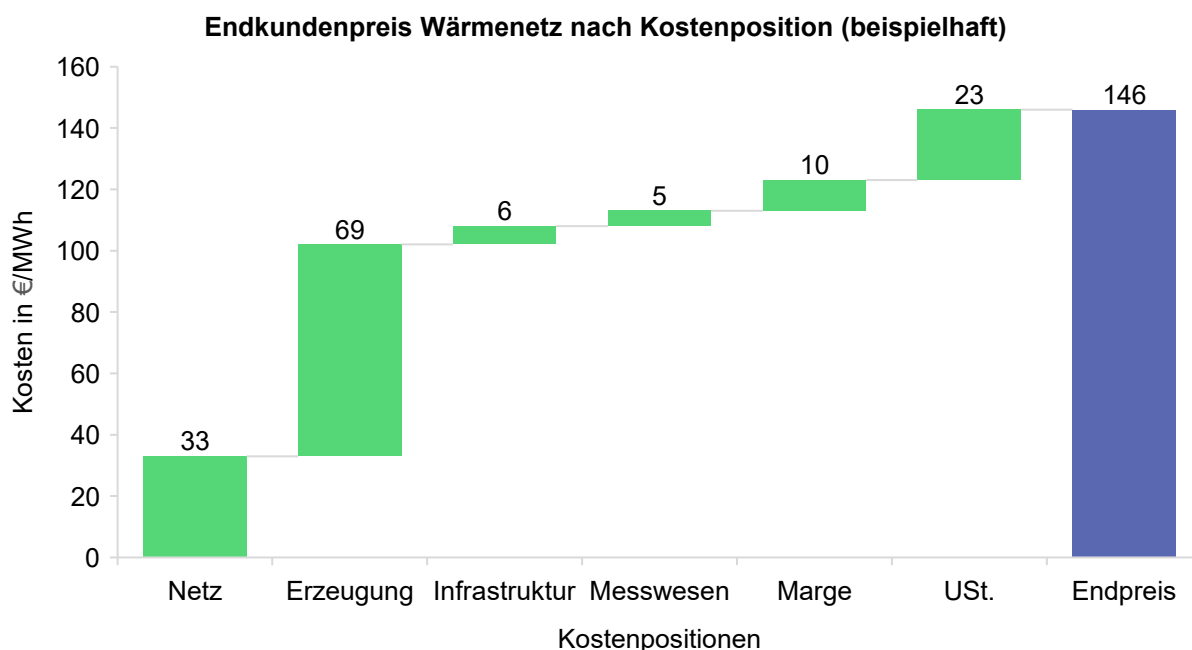


Abbildung 6-5: Beispielhafte Darstellung der berücksichtigten Kostenpositionen eines Wärmenetzes in Euro pro Megawattstunde. Quelle: Eigene Darstellung

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

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

Im Analysegebiet wurden zwei Gebiete identifiziert, in denen die Wärmebedarfe hoch genug ist, damit ein Wärmenetz in Betracht kommen bzw. im Fall des bestehenden Wärmenetzes in Teilgebiet „Bockenem Gewerbe“ ausgebaut und verdichtet werden kann. Diese Netze sind innerhalb des Kernortes Bockenem lokalisiert, die durch eine dichte Besiedlung, einer hohen Wärmedichte und großen Ankerkunden gutes Potenzial bieten.

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

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

Teilgebiet	Versorgungsstruktur
Bockenem Gewerbe	Kraftwärmekopplung aus Biomasse
Bockenem Kern	Solarthermie, Biomasse, Großwärmepumpe (Luft), Kraftwärmekopplung aus Biomasse
Bockenem Süd	Großwärmepumpe (Luft); Kraftwärmekopplung aus Biomasse

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

6.4 Szenarienanalyse

Wie bereits vorab beschrieben, resultiert das Zielszenario aus einem iterativen Modellierungsprozess. Hierbei wurden mehrere verschiedene Szenarien, die sich hinsichtlich der Eingangsparameter unterscheiden, modelliert und miteinander verglichen. Die Parameter der jeweiligen Szenarien wurden innerhalb der projektinternen Arbeitsgruppe festgelegt und mithilfe der Stakeholder validiert und bei Bedarf angepasst. Initial wurden drei „Basisszenarien“ festgelegt. Ziel dieser Szenarien ist es, verschiedene energiewirtschaftliche Entwicklungstrends darzustellen und einen Korridor potenzieller Entwicklungspfade zu bestimmen. Um dies zu erreichen, sind die Parameter der Basisszenarien so gewählt, dass für den jeweiligen Technologieschwerpunkt besonders gute Wachstumsbedingungen herrschen. So wird beispielsweise im Szenario „Elektrisch“ ein optimistischer (Heiz-)Strompreis in der Zukunft angenommen, während Wärmenetze und andere Heizsysteme unter moderaten bis pessimistischen Preisprognosen bewertet werden. Nach dieser Logik wurden analog die Parameter für die zwei

weiteren Szenarien „Wärmenetze“ und „Grüne Gase“ festgelegt. Eine Übersicht der wichtigsten Parameter für die drei Basisszenarien ist in Tabelle 6-2 dargestellt. Die detaillierte Beschreibung jedes Szenarios sowie der Ergebnisse erfolgt in den folgenden Kapiteln.

Tabelle 6-2: Rahmenbedingungen für die drei Basisszenarien

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

6.4.1 Szenario „Elektrisch“

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

Die Ergebnisse des Szenarios sind in Abbildung 6-6 anhand der Anteile der mit den verschiedenen Heizsystemen versorgten Gebäude dargestellt. Zu erkennen ist, dass der Anteil von Öl- und Gasheizungen, die im Status quo noch deutlich überwiegen, im Zieljahr vollständig verschwindet. Unter den in diesem Szenario angenommenen, optimalen Wachstumsbedingungen für strombasiertes Heizen werden im Zieljahr 96 % der Gebäude über Wärmepumpen beheizt, wovon 4 % auf hybride Wärmeenerzeugung entfallen. Aufgrund der in diesem Szenario als hoch angenommenen Wärmenetzpreise werden den Wärmenetzen flächendeckend alternative Heizsysteme vorgezogen. Bis zum Zieljahr entscheiden sich nur etwa 3 % aller Gebäude für einen Anschluss an ein Wärmenetz. Der Anteil der Gebäude, die mit Biomasse heizen, sinkt aufgrund der unterlegenen Wirtschaftlichkeit gegenüber der Wärmepumpe auf rund 2 %.

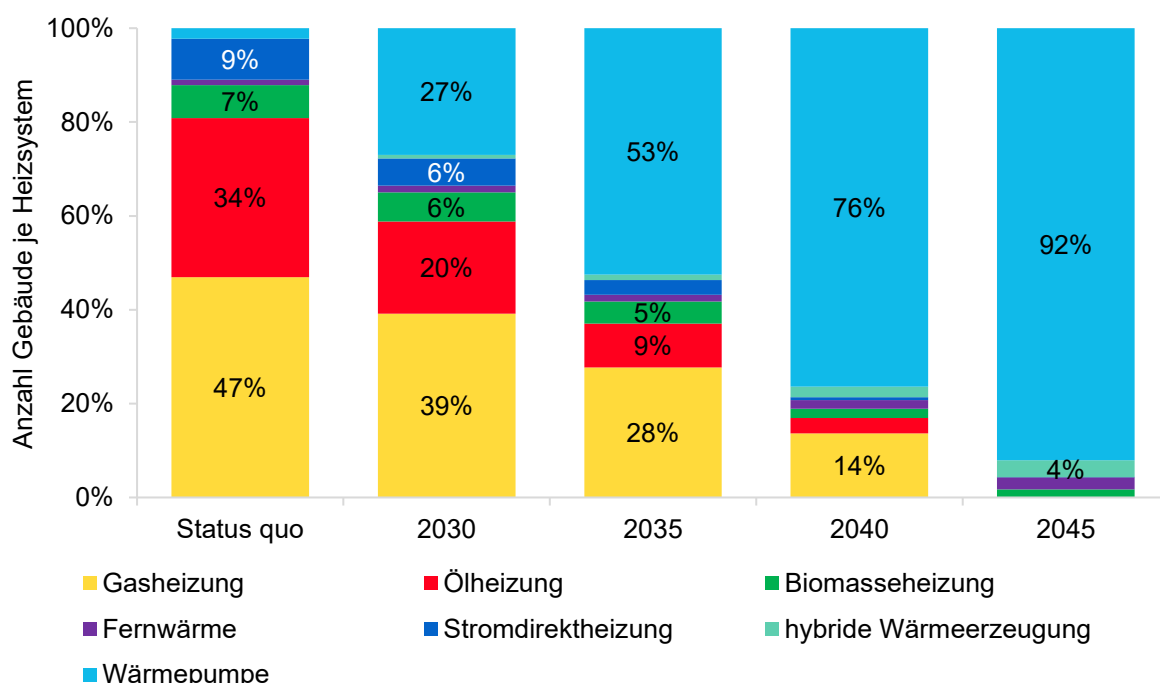


Abbildung 6-6: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2045 im Szenario „Elektrisch“. Quelle: Eigene Darstellung

6.4.2 Szenario „Wärmenetze“

Das Szenario „Wärmenetze“ ist konträr zum Szenario „Elektrisch“ parametrisiert, da hier die Wärmenetze im Vordergrund stehen. Hierzu wurden für die Wärmenetze niedrige Endkundenpreise angesetzt. Parallel dazu wird keine optimistische, sondern eine eher moderate zukünftige Entwicklung des Strompreinsniveaus angenommen. Das Szenario simuliert, wie sich die Wärmeversorgung im Analysegebiet entwickelt, wenn in Zukunft vorrangig Wärmenetze genutzt werden. Ebenfalls lassen sich so wirtschaftlich wenig attraktive Wärmenetze identifizieren. Ein Wärmenetz, das im Modell eine geringe wirtschaftliche Akzeptanz aufweist, wird in der folgenden Analyse (Zielszenario) nicht weiter berücksichtigt.

Wie im Szenario „Elektrisch“ wird in diesem Szenario angenommen, dass grüne Gase nicht verfügbar sind. Ebenfalls dürfen Heizsysteme, die vollständig mit fossilen Energieträgern betrieben werden, nur bis zum Jahr 2029 installiert werden, anschließend gilt die 65 % EE-Vorgabe aus dem GEG. Die Berücksichtigung der CO₂-Bepreisung erfolgt analog zum Szenario „Elektrisch“.

Die Ergebnisse des Szenarios sind in Abbildung 6-7 anhand der Anteile der mit den verschiedenen Heizsystemen versorgten Gebäude dargestellt. Analog zum Szenario „Elektrisch“ verschwindet auch in diesem Szenario der Anteil der Gebäude, die mit Öl und Gas heizen, im Zieljahr vollständig. Aufgrund optimistischer Wachstumsbedingungen für Wärmenetze sind 12 % der Gebäudeeigentümer bereit, sich bis zum Zieljahr an eines der Wärmenetze anzuschließen. Die angestrebten 70-80 % Anschlussquote können in den ausgewiesenen Wärmegebieten (Kapitel 6.3) jedoch nicht erreicht werden und liegen bei ca. 60-45 %.

Der Anteil der Gebäude, die eine Wärmepumpe oder hybride Wärmeerzeugung installieren, liegt mit 86 % wie im Szenario „Elektrisch“ an erster Stelle. Analog zum Szenario „Elektrisch“ setzt sich Biomasse auch in diesem Szenario nicht durch und liegt bei 3 %. Für eine Beurteilung der Wärmenetze bedarf es einer tiefergehenden Untersuchung. Für die Festlegung des Zielszenarios wurden die übrigen Wärmenetze daher auf Grundlage der simulierten Anschlussquote noch einmal neu bewertet und die Wärmepreise an die modellierten Anschlussquoten der Wärmenetze angepasst.

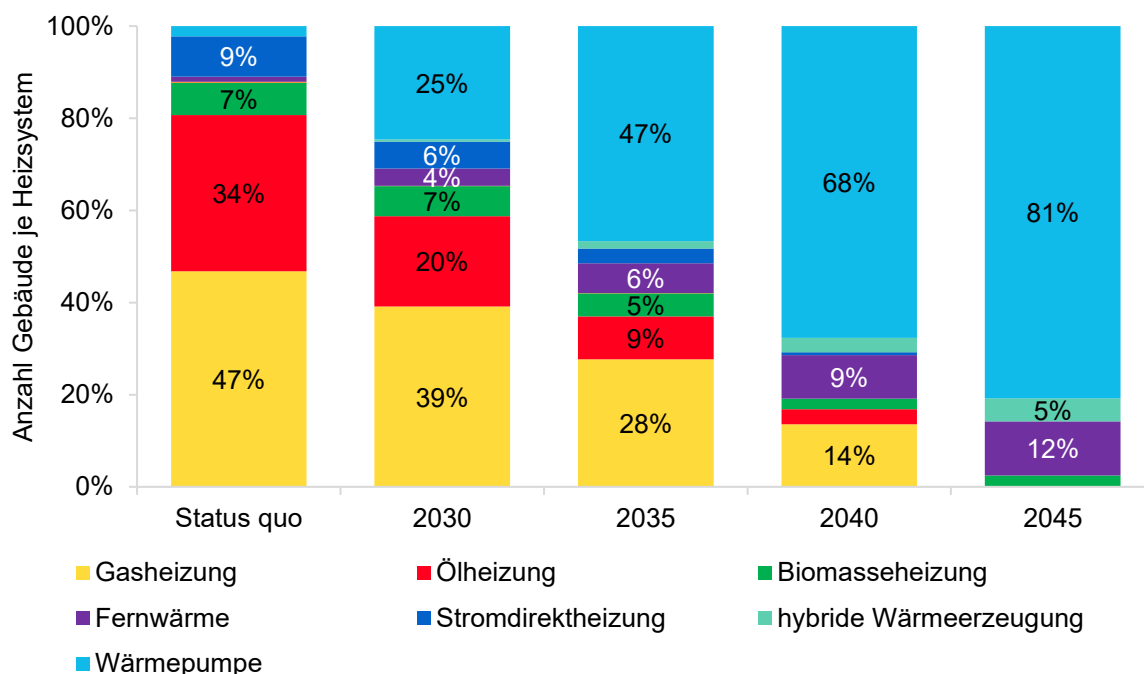


Abbildung 6-7: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2045 im Szenario „Wärmenetze“. Quelle: Eigene Darstellung

6.4.3 Szenario „Grüne Gase“

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

Die Ergebnisse des Szenarios sind in Abbildung 6-8 anhand der Anteile der mit den verschiedenen Heizsystemen versorgten Gebäude dargestellt. Analog zu den anderen Szenarien verschwindet auch in diesem Szenario der Anteil der Gebäude, die mit Öl und Erdgas heizen, im Zieljahr vollständig. Erkennbar ist, dass trotz günstiger Annahmen für den Hochlauf von Wasserstoff bis 2045 nur 16 % der Gebäudeeigentümer zu einer Wasserstoffheizung wechseln, bedingt durch die hohen Preise für grünen Wasserstoff. Der Marktanteil ist vor dem Hintergrund der angenommenen Rahmenbedingungen in dem Szenario niedrig, da 47 % der Gebäudeeigentümer grundlegend die Möglichkeit hatten, sich für eine Wasserstoffheizung zu entscheiden. In diesem Szenario machen Wärmepumpen und hybride Wärmezeugung im Zieljahr einen Marktanteil von 78 % aus. Im Vergleich zum Szenario „Elektrisch“ liegt der Anteil der elektrischen Wärmepumpen etwas niedriger, da die moderat angenommenen Strompreise die Entscheidung für Wasserstoffheizungen begünstigen. Analog zum Szenario „Elektrisch“ setzen sich Wärmenetze bei den als hoch angenommenen Endkundenpreisen nicht flächendeckend durch und liegen anteilig bei 4 %. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde die Annahmen aus Kapitel 6.4 bestätigt, dass die Nutzung von grünem Wasserstoff in der dezentralen Gebäudebeheizung nicht weiter für das Zielszenario verfolgt wird, zumal die flächendeckende zukünftige Verfügbarkeit aktuell nicht absehbar ist.

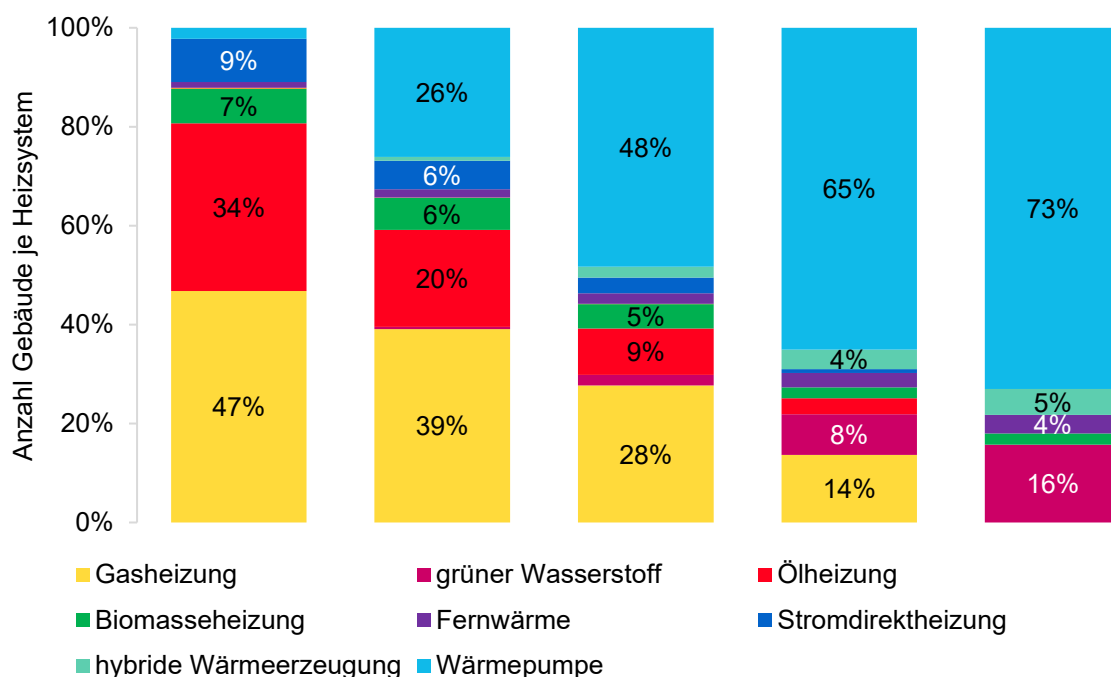


Abbildung 6-8: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2045 im Szenario „Grüne Gase“. Quelle: Eigene Darstellung

6.4.4 Das Zielszenario

Basierend auf den Erkenntnissen der vorgelagerten Szenarien wurden weitere Szenarien berechnet, auf deren Grundlage in Absprache mit der Kommune das Zielszenario festgelegt wurde. Für das Zielszenario wurden folgende zentrale Rahmenbedingungen angenommen: Das Zielszenario hat keinen Technologieschwerpunkt, sondern ist ausgeglichen parametrisiert. Die 65 % EE-Vorgabe sowie die CO₂-Bepreisung sind analog zu den Basisszenarien angenommen. Grüne Gase werden gemäß der Analyse des Szenarios „Grüne Gase“ und der aktuell nicht absehbaren zukünftigen Verfügbarkeit nicht weiterverfolgt.

Die skizzierten Wärmenetze wurden im Zielszenario weiterhin berücksichtigt, jedoch mit überarbeiteten Kosten neu bewertet. Wie bisher auch wird kein Anschluss- und Benutzungszwang für Wärmenetze angenommen.

Der sich aus wirtschaftlichen Gründen sinkende Marktanteil der Biomasse (u. a. Holzpellets oder Hackschnitzel) wird, unter Berücksichtigung einer nachhaltigen Ressourcennutzung, nicht neu bewertet. Biomasse wird für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in dezentralen Versorgungsgebieten eine kleine, aber relevante Rolle spielen, insbesondere in Gebäuden, in denen der Betrieb einer Wärmepumpe unwirtschaftlich ist. Der Einsatz von Biomasse im Zielszenario berücksichtigt dabei die bisherige Positionierung der deutschen Bundesregierung zur zukünftigen Rolle von Biomasse für die Gebäudebeheizung gemäß der Nationalen Biomassestrategie (NABIS) [39]. Dort wird hervorgehoben, dass die stoffliche Nutzung einer energetischen Nutzung von Biomasse, wenn möglich vorzuziehen ist. Ebenfalls betont die NABIS, dass Biomasse fossile Energieträger nicht in der Breite ersetzen kann.

Die Ergebnisse des Zielszenarios sind in Abbildung 6-9 anhand der Anteile der mit den verschiedenen Heizsystemen versorgten Gebäude dargestellt. Analog zu den anderen Szenarien verschwindet auch im Zielszenario der Anteil der Gebäude, die mit Öl und Gas heizen, im Zieljahr vollständig. Wärmepumpen (84%) und hybride Wärme-erzeugung (6 %) werden mit einem Marktanteil von insgesamt 90 % am häufigsten in den Gebäuden genutzt. An zweiter Stelle folgen Wärmenetze, die 7 % der Gebäude im Analysegebiet versorgen. Die restlichen 3 % entfallen auf Biomasse. Für die dezentrale Versorgung sind besonders elektrische Wärmepumpen geeignet, je nach Sanierungszustand des Gebäudes auch hybride Wärme-erzeugung und im geringen Umfang Biomasseheizungen. Wärmenetze nehmen eine zunehm- end wichtigere Rolle für die Wärmeversorgung in der Stadt ein. Während heute nur etwa 1 % der Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen sind, steigt dieser Anteil auf fast 7 % im Ziel- jahr. Besonders Gebäude, bei denen die Versorgung mit einer Wärmepumpe (bspw. aufgrund hoher benötigter Vorlauftemperaturen) unwirtschaftlich ist, profitieren von einem Anschluss an ein Wärmenetz.

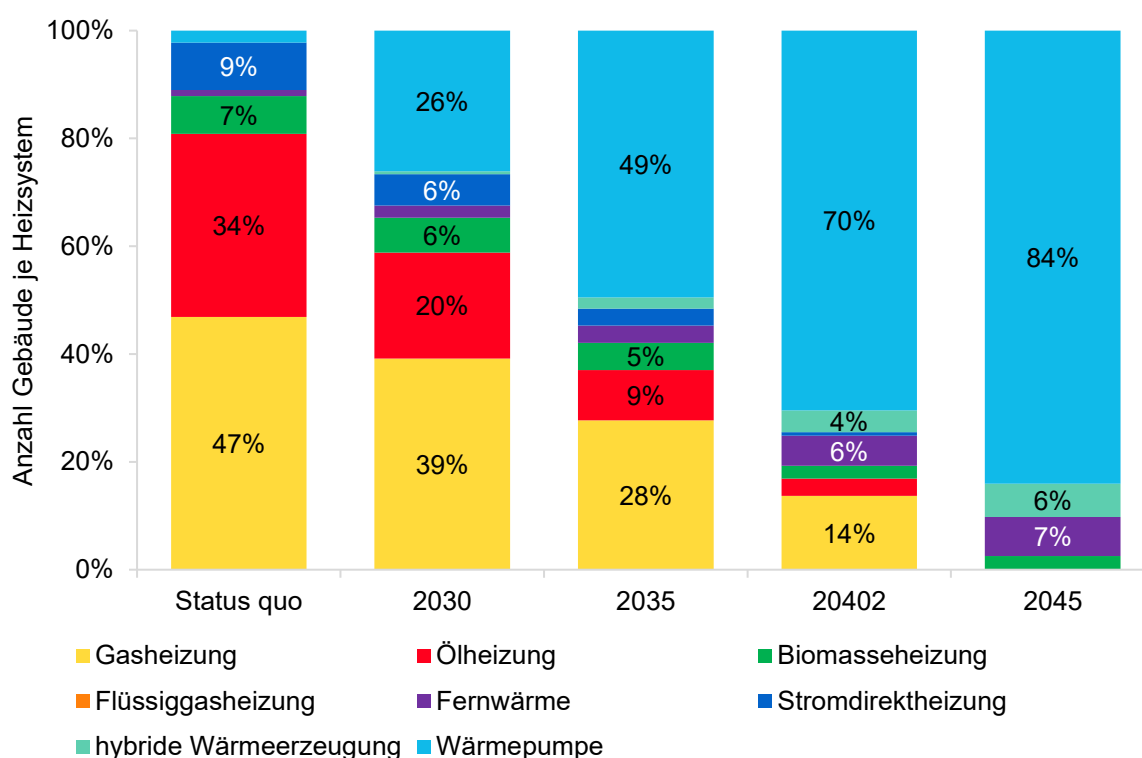


Abbildung 6-9: Anteil der Gebäude je Heizsystem in Prozent, Entwicklung Status quo bis 2045 im Szenario „Zielszenario“. Quelle: Eigene Darstellung

Neben einer Änderung der Marktanteile der einzelnen Heizsysteme gemäß Abbildung 6-9 ist die Entwicklung des Endenergie- und Wärmebedarfs im Zielszenario in Abbildung 6-10 dargestellt. Der Endenergiebedarf für die Wärmebereitstellung sinkt im Zielszenario bis 2045 um insgesamt 65 % auf jährlich 43 GWh. Diese Entwicklung ist im Wesentlichen auf zwei Effekte zurückzuführen. Einerseits werden wenig effiziente Heizsysteme durch moderne, effizientere Heizsysteme ausgetauscht. Hierbei sind insbesondere elektrische Wärmepumpen ausschlag- gebend. Andererseits sorgt auch ein Rückgang des Wärmebedarfs durch umfangreiche

Sanierungsmaßnahmen für einen sinkenden Endenergiebedarf. Es ist anzumerken, dass die Wärmepumpen hier ohne ihren Energiebedarf aus Umweltwärme bilanziert werden und in dieser Darstellung daher der Endenergiebedarf unter dem Wärmebedarf liegt. Der Wärmebedarf der Gebäude im Analysegebiet sinkt parallel von jährlich 114 GWh im Status quo auf jährlich 90 GWh im Zieljahr. Die Wärmebedarfsreduktion von insgesamt 21 % entspricht einer jährlichen Reduktionsrate von ca. 1,0 % über alle Gebäudekategorien hinweg. Gemäß Kapitel 5.2.1 ist das theoretische Sanierungspotenzial deutlich höher. Es sollten daher Maßnahmen ergriffen werden, um die Sanierungsquote zu erhöhen.

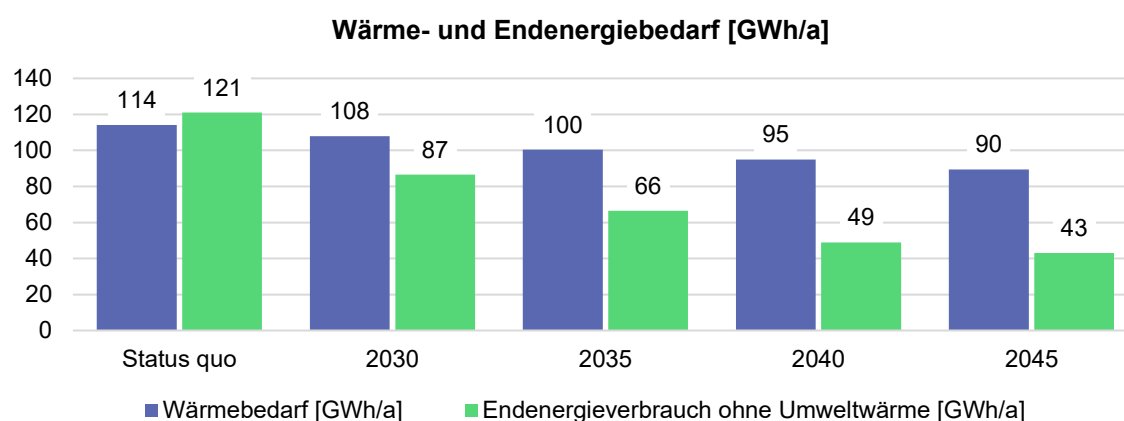


Abbildung 6-10: Entwicklung des jährlichen Wärme- und Endenergiebedarfs in Gigawattstunden pro Jahr, Entwicklung Status quo bis 2045 im Zielszenario. Quelle: Eigene Darstellung

Während der Großteil des Endenergie- und Wärmebedarfs heute noch durch fossile Energieträger gedeckt wird, ist im Zielszenario ein Transformationspfad für eine vollständige Umstellung auf erneuerbare Energieträger skizziert. Die Anteile der einzelnen Energieträger zur Bereitstellung der Wärme sind in Abbildung 6-11 dargestellt. Der Bedarf an fossilem Erdgas und Heizöl verschwindet im Zielszenario bis 2045 vollständig und wird durch Fernwärme, Heizstrom und Biomasse ersetzt. Wärmepumpen liegen mit einem Anteil von 85 % an erster Stelle und stellen den Hauptteil der Wärme bereit. An zweiter Position steht die Fernwärme, die 10 % des Wärmebedarfs bedient. Entgegen der Anzahl der versorgten Gebäude kommt der Fernwärme in dieser Betrachtung eine überproportionale Bedeutung zu, da diese vor allem für größere Abnehmer wie kommunale Liegenschaften, Gewerbegebäude und Mehrfamilienhäuser in Frage kommt. Die Biomasse mit einem Anteil von gut 4 % ist für Gebäude relevant, die nicht die Möglichkeit eines Wärmenetzanschlusses haben und in denen eine Wärmepumpe wirtschaftlich nicht optimal betrieben werden kann. Es ist festzuhalten, dass die Verteilung der dezentralen Heizsysteme ((Hybrid-)Wärmepumpen und Biomasseheizungen) als grobe Indikation und Ergebnis der Modellierung unter den oben angenommenen Parametern zu verstehen ist. Die tatsächliche Rolle und der zukünftige Marktanteil der Biomasse für die Gebäudebeheizung ist nicht planmäßig festlegbar und kann bei einer Änderung der Parameter abweichen.

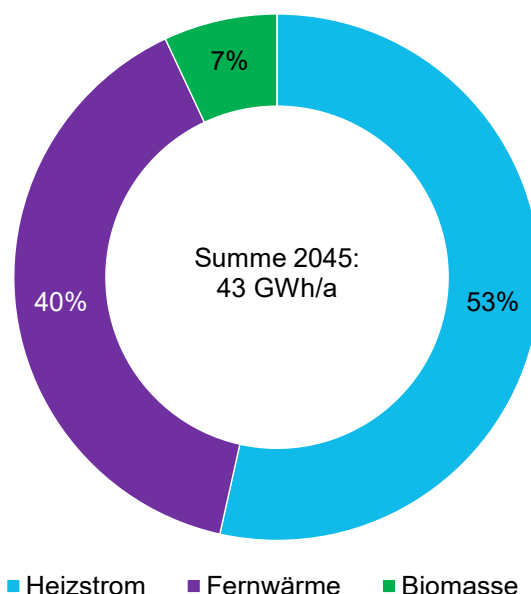


Abbildung 6-11: Anteil am Wärmeenergiebedarf je Energieträger in Prozent im Zieljahr 2045 im Zielszenario.
Quelle: Eigene Darstellung

Bezüglich der THG-Emissionen wird im Zieljahr eine Reduktion von über 94 % gegenüber dem Status quo erzielt. Die Emissionen für die Bereitstellung von Wärme sinken im Jahr 2045 auf jährlich 1.765t CO₂e. Die verbleibenden Emissionen sind auf die Nutzung von Biomasse und Biogas zurückzuführen, die nach dem GEG mit 20 g CO₂e/kWh bzw. mit 123 g CO₂e/kWh für Biogas zu bilanzieren ist.

Tabelle 6-3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Zielszenario.

Jahr	THG-Emissionen	Reduktion ggü. Status quo
	t CO ₂ e	%
Status quo	29.689	
2030	19.144	36
2035	11.858	60
2040	4.177	86
2045	1.765	> 94

6.5 Voraussichtliche Wärmeversorgung

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

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

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

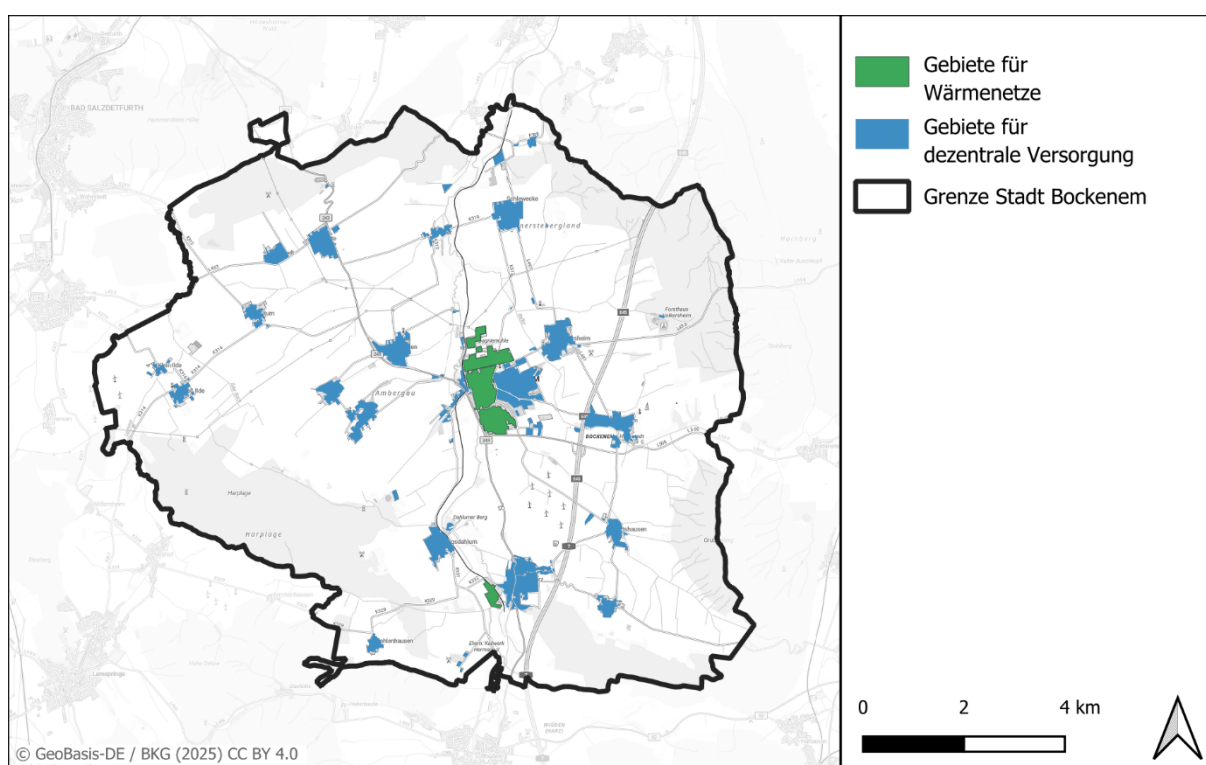


Abbildung 6-12: Einteilung der geplanten Teilgebiete der Stadt Bockenem in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Quelle: Eigene Darstellung

6.6 Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Im Weiteren werden die Wohngebäude in der Stadt Bockenem mit Hinblick auf ihr Baualter, den Sanierungsstatus, die beheizte Fläche und den Gebäudetyp untersucht. Als Datengrundlage dienen Daten der digikoo und Ergebnisse aus der Bestandsanalyse sowie der Bericht zur Deutschen Wohngebäudetypologie des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) [40].

Abgeleitet aus dieser Datengrundlage ergeben sich zwei unterschiedliche mögliche Verfahren zur Ermittlung des Einsparpotenzials: Zum einen über den Sanierungsstatus und zum um anderen über die aktuelle beheizte Fläche.

Für die „Sanierungsstatus-Methode“ werden Angaben der digikoo verwendet, wobei für jedes Gebäude der Sanierungsstatus im Status quo angegeben wird. Es besteht eine Einteilung in die drei Kategorien unsaniert, teilsaniert und vollsaniert. Um einen Vergleich zu einem theoretischen bestmöglich sanierten Zustand ziehen zu können, erfolgt ein Vergleich mit der Deutschen Wohngebäudetypologie des IWU. Die Zuordnung zur Wohngebäudetypologie erfolgt mit Hilfe der Baualtersklasse und des Gebäudetyps (Ein- oder Mehrfamilienhaus). Die Deutsche Wohngebäudetypologie gibt für jeden Gebäudetyp an, wie viel Prozent des Wärmebedarfs (inkl. Warmwasser) bei einer Verbesserung von unsaniert zu saniert bzw. von teilsaniert zu saniert eingespart werden kann. Auf diese Weise lässt sich pro Gebäude eine maximal mögliche Einsparung ermitteln.

Für die „Flächen-Methode“ wird der spezifische Wärmebedarf pro Wohngebäude im Status quo verwendet. Dieser basiert auf den Wärmebedarfen, die im Zuge der Bestandsanalyse ermittelt wurden, sowie auf der beheizten Fläche pro Gebäude, die auf Angaben der digikoo beruht. Der Vergleich zu einem bestmöglich sanierten Zustand erfolgt erneut mit Hilfe der Deutschen Wohngebäudetypologie des IWU. Die Deutsche Wohngebäudetypologie gibt für jeden Gebäudetyp den geringstmöglichen spezifischen Wärmebedarf (inkl. Warmwasser) in saniertem Zustand an. Die Differenz des Wärmebedarfs im Status quo mit dem geringstmöglichen Wärmebedarf gem. des entsprechenden Gebäudetyps in der Deutschen Wohngebäudetypologie beschreibt die maximal mögliche Einsparung durch Sanierung für jedes Gebäude.

Die mögliche Einsparung durch Sanierung wird für alle Wohngebäude im Stadtgebiet anhand beider Methoden berechnet. Die Ergebnisse der Wohngebäude werden auf die Teilgebiete aggregiert und im Verhältnis zum gesamten Wärmebedarf der Teilgebiete gesetzt. Die Ergebnisse beider Methoden werden gleichwertig gewichtet und der Mittelwert des maximal möglichen Einsparpotenzials pro Teilgebiet wird kartografisch dargestellt (vgl. Abbildung 6-13).

Das Potenzial wird in drei Stufen dargestellt: Teilgebiete mit einem niedrigen Potenzial (gelb) sind in der Regel überwiegend durch Neubauten bzw. vollsanierten Wohngebäuden geprägt und weisen ein maximales Potenzial von 25 % auf. Die darauffolgende Kategorie beinhaltet Teilgebiete mit einem mittleren Potenzial von 25 bis 50 % (grün). Diese Kategorie ist geprägt von teilsanierten bzw. einer Mischung aus vollsanierten und unsanierten Wohngebäuden. Das höchste Einsparpotenzial weisen die Teilgebiete in dunkelblau auf. Diese sind geprägt von unsanierten bzw. einem geringen Anteil an teil- und vollsanierten Wohngebäuden und erlauben eine Einsparung von mindestens 50 % im Vergleich zum aktuellen Wärmebedarf.

Anhand der Ergebnisse werden gem. § 18 Abs. 5 Nr. 2 WPG die Teilgebiete hervorgehoben, die ein hohes Potenzial zur Energieeinsparung besitzen und in denen ein primärer Fokus auf die Sanierung gelegt werden sollte. In der Stadt Bockenem wurden die Teilgebiete Bockenem Ost, Volkersheim und Bornum Bhf. ermittelt.

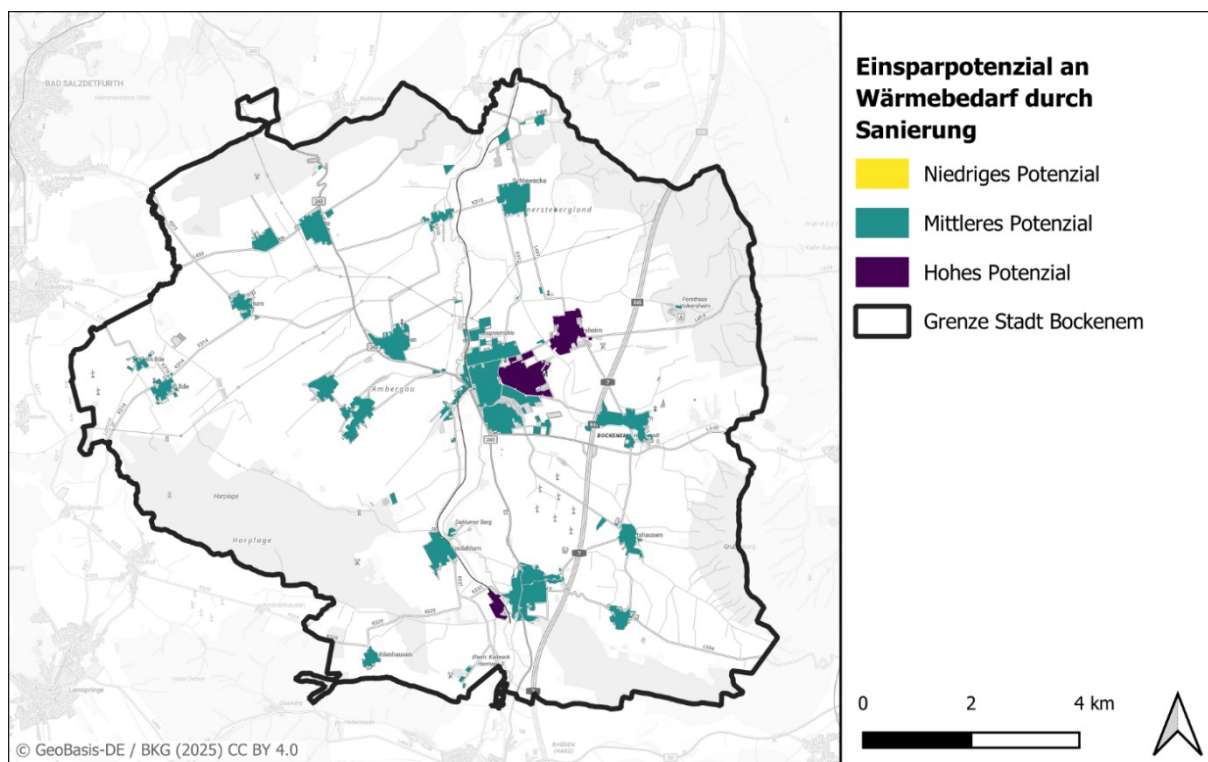


Abbildung 6-13: Einsparpotenzial an Wärmebedarf durch Sanierung. Quelle: Eigene Darstellung

7 Maßnahmen

Die Konzeption einer klimaneutralen Wärmeversorgung, im Kontext der übergeordneten politischen Vorgabe zur Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2045, beruht in der Stadt Bockenem auf folgenden Aussagen:

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

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

7.1 Streckbriefe für einzelne Maßnahmen

Die Maßnahmen werden nach drei Kriterien bewertet: Der personelle bzw. kostentechnische Aufwand, der Effekt bezüglich THG-Einsparung – sofern er quantifizierbar ist – und der erwartete Umsetzungszeitraum. Jede Maßnahme erhält je Kriterium 1 bis 3 Punkte, wobei der Effekt auf die THG-Einsparung doppelt gewichtet ist. Aus dem Mittelwert der drei Kriterien ergibt sich dann eine Gesamtbewertung der Maßnahme.

Insgesamt wurden 17 Maßnahmen in der Arbeitsgruppe vorgestellt und diskutiert. Daraus wurden zehn Maßnahmen ausgewählt, die hinsichtlich des Zielszenarios sinnvoll sind und die Bürger:innen bestmöglich unterstützen.

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

Tabelle 7-1: Kostenlose initiale Energieberatung

Maßnahme 1: Kostenlose initiale Energieberatung		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ● ●
			Gesamtbewertung	● ● ●
Ziel	Bürger:innen vor Ort über effiziente Energieeinsparmaßnahmen informieren.			
Beschreibung	<p>Die Kommune in Zusammenarbeit mit der Klimaschutzagentur Hildesheim und der Verbraucherzentrale bietet kostenlose Erstgespräche zum Thema „Energetische Sanierung“ an. Diese bieten eine niederschwellige Möglichkeit, sich dem Thema zu nähern und liefern erste Anhaltspunkte für die Bürger:innen, wie kosteneffizient der eigene Wärmebedarf reduziert werden kann. Termine können im Beratungsstützpunkt Im Rathaus von Bockenem vereinbart werden</p> <p>Aufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Kommune soll in Zusammenarbeit mit der Klimaschutzagentur Hildesheim kostenlosen Initialberatung fortführen und dieses aktiv bewerben. Die Bürgerinnen und Bürger über technische Möglichkeiten und Fördermöglichkeiten informieren. https://klimaschutzagentur-hildesheim.de/clever-heizen-anmeldung/ 			
Akteure	kommunale Verwaltung, Klimaschutzagentur Hildesheim, Politik, Private Hauseigentümer:innen, Wohnungswirtschaft			
Zeithorizont	kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Reduktion des Endenergiebedarfs			

Tabelle 7-2: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Kernstadt

Maßnahme 2: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Kernstadt		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Machbarkeitsstudien für das Teilgebiet Kernstadt Bockenem auf Basis von Abwärme aus Biogasanlagen und Großwärmepumpen, um Planungssicherheit für die Anwohner zu schaffen.			
Beschreibung	<p>Das Stadtzentrum (Kernstadt) ist auf Grund der Wärmeliniedichte und der Vielzahl an Ankerkunden für eine Wärmenetzversorgung wahrscheinlich geeignet. Zusätzlich gibt es aufgrund von Denkmalschutzaufgaben und der überwiegend alten Gebäudestruktur wenig Alternativen zu einer Leitungsgebunden zentralen Wärmeversorgung.</p> <p>Um die wirtschaftliche und technische Machbarkeit detailliert zu prüfen, sollte eine Vorstudie durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Vorstudie werden mögliche Versorgungskonzepte gegeneinander abgewogen und Baukosten, Erzeugungskosten und ein möglicher Wärmepreis für den Endkunden ermittelt.</p> <p>Um Planungssicherheit zu erreichen, kann ein Investor im Rahmen einer Modul 1 Studie nach der „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ konkretere Planungen anstoßen und sich diese mit bis zu 50 % fördern lassen.</p> <p>Ein Wärmenetz für das gesamte Teilgebiet mit einer Anschlussquote von 60 % kostet gemäß überschlägiger Netzkostenberechnung ca. 6,5 Mio. € zzgl. ca. 5,8 Mio. € für die Wärmeerzeugung. Das Projekt könnte mit bis zu 40 % Förderung erhalten.</p> <p>Die Stadt kann hierfür die Ergebnisse der Wärmeplanung zur Verfügung stellen, und bei der Vermittlung von möglichen Ankerkunden unterstützen. Auch sollte, soweit wirtschaftlich vertretbar, die Stadt selbst als möglicher Ankerkunde auftreten und Flächen für Wärmeprojekte zur Verfügung stellen.</p> <p>Aufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none">• Bereitstellung der Wärmebedarfsdaten für eine Machbarkeitsstudie• Klärung der Wärmeerzeugung/der Betreiberfrage			
Akteure	kommunale Verwaltung, Investor Wärmenetz			
Zeithorizont	kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit des Wärmenetzes und Planungssicherheit für Anwohner:innen von Bockenem			

Tabelle 7-3: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Süd

Maßnahme 3: Machbarkeitsstudien Wärmenetzkonzept Süd		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Erstellung eines Konzepts für die Wärmeversorgung der Südstadt auf Basis von Abwärme aus Biogasanlagen und Großwärmepumpen, um Planungssicherheit für die Anwohner zu schaffen.			
Beschreibung	<p>Der südliche Stadtbereich von Bockenem, der unter anderem das Freibad und die Oberschule umfasst, eignet sich unter bestimmten Voraussetzungen für die Versorgung über ein Wärmenetz. Die Wärmebereitstellung kann beispielsweise durch die bestehende Biogasanlage, Solarthermie sowie Großwärmepumpen erfolgen.</p> <p>Um die wirtschaftliche und technische Machbarkeit im Detail zu prüfen, sollte eine Vorstudie durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Studie werden verschiedene Versorgungskonzepte miteinander verglichen und dabei Baukosten, Erzeugungskosten sowie ein möglicher Wärmepreis für Endkundinnen und Endkunden ermittelt.</p> <p>Für eine verlässliche Planung kann ein Investor im Rahmen einer Modul-1-Studie nach der „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ weiterführende Planungen anstoßen und sich diese mit bis zu 50 % fördern lassen.</p> <p>Ein Wärmenetz für den gesamten südlichen Stadtteil von Bockenem mit einer Anschlussquote von 60 % würde gemäß einer überschlägigen Netzkostenberechnung rund 2,7 Mio. € kosten zzgl. 3,2 Mio. € für die Wärmeerzeugung– abzüglich einer möglichen Förderung von bis zu 40 %.</p> <p>Aufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none">• Bereitstellung der Wärmebedarfsdaten für die Machbarkeitsstudie• Durchführung einer Wärmenetzstudie• Klärung der Betreiberfrage			
Akteure	kommunale Verwaltung, Investor Wärmenetz, Wärmekunden im möglichen Netzgebiet			
Zeithorizont	kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit des Wärmenetzes und Planungssicherheit für Anwohner:innen von Bockenem			

Tabelle 7-4: Netzverdichtung und Ausbau des Wärmenetzes BEA Power-Plant GmbH und Co. KG

Maßnahme 4: Netzverdichtung und Ausbau des Wärmenetzes BEA Power-Plant GmbH und Co. KG		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Das bestehende Wärmenetz im Norden (Gewerbegebiet) von Bockenem ausbauen und verdichten.			
Beschreibung	<p>Die BEA Power-Plant GmbH & Co. KG plant die Erweiterung und Nachverdichtung des bestehenden Wärmenetzes in südlicher Richtung. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit über eine Biogasanlage. Sollte der Wärmebedarf im Versorgungsgebiet steigen, kann zusätzlich Wärmeenergie durch den Einsatz von Großwärmepumpen bereitgestellt werden.</p> <p>Das Projekt ist derzeit pausiert und sollte reaktiviert werden, um die klimafreundliche Wärmeversorgung in Bockenem weiter voranzutreiben.</p> <p>Der Ausbau des Netzes sowie der Bau zusätzlicher Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien können über die „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)“ gefördert werden.</p> <p>Aufgaben der Kommune:</p> <ul style="list-style-type: none">• Bereitstellung der Wärmebedarfsdaten für eine Machbarkeitsstudie• Anschluss öffentlicher Gebäude als Ankerkunde zur Erhöhung der Anschlussquote• Ausweisung des Gebiets als Wärmenetzgebiet gemäß Wärmeplanungsgesetz (WPG) zur Schaffung von Planungssicherheit für Anwohner (kein Anschluss- und Benutzungszwang)• Durchführung von Informationsveranstaltungen zur Förderung der Akzeptanz und Beteiligung der Bevölkerung			
Akteure	Kommunale Verwaltung, BEA Power-Plant GmbH und Co. KG, Wärmekunden im möglichen Netzgebiet			
Zeithorizont	kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Akzeptanz und Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit des Wärmenetzes und Planungssicherheit für Anwohner:innen von Bockenem			

Tabelle 7-5: Pilotstudie zum Wärmekonzept auf Quartiersebene

Maßnahme 5: Pilotstudie zum Wärmekonzept auf Quartiersebene		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Darstellung der Wirtschaftlichkeit eines Quartierswärmekonzept, um diese Lösung zu bewerben.			
Beschreibung	Nicht für jedes Gebiet kommt ein flächendeckendes Wärmenetz wirtschaftlich in Frage. Dennoch kann es Gründe geben, dass eine kleine Netzlösung geeigneter ist als eine vollständig dezentrale Lösung, wie z.B. Platzmangel oder geologische Einschränkungsgründe für Geothermie. Im Rahmen einer Pilotstudie sollen technische Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit sowie Fragen zum Betrieb geklärt werden, um den Bürgern die Möglichkeit zu geben, selbst aktiv zu werden. Durchführung der Studie für ein Pilotquartier.			
Akteure	kommunale Verwaltung, Fachplaner, Öffentlichkeit			
Zeithorizont	kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Beschleunigung und Sicherheit für die Umsetzung von Energieprojekten.			

Tabelle 7-6: Beratungsinitiative Energiegenossenschaft

Maßnahme 6: Beratungsinitiative Energiegenossenschaft		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Möglichkeiten für lokalen Netzbetrieb aufzeigen			
Beschreibung	<p>Viele Wärmenetze scheitern nicht an dem technischen Potenzial für ein Wärmenetz, sondern an einem fehlenden Netzbetreiber. Energiegenossenschaften können diese Rolle übernehmen. Im Rahmen einer Informationskampagne soll die Öffentlichkeit über dieses Thema aufgeklärt werden. Welche Möglichkeiten habe ich als Bürger? Wie kann eine Genossenschaft gegründet werden? Welche Vor- und Nachteile bietet es?</p> <p>Aufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none">• Schaffung geeigneter Information– und Beteiligungsformate• Unterstützung der Initiativen• Vorstellen in Ausschüssen des Rates			
Akteure	kommunale Verwaltung, Genossenschaftsverband, ggf. ein Dienstleister, der bei der Gründung von lokalen Initiativen unterstützt			
Zeithorizont	kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit von sinnvollen Wärmeprojekten			

Tabelle 7-7: Aktivierung / Einbeziehung lokale Handwerkerschaft, Berater und Dienstleister

Maßnahme 7: Aktivierung / Einbeziehung lokale Handwerkerschaft, Berater und Dienstleister		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Förderung der lokalen Wertschöpfung und der Bewerbung von Ausbildungsplätzen in Handwerksberufen der Wärmewende			
Beschreibung	<p>Die Aktivierung und Einbeziehung lokaler Handwerksbetriebe, Berater und Dienstleister in der kommunalen Wärmeplanung stärkt die regionale Wertschöpfung und schafft Arbeitsplätze vor Ort. Sie sorgt für eine praxisnahe Umsetzung von Maßnahmen, da lokale Akteure mit den Gegebenheiten und Bedürfnissen der Kommune vertraut sind. Zudem fördert sie die Akzeptanz und das Vertrauen der Bevölkerung in die Wärmewende durch sichtbare Beteiligung bekannter Unternehmen aus der Region.</p> <p>Die Kommune unterstützt bei Vermittlung von Informations- und Beratungsangeboten durch Kooperation mit Schulen zur Informationsverbreitung der Wärmewende und potenziellen Tätigkeitsfeldern Veröffentlichung von lokalen Handwerksbetrieben im Branchenbuch auf der Homepage der Stadt, regelmäßige Leistungsschau des Handwerks, inklusive Vorstellung lokaler Berater, Bürgerenergiegenossenschaften, Wärmenetzbetreiber etc.</p>			
Akteure	kommunale Verwaltung, lokale Handwerkerschaft aus Heizungs-/Sanitär- und Baugewerbe			
Zeithorizont	kurzfristig			
Wirkung	Beschleunigung und Sicherheit für die Umsetzung von Energieprojekten.			

Tabelle 7-8: Förderung/Erhalt Biogasanlagen und Wärmepotenzial prüfen

Maßnahme 8: Förderung/Erhalt Biogasanlagen und Wärmepotenzial prüfen		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Das Potenzial der bestehenden Biogasanlagen mit Wärmekonzept sollte erhalten und optimiert werden.			
Beschreibung	Das Potenzial der Biogasanlagen in Bockenem sollte weiter gefördert bzw. erhalten werden. Durch z.B. einen Ausbau der Anlage zu flexiblen Speicherkraftwerken kann die Wirtschaftlichkeit erhöht und die Abwärme in einem Wärmenetz sinnvoll eingesetzt und das Stromnetz entlastet werden. Die Kommune sollte Kontakt zu den Betreibern der Biogasanlagen aufnehmen und sich über aktuelle Planungen unterrichten lassen. Außerdem kann die Kommune den Betreiber bei notwendigen Genehmigungen unterstützen und zwischen Betreiber und möglichen Ankerkunden vermitteln.			
Akteure	kommunale Verwaltung, Biogasanlagenbetreiber			
Zeithorizont	kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Stärkung der Energiequelle Biogas als Wärme und Stromquelle			

Tabelle 7-9: Kontakt zu Akteuren über bspw. „Energiesammtische“ halten

Maßnahme 9: Kontakt zu Akteuren über bspw. „Energienstammtische“ halten		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ●
			Gesamtbewertung	● ●
Ziel	Fortführung des Austauschs mit wichtigen Akteuren auch außerhalb der kommunalen Wärmeplanung.			
Beschreibung	Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden wichtige Akteure identifiziert und der Kontakt hergestellt. Damit diese Kontakte nicht verloren gehen und der Prozess nach Abschluss der Wärmeplanung in der Umsetzungsphase weiterhin konstruktiv begleitet werden kann, soll ein Austauschformat geschaffen werden, bei den regelmäßig energiewirtschaftlichen Themen besprochen werden können. Dies kann z. B. im Rahmen des bestehenden Unternehmerfrühstücks oder in einem neuen Format wie einem Energienstammtisches erfolgen.			
Akteure	kommunale Verwaltung, relevante Akteure und Stakeholder, Unternehmen			
Zeithorizont	kurz- bis mittelfristig			
Wirkung	Hemmnisse bei Fragen der Wärmewende reduzieren			

Tabelle 7-10: Kommune als Ansprechpartner und Koordinatorin der Wärmewende

Maßnahme 10: Kommune als Ansprechpartner und Koordinatorin der Wärmewende		Bewertung	Aufwand (Kosten / Personal)	● ●
			Effekt (THG-Einsparung)	● ● ●
			Zeitplan (kurz- bis langfristig)	● ● ●
			Gesamtbewertung	● ● ●
Ziel	Kommune als Ansprechpartnerin und Koordinatorin der Wärmewende stärken sowie den Kontakt zu allen relevanten Akteuren halten.			
Beschreibung	Die Stadt muss eine zentrale Rolle bei der Planung, Steuerung und Umsetzung der Wärmewende vor Ort übernehmen. Sie ist nicht nur passiver Verwaltungsakteur, sondern aktiv gestaltende Instanz. Mit der Durchführung dieser Maßnahme soll die Kommune in der Koordination zu Anfragen aus der Bürgerschaft oder GHDI* gestärkt werden. Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Benennung konkreter Personen / Kanäle in der Kommunalverwaltung für Anfragen / Initiativen aus der Bürgerschaft oder GHDI *(Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie)• Stärkere Vernetzung mit der Klimaschutzagentur und stärkere Nutzung bestehender Angebote zur Informationsvermittlung und Beratung der kommunalen Verwaltung sowie Vermittlung von Angeboten an die Bürgerschaft.			
Verantwortliche Akteure	kommunale Verwaltung, ggf. externe Akteure der Kommune / des Landkreises / des Landes			
Zeithorizont	kurzfristig			
Wirkung	Hemmnisse bei Fragen der Wärmewende reduzieren			

7.2 Fokusgebiete Wärmenetze

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

- Teilgebiet Bockenem Gewerbe
- Teilgebiet Bockenem Kern
- Teilgebiet Bockenem Süd

Die Gebiete wurden ausgewählt, da sie aufgrund ihrer Gebäudestruktur eine gute Übertragbarkeit auf weitere Quartiere aufweisen. Zusätzlich weist insbesondere das Fokusgebiet Kern (Altstadt) ein überdurchschnittlich hohes Gebäudealter auf, was zu einem hohen Reduktionspotenzial des Wärmebedarfs führt.

Des Weiteren befinden sich in den Gebieten mehrere Biogasanlagen sowie bestehende Wärmenetze, wodurch eine kurz- bis mittelfristige Realisierbarkeit der Maßnahmen möglich ist.

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

7.2.1 Fokusgebiet Bockenem Gewerbe

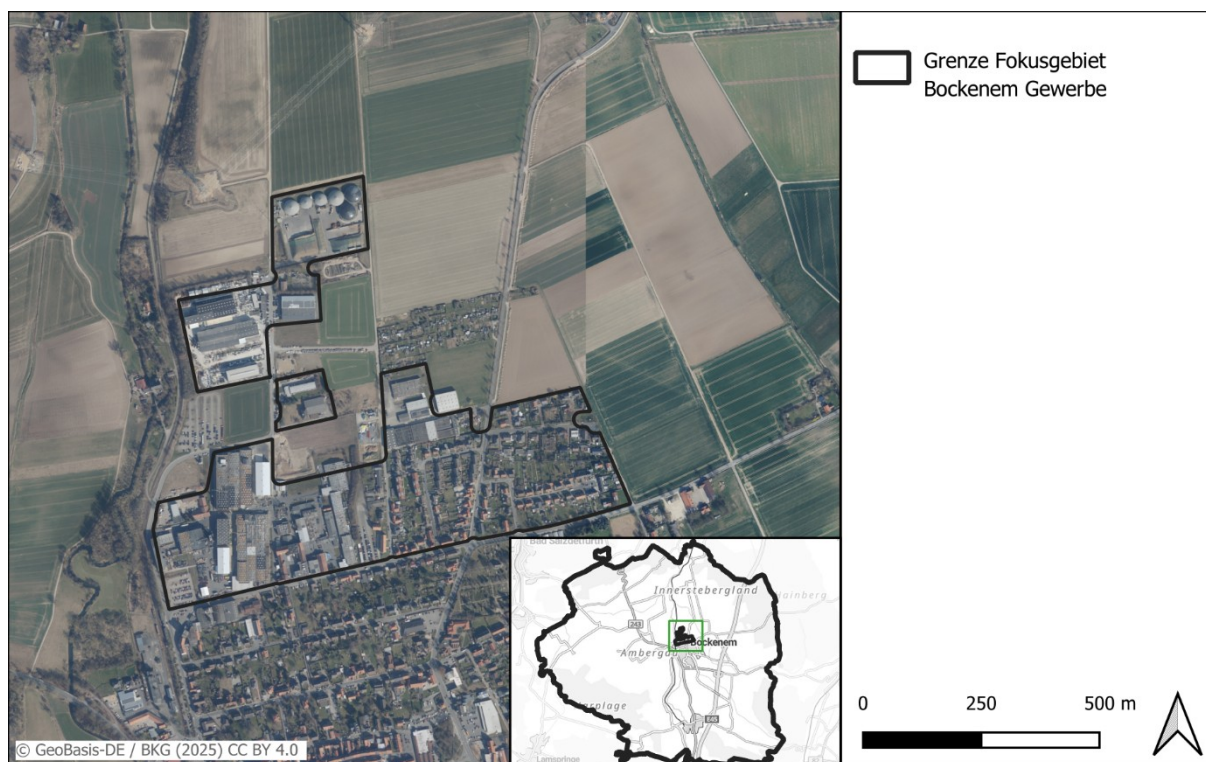


Abbildung 7-1: Verortung des Fokusgebietes Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 7-11: Zusammenfassung Fokusgebiet Bockenem Gewerbe.

Lage	Nördlich der Altstadt. Am Rande des Kernorts Bockenem.
Gebäudestruktur	<ul style="list-style-type: none"> 76 % Wohngebäude 24 % Gewerbe/Industrie
Heizungsalter	<ul style="list-style-type: none"> 22 % jünger als 10 Jahre 37 % 11 bis 20 Jahre 42 % 20 bis über 30 Jahre
Lokale Potenziale	<ul style="list-style-type: none"> Freiflächen Solarthermie Biogasanlagen im Gebiet
Endenergiebedarf	<ul style="list-style-type: none"> Gesamt: 27 GWh Wohngebäude: 4 GWh Industrie/Gewerbe: 23 GWh
Wärmeabgabe/-leistung	26.000 MWh und 13.000 kW Leistung
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> Abwärme aus Biogas KWK Umweltenergie

Förderungen und Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • BEW 1 • Weitere siehe Maßnahmen Kapitel
Durchschnittliche Wärmeliniendichte	5,30 MWh/(m*a)
Trassenlänge bei Vollanschluss (ohne Hausanschluss)	3.700 m

Die Gebäudestruktur des Fokusgebiets Bockenem Gewerbe ist durchmischt (vgl. Abbildung 7-2). In der Darstellung sind die Gebäude auf Baublockebene aggregiert, wodurch die überwiegende Struktur je Baublock gezeigt wird. Das Gebiet weist, eine heterogene Struktur auf bestehend aus Einfamilienhäusern- und Industriegebäuden.

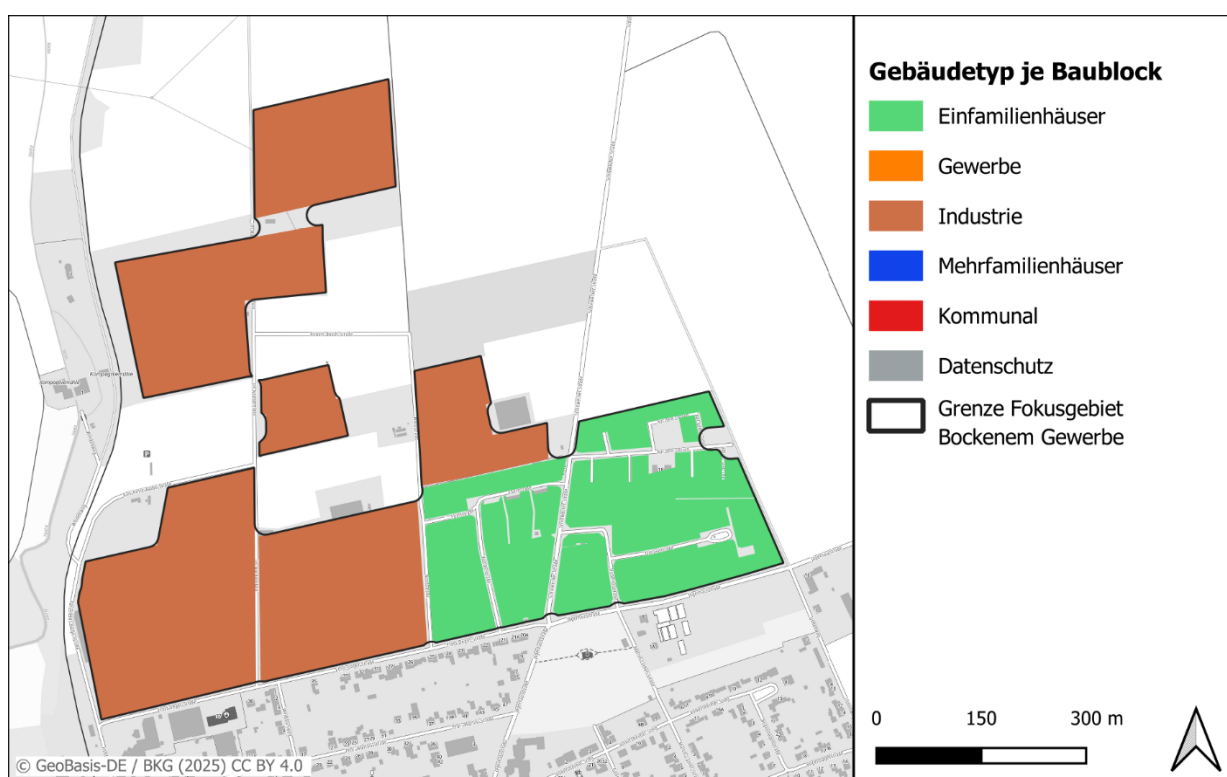


Abbildung 7-2: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung

Das Fokusgebiet Bockenem Gewerbe umfasst insgesamt 193 Gebäude. Das Fokusgebiet ist überwiegend durch Wohngebäude geprägt und knapp 76 % aller Gebäude sind entweder Einfamilien- oder Mehrfamilienhäuser. Die meisten Gebäude weisen ein hohes Alter auf da sie zwischen 1919 bis 1957 (45 %), gefolgt von Gebäuden, die in den Jahren 1958 bis 1977 erbaut wurden (23 %, vgl. Abbildung 7-3). Das Heizungsalter im Fokusgebiet ist hoch, Heizungen mit einem Alter von über 20 Jahre bilden die Mehrheit (42 %, vgl. Abbildung 7-4).

Insgesamt beläuft sich der Wärmebedarf des Fokusgebiets Bockenem Gewerbe im Status Quo auf ca. 27 GWh/a. Davon fallen 3 GWh/a auf Wohngebäude und 23 GWh/a auf Gewerbe- und Industriegebäude. Bereits heute werden durch das bestehende Wärmenetz der BEA Power-Plant 11 GWh/a bereitgestellt.

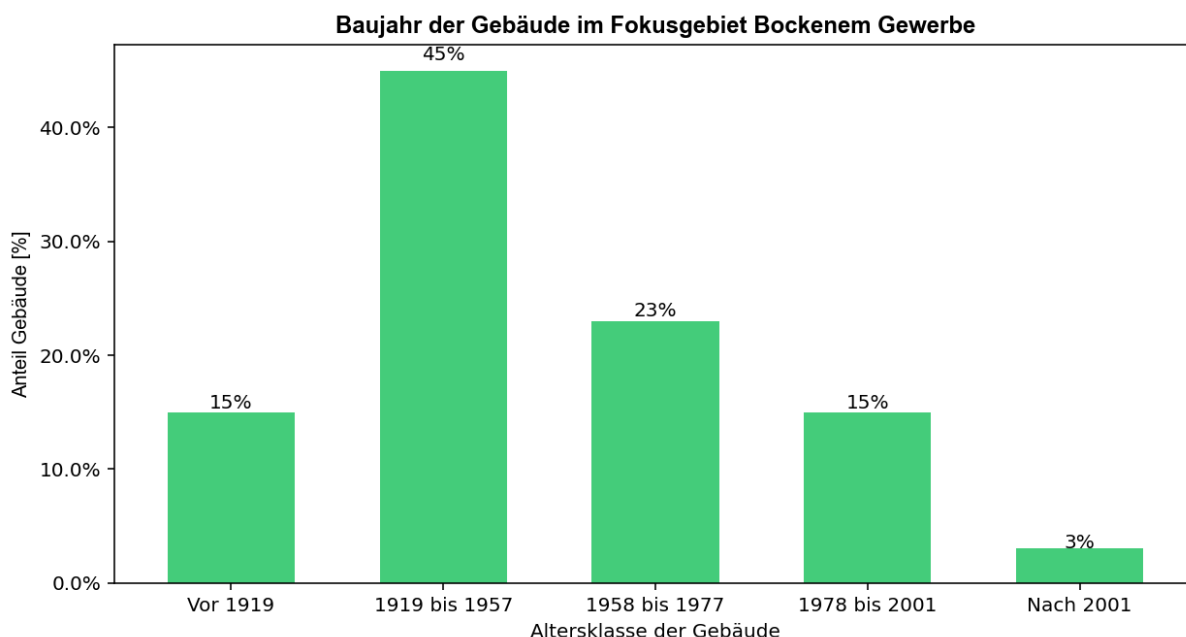


Abbildung 7-3: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung.

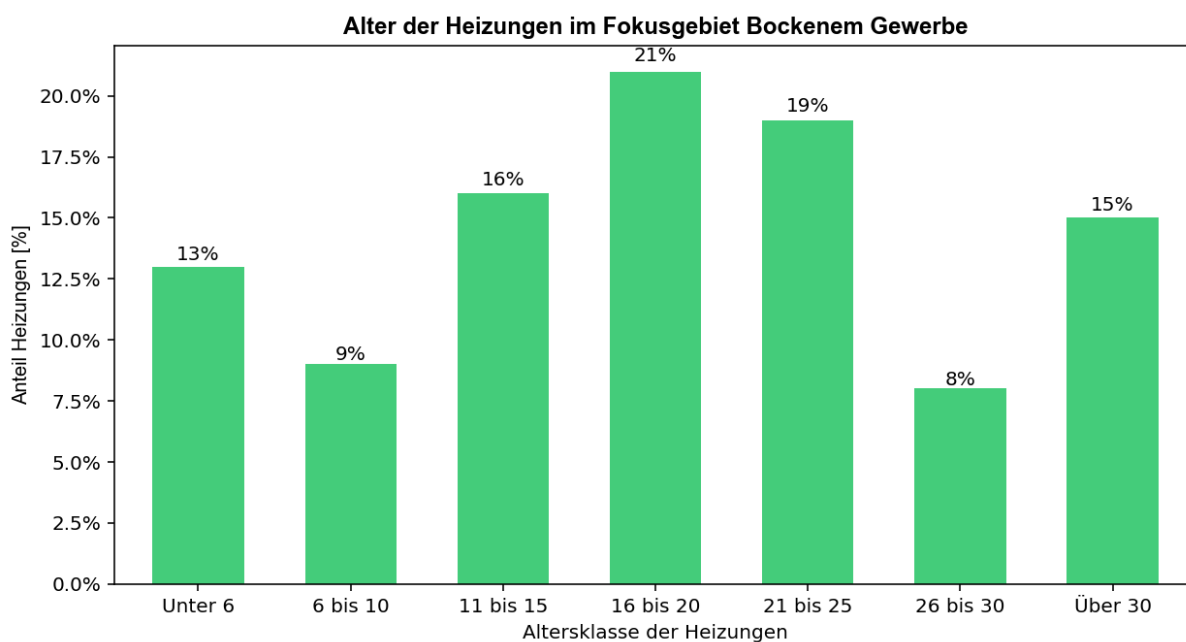


Abbildung 7-4: Heizungsaltersklassen im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung.

Die oberflächliche Eignung eines Wärmenetzes kann anhand der Wärmeliniedichte (WLD) abgeschätzt werden. Für das Fokusgebiet Bockenem Gewerbe ist die WLD in Abbildung 7-5 gegeben. Die Gewerbe- und Industriegebäuden haben einen großen Einfluss auf die WLD. Im Westen zeigen sich hohe Werte mit über 3 MWh pro Trassenmeter. In diesen Bereichen wurde auch das bestehende Wärmenetz bereits verlegt. Im Gegensatz dazu steht der östliche Teil, der aufgrund der dünnen Bebauung durch Einfamilienhäuser eine geringe WLD aufweist.

Zudem befinden sich in der Nähe der Gewerbe- bzw. Industriegebäude mehrere Biogas KWK-Anlagen und Wärmespeicher die aktuell die Versorgung des Wärmenetzes übernehmen bzw. zukünftig auch darüber hinaus genutzt werden könnten.

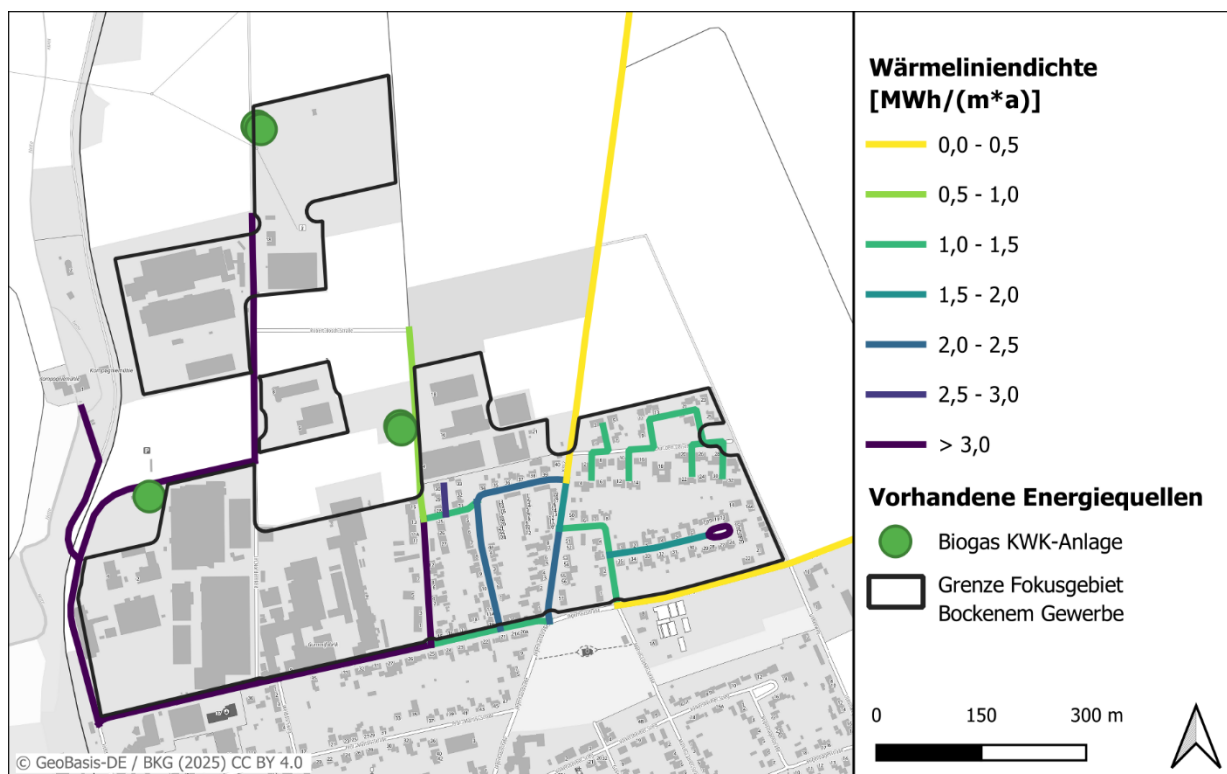


Abbildung 7-5: Wärmelinien-dichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr und potenzielle Abwärmepotenziale im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung

Mit dem in Kapitel 6 definierten Zielszenario und den theoretisch berechneten Wärmenetz-kosten zeigt sich eine Entwicklung für das Fokusgebiet, um die gesetzten Ziele zur Reduzierung der Treibhausgasemission zu erreichen. Im Zieljahr wird erwartet, dass ca. 30 % des End-energiebedarfes der Wohngebäude durch ein Wärmenetz gedeckt wird, dezentrale Wärmepumpen mit einem Anteil am Endenergiebedarf von 70 % (vgl. Abbildung 6-4). Bisher werden die nördlichen und östlichen Teile bereits durch ein Wärmenetz versorgt. Dieses verwendet Abwärme aus Biogas KWK-Anlagen zur Wärmeversorgung. Die Wärmeversorgung im Wärmenetz kann durch eine Ergänzung um zusätzlich Kraftwärmekopplungsanlagen, Wärmepumpen mit z.B. Abwasser als Wärmequelle und einen Wärmespeicher gewährleistet werden.

In der nachfolgenden Abbildung 7-6 ist das Fokusgebiet in vier kleinere Teilgebiete aufgeteilt worden, um eine Priorisierung in Teilschritten zu ermöglichen. Die Werte für den Wärmeverbrauch wurden nur mit den Daten aus Ein- oder Mehrfamilienhäusern und Gewerbegebäuden erstellt. Die höchste Wärmedichte und -liniendichte zeichnet sich im südlichen Gebiet ab mit ca. 1.128 MWh/(ha*a) welches bereits heute zum Teil aus einem Wärmenetz versorgt wird.

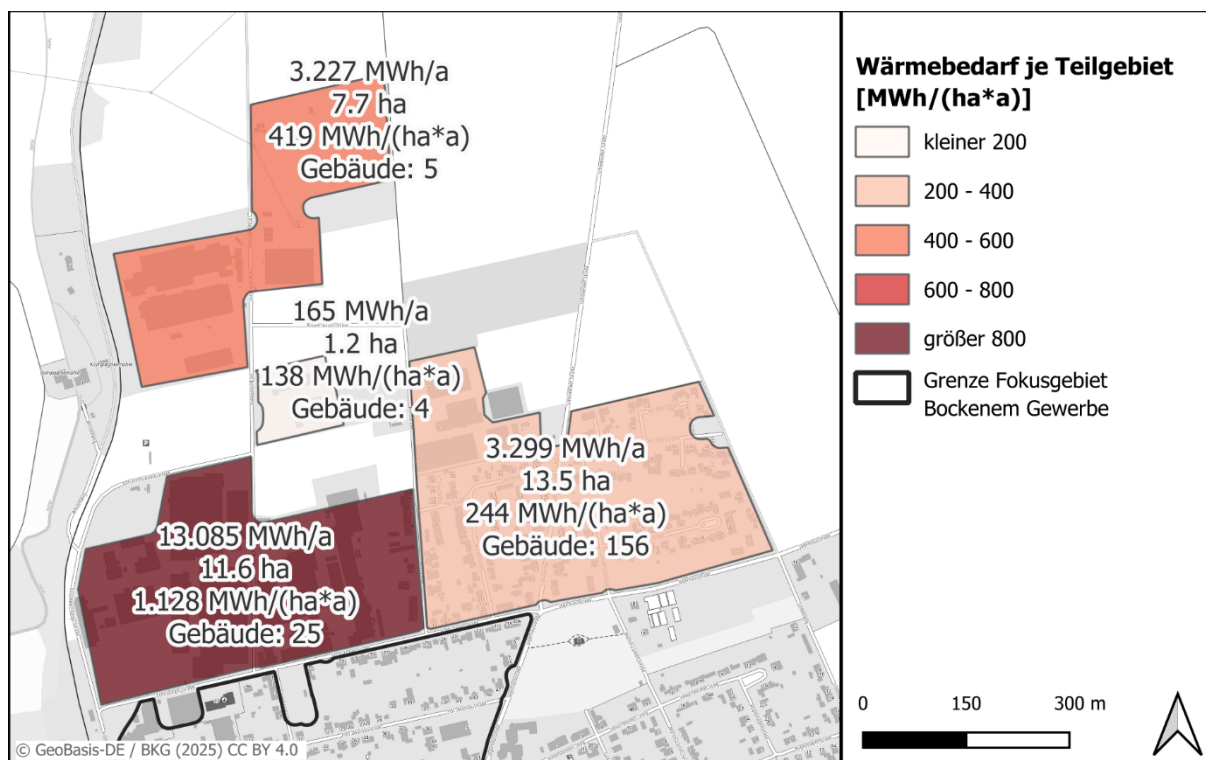


Abbildung 7-6: Wärmebedarf der Teilgebiete im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe. Quelle: Eigene Darstellung

In den nächsten Jahren sinkt der Anteil von Gas und Öl am Endenergiebedarf bis er 2045 sein Minimum erreicht. Die beiden fossilen Energieträger werden durch den Energieträger Strom, in Form von dezentralen Wärmepumpen abgelöst und durch das potenzielle Wärmenetz. Die Nachfolgende Abbildung 7-7 zeigt die Entwicklung des Endenergiebedarfes des Fokusgebietes sowie innerhalb des Wärmenetzes. Mit betrachtet wird die Sanierung, wodurch der generelle Endenergiebedarf abnimmt.

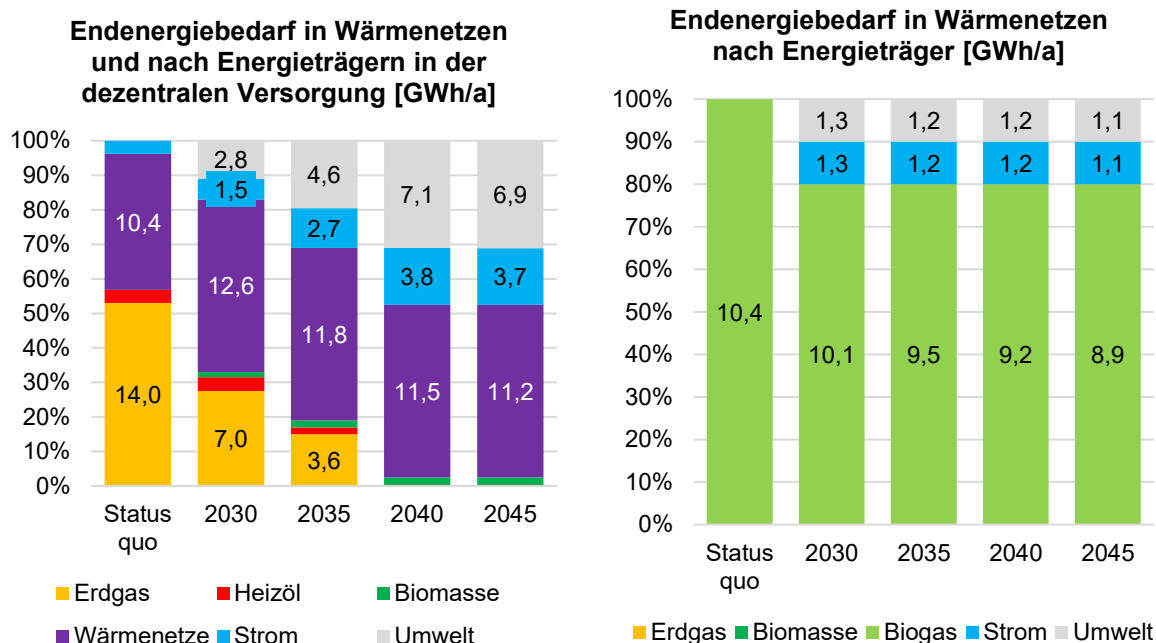


Abbildung 7-7: Entwicklung des Endenergiebedarfes im Wärmenetz und im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe in Gigawattstunden pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung

Die Abbildung 7-8 unterstreicht die Notwendigkeit für den Wechsel einer gasbasierten Gebäudeheizung zu einer elektrisch bzw. durch zentrale Wärmeversorgung basierenden Gebäudeheizung zu wechseln, um die Treibhausgasemission bis zum Zieljahr 2045 zu reduzieren. Das Fokusgebiet beginnt bei ca. 3.190 t CO₂e/a durch die Umstellung von den dezentralen Gasheizungen auf das Wärmenetz nehmen die Treibhausgasemission stetig ab. Eine abrupte Abnahme ist nicht möglich, da die Treibhausgasemission von dem deutschen Strommix abhängig ist.

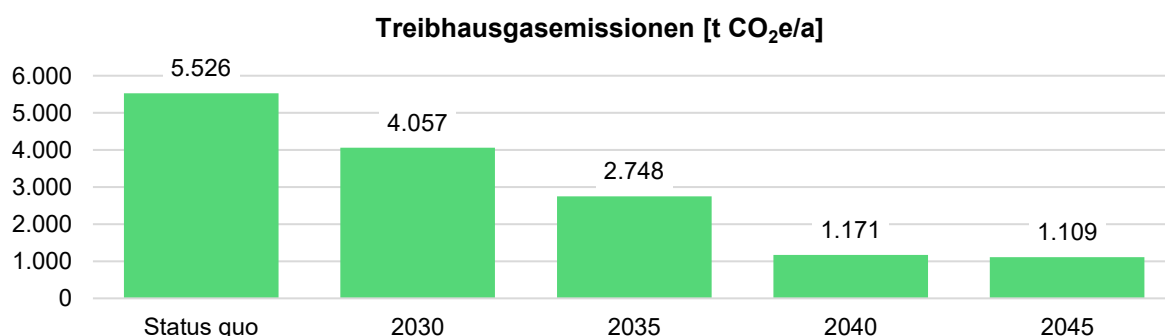


Abbildung 7-8: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Fokusgebiet Bockenem Gewerbe in Tonnen CO₂e pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung

Zusammenfassend zeigt sich, dass eine Erweiterung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung für das Gebiet Bockenem Gewerbe mit den genannten Versorgungsarten grundsätzlich möglich ist.

Eine weiterführende Untersuchung könnte im Rahmen einer förderfähigen Machbarkeitsstudie nach BEW erfolgen. In dieser Machbarkeitsstudie würden weitere Parameter betrachtet, wie beispielsweise der Einfluss von Vor- und Rücklauftemperaturen, die detaillierte Trassenführung, mögliche Erweiterungen der Heizzentrale sowie die Ausarbeitung alternativer Versorgungsvarianten.

7.2.2 Fokusgebiet Bockenem Kern

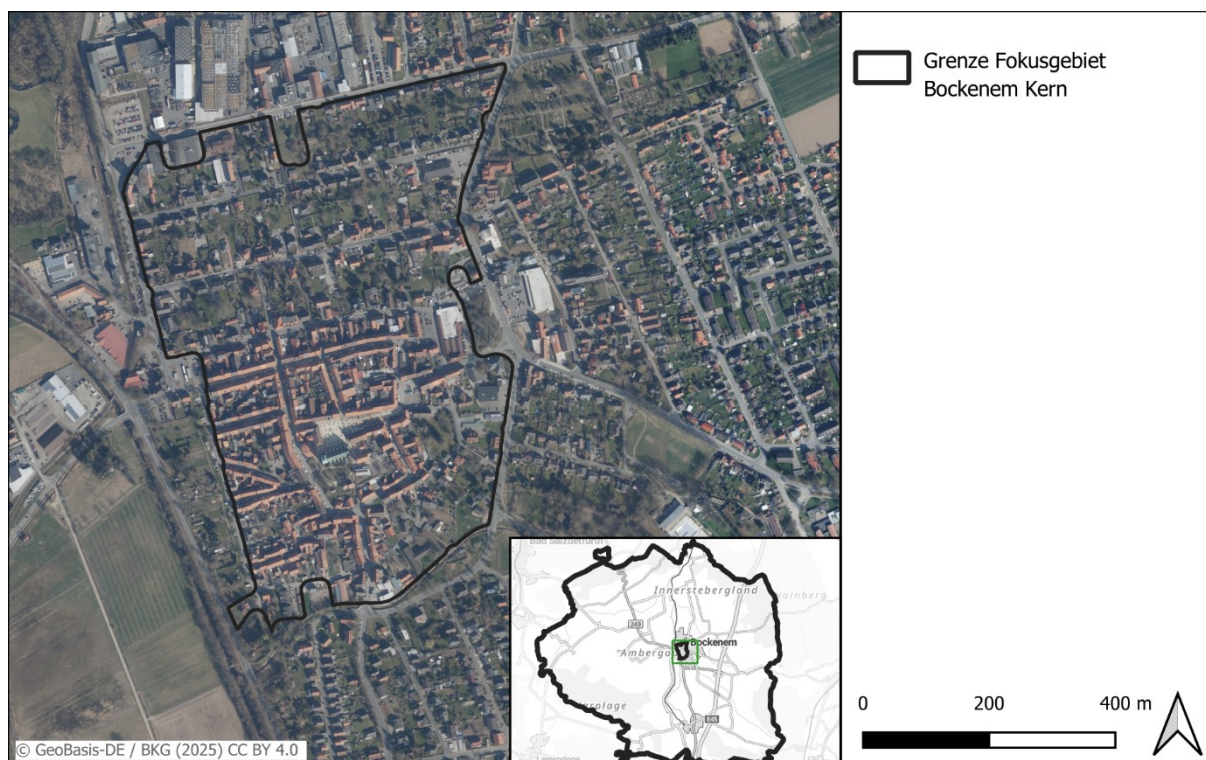


Abbildung 7-9: Verortung des Fokusgebietes Bockenem Kern. Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 7-12: Zusammenfassung Fokusgebiet Bockenem Kern

Lage	In der Mitte des Kernortes. Abgegrenzt im Norden durch das Gewerbegebiet
Gebäudestruktur	<ul style="list-style-type: none"> • 58 % Wohngebäude • 42 % Gewerbe/Industrie
Heizungsalter	<ul style="list-style-type: none"> • 30 % jünger als 10 Jahre • 32 % 11 bis 20 Jahre • 38 % 20 bis über 30 Jahre
Lokale Potenziale	<ul style="list-style-type: none"> • Abwärme aus Biogas KWK • Umweltenergie • Biomasse
Endenergiebedarf	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamt: 14 GWh • Wohngebäude: 12 GWh • Industrie/Gewerbe: 2 GWh

Wärmeabgabe/-leistung	12.000 MWh und 4.800kW Leistung
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> • Biogas • Freiflächen Solarthermie • Umwelt Wärme z.B. Luft
Förderungen und Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • BEW 1 • Weitere siehe Maßnahmen Kapitel
Durchschnittliche Wärmeliniedichte	3,34 MWh/(m*a)
Trassenlänge bei Vollanschluss (ohne Hausanschluss)	7.200 m

Die Gebäudestruktur des Fokusgebiets Bockenem Kern ist nicht durchmischt (vgl. Abbildung 7-10). In der Darstellung sind die Gebäude auf Baublockebene aggregiert, wodurch die überwiegende Struktur je Baublock gezeigt wird. Das Gebiet weist, eine homogene Struktur auf bestehend aus Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern.

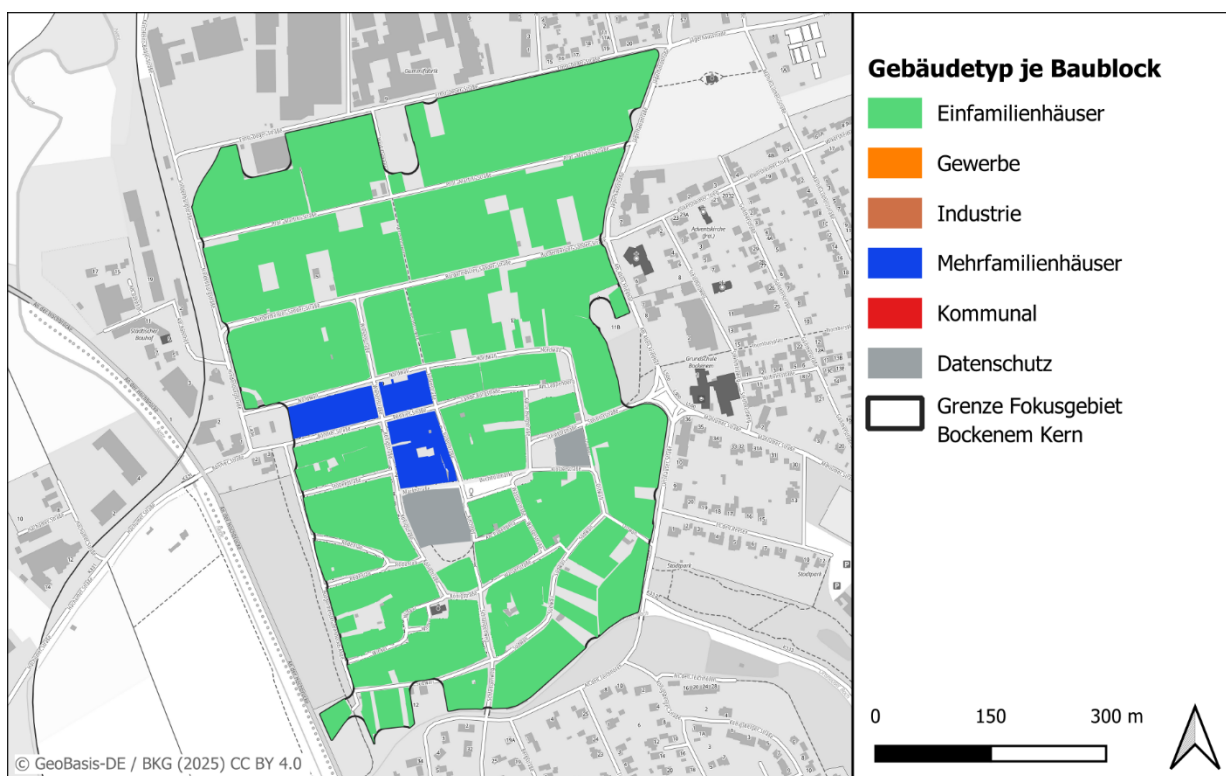


Abbildung 7-10: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet Bockenem Kern.
Quelle: Eigene Darstellung

Das Fokusgebiet Bockenem Kern umfasst insgesamt 477 Gebäude. Das Fokusgebiet ist leicht überwiegend durch Wohngebäude geprägt und knapp 61 % aller Gebäude sind entweder Einfamilien- oder Mehrfamilienhäuser. Die meisten Gebäude weisen ein hohes Alter auf da sie vor 1919 (71 %), gefolgt von Gebäuden, die in den Jahren 1919 bis 1957 erbaut wurden (13 %, vgl. Abbildung 7-11). Das Heizungsalter im Fokusgebiet ist durchmischt, wobei Heizungen mit einem Alter von über 20 Jahre, knapp die Mehrheit ausmachen (38 %, vgl. Abbildung 7-12).

Insgesamt beläuft sich der Wärmebedarf des Fokusgebiets Bockenem Kern im Status Quo auf ca. 13 GWh/a. Davon fallen 12 GWh/a auf Wohngebäude. Bei einer tendenziellen Anschlussquote der Wohngebäude von 55 % ergibt sich ein nötiger Wärmebedarf für das Netz von 7 GWh/a, ohne Wärmeverluste. Der restliche Wärmebedarf fällt auf Gewerbe-, Industrie oder kommunale Gebäude an.

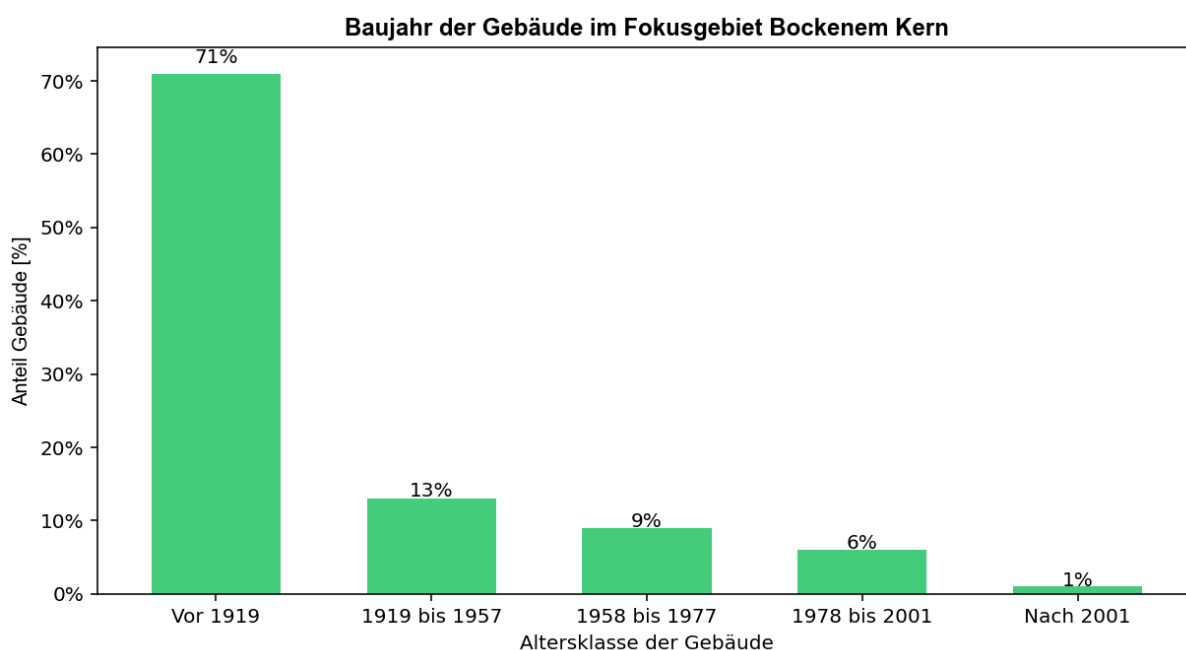


Abbildung 7-11: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet Bockenem Kern. Quelle: Eigene Darstellung.

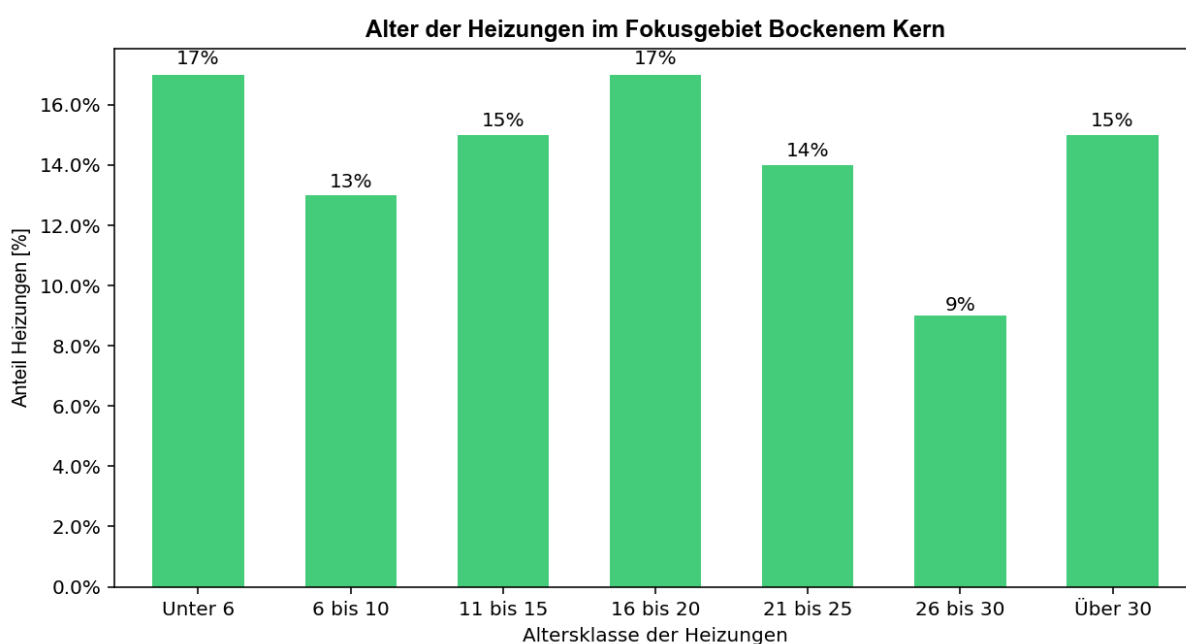


Abbildung 7-12: Heizungsaltersklassen im Fokusgebiet Bockenem Kern. Quelle: Eigene Darstellung.

Die oberflächliche Eignung eines Wärmenetzes kann anhand der WLD abgeschätzt werden. Für das Fokusgebiet Bockenem Kern ist die Wärmelinienendichte in Abbildung 7-13 gegeben. Durch die oben beschriebene Gebietszusammensetzung ergibt sich insbesondere in der Nähe der Altstadt mit den Mehrfamilienhäusern eine hohen Wärmelinienendichte, sowie an der Grenze zum Gewerbegebiet.



Abbildung 7-13: Wärmelinienendichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr im Fokusgebiet Bockenem Kern.
Quelle: Eigene Darstellung

Mit dem in Kapitel 6 definierten Zielszenario und den theoretisch berechneten Wärmenetzkosten lösen die Wärmepumpen die Gasheizungen ab. Im Zieljahr wird erwartet, dass ca. 55 % des Endenergiebedarfes der Wohngebäude durch ein Wärmenetz gedeckt wird, gefolgt von Wärmepumpen mit einem Anteil am Endenergiebedarf von 45 % (vgl. Abbildung 6-4). Als Wärmequellen für das Netz können die örtlichen Biogasanlagen im Norden und Südwesten dienen. Diese können mittels Umweltwärme, wie z.B. Luft, und einer Biomasseverbrennung unterstützt werden.

In der nachfolgenden Abbildung 7-14 Abbildung 7-6 ist das Fokusgebiet in drei kleinere Teilgebiete unterteilt worden, um eine Priorisierung der Ausbaustufen zu ermöglichen. Da im nördlichen Gewerbegebiet bereits ein Wärmenetz vorhanden ist und die Wärmequellen dort aufgestellt sind bzw. errichtet werden könnten, ist es sinnvoll, zunächst das angrenzende Teilgebiet anzuschließen und anschließend in Richtung Altstadt zu erweitern. Dies war bereits im Jahr 2024 durch die BEA Power-Plant geplant.

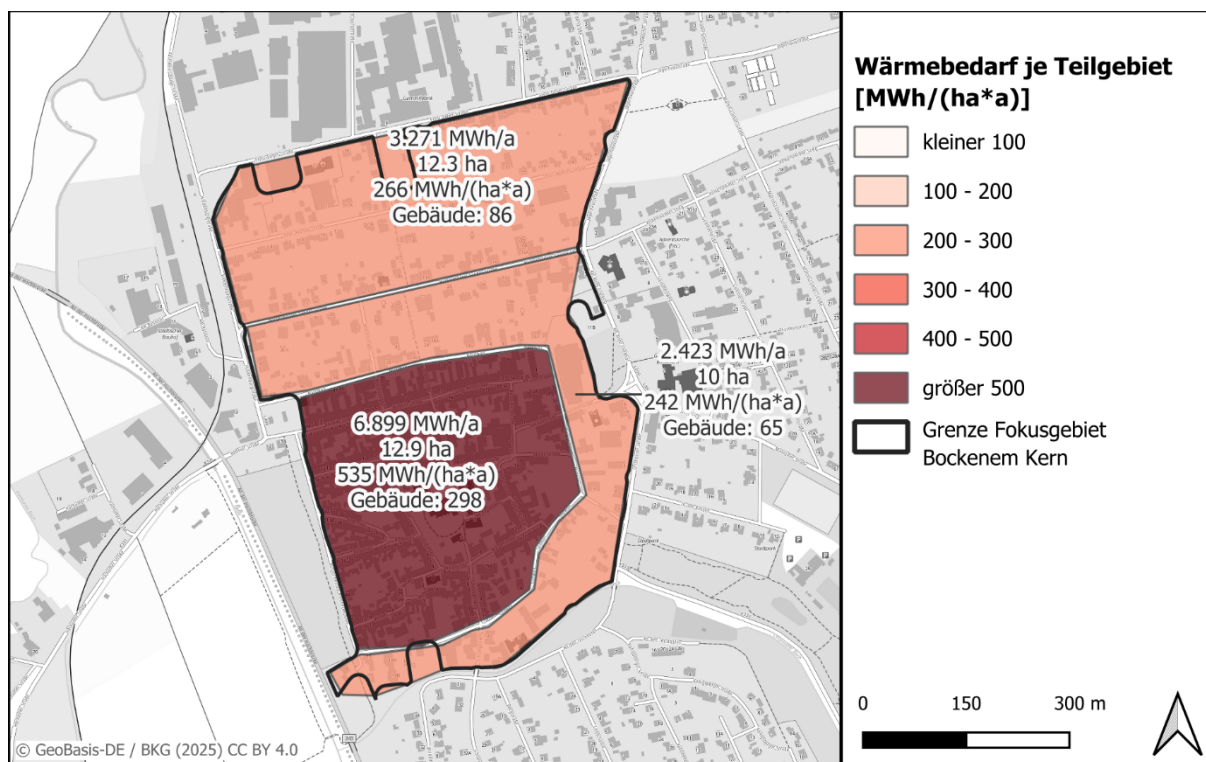


Abbildung 7-14: Wärmebedarf der Teilgebiete im Fokusgebiet Bockenem Kern. Quelle: Eigene Darstellung

Das Fokusgebiet wird aktuell noch durch dezentrale Gas- und Ölheizungen mit Wärme versorgt. In den nachfolgenden Jahren kann das Wärmenetz einen Großteil der Wärmebereitstellen und somit die dezentralen fossile Wärmerversorgung ersetzen. Zusätzlich trägt die voranschreitende Sanierung dazu bei den Endenergiebedarf im gesamten Fokus Gebiet zu reduzieren. Die Wärme im Wärmenetz wird primär durch ein Hackschnitzelkessel erzeugt, dieser wird durch Freiflächen Solarthermieanlagen und einem Wärmespeicher supplementiert.

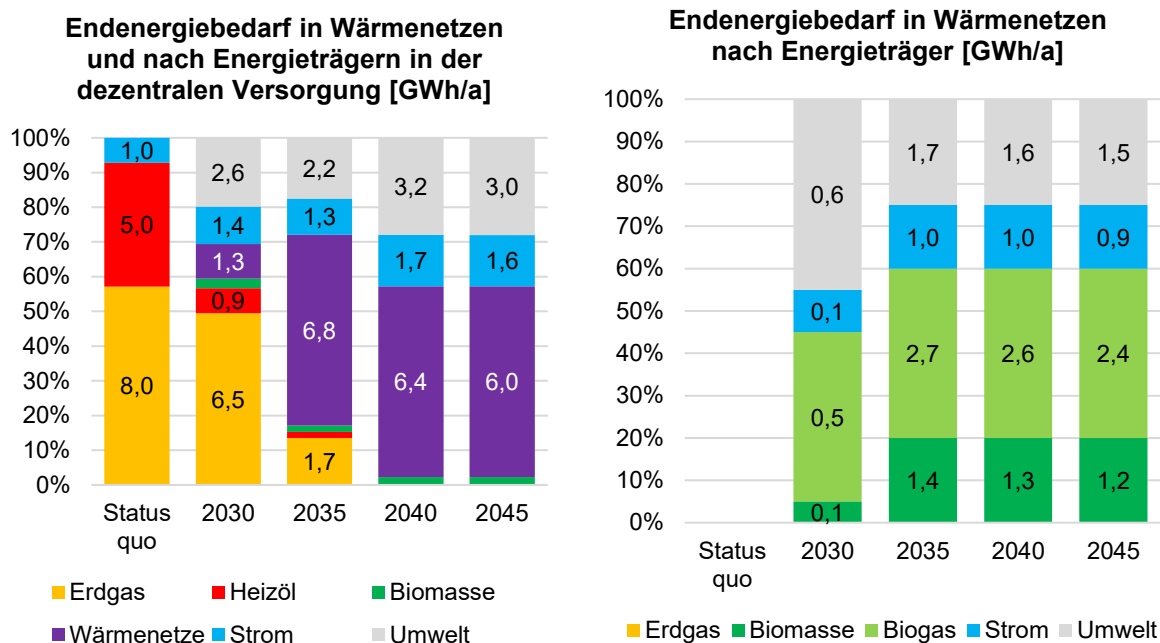


Abbildung 7-15: Entwicklung des Endenergiebedarfes im Wärmenetz und im Fokusgebiet Bockenem Kern in Gigawattstunden pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung

Die Abbildung 7-16 unterstreicht die Notwendigkeit für den Wechsel einer gasbasierten Gebäudeheizung zu einer zentralen Wärmeversorgung basierenden Gebäudeheizung zu wechseln, um die Treibhausgasemission bis zum Zieljahr 2045 zu reduzieren. Das Fokusgebiet beginnt bei ca. 3.780 t CO₂e/a durch die Umstellung von den dezentralen Gasheizungen auf das Wärmenetz nehmen die Treibhausgasemission stetig ab.

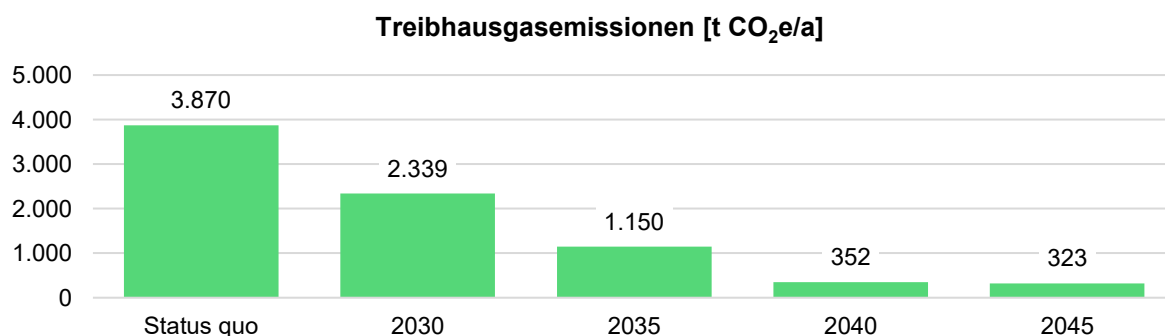


Abbildung 7-16: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Fokusgebiet Bockenem Kern in Tonnen CO₂e pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung

Zusammenfassend zeigt sich, dass die leitungsgebundene Wärmeversorgung für das Gebiet Kern Altstadt mit den genannten Versorgungsarten grundsätzlich möglich ist. Gerade für die Altstadt, in der ein Großteil der Gebäude unter Denkmalschutz steht, bietet ein Fernwärmenetz eine geeignete Versorgungsoption, da der Einsatz von Luftwärmepumpen dort nur eingeschränkt bzw. schwer umsetzbar ist.

Weiterhin ist eine förderfähige Machbarkeitsstudie nach BEW zu empfehlen, ebenso wie der Zusammenschluss beispielsweise im Rahmen einer Bürgerenergiegenossenschaft. In einer BEW-geförderten Machbarkeitsstudie wird der Trassenverlauf detailliert geprüft; zudem können erste Abstimmungen zu Themen wie etwa dem Denkmalschutz erfolgen. Auch die Wärmebereitstellung kann im Rahmen der Studie genauer untersucht werden, ebenso wie mögliche Verhandlungen mit potenziellen Wärmelieferanten, sofern diese nicht selbst als Investor auftreten.

7.2.3 Fokusgebiet Bockenem Süd

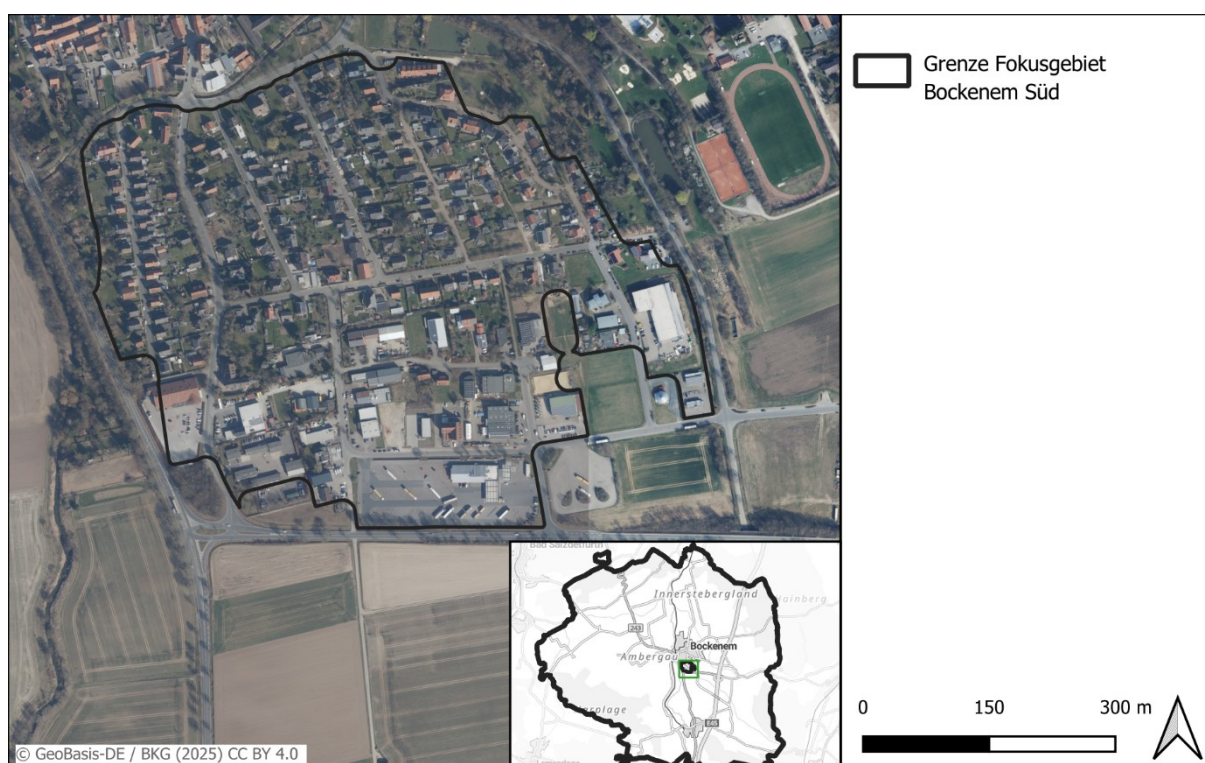


Abbildung 7-17: Verortung des Fokusgebietes Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 7-13: Zusammenfassung Fokusgebiet Bockenem Süd.

Lage	Südlich der Altstadt und nördlich der B243.
Gebäudestruktur	<ul style="list-style-type: none"> • 91 % Wohngebäude • 9 % Gewerbe/Industrie
Heizungsalter	<ul style="list-style-type: none"> • 34 % jünger als 10 Jahre • 29 % 11 bis 20 Jahre • 36 % 20 bis über 30 Jahre
Lokale Potenziale	<ul style="list-style-type: none"> • Abwärme aus Biogas KWK • Freiflächen Solarthermie • Geothermie

Endenergiebedarf	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamt: 5 GWh • Wohngebäude: 4 GWh • Gewerbe: 1 GWh
Wärmeabgabe/-leistung	4.268 MWh und 2.000 kW Leistung
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> • Biomasse • Umweltenergie
Förderungen und Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • BEW 1 • Weitere siehe Maßnahmen Kapitel
Durchschnittliche Wärmeliniendichte	1,15MWh/(m*a)
Trassenlänge bei Vollanschluss (ohne Hausanschluss)	4.600 m

Die Gebäudestruktur des Fokusgebiets Bockenem Süd ist nicht durchmischt (vgl. Abbildung 7-18). In der Darstellung sind die Gebäude auf Baublockebene aggregiert, wodurch die überwiegende Struktur je Baublock gezeigt wird. Das Gebiet weist, eine homogene Struktur auf in Form von Einfamilienhäusern.

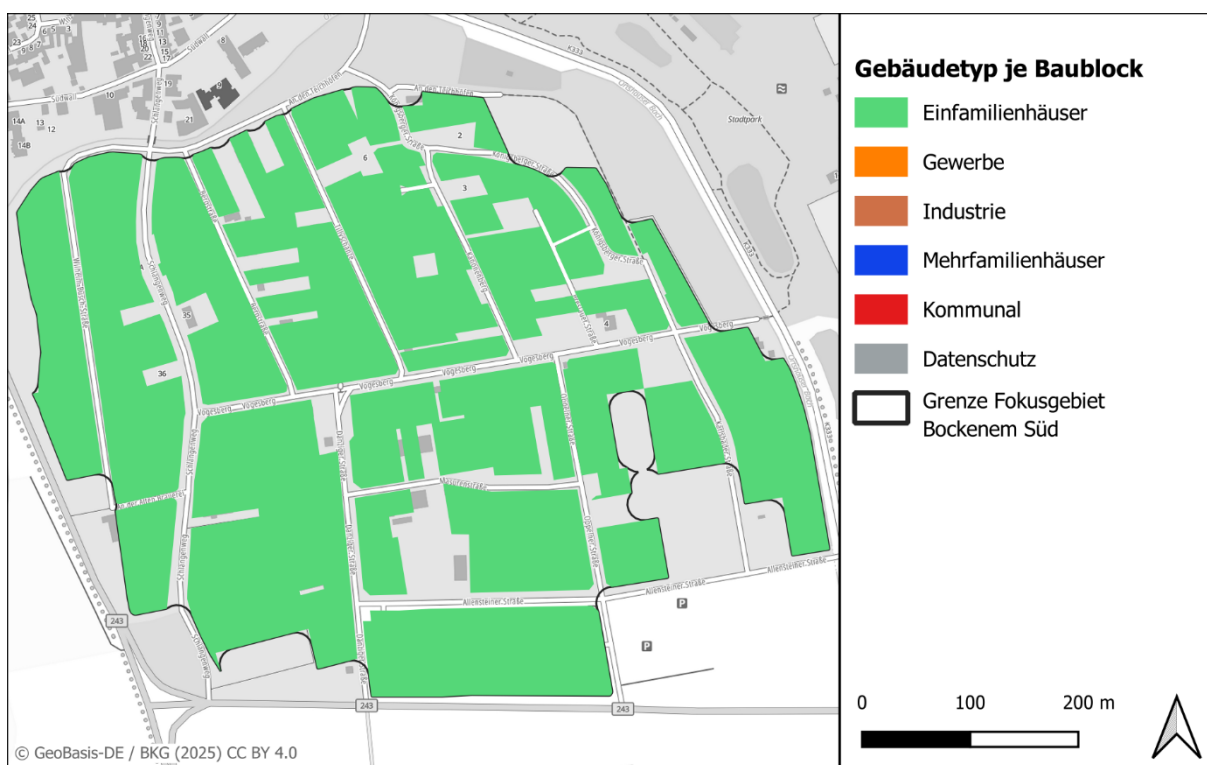


Abbildung 7-18: Überwiegender Gebäudetyp in baublockbezogener Darstellung im Fokusgebiet Bockenem Süd.
Quelle: Eigene Darstellung

Das Fokusgebiet Bockenem Süd umfasst insgesamt 201 Gebäude. Das Fokusgebiet besteht fast vollständig aus Wohngebäude geprägt und knapp 91 % aller Gebäude sind entweder Einfamilien- oder Mehrfamilienhäuser. Die meisten Gebäude weisen ein mittleres Alter auf da sie zwischen 1978 bis 2001 (47 %), gefolgt von Gebäuden, die in den Jahren 1958 bis 1977

erbaut wurden (22 %, vgl. Abbildung 7-19). Das Heizungsalter im Fokusgebiet ist durchmischt, wobei Heizungen mit einem Alter von über 20 Jahre, knapp die Mehrheit ausmachen (36 %, vgl. Abbildung 7-20).

Insgesamt beläuft sich der Wärmebedarf des Fokusgebiets Bockenem Süd im Status Quo auf ca. 5 GWh/a. Davon fallen 4 GWh/a auf Wohngebäude. Bei einer tendenziellen Anschlussquote der Wohngebäude von 70 % ergibt sich ein nötiger Wärmebedarf für das Netz von 4.300 GWh/a, ohne Wärmeverluste.

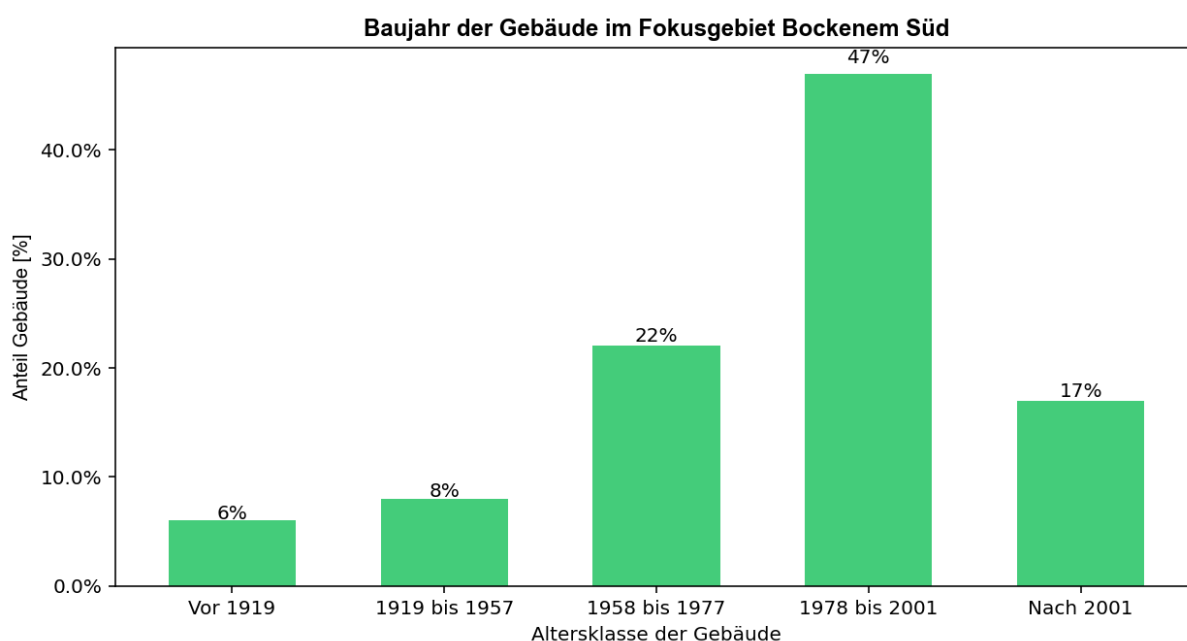


Abbildung 7-19: Baualtersklassen der Gebäude im Fokusgebiet Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung.

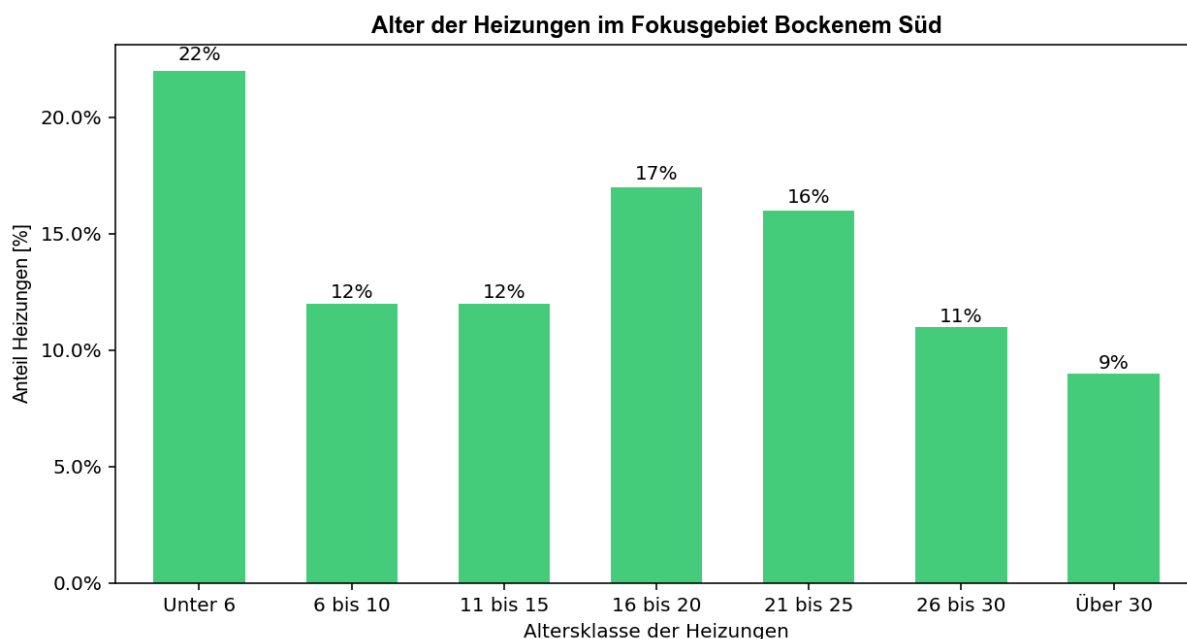


Abbildung 7-20: Heizungsaltersklassen im Fokusgebiet Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung.

Die oberflächliche Eignung eines Wärmenetzes kann anhand der WLD abgeschätzt werden. Für das Fokusgebiet Bockenem Süd ist die WLD in Abbildung 7-21 gegeben. Durch die oben beschriebene Gebietszusammensetzung ergibt sich eine geringe WLD im gesamten Gebiet.

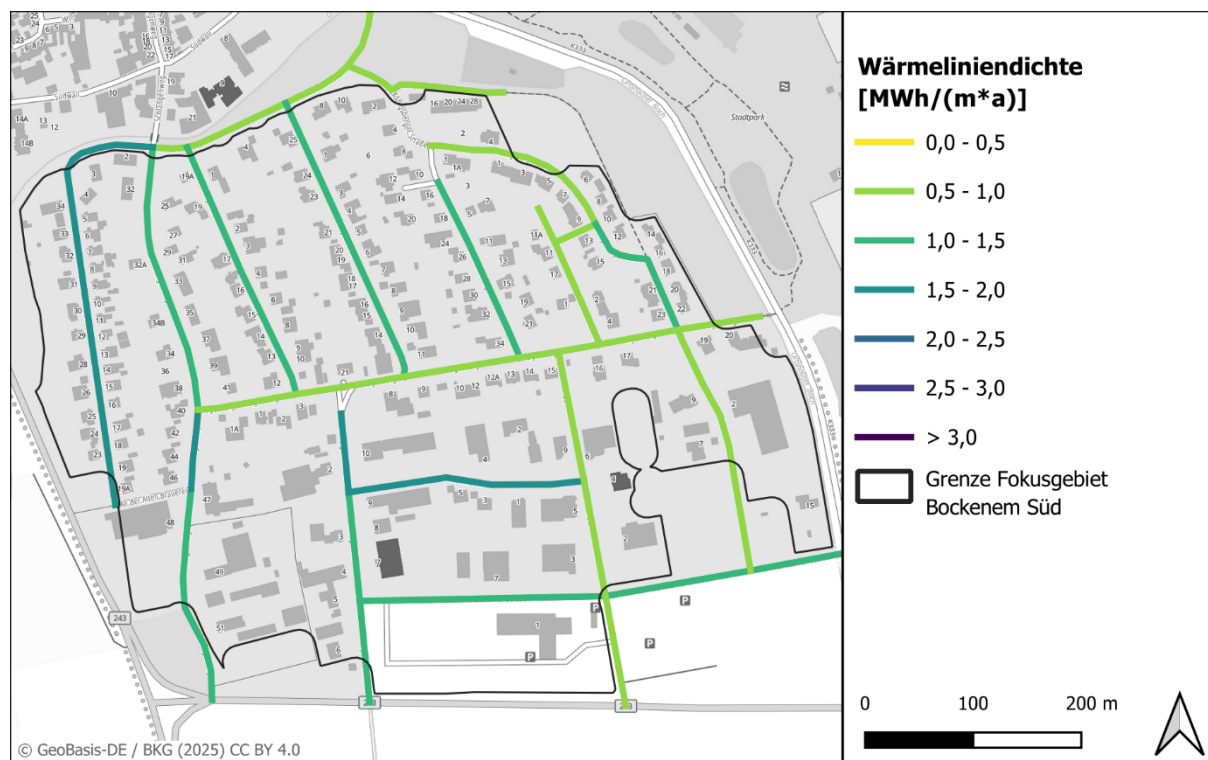


Abbildung 7-21: Wärmelinienindichten in Megawattstunden pro Meter pro Jahr im Fokusgebiet Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung

Mit dem in Kapitel 6 definierten Zielszenario und den theoretisch berechneten Wärmenetzkosten zeigt sich in Abbildung 7-23 die Entwicklung des Energiesystems. Im Zieljahr wird erwartet, dass ca. 55% des Endenergiebedarfes der Wohngebäude durch ein Wärmenetz gedeckt wird, gefolgt von Wärmepumpen mit einem Anteil am Endenergiebedarf von 45 % (vgl. Abbildung 6-4). Das Fokusgebiet grenzt nur im Norden an ein anderes Teilgebiet an. Dadurch entsteht die Möglichkeit größere Flächen für Solarthermiemodule auszuweisen und diese, in Kombination mit einem Wärmespeicher, für die Wärmeversorgung zu verwenden. Zusätzlich wird eine Luft-Großwärmepumpe zur Grundlastdeckung vorgesehen.

In der nachfolgenden Abbildung 7-22 ist das Fokusgebiet in drei kleinere Teilgebiete aufgeteilt worden, um eine Priorisierung in Teilschritten zu ermöglichen. Die Werte für den Wärmeverbrauch wurden nur mit den Daten aus Ein- oder Mehrfamilienhäusern und Gewerbegebäuden erstellt. Die höchste Wärmedichte und WLD zeichnet sich im westlichen Gebiet ab mit ca. 19.130 MWh/km² zudem liegt dieses Gebiet besonders nah an einer potenziellen Freifläche für Solarthermieranlagen gegenüber der B243. In den nachfolgenden Schritten ist der Anschluss des nördlichen Teilgebiets aufgrund der Wärmedichte zu empfehlen.

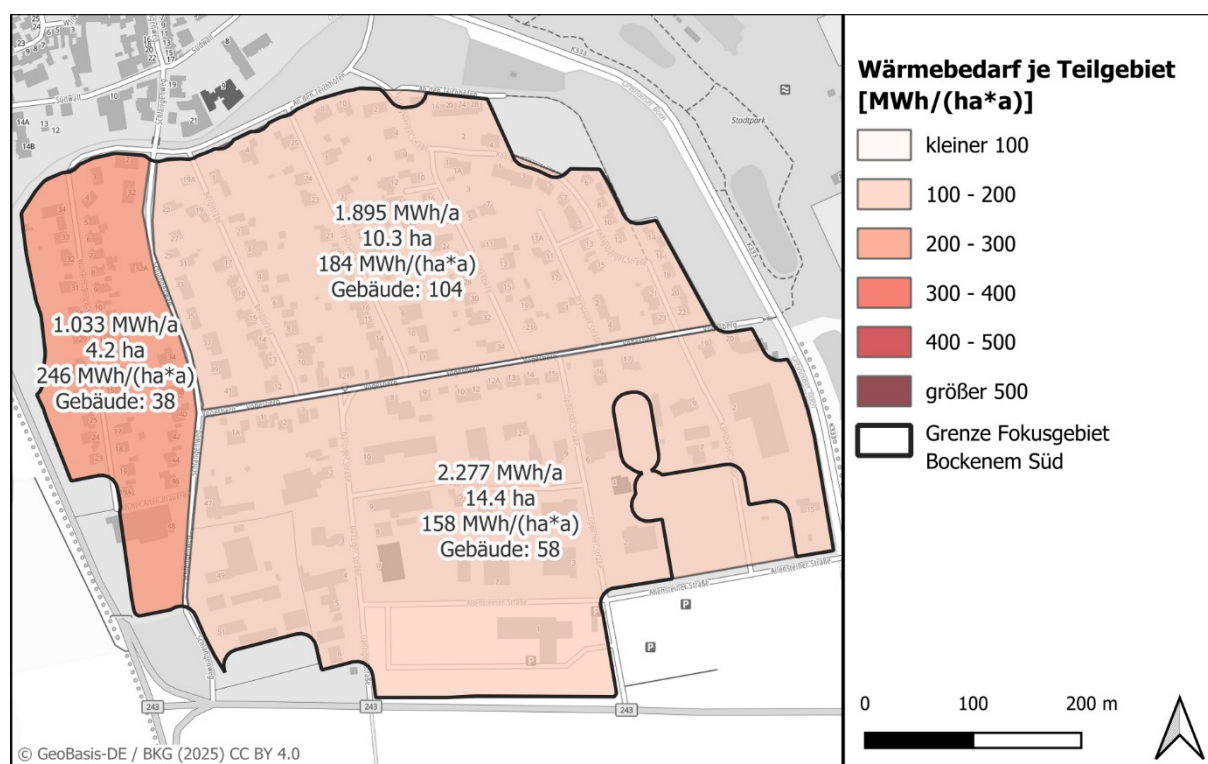


Abbildung 7-22: Wärmebedarf der Teilgebiete im Fokusgebiet Bockenem Süd. Quelle: Eigene Darstellung

In den nächsten Jahren sinkt der Anteil von Gas und Öl am Endenergiebedarf bis er 2045 sein Minimum erreicht. Die beiden fossilen Energieträger werden durch den Energieträger Strom, in Form von dezentralen Wärmepumpen abgelöst und durch das potenzielle Wärmenetz ersetzt. Die über die Jahre voranschreitende Sanierung führt zusätzlich zu einer Reduzierung des Endenergiebedarfes.

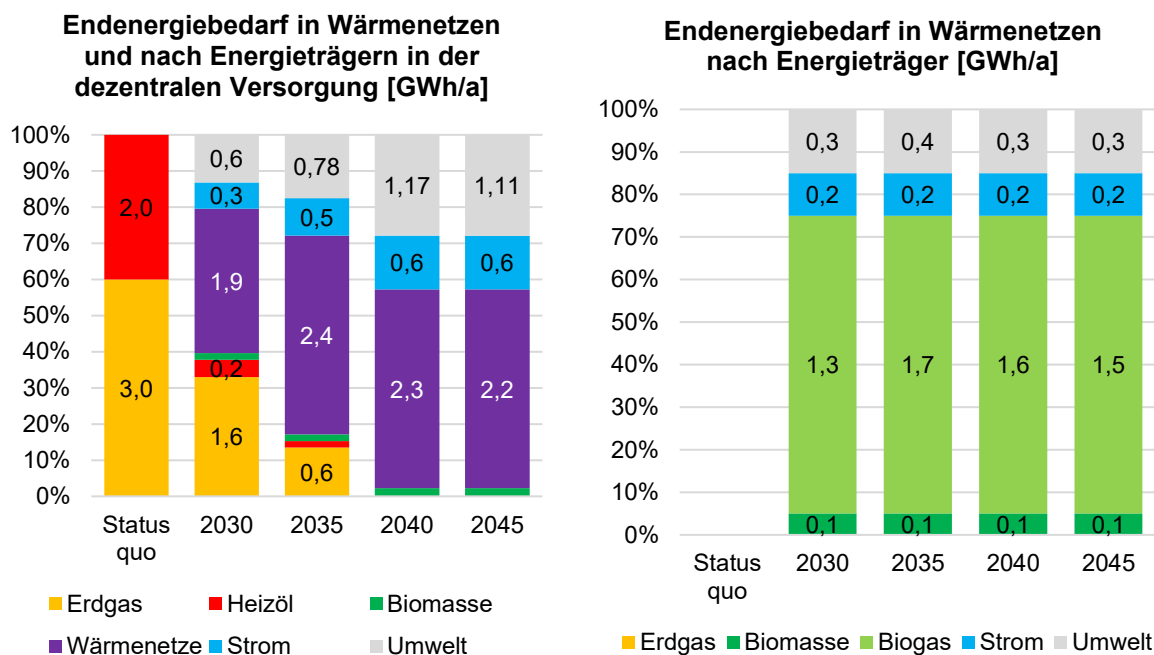


Abbildung 7-23: Entwicklung des Endenergiebedarfes im Wärmenetz für das Fokusgebiet Bockenem Süd in Gigawattstunden pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung

Die Abbildung 7-24 unterstreicht die Notwendigkeit für den Wechsel einer gasbasierten Gebäudeheizung zu einer elektrisch bzw. durch zentrale Wärmeversorgung basierenden Gebäudeheizung zu wechseln, um die Treibhausgasemission bis zum Zieljahr 2045 zu reduzieren. Das Fokusgebiet beginnt bei ca. 1.340 t CO₂e/a durch die Umstellung von den dezentralen Gasheizungen auf das Wärmenetz nehmen die Treibhausgasemission stetig ab. Eine abrupte Abnahme ist nicht möglich, da die Treibhausgasemission abhängig von dem deutschen Strommix abhängig ist.

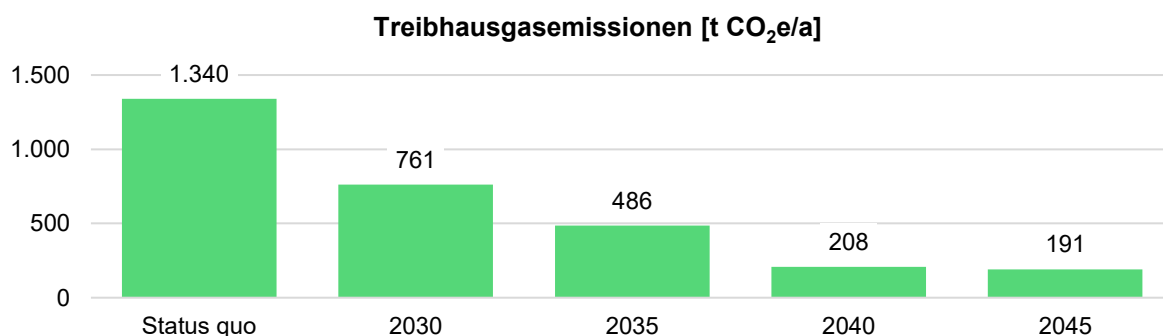


Abbildung 7-24: Entwicklung des Anteils der Heizungstypen an den Treibhausgasemissionen im Fokusgebiet Bockenem Süd in Tonnen CO₂e pro Jahr bis 2045. Quelle: Eigene Darstellung

Zusammenfassend zeigt sich, dass die leitungsgebundene Wärmeversorgung für das Gebiet Bockenem Süd mit den genannten Versorgungsarten grundsätzlich möglich ist. Die verschiedenen Alternativen zur Wärmeversorgung bieten zudem eine gewisse Flexibilität zwischen abhängigen und unabhängigen Versorgungsoptionen. Besonders für den westlichen Teil des

Fokusgebiets ergibt sich aufgrund der Bebauungsstruktur und der damit verbundenen hohen Wärmedichte ein Vorteil, auch im Hinblick auf eine mögliche zukünftige Anbindung an die Kernstadt (Altstadt).

Wie bereits für das Fokusgebiet Kern empfohlen, ist auch hier die Durchführung einer förderfähigen Machbarkeitsstudie nach BEW sinnvoll, ebenso wie ein Zusammenschluss beispielsweise im Rahmen einer Energiegenossenschaft.

8 Umsetzungs- und Verstetigungsstrategie

8.1 Warum ist eine Verstetigungsstrategie notwendig?

Gesetzliche Ausgangslage, Stand August 2025

Die Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung ist ein zentrales Element zur Sicherstellung einer langfristigen, nachhaltigen und wirtschaftlichen Wärmeversorgung in der Stadt Bockenheim. Im Rahmen des WPG wird die Notwendigkeit einer langfristigen Planung und Umsetzung von Wärmeversorgungskonzepten unterstrichen. Dabei soll der umsetzungsorientierte Fortschritt der kommunalen Wärmeplanung überwacht und der Wärmeplan bei Bedarf entsprechend aktualisiert werden. „Nach § 25 des Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG) müssen Wärmepläne mindestens alle fünf Jahre überprüft und Fortschritte bei der Umsetzung überwacht werden. Bei Bedarf ist der Wärmeplan zu überarbeiten und anzupassen.“ [41].

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



Abbildung 8-1: Wichtige Bereiche für den Erfolg einer umsetzungsorientierten Verstetigungsstrategie in der kommunalen Wärmeplanung. Quelle: Eigene Darstellung, angelehnt an [42]

Kontinuierlicher Umsetzungsprozess

Der Wärmeplan muss in einem fortlaufenden Prozess umgesetzt werden, um die langfristige Wirksamkeit und den nachhaltigen Erfolg sicherzustellen [42].

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

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

Organisatorische und institutionelle Verankerung von Prozessen und Strukturen

Um eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in der Stadt Bockenem bis zum Zieljahr 2045 zu gewährleisten, müssen die entsprechenden neuen Aufgaben und Prozesse als Gemeinschaftsaufgabe zeitnah und dauerhaft in den Regelbetrieb der Stadtverwaltung überführt werden. Das zukünftige Zusammenarbeiten mit den zuständigen Stellen innerhalb und außerhalb der Verwaltung, wie z.B. Wärmeversorgern, Netzbetreibern, den Fachakteuren, Stakeholdern und Schornsteinfegern, sollten bestenfalls schon zu Beginn – spätestens zum Abschluss – der kommunalen Wärmplanung geklärt und langfristig sichergestellt werden.

Es sollte ein Arbeitskreis innerhalb der Verwaltung eingerichtet werden, der aus dem Fachbereich 40, dem Fachbereich 10 (Zentrale Dienste) sowie dem Fachbereich 20 (Finanzen) besteht. Auch in der Verfestigungs- und Umsetzungsphase sollte ein regelmäßiger, dokumentierter Austausch stattfinden.

Dabei sollen sowohl die Umsetzung der Maßnahmen als auch aktuelle lokale, regionale, landes- und bundesweite Projekte und Entwicklungen – einschließlich ihrer Herausforderungen und Chancen – geprüft und besprochen werden. Zudem ist es wichtig, Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten aufzuzeigen und strategische Entscheidungen vorzubereiten.

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

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

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

Flexible Anpassungsmechanismen und Lernprozesse

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

Besonders wichtig ist hierbei einen Überblick über alle Projekte, Maßnahmen, Mittelverwendungen und Finanzierungsmöglichkeiten zu behalten, um bei Abweichungen bzw. einem Fehlverlauf gegensteuern zu können. Es ist zu prüfen, inwiefern dazu bereits etablierte Qualitätsmanagementprozesse mitgenutzt werden können und ob die Maßnahmen in das lokale Programm zum Thema Energie- und Klimaschutzmanagement integriert werden können. Meilensteine und Zwischenergebnisse sollten gesetzt und überprüft werden. Eine regelmäßige und transparente Kommunikation mit allen Beteiligten bildet dabei eine wesentliche Grundlage und kann für zügige Anpassungen an lokale, rechtliche, technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen genutzt werden. Zudem soll die Integration von Erfahrungen und neuen Erkenntnissen in die Planung stetig einfließen (Lerneffekte) [43].

Kommunikationsstrategie für Transparenz und Beteiligung

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

Die Kommunikationsstrategie zielt darauf ab, die Stadtgesellschaft über Maßnahmen zu informieren und zur Umsetzung zu motivieren. Sie fördert den internen Austausch zwischen Abteilungen und Entscheidungsebenen und bindet relevante Akteure aus Politik, Verwaltung sowie Energie- und Klimaschutzmanagement ein. Durch transparente Kommunikation werden Bürgerinnen und Bürger sowie Stakeholder über Fortschritte und Herausforderungen infor-

miert, was Akzeptanz und Engagement steigert. Feedback-Mechanismen, wie Rückmeldeplattformen, unterstützen diesen Prozess.

Langfristige Finanzierbarkeit

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

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

8.2 Monitoring- und Controlling-Prozess, Fortschreibung

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

Monitoring hingegen umfasst die kontinuierliche Erfassung und Analyse relevanter Daten, die für die Wärmeplanung von Bedeutung sind. Das Monitoring der kommunalen Wärmeplanung basiert auf einer Kombination aus qualitativen und quantitativen Indikatoren, die regelmäßig – empfehlenswert jährlich oder alle fünf Jahre – erhoben und veröffentlicht werden. Diese Indikatoren lassen sich in verschiedene Kategorien unterteilen [44]:

- Technische Indikatoren: Anteil erneuerbarer Energien an der Wärme- und Stromversorgung, Ausbau von Wärmenetzen, Anzahl installierter Wärmepumpen und Solaranlagen etc.
- Wirtschaftliche Indikatoren: Investitionsvolumen in Maßnahmen zur Wärmewende, Höhe und Nutzung von Fördermitteln, Verhältnis von eingesetzten Fördermitteln zu privaten Investitionen etc.
- Soziale Indikatoren: Anzahl und Reichweite von Bildungs- und Informationsveranstaltungen, Beteiligung der Bevölkerung an Projekten, Umfragen über die Akzeptanz der Maßnahmen etc.
- Klimaschutzindikatoren: Reduktion der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor, Fortschritte auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität gemäß dem Zielszenario 2045.

Eine ausführliche Zusammenstellung von Indikatoren ist in Anhang A4 zu finden.

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

Gemeinsam fördern ein transparentes Controlling und Monitoring das Vertrauen der Bürgerinnen und Bürger in die kommunale Maßnahmenumsetzung. Wenn die Bürgerinnen und

Bürger erkennen, dass ihre Stadt aktiv an der Verbesserung der Wärmeversorgung arbeitet und dabei Erfolge dokumentiert, erhöht sich die Akzeptanz für neue Projekte und Initiativen. Insgesamt fördern Controlling und Monitoring nicht nur die Effizienz, sondern schaffen auch ein positives Umfeld für die Umsetzung von Maßnahmen zur Wärmewende in der Kommune.

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

In der Umsetzung der Wärmeplanung ist das Monitoring und Controlling der Maßnahmen Teil eines PDCA-Zyklus (Planung-Durchführung-Controlling-Anpassung). Nach der Festlegung der Ziele werden die Maßnahmen geplant und umgesetzt. Im Rahmen des Monitorings werden die Aktivitäten und deren Effekte überprüft. Das Controlling vergleicht regelmäßig die Ist- mit den Zielwerten (Soll-Ist-Abgleich) und zeigt Erfolge oder eventuelle Abweichung auf, sodass eine Interpretation der Ergebnisse möglich wird. Die kommunale Verwaltungseinheit diskutiert die Resultate und entwickelt Möglichkeiten für das weitere Vorgehen, gefolgt von der Legitimation des nächsten Schrittes. Dieser Management-Kreislauf wiederholt sich fortwährend [45].

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

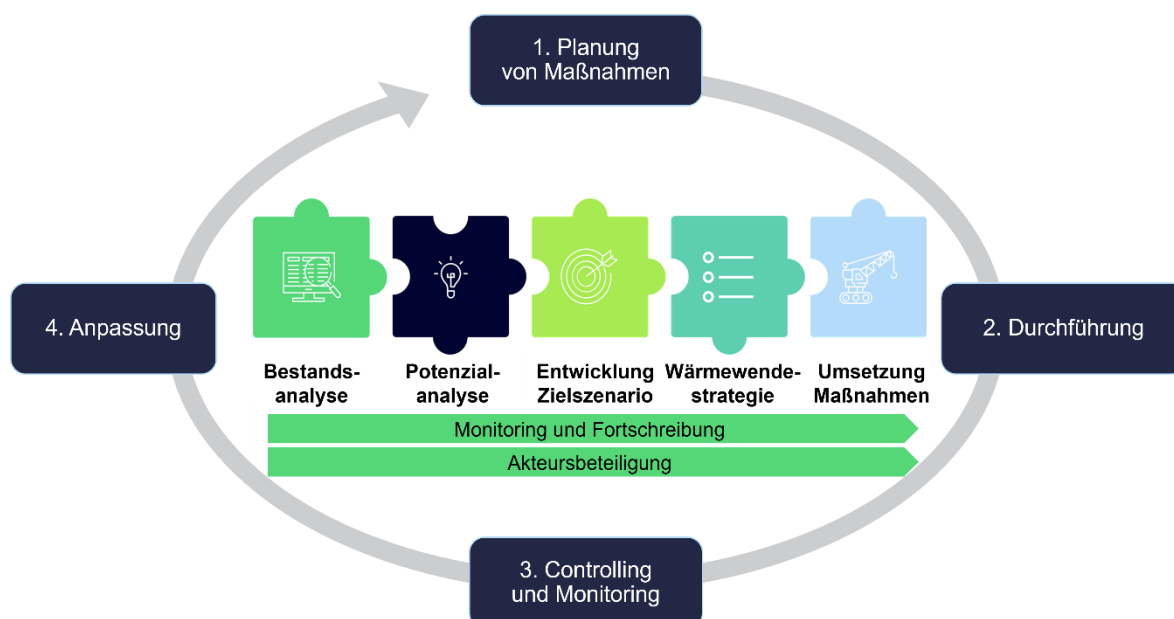


Abbildung 8-2: Zentrale Prozessphasen und Schritte der kommunalen Wärmeplanung und den für das Zusammenspiel für die Verstetigung benötigten PDCA-Zyklus. Quelle: Eigene Darstellung, angelehnt an [46]

8.3 Kommunikationsstrategie

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

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

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

Die Kommunikationsstrategie verfolgt mehrere zentrale Ziele:

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

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

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

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

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

Die Kommunikation erfolgt zielgruppenorientiert, wobei unterschiedlich Kommunikationskanäle und Formate genutzt werden [43]:

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

8.4 Verstetigungsempfehlungen für die Stadt Bockenheim

Stärkung des Fachbereich 40 – Umwelt, Bauen, Wohnen als Koordinationseinheit

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

Reporting und Kommunikation

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

Öffentlichkeitsarbeit und Bürgerbeteiligung

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

Koordination innerhalb der Verwaltung

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

Monitoring und Controlling

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

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

Anpassung an rechtliche Rahmenbedingungen

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

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

9 Schlusswort

Die kommunale Wärmeplanung in der Stadt Bockenheim wurde im Zeitraum von September 2024 bis November 2025 erfolgreich durchgeführt. Die Analyse und Planung haben wichtige strategische Ergebnisse hervorgebracht, die sowohl potenzielle zentrale Lösungen wie die Wärmenetzgebiete im südlichen Bockenheim selbst als auch dezentrale Lösungen in den weiteren Ortsteilen der Stadt umfassen. Diese Ergebnisse zeigen, dass es zahlreiche Chancen gibt, die Wärmeversorgung in der Stadt wirtschaftlich und nachhaltig zu gestalten.

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

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

10 Literaturverzeichnis

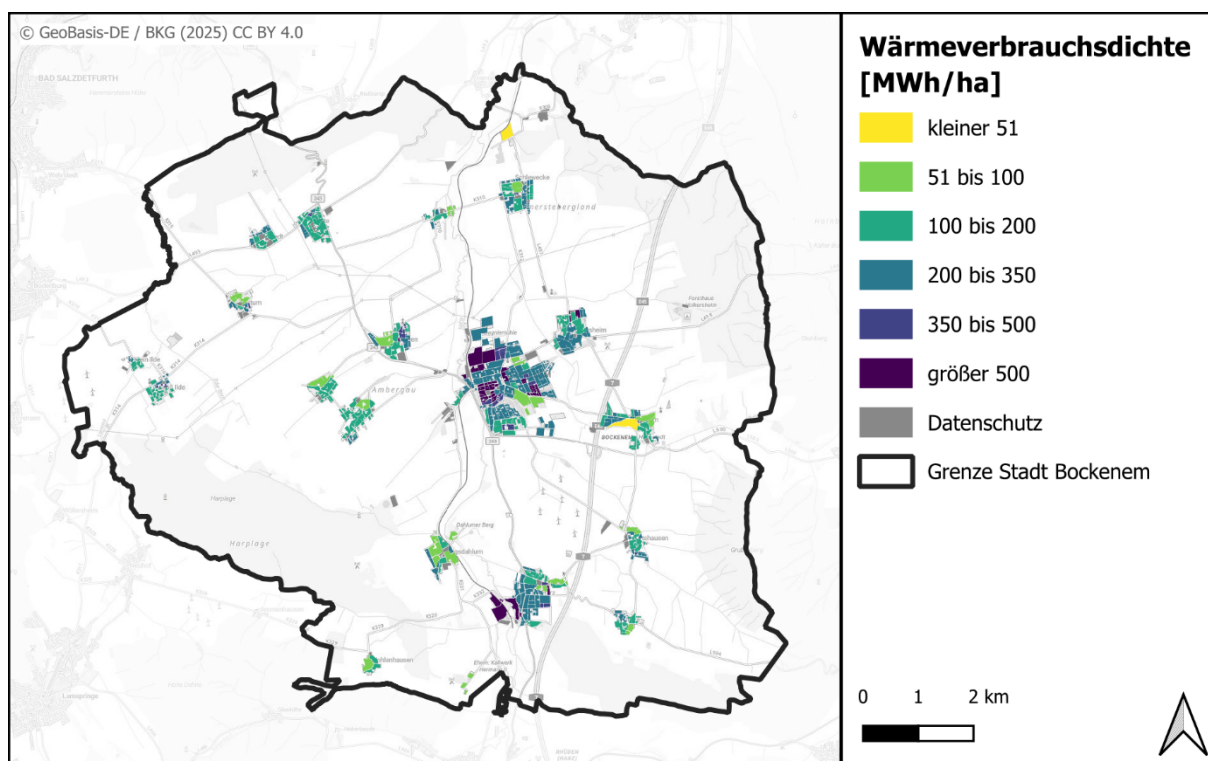
- [1] Die Niedersächsische Landesregierung (Hrsg.), Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen. Zeichnerische Darstellung. Lesefassung 2022., 2022.
- [2] Landesamt für Statistik Niedersachsen (LSN) (Hrsg.), „Bevölkerung nach Geschlecht; Fläche, Bevölkerungsdichte (Gemeinde). LSN-Online: Tabelle A100001G,“ [Online]. Available: <https://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/html/default.asp>. [Zugriff am 14. April 2025].
- [3] Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) (Hrsg.), „ALKIS Landnutzung,“ [Online]. Available: <https://ni-lgln-opengeodata.hub.arcgis.com/documents/lgln-opengeodata::alkis-landnutzung/about>. [Zugriff am 14. März 2024].
- [4] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) (Hrsg.), „Umweltkarten Niedersachsen. Natur,“ [Online]. Available: <https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/?lang=de&topic=Natur&bgLayer=TopographieGrau>. [Zugriff am 06 September 2024].
- [5] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) (Hrsg.), „Umweltkarten Niedersachsen. Hydrologie. Schutzgebiete Grundwasser,“ [Online]. Available: <https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/?lang=de&topic=Hydrologie&bgLayer=TopographieGrau>. [Zugriff am 07. November 2024].
- [6] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) (Hrsg.), „Umweltkarten Niedersachsen. Hochwasserschutz. Überschwemmungsgebiete,“ [Online]. Available: <https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/?lang=de&topic=Hochwasserschutz&bgLayer=TopographieGrau&catalogNodes=>. [Zugriff am 23. Oktober 2024].
- [7] Bundesnetzagentur (BNetzA) (Hrsg.), „Marktstammdatenregister. Datendownload,“ [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Datendownload>.
- [8] Klimaschutzagentur Landkreis Hildesheim gGmbH (Hrsg.), „Klimarechner für den Landkreis Hildesheim,“ [Online]. Available: <https://experience.arcgis.com/experience/e4398abd527d4dabbae1e83dd3f1fe05>. [Zugriff am 27. Februar 2025].
- [9] Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), „Rasterdaten der vieljährigen mittleren Jahressummen für die horizontale Ebene basierend auf Boden- und Satellitenmessungen. 1991-2020,“ [Online]. Available: <https://cdc.dwd.de/portal/202209231028/mapview>. [Zugriff am 24 Oktober 2024].
- [10] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) (Hrsg.), „Biomassenutzung,“ [Online]. Available: https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/energie/erneuerbare_energien/bioenergie/biomassenutzung/biomassenutzung-121352.html. [Zugriff am 18. September 2024].
- [11] Niedersächsische Landesforsten (Hrsg.), „Zahlen und Fakten,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.landesforsten.de/wir/zahlen-und-fakten/>. [Zugriff am 15 August 2024].
- [12] Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (ML) (Hrsg.), Der Wald in Niedersachsen. Ergebnisse der Bundeswaldinventur 3, Hannover, 2014.

- [13] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.), Leitfaden Feste Biobrennstoffe, OT Gülzo, 2014.
- [14] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hrsg.), „Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung. Allgemeines zur Bodennutzung,“ [Online]. Available: <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/bodennutzung-und-pflanzliche-erzeugung/allgemeines-zur-bodennutzung>. [Zugriff am 27. November 2024].
- [15] Statistisches Bundesamt (Hrsg.), „Anbauflächen, Hektarerträge und Erntemengen ausgewählter Anbaukulturen im Zeitvergleich,“ 24 September 2024. [Online]. Available: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/liste-feldfruechte-zeitreihe.html#123348>. [Zugriff am 30. September 2024].
- [16] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.), „Leitfaden Biogas,“ 2016.
- [17] ZAH Zweckverband Abfallwirtschaft Hildesheim (ZAH) (Hrsg.), Abfallwirtschaftskonzept. Fortschreibung für die Jahre 2024 - 2025, 2024.
- [18] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) (Hrsg.), „Was ist Altholz?,“ [Online]. Available: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/abfall-und-kreislaufwirtschaft/altholz>. [Zugriff am 12 September 2024].
- [19] Landesanstalt für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (LUBW) (Hrsg.), Hochwertige Verwertung von Bioabfällen. Ein Leitfaden, 1. veränderte Auflage Hrsg., 2015.
- [20] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (NMUEK) (Hrsg.), „Umweltkarten Niedersachsen. Hydrologie. Hydrographische Karte. Gebietsverzeichnis,“ [Online]. Available: <https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/>. [Zugriff am 23. August 2024].
- [21] Metropolregion Mitteldeutschland (Hrsg.), „Innovative Wärmeversorgung aus Tagebauseen,“ [Online]. Available: <https://www.mitteldeutschland.com/de/umweltfreundlich-heizen-mit-wasser-aus-tagebauseen/>. [Zugriff am 23. August 2024].
- [22] R. Buri und B. Kobel, „Wärmenutzung aus Abwasser. Leitfaden für Inhaber, Betreiber und Planer von Abwasserreinigungsanlagen und Kanalisation,“ Bundesamt für Energie (Schweiz), Bern, 2004.
- [23] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (Hrsg.), „Energiepotenzial in der deutschen Wasserwirtschaft. Schwerpunkt Abwasser,“ Hennef, 2010.
- [24] S. Ortner, A. Paar, L. Johannsen, P. Wachter, D. Hering, M. Pehnt et al., Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), Öko-Institut e.V., Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung Universität Stuttgart (IER), adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (Hrsg.), Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.

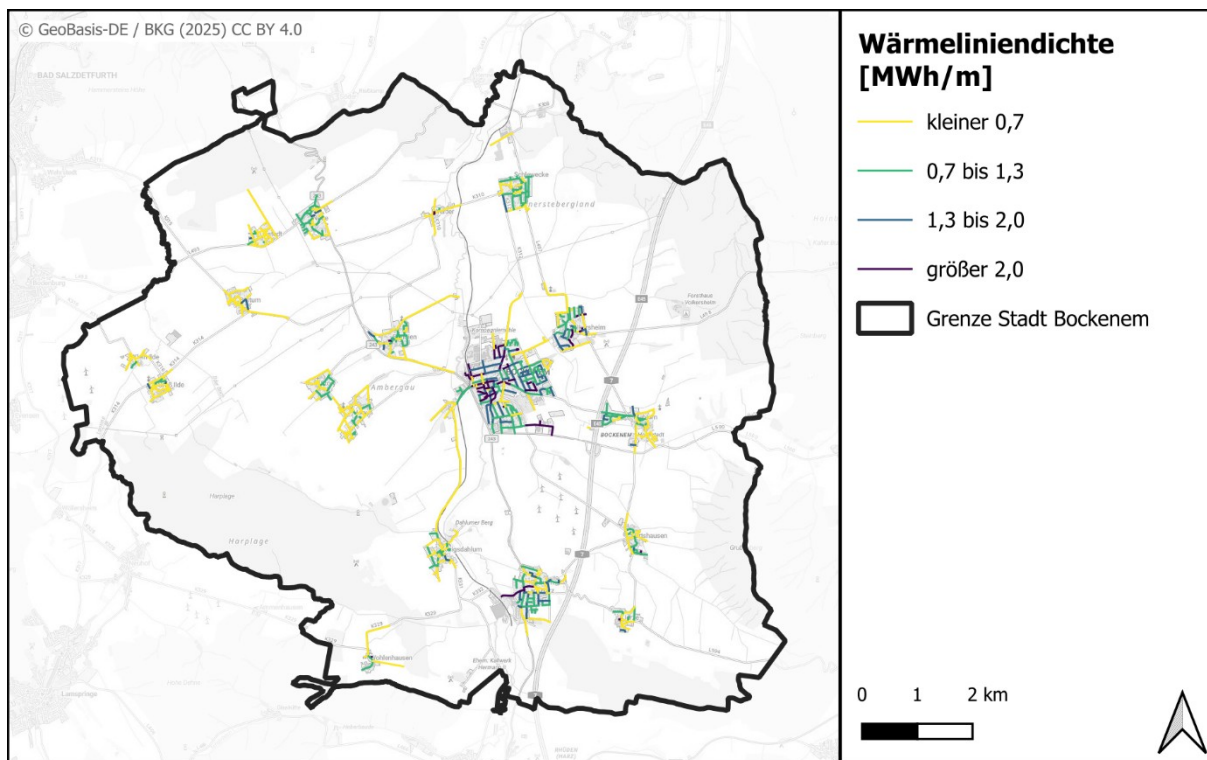
- [25] Bundesverband Geothermie e.V. (Hrsg.), „Lexikon der Geothermie. Erdwärmekollektor,“ [Online]. Available: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/e/erdwaermekollektor>. [Zugriff am 04. Dezember 2024].
- [26] Niedersächsisches Bodeninformationssystem (NIBIS) (Hrsg.), „Geothermie: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren für Einbautiefe 1,2 - 1,5m,“ 2006. [Online]. Available: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>. [Zugriff am 02. Dezember 2024].
- [27] Bundesverband Geothermie e.V. (Hrsg.), „Lexikon der Geothermie. Potenzial, Geothermisches - Tiefe Geothermie,“ Februar 2024. [Online]. Available: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/p/potenzial-geothermisches-tiefe-geothermie>. [Zugriff am 23. April 2025].
- [28] I. Stober, T. Fritzer, T. Agemar & R. Schulz, „Tiefe Geothermie - Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland,“ 4. überarbeitete Auflage, Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik, Hannover, 2016.
- [29] enargus (Hrsg.), „Geothermische Dublette,“ [Online]. Available: https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/d4354-2/*/*/*Geothermische%20Dublette.html?op=Wiki.getwiki. [Zugriff am 06 Februar 2025].
- [30] Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V. (FNB Gas) (Hrsg.), „Wasserstoff-Kernnetz,“ [Online]. Available: <https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz-wasserstoff-kernnetz/>. [Zugriff am 08. Mai 2025].
- [31] Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen GmbH (KEAN) (Hrsg.), „Hyperlink,“ [Online]. Available: <https://www.wasserstoff-niedersachsen.de/hyperlink/>. [Zugriff am 08. Mai 2025].
- [32] Bundesnetzagentur (BNetzA) (Hrsg.), „Wasserstoff-Kernnetz,“ [Online]. Available: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html>. [Zugriff am 03. Juni 2025].
- [33] H-TEC SYSTEMS GmbH (Hrsg.), „Grüner Wasserstoff ist unser Element,“ [Online]. Available: <https://www.h-tec.com/wasserstoff/>. [Zugriff am 13. September 2024].
- [34] S. Fonseca, „Solarmodule mit dem höchsten Wirkungsgrad im Vergleich (2025),“ [Online]. Available: <https://gruenes.haus/wirkungsgrad-solarzelle-photovoltaik/#:~:text=Der%20Wirkungsgrad%20von%20PV%2DModulen%20liegt%20durchschnittlich%20bei%2015%20bis,von%20nur%207%20bis%2015%25>. [Zugriff am 23. April 2025].
- [35] Stadt Bockenem (Hrsg.), „Bockenem. Windkraft und Solar,“ [Online]. Available: <https://www.bockenem.de/bockenem/windkraft-und-solar.html>. [Zugriff am 08. September 2025].
- [36] Landkreis Hildesheim (Hrsg.), Sachliches Teilprogramm Windenergie für den Landkreis Hildesheim. 1. Entwurf 2025. Beschreibende Darstellung, 2025.
- [37] Landkreis Hildesheim (Hrsg.), Sachliches Teilprogramm Windenergie für den Landkreis Hildesheim. 1. Entwurf 2025. Zeichnerische Darstellung, 2025.
- [38] J. Mankowski, Sektorenkopplung von Windenergieanlagen zur Wärmeherzeugung als Potenzial der kommunalen Wärmeplanung am Beispiel Uetze. Bachelorarbeit, 2024, unveröffentlicht.

- [39] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hrsg.), „Die Nationale Biomassestrategie,“ 13. November 2024. [Online]. Available: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/bioeconomie-nachwachsende-rohstoffe/nationale-biomassestrategie.html>. [Zugriff am 06. April 2025].
- [40] T. Loga, B. Stein, N. Diefenbach & R. Born, Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden, zweite erweiterte Auflage, Institut Wohnen und Umwelt (IWU) (Hrsg.), Darmstadt, 2015.
- [41] Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) (Hrsg.), „Fortschreibung des Kommunalen Wärmeplans,“ [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/kwp-prozess/fortschreibung>. [Zugriff am 22. April 2025].
- [42] CASD GmbH & Co. KG (Hrsg.), „Projekt: Kommunale Wärmeplanung Stadt Detmold. Teilkonzept Vertetigung & Controlling,“ 2024.
- [43] Blütenstadt Leichigen (Hrsg.), „Kommunale Wärmeplanung,“ 2024.
- [44] Stadtverwaltung Eisenach (Hrsg.), „Kommunaler Wärmeleitplan für die Stadt Eisenach. Endbericht / Entwurf,“ 2024.
- [45] Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (Hrsg.), Praxisleitfaden Klimaschutz in Kommunen, 4., aktualisierte Auflage Hrsg., Berlin, 2023, 344 S.
- [46] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) & Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) (Hrsg.), Leitfaden. Akteursbeteiligung in der Kommunalen Wärmeplanung, 2024.

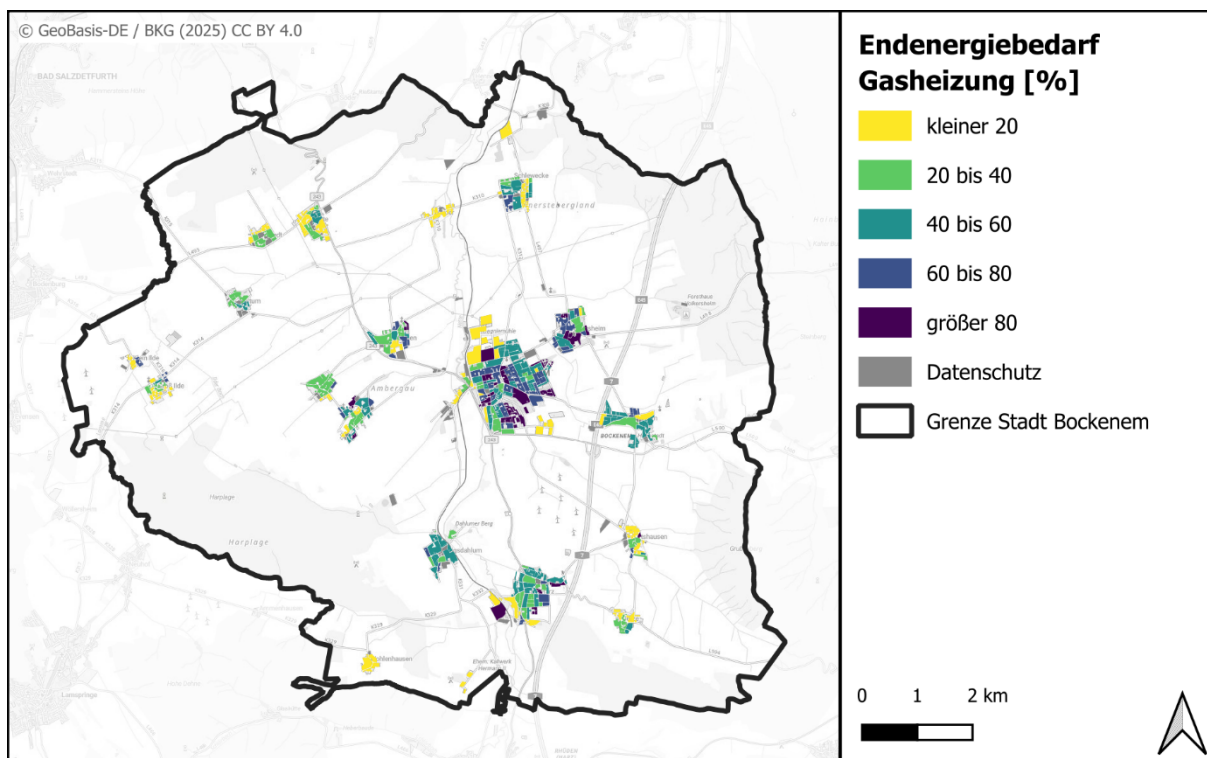
Anhang A1: Darstellung der Ergebnisse der Bestandsanalyse nach § 15 WPG



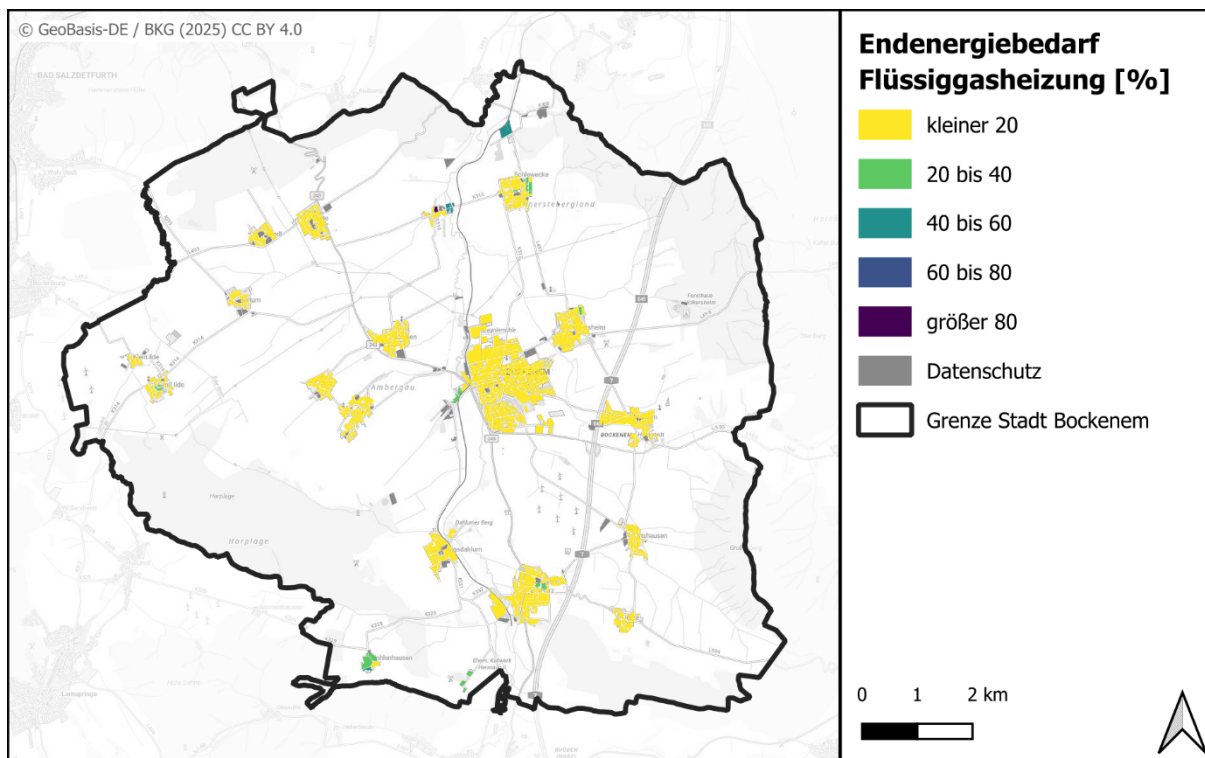
Anhang A1-1: Wärmeverbrauchsichte in Megawattstunden pro Hektar und Jahr in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



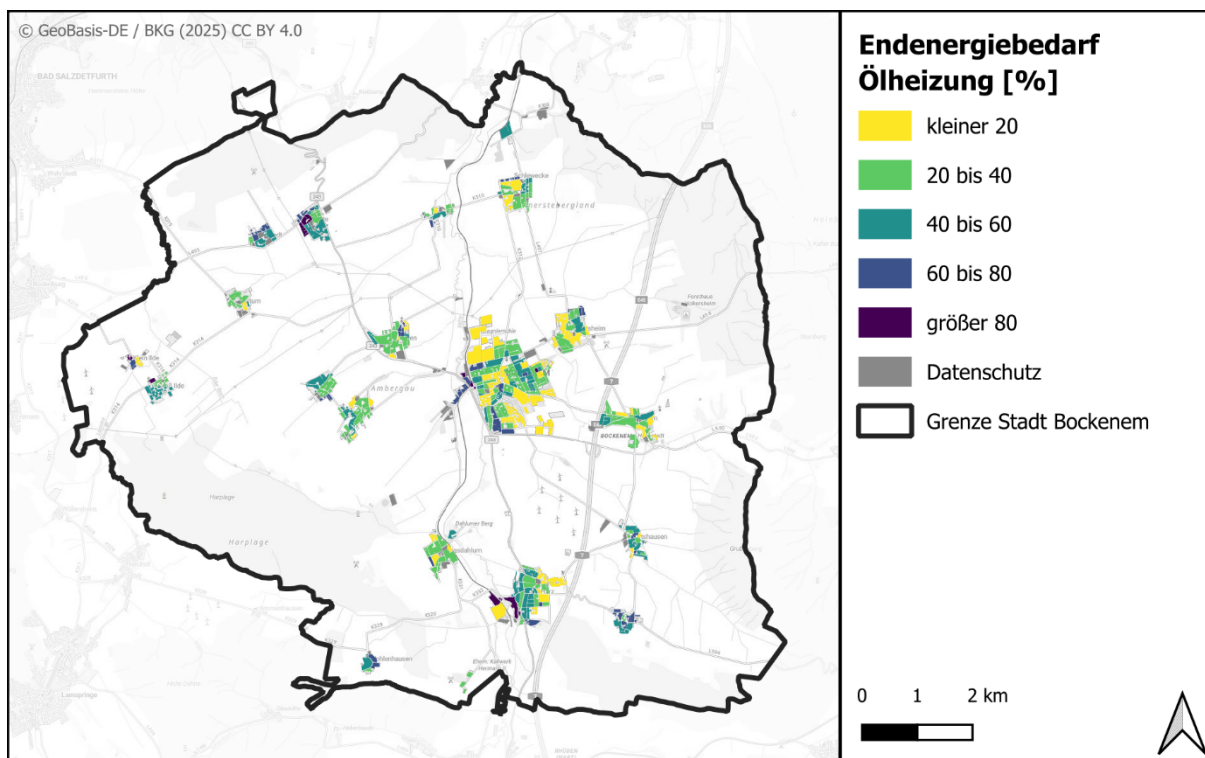
Anhang A1-2: Wärmelinien-dichte in Megawattsstunden pro Meter und Jahr in straßenabschnittbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



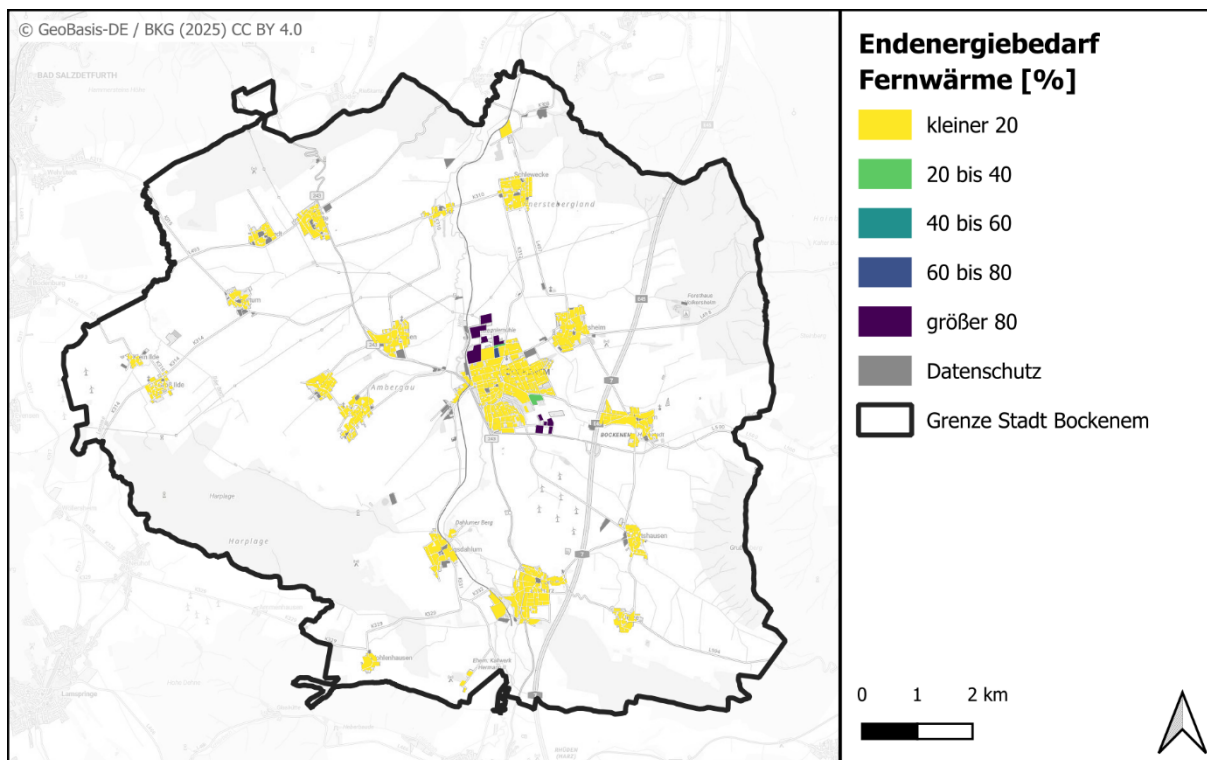
Anhang A1-3: Anteil der leitungsgebundenen Gasheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



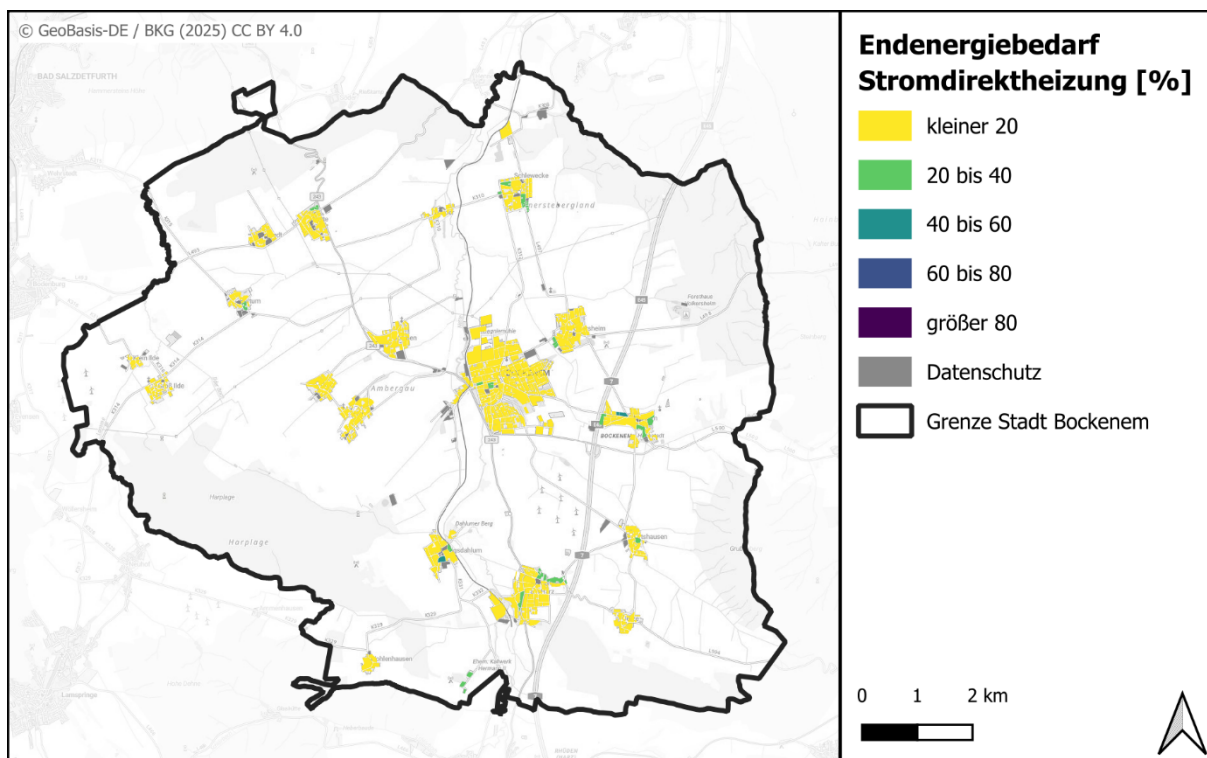
Anhang A1-4: Anteil der Flüssiggasheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



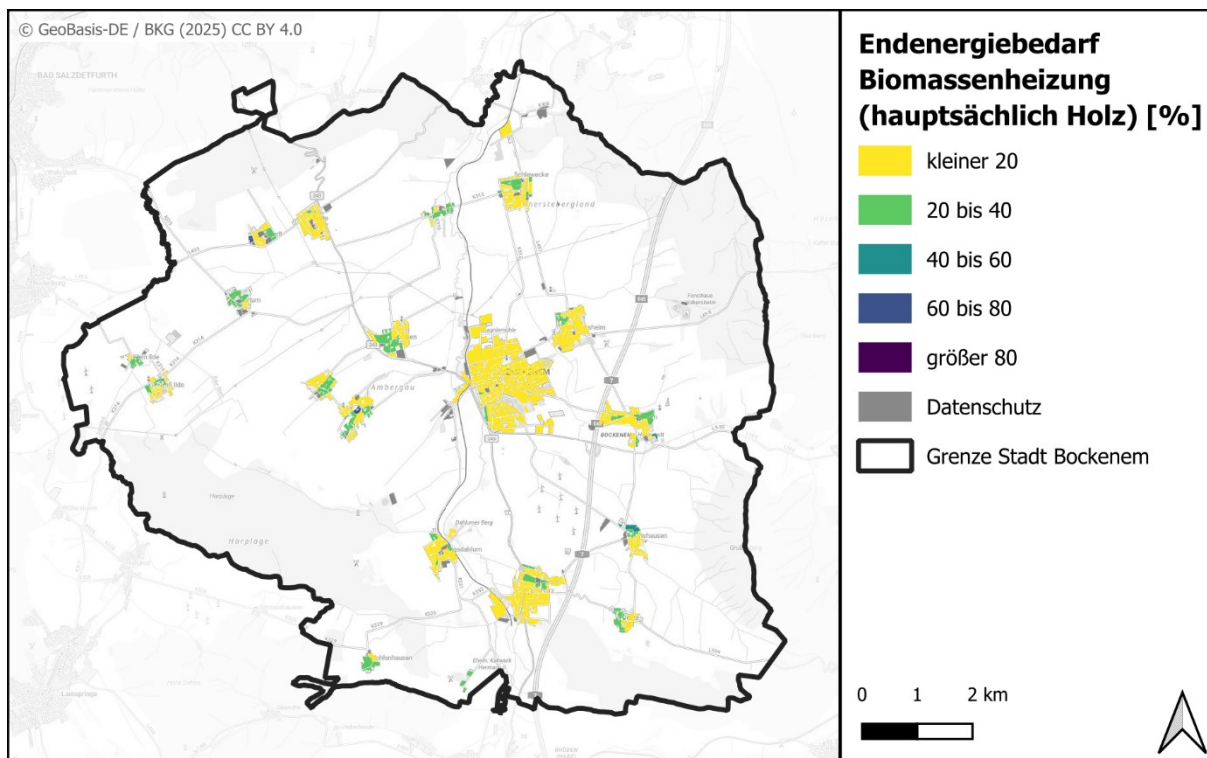
Anhang A1-5: Anteil der Ölheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



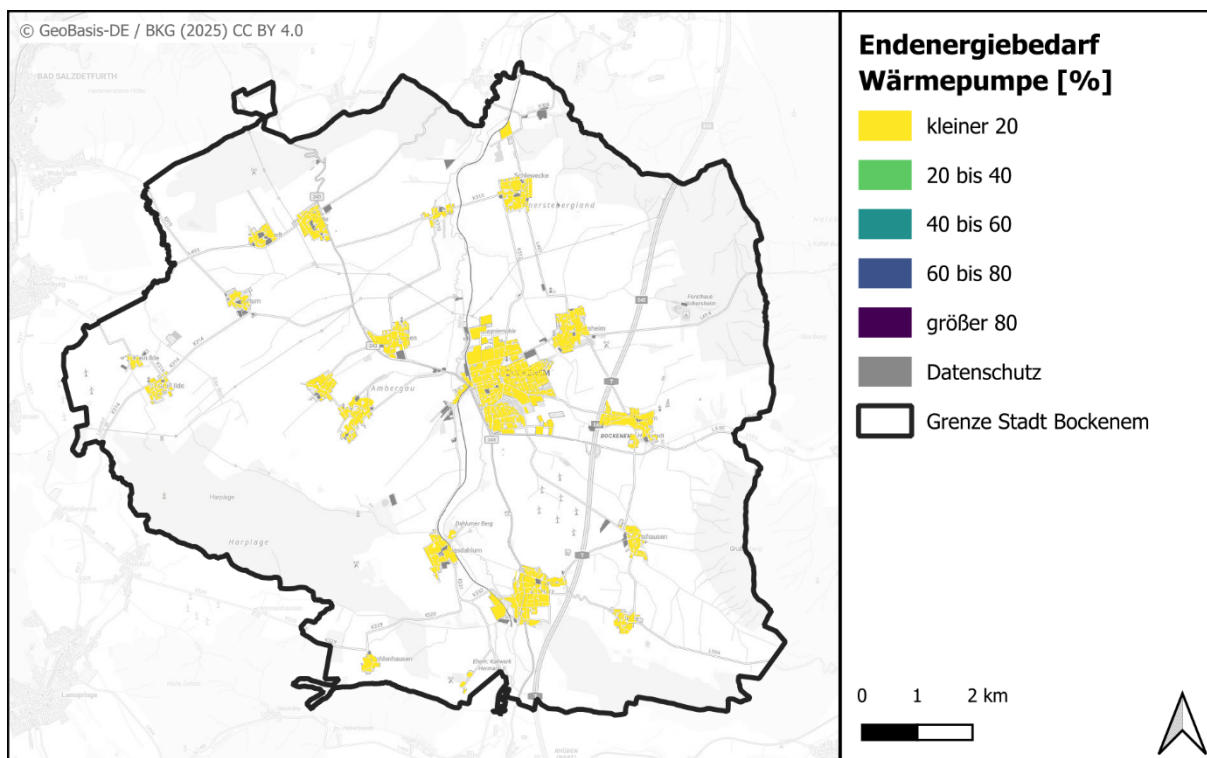
Anhang A1-6: Anteil der Fernwärmeheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



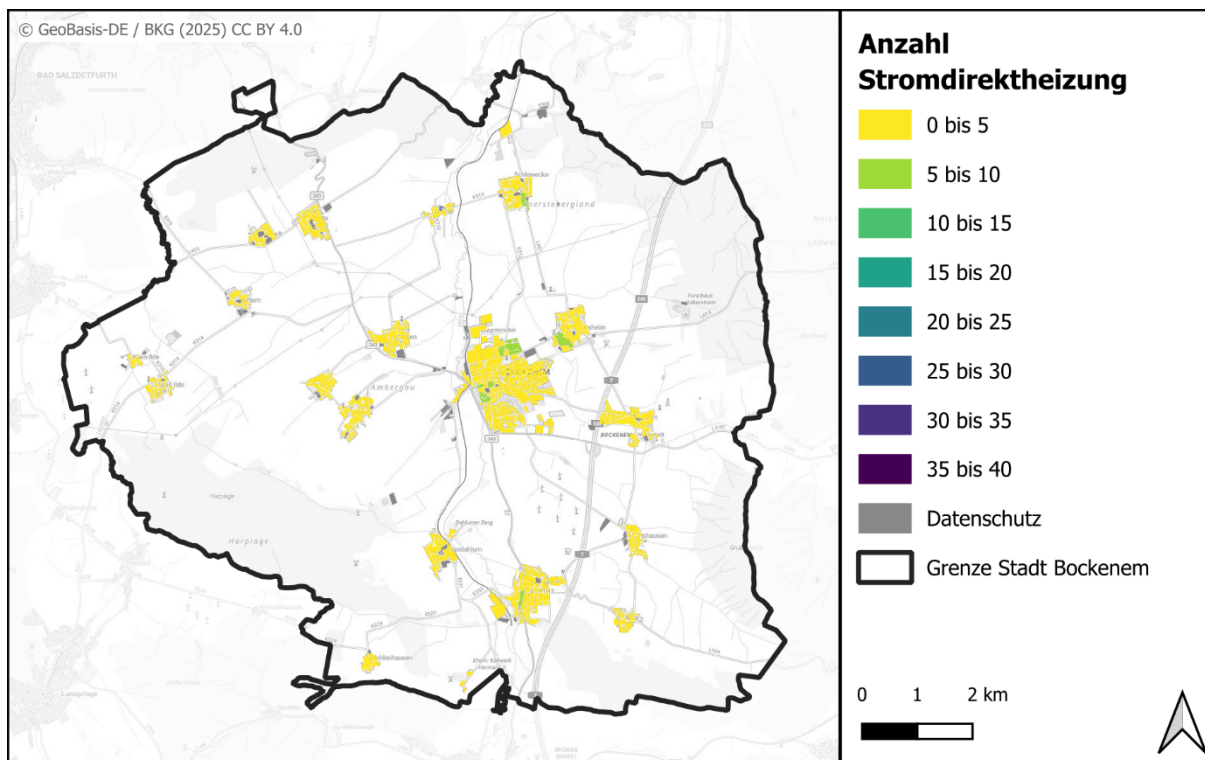
Anhang A1-7: Anteil der Stromdirektheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



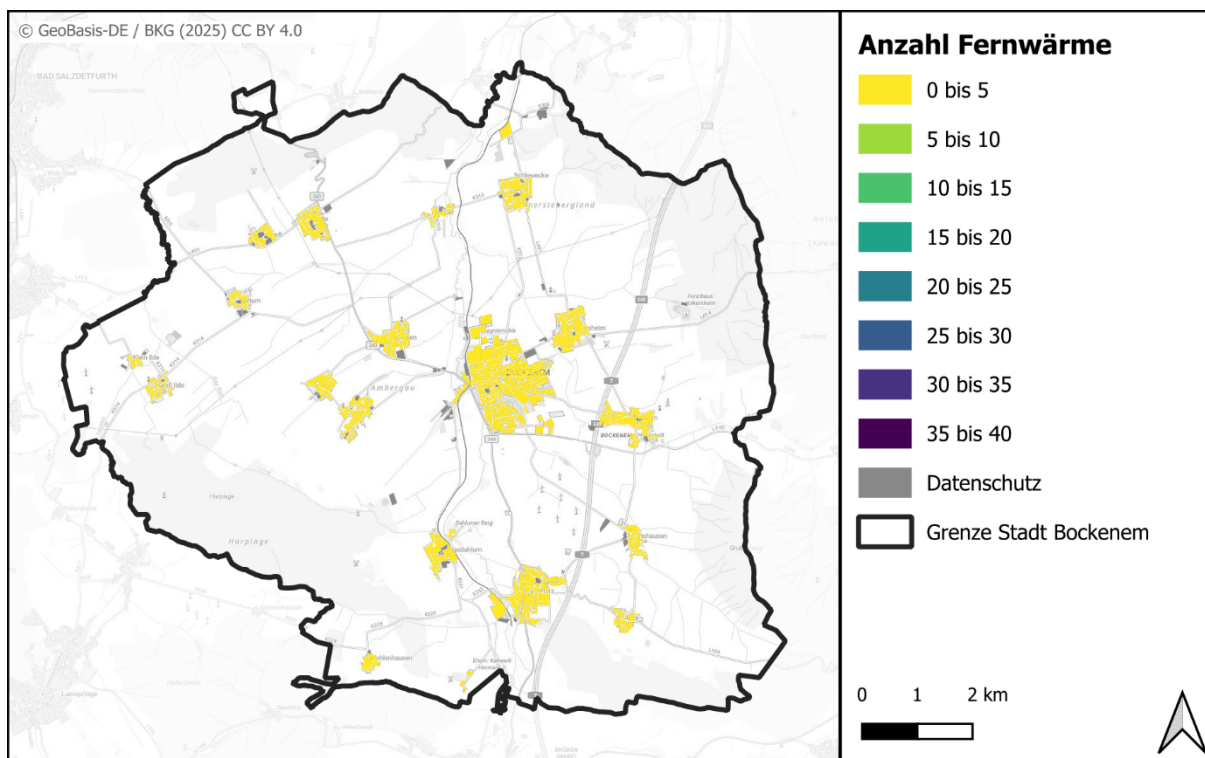
Anhang A1-8: Anteil der Biomasseheizungen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



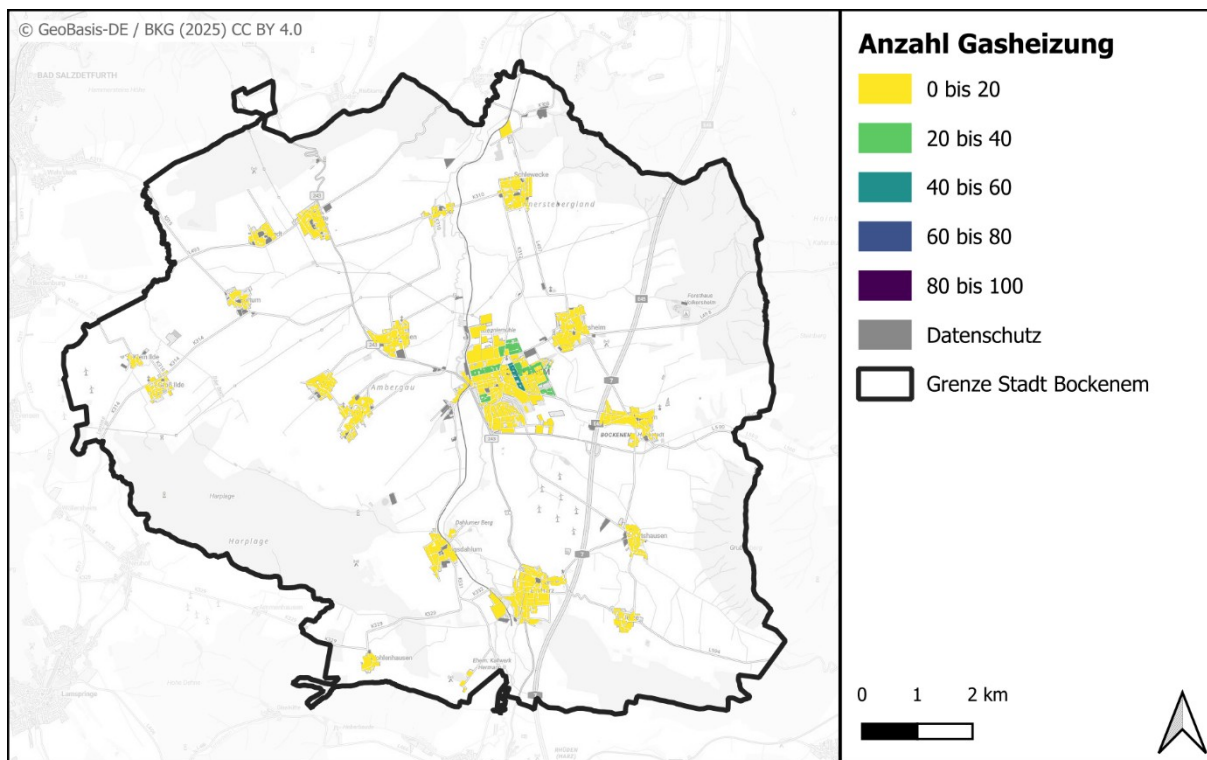
Anhang A1-9: Anteil der Wärmepumpen am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Prozent in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



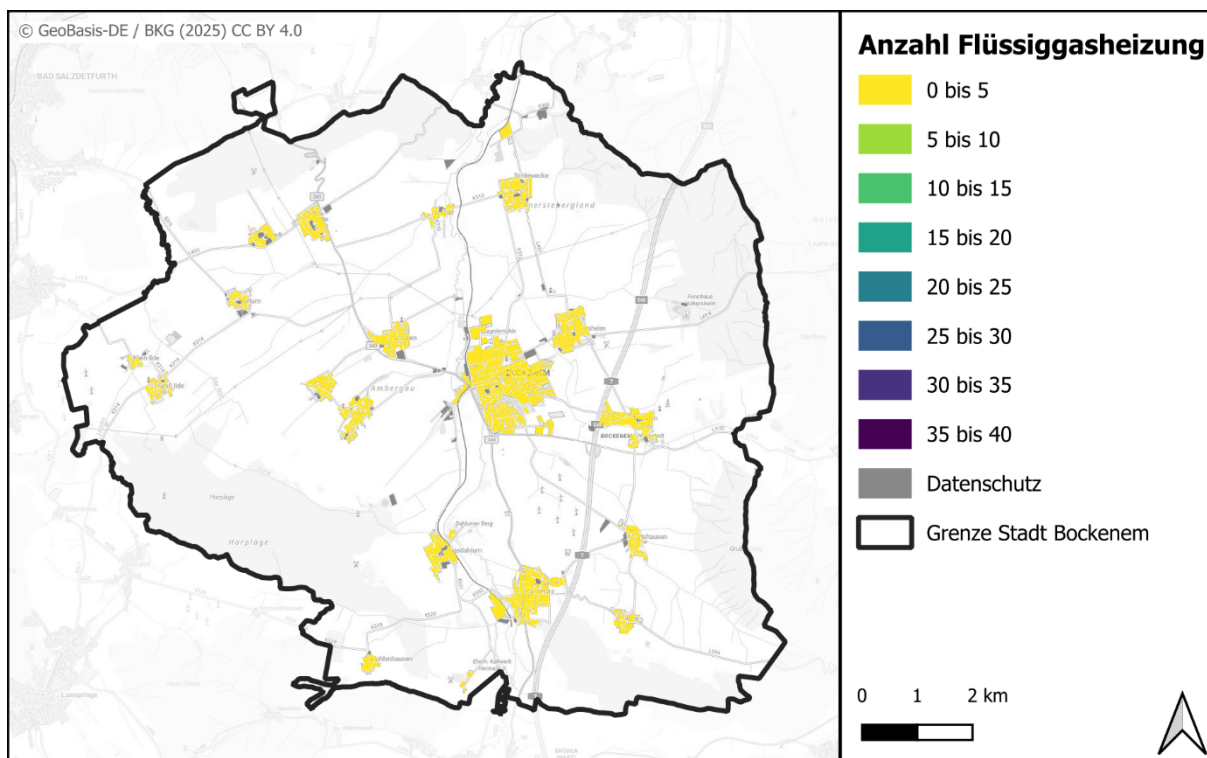
Anhang A1-10: Anzahl der Stromdirektheizungen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



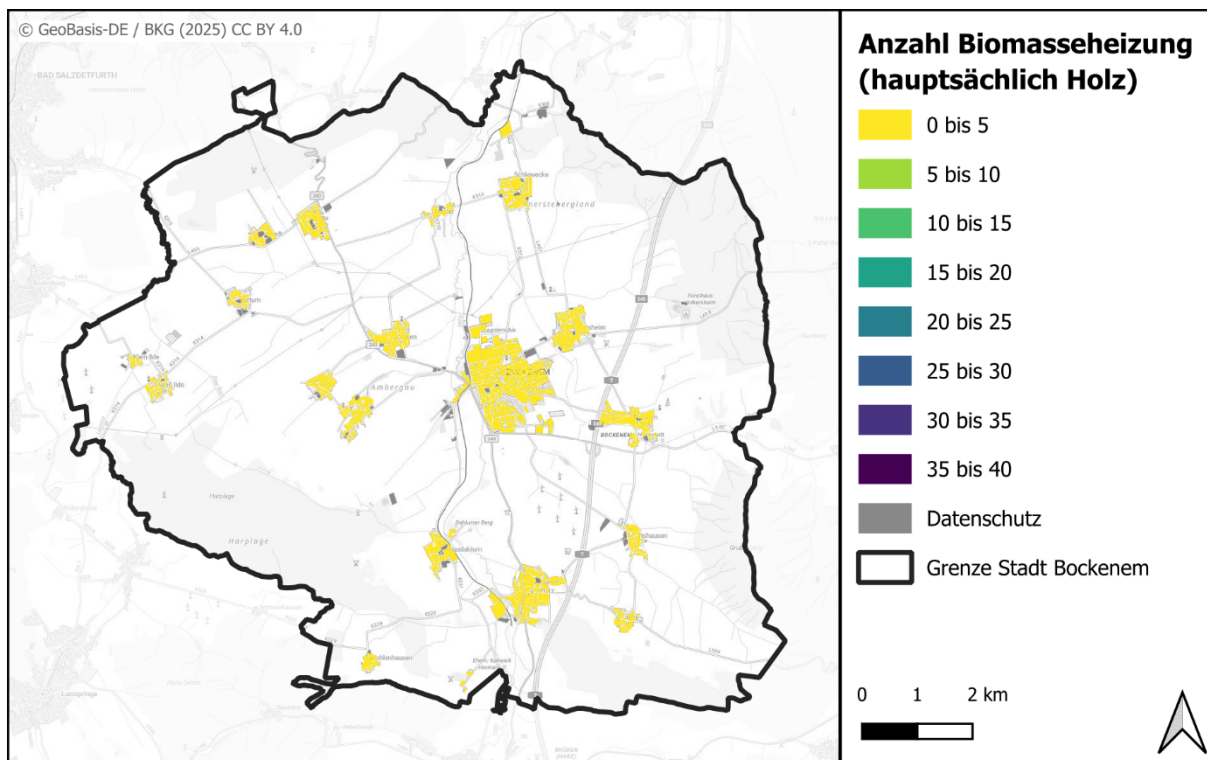
Anhang A1-11: Anzahl der Fernwärmeübergabestationen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



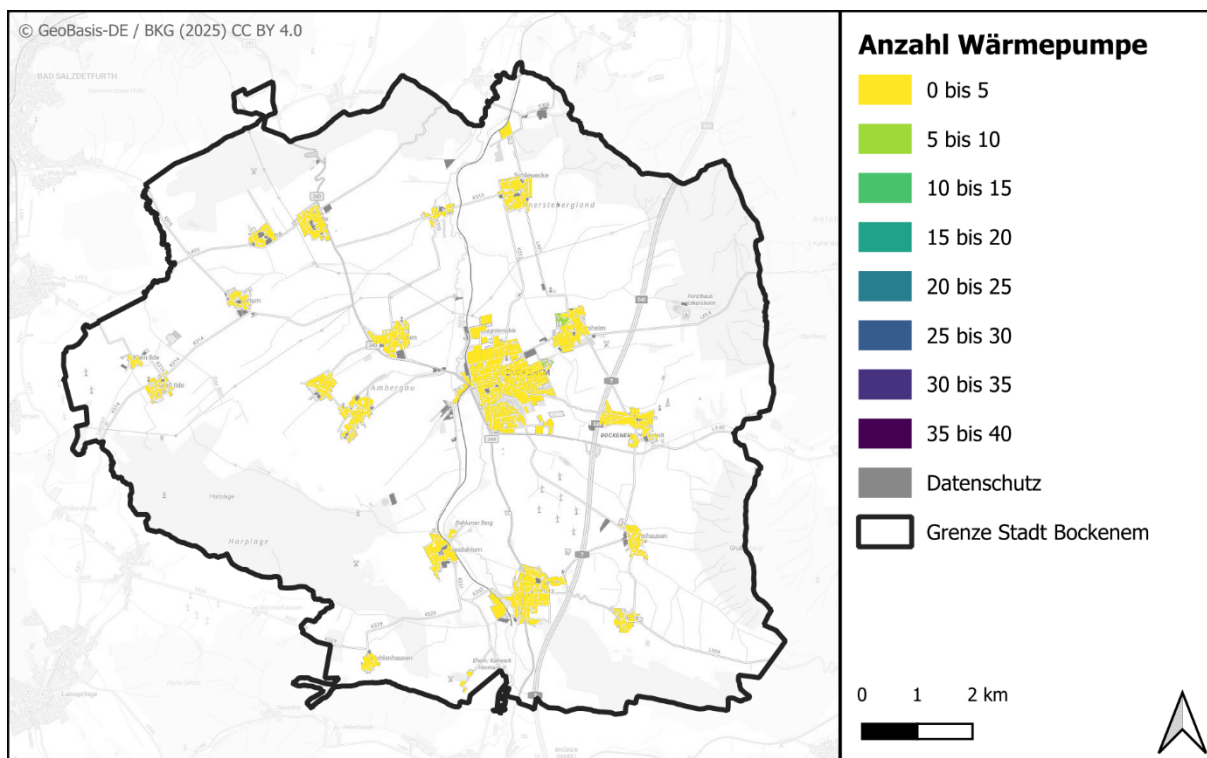
Anhang A1-12: Anzahl der leitungsgebundenen Gasheizungen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



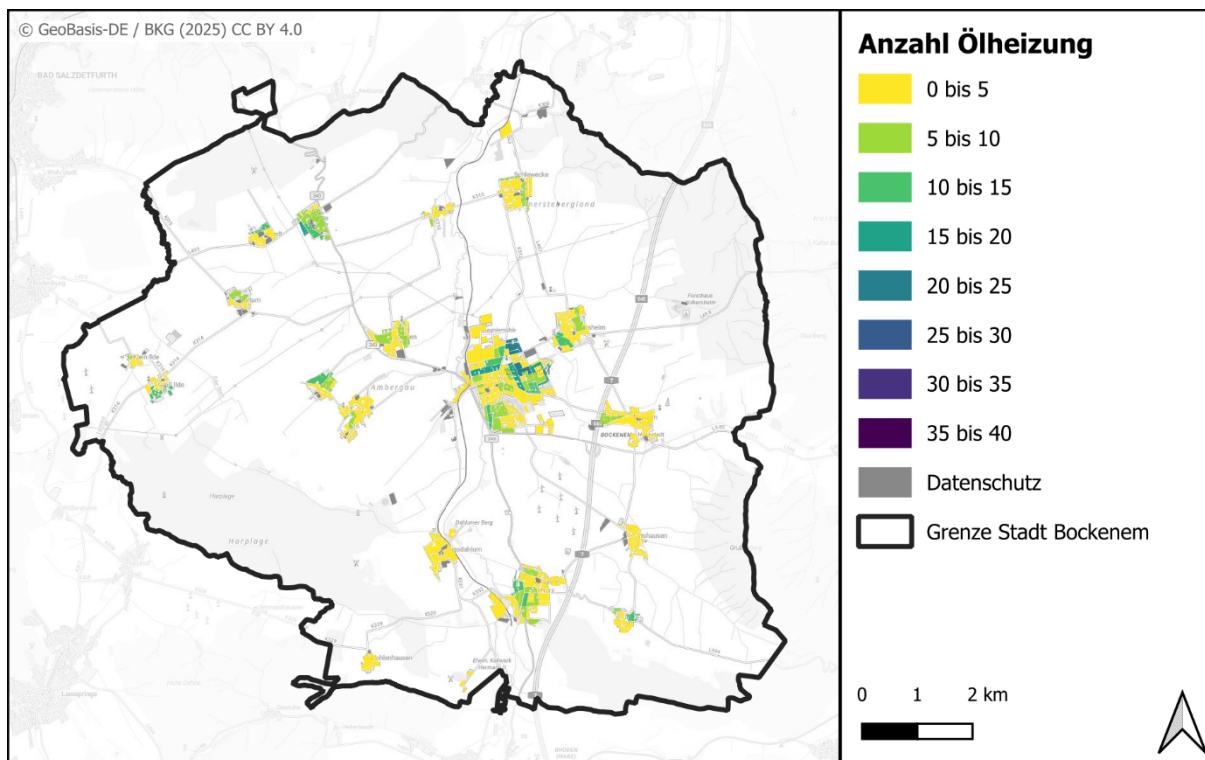
Anhang A1-13: Anzahl der Flüssiggasheizungen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



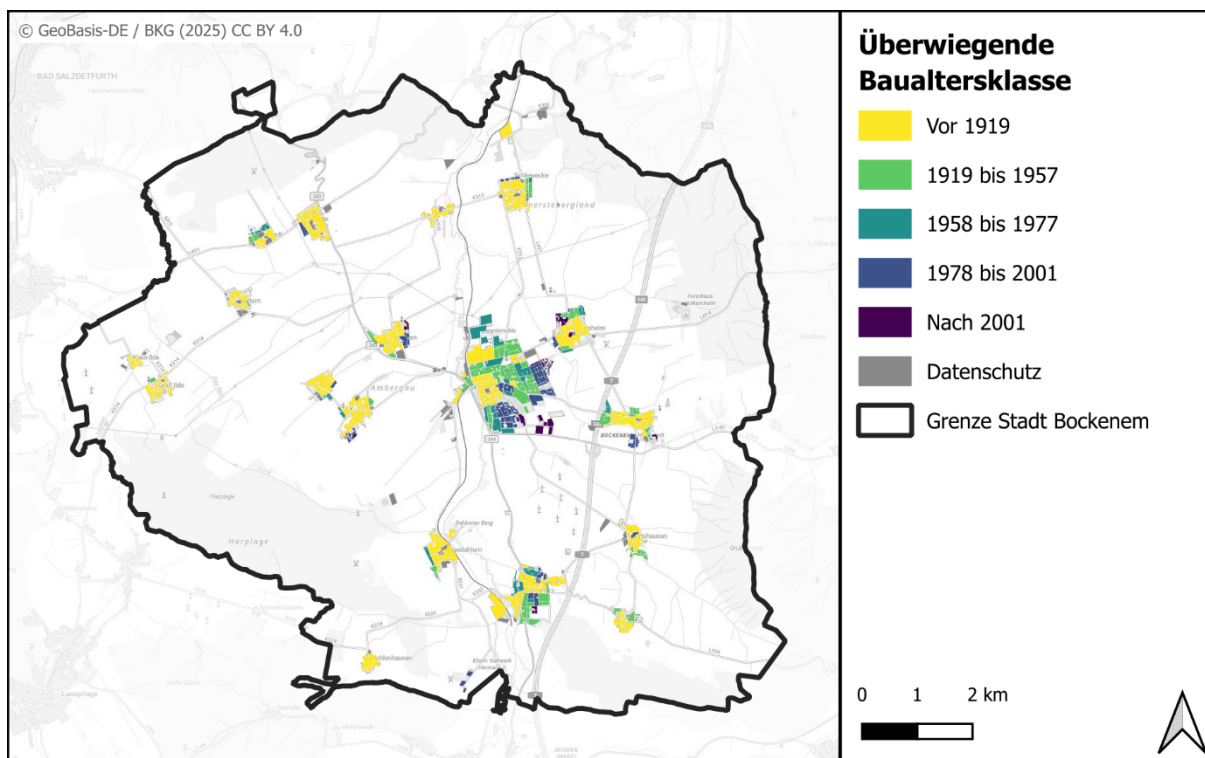
Anhang A1-14: Anzahl der Biomasseheizungen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



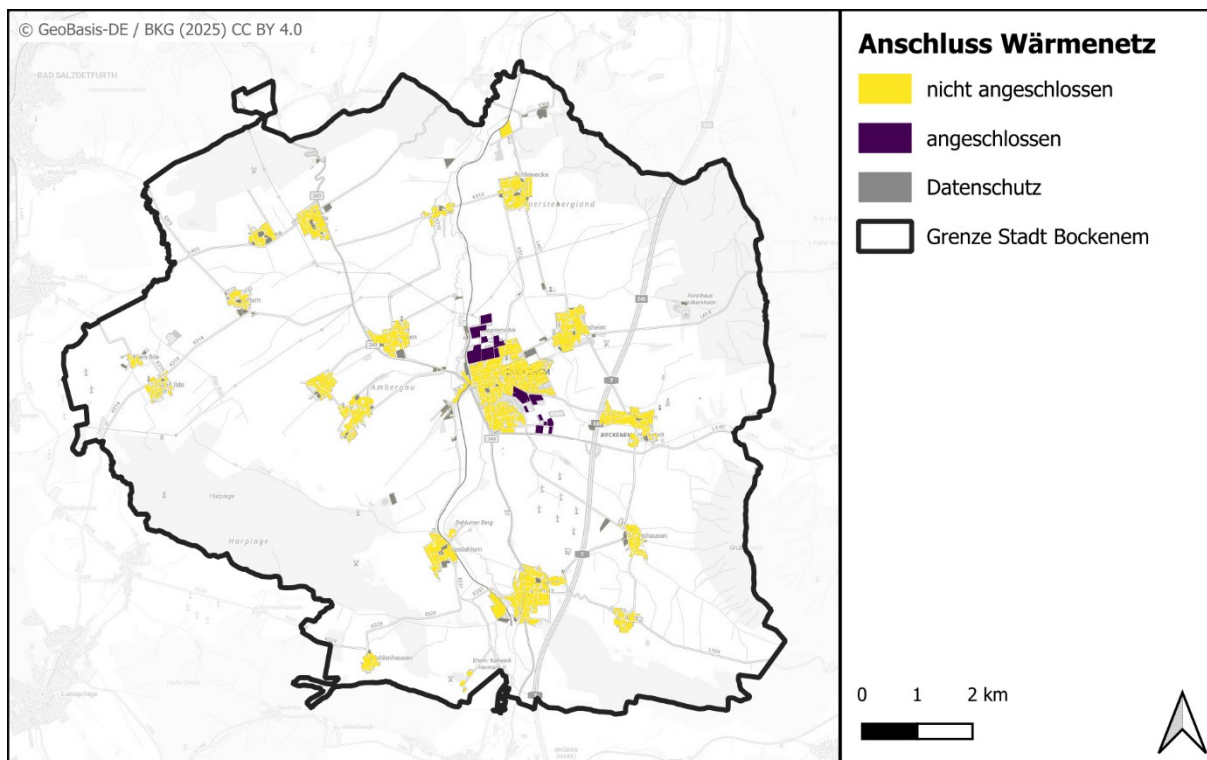
Anhang A1-15: Anzahl der Wärmepumpen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



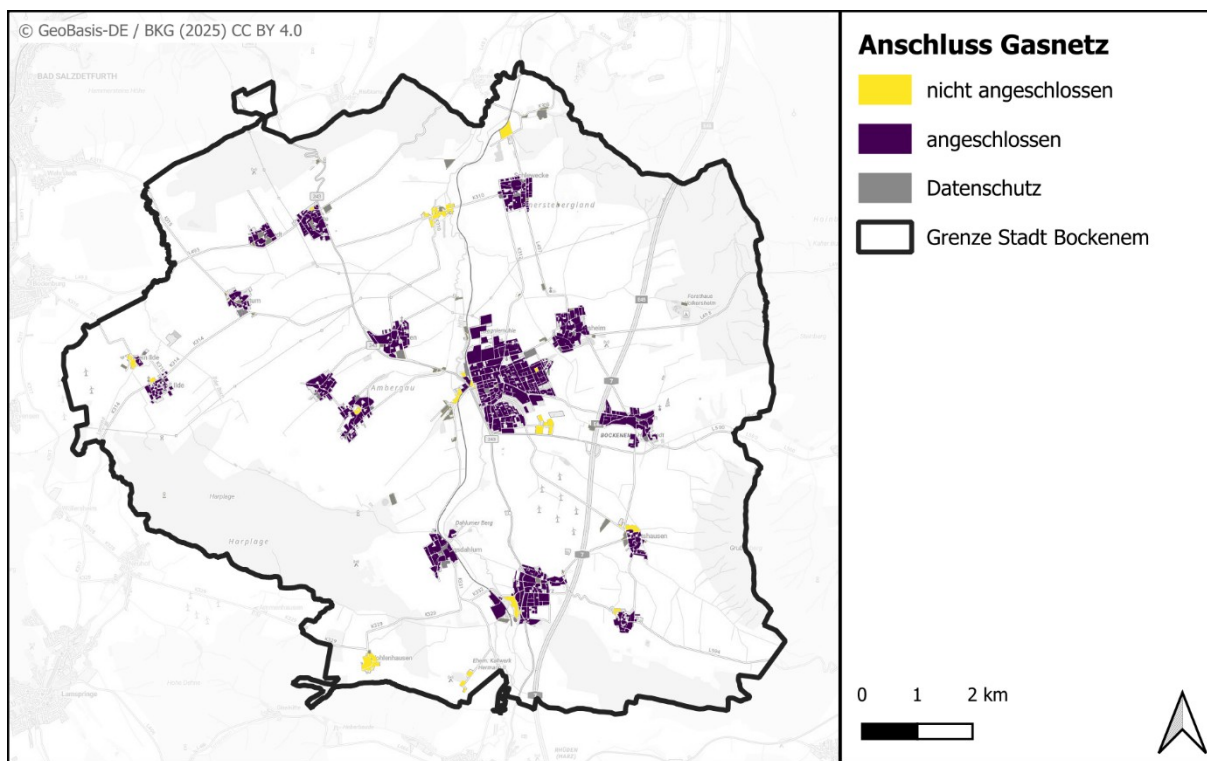
Anhang A1-16: Anzahl der Ölheizungen in baublockbezogener Darstellung. Quelle: Eigene Darstellung



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



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



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

Anhang A2: Ergänzende Darstellungen zur Potenzialanalyse

Details		> X	
Bohrungsname		Bockenem 1	
ID:	12700		
Kurzname:	BOKM 1		
Kurzname-Ost:			
12stelliger ID:	059608300101		
LBEG-Archiv:	0032422		
Zugang:	Gesperrt		
Auftraggeber:	Wintershall AG Erdoelwerke		
Eigentümer:	Wintershall Dea Deutschland GmbH		
Ergebnis:	Nicht fündig		
Bohrungsklasse:	A3		
Bohrungsklasse - lang:	Aufschlussbohrung		
Bohrungsart:	Gasbohrung		
Bohrbeginn:	14.12.1956		
Bohrende:	11.06.1957		
Endteufe [m]:	2395,00		
Endhorizont:	Karbon		
Endhorizont ATS:	U.Karbon (Dinant)		
Rechtswert:	3578280,00		
Hochwert:	5766173,00		
Ost:	32578175,93		
Nord:	5764305,47		
ABW - Teufe [m]:	2395,00		
ABW - Strecke [m]:	64,54		
ABW - Azimut [Grad]:	16,30		
Teufenverlust [m]:	1,64		
Anzahl Kerne:	40		
Anzahl Kernuntersuchungen:	-1		
Anzahl Temperaturwerte:	4		
ABW - Daten:	YES		
Profildaten:	YES		
Logdaten:	Ja		

Anhang A2-1: Potenzialanalyse Tiefengeothermie – Aufschlussbohrung Wintershall AG Erdölwerke 1957. Quelle: NIBIS Kartenserver

Anhang A3: Indikatoren zur Eignungsprüfung der Teilgebiete

Anhang A3-1: Ökonomische Indikatoren für Wärmenetze

Indikator	Beschreibung	1 sehr wahrscheinlich ungeeignet	2 wahrscheinlich ungeeignet	3 wahrscheinlich geeignet	4 sehr wahrscheinlich geeignet
Erwarteter Anschlussgrad	Der zu erwartende Anschlussgrad hat bei Wärmenetzen einen großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Versorgung, da die hohen Investitionskosten in die neue Infrastruktur auf viele Anschlussnehmer verteilt werden können. Je höher die zu erwartende Anschlussquote, desto geringer der Wärmepreis. Die Anschlussquote lässt sich nur schwer prognostizieren. In Gebieten, in denen bereits viele Wärmepumpen gebaut werden, wird sie tendenziell geringer ausfallen. Daher wird bewertet, ob Wärmepumpen jetzt bereits im Gebiet vertreten sind und ob viele Heizungen bis zum erwarteten Ausbau eines Wärmenetzes auf Grund ihres Alters bereits ausgetauscht werden mussten. Ebenso kann in Gebieten mit sehr jungen Heizungen die Anschlussquote gering sein, da Eigentümer eine neue Heizung nicht schon wieder tauschen wollen.	Mehrheitlich Wärmepumpen vorhanden	Viele Wärmepumpen vorhanden und/oder sehr hohes durchschnittliches Heizungsalter	Wenige Wärmepumpen, zu alte oder zu junge Heizungen	Keine erneuerbaren Heizungen im Gebiet, erwarteter Heizungstausch passt zum Entwicklungszeitraum
Ankerkunden	Ankerkunden (Objekte mit hohem Wärmebedarf) ermöglichen einen hohen Wärmeabsatz für wenig Investition in Wärmeleitung und sind daher wichtig für eine Kostengünstige Wärmeversorgung. Kommunale Liegenschaften werden höher bewertet als Gewerbe und Industrie, da eine vertragliche Bindung von 10 Jahren oder Länger, wie in Wärmenetzprojekten üblich, ein Hemmnis sein kann.	Keine Ankerkunden	Wenige Gewerbe-/ Industrieobjekte	Wenige kommunale Objekte und/oder viele Gewerbe-/ Industrieobjekte	Viele kommunale Objekte oder Gewerbe-/ Industrieobjekte mit konkreter Absichtserklärung

Indikator	Beschreibung	1 sehr wahrscheinlich ungeeignet	2 wahrscheinlich ungeeignet	3 wahrscheinlich geeignet	4 sehr wahrscheinlich geeignet
Wärmelinien-dichte	<p>Je höher die Wärmeliniendichte, desto höher der Wärmeabsatz je Meter gebaute Trasse. Daher sind Wärmenetze mit hoher Wärmeliniendichte wirtschaftlicher.</p> <p>Wenn die Wärmeliniendichte nicht ermittelt werden kann, wird die Wärme-flächendichte berücksichtigt.</p>	$< 0,7 \text{ MWh/m}_{\text{Trasse}} \cdot \text{a}$	$0,7 - 1,3 \text{ MWh/m}_{\text{Trasse}} \cdot \text{a}$	$1,3 - 2 \text{ MWh/m}_{\text{Trasse}} \cdot \text{a}$	$> 2 \text{ MWh/m}_{\text{Trasse}} \cdot \text{a}$
Potenzial für zentrale Wärme-erzeugung	Die bedarfsgebundenen Kosten eines Wärmenetzes hängen von der Qualität der Wärmequelle ab. Hochtemperaturquellen werden höher bewertet, da für Niedertemperaturquellen Wärmepumpeneinsatz und damit zusätzlich Strom benötigt wird.	Kein Potenzial	Niedrigtemperatur-Umweltpotenziale, wie Geothermie und Solarthermie-freiflächen	Konkrete Niedertemperatur-potenziale, wie Kläranlagenauslauf oder Gewässer-thermie oder unkonkretes Hoch-temperaturpotenzial	Konkretes Hoch-temperaturpotenzial, wie Biogasanlage oder industrielle Abwärme mit Betreiberinteresse

Anhang A3-2: Ökonomische Indikatoren für Wasserstoffnetze und dezentrale Versorgung

Wasserstoffnetze	Dezentrale Versorgung
<p>Bei Wasserstoff wird aktuell davon ausgegangen, dass er zu teuer für die Bereitstellung von Raumwärme sein wird. Daher werden alle Teilgebiete als 1 „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ bewertet.</p> <p>Sollten besondere Rahmenbedingungen eine andere Einschätzung des Teilgebiets fordern, wird das Teilgebiet individuell bewertet.</p>	<p>Wärmepumpen und andere erneuerbare Heizungen können wirtschaftlich betrieben werden. Da die Wärmeplanung unter anderem als Ziel hat, wirtschaftlichere Alternativen zu dezentralen Versorgungsanlagen zu finden wird die Standardbewertung als Vergleichswert für andere Versorgungsarten auf 3 „wahrscheinlich geeignet“ gesetzt.</p> <p>Eine ausführliche Wärmepreisberechnung für Beispielhäuser liegt dem Bericht bei.</p>

Anhang A3-3: Umsetzungsrisiken für Wärmenetze und Wasserstoffnetze

Indikator	Beschreibung	1 sehr wahrscheinlich ungeeignet	2 wahrscheinlich ungeeignet	3 wahrscheinlich geeignet	4 sehr wahrscheinlich geeignet
Ankerkunden	Netze können erst umgesetzt werden, wenn ein Mindestwärmeabsatz vertraglich gesichert ist. Dies ist leichter mit Ankerkunden umzusetzen, da hier eine große Absatzmenge mit wenigen Verträgen zu sichern ist. Die Bewertung erfolgt analog zum ökonomischen Indikator	Keine Ankerkunden	Wenige Gewerbe-/ Industrieobjekte	Wenige kommunale Objekte und/oder viele Gewerbe-/ Industrieobjekte	Viele kommunale Objekte oder Gewerbe-/ Industrieobjekte mit konkreter Absichtserklärung
Netzbetreiber	Die Frage des Netzbetreibers ist essenziell für die Umsetzung eines Wärmenetzes. Auch das wirtschaftlichste Wärmenetz wird nicht errichtet, wenn niemand das Netz betreiben möchte.	Kein Netzbetreiber vorhanden	Es wurden erste Gespräche mit potenziellem Netzbetreiber geführt	Es gibt lokal aktiven Netzbetreiber	Netzbetreiber hat konkretes Interesse geäußert
Bestehendes Netz (Gas/ Wärme)	Das Vorhandensein eines Netzes spricht für sich.	Kein Netz vorhanden	Netz ist entfernt von Teilgebiet	Netz grenzt an Teilgebiet	Netz im Teilgebiet vorhanden

Indikator	Beschreibung	1 sehr wahrscheinlich ungeeignet	2 wahrscheinlich ungeeignet	3 wahrscheinlich geeignet	4 sehr wahrscheinlich geeignet
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Einige Wärmequellen, wie Tiefengeothermie, haben eine lange Erschließungsdauer. Sollte das vorge-sehene Wärmekonzept von solchen Quellen abhängen, muss das Risiko der späten Erschließung mitbewertet werden. Für Wasserstoffnetze ist der rechtzeitige Ausbau des Wasserstoffkernnetzes relevant. Dieser ist bis 2035 geplant. Da eine darauf aufbauende Infrastruktur erst sehr spät erstellt werden kann wird das Wasserstoffnetz hier mit 1 bewertet.	Lange Erschließungsdauer mit hohem Risiko	Erschließung der Wärmequellen noch unklar	Wärmequellen können Risikoarm erschlossen werden.	Wärmequellen stehen bereits zur Verfügung
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Die Errichtung von Wärmenetzen hängt aktuell stark von der Förderung BEW des Bundes ab, da hier 40 % Investitionskosten und zum Teil Betriebskosten gefördert werden. Daher ist die Umsetzung abhängig von der Verfügbarkeit vergleichbarer Fördermittel.		Abhängigkeit von Fördermitteln analog zum BEW		Keine Abhängigkeit von Fördermitteln
Entfernung vom Wasserstoffkernnetz	Wenn das Wasserstoffkernnetz zu weit entfernt vom Teilgebiet ist, ist eine Versorgung mit Wasserstoff sehr wahrscheinlich ungeeignet.	Wasserstoffkernnetz zu weit entfernen		Wasserstoffkernnetz in der Nähe, aber kein konkretes Ausspeisegebiet	Wasserstoffkernnetz in der Nähe inkl. Ausspeisepunkt

Anhang A3-4: Ökologische Bewertung für alle Wärmeversorgungsarten

Wärmenetze	Wasserstoffnetze	Dezentrale Versorgung
<p>Auch wenn alle Versorgungsoptionen bis zum Zieljahr 2040 treibhausgasneutral sein werden, kann die kumulierte Treibhausgasbilanz bis zum Zieljahr bewertet werden. Wie viel THG wird bis zur vollständigen Umstellung noch emittiert?</p> <p>Es kann vereinfacht davon ausgegangen werden, dass je später die Wärmeversorgung umgestellt wird, desto mehr THG ausgestoßen wird.</p>		
<p>Bei Wärmenetzen ist das Umsetzungsjahr relevant. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit Neubau eines Wärmenetzes ein Großteil der Anschlussnehmer während der ersten Bauphase anschließt. Je früher das Wärmenetz umgesetzt wird, desto besser ist die THG-Bilanz.</p> <ul style="list-style-type: none"> Wärmenetz von 2035 bis 2040: 1 „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ Wärmenetz von 2030 bis 2035: 3 „wahrscheinlich geeignet“ Wärmenetz vor 2030: 4 „sehr wahrscheinlich geeignet“ 	<p>Da das Wasserstoffkernnetz erst ca. 2035 bereitstehen wird, wird mit einer sehr späten Umstellung für Wasserstoff gerechnet und daher werden Wasserstoffnetze mit 1 „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ bewertet.</p>	<p>Bei dezentraler Versorgung kann davon ausgegangen werden, dass die Umstellung kontinuierlich erfolgt. Einige Heizungen werden früh umgerüstet werden. Fossile Heizungen, die in 2020 bis 2024 neu eingebaut wurden, werden aber ggf. erst im Zieljahr und mit der GEG-Pflicht getauscht. Daher wird die dezentrale Versorgung mit 3 „wahrscheinlich geeignet“ bewertet.</p>

Anhang A4: Indikatoren für das Monitoring der kommunalen Wärmeplanung (Quelle: [44])

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

Technische Indikatoren:

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

Klimaschutzindikatoren:

- Reduktion der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor (in t CO₂e/Jahr)
- Fortschritte auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität gemäß dem Zielszenario 2045

Wirtschaftliche Indikatoren:

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

Soziale Indikatoren:

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

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

