

INTERKOMMUNALE WÄRMEPLANUNG STADT BERGKAMEN, STADT KAMEN UND GEMEINDE BÖNEN

TEIL

GEMEINDE BÖNEN

ZWISCHENBERICHT DER UTILITY PARTNERS GMBH & SMARTOPS GMBH



IM AUFTRAG VON

Stadt Bergkamen, Gemeinde Bönen, Stadt Kamen

Solingen, den 08.04.2026

Autoren und Projektteam

Utility Partners GmbH:

Christoph Sommerfeldt

Hendrik Nabitz

Lea Reuter

smartOPS GmbH:

Marinus Schnitzlbaumer

Philip Gauglitz

Peter Ritter

I INHALT

I	Inhalt	2
II	Abbildungsverzeichnis.....	5
III	Tabellenverzeichnis.....	9
1	Management Summary	11
2	Zusammenfassung.....	12
2.1	Ausgangssituation.....	12
2.2	Planungsinstrument Kommunale Wärmeplanung.....	13
2.3	Rahmenbedingungen & Kernthesen	15
3	Bestandsanalyse	16
3.1	Ziele und Methodik.....	16
3.2	Datengrundlagen	17
3.3	Ergebnisse der Bestandsanalyse	18
3.3.1	Grundlagen	18
3.3.2	Wärmebedarf	19
3.3.3	Wärmeerzeugung.....	31
3.3.4	Treibhausgasbilanz	39
3.3.5	Großverbraucher-Analyse	40
3.3.6	Wärmenetze.....	42
3.3.7	Gasnetze	44
3.3.8	Abwassernetze	46
3.3.9	Eignungsprüfung	48
4	Potenzialanalyse	49
4.1	Ziele und Methodik.....	49
4.2	Flächenscreening.....	52
4.3	Energieeinsparung und Effizienz.....	53
4.4	Ergebnisse: Potenziale unvermeidbarer Abwärme.....	56
4.5	Ergebnisse: Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien	59
4.5.1	Geothermie	59
4.5.2	Solarthermie.....	65
4.5.3	Biomasse	66

4.5.5	Umweltwärme	72
4.5.6	Grüne Gase	83
4.6	Ergebnisse: Potenziale zur Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien	90
4.6.1	Windenergie.....	90
4.6.2	Photovoltaik	96
4.6.3	Wasserkraft.....	100
4.7	Potenziale zur zentralen Wärmespeicherung	101
4.8	Zusammenfassung Potenzialanalyse.....	102
5	Entwurf Zielszenario 2045 - Bönen.....	106
5.1	Ziele und Methodik.....	106
5.2	Betrachtete Versorgungsarten	109
5.2.1	Gaskessel (Biomethan).....	109
5.2.2	Luftwärmepumpen	110
5.2.3	Solewärmepumpen	111
5.2.4	Biomassekessel	111
5.2.5	Hybrid-Heizsysteme	112
5.2.6	Wärmenetze.....	113
5.3	Wärmeverbrauchsentwicklung in Bönen	113
5.4	Bewertungskriterien für Wärmeversorgungsarten	114
5.4.1	Bewertungsmatrix für die Wärmeversorgungsarten.....	115
5.4.2	Grundlegende bewertung der Wärmeversorgungsarten	116
5.4.3	Gebietstypisierung im Rahmen der Bewertungsmatrix	118
5.5	Wärmenetze und Wärmenetzbetreiber in Bönen.....	119
5.6	Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgungsarten	121
5.6.1	Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze in Bönen	122
5.6.2	Wirtschaftlichkeit Luftwärmepumpe	123
5.6.3	Wirtschaftlichkeit Solewärmepumpe.....	125
5.6.4	Wirtschaftlichkeit Hybridwärmepumpen.....	126
5.6.5	Wirtschaftlichkeit Biomassekessel.....	127

5.6.6	Wirtschaftlichkeit neuer Gaskessel unter Berücksichtigung des Gebäudemodernisierungsgesetzes (GMG)	128
5.7	Realisierungsrisiken der Wärmeversorgungsarten	130
5.8	Anwendung der Realisierungsrisiken auf Gebäudetypen und Energiestandards	132
5.9	Fokusgebiete	135
5.9.1	Fokusgebiet 1 – Industriegebiet Bönen	135
5.9.2	Fokusgebiet 2 – Bönen Ost	137
5.9.3	Fokusgebiet 3 – Bönen West	140
5.10	Ergebnisse	142
5.10.1	Fazit Zwischenbericht	143
5.10.2	Strategische Leitlinie der Wärmeversorgung	144
5.10.3	Prioritäre Maßnahmen	144
6	Anhang	145
6.1	Fragebogen unvermeidbare Abwärme	145
6.2	Treibhausgas-Faktoren	148
7	Dienstleister	149

II ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Überwiegende Baualtersklassen auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	20
Abbildung 2: Energiestandards auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	21
Abbildung 3: Überwiegendes Jahr der Ersterrichtung vor/nach der 1. WSchV (1978) auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	22
Abbildung 4: Überwiegender Energiestandard vor/nach der 1. WSchV (1978) auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	23
Abbildung 5: Überwiegende Sektoren auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	24
Abbildung 6: Überwiegende Gebäudetypen auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	25
Abbildung 7: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme in kWh/a nach Gebiet in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	27
Abbildung 8: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme in GWh/a nach Endenergiesektoren in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	28
Abbildung 9: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme in GWh/a nach Endenergiesektoren und Verbrauchsart in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	28
Abbildung 10: Wärmeverbrauchsichte in MWh/ha·a auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	29
Abbildung 11: Wärmeliniendichten in MWh/m·a in Bönen	30
Abbildung 12: Überwiegende Wärmeerzeugerart auf Baublock-Ebene in Bönen gesamtes Planungsgebiet)	31
Abbildung 13: Energieträger-Anteile gesamt (blau) und bezogen auf den Fernwärme-Anteil (orange) in Bönen gesamtes Planungsgebiet)	32
Abbildung 14: Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	33
Abbildung 15: Anzahl dezentraler Wärmerzeuger nach Art und eingesetzter Energieträger (Bönen)	34
Abbildung 16: Anzahl der erfassten Wärmerzeuger nach Heizungs-Baujahr bzw. Inbetriebnahmejahr und Energieträger	35
Abbildung 17: Anzahl der erfassten Wärmerzeuger nach Heizungs-Baujahr bzw. Inbetriebnahmejahr (Erdgas-betriebene Wärmeerzeuger)	36

Abbildung 18: Anzahl der erfassten Wärmerzeuger nach Heizungs-Baujahr bzw. Inbetriebnahmejahr (Heizöl-betriebene Wärmeerzeuger)	36
Abbildung 19: Mittleres Inbetriebnahmejahr der Öl- & Gas-Heizkessel in Bönen auf Baublock-Ebene.....	37
Abbildung 20: Anteil der Energieträger (Kreisdiagramme) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in MWh/a (rötliche Flächen) in Bönen auf Baublock-Ebene.....	38
Abbildung 21: Jährliche Treibhausgasemissionen in Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (tCO ₂ äq/a) nach Energieträger, *ohne Gebäudenetze, **Wärmepumpen-Umgebungsluft/Geothermie, ***Stromdirekt-/Speicherheizung	39
Abbildung 22: Großverbraucher-Anzahl auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	40
Abbildung 23: Lage der Wärme- und Gebäudenetze auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	42
Abbildung 24: Lage der Gasnetze auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	44
Abbildung 25: Anzahl der Gasanschlüsse auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)	45
Abbildung 26: Verlege-/Inbetriebnahmejahr der Gasnetzleitungen auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet).....	46
Abbildung 27: Abwasserleitungen für Trockenwetterabfluss größer als DN600	47
Abbildung 28: Ergebnisse der grundlegenden Eignungsprüfung auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet).....	48
Abbildung 29: Potenzialanalyse (Symbolbild ohne inhaltliche Bedeutung der Farbzuordnung)	49
Abbildung 30: Potenzialebenen (eigene Darstellung)	50
Abbildung 31: Flächenscreening Bönen: Ausschlussflächen (grün gefärbt).....	53
Abbildung 32: Flächenscreening Bönen: gemeindliche Flurstücke (orange)	53
Abbildung 33: Bedarfsreduktionspotenzial (Nutzwärme) in Bönen auf Baublock-Ebene bis 2045 in Prozent	55
Abbildung 34: Potenziale für Erdwärmekollektoren in Bönen. Eigene Darstellung auf Grundlage des Geothermiekatasters NRW (www.geothermie.nrw.de) für Erdwärmekollektoren.....	60
Abbildung 35: Exemplarische Geodaten für mitteltiefe Geothermie: Ertrag bei 500m Sondenlänge (www.geothermie.nrw.de).....	64

Abbildung 36: Exemplarische Daten tiefe Geothermie: Temperatur devonzeitlicher Karbonate (www.geothermie.nrw.de).....	64
Abbildung 37: Aufteilung landwirtschaftliche Flächennutzung in Bönen 2024 (eigene Darstellung).....	67
Abbildung 38: Baumartengruppen nach Flächenanteil im Betrachtungsgebiet der Forsteinrichtung (eigene Darstellung).....	70
Abbildung 39: Fließgewässer in Bönen (eigene Darstellung).....	73
Abbildung 40: Modell Umweltleistung Seseke 2021	74
Abbildung 41: Grubenwasser in Bergkamen, Bönen und Kamen (eigene Abbildung).....	76
Abbildung 42: Abwasserwärme aus Kanälen in Bönen (EGLV)).....	78
Abbildung 43: Klärwerk Bönen mit Abstandsradius	79
Abbildung 44: Messwerte KA Bönen	79
Abbildung 45: Auslegung WÜT Kläranlage Bönen.....	80
Abbildung 46: Eignungskarte Luftwärmepumpen Bönen	82
Abbildung 47: Grubengas in Bergkamen, Bönen und Kamen (eigene Abbildung)	84
Abbildung 48: Biogasanlagen in Bönen	86
Abbildung 49: Grober Verlauf Wasserstoffkernnetz (Eigene Darstellung auf Grundlage von FNB Gas)).....	87
Abbildung 50: Flächen Windenergie. Entwurf der 1. Änderung des Regionalplans – Windenergie (Stand 02/2026, nach der 1. Anpassung der Entwurfs), eigene Darstellung, Daten RVR	93
Abbildung 51: Ausschnitte aus dem Kartenmaterial zu den Bauschutzbereichen des Dortmunder Flughafens aus	96
Abbildung 52: Potenziale Dach-PV in Bönen.....	97
Abbildung 53: Privilegierte Flächen für Photovoltaik in Bönen	98
Abbildung 54: Potenzialstandorte für Freiflächen-Photovoltaikanlagen in der Gemeinde Bönen (Auszug aus der Potenzialstudie, 2025)	99
Abbildung 55: Symbolbild Zielszenario	106
Abbildung 56: Wärmebedarfsreduktion in Bönen.....	114
Abbildung 57: Lage der bestehenden Wärmenetze in Bönen	119

Abbildung 58: Einteilung des Stadtgebiets von Bönen in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	122
Abbildung 59: Beispielhafte Ergebnisdarstellung der Bewertungsmatrix.....	134
Abbildung 60: Definierte Fokusgebiete in Bönen	135
Abbildung 61: Lage von Fokusgebiet 2.....	137
Abbildung 62: Fokusgebiet 2 – Bönen Ost.....	138
Abbildung 63: Lage von Fokusgebiet 3.....	140
Abbildung 64: Vorherrschende Wärme-Erzeugerart im Zieljahr 2045	142

III TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Wärme- und Gebäudenetze in Bönen	43
Tabelle 2: Flächenverteilung Bönen (eigene Berechnungen)	53
Tabelle 3: Ergebnisse Potenzialanalyse zur Senkung des Nutzenergiebedarfes in Bönen ..	55
Tabelle 4: Potenzialermittlung Erdwärmekollektoren Bönen	61
Tabelle 5: Potenzialermittlung Erdwärmesonden Bönen.....	63
Tabelle 6: Potenzialermittlung mitteltiefe Geothermie Bönen.....	65
Tabelle 7: Potenzialermittlung Solarthermie Freifläche Bönen.....	66
Tabelle 8: Potenziale von Biomasse - landwirtschaftliche Erzeugnisse - energetische Nutzung	68
Tabelle 9: Potenziale von Biomasse - landwirtschaftliche Erzeugnisse - biologische Nutzung Bönen.....	68
Tabelle 10: Potenziale von Biomasse - tierische Exkremente in Bönen.....	69
Tabelle 11: Ergebnisse Potenzialanalyse holzartige Biomasse Bönen	71
Tabelle 12: Abfall- und Reststoffpotenziale – energetische Verwertung Bönen	72
Tabelle 13: Abfall- und Reststoffpotenziale – biologische Verwertung Bönen.....	72
Tabelle 14: Ergebnisse Potenzialanalyse Seseke	73
Tabelle 15: Wärmepotenzial Kläranlage Bönen.....	80
Tabelle 16: Übersicht WEA-Typen für die beispielhaften Leistungs-Annahmen.....	91
Tabelle 17: Zusammenfassung technisches Potenzial Wind in Bönen	94
Tabelle 18: Ergebnisse Potenzialanalyse Dach-PV	97
Tabelle 19: Ergebnisse Potenzialanalyse Freiflächen-PV.....	100
Tabelle 20: Zusammenfassung Potenzialanalyse Bönen.....	102
Tabelle 21: Grundlegende Bewertung der Wärmeversorgungsarten	116
Tabelle 22: Einstufung nach Gesamtpunktzahl.....	117
Tabelle 23: Gebietstypisierung am Beispiel MFH	118
Tabelle 24: Wärmeabnahmemengen der bestehenden Wärmenetze Bönen	120
Tabelle 25: Energieträgermix der bestehenden Wärmenetze in Bönen	120

Tabelle 26: Ermittlung der Wärmegestehungskosten für Bönen West und Ost	123
Tabelle 27: Beispielhafte Berechnung der Wärmegestehungskosten für ein Einfamilienhaus mit Luftwärmepumpe	124
Tabelle 28: Ermittlung der variablen Gesamtkosten einer Hybridanlage	127
Tabelle 29: Wärmegestehungskosten einer Hybridanlage je Systemgröße	127
Tabelle 30: Beispielhafte Berechnung der Wärmegestehungskosten für ein Einfamilienhaus mit Biomassekessel	128
Tabelle 31: Beispielhafte Entwicklung geforderter Grüngasanteile für gasbasierter Heizsysteme	129
Tabelle 32: Beispielhafte Entwicklung der Brennstoffkosten gasbasierter Heizsysteme	129
Tabelle 33: Beispielhafte Vergleichsrechnung der Wärmegestehungskosten für ein Einfamilienhaus mit gasbasiertem Heizsystem	130
Tabelle 34: Beschreibung der Risikostufen	131
Tabelle 35: Anwendung der Realisierungsrisiken auf Gebäudetypen und Energiestandards	132
Tabelle 36: Eignungsstufen der Heiztechnologien	134
Tabelle 37: Charakterisierung der Fokusgebiete	135
Tabelle 38: Endenergiebedarfe nach Energieträgern in Fokusgebiet 1	137
Tabelle 39: Potenzielle Ankerkunden in Fokusgebiet 2	138
Tabelle 40: Endenergiebedarfe nach Energieträgern in Fokusgebiet 2	139
Tabelle 41: Wärmeabsatzpotenziale in „Bönen West“ nach Gebäudetypen	141
Tabelle 42: Endenergiebedarfe nach Energieträgern in Fokusgebiet 3	141
Tabelle 43: Endenergieverbräuche nach Heizenergieträger im Basisjahr 2025 und im Zieljahr 2045	143
Tabelle 44: Treibhausgas-Faktoren	148

1 MANAGEMENT SUMMARY

Die Interkommunale Wärmeplanung in Bergkamen, Bönen und Kamen zeigt zahlreiche Potenziale auf, wie die Wärmeversorgung der Zukunft gestaltet werden kann. Sie wurde im Januar 2025 begonnen und wird im November 2026 abgeschlossen. Zum aktuellen Zeitpunkt wurde der Stand des **Zwischenberichtes** erreicht und bis November 2026 wird der Endbericht erwartet.

In diesem Management Summary zum Zwischenbericht werden die wichtigsten Erkenntnisse aus den Phasen der Bestandsanalyse, Potenzialanalyse und dem Zielszenario-Entwurf dargeboten:

- Bei den Gebäuden überwiegen alte Baustandards, die durch Sanierung auf einen überwiegenden Energiestandard der Wärmeschutzverordnung 1995 angehoben wurden.
- Es werden eher niedrige Sanierungsraten erwartet, sodass bis 2045 etwa 17 % der Gebäude saniert sein werden.
- Die Wärmeversorgung ist deutlich von Erdgas (64%) und Heizöl (21%) abhängig.
- Flächenweise existieren hohe baublockbezogene Wärmeverbrauchsichten und hohe straßenlinienbezogene Wärmeliniendichten.
- Wärmenetze sind mit Hilfe von Sektorenkopplung möglich; deren ein stufenweiser Aufbau ist wird empfohlen.
- Es liegen unausgeschöpfte Potenziale von Erneuerbaren Energien vor, welche in einen möglichen neuen Aufbau von Wärmenetzen integriert werden können.
- Die Nutzung der erneuerbaren Potenziale und der Wärmenetz-Neubau können als Chance verstanden werden, die Wärmeversorgung lokal, kosteneffizient, bezahlbar, resilient und unabhängig zu entwickeln; dies kann perspektiv die regionale Wertschöpfung steigern.
- Gebiete, die sich zum heutigen Kenntnisstand bzw. zukünftig für zentrale Wärmeversorgungs-lösungen eignen, konnten auf räumlicher Ebene der Baublöcke ermittelt werden.
- Die Akteure vor Ort haben gute Voraussetzungen gemeinsam eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung im Planungsgebiet zu entwickeln, wie es das Wärmeplanungsgesetz für 2045 als Zieljahr formuliert hat; demnach soll die Versorgung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme auf erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme basieren.

2 ZUSAMMENFASSUNG

2.1 AUSGANGSSITUATION

Der Energiesektor befindet sich in einem rapiden Umbruch: Die Energiewende führt zu einer zunehmenden Dezentralisierung von Stromerzeugung, Stromspeicherung sowie der Bereitstellung von lokalen Netzdienstleistungen. Sie ist dabei, die Struktur des Energiesystems grundlegend zu ändern. Die Mobilitätswende führt zu einer Elektrifizierung der individuellen Mobilität und des Nahverkehrs. Die Wärmewende führt zum zunehmenden Aufbau von Wärmenetzen, zu einer Elektrifizierung des Heizungssektors, zu strukturellen Veränderungen des Gebäudebestands durch Sanierungsmaßnahmen und in einigen Gemeinden werden Konzepte für eine Wasserstoffinfrastruktur entwickelt.

Hinzu kommt, dass die Wärmewende auf infrastruktureller Ebene ganz wesentlich durch kommunale Entscheidungen, durch die Kommunale Wärmeplanung sowie durch gesellschaftliche und politische Ziele mit einem zunehmenden Bestreben nach einer Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern geprägt ist.

In Anbetracht dieser enormen Herausforderungen, die die Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit betreffen, ist entschlossenes Handeln erforderlich. Es ist unerlässlich, eine umfassende und detaillierte Planungsgrundlage zu schaffen. Diese dient als Basis für fundierte Entscheidungen zur zukünftigen Wärmeversorgung. Gleichzeitig müssen auch die Auswirkungen auf die damit verbundenen Strom-, Gas- und Wärmenetze berücksichtigt werden.

Mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG), welches zum 1. Januar 2024 in Kraft getreten ist, soll eine flächendeckende Wärmeplanung in Deutschland erstellt werden, um Planungs- und Investitionssicherheit der Akteurinnen und Akteure vor Ort zu schaffen und die Entwicklung der Wärmeversorgung und der Energieinfrastrukturen in Richtung Klimaneutralität zu lenken. Mit Einführung des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) des Bundes werden alle Kommunen des Landes dazu verpflichtet, die Kommunale Wärmeplanung, abhängig von der Größe der Kommune, spätestens bis zum 30.06.2028 durchzuführen. Die Firmen Utility Partners GmbH aus Solingen und smartOPS GmbH aus Kassel wurden am 24.12.2024 mit den Arbeiten zur Kommunalen Wärmeplanung in Bönen beauftragt. Die Beschlussfassung des Wärmeplans ist für das letzte Quartal 2026 geplant.

Bei dem vorliegenden Dokument handelt es sich um den **Zwischenbericht** ebendieser Wärmeplanung für Bönen. Bönen ist eine ca. 38,04 km² große, dem Kreis Unna angehörige Stadt in NRW, die geprägt ist durch die Lage zwischen dem ländlich strukturierten südlichen Münsterland und dem östlichen Ruhrgebiet. Sie fungiert als Unterzentrum, das dem Regierungsbezirk Arnsberg zugeordnet ist. Als Planungsgebiet wird das Gemeindegebiet Bönen inklusive der Ortsteile Bönen-Mitte mit Altenbögge, Bramey, Lenningsen, Flierich, Nordbögge und die nördlichen Gewerbegebiete (nördliches Bönen und Westerbönen) mit Osterbönen definiert, das insgesamt 18.851 Einwohnerinnen und Einwohnern definiert.

Die Kommunale Wärmeplanung von Bönen ist eingebettet in die **Interkommunale Wärmeplanung** der Städte Bergkamen und Kamen und der Gemeinde Bönen. Durch den interkommunalen Ansatz bündeln die drei Kommunen ihr Fachwissen, wodurch mögliche

Maßnahmen und Entscheidungsgrundlagen abgestimmt, schneller und über die Kommunen hinweg einheitlich entwickelt sowie Best Practices effizient ausgetauscht werden können. Gemeinsame Planungsprozesse ermöglichen Synergien bei der Initiierung und dem Aufbau von Projekten, die zu einer energieeffizienten und dekarbonisierten Wärmeversorgung führen und dem Klimaschutz dienen. Die Kommunen profitieren gegenseitig vom Know-How-Aufbau für diese Projekte, etwa bei den KWP-Folgeaktivitäten (Maßnahmenkatalog), Abstimmung mit Akteuren und Fördermittelanträgen, wodurch Kosten und administrativer Aufwand reduziert werden.

Der kooperative Ansatz bündelt zudem die Zusammenarbeit mit den GSW und weiteren Marktakteuren. Die gesammelte Expertise nimmt eine möglichst vollständige Breite an möglichen Projekten und Handlungsoptionen in den Blick, damit eine effizientere und strategisch vorteilhafte Umsetzung von Wärmeprojekten von kommunaler Seite unterstützt wird.

Im Rahmen dieses Zwischenberichtes werden bewusst noch keine Maßnahmenpakete genannt. Maßnahmenpakete gehören zur sogenannten Umsetzungsstrategie, die jedoch erst dann erarbeitet werden kann, wenn im Rahmen einer ersten Beteiligungsrunde zum Entwurf des Zielszenarios, dieses weiter geschärft, bestätigt oder angepasst wurde. Die Maßnahmenpakete des Endberichts (erwartet bis November 2026) werden folgende Rubriken umfassen: „Wärmenetze und Infrastruktur“, „Wärmeplanung als fortlaufender Prozess“, „Ausbau erneuerbarer Energien“, „Steigerung der Energieeffizienz und begleitende Prozesse“.

2.2 PLANUNGSINSTRUMENT KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Die Kommunale Wärmeplanung ist ein Planungsinstrument, das die strategische Basis bildet für eine langfristig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung des Gebiets der Gemeinde Bönen bis zum Jahr 2045. Es stellt damit eine umfassende und detaillierte Planungs- und Entscheidungsgrundlage für die zukünftige Strom- und Wärmeversorgung und die Auswirkungen auf die damit zusammenhängenden Strom-, Gas- und Wärmenetze dar. Es werden folgende Ziele und Mehrwerte angestrebt:

- Entwicklung eines Zielbildes und Aufbau einer Basis für Beratungsgespräche und die Akquise von Projekten,
- frühzeitige Identifikation von Gebieten für Wärmenetze, für dezentrale Maßnahmen und zur Bewertung zugehöriger Business-Cases,
- Kopplung mit einer Strom-, Gas- und Wärmenetzplanung,
- spartenübergreifende Entscheidungsgrundlage für die Ausrichtung der zukünftigen Versorgungsstruktur, Produkte und Dienstleistungen,
- aktuelle Standortanalysen für die Erschließung von EE-Potenzialen Erneuerbarer Energien (EE),
- Erstellung eines Digitalen Zwillings auf Basis eines Geoinformationssystems (GIS) und EXCEL für die Wärmeplanung in Bönen und für Folgeprojekte wie Machbarkeitsstudien, Quartierskonzepte und Transformationspläne,

- Nutzung von GIS-Kartografie als Garant für selbstständige Aktualisierungen und für eine stakeholderübergreifende Kommunikation / Zusammenarbeit sowie
- Eine nach Projektabschluss selbstständig fortschreibbare Kommunale Wärmeplanung, die innerhalb eines bereits bekannten Softwareumfeldes bis 2045 selbstständig angepasst und fortgeführt werden kann

Die Kommunale Wärmeplanung soll eine umsetzungsorientierte, glaubwürdige und strategische Planungsgrundlage für die Wärmewende in Bönen legen und bietet gleichzeitig die Chance, die relevanten lokalen Akteure für diesen Kurs zu gewinnen. Dies bietet gleichzeitig die Chance, die lokalen Akteure für diesen Kurs zu gewinnen.

Der Digitale Zwilling dient als fortlaufend aktualisiertes Werkzeug und unterstützt insbesondere die tagesaktuelle Zusammenarbeit mit den GSW. So können künftige Umsetzungspläne der GSW direkt abgebildet werden, ohne dass unterschiedliche Datenverarbeitungen zu Ineffizienzen oder unterschiedlichen Informationsständen führen.

Das Durchführungskonzept zur Erstellung der Wärmeplanung wird im Folgenden erläutert.

METHODIK

Gemäß des Wärmeplanungsgesetzes wird das Planungsgebiet den Analysen zum Bestand, zu den Potenzialen, zum möglichen Zielszenario und zu den Maßnahmen unterzogen. Auf eine bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen anzuwendende Eignungsprüfung zur Vereinfachung des Verfahrens wurde verzichtet. Im Rahmen der Bestandsanalyse werden die auf die Beheizungsstruktur bezogenen Grundlagen ermittelt. Bei der Potenzialanalyse rücken die Potenziale Erneuerbarer Energien in den Fokus der Grundlagenermittlung. In der Phase des Zielszenarios werden die Grundlagen genutzt, um Wahrscheinlichkeiten für verschiedenen Arten der Wärmeversorgung (Wärmenetz oder dezentral) je Gebiet zu ermitteln. Die Umsetzungsstrategie enthält Maßnahmen zum Erreichen der Treibhausgasneutralität.

- Bestandsanalyse: der in Bönen vorliegende Ist-Zustand der Energieversorgungsstruktur wird im Rahmen der Bestandsanalyse untersucht. Untersuchungsgegenstände sind die Gebäudestruktur, die Beheizungsstruktur und Energieinfrastrukturen.
- Potenziale: In der Potenzialanalyse werden lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Strom- und Wärmequellen, Abwärmepotenziale sowie Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs ermittelt. Die Potenzialanalyse liefert einen Überblick, mit welchen Energiequellen in dem Zielszenario geplant werden kann.
- Zielszenario: die Phase des Zielszenarios klassifiziert das Planungsgebiet in Teilgebiete, für die sich entweder dezentrale oder zentrale Versorgungslösungen eignen und beleuchtet zu diesem Zweck die gebietsbezogenen Gegebenheiten und Randbedingungen. Es werden Wahrscheinlichkeiten je Teilgebiet ermittelt, mit welcher Art der Wärmeversorgung im Zieljahr 2045 sowie in Zwischenstufen davor (2030, 2035, 2040) gerechnet werden kann. Kernfrage ist, welche Teilgebiete sich für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung (Nah- oder Fernwärmenetze) eignen und mit

welchen Mitteln, Erzeugungs- bzw. Speicherlösungen und Betreibermodellen sich diese realisieren lassen.

- Wärmewendestrategie & Maßnahmen: die aus den vorherigen Phasen heraus erarbeiteten Möglichkeiten werden in eine Wärmewendestrategie überführt, die einen möglichen Weg zur Treibhausgasneutralität in Bönen aufzeigt. Die Spezifizierung erfolgt in Form von Einzelmaßnahmen, die es darüber hinaus ermöglichen, dass der Fortschritt zur Zielerreichung in den Jahren bis 2045 gemessen werden kann.
- Eine Verstetigungsstrategie zur dauerhaften Fortschreibung und Implementierung des kommunalen Wärmeplans, wünschenswert ist dabei auch eine Darstellung der erforderlichen personellen Kapazitäten zur mittel- und langfristigen Bearbeitung der Kommunalen Wärmeplanung

2.3 RAHMENBEDINGUNGEN & KERNTHESEN

Für eine umsetzungsorientierte und fundierte Wärmeplanung ist die frühe Beteiligung von Verwaltungseinheiten und allen weiteren relevanten Akteuren, insbesondere relevanter Energieversorger, Netzbetreiber, Stadtwerke, kommunale Gremien unerlässlich. Entsprechend wird die Wärmeplanung für Bönen von zahlreichen Akteurs-/Bürgerbeteiligungen und Öffentlichkeitsarbeit begleitet. Dazu zählen die Bürgerinformationsabende, Ausschusssitzungen, die öffentliche Einsichtnahme und Stellungnahmen zu den vorläufigen Ergebnissen im Rathaus und online sowie schließlich die dortige Veröffentlichung des finalen Wärmeplans. Dies soll den Grundstein für eine erfolgreiche Zusammenarbeit zur Umsetzung der Maßnahmen legen. Es gilt, auch zukünftig einen möglichst stetigen Abstimmungsprozess zwischen allen beteiligten Akteuren zu etablieren.

Die im Rahmen der Wärmeplanung erhobenen Daten und Informationen, die dem Datenschutz unterliegen (z. B. Energieverbrauchsdaten, Schornsteinfegerdaten, Lage von kritischen Infrastrukturen), wurden bei der Ergebniserzeugung auf gröbere Gebietseinheiten, wie Baublöcke, Straßenabschnitte und Stadtgebiete aggregiert, d. h. zusammengefasst. Es erfolgen keine gebäudescharfen Darstellungen derartiger Daten, wodurch die Anforderungen des Datenschutzes erfüllt werden.

Mit der wiederkehrenden Überarbeitung der Wärmeplanung können die Bestands- und Potenzialanalysen aktualisiert und die Wärmewendestrategien und Maßnahmen angepasst werden.

3 BESTANDSANALYSE

Die Bestandsanalyse beleuchtet die heute vorliegende Struktur des Wärmeverbrauchs und der Wärmeerzeugung sowie die relevanten Energienetz-Infrastrukturen und ist damit eine zentrale Grundlage für die weiteren Phasen der Wärmeplanung. Die im Rahmen der Bedarfsanalyse über das Planungsgebiet durchgeführte, gebäudescharfe Wärmebedarfsanalyse zeigt den jährlichen Endenergiebedarf für die Beheizung der Gebäude sowie die zur Energiebedarfsdeckung eingesetzten Energieträger auf. Bezogen auf die Energienetz-Infrastrukturen wurden die Erdgas-, Strom- und Fernwärmenetze analysiert. Zusätzlich wurden die Abwassernetze erfasst.

3.1 ZIELE UND METHODIK

ZIEL

Das Ziel der Bestandsanalyse für die Städte Bergkamen, Kamen und die Gemeinde Bönen ist die Ermittlung einer belastbaren Datenbasis sowie fundierter Grundlagenenergieergebnisse, welche die methodische und inhaltliche Grundlage für die nachfolgenden Phasen der Kommunalen Wärmeplanung bilden. Im Einzelnen werden folgende Aspekte erfasst:

- der gegenwärtige Wärmebedarf bzw. -verbrauch,
- die zur Deckung des Wärmebedarfs eingesetzten Energieträger und Wärmeerzeuger (Heiztechniken),
- die für die Wärmeversorgung relevanten Infrastrukturen und Anlagen.

VORGEHEN BEI DER BESTANDSANALYSE

Im Rahmen der Bestandsanalyse erfolgt eine systematische und qualifizierte Erhebung, Strukturierung und Auswertung relevanter Gebäudedaten. Berücksichtigt werden dabei sämtliche Gebäudetypen, energetische Standards und Baualtersklassen – sowohl für den Wohngebäudebestand als auch für Nichtwohngebäude (z. B. Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen, kommunale Liegenschaften). Ergänzend werden aus der erfassten Beheizungsstruktur die an die jeweiligen Energieträger und Heiztechniken geknüpften Treibhausgasemissionen für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme bilanziert.

Die erhobenen Daten werden systematisch aufbereitet, in einem Datenkatalog dokumentiert und für die weitere Verarbeitung vorbereitet. Dieser Prozess umfasst die Prüfung, Bereinigung, Anreicherung und Transformation der Eingangsdaten. Bei auftretenden Datenlücken – insbesondere fehlende Verbrauchs- oder Schornsteinfegerdaten – erfolgt eine Näherungsberechnung des Wärmebedarfs anhand typologischer Annahmen. Hierzu werden die Gebäude bestimmten Typologien zugeordnet und auf Basis von Parametern wie Baujahr, energetischer Standard, Sanierungszustand, Nutzfläche und Nutzungsart synthetische Bedarfswerte generiert.

Alle zusätzlich berücksichtigten Datenthemen werden im Datenkatalog dokumentiert und hinsichtlich ihrer Validität und Relevanz für die Analyse eingeordnet.

Die georeferenzierte Weiterverarbeitung erfolgt in einem Geoinformationssystem (GIS). Dort werden unter Anwendung gängiger GIS-Funktionalitäten (z. B. Attributverknüpfungen, Feldberechnungen, Visualisierungen) die Informationen räumlich verortet und analysiert. Dies umfasst unter anderem:

- die Vektorisierung räumlicher Planungsebenen (z. B. Baublöcke),
- die räumliche Aggregation und Typologisierung der Bestandsdaten,
- die Erstellung raumbezogener Kennzahlen und Kartenprodukte zur Wärmebedarfsverteilung und Infrastrukturausstattung.

3.2 DATENGRUNDLAGEN

Zu den zentralen Datengrundlagen der Kommunalen Wärmeplanung gehören raumbezogene Geodaten zu Gebäuden, Infrastrukturen und Gebietseinheiten sowie ergänzende Sachdaten zu Nutzung, Energieverbrauch und Versorgungssystemen.

DATENKATALOG - BÖNEN

Im Datenkatalog wurden alle in die Wärmeplanung eingeflossenen Datenquellen, Datenlieferanten und Dateitypen systematisch erfasst und dokumentiert. Die folgenden Datenarten bilden das Fundament der Bestandsanalyse:

- Gasnetzinfrastruktur und Gasverbräuche der GSW Gemeinschaftsstadtwerke GmbH Kamen, Bönen, Bergkamen (GSW)
- Stromnetzinfrastruktur und Wärmestromverbräuche von den GSW
- Wärmenetzinfrastrukturdaten und -informationen von GETEC und Bauverein zu Lünen
- Heiztechniken und verwendete Brennstoffe (Kehrdaten) von den Bezirksschornsteinfegern via Wirtschaftsserviceportal NRW (WSP.NRW)
- Gebäudeinformationen der Gemeinde Bönen, des Kreises Unna (Wohnraumkartierung), des Regionalverbands Ruhr (RVR), des Landesamtes für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK, ehemals LANUV) (Raumwärmebedarfsmodell vom 1.9.2024), des Geoinformationszentrums NRW (open geodata), der Statistischen Ämter (Zensus 2011) sowie von IT.NRW
- Abwasserinfrastrukturdaten der Kläranlage Bönen (Emschergenossenschaft Lippeverband)
- Flächennutzungsplan Bönen: seit ca. 2010 rechtswirksam, derzeit in 6. Neufassung, zuletzt öffentliche Auslegung im März 2025
- Geometrien zur Gemeinde, Baublöcke, Flure und Flurstücke, sowie dem LANUK (ehemals LANUV) (opengeodata)
- Hintergrundkarten von OpenStreetMap und der OpenStreetMap-Foundation (CC-BY-SA), <https://www.openstreetmap.org>

Gemäß Wärmeplanungsgesetz ist die planungsverantwortliche Stelle berechtigt, die für die Kommunale Wärmeplanung erforderlichen Daten zu erheben. Daten zum Energieverbrauch und zur Heiztechnik von Gebäuden werden dabei nur in zusammengefasster Form für ganze Baublöcke oder Adressgruppen bereitgestellt. Die bereits beim Datenübergang aggregiert vorliegenden Daten werden zur Ermittlung baublockbezogener Kennzahlen genutzt. Damit verknüpfte, vorliegende oder ermittelte Gebäudeinformationen werden ebenfalls im Rahmen der Kennzahlenermittlung fortan nur noch baublockbezogen betrachtet und ausgewertet.

Baublöcke mit weniger als fünf Gebäuden oder Adressen werden zur Sicherstellung der Anonymität zu Baublock-Gruppen zusammengefasst, sodass auch in diesen Fällen keine Rückschlüsse auf einzelne Adressen oder Personen möglich sind. Technische und organisatorische Maßnahmen stellen zusätzlich sicher, dass eine Ableitung von personen- oder adressbezogenen Informationen selbst unter Einbezug zusätzlichen Wissens mit vertretbarem Aufwand nicht möglich ist.

3.3 ERGEBNISSE DER BESTANDSANALYSE

3.3.1 GRUNDLAGEN

Bönen ist eine Gemeinde mit rund 18.500 Einwohnerinnen und Einwohnern (Stand 2024) im Kreis Unna und weist eine kleinteilige, historisch gewachsene Siedlungsstruktur auf. Neben dem Zentralort Bönen gehören die Ortsteile Nordböge, Altenböge, Bramey-Lenningsen und Flierich zum Gemeindegebiet. Im nördlichen Gemeindegebiet befindet sich ein großes Gewerbegebiet. Zwischen den Siedlungsbereichen liegen überwiegend landwirtschaftliche Flächen sowie wichtige verkehrliche Achsen. Trotz dieser räumlichen Trennung bestehen enge funktionale Verflechtungen mit den benachbarten Städten, insbesondere über den öffentlichen Nahverkehr, die Energieversorgung, gemeinsame Kläranlagen und weitere interkommunale Kooperationen.

Bönen ist, ähnlich wie andere Kommunen im östlichen Ruhrgebiet, stark durch seine Bergbauhistorie geprägt, sichtbar u. a. durch die ehemalige Schachanlage „Königsborn III/IV“ und typische Siedlungsformen. Gleichzeitig profitiert die Gemeinde von einer räumlich günstigen Lage zwischen Hamm und Unna sowie der sehr guten Anbindung an die A2 und den Bahnhöfen Bönen und Bönen-Nordböge mit NRW-weiten Pendlerbeziehungen. Die Mischung aus dörflich geprägten Ortsteilen, Freiräumen und einzelnen industriellen Rest- und Nachfolgenutzungen führt zu einem heterogenen Gemeindeprofil.

Für die energetische Betrachtung bietet Bönen relevante Besonderheiten: ein hoher Anteil an älteren Einfamilienhausstrukturen, punktuell dichte Siedlungskerne mit potenzialträchtigen Wärmeclustern, ein wachsender Gewerbebereich sowie die Nähe zu regionalen Fernwärme- und Strominfrastrukturen. Insgesamt verbindet Bönen ländlich geprägte Räume mit funktionalen Pendlerstrukturen und einer guten regionalen Vernetzung.

Die Gebäude-zentrierte Bestandsanalyse ermittelt raumbezogene Kennzahlen für die 5.772 beheizten Gebäude, von denen rund 5.300 eine Wohnnutzung aufweisen.

Die Kommunale Wärmeplanung in dieser Form wurde bislang nicht durchgeführt; diese Planung ist die erste systematische Analyse und strategische Bewertung des Wärmebedarfs, der Erzeugungsstruktur und der Infrastruktur.

Die folgenden Kartendarstellungen sind allesamt nach Norden ausgerichtet.

3.3.2 WÄRMEBEDARF

Der Wärmebedarf in Bönen zeigt ein stark heterogenes Bild. Die Gebäude innerhalb eines Baublocks unterscheiden sich deutlich in ihren energetischen Standards, da diese maßgeblich vom jeweiligen Baualter und dem Sanierungsstand geprägt sind. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Effizienz- und Verbrauchsniveaus, selbst bei räumlich eng beieinanderliegenden Gebäuden.

Zusätzlich wirkt die Nutzung der Gebäude als zentraler Einflussfaktor: Wohnnutzungen, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe und industrielle Abnehmer weisen jeweils typische, teils stark voneinander abweichende Wärmeprofile auf. Diese Kombination aus Baualter, Sanierungsstand (durch Sanierung erreichter Energiestandard) und Nutzung führt insgesamt zu einer sehr differenzierten Wärmebedarfsstruktur, die im Rahmen der Wärmeplanung detailliert analysiert und auf Baublockebene dargestellt wird.

BAUALTERSKLASSEN

Abbildung 1 stellt die überwiegenden Baualtersklassen auf Baublock-Ebene dar. Die Jahreszahl gibt an, welchem Baujahr der Baublock aufgrund der überwiegenden Baujahre der Gebäude zugeordnet wurde.

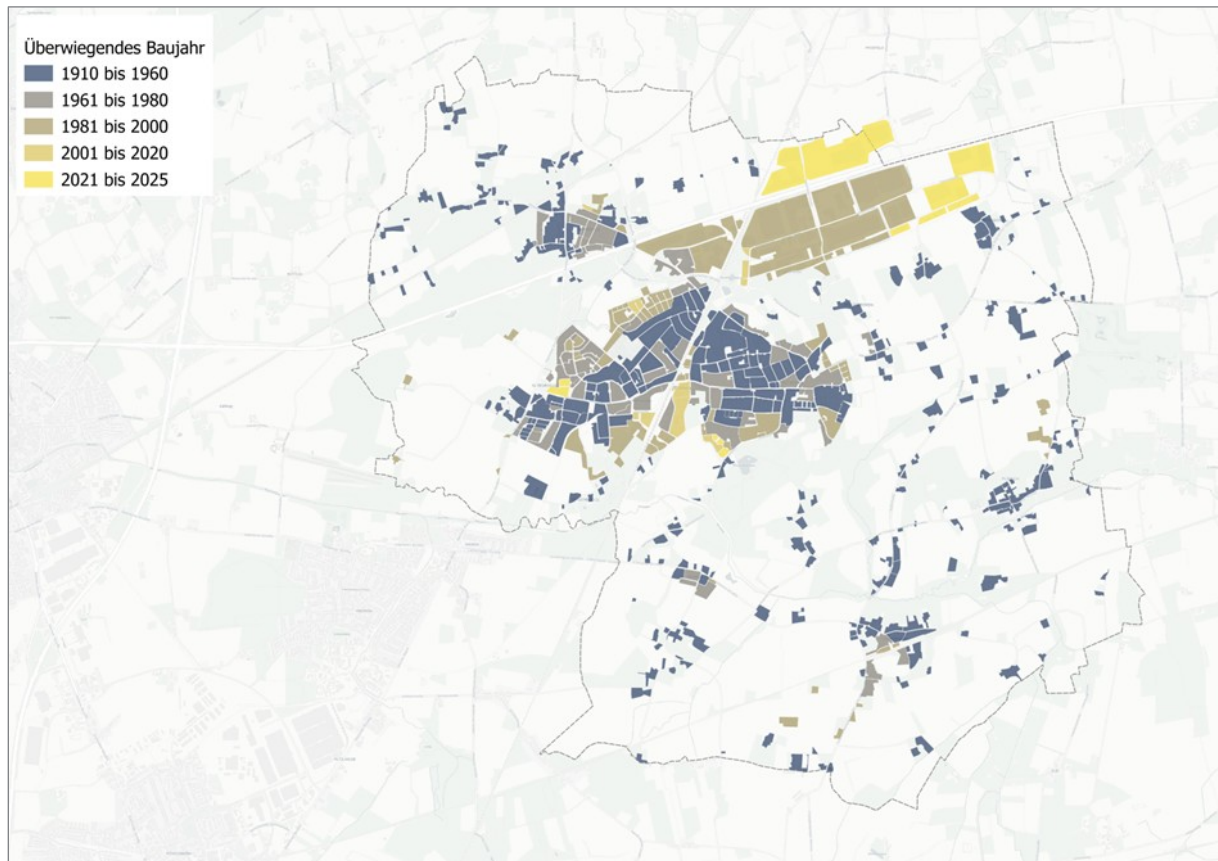


Abbildung 1: Überwiegende Baualtersklassen auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

ENERGIESTANDARDS

Abbildung 2 stellt die überwiegenden Energiestandards auf Baublock-Ebene dar. Die Jahreszahl gibt an, welchen Energiestandard das Gebäude bei der Errichtung bzw. durch die Sanierung zum aktuellen Zeitpunkt erreicht hat.

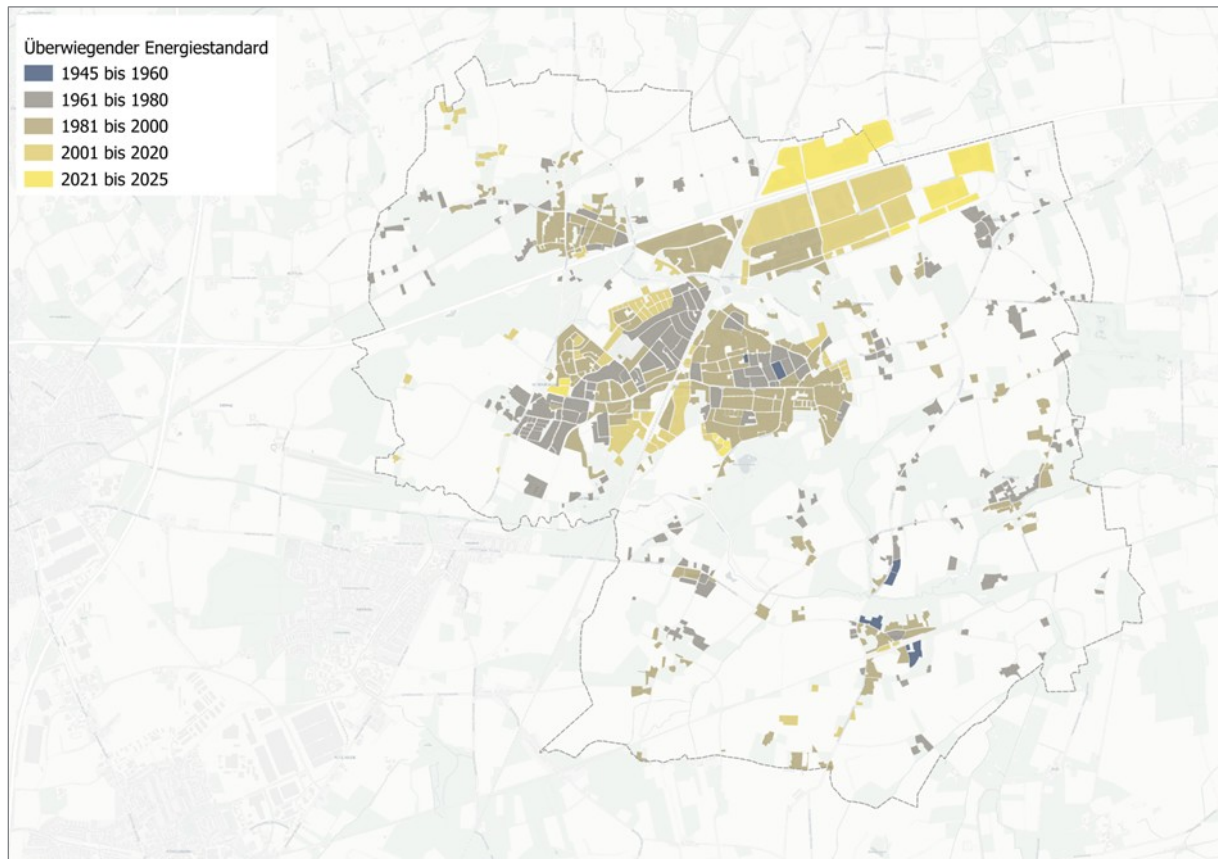


Abbildung 2: Energiestandards auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

Für die Kommunale Wärmeplanung wurden die Baublöcke identifiziert, in denen überwiegend Gebäude mit Baujahren vor 1978 – also vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung (1. WSchV) – vorhanden sind. Die beigefügte Karte macht die räumliche Verteilung dieser Gebäude anhand des Baujahres zur Errichtung deutlich.

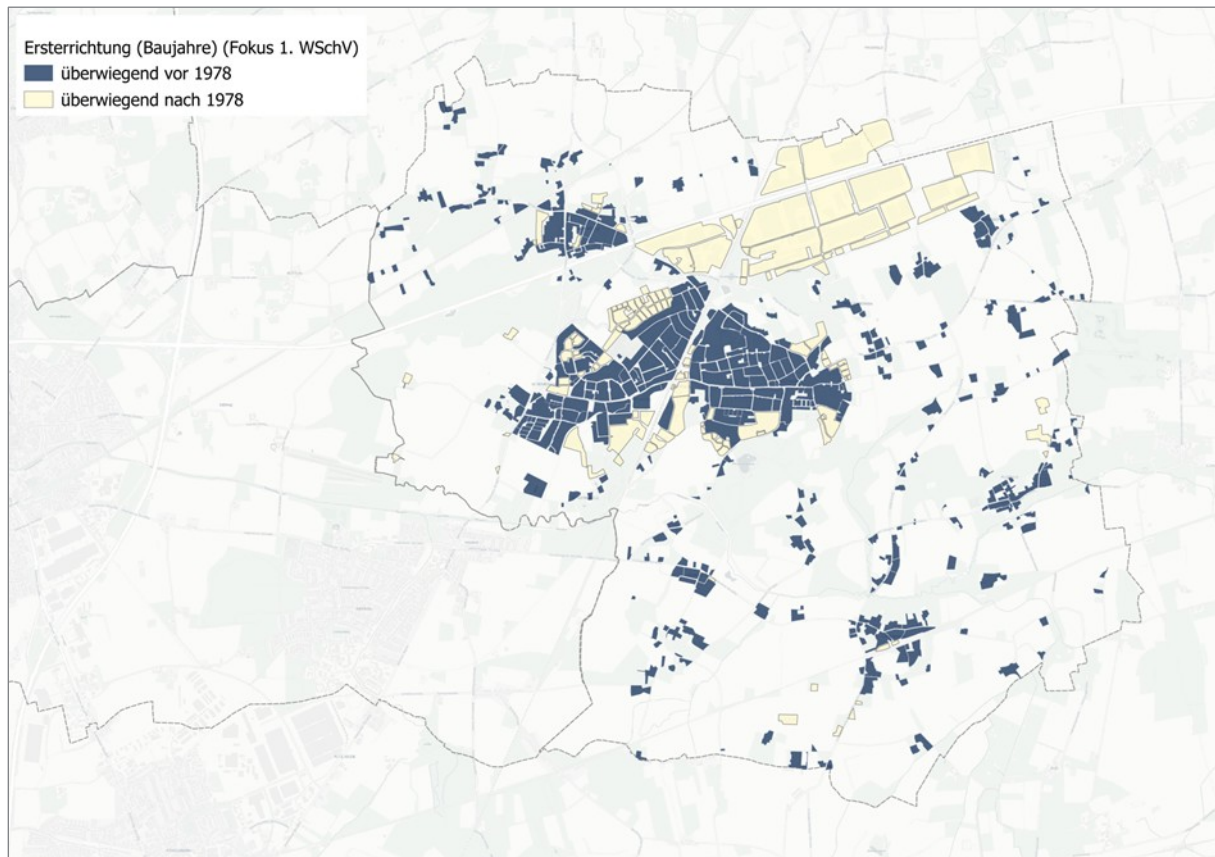


Abbildung 3: Überwiegendes Jahr der Ersterrichtung vor/nach der 1. WSchV (1978) auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

Die 1. WSchV zeichnete sich vor allem dadurch aus, dass erstmals verbindliche energetische Mindestanforderungen an die Bauteile eines Gebäudes (Außenwände, Dach, Fenster) festgelegt wurden. Hauptsächlich durch die verbesserte Dämmung der Bauteile konnten die Wärmeverluste real reduziert werden.

Durch Sanierungsaktivität konnten die energetischen Standards der Gebäude in zahlreichen Gebieten auf ein höheres Niveau gehoben werden. Die folgende Karte zeigt auf, in welchen Bereichen zum aktuellen Zeitpunkt die größten energetischen Defizite bestehen, und somit vorrangiger Handlungsbedarf gegeben ist.

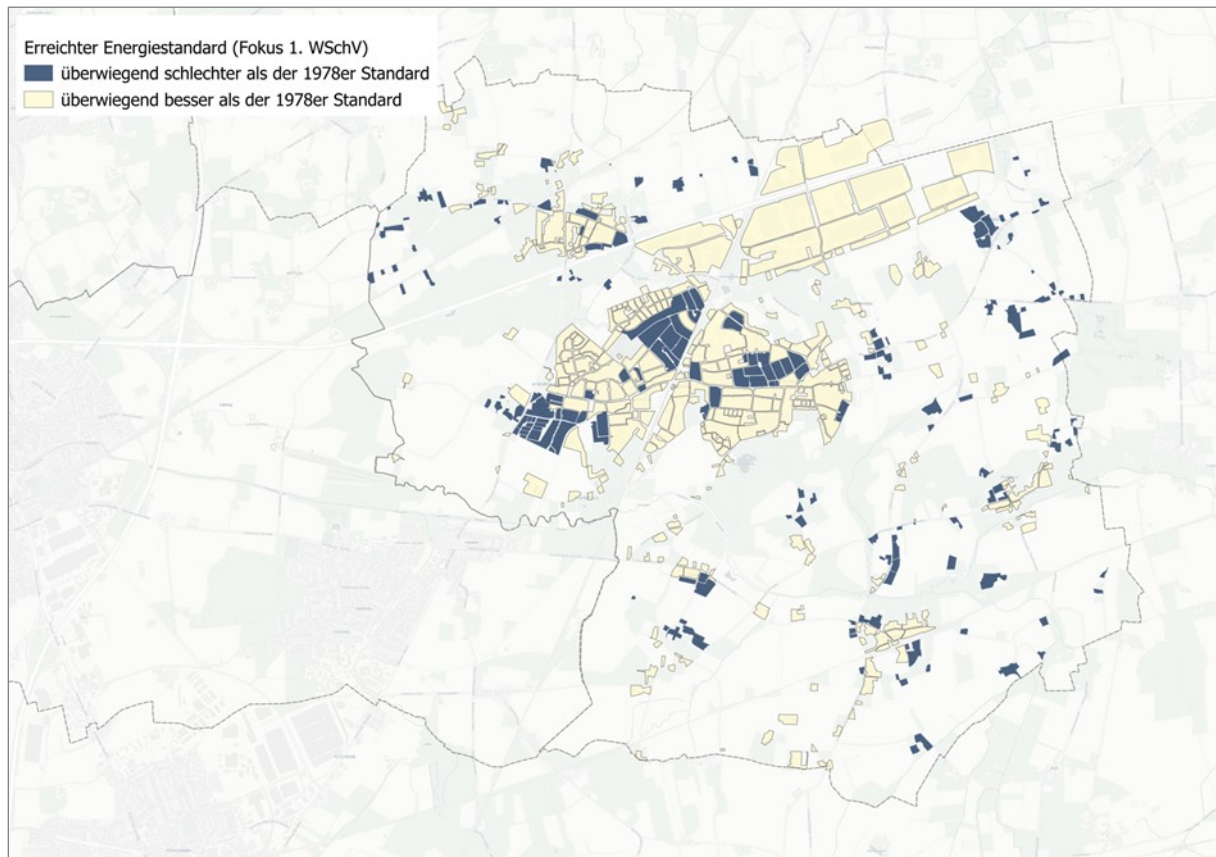


Abbildung 4: Überwiegender Energiestandard vor/nach der 1. WSchV (1978) auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

SEKTOREN

Abbildung 5 stellt die überwiegenden Sektoren auf Baublock-Ebene dar.

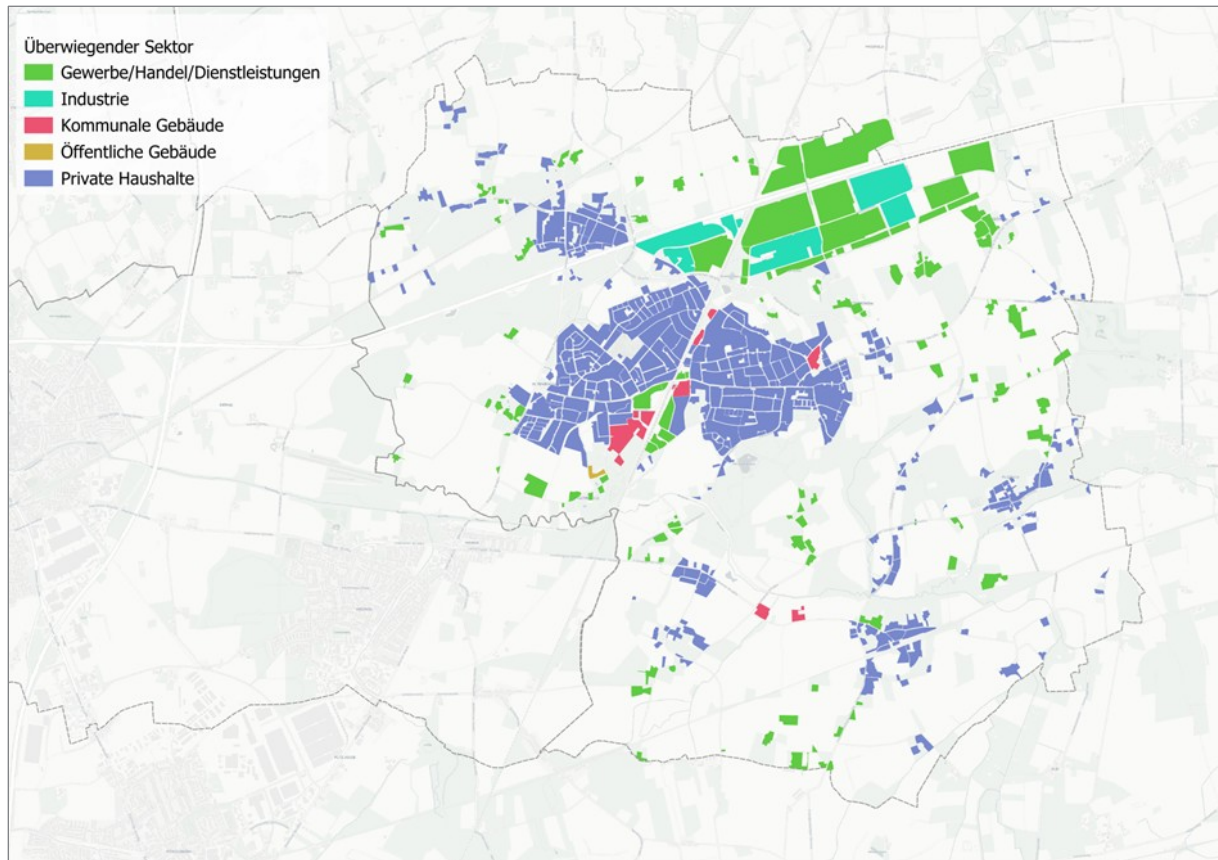


Abbildung 5: Überwiegende Sektoren auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

GEBÄUDETYPEN

Abbildung 6 stellt die überwiegenden Gebäudetypen auf Baublock-Ebene dar.

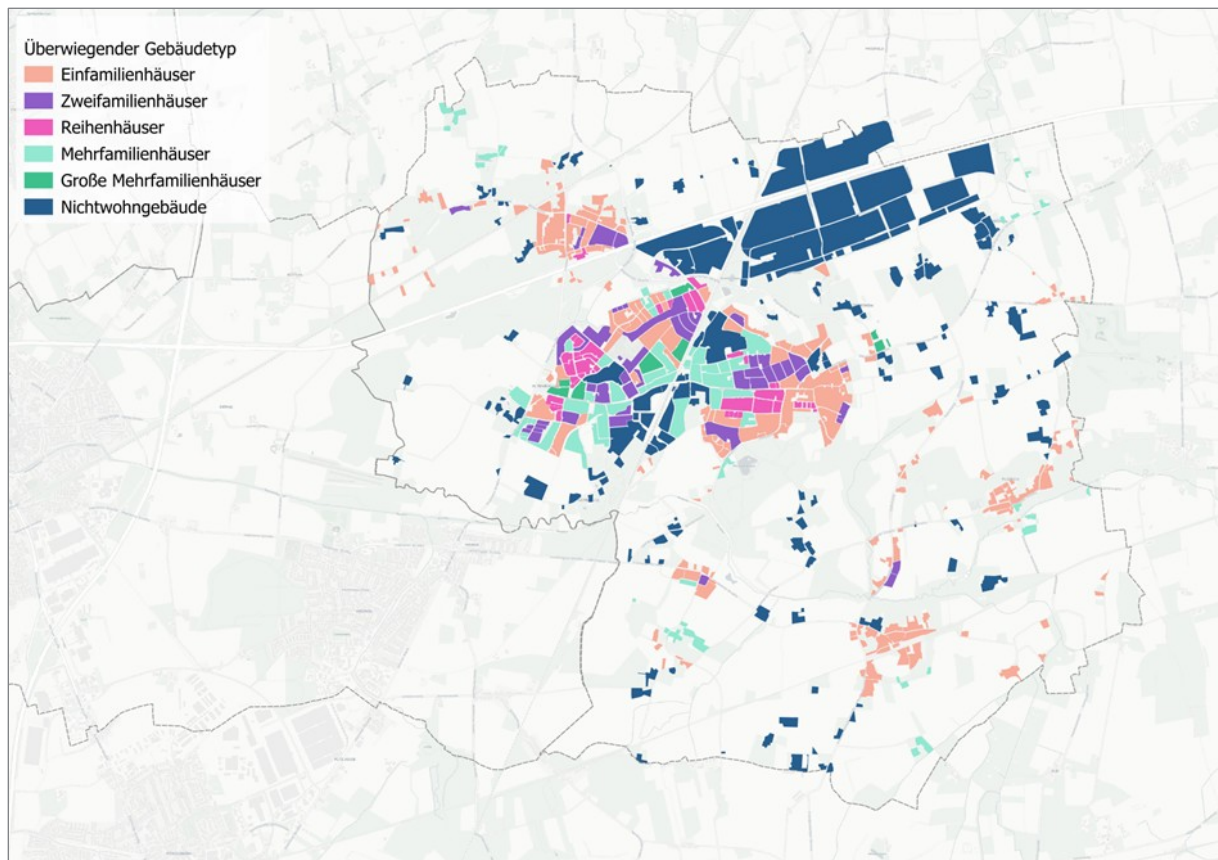


Abbildung 6: Überwiegende Gebäudetypen auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

SIEDLUNGSTYOLOGIEN

Das Siedlungsgefüge der Gemeinde Bönen ist durch eine Mischung aus verdichteten Wohnbereichen, aufgelockerten Siedlungsstrukturen und ländlich geprägten Ortsteilen gekennzeichnet. Diese räumlichen Unterschiede wirken sich maßgeblich auf die Wärmebedarfsstruktur und die Eignung für zentrale oder dezentrale Versorgungslösungen aus.

Der Zentralort Bönen bildet das dichteste Siedlungszentrum der Gemeinde. Hier finden sich geschlossene Wohnquartiere, mehrgeschossige Wohnbebauung sowie öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Sportstätten und Verwaltungsgebäude. Aufgrund der hohen Bebauungsdichte und der damit verbundenen Wärmeverbrauchsichten eignen sich diese Bereiche grundsätzlich gut für zentrale Wärmenetzlösungen oder den Ausbau bestehender Netze.

Im Ortsteil Altenbögge-Bönen dominieren überwiegend Ein- und Zweifamilienhausgebiete sowie kleinere Nahversorgungsstrukturen. Die Wärmebedarfsdichten sind hier mittel bis niedrig ausgeprägt. Eine leitungsgebundene Versorgung kann sich punktuell eignen, jedoch

sind in größeren Teilen individuelle Heizsysteme oder kleinere Gebäudenetze wahrscheinlicher.

Die Ortsteile Nordböge, Bramey-Lenningsen und Flierich weisen einen ländlich-dörflichen Charakter mit lockerer Bebauung und größeren Abständen zwischen den Gebäuden auf. Die Wärmeverbrauchsdichten sind in diesen Bereichen sehr niedrig, sodass sich diese Siedlungstypologien überwiegend für dezentrale Versorgungskonzepte wie Wärmepumpen, Biomasseheizungen oder Hybridlösungen eignen. Eine Wärmenetzerschließung ist aufgrund der strukturell geringen Dichte in der Regel nicht wirtschaftlich.

Zwischen dem Siedlungskern und kleineren Ortschaften liegen große landwirtschaftlich genutzte Flächen. Im Norden entlang der Gemeindegrenze befinden sich große Gewerbe- und Industrieareale sowie die Bundesautobahn A2 als überregionale Verkehrsinfrastruktur. Ebenfalls mit überregionaler Nutzung führt eine zweigleisige Bahnstrecke von Süd-West nach Nord-Ost nahezu mittig durch den Zentralort. Diese Verkehrswege durchtrennen das Siedlungsgebiet bzw. schirmen es nach Nord ab. Auf diese Weise beeinflussen sie die räumliche Bündelung von Wärmebedarfen und die potenzielle Netzführung.

Insgesamt zeigt Bönen ein heterogenes Siedlungsbild, das von urban geprägten Verdichtungsbereichen über suburbane Wohnquartiere bis hin zu kleinteiligen dörflichen Strukturen reicht. Diese Vielfalt bildet eine wesentliche Grundlage für die Ableitung geeigneter Versorgungslösungen im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung.

WÄRMEBEDARF

Die gesamte im Planungsgebiet Bönen verbrauchte Wärmeendenergiemenge beträgt rund **173,6 GWh/a** (entspricht **173.600.000 kWh/a**). Dem zugrunde liegen die Gas- und Wärmestromverbräuche im Mittel über die Jahre 2022, 2023 und 2024. Anhand dessen konnten die Verbräuche aus Wärmeerzeugung mit Heizöl, Scheitholz, Flüssiggas usw. ergänzend simuliert werden. Wie in Abbildung 4 dargestellt, entfällt der größte Anteil des Wärmeverbrauchs auf den Zentralort Bönen inklusive Altenböge mit 87,3 GWh/a, gefolgt vom Gewerbegebiet (zentrumsnaher Norden, Westerbönen und Osterbönen) mit 64,3 GWh/a sowie von Nordböge mit 8,0 GWh/a. Lenningsen benötigt rund 3,5 GWh/a und Flierich rund 2,5 GWh/a. Der Ortsteil Bramey weist einen Gesamtverbrauch von rund 1,6 GWh/a auf.

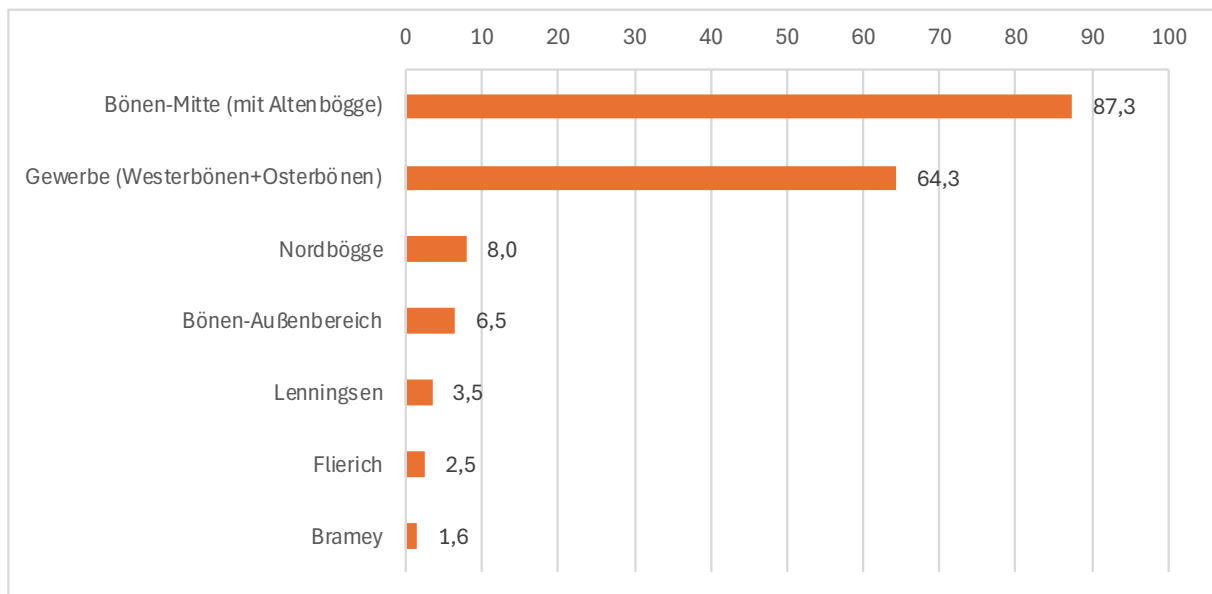


Abbildung 7: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme in kWh/a nach Gebiet in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

Mit 97,9 GWh/a (56,4%) entfällt der Großteil der Wärmeendenergiemenge auf die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser in Wohngebäuden (Nutzung Wohnen bzw. Mischnutzung Wohnen) und ist damit dem Endenergiesektor der privaten Haushalte zuzuordnen. Der industrielle Sektor benötigt rund 39,2 GWh/a (22,6%). Dem Sektor Gewerbe/Handel/Industrie werden rund 29,6 GWh/a (17,0%) zugewiesen, während ca. 6,4 GWh/a (3,7%) GWh/a auf kommunale und ca. 0,6 GWh/a (0,3%) auf öffentliche Gebäude entfallen – wie in Abbildung 8 dargestellt.

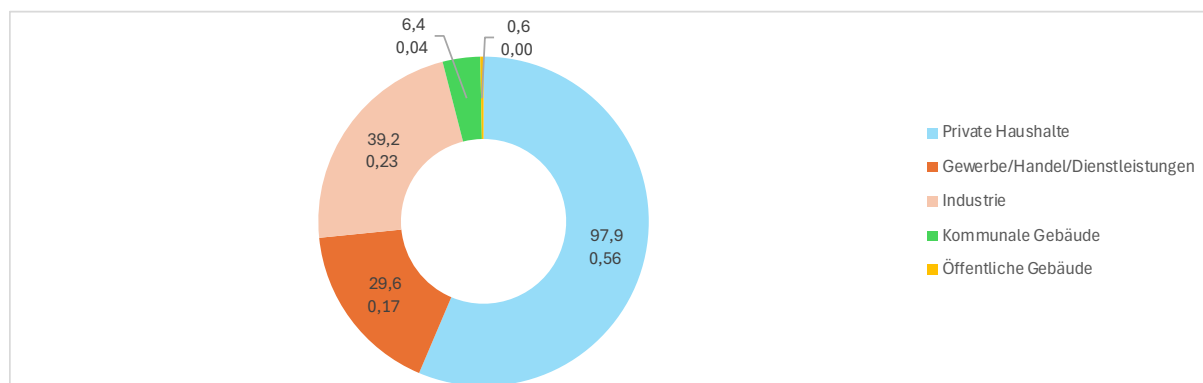


Abbildung 8: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme in GWh/a nach Endenergiesektoren in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

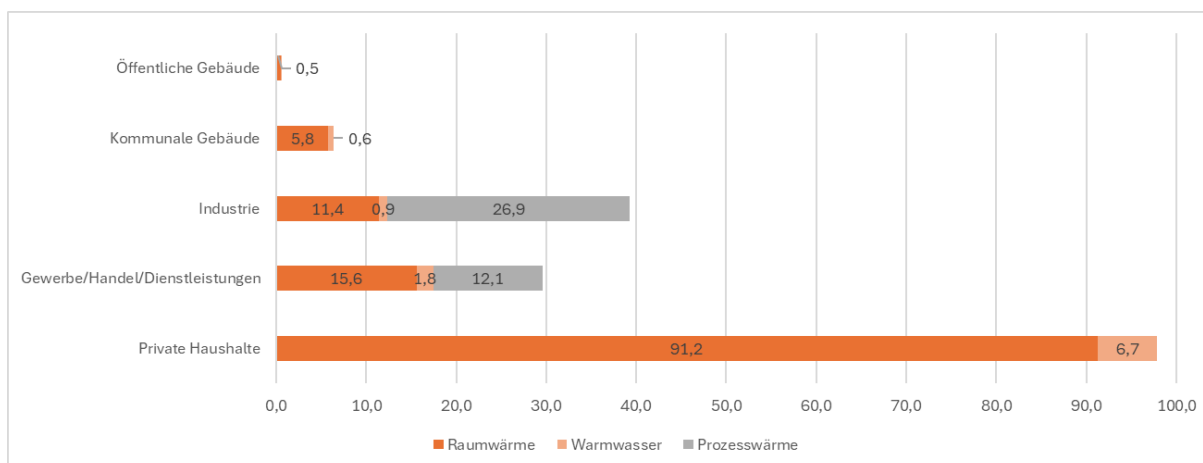


Abbildung 9: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme in GWh/a nach Endenergiesektoren und Verbrauchsart in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

WÄRMEVERBRAUCHSDICHTE

Die Wärmeverbräuche sind in Abbildung 10 auf Ebene der Baublöcke zusammengefasst (aufsummiert) und damit als Wärmeverbrauchsdichte in MWh/ha·a dargestellt. Die jährliche Wärmeendenergiemenge wird auf die Flächen der Baublöcke in Hektar ha bezogen (1 Hektar = 100 x 100 m = 10.000 m²).

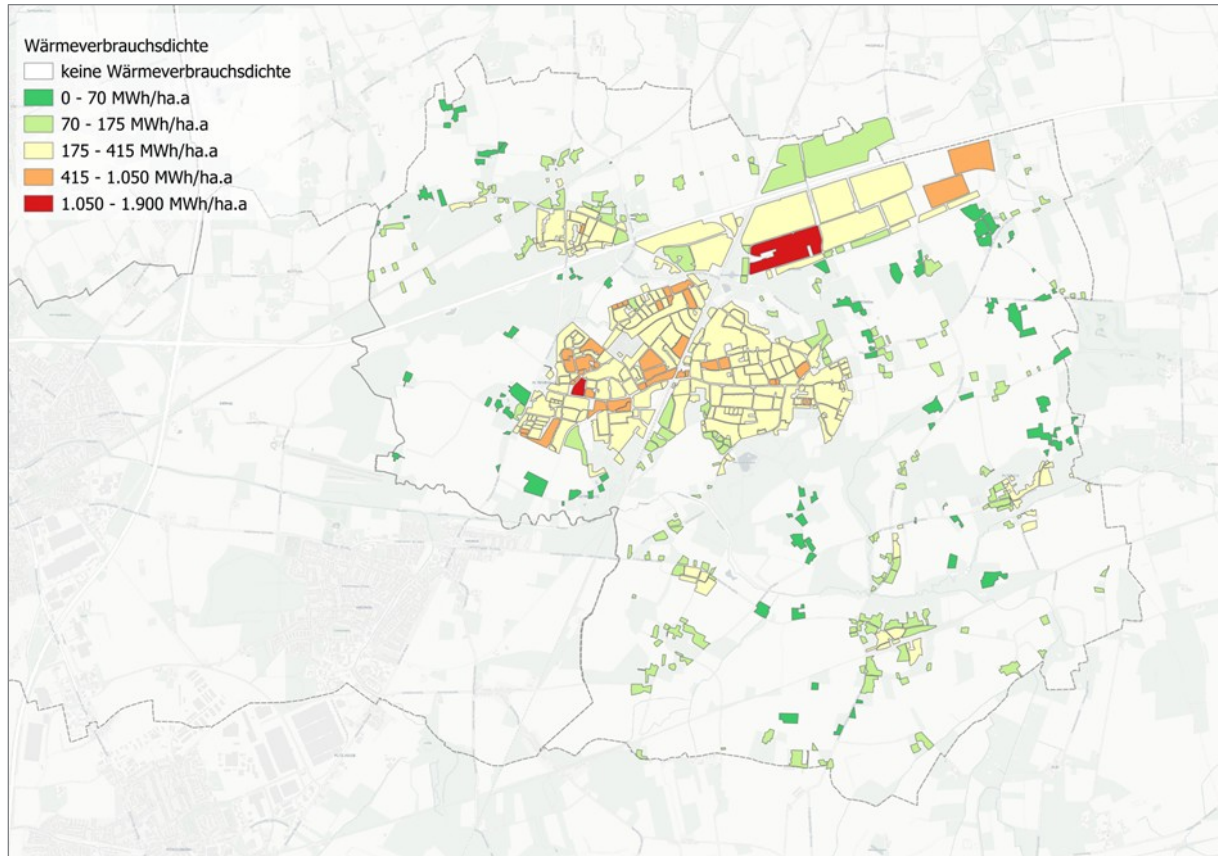


Abbildung 10: Wärmeverbrauchsdichte in MWh/ha·a auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

Im Planungsgebiet **Bönen** treten Baublöcke mit einer sehr hohen Wärmeverbrauchsdichte von **über 1.050 MWh/ha·a** (rote Bereiche) nur punktuell auf. Diese werden im westlichen Teil an der Bahnhofsstraße sowie im westlichen Baublock des Gewerbegebiets sichtbar.

Baublöcke mit hohen Verbrauchsdichten zwischen **415 und 1.050 MWh/ha·a** (orange) finden sich überwiegend

- im Zentralort Bönen innerhalb der verdichteten Wohn- und Mischgebiete, insbesondere südlich und östlich des Bahnhofsbereichs.
- im Bereich der geschlossenen Wohnbebauung entlang der Bahnhofstraße, Goethe-/Hochstraße und angrenzenden Quartiere,
- sowie in Teilen des Ortsteils Altenbögge-Bönen.

Das übrige Gemeindegebiet ist großflächig durchzogen von Bereichen mit mittlerer Verbrauchsdichte zwischen **175 und 415 MWh/ha·a** (gelb) sowie niedrigen

Verbrauchsichten zwischen **70 und 175 MWh/ha·a** (hellgrün) an den Ortsrändern und im ländlichen Außenbereich. Dieses Bild der mittleren Dichten im Zentrum und geringen Dichten an den entsprechenden Ortsrändern treten vor allem in

- aufgelockerten Wohnlagen,
- den dörflich geprägten Ortsteilen Nordbögge, Bramey-Lenningsen und Flierich,
- sowie in den Übergangsbereichen zu landwirtschaftlich genutzten Flächen auf.

WÄRMELINIENDICHTE

Durch die Übertragung der Wärmeverbräuche auf die anliegenden Straßenlinien erhält man die Wärmeliniendichten. Dementsprechend werden die Wärmeverbrauchsmengen auf die Länge der Straßenabschnitte bezogen und es ergibt sich eine Kennzahl mit der Einheit kWh/m·a. Die Wärmelinien dienen als Entscheidungsgrundlage, in welchen Straßen ein Neubau von Nah- oder Fernwärmeleitungen sinnvoll sein kann. Die Ableitung möglicher Wärmenetzgebiete befindet sich in Kapitel 5 Entwurf Zielszenario 2045 - Bönen.

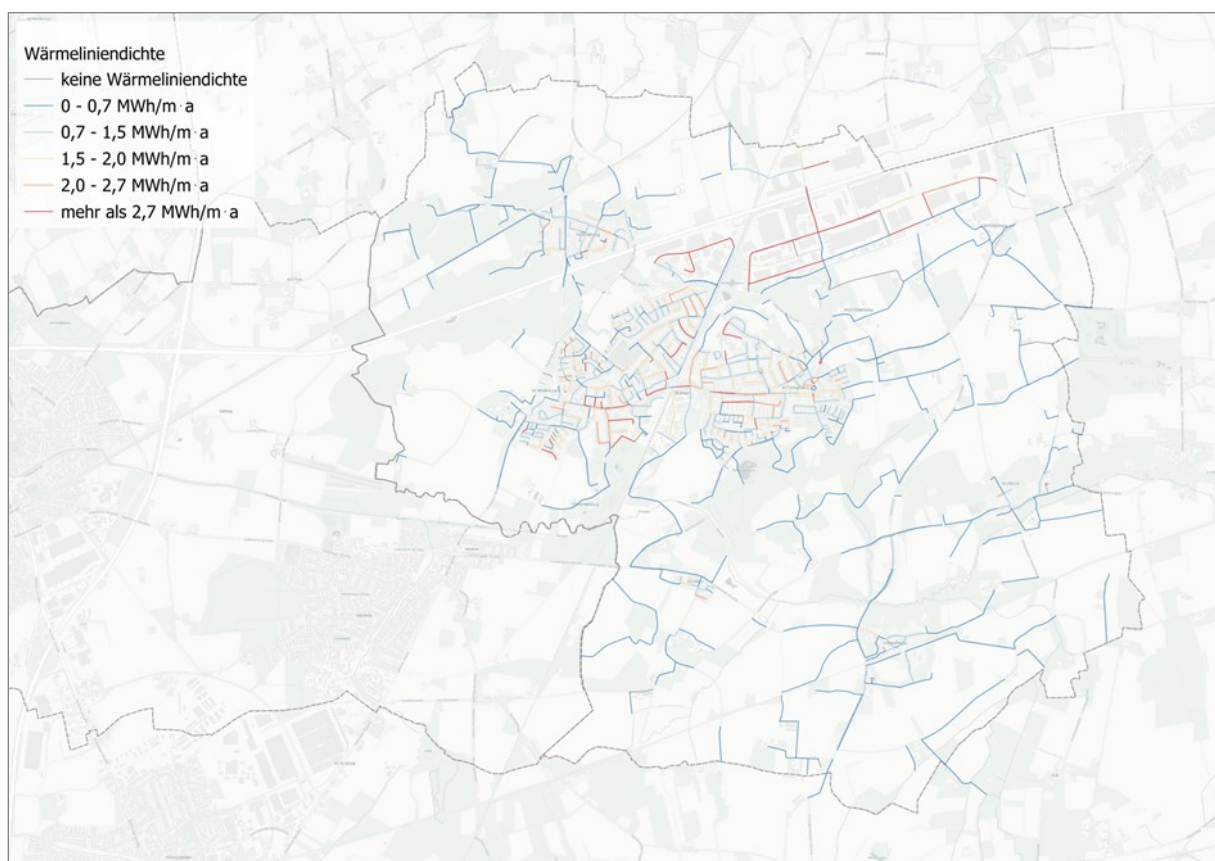


Abbildung 11: Wärmeliniendichten in MWh/m·a in Bönen

3.3.3 WÄRMEERZEUGUNG

Die zur Wärmeerzeugung eingesetzten Energieträger werden in Abbildung 12 dargestellt:

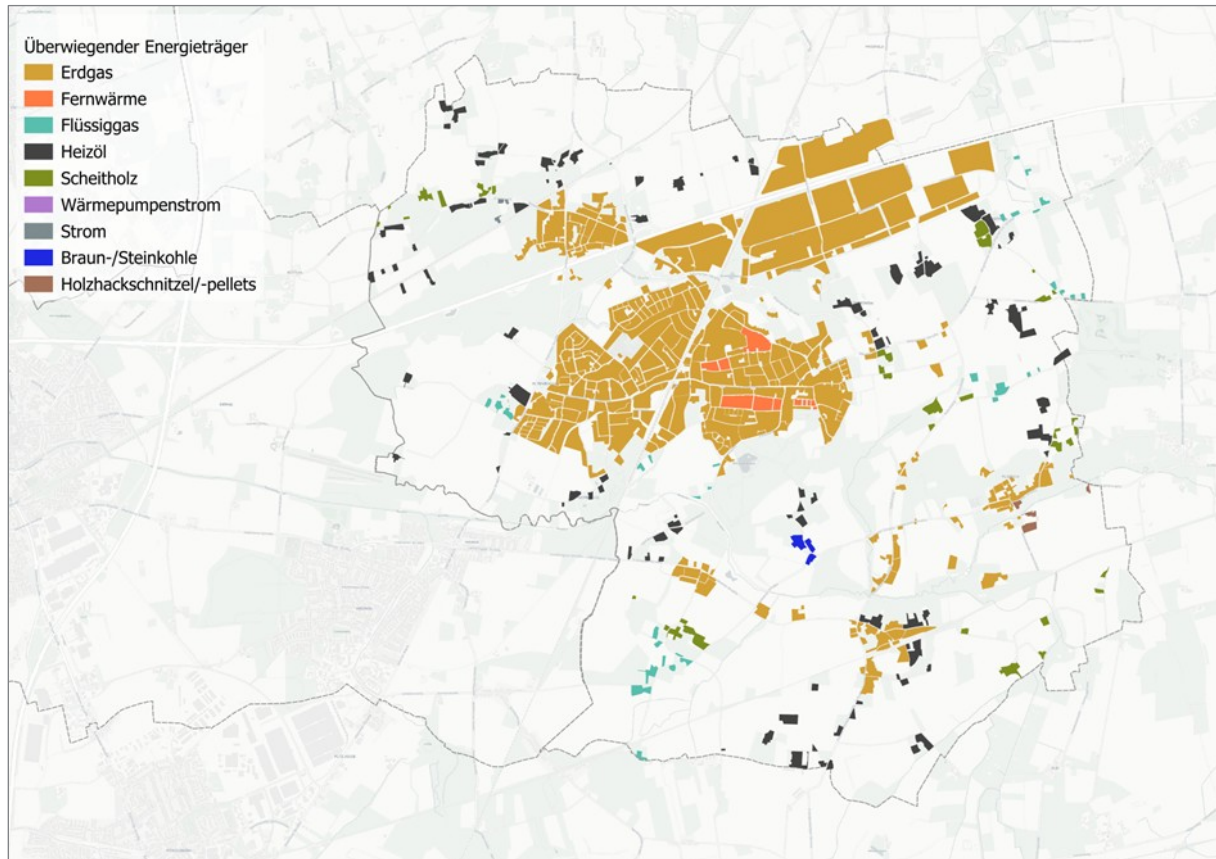


Abbildung 12: Überwiegende Wärmeerzeugerart auf Baublock-Ebene in Bönen gesamtes Planungsgebiet)

In Bönen werden insgesamt **173,6 GWh/a** Endenergie für Wärme benötigt, um die entsprechende Wärmenutzenergiemenge bereitzustellen. Davon stammen **rund 10,9 GWh/a** (ca. **6,3 %**, entspricht etwa 10.873.000 kWh/a) aus erneuerbaren Energiequellen. Hierzu zählen vor allem **Scheitholz**, **Holzpellets**, kleinere **Wärmepumpensysteme** (Luft/Wasser und Sole/Wasser) sowie in geringem Umfang elektrische Direktheizungen.

Die räumliche Verteilung der Energieträger zeigt deutliche Muster:

- **Erdgas** dominiert klar in den **dicht bebauten Bereichen des Zentralorts Bönen**, einschließlich der Wohnquartiere rund um Bahnhofstraße, Goethestraße, Hochstraße sowie im Bereich Altenböge-Bönen und Nordböge.
- **Heizöl** wird überwiegend in den **Randlagen und dörflich geprägten Bereichen** genutzt, insbesondere bei **Bramey-Lenningsen**, **Nordböge**, **Flierich** sowie vereinzelt in aufgelockerten Wohngebieten am Ortsrand des Zentralorts.
- **Flüssiggas** kommt vor allem dort zum Einsatz, wo weder ein Gasnetz noch ein Wärmenetz vorhanden ist – typischerweise in Außenbereichen mit Einzel- oder Hofbebauung.

- Im **Industrie- und Logistikpark Bönen** zeigt sich ein anderes Bild: Hier wird überwiegend **Strom** eingesetzt (u. a. für Prozesswärme, elektrische Heizsysteme und betriebliche Anlagen), gefolgt von **Erdgas**. Dies entspricht den großflächigen, energieintensiven Nutzungen und den vorliegenden Anschlussstrukturen im Gewerbegebiet.

Die Karte verdeutlicht darüber hinaus, dass **Fernwärme** in Bönen bislang nur eine **untergeordnete Rolle** spielt, sich jedoch im Zuge der geplanten Wärmenetz-Entwicklung – insbesondere durch GETEC und GSW – zukünftig deutlich ausweiten könnte.

Der überwiegende Teil der Endenergiemenge – rund **162,8 GWh/a** (ca. **93,7 %**, entspricht 162.800.000 kWh/a) – basiert auf **fossilen Energieträgern**, insbesondere **Erdgas**, **Heizöl** und **Flüssiggas**.

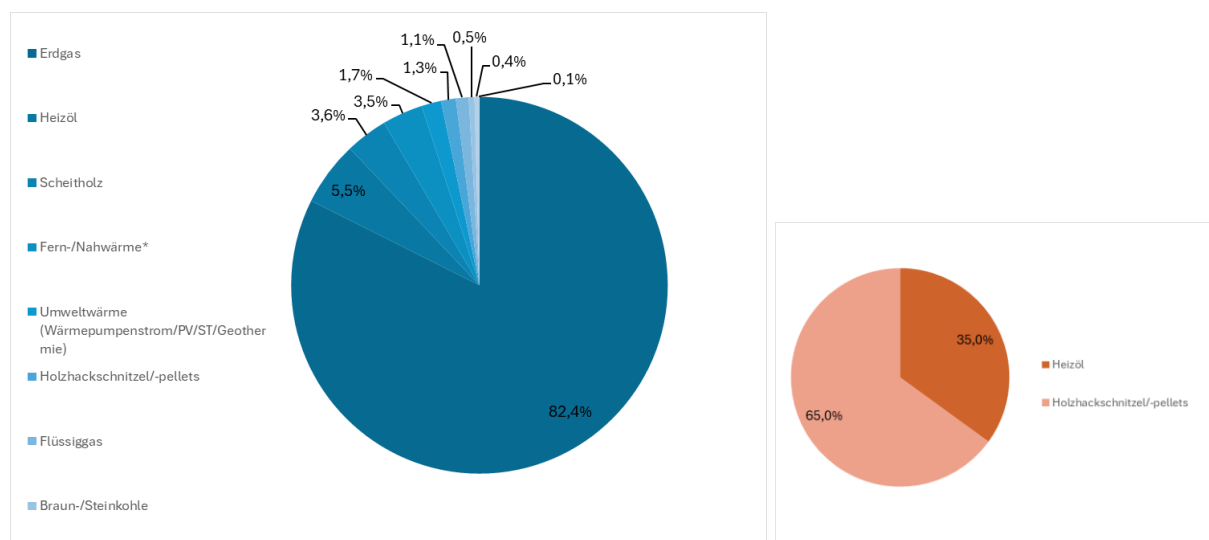


Abbildung 13: Energieträger-Anteile gesamt (blau) und bezogen auf den Fernwärme-Anteil (orange) in Bönen gesamtes Planungsgebiet)

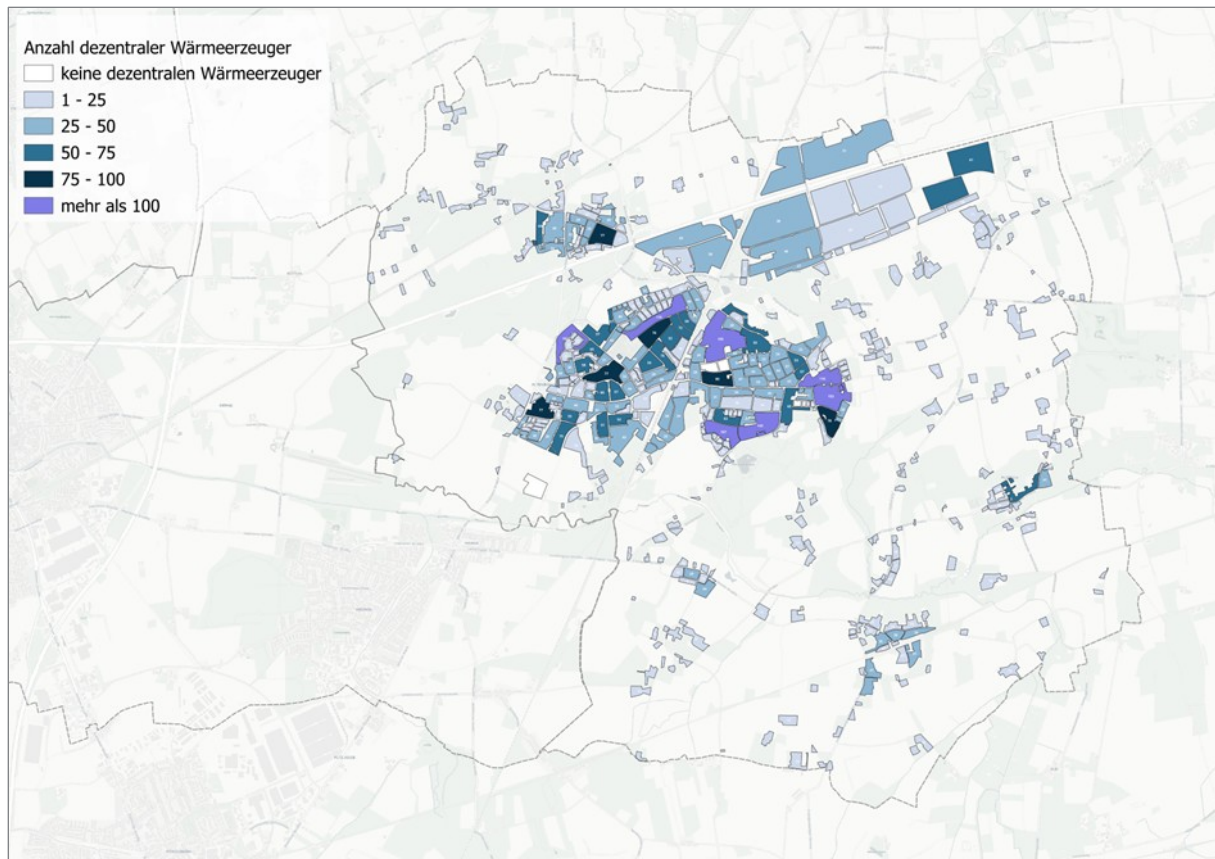


Abbildung 14: Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

Nach Datenlage sind **7.331** dezentrale Wärmeerzeuger in den **5.772** beheizten Gebäuden installiert (darunter 5.300 Wohngebäude). Abbildung 14 zeigt deren Verteilung über das Planungsgebiet. Zusätzlich wurden 349 weitere dezentrale Wärmeerzeuger angenommen (Wärmepumpen und Stromdirekt-/Nachtspeicherheizungen).

Die Karte verdeutlicht darüber hinaus, dass **Fernwärme** in Bönen bislang nur eine **untergeordnete Rolle** spielt, sich jedoch im Zuge der geplanten Wärmenetz-Entwicklung – insbesondere durch GETEC und GSW – zukünftig deutlich ausweiten könnte.

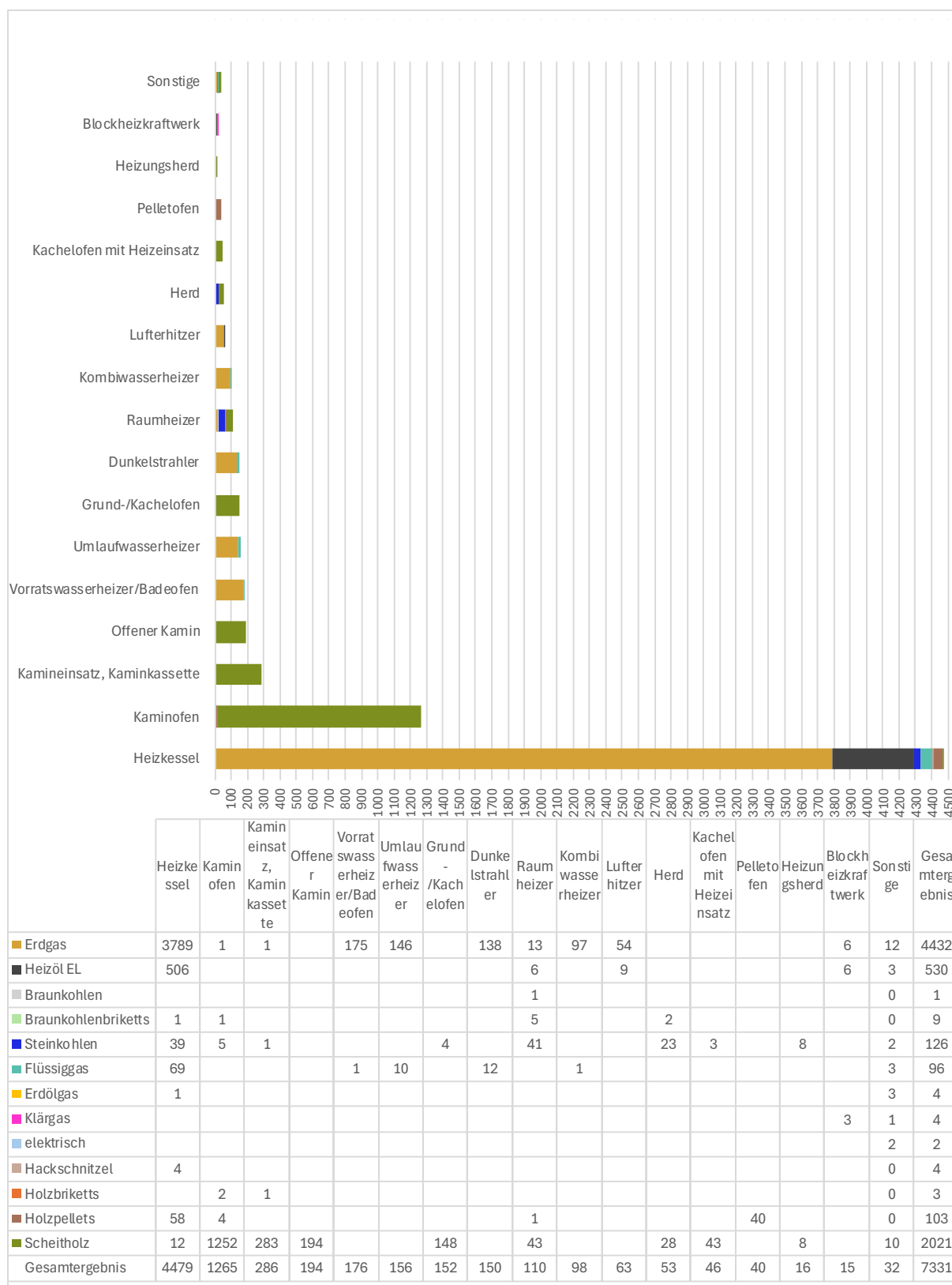


Abbildung 15: Anzahl dezentraler Wärmerzeuger nach Art und eingesetzter Energieträger (Bönen)

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Häufigkeitsverteilung der Wärmeerzeuger über die Heizungs-Baujahre, die vereinfacht mit dem Einbaujahr und Inbetriebnahmejahr gleichgesetzt werden.

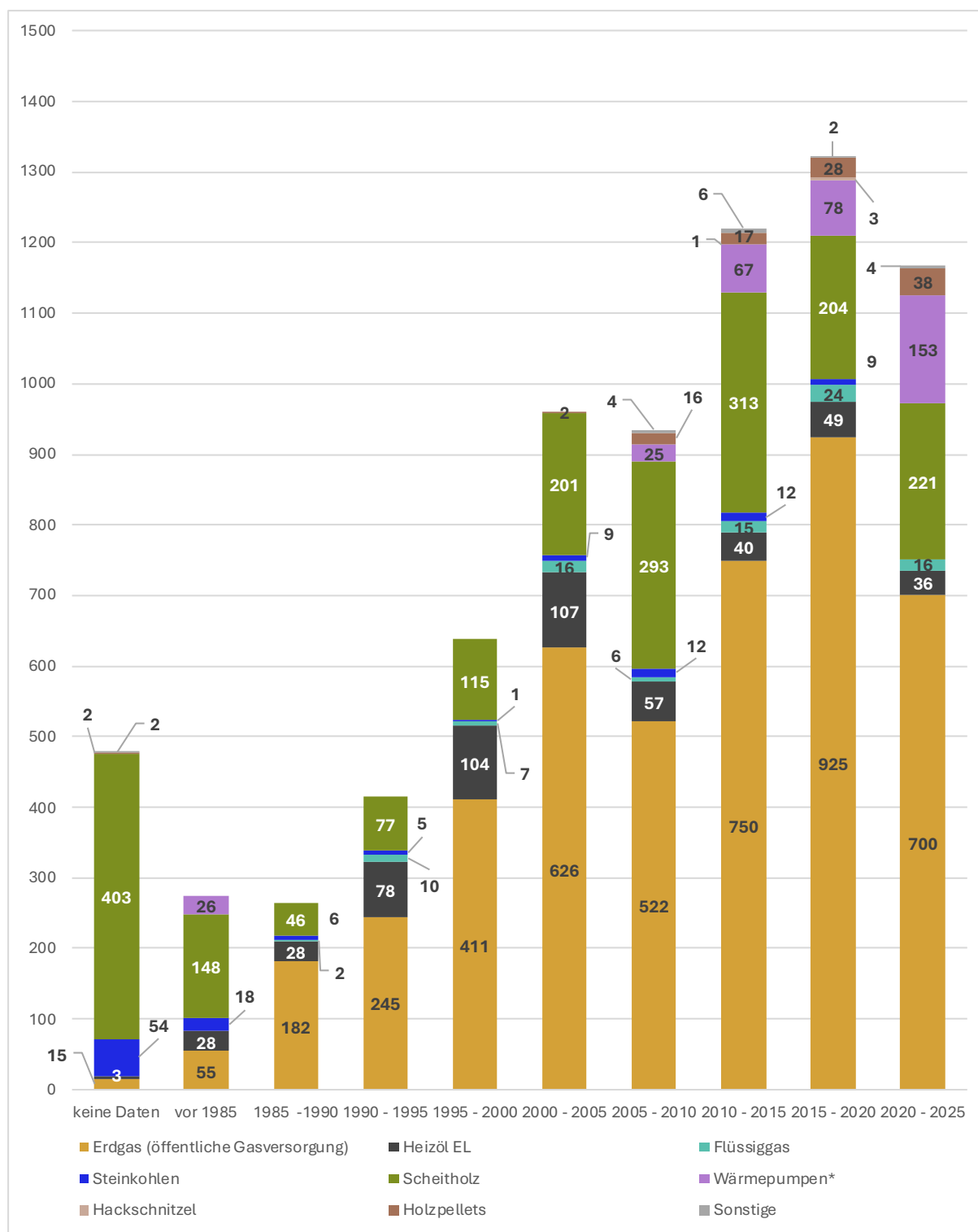


Abbildung 16: Anzahl der erfassten Wärmerzeuger nach Heizungs-Baujahr bzw. Inbetriebnahmejahr und Energieträger

Die Häufigkeitsverteilung der Wärmeerzeuger über die Heizungs-Baujahre wird für Erdgas-betriebene Wärmeerzeuger in Abbildung 17 und für Heizöl-betriebene Wärmeerzeuger in Abbildung 18 spezifiziert.

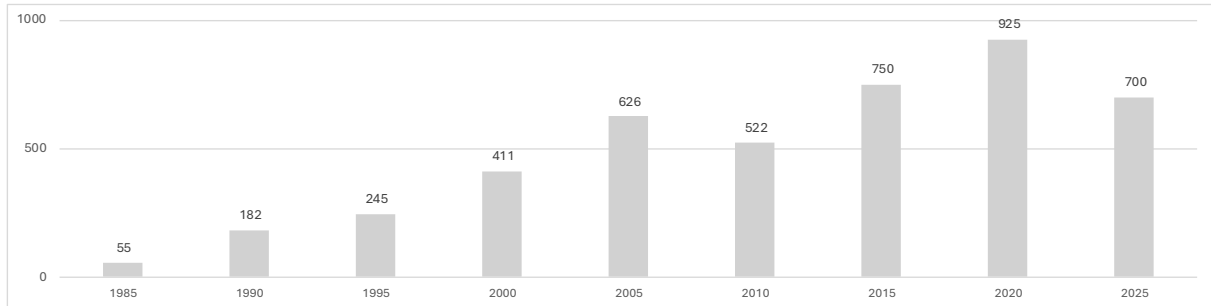


Abbildung 17: Anzahl der erfassten Wärmeerzeuger nach Heizungs-Baujahr bzw. Inbetriebnahmejahr (Erdgas-betriebene Wärmeerzeuger)

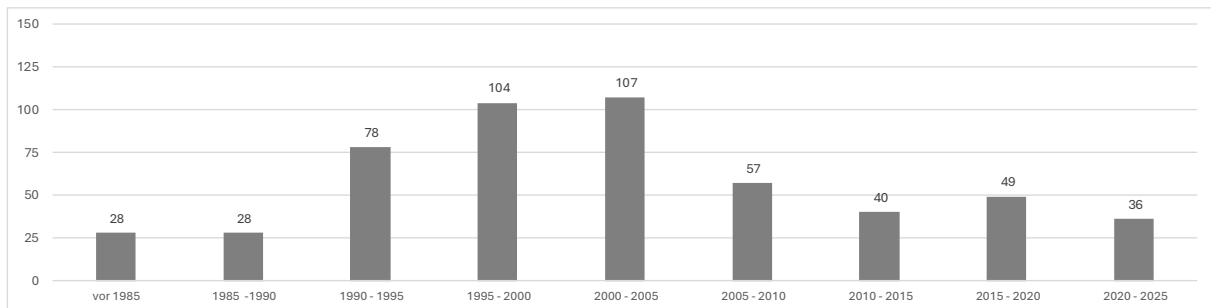


Abbildung 18: Anzahl der erfassten Wärmeerzeuger nach Heizungs-Baujahr bzw. Inbetriebnahmejahr (Heizöl-betriebene Wärmeerzeuger)

Die Karte verdeutlicht die räumliche Verteilung von Gebieten mit überwiegend alten Öl- und Gas-Heizkesseln, bei denen je nach Lebensdauer ein baldiger (wenige Jahre) Heizungstausch- bzw. -wechsel zu erwarten ist.

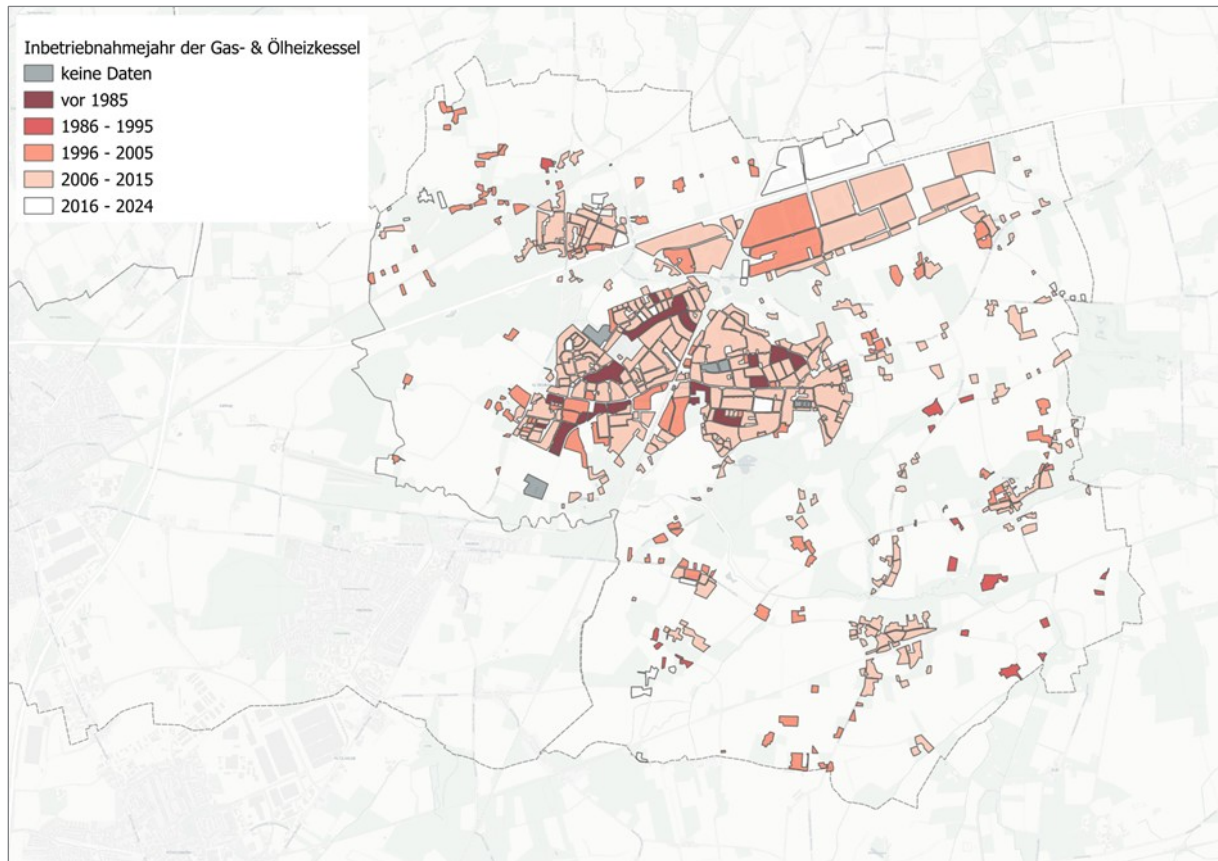


Abbildung 19: Mittleres Inbetriebnahmejahr der Öl- & Gas-Heizkessel in Bönen auf Baublock-Ebene

Die Energieträger-Anteile werden in Abbildung 20 auf den nachfolgenden Seiten, in Form von Kreisdiagrammen auf Baublock-Ebene dargestellt. Die Kreisdiagramme der Energieträger-Anteile liegen in dieser Darstellung über den je Baublock aufsummierten, absoluten Endenergieverbräuchen in MWh/a (rötliche Färbung). Eine größere Darstellung erhält man in der Webkarte.

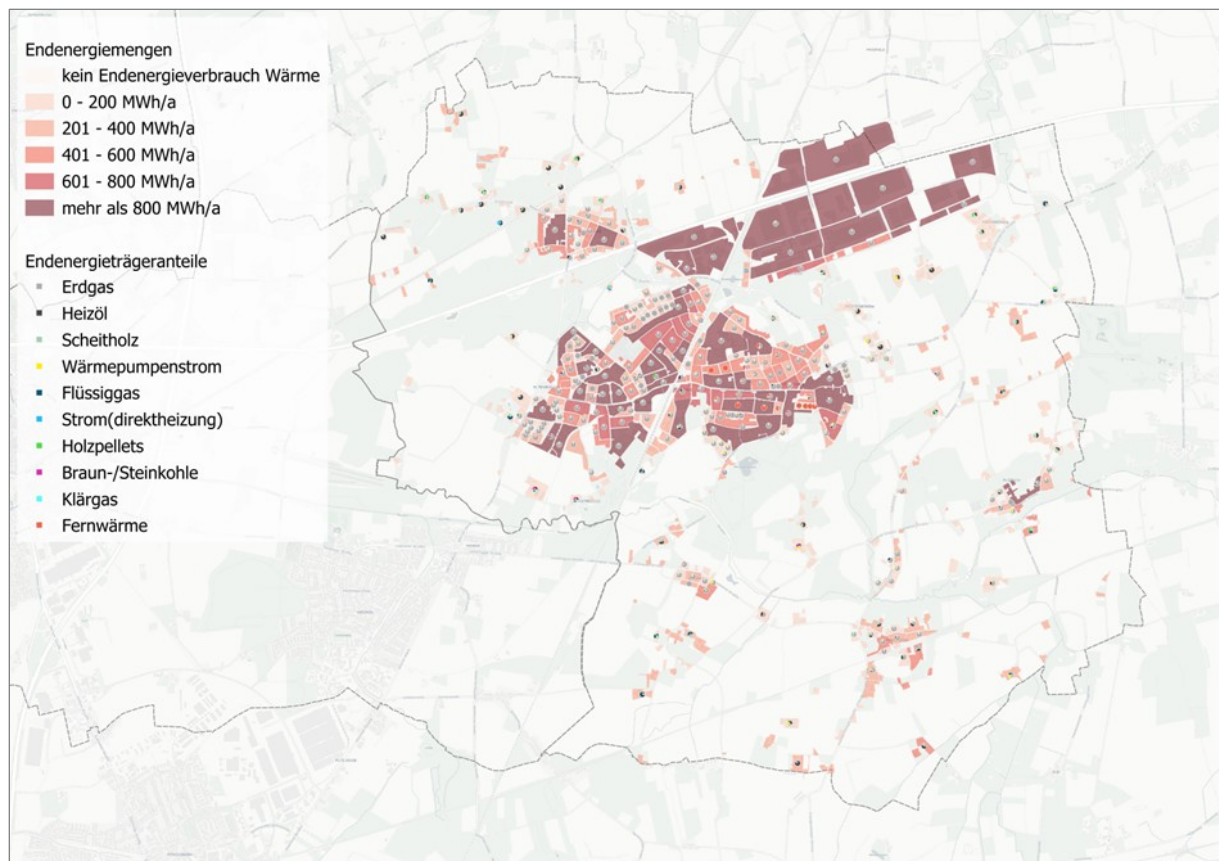


Abbildung 20: Anteil der Energieträger (Kreisdiagramme) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in MWh/a (rötliche Flächen) in Bönen auf Baublock-Ebene

Aus den erhobenen Energiebedarfen für Wärme können für Bönen folgende jahresbezogene Energiekennzahlen ermittelt werden:

18.851

Einwohnerinnen und Einwohner

85,5 kWh/a·m²

Endenergie Wärme pro Quadratmeter Wohnfläche

5.193 kWh/a·EW

Endenergie Wärme pro Einwohnerinnen und Einwohner (Sektor Private Haushalte)

9.210 kWh/a·EW

Endenergie Wärme pro Einwohnerinnen und Einwohner (Alle Sektoren: Gewerbe, Industrie, öffentlich, kommunal)

3.3.4 TREIBHAUSGASBILANZ

In Bönen ist die Wärmeversorgung ebenfalls stark von fossilen Energieträgern abhängig. Die jährlichen Emissionen betragen rund 42,4 Tausend Tonnen CO₂-Äquivalente (entspricht 42.418 tCO₂äq/a) für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme.

2,25 tCO₂äq/a-EW

Treibhausgas-Emissionen Wärme pro Einwohnerinnen und Einwohnern (Alle Sektoren: Gewerbe, Industrie, öffentlich, kommunal)

Der Großteil der Emissionen entsteht durch den Einsatz von Erdgas (83,3%) und Heizöl (7,2%), gefolgt von Fern-/Nahwärme (3,1%). Der Anteil erneuerbarer Energieträger an der Gesamtemissionsbilanz ist derzeit noch gering.

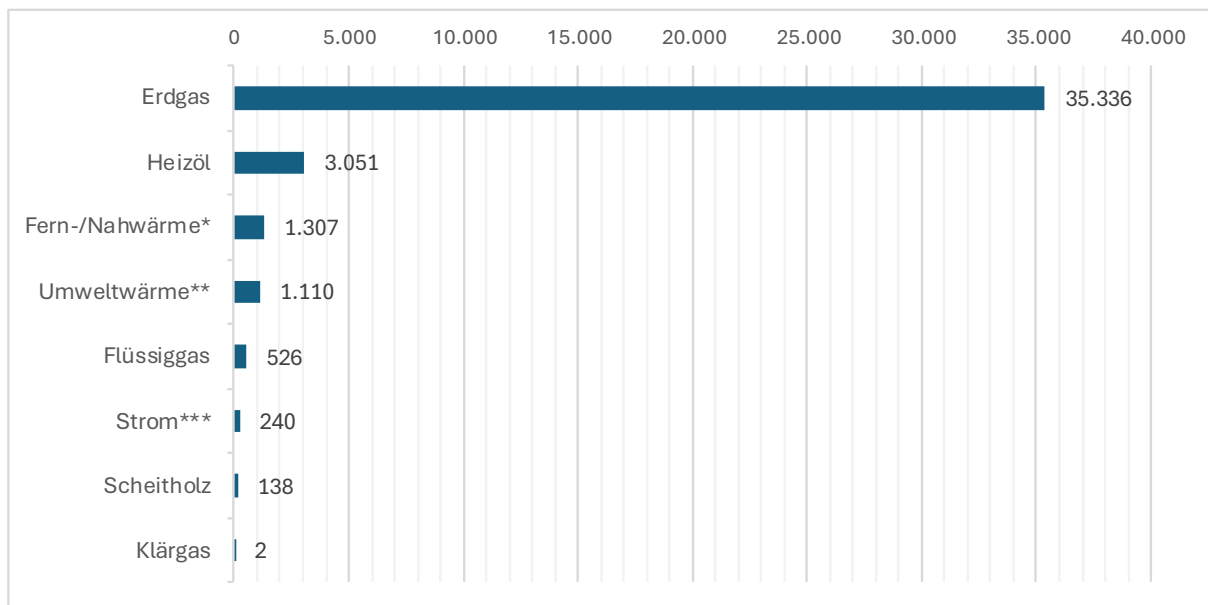


Abbildung 21: Jährliche Treibhausgasemissionen in Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (tCO₂äq/a) nach Energieträger, *ohne Gebäudenetze, **Wärmepumpen-Umgebungsluft/Geothermie, ***Stromdirekt-/Speicherheizung

3.3.5 GROßVERBRAUCHER-ANALYSE

Als Großverbraucher gelten im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung alle Wärmeabnehmer mit einem jährlichen Verbrauch von mindestens 100.000 kWh/a. Im Planungsgebiet Bönen wurden mehrere solcher Großverbraucher identifiziert, für die gesicherte Gas- bzw. Wärmestromverbrauchsdaten vorliegen.

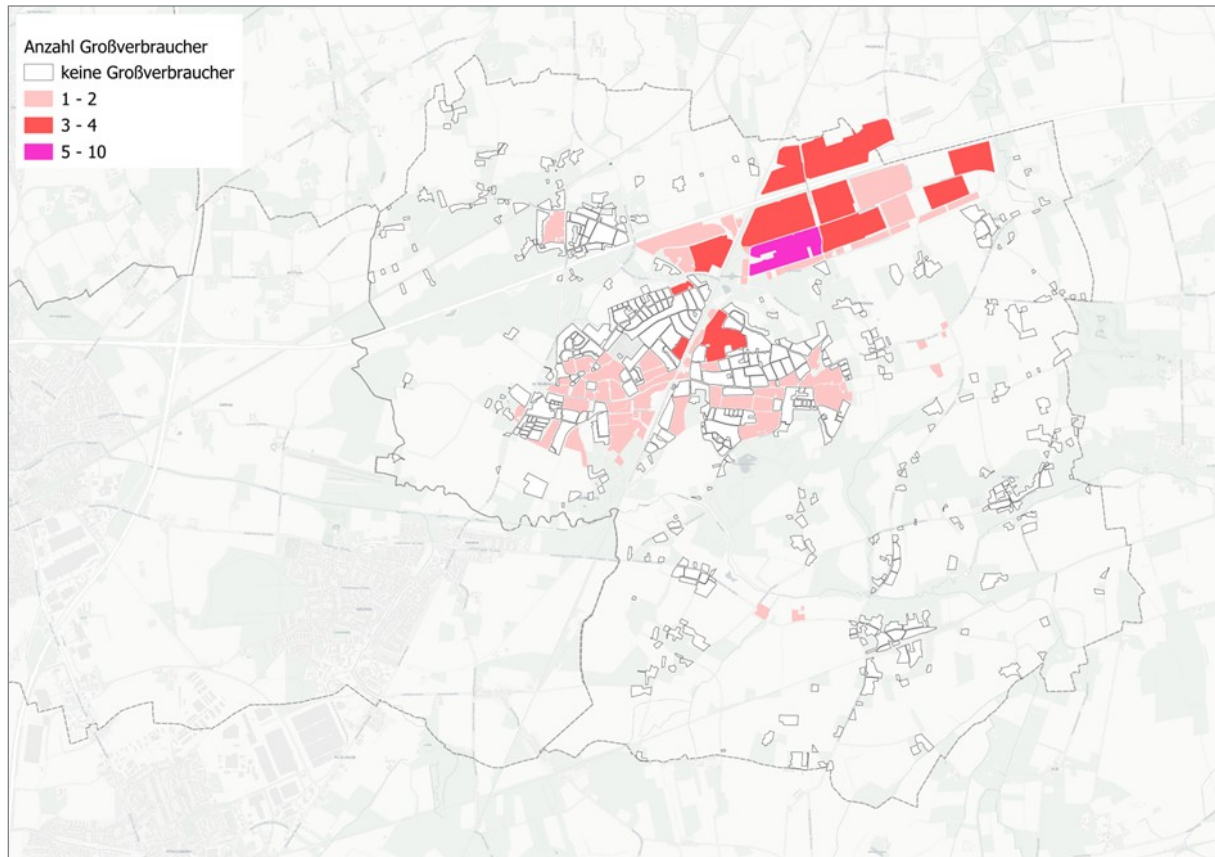


Abbildung 22: Großverbraucher-Anzahl auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

Die Großverbraucher verteilen sich über das gesamte Gemeindegebiet, weisen jedoch klare räumliche Schwerpunkte auf:

- im Zentralort Bönen, insbesondere entlang der Bahnhofstraße und im Bereich der größeren kommunalen und gewerblichen Liegenschaften,
- im östlichen Siedlungsgebiet, das vom bestehenden GETEC-Wärmenetz versorgt wird,
- sowie im Umfeld größerer Einrichtungen wie dem Hallenbad / Goetheschule im Bereich der ehemaligen Zeche Königsborn.
- Ein weiterer Schwerpunkt liegt im Industriepark Bönen, wo mehrere großflächige Logistik- und Gewerbebauten einen entsprechend hohen Wärmebedarf aufweisen.

Die identifizierten Großverbraucher umfassen sowohl Einzelgebäude (z. B. Hallenbad, Schulen, größere Gewerbebauten) als auch Gebäudegruppen, die als Mitversorgungsverbünde auftreten. In diesen Fällen übernimmt ein zentrales Gebäude den

Wärmeerzeugerstandort und versorgt angrenzende Gebäude bzw. Gebäudeteile mit – typischerweise über interne Heizungsverbünde oder Gebäudenetze.

Zur Wahrung des Datenschutzes wurden Baublöcke mit weniger als fünf Gebäuden mit benachbarten Strukturen bzw. Baublöcken aggregiert. Die kartografische Darstellung zeigt, dass in vielen Baublöcken 1–2 Großverbraucher vorkommen, während in den zentraleren Quartieren sowie im Bereich der bestehenden Wärmenetze 3–4 und vereinzelt sogar 5–10 Großverbraucher pro Baublockgruppe auftreten.

Zusätzlich wurden weitere potenzielle Großverbraucher identifiziert, deren rechnerischer Wärmebedarf laut Gebäudetypologie über 100.000 kWh/a liegt, deren Werte jedoch (noch) nicht durch gemessene Verbrauchsdaten bestätigt werden konnten. Diese Potenziale sind insbesondere für die Entwicklung von Fokusgebieten (Biogas-Bündelung / GETEC-Netz, Zeche Königsborn, Industriepark Bönen) relevant.

3.3.6 WÄRMENETZE

Im Planungsgebiet Bönen sind derzeit mehrere Gebäude und Liegenschaften an ein Wärmenetz (280 Lieferstellen) sowie an zwei Gebäudenetze (14 angeschlossene Gebäude) angeschlossen. Die angebundenen Strukturen umfassen größere Wohngebäude, zahlreiche Reihenhäuser, eine Kita, sowie Bildungs- und Sporteinrichtungen.

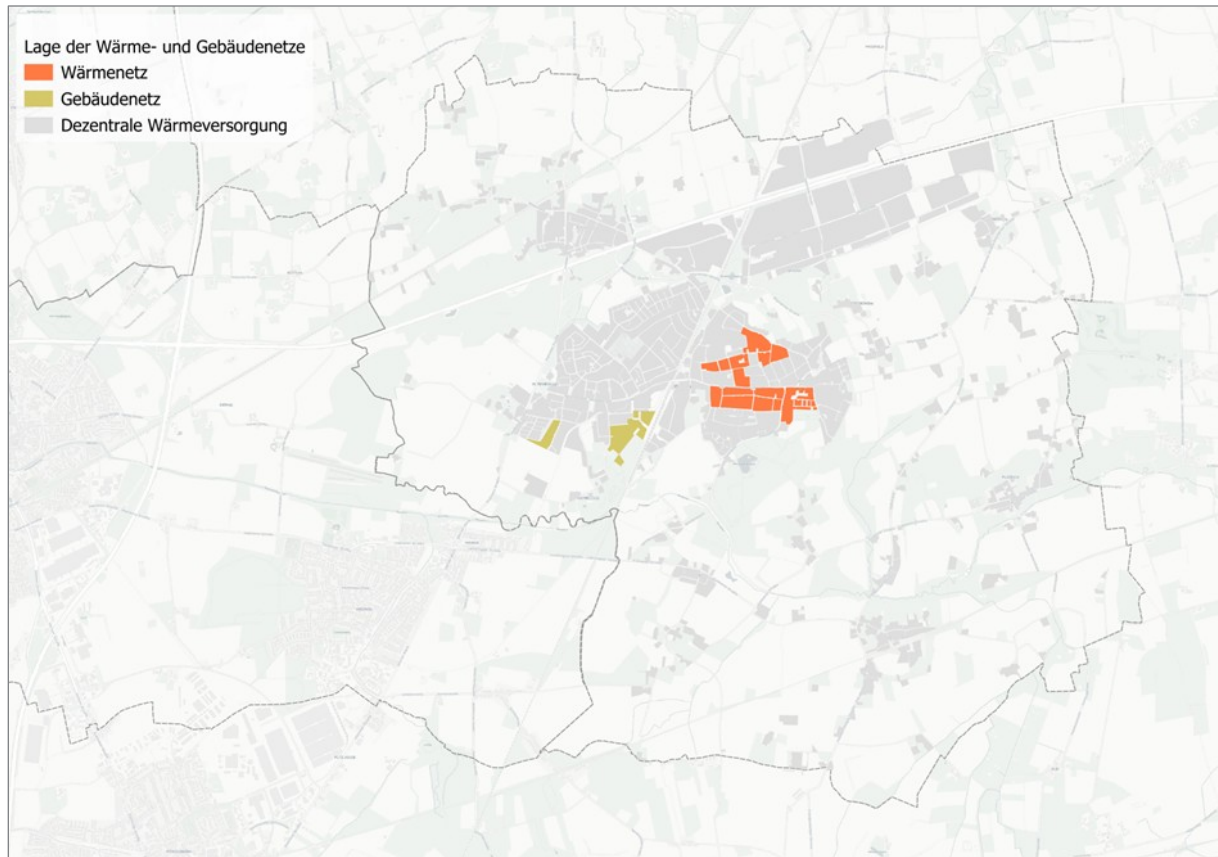


Abbildung 23: Lage der Wärme- und Gebäudenetze auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

Die räumliche Verteilung der bestehenden zentralen und dezentralen Versorgungsstrukturen ist in Abbildung 23 dargestellt. Diese zeigt klar:

- Ein Netzschwerpunkt liegt im östlichen Siedlungsgebiet (GETEC-Netz).
- Gebäudenetze treten punktuell im Süden und Westen des Zentralorts Bönen auf.
- Große Teile des Gemeindegebiets sind ohne netzgebundene Wärmeversorgung.

Tabelle 1: Wärme- und Gebäudenetze in Bönen

Netz-Art und Name	Betreiber	Hausübergabestationen (Anschlüsse)	Trassenlänge
Wärmenetz Bönen (Nord)	GETEC	34	2.400 m (geschätzt)
Wärmenetz Bönen (Süd)	GETEC	246	7.000 m

Gebäudenetze: Wohnquartiere im Hellweg (Bauverein zu Lünen e.V.), Wolfgang-Fräger-Straße (GSW)

Die zentralen Wärmenetzstrukturen in Bönen werden von GETEC betrieben. Es handelt sich um das bestehende Wärmenetz im östlichen Gemeindegebiet, das sich entlang der Beethovenstraße, Kirchstraße, Rosenstraße und Woortstraße erstreckt und mehrere Wohnquartiere versorgt (orange eingefärbt). Die hohe Anzahl der Wärmenetz-Hausanschlüsse (280) begründet sich durch die Reihenhausstrukturen im südlichen Teil des Wärmenetzes.

Darüber hinaus zeigt die Karte mehrere Gebäudenetze (gelb eingefärbt). GSW betreibt im Gemeindegebiet ein kleines Gebäudenetz in der Wolfgang-Fräger-Straße. Zudem existieren im Hellweg zwei Gebäudenetze, von denen eines vom Bauverein zu Lünen e.V. betrieben wird. Gebäudenetze sind kleinere interne Verbünde, in denen ein einzelnes Gebäude die Wärmeversorgung für benachbarte Gebäude übernimmt, beispielsweise:

- Wohnanlagen mit zentraler Heizzentrale,
- Kommunale Liegenschaftsgruppen,
- kleinere gewerbliche Verbünde.

In weiten Teilen der Gemeinde – insbesondere in den Ortsteilen Bramey-Lenningsen und Flierich – dominiert weiterhin die dezentrale Einzelversorgung ohne Netzanschluss.

Gemäß Wärmeplanungsgesetz (WPG) und BEW müssen alle bestehenden und zukünftigen Wärmenetze bis spätestens 2030 mindestens 30 % erneuerbare Wärme oder unvermeidbare Abwärme bereitstellen. Hierfür ist bis 2026 ein Transformationsplan der Netzbetreiber vorzulegen. Diese Transformationspfade werden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung einbezogen und insbesondere mit GETEC und GSW abgestimmt.

3.3.7 Gasnetze

Die Gasnetzinfrastruktur ist im Planungsgebiet Bönen in weiten Teilen der bebauten Bereiche ausgebaut. Die Karte in Abbildung 24 zeigt, dass insbesondere der Zentralort Bönen sowie große Teile von Altenböggel-Bönen und Nordböggel dicht über das Gasnetz erschlossen sind. Auch im östlichen Siedlungsgebiet, angrenzend an das bestehende Wärmenetzgebiet, besteht eine flächige Gasnetzabdeckung.

Die dokumentierten Gas-Hausanschlüsse befinden sich überwiegend innerhalb der Baublöcke oder entlang der Blockränder. Die zugehörigen Gasverteiltrassen verlaufen – wie für ländlich strukturierte Kommunen typisch – zwischen den zusammenhängenden Siedlungsstrukturen.

In den peripheren Außenbereichen sowie in den Ortsteilen Bramey-Lenningsen und Flierich bestehen hingegen größere Gebiete in Außenbereichslage ohne leitungsgebundene Gasversorgung. In diesen Bereichen werden überwiegend Heizöl, Flüssiggas oder dezentrale erneuerbare Heiztechniken genutzt.

Das gesamte Gasnetz im Planungsraum, inklusive der Hausanschlussleitungen, weist eine geschätzte Trassenlänge von rund 133.200 m auf. Insgesamt bestehen 3.696 registrierte Gas-Hausanschlüsse, verteilt über die Kommune.

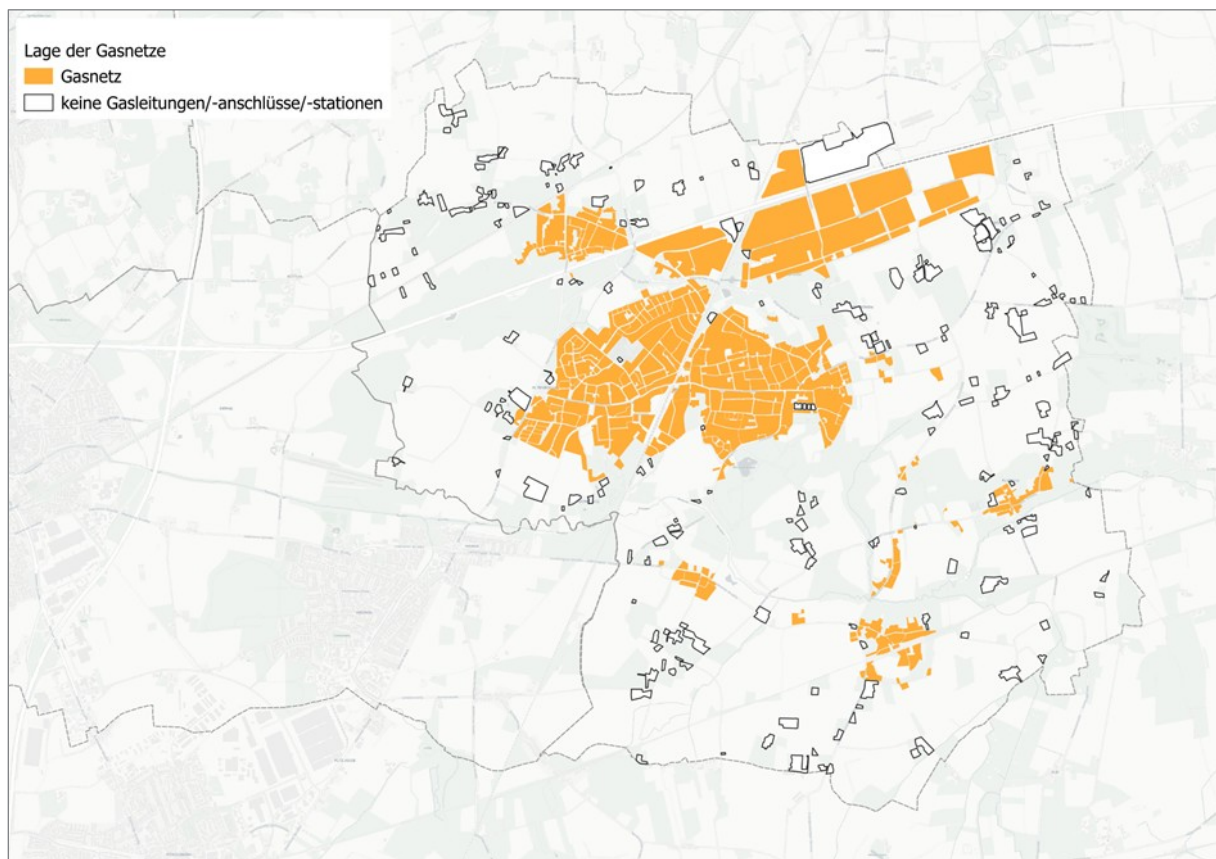


Abbildung 24: Lage der Gasnetze auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

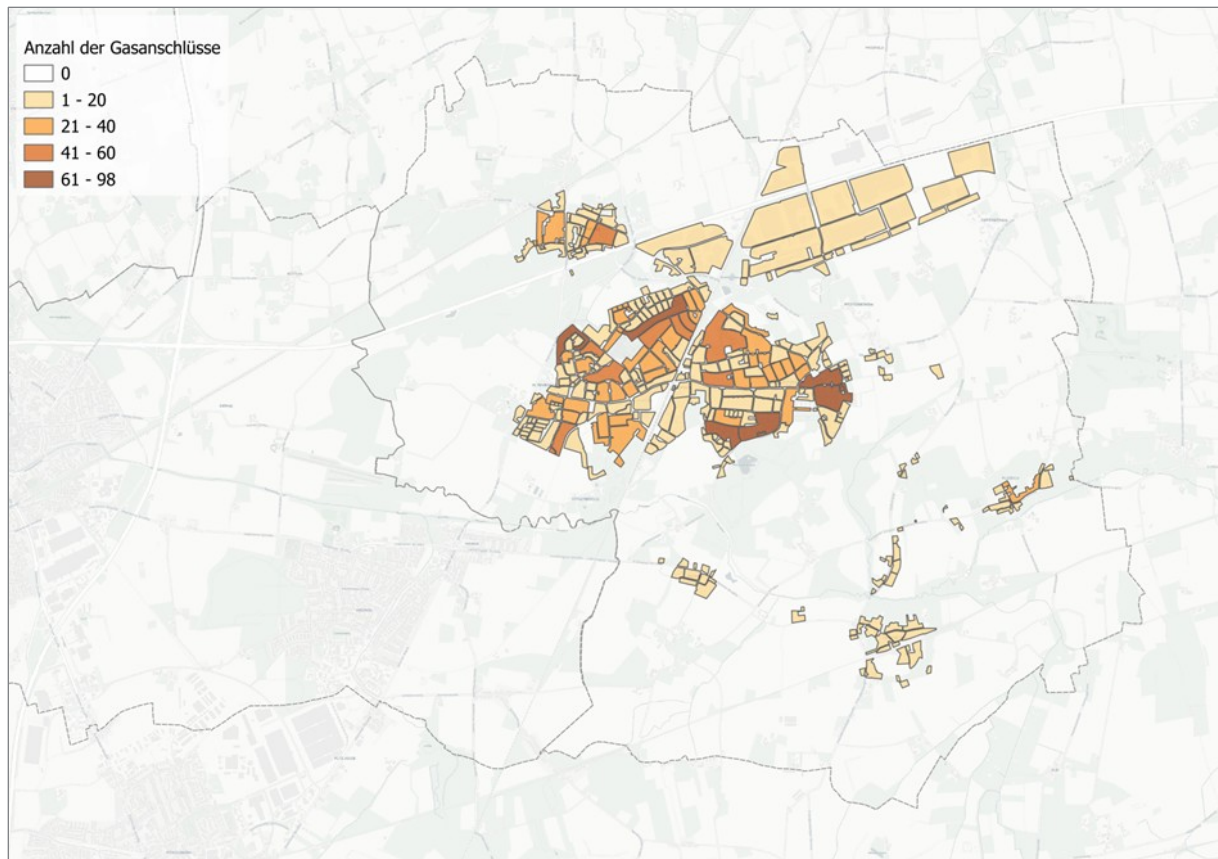


Abbildung 25: Anzahl der Gasanschlüsse auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

Die Verlegung der Gasleitungen im Planungsgebiet Bönen begann ab dem Jahr 1979. Die ältesten Leitungen sind somit 46 Jahre alt. Das durchschnittliche Inbetriebnahmejahr liegt bei etwa 1991. Der Großteil der heute genutzten Leitungen wurde um dieses Jahr herum verlegt, sodass die Gasleitungen durchschnittlich 34 Jahre alt sind.

Seitdem erfolgten zahlreiche Netzerweiterungen und Teilerneuerungen. Durchschnittlich fanden die nachträglichen Netzerweiterungen seit 1991 um das Jahr 2003 statt und reichen bis ins Jahr 2024. In den letzten fünf Jahren (2020 bis 2025) wurden rund 1.790 m neue Gasleitungen verlegt.

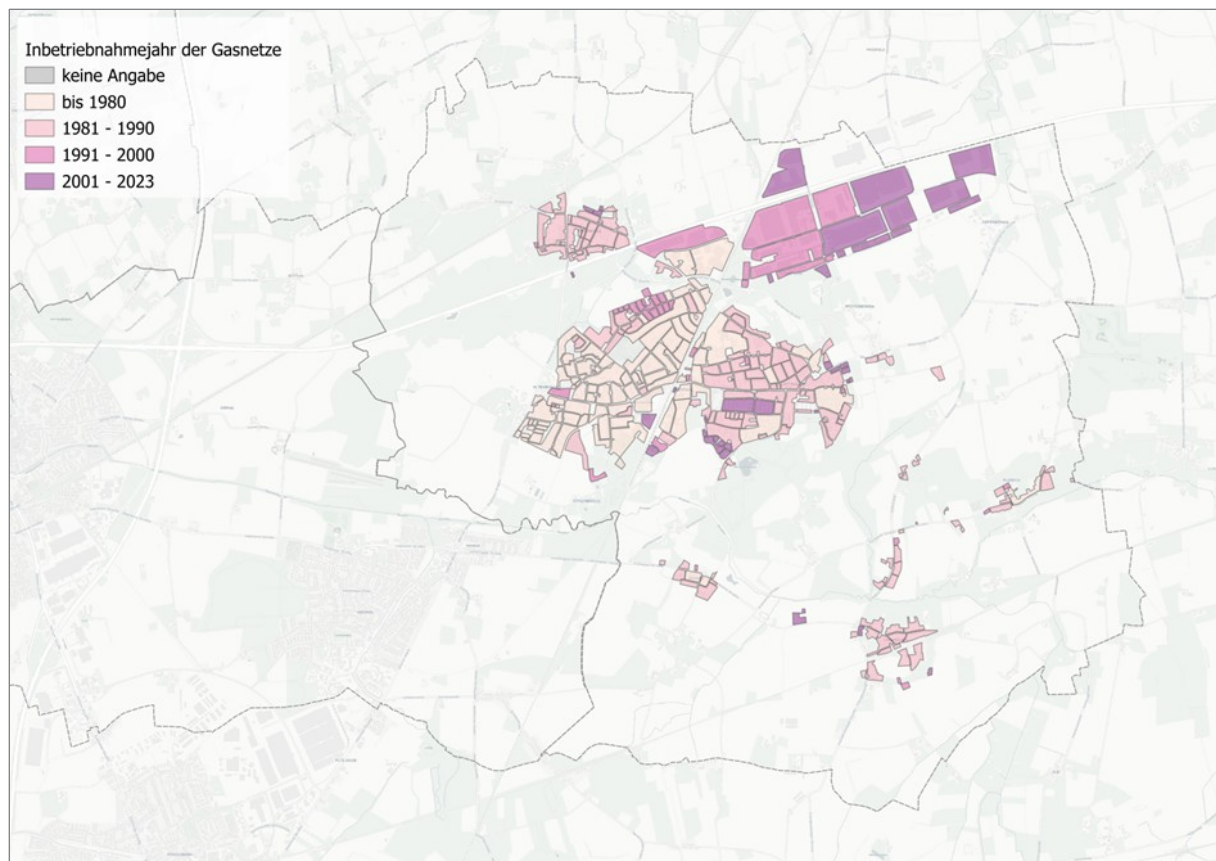


Abbildung 26: Verlege-/Inbetriebnahmejahr der Gasnetzleitungen auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

Für die vorliegende Auswertung wurde das in den Daten angegebene Verlegejahr mit dem Jahr der Inbetriebnahme gleichgesetzt. Weitere Details zur Altersverteilung und zeitlichen Entwicklung sind Abbildung 26 zu entnehmen.

3.3.8 Abwassernetze

Abbildung 27 zeigt die im Planungsgebiet verlaufenden Abwasserkanäle mit einem Durchmesser ab DN600, welche als Hauptleitungen fungieren und wesentlich zum Trockenwetterabfluss beitragen. Diese großdimensionierten Leitungen stellen zentrale Bestandteile der kommunalen Abwasserinfrastruktur dar. In der Darstellung nicht berücksichtigt sind kleinere Schmutzwasserleitungen unter DN600 sowie Frisch- und Mischwasserleitungen, da diese keinen maßgeblichen Einfluss auf die wärmeplanerisch relevante Abflusssituation im Trockenwetterfall besitzen.

In Bönen verlaufen zwei bis drei großdimensionierte Schmutzwasserleitungen ($\geq$ DN1600) südlich aus dem Zentralort heraus bis zum Klärwerk (Stauraumkanal Rexebach, Betreiber: Lippeverband) bzw. bis zur Seseke (Stauraumkanal Randsammler Ost, Betreiber: Gemeinde Bönen), beides am Schwarzen Weg gelegen. Diese Hauptleitungen dienen dem übergeordneten Abtransport von Mischwasser und sind an die Abwasseranlagen, das Klärwerk und die Kanalsysteme von Bönen angebunden. Weitere großdimensionierte Abwasserleitungen zwischen DN800 und DN1600 verlaufen in der Orientierung Nord-Ost nach Süd-West zu den zu Beginn erwähnten Hauptleitungen.

Die Gemeinde Bönen betreibt Abwasserkanäle mit rund 121 km Länge sowie besonders relevante Stauraumkanäle und diverse Regenbecken. Sie unterhält die Infrastrukturen zur Entwässerung und hat die Aufgabe zur Abwassersammlung und -ableitung. Der Lippeverband betreibt die Kläranlage, diverse Sonderbauwerke und den Stauraumkanal Rexebach (westlicher Zuleitungssammler zur Kläranlage).

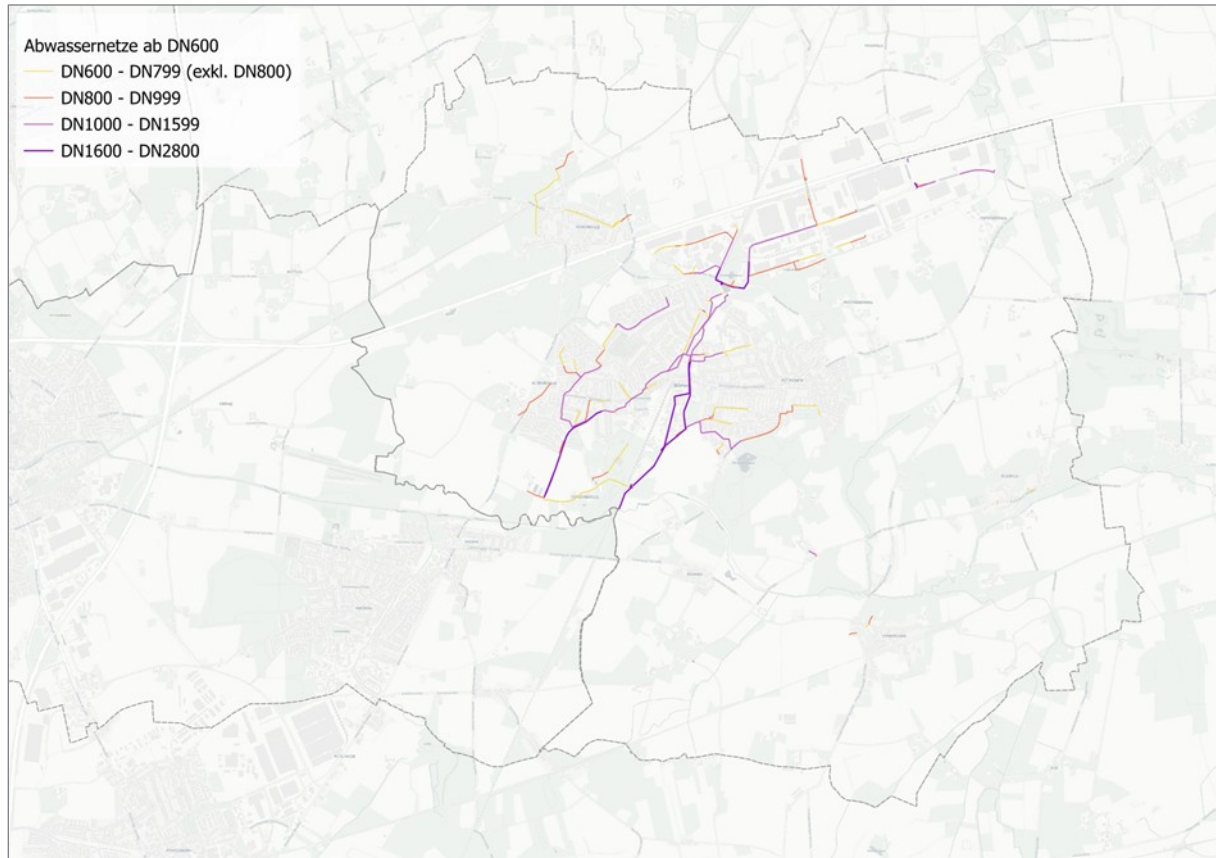


Abbildung 27: Abwasserleitungen für Trockenwetterabfluss größer als DN600

Die Potenziale aus dem Trockenwetterabfluss werden im Kapitel 4.5.5.3 Abwasser (Potenzialanalyse) beschrieben.

3.3.9 Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung identifiziert Teilgebiete, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für die Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen. Für beide Eignungen (Wärmenetze und Wasserstoffnetze) werden dieselben Kriterien verwendet. Bestehende leitungsgebundene Wärme- und Gasnetze legen nahe, dass grundlegend auch zukünftig eine zentrale, leitungsgebundene Wärmeversorgung möglich ist. Als weitere wichtige Kriterien werden die ermittelten Wärmeverbrauchsichten, Wärmelinienichten und Siedlungstypologien herangezogen.

Die Eignungsprüfung zeigt lediglich grundlegende Möglichkeiten auf. Teilgebiete, die als zentrale bzw. netzgebundene Wärmeversorgungsgebiete gekennzeichnet sind, werden nicht automatisch an ein Wärmenetz oder Wasserstoffnetz angebunden. Die spezifische Gebietsanalyse mit Wahrscheinlichkeiten zu den zukünftigen Wärmeversorgungslösungen erfolgt erst im Rahmen der Zielszenarioanalyse.

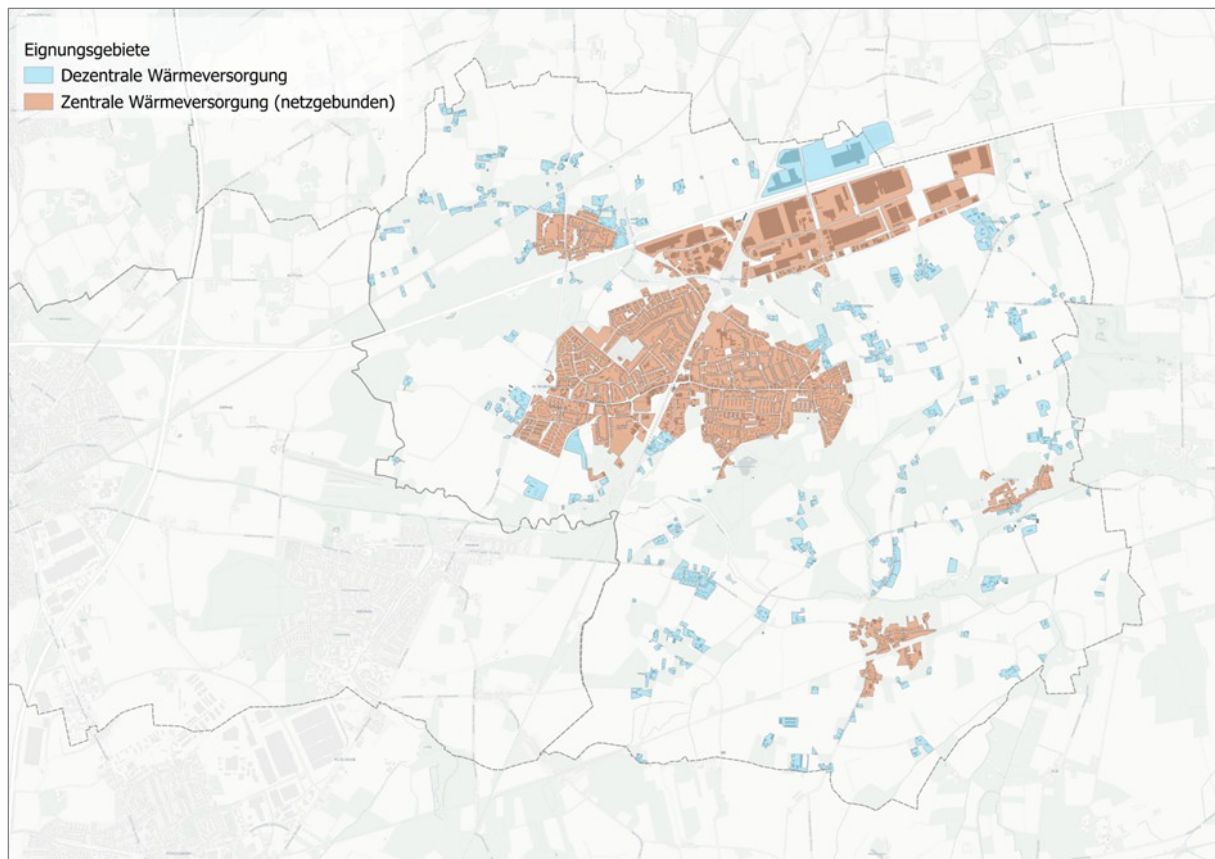


Abbildung 28: Ergebnisse der grundlegenden Eignungsprüfung auf Baublock-Ebene in Bönen (gesamtes Planungsgebiet)

Für kein Gebiet im Untersuchungsraum wird eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt. Das bedeutet, dass jedes Gebiet vollständig in den Analysen und Planungen berücksichtigt wird und kein Teilgebiet ausgeschlossen wird.

4 POTENZIALANALYSE

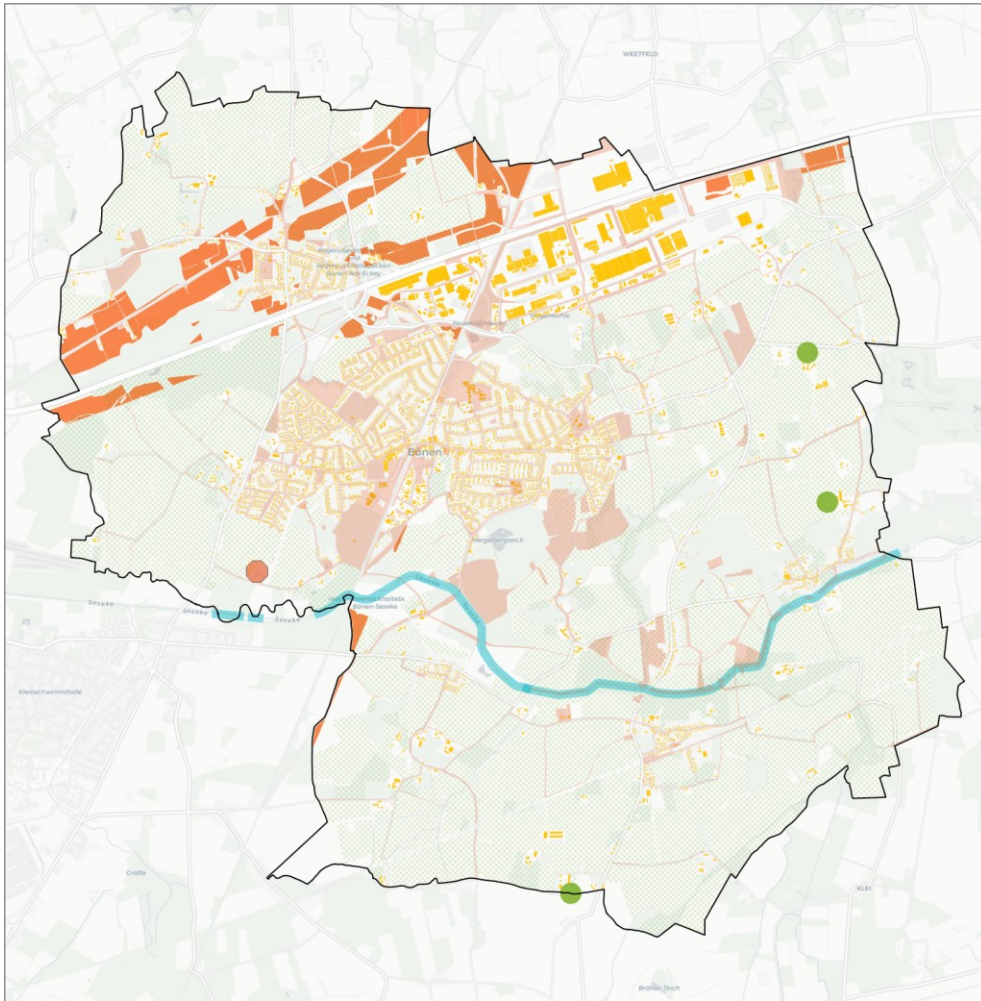


Abbildung 29: Potenzialanalyse (Symbolbild ohne inhaltliche Bedeutung der Farbzuoordnung)

4.1 ZIELE UND METHODIK

ZIEL

Die Potenzialanalyse dient dazu, lokal verfügbare Potenziale zu Energieeinsparung und Effizienz, unvermeidbarer Abwärme sowie erneuerbarer Wärme- und Stromquellen vor Ort zu ermitteln. Ziel dieser Untersuchung ist es, einen Überblick zu schaffen, von welchen Wärmebedarfen zukünftig ausgegangen werden kann und mit welchen Quellen diese Bedarfe gedeckt werden könnten.

Der Potenzialbegriff lässt sich dabei vereinfacht in drei Kategorien einteilen: *Theoretisches Potenzial*, *Technisches Potenzial* und *Wirtschaftliches Potenzial*. Abbildung 30 zeigt die drei Kategorien schematisch (die Flächen stellen an dieser Stelle also keine konkreten Mengen dar). Die Abgrenzung dieser untereinander ist teilweise fließend und je nach Betrachtungsgegenstand individuell. Allgemein lassen sich die Begriffe folgendermaßen abgrenzen:

Das **theoretische Potenzial** drückt aus, welche Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung und Erschließung erneuerbaren Energien es gibt, unabhängig davon, ob diese praktisch genutzt werden können, oder nicht. Es bildet somit ein theoretisches Maximum, das eine bessere

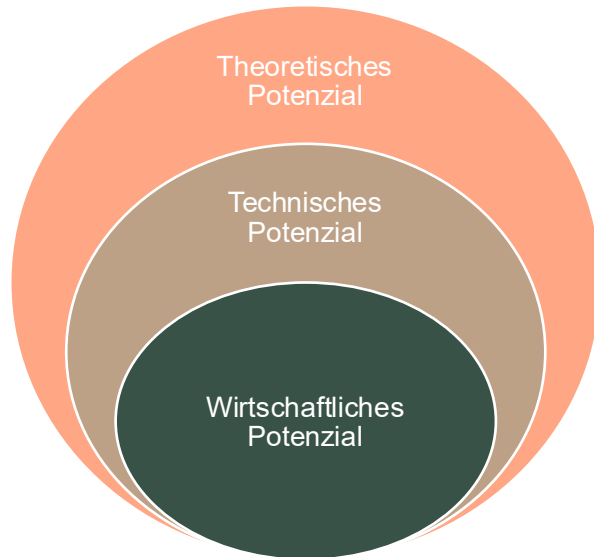


Abbildung 30: Potenzialebenen (eigene Darstellung)

Einordnung der untersuchten Kategorien erlaubt, indem es aufzeigt, an welchen Stellen man Schwerpunkte setzen sollte und wo keine tieferen Untersuchungen sinnvoll sind. Außerdem gewährleistet die theoretische Betrachtung, alle möglichen Potenziale zu erfassen.

Beim **technischen Potenzial** werden die Mengen erfasst, die tatsächlich für eine erneuerbare Energiebereitstellung vor Ort nutzbar wären bzw. eine zukünftig realistische Energieeinsparung abbilden. Dabei werden im Zuge dieser Analyse neben tatsächlichen technischen Restriktionen (Beispiel: nutzbarer Volumenströmen von Fließgewässern) auch andere Faktoren wie

die Nähe zu einem Wärmenetzgebiet oder auch die Flächenkonkurrenz berücksichtigt. Die Potenzialanalyse der vorliegenden Kommunalen Wärmeplanung schließt mit der Bewertung von theoretischen und technischen Potenzialen. Die Ergebnisse kann man folgendermaßen interpretieren: Ein hohes Potenzial einer Quelle spricht für eine wahrscheinliche und sinnvolle künftige Nutzung im Kontext der klimaneutralen Wärmeversorgung, während geringe oder eingeschränkte Potenziale entsprechend weniger Gewicht haben. Die Potenziale werden quantifiziert und durchgehend in MWh/a ausgewiesen. Dabei ist zu beachten, dass in manchen Themen (wie beispielsweise der Windenergie oder den Energieeinsparungen) die Quantifizierung verhältnismäßig präzise ist, und eine konkrete Umsetzungsmöglichkeit darstellt. Bei anderen Themenfeldern (wie beispielsweise bei Freiflächen Solarthermie) vermittelt der quantifizierte Wert die Größenordnungen und die Relationen zwischen den Quellen, würde aber realistischerweise nicht vollständig umgesetzt werden. Die verschiedene Einordnung ist in den Unterkapiteln jeweils genauer beschrieben.

Die **wirtschaftlichen Potenziale** bewerten darüberhinausgehend noch einmal detaillierter, welche Maßnahmen in der Zukunft umsetzungsrelevant sind und empfohlen werden können. Diese werden für bestimmte Potenziale im Rahmen des Zielszenarios betrachtet und bewertet.

VORGEHEN

Ausgehend von der Datenerfassung, in der alle relevanten Daten erhoben wurden, bildet eine Flächenanalyse den Ausgangspunkt, um die örtlichen Rahmenbedingungen für die Nutzung erneuerbarer Energien und weiterer Potenziale zu bestimmen. Insbesondere Ausschlussflächen aufgrund von Naturschutzgebieten, Überschwemmungsrisiken oder weiteren Vorgaben spielen dabei eine Rolle. Diese Betrachtung dient insbesondere der Einordnung der flächenbezogenen Potenziale, wobei darunter beispielsweise auch die Untersuchung städtischer Flurstücke fällt, an denen gegebenenfalls einfacher Projekte umgesetzt werden können, die der Kommunalen Wärmeplanung zuträglich sind.

Es wird im nächsten Schritt betrachtet, in welchem Umfang sich Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen durch Sanierungen oder andere Maßnahmen realisieren lassen, da sie maßgeblich die künftige Entwicklung des Wärmebedarfs beeinflussen. Grundlage hierfür bilden die Ergebnisse der Bestandsanalyse. Unvermeidbare Abwärme wird ebenfalls systematisch in die Analyse einbezogen. Im Untersuchungsgebiet besteht eine hohe Unternehmensdichte, wobei dies stets durch die individuellen Ansprüche und Herausforderungen der ortsansässigen Betriebe beeinflusst ist. Erneuerbare Wärmequellen bilden einen weiteren Untersuchungsgegenstand. Diese teilen sich auf zwischen flächenbezogenen Potenzialen wie Solarthermie in der Freifläche oder dezentrale Luft-Wärmepumpen und Einzelpotenzialen beispielsweise durch Reststoffe oder örtliche Quellen für Großwärmepumpen wie Grubenwasser oder Abwasser. Auch der Einsatz erneuerbaren Stroms für die Wärmebereitstellung wird berücksichtigt und kann insbesondere in den Zielszenarien relevant werden. Zentrale Wärmespeicher fließen ebenfalls in die Analyse ein, wobei solche Projekte üblicherweise einen stark individuellen Charakter aufweisen. Die Potenzialanalyse liefert damit ein Bild der vorhandenen Möglichkeiten und Grenzen und schafft die Grundlage für die weiteren Schritte der Kommunalen Wärmeplanung.

DATENGRUNDLAGEN

Die Grundlage für die Analyse und die Identifikation von Potenzialen bilden verschiedene Datenquellen und Methoden. Dabei wurden unter anderem Katasterdaten und frei verfügbare Geodaten des Landes Nordrhein-Westfalen genutzt, wie das Solarkataster, das Geothermiekataster, das Wärmekataster sowie Daten zu landwirtschaftlichen Flächen und potenziellen Windenergieflächen. Auch wurden von der Gemeinde Bönen direkt Geodaten und andere Informationsquellen zur Verfügung gestellt, die für die Untersuchungen relevant sind. Diese Daten bieten die Grundlage, um bestehende und potenzielle Ressourcen systematisch zu erfassen. Zusätzlich wurden in persönlichen Gesprächen mit den Gemeinschaftsstadtwerken GSW, Expertinnen, Experten und Akteuren vor Ort sowie den Verantwortlichen der Gemeinde Bönen spezifische oder vertiefende Informationen zu diversen Themenbereichen und zukünftigen Entwicklungen vor Ort erlangt. Für die Untersuchung unvermeidbarer Abwärmequellen wurde ein Fragebogen entworfen und versendet, mit dem entsprechende Informationen bei Unternehmen angefragt wurden, bei denen Abwärmepotenziale vermutet wurden. Die Ergebnisse aus der Bestandsanalyse lieferten eine Grundlage zur Identifikation von Potenzialen zur Senkung der Energiebedarfe.

ERGEBNIS

Im Ergebnis werden die theoretischen und technischen Potenziale quantifiziert, die sich aus den einzelnen Teilaspekten der genannten Kategorien ableiten lassen. Wo keine Potenziale festgestellt werden konnten, erfolgt ein Hinweis mit entsprechender Begründung. Nachweisbare Potenziale werden, sofern möglich, räumlich differenziert in einem GIS-System erfasst, das in Form einer Onlinekarte verfügbar gemacht wird und in dem auch die zugehörigen Berechnungswerte hinterlegt sind. Aus Gründen des Datenschutzes, wird darauf geachtet, keine privaten Gebäude oder nicht-öffentlich einsehbare Flächen identifiziert werden können. Auszüge dieser kartografischen Darstellung sowie die angewandte Methodik und die zugrunde liegenden Werte werden im vorliegenden Bericht dokumentiert.

4.2 FLÄCHENSCHREINING

Bei der Ermittlung nutzbarer Flächen sind verschiedene Restriktionen zu berücksichtigen. Zahlreiche Gebiete dürfen aufgrund natur- oder wasserschutzrechtlicher Vorgaben nicht oder nur eingeschränkt genutzt werden, darunter fallen beispielsweise Wasserschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete, FFH-Gebiete, und Naturschutzgebiete.

Weitere Einschränkungen ergeben sich aus der landwirtschaftlichen Nutzung, die über sogenannte Bodenwerte berücksichtigt werden. Bodenwerte spiegeln die Ertragsfähigkeit eines Bodens wider und helfen, bei Planungen eine Balance zwischen landwirtschaftlicher Produktion und alternativen Nutzungsformen zu finden. Es ist wichtig zu betonen, dass diese Unterscheidung keinesfalls die Bedeutung oder Qualität der landwirtschaftlichen Arbeit auf Flächen mit niedrigeren Bodenwerten mindern soll. Angelehnt an den Landesentwicklungsplan NRW¹ wurden landwirtschaftliche Flächen mit einem Bodenwert größer als 55 von einer Umnutzung im Vorfeld ausgeschlossen. Da hier die gesetzlichen Vorgaben vergleichsweise offen formuliert sind, empfiehlt sich eine Individualbetrachtung, falls eine dieser Flächen genaueres Interesse weckt.

Darüber hinaus fallen zusätzliche Faktoren ins Gewicht: Eine zu starke Hangneigung, beispielsweise kann aus technischen Gründen zu Problemen führen, was in diesem Fall aber keine größere Bedeutung hat, da keine Probleme aufgrund zu steiler Flächen identifiziert wurden. Flächen, die faktisch bereits als Siedlungs- oder Gewerbegebiet ausgewiesen sind, werden ebenfalls in das Ausschlusskriterium mit aufgenommen.

Im Rahmen des Flächenscreenings werden auch Flächen betrachtet, die im kommunalen Besitz sind. Da sie meist einfacher verfügbar und rechtlich weniger eingeschränkt sind, können sie unter Umständen geeignete Standorte für Freiflächen, zentrale Einrichtungen wie Heizzentralen, Speicherlösungen oder kleinere Anlagen zur Energieerzeugung bieten.

In der Gemeinde Bönen befinden sich sehr viele landwirtschaftliche Flächen mit guten Bodenwerten, die für eine alternative Nutzung nur bedingt geeignet sind und als Ausschlussflächen gekennzeichnet wurden. Es gibt Überschwemmungsgebiete entlang der Seseke, die südlich von Bönen in westliche Richtung fließt, sowie am Lünener Bach, der süd-östlich von Bönen in die Seseke mündet. Südlich von Bönen liegt ein Hochwasserrückhaltebecken. Naturschutzgebiete liegen einerseits im Westen „Lettenbruch“, im Osten „Sandbachtal“ sowie im Süd-Westen „Holzplatz“, das in das Kamener Stadtgebiet reicht. Eine größere Fläche, die im Besitz der Gemeinde ist und sich gegebenenfalls für ein zukünftiges Projekt eignet ist die alte Zeche im Süden von Bönen, die teilweise brachliegend ist. Süd-Östlich befinden sich weitere Freiflächen in kommunaler Hand, die an ein Waldstück angrenzen, allerdings überwiegend als Ausgleichsflächen vorgesehen sind.

¹ Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen (LEP NRW), Zu 10.2-15:

<https://landesplanung.nrw.de/system/files/media/document/file/202509912-lesefassung-lep.pdf>

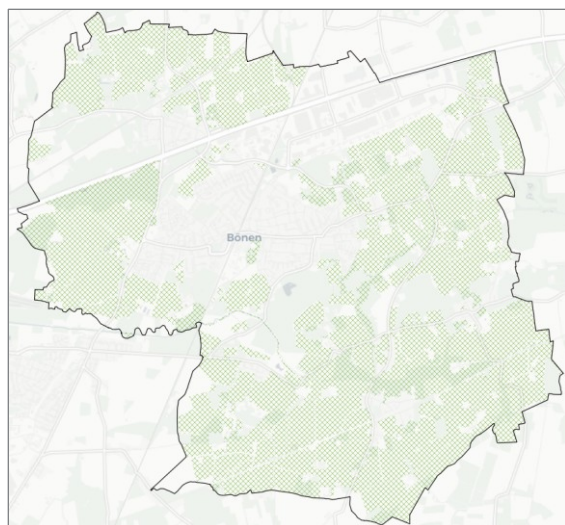


Abbildung 31: Flächenscreening Bönen: Ausschlussflächen (grün gefärbt)

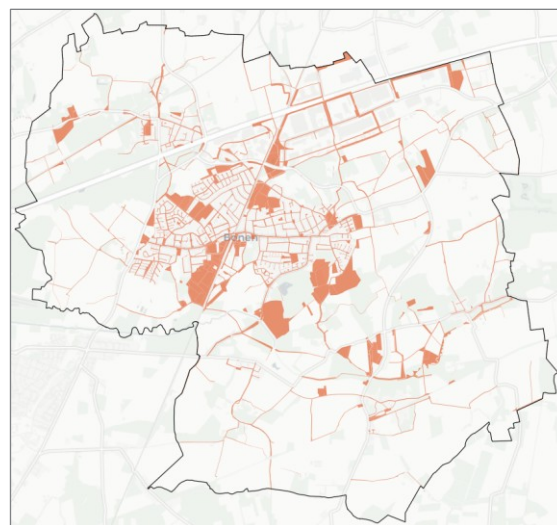
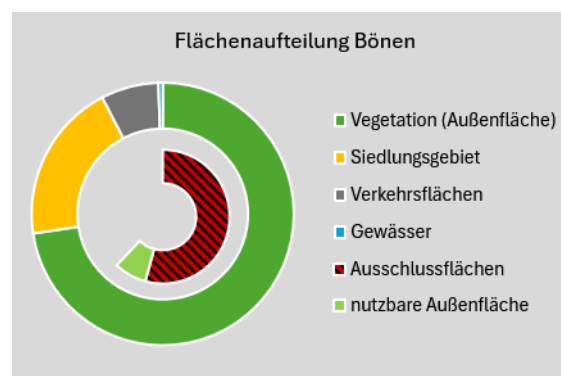


Abbildung 32: Flächenscreening Bönen: gemeindliche Flurstücke (orange)

Die Flächenaufteilung ist nachgehend zusammengefasst:

Tabelle 2: Flächenverteilung Bönen (eigene Berechnungen)

Position	Fläche in km ²	Anteil in %
Gemeindefläche gesamt	38,0 km ²	100 %
Siedlungsgebiet	7,5 km ²	19,7 %
Verkehrsflächen	2,7 km ²	7,2 %
Gewässer	0,2 km ²	0,6 %
Vegetation	27,6 km ²	72,5 %
Ausschlussflächen gesamt	20,6 km ²	54,2 %
nutzbare Außenfläche	3,0 km ²	7,8 %



Mit nur 7,8% der Gemeindefläche als nutzbare Außenfläche sind die zu erwartenden Flächenpotenziale in Bönen vergleichsweise gering. Auch wenn sich das in niedrigen Potenzialen widerspiegelt, bedeutet dies nicht, dass keine Flächen gefunden werden können, die für zukünftige Projekte nutzbar gemacht werden können.

4.3 ENERGIEEINSPARUNG UND EFFIZIENZ

Für die Kommunale Wärmeplanung wird der zukünftige Wärmebedarf durch Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen beeinflusst, was für eine längerfristige Planung von Bedeutung ist. Nationale Langfristszenarien zeigen, dass sich der gebäuderelevante Wärmebedarf bis 2045 um etwa 25% bis knapp zur Hälfte reduzieren lässt. Während ambitionierte Szenarien am oberen Ende liegen und teilweise noch deutlich höhere Einsparungen unterstellen, gelten diese nur unter optimalen Rahmenbedingungen.

Für die nachfolgenden Untersuchungen wird versucht, realistische, technisch begründete Reduktionspotenziale anzusetzen. Die Entwicklung der letzten Jahre deutet auf moderat steigende Sanierungsaktivitäten hin, zugleich lassen sozioökonomische Rahmenbedingungen keine Sprünge erkennen. Das hier berechnete technische Potenzial liegt damit näher an den in der Vergangenheit realisierten Reduktionen und bleibt deutlich unter den sehr optimistischen Annahmen theoretischer Szenarien.

Im Gegensatz zu anderen Betrachtungen wird sich in der Potenzialermittlung auf den Nutzenergiebedarf bezogen, da dieser die im Gebäude tatsächlich erforderliche Energiemenge für Raumwärme und Warmwasser abbildet. Im Unterschied zum Endenergiebedarf bleiben dabei Verluste aus Umwandlung, Speicherung und Verteilung unberücksichtigt. Dadurch können die Effekte baulicher Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen unabhängig von der jeweils eingesetzten Anlagentechnik konsistent bewertet werden

Für die Ermittlung des theoretischen Potenzials wird angenommen, dass alle Wohngebäude und nutzungsähnliche Gebäude vollständig saniert werden und energetisch dem heutigen KfW-55-Standard entsprechen. Dieser Standard steht für einen modernen Neubau- bzw. Sanierungszustand mit typischen spezifischen Verbräuchen im Bereich von rund 45 bis 50 kWh/m²a. Für die Berechnung werden ein spezifischer Raumwärmebedarf von 35 kWh/m²a sowie ein spezifischer Warmwasserbedarf von 15 kWh/m²a angesetzt, um die maximal erreichbaren Einsparpotenziale vergleichbar abzuleiten. Andere Nichtwohngebäude wurden entsprechend mit einem Effizienzfaktor versehen, der „umfängliche Maßnahmen“ berücksichtigt, bei denen von einer gesamten Bedarfsreduktion von 20 % ausgegangen wird.

Zur Ableitung der technischen Bedarfsreduktionspotenziale wurde ein probabilistischer (auf Wahrscheinlichkeiten beruhender) Ansatz gewählt. Für Wohngebäude und wohnähnliche Nichtwohngebäude wurden auf Basis der vom LANUK definierten Sanierungswahrscheinlichkeiten sowie eines Unsicherheitsfaktors individuelle Reduktionspotenziale berechnet. Je nach Wahrscheinlichkeit ergibt sich entweder eine Teil- oder eine Vollsanierung, für die jeweils typische spezifische Bedarfswerte nach Sanierung hinterlegt sind. Der Warmwasserbedarf bleibt dabei unverändert. Für andere Nichtwohngebäude erfolgt die Ableitung vergleichbar, indem jedem Gebäude anhand von Wahrscheinlichkeiten ein Effizienzfaktor zugeordnet wird, der in Abhängigkeit von Gebäudetyp und aktuellem Verbrauch ambitioniert, zurückhaltend oder gleich Null ausfallen kann und prozentual auf den heutigen Gesamtbedarf angewendet wird.

Die zeitliche Verteilung der Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen erfolgt anschließend über definierte Realisierungswahrscheinlichkeiten über die zukünftigen Jahre, die eine ansteigende Sanierungsquote abbilden und einen Höchstwert im Jahr 2040 erreichen, bevor sie wieder leicht zurückgeht. Die Sanierungsraten orientieren sich dabei an den Entwicklungen der letzten 10 Jahre unter der Maßgabe, dass es zwischenzeitlich zu verstärkten Sanierungsaktivitäten kommen wird. Für die Entwicklung des gesamten Nutzenergiebedarfes bis 2030 werden nur geringe Änderungen erwartet, was allerdings weniger durch fehlende Effizienzmaßnahmen, sondern durch bereits bekannte Neubauprojekte erklärt werden kann, die sich umgekehrt auf die gesamte Entwicklung auswirken. Auf dieser Basis lassen sich die folgenden Einsparpotenziale durch Sanierung in Abhängigkeit des Nutzenergiebedarfes ausweisen:

Tabelle 3: Ergebnisse Potenzialanalyse zur Senkung des Nutzenergiebedarfes in Bönen

	Jahr	Nutzwärme- bedarf in MWh	Reduktionspotenzial bezogen auf Ist-Bedarf in MWh In Prozent	
Iststand	2025	151.000		
Theoretisch maximal		74.000	77.000	51,0%
Technisch in den Stützzahlen:	Bis 2030	148.000	3.000	2,0%
	Bis 2035	140.000	11.000	7,3%
	Bis 2040	132.000	19.000	12,6%
	Bis 2045	126.000	25.000	16,6%

Würden alle Gebäude im Gemeindegebiet umfassende Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen umsetzen, so ließe sich bis 2045 der Nutzenergiebedarf um bis zu 77.000 MWh bzw. 51% senken. Unter realistischen Annahmen ist noch immer von einer Reduktion um ca. 25.000 MWh oder etwa 16,6 % auszugehen. Die Gemeinde kann diese Entwicklung lediglich unterstützend begleiten, beispielsweise durch Informationsangebote, die Darstellung guter Praxisbeispiele oder eigene Förderinstrumente. Mögliche Sanierungsmaßnahmen in Gebäuden aus kommunaler Hand sollten möglichst früh umgesetzt werden, um eine entsprechende Vorbildwirkung zu entfalten. Hier bietet sich eine enge Abstimmung mit dem Energiemanager der Gemeinde an. Dies und geeignete Finanzierungskonzepte können dann dafür sorgen, dass die berechneten Potenziale möglicherweise noch überschritten werden.

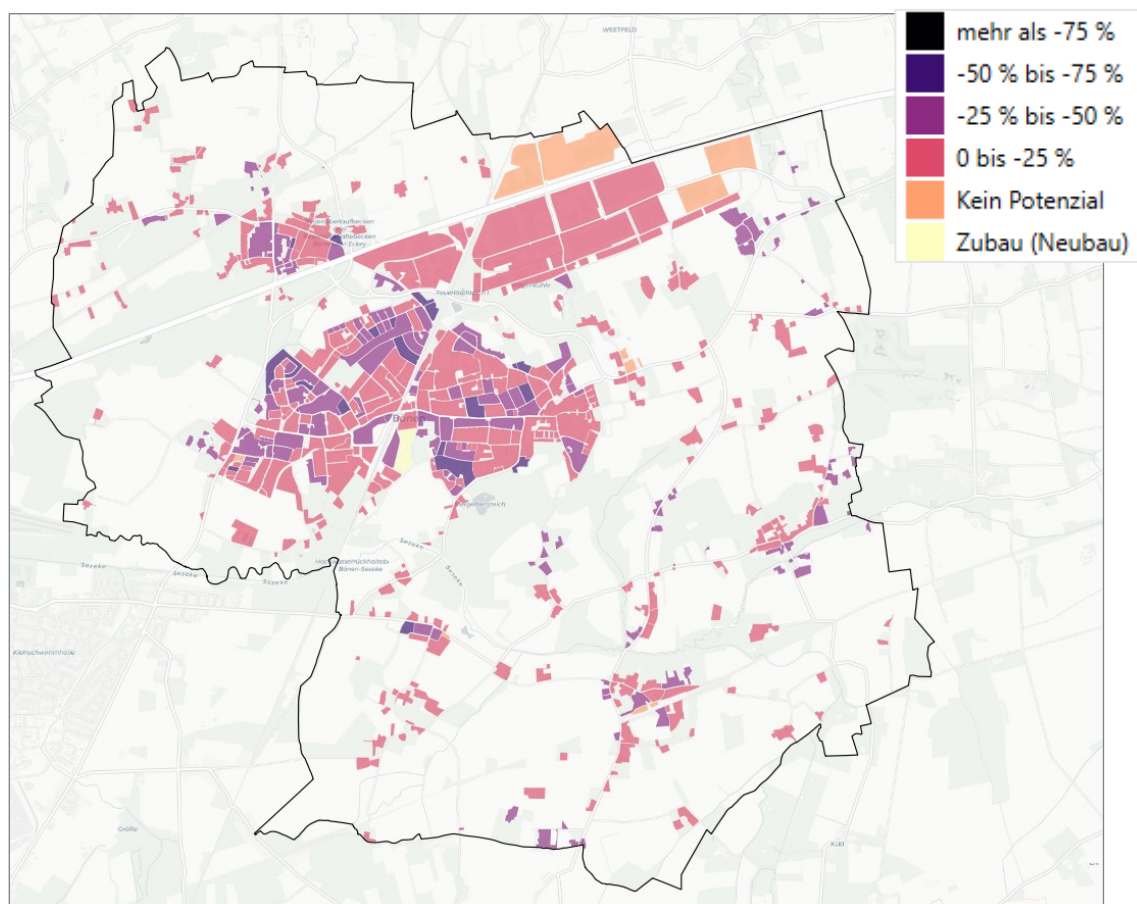


Abbildung 33: Bedarfsreduktionspotenzial (Nutzwärme) in Bönen auf Baublock-Ebene bis 2045 in Prozent

4.4 ERGEBNISSE: POTENZIALE UNVERMEIDBARER ABWÄRME

Unvermeidbare Abwärme bezeichnet die Wärme, die in industriellen oder gewerblichen Prozessen technisch bedingt entsteht und ohne zusätzliche Maßnahmen an die Umgebung abgegeben wird. Sie wird im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung untersucht, weil sie unabhängig vom Wetter oder saisonalen Schwankungen eine lokal verfügbare und in einigen Fällen bislang ungenutzte Wärmequelle darstellt. Für die Betrachtung kommen insbesondere Betriebe mit kontinuierlichen Produktionsprozessen, größeren technischen Anlagen oder relevanten Kühlbedarfen in Frage, bei denen entsprechende Abwärmeströme ganzjährig anfallen.

In Bönen besitzt dieses Thema besondere Relevanz, da die Wirtschaftsstruktur deutlich industriell geprägt ist und damit ein grundsätzliches Potenzial an nutzbarer Abwärme angenommen werden kann. In Bönen befinden sich mehrere Gewerbegebiete, wobei im Norden der Gemeinde die Gebiete „Am Mersch“, „InlogParc“ sowie „Rudolf-Diesel-Straße“ mit gesamt etwa 250 ha Gewerbefläche und Unternehmen, die teilweise weit über die Region hinaus bedeutend sind, eine Besonderheit ausmacht.

Es wurde untersucht, inwieweit unvermeidbare Abwärme vorhanden ist, die als Wärmequelle genutzt werden kann. Für die Untersuchung wurde mehrschrittig vorgegangen. Im ersten Schritt wurden die für das Thema Abwärme relevantesten Unternehmen im Rahmen eines Workshops identifiziert. Neben den beauftragten Büros für die Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung, wurde der Workshop mit dem jeweiligen Klimaschutzmanager und dem Wirtschaftsförderer durchgeführt.

Für Bönen wurden 15 Unternehmen in diesem Workshop identifiziert, die besondere Relevanz für das Thema unvermeidbare Abwärme haben könnten. Diesen Unternehmen wurde ein Fragebogen zugeschickt, mit einer Erläuterung zum Kontext und Fragen zu den Energieverbräuchen, der Abwärme, der bestehenden Abwärmennutzung und geplanten Transformationsprozessen im Unternehmen. Der Fragebogen ist im Anhang 6.1 dargestellt.

Rückmeldungen zu dem Fragebogen haben sieben Unternehmen gegeben. Ein Abwärmepotenzial wurde von fünf Unternehmen benannt. Zusätzlich gibt es Unternehmen, die Abwärme bereits selbst nutzen, beispielsweise für die Beheizung von eigenen Gebäuden. Darüber hinaus lassen sich folgende qualitative Aussagen treffen²:

- Viele Unternehmen nutzen bereits Aufdach-PV-Anlagen, teilweise wird mit einer Erweiterung der PV-Anlage geplant.
- Es wird mehrmals der Wunsch nach Fernwärme formuliert.
- Energie wird ein immer relevanteres Thema, sowohl aus ökologischer als auch ökonomischer Sicht.

² Für die qualitativen Aussagen wurden die Fragebogen-Rückläufer aus den drei Kommunen Bergkamen, Bönen und Kamen gemeinsam berücksichtigt, insgesamt von 18 Unternehmen.

Im nächsten Schritt wurden fünf Unternehmen ausgewählt, um im Rahmen von Telefoninterviews eine Detailbetrachtung der Energieverbräuche und Abwärmepotenziale zu untersuchen. Die Auswahl erfolgte anhand der Angaben aus dem Fragebogen, die weiter vertieft werden sollten. Im Rahmen der Interviews wurden in Bönen von zwei Unternehmen umfangreiche Angaben zu der bestehenden und geplanten Energieversorgung und den Abwärmepotenzialen gemacht.

FAZIT

- Zahlreiche Unternehmen gehen das Thema Energieeffizienz bereits aktiv an.
- Der geringe Anteil der quantitativ erfassten Abwärmepotenziale lässt keine Quantifizierung des in Bönen vorhandenen Potenzials aus unvermeidbarer Abwärme zu. Dieser Befund entspricht einem häufigen Fall in Kommunalen Wärmeplanungen: Auch in anderen Kommunen ist industrielle Abwärme häufig bereits im Eigenverbrauch gebunden oder lässt sich aufgrund technischer Hürden und notwendigen hohen Investitionen nicht nutzen, sodass nur in wenigen Fällen ein großes, quantifiziertes Potenzial für Wärmenetze besteht. Bönen liegt damit im üblichen bundesweiten Rahmen.
- Hervorzuheben ist in Bönen die hohe Resonanz, und die zügige Beantwortung der Fragebögen durch die Unternehmen. Dies zeigt das Engagement für nachhaltige Themen der Unternehmen in Bönen.
- Während in manchen Bereichen durch Effizienzmaßnahmen oder auch Schließungen ein niedrigeres Abwärmepotenzial zu erwarten ist, ist es möglich, dass in anderen Bereichen ein erhöhter Energiebedarf und damit höhere Abwärmemengen entstehen. Zu nennen sind hier beispielsweise Rechenzentren, bei denen davon auszugehen ist, dass deren Anzahl stark zunimmt. Sie „zählen zu den am stärksten wachsenden Energieverbrauchern“³, und müssen in Zukunft einen Teil der Abwärme nutzen⁴. Beispiele für den Aus- und Neubau von Rechenzentren aus Hamburg⁵ und Lübbenau⁶, die stellvertretend für zahlreiche weitere Standorte in Deutschland stehen können, zeigen sowohl die Nutzung von Erneuerbaren Energien für die Stromversorgung als auch die Nutzung der Abwärme auf.

³ https://www.getec-energie.de/rechenzentren/?gad_source=1&gad_campaignid=23136258404&gclid=EAlalQobChMIjPyx98L-kAMVP6SDBx3QhQIIIAAYAiAAEglsBPD_BwE

⁴ <https://taz.de/Gesetz-zu-Energieeffizienz/!6097251/>

⁵

<https://penta-infra.com/de/ueber-uns/nachrichten/penta-infra-baut-neues-colocation-rechenzentrum-in-hamburg>

⁶ <https://www.heise.de/news/Lidl-Mutter-Schwarz-Gruppe-baut-KI-Rechenzentrum-fuer-11-Milliarden-Euro-11081570.html>

- Es wurde ein Abgleich mit dem Abwärmeportal der Bundesstelle für Energieeffizienz⁷ vorgenommen. Es zeigt sich, dass die dort quantifizierten Abwärmemengen nicht einheitlich für die *nutzbare* Abwärme im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung übernommen werden können. So können Gründe gegen eine Nutzung sprechen, wie die vorliegende diffuse Form der Abwärme (also Abwärme, die in den Raum abgegeben wird, und nicht beispielsweise in Form einer Leitung abgeführt wird) oder Beschränkungen zur Abkühlung in Kaminen. Zwar könnte ein theoretisches Potenzial ausgewiesen werden, aufgrund der Unvollständigkeit wird der Mehrwert davon allerdings als gering eingestuft.
- Bei der Nutzung von Abwärme als Wärmequelle ist eine Redundanz zu gewährleisten. Das bedeutet, dass eine Wärmeversorgung auch durch eine andere Quelle immer langfristig gewährleistet werden muss, da die Abwärmemengen eines Gewerbe-/Industriestandortes aufgrund verschiedener Faktoren (Produktionsumstellungen, Mengenänderungen, im Extremfall Wegzug oder Schließung eines Standortes) nicht unbedingt langfristig gesichert sind.
- Auch unabhängig von der Abwärmenutzung für die Energieversorgung allgemein lassen sich weitergehende Erkenntnisse aus den Befragungen ableiten:
 - Auf Seiten der Wärmeversorgung von Prozessen mit hoher Temperatur (zu unterscheiden von Heizung und Warmwasserverbrauch, wo über Wärmepumpen ein großer Hebel erreicht werden kann) zeigt sich in der Praxis, dass unter aktuellen Marktbedingungen eine Elektrifizierung nicht unbedingt möglich ist und auch bei engagierten Unternehmen zunächst auf Verbrennungsprozesse mit Gas gesetzt wird. Hier braucht es also langfristig andere Rahmenbedingungen, die eine Elektrifizierung (bspw. von Öfen) oder einen Einsatz von Wasserstoff marktfähig ermöglichen.
 - Schon vorhandene oder in Zukunft errichtete Batteriespeicher bieten das Potenzial, nicht nur den Hauptnutzungsfall, z.B. die Erhöhung des Eigenverbrauchs durch eigene Aufdach-PV, zu bedienen, sondern könnten in Zukunft mehrere Nutzungsfälle bedienen, wie beispielsweise einen zeitversetzten Strombezug, das Senken von Netzentgelten, oder auch die aktive Marktteilnahme durch Strombezug bei Überschuss und Stromverkauf zu höheren Preisen.
 - Nicht aus dem Blick verloren werden sollte auch der Fuhrpark der Unternehmen. Bei einer Elektrifizierung können Synergien mit PV-Erzeugung und möglichen Batteriespeichern (zur Vermeidung von Lastspitzen beim Laden) genutzt werden und/oder die Batterien der Fahrzeuge mit bidirektionalem Laden als Energiespeicher netzentlastend eingesetzt werden.

⁷ https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html

Das sorgt für geringere Abhängigkeiten und kann für die Unternehmen wirtschaftliche Vorteile bedeuten.

Aufgrund der geringen erfassten Abwärmemengen werden diese in den Potenzialen der Kommunalen Wärmeplanung nicht quantitativ ausgewiesen. Die Praxisbeispiele geben einen Einblick in die Möglichkeiten der Abwärmenutzung für die Kommunale Wärmeplanung vor Ort.

4.5 ERGEBNISSE: POTENZIALE ZUR NUTZUNG VON WÄRME AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

In diesem Kapitel werden die Potenziale aufgezeigt, die sich im Untersuchungsgebiet aus erneuerbaren Wärmequellen ableiten lassen. Die dargestellten Werte sind dabei nicht als exakte Größen zu verstehen, sondern haben vor allem Orientierungscharakter: Sie zeigen auf, in welchen Bereichen sich ein genauerer Blick lohnt und wo sich voraussichtlich tragfähige Ansätze entwickeln lassen. Die Potenziale unterscheiden sich dabei einerseits in Flächenpotenziale, die eine Einschätzung zur grundsätzlichen Eignung bestimmter Standorte ermöglichen und eher Wahrscheinlichkeiten abbilden. Andererseits werden auch Einzelpotenziale untersucht, die auf konkreten Erhebungen, Interviews oder Berechnungsmethoden beruhen und dadurch eine höhere Genauigkeit besitzen. Auf diese Weise liefert die Analyse Anhaltspunkte, wo erneuerbare Wärmequellen zukünftig einen Beitrag zur lokalen Versorgung leisten können, ohne bereits eine Festlegung auf bestimmte Technologien oder Standorte vorwegzunehmen.

4.5.1 GEOTHERMIE

In diesem Kapitel werden die Potenziale der Geothermie betrachtet, die als Flächenpotenziale abgeschätzt werden. Grundsätzlich wird unterschieden zwischen oberflächennaher Geothermie und (mittel-)tiefer Geothermie. Zur oberflächennahen Nutzung zählen Erdsonden, die Wärme über vertikale Bohrungen erschließen, sowie Erdkollektoren, die über horizontale Systeme in geringen Tiefen arbeiten. Diese können sowohl dezentral zur individuellen Wärmeversorgung, aber auch zentral für Quartiersversorgung genutzt werden. Die mittel- bis tiefe Geothermie bietet Möglichkeiten einer leistungsstarken Wärmebereitstellung, die primär für größere Netze gedacht ist.

Aktuelle politische Entwicklungen unterstreichen die wachsende Bedeutung dieser Technologie: Mit dem Geothermiebeschleunigungsgesetz⁸, das Ende 2025 verabschiedet wurde, wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen für Erschließung und Ausbau verbessert sowie Regelungen zur Absicherung möglicher Bergschäden konkretisiert. Gerade in ehemaligen Bergbauregionen ist bei tieferreichenden Projekten zu prüfen, ob bestehende Grubengebäude zu Einschränkungen führen können.

⁸ Gesetz zur Beschleunigung von Geothermievorhaben (GeoBG), abrufbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/geobg/BJNR15C0B0025.html>

4.5.1.1 OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE: ERDWÄRMEKOLLEKTOREN

Mit Erdwärmekollektoren kann oberflächennahe Geothermie zur Wärmeversorgung erschlossen werden. Erdwärmekollektoren nutzen die im Boden gespeicherte Temperatur und können damit als konstante Wärmequelle für Sole-Wasser-Wärmepumpen⁹ dienen. Sie bestehen aus unisolierten Kunststoffrohren, die in geringer Tiefe horizontal im Erdreich verlegt werden und ein zirkulierendes Wärmeträgermedium führen. Während der Heizperiode entziehen sie dem Boden Wärme, die im Sommer durch Sonneneinstrahlung wieder regeneriert wird. Die Verlegung ist technisch vergleichsweise einfach und kostengünstig, da keine Tiefbohrungen erforderlich sind. Erdkollektoren bieten dadurch eine zuverlässige und kontinuierliche Wärmequelle, die sich insbesondere für Wohngebäude oder kleinere Quartierslösungen mit kalter Nahwärme eignet. Im Sommer kann die Quelle auch zur Kühlung genutzt werden.

Die erzielbaren Erträge hängen dabei wesentlich von den jeweiligen Bodenverhältnissen ab. Grundlage für eine Untersuchung der Potenziale liefert das Online-Kataster des Geologischen Dienstes NRW (geothermie.nrw.de), in dem fünf unterschiedliche Bodenzonen mit jeweils spezifischen Erträgen in W/m² Kollektorfläche ausgewiesen sind. Abbildung 34 zeigt die aufbereiteten Daten im GIS.

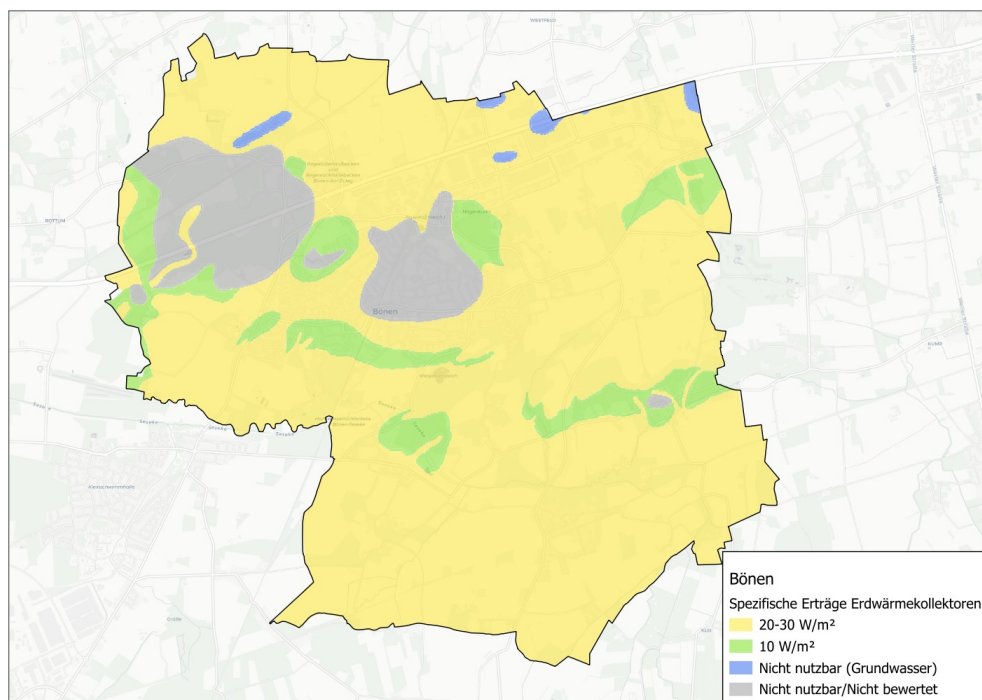


Abbildung 34: Potenziale für Erdwärmekollektoren in Bönen. Eigene Darstellung auf Grundlage des Geothermiekatasters NRW (www.geothermie.nrw.de) für Erdwärmekollektoren.

⁹ „Sole“ ist bei oberflächennaher Geothermie in der Regel mit Frostschutz versetztes Wasser, um ein Einfrieren in den Rohren zu vermeiden.

Für die Wärmeplanung empfiehlt es sich, bei der Flächensuche insbesondere Grundstücke mit Garten für dezentrale Lösungen sowie Randlagen von Siedlungen für zentrale Lösungen in den Blick zu nehmen. Der Schwerpunkt dieser Untersuchung liegt auf Freiflächen, die hauptsächlich für Quartierskonzepte geeignet sind. Individuelle Potenziale einzelner Grundstücke werden nicht spezifisch betrachtet. Anhand der Daten im Geothermiekataster können solche Potenziale für einzelne Projekte jederzeit einfach geprüft werden.

Die Potenzialabschätzung erfolgt unter der Annahme, dass Erdwärmekollektoren in einer Tiefe von etwa 1,5 Metern eingebracht werden. Je nach Bodenbeschaffenheit sind dabei Erträge zwischen 10 und 30 W/m² realistisch (vgl. Abbildung 34). Für die Bewertung der theoretischen und technischen Potenziale werden nur Flächen berücksichtigt, die höchstens einen Kilometer von dichter besiedelten Gebieten entfernt liegen. Technisch relevant sind zudem ausschließlich Böden, die als Grünflächen klassifiziert sind, da ihre Nutzung durch die Installation nicht wesentlich beeinträchtigt wird. In Kombination mit weiteren Annahmen zu Belegungsfaktor, jährlichen Volllaststunden und Jahresarbeitszahl der eingesetzten Wärmepumpen lassen sich auf dieser Grundlage die entsprechenden Potenziale bestimmen.

Tabelle 4: Potenzialermittlung Erdwärmekollektoren Bönen

Parameter	Theoretisches Potenzial		Technisches Potenzial	
	Wert	Einheit	Wert	Einheit
Verfügbare Fläche	135 ha		62 ha	
Belegungsfaktor	0,8 m ² /m ²		0,8 m ² /m ²	
tats. verfügbare Fläche	108 ha		50 ha	
Umwelleistung	23,0 MW		10,5 MW	
Volllaststunden	2.400 h		2.400 h	
Umweltwärme	55.100 MWh		25.300 MWh	
JAZ-Wärmepumpe	3,5		3,5	
Wärmemenge	70.800 MWh		32.500 MWh	

Das technische Potenzial für Erdkollektoren ist in der Kommune mit 32,5 GWh relevant und kann für die Planung in neuen oder sanierten Randgebieten eine gute Möglichkeit darstellen, als Wärmequelle für Wärmepumpen zu fungieren. Diese Einschränkung ist allerdings bei Erdkollektoren nur temporär, da Grünflächen nach dem Einbau weitgehend nutzbar bleiben und bewirtschaftete Flächen nicht für eine Nutzung in Frage kommen.

4.5.1.2 OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE: ERDWÄRMESONDEN

Erdwärmesonden erschließen die im Erdreich gespeicherte Wärme über vertikale Bohrungen, in die U-förmige Kunststoffrohre eingebracht werden. Durch diese Rohre zirkuliert ein Wärmeträgermedium, das die konstante Bodentemperatur aufnimmt und an eine Sole-Wasser-Wärmepumpe weiterleitet. Da die Temperatur in größeren Tiefen über das Jahr weitgehend stabil bleibt, können Sonden eine kontinuierliche Wärmequelle bereitstellen. Die Bohrungen reichen in der Regel zwischen 50 und 150 Meter tief, wodurch deutlich höhere

Leistungen als bei oberflächennahen Kollektoren erzielt werden können. Die Sonden sind allerdings auch komplexer bzw. teurer in der Erschließung.

Ihr Potenzial lässt sich nur schwer exakt bestimmen, da es von zahlreichen Faktoren wie von der Anzahl benachbarter Sonden, den spezifischen Boden- und Gesteinseigenschaften sowie den technischen Möglichkeiten für Bohrung und Installation beeinflusst wird. Zur Vereinfachung wird häufig die Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds als Grundlage der Potenzialabschätzung herangezogen.

Bei der Planung sind verschiedene Vorgaben zu beachten. Nach den Richtlinien des LANUK¹⁰ sind zu Grundstücksgrenzen in der Regel Abstände von drei bis fünf Metern einzuhalten, während der Abstand zwischen einzelnen Sonden mindestens sechs, besser zehn Meter betragen sollte. Diese Vorgaben sollen thermische und mechanische Wechselwirkungen reduzieren und die Effizienz der Systeme sichern. Zusätzlich gelten wasser- und bergrechtliche Anforderungen. Eine wasserrechtliche Genehmigung durch die zuständige Untere Wasserbehörde ist insbesondere dann erforderlich, wenn die Erdwärme auf demselben Grundstück gewonnen und genutzt wird. Die Behörde kann in diesem Rahmen Auflagen zum Schutz des Grundwassers festlegen. Bohrungen, die tiefer als 100 Meter reichen, sind der Bergbehörde zu melden; für Anlagen, deren Nutzung nicht auf demselben Grundstück erfolgt, ist eine bergrechtliche Genehmigung notwendig. Zuständig ist hier die Bezirksregierung Arnsberg, die in die Verfahren die Untere Wasserbehörde einbindet. Als ehemalige Bergbauregion kann es aufgrund von alten Grubengebäuden zu Einschränkungen kommen, was auf den Tiefen allerdings grundsätzlich unwahrscheinlich ist jedoch stets geprüft werden sollte.

Die Abschätzung dezentraler Potenziale, insbesondere in bereits bebauten Bereichen, ist mit Unsicherheiten verbunden, da die tatsächliche Umsetzbarkeit von Bohrungen erst vor Ort verlässlich geprüft werden kann. Deshalb konzentriert sich die Analyse vor allem auf Freiflächenpotenziale. Zur Ermittlung der Erträge wurde das Online-Kataster des Geologischen Dienstes NRW (Geothermie NRW) genutzt. In Bönen sind die Potenziale im gesamten Gemeindegebiet konstant als „gut“ bewertet und weisen für Bohrungen in 100 Metern Tiefe Wärmeleitfähigkeiten zwischen 2,0 und 2,4 W/mK aus. Die Kriterien für die Flächensuche entsprechen im Wesentlichen denen, die auch für Erdwärmekollektoren herangezogen wurden. So werden theoretische Potenzialflächen nur berücksichtigt, wenn sie höchstens einen Kilometer von stärker besiedelten Gebieten entfernt liegen. Für die Ermittlung des technischen Potenzials wird die Auswahl zusätzlich auf Grünflächen beschränkt, da hier eine Doppelnutzung möglich ist. Weitere Ausschlusskriterien, etwa aufgrund möglicher Gefährdungspotenziale des Untergrunds, beispielsweise durch unsichere Gesteinsschichten, konnten nicht festgestellt werden.

Zur Modellierung eines möglichen Sondenaufbaus wurde innerhalb des Ein-Kilometer-Umkreises ein zehn-Meter-Punktraster erstellt, mit dem sich die geforderten Abstände zwischen den einzelnen Sonden näherungsweise abbilden lassen. Überschneidungen mit Grundstücksgrenzen oder andere Einschränkungen, die eine Platzierung von Sonden

¹⁰ https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/LANUV_Arbeitsblatt_39.pdf

verhindern können, wurden pauschal über einen Abschlagsfaktor von 0,8 berücksichtigt. In Anlehnung an die Vorgehensweise bei den Erdwärmekollektoren lassen sich auf dieser Basis unter Einbezug von Annahmen zu jährlichen Volllaststunden und zur Jahresarbeitszahl (JAZ) der eingesetzten Wärmepumpen die entsprechenden Potenziale ableiten.

Tabelle 5: Potenzialermittlung Erdwärmesonden Bönen

Parameter	Theoretisches Potenzial		Technisches Potenzial	
	Wert	Einheit	Wert	Einheit
Anzahl möglicher Sonden	13.200	Sonden	6.100	Sonden
Abschlagsfaktor	0,8	m ² /m ²	0,8	m ² /m ²
Mögliche Sonden mit Abschlag	10.600	Sonden	4.900	Sonden
Entzugsleistung gesamt	23,3	MW	10,8	MW
Volllaststunden	2.400	h	2.400	h
Umweltwärme	56.000	MWh	25.800	MWh
JAZ-Wärmepumpe	4		4	
Wärmemenge	70.000	MWh	32.300	MWh

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die technischen Potenziale für Erdwärmesonden in Bönen mit etwa 32 GWh sehr relevant sein können. Ob der Einsatz von Kollektoren, oder Sonden zu bevorzugen ist, hängt von den individuellen Rahmenbedingungen ab. Sonden können bereits mit vergleichsweise geringem Flächenbedarf eine zuverlässige Wärmeversorgung für Quartiere bereitstellen, da ihre Tiefe variabel ist und höhere Erdtemperaturen genutzt werden können. Dadurch ergeben sich in der Regel bessere Jahresarbeitszahlen der eingesetzten Wärmepumpen. Dem stehen allerdings ein höherer technischer Aufwand und deutlich höhere Investitionskosten gegenüber. Wenn ausreichend Flächen verfügbar sind, kann sich die Nutzung von Erdwärmekollektoren als die einfachere und kostengünstigere Option erweisen. Es ist wichtig zu beachten, dass aufgrund des Bergbaus in der Vergangenheit sichergestellt werden muss, dass die alten Grubengebäude nicht durch die Sonden beeinflusst werden und es zu ungewünschten Wechselwirkungen kommt. Dies sollte in der Planung zwingend berücksichtigt und frühzeitig die entsprechenden Untersuchungen angestellt werden. Ähnliche Überlegungen müssen auch für dezentrale Sonden angestellt werden, wobei an der Stelle typischerweise auch noch der Zugang der Bohranlagen zu den geplanten Grundstücksflächen geprüft werden muss.

4.5.1.3 TIEFE UND MITTELTIEFE GEOTHERMIE

Mitteltiefe und tiefe Geothermie nutzen das geothermische Potenzial in mehreren hundert Metern bis hin zu mehreren Kilometern Tiefe. In diesen Tiefenbereichen liegen die Temperaturen deutlich höher und können über leistungsfähige Systeme für die Wärmeversorgung erschlossen werden. Technisch wird zwischen Sondenlösungen und sogenannten Dubletten unterschieden: Bei Sonden erfolgt Entnahme und Rückführung über ein einzelnes Bohrloch, während Dubletten mit getrennten Bohrungen arbeiten und dadurch

größere Wärmemengen erschließen können. Solche Anlagen eignen sich insbesondere für eine zentrale Wärmebereitstellung in Wärmenetzen und können – abhängig von den geologischen Gegebenheiten – eine kontinuierliche und grundlastfähige Wärmequelle darstellen.

Die Bewertung entsprechender Potenziale ist komplex und nur auf Basis detaillierter geologischer Untersuchungen möglich. Ohne Standorterkundungen lassen sich lediglich grobe Abschätzungen treffen, die meist über Modellierungen und Vorerkundungen erfolgen. In Nordrhein-Westfalen werden solche Grundlagen derzeit vom Geologischen Dienst systematisch erarbeitet und im Portal „Geothermie NRW“ bereitgestellt (<https://geowaerme.nrw.de/>).

Für das Betrachtungsgebiet liegen im Geoportal erste Ergebnisse zur **mitteltiefen Geothermie** vor. Unterschieden werden dabei verschiedene Sondertiefen von 250, 500, 750 und 1.000 Metern. In dieser Potenzialanalyse wurden exemplarisch die beiden Fälle 250 Meter und 1.000 Meter betrachtet. Die Vorgehensweise der Potenzialermittlung orientiert sich grundsätzlich an der Analyse der oberflächennahen Sonden, allerdings mit angepassten Abstandsregeln. Aufgrund der Unsicherheiten einer Projektrealisierung werden die Potenziale nur als theoretisches Potenzial und als Spannbreite ausgegeben.

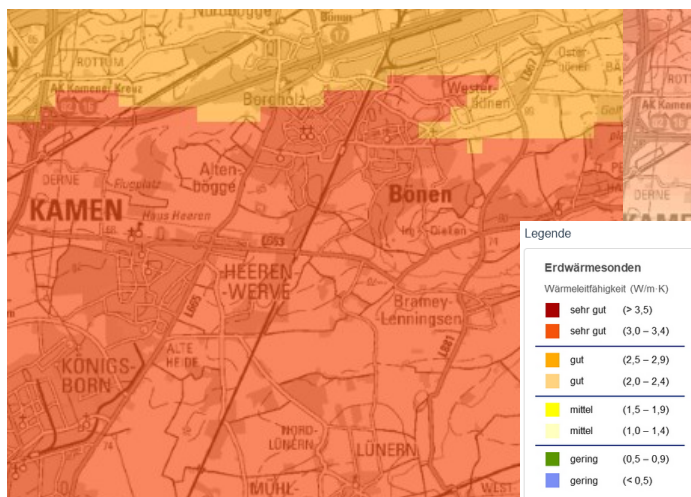


Abbildung 35: Exemplarische Geodaten für mitteltiefe Geothermie: Ertrag bei 500m Sondenlänge (www.geothermie.nrw.de)

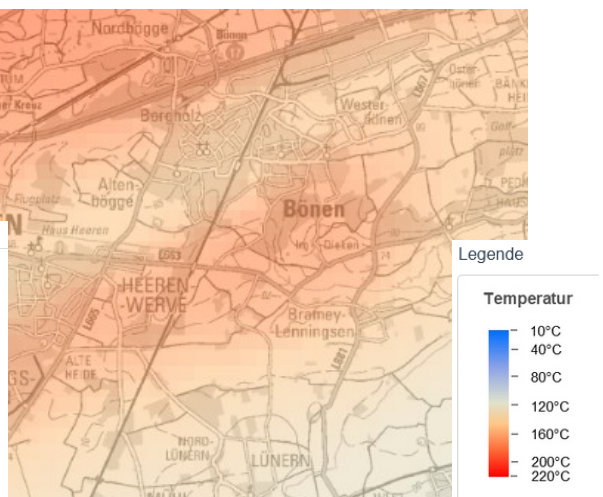


Abbildung 36: Exemplarische Daten tiefe Geothermie: Temperatur devonzeitlicher Karbonate (www.geothermie.nrw.de)

Eine Bewertung des technischen Potenzials wird für die (mittel-)tiefe Geothermie nicht vorgenommen. Grund hierfür ist die hohe Unsicherheit bei einer tatsächlichen Erschließung, da das Gebiet durch den früheren Bergbau geprägt ist. Bohrungen in solche Strukturen bergen die Gefahr, alte Grubengebäude oder verfüllte Strecken anzutreffen, was entsprechend unklare geologische, genehmigungsrechtliche und haftungsrechtliche Konsequenzen mit sich bringen und im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nicht umfassend genug betrachtet werden kann. Daher muss eine Realisierungsmöglichkeit stets im Einzelfall geprüft werden. Dies bedeutet allerdings nicht, dass die Technologie ausgeschlossen wird. Vielmehr erfordert sie in diesem Kontext eine besonders sorgfältige Standortbewertung.

Tabelle 6: Potenzialermittlung mitteltiefe Geothermie Bönen

Parameter	Theoretisches Potenzial		Technisches Potenzial	
	Wert	Einheit	Wert	Einheit
Wärmemenge 250m Sonden	36.100	MWh		
Wärmemenge 1.000m Sonden	52.000	MWh	Nicht bewertet.	
Potenzial	30-60 GWh			

Die Abschätzung zeigt, dass für die mitteltiefe Geothermie in Bönen relevante theoretische Wärmepotenziale bestehen, die mit zunehmender Bohrtiefe ansteigen. Abhängig von den lokalen geologischen Bedingungen können damit grundsätzlich nennenswerte Wärmemengen bereitgestellt werden. Ob und in welchem Umfang diese Potenziale tatsächlich erschlossen werden können, ist jedoch stark standortabhängig und projektspezifisch. Aussagen zum technisch nutzbaren Potenzial sind daher erst auf Grundlage weiterführender, Untersuchungen möglich.

Potenziale der tiefen Geothermie lassen sich ohne detaillierte geologische Erkundungen nicht verlässlich bestimmen. Eine genauere Einschätzung ist erst durch Probebohrungen möglich, die mit hohen Kosten und einem beträchtlichen Fündigkeitsrisiko verbunden sind. Somit wird davon abgesehen, ein Potenzial auszuweisen.

4.5.2 SOLARTHERMIE

Als ergänzende Technologie zur Wärmeversorgung konkurriert die Solarthermie häufig mit Photovoltaik, da beide ähnliche Standortvoraussetzungen haben. Das sind schattenarme Positionen mit möglichst langen Zeiten, in denen Sonnenstrahlung auf die Modulflächen treffen können. Gerade auf Dachflächen überwiegt in der Regel die Wirtschaftlichkeit der PV, die eine vielseitigere Nutzung erlaubt. Für die Wärmeplanung bietet Solarthermie daher vor allem dort Potenzial, wo große Verbraucher mit hohem Prozesswärmebedarf über geeignete Dachflächen verfügen. Aus den Erhebungen in Kapitel 4.4 hat sich ergeben, dass Solarthermie für die befragten Unternehmen keine größere Rolle spielt. Daher beschränkt sich die Untersuchung auf eine Betrachtung der Freiflächen-Solarthermie, die typischerweise dafür genutzt wird, um vorhandene oder neue Wärmenetze zu unterstützen. Da die Solarthermie stark saisonal geprägt ist, stellt ein saisonaler Wärmespeicher eine Möglichkeit dar, höhere solare Anteile in der Versorgung nutzbar zu machen, indem die sommerliche Wärmeproduktion in den Winter übertragen wird. Alternativ können auch Tages- oder Wochenspeicher eingesetzt werden, sodass Solarthermie mit niedrigeren Anteilen in bestehende Systeme integriert werden kann. Da Flächen beim Einsatz von Solarthermie in der Regel keine weitere Nutzung erlauben, ist bei der Potenzialermittlung besonders wichtig, welche Flächen sich dafür eignen, oder nicht.

Freiflächen-Solarthermie setzt, ähnlich wie Erdwärmekollektoren und -sonden, eine räumliche Nähe zu potenziellen Abnehmerstrukturen voraus, damit die erzeugte Wärme effizient genutzt werden kann. Technische Potenziale werden auf Grundlage spezifischer Kriterien ermittelt: Sie sollten höchstens einen Kilometer von dicht besiedelten Gebieten entfernt liegen, einen Bodenwert unter 35 aufweisen und eine Mindestgröße von 500 m² erreichen. Theoretische Potenziale umfassen die Berücksichtigung von Flächen unabhängig vom Bodenwertkriterium. Für die Relation zwischen Kollektor- und Bodenfläche wird ein Faktor von 1:3 angesetzt, der

spezifische Wärmeertrag beträgt bei einer Mischbelegung aus Flach- und Vakuumröhrenkollektoren durchschnittlich rund 420 kWh/(m²·a). Auf dieser Basis ergeben sich folgende Potenziale:

Tabelle 7: Potenzialermittlung Solarthermie Freifläche Bönen

Parameter	Theoretisches Potenzial		Technisches Potenzial	
	Wert	Einheit	Wert	Einheit
Verfügbare Fläche	200	ha	30	ha
Faktor Bodenfläche/Kollektorfläche	0,33	m ² /m ²	0,33	m ² /m ²
Nutzbare Kollektorfläche	65	ha	10	ha
Spez. Wärmeertrag	420	kWh/(m ² ·a)	420	kWh/(m ² ·a)
Wärmemenge	280.000	MWh	41.000	MWh

Das technische Potenzial für Solarthermie auf Freiflächen in Bönen beträgt 41 GWh. In welcher Art und an welchen Stellen eine Einbindung sinnvoll ist, bleibt dabei individuell zu untersuchen, da die zugrundeliegende Analyse aus Gründen des Datenschutzes keine konkreten Flächen ausweisen kann. Für zukünftige Konzepte sollte die Technologie jedenfalls mitgeprüft und geeignete Flächen untersucht werden. Je nach Größenordnung sind auch nicht saisonale Speicher ausreichend, die die produzierte Wärme beispielsweise in die Abend- und Nachtstunden bringen können.

Aufgrund der Saisonalität und volatilen Erzeugung ist die Solarthermie in Wärmeversorgungssystemen entweder mit großen Erdbeckenspeichern oder als ergänzende Technologie für die Sommerlast zu betrachten. Da die produzierte Wärme klimaneutral und nicht von externen Bezügen abhängig ist, wird in jedem Fall empfohlen, für zukünftige Konzepte geeignete Flächen mit zu betrachten. Es sei auf die Flächenkonkurrenz mit Photovoltaik hingewiesen, die mit Eigenstromproduktion und Wärmepumpen gegebenenfalls die bessere Alternative darstellen. Das gilt es stets individuell zu prüfen.

4.5.3 BIOMASSE

Biomasse kann eine weitere Grundlage für eine klimaneutrale Wärmeversorgung bilden. In dieser Untersuchung wird zwischen pflanzlichen, tierischen und holzartigen Ressourcen unterschieden. Ihr Potenzial lässt sich nur eingeschränkt pauschal beziffern, da Verfügbarkeit und Nutzung stark von regionalen Gegebenheiten abhängen und vielfach bereits bestehende Verwertungswege bestehen. Zugleich ist die zukünftige Entwicklung von Unsicherheiten geprägt, etwa durch Veränderungen in der Landnutzung oder klimatische Einflüsse auf die heimischen Wälder. Dennoch ermöglicht die Potenzialabschätzung es, einen Überblick zu erhalten, in welchen Bereichen es lohnend sein kann, genauere Untersuchungen anzustellen.

4.5.3.1 LANDWIRTSCHAFTLICHE ERZEUGNISSE – PFLANZLICHER URSPRUNG

Pflanzliche Biomasse aus der Landwirtschaft kann zur Energiegewinnung genutzt werden. Je nach Art können Ernterückstände oder bestimmte Pflanzenbestände entweder energetisch verwertet oder biologisch über Vergärungsverfahren eingebunden werden. Da ein Großteil der

landwirtschaftlichen Produkte bereits festen Verwertungswegen zugeführt wird, handelt es sich bei den ausgewiesenen Potenzialen eher um eine Orientierung, welche Größenordnungen im Untersuchungsgebiet theoretisch zur Verfügung stehen könnten.

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die Potenziale anhand der landwirtschaftlich genutzten Flächen mittels GIS erfasst und analysiert. Die Flächen können exemplarisch für ein Jahr nach Nutzungsarten differenziert und mit typischen Ertragskennzahlen bewertet werden. Bestimmte Flächenkategorien, wie für Agrarumweltmaßnahmen vorgesehene Flächen oder kleine Teilflächen mit nur sehr geringem Anteil, bleiben dabei unberücksichtigt.

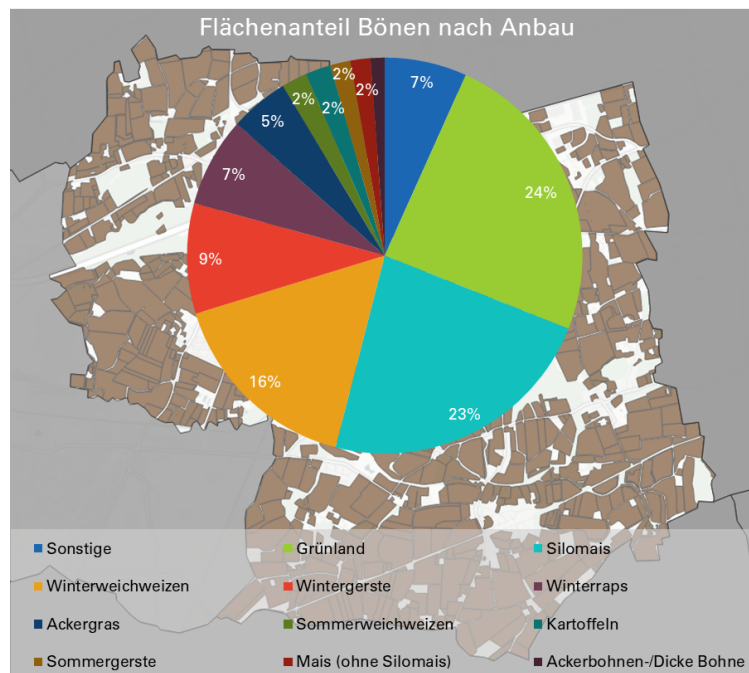


Abbildung 37: Aufteilung landwirtschaftliche Flächennutzung in Bönen 2024 (eigene Darstellung)

Auf Basis der ermittelten Flächengrößen, der jeweiligen Bodennutzungen sowie typischer Ertragskennzahlen und Korn-Stroh-Verhältnisse aus Literatur- und Statistikquellen (LfL Bayern, Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe FNR) wurden zunächst die theoretisch erzeugbaren Mengen an Feldfrüchten berechnet. Die Berechnung erfolgte dabei über flächenspezifische Erträge (t/ha), die mit den jeweiligen Anbauflächen multipliziert und falls welches anfällt um Strohmenge ergänzt wurden. Darauf aufbauend erfolgte eine Differenzierung zwischen energetischer Nutzung, etwa der Verwendung von Stroh, und biologischer Nutzung, beispielsweise durch Vergärung verschiedener Stoffe. Aus dieser Betrachtung ergaben sich die theoretisch verfügbaren Potenziale. Für die Ermittlung der technischen Potenziale wurden anschließend all jene Erzeugnisse ausgeschlossen, die bereits einem anderen Nutzungspfad zugeführt werden oder aus anderen Gründen nicht für die Wärmeerzeugung in Betracht kommen. Ernterückstände aus dem Gemüseanbau werden dabei nicht als nutzbares Potenzial bewertet, da sie in der Regel auf den Feldern verbleiben. Produkte aus Dauergrünland oder Ackergras werden überwiegend als Tierfutter genutzt; dies wurde in vereinfachter Form berücksichtigt, indem diese Mengen pauschal nicht als energetisch verfügbares Potenzial angesetzt wurden. In Bönen überwiegt rein bilanziell der Anteil an erzeugtem Stroh und einer alternativen Strohnutzung als Einstreu für Tiere oder auf den Feldern zur Verbesserung der Humusbilanz, sodass nur kleinere Teile als technisches

Potenzial bilanziert werden. Es ist zu vermuten, dass trotz der kalkulatorischen Darstellung eines technischen Potenzials keines davon genutzt werden kann. Im Austausch mit einem Agrarökologen wurde zudem bestätigt, dass Landwirte bei geringem Eigenbedarf eher auf kürzere Getreidesorten setzen, anstatt überschüssiges Stroh in den Verkauf zu geben, was diese These unterstützt. Daher wird in Summe ein technisches Potenzial von Null ausgegeben, auch wenn sich rein rechnerisch eines nachweisen lässt. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Potenziale von Biomasse - landwirtschaftliche Erzeugnisse - energetische Nutzung

Energetische Nutzung

Feldfrucht	Fläche 2024	Ertrag spez.	Ertrag	Korn/ Stroh	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
Weizen	390 ha	90 dt/ha	3.500 t	0,8	11.100 MWh	3.000 MWh
Gerste	230 ha	100 dt/ha	2.300 t	0,7	6.400 MWh	1.800 MWh
Raps	150 ha	60 dt/ha	900 t	1,7	6.100 MWh	1.400 MWh
Hafer	10 ha	50 dt/ha	50 t	1,1	200 MWh	100 MWh
Roggen	10 ha	90 dt/ha	90 t	0,7	200 MWh	80 MWh
				Summe	24.000 MWh	6.400 MWh

**kalkulatorisch. Rein praktisch ist zu vermuten, dass kein Potenzial genutzt werden kann, siehe Erläuterung im Text*

Neben einer thermischen Nutzung können bestimmte landwirtschaftliche Erzeugnisse auch vergoren und über Biogas zur Wärmeversorgung genutzt werden. Ähnlich wie bei den Betrachtungen zur energetischen Verwertung kann auch hier über die berechneten Flächenenerträge und spezifische Biogasausbeuten¹¹ abgeschätzt werden, welche Potenziale sich daraus ergeben würden. Auch hier ist zu beachten, dass in vielen Fällen Nutzungspfade schon vorhanden sind, deren Änderung nicht pragmatisch erscheint und die Betrachtung daher eher als Indikator dienen soll, ob dieses Thema in der Kommune Relevanz besitzt.

Tabelle 9: Potenziale von Biomasse - landwirtschaftliche Erzeugnisse - biologische Nutzung Bönen

Feldfrucht	Fläche	Ertrag	Biogas-potenzial	Methan-gehalt	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
Grünland	512 ha	3.869 t	97,4 Nm³/t FM	55,0%	2.100 MWh	0 MWh
Ackergras	102 ha	1.015 t	97,4 Nm³/t FM	55,0%	500 MWh	0 MWh
Mais (ohne Silomais)	35 ha	1.670 t	220,0 Nm³/t FM	52,0%	1.900 MWh	950 MWh
Wintertriticale	17 ha	169 t	79,4 Nm³/t FM	54,0%	100 MWh	0 MWh
Klee gras	10 ha	128 t	165,0 Nm³/t FM	55,0%	100 MWh	0 MWh
				Summe	4.700 MWh	950 MWh

¹¹ Kennwerte nach KTBL, LfL und FNR.

Für die Bestimmung der technischen Potenziale wurde nur Mais anteilig berücksichtigt, da dieser in der Praxis den größten Anteil der eingesetzten Energiepflanzen in Biogasanlagen ausmacht. Andere landwirtschaftliche Erzeugnisse werden überwiegend als Futtermittel genutzt und sind nur begrenzt für eine energetische Nutzung verfügbar. Damit zeigen sich die Potenziale für eine biologische Nutzung als insgesamt eingeschränkt und würden stets eine Umwidmung bestehender Erträge erfordern. Die sogenannte Fütterung der Biogasanlagen in Bönen erfolgt zu Teilen bereits mit den Erzeugnissen, womit davon ausgegangen werden kann, dass die identifizierten Potenziale bereits genutzt werden.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass keine großen Potenziale in dem Bereich zu vermuten sind, was für die Lage und Prägung der Kommune üblich ist.

4.5.3.2 LANDWIRTSCHAFTLICHE ERZEUGNISSE – TIERISCHER URSPRUNG

Neben den pflanzlichen Erzeugnissen wurden auch tierische Exkremente hinsichtlich ihres Vergärungspotenzials untersucht. Grundlage bildeten die Tierbestandsdaten der Regionalstatistik auf Landkreisebene des Jahres 2020. Da keine kleinräumigeren Daten verfügbar sind (Auskunft Landwirtschaftskammer NRW), erfolgte eine vereinfachte Abschätzung auf Gemeindeebene durch eine flächenanteilige Umrechnung der Tierbestände. Auf Basis typischer Anfallmengen von Gülle und Festmist je Tier sowie spezifischer Biogaserträge aus der Fachliteratur¹² wurde daraus das theoretische Energiepotenzial der Vergärung abgeleitet. Die Berechnung erfolgte dabei über die Multiplikation der Tierzahlen mit den jeweiligen Substratmengen und Biogaserträgen. Das technische Potenzial entspricht in diesem Fall näherungsweise dem theoretischen, da Gärreste weiterhin als Dünger genutzt werden können. Aufgrund der vereinfachten Methodik und der räumlich nicht gleichmäßigen Verteilung der Tierhaltung sind die Ergebnisse jedoch als überschlägige Orientierung zu verstehen und sollten nicht überinterpretiert werden. Zudem ist ein Transport innerhalb des Landkreises grundsätzlich möglich.

Tabelle 10: Potenziale von Biomasse - tierische Exkremente in Bönen

Kategorie	Energiepotenzial	Flächenanteil	Theoretisches	Technisches
	LK Unna	Bönen	Potenzial	Potenzial
Gülle Rinder und Milchkühe	22.700 MWh		1.600 MWh	1.600 MWh
Gülle Schweine und Sauen	28.100 MWh	7,0 %	2.000 MWh	2.000 MWh
Geflügelmist	2.400 MWh		200 MWh	200 MWh
			3.800 MWh/a	3.800 MWh/a

Aufgrund der bekannten Viehzuchtbetriebe in Bönen ist davon auszugehen, dass im Gemeindegebiet real mehr Potenzial verfügbar ist, als in Tabelle 10 bilanziell abgebildet. Es kann also lohnenswert sein, insbesondere in Kooperation mit den Biogasanlagenbetrieben vor Ort, die Potenziale genauer zu untersuchen. Genauere Informationen hierzu sind in Kapitel 4.5.6.2 dargestellt.

¹² Unterschiedliche Datenbasis u.a. von [LAZBW](#), [Grunert 2019](#), [LfL Bayern](#)

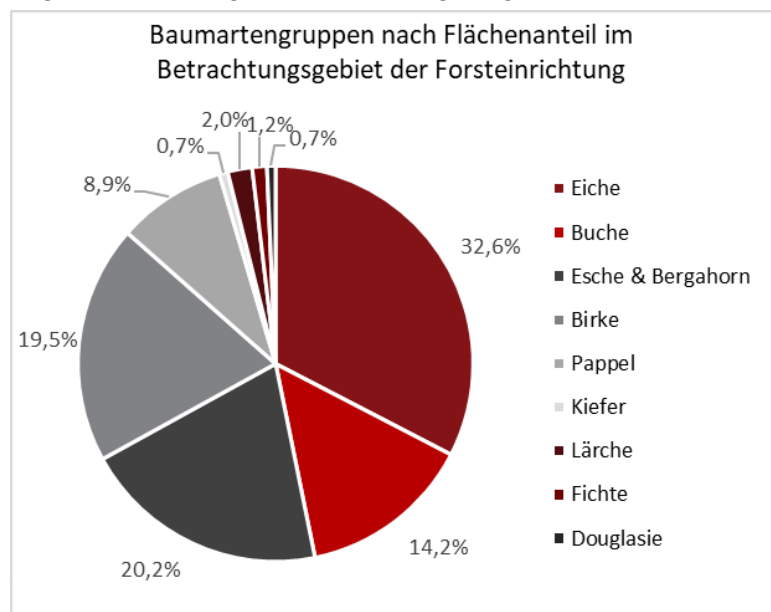
Die Vergärung von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen ist aus ökologischer Sicht grundsätzlich empfehlenswert und kann einen wertvollen Teil zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft beitragen. Unbehandelte Tierexkreme werden häufig gelagert oder direkt auf die Felder ausgebracht, wodurch Methanemissionen entstehen können. Durch die Vergärung werden diese Emissionen deutlich reduziert, da die entstehenden Gärreste ein wesentlich geringeres Treibhausgaspotenzial aufweisen. Gleichzeitig wird aus einem Reststoff nutzbare Energie gewonnen, was zusätzlich wirtschaftliche Vorteile bietet. In der Regel fallen lediglich Transportkosten für die Zuführung zur Biogasanlage an, vielerorts kann die Vergärung jedoch auch direkt an den Betrieben sinnvoll sein.

4.5.3.3 FORSTWIRTSCHAFTLICHE ERZEUGNISSE

Biomasse aus forstwirtschaftlichen Erzeugnissen kann grundsätzlich eine erneuerbare Wärmeversorgung unterstützen. Zum Heizen können dabei Scheitholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel genutzt werden, wobei üblicherweise Scheitholz und Pellets nur in dezentralen Lösungen genutzt werden. Aus der Bestandsanalyse kann entnommen werden, dass etwa 3,7% der Endenergie über Scheitholz in Kaminöfen bereitgestellt wird, der Anteil an Pellets und Holzhackschnitzeln liegt bei etwa 1,3 %. Holzhackschnitzel sind für eine zentrale Wärmeversorgung denkbar und können beispielsweise effektiv für kleinere Netze oder zur Spitzenlastabdeckung verwendet werden.

In Bönen sind etwa 8 % der Gemeindefläche bewaldet. Im Vergleich zu waldreichen Regionen mit Waldanteilen von über 50 % ist dies als gering einzustufen, sodass Holz zur thermischen Nutzung voraussichtlich nur eine untergeordnete Rolle spielen wird.

Im Rahmen eines Expertengesprächs mit dem Förster des Forstbetriebsbezirks Unna wurden Kennzahlen aus der Forsteinrichtung von 2023 ausgewertet. Diese behandeln einen Teil der Waldflächen in der Gemeinde und lassen auf Trends schließen, die für den gesamten Baumbestand Rückschlüsse erlauben. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass sowohl der aktuelle Holzbestand als auch der jährliche Zuwachs unter den angestrebten Werten liegen. Beim Zuwachs liegen Buche und Esche über den Planwerten, während Eiche etwa im Soll liegt und die übrigen Baumarten geringere Zuwächse verzeichnen. Beim Vorrat befinden sich



Buche, Pappel und Lärche im bzw. über dem Plan, die übrigen Arten dagegen darunter. Der Förster weist darauf hin, dass keine belastbare Aussage über das zukünftige Dargebot getroffen werden kann, da die technischen Potenziale stark von waldbaulichen Entwicklungen und klimatischen Einflüssen abhängen und daher nicht langfristig gesichert sind.

Die gewonnenen Erkenntnisse können mithilfe der gesamten Waldflächen der Kommune zu

einem Potenzial übersetzt werden. Die Waldflächen wurden dabei mithilfe von GIS-Daten erfasst und mit den ermittelten Kennzahlen verrechnet, um das theoretische Holzpotenzial abzuschätzen. Grundlage für Größenverhältnisse und spezifische Erträge bildet die „Waldbauliche Einzelplanung“ aus der Forsteinrichtung. Die spezifischen Erträge werden in Efm/ha/a angegeben, wobei Efm für „Erntefestmeter ohne Rinde“ steht. Informationen aus dem Interview haben ergeben, dass das Holz maximal zu etwa 50 % thermisch verwertet wird, wovon wiederum rund 90 % als Scheitholz genutzt werden. Für die Ermittlung des theoretischen Potenzials wurde der berechnete Gesamtertrag daher auf 50 % reduziert. Für das technische Potenzial wurden in Hinblick auf eine zentrale Wärmeversorgung davon 10% betrachtet, die nicht zu Scheitholz verarbeitet werden.

Tabelle 11: Ergebnisse Potenzialanalyse holzartige Biomasse Bönen

Parameter	Wert	Einheit
Gesamte Waldfläche	290	ha
Spez. Ertrag	3,64	Efm/ha/a
Gesamtertrag	1.100	Efm/a
... davon thermisch nutzbar (theo. Pot)	550	Efm/a
... davon nutzbar (techn. Pot)	55	Efm/a
Heizwert Mischfaktor**	2,06	MWh/Efm
Theoretisches Potenzial	1.100	MWh
Technisches Potenzial	110	MWh
**bei einem Wassergehalt (WG) von 55% (waldfrisch); gewichtet nach Baumbestand, Vorrat und Zuwachs der unterschiedlichen Baumartengruppen		

In Bönen sind die theoretischen Potenziale mit 1.100 MWh in einer Größenordnung, die eine Wärmeversorgung nur mäßig unterstützen kann. Da ein Großteil davon in zu Scheitholz verarbeitet wird, ist für eine zentrale Versorgung von keinem Potenzial vor Ort auszugehen.

Eine Betrachtung der Waldholzpotenziale sollte nicht ausschließlich auf die Flächen der Kommune beschränkt bleiben. Dennoch zeigen die berechneten Zahlen, dass im Vergleich zu Gebieten mit vielen Wäldern die Nutzung von Holz zur Wärmeversorgung nur eine untergeordnete Rolle einnimmt und überwiegend dezentral relevant ist. Holz ist ein vielseitig nutzbarer Rohstoff, dessen stoffliche Verwendung, etwa im Baubereich, aus Klimasicht besonders vorteilhaft ist. Bei der energetischen Nutzung, insbesondere in Kaminöfen, können abhängig von Bauart, Alter und Bedienung der Anlagen erhöhte Feinstaubemissionen auftreten, was bei einer breiteren Nutzung berücksichtigt werden sollte.

4.5.4 Abfall- und Reststoffe

Wie bei der Biomasse kann auch bei der Untersuchung von Abfall- und Reststoffen grundsätzlich zwischen einer energetischen und einer biologischen Verwertung unterschieden werden. Siedlungsabfälle und Teile des Grünschnitts lassen sich durch Verbrennung thermisch nutzen, während andere Anteile des Grünschnitts sowie Bioabfälle einer biologischen Verwertung zugeführt werden können. Als Grundlage für die Untersuchung dient

die Abfallbilanz des Landkreises Unna von 2024, in der das Aufkommen der Abfall- und Reststoffe nach Städten und Gemeinden mengenmäßig erfasst ist und auch die Verwertungswege dargestellt sind. Es zeigt sich, dass die meisten Abfälle derzeit nach Hamm in die Müllverbrennungsanlage oder nach Lünen in das Wertstoffzentrum der GWA geliefert werden. Biologische Abfälle und Grünschnitt werden teilweise in Lünen und teilweise in Fröndenberg/Ruhr verwertet. Deshalb wird nur ein theoretisches Potenzial über die Mengen, deren thermischer oder biologischer Verwertungsanteil und spezifische Heizwerte bestimmt, das technische Potenzial wird mit Null bewertet. In Tabelle 12 und Tabelle 13 ist die Berechnung der Potenziale zusammengefasst.

Tabelle 12: Abfall- und Reststoffpotenziale – energetische Verwertung Bönen

Energetische Verwertung						
Relevante Positionen	Menge in t (2024)	Th. Verwertungsanteil in %	Verwertbare Menge in t	Heizwert	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
Hausmüll	2.200 t	83%	1.800 t	2,78 kWh/kg	5.000 MWh	0 MWh
Sperrmüll	600 t	79%	500 t	4,45 kWh/kg	2.200 MWh	0 MWh
Grünabfälle	1.200 t	30%	300 t	3,06 kWh/kg	900 MWh	0 MWh
Altholz	500 t	6%	0 t	3,33 kWh/kg	0 MWh	0 MWh
Sonstige	100 t	0%	0 t	-	0 MWh	0 MWh
Summe					8.100 MWh	0 MWh

Tabelle 13: Abfall- und Reststoffpotenziale – biologische Verwertung Bönen

Relevante Positionen	Menge in t (2024)	Verwertungsanteil in %	Verwertbare Menge in t	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
Bioabfälle	1.400 t	100%	1.400 t	800 MWh	0 MWh
Grünabfälle	1.200 t	59%	700 t	600 MWh	0 MWh
Summe				1.400 MWh	0 MWh

Die theoretischen Potenziale verdeutlichen, welchen energetischen Wert die in Bönen anfallenden Abfallmengen besitzen. Rechnerisch entspricht das Potenzial etwa 5,5% des gesamten Wärmebedarfs im Betrachtungsgebiet. Die thermische Verwertung in bestehenden Müllverbrennungsanlagen außerhalb des Gemeindegebiets ist jedoch bestehende Praxis, eine Änderung durch einen Aufbau von Müllverbrennung in Bönen erscheint nicht zweckmäßig.

4.5.5 UMWELTWÄRME

Umweltwärme stellt eine mögliche Wärmequelle im Kontext der Wärmebereitstellung mit Wärmepumpen dar. Wärme wird dabei also bei dem zur Verfügung stehenden Temperaturniveau der Umwelt entnommen, mit einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau angehoben, und so für die Beheizung/Warmwasserbereitstellung nutzbar gemacht. Die untersuchten Wärmequellen im Rahmen dieser KWP sind Fließgewässer, Grubenwasser, Abwasser und Luft.

4.5.5.1 FLIEßGEWÄSSER

Die im Wasser gespeicherte Umweltwärme von Fließgewässern kann mithilfe von Flusswärmepumpen nutzbar gemacht werden. Das erlaubt, vorhandene Gewässer als erneuerbare Wärmequelle zu erschließen. Die Beurteilung der Potenziale erfolgt über die örtlichen Gegebenheiten wie Durchfluss, Temperatur und Gewässerzugang. Eine Vorauswahl der relevanten Gewässer erfolgte über eine Anfrage bei der Bezirksregierung Arnsberg, die dankenswerterweise mithilfe eines Regenereignismodells theoretische mittlere Abflüsse bereitgestellt hat.



Abbildung 39: Fließgewässer in Bönen (eigene Darstellung)

In Bönen weist lediglich die Seseke eine ausreichende Größenordnung auf, um für die Nutzung mittels Flusswärmepumpen untersucht zu werden. Da diese auch durch die Stadt Kamen fließt und an das Stadtgebiet Bergkamens angrenzt, wird dieses Potenzial in Hinblick auf die interkommunalen Wärmeplanung aller drei Kommunen untersucht.

Für die Seseke wurde durch den EGLV dankenswerterweise eine Messdatenreihe übermittelt, in denen die täglichen Durchflusswerte 2010 - 2022 wiedergegeben sind. Der Standort der

Pegelmessung liegt in Kamen, wo der Zulauf der Körne einmündet und sich außerdem die Kläranlage Kamen befindet. Aus dem Regenmodell der Bezirksregierung Arnsberg ist davon auszugehen, dass die Durchflüsse an dieser Stelle und dahinter Richtung Westen größer sind. Es wurden die Daten des Jahres 2021 verwendet, das hinsichtlich der Niederschlagsereignisse einen guten Mittelwert bilden, womit verhindert werden kann, dass die Potenziale überschätzt werden. Für das theoretische Potenzial wurde die gesamte vorhandene Energiemenge aus diesen Daten ermittelt, wobei die Temperatur durch Auskühlung 3°C nicht unterschreiten darf. Der zulässige Durchfluss wurde für das technische Potenzial auf 20% des minimalen Durchflusses bei Flusstemperaturen <5°C begrenzt, um eine zu hohe Auskühlung zu vermeiden. Im Ergebnis konnten folgende Potenziale ermittelt werden:

Tabelle 14: Ergebnisse Potenzialanalyse Seseke

Betrachtungsjahr	Mittlerer Abfluss (m ³ /s)	Theoretisches Potenzial		Technisches Potenzial	
		Leistung	Wärmemenge	Leistung	Wärmemenge
2017	1,37	29.200 kW	197.000 MWh	5.800 kW	41.400 MWh
2021	1,20	26.100 kW	175.000 MWh	5.100 kW	35.600 MWh
2022	1,02	19.300 kW	129.000 MWh	3.800 kW	26.100 MWh

Die dargestellten Leistungswerte beziehen sich auf die Wärmeleistung einer ideal ausgelegten Wasser-Wasser-Wärmepumpe. Entsprechend ist auch die Wärmemenge im Jahresverlauf als Output der Wärmepumpe zu begreifen. Es fällt auf, dass selbst in einem regenschwächeren Jahr wie 2022 noch immer 25 GWh an Wärme gewonnen werden könnten. Wird der zeitliche Verlauf betrachtet, kann festgestellt werden, dass in regenschwächeren und insbesondere in kalten Perioden die entnommene Leistung auch darunter liegt, was grundsätzlich für Unsicherheiten bzw. Probleme im Winter sorgen kann.

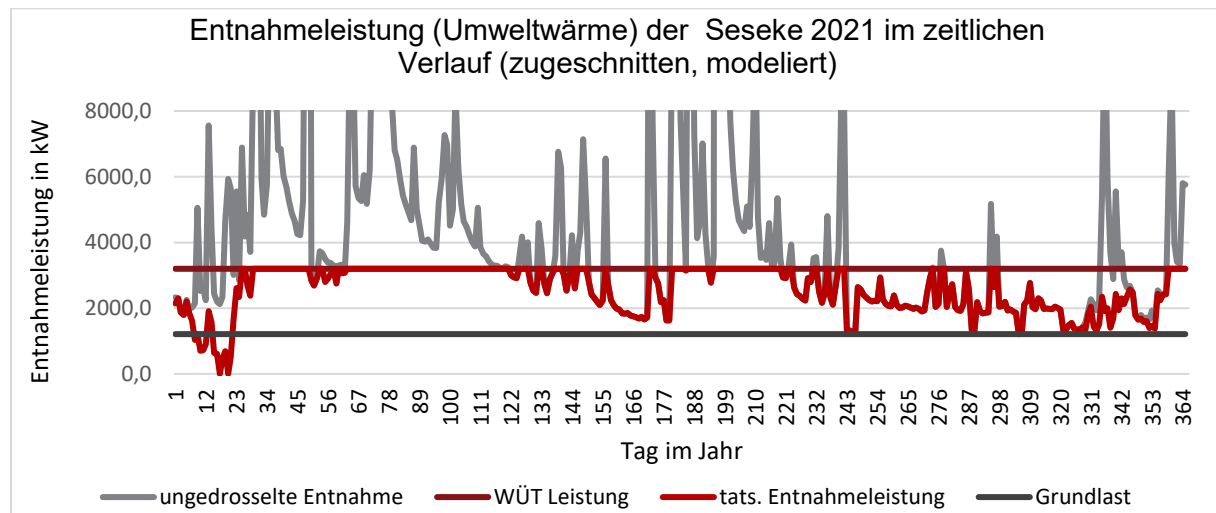


Abbildung 40: Modell Umweltleistung Seseke 2021

Es gilt also genau zu überlegen, ob und in welchem Umfang eine Nutzung der Flusswärme sinnvoll wäre, bzw. ob das System noch konservativer ausgelegt werden sollte. Nicht zu vernachlässigen sind die Potenziale dennoch und könnten ein Teil einer nachhaltigen Wärmeversorgungslösung sein. An welcher Stelle sich eine Entnahme am meisten lohnt, gilt es im Einzelfall zu prüfen wobei aufgrund der größeren Durchflüsse grundsätzlich die Gebiete in Kamen und ggf. Bergkamen primär in Frage kommen. Da Eingriffe in die thermische Dynamik eines Gewässers wasserrechtlich äußerst relevant sind, ist für Flusswärmepumpen eine Genehmigung erforderlich, die insbesondere Temperaturänderungen, Ein- und Ausleitstellen sowie mögliche ökologische Auswirkungen prüft. Eine enge Abstimmung mit den zuständigen Wasserbehörden ist daher unerlässlich.

4.5.5.2 GRUBENWASSER

Grubenwasser, das in stillgelegten Bergwerken anfallende Wasser, besitzt aufgrund seiner Temperatur und Verfügbarkeit ein gutes Potenzial für eine Nutzung als Wärmequelle. Je nach Tiefe und geologischen Bedingungen können Temperaturen zwischen 20 und 30 °C erreicht werden. Diese Wärme lässt sich mittels Wärmepumpen effizient für Heizzwecke nutzen. Beispielsweise wird in Bochum das Grubenwasser der ehemaligen Zeche Dannenbaum aus etwa 800 Metern Tiefe gefördert und damit die Wärmeversorgung einer Feuerwehr sowie zwei Schulen unterstützt^{13,14}.

¹³ <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/g/grubenwasser>

¹⁴ <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/b/bochum-erne-geothermianlage>

Das vorliegende Kapitel über Grubenwasser wird aufgrund der übergreifenden Thematik gemeinsam für die Kommunen Bergkamen, Bönen und Kamen beschrieben. Es ist thematisch eng mit der Grubengasnutzung verbunden, vergleiche Kapitel 4.5.6.1.

Die folgenden Informationen stammen überwiegend aus Experteninterviews mit den Gemeinschaftsstadtwerken GSW und der Minegas, einem Tochterunternehmen der Iqony, bei denen wir uns recht herzlich für die umfangreichen Informationen bedanken möchten. Die Informationen wurden ergänzt mit eigenen Berechnungen, Schlussfolgerungen und Abbildungen.

Das in stillgelegte Bergwerke eindringende Grundwasser würde die Schächte natürlicherweise füllen. Die Pegelstände werden durch aktive Wasserhaltung (also dem Abpumpen des Wassers) kontrolliert. In vielen Bergwerken wird ein langsam ansteigender Pegel angestrebt. Dieses Vorgehen ist von Genehmigungsprozessen abhängig. Ein ansteigender Wasserpegel verhindert dabei auch den Austritt von Grubengas aus den entsprechenden dann gefluteten Bereichen, vergleiche Kapitel 4.5.6.1.

Das Wasser nimmt Wärme aus dem umliegenden Gestein auf und hat – auch übers Jahr gesehen - eine verhältnismäßig gleichmäßige Temperatur. Diese Wärme kann prinzipiell auf zwei verschiedene Arten genutzt werden:

Bei der sogenannten aktiven Wasserhaltung wird Wasser aus dem Bergwerk abgepumpt, also nach oben befördert, um zu verhindern, dass der Wasserspiegel unkontrolliert steigt (und in Folge schlussendlich mit dem Grundwasser in Kontakt kommen würde). Diesem Wasser kann über Wärmetauscher Wärme entnommen werden. Standorte zur Wasserhaltung sind dabei nicht an jedem Schacht, sondern wenige Abpumpstationen bestimmen den Pegel größerer Bereiche. In Bergkamen, am Standort „Haus Aden“, befindet sich eine solche Wasserhaltung, die damit eine Besonderheit darstellt. Sie stellt ein gut zu erschließendes Wärmepotenzial dar.

Der zweite Fall der Wärmeentnahme lässt sich realisieren, indem an einem Ort Wasser in die Höhe gepumpt, und an einem anderen Ort wieder ins Bergwerk geführt wird. Dabei ist ein Abstand einzuhalten, damit nicht das abgekühlte Wasser direkt wieder entnommen wird, sondern im Untergrund Wärme aufgenommen werden kann. Dabei ist folgendes zu beachten:

- Die mögliche zu entnehmende Wärmemenge hängt von der komplexen untertägigen Situation, also den Gesteinsschichten, der Ausdehnung der Gruben, etc. ab. Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung ist diese nicht quantifizierbar.
- Der ökonomische Aufwand für die Wärmeentnahme ist hier viel höher als im Falle einer ohnehin erforderlichen Wasserhaltung, bei der auch ohne Wärmeentnahme Energie für die Wasserpumpen aufgewendet werden muss. Zu nennen sind hier
 - Investitionskosten in Pumpe, Brunnen, Verrohrung
 - Investitionsaufwand und Organisationsaufwand für die Querung verschiedener Grundstücke, für die Verrohrung nahe der Oberfläche (Um den Abstand von Pumpstation und Schluckbrunnen zu verbinden)

- Das Fündigkeitsrisiko der Bohrung, also das Risiko, bei einer Bohrung nicht wie geplant das Grubengebäude zu treffen. Dieses Risiko ist kleiner, wenn einer der zwei Zugänge schon vorhanden ist.
- Pumpleistung und damit Aufwände für die elektrische Energie

Die mögliche Nutzung von Grubenwasser ist in der folgenden Abbildung kartografisch verortet:

Grubenwasser:

Haus Aden: 
Grubenwasserhaltung

Sonstige Grubenstandorte: 
Nutzung Grubenwasserwärme:
schwer quantifizierbar,
ökonomische Hürden
(Pumpleistung, Rohrlängen,...)

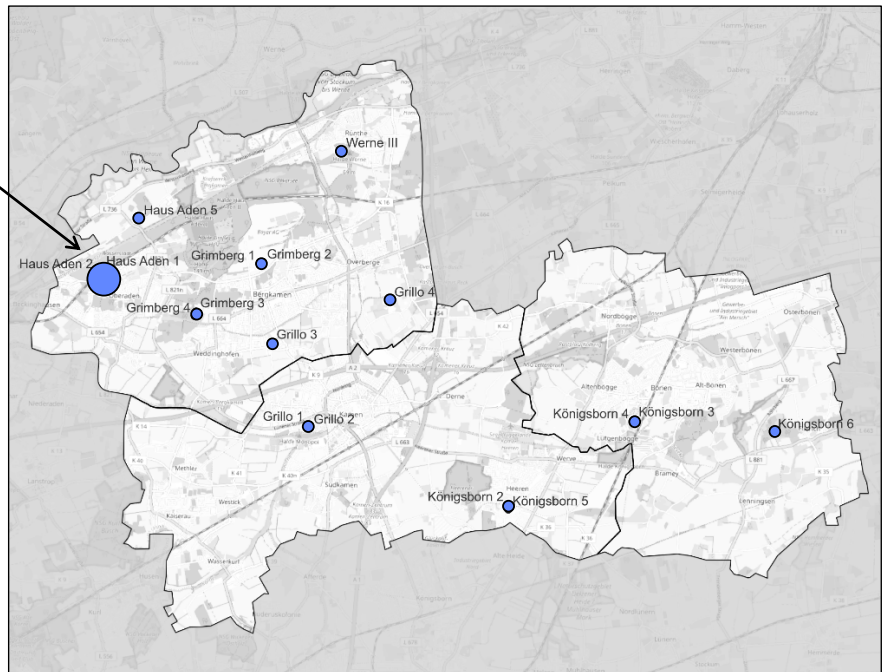


Abbildung 41: Grubenwasser in Bergkamen, Bönen und Kamen (eigene Abbildung)

Die Potenziale ergeben sich damit wie folgt:

- Technisches Potenzial: Gut nutzbares Potenzial über die ohnehin vorhandene Wasserhaltung. Die Wärme-Entnahmeleistung könnte bei 15 MW +/- 25% liegen. Mit der Annahme von 8.000 Vollaststunden ergibt sich ein technisches Potenzial von 120.000 MWh, dass dem Grubenwasser entnommen wird, und von **180.000 MWh** für die Wärmeabgabe einer Wärmepumpe, bei angenommener Jahresarbeitszahl 3. Darüberhinausgehende Potenziale an anderen Schächten sind im Rahmen der KWP nicht quantifizierbar.
- Das theoretische Potenzial ist im Rahmen der KWP nicht quantifizierbar.

Die Wasserhaltung in der ehemaligen Bergbauregion am Standort Haus Aden in Bergkamen stellt eine lokale Besonderheit dar und bietet ein hohes Potenzial. Die Nutzung muss sich nicht zwingend nur auf Bergkamen beschränken. Das Potenzial an sonstigen Grubenstandorten ist sowohl von den möglichen Energiemengen als auch bezogen auf die Wirtschaftlichkeit im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nicht zu quantifizieren, ein Potenzial erscheint weniger leicht zu heben als bei der ohnehin vorhandenen Wasserhaltung. Eine vertiefte Betrachtung der Standorte erfolgt bei der GSW im Rahmen von Detailstudien.

4.5.5.3 ABWASSER

Für die Nutzung von Wärme aus kommunalem Abwasser bestehen grundsätzlich zwei Ansätze: Zum einen der direkte Wärmeentzug aus dem Kanalnetz und zum anderen die Entnahme von Wärme aus dem gereinigten Abwasser hinter der Kläranlage. In beiden Fällen kann das Abwasser über Wärmetauscher zur Speisung von Wärmepumpen genutzt werden.

Bei einer Nutzung von Abwasserwärme aus dem Kanalnetz ist sicherzustellen, dass die Abwassertemperatur vor Eintritt in die Kläranlage nicht unter etwa 12 °C absinkt, um die biologische Reinigungsleistung nicht zu beeinträchtigen. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass der Einsatz von Wärmetauschern im Kanalnetz mit einem erhöhten Wartungsaufwand aufgrund von Ablagerungen und Verschmutzungen verbunden ist. In der Regel werden solche Vorhaben daher erst wirtschaftlich umgesetzt, wenn der Kanal über ausreichend große Durchflussmengen auch an regenfreien Tagen verfügt. Man spricht von einem möglichen Potenzial, sofern dieser sogenannte Trockenwetterdurchfluss etwa mehr als 15 Liter/Sekunde beträgt, was überschlägig einer Wärmepumpenleistung von ca. 100 kW entspricht¹⁵. Eine Abwasserwärmenutzung aus dem Kanal kommt also vor allem für größere Immobilien bzw. Großabnehmer in Betracht, wobei kurze Entfernungen zum Einbauschacht vorteilhaft sind.

Der Emschergenossenschaft Lippeverband hat solche Konzepte bereits in NRW begleitet, wie beispielsweise im Nordwestbad Bochum (Durchfluss: 140 l/s)¹⁶ oder am Seniorensitz Westholz in Dortmund (Durchfluss: 20 l/s)¹⁷. Im Rahmen einer Initiative zu Aquathermie¹⁸ hat die EGLV-Potenzialkarten erstellt, die Indikatoren für mögliche Wärmenutzung aus Kanälen liefern können, siehe folgende Abbildung. Auch im Rahmen des EU-Projektes „ResNRJwater“¹⁹ unter Leitung des Lippeverbands werden Nutzungsmöglichkeiten der Aquathermie beleuchtet. Zu beachten ist, dass sich die Untersuchung aktuell in Überarbeitung befindet, und sich so ggf. zukünftig abweichende Erkenntnisse ergeben könnten.

Es ist zu erkennen, dass in Bönen der zum Klärwerk führende Kanalabschnitt mit Trockenwetterabflüssen von 15 bis zu 25 l/s theoretisch für eine Nutzung in Frage kommt. Die dargestellten Werte basieren auf automatisiert ermittelten Orientierungswerten und ersetzen keine Messdaten, sodass die Potenziale nur indikativ bewertet werden können. Bei der Sammelleitung hin zum Klärwerk muss besonders darauf geachtet werden, dass keine oder nur geringe zusätzliche Vermischung stattfinden kann, was für das 12°C Kriterium am Einlauf der Kläranlage relevant ist. Eine belastbare Ermittlung tatsächlicher Potenziale würde eine Detailprüfung erfordern, die im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nicht realisierbar ist.

¹⁵ Auskunft aus Gesprächen mit der Emschergenossenschaft Lippeverband

¹⁶ <https://www.umweltinnovationsprogramm.de/projekte/abwasserwaermenutzung-nordwestbad-bochum>

¹⁷ <https://www.energy4climate.nrw/praxisbeispiele/waermeverorgung-mit-abwasserwaerme>

¹⁸ <https://www.eqlv.de/aquathermie2/>

¹⁹ <https://www.eqlv.de/medien/neues-eu-projekt-potenziale-der-wasserwirtschaft-sollen-fuer-erneuerbare-energieerzeugung-genutzt-werden/>

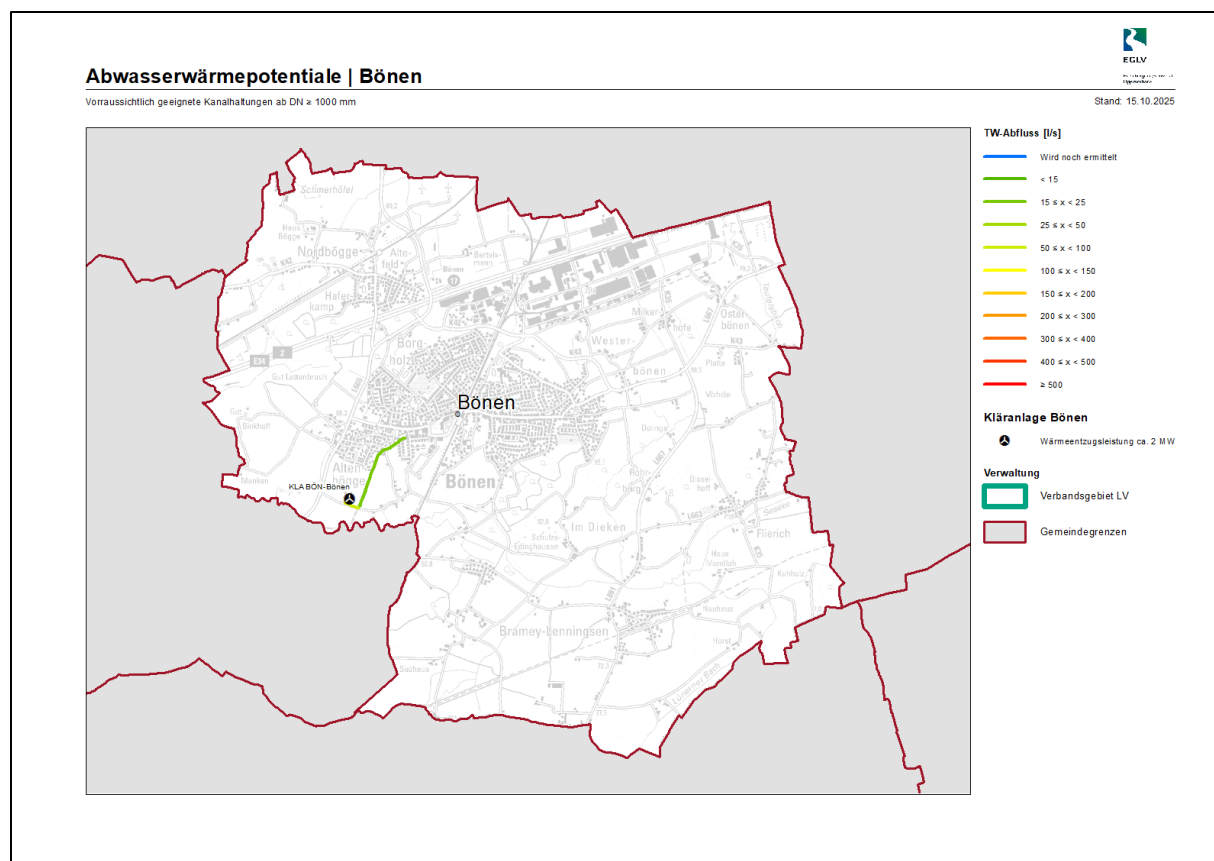


Abbildung 42: Abwasserwärme aus Kanälen in Bönen (EGLV)

Im Rahmen dieser Untersuchung wird aufgrund der Datenunsicherheiten daher kein Potenzial quantifiziert. Der Abschnitt hin zum Klärwerk ist in seiner Erschließung komplexer als die direkte Abwärmenutzung aus dem Klärwerk selbst, weshalb dieser Nutzungsweg präferiert werden sollte.

Das Klärwerk Bönen befindet sich im Süd-Westen des Gemeindegebietes und liegt etwa 1,7 km vom Zentrum entfernt. Das geklärte Abwasser wird in die Seseke geleitet. Mit einer solchen Entfernung ist es realistisch, dass die Nutzung des geklärten Abwassers zu Versorgung eines Wärmenetzes in Bönen sinnvoll sein kann.

Mit 71.000 Einwohnerwerten²⁰ (EW) zählt das Klärwerk zur Kategorie der mittelgroßen Anlagen. Anlagen dieser Größenordnung verfügen in der Regel über ausreichende Durchflussmengen, um für die Nutzung von Abwasserwärme in Frage zu kommen.

²⁰ Der Begriff Einwohnerwert beschreibt eine rechnerische Größe, mit der die Belastung der Kläranlage durch Schmutzstoffe angegeben wird. Ein Einwohnerwert entspricht der durchschnittlichen organischen Fracht, die von einer Person pro Tag verursacht wird.

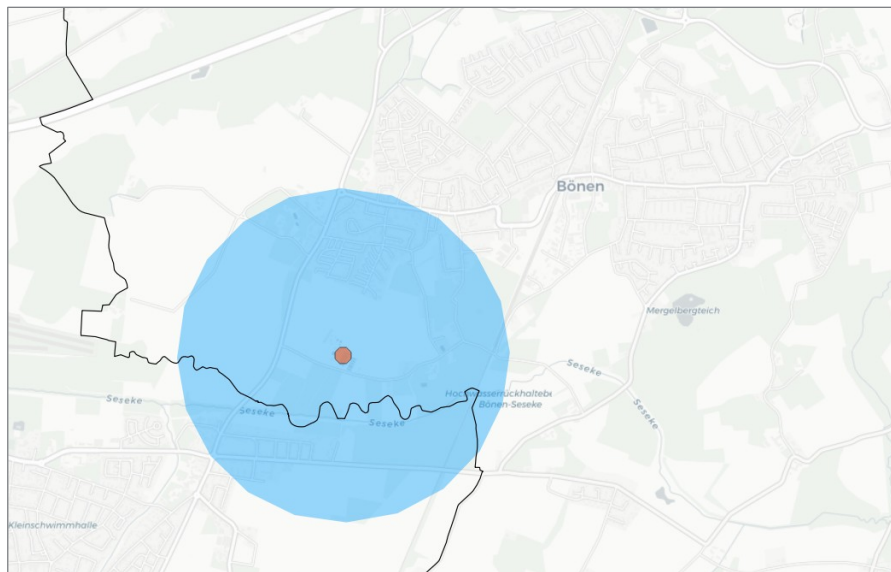


Abbildung 43: Klärwerk Bönen mit Abstandsradius

Die Betreibergesellschaft Emschergenossenschaft Lippeverband hat Messdaten für Abwasseraufkommen und -Temperatur von 2022-2024 als Zeitreihen bereitgestellt.

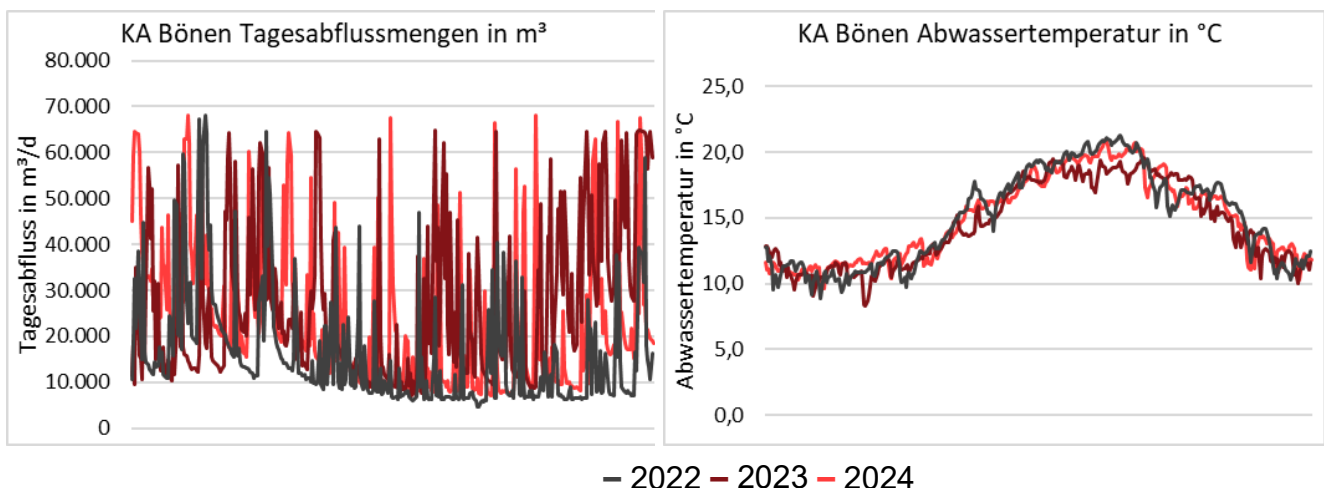


Abbildung 44: Messwerte KA Bönen

Es zeigt sich, dass täglich eine Mindestmenge von ca. 6.000-10.000 m³ vorhanden ist. Die Tagesspitzen erreichen zum Teil bis zu 68.000 m³. Die Schwankungen sind überwiegend durch Regenereignisse zu erklären. Die Abwassertemperatur schwankt im Jahresverlauf in etwa zwischen 8°C und 21°C, was die gute Eignung als Wärmequelle für Großwärmepumpen unterstreicht. Die Messung der Temperaturen wurden im Belebungsbecken durchgeführt. Es ist kaum von einer Änderung dieser Temperatur im tatsächlichen Ablauf der Kläranlage auszugehen.

Für das Klärwerk konnte aus den Daten zunächst ein theoretisches Wärmepotenzial abgeschätzt werden. Durch Annahmen zur Auslegung von Wärmetauscher und Wärmepumpe kann auf das technisch nutzbare Potenzial geschlossen werden. Üblicherweise werden Wärmepotenziale auf Basis des Trockenwetterabflusses (TWA) abgeschätzt, um eine konservative und reproduzierbare Bemessungsgrundlage zu erhalten. In der vorliegenden

Untersuchung wurde eine zeitabhängige Auswertung durchgeführt, um das nutzbare Potenzial und das Betriebsverhalten der Anlage unter realistischen Bedingungen präziser abzubilden.

Die Dimensionierung des notwendigen Wärmeübertragers (WÜT) orientiert sich an der maximalen Zuflussmenge, der zulässigen Abkühlung des Abwassers sowie der angestrebten Temperaturentnahme. Die zulässige Abkühlung wird durch eine Mindesttemperatur von 3 °C begrenzt, unterhalb der das gereinigte Abwasser nicht mehr eingeleitet werden darf. Für die Auslegung wurde eine maximale Temperaturdifferenz von 5 K zwischen Zu- und Ablauf des Wärmeübertragers angesetzt. Grundlage der Berechnung bilden die Zeitreihen vom Durchfluss und der Abwassertemperatur. Der Wärmetauscher und die Wärmepumpe sind so ausgelegt, dass über das Jahr ein Nutzungsgrad von rund 80 % erreicht wird²¹. Bei geringeren Durchflüssen oder niedrigeren Temperaturen wird die Wärmeleistung entsprechend reduziert. Dadurch lässt sich das vorhandene Wärmepotenzial effizient nutzen, ohne die vorgeschriebene Mindesttemperatur im Ablauf zu unterschreiten. Das tatsächlich nutzbare Wärmepotenzial ergibt sich aus der zeitabhängigen Temperatur des Abwassers und wird über die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe bewertet.

Diese Untersuchung wurde für alle Jahre durchgeführt, für die Daten vorlagen, wobei das regenschwache Jahr 2022 als Referenz für zukünftige Potenziale herangezogen wurde, um die nutzbaren Wärmemengen nicht zu überschätzen.

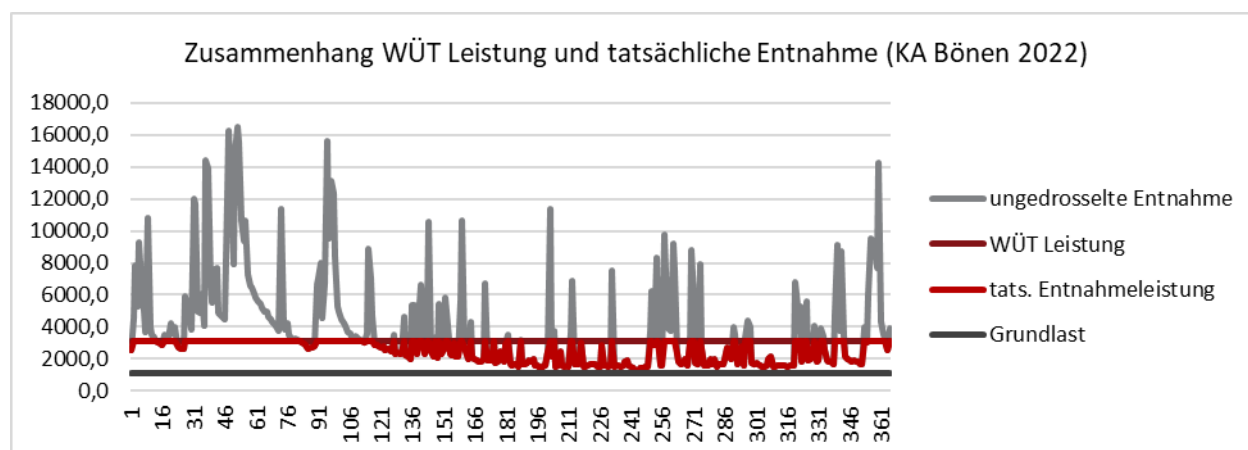


Abbildung 45: Auslegung WÜT Kläranlage Bönen

Tabelle 15: Wärmepotenzial Kläranlage Bönen

	Theoretisches Potenzial		Technisches Potenzial	
	Leistung	Wärmemenge	Leistung	Wärmemenge
Kläranlage Bönen	25.600 kW	51.300 MWh	4.900 kW	32.900 MWh

Mit einer möglichen Entnahmeleistung von etwa 4,9 MW und einer jährlichen Wärmemenge von knapp 33 GWh zeigt sich ein sehr großes Potenzial in der Nutzung von Abwasserwärme

²¹ Vergleiche Abbildung: Tatsächliche Entnahmeleistung im Vergleich WÜT Leistung sind 80%. Bei der Grundlast wären es 100%, was allerdings eine unnötig kleinere Dimensionierung darstellen würde

in Bönen. Die Untersuchung dieser Wärmequelle ist bereits Teil einer Transformationsstudie, die durch die Gemeinschaftsstadtwerke in Auftrag gegeben wurde.

Grundsätzlich ist die Wärmeerzeugung mit Großwärmepumpen sehr gut mit eigens produziertem Strom aus erneuerbaren Quellen kombinierbar. Insbesondere Windenergieanlagen aber auch Photovoltaik können dabei unterstützen, den Betrieb kostengünstiger zu gestalten.

Es ist also empfehlenswert zu prüfen, ob geeignete Standorte in der Nähe sind, die mithilfe einer Direktleitung die Wärmepumpe versorgen können.

4.5.5.4 LUFT

Luft-Wärmepumpen sind insbesondere im Kontext der dezentralen Wärmeversorgung für eine zukünftige klimaneutrale Wärmeversorgung von großer Bedeutung. Da die Wärmequelle „Luft“ grundsätzlich überall verfügbar ist, ist es nicht schlüssig, ein Gesamtpotenzial der Quelle zu beziffern. Luft-Wärmepumpen können nicht nur in Neubauten, sondern auch in Bestandsgebäuden eingesetzt werden. Moderne Systeme erreichen inzwischen höhere Vorlauftemperaturen, sodass sie auch mit bestehenden Heizkörpern betrieben werden können. Eine vollständige Umrüstung auf Flächenheizsysteme ist nicht erforderlich. Einschränkungen ergeben sich vor allem in dicht bebauten Gebieten, wo die erforderlichen Abstände und Schallschutzvorgaben für die Aufstellung der Außengeräte nur schwer eingehalten werden können. Für die Zielszenarien wird der Einsatz von Luft-Wärmepumpen daher grundsätzlich empfohlen, sofern Gebäude über ausreichend Flächen verfügen, damit die Außengeräte ohne Einschränkungen durch Lärm-Vorgaben betrieben werden können. Auch in zentralen Wärmeversorgungslösungen können große Luft-Wärmepumpen ergänzend eingesetzt werden, falls der Bedarf besteht. Bei diesen Systemen hat die Flächenfindung in der Regel nicht so einen großen Einfluss, wobei die Anschlussleistung an das Stromnetz in der Regel das wichtigste Kriterium darstellt. Die folgende Untersuchung konzentriert sich auf dezentrale Systeme, um in der Gesamtfläche bewerten zu können, an welchen Stellen eine leitungsgebundene Wärmeversorgung unter Umständen wichtiger sein kann und wo auch eine Eigenversorgung wahrscheinlicher ist.

Zur Bewertung wurde eine GIS-basierte Methode angewendet, mit der mittels Abstandsanalysen und technischer Vorgaben (orientiert an der „technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ sowie einschlägigen Normen zur Geräuschemessung) ermittelt wurde, an welchen Gebäuden ausreichend Platz für Luft-Wärmepumpen ist. Ergänzend wurden weitere Kriterien in die Untersuchung einbezogen. Dazu zählen Nutzfläche, Raumwärme- und Warmwasserbedarf, Nutzungsart der Gebäude (Wohn- vs. Nichtwohngebäude) sowie bei Nichtwohngebäuden eine detaillierte Differenzierung nach Nutzungszweck. Bestimmte Nutzungsarten wurden von einer Versorgung über Luft-Wärmepumpen ausgeschlossen, worunter beispielsweise Gewerbe- oder Firmengebäude aber auch andere gewerblich genutzte Gebäude fallen.

Die Berechnung erfolgt gebäudegenau, die Darstellung des Ergebnisses wird auf Baublockebene differenziert abgebildet, für welche Gebiete der Einsatz von Luft-Wärmepumpen sehr bis eher wahrscheinlich ist und für welche eher unwahrscheinlich bis unwahrscheinlich. Ein Potenzial in Form einer quantifizierten Energiemenge wird somit nicht ermittelt, allerdings liefern die Ergebniskarten ein Bild darüber, wo eine dezentrale Versorgung

über Luft-Wärmepumpen möglich sein kann und an welchen Stellen über Alternativen gebraucht werden, und bieten damit eine wichtige Grundlage für die Eignungsgebiete. Gebiete, die durch ein Wärmenetz versorgt werden, allerdings für eine Luft-Wärmepumpennutzung in Frage kommen, werden separat ausgewiesen. Es sei zu beachten, dass diese Auswertung zwar über Einzelprüfungen verifiziert wurde, aufgrund der Methode allerdings vereinzelt falsche Schlüsse möglich sein können. Die Aussagen sind also als Indikatoren und nicht als abschließende Handlungsempfehlungen zu verstehen. Auch ist die Untersuchung rein technischer Art. Andere Faktoren wie Umsetzungswille, finanzielle Möglichkeiten und weitere werden dabei außer Acht gelassen.

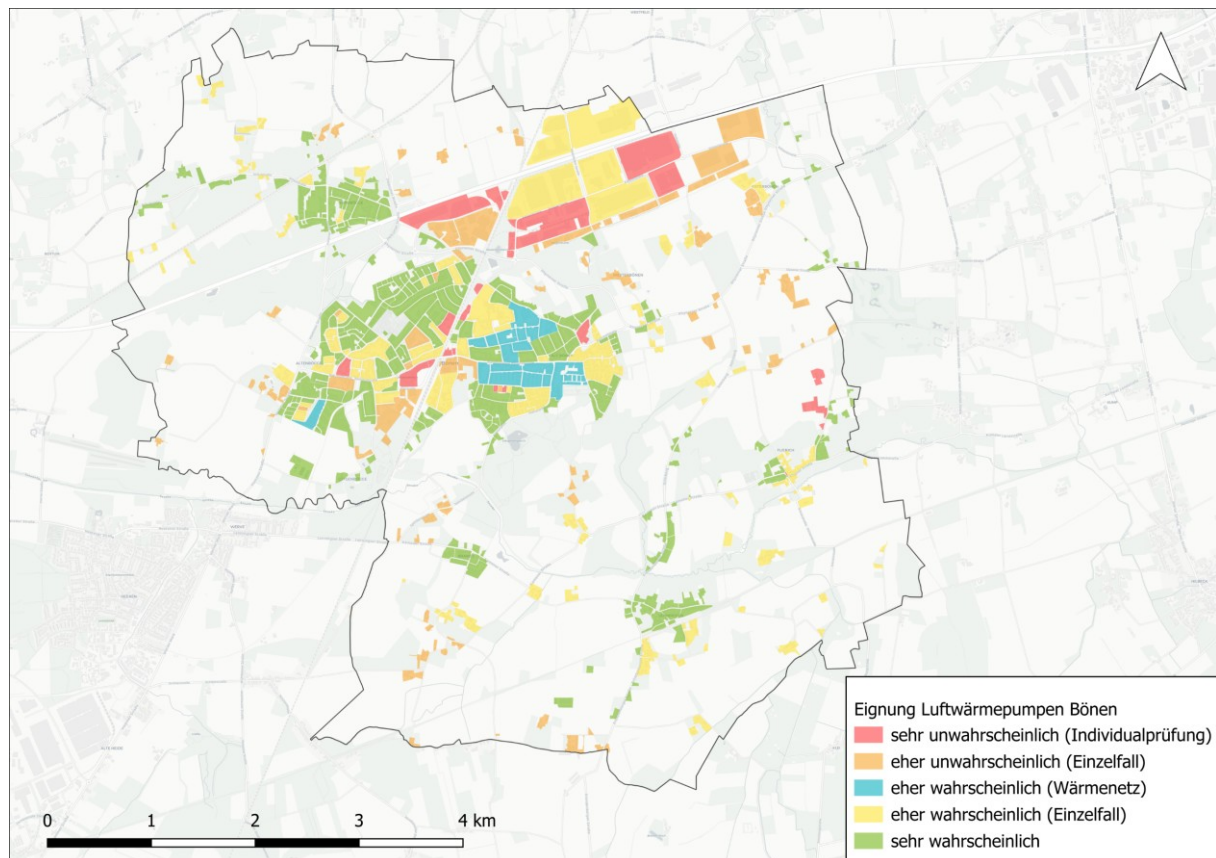


Abbildung 46: Eignungskarte Luftwärmepumpen Bönen

In Bönen sind viele Gebiete grundsätzlich für die Nutzung durch Luftwärmepumpen geeignet. Im zentraleren Bönen gibt es Gebiete, für die eine Versorgung über Luft-Wärmepumpen unwahrscheinlich ist bzw. eine Einzelfallprüfung erfordert. Das Gewerbegebiet im Norden sollte in jedem Fall gesondert betrachtet werden, da sich hier abzeichnet, dass Einzelfallprüfungen besonders wichtig sind und teilweise in Baublöcken von einer sehr geringen Realisierungswahrscheinlichkeit ausgegangen werden kann. Statistisch ergibt sich eine wahrscheinliche Eignung bei etwa 72 % aller Gebäude, wenn diese nach Nutzfläche gewichtet werden.

4.5.6 GRÜNE GASE

In diesem Kapitel werden die im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung untersuchten gasförmigen Energieträger dargestellt, darunter Grubengas, Biogas bzw. Biomethan sowie grüner Wasserstoff, die unterschiedliche Beiträge zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen leisten können.

4.5.6.1 GRUBENGAS

Das vorliegende Kapitel über Grubengas wird aufgrund der übergreifenden Thematik gemeinsam für die Kommunen Bergkamen, Bönen und Kamen beschrieben. Es hängt thematisch eng mit der Grubenwassernutzung, vergleiche Kapitel 4.5.5.2, zusammen.

Die folgenden Informationen stammen überwiegend aus einem Experteninterview mit der Minegas, einem Tochterunternehmen der Iqony, bei der wir uns recht herzlich für die umfangreichen Informationen bedanken möchten. Die Informationen wurden ergänzt mit eigenen Berechnungen, Schlussfolgerungen und Abbildungen.

Als Grubengas wird das Gas bezeichnet, dass aus (ehemaligen) Bergwerksschächten aus den Kohleflözen austritt. Es ist eine Gasmischung mit einem hohen Anteil Methan. Damit ist es auf der einen Seite klimaschädlich, wenn es in die Atmosphäre gelangen würde, und kann auf der anderen Seite energetisch genutzt werden. Das Auffangen und die energetische Nutzung ist damit einem Austritt dringend vorzuziehen, auch wenn Grubengas grundsätzlich nicht als regenerativ angesehen wird, siehe beispielsweise im Kriterienkatalog der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).

Das Gas tritt nur bei freiliegenden Flözen aus. Wenn ein Bergwerk mit Wasser geflutet ist, bleibt es aufgrund des Überdruckes in den porösen Gesteinsschichten verschlossen.

Die Region Bergkamen, Bönen und Kamen ist von ehemaligen Bergwerken gekennzeichnet. Zu nennen ist zum einen das Bergwerk Königsborn im Osten bei Bönen, und zum anderen das Verbundbergwerk mit den Schächten Grillo/Grimmberg/Werne/Haus Aden, die sich überwiegend in Bergkamen und Kamen befinden. Beide Bergwerke besitzen mehrere Schächte. Diese sind unter Tage (innerhalb der beiden Bergwerke) miteinander verbunden. Eine Entnahme von Grubengas an einem Schachtstandort ist damit nicht unabhängig von den anderen Schächten. Die mögliche Entnahmemenge des Gases ist zudem abhängig von den jeweiligen Wasserpegeln in den Gruben. Dieser steigt durch eindringendes Grundwasser natürlicherweise an, und wird durch aktive Wasserhaltung (also dem Abpumpen des Wassers) auf einem bestimmten Pegel gehalten. In vielen Bergwerken wird ein langsamer Anstieg des Pegels angestrebt, dieser ist von Genehmigungsverfahren abhängig.

Die Standorte der Schächte, die aktuelle und mögliche zukünftige Nutzung von Grubengas in Bergkamen, Bönen und Kamen ist in der folgenden Abbildung zusammengefasst:

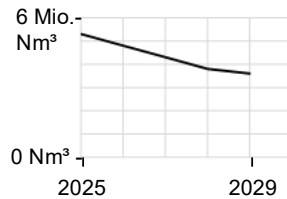
Grubengas:**Werne III:**

2024: 11 GWh/a Strom,
keine thermische Nutzung
Nutzung lief im Laufe 2025 aus

Grillo 1:

2024: 14,4 GWh/a Strom
4,6 GWh/a Wärme

Prognose bis 2029:

**Königsborn:**

Keine Grubengasnutzung
aufgrund des Wasserstandes

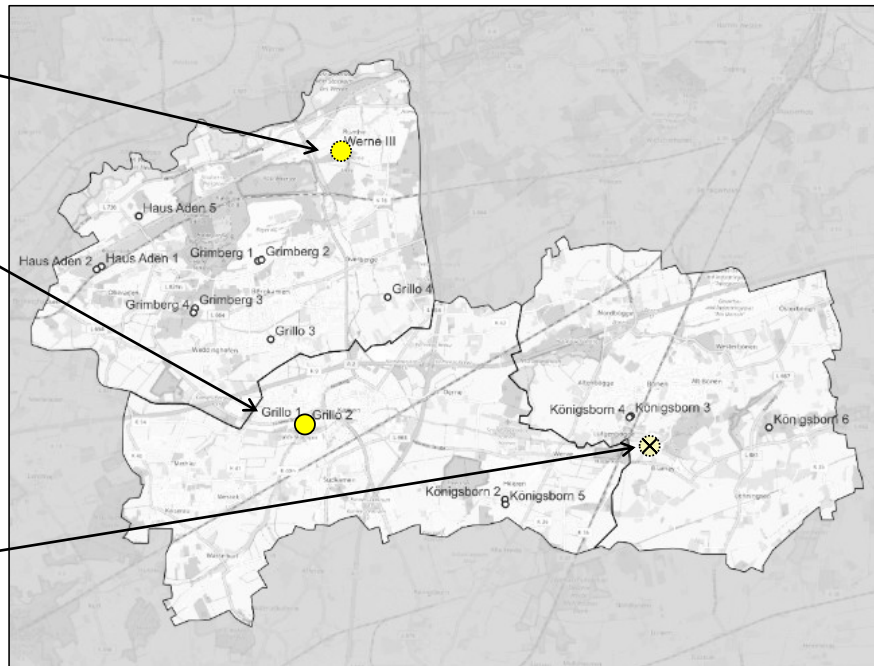


Abbildung 47: Grubengas in Bergkamen, Bönen und Kamen (eigene Abbildung)

Das Dargebot an Grubengas in Bergkamen, Bönen und Kamen gestaltet sich wie folgt:

- Bergkamen: Bis 2025 wurde beim Schacht Werne III Grubengas entnommen und verstromt. Die Entgasungsleitung wurde 2025 mit Wasser überstaut, die Grubengasnutzung ist damit beendet.
- Bönen: Das Bergwerk Königsborn ist geflutet. Eine Grubengasentnahme entfällt damit.
- Kamen: Beim Schacht Grillo 1 wird Grubengas entnommen, verstromt, und die Abwärme der Motorkühlung in einem Nahwärmenetz genutzt. Auch langfristig wird dort Grubengas zu gewinnen sein, die Mengen werden jedoch aufgrund steigender Pegel absehbar zurückgehen. Die Minegas hat 2024 eine Grubengasmenge von rund 4 Mio. Nm³ Reinmethan entnommen und schätzt eine Grubengasmenge 3,6 Mio. Nm³ für 2029, darüber hinaus lassen sich Mengen kaum prognostizieren. Ein theoretisches Potenzial ergibt sich über eine prinzipiell ausweitbare Abwärmenutzung, indem nicht nur die Motorkühlung, sondern auch die Abwärme des Verbrennungsgases genutzt würde. Praktisch stehen einer umfangreichen Anlageninvestition zurückgehende Grubengasmengen entgegen.

Die Potenziale ergeben sich damit wie folgt:

- Bergkamen: Langfristig kein Potenzial, Nutzung läuft voraussichtlich im Laufe des Jahres 2025 aus.
- Bönen: Kein Potenzial.
- Kamen:
 - Theoretisches Potenzial:

Ergibt sich aus einem angenommenen Gesamtwirkungsgrad von 90% (Strom, Motorkühlung und angenommene Abgaswärmenutzung zusammen) zu rund 32 GWh für 2029. Wie oben erläutert sprechen die erwartbar zurückgehenden, und unsicheren Grubengasmengen gegen die aufwendige und umfassende Ausweitung der Abwärmenutzung.

- Technisches Potenzial:

Ergibt sich aus der prognostizierten Stromerzeugung für **2029** von rund **10 GWh_{el}** (Quelle Minegas) und der Wärmeerzeugung aus Motorkühlung von rund **3,2 GWh_{th}** (Eigene Berechnung anhand angenommenen gleichbleibendem Verhältnis Motorkühlung zu Stromerzeugung. Die Wärme aus Motorkühlung stellt dabei nur einen kleinen Teil der theoretisch verfügbaren Abwärme – die hauptsächlich im Abgas liegt – dar).

- Die genaue Höhe der über das Jahr 2029 hinausgehenden Potenzials lässt sich aktuell nicht prognostizieren.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Grubengas, solange es anfällt, auch zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden sollte. Mittelfristig ist es somit aus Sicht der Kommunalen Wärmeplanung eine relevante Energieform, die einen Transformationsprozess begleiten kann. Das vorhandene Potenzial in Kamen sollte also weiterhin zur Wärmeversorgung genutzt werden, wobei die Mengen durch die ansteigenden Wasserpegel in den Gruben zurückgehen werden.

4.5.6.2 BIOGAS & BIOMETHAN

Biogas stellt im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung eine etablierte und flexibel einsetzbare erneuerbare Energiequelle dar. Es kann sowohl zur Strom- und Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken (BHKW) als auch nach entsprechender Aufbereitung als Biomethan ins Gasnetz eingespeist werden. Aufgrund der kontinuierlichen Verfügbarkeit kann Biogas einen wichtigen Beitrag zur Grundlastversorgung bieten oder insbesondere in Kombination mit Wärmespeichern zur Netzstabilität beitragen, indem dann Strom und Wärme produziert werden, wenn gerade Strom im Netz benötigt wird, wobei erzeugte Überschusswärme zwischengespeichert wird.

Für viele Biogasanlagenbetreiber stellt sich die Frage, wie der Anlagenbetrieb nach Ablauf der zwanzigjährigen EEG-Förderung wirtschaftlich fortgeführt werden kann. Zwar bestehen Anschlussförderungen, diese sind jedoch im Vergleich zur ursprünglichen Vergütung für die Betreiber wirtschaftlich weniger attraktiv. In der aktuellen Praxis wird daher zunehmend auf eine flexible Energieerzeugung gesetzt, bei der Biogas nur in Zeiten hoher Strompreise verstromt wird. Diese Betriebsweise ist zugleich netzdienlich und trägt zur Stabilisierung des Stromsystems bei. Häufig werden in diesem Zusammenhang die installierten Leistungen der BHKW erweitert oder bestehende Anlagen technisch flexibilisiert. Bestimmte Vorhaben lassen sich aus wirtschaftlichen Gründen nur in Kooperation umsetzen, beispielsweise durch langfristig vertraglich gesicherte Abnahme von Gas, Wärme oder Strom. Auch der Zusammenschluss mehrerer Erzeuger kann eine Option darstellen, sofern dies logistisch und infrastrukturell möglich ist.

In der Gemeinde Bönen gibt es drei Betreiber von Biogasanlagen. Im Süden liegt die Biogas Hacheney, mit einer installierten BHKW-Leistung von ca. 2 MW_{el}. Mit Annahmen zur sich damit ergebenden Wärmeleistung und in flexibler Fahrweise verfügt das BHKW damit über ein theoretisches Wärmepotenzial von etwa 4.000 MWh. Östlich im Gemeindegebiet liegen die Biogas Bönen sowie die Schulze-Allen Energie. Die Biogas Bönen verfügt über knapp 700 kW_{el} BHKW Leistung, was in der Jahressumme theoretisch ca. 5.000 MWh Wärmemenge bedeuten könnte. Das Biogas-BHKW von Schulze Allen Energie könnte mit einer zweifach überbauten BHKW-Leistung von 740 kW_{el} genähert ca. 3.400 MWh Wärme bereitstellen. Bei den theoretischen Wärmepotenzialen handelt es sich um überschlägig kalkulierte Werte, die bei maximal erlaubter Auslastung der Biogas-BHKW anfallen würden. Betriebsbedingt können daher auch geringere Potenziale technisch nutzbar sein, zumal Teile der produzierten Wärme bereits in festen Abnehmerstrukturen gebunden sind und nicht im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung weitergenutzt werden können.

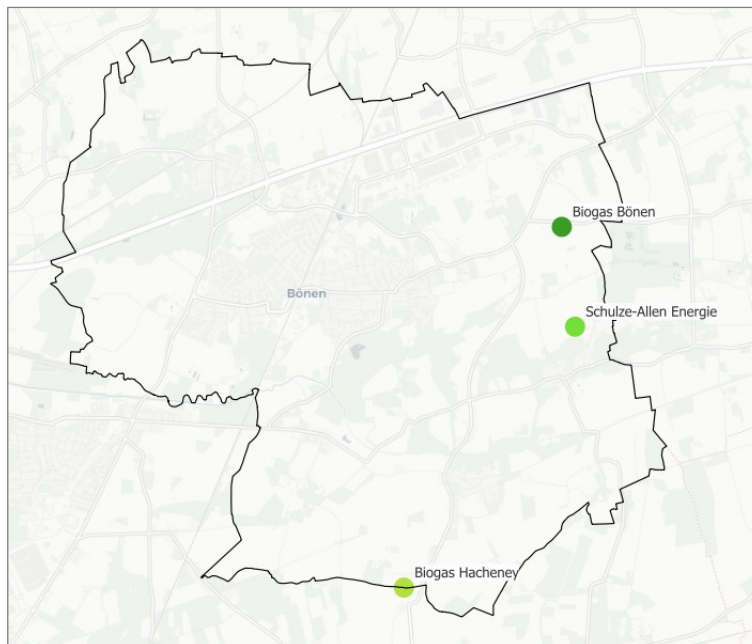


Abbildung 48: Biogasanlagen in Bönen

Die drei Biogasanlagenbetreiber wurden im Zuge der Wärmeplanung kontaktiert und es fanden mehrere Austauschtermine statt. Sie haben ein gemeinsames Nutzungskonzept angedacht, wie das lokale Biogas zukünftig in der Gemeinde nutzbar gemacht werden kann. Vorgesehen ist die Verbindung aller Anlagen über eine Rohbiogasleitung sowie die Errichtung eines gemeinsamen Gasspeichers, von Satelliten-BHKWs²² und eines Wärmespeichers. Die gemeinsam verfügbaren Mengen betragen rund 4.000.000 Nm³ Rohbiogas, woraus etwa 8.000 MWh Strom und Wärme bereitgestellt werden könnten. Erste technische Vorüberlegungen sehen einen Gasspeicher mit 40.000 m³, eine installierte BHKW-Leistung von 8 MW sowie einen Wärmespeicher mit etwa 5.000 m³ Volumen vor. Ergänzend wird der

²² Als Satelliten BHKWs werden KWK-Anlagen bezeichnet, die im Gegensatz zu typischen Biogas-BHKWs an einem Standort abseits der Biogasanlage betrieben werden, indem das produzierte Gas über eine Leitung dorthin transportiert wird.

Einsatz einer Großwärmepumpe diskutiert, woraus sich eine erforderliche Netzanschlussleistung von mindestens 9 MW ergäbe.

Für die Potenzialanalyse ist somit ein technisches Wärme- sowie Strompotenzial von **8.000 MWh** gegeben. Die konkrete Ausgestaltung und Umsetzungsmöglichkeiten zur Nutzung werden im Rahmen der Zielszenarioanalyse vertieft untersucht.

4.5.6.3 GRÜNER WASSERSTOFF

Grüner Wasserstoff wird mittels Elektrolyse unter Nutzung erneuerbarer Energien erzeugt und weist deutlich geringere CO₂-Emissionen auf als fossil basierte Wasserstoffarten („grauer“ und „blauer“ Wasserstoff). Er ermöglicht die längerfristige Speicherung von erneuerbarem Strom und kann einen Beitrag zur Treibhausgasneutralität leisten.

Es werden im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung grundsätzlich zwei Wege zur Nutzung von grünem Wasserstoff betrachtet: die lokale Erzeugung und der Bezug über ein Wasserstoffnetz. Eine lokale Erzeugung mittels Elektrolyse wäre technisch möglich, sofern künftig eine ausreichend große Stromproduktion aus erneuerbaren Energien zur Verfügung steht. Entsprechende Projekte sind im Untersuchungsgebiet derzeit jedoch nicht vorgesehen.

Im benachbarten Bergkamen ist ein Knotenpunkt des im Bundesnetzplan Gas und Wasserstoff ausgewiesenen Wasserstoff-Kernnetzes vorgesehen, weshalb dort künftig mit einer zentralen Übergabestelle zu rechnen ist, an der mehrere Leitungen zusammenlaufen und Wasserstoff entnommen bzw. eingespeist werden kann. Dies schafft eine lokal abgesicherte Anschluss- und Entnahmemöglichkeit für regionale Nutzung und Versorgung²³.

Bönen wird künftig ebenfalls vom Wasserstoffnetz gekreuzt und könnte perspektivisch einen Anschluss beantragen. Ein zentraler Netzanschluss über Bergkamen erscheint dabei als die naheliegendere Lösung, da der Anschluss bereits als gesichert gilt. In jedem Fall sollte Wasserstoff in der weiteren Infrastrukturplanung mitgedacht werden.

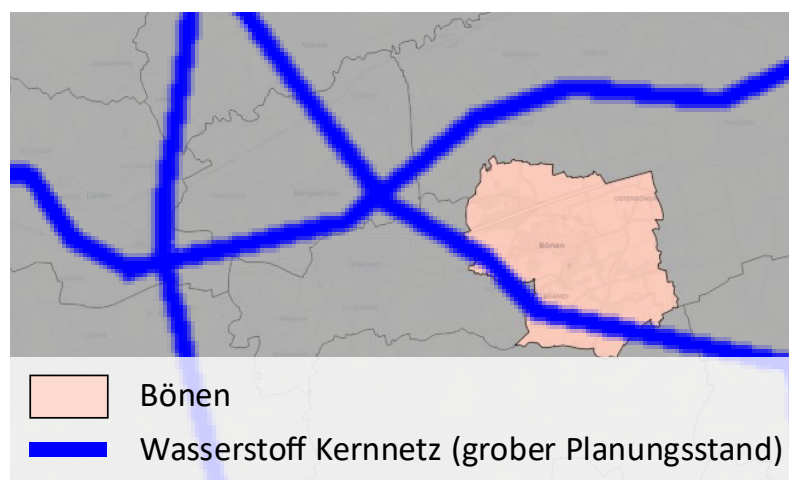


Abbildung 49: Grober Verlauf Wasserstoffkernnetz (Eigene Darstellung auf Grundlage von FNB Gas)²⁴

²³ <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html>

²⁴ https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2025/03/2024_11_29_Anlage-6-mit-Anleitung.pdf

Die tatsächliche Herkunft des ins Wasserstoffnetz zukünftig eingespeisten Wasserstoffs ist gegenwärtig noch unklar. Nach aktuellem Stand ist davon auszugehen, dass für ein großflächige Nutzung ein erheblicher Anteil zunächst importiert werden müsste, da die heimische Erzeugung allein den erwarteten Bedarf nicht decken könnte. Auch die Kostenentwicklung für grünen Wasserstoff bleibt schwer vorhersehbar. Kurz- bis mittelfristig ist mit hohen Preisen zu rechnen, die bis zu 4-fachen der derzeitigen Erdgaspreise für Haushalte prognostiziert werden (Stand: 08/2025)^{25, 26}. Das liegt insbesondere an der energieintensiven Elektrolyse und der noch im Aufbau befindlichen Transport- und Speicherinfrastruktur. Langfristig könnten jedoch internationale Wasserstoffproduktionsstandorte beispielsweise in den MENA-Staaten (Nordafrika und Naher Osten) durch ihre günstigen Solar- und Windbedingungen zu wettbewerbsfähigeren Preisen beitragen, sofern die notwendige Exportinfrastruktur und Handelsstrukturen aufgebaut werden. Aktuelle Studien bestätigen das Potenzial dieser Regionen, weisen aber auch auf Investitionsrisiken hin²⁷, auch sicherheitspolitische Risiken sind zu beachten.

Wasserstoff sollte im kommunalen Kontext nicht für die breit angewendete Wärmeversorgung eingeplant werden. Sein sinnvoller Einsatz liegt vielmehr in stofflichen Anwendungen oder in Hochtemperaturprozessen der Industrie, die sich nur schwer elektrifizieren lassen. Für die Fernwärmeversorgung könnte Wasserstoff die Rolle zur CO₂-neutralen Spitzenlastversorgung übernehmen, also in wenigen kalten Tagen genutzt werden, an denen andere Technologien an ihre Leistungsgrenzen kommen oder nicht zur Verfügung stehen. Gegen eine Nutzung von Wasserstoff für die Raumwärme- und Trinkwarmwasser-Zubereitung spricht die niedrige Effizienz aufgrund von Umwandlungsverlusten, bezogen auf die eingesetzte Strommenge.

Für die Kommunale Wärmeplanung ist Wasserstoff vor allem in den Bereichen von Bedeutung, in denen vorhandene Gasnetze erhalten und perspektivisch für den Einsatz von Wasserstoff ertüchtigt werden könnten. Ein gut ausgebautes und technisch modernes Erdgasnetz bildet eine wichtige Grundlage für eine mögliche Umstellung auf einen Wasserstoffbetrieb. Diese sogenannten *Wasserstoffgebiete* dienen als Orientierung, um künftige Entwicklungspfade der Wärmeversorgung mit überregionalen Wasserstoffstrategien zu verknüpfen. Damit wird sichergestellt, dass bestehende Netzinfrastrukturen dort weitergenutzt werden können, wo dies technisch und wirtschaftlich sinnvoll erscheint. Die Kennzeichnung dieser Wasserstoffgebiete kann grundsätzlich dazu dienen, mögliche Transformationsräume für eine zukünftige Wasserstoffversorgung zu identifizieren.

Nach derzeitigem Kenntnisstand wurden in Deutschland noch keine Kommunalen Wärmepläne veröffentlicht, in denen ein Gebiet verbindlich als Wasserstoffnetzgebiet ausgewiesen wurde, da die Umstellung bestehender Gasnetze rechtlich und technisch aktuell noch nicht ausreichend geregelt ist. Ohne solche Umstellungsfahrpläne kann eine zukünftige Wasserstoffversorgung nicht als gesichert angenommen werden, was auch durch ein

²⁵ Vgl. <https://www.erneuerbareenergien.de/wasserstoff/48-bis-132-euro-pro-kilogramm-studie-ermittelt-zukuenftigen-preis-von-gruenem>

²⁶ <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/News/2024-07-24-importstrategie-wasserstoff.html>

²⁷ https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/8332/file/8332_Viebahn.pdf

Rechtsgutachten²⁸ bestätigt wurde. Einige Kommunen kennzeichnen allerdings potenzielle Wasserstoffprüfgebiete, in denen eine zukünftige Nutzung oder Netzanbindung vorbereitet werden könnte. Eine verbindliche Festlegung, ob es ein Wasserstoffgebiet wird, erfolgt erst, wenn ein Netzbetreiber eine belastbare Entwicklungsplanung und eine langfristige Versorgungsstrategie vorlegt.

Nach Angaben der GSW verfügen große Teile des bestehenden Gasnetzes in Bönen bereits über eine hohe Wasserstofftauglichkeit. Es besteht überwiegend aus Polyethylenleitungen, die für den Wasserstofftransport geeignet sind, die wenigen vorhandenen Stahlabschnitte werden schrittweise ersetzt. Damit ist das Netz insgesamt bereits weitgehend wasserstofftauglich. Ergänzend werden bei den Stadtwerken neue Erzeugungsanlagen und Netzkomponenten grundsätzlich so ausgelegt, dass sie den künftigen Einsatz von Wasserstoff ermöglichen.

Potenzial für die künftige Nutzung von Wasserstoff besteht im Industriegebiet von Bönen. Dort liegt ebenfalls ein modernes PE-Gas-Hochdrucknetz, das grundsätzlich für den Wasserstofftransport geeignet ist. Aufgrund der vorhandenen Industrie könnte dieser Standort für eine lokale Wasserstoffbereitstellung in Betracht kommen.

Die zukünftige Rolle von Wasserstoff in der kommunalen Wärmeversorgung von Bönen lässt sich zum heutigen Zeitpunkt also noch nicht verlässlich quantifizieren. Sowohl die verfügbare Menge als auch die zukünftigen Kosten und die Herkunft sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Das Potenzial für eine künftige Nutzung gilt aber grundsätzlich als gegeben, und ein Ausschließen von Wasserstoff als Energieträger wäre aus heutiger Sicht nicht gerechtfertigt. Durch den geplanten Anschluss an das Wasserstoff-Kernnetz in der Nachbarkommune bestehen die Anbindungsmöglichkeiten für das Untersuchungsgebiet, die langfristig genutzt werden können.

Für die Kommunale Wärmeplanung wird jedoch auf die Ausweisung konkreter Wasserstoffgebiete verzichtet, da derzeit Perspektive für eine großflächige Nutzung bestehen. Zumindest das benannte Gebiete sollte allerdings zukünftig nochmals auf seine Eignung untersucht werden, um die besondere Rolle des Wasserstoffes in der Gemeinde zu bewahren.

²⁸ https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/Rechtsgutachten_Wasserstoffnetzgebiete.pdf

4.6 ERGEBNISSE: POTENZIALE ZUR NUTZUNG VON STROM AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

4.6.1 WINDENERGIE

Die Nutzung der Windenergie ist in Bönen nur eingeschränkt möglich, aufgrund der dichten Besiedelung im Kern und den verstreuten Hoflagen im Außenbereich, die sich einschränkend auf die Standortpotenziale auswirken. Trotzdem gibt es einzelne Flächen, die sich für die Nutzung von Windenergie eignen.

Die Windenergiepotenziale werden im Folgenden räumlich spezifiziert und quantisiert. Die Windenergie ist im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung aus mehreren Perspektiven von Interesse:

- Sie stellt bilanziell einen Beitrag zur **CO₂-Minderung** dar
- Nach dem Bürgerenergiegesetz NRW (BürgEnG ²⁹) besteht die Verpflichtung, Beteiligungsmöglichkeiten für Neuanlagen anzubieten. Diese soll den örtlichen Gegebenheiten und Wünschen der Einwohner und Einwohnerinnen entsprechen. Dabei sind die folgenden Formen möglich:
 - a) eine Beteiligung an der Projektgesellschaft des Vorhabens,
 - b) das Angebot über den Kauf einer oder mehrerer Windenergieanlagen,
 - c) die finanzielle Beteiligung über Anlageprodukte,
 - d) vergünstigte lokale Stromtarife und Sparprodukte,
 - e) pauschale Zahlungen an einen definierten Kreis von Anwohnerinnen und Anwohnern oder Gemeinden,
 - f) die Finanzierung gemeinnütziger Stiftungen oder Vereine oder
 - g) die finanzielle, gesellschaftsrechtliche oder anderweitige Beteiligung von Bürgerenergiegesellschaften, Genossenschaften, Gemeinden oder im überwiegenden Eigentum der beteiligungsberechtigten Gemeinden stehenden Unternehmen

Aus Sicht direkter finanzieller Wirkung für die Kommunen sind die Modelle a) und/oder g) zu empfehlen. Wenn keine der genannten Beteiligungsformen vereinbart würden, tritt eine Beteiligung nach § 6 EEG ein.

- Die Kommune kann selbst über verschiedene Beteiligungsmöglichkeiten an den Windenergieanlagen einen Mehrwert erlösen und damit auch mitgestalten
- Günstige kommunale Wärme über Sektorenkopplung: Ein Teil der erzeugten elektrischen Energie von Windenergieanlagen können im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung über die Sektorenkopplung **zur Wärmeherzeugung mit**

²⁹ Gesetz über die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern sowie Gemeinden an der Windenergienutzung in Nordrhein-Westfalen (Bürgerenergiegesetz NRW - BürgEnG)

Großwärmepumpen und elektrischen Kessel genutzt werden und so besonders günstige Wärme für die Kommune bereitstellen. Dazu sind derzeit jedoch verschiedene Restriktionen zu berücksichtigen. Dazu gehört ein räumlicher Zusammenhang zwischen Erzeugung und Verbrauch unter 4 km und eine Verbindung über ein direktes Kabel als Lieferung an einen Endverbraucher.

- Darüber hinaus sind weitere regionale Wertschöpfungsmodelle möglich, wie z.B. PPAs, grüne Bilanzkreise, Energy Sharing, die CO₂-Vorteile aber jedoch derzeit nur geringere finanzielle Vorteile bieten.

Zum Stand 02/2026 befand sich die 1. Änderung des Regionalplans Ruhr - Windenergie im Entwurf und in der Phase des zweiten Beteiligungsverfahrens. Die im Entwurf der 1. Änderung des Regionalplans Ruhr dargestellten Windnutzungsflächen stellen ein technisches Potenzial dar, das eine hohe Realisierungswahrscheinlichkeit darstellt. Sie werden im Abschnitt **technisches Potenzial** beschrieben, zudem erfolgt eine Abschätzung möglicher zu realisierender Leistungen und möglicher Energieerträge für diese Flächen anhand von beispielhaften Anlagentypen. Dafür werden zwei beispielhafte aktuelle WEA-Typen mit den für die Region passenden Nabenhöhen betrachtet, die typische moderne Binnenland-WEA repräsentieren, siehe folgende Tabelle.

Tabelle 16: Übersicht WEA-Typen für die beispielhaften Leistungs-Annahmen

Type	Leistung [kW]	Rotor dm. [m]	spez. Rotorfläche [m ² /kW]	beispielhafte Nabenhöhe [m]	Bauwerkshöhe [m]	Annahme Volllaststunden [h]	Gesch. Jahresertrag [MWh]	Eingesparte CO ₂ -Emissionen [t CO ₂ / a]
Typ A	4.260	138	3,51	130	199,0	2.600	11.000	3.903
Typ B	6.800	175	3,54	179	266,5	3.000	20.400	7.189

Die eingesparten CO₂-Emissionen beziehen sich auf den geschätzten Jahresertrag und sind hier als konservative (niedrige) Annahme zu sehen: Sie legen die Differenz des durchschnittlichen Strommixes von 363 Gramm CO₂ / kWh³⁰ und einer konservativen Annahme für Windenergie für ein Schwachwindstandort von 10,6 CO₂ / kWh³¹ zu Grunde. Alternative Berechnungen (niedrigere CO₂-Emissionen für Windenergie oder die Annahme von höheren verdrängten CO₂-Emissionen, da man auch argumentieren könnte, dass das jeweils CO₂-intensivste Kraftwerk verdrängt wird) kämen zu höheren CO₂-Einsparungen.

Es ist zu beachten, dass die so abgeschätzten Leistungen und Energiemengen für die Flächen beispielhaft sind und keine detaillierte Ertragsberechnungen und optimierte Standort- und Anlagenplanungen für die Flächen ersetzen. Bestandsanlagen werden dem technischen

³⁰ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom-2024>

³¹ s.S. 323: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf

Potenzial zugerechnet und ebenfalls in diesem Abschnitt beschrieben, einschließlich einer Abschätzung, ob und wenn ja ab wann ein Repowering für diese Anlagen realistisch erscheint. Die zeitliche Einordnung der Potenziale erfolgt in 5-Jahresschritten (2025, 2030, ...).

Im Abschnitt **theoretisches Potenzial** wird beschrieben, welche weiteren generellen Möglichkeiten für die Windenergienutzung in der Kommune bestehen könnten, beispielsweise in Gewerbegebieten, oder auf Flächen, die in Untersuchungen des LANUK (ehem. LANUV) als Potenzialfläche oder erweiterte Potenzialfläche genannt werden. Diese theoretischen Potenziale werden textlich behandelt, und könnten in Zukunft genauer von der Kommune im Rahmen der Länderöffnungsklausel untersucht werden. Von einer Quantifizierung wird abgesehen, da deren Realisierung weniger wahrscheinlich ist bzw. deren Realisierungswahrscheinlichkeit im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung nicht abgeschätzt werden kann.

Die folgenden Annahmen und Randbedingungen werden zusammenfassend getroffen:

- Technisches Potenzial umfasst:
 - Flächen des Entwurfs der 1. Änderung des Regionalplans Ruhr – Windenergie
 - Bestandsanlagen
 - Ein mögliches Repowering der Bestandsanlagen
- Vorgehen und Annahmen für die Quantifizierung des technischen Potenzials:
 - Prüfung, welche Anzahl von WEA unter Beachtung von aus Standsicherheit und Abschattungsverlusten notwendigen Abständen realistisch erscheinen
 - Nutzung zweier beispielhafter Anlagentypen mit 4,26 MW und 6,8 MW Leistung
 - Annahme für die Abschätzung des Energieertrags:
 - 2.600 Volllaststunden für Neuanlagen Typ A
 - 3.000 Volllaststunden für Neuanlagen Typ B
 - 2.000 Volllaststunden für Bestandsanlagen
- das theoretische Potenzial umfasst:
 - Standorte in Gewerbegebieten
 - (erweiterte) Potenzialflächen des LANUK

Hinweis: Die hier dargestellten Potenziale stellen eine Abschätzung im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung dar, mit der Zielsetzung, die mögliche Rolle von Windenergie für die Wärmeversorgung abzuschätzen. Sie stellt keine detaillierte Flächenuntersuchung einzelner Flächen dar und trifft keine Aussage über eine finale Genehmigungsfähigkeit oder konkrete, zukünftige Anlagentypen. Sie bildet den aktuellen Kenntnisstand (Stand 02/2026) dar, insbesondere befindet sich die 1. Änderung des Regionalplans noch im Entwurf, in dem bereits viele Kriterien für eine Windenergienutzung geprüft worden sind. Mögliche Änderungen

vom Entwurf zur verabschiedeten Fassung der 1. Änderung des Regionalplans sind deswegen in Zukunft zu berücksichtigen und heranzuziehen.

TECHNISCHES POTENZIAL

Das technische Potenzial umfasst die Flächen, die im *Entwurf für die 1. Änderung des Regionalplans – Windenergie* enthalten sind:

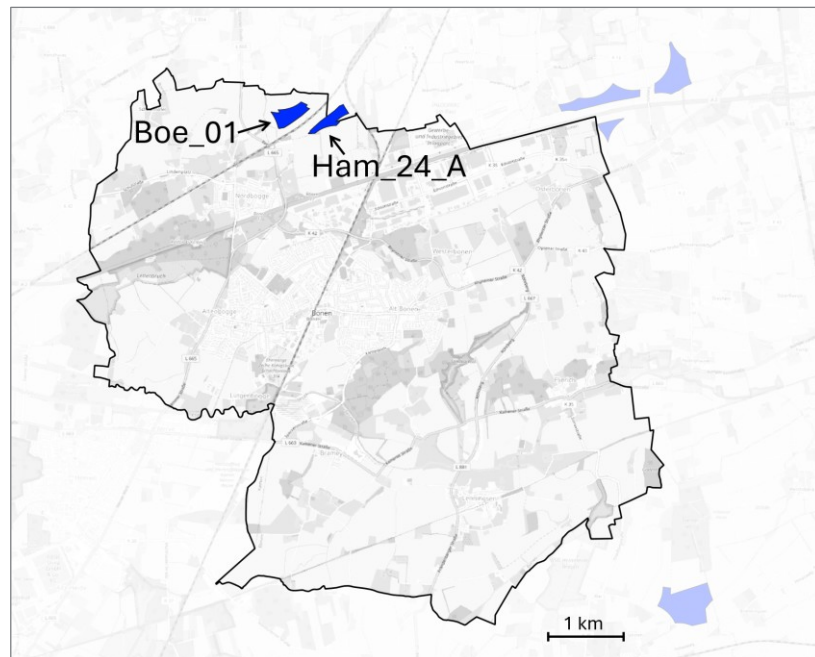


Abbildung 50: Flächen Windenergie. Entwurf der 1. Änderung des Regionalplans – Windenergie (Stand 02/2026, nach der 1. Anpassung der Entwurfs), eigene Darstellung, Daten RVR

In Bönen gibt es zwei Flächen, die im *Entwurf der 1. Änderung des Regionalplans – Windenergie* enthalten sind. Die Flächen liegen in räumlicher Nähe zueinander:

- „Boe_01“: Fläche im Norden Bödens, nördlich der Bahnlinie
- „Ham_24_A“: Fläche im Bereich der Gemeindegrenze zwischen Bönen und Hamm, in räumlicher Nähe zur vorhergenannten Fläche, südlich der Bahnlinie

Die Flächen Boe_01 und Ham_24 umfassen zusammen rund 15 ha, davon liegen rund 11 ha innerhalb des Gemeindegebiets Bödens. Dieser Anteil macht rund 0,3 % des Gemeindegebiets von Bönen (rund 3800 ha) aus.

In den beiden Flächen (bzw. knapp hinter der Grenze der Flächen) sind jeweils zwei Bestandsanlagen des Typs Vestas V90 mit jeweils 2 MW Leistung vorhanden, es gibt keine weiteren Bestandsanlagen. Damit ergibt sich im Bestand eine Gesamtleistung von 8 MW, das entspricht einer Energiemenge von 16.000 MWh/a (bei angenommenen 2.000 Volllaststunden). Die Inbetriebnahme aller vier Bestandsanlagen erfolgte im Jahr 2007. Ein Repowering kommt damit ab dem Jahr 2027 in Frage, wobei jeweils zwei Bestandsanlagen mit einer modernen, großen Anlage (siehe Typ B aus Tabelle 16) ersetzt werden könnten. Der Standort der Anlagen könnte unter Berücksichtigung der Abstände zueinander und der Wohnbebauung jeweils ungefähr mittig der Flächen Boe_01 und Ham_24 liegen. Hinweis: Im

Fall der Fläche Ham_24 ist das in direkter Nähe der Gemeindegrenze zwischen Bönen und Hamm. Das Potenzial wird hier Bönen zugeordnet, auch in Hinblick darauf, dass die Bestandsanlagen sich in Bönen befinden.

Das technische Potenzial wird hier in 5-Jahresschritten für die Windenergie aufgeführt, für die repowerten Anlagen das Potenzial ab dem Jahr 2030 beziffert, was keine Aussage zu der tatsächlichen Projektierungsdauer und Genehmigungszeiten darstellt. Das technische Potenzial lässt sich damit wie folgt zusammenfassen:

Tabelle 17: Zusammenfassung technisches Potenzial Wind in Bönen

Standort/Fläche	technisches Potenzial Windenergie, je ab	
	2025	ab 2030
Boe_01	4 MW	6,8 MW
	8.000 MWh	20.000 MWh/a
Ham_24	4 MW	6,8 MW
	8.000 MWh/a	20.000 MWh
Summe	8 MW	13,6 MW
	16.000 MWh/a	40.000 MWh/a

Energiemengen sind auf tausender-Stelle gerundet.

Das **technische Potenzial** liegt damit langfristig bei 13,6 MW und 40.000 MWh/a.

THEORETISCHES POTENZIAL

Das theoretische Potenzial umfasst weitere Flächen, für die die Windenergienutzung gegebenenfalls möglich sein könnten, die aber nicht als Windenergiefläche im *Entwurf der 1. Änderung des Regionalplans – Windenergie* enthalten sind, für die es damit eine geringere Realisierungswahrscheinlichkeit gibt, und die im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nicht mit Leistungen und Energiemengen quantifiziert werden. Sie werden im Folgenden textlich beschrieben.

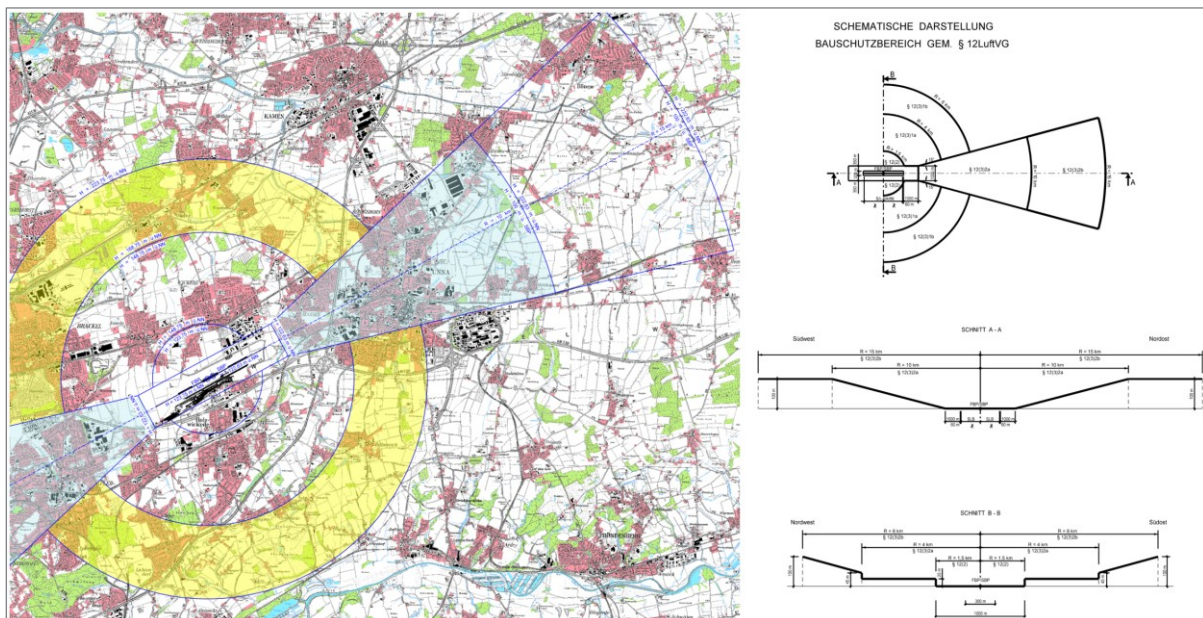
In Bönen sind zwei verschiedene Gebiete bzw. Gebietstypen zu nennen, in denen zusätzlich zum oben genannten technischen Potenzial prinzipiell eine Windenergienutzung möglich sein könnte.

Zum einen kann in Gewerbegebieten geprüft werden, ob die Voraussetzungen für Windenergieanlagen gegeben sind. Es sind die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen zu beachten, etwa in Bezug auf Schall und Schattenwurf in Bezug auf benachbarte Wohnbebauung. Aufgrund der dichten Besiedelung in Bönen sind hier die Potenziale als eher gering einzuschätzen, können aber im Einzelfall geprüft werden. Beachtet werden sollte zudem auch die Flächenkonkurrenz. Im Gewerbegebiet ist die Windenergienutzung nur als eine arrondierende, den anderen gewerblichen und industriellen Nutzungen untergeordnete Nutzung zu ermöglichen. Das könnten beispielsweise kleine Windenergieanlagen bis 50 Meter Bauwerkshöhe sein. Diese Anlagen, die aufgrund ihrer geringen Größe keiner Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz bedürfen, eignen sich insbesondere zur Eigenstromversorgung. Allerdings sind sie mit spezifisch höheren Kosten verbunden und wirtschaftlich nur eingeschränkt sinnvoll.

Zum anderen ist die *Flächenanalyse Windenergie Nordrhein-Westfalen*³² vom LANUK von 2023 zu nennen, in dessen Rahmen eine Fläche im Süden Bödens frei bleibt und nicht von den dort herangezogenen Ausschlusskriterien betroffen ist. Diese entspricht einer freien Fläche im Süden Bödens, die im Rahmen eines mündlichen Vortrages in der *19. Sitzung des Ausschusses für Planen, Bauen und Umwelt am 14.03.2024*³³ aufgezeigt und bewertet wurde. In der dazugehörigen Niederschrift lassen sich die aufgeführten Gründe nachlesen, die gegen die Nutzung dieser Fläche für die Windenergie sprechen. Insbesondere sind das charakteristische Landschaftsbild und naturschutzfachliche Gründe. Auch die Lage innerhalb der Einflugschneise des Flughafen Dortmunds (siehe Abschnitt am Ende dieses Kapitels) stellt eine Hürde da. Die Fläche wurde im Rahmen der Flächenauswahl durch den Regionalverband Ruhr nicht als Potenzialfläche identifiziert. Nichtsdestotrotz ist eine Nutzung für die Windenergie zwar nicht abschließend ausgeschlossen, müsste jedoch unter Abwägung sämtlicher, auch artenschutzfachlicher, Belange geprüft werden. Die Realisierungswahrscheinlichkeit ist hier deutlich geringer als beim beschriebenen technischen Potenzial für das Repowering in den Windgebieten im Norden des Gemeindegebietes.

EXKURS BAUSCHUTZBEREICHE DES FLUGHAFENS DORTMUND

Für den Flughafen Dortmund gelten im Umkreis Bauschutzbereiche nach § 12 Luftverkehrsgesetz (LuftVG). Diese Bereiche definieren eine obere Grenze für Bauhöhen, für deren mögliche Überschreitung gilt: In dieser „Umgebung eines Flughafens ist die Zustimmung der Luftfahrtbehörden erforderlich, [...]“. Die Bereiche sind in einer kartografischen Darstellung der Bezirksregierung Münster dargestellt, die folgende Abbildung zeigt einen vergrößerten Ausschnitt:



³² <https://www.energieatlas.nrw.de/themen/wind/flaechenanalyse-windenergie>

³³ s.S. 45 aus:

https://rim.boenen.de/sdnetrim/UGhVM0hpd2NXNFdFcExjZWxy8LEY3wwwGB4IQX7Y2ghtwkzTwOooh_AN0h-2UQ-a/Oeffentliche_Niederschrift_Ausschuss_fuer_Planen-_Bauen_und_Umwelt_14.03.2024.pdf

Abbildung 51: Ausschnitte aus dem Kartenmaterial zu den Bauschutzbereichen des Dortmunder Flughafens aus³⁴

Die Windenergiebereiche „Boe_01“ und „Ham_24“, und damit das technische Potenzial Bödens befinden sich nicht im Bauschutzbereichen des Flughafens Dortmund.

Die genannte frei bleibende Fläche nach LANUK, die im theoretischen Potenzial beschrieben wird, liegt hingegen im Bauschutzbereich, eine mögliche moderne WEA, die im Regelfall die 100m Bauwerkshöhe überschreitet, bedürfte daher die Zustimmung der Luftfahrtbehörden für diesen Bereich.

4.6.2 PHOTOVOLTAIK

Photovoltaikanlagen stellen eine sinnvolle Technologie zur dezentralen Erzeugung erneuerbarer Energie dar und können sowohl auf Dachflächen als auch auf geeigneten Freiflächen installiert werden. Für die Kommunale Wärmeplanung sind sie insbesondere dort relevant, wo eine Kopplung von Strom- und Wärmeerzeugung über Wärmepumpen vorgesehen ist. Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden daher sowohl verfügbare Dachflächen als auch geeignete Freiflächen im Gemeindegebiet untersucht. Bei den Freiflächen ist die Einordnung nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB von besonderer Relevanz, da sogenannte privilegierte Flächen entlang von Autobahnen und Bahntrassen eine rechtlich und planerisch erleichterte Umsetzung ermöglichen.

DACH-PV

Die Bewertung des PV-Dachflächenpotenzials orientiert sich methodisch an einer Untersuchung des LANUV aus dem Jahr 2013³⁵. Grundlage bildet ein Kriterienkatalog zur Identifikation geeigneter Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen. Dabei wurden Verschattungseffekte berücksichtigt und für Flachdächer standardmäßig eine Südausrichtung angenommen. Ein Faktor von Modul- zu Dachfläche von 0,456 wurde zur Berücksichtigung des erforderlichen Reihenabstands angesetzt. Flachdächer, einschließlich Firmendächer und vergleichbarer Bauwerke, machen in Bönen rund 50 % der gesamten Dachfläche aus. Dachflächen unterhalb einer Mindestgröße von 20 m² wurden von der Bewertung ausgeschlossen. Ebenso wurden Dächer mit einer jährlichen Globalstrahlung von weniger als 80 % des Referenzwertes (865 kWh/m²) als ungeeignet bewertet. Um das PV-Potenzial im Gemeindegebiet zu bestimmen, wurden diese Betrachtungen durch Informationen aus dem Marktstammdatenregister ergänzt und ergeben das in Abbildung 52 dargestellte Gesamtergebnis.

Das theoretische PV-Potenzial wurde ermittelt, indem sämtliche geeigneten Dachflächen berücksichtigt und die bereits installierten Anlagenleistungen aus dem Marktstammdatenregister (MaStR) abgezogen wurden. Das technische Potenzial baut auf dieser Berechnung auf, berücksichtigt jedoch zusätzliche Realisierungsfaktoren. So wurden Dachflächen von Mehrfamilienhäusern (MFH) aufgrund erfahrungsgemäß höherer

³⁴ https://www.bezreg-muenster.de/system/files/media/document/file/26_luftfahrthindernisse_gen_fb-02_bauschutzbereich_flughafen_dortmund.pdf

³⁵ Auch wenn heute unterschiedliche Solarkataster existieren und die Datenbasis stetig aktuell gehalten wird, liefert diese ausführliche Studie viele Anhaltspunkte zur zugrundeliegenden Methodik. Einzusehen unter: https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30040b.pdf

organisatorischer und technischer Hürden nur mit einer Umsetzungswahrscheinlichkeit von 25 % einbezogen. Es sei zu beachten, dass zukünftige Neubauprojekte noch nicht in der Analyse berücksichtigt werden konnten. Auf dieser Grundlage ergeben sich die folgenden Potenziale:

Tabelle 18: Ergebnisse Potenzialanalyse Dach-PV

theoretisches Potenzial Leistung	technisches Potenzial		
	Strommenge	Leistung	Strommenge
73,7 MW	56.700 MWh	50,7 MW	22.500 MWh

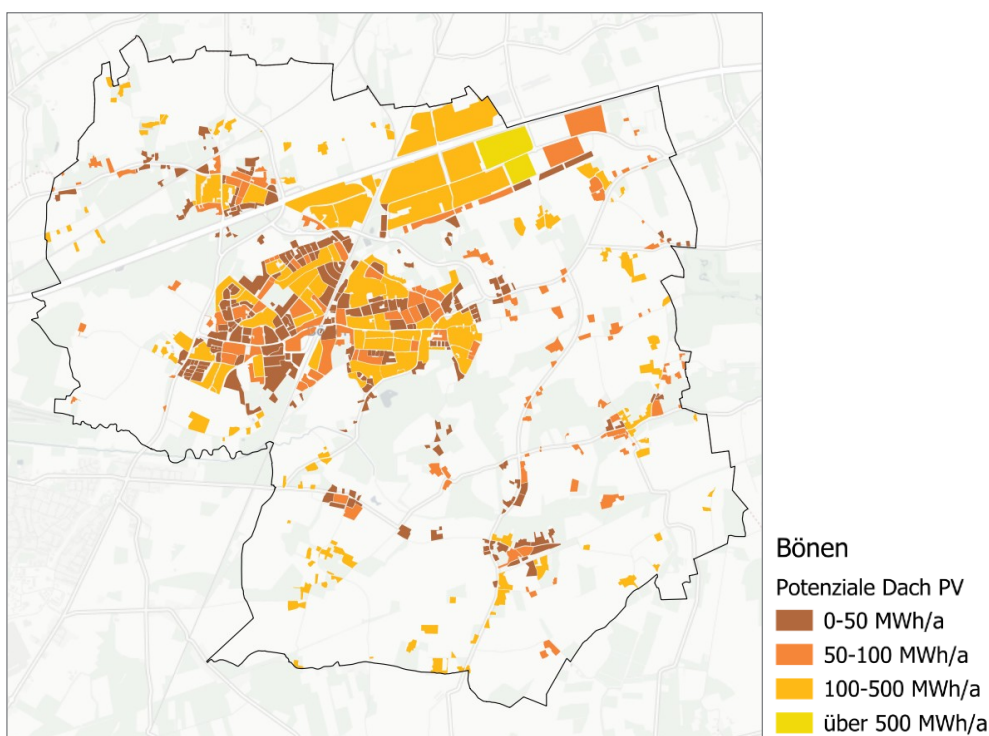


Abbildung 52: Potenziale Dach-PV in Bönen

Der Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Dachflächen erfolgt in der Regel durch private Investitionen und Entscheidungen. Im Kontext einer klimaneutralen Wärmeversorgung kann die dezentrale Stromerzeugung auf Gebäudedächern insbesondere in Gebieten ohne Anschluss an ein Wärmenetz durch die Kombination mit Wärmepumpen einen wichtigen Beitrag leisten. Zunehmend verbreitet sind zudem sogenannte Balkon-PV-Anlagen, die eine gute niedrighschwellige Möglichkeit zur Eigenstromerzeugung auf Haushaltsebene bieten. Laut Marktstammdatenregister (MaStR) sind im Gemeindegebiet derzeit rund **210 kW** an Balkon-PV-Leistung registriert (Stand: 07/2025).

FREIFLÄCHEN-PV

Photovoltaik-Freiflächen stellen neben Dachanlagen eine weitere Option zur Nutzung solarer Energie dar. Für das Gemeindegebiet liegt bereits eine Potenzialstudie³⁶ vor, die als Steuerungskonzept für PV-Freiflächen dient und deren identifizierte Potenzialflächen durch den Gemeinderat anerkannt wurden. Diese bildet die maßgebliche Grundlage für die Bewertung und weitere Entwicklung in diesem Bereich.

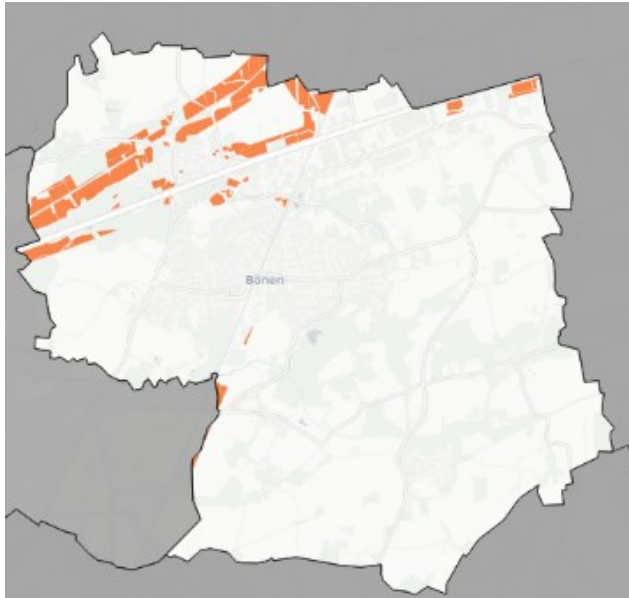


Abbildung 53: Privilegierte Flächen für Photovoltaik in Bönen

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfolgt ergänzend eine systematische Einordnung der Flächenkulisse, insbesondere unter Berücksichtigung der planungsrechtlichen Privilegierung gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB. Dabei wird zwischen regulären landwirtschaftlichen Flächen und privilegierten Flächen unterschieden. Privilegierte Freiflächen umfassen Bereiche entlang von Autobahnen und zweigleisigen Bahnstrecken bis zu einer Entfernung von 200 Metern. Für diese Flächen besteht grundsätzlich eine erleichterte Genehmigungsfähigkeit für Photovoltaikanlagen im Außenbereich, sodass sie auch ohne Bebauungsplan zulässig sein können, sofern keine

entgegenstehenden öffentlichen Belange vorliegen. Eine Baugenehmigung ist dennoch erforderlich und erfolgt in der Regel im vereinfachten Verfahren. Bei Autobahnen kann zusätzlich ein Schutzstreifen von etwa 40 Metern Breite entlang des Fahrbahnrandes zu berücksichtigen sein, dessen konkrete Ausgestaltung durch die zuständigen Behörden festgelegt wird. Da das Gemeindegebiet sowohl von einer Autobahn als auch von überregional bedeutsamen Schienenstrecken durchquert wird, stellen diese Bereiche einen wichtigen Bestandteil der Flächenkulisse dar. Die im Rahmen dieser Untersuchung ausgewiesenen Potenzialflächen dienen dabei der ergänzenden Einordnung und Veranschaulichung der grundsätzlich verfügbaren Flächen.

Für die Bewertung potenzieller Freiflächen-Photovoltaikstandorte wird auf die bereits vorliegende Potenzialanalyse der Gemeinde zurückgegriffen, in der geeignete Flächen auf Basis eines gesamträumlichen Entwicklungskonzepts identifiziert wurden. Die Studie verfolgt das Ziel, möglichst geeignete und raumverträgliche Standorte für Freiflächen-Photovoltaikanlagen zu bestimmen, Nutzungskonflikte zu minimieren und schutzwürdige Belange frühzeitig zu berücksichtigen. Methodische Grundlage ist dabei eine Negativkartierung, bei der Flächen mit hohen Konfliktpotenzialen systematisch ausgeschlossen werden. Außerhalb dieser Ausschlussflächen erfolgt die Identifikation

³⁶ Potenzialstandorte für Freiflächen-Photovoltaikanlagen in der Gemeinde Bönen, 02/2025

geeigneter Potenzialstandorte insbesondere auf Agrarflächen, Dauergrünland, vegetationslosen Flächen sowie auf Deponie-, Halden- und Abbauf Flächen. Ergänzend werden Abstandsregelungen zu sensiblen Nutzungen, etwa zu Siedlungsrändern oder Alleen, berücksichtigt; zu Gewerbegebieten werden hingegen keine zusätzlichen Abstände angesetzt. Zur Sicherstellung einer grundsätzlich wirtschaftlichen Flächengröße wurden Splitterflächen unter 2 ha von der Betrachtung ausgeschlossen. Für die spätere Projektentwicklung empfiehlt die Studie darüber hinaus Mindestflächengrößen von 4 ha für EEG-geförderte Anlagen und 6 ha für Projekte ohne Förderung. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden die in der Studie ausgewiesenen Flächen ohne Berücksichtigung eines Bodenwertkriteriums als theoretisches Potenzial eingeordnet. Die Flächenkulisse unter zusätzlicher Berücksichtigung einer maximalen Bodenwertzahl von 55 wird als technisches Potenzial bewertet. In Abbildung 54 sind die Ergebnisse der Studie für das technische Potenzial abgebildet.

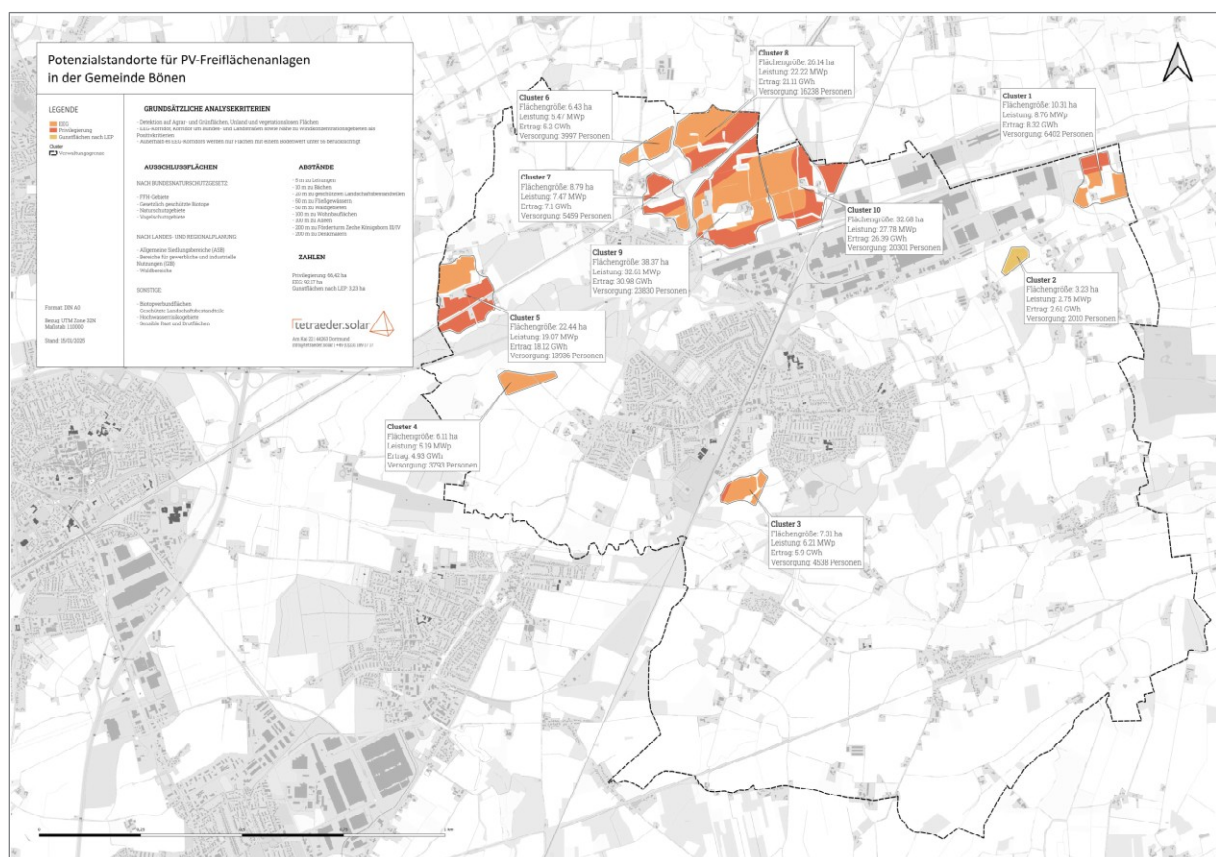


Abbildung 54: Potenzialstandorte für Freiflächen-Photovoltaikanlagen in der Gemeinde Bönen (Auszug aus der Potenzialstudie, 2025)

Neben Freiflächenanlagen kann Agri-Photovoltaik (Agri-PV) die Nutzungskonflikte zwischen Landwirtschaft und Energieerzeugung verringern, indem auf bewirtschafteten Flächen zusätzliche PV-Module installiert werden, ohne die landwirtschaftliche Nutzung stark einzuschränken. Im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wird Agri-PV als „besondere Solaranlage“ spezifisch gefördert. Dabei muss berücksichtigt werden, dass geförderte Agri-PV-Anlagen ausschließlich auf Ackerflächen errichtet werden dürfen und die Module dürfen maximal 10 % der Fläche überdecken, wenn die Anlagen über den Feldern installiert werden, beziehungsweise die nutzbare Fläche um bis zu 15 % verringern, wenn sie in Reihenstrukturen aufgestellt sind (PV-Zäune). Die förderfähige Gesamtfläche ist auf 2,5

Hektar Grundfläche pro Anlage begrenzt. Für die Bewertung des Einsatzpotenzials ist eine Differenzierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen nach Nutzungsart sinnvoll, um standortspezifisch geeignete Flächen zu identifizieren. Dabei ist abzuwägen, ob eine hochgeständerte oder bodennahe Modulaufstellung den landwirtschaftlichen Betrieb und die Energieerzeugung besser miteinander vereinbart. Die Ermittlung des theoretischen Potenzials erfolgte auf Basis der landwirtschaftlichen Flächendaten eines Stichjahres (vgl. Kapitel 4.2, Kapitel 4.5.3.1) und wird bei einer möglichen Umsetzung stets eine individuelle Betrachtung erfordern.

Tabelle 19: Ergebnisse Potenzialanalyse Freiflächen-PV

	theoretisches Potenzial		technisches Potenzial	
	Leistung	Arbeit	Leistung	Arbeit
Freifläche	395 MW	375.000 MWh	81 MW	77.000 MWh
Privilegierte Flächen	57 MW	54.000 MWh	57 MW	54.000 MWh
Agri PV	8 MW	5.800 MWh	8 MW	5.800 MWh

In keinem Fall können die gesamten dargestellten Potenziale gehoben werden. Sie sollen vielmehr verdeutlichen, dass in Bönen Photovoltaik auf Freiflächen mit hoher Wahrscheinlichkeit gut umsetzbar ist. Insbesondere die privilegierten Flächen, die vereinfachte Genehmigungsverfahren bedeuten, können für mögliche Projekte sinnvoll sein. Ein solches Projekt befindet sich derzeit in der Planungsphase. Zwischen dem Nordosten von Bönen und Südosten von Hamm entlang der A2 soll 2027 der Baubeginn für insgesamt geplante 20 MWp mit möglicher Erweiterung um zusätzliche 25 MWp stattfinden. Die besondere Förderung und die Vorteile, die sich bei der Agri-PV auch für die Bewirtschaftung ergeben, können solche Projekte wirtschaftlich attraktiv gestalten. In Hinblick auf die Kommunale Wärmeplanung kann der Ertrag von PV-Anlagen beispielsweise zur direkten Versorgung von Groß-Wärmepumpen genutzt werden, was die Strombezugskosten erheblich senken kann. Da sich Wärmebedarf und PV-Ertrag im jahreszeitlichen Verlauf allerdings entgegenstehen, kann solch ein Projekt primär als ergänzende Maßnahme bewertet werden, sofern keine saisonale Speicherung vorgesehen ist.

4.6.3 WASSERKRAFT

Im Untersuchungsgebiet könnte die Seseke über ausreichende Durchflussmengen verfügen, um kleine Wasserkraftanlagen theoretisch zu ermöglichen. Für die Kommunale Wärmeplanung hat die Wasserkraft jedoch nur eine untergeordnete Bedeutung. Die vorhandenen Potenziale liegen in einem sehr kleinen Leistungsbereich und sind in ihrer räumlichen und technischen Nutzung stark begrenzt. Auch die Errichtung neuer Anlagen ist aufgrund strenger wasser- und naturschutzrechtlicher Vorgaben, umfangreicher Genehmigungsverfahren und konkurrierender Nutzungsansprüche an die Gewässer kaum realisierbar. Zudem tragen kleinere Wasserkraftanlagen aufgrund ihrer geringen installierten Leistung nur in sehr begrenztem Umfang zur Energieversorgung bei und sind wirtschaftlich häufig nicht rentabel. Entsprechend wird für das Untersuchungsgebiet kein weiteres nutzbares Potenzial ausgewiesen.

4.7 POTENZIALE ZUR ZENTRALEN WÄRMESPEICHERUNG

Saisonale Wärmespeicher können eine wichtige Rolle in einer klimaneutralen Wärmeversorgung übernehmen. Sie ermöglichen es, im Sommer erzeugte Wärme, beispielsweise aus Solarthermie oder aus der Kombination von Photovoltaik und Wärmepumpen, bei Temperaturen von über 90 °C zu speichern und für die Wintermonate verfügbar zu machen. Im Winter kann dem Speicher durch den Einsatz von Wärmepumpen Wärme entnommen werden, bis dieser auf rund 10 °C heruntergekühlt ist, um die gesamte Speicherkapazität möglichst effizient auszunutzen.

Ein typischer Saisonalspeicher ist ein sogenanntes Erdbeckenspeichersystem, das technisch mit einem großen Wasserkörper wie einem Teich oder See vergleichbar ist. Praxisbeispiele und wissenschaftliche Fachliteratur zeigen, dass solche Speicher für eine größere Versorgungsregion erst jenseits von 100.000 m³ Speichervolumen sinnvoll realisierbar sind. In diesen Größenordnungen handelt es sich um große Infrastrukturprojekte mit hohen Investitionskosten und anspruchsvollen Standortbedingungen: Der Standort muss nahe genug am versorgten Gebiet liegen, um Leitungsverluste zu minimieren, darf nicht unter hohem Grundwassereinfluss stehen und muss baugrundtechnisch sowie hydrologisch geeignet sein. Es existieren bereits einige erfolgreiche Praxisprojekte in Dänemark sowie in Deutschland, trotzdem sind Erfahrungswerte bisher noch nicht sehr zahlreich, sodass bspw. bei den Kosten noch gewisse Unsicherheiten vorhanden sind.

Neben Erdbeckenspeichern können auch Aquiferspeicher zur saisonalen Wärmespeicherung eingesetzt werden. Dabei wird warmes oder kaltes Wasser über Bohrungen in natürliche Grundwasserleiter eingebracht und zu einem späteren Zeitpunkt wieder entnommen. Das Verfahren erlaubt große Speicherkapazitäten und eignet sich ebenfalls zur saisonalen Verschiebung von Wärmeüberschüssen. Für eine erfolgreiche Umsetzung sind jedoch stabile geologische und hydrogeologische Bedingungen erforderlich, und damit in einer ehemaligen Bergbauregion mit möglichen Hohlräumen, Verbrüchen oder Setzungserscheinungen vermutlich nicht gegeben. Auch wirtschaftlich sind Aquiferspeicher aufgrund der notwendigen Erkundungs- und Genehmigungsaufwände in solchen Gebieten meist nicht konkurrenzfähig.

Eine verwandte Technologie stellen Grubenwasserspeicher dar, bei denen nicht das umgebende Gestein, sondern das in ehemaligen Bergwerken vorhandene Grubenwasser selbst als Wärmesenke oder -quelle genutzt wird. Solche Systeme befinden sich derzeit in der Erprobung. Trotz der grundsätzlich interessanten Perspektive bestehen hier weiterhin erhebliche technische, rechtliche und wirtschaftliche Unsicherheiten, sodass eine Umsetzung nur unter standortspezifischen Voraussetzungen realistisch ist.

Für die Kommunale Wärmeplanung wurde im Untersuchungsgebiet im Ergebnis auch in Absprache mit den Gemeinschaftsstadtwerken kein Schwerpunkt auf die Flächenfindung für großskalige Erdbeckenspeicher gesetzt und das Thema Grubenspeicher in anderem Zusammenhang betrachtet (Kapitel 4.5.5.2). Die Stadtwerke sehen den Einsatz solcher Großspeicher eher im ländlichen Raum als sinnvoll an, wo ein begrenzter Versorgungsbereich profitieren kann und die Größenordnungen geringer sind. Im Untersuchungsgebiet liegt der Fokus auf kleineren Speichern in Tankbauweise, die zur Effizienzsteigerung bestehender Systeme oder zur Zwischenspeicherung von Solarwärme dienen können.

4.8 ZUSAMMENFASSUNG POTENZIALANALYSE

Tabelle 20: Zusammenfassung Potenzialanalyse Bönen

Kategorie	Kommentar	Theor. Potenzial	Techn. Potenzial	Relevanz Zielszenario
Energieeinsparung & Effizienz				
Energieeinsparung & Effizienz*	Individuelle Umsetzung notwendig	53.000 MWh	24.000 MWh	Hoch
Unvermeidbare Abwärme				
Unvermeidbare Abwärme	Keine extern nutzbaren Potenziale identifiziert	0 MWh	0 MWh	n. a.
Geothermie				
Erdwärmekollektoren*	Für Quartierslösungen denkbar	70.800 MWh	32.500 MWh	Mittel
Erdwärmesonden*		70.000 MWh	32.300 MWh	Mittel
Mitteltiefe Geothermie*	Einzelfallprüfungen notwendig	37.500 MWh		Gering
Tiefe Geothermie	Potenziale nicht quantifizierbar			n. a.
Solarthermie				
Solarthermie Freifläche*	Saisonalität als Kriterium	280.000 MWh	41.000 MWh	Mittel
Solarthermie Dachfläche	Nur für Großanlagen			n. a.
Biomasse				
Landwirtschaftliche Erzeugnisse	Verbrennung/Vergärung als Biogas	28.700 MWh	950 MWh	Gering
Wirtschaftsdünger	Vergärung als Biogas	3.800 MWh	3.800 MWh	Gering
Forstwirtschaftliche Erzeugnisse	In Form von Holzhackschnitzeln	1.100 MWh	110 MWh	Gering
Abfall- und Reststoffe				
Abfall- und Reststoffe	Potenziale bereits in Nutzung	9.500 MWh	0 MWh	n. a.
Rest- und Altholz	Keine Potenziale identifiziert	0 MWh	0 MWh	n. a.

Umweltwärme

Fließgewässer	Abh. von Lage und Durchfluss			n. a.
Grubenwasser	Potenziale nicht quantifizierbar			Hoch
Geklärtes Abwasser	Kläranlage Bönen	51.300 MWh	32.900 MWh	Hoch
Kanalabwasser	Potenziale nicht quantifizierbar			n. a.
Luft*	Potenziale nicht quantifizierbar			Hoch

Grüne Gase

Grubengas	Keine Potenziale	0 MWh	0 MWh	Mittel
Biogas & Biomethan	Bereits in Nutzung	12.400 MWh	8.000 MWh	hoch
Grüner Wasserstoff	Potenziale nicht quantifizierbar			

Erneuerbare Stromquellen

Windenergie	Repowering mit größeren Anlagen möglich		41.000 MWh	Hoch
PV-Dachfläche*	Individuelle Umsetzung notwendig	56.800 MWh	23.000 MWh	Mittel
PV-Freifläche*	Flächenfindung als Hindernis	375.000 MWh	77.000 MWh	Gering
Privilegierte PV*	Nahe Autobahnen und zweigleisigen Schienen	54.000 MWh	54.000 MWh	Mittel
Agri-PV*	Doppelnutzung auf dem Feld	5.800 MWh	5.800 MWh	Gering
Wasserkraft	Kein Potential im Gemeindegebiet	0 MWh	0 MWh	n. a.

Zentrale Wärmespeicherung

Zentrale Wärmespeicherung	Potenziale nicht quantifizierbar			n. a.
---------------------------	----------------------------------	--	--	-------

*Diese Potenziale sind nur teilweise nutzbar. Die dargestellten Zahlen in den Kategorien sollen daher einen Indikator über die Relevanz liefern und können nicht in vollem Umfang gehoben werden.

Tabelle 20 fasst alle untersuchten Elemente der Potenzialanalyse zusammen. Die Ergebnisse sind als Energiemenge in MWh angegeben, wobei zwischen vollständig nutzbaren und teilweise nutzbaren Potenzialen unterschieden werden muss. Bei den Kategorien, die mit einem Stern (*) markiert sind, sind die (flächenabhängigen) Zahlenwerte aufsummiert und nur ein Teil davon kann tatsächlich gehoben werden. Die restlichen Kategorien sind in ihren technischen Potenzialen voll nutzbar. Rot hinterlegt sind die Ergebnisse, bei denen die Potenziale im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nicht quantifiziert werden können. In den jeweiligen Einzelkapiteln ist an den Stellen nochmal darauf hingewiesen, weshalb dies nicht möglich ist.

Im Bereich Energieeinsparung und Effizienz könnten bei einer vollständigen Umsetzung aller möglichen Maßnahmen in Bönen über 51 % Nutzenergie eingespart werden, was dem theoretischen Potenzial entspricht. Berücksichtigt man darüberhinausgehend sozioökonomische Faktoren und bisherige Sanierungsquoten sowie eine realistische zukünftige Entwicklung dieser Parameter, kann von einem technischen Energieeinsparungspotenzial von etwa 16,6 % oder 25.000 MWh ausgegangen werden. Zukünftige Veränderungen im Gebäudebestand, wie Neubau oder Abriss von Gebäuden können dabei nur geringfügig über bereits bekannte Pläne berücksichtigt werden.

Potenziale unvermeidbarer Abwärme wurden in Bönen bei insgesamt 14 Unternehmen über Fragebögen erhoben, wobei sieben Rückmeldungen gegeben wurden. Dies entspricht einer hohen Rückmeldung und spiegelt das hohe Engagement der Bönener Unternehmen wider. Ein konkretes Abwärmepotenzial wurde dabei von fünf Unternehmen benannt, von denen mit zweien Einzelgespräche geführt werden konnten. Leider konnte kein Potenzial identifiziert werden, das außerhalb der Betriebsgelände für die Wärmeversorgung im Gemeindegebiet nutzbar wäre. Dies ist ein typisches, erwartbares Ergebnis für viele Kommunen, da große extern nutzbare Potenziale nicht häufig auftreten.

Bei den erneuerbaren Wärmepotenzialen sind in Bönen insbesondere das geklärte Abwasser aus dem Klärwerk, die Versorgung mit Biogas, sowie oberflächennahe Geothermie zu nennen. Durch den Einsatz einer Abwasserwärmepumpe könnte bereits ein größerer Teil von Bönen mit erneuerbarer Wärme versorgt werden. Für den Einsatz von Biogas gibt es bereits Diskussionen, inwieweit die drei ansässigen Anlagenbetreiber und weitere Akteure kooperieren und gemeinsam eine erneuerbare Wärmeversorgung in Bönen umsetzen können. In dezentralen Gebieten wie auf Quartiersebene oder in Einzelgebäuden, können Wärmepumpen betrieben werden, die einerseits über Erdwärmekollektoren bzw. -sonden versorgt werden. Auch für dezentrale Luft-Wärmepumpen ist an vielen Stellen die Möglichkeit der Versorgung gegeben. Perspektivisch kann für Bönen aufgrund der Lage des geplanten Wasserstoff-Kernnetzes auch über grünen Wasserstoff diskutiert werden. Da dieser nach heutigem Stand nicht zu Heizzwecken genutzt werden sollte, können im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung diesbezüglich keine verbindlichen Aussagen getroffen werden.

Erneuerbare Strompotenziale sind stark durch die Möglichkeiten der privilegierten PV geprägt, die aufgrund der Lage Bönens einen vergleichbar großen Teil der Flächen ausmacht. Möglichkeiten gibt es außerdem im Bereich der Windenergie, bei der über Repowering zukünftig eine höhere Energieerzeugung möglich wäre. Im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung sind in diesem Bereich Versorgungen großer Wärmepumpen per Direktleitung ein gutes Modell, um eine erneuerbare und günstige Wärmeversorgung realisieren zu können.

Auch im dezentralen Bereich kann Dachflächen-Photovoltaik in Verbindung mit Wärmepumpen einen wertvollen Beitrag liefern.

Die zentrale Wärmespeicherung kann dazu beitragen, saisonale Potenziale besser über das Jahr zu verteilen. Bezogen auf den Wärmebedarf in Bönen würde das sehr große Speicher voraussetzen. Für solche Vorhaben ist es einerseits schwierig, geeignete Flächen zu finden, da die Standortvoraussetzungen besondere Anforderungen an Untergrund und Grundwasser stellen. Andererseits ist in diesen Dimensionen der Aufwand der Erschließung äußerst hoch und damit risikofähig, weshalb insgesamt kein konkretes Potenzial für zentrale Wärmespeicher ausgewiesen werden kann. Kleinere nicht-saisonale Speicher sind allerdings in jedem Fall zu empfehlen und sollten für zukünftige Konzepte mitgedacht werden.

5 ENTWURF ZIELSZENARIO 2045 - BÖNEN

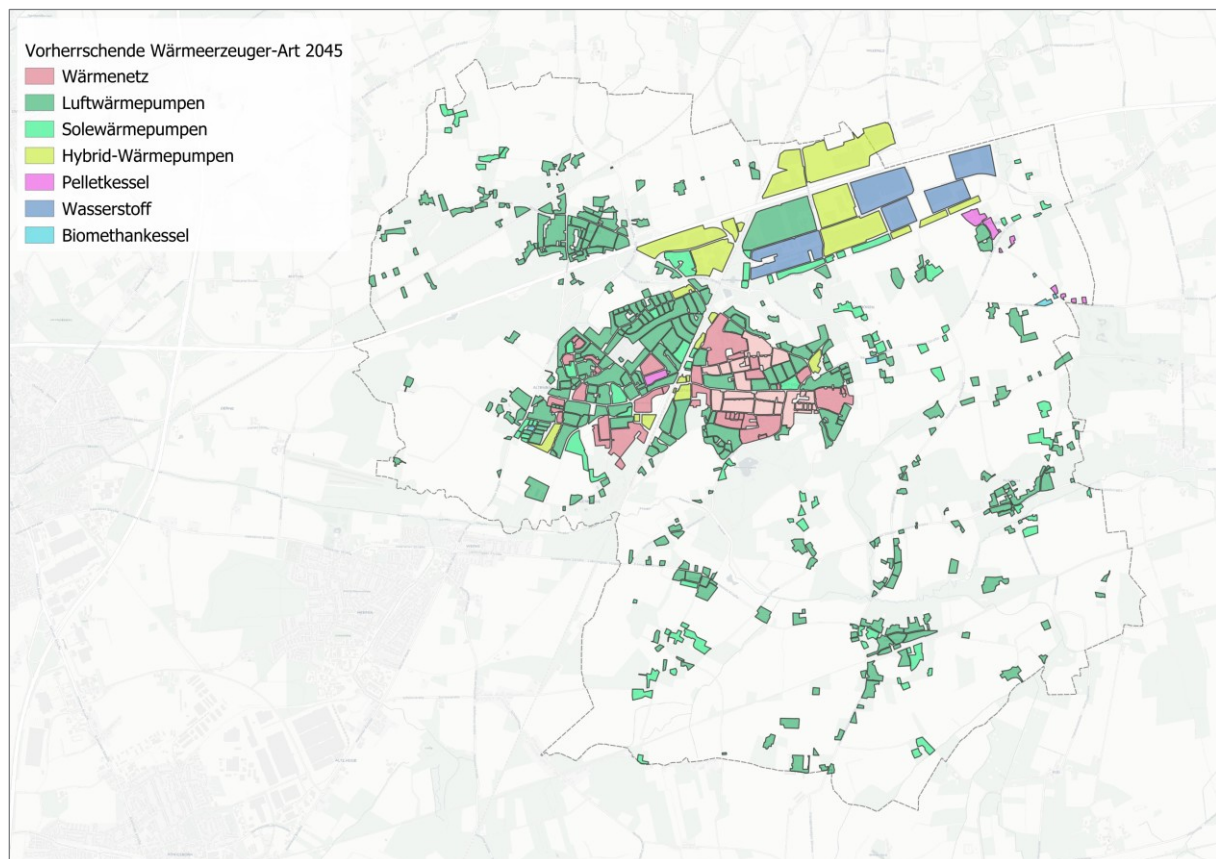


Abbildung 55: Symbolbild Zielszenario

Die Kommunale Wärmeplanung für die Gemeinde Bönen zeigt deutlich: Die heutige Wärmeversorgung ist stark fossil geprägt und steht vor einem grundlegenden Transformationsbedarf. Der überwiegende Anteil der Wärme wird derzeit durch Erdgas und Heizöl bereitgestellt, während erneuerbare Energien bislang nur eine untergeordnete Rolle spielen. Gleichzeitig sind große Teile des Gebäudebestands durch ältere energetische Standards geprägt, und es ist lediglich von moderaten Sanierungsraten bis 2045 auszugehen.

5.1 ZIELE UND METHODIK

ZIEL

Im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung (KWP) beschreibt der Entwurf zum Zielszenario im Zwischenbericht einen vorläufigen Plan, wie die zukünftige Wärmeversorgung der Kommune klimaneutral gestaltet werden soll.

Das Zielszenario beschreibt eine mögliche langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung innerhalb des betrachteten kommunalen Gebiets und zeigt auf, wie diese perspektivisch treibhausgasneutral gestaltet werden kann. Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse dient es als strategische Orientierung für die zukünftige Ausgestaltung der Wärmeversorgung und bildet eine wichtige Grundlage für die weiteren Schritte der Kommunalen Wärmeplanung.

Der im Zwischenbericht dargestellte Entwurf stellt einen **Planungs- und Arbeitsstand** dar. Er soll mögliche Entwicklungspfade aufzeigen, räumliche Versorgungsstrukturen skizzieren und eine erste Einschätzung zur zukünftigen Rolle verschiedener Wärmeversorgungstechnologien geben. Gleichzeitig dient das Zielszenario als Basis für die weitere fachliche Bewertung, Abstimmung mit relevanten Akteuren sowie für die spätere Ableitung konkreter Maßnahmen.

Im Entwurf zum Zielszenario werden insbesondere folgende Zielsetzungen verfolgt:

- Darstellung einer möglichen treibhausgasneutralen Wärmeversorgung im Zieljahr
- Identifikation geeigneter Versorgungsstrukturen (z. B. Wärmenetze oder dezentrale Lösungen)
- Einordnung der zukünftigen Relevanz einzelner erneuerbarer Energien und klimaneutraler Technologien
- Perspektivische Reduktion und Substitution fossiler Energieträger
- Räumliche Orientierung für die zukünftige Entwicklung der Wärmeversorgung im Gemeindegebiet

Die Formulierung des Zielszenarios ist zentraler Bestandteil des kommunalen Wärmeplans und dient als „Blaupause“ für eine treibhausgasneutrale und effiziente Wärmeversorgung. Die im Prozess zur Erarbeitung des Zielszenarios zu beantwortenden Fragen lauten:

- Wo können künftig Wärmenetze liegen?
- Wie lassen sich diese Wärmenetze treibhausgasneutral betreiben?
- Welche Betreiber kommen für den Betrieb der Wärmenetze infrage?
- Welche Wärmepreise sind je Wärmeerzeugungsart zu erwarten? (Siehe Kapitel: 7.6)
- Ab wann kann mit einer Inbetriebnahme der Wärmenetze im jeweiligen Teilgebiet gerechnet werden?
- Wie erfolgt die Wärmeversorgung für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

VORGEHEN

Die Erstellung des Zielszenarios erfolgt auf Baublockebene in folgenden Schritten:

- Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs nach Annahme einer Sanierungstätigkeit
- Beurteilung einer Luftwärme- und Erdwärmepumpentauglichkeit (siehe Potenzialanalyse)
- Analyse bereits verbauter Wärmeversorgungsstrukturen

- Analyse benötigter Vorlauftemperaturen, basierend auf Energiestandard und Gebäudetypen
- Kostenschätzung für bestehende Wärmenetze, Netzerweiterungen und neue Wärmenetze nach Absprache mit zukünftigen Betreibern
- Überschlägliche Vollkostenvergleichsrechnung auf Gebäude- bzw. Objektebene für alternative Versorgungstechniken (nach KWW-Technikkatalog)

Nach erfolgter Analyse ließen sich in enger Anlehnung an §18 des Wärmeplanungsgesetzes ausgewählte Wärmeversorgungsvarianten auf Gebäudeebene bewerten. Folgende Bewertungskriterien wurden dabei vergleichend zueinander berücksichtigt:

1. Wärmegestehungskosten
2. Realisierungsrisiken
3. Versorgungssicherheit
4. Treibhausgasemissionen

Auf eine Gewichtung der Kriterien untereinander wurde verzichtet.

ERGEBNIS

Das Ergebnis eines Zielszenarios in der Kommunalen Wärmeplanung ist ein strategisches Zukunftsbild der klimaneutralen Wärmeversorgung einer Kommune im Zieljahr (Bönen: 2045, Kamen: 2040, Bergkamen: 2040). Es zeigt auf, wie der zukünftige Wärmebedarf gedeckt werden kann und welche Versorgungsstrukturen und Technologien dabei voraussichtlich zum Einsatz kommen.

Das Zielszenario liefert damit eine fachliche Entscheidungsgrundlage für die langfristige Transformation der Wärmeversorgung und bildet die Grundlage für die anschließende Entwicklung eines konkreten Maßnahmenplans.

Die Ergebnisse unseres Zielszenarios sind:

- Darstellung der zukünftigen Wärmeversorgungsstruktur im Zieljahr (z. B. Anteil von Wärmenetzen, Einzelversorgung durch Wärmepumpen, Nutzung von Biomasse, Geothermie oder Abwärme)
- Räumliche Einordnung der Versorgungsarten durch eine blockweise Darstellung
- Quantifizierung des zukünftigen Wärmebedarfs unter Berücksichtigung von Effizienzmaßnahmen und Gebäudesanierungen
- Abschätzung der benötigten erneuerbaren Wärmequellen und Energiepotenziale
- Darstellung der Reduktion von Treibhausgasemissionen im Vergleich zum heutigen Zustand

- Ableitung von strategischen Entwicklungsrichtungen für die zukünftige Wärmeinfrastruktur

Zusammengefasst besteht das Ergebnis eines Zielszenarios darin, ein konsistentes, räumlich und energetisch beschriebenes Bild der zukünftigen klimaneutralen Wärmeversorgung zu liefern. Dieses dient anschließend als Grundlage für die Entwicklung konkreter Maßnahmen, Zeitpfade und Prioritäten innerhalb der Kommunalen Wärmeplanung.

Im Zieljahr 2045 wurden ausschließlich annähernd CO₂-freie Versorgungsarten miteinander verglichen.

5.2 BETRACHTETE VERSORGUNGSARTEN

Im Entwurf des Zielszenarios wurden folgende Wärmeversorgungsarten untereinander verglichen:

- **Gaskessel (neu)** mit vollkommener Biomethanversorgung
- **Luftwärmepumpen**
- **Solewärmepumpen**
- **Biomassekessel**
- **Hybrid- Systeme** (Luftwärmepumpen + Gaskessel mit Biomethanversorgung)
- **Wärmenetze** (mehr als 16 angeschlossene oder mehr als 100 Wohneinheiten)

5.2.1 GASKESSEL (BIOMETHAN)

Die Wärmeversorgung über neu installierte Gaskessel stellt eine technisch etablierte und weit verbreitete Form der Gebäudeheizung dar. Moderne Gas-Brennwertkessel zeichnen sich durch eine hohe Effizienz und vergleichsweise geringe Investitionskosten aus. Im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung wird diese Technologie zunehmend unter der Perspektive einer klimaneutralen Gasversorgung betrachtet. Dabei wird angenommen, dass fossiles Erdgas perspektivisch ganz oder teilweise durch Biomethan oder andere erneuerbare Gase ersetzt wird. Biomethan wird aus biogenen Reststoffen wie Gülle, Bioabfällen oder Energiepflanzen erzeugt und anschließend auf Erdgasqualität aufbereitet, sodass es über die bestehende Gasinfrastruktur transportiert und genutzt werden kann.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Versorgungsoption liegt in der Kompatibilität mit der vorhandenen Gasinfrastruktur. Gebäude mit bestehendem Gasanschluss können relativ einfach auf moderne Brennwertkessel umgestellt werden, ohne dass umfangreiche bauliche Anpassungen erforderlich sind. Dadurch entstehen für Gebäudeeigentümer vergleichsweise geringe Umstellungskosten. Zudem können Gasheizungen auch in Gebäuden mit höheren Vorlauftemperaturen oder begrenzten energetischen Sanierungsmöglichkeiten zuverlässig eingesetzt werden.

Die zukünftige Rolle gasbasierter Heizsysteme wird jedoch maßgeblich durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen bestimmt. Mit den derzeit diskutierten Regelungen im Rahmen des Gebäudemodernisierungsgesetzes (GMG) soll der Einbau neuer Gasheizungen weiterhin möglich bleiben, allerdings unter der Voraussetzung, dass diese perspektivisch zunehmend mit klimaneutralen Gasen betrieben werden. Vorgesehen ist dabei ein schrittweise steigender Anteil erneuerbarer oder CO₂-armer Gase im Brennstoffmix. Ziel dieser Regelungen ist es, die Gasversorgung langfristig zu dekarbonisieren.

Gleichzeitig bestehen Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen Verfügbarkeit und Kosten erneuerbarer Gase. Die Potenziale für nachhaltig erzeugtes Biomethan sind begrenzt und werden auch in anderen Sektoren benötigt. Daher wird diese Versorgungsoption eher als ergänzende oder übergangsweise Lösung betrachtet.

5.2.2 LUFTWÄRMEPUMPEN

Luftwärmepumpen gehören zu den derzeit am weitesten verbreiteten Technologien für eine dezentrale erneuerbare Wärmeversorgung von Gebäuden. Sie nutzen die in der Umgebungsluft enthaltene Energie als Wärmequelle und wandeln diese mithilfe elektrischer Energie auf ein höheres Temperaturniveau um, das für Heizung und Warmwasserbereitung genutzt werden kann.

Ein wesentlicher Vorteil von Luftwärmepumpen liegt in der vergleichsweise einfachen Installation. Da die Wärmequelle – die Außenluft – überall verfügbar ist, sind keine aufwendigen Erdarbeiten oder Bohrungen erforderlich. Dadurch eignen sich Luftwärmepumpen sowohl für Neubauten als auch für viele Bestandsgebäude.

Die Effizienz einer Wärmepumpe wird maßgeblich durch die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Heizsystem bestimmt. Gebäude mit niedrigen Vorlauftemperaturen, beispielsweise durch Fußbodenheizungen oder gut gedämmte Gebäudehüllen, sind daher besonders gut für den Einsatz dieser Technologie geeignet.

Allerdings sinkt die Effizienz bei sehr niedrigen Außentemperaturen, da die Wärmepumpe in diesen Situationen mehr elektrische Energie benötigt. Zudem können Schallemissionen der Außeneinheiten sowie der Platzbedarf im Außenbereich eine Rolle bei der Standortwahl spielen.

Gerade außerhalb dicht besiedelter Gebiete ohne realistische Perspektive für den Anschluss an ein Wärmenetz werden Luftwärmepumpen bereits heute häufig als Standardlösung für Ein- und Zweifamilienhäuser betrachtet. Auch im Gebäudebestand gewinnen sie zunehmend an Bedeutung. Im Rahmen dieser Planung wird berücksichtigt, dass in den letzten Jahren deutliche technologische Fortschritte im Bereich der Luftwärmepumpen erzielt wurden.

Moderne Geräte verwenden zunehmend das natürliche Kältemittel Propan (R290). Dadurch können heute auch höhere Vorlauftemperaturen von teilweise über 70 °C erreicht werden, ohne dass die Effizienz der Anlagen stark abnimmt. Unter geeigneten Randbedingungen können so Jahresarbeitszahlen von über 3 erzielt werden. Dies ermöglicht in vielen Fällen auch den Einsatz in Bestandsgebäuden und teilweise sogar in Mehrfamilienhäusern, ohne dass zwingend umfangreiche Anpassungen am bestehenden Heizsystem – etwa die vollständige Umrüstung auf Flächenheizungen – erforderlich sind.

Zusätzlich wird die Installation von Wärmepumpen derzeit durch staatliche Förderprogramme (BEG) mit teils hohen Zuschussquoten unterstützt. Dadurch ergeben sich in vielen Fällen wirtschaftlich attraktive Rahmenbedingungen für den Einsatz dieser Technologie. Vor diesem Hintergrund stellen Luftwärmepumpen insbesondere in geringer verdichteten Siedlungsstrukturen ohne Wärmenetzperspektive eine zentrale Option für eine zukünftige klimaneutrale Wärmeversorgung dar.

5.2.3 SOLEWÄRMEPUMPEN

Solewärmepumpen, auch als Erdwärmepumpen bezeichnet, nutzen die im Boden gespeicherte Wärme als Energiequelle. Diese Wärme wird über Erdsonden oder Erdkollektoren aufgenommen und über ein Wärmepumpensystem auf das für Heizzwecke benötigte Temperaturniveau angehoben.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Technologie liegt in der relativ konstanten Temperatur des Erdreichs über das gesamte Jahr hinweg. Dadurch arbeiten Solewärmepumpen in der Regel effizienter und gleichmäßiger als Luftwärmepumpen. Die Jahresarbeitszahlen fallen häufig höher aus, was zu geringeren Betriebskosten führen kann.

Die Installation erfordert jedoch geologische Untersuchungen und Genehmigungen, insbesondere bei Tiefenbohrungen für Erdsonden. Zudem entstehen höhere Investitionskosten im Vergleich zu Luftwärmepumpen. In manchen Regionen können auch wasserrechtliche oder geologische Einschränkungen bestehen.

Solewärmepumpen eignen sich besonders für Gebäude mit ausreichend Grundstücksfläche oder für Standorte, an denen Tiefenbohrungen möglich sind.

Im Rahmen unserer Kommunalen Wärmeplanung stellen Solewärmepumpen eine wichtige Option für die dezentrale erneuerbare Wärmeversorgung dar, insbesondere in Gebieten ohne Wärmenetzperspektive.

Durch die relativ konstante Quelltemperatur des Erdreichs erreichen Solewärmepumpen in der Regel höhere und stabilere Effizienzen als Luftwärmepumpen. Dadurch können sie auch bei etwas höheren Vorlauftemperaturen wirtschaftlich betrieben werden und kommen daher grundsätzlich auch für Bestandsgebäude in Betracht.

Bei Anlagen mit Erdsonden kann zudem eine Regeneration des Erdreichs vorgesehen werden. Dabei wird dem Untergrund in den Sommermonaten Wärme zugeführt, um die langfristige Stabilität der Quelltemperatur zu verbessern. Dies kann beispielsweise über einfache Luftwärmetauscher, unverglaste Solarkollektoren oder andere Wärmequellen erfolgen. Eine solche Regeneration kann die Leistungsfähigkeit der Sonden erhöhen und in bestimmten Fällen dazu beitragen, die erforderliche Sondenlänge zu reduzieren.

5.2.4 BIOMASSEKESSEL

Biomassekessel erzeugen Wärme durch die Verbrennung biogener Brennstoffe, typischerweise Holzpellets, Hackschnitzel oder Scheitholz. Da bei der Verbrennung nur die

Menge an Kohlendioxid freigesetzt wird, die zuvor während des Pflanzenwachstums aufgenommen wurde, gelten diese Brennstoffe bilanziell als weitgehend klimaneutral.

Ein Vorteil dieser Technologie besteht darin, dass sie auch hohe Vorlauftemperaturen bereitstellen kann und damit gut für Bestandsgebäude mit konventionellen Heizsystemen geeignet ist. Zudem können Biomassekessel sowohl in Einzelgebäuden als auch in größeren Anlagen zur Versorgung mehrerer Gebäude eingesetzt werden.

Allerdings sind Biomasseheizungen mit einem höheren Platzbedarf verbunden, da Lager Räume für Brennstoffe erforderlich sind. Außerdem entstehen bei der Verbrennung Emissionen von Feinstaub und anderen Luftschadstoffen, weshalb moderne Anlagen über entsprechende Filter- und Regelungssysteme verfügen müssen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die begrenzte Verfügbarkeit nachhaltiger Biomasse. Holzbasierte Brennstoffe stehen nicht unbegrenzt zur Verfügung und müssen auch in anderen Bereichen genutzt werden. Daher wird Biomasse im Rahmen der Energiewende häufig gezielt für Anwendungen eingesetzt, bei denen andere Technologien (vor allem Wärmepumpen) schwer realisierbar sind.

5.2.5 HYBRID-HEIZSYSTEME

Hybrid-Heizsysteme kombinieren zwei unterschiedliche Wärmeversorgungstechnologien innerhalb eines Gebäudes. Eine häufig betrachtete Variante besteht aus der Kombination einer Luftwärmepumpe mit einem Gaskessel, der perspektivisch mit Biomethan betrieben wird.

In einem solchen System übernimmt die Wärmepumpe in der Regel den Großteil der Wärmeversorgung (ganzjährig > 65%), insbesondere bei moderaten Außentemperaturen. Der Gaskessel wird vor allem bei sehr niedrigen Temperaturen oder bei hohen Lastspitzen zugeschaltet. Dadurch kann die Wärmepumpe effizient betrieben werden, ohne dass sie für extreme Leistungsanforderungen ausgelegt werden muss.

Ein Vorteil dieses Ansatzes besteht in der hohen Versorgungssicherheit und Flexibilität. Besonders in Bestandsgebäuden mit höheren Heizlasten oder begrenzten Möglichkeiten zur Gebäudesanierung kann ein Hybridsystem eine praktikable Lösung darstellen.

Gleichzeitig kann der fossile Anteil der Wärmeversorgung deutlich reduziert werden, da ein großer Teil der Wärme durch die Wärmepumpe bereitgestellt wird. Durch den perspektivischen Einsatz von Biomethan im Gaskessel kann das System langfristig weiter dekarbonisiert werden.

Im Rahmen unserer Kommunalen Wärmeplanung werden Hybridlösungen i.d.R. als Übergangstechnologie betrachtet, die insbesondere in Bestandsgebieten eingesetzt wird, in denen ein vollständiger Umstieg auf rein elektrische Wärmepumpensysteme kurzfristig schwierig ist. Werden diese Techniken im Zieljahr 2040 empfohlen, wurde der Kesselanteil mit grünem Gas bzw. Biomethan kalkuliert. Eine Aufstellfläche für einen Flüssiggastank wäre im Rahmen eines langfristigen Konzeptes mitzudenken.

5.2.6 WÄRMENETZE

Wärmenetze stellen eine zentrale Versorgungsform dar, bei der Wärme in einer zentralen Erzeugungsanlage produziert und über ein Rohrleitungsnetz an mehrere Gebäude verteilt wird. Im Rahmen unserer Kommunalen Wärmeplanung werden Wärmenetze insbesondere in dicht bebauten Gebieten als wichtige Option für eine klimaneutrale Wärmeversorgung betrachtet.

Ein zentraler Vorteil von Wärmenetzen liegt in der Flexibilität der eingesetzten Wärmequellen. Unterschiedliche erneuerbare Energien und Abwärmequellen können in das System integriert werden, beispielsweise Großwärmepumpen, Solarthermieranlagen, industrielle Abwärme, Biomasseanlagen oder Geothermie. Durch diese Kombination verschiedener Quellen können Wärmenetze langfristig schrittweise dekarbonisiert werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Wärmeerzeugung zentralisiert erfolgt. Dadurch können effizientere und größere Anlagen eingesetzt werden, als dies in einzelnen Gebäuden möglich wäre. Zudem können Wartung und Betrieb der Anlagen professionell organisiert werden, wodurch sich für Gebäudeeigentümer der technische Aufwand reduziert.

Die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen hängt jedoch stark von der Siedlungsstruktur, der Wärmequelle sowie der Wärmedichte ab. In Gebieten mit geringer Bebauungsdichte können die Investitionskosten für den Netzausbau vergleichsweise hoch sein. Daher eignen sich Wärmenetze besonders für verdichtete Wohngebiete, Ortskerne oder größere Gebäudekomplexe.

In dünn besiedelten Gebieten ist der wirtschaftliche Betrieb von Wärmenetzen aufgrund der geringen Wärmedichte häufig eingeschränkt. Eine wirtschaftliche Umsetzung ist in solchen Bereichen in der Regel nur unter günstigen Rahmenbedingungen möglich, beispielsweise wenn kostengünstige Wärmequellen wie industrielle oder gewerbliche Abwärme verfügbar sind. Zusätzlich können geringe Tiefbaukosten, etwa durch eine Trassenführung über unbefestigte Flächen oder entlang bestehender Infrastrukturen, die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes verbessern.

In der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) werden Netze ab mehr als 16 angeschlossenen Gebäuden oder mehr als 100 Wohneinheiten als förderfähige Wärmenetze definiert. Durch entsprechende Förderprogramme können sowohl Planung als auch Bau und Transformation solcher Netze unterstützt werden.

5.3 WÄRMEVERBRAUCHSENTWICKLUNG IN BÖNEN

Die Reduktion des Wärmebedarfs ist eine zentrale Voraussetzung für das Gelingen der Wärmewende. Nationale Langfristszenarien zeigen, dass sich der gebäudebezogene Wärmebedarf bis 2045 grundsätzlich um etwa 25 % bis knapp 50 % reduzieren lässt. Diese Werte setzen jedoch sehr ambitionierte Sanierungsraten und optimale Rahmenbedingungen voraus. Für die weitere Betrachtung wird daher ein realistischeres, technisch begründetes Reduktionspotenzial zugrunde gelegt, das sich stärker an den in der Vergangenheit beobachteten Entwicklungen orientiert.

Zur Abschätzung des maximal möglichen Einsparpotenzials wird angenommen, dass alle Wohngebäude sowie wohnähnliche Nichtwohngebäude vollständig saniert werden und energetisch dem heutigen KfW-55-Standard entsprechen. (siehe Kapitel 4.3)

Da eine vollständige Sanierung des gesamten Gebäudebestandes bis 2045 unrealistisch ist, wird im Zielszenario eine realistischere Entwicklung der Sanierungsaktivitäten angenommen. Die Modellierung basiert auf Wahrscheinlichkeiten für Sanierungen und Effizienzmaßnahmen, die über die Zeit zunehmen und ihren Höhepunkt etwa um das Jahr 2040 erreichen. Gleichzeitig wird berücksichtigt, dass Neubauprojekte den Wärmebedarf teilweise wieder erhöhen können, sodass kurzfristig nur moderate Veränderungen des Gesamtwärmebedarfs auftreten.

Ausgehend von einem Nutzwärmebedarf von 150.651 MWh/a im Jahr 2025 ergibt sich unter diesen Annahmen eine schrittweise Reduktion des Wärmebedarfs. Bis 2030 sinkt der Bedarf auf 148.416 MWh/a, was einer Reduktion von 2.235 MWh bzw. rund 1,5 % gegenüber dem Ausgangsjahr entspricht. Bis 2035 reduziert sich der Wärmebedarf weiter auf 139.782 MWh/a (–10.869 MWh bzw. –7,2 %). Für 2040 ergibt sich ein Bedarf von 132.457 MWh/a, was einer Reduktion von 18.194 MWh bzw. etwa 12,1 % entspricht.

Im Zieljahr 2045 beträgt der Wärmebedarf schließlich 126.196 MWh/a. Gegenüber dem Ausgangsjahr ergibt sich damit eine Reduktion von 24.455 MWh bzw. rund 16,2 %.

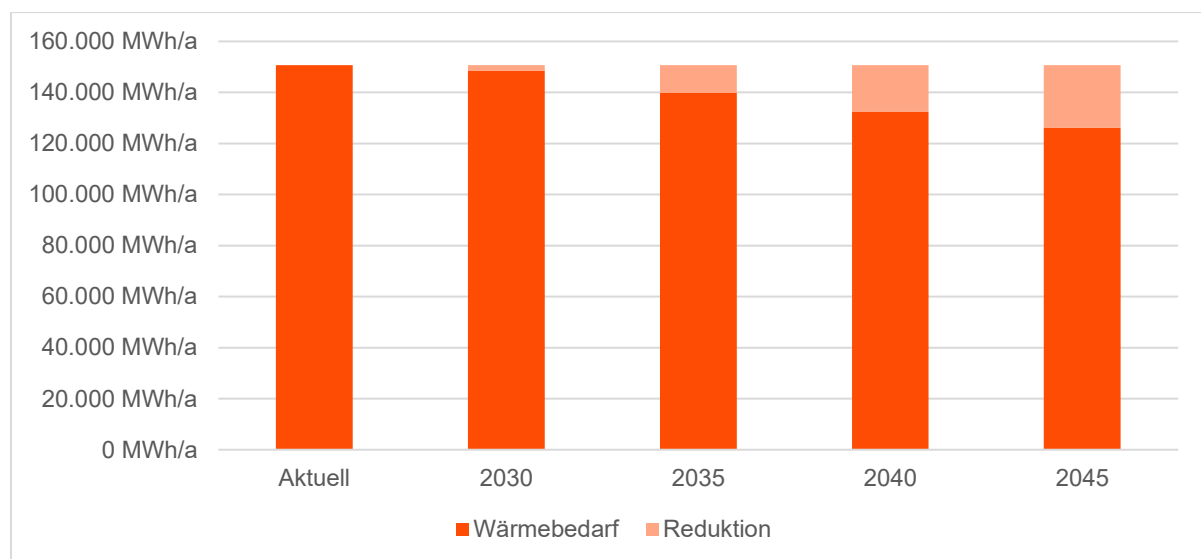


Abbildung 56: Wärmebedarfsreduktion in Bönen

5.4 BEWERTUNGSKRITERIEN FÜR WÄRMEVERSORGUNGSARTEN

Die Bewertung der zukünftigen Wärmeversorgungsarten erfolgt im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung gemäß den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG), insbesondere nach den §§ 17 bis 19. Ziel ist es, für das Zieljahr der Planung eine nachvollziehbare und gesetzeskonforme Einordnung geeigneter Wärmeversorgungsoptionen für die einzelnen Teilgebiete des Gemeindegebiets vorzunehmen.

Gemäß § 17 WPG wird zunächst ein Zielszenario entwickelt, das die langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung beschreibt. Dabei werden sowohl die zukünftige Entwicklung des

Wärmebedarfs als auch die Entwicklung der für die Wärmeversorgung erforderlichen Energieinfrastrukturen berücksichtigt. Auf Grundlage dieser Annahmen werden verschiedene potenzielle Wärmeversorgungsarten für die jeweiligen Teilgebiete untersucht.

Im nächsten Schritt erfolgt nach § 18 WPG die Einteilung des Gemeindegebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Hierzu wird analysiert, welche Wärmeversorgungsart sich für ein bestimmtes Gebiet im Vergleich zu anderen Optionen besonders eignet. Die Bewertung erfolgt für mehrere Betrachtungszeitpunkte (insbesondere 2030, 2035 und 2040) und berücksichtigt dabei insbesondere folgende Kriterien:

- **Wärmegestehungskosten** der jeweiligen Versorgungsoption
- **Realisierungsrisiken** hinsichtlich technischer, wirtschaftlicher und infrastruktureller Umsetzbarkeit
- **Versorgungssicherheit** der Wärmebereitstellung
- **kumulierte Treibhausgasemissionen** über den Betrachtungszeitraum

Die verschiedenen Wärmeversorgungsarten (siehe Kapitel 3.2) werden anhand dieser Kriterien vergleichend bewertet. Wärmeversorgungsoptionen gelten als besonders geeignet, wenn sie im Vergleich zu anderen Optionen geringe Wärmegestehungskosten, niedrige Realisierungsrisiken, eine hohe Versorgungssicherheit sowie geringe Treibhausgasemissionen aufweisen.

Auf Basis dieser Bewertung wird gemäß § 19 WPG für jedes Teilgebiet eine **Eignungsstufe** für die jeweiligen Wärmeversorgungsarten festgelegt. Die Einordnung erfolgt in vier Kategorien:

- sehr wahrscheinlich geeignet
- wahrscheinlich geeignet
- wahrscheinlich ungeeignet
- sehr wahrscheinlich ungeeignet

Die Bewertung erfolgt unter Berücksichtigung der lokalen Rahmenbedingungen, wie beispielsweise der Siedlungsstruktur, der Wärmedichte, vorhandener Energieinfrastrukturen sowie potenzieller erneuerbarer Wärmequellen. Die resultierende Einstufung dient als Grundlage für die räumliche Darstellung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsarten im Zieljahr der Kommunalen Wärmeplanung.

Die Methodik ermöglicht damit eine transparente, vergleichbare und gesetzeskonforme Bewertung der Wärmeversorgungsoptionen und bildet die Grundlage für die Entwicklung des maßgeblichen Zielszenarios der Wärmeversorgung.

5.4.1 BEWERTUNGSMATRIX FÜR DIE WÄRMEVERSORGUNGSARTEN

Zur vergleichenden Bewertung der möglichen Wärmeversorgungsarten wird eine Kriterienmatrix verwendet. Die einzelnen Versorgungsoptionen werden anhand zentraler

Kriterien bewertet, die sich aus den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (§ 18 WPG) ableiten. Ziel ist es, die verschiedenen Wärmeversorgungsarten transparent und vergleichbar hinsichtlich ihrer Eignung für die einzelnen Teilgebiete zu bewerten.

Die Bewertung erfolgt anhand eines semiquantitativen Punktesystems auf einer Skala von 1 bis 4, wobei höhere Punktwerte eine bessere Eignung der jeweiligen Wärmeversorgungsart anzeigen.

Die folgende Tabelle stellt eine technologiebezogene Grundbewertung der betrachteten Wärmeversorgungsarten dar. Sie bewertet die grundsätzliche Eignung der Technologien unabhängig von konkreten lokalen Rahmenbedingungen.

Bewertungsskala:

- 1 = gering geeignet
- 2 = eingeschränkt geeignet
- 3 = bedingt geeignet
- 4 = gut geeignet
- 5 = sehr gut geeignet

5.4.2 GRUNDLEGENDE BEWERTUNG DER WÄRMEVERSORGUNGSARTEN

Tabelle 21: Grundlegende Bewertung der Wärmeversorgungsarten

Wärme- versorgungsart	Wärme- gestehungskosten	Realisierungs- risiken	Versorgungs- sicherheit	THG- Emissionen	Summe
Gaskessel (Biomethan)	<i>Individuell</i>	4	3	2	12
Wärmenetz	<i>individuell</i>	<i>individuell</i>	5 bzw. 2*	5	9 - 19
Luftwärmepumpe	<i>individuell</i>	<i>individuell</i>	3	5	12 - 18
Solewärmepumpe	<i>individuell</i>	<i>individuell</i>	3	5	12 - 17
Biomassekessel	<i>individuell</i>	<i>individuell</i>	4	3	12 - 14
Hybrid (LWP/EWP + Biomethankessel)	<i>individuell</i>	<i>individuell</i>	4	3	12 - 15

* in Gebieten außerhalb potenzieller Wärmenetzgebiete und sehr niedriger Wärmeverbrauchsichten

Diese Bewertung bildet die grundsätzlichen Eigenschaften der Technologien hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Umsetzbarkeit, Versorgungssicherheit und Klimawirkung ab, wobei die Wirtschaftlichkeit über eine Vollkostenrechnung der jeweiligen Lösung stets in ein relatives Verhältnis zueinander gesetzt und bewertet wird. Dabei spielen der Energiestandard, Vorlauftemperaturen, Gebäudetyp und die Lage des Gebäudes (Gebietstypisierung) eine entscheidende Rolle. Die Realisierungsrisiken für Wärmenetze, Luftwärmepumpen und Solewärmepumpen werden, je nach Bebauung oder Planstand für Wärmenetze, individuell und gebäudescharf bewertet. Im Ergebnis lassen sich aus den einzelnen Kategorien Summen

bilden und es lässt sich eine Gesamtwahrscheinlichkeit für die jeweilige Versorgungsart gebäudescharf ableiten.

Tabelle 22: Einstufung nach Gesamtpunktzahl

Gesamtpunktzahl	Einstufung	Bedeutung
17 – 20 Punkte	sehr wahrscheinlich geeignet	Die Wärmeversorgungsart ist unter den gegebenen Rahmenbedingungen sehr gut geeignet und stellt eine bevorzugte Versorgungsoption dar.
14 – 16 Punkte	wahrscheinlich geeignet	Die Wärmeversorgungsart ist gut geeignet und stellt eine realistische Versorgungsoption dar.
10 – 13 Punkte	wahrscheinlich ungeeignet	Die Wärmeversorgungsart ist grundsätzlich möglich, weist jedoch Einschränkungen oder Unsicherheiten auf.
4 – 9 Punkte	sehr wahrscheinlich ungeeignet	Die Wärmeversorgungsart ist unter den gegebenen Rahmenbedingungen nur eingeschränkt geeignet.

5.4.3 GEBIETSTYPISIERUNG IM RAHMEN DER BEWERTUNGSMATRIX

Zusätzlich zur grundsätzlichen Bewertung der einzelnen Wärmeversorgungsarten wird deren Eignung in Abhängigkeit der geplanten Wärmenetzstruktur im Gemeindegebiet betrachtet. Dies ist wichtig, um das Realisierungsrisiko abzuschätzen. Dabei wird zwischen vier Gebietskategorien unterschieden:

Tabelle 23: Gebietstypisierung am Beispiel MFH

Gebietskategorie	Beschreibung	Realisierungsrisiko
Bestandsgebiet (bestehendes Wärmenetz)	Gebiete, die bereits durch ein bestehendes Wärmenetz versorgt werden. In diesen Bereichen liegt der Fokus der Planung auf der Transformation und Dekarbonisierung der bestehenden Wärmeversorgung, beispielsweise durch die Integration erneuerbarer Energien, Abwärme oder Großwärmepumpen.	5
Wärmenetzgebiet	Gebiete, in denen der Ausbau eines Wärmenetzes mit hoher Wahrscheinlichkeit vorgesehen ist. Hier bestehen aufgrund der Wärmedichte und der infrastrukturellen Rahmenbedingungen gute Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Netzbetrieb.	4
Prüfgebiet	Gebiete, in denen ein Wärmenetzausbau grundsätzlich möglich erscheint, dessen Realisierung jedoch maßgeblich von der zukünftigen Anschlussquote und der wirtschaftlichen Entwicklung abhängt. Diese Gebiete umfassen häufig Einfamilienhausgebiete mit mittlerer Wärmedichte.	3
Gebiete ohne aktuelle Wärmenetzperspektive	Gebiete, in denen aufgrund geringer Wärmedichte oder großer Entfernungen derzeit kein wirtschaftlicher Wärmenetzausbau erwartet wird. Hier stehen vorrangig dezentrale Wärmeversorgungslösungen im Fokus.	2

5.5 WÄRMENETZE UND WÄRMENETZBETREIBER IN BÖNEN

Bislang ist die wärmenetzgebundene Versorgung in Bönen mit etwas mehr als 5,1 GWh pro Jahr im Vergleich zum Gesamtwärmeverbrauch in Höhe von 172 GWh/a (inkl. Prozesswärme) eher eine Art „Randnotiz“. Das größte Wärmenetz in Bönen wird dabei von der GETEC betrieben. Gleichzeitig fällt die weite Verzweigung des bestehenden Wärmenetzes in Bönen auf. Die Anschlussquote, also der Anteil der gelieferten Wärme durch die Trasse im Verhältnis zur benötigten Wärme im gekennzeichneten Gebiet, liegt bei ca. 60%, was einen typischen Wert in einer solchen Konstellation darstellt.

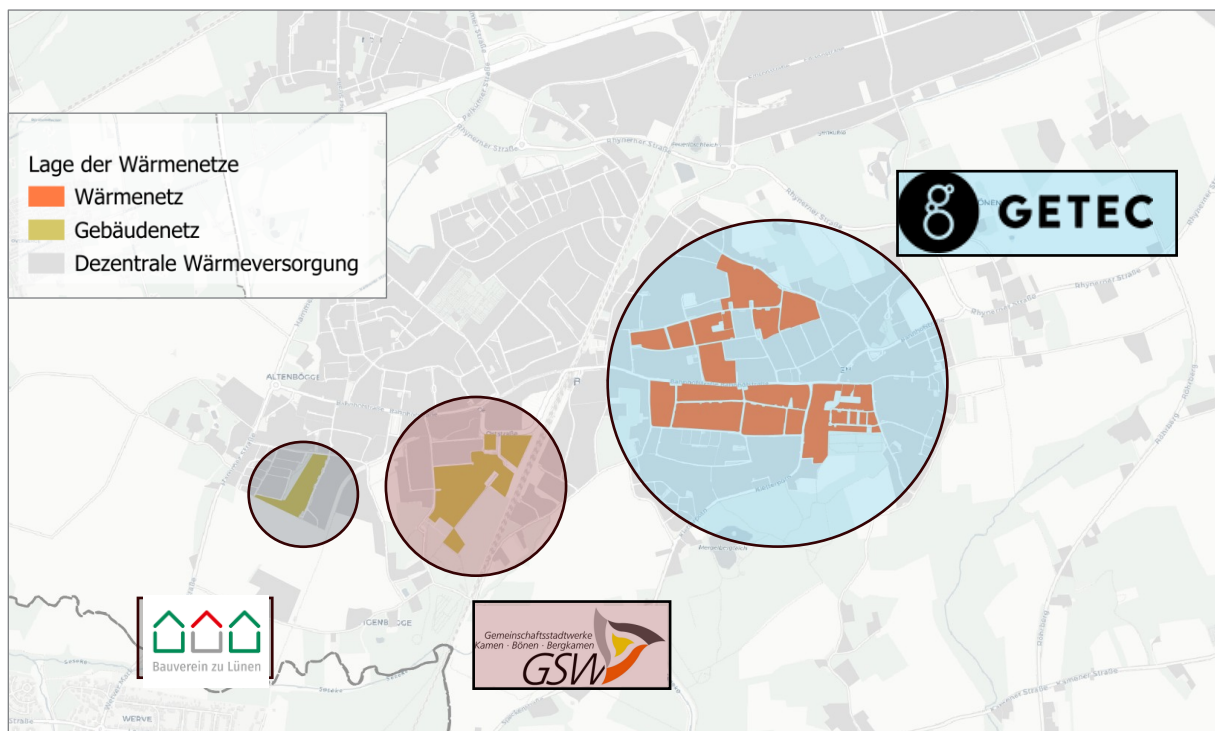


Abbildung 57: Lage der bestehenden Wärmenetze in Bönen

Die netzgebundene Wärmeversorgung teilt sich unter den Netzbetreibern folgendermaßen auf:

Tabelle 24: Wärmeabnahmemengen der bestehenden Wärmenetze Bönen

Netzbetreiber	Art	Gebäudetyp	Anzahl	Wärmeabnahme
GETEC	Wärmenetz			4.916.272 KWh
		ZFH	14	270.568 KWh
		RH	29	2.983.620 KWh
		NWG	1	61.664 KWh
		MFH	37	1.582.706 KWh
		GMFH	0	0 KWh
		EFH	1	17.714 KWh
GSW	Gebäudenetz	Hallenbad	0	993.952 KWh
Bauverein zu Lünen e.V.	Gebäudenetz	MFH	24	ca. 1.200.000 KWh

Die aktuelle Erzeugung der netzgebundenen Wärme findet auf Grundlage folgender Energieträger statt:

Tabelle 25: Energieträgermix der bestehenden Wärmenetze in Bönen

Netz	Holzhackschnitzel/-pellets	Heizöl	Erdgas	Wärmepumpe
GETEC Wärmenetz	30,00%	70,00%		
GSW Gebäudenetz Hallenbad			100%	
Bauverein zu Lünen e.V.			80%*	20%*

*Umbau auf neue Wärmepumpen geplant, Stand 2024

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung wurden Gespräche mit potenziellen Wärmenetzbetreibern (GETEC und GSW) sowie weiteren relevanten Akteuren geführt. Ziel dieser Stakeholderanalyse war es, die grundsätzliche Bereitschaft zum Ausbau und Betrieb von Wärmenetzen sowie mögliche Entwicklungsperspektiven für das Gemeindegebiet zu ermitteln. Auf Basis dieser Gespräche konnten erste Einschätzungen zur Realisierbarkeit zukünftiger Wärmenetzprojekte gewonnen werden.

Auf Grundlage dieser Erkenntnisse wurde das Gemeindegebiet in vier Gebietskategorien unterteilt: Bestandsgebiete mit bereits vorhandenen Wärmenetzen, Prüfgebiete mit grundsätzlich möglicher Netzperspektive sowie Gebiete ohne aktuelle Wärmenetzperspektive. Auf die Ausweisung von Wärmenetzgebieten mit hoher Ausbauwahrscheinlichkeit wurde zum aktuellen Zeitpunkt noch verzichtet, da sich beide Netzbetreiber (GETEC und GSW) noch in der Phase der Machbarkeitsstudien (BEW, Modul 1) befinden. Mehr dazu wird im Kapitel 5.9, Fokusgebiete erläutert.

Die Gebietstypisierung dient als Grundlage für die Bewertung der verschiedenen Wärmeversorgungsoptionen im Rahmen der Bewertungsmatrix.

Da in Bestandsgebieten die erforderliche Infrastruktur bereits vorhanden ist und etablierte Betreiberstrukturen bestehen, wird hier von einem sehr geringen Realisierungsrisiko ausgegangen. Für diese Gebiete wurde daher in der Bewertungsmatrix die höchste Punktzahl vergeben.

In Prüfgebieten hängt die Umsetzung hingegen stärker von zukünftigen Anschlussquoten und wirtschaftlichen Entwicklungen ab, weshalb hier ein mittleres Realisierungsrisiko angesetzt wird. In Gebieten außerhalb der aktuellen Wärmenetz- und Prüfgebiete wird aufgrund der geringen Wärmedichte und der damit verbundenen wirtschaftlichen Herausforderungen derzeit kein realistischer Wärmenetzausbau erwartet. Entsprechend wird hier ein deutlich höheres Realisierungsrisiko angenommen.

Diese differenzierte Betrachtung ermöglicht eine realistische Einschätzung der Umsetzbarkeit verschiedener Wärmeversorgungsoptionen innerhalb der einzelnen Teilgebiete.

5.6 WIRTSCHAFTLICHKEIT DER WÄRMEVERSORGUNGSARTEN

Die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Wärmeversorgungsarten stellt ein zentrales Kriterium bei der Bewertung möglicher Transformationspfade der zukünftigen Wärmeversorgung dar. Neben der technischen Umsetzbarkeit und den Treibhausgasemissionen spielt insbesondere die langfristige Kostenstruktur der einzelnen Technologien eine wichtige Rolle bei der Einordnung ihrer Eignung für unterschiedliche Teilgebiete.

Zur vergleichenden Bewertung wird im Rahmen dieser Planung auf die Wärmegestehungskosten der jeweiligen Versorgungsoption abgestellt. Diese umfassen neben den einmaligen Investitionskosten für Anlagen und Infrastruktur auch laufende Betriebs- und Energiekosten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten über den Betrachtungszeitraum. Die Wirtschaftlichkeit einer Wärmeversorgungsart hängt dabei maßgeblich von lokalen Rahmenbedingungen ab, wie beispielsweise dem Wärmebedarf der Gebäude, der Bebauungsstruktur, der Verfügbarkeit geeigneter Energiequellen sowie der vorhandenen Infrastruktur.

Darüber hinaus können staatliche Förderprogramme, technologische Entwicklungen sowie zukünftige Energiepreisentwicklungen die wirtschaftliche Bewertung einzelner Technologien beeinflussen. Vor diesem Hintergrund erfolgt die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit im Rahmen dieser Wärmeplanung als vergleichende und semiquantitative Einschätzung, die typische Kostenstrukturen der jeweiligen Technologien berücksichtigt.

Die nachfolgenden Abschnitte geben einen Überblick über die wirtschaftlichen Eigenschaften der betrachteten Wärmeversorgungsarten und ordnen diese im Hinblick auf ihre potenzielle Rolle in der zukünftigen Wärmeversorgung der Gemeinde ein. Dabei wird berücksichtigt, dass die Wirtschaftlichkeit einzelner Technologien stark von den jeweiligen Gebietskategorien – insbesondere von Wärmenetzgebieten, Prüfgebieten sowie Gebieten ohne aktuelle Wärmenetzperspektive abhängen kann.

5.6.1 WIRTSCHAFTLICHKEIT DER WÄRMENETZE IN BÖNEN

Die Kommune Bönen wird von einer Bahntrasse durchquert. Beide Netzbetreiber - die GETEC im östlichen Stadtteil Bönens und die GSW im westlichen Stadtteil - fertigen aktuell Machbarkeitsstudien, bzw. Wärmenetztransformationspläne für ihre jeweiligen Wärmenetze an. Keiner der beiden Netzbetreiber plant aktuell eine Ausweitung ihrer Netze jenseits der Bahnschienen. Bei der Bewertung der Wärmenetze in Bönen wurde also in Bönen Ost (auszubauendes GETEC-Wärmenetz) und Bönen West (neu zu errichtendes GSW-Wärmenetz) unterschieden. Während es sich bei dem Wärmenetz in Bönen Ost um den Ausbau eines bereits bestehenden Wärmenetzes und bei der möglichen Energiequelle um Abwärme eines mehrfach überbauten Rohbiogas- Kraftwerkes handelt (siehe Kapitel 5.9.2 Fokusgebiet 2), müsste in Bönen West (GSW-Wärmenetz) ein komplett neues Wärmenetz errichtet werden. Als Quelle käme dabei geklärtes Abwasser der Kläranlage Bönen infrage (siehe 5.9.3 Fokusgebiet 3). Die Wärmeliniendichten und Wärmeverbrauchsichten fallen unterschiedlich hoch aus (Bönen West: ca. 2.300 kWh/m*a vs. Bönen Ost: 3.300 kWh/m*a). Darüber hinaus sorgen die sehr unterschiedlichen Wärmequellen und der Umstand, dass im Wärmenetzgebiet Bönen West und Bönen Ost unterschiedlich lange Trassen neu errichtet werden müssen, dafür, dass im Rahmen einer ersten Vollkostenrechnung innerhalb dieses Entwurfes unterschiedliche Preisspannen für beide Netzgebiete angesetzt wurden.

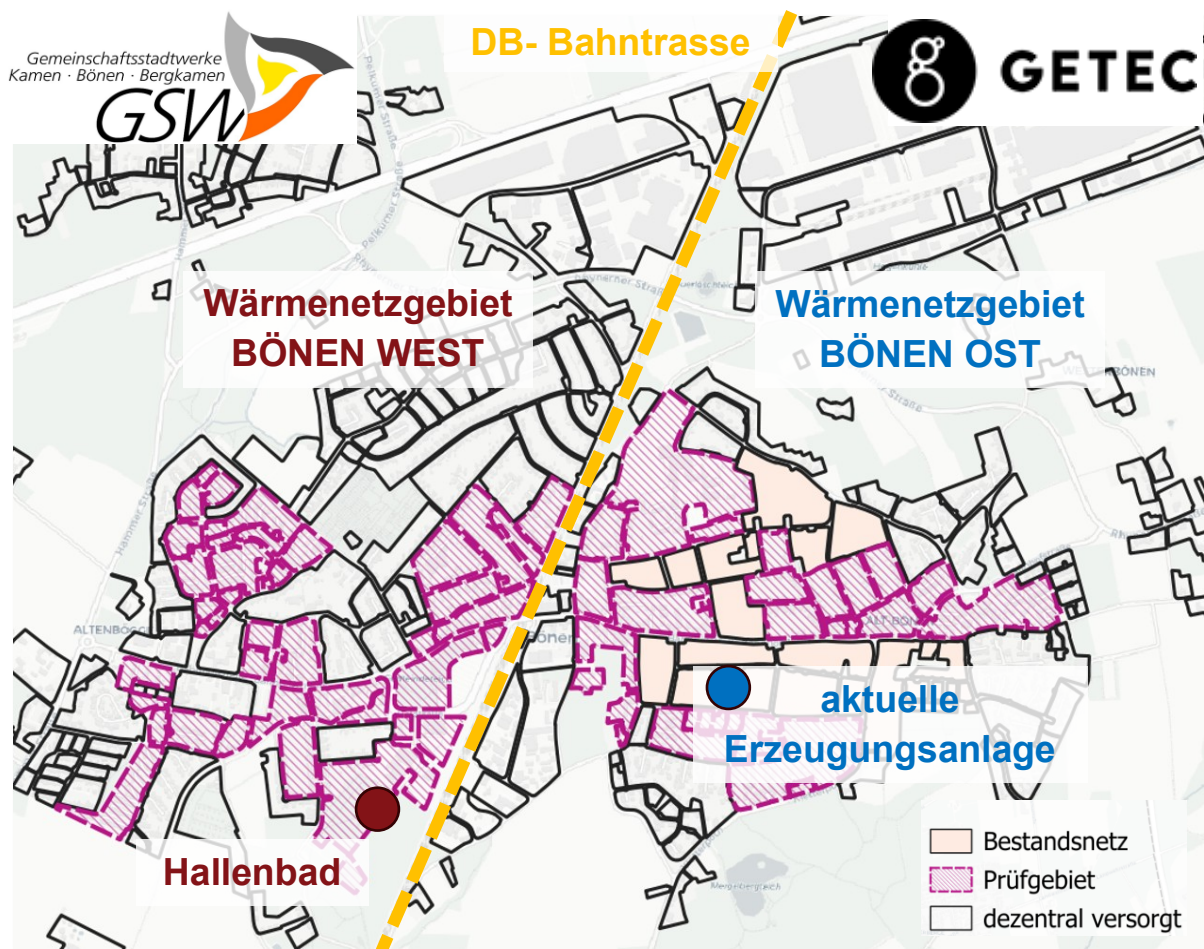


Abbildung 58: Einteilung des Stadtgebiets von Bönen in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Tabelle 26: Ermittlung der Wärmegestehungskosten für Bönen West und Ost

Netzgebiet	Bönen West	Bönen Ost
Trassenlänge (ca.)	7.500 m	7.000 m
<i>davon neu zu errichten</i>	<i>7.500 m</i>	<i>4.000 m</i>
Wärmelinienichte	2.300 KWh/m*a	3.300 KWh/m*a
Wärmeabnahme	ca. 17.000 MWh/a	ca. 23.000 MWh/a
Prüfgebiete	ca. 16.400 MWh/a	ca. 13.000 MWh/a
<i>davon neu anzuschließen</i>	<i>ca. 16.400 MWh/a</i>	<i>ca. 13.000 MWh/a</i>
Bestandsnetzgebiete	ca. 1.000 MWh/a	ca. 10.000 MWh/a
<i>davon neu anzuschließen</i>		<i>ca. 5.000 MWh/a</i>
Wärmegestehungskosten <i>netto</i>	15 – 19 ct/kWh	13 – 17 ct/kWh

Eine genauere Betrachtung erfolgt im Abschnitt Fokusgebiete (Kapitel 5.9).

5.6.2 WIRTSCHAFTLICHKEIT LUFTWÄRMEPUMPE

Luftwärmepumpen stellen insbesondere in gering verdichteten Siedlungsstrukturen eine wichtige Option für eine zukünftige klimaneutrale Wärmeversorgung dar. Ihre Wirtschaftlichkeit wird maßgeblich durch die Investitionskosten der Anlage, die Effizienz der Wärmeerzeugung sowie die zukünftigen Strompreise bestimmt. Im Vergleich zu anderen Wärmepumpentechnologien entstehen bei Luftwärmepumpen keine zusätzlichen Kosten für die Erschließung der Wärmequelle, wodurch sie häufig eine vergleichsweise kostengünstige Einstiegsoption darstellen.

Die Effizienz von Luftwärmepumpen hängt stark von der erforderlichen Vorlauftemperatur des Heizsystems ab. Diese wiederum wird maßgeblich durch den energetischen Zustand der Gebäudehülle und das vorhandene Wärmeverteilsystem bestimmt. Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit wurden daher typische Gebäudetypen und Baualtersklassen betrachtet. Die zugrunde gelegten Berechnungen basieren auf mittleren Heizkreistemperaturen gemäß der Methodik von WPsmart. Daraus ergeben sich je nach Gebäudestandard unterschiedliche Jahresarbeitszahlen (JAZ).

In neueren Gebäuden mit niedrigen Vorlauftemperaturen von etwa 35 °C können Luftwärmepumpen sehr hohe Effizienzen erreichen. Für Einfamilienhäuser nach aktuellem Effizienzstandard ergeben sich Jahresarbeitszahlen von bis zu 4,6, während in Gebäuden mit EnEV-Standard der 2010er Jahre typischerweise Werte zwischen 3,9 und 4,0 erreicht werden. Mit zunehmendem Gebäudealter und steigenden Vorlauftemperaturen nimmt die Effizienz der Anlagen jedoch ab. In Gebäuden mit Vorlauftemperaturen von etwa 55–60 °C, die häufig bei unsanierten Bestandsgebäuden erforderlich sind, liegen die Jahresarbeitszahlen typischerweise im Bereich von 2,8 bis 3,2.

Neben der Effizienz spielen auch die Investitionskosten eine zentrale Rolle für die Wirtschaftlichkeit. Die Kosten für Luftwärmepumpensysteme steigen grundsätzlich mit der installierten thermischen Leistung der Anlage. Für typische Einfamilienhausanlagen mit Leistungen von etwa 10 kW liegen die Investitionskosten derzeit im Bereich von rund 33.000 € bis 35.000 € (netto). Größere Anlagen für Mehrfamilienhäuser oder gewerbliche Gebäude können Investitionskosten von deutlich über 100.000 € erreichen, insbesondere wenn mehrere Geräte in Kaskadenschaltung eingesetzt werden. Die angegebenen Investitionskosten umfassen vollständige Systemkosten einschließlich Wärmepumpeneinheit, hydraulischer Einbindung, Speicher, Installation, Planung sowie erforderlicher Nebenarbeiten.

Unter Berücksichtigung typischer Betriebs- und Wartungskosten sowie einer angenommenen Nutzungsdauer von 18 Jahren ergeben sich für kleinere Anlagen jährliche Kosten von etwa 1.500 € bis 2.000 €, während größere Anlagen entsprechend höhere jährliche Kosten verursachen. Gleichzeitig profitieren Luftwärmepumpen aktuell von vergleichsweise hohen staatlichen Förderquoten, die bis zu etwa 50 % der Investitionskosten betragen können. Diese Förderungen tragen wesentlich dazu bei, die Wirtschaftlichkeit der Technologie zu verbessern.

Ein weiterer entscheidender Faktor ist der zukünftige Strompreis, da dieser einen großen Anteil an den laufenden Betriebskosten der Anlage ausmacht. Für die vorliegende Bewertung wurde ein Strompreis von 24,23 ct/kWh zugrunde gelegt. Die tatsächliche Wirtschaftlichkeit kann jedoch je nach zukünftiger Strompreisentwicklung sowie möglichen dynamischen Stromtarifen variieren.

Tabelle 27: Beispielhafte Berechnung der Wärmegestehungskosten für ein Einfamilienhaus mit Luftwärmepumpe

Ausgangsdaten	
Für das Beispiel EFH (2009 – 2015 ENEC) / 10 kW	
Luftwärmepumpe	
jährlicher Wärmebedarf:	15.000 kWh/a
Jahresarbeitszahl (JAZ):	3,9
Strompreis:	24,23 ct/kWh
jährliche Stromkosten:	932 €/a
Investition:	32.900 €
<i>(inkl. Rohrarbeiten, Elektroanschluss, Planung, Hydraulik)</i>	
Wartung und Instandhaltung:	38 €/kW pro Jahr
kalk. Zinssatz:	4%
jährliche Fixkosten inkl. Zins:	1.702 €/a
Gesamtkosten:	2.634 €/a
Wärmegestehungskosten	17,56 ct./kWh

5.6.3 WIRTSCHAFTLICHKEIT SOLEWÄRMEPUMPE

Solewärmepumpen nutzen die im Erdreich gespeicherte Wärme als Energiequelle und gehören zu den effizientesten Technologien zur dezentralen erneuerbaren Wärmeversorgung von Gebäuden. Im Vergleich zu Luftwärmepumpen profitieren sie von relativ konstanten Quelltemperaturen im Untergrund, wodurch in der Regel höhere Jahresarbeitszahlen erreicht werden können. Gleichzeitig sind Solewärmepumpen mit höheren Investitionskosten verbunden, da zusätzlich zur Wärmepumpe die Erschließung der Wärmequelle durch Erdsonden oder Erdkollektoren erforderlich ist.

Die Effizienz von Solewärmepumpen hängt – ähnlich wie bei Luftwärmepumpen – maßgeblich von der erforderlichen Vorlauftemperatur des Heizsystems ab. Diese wird wiederum durch den energetischen Zustand der Gebäudehülle und das vorhandene Wärmeverteilsystem bestimmt. Auf Grundlage der WPsmart-Methodik wurden für verschiedene Gebäudetypen und Baualtersklassen typische Jahresarbeitszahlen für Sole/Wasser-Wärmepumpen ermittelt. In neueren Gebäuden mit Vorlauftemperaturen von etwa 35 °C können Jahresarbeitszahlen von etwa 5,3 erreicht werden. In Gebäuden mit EnEV-Standard der 2010er Jahre liegen die Werte typischerweise bei etwa 4,6, während in Gebäuden mit höheren Vorlauftemperaturen von 55–60 °C noch Jahresarbeitszahlen zwischen etwa 3,6 und 4,1 erreicht werden. Damit liegen die Effizienzen von Solewärmepumpen in allen betrachteten Gebäudeklassen deutlich über denen von Luftwärmepumpen.

Die Investitionskosten für Solewärmepumpen werden wesentlich durch die Erschließung der Wärmequelle bestimmt. Für Einfamilienhäuser mit einer Anlagenleistung von etwa 10 kW sind in der Regel ein bis zwei Erdsonden mit Tiefen von etwa 80 bis 150 Metern erforderlich. Die Investitionskosten liegen hierfür typischerweise im Bereich von etwa 45.000 € bis 60.000 € netto, wobei ein erheblicher Anteil auf die Bohrarbeiten entfällt. Mit zunehmender Anlagenleistung steigen die Kosten weiter an, da zusätzliche Bohrungen oder größere Sondenfelder erforderlich werden. Bei Anlagenleistungen von etwa 50 kW können Investitionskosten von deutlich über 120.000 € erreicht werden. Neben den Bohrarbeiten können auch Genehmigungsverfahren sowie geologische Untersuchungen zusätzliche Kosten verursachen.

Unter Berücksichtigung einer Abschreibungsdauer von 20 Jahren, der Wartungs- und Betriebskosten sowie einer Förderquote von derzeit etwa 55 % ergeben sich für eine typische Einfamilienhausanlage jährliche Kosten von etwa 1.870 €. Aufgrund der höheren Effizienz der Anlagen fallen die Stromkosten jedoch geringer aus als bei Luftwärmepumpen. Bei einer angenommenen Jahresarbeitszahl von 4,6, einem Strompreis von 24,23 ct/kWh und einem jährlichen Wärmebedarf von 15.000 kWh ergibt sich ein Stromverbrauch von rund 3.260 kWh pro Jahr. Daraus resultieren jährliche Stromkosten von etwa 790 €.

Insgesamt ergeben sich damit Wärmegestehungskosten von etwa **17–18 ct/kWh Wärme**. Trotz der höheren Investitionskosten können Solewärmepumpen somit ähnliche oder teilweise sogar leicht günstigere Wärmekosten erreichen als Luftwärmepumpen, da der Stromverbrauch aufgrund der höheren Effizienz geringer ausfällt.

5.6.4 WIRTSCHAFTLICHKEIT HYBRIDWÄRMEPUMPEN

Hybridheizsysteme können insbesondere in solchen Gebäuden Vorteile bieten, in denen ein vollständiger Umstieg auf eine monovalente Wärmepumpe derzeit nur eingeschränkt möglich oder wirtschaftlich sinnvoll ist. Dies betrifft vor allem Bestandsgebäude mit höheren Vorlauftemperaturen, in denen die vorhandenen Heizflächen (z. B. Heizkörper) nicht ohne größeren Aufwand auf ein niedriges Temperaturniveau umgestellt werden können. In solchen Fällen kann die Wärmepumpe einen Großteil der jährlichen Wärmeerzeugung übernehmen, während der zusätzliche Wärmeerzeuger die erforderlichen hohen Temperaturen in besonders kalten Perioden bereitstellt.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich in Gebäuden mit hohen Heizlasten, beispielsweise größeren Einfamilienhäusern oder Mehrfamilienhäusern mit älterem Gebäudestandard. Durch die Aufteilung der Wärmebereitstellung auf zwei Wärmeerzeuger kann die Wärmepumpe kleiner dimensioniert werden, wodurch die Investitionskosten reduziert und gleichzeitig die Effizienz im Teillastbetrieb verbessert werden können.

Hybridanlagen können auch dort sinnvoll sein, wo Unsicherheiten hinsichtlich zukünftiger Sanierungsmaßnahmen bestehen. Wenn beispielsweise eine energetische Gebäudesanierung geplant, aber noch nicht umgesetzt ist, kann eine Hybridlösung zunächst eine teilweise Umstellung auf erneuerbare Energien ermöglichen, ohne dass das Heizsystem vollständig auf niedrige Systemtemperaturen ausgelegt werden muss. Mit fortschreitender energetischer Verbesserung des Gebäudes kann der Anteil der Wärmepumpe an der Wärmebereitstellung später erhöht werden.

Darüber hinaus können Hybridlösungen Vorteile in Gebäuden bieten, in denen begrenzte elektrische Anschlussleistungen oder andere infrastrukturelle Einschränkungen bestehen. Da der zweite Wärmeerzeuger Lastspitzen übernimmt, kann die erforderliche elektrische Leistung der Wärmepumpe geringer ausfallen als bei einem rein elektrischen Heizsystem.

Insgesamt sind Hybridanlagen daher besonders für unsanierte oder teilweise sanierte Bestandsgebäude, Gebäude mit hohen Vorlauftemperaturen sowie für Situationen geeignet, in denen eine schrittweise Transformation der Wärmeversorgung angestrebt wird. In energetisch guten Neubauten oder vollständig sanierten Gebäuden mit niedrigen Vorlauftemperaturen sind hingegen meist monovalente Wärmepumpensysteme wirtschaftlicher und technisch einfacher umzusetzen.

Tabelle 28: Ermittlung der variablen Gesamtkosten einer Hybridanlage

Ermittlung der variablen Gesamtkosten		<i>Rechnung</i>
Wärmepumpenanteil an der Wärmebereitstellung:	65%	
Kesselanteil:	35%	
COP der Wärmepumpe:	4,2	
Strompreis:	24,23 ct/kWh	
Biomethanpreis:	12 ct/kWh	
Wärmekostenanteil der Wärmepumpe	5,77 ct./kWh	$24,23 \text{ ct./kWh} / 4,2$
davon 65%	3,75 ct./kWh	$5,77 \text{ ct./kWh} \times 65\%$
Wärmekostenanteil des Kessels	4,20 ct./kWh	$12,00 \text{ ct./kWh} \times 35\%$
Variable Gesamtkosten	7,95 ct./kWh	

In größeren Objekten können die Wärmepreise spürbar sinken, weil sich die fixen Systemkosten auf mehr erzeugte Wärme verteilen. Der entscheidende Punkt ist also nicht nur die Anlagengröße, sondern vor allem die jährliche Auslastung.

Tabelle 29: Wärmegestehungskosten einer Hybridanlage je Systemgröße

Systemgröße	jährliche Kosten inkl. Zins	angenommene Jahreswärme	Fixkostenanteil	Wärmegestehungskosten
25 kW	3.329 €	37.500 kWh/a	8,9 ct/kWh	ca. 16,8 ct/kWh
50 kW	4.709 €	75.000 kWh/a	6,3 ct/kWh	ca. 14,2 ct/kWh
100 kW	7.318 €	150.000 kWh/a	4,9 ct/kWh	ca. 12,8 ct/kWh

In größeren Gebäuden und Liegenschaften können Hybridanlagen wirtschaftlicher betrieben werden als in kleinen Einfamilienhäusern, da sich die fixen Investitions- und Systemkosten auf größere Wärmemengen verteilen. Unter den getroffenen Annahmen ergeben sich bei größeren Objekten mit Jahreswärmemengen im Bereich von 75.000 bis 200.000 kWh pro Jahr Wärmegestehungskosten von etwa 11,5 bis 14,5 ct/kWh Wärme. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichend hohe Auslastung der Anlage. In kleineren oder nur gering ausgelasteten Gebäuden fallen die spezifischen Wärmekosten entsprechend höher aus.

5.6.5 WIRTSCHAFTLICHKEIT BIOMASSEKESSEL

Biomassekessel stellen eine etablierte Technologie zur erneuerbaren Wärmeversorgung dar und nutzen in der Regel Holzpellets, Hackschnitzel oder Scheitholz als Brennstoff. In der vorliegenden Betrachtung wird von pelletbefeuerten Anlagen ausgegangen, da diese im Gebäudebestand am häufigsten eingesetzt werden. Biomassekessel können hohe Vorlauftemperaturen bereitstellen und sind daher grundsätzlich auch für Gebäude mit konventionellen Heizkörpern geeignet. Dadurch stellen sie insbesondere in älteren Bestandsgebäuden eine technisch gut umsetzbare Alternative zu fossilen Heizsystemen dar.

Die Investitionskosten von Biomassekesseln hängen stark von der Anlagenleistung sowie der erforderlichen Brennstofflagerung und Fördertechnik ab. Für kleinere Anlagen im Ein- und Zweifamilienhausbereich mit Leistungen von etwa 10 bis 20 kW liegen die Investitionskosten typischerweise im Bereich von rund 33.000 € bis 35.000 € netto. Mit steigender

Anlagenleistung steigen auch die Investitionskosten, wobei gleichzeitig Skaleneffekte auftreten. Für größere Anlagen im Bereich von 50 kW liegen die Investitionskosten beispielsweise zwischen etwa 52.000 € und 55.000 €, während Anlagen mit etwa 100 kW Leistung Investitionskosten von rund 100.000 € erreichen können.

Unter Berücksichtigung einer Abschreibungsdauer von 20 Jahren, der Wartungs- und Betriebskosten sowie einer Förderquote von derzeit etwa 50 % ergeben sich für kleinere Anlagen jährliche Kosten von etwa 2.000 bis 2.500 €. Mit steigender Anlagenleistung nehmen die jährlichen Fixkosten entsprechend zu, wobei der spezifische Kostenanteil pro erzeugter Kilowattstunde aufgrund der höheren Wärmemengen häufig sinkt.

Neben den Investitionskosten stellen die Brennstoffkosten einen zentralen Bestandteil der Wärmegestehungskosten dar. Für die vorliegende Berechnung wird ein Pelletpreis von 10 ct/kWh angenommen. Im Gegensatz zu Wärmepumpen fallen bei Biomassekesseln keine zusätzlichen Stromkosten für die eigentliche Wärmeerzeugung an, jedoch entstehen geringe elektrische Verbräuche für Förderschnecken, Gebläse und Regelungstechnik. Diese fallen im Vergleich zu den Brennstoffkosten jedoch nur gering ins Gewicht.

BEISPIELRECHNUNG FÜR EIN EINFAMILIENHAUS MIT BIOMASSEKESSEL

Für ein typisches Einfamilienhaus wird ein Wärmebedarf von 15.000 kWh pro Jahr angenommen. Bei einer Anlagenleistung von 10 kW ergeben sich jährliche Fixkosten von etwa 2.085 €. Die Brennstoffkosten betragen bei einem Pelletpreis von 10 ct/kWh:

Tabelle 30: Beispielhafte Berechnung der Wärmegestehungskosten für ein Einfamilienhaus mit Biomassekessel

Wärmegestehungskosten Pelletkessel	
Brennstoffkosten (15.000 kWh x 10 ct./kWh)	1.500 €/a
gesamte jährliche Kosten	3.585 €/a
Wärmegestehungskosten	23,9 ct./kWh

Bei größeren Gebäuden oder Wohnanlagen verbessert sich die Wirtschaftlichkeit von Biomassekesseln deutlich, da sich die Investitionskosten auf größere Wärmemengen verteilen. Unter Berücksichtigung der Brennstoffkosten ergeben sich Wärmegestehungskosten von etwa 16 bis 18 ct/kWh Wärme.

5.6.6 WIRTSCHAFTLICHKEIT NEUER GASKESSEL UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES GEBÄUDEMODERNISIERUNGSGESETZES (GMG)

Neue Gasheizungen stellen weiterhin eine technisch etablierte und vergleichsweise kostengünstige Form der Wärmeversorgung dar. Moderne Gasbrennwertkessel zeichnen sich durch geringe Investitionskosten, eine hohe Betriebssicherheit sowie eine einfache Integration in bestehende Heizsysteme aus. Gleichzeitig verändert sich die Rolle gasbasierter Heizsysteme im Zuge der Energiewende und der klimapolitischen Zielsetzungen deutlich. Mit den geplanten Regelungen des Gebäudemodernisierungsgesetzes (GMG) wird erwartet, dass neu installierte Gasheizungen künftig zunehmend mit klimaneutralen oder CO₂-armen Gasen betrieben werden müssen.

Ein zentrales Element dieser Entwicklung ist die sogenannte „Biotreppe“ bzw. Grüngasquote, die einen schrittweise steigenden Anteil erneuerbarer Gase im Brennstoffmix vorsieht. Ziel ist es, die bestehende Gasinfrastruktur perspektivisch zu dekarbonisieren und fossiles Erdgas zunehmend durch Biomethan oder synthetisches Methan zu ersetzen.

Für die wirtschaftliche Betrachtung wird eine beispielhafte Entwicklung der Grüngasanteile angenommen, wie sie in energiepolitischen Diskussionen häufig dargestellt wird:

Tabelle 31: Beispielhafte Entwicklung geforderter Grüngasanteile für gasbasierter Heizsysteme

Jahr	Anteil erneuerbarer Gase
2029	10%
2035	25%
2040	50%
2045	100%

Da erneuerbare Gase derzeit deutlich höhere Herstellungskosten aufweisen als fossiles Erdgas, wird angenommen, dass sich die Brennstoffkosten im Zeitverlauf entsprechend erhöhen. Für die Berechnung wird ein fossiler Gaspreis von 9 ct/kWh und ein Preis für erneuerbare Gase von 18 ct/kWh angesetzt, darin enthalten ist auch die Annahme zukünftig steigender Netzentgelte für Gasbezug.

Tabelle 32: Beispielhafte Entwicklung der Brennstoffkosten gasbasierter Heizsysteme

Jahr	fossiler Anteil	EE-Gas Anteil	Mischpreis
2029	90%	10%	ca. 9,9 ct/kWh
2035	75%	25%	ca. 11,3 ct/kWh
2040	50%	50%	ca. 13,5 ct/kWh
2045	0%	100%	ca. 18 ct/kWh

Damit ist davon auszugehen, dass die Brennstoffkosten gasbasierter Heizsysteme langfristig deutlich steigen werden.

INVESTITIONSKOSTEN UND BETRIEB

Die Investitionskosten für neue Gasbrennwertkessel bleiben im Vergleich zu anderen Heiztechnologien relativ gering. Für Anlagen im Einfamilienhausbereich mit etwa 10–15 kW Heizleistung liegen die Investitionskosten typischerweise zwischen 10.000 € und 15.000 € netto. Auch größere Anlagen in Mehrfamilienhäusern sind meist deutlich günstiger als Wärmepumpen- oder Biomassensysteme.

Unter Berücksichtigung einer Abschreibungsdauer von 20 Jahren, Wartungskosten sowie einer Verzinsung ergeben sich jährliche Fixkosten von etwa 700–900 € für ein typisches Einfamilienhaus.

BEISPIELRECHNUNG FÜR EIN EINFAMILIENHAUS

Für ein Einfamilienhaus mit einem jährlichen Wärmebedarf von 15.000 kWh ergeben sich folgende Wärmegegestehungskosten:

Tabelle 33: Beispielhafte Vergleichsrechnung der Wärmegegestehungskosten für ein Einfamilienhaus mit gasbasiertem Heizsystem

Heute (überwiegend fossiles Erdgas)	
Gaspreis:	9,00 ct./kWh
15.000kWh x 9 ct./kWh:	1.350 €/a
Gesamtkosten	
<i>inkl. Fixkosten (ca. 800€):</i>	2.150 €/a
Wärmegegestehungskosten:	14,3 ct./kWh
Zukunft (100 % erneuerbare Gase)	
Gaspreis:	18,00 ct./kWh
15.000kWh x 18 ct./kWh:	2.700 €/a
Gesamtkosten	
<i>inkl. Fixkosten (ca. 800€):</i>	3.500 €/a
Wärmegegestehungskosten:	23,3 ct./kWh

Die Berechnung zeigt, dass neue Gasheizungen heute aufgrund ihrer geringen Investitionskosten noch vergleichsweise niedrige Wärmegegestehungskosten aufweisen können. Mit zunehmendem Anteil erneuerbarer Gase steigen jedoch die Brennstoffkosten deutlich an. Langfristig können Wärmepreise von über 20 ct/kWh erreicht werden, insbesondere wenn vollständig erneuerbare Gase eingesetzt werden.

Damit verschiebt sich die Wirtschaftlichkeit gasbasierter Systeme im Vergleich zu anderen Technologien zunehmend. Während Gasheizungen heute noch relativ günstige Investitionen darstellen, können sie langfristig aufgrund steigender Brennstoffkosten wirtschaftlich weniger attraktiv werden als elektrische Wärmepumpensysteme oder Wärmenetze.

5.7 REALISIERUNGSRISIKEN DER WÄRMEVERSORGUNGSARTEN

Neben der Wirtschaftlichkeit spielt im Rahmen der Bewertung der verschiedenen Wärmeversorgungsoptionen auch das Realisierungsrisiko eine wichtige Rolle. Dieses beschreibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Wärmeversorgungsoption unter den gegebenen technischen, wirtschaftlichen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen tatsächlich umgesetzt werden kann. Dabei werden sowohl technische Umsetzbarkeit, wirtschaftliche Risiken, infrastrukturelle Voraussetzungen als auch genehmigungsrechtliche Aspekte berücksichtigt.

Die Bewertung erfolgt im Rahmen der Kriterienmatrix anhand einer Skala von 1 bis 5, wobei höhere Punktwerte ein geringeres Realisierungsrisiko und damit eine höhere Umsetzungswahrscheinlichkeit anzeigen. Die Einstufung berücksichtigt sowohl allgemeine Rahmenbedingungen der jeweiligen Technologie als auch gebäudespezifische

Voraussetzungen und infrastrukturelle Gegebenheiten innerhalb der betrachteten Gebietskategorien.

Tabelle 34: Beschreibung der Risikostufen

Punkte	Einordnung	Beschreibung
5	Sehr geringes Risiko	Technologie ist technisch etabliert und unter den gegebenen Rahmenbedingungen sehr gut umsetzbar. Infrastruktur und Akteure sind vorhanden, Umsetzung kurzfristig realistisch.
4	Geringes Risiko	Technologie grundsätzlich gut umsetzbar, kleinere technische oder wirtschaftliche Unsicherheiten möglich. Umsetzung realistisch.
3	Mittleres Risiko	Umsetzung grundsätzlich möglich, jedoch mit spürbaren Unsicherheiten (z. B. wirtschaftliche Abhängigkeiten, Anschlussquoten, Genehmigungen).
2	Hohes Risiko	Umsetzung technisch oder wirtschaftlich schwierig; mehrere Rahmenbedingungen müssten erfüllt werden.
1	Sehr hohes Risiko	Umsetzung derzeit kaum realistisch oder nur unter sehr speziellen Voraussetzungen möglich.

Das Realisierungsrisiko einer Wärmeversorgungsoption wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Zu den wichtigsten gehören:

- technische Umsetzbarkeit im Gebäude (z. B. Vorlauftemperaturen, Platzbedarf)
- Verfügbarkeit von Infrastruktur (z. B. Wärmenetz, Stromnetzkapazitäten, Gasnetz)
- genehmigungsrechtliche Rahmenbedingungen (z. B. Bohrgenehmigungen bei Geothermie)
- Abhängigkeit von Dritten (z. B. Wärmenetzbetreiber oder Brennstofflieferanten)

Ein Teil dieser Faktoren kann je nach Gebäude oder Gebiet stark variieren. Während beispielsweise Wärmepumpen in energetisch guten Gebäuden sehr gut umsetzbar sind, können sie in unsanierten Bestandsgebäuden mit hohen Vorlauftemperaturen größere technische Anpassungen erfordern.

Die folgende Übersicht zeigt eine typische qualitative Einordnung der betrachteten Wärmeversorgungsoptionen.

5.8 ANWENDUNG DER REALISIERUNGSRISIKEN AUF GEBÄUDETYPEN UND ENERGIESTANDARDS

Tabelle 35: Anwendung der Realisierungsrissen auf Gebäudetypen und Energiestandards

Ein- und Zweifamilienhäuser (EFH / ZFH)				
Technologie	Neubau	Mittlerer Standard (2000–2015)	Altbau (<1980)	Begründung
Luftwärmepumpe	5	4	3	Neubauten haben niedrige Vorlauftemperaturen. Im Altbau häufig Heizkörperanpassung nötig.
Solewärmepumpe	4	4	3	Technisch gut geeignet, aber Genehmigungen und Bohrkosten können Umsetzung erschweren.
Hybridanlage (WP + Gas)	3	4	5	Besonders im unsanierten Bestand technisch einfach umsetzbar.
Biomassekessel	3	3	3	Technisch möglich, jedoch Platzbedarf für Lagerraum häufig begrenzend.
Gaskessel (GMG-konform)	4	4	4	Technisch sehr einfach installierbar, Infrastruktur meist vorhanden.
Wärmenetz	2	3	3*	Umsetzung stark abhängig von Wärmedichte und Anschlussquote.

Reihenhäuser (RH)				
Technologie	Neubau	Mittlerer Standard (2000–2015)	Altbau (<1980)	Begründung
Luftwärmepumpe	4	3	2–3	Schall- und Platzanforderungen können Installation erschweren.
Solewärmepumpe	3	3	2	Grundstücksgrößen und Bohrabstände begrenzen Einsatzmöglichkeiten.
Hybridanlage	3	4	5	Gute Lösung bei begrenzten Aufstellflächen und hohen Vorlauftemperaturen.
Biomassekessel	2	2	2	Lagerraum und Brennstofflogistik oft schwierig.
Gaskessel (GMG)	4	4	4	Einfach zu integrieren, Gasanschlüsse häufig vorhanden.
Wärmenetz	3	4	3*	Reihenhausgebiete besitzen häufig ausreichende Wärmedichte.

Mehrfamilienhäuser / große Mehrfamilienhäuser (MFH / GMFH)

Technologie	Neubau	Mittlerer Standard (2000–2015)	Altbau (<1980)	Begründung
Luftwärmepumpe	4	3	2–3	Große Leistungen und Aufstellflächen können begrenzen.
Solewärmepumpe	4	4	3	Bei größeren Grundstücken sehr effizient, Bohrfelder möglich.
Hybridanlage	3	4	4	Gute Lösung für große Heizlasten im Bestand.
Biomassekessel	4	4	4	Skaleneffekte und Lagerflächen oft vorhanden.
Gaskessel (GMG)	4	4	4	Technisch weiterhin einfach realisierbar.
Wärmenetz	4	5	4*	Hohe Wärmedichten machen Wärmenetze besonders geeignet.

Nichtwohngebäude (NWG) – optional

Technologie	Neubau	Mittlerer Standard (2000–2015)	Altbau (<1980)	Begründung
Luftwärmepumpe	4	3	3	Große Dach- oder Freiflächen erleichtern Installation.
Solewärmepumpe	4	4	3	Gute Voraussetzungen bei größeren Grundstücken.
Hybridanlage	3	4	4	Flexibel bei großen Lastschwankungen.
Biomassekessel	4	4	4	Gute Logistikmöglichkeiten und größere Heizräume.
Gaskessel (GMG)	4	4	4	Technisch unkompliziert.
Wärmenetz	4	5	5*	Große Wärmelasten und kontinuierliche Nachfrage.

Diese Differenzierung ermöglicht es, die Realisierungsrisiken technologie- und gebäudespezifisch in die Bewertungsmatrix einzubinden. Dadurch wird verhindert, dass einzelne Technologien pauschal bewertet werden, obwohl ihre Umsetzbarkeit stark von Gebäudetyp, Energiestandard und verfügbaren Flächen abhängt.

*Die Einordnungen der Realisierungsrisiken für Wärmenetze weichen je nach Versorgungsgebiet von dieser Darstellung ab. (Siehe Tabelle 23: Gebietstypisierung am Beispiel MFH)

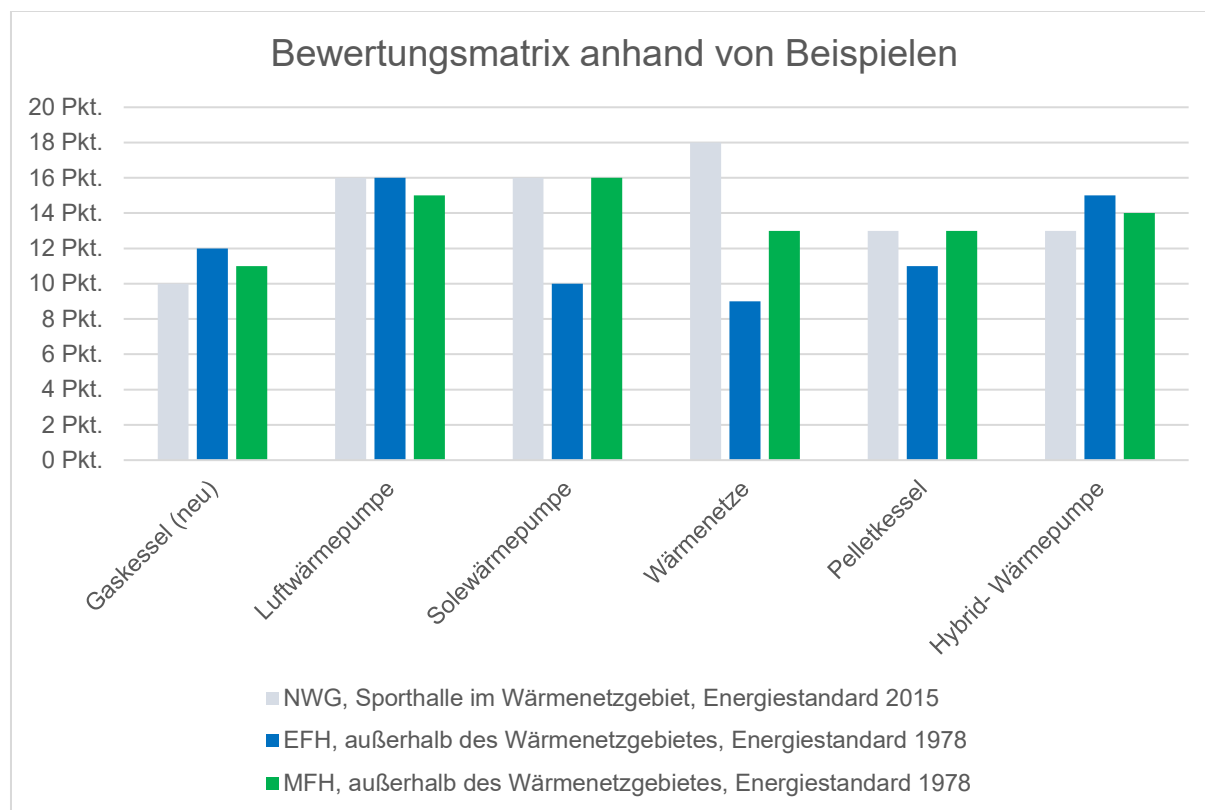


Abbildung 59: Beispielhafte Ergebnisdarstellung der Bewertungsmatrix

Anhand der Bewertungsmatrix lassen sich auch die jeweiligen Wahrscheinlichkeiten für die jeweilige Wärmeerzeugungsart ableiten.

Tabelle 36: Eignungsstufen der Heiztechnologien

	Sporthalle im Wärmenetzgebiet, Energiestandard 2015	EFH, außerhalb des Wärmenetzgebietes, Energiestandard 1978	MFH, außerhalb des Wärmenetzgebietes, Energiestandard 1978
Gaskessel (neu)	wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich ungeeignet
Luftwärmepumpe	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet
Solewärmepumpe	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich geeignet
Wärmenetze	sehr wahrscheinlich geeignet	sehr wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich ungeeignet
Pelletkessel	wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich ungeeignet
Hybrid- Wärmepumpe	wahrscheinlich ungeeignet	wahrscheinlich geeignet	wahrscheinlich geeignet

5.9 FOKUSGEBIETE

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung in Bönen werden drei Fokusgebiete betrachtet:

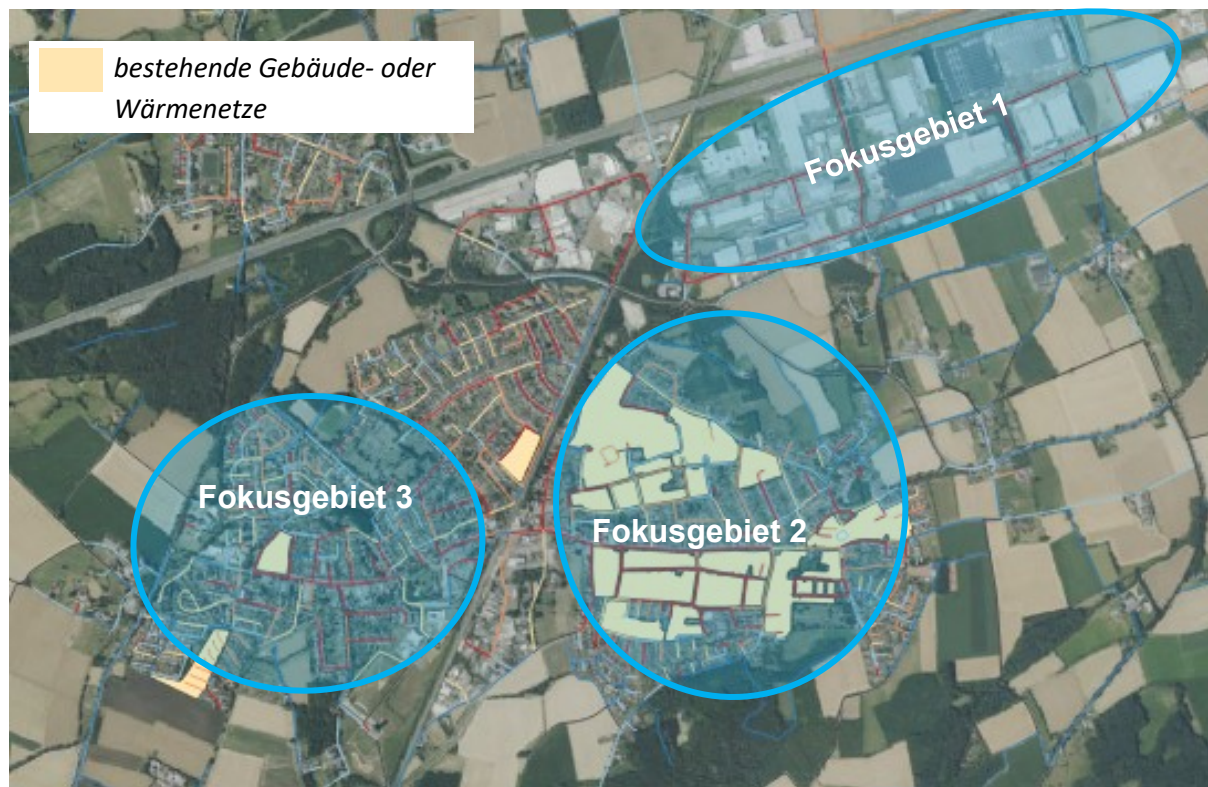


Abbildung 60: Definierte Fokusgebiete in Bönen

Die einzelnen Fokusgebiete lassen sich folgendermaßen charakterisieren:

Tabelle 37: Charakterisierung der Fokusgebiete

	Wärmebedarf	fossiler Anteil	THG- Emissionen	überwiegender Gebäudetyp
Fokusgebiet 1	ca. 48.000 MWh/a	>90%	ca. 11.500 t CO ₂ äq	Nichtwohngebäude
Fokusgebiet 2	ca. 23.000 MWh/a	ca. 80 %	ca. 4.200 t CO ₂ äq	EFH/ZWH/RH
Fokusgebiet 3	ca. 17.000 MWh/a	>90%	ca. 4.000 t CO ₂ äq	EFH/ZWH/RH

5.9.1 FOKUSGEBIET 1 – INDUSTRIEGEBIET BÖNEN

Das Industrie- und Gewerbegebiet der Gemeinde Bönen bildet einen der wichtigsten wirtschaftlichen Schwerpunkte der Kommune und weist gleichzeitig eine hohe energetische Bedeutung im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung auf. Die Gewerbe- und Industrieflächen befinden sich überwiegend im nördlichen Gemeindegebiet und sind durch eine sehr gute Verkehrsanbindung an die Autobahn A2 sowie an das regionale Straßennetz geprägt. Zu den größten zusammenhängenden Gewerbeflächen zählen insbesondere das

Industrie- und Gewerbegebiet „Am Mersch“ sowie der INLOGPARC Bönen, der zu den größten zusammenhängenden Logistik- und Industrieflächen im Kreis Unna zählt.

Die dort ansässigen Unternehmen stammen überwiegend aus den Bereichen Logistik, produzierendes Gewerbe, Metallverarbeitung, Lebensmittelwirtschaft und Handel. Aufgrund der teilweise großen Hallenflächen und kontinuierlichen Produktions- bzw. Logistikprozesse entstehen in einzelnen Betrieben relevante Wärmeverbräuche sowie potenzielle industrielle Abwärmequellen. Gleichzeitig befinden sich viele der Gebäude auf großflächigen Gewerbegrundstücken, wodurch grundsätzlich auch Möglichkeiten für größere zentrale Wärmeerzeugungsanlagen oder erneuerbare Energieanlagen bestehen.

Im Rahmen der Wärmeplanung kann das Industriegebiet daher sowohl als potenzieller Wärmesenkenbereich mit hohem Wärmebedarf als auch als möglicher Standort für zukünftige Energie- oder Wärmeerzeugungsanlagen betrachtet werden.

Unweit von diesem Gebiet entfernt (nordöstlich) besteht das Interesse eines Investors auf einer privilegierten Fläche eine große PV- Freiflächenanlage zu errichten. Die Anlage soll auf einer ca. 20ha großen Fläche 18.000 – 20.000 MWh Solarstrom erzeugen. Eine Einspeisemöglichkeit wird derzeit noch gesucht. Auch hier könnte das neue Rohbiogaskraftwerk andocken um gemeinsame Kapazitäten (hier: Stromanschluss) zu nutzen.

Im Rahmen unserer Stakeholderanalyse (Wirtschaftsförderer und Fachgebietsleiter) wurde festgestellt:

- wenig nutzbare Abwärmepotenziale
- Trotzdem: in Teilen hoher Prozesswärmebedarf
- hohe Potenziale für Sektorenkopplung (speziell Power-to-Mobility)
- Wärmesenkenpotenziale für ein mögliches Biogaskraftwerk
- Standortmöglichkeiten für ein überbautes Rohbiogaskraftwerk
- Gemeinsame Einspeisekonzepte mit Rohbiogaskraftwerk und Freiflächen- PV könnten wirtschaftliche Synergieeffekte bedeuten

Somit stehen Fokusgebiet 1 und Fokusgebiet 2 über das mögliche Rohbiogaskraftwerk in einem Verhältnis zueinander, das im Laufe der Kommunalen Wärmeplanung weiter untersucht werden sollte.

Ein Dekarbonisierungskonzept sollte in diesem Fokusgebiet Raumwärme, Prozesswärme und Mobilität zusammendenken. Gemeinsam mit dem Wirtschaftsförderer wurde entschieden, das Gebiet in das Projekt EFRE-Projekts EMG.Ruhr des Landes NRW mit aufzunehmen.

Tabelle 38: Endenergiebedarfe nach Energieträgern in Fokusgebiet 1

Fokusgebiet 1 Bönen	Menge
Wärmebedarf	ca. 48.000 MWh/Jahr
davon Prozesswärme	ca. 45%
Erdgas (Endenergie)	ca. 54.000 MWh/Jahr
Flüssiggas (Endenergie)	7 MWh/Jahr
Wärmepumpenstrom (Endenergie)	890MWh/Jahr
Heizöl (Endenergie)	1.400 MWh/Jahr
Biomasse (Endenergie)	800 MWh/Jahr

Innerhalb der Erarbeitung eines ersten Entwurfes für das Zielszenario wurde für die zukünftige Bereitstellung der Prozesswärme Wasserstoff angenommen. Diese Annahme gilt es bis zur Fertigstellung der Kommunalen Wärmeplanung zu prüfen, bzw. abzuwägen.

5.9.2 FOKUSGEBIET 2 – BÖNEN OST

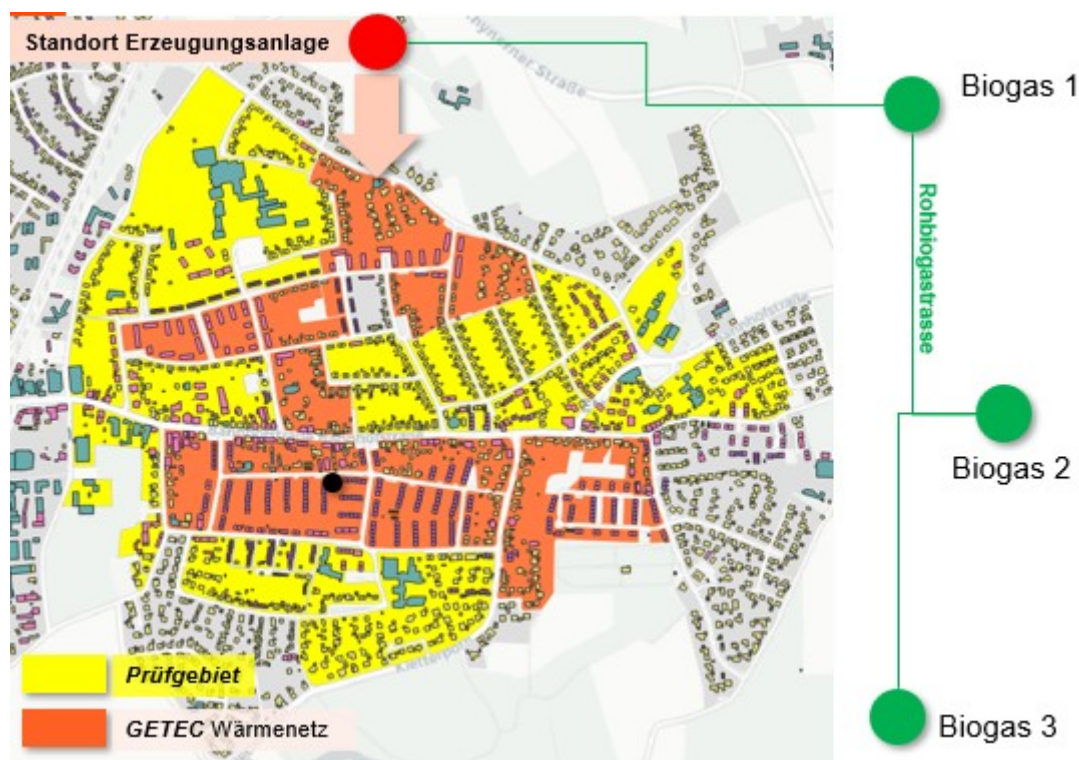


Abbildung 61: Lage von Fokusgebiet 2

Im Zuge der Kommunalen Wärmeplanung wurden die drei Betreiber der Biogasanlagen im Gemeindegebiet kontaktiert und ein fachlicher Austausch durchgeführt. Dabei wurde ermittelt, dass gemeinsam etwa 4.000.000 Nm³ Rohbiogas pro Jahr verfügbar sind. Aus dieser Menge könnten rechnerisch rund 8.000 MWh Strom und Wärme bereitgestellt werden (siehe Potenzialanalyse, Kapitel 4.5.6.2).

Auf Grundlage erster technischer Vorüberlegungen wird derzeit ein Anlagenkonzept diskutiert, das einen Gasspeicher mit einem Volumen von etwa 40.000 m³, eine installierte elektrische Leistung der Blockheizkraftwerke von etwa 8 MW sowie einen Wärmespeicher mit einem Volumen von rund 5.000 m³ vorsieht.

Die geplante Erzeugungsanlage könnte die erzeugte Wärme perspektivisch in das bestehende GETEC-Wärmenetz einspeisen. Über dieses Netz werden aktuell jährlich etwa 4.900 MWh Wärme an rund 300 angeschlossene Gebäude geliefert. Eine Einbindung der Biogasanlagen könnte somit einen relevanten Beitrag zur zukünftigen erneuerbaren Wärmeversorgung im Netzgebiet leisten.

Tabelle 39: Potenzielle Ankerkunden in Fokusgebiet 2

Ankerkunden	Wärmeabnahme	Bemerkung
Schulzentrum: (Marie- Curie-Gymnasium und Humboldt-Regelschule):	ca. 1.100.000 kWh/a	BHKW ist im Einsatz, Modernisierung geplant und damit ein Wärmeverbrauch möglichst <1 GWh
Pestalozzischule:	ca. 380.000 kWh/a	
Erstaufnahmeeinrichtung:	ca. 220.000 kWh/a	

in gebietsweiter Netzausbau innerhalb des hier ausgewiesenen Prüfgebietes wurde kurz vor Fertigstellung des Zwischenberichtes seitens der GETEC mindestens mittelfristig infrage gestellt, was eine Netzverdichtung jedoch nicht grundsätzlich ausschließt. Im Verlauf der weiteren Kommunalen Wärmeplanung wird eine Konkretisierung dahingehend stattfinden, wie und von wem die Abwärme des Rohbiogaskraftwerkes genutzt werden kann.



Abbildung 62: Fokusgebiet 2 – Bönen Ost

Tabelle 40: Endenergiebedarfe nach Energieträgern in Fokusgebiet 2

Netzgebiet	Bönen OST	EFH/ZFH/RH	MFH/GMFH	NWG
Trassenlänge (ca.)	7.000 m			
<i>davon neu zu errichten</i>	4.000 m			
Wärmelinienichte	ca. 3.300 kWh/m*a			
Wärmeabnahme	ca. 23.000 MWh/a	14.499 MWh/a	5.827 MWh/a	2.932 MWh/a
Prüfgebiete	ca. 13.000 MWh/a	7.335 MWh/a	3.059 MWh/a	2.720 MWh/a
<i>davon neu anzuschließen</i>	ca. 13.000 MWh/a	7.335 MWh/a	3.059 MWh/a	2.720 MWh/a
Bestandsnetzgebiete	10.144 MWh/a	7.164 MWh/a	2.768 MWh/a	212 MWh/a
<i>davon neu anzuschließen</i>	4.700 MWh/a	3.634 MWh/a	1.031 MWh/a	120 MWh/a

Energieträger (Endenergie)	Bestandsnetz	Prüfgebiet
Fernwärme	ca. 6.000 MWh/a	-
<i>davon Pellets</i>	30%	
<i>davon Heizöl</i>	70%	
Erdgas	ca. 4.600 MWh/a	ca. 13.000 MWh/a
Wärmepumpe	ca. 150 MWh/a	ca. 340 MWh/a

Insgesamt könnten theoretisch rund 17.700 MWh angeschlossen werden. Dabei ist davon auszugehen, dass von der jeweils größten Gruppe (EFH/ZFH/RH) lediglich 30% angeschlossen werden, wohingegen von den anderen beiden Gruppen (MFH/GMFH und NWG) insgesamt 70% angeschlossen werden könnten. Das realistische Anschlusspotenzial liegt demnach bei ca. 7.300 MWh/a. Das gesamte Wärmenetz in Bönen OST würde in diesem Fall 11.140 MWh/a absetzen. Bei einer angenommenen Volllaststundenzahl in Höhe von 1.700 (Vh.) und einem angenommenen Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,7 ergibt sich eine Spitzenlast in Höhe von 4,58 MW.

Da das Rohbiogaskraftwerk konstant 1,0 – 1,5 MW thermisch zur Verfügung stellen kann und ein Wärmespeicher mit einer maximalen Ausspeicherleistung in Höhe von bis zu 8 MW errichtet werden soll, kann zum aktuellen Planungsstand davon ausgegangen werden, dass zwar einzelne Lastspitzen thermisch bedient werden können, jedoch im Winter noch eine zusätzliche Quelle zur Versorgung des Netzes benötigt wird. Der sich bereits in Betrieb befindliche Pelletkessel der GETEC (200 KW) reicht alleine nicht aus, um gemeinsam mit dem Rohbiogaskraftwerk das Wärmenetz Bönen OST zu versorgen. Eine weitere grundlastfähige Quelle in der Größenordnung von 500 KW ist notwendig. Möglich wäre eine Umstellung der Heizölkessel (GETEC) auf Biomethan, da diese Kessel nur in wenigen Winterwochen zum Einsatz kämen.

Unter Anwendung unserer Bewertungsmatrix (Berücksichtigung Wirtschaftlichkeit, Realisierungsrisiko, Versorgungssicherheit, THG- Quote) wird im Entwurf Zielszenario, bis 2045 das Netz auf eine Wärmeabnahme in Höhe von 12.900 MWh/a anwachsen. Durch Netzverdichtungen und angenommene Preisvorteile kann diese Absatzmenge, trotz Sanierung, gut erklärt werden.

5.9.3 FOKUSGEBIET 3 – BÖNEN WEST

Im Fokusgebiet 3 (Bönen West) ist die Wärmelinien-dichte mit 2.314 KWh/m*a deutlich niedriger als im Fokusgebiet 1 (Bönen Ost). Grundsätzlich lässt auch eine solche Wärmelinien-dichte ein Wärmenetz zu. Gleichzeitig muss jedoch davon ausgegangen werden, dass nicht die identischen Wärmepreise wie im östlichen Teil der Stadt angeboten werden können. Das liegt auch daran, dass mit dem Klärwerk eine Wärmequelle genutzt wird, die sich zwar als Speisung eines Wärmenetzes unter Verwendung erneuerbarer Energien eignet, jedoch als weniger wirtschaftlich eingeschätzt wird, als die Abwärme eines Rohbiogaskraftwerkes.

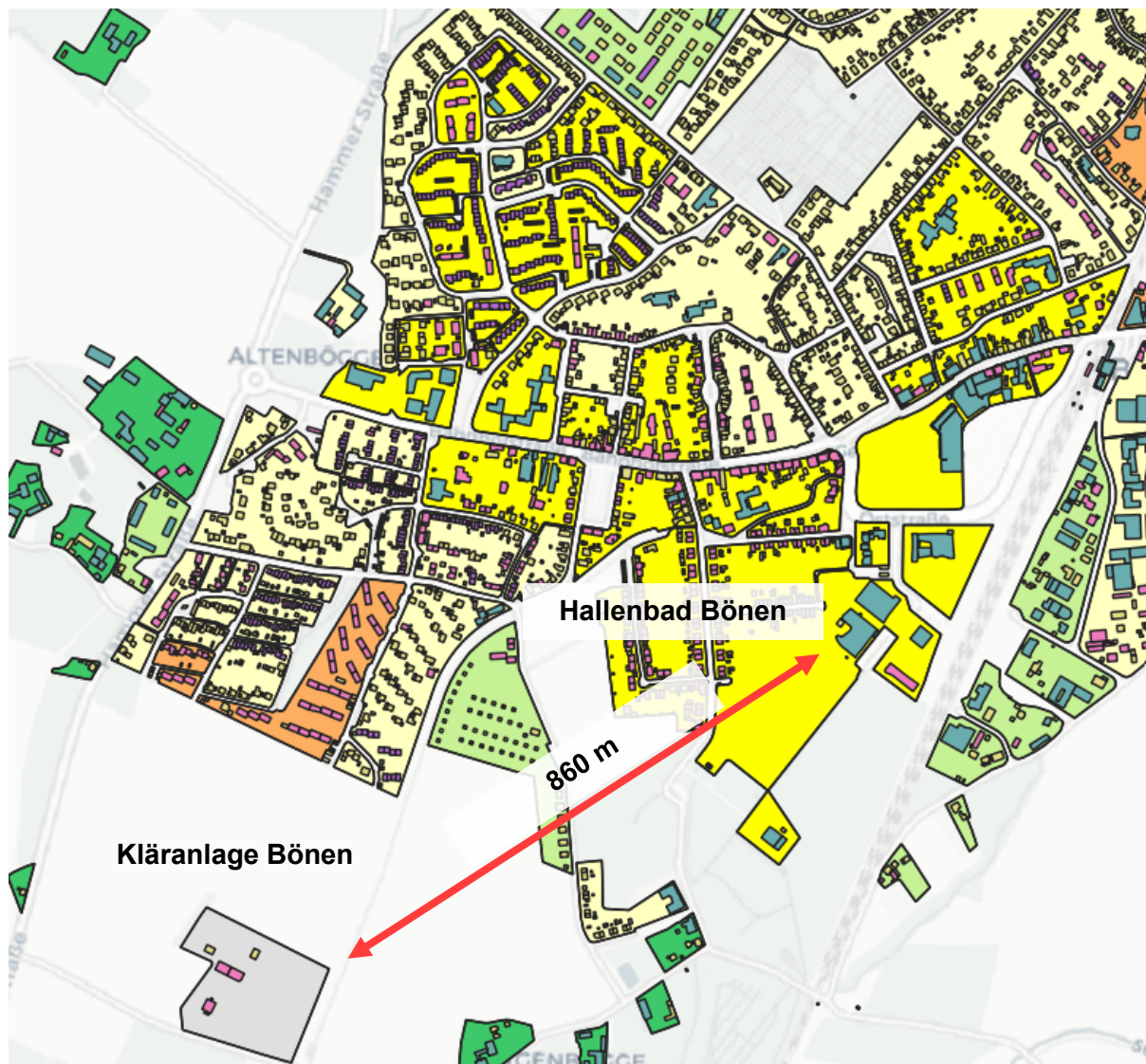


Abbildung 63: Lage von Fokusgebiet 3

Innerhalb der Potenzialanalyse wurde festgestellt, dass, mit einer möglichen Entnahmeleistung von etwa 4,9 MW und einer jährlichen Wärmemenge von knapp 33 GWh, ein sehr großes Potenzial in der Nutzung von Abwasserwärme in Bönen vorhanden sei. Die Untersuchung dieser Wärmequelle ist bereits Teil einer Machbarkeitsstudie, die durch die Gemeinschaftsstadtwerke (GSW) in Auftrag gegeben wurde.

Grundsätzlich ist die Wärmeerzeugung mit Großwärmepumpen sehr gut mit eigens produziertem Strom aus erneuerbaren Quellen kombinierbar. Insbesondere Windenergieanlagen aber auch Photovoltaik können dabei unterstützen, den Betrieb kostengünstiger zu gestalten. Es ist also empfehlenswert zu prüfen, ob geeignete Standorte in der Nähe sind, die mithilfe einer Direktleitung die Wärmepumpe versorgen können.

Innerhalb des Entwurfs dieses Zielszenarios, wurde (vorerst) ein Netto- Wärmenetzpreis in Höhe von 17 ct. / KWh (netto) angenommen.

Tabelle 41: Wärmeabsatzpotenziale in „Bönen West“ nach Gebäudetypen

Netzgebiet	Bönen West 2025	EFH/ZFH/RH	MFH/GMFH	NWG
Trassenlänge (ca.)	7.500 m			
davon neu zu errichten	7.500 m			
Wärmelinienichte	2.314 KWh/m*a			
Wärmeabnahme	17.357 MWh/a	6.242 MWh/a	8.681 MWh/a	2.435 MWh/a
Prüfgebiete	16.361 MWh/a	6.242 MWh/a	8.681 MWh/a	1.439 MWh/a
davon neu anzuschließen	16.361 MWh/a	6.242 MWh/a	8.681 MWh/a	1.439 MWh/a
Bestandsnetzgebiete	996 MWh/a	0 MWh/a	0 MWh/a	997 MWh/a
davon neu anzuschließen	0 KWh/a	0 MWh/a	0 MWh/a	0 MWh/a

Tabelle 42: Endenergiebedarfe nach Energieträgern in Fokusgebiet 3

Energieträger (Endenergie)	Gebäudenetz	Prüfgebiet
Erdgas	1.227 MWh/a	17.278 MWh/a
Heizöl	0 MWh/a	392 MWh/a
Wärmepumpe	0 MWh/a	213 MWh/a

Insgesamt könnten theoretisch rund 16.361 MWh angeschlossen werden. Dabei ist davon auszugehen, dass von der jeweils größten Gruppe (EFH/ZFH/RH) lediglich 30% angeschlossen werden, wohingegen von den anderen beiden Gruppen (MFH/GMFH und NWG) insgesamt 70% angeschlossen werden könnten. Das realistische Anschlusspotenzial liegt demnach bei ca. 9.000 MWh/a. Das gesamte Wärmenetz in Bönen West würde in diesem Fall 10.000 MWh/a absetzen. Bei einer angenommenen Vollaststundenzahl in Höhe von 1.700 (Vh.) und einem angenommenen Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,7 ergibt sich eine Spitzenlast in Höhe von 4,12 MW. Da die Kläranlage konstant 4,9 MW thermisch zur Verfügung stellen kann, kann eine 100%ige Wärmenetzversorgung aus erneuerbaren Energien jederzeit sichergestellt werden.

Innerhalb unserer Bewertungsmatrix (Berücksichtigung Wirtschaftlichkeit, Realisierungsrisiko, Versorgungssicherheit, THG- Quote) wird im Entwurf Zielszenario, bis 2045 das Netz lediglich auf eine Wärmeabnahme in Höhe von 7.900 MWh/a anwachsen. Hier spielt mit Sicherheit der bislang angenommene Preis (17ct./kWh) eine gewichtige Rolle. Gleichzeitig handelt es sich in Bönen West ausschließlich um Prüfgebiete, was ein erhöhtes Realisierungsrisiko nach sich zieht.

5.10 ERGEBNISSE

Nach Anwendung unserer Bewertungsmatrix können baublockscharf und mengengewichtet die vorherrschenden Wärmeerzeugungsarten (je nach Punktzahl) abgebildet werden.

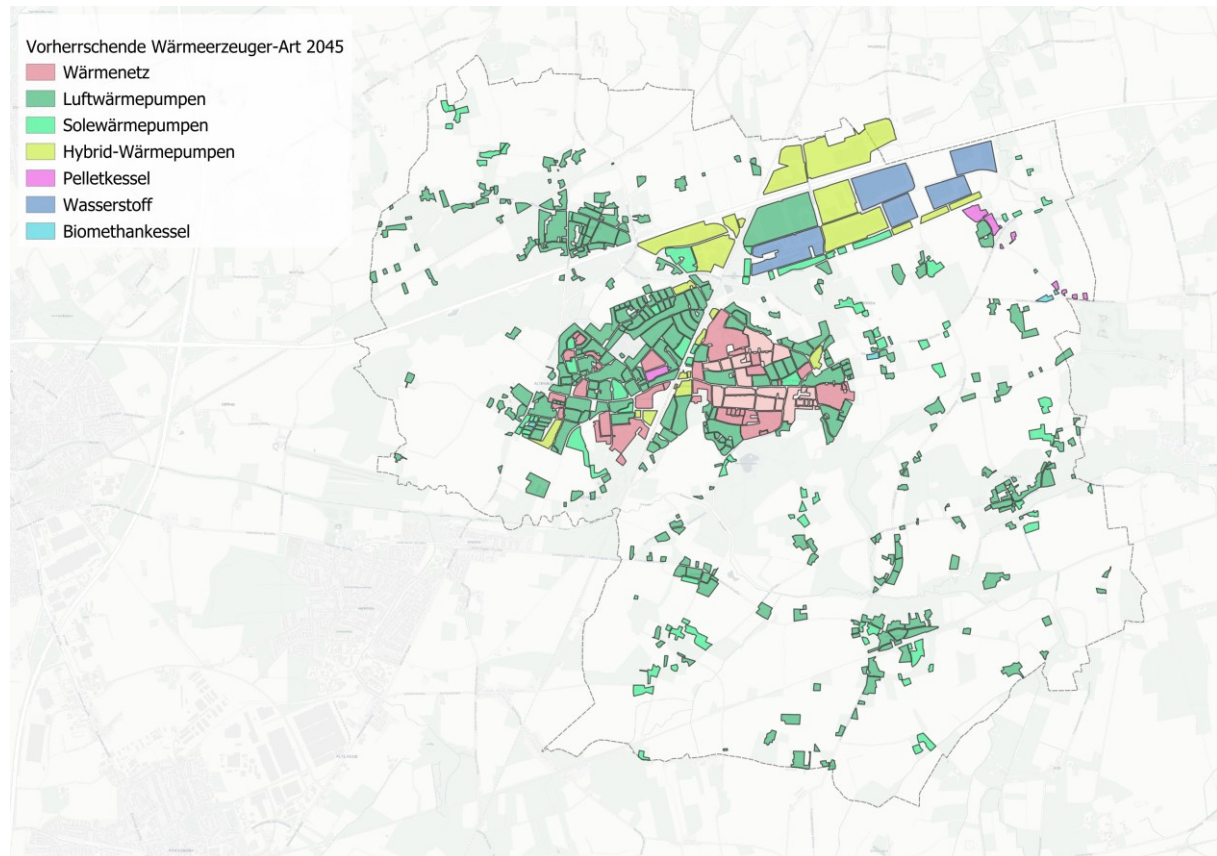


Abbildung 64: Vorherrschende Wärme-Erzeugerart im Zieljahr 2045

Nach der vorgestellten Bewertungsmatrix ergibt sich ein gemischtes Bild unterschiedlicher Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2045. Während in den Außenbereichen so gut wie immer Wärmepumpen (Sole- oder Luft/Wasserwärmepumpen) zum Einsatz kommen, wird die Kernstadt von Bönen auf der östlichen Seite der Bahnschienen über große Flächen durch ein Wärmenetz versorgt. Westlich der Bahnschienen kommen mehrere Techniken gleichzeitig zum Zuge: Wärmenetze, Wärmepumpen- Hybridanlagen (Biomethan), Wärmepumpen und vereinzelt auch Biomethankessel. Es bleibt abzuwarten welche Ergebnisse die Planer der Machbarkeitsstudie für die GSW in Bezug auf Bönen (West) liefert. Sollte die Studie im Rahmen einer Vollkostenrechnung zu dem Ergebnis kommen, dass im westlichen Teil der Stadt günstige Wärmenetzpreise angeboten werden können, kann sicher ein größeres Wärmenetz als bisher angenommen werden.

Wie im Kapitel zum Fokusgebiet 1 bereits erläutert, wird die benötigte Prozesswärme im Industriegebiet Bönen innerhalb dieses Entwurfes im Wesentlichen zukünftig durch Wasserstoff bzw. Grüngas zur Verfügung gestellt. Dabei können wir kaum einschätzen, inwieweit grüner Wasserstoff zukünftig wirtschaftlich in diesem Ausmaß genutzt werden kann. Die jeweiligen Dekarbonisierungspläne zur Bereitstellung der benötigten Prozesswärme

werden von den ansässigen Betrieben in den nächsten Jahren sicherlich noch konkretisiert werden.

Tabelle 43: Endenergieverbräuche nach Heizenergieträger im Basisjahr 2025 und im Zieljahr 2045

	2025	2045
Endenergieverbrauch Summe	173.626 MWh/a	77.037 MWh/a
Endenergieverbrauch Erdgas	143.061 MWh/a	0 MWh/a
Endenergieverbrauch Klärgas	96 MWh/a	0 MWh/a
Endenergieverbrauch Heizöl	9.594 MWh/a	0 MWh/a
Endenergieverbrauch Flüssiggas	1.905 MWh/a	0 MWh/a
Endenergieverbrauch Kohle	863 MWh/a	0 MWh/a
Endenergieverbrauch Scheitholz	6.276 MWh/a	0 MWh/a
Endenergieverbrauch Pellets	2.208 MWh/a	1.955 MWh/a
Endenergieverbrauch Heizstrom	631 MWh/a	0 MWh/a
Endenergieverbrauch Wärmepumpenstrom (inkl. Wärmenetz Bönen Ost)	2.922 MWh/a	21.187 MWh/a
Endenergieverbrauch Wasserstoff	0 MWh/a	27.400 MWh/a
Endenergieverbrauch Biomethan	0 MWh/a	13.386 MWh/a
Endenergieverbrauch Wärmenetz (Bönen Ost)	6.069 MWh/a	13.108 MWh/a
<i>Pellets</i>	<i>2.124 MWh/a</i>	<i>2.124 MWh/a</i>
<i>Heizöl</i>	<i>3.945 MWh/a</i>	
<i>Wärmepumpenstrom</i>		<i>2.984 MWh/a</i>
<i>Rohbiogas*</i>		<i>8.000 MWh/a</i>

*Annahme: Das komplette Rohbiogas kann verwendet werden

Dank des vermehrten Einsatzes von Wärmepumpen kann der Primärenergieverbrauch auf fast die Hälfte gesenkt werden. Die THG- Emissionen fallen von 42.418 tCO₂äq auf 3.391 tCO₂äq.

Dabei wurden die Emissionsfaktoren unter Anhang 6.2 verwendet. Für den Strommix im Jahr 2045 wurde ein Emissionsfaktor von 15 gCO₂äq/kWh angenommen.

5.10.1 FAZIT ZWISCHENBERICHT

Anhand der vorgestellten Bewertungsmatrix konnten, aufbauend auf die Bestands- und Potenzialanalyse, die zukünftigen Wärmeerzeugungsarten in diesem Entwurf meistens sinnvoll angeordnet werden. Das Stadtgebiet Bönen West gilt es, bis zur Fertigstellung der Kommunalen Wärmeplanung, gemeinsam mit den GSW weiter zu untersuchen. Aktuell entsteht durch die angewendete Bewertungsmatrix, mit Blick auf das Wärmenetz als vorherrschende Wärmeerzeugungsart, eine Art Flickenteppich, der für ein breites Wärmenetz auf eine eher ungünstige Bebauung hindeutet. Auch die relativ niedrige Wärmeliniedichte in Bönen- West spricht bei der möglichen Errichtung eines Netzes für herausfordernde Rahmenbedingungen.

Gesprächsbedarf besteht zudem mit den in dem Industriegebiet ansässigen Unternehmen um deren tatsächlichen Grüngasbedarf (hier: Wasserstoff) abzustimmen.

5.10.2 STRATEGISCHE LEITLINIE DER WÄRMEVERSORGUNG

Die zukünftige Wärmeversorgung in Bönen folgt einer klaren Struktur:

1. Wärmenetze in geeigneten Gebieten ausbauen

In verdichteten Siedlungsbereichen mit hoher Wärmebedarfsdichte ist der Ausbau von Wärmenetzen die wirtschaftlich und strukturell sinnvollste Lösung. Bestehende Netze, insbesondere im östlichen Gemeindegebiet, bieten hierfür einen wichtigen Ausgangspunkt und sollten gezielt erweitert werden.

2. Dezentrale Lösungen im Großteil des Gemeindegebiets

In locker bebauten und ländlichen Strukturen sind individuelle Heizlösungen die tragende Säule der Wärmewende. Hier werden insbesondere Wärmepumpen, hybride Systeme und – in geeigneten Fällen – Biomasseheizungen eine zentrale Rolle spielen.

3. Nutzung lokaler Energiepotenziale

Die Integration erneuerbarer Energien, insbesondere biogene Brennstoffe, ist ein zentraler Baustein der zukünftigen Wärmeversorgung. Insbesondere im Gewerbe- und Industriegebiet bestehen noch Potenziale.

5.10.3 PRIORITÄRE MAßNAHMEN

Für eine erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in Bönen sind folgende Maßnahmen besonders relevant:

1. Ausbau und Verdichtung bestehender Wärmenetze:

insbesondere im Zentralort und angrenzenden Siedlungsbereichen

2. Entwicklung neuer Wärmenetzprojekte in Fokusgebieten:

in Bönen Ost und Bönen West

3. Förderung dezentraler Wärmepumpenlösungen:

insbesondere in Ein- und Zweifamilienhausgebieten

4. Etablierung von Hybridlösungen als Übergangstechnologie:

zur Reduktion von Investitionsrisiken und zur schrittweisen Transformation

5. Einbindung lokaler Akteure und Energieversorger:

zur Umsetzung konkreter Projekte und zur Sicherstellung langfristiger Investitionen. Dazu zählen neben den GSW, die GETEC, die Landwirte und die Industrieunternehmen im Gewerbepark

6 ANHANG

6.1 FRAGEBOGEN UNVERMEIDBARE ABWÄRME

Kommunale Wärmeplanung
Bergkamen-Bönen-Kamen
Fragebogen zu Potenzialen
jan.borchard@boenen.de



Gemeinde
Bönen

Im Auftrag der smartOPS GmbH
Gemeinde Bönen: Breitscheidstraße 6
34119 Kassel

m.schnitzbaumer@smartops.de

Kassel, 10.04.2025

Fragebogen zur Erfassung von Potenzialen für die kommunale Wärmeplanung

Sehr geehrte Damen und Herren,

durch das Ausfüllen dieses Fragebogens unterstützen Sie die Gemeinde Bönen und uns bei der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans. Ihre Angaben helfen uns dabei, Abwärmepotenziale zu identifizieren und geeignete Konzepte zur Nutzung zu entwickeln. Bitte nehmen Sie sich einen Moment Zeit, um die Felder auszufüllen. Es handelt sich bei diesem Fragebogen um eine Vorabfrage. Alle Angaben sind freiwillig und werden nur im Rahmen der Wärmeplanung erfasst, werden vertraulich behandelt und im Falle von Potenzialen anonym veröffentlicht. Bitte lassen Sie uns Ihre Rückmeldung spätestens bis zum 07.05.2025 zukommen. Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

1 UNTERNEHMENSINFORMATIONEN

Name des Unternehmens:

Branche:

Name Kontaktperson:

Telefonnummer:

E-Mail:

1.1 Fallen Sie unter die Energieauditpflicht nach EDL-G?

(EDL-G – Energiedienstleistungsgesetz i.V.m. EnEg – Energieeffizienzgesetz)

- ☐ Ja
- ☐ Nein, wir besitzen ein Energiedatenerfassungssystem
- ☐ Nein

1.2 Können Sie uns die Ergebnisse des Energieaudits oder Daten der Energieerfassung zur Verfügung stellen?

- ☐ Ja
- ☐ Nein, weil:

2 PROZESS- UND ENERGIEINFORMATIONEN

2.1 Welche Energieträger verwenden Sie?

(Dabei sind insbesondere Energieträger gemeint, die zum Heizen oder zum Aufrechterhalten Ihrer Prozesse dienen. Mehrfachnennungen möglich.)

- ☐ Strom
- ☐ Gas
- ☐ Öl
- ☐ Fernwärme
- ☐ Biomasse
- ☐ Andere:

UTILITY PARTNERS



Seite 1 von 3

Kommunale Wärmeplanung
Bergkamen-Bönen-Kamen
Fragebogen zu Potenzialen

jan.borchard@boenen.de



Gemeinde
Bönen

Im Auftrag der smartOPS GmbH
Gemeinde Bönen: Breitscheidstraße 6
34119 Kassel

m.schnitzbaumer@smartops.de

2.2 Verfügen Sie in Ihrem Unternehmen über Prozesse, die unvermeidbare Abwärme erzeugen?

(Dies können z. B. Trocknungsanlagen, Öfen, Kompressoren oder Kühlanlagen sein. Auch Abwärme auf niedrigem Temperaturniveau ab 15°C ist relevant.)

- ☐ Ja:
- ☐ Nein

[Die folgenden Fragen sind wichtig, wenn Sie über Abwärme in Ihrem Unternehmen verfügen. Falls nicht, können Sie gerne mit Punkt 3 fortfahren.]

2.3 Wie wird diese Abwärme derzeit genutzt?

(Falls Ihnen keine Nutzung bekannt ist, lassen Sie dieses Feld leer.)

- ☐ Ungenutzt
- ☐ Zur Beheizung/Wärmerückgewinnung
- ☐ Andere Nutzung:

2.4 Gibt es Messwerte/Bilanzierung zu dieser Abwärme?

(z.B. Menge der Abwärme in kWh, zeitliches Angebot oder ähnliche Daten.)

- ☐ Ja:
- ☐ Nein

2.5 Ist die Temperatur dieser Abwärme bekannt?

(Bitte geben Sie die ungefähre Temperatur der Abluft oder anderer Abwärmequellen an.)

- ☐ Ja:
- ☐ Nein

2.6 Gibt es Hindernisse bei der Nutzung von dieser Abwärme?

(z.B. technische Einschränkungen, wirtschaftliche Hürden oder Platzmangel.)

- ☐ Ja:
- ☐ Nein

3 SONSTIGE RELEVANTE POTENZIALE

3.1 Verfügen Sie über Dachflächen und/oder freie Flächen auf dem Betriebsgelände für Photovoltaik oder Solarthermie?

- ☐ Ja:
- ☐ Nein

3.2 Verfügen Sie über weitere Potenziale, die in diesem Fragebogen nicht erfasst wurden (z.B. Biomasse)?

- ☐ Ja:
- ☐ Nein

Kommunale Wärmeplanung
Bergkamen-Bönen-Kamen
Fragebogen zu Potenzialen
jan.borchard@boenen.de



**Gemeinde
Bönen**

Im Auftrag der smartOPS GmbH
Gemeinde Bönen: Breitscheidstraße 6
34119 Kassel

m.schnitzlbaumer@smartops.de

3.3 Haben Sie spezielle Wünsche oder Anmerkungen?

Wenn sich aus dem Fragebogen interessante Potenziale für die kommunalen Wärmeplanung ergeben, würden wir Sie nochmals kontaktieren und gegebenenfalls weitere Informationen anfragen. Die Ergebnisse der Wärmeplanung können Sie nach Abschluss von uns erhalten. Gerne können Sie uns bei Fragen ansprechen.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!
Beste Grüße,

Jan-Christian Borchard
Gemeinde Bönen

jan.borchard@boenen.de

Marinus Schnitzlbaumer
smartOPS GmbH

m.schnitzlbaumer@smartops.de

Datenschutzhinweis

Ihre persönlichen Daten werden gemäß der geltenden Datenschutzbestimmungen (DSGVO) vertraulich behandelt und ausschließlich im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung anonym verwendet. Eine Weitergabe an Dritte erfolgt nicht. Die Teilnahme ist freiwillig, und Sie können Ihre Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen widerrufen. In diesem Fall werden Ihre Daten unverzüglich gelöscht.

Bei Fragen zum Datenschutz oder zur Verarbeitung Ihrer Daten wenden Sie sich bitte an die oben genannte Kontaktperson.

UTILITY PARTNERS



Seite 3 von 3

6.2 TREIBHAUSGAS-FAKTOREN

Tabelle 44: Treibhausgas-Faktoren

Technik	Primärenergieträger	Emissionsfaktor gCO ₂ äq/kWh	in
Heizkessel, Öl	Heizöl	318	
Heizkessel, Gas	Erdgas	247	
Heizkessel, Flüssiggas	Flüssiggas	276	
Nachtspeicherheizung	Nachtspeicherstrom	380	
Wärmepumpe	Strommix, DE	380	
Holzhackschnitzel- /pelletheizung	Holzhackschnitzel/-pellets	160	
Heizkohleofen	Kohle	411	
Kaminofen	Scheitholz	22	
Stromdirektheizung	Strommix, DE	380	
Heizkessel, Klärgas	Klärgas	22	

7 DIENSTLEISTER

UTILITY PARTNERS ist eine Gruppe von spezialisierten Dienstleistungsunternehmen für die Energiewirtschaft. Wir unterstützen die Unternehmen der Branche bei der Bewältigung der regulatorischen und digitalen Herausforderungen. Wir liefern Mehrwert durch Branchenkompetenz, Methodenkenntnis und IT-Know-how in den Projekten unserer Kunden. Durch unsere Unterstützung und das breite Wissen bei UTILITY PARTNERS in den verschiedenen Geschäftsbereichen der Energiebranche können Sie mit unserer Hilfe die Kommunale Wärmeplanung als eine Chance angehen und mit unserer Expertise nachhaltige und Geschäftsmodelle im Wärmemarkt der Zukunft etablieren.

Die smartOPS GmbH ist im Jahr 2020 als Spin-Off von Ingenieuren & Unternehmern gegründet worden, die die Energiewende seit mehr als 30 Jahren aktiv begleiten und mitgestalten. Das Projektportfolio geht von Machbarkeitsstudien, technischen Fachgutachten und Beratungen bis hin zur Projektierung sowie Bauüberwachung. Die betrachteten Technologien umfassen dabei unter anderem Abwärmequellen für Wärmepumpen (z. B. geklärtes Abwasser, Flusswasser, Geothermie, Rechenzentren, Kühlanlagen), Solarthermie, Bioenergie, Photovoltaik und Batteriespeicher, Windenergie, Tank- sowie saisonale Wärmespeicher.