

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG FÜR DIE STADT BAD SALZUFLEN

Hamburg, 24.04.2026



Auftraggeberin:

Stadt Bad Salzuflen

Fachdienst Umwelt

Projektkoordination: Jan Philipp Feldmeier, Vanessa Ott

Auftragnehmerin:

HIC Hamburg Institut Consulting GmbH

Paul-Neumann-Platz 5

22765 Hamburg

Autor:innen: Felix Landsberg, Frederic Schlotfeldt, Nico Jaeschke, Marleen Greenberg,
Maja Overberg, Ronan Leewellyn, Navina Ehlers

Projektleitung: Felix Landsberg (HIC Hamburg Institut Consulting GmbH)

Projektteam (Kerngruppe):

Stadt Bad Salzuflen:

Stadtwerke Bad Salzuflen GmbH

Alle Formulierungen in diesem Dokument sind geschlechtsneutral und diskriminierungsfrei gestaltet. Verwendet werden Begriffe, die alle Geschlechter und Identitäten gleichberechtigt und wertschätzend einbeziehen. Etwaige geschlechtsspezifische Bezeichnungen dienen ausschließlich der Lesbarkeit und bedeuten keine Ausgrenzung oder Bevorzugung. Alle Aussagen gelten gleichermaßen für alle Personen, unabhängig von ihrem Geschlecht oder ihrer Identität.

INHALT

1	Einleitung	1
2	Bestandsanalyse	2
2.1	Stadtstruktur und Gebäude- und Siedlungstypen	2
2.2	Kältebedarf	5
2.3	Räumlich aufgelöster Wärmebedarf	6
2.4	Energie- und Treibhausgasbilanz	14
2.4.1	Erneuerbare Stromerzeugung	18
2.4.2	Prozesswärme	19
3	Potenzialanalyse Energieeinsparung & erneuerbare Energien	20
3.1	Potenziale zur Energieeinsparung	20
3.2	Abwärme	22
3.3	Solequellennutzung	23
3.4	Oberflächennahe und (mittel)tiefe Geothermie	23
3.5	Biomasse und Abfall	34
3.6	Wasserstoff	41
3.7	Wasserkraft	42
3.8	Windkraft	42
3.9	Solarthermie und Photovoltaik	43
3.9.1	Dachflächen	47
3.10	Großwärmespeicher	47
3.11	Kläranlagen	49
3.12	Luftwärmepumpen	51
3.13	Grundwasser	54
3.14	Oberflächengewässer	56
3.15	Zusammenfassung Potenzialanalyse	61
4	Wirtschaftlichkeit	63
4.1	Energiepreisszenarien	64
4.2	Methodik	65
4.3	Ergebnisdarstellung Wirtschaftlichkeit	73
5	Zielszenarien und Entwicklungspfade	78
5.1.1	Versorgungsvarianten	78
5.1.2	Auswertung und Interpretation der Bewertungsmatrix	81



5.1.3	Ergebnisse	85
5.1.4	Gebietssteckbriefe für die voraussichtliche Wärmeversorgung.....	87
5.1.5	Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial.....	113
5.1.6	Entwicklung Gasversorgung bis 2045	120
5.2	Entwicklung Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog	123
5.3	Beteiligungs- und Abstimmungsprozess	155
5.4	Verstetigungsstrategie.....	155
5.5	Controlling-Konzept.....	155
5.5.1	Einführung Monitoring	155
5.5.2	Zentrale Aspekte des Monitoringkonzeptes.....	156
5.5.3	Ausgestaltung des Monitoringkonzeptes	157
6	Abbildungsverzeichnis	160
7	Tabellenverzeichnis	163
8	Literaturverzeichnis.....	164



Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung		Erläuterung
ATES	Aquifer Thermal Energy Storage	Aquiferspeicher für saisonale thermische Energiespeicherung im Untergrund.
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude	Förderprogramm des Bundes für energetische Sanierung und Neubau.
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz	Nationales Gesetz zur CO ₂ -Bepreisung fossiler Brennstoffe.
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze	Förderprogramm des Bundes für Bau und Modernisierung von Wärmenetzen.
BHKW	Blockheizkraftwerk	Anlage zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme (KWK).
CO₂	Kohlenstoffdioxid	
CO₂äq	Kohlenstoffdioxidäquivalent	Maßeinheit zur Vereinheitlichung verschiedener Treibhausgase auf Basis ihrer Klimawirkung.
dB	Dezibel	Schallpegel
DN	Nennweite (Diameter Nominal)	Standardisierte Nenngröße für Rohrdurchmesser in der Versorgungstechnik.
EE	Erneuerbare Energien	
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz	Bundesgesetz zur Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien.
EFH	Einfamilienhaus	
EnEV	Energieeinsparverordnung	Früherer Gebäudestandard, abgelöst durch das GEG.
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz	Bundesgesetz zur Regulierung der Energieversorgung in Deutschland.
EU-ETS 2	EU Emissions Trading System 2	Europäisches Emissionshandelssystem für die Sektoren Gebäude und Verkehr.
GasGVV	Gasgrundversorgungsverordnung	Verordnung zur Regelung der Gasgrundversorgung in Deutschland.
GEG	Gebäudeenergiegesetz	Bundesgesetz zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in Gebäuden.
GG	Grundgesetz	
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	Wirtschaftssektor außerhalb von Industrie und Haushalten.
iKWK / IKWK	Innovative Kraft-Wärme-Kopplungsanlage	KWK-Anlage mit Integration erneuerbarer Energien
JAZ	Jahresarbeitszahl	Verhältnis erzeugter Wärmemenge zu eingesetzter elektrischer Energie bei Wärmepumpen über ein Jahr.



KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	Deutsche Förderbank, u. a. für energetische Gebäudesanierung und Neubau.
KfW40	KfW-Effizienzhaus 40	Gebäudestandard: Primärenergiebedarf max. 40 % des GEG-Referenzgebäudes.
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung	Gleichzeitige Erzeugung von Strom und nutzbarer Wärme in einer Anlage.
KWP	Kommunale Wärmeplanung	Strategische Planung der klimaneutralen Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene.
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW	
MaStR	Marktstammdatenregister	Bundesregister der Bundesnetzagentur für alle Energieanlagen in Deutschland.
MFH	Mehrfamilienhaus	
MNQ	Mittlerer niedrigster Durchfluss	Hydrologische Kenngröße für den gemittelten niedrigsten Abfluss eines Gewässers.
NWG	Nichtwohngebäude	
PtX	Power-to-X	Umwandlung von (überschüssigem) Strom in andere Energieträger oder chemische Produkte.
PV	Photovoltaik	Direkte Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom mittels Solarzellen.
RH	Reihenhaus	
RLM	Registrierende Leistungsmessung	Gasmessverfahren für Großverbraucher mit stündlicher Verbrauchsregistrierung.
THG	Treibhausgas	
TTES	Thermal Tank Energy Storage	Thermischer Kurzzeitspeicher in Form von Heißwassertanks aus Stahl.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure	
VDI 2067	VDI-Richtlinie 2067	Richtlinie zur Berechnung der Kosten von Heizungsanlagen (Investitions- und Jahreskosten).
VDI 4640	VDI-Richtlinie 4640	Richtlinie zur thermischen Nutzung des Untergrunds (insb. Erdwärmesonden).
VLH	Volllaststunden	Betriebsstunden, in denen eine Anlage mit Nennleistung betrieben wird.
VZÄ	Vollzeitäquivalent	Maßzahl für Personaleinsatz; entspricht einer Vollzeitstelle.
WEA	Windenergieanlage	
WHG	Wasserhaushaltsgesetz	Bundesgesetz zum Schutz und zur Bewirtschaftung von Gewässern und Grundwasser.
WPG	Wärmeplanungsgesetz	Bundesgesetz, das Kommunen zur Erstellung kommunaler Wärmepläne verpflichtet.



1 EINLEITUNG

Bad Salzuflen umfasst eine Fläche von 100 qkm, hat insgesamt knapp 56.700 Einwohner*innen und liegt im nordrhein-westfälischen Kreis Lippe. Für die Stadt wurde bereits 2009 eine CO₂-Bilanz und ein Klimaschutzkonzept erstellt. Die Infokarte Klimaschutz ermöglicht außerdem einen Überblick über alle umgesetzten Klimaschutz und Klimafolgeanpassungen im Stadtgebiet.

Für den Prozess der Erstellung und Umsetzung einer kommunalen Wärmeplanung in Bad Salzuflen mit dem Ziel einer langfristig klimaneutralen Wärmeversorgung sind nachfolgende Aspekte und Rahmenbedingungen besonders bedeutsam:

- Die Gebäudestruktur ist im Wohnsektor durch viele **Ein- und Zweifamilienhäuser** geprägt, die durch ihr Verhältnis von beheiztem Volumen zu Außenflächen spezifisch hohe Wärmebedarfe aufweisen.
- Die Möglichkeiten der Wärmebedarfseinsparungen durch baulichen Wärmeschutz sind im Altbaubestand des Kerngebietes durch die vielfach vorhandenen **Fachwerkfassaden** aus stadtgestalterischen und bauphysikalischen Gründen begrenzt.
- Die Energieinfrastruktur zur Wärmeversorgung fokussiert sich auf die **Erdgasversorgung**. Daneben spielen auch Strom und Heizöl eine Rolle. Dazu existieren bereits Wärmenetze wie u.a. in der Innenstadt. Die leitungsgebundene Wärme wird derzeit unter anderem durch den Einsatz von Klär- und Biogas, sowie durch fossile Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erzeugt.

Zudem gilt es, im Prozess die **Akteurslandschaft** in der Stadt Bad Salzuflen zu berücksichtigen, die sich aus verschiedenen Stakeholdern zusammensetzt. Die **Stadtwerke** Bad Salzuflen GmbH sind hierbei als Akteur für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung von besonderer Bedeutung.

2 BESTANDSANALYSE

2.1 Stadtstruktur und Gebäude- und Siedlungstypen

Die Stadt Bad Salzuflen liegt im nordöstlichen Teil von Nordrhein-Westfalen und gehört zum Kreis Lippe.

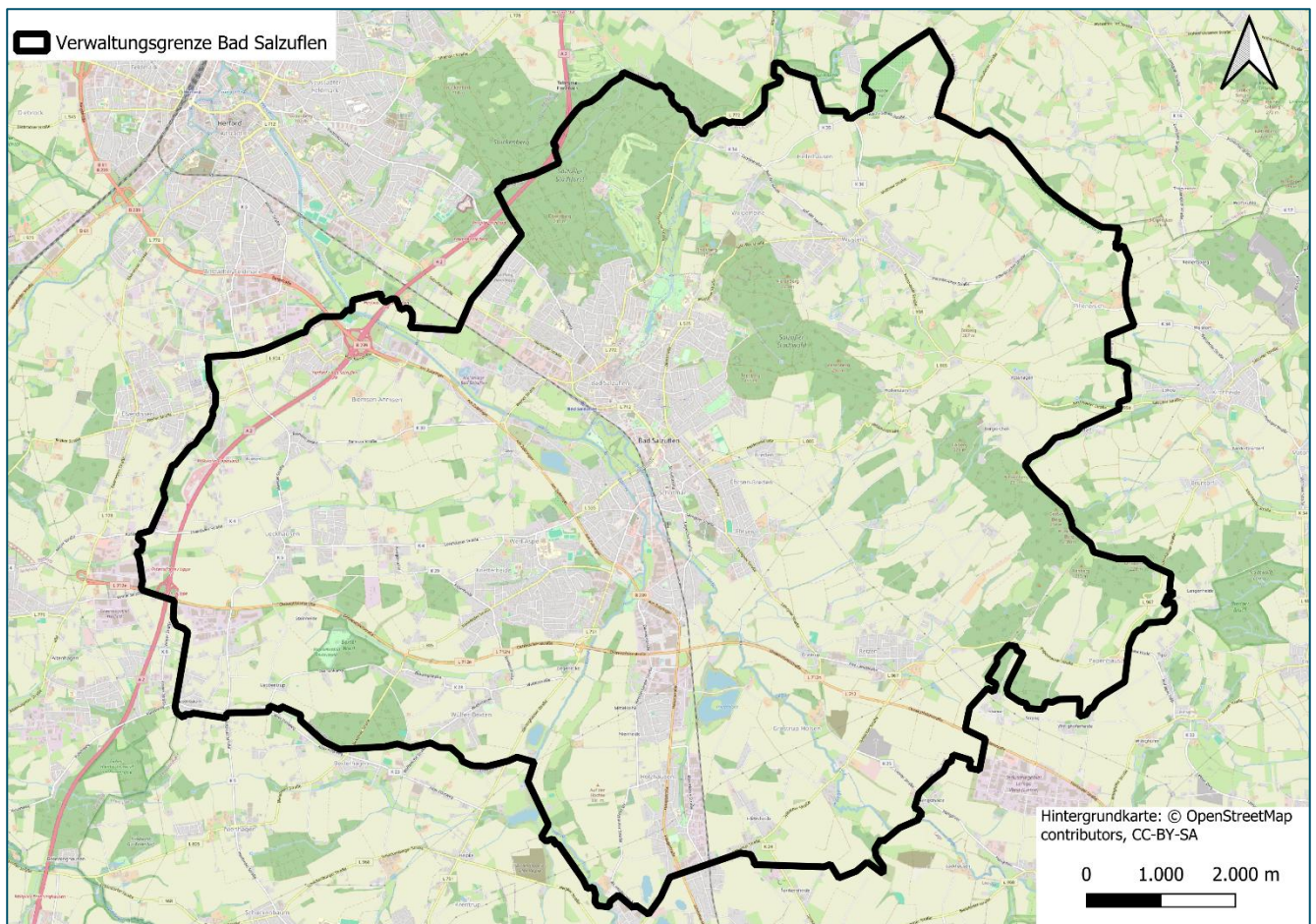


Abbildung 2.1: Verwaltungsgebiet der Stadt Bad Salzuflen

Die bisherige Siedlungsentwicklung in Bad Salzuflen ist in Abbildung 2.2 dargestellt. Im Stadtkern sowie entlang des Nord-Süd-Verlaufs von Bad Salzuflen stammen viele Gebäude noch aus den Jahren vor 1949 oder aus dem Zeitraum 1949 – 1968. In den ländlichen Bereichen östlich des Stadtkerns finden sich ebenfalls überwiegend Gebäude dieser Baualtersklassen. Im gesamten Verwaltungsbereich befinden sich vereinzelt Gebäude aus dem Zeitraum 1969 – 2001 sowie nach 2001. Ein größeres Gebiet mit Gebäuden nach 2001 befindet sich im Stadtteil Werl-Aspe im Westen von Bad Salzuflen.

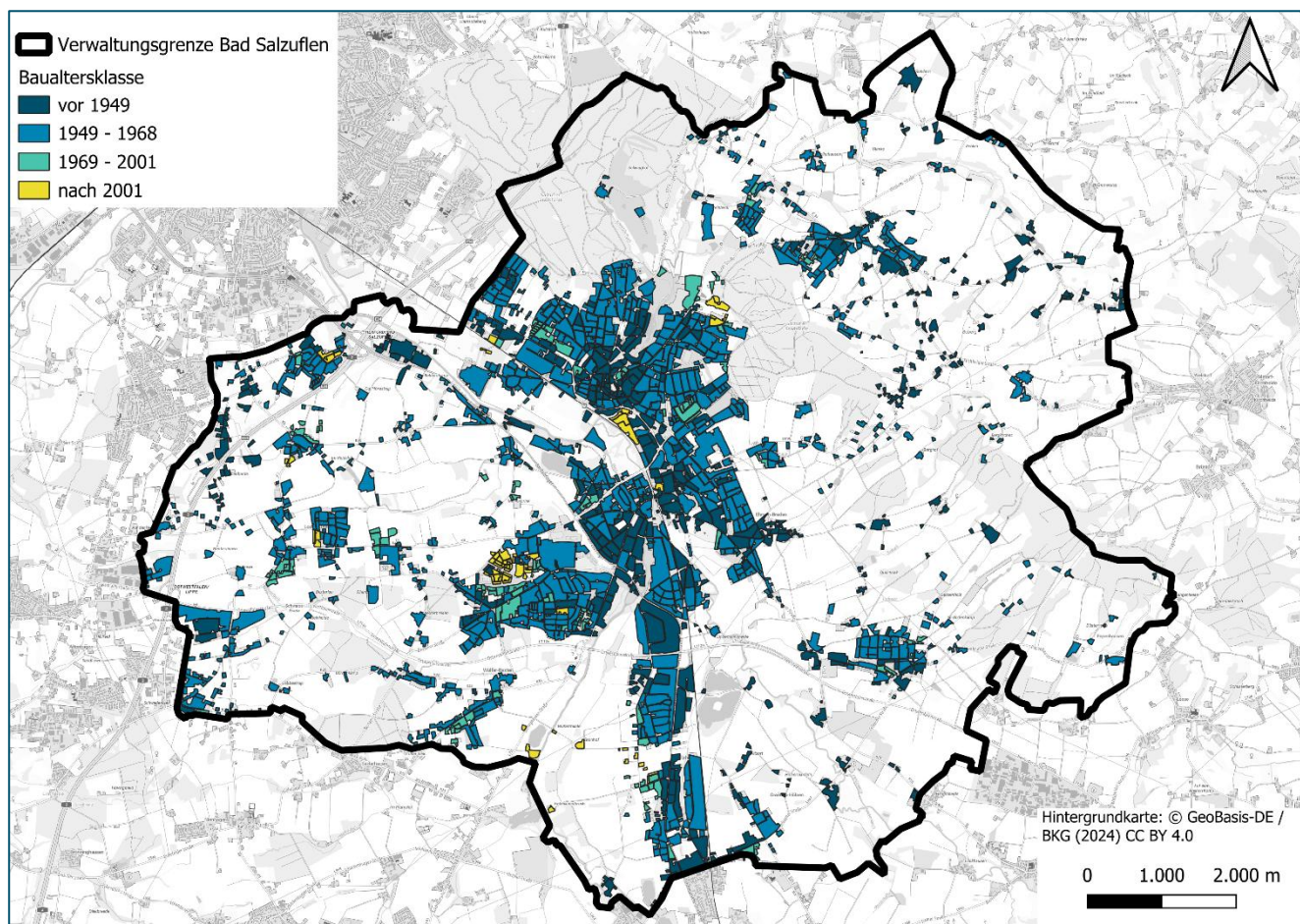


Abbildung 2.2: Baualtersklassen in Bad Salzuflen

Die Hauptgebietstypen in Bad Salzuflen sind in Abbildung 2.3 baublockbezogen dargestellt. Bei dem Großteil der Baublöcke handelt es sich um Wohngebiete. Mischgebiete, in denen annähernd ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Wohn- und Gewerbegebäuden herrscht, befinden sich vor allem in den ländlicheren Bereich von Bad Salzuflen sowie angrenzend an die Wohngebiete im Stadtzentrum. Entlang der Nord-Süd Hauptverkehrsstraßen sind einige Gewerbegebiete vorhanden.

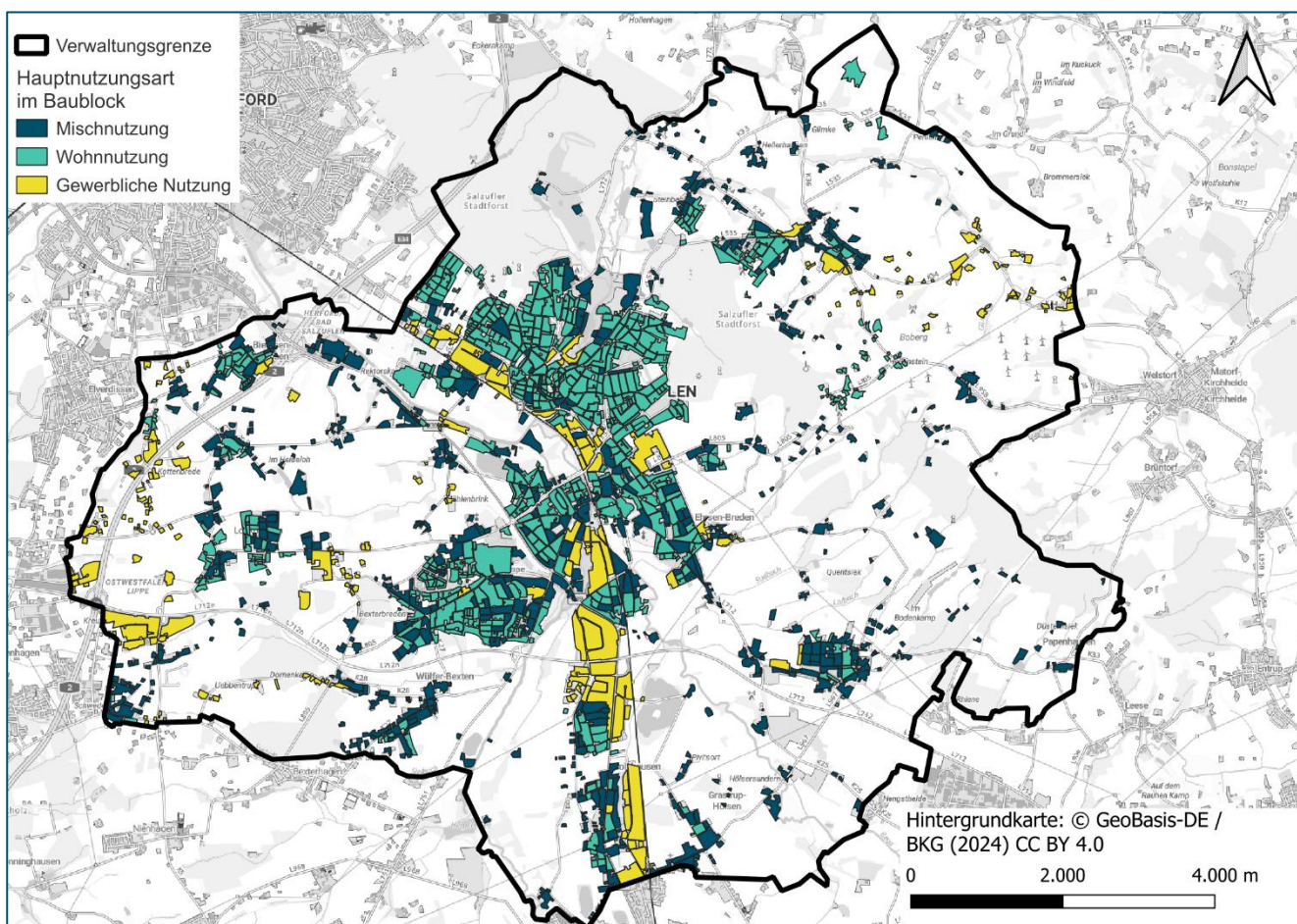


Abbildung 2.3: Darstellung der Gebietstypen in Bad Salzuflen nach Hauptnutzungsart im Baublock

Durchschnittlich beträgt die Wohnfläche je Wohneinheit ca. 143 m². Je Einwohner:in liegt die Wohnfläche bei ca. 65 m².

In Abbildung 2.4 ist der Anteil der Wohnfläche an der Gesamtfläche eines Baublocks abgebildet. Vor allem im Stadtzentrum ist der Wohnflächenanteil hoch mit vermehrt 40 – 70 Prozent. Der ländlichere Bereich setzt sich in ähnlichen Anteilen aus Baublöcken mit 20 bis 40 Prozent Wohnflächenanteil und unter 20 Prozent Wohnflächenanteil zusammen. Entlang der Nord-Süd Hauptverkehrsstraße liegt der Anteil der Wohnflächen Größtenteils unter 20 Prozent. Dies korreliert mit der Verteilung der Gewerbegebiete.

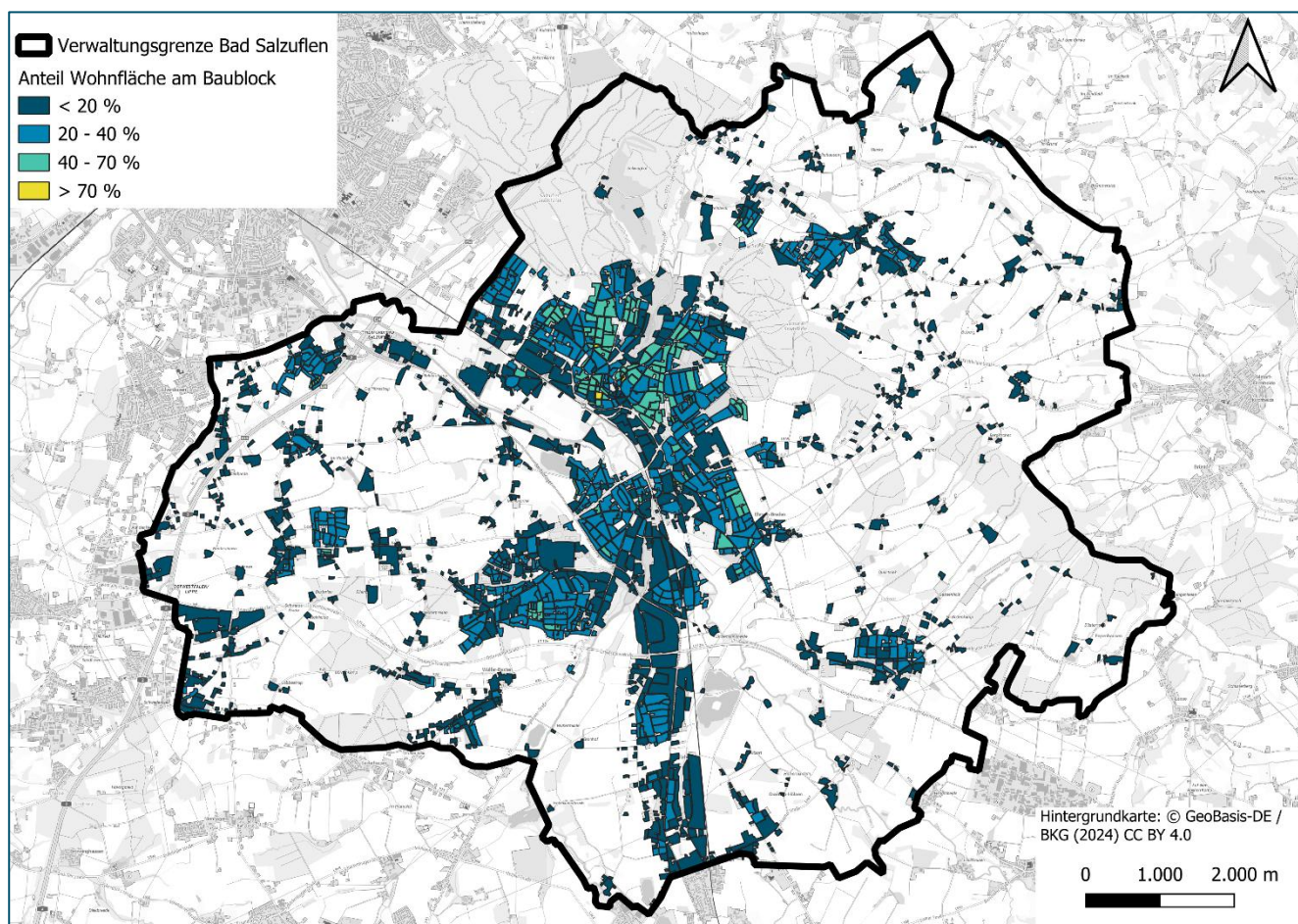


Abbildung 2.4: Anteil der Wohnfläche im Baublock

2.2 Kältebedarf

Zur Ermittlung des Kältebedarfs der Stadt Bad Salzuflen wurde der Energieatlas NRW herangezogen und mit Ergebnissen aus dem Hotmaps Tool der EU abgeglichen.

Erläuterung Energieatlas NRW

Für die Bestimmung des Kältebedarfs der Wohngebäude wurde davon ausgegangen, dass nur in den drei Klimaklassen mit der höchsten Belastung der „[Klimaanalyse NRW](#)“ ein Kältebedarf aufgrund von Hitzebelastung anzunehmen ist und derzeit 1,4 Klimaanlage je 100 Haushalte installiert sind (Bettgenhäuser, Boermans, Offermann, Krechting, & Becker, 2011). Dieser Wert erhöht bzw. verringert sich, je nach Lage der Gebäude in Gebieten mit hoher oder geringer thermischer Belastung.

Für die Nichtwohngebäude wurde sowohl der Anteil der gekühlten Fläche als auch der flächenspezifische Raumkältebedarf in Abhängigkeit von der Gebäudenutzung berechnet. Die Funktionen der Gebäude aus dem Wärmebedarfsmodell wurden den Nutzungen zugeordnet, um die zu kühlende Fläche zu bestimmen. Anschließend wurden auch diese Werte in Abhängigkeit der thermischen Situation vor Ort bewertet. (Bettgenhäuser, Boermans, Offermann, Krechting, & Becker, 2011) (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2024)

Bei der Fortschreibung wurde davon ausgegangen, dass sich Einspareffekte durch Effizienzsteigerungen und steigende Volllaststunden mit einer steigenden Hitzebelastung nahezu ausgleichen, so dass die ermittelten spezifischen Kältebedarfe je Energiebezugsfläche in Abhängigkeit von der Gebäudfunktion sowie der zugewiesenen Kältegruppe unverändert auf 2050 übertragen wurden. Mit einer erhöhten Hitzebelastung bis 2050 vergrößert sich die betroffene Fläche, wodurch insgesamt mehr Objekte gekühlt werden müssen. (Bezirksregierung Köln; Abteilung 7 Geobasis NRW, 2024)

Die Datengrundlage auf die Stadt Bad Salzuflen skaliert ergibt, für eine Einwohnerzahl von etwa 55.000, einen jährlichen Kältebedarf von 8,51 GWh im Basisjahr 2021 und fortschreibend für das Jahr 2050 einen Bedarf von 9,06 GWh pro Jahr.

Abgleich zum Hotmaps Projekt (EU-Ebene)

Die Hotmaps-Datenbank bietet eine Karte der Kühlbedarfsdichte der EU28-Länder in einer Auflösung von 100 x 100 m. Die Bedarfe werden an die örtlichen Gegebenheiten angepasst, indem das Verhältnis der nationalen zu den lokal berechneten Kühlgradtagen berücksichtigt wird. Dabei weicht der tatsächliche Kühlbedarf oft erheblich von dem gemessenen Stromverbrauch von Klimaanlage ab. Diese Abweichung lässt sich unter anderem auf die Effizienz der Klimaanlage zurückführen, sowie auf die Tatsache, dass der Anteil der Gebäudefläche, die vollständig mit Klimaanlage ausgestattet ist, in den meisten Gebieten unter 1 % liegt. Die Wärmekartenanalyse des Hotmap Tools weist für Bad Salzuflen ein Gesamtkältebedarf von 50,78 GWh pro Jahr aus. (Müller, 2019) (Hotmaps project, 2020)

Fazit

Die Kältebedarfsermittlungen der beiden Methoden weisen verschiedene Werte auf, was unterschiedliche Gründe haben kann.

Durch die Regionalisierung der Daten aus dem Energieatlas NRW auf die Städteebene kann eine Abweichung in den Werten entstehen. Städtische Gebiete neigen zudem dazu, einen höheren Kühlbedarf zu haben. Des Weiteren sind die Daten des Energieatlas NRW auf die Einwohnerzahl skaliert, was zu Weiteren demographischen und wirtschaftlichen Abweichungen der Faktoren führt.

Durch die Ermittlung der Werte aus zwei unterschiedlichen Ansätzen lässt sich der jährliche Kühlbedarf für Bad Salzuflen in einer Spanne zwischen 8,51 bis 50,78 GWh pro Jahr einordnen, ausgehend vom Basisjahr 2021.

2.3 Räumlich aufgelöster Wärmebedarf

Auf der Basis von Verbrauchsdaten wurden durchschnittliche räumlich aufgelöste Wärmebedarfe ermittelt. Dabei wurde die Mitversorgung von Gebäuden durch andere Gebäude so weit wie möglich berücksichtigt und eine Abschätzung der Wärmebedarfe von Gebäuden, die nicht mit leitungsgebundenen Energieträgern versorgt werden, vorgenommen. Die ermittelten absoluten und spezifischen Wärmebedarfe sind witterungsbereinigt.

Aus datenschutzrechtlichen Gründen dürfen nur Baublöcke gezeigt werden, die mindestens fünf beheizte Gebäude enthalten. In Abbildung 2.5 ist erkennbar, dass die Wärmeverbrauchsichte, also der Wärmeverbrauch pro Hektar (gleich 100x100m) im Zentrum höher ist als in den Randbereichen. Im Bereich Südfeld ist auf Grund der kleinen Grundstücke bzw. der kleinen Gärten eine vergleichsweise hohe Wärmeverbrauchsichte abgebildet.

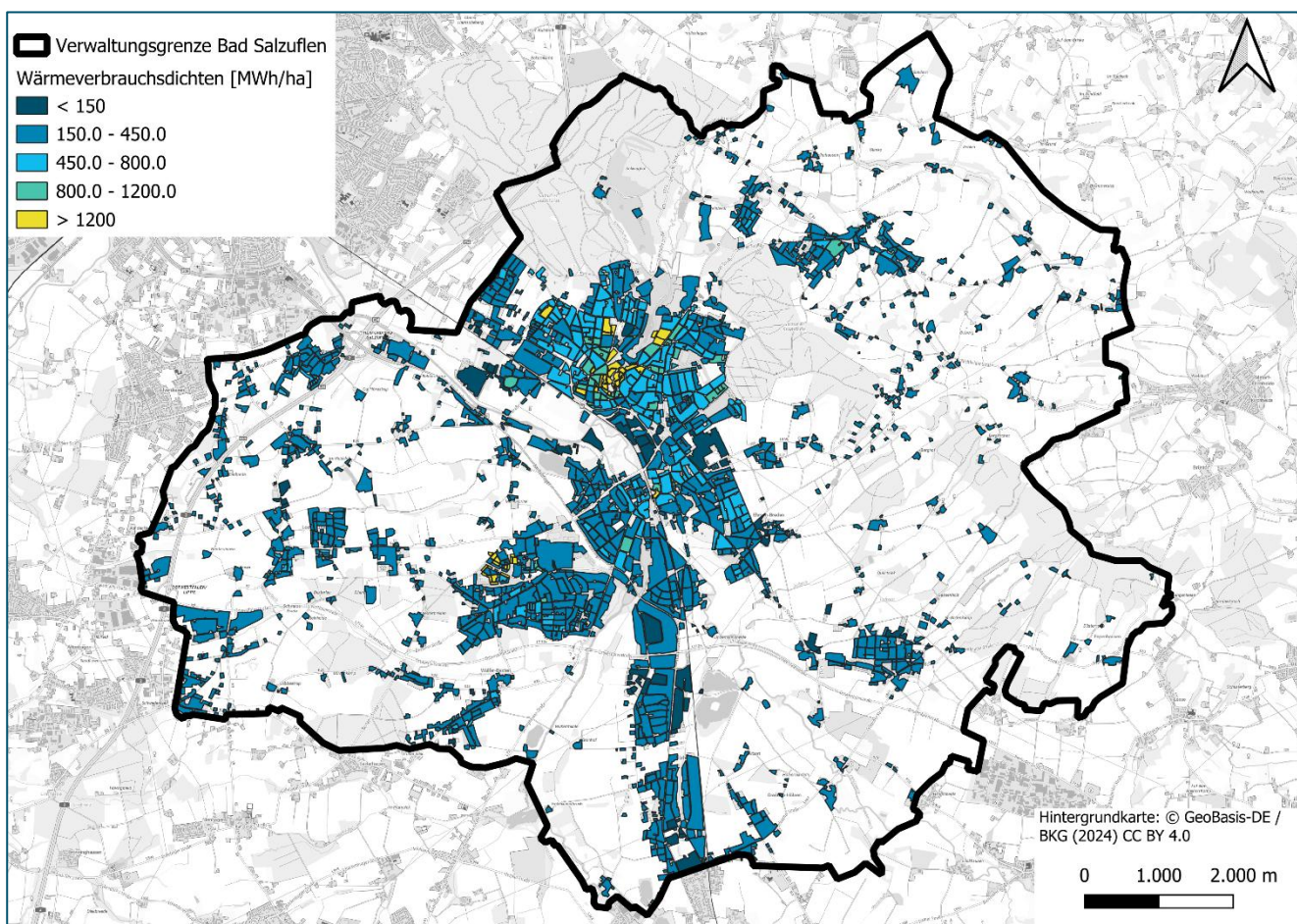


Abbildung 2.5: Wärmeverbrauchsichten in Bad Salzungen in MWh/ha

Die Wärmeliniendichte ist ein Indikator für das Wärmenetzpotenzial im Gebiet. Sie setzt die Wärmeverbrauchsmengen ins Verhältnis zur Länge des Straßenabschnitts und wird in MWh pro m Straße/Trassenlänge angegeben. Vor allem im Zentrum von Bad Salzuflen bis südlich zur Kreuzung der B 239 mit der Ostwestfalenstraße ist in großen Teilen eine hohe Wärmeliniendichte zu finden.

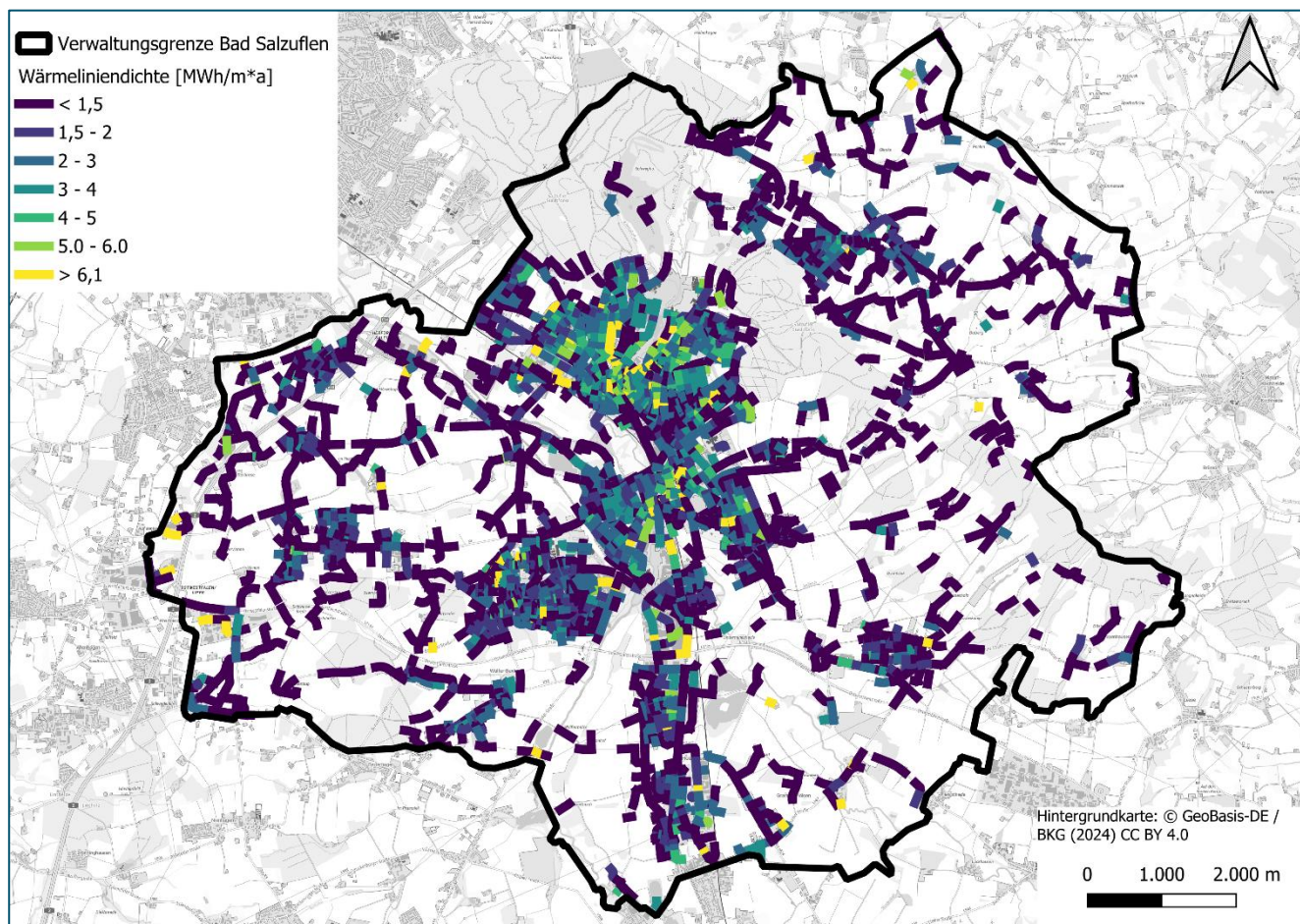


Abbildung 2.6: Kartografische Darstellung der Wärmeliniendichten in Bad Salzuflen

Derzeit findet die Wärmeversorgung in Bad Salzufen hauptsächlich durch den fossilen Energieträger Erdgas statt. Vereinzelt sind Gebiete vorhanden, die die Wärme hauptsächlich aus Wärmenetzen oder Wärmepumpen beziehen. Besonders in den äußeren Bereichen von Bad Salzufen sowie in Gewerbegebieten werden vor allem nicht leitungsgebunden Energieträger genutzt wie u.a. Heizöl (vgl. Abbildung 2.13), wie in Abbildung 2.7 zu erkennen ist. Zusätzlich sind die Baublöcke durch die Satzungsgebiete der Wärmenetze überlagert, wodurch es zu Unschärfen kommt, die darstellungsbedingt sind und bewusst keinen Rückschluss auf einzelne Erzeugungstechnologien zulassen, sondern nur baublockweise eine Orientierung bieten.

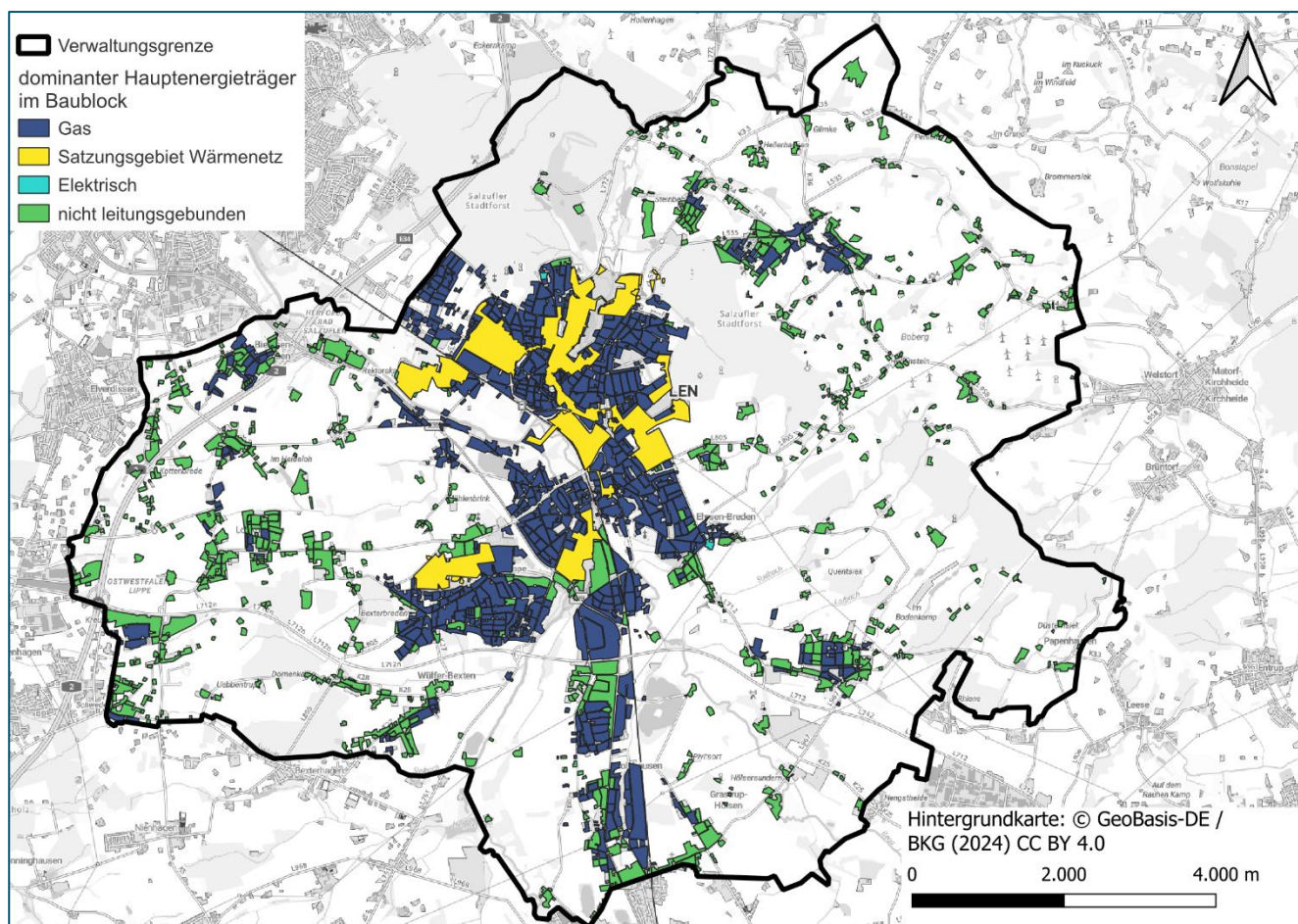


Abbildung 2.7: Kartografische Darstellung der Hauptenergieträger baublockbezogen in Bad Salzufen

In Bad Salzuflen basiert die derzeitige Wärmeversorgung auf Gas, Wärmenetzen und Wärmepumpen. Der genaue Anteil jedes Energieträgers ist in Abbildung 2.8 zu erkennen. Im Zentrum liegt ein Großteil der Gebäude im Satzungsgebiet der Fernwärme.

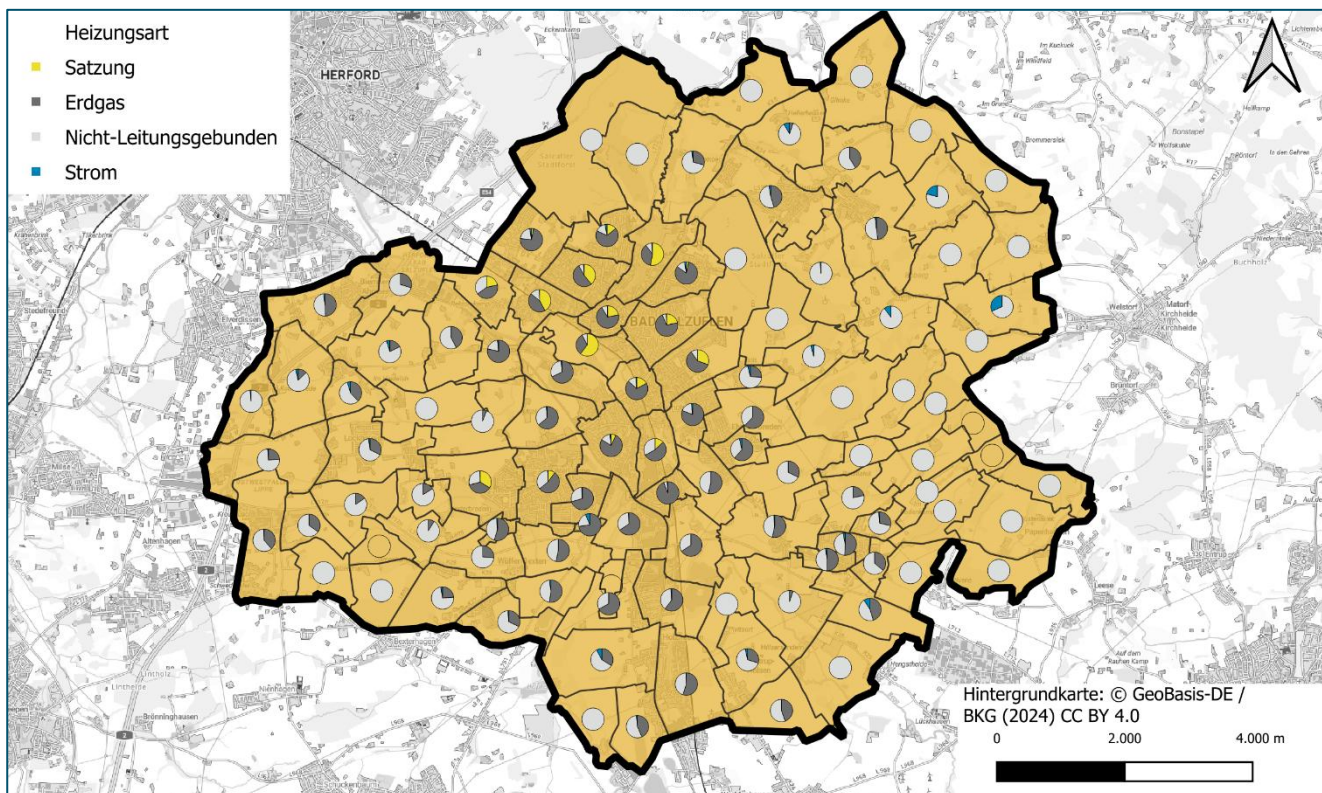


Abbildung 2.8: Darstellung der Energieträger auf Flurbene in Bad Salzuflen

Insgesamt sind 14.400 Anschlüsse an dem Gasnetz vorhanden. Die Leitungslänge beträgt im Hochdruck 7 km, im Mitteldruck 224 km und im Niederdruck 212 km (Stand April 2026).

Der Versorgungsbereich über das Gasnetz ist in Abbildung 2.9 dargestellt.

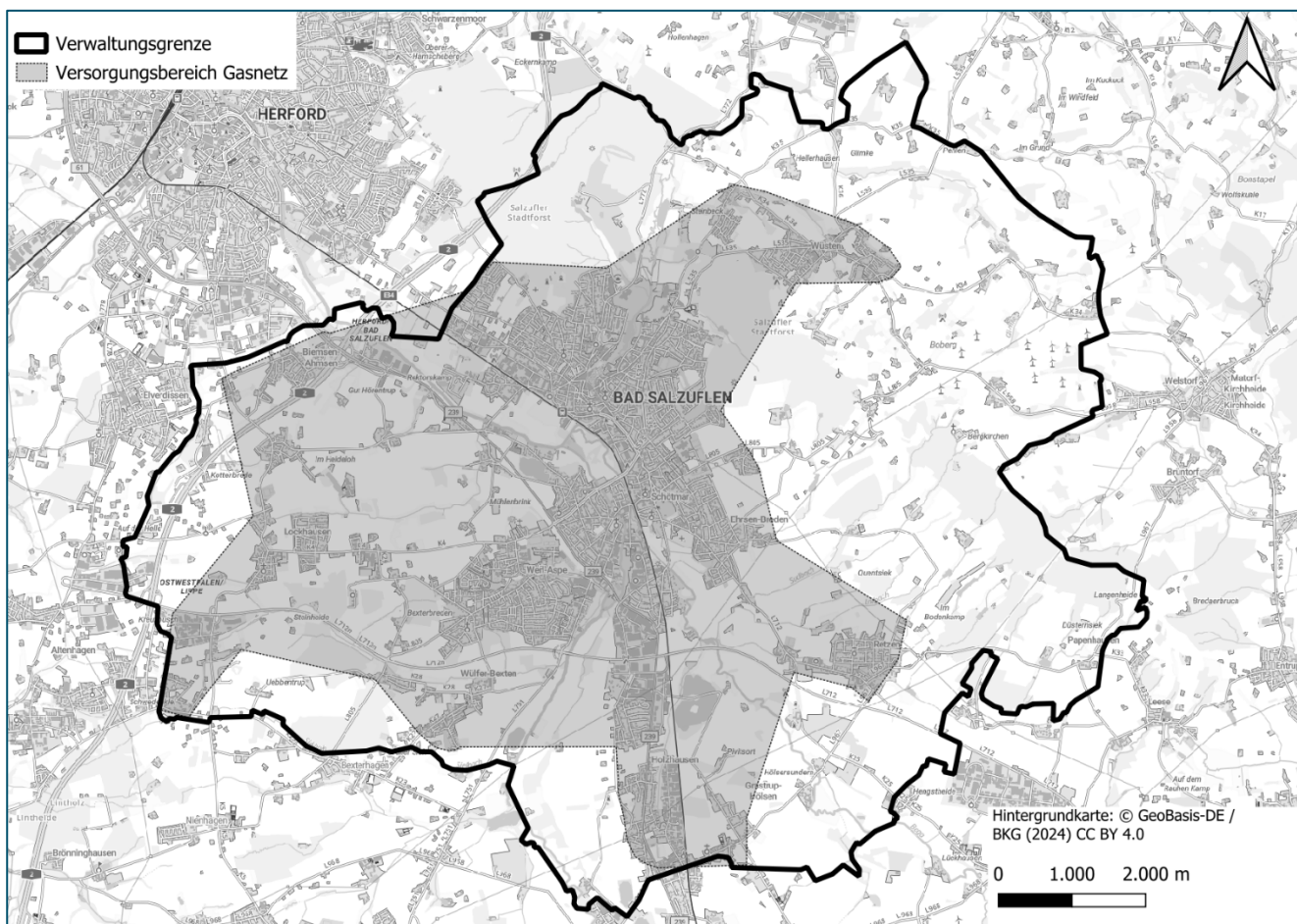


Abbildung 2.9: über das Gasnetz erschlossene Bereiche

Bei den Wärmenetzen handelt es sich ausschließlich um Heißwassernetze. Diese haben eine Gesamtlänge (inkl. Hausanschlussleitungen) von 54.645 m (Vor- und Rücklauf). Die Wärmenetze sind über das Zentrum von Bad Salzflufen sowie im Stadtteil Werl-Aspe östlich der B239 verteilt. An die Netze sind 443 Hausanschlüsse angeschlossen (Stand April 2026).

In Abbildung 2.10 sind die vorhandenen Abwasserkanäle in Bad Salzuflen abgebildet (Stand August 2024). Die unterschiedlichen Nennweiten der Abflussrohre sind hier ab einem DN von 800 gekennzeichnet. Daten zum Trockenwetterabfluss liegen nicht vor.

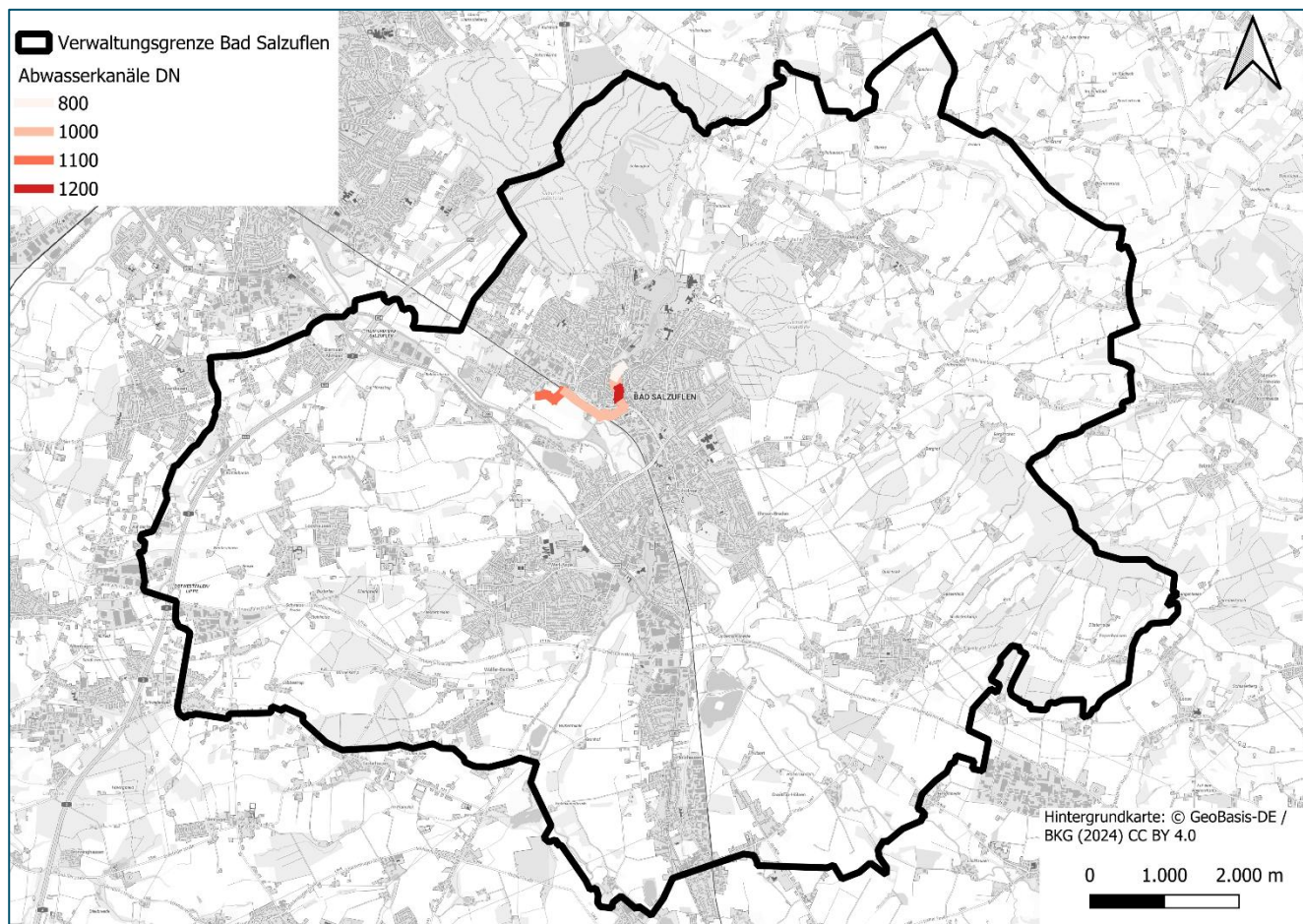


Abbildung 2.10: Abwasserkanäle mit Nennweite in Bad Salzuflen

In Bad Salzuflen lassen sich 27 Blockheizkraftwerke nach Daten den Marktstammdatenregisters räumlich verorten und werden zum größten Teil mit Erdgas betrieben. Die Anlagen wurden in den Jahren zwischen 2005 und 2026 in Betrieb genommen und haben Nennleistungen zwischen 33 und 1200 kW. Die BHKWs sind in Abbildung 2.11 dargestellt.

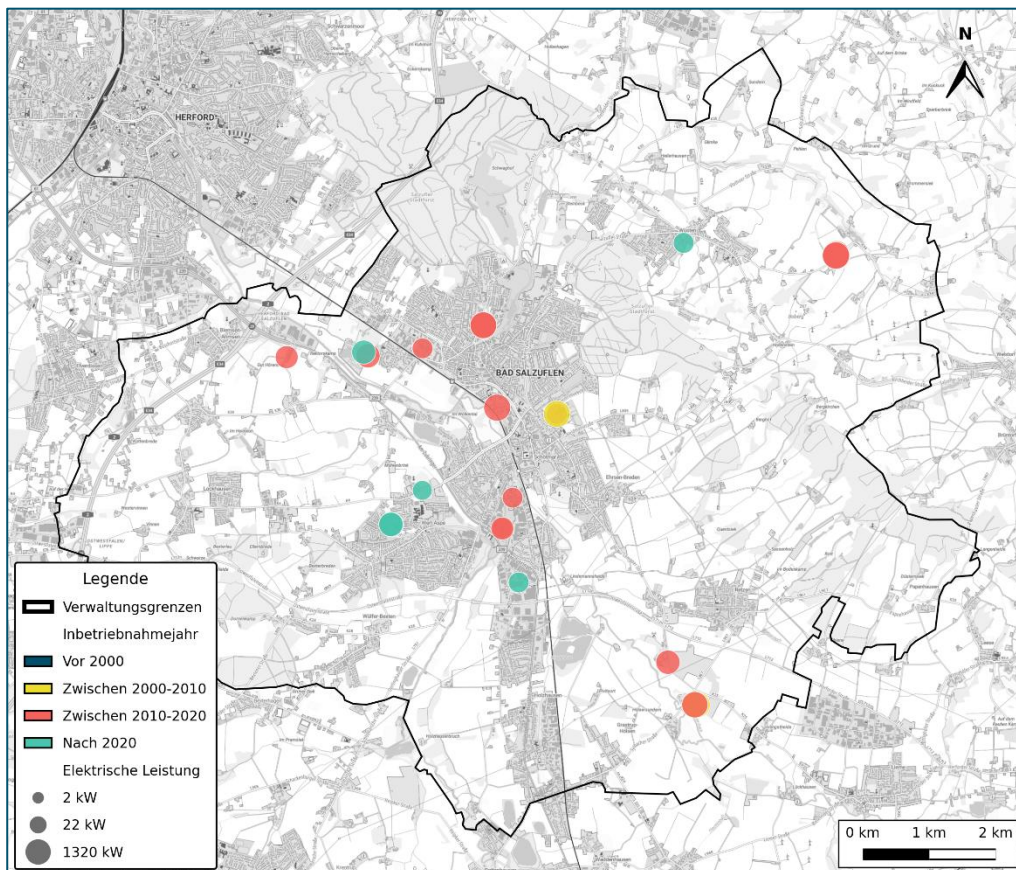


Abbildung 2.11: BHKWs mit Adressangaben in Bad Salzuflen

2.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Auf Basis der Verbrauchsdaten und mithilfe der Zuordnung zum jeweiligen Sektor wurden die Endenergieverbräuche im IST-Zustand aufgenommen.

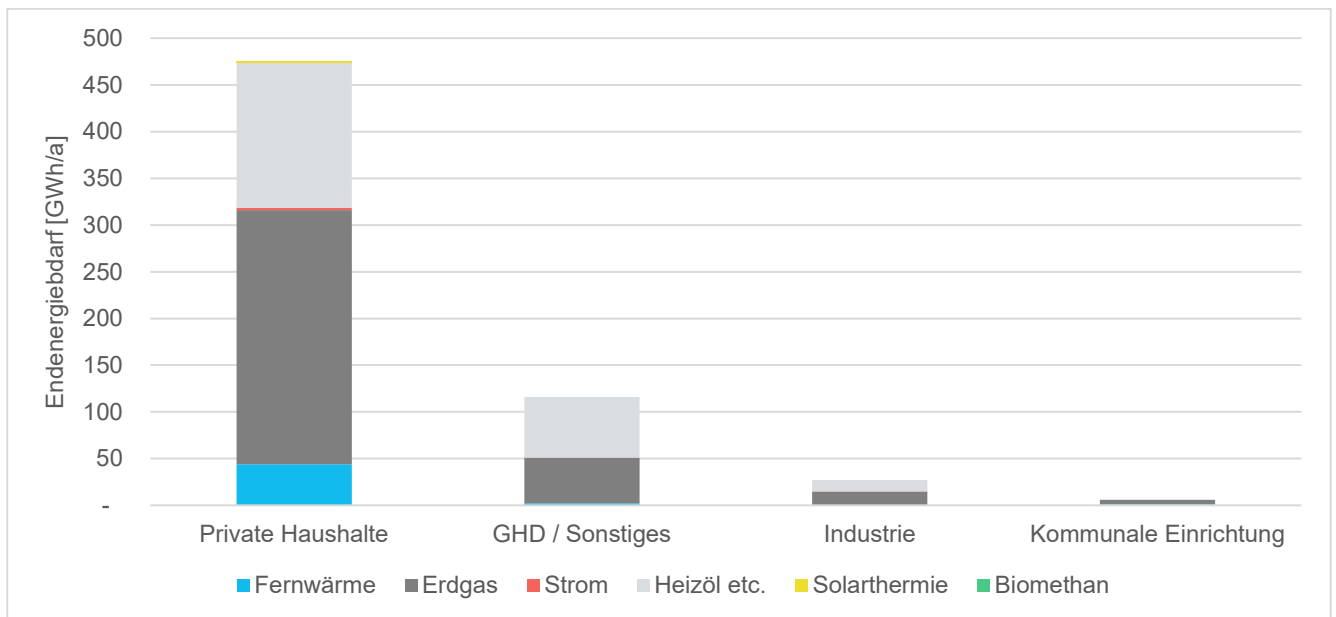


Abbildung 2.12: Endenergieverbräuche der verschiedenen Sektoren nach Energieträger

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch hatten die privaten Haushalte, die zum überwiegenden Teil über Gas beheizt werden. 47 GWh wurden über die Wärmenetze der Stadtwerke geliefert. Im Bereich Industrie und Gewerbe teilt sich die Versorgung zwischen Erdgas und nicht-leitungsgebundenen Energieträgern wie u.a. Heizöl ungefähr hälftig auf.

Auf Basis des Technikkataloges zur kommunalen Wärmeplanung des KWW in Halle wurden die Endenergiebedarfe in die jährlichen Emissionen in CO₂-Äquivalente inkl. Vorkette umgerechnet.

Für die nicht leitungsgebundenen Energieträger ergibt sich auf Basis der Kehrdaten ein gewichteter Emissionsfaktor von 230 g CO₂äq/kWh.

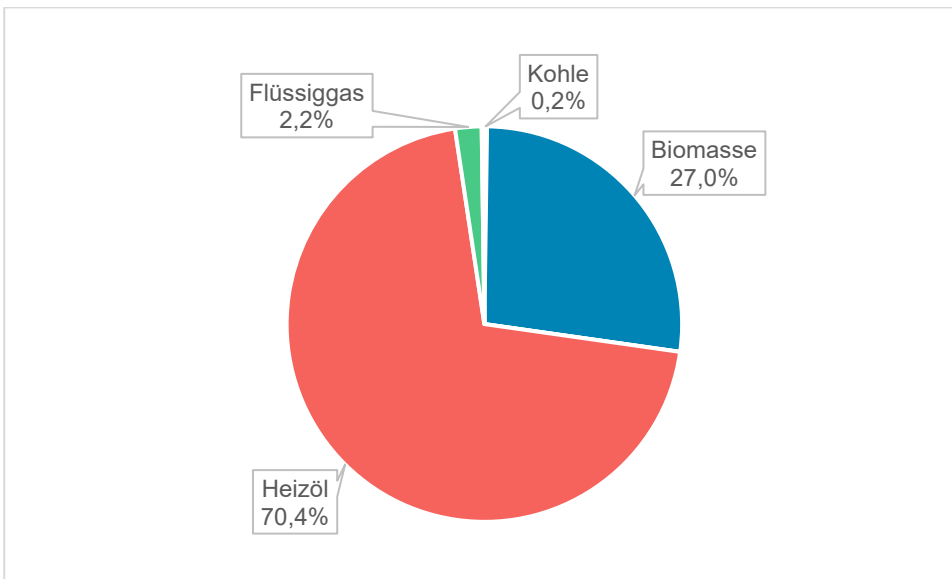


Abbildung 2.13: Anteile der Energieträger an den nicht leitungsgebundenen Energieträgern nach Energieanteil

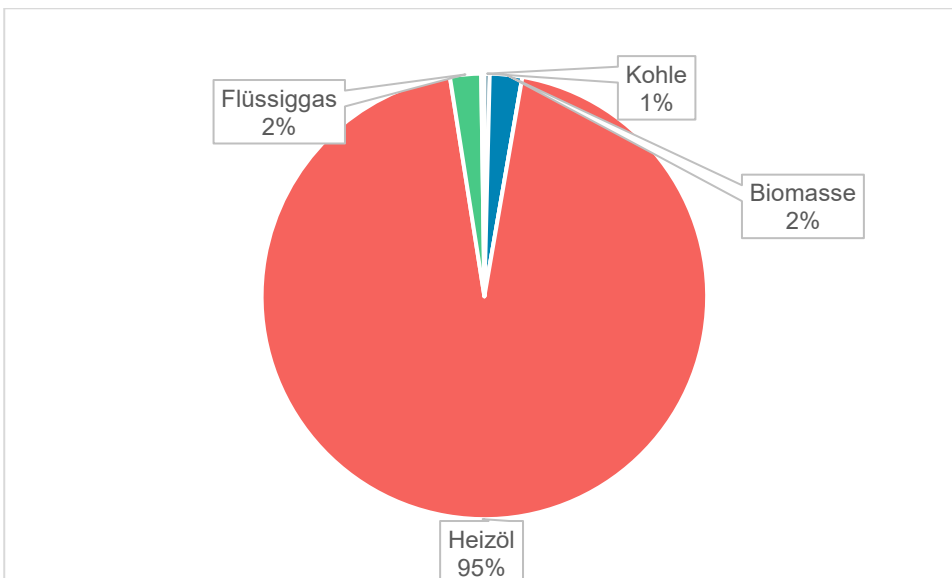


Abbildung 2.14: Anteile der Energieträger an den nicht leitungsgebundenen Energieträgern nach Anteil an den Emissionen

Die Verteilung der Emissionen ergibt ein sehr ähnliches Bild zu dem der Energieträger – die privaten Haushalte haben den größten Anteil und die Verbrennung von Erdgas führt zum größten Anteil an den Emissionen. In Summe werden aktuell 141.000 t CO₂äq/kWh durch die Wärmeversorgung emittiert.

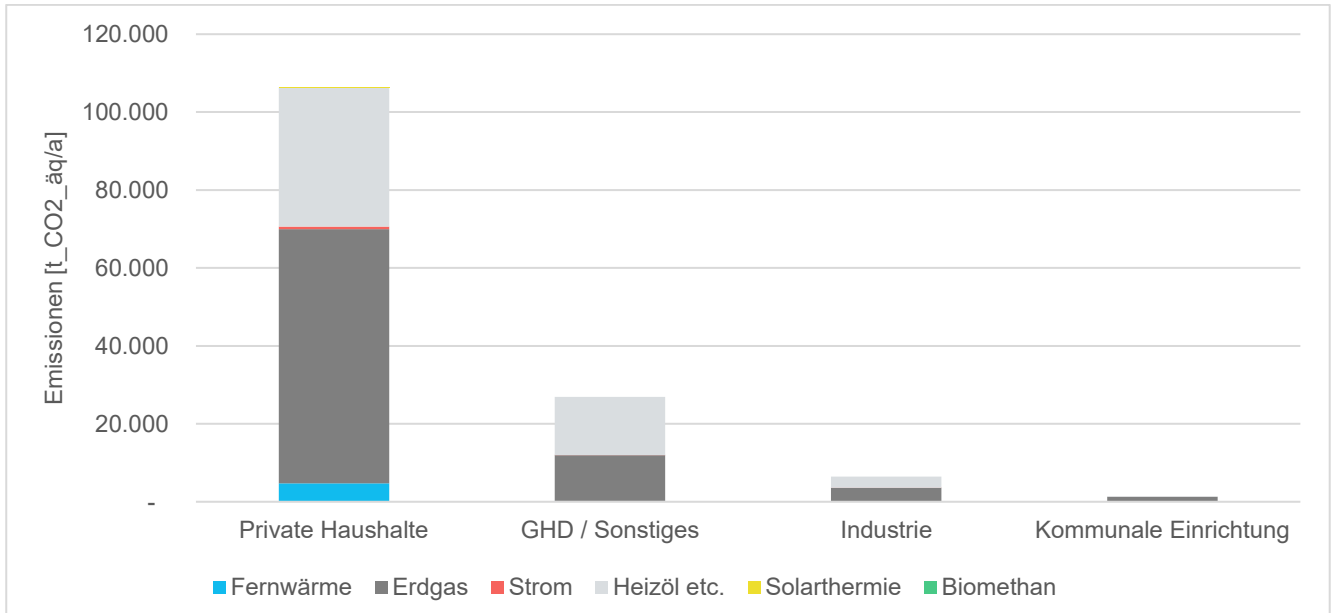


Abbildung 2.15: jährliche Emissionen in CO₂-Äquivalenten inkl. Vorkette nach Sektor und Energieträger

Tabelle 1: Kennzahlen

Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Haushalte und kommunalen Liegenschaften pro Kopf	Endenergieverbrauch: 8.800 kWh/EW THG-Emissionen: 2 tCO ₂ äq/EW
Endenergiebedarf Wärme Wohngebäude pro Quadratmeter Wohnfläche	157 kWh/m ² Wohnfläche
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte pro Kopf	46 kWh/a
Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen in GHD und Industrie pro Kopf	Endenergieverbrauch: 2.653 kWh/EW THG-Emissionen: 0,6 tCO ₂ äq/EW
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern pro Kopf	Solarthermie: 32 kWh/EW Biomasse: 1.167 kWh/EW
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX) pro Kopf	Keine Verbräuche bekannt
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung (Wärmepumpen, Direktstrom)	2.625.577 kWh/a
Fläche solarthermischer und PV-Anlagen pro Kopf	Solarthermie: 0,072 m ² /EW PV: 2,2 m ² /EW
Installierte KWK-Leistung pro Kopf (elektrisch und thermisch)	Elektrisch: 0,2 kW/EW Thermisch: 0,25 kW/EW
Installierte Speicherkapazität Strom und Wärme	Stromspeicher: 0,1 kW/EW
Anzahl an Hausanschlüssen in Gas- und Wärmenetzen	Anschlüsse Gas: 14.400 Hausanschlüsse Wärmenetz: 443
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gas-Wärmenetzen	Gasnetz: 443.000 m Wärmenetz: 54.645 m (inkl. Hausanschlussleitungen) (Vor- und Rücklauf).

2.4.1 Erneuerbare Stromerzeugung

Über öffentliche und private Betreiber von Photovoltaikanalgen wird Strom erzeugt und teilweise in Batteriespeichern gespeichert. Die Datengrundlage für Bad Salzuflen ist über das Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur einsehbar und ist nachfolgend zusammengefasst.

Zum 7. November 2024 sind für Bad Salzuflen 2614 Anlagen in Betrieb gelistet, die solare Strahlungsenergie zur Stromerzeugung nutzen. In Summe ist eine Nettoleistung von 27.975 kWp installiert. Die Speicherkapazität der 1.025 Batteriespeicheranlagen beträgt 6.247 kWh.

Der überwiegende Großteil der in Bad Salzuflen installierten Photovoltaik- als auch die Speicheranlagen ist kleiner als 10 kW. Diagramm 1 verdeutlicht, dass die Nettoleistung von über 83 % der Photovoltaikanalgen nicht mehr als 10 kW beträgt. Bei den Batteriespeichern weisen über 96 % der Batteriespeicher eine Nettoleistung von maximal 10 kW auf, siehe Diagramm 2. Daher lässt sich vermuten, dass die Anlagen in Bad Salzuflen insbesondere im privaten Bereich installiert sind.

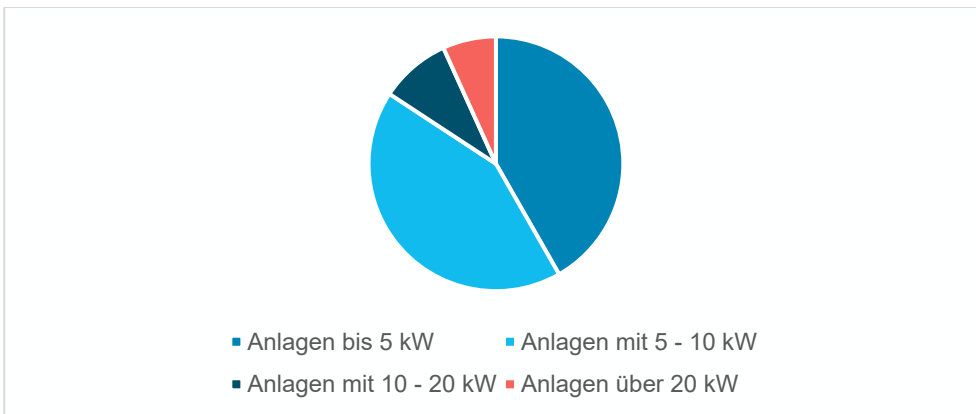


Diagramm 1: Photovoltaikanlagen in Bad Salzuflen nach Anlagengröße in kW.

Quelle: MaStR 2024, eigene Darstellung.

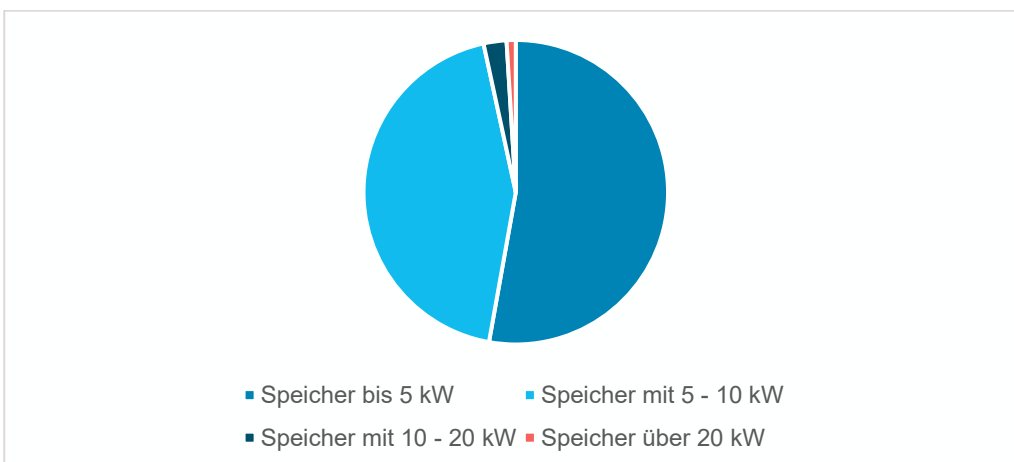


Diagramm 2: Batteriespeicher in Bad Salzuflen nach Anlagengröße in kW.

Quelle: MaStR 2024, eigene Darstellung.

2.4.2 Prozesswärme

Prozesswärme wird immer dort benötigt, wo die Herstellung, Weiterverarbeitung und Veredelung von Rohstoffen stattfindet. Üblicherweise wird diese Wärme auf einem deutlich höheren Temperaturniveau genutzt als in Haushalten. Bei Hochtemperaturprozessen sind es bis zu 1.500 °C, bei Mitteltemperaturprozessen bis 1.000°C und bei der Niedertemperatur bis 500°C. In der Interpretation der Daten für die Wärmeplanung bedeutet dies vor allem, dass es Bedarfe sind, die sich auf Grund der hohen Temperaturen nicht direkt durch ein Wärmenetz decken lassen.

Auf Basis der Verbrauchsdaten und branchespezifischer Prozesswärmefaktoren wurde für Bad Salzufflen ein Prozesswärmebedarf von 13 GWh/a errechnet. Wo die Prozesswärme benötigt wird, ist in Abbildung 2.16 zu sehen.

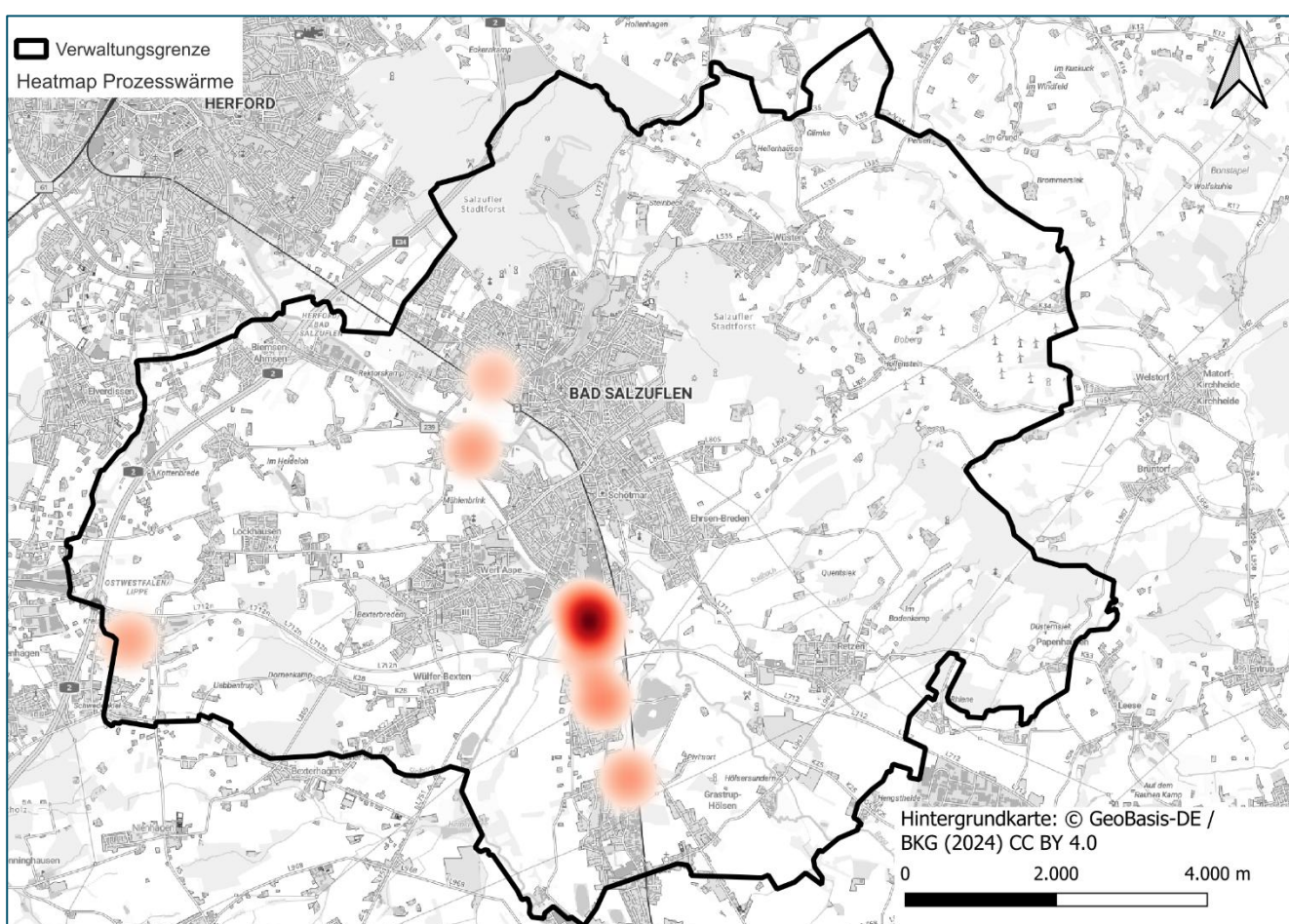


Abbildung 2.16: heatmap Prozesswärmebedarfe ohne BHKW

3 POTENZIALANALYSE ENERGIEEINSPARUNG & ERNEUERBARE ENERGIEN

3.1 Potenziale zur Energieeinsparung

Es wird davon ausgegangen, dass Bad Salzuflen keine außergewöhnlichen Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs hat. Nach Agora-Energiewende beträgt eine moderate Sanierungsrate in Deutschland zirka 1,6 %/a, um das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021). Die „Sanierungsstudie 2024“ von B+L zeigt hingegen, dass die Sanierungsquote 2023 bei 0,7 %/a liegt und für 2024 wird eine Sanierungsquote von 0,69 %/a prognostiziert (B+L Marktdaten GmbH, 2024). Die realen Sanierungsquoten liegen damit deutlich unterhalb der Sanierungsquoten nach Agora-Energiewende. Für die Wärmeplanung wird eine realistische aber ambitionierte Sanierungsquote von 1,5 %/a verwendet. Diese Sanierungsquote setzt voraus, dass Maßnahmen aus der Wärmeplanung (z.B. serielle Sanierung) dazu beitragen, die Sanierungsquote deutlich zu erhöhen. Die Sanierungstiefe wird mit 110 kWh/m²*a angenommen und wurde gemeinsam mit dem Arbeitskreis der KWP erarbeitet. Für den Bereich der Altstadt wird angenommen, dass auf Grund des Denkmalschutzes keine Sanierungspotenziale gehoben werden können.

In den folgenden Abbildungen sind die Raumwärmebedarfe auf Baublockebene für die betrachteten Stützjahre abgebildet. In Abbildung 3.1 sind die Raumwärmebedarfe für die betrachteten Stützjahre dargestellt. Unter den getroffenen Annahmen reduziert sich der Raumwärmebedarf bis zum Jahr 2030 auf 516 GWh/a und bis zum Jahr 2045 auf 474 GWh/a. Dies entspricht einer Gesamtreduzierung aus dem IST-Zustand um bis zu 20 %.

Nach aktuellem Stand wird das Neubaugebiet Südfeld mit bis zu 92 Wohneinheiten geplant, die in die Bilanz eingerechnet werden. Es wird davon ausgegangen, dass das Neubaugebiet im KfW40 Standard umgesetzt werden. Für die Neubauten (Mehrfamilienhaus) mit der Energieeffizienzklasse KfW40 wird ein Gesamtwärmebedarf, zusammengesetzt aus Raum- und Trinkwasserwärmebedarf, von 35 kWh/qm pro Jahr angesetzt (Wörrle, 2023) (Hanse- und Universitätsstadt Rostock, 2021) (Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2021) Bei einem Größenbedarf von schätzungsweise 92,2 m² (statistisches Bundesamt, 2023) pro Wohnung¹ mit 92 Wohneinheiten ergibt sich im Neubaugebiet eine Gesamtwärmebedarf von 296 MWh/a.

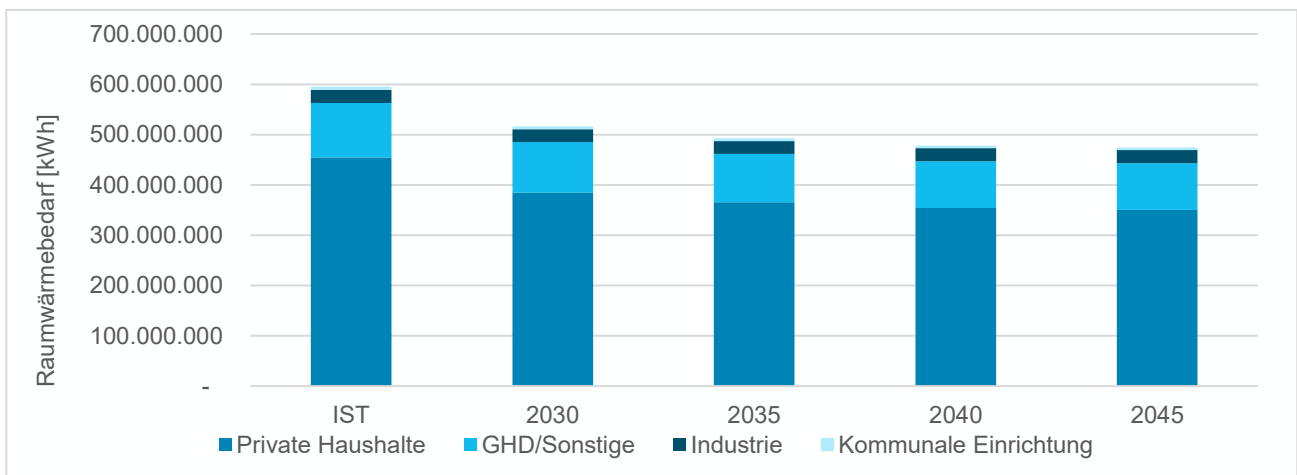


Abbildung 3.1: Raumwärmebedarfe für die betrachteten Stützjahre bis 2045

¹ Entspricht der Durchschnittswohnungsgröße in deutschen Mehrfamilienhäusern im Jahr 2022

Um die Sanierung fokussiert unterstützen zu können, ist es wichtig zu wissen in welchen Bereichen besonders viel Potenzial für die energetische Sanierung gehoben werden könnte.

In Abbildung 3.2 sind die spezifischen Bedarfe als Medianwert je Baublock dargestellt.

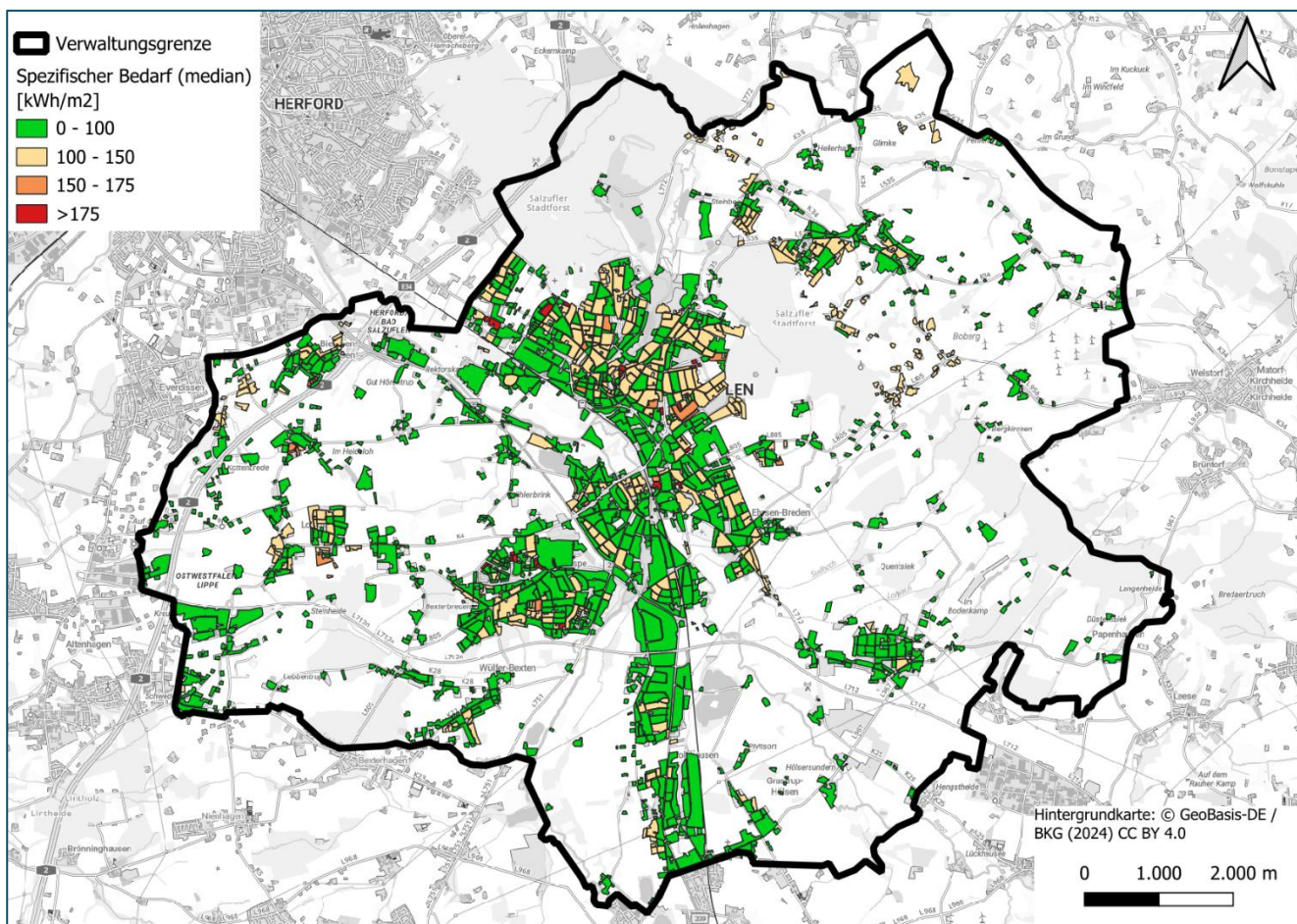


Abbildung 3.2: Spezifischer Raumwärmebedarf IST-Zustand auf Baublockebene (Median)

Zu sehen ist, dass es einzelne Quartiere mit besonders hohem Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs gibt und sich u.a. im Bereich um den Kurpark größere Bereiche finden die erhöhtes Potenzial aufweisen. Kleiner Siedlung mit hohem Potenzial sind i.d.R. durch eine Reihenhausbebauung geprägt.

3.2 Abwärme

3.2.1.1 Industrielle Abwärme

Industrielle und gewerbliche Abwärme stellt eine bedeutende Energiequelle dar, die häufig ungenutzt bleibt. In zahlreichen Produktionsprozessen und gewerblichen Anwendungen entsteht Wärme, die in die Umgebung abgegeben wird und dadurch verloren geht. Diese Abwärme, die in Form von heißem Wasser, Dampf oder Abgasen auftreten kann, bietet jedoch ein erhebliches Potenzial zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung. Demgegenüber steht ein Adressrisiko, welches zum spontanen Ausfall einer Quelle führen kann. Ein Beispiel dafür wäre eine Insolvenz. Generell sollte jedes Unternehmen nach der folgenden Reihenfolge mit einer Abwärme umgehen:

1. Abwärmevermeidung
2. Interne Verwertung
3. Externe Auskopplung

Erst wenn untersucht wurde, ob die Abwärme vermieden werden oder diese innerhalb der internen Prozesse genutzt werden kann, sollte eine externe Auskopplung der Abwärme in ein Wärmenetz Berücksichtigung finden.

Zur übergeordneten Potenzialanalyse für (unvermeidbare) Abwärme wird zunächst ein genereller Ansatz verfolgt. Für die Auswertung der Abwärme wurden die Gasverbräuche der RLM-Gaskunden mit branchenspezifischen Abwärmefaktoren belegt, um das Potenzial abzuschätzen. Die Abwärmefaktoren wurden mittels einer breit angelegten Literaturrecherche zusammengestellt. Das gesamte Abwärmepotenzial beläuft sich auf bis zu 1 GWh/a. Da die lokale Abwärme stark abhängig von den unternehmensspezifischen Prozessen ist, muss für jede Abwärmequelle eine Einzelfallprüfung vorgenommen werden. Es gibt viele kleinere Abwärmequellen, die aber fast alle weniger als 500 MWh/a liefern könnten und daher nur einzelne Abwärmequellen für eine Nutzung in Frage kommen. Das Gesamtpotenzial wird als gering eingestuft.

In Abbildung 3.3 ist die kartografische Verordnung der Abwärmepotenziale mittels einer Heatmap abgebildet. In der Darstellung werden Bereiche mit hoher Eignung rot eingefärbt. Die Eignung wird anhand von Branchendaten und Energiedaten in folgenden Kategorien bewertet und anschließend gewichtet:

- Saisonalität
- Temperaturniveau
- Abwärmemenge

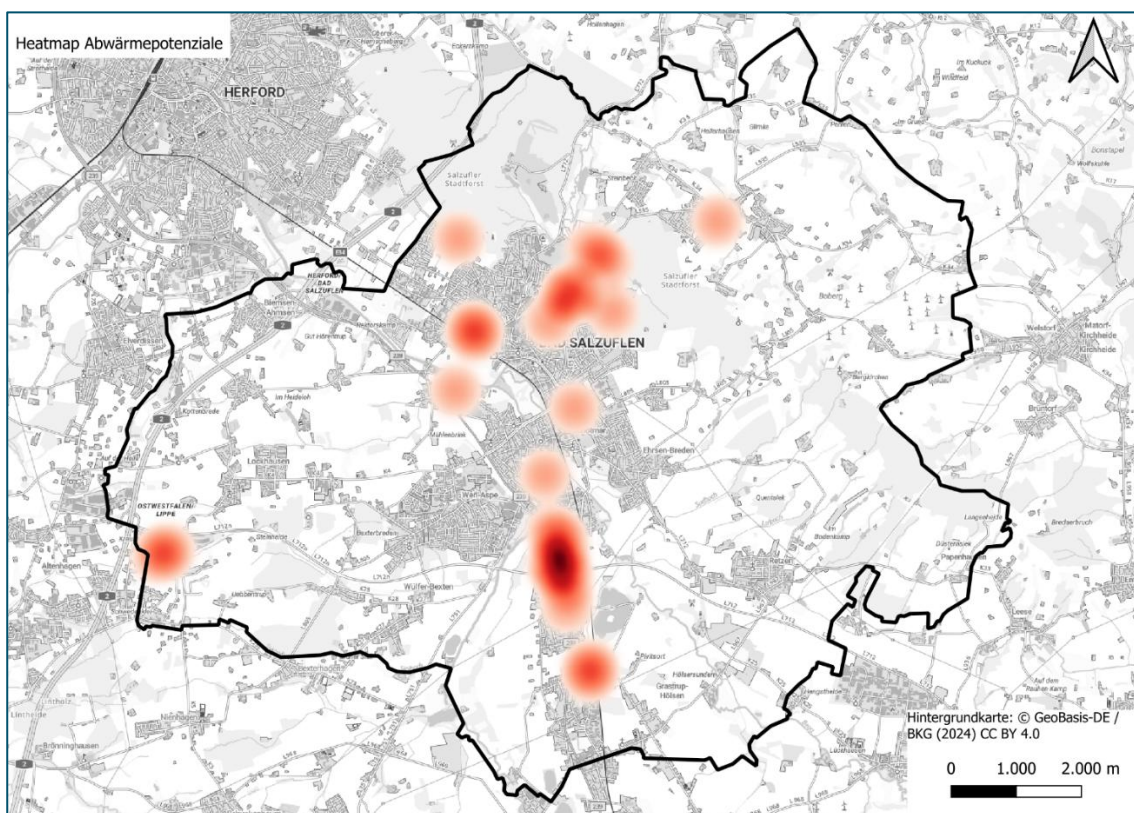


Abbildung 3.3: Qualitative Darstellung des Abwärmepotenzials

3.3 Solequellennutzung

Die Nutzung der Sole als Wärmequelle wurde im Rahmen dieses Projekts geprüft. Nach aktuellem Stand ist auf Grund der korrosiven Eigenschaften der Sole eine Nutzung zur Wärmeabgewinnung technisch nicht umsetzbar.

3.4 Oberflächennahe und (mittel)tiefe Geothermie

3.4.1.1 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie bezieht sich auf die Nutzung der gespeicherten Wärmeenergie in den obersten Erdschichten, die bis zu einer Tiefe von 150 Metern reichen. Am häufigsten zum Einsatz kommen vor allem Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Während Erdwärmesonden tief in den Boden eindringen, um Wärme aufzunehmen, decken Erdwärmekollektoren größere Flächen in geringerer Tiefe ab.

In dieser Analyse wird sich auf das Potenzial von geothermischen Sonden beschränkt. Durch die vergleichsweise geringe Verlegetiefe der Erdkollektoren von 1-1,5 m im Untergrund kann deutlich weniger Fläche im Untergrund genutzt werden als bei Erdsonden. Die Leistung und der Ertrag je Fläche sind dadurch deutlich geringer und der Platzbedarf steigt gegenüber Erdsonden deutlich. Durch das großflächige Einbringen, sind Erdkollektoren vor allem im Neubau eine Option, wenn sowieso größere Erd- oder Erschließungsarbeiten anstehen.

Es werden folgende Parameter in der Untersuchung angesetzt (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2019):

- Keine Nutzung in Deponieflächen
- Keine Nutzung in Naturschutzgebieten
- Bohrungen in hydrologisch kritischen Gebieten sind auf 40m Tiefe begrenzt
- Besondere Rücksichtnahme in Gebieten des oberflächennahen Bergbaus, Altlastflächen und in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten

Erdwärmesonden

In Nordrhein-Westfalen stellen Erdwärmesonden den vorherrschenden Typ von Anlagen dar. Dies begründet sich primär in ihrem minimalen Platzbedarf, der die Installation nahezu überall ermöglicht. Bei diesen Anlagen handelt es sich um Systeme aus geschlossenen Kunststoffrohren, welche in Bohrlöchern von 40 bis 150 Meter Tiefe installiert werden. In den Rohren zirkuliert ein Wasser-Sole-Gemisch, das thermische Energie aus dem umgebenden Gestein aufnimmt und an eine Wärmepumpe weiterleitet. An dieser Stelle wird die extrahierte Wärme auf das benötigte Heiztemperaturniveau angehoben.

Die Gesamtlänge der eingesetzten Erdwärmesonden variiert abhängig von den spezifischen Eigenschaften des Untergrundes sowie der erforderlichen Wärmemenge. Unter Umständen kann es wirtschaftlicher sein, anstelle einer einzigen langen Sonde mehrere kürzere Sonden zu verwenden. (Geologischer Dienst NRW, 2011)

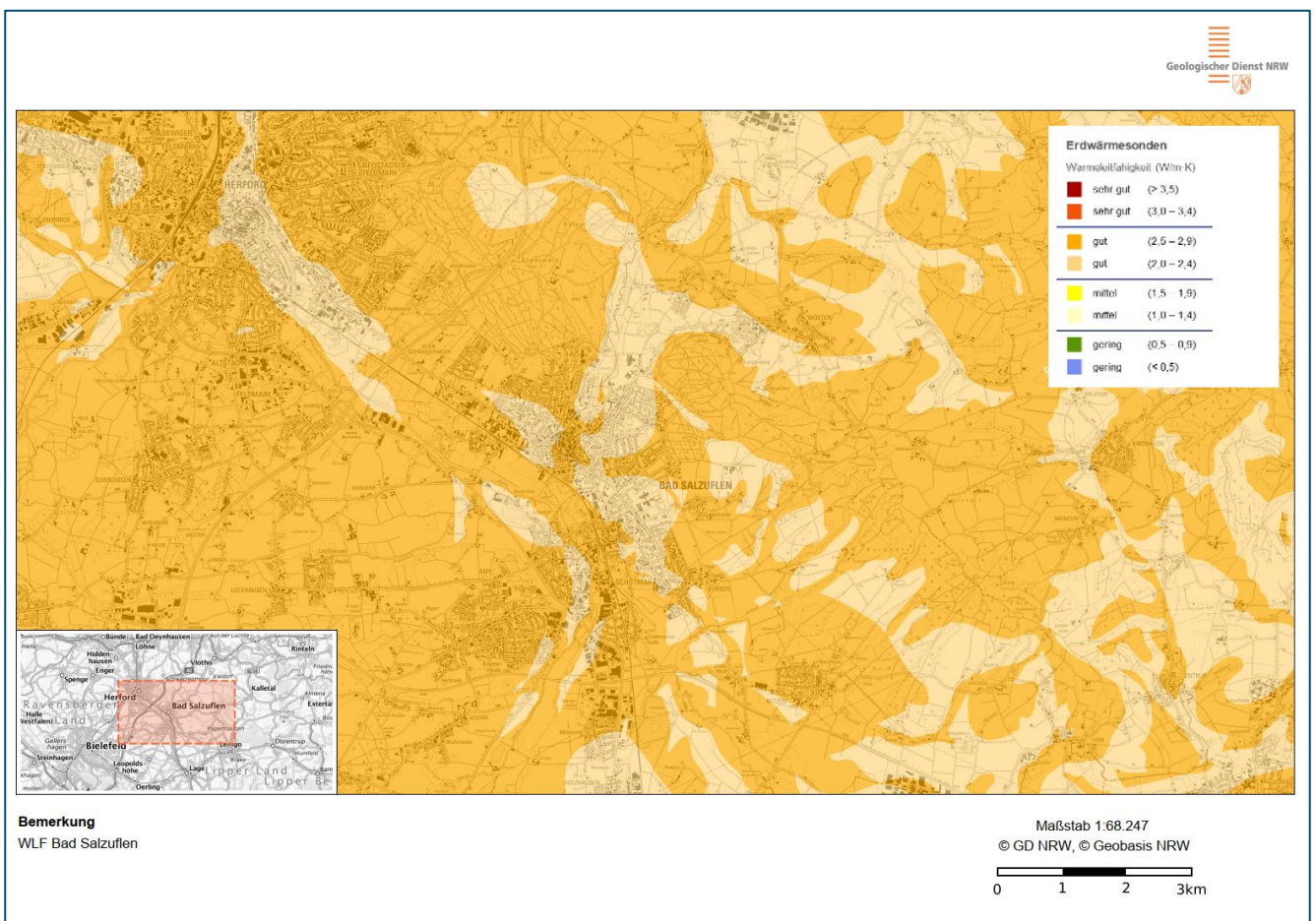


Abbildung 3.4: Wärmeleitfähigkeit für Erdwärmesonden (Stand Januar 2025)

Standortkriterien

Nötige Informationen des Standortes bei Antragsstellung:

- Aufbau und Eigenschaften der einzelnen Boden- und Gesteinsschichten
- Grundwasserverhältnisse (hydrogeologische Bedingungen)
- Mögliche Risiken bzw. Einschränkungen
- Größe der Anlage
- Bohrtiefe

Wenn die hydrogeologischen Informationen nicht vorliegen, muss eine Probebohrung vorgenommen werden. Die zuständige Wasserbehörde entscheidet dann auf Basis der vorliegenden Informationen, ob diese ausreichend sind oder eine weitergehende Untergrundbewertung nötig ist.

Standorteinschränkungen und Mindestabstände:

- Zulassungen zur Errichtung einer Erdwärmesonde können typischerweise in den Zonen I, II, und III/IIIA von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten nicht erteilt werden.
- Bei der Errichtung von Erdwärmesonden sind Mindestabstände zu Grundstücksgrenzen und zwischen den Sonden einzuhalten. Die Abstände sind abhängig von der Sondenlänge, der Größe der Anlage und hydrogeologischen Verhältnissen. Folgende Abstände sind einzuhalten:
 - Zwischen den Sonden: 10 Meter
 - Zur benachbarten Grundstücksgrenze: 5 Meter (kann durch Abstimmung mit Wasserbehörde und Anliegern verringert werden)

Erdwärmekollektoren

Sofern genügend Platz zur Wärmeengewinnung vorhanden ist, bieten sich Erdwärmekollektoren zur Nutzung an. Erdwärmekollektoren funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie Erdwärmesonden, jedoch mit einem Unterschied in ihrer Installationsweise. Die Kollektoren werden horizontal in einer Tiefe von 1,0 bis 1,5 Metern im Boden verlegt. Sie beziehen ihre Wärme hauptsächlich aus der von der Sonne eingestrahlt Wärme sowie aus dem im Boden versickernden Niederschlagswasser. Um eine effiziente Wärmeaufnahme zu gewährleisten, muss die genutzte Fläche in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen das 1,5- bis 2-Fache der zu beheizenden Fläche umfassen (Geologischer Dienst NRW, 2011). Auf Grund der aufwändigen Verlegung finden Erdwärmekollektorsysteme vor allem im Neubau Anwendung wenn größere Erdarbeiten anstehen.

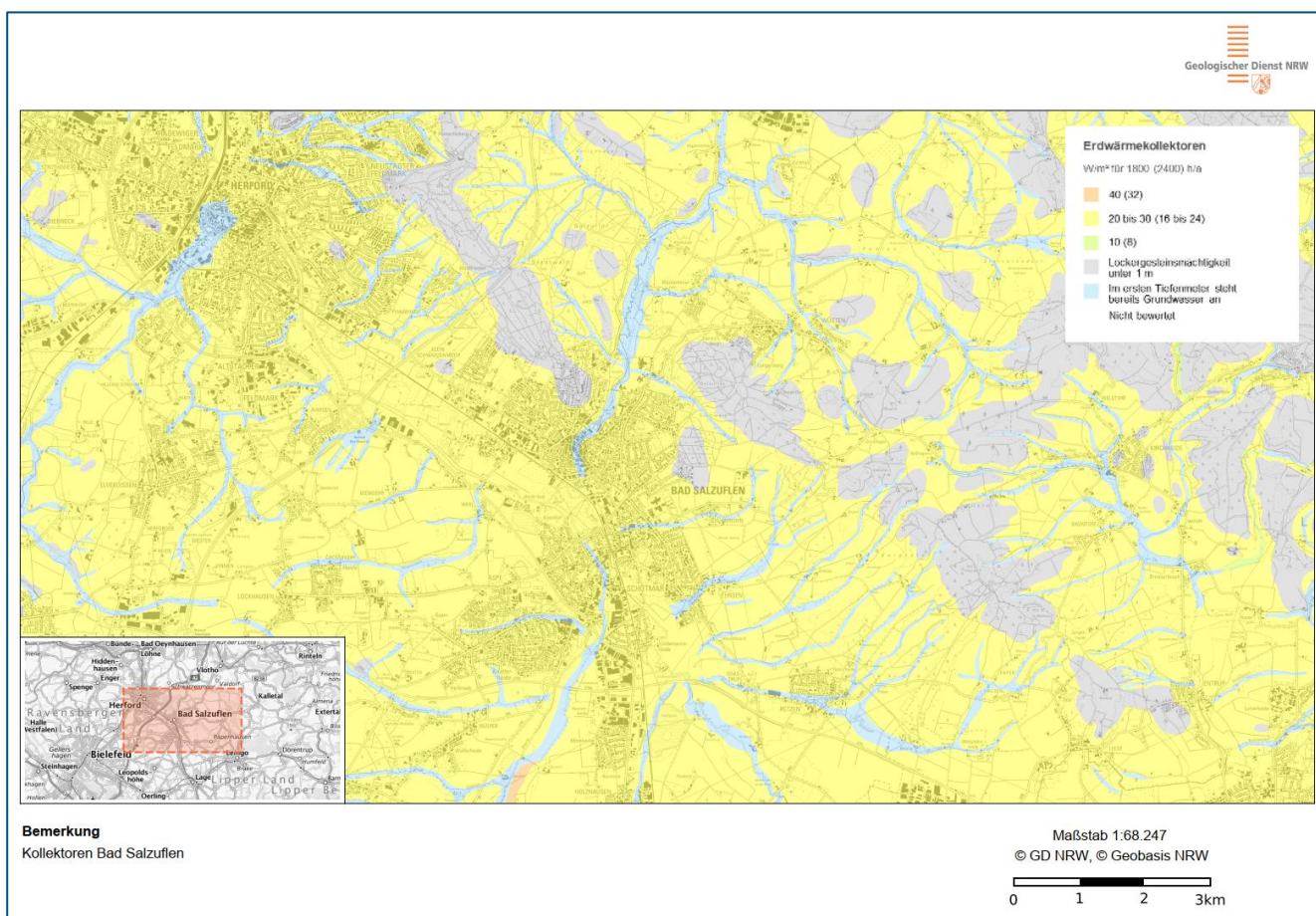


Abbildung 3.5: Potenzial der Erdwärmekollektoren (Stand Januar 2025)

Rechtliche Anforderungen

Wasserwirtschaftliche Anforderungen

Geothermische Anlagen sind Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren (inkl. Erdwärmekörbe/Spiralkollektoren, Energiepfähle, Eisspeicher etc.) und Grundwasserwärmepumpen. Grundwasserwärmepumpen werden in einem gesonderten Abschnitt untersucht. Bei der Nutzung von Erdwärme können die Bohrung bzw. die Erdarbeiten, das Einbringen und der Betrieb der geothermischen Anlage je nach den Umständen eine Anzeige- und Zulassungspflicht auslösen. Werden in geothermischen Anlagen Kältemittel und Wärmeträgermedien verwendet, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen, so handelt es sich um Anlagen zum Verwenden wassergefährdender Stoffe (§ 62 Abs. 3 WHG und § 2 Abs. 9 AwSV). (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2019)

Je nach Einbringung der Erdwärmesonden oder -kollektoren ergeben sich folgende Erlaubnis- und Anzeigepflichten:

- Einbringung **oberhalb der ersten Grundwasserführenden Schicht**: In Gebieten mit Risiken, sowie in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten und bei der Verwendung wassergefährdender Stoffe ist ein Erlaubnisverfahren durchzuführen. Wenn die Maßnahme zwar nicht erlaubnispflichtig ist, sich die Arbeiten im Erdboden aber auf die Grundwasserbeschaffenheit auswirken können, besteht eine Anzeigepflicht.
- Einbringung **innerhalb der Grundwasserschicht**: Ein Erlaubnisverfahren ist durchzuführen, wenn sich das Einbringen nachteilig auf die Grundwasserbeschaffenheit auswirken kann, § 49 Abs. 1 S. 2 WHG. In allen anderen Fällen ist einen Monat vor Beginn der Arbeiten eine Anzeige erforderlich, da bei den Erdarbeiten Stoffe in das Grundwasser eingebracht werden.
- Grundwasserwärmepumpen: Die Entnahme von Grundwasser sowie auch die Wiedereinleitung von Grundwasser stellt eine erlaubnispflichtige Gewässerbenutzung dar.

Bergrecht

Eine Gewinnung von Erdwärme mit der Folge der Erforderlichkeit einer Bergbauberechtigung liegt dann vor, wenn der Zweck der Erdwärmegewinnung nicht auf das Grundstück, in dem diese Gewinnung stattfindet, beschränkt bleibt, sondern darüber hinausgeht. Dies ist etwa der Fall, wenn mit Hilfe gewonnener Erdwärme Baulichkeiten auf anderen oder mehreren Grundstücken beheizt werden, ohne dass ein unmittelbarer räumlicher oder betrieblicher Zusammenhang besteht, oder wenn das Ziel der Gewinnung von Erdwärme die Erzeugung von Strom oder Fernwärme und die Einspeisung in die allgemeinen Versorgungsnetze ist. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2019)

Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse bilden nur eine grobe Einordnung der Verfügbarkeit und Größenordnung ab. Mit steigender Anzahl der Sonden werden neben den Abschätzungen noch weitere spezifische Untersuchungen für Sondenfelder auf Basis der Sondenabstände und Bohrtiefen empfohlen. Bei größeren Projekten sollten zudem zu Beginn Geothermal Response Tests durchgeführt werden, um die Annahmen aus dem Untergrundmodell zu prüfen und ggf. rechtzeitig die Auslegung anzupassen.

Nach Absprache mit der unteren Wasserbehörde wurde eine maximal Bohrtiefe von 20 m in den Bereichen mit Tiefenbeschränkung angesetzt. Dieser Wert ist nicht auf Einzelfälle übertragbar sondern kann nur als grobe Orientierung für das Gesamtpotenzial dienen.

Für die Berechnung nach VDI 4640 für den Ertrag der Sonden wurden folgende Parameter eingesetzt:

- Vorgabe Austritt $>-3^{\circ}\text{C}$
- Warmwasser und Raumwärme – Nutzung über 2.100 VLH
- Wärmeleitfähigkeit: Standortgenau

Die Analyse der Eignung besteht aus einem Verschnitt zwischen den Bedarfsdaten und dem geothermischen Potenzial je Betrachtungsgebiet. Wenn durch den Einsatz einer Erdwärmepumpe mehr als 50% des Bedarfs gedeckt werden können, gilt ein Betrachtungsgebiet als bedingt geeignet. Unter 50% wird keine Eignung ausgewiesen. Übertrifft der Deckungsbeitrag der Erdwärmepumpe nach der Grobanalyse 100% des Bedarfs wird eine „gute Eignung“ ausgewiesen.

Unter Betrachtung der Flurstücksebene scheinen nur Einzelfälle als geeignet (vgl. Abbildung 3.6). Die geeigneten Bereiche finden sich vor allem in den ländlichen, wo viel Fläche um die Gebäude zur Verfügung steht.

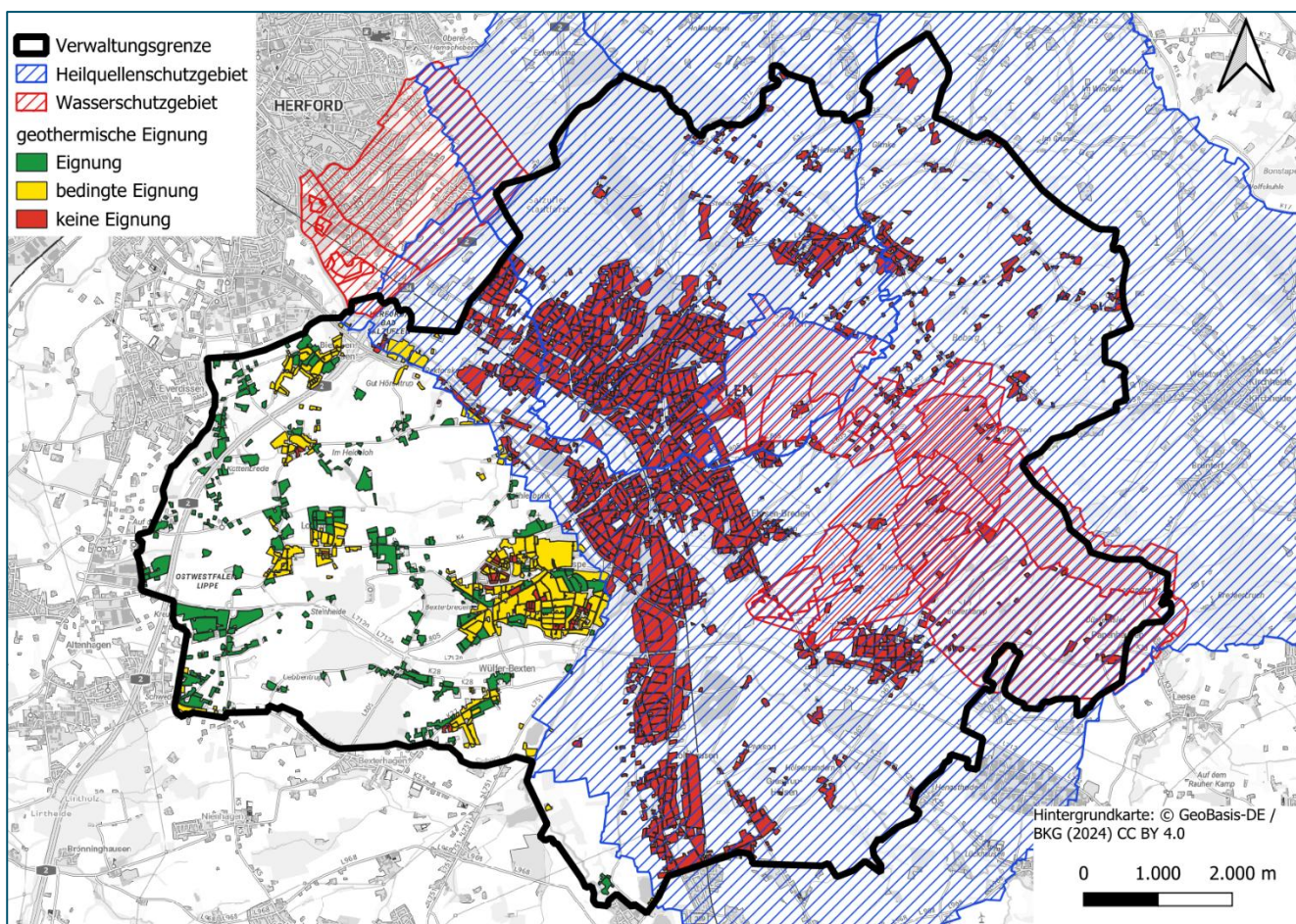


Abbildung 3.6: Geothermische Eignung auf Baublockebene bei Nutzung des eigenen Grundstücks

Im zweiten Schritt wurden Bedarf und Potenzial auf Quartiersebene summiert. Dieser Fall bildet ein virtuelles Wärmenetz im Quartier ab, das es ermöglicht, ein geothermisches Potenzial unter größeren Freiflächen für eine gemeinsame Versorgung zu nutzen. So kann u.a. auch ein Gebäude mitversorgt werden, bei dem aufgrund der Bebauung oder des Zuschnitts keine Sonden Platz haben. Ein anschauliches Beispiel sind Doppelhaushälften in der Nähe einer Freifläche.

Unter Berücksichtigung einer potenziellen Versorgung über ein Wärmenetz für ein ganzes Quartier scheinen die Bereiche außerhalb der Ausschlussbereiche deutlich besser geeignet, um die Versorgung über geothermische Potenziale zu decken (vgl. Abbildung 3.7). Nicht ausreichend bleibt das Potenzial in den kleineren Baublöcken in Werl-Aspe.

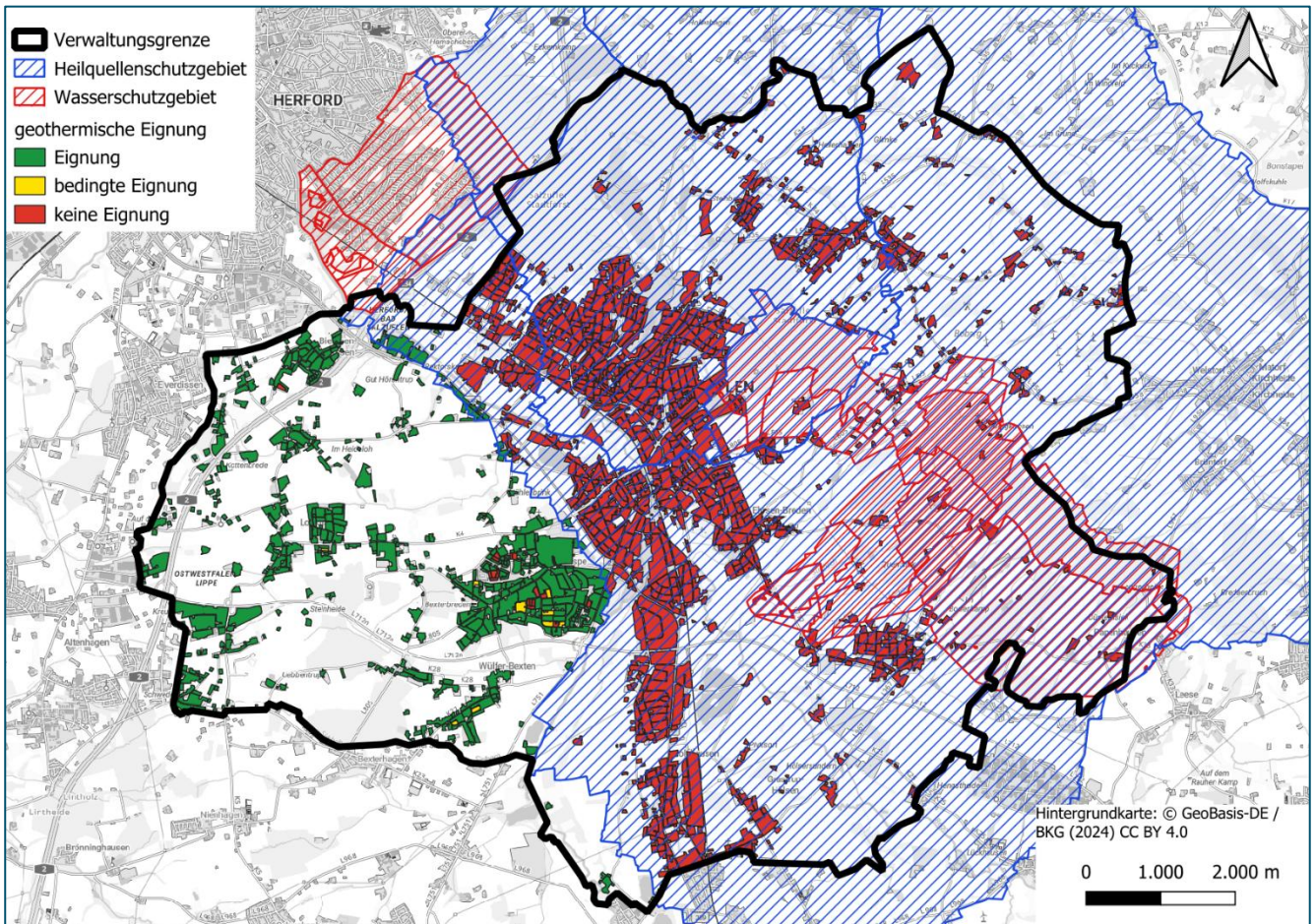


Abbildung 3.7: Geothermische Eignung auf Baublockebene bei Nutzung von Wärmenetzen im Quartier

Neben den Daten aus Kataster des Geologischen Dienst NRW wurden in 2024 eine Messkampagne zur Untersuchung des Untergrunds gestartet und sollen nach Auswertung im Onlineportal abrufbar sein.

3.4.1.2 Tiefe Geothermie

Es stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, um geothermische Energie zu nutzen. Die Wahl des Verfahrens hängt von den geologischen Gegebenheiten und den Anforderungen des Projekts ab und wird entsprechend der erschlossenen Tiefe unterschiedlich definiert. In Deutschland werden im Allgemeinen Verfahren der tiefen Geothermie (> 400 m Tiefe) von Verfahren der oberflächennahen Geothermie (< 400 m Tiefe) unterschieden. Der Tiefenbereich von 400 m bis etwa 1.000 m wird gelegentlich auch als "Mitteltiefe Geothermie" bezeichnet. Nutzungskonzepte für die Tiefengeothermie umfassen dabei sowohl offene Systeme (hydrothermale und petrothermale Systeme) als auch geschlossene Systeme (tiefe Erdwärmesonden). (Sandrock, Maaß, Weisleder, Westholm, & Schulz, 2020)

Die Eignung eines Verfahrens für die Nutzung der tiefen Geothermie wird durch die Beschaffenheit des Gesteins bestimmt. Insbesondere poröse Sandsteine sowie Karbonatgesteine, die verkarsten können, wie Kalk- und Dolomitsteine, sind hervorragend für die hydrothermale Geothermie geeignet. Bei dieser Methode dient natürlich vorkommendes heißes Wasser als Wärmeträger. Die geeigneten Gesteinsarten für die hydrothermale Geothermie sind idealerweise in Tiefen ab etwa 2 km verfügbar. In der Region um Bad Salzuflen ist hauptsächlich Quartär- und Tertiärgestein in der Form von Ton- und Sandsteinen, sowie Jura-Tongestein im Untergrund vorhanden. (Geologischer Dienst NRW, 2019)

Um die potenzielle Wärme des Untergrunds in den Gesteinsschichten nutzen zu können, ist es notwendig, auf heißes Wasser mit einer entsprechenden Temperatur und Fließgeschwindigkeit zu treffen. Um die Wärmeenergie des Reservoirs zu erschließen, bedarf es einer entsprechenden Förderung an die Erdoberfläche über eine Förderbohrung und einer Rückführung durch eine Injektionsbohrung. (Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2024)

Laut GeoTIS wird im Bereich Bad Salzuflen und Umgebung hydrothermisches Potenzial für die Tiefengeothermie vermutet. (Agemar, et al., 2014)

Die Potentialermittlung für die hydrothermalen Nutzung erfolgt nach dem Berechnungsverfahren von Jochum et al. (Jochum, et al., 2017). Dafür werden die in Tabelle 2 aufgeführten pauschalen Annahmen sowie die in Tabelle 3 gezeigten, recherchierten Rahmenparameter verwendet, um die in Abbildung 3.9 visualisierten Abhängigkeiten zu ermitteln und eine Potentialabschätzung vorzunehmen.

Tabelle 2: Verwendete Annahmen nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017) zur Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermalen Tiefengeothermie.

Annahmen	Wert	Einheit
Vollaststunden (VLH)	3000 (Sensitivität für: 2000; 4000; 6000)	[-]
Spezifische Wärmekapazität des geförderten Thermalwassers	4000	J/(kg*K)
(Re)Injektionstemperatur des abgekühlten Thermalwassers	65 (60; 70)	°C
Pauschalzuschlag der mittels GeotIS ermittelten Untergrenze der Fördertemperatur des Thermalwassers	15	°C
Vereinfacht angenommener Massenstrom für hydrothermale Nutzung im norddeutschen Becken	35	kg/s

Um eine praxisorientierte Abschätzung vorzunehmen, werden die in Tabelle 2 gezeigten Annahmen zum Teil einer Sensitivitätsanalyse unterzogen, um aufzuzeigen, von welchem Potenzialbereich auszugehen ist. Die variierten Annahmen sind dabei durch Zahlenwerte in Klammern kenntlich gemacht. Essenziell dabei ist die Tatsache, dass es sich nur um eine vereinfachte Abschätzung handelt und die tatsächlich zu erwartenden

Energiemengen nur durch standortbezogene Probebohrungen verlässlich einzugrenzen sind. Der ermittelte Potentialbereich sollte demnach vor allem als Entscheidungshilfe dienen, die Wärmegewinnung durch tiefe Geothermie grundsätzlich in Betracht zu ziehen, oder vorweg auszuschließen.

Tabelle 3 listet die durch GeotIS (Agemar, et al., 2014) ermittelten Thermalwassertemperaturen im Untergrund auf. Um einen umfassenderen Eindruck zu vermitteln, sind dabei Werte für die Tiefen, 1000, 1500, 2000, 2500 und 3000 Metern angegeben. Dabei ist jedoch zu beachten, dass nach (Thomsen & Dr. Liebsch-Dörschner, 2014, S. 7), die Wahrscheinlichkeit geeigneter Permeabilitäten der Nutzhorizonte im Allgemeinen auf Tiefen bis 2500m beschränkt ist, lokal auch tiefer.

Tabelle 3:Maximalwerte der Thermalwassertemperaturen im tiefen Untergrund in einem Umkreis von 15km um Bad Salzuflen: Ermittelt unter der Verwendung von GeotIS (Agemar, et al., 2014)

Rahmenparameter	Wert	Einheit
Thermalwassertemperatur in 1000m Tiefe	44 ± 5	°C
Thermalwassertemperatur in 1500m Tiefe	64 ± 6	°C
Thermalwassertemperatur in 2000m Tiefe	81 ± 6	°C
Thermalwassertemperatur in 2500m Tiefe	103 ± 7	°C
Thermalwassertemperatur in 3000m Tiefe	117 ± 7	°C

Abbildung 3.8 zeigt eine beispielhafte Darstellung der Untergrundtemperaturen im Bereich Bad Salzufen und Umgebung. Die Werte in Tabelle 3 wurden auf Basis solcher Darstellungen ermittelt.

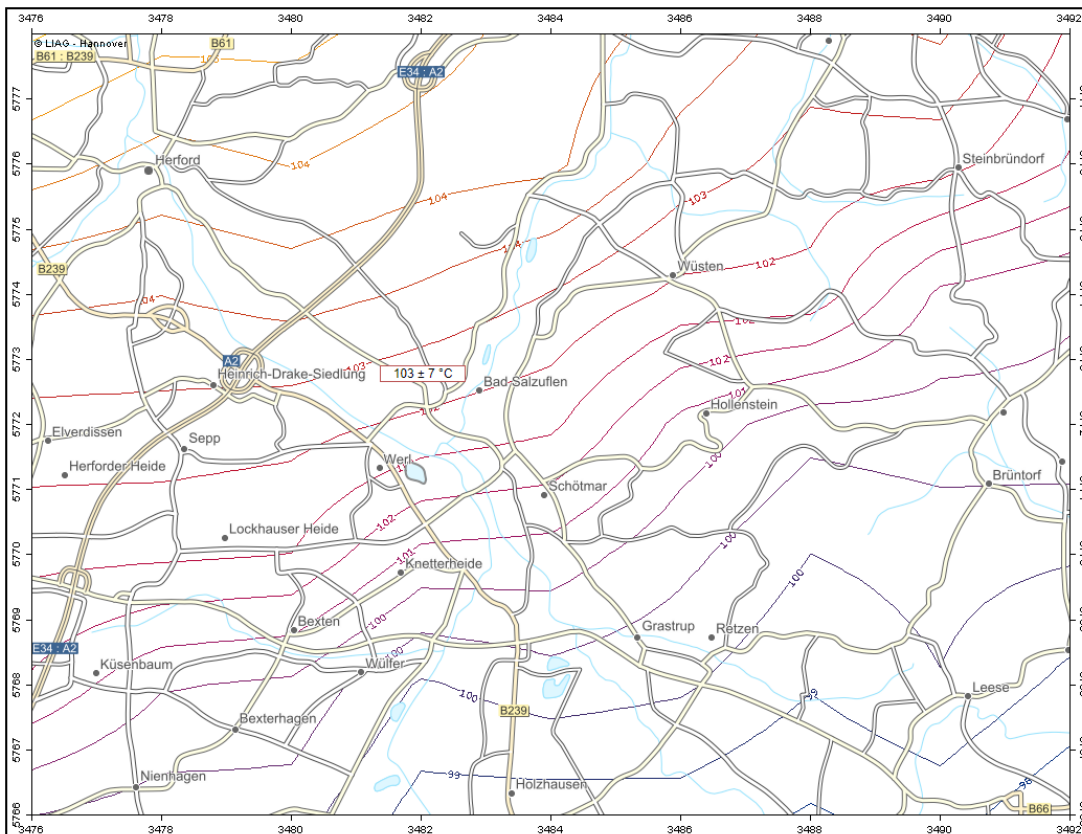


Abbildung 3.8: Beispielhafter Datenauszug aus GeotIS (Agemar, et al., 2014) für Bad Salzufen und Umgebung. Abgebildet ist ein Horizontalschnitt durch den Untergrund in 2500m Tiefe. Die roten Linien markieren Temperatur-Isolinien.

Unter der Annahme, dass geeignete Standorte zur Verfügung stünden, visualisiert Abbildung 3.9 schließlich die, auf Grundlage der vorangegangenen Datenakquise, ermittelten Ergebnisse der Potentialanalyse für die zu erwartende Wärmemenge aus der Nutzung hydrothormaler Tiefengeothermie. Als Berechnungsgrundlage dient dabei die von Jochum et al. entwickelte Methode. Auf der vertikalen Achse des Diagramms in Abbildung 3.9 ist dabei das berechnete Wärmepotential in GWh pro Jahr und Bohrdublette in Abhängigkeit der Thermalwassertemperatur aufgetragen, welche wiederum auf der horizontalen Achse in Grad Celsius aufgeführt ist. Die in Tabelle 3 aufgeführten Thermalwassertemperaturen oberhalb der (Re)Injektionstemperatur von 65 °C sind als vertikale gestrichelte Linien in Abhängigkeit ihrer Bohrtiefe dargestellt. Die unterschiedlich farblich markierten Geraden symbolisieren die durchgeführten Sensitivitätsanalysen, sodass die abgeschätzten, bohrtiefenabhängigen Potentialbereiche als transparente rote Trapeze dargestellt werden können. Die schwarze Gerade zeigt die ursprünglichen Ergebnisse der Berechnung nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017). Für die Ergebnisse der orangenen und roten Geraden wurde die (Re)Injektionstemperatur um ± 5 °C variiert. Für die Ergebnisse der blauen Geraden wurden die zu erwartenden Volllaststunden von ursprünglich 3000 auf jeweils 2000, 4000 und 6000 Volllaststunden pro Jahr geändert, wobei die (Re)Injektionstemperatur zu 65 °C angenommen wurde. Für die Berechnung des Potenzials wurden für die

verschiedenen (Re)Injektionstemperaturen Korrekturfaktoren berücksichtigt, weshalb die Kennlinien bis zu gewissen Fördertemperaturen noch negative Potenzialbereiche aufweisen.

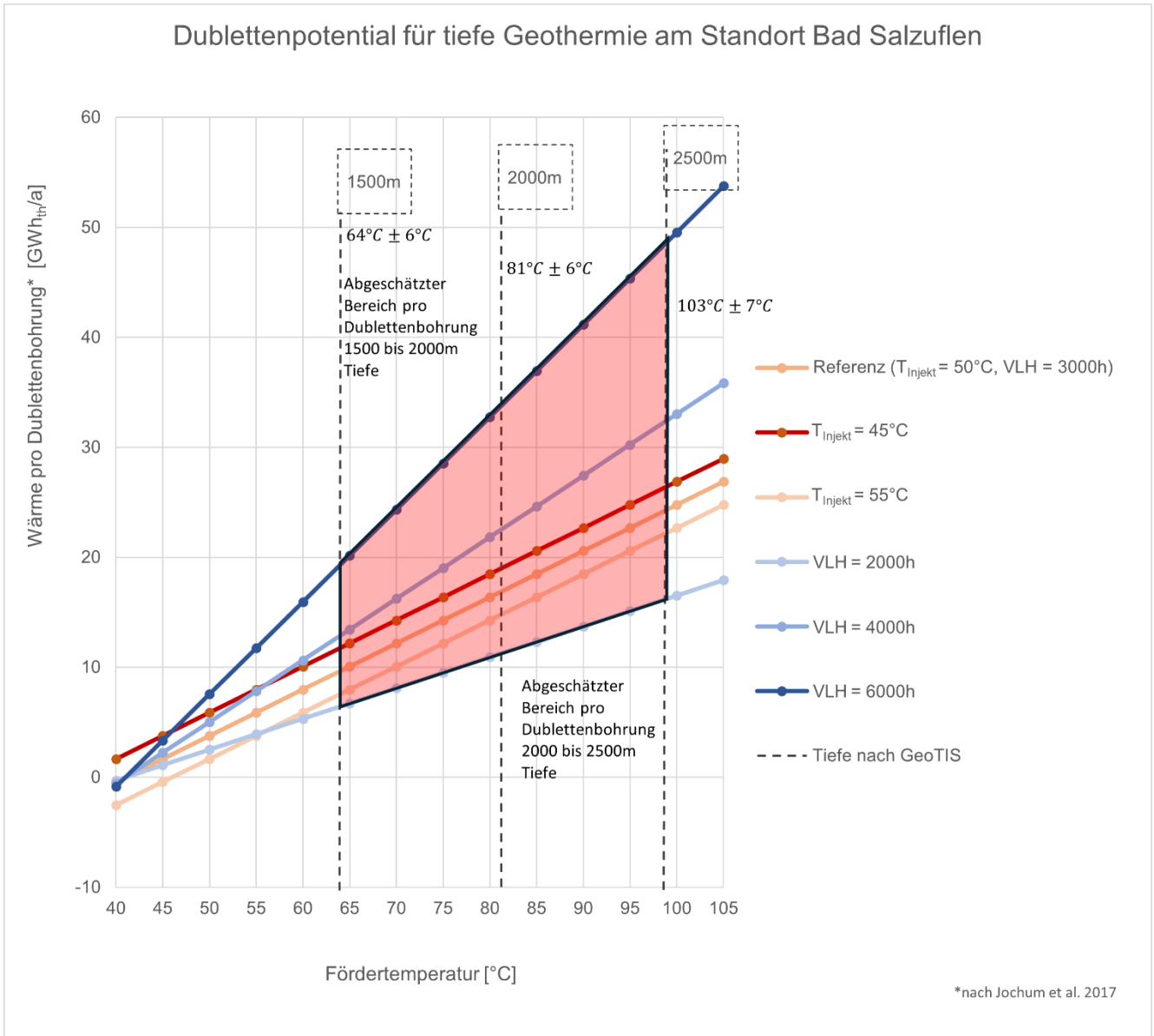


Abbildung 3.9: Ergebnisse der Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothormaler Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Bad Salzufen

Die folgenden, wesentlichen Beobachtungen gehen aus Abbildung 3.9 hervor:

1. Die **Sensitivität der (Re)Injektionstemperatur** ist mit etwa 0,4 GWh pro Jahr und Grad Celsius **relativ gering**
2. Der **Einfluss der Volllaststunden** hingegen ist multiplikativ und damit **verhältnismäßig groß**. Bei einer Verdopplung der Volllaststunden verdoppelt sich somit auch das Potential. Da die **Volllaststundenanzahl** der Nutzung hydrothormaler Tiefengeometrie in der Regel **nicht Angebotslimitiert** ist (Heumann & Ernst Huenges, 2017, S. 13) , (Bracke, et al., 2022, S. 22), (Seibt, Kabus, & Hoth, 24-29 April 2005, S. 4), (Janczik, 2014, S. 27) (das Thermalwasser kann potenziell ganzjährig gefördert werden), die Volllaststundenanzahl aber einen sehr großen Einfluss auf das nutzbare Wärmepotenzial sowie die entsprechenden spezifischen Wärmegestehungskosten, ist bei der **grundsätzlichen Entscheidungsfrage zum Einsatz der tiefen Geothermie ein ganzheitliches Wärmeversorgungskonzept** zu berücksichtigen, um die ganzjährig verfügbare Wärme möglichst umfassend zu nutzen.
3. Bei einer Bohrtiefe von **1500m** und einer Thermalwassertemperatur von **64°C** ergibt sich ein ermittelter Potentialbereich von etwa **6 GWh bis etwa 19 GWh pro Jahr und Dublette**.
4. Bei einer Bohrtiefe von **2500m** und einer Thermalwassertemperatur von **103°C** ergibt sich ein ermittelter Potentialbereich von etwa **17 GWh bis etwa 52 GWh pro Jahr und Dublette**. Nach Thomsen & Liebsch-Dörschner (Thomsen & Dr. Liebsch-Dörschner, 2014, S. 7) sind die entsprechenden Permeabilitäten in deutlich größeren Tiefen (>2500m) jedoch oft zu gering, sodass eine vereinfachte Potentialabschätzung i.d.R. nur bis Tiefen von etwa 2500m sinnvoll ist.
5. **Die ermittelten Potentiale liegen verhältnismäßig weit auseinander**. Dies bestärkt nochmal den Hinweis, dass eine solche Potenzialabschätzung lediglich dazu dienen sollte tiefe Geothermie als Option grundsätzlich ein- oder auszuschließen. Konkrete und detaillierte Voruntersuchen inklusive eventueller Probebohrungen sind deshalb zu empfehlen.

Auf Grund der Schutzgebiete (Wasserschutz und Heilquellenschutz) in und um Bad Salzuflen wird eine Nutzung der tiefen Geothermie nach Absprache in der Kerngruppe für Bad Salzuflen als nicht realistisch eingestuft.

3.5 Biomasse und Abfall

Ein Großteil der Biomassedaten ist für die Stadt Bad Salzuflen vorhanden. Da allerdings nicht alle Daten für die Stadt vorhanden sind, wird zunächst mit den Daten aus Tabelle 4 der Einwohner:innenteil der Stadt Bad Salzuflen von Nordrhein-Westfalen berechnet.

Tabelle 4: Einwohner:innen und Fläche von Bad Salzuflen und Nordrhein-Westfalen

	NRW	Bad Salzuflen
Einwohner:innen	18.139.116	56.686
Fläche (ha)	34.112.440	10.006

→ Einwohner:innenanteil Bad Salzuflen von NRW: 0,31%

Das technische Brennstoffpotenzial beschreibt den Energiegehalt der als Bioenergieträger aufbereiteten Biomasse. In Tabelle 5 wird das technische Brennstoffpotenzial laut dem AEE Potentialatlas² in NRW aufgeführt. Dieses wurde anteilig auf die Einwohnerzahlen in Bad Salzuflen berechnet.

Tabelle 5: Technisches Brennstoffpotenzial von NRW und Bad Salzuflen in GWh/a²

	Bioenergie-Potenzial NRW (GWh)	Bioenergie-Potenzial Bad Salzuflen (GWh)
Energiepflanzen	12.250	38,28
Forstwirtschaftliche Biomasse:	7.583	23,7
Energetisch genutztes Waldholz	4.444	13,89
Waldrestholz	3.138	9,81
Ungenutzter Holzzuwachs	0	0,00
Industrierestholz	83	0,26
Altholz	4.944	15,45
Biomethan	5.583	17,45

3.5.1.1 Altholz

Bei Altholz handelt es sich um Holz, das bereits stofflich genutzt wurde. Die Nutzung im Energiesektor markiert das Ende des Nutzungsweges, nachdem das Holz beispielsweise schon im Bausektor oder als Verpackungsmaterial genutzt wurde. Ein Großteil des Altholzaufkommens wird bereits in Holzkraftwerken und Müllverbrennungsanlagen energetisch genutzt. Ein kleinerer Anteil wird auch stofflich weiter verwertet. Das **technische** Brennstoffpotenzial, das sich für NRW mit 4.944 GWh/a beziffern lässt, ist mit starken Unsicherheiten behaftet, da in der hier zitierten Untersuchung Datenlücken auftraten und die Stoffströme sich nur schwer abschätzen lassen². In Bad Salzuflen liegt das heruntergerechnete technische Potenzial bei 15 GWh/a.

3.5.1.2 Industrierestholz

Industrierestholz fällt bei der Bearbeitung von Waldholz als Nebenprodukt an. Es handelt sich dabei u.a. um Sägespäne / Sägemehl, Holzhackschnitzel und Rinde. Teilweise werden die Nebenprodukte direkt im Betrieb zur Wärme- oder Stromerzeugung genutzt, wie z.B. bei Betrieben in der Zellstoffindustrie, die einen hohen Wärmebedarf aufweisen. Zusätzlich wird mit rund 2/3 des Gesamtaufkommens ein großer Anteil des Industrierestholzes der stofflichen Nutzung zugeführt.

Die Abschätzung erfolgt im Energieatlas auf Basis von Kennzahlen zu den Anteilen der Reststoffe, die je nach Produktionsprozess unterschiedlich ausfallen. Zusätzlich ist zu beachten, dass Industrierestholz viel über die

² Agentur für Erneuerbare Energien (2013): Potenzialatlas, Bioenergie in den Bundesländern

Grenzen der Bundesländer im- und exportiert wird. Das **technische** Brennstoffpotenzial für NRW liegt bei 83 GWh/a und ist wie das Altholzpotezial mit großen Unsicherheiten behaftet².

Das heruntergerechnete technische Potenzial von Industrierestholz in Bad Salzuflen umfasst 0,26 GWh/a.

3.5.1.3 Forstwirtschaftliche Biomasse

Unter der forstwirtschaftlichen Biomasse wird das energetisch nutzbare Waldholz gefasst, das den Wäldern nachhaltig entnommen werden kann. Beim Waldrestholz handelt es sich um die Nebenprodukte der Holzernte im Wald. Vor allem Schlagabraum aus dem Ast- und Kronenbereich, der sich auf Grund der Größe nicht zur stofflichen Nutzung eignet, fällt unter diese Kategorie. Unter Abzug des bereits energetisch genutzten Potenzials beträgt das **technische** Brennstoffpotenzial: 3.139 GWh/a. Zusätzlich zum Waldrestholz kann auch bisher ungenutzter Holzuwachs verwendet werden. Der bisher ungenutzte Anteil ergibt sich aus der Biomasse, die jährlich nachwächst und bisher weder stofflich noch energetisch verwendet wird. Das Brennstoffpotenzial wird durch den Anteil gemildert, der als Totholz im Wald verbleibt, um den Nährstoffhaushalt und die Biodiversität des Ökosystems zu erhalten und einen Aufschlag, um eine nachhaltige Forstwirtschaft sicherzustellen. Holzuwachs auf Flächen in Naturschutzgebieten wird von der Nutzung ausgeklammert. Außerdem muss ein Anteil von 10 Prozent ungenutzt bleiben, um eine nachhaltige Forstwirtschaft beizubehalten. Das **technische** Brennstoffpotenzial des ungenutzten Holzzuwachses wird in Nordrhein-Westfalen mit 0 GWh/a beziffert².

Insgesamt liegt das technische Brennstoffpotenzial der Forstwirtschaftlichen Biomasse in NRW bei 7.583 GWh/a. Daraus kann ein Potenzial von 24 GWh/a für Bad Salzuflen auf die Einwohner:innenzahl heruntergerechnet werden.

3.5.1.4 Stroh

Die Potenziale einer Strohverbrennung wurden auf Basis einer bundesweiten Studie des DBFZ³ erfasst. Auf Landkreisebene wurde untersucht welches Potenzial zur Verfügung steht und abgeschichtet welches Potenzial theoretisch, technisch und nachhaltig nutzbar ist. Das theoretische Potenziale bestimmt sich danach, wie viel Fläche für welche Fruchtarten genutzt wird und welches Korn-Stroh Verhältnis vorliegt. Beim technischen Potenzial wird einbezogen, dass die Bergung nur zu einem gewissen Grad möglich ist und Teile Strohmenge auch in der Tierhaltung genutzt werden. Bei der Angabe des nachhaltigen Potenzials wurde berücksichtigt, dass auch anderweitige stoffliche Nutzungen bestehen und der Boden in einer ausgeglichenen Bodenbilanz bewirtschaftet werden kann. Die Humusbilanz wurde jeweils mit einer statischen und einer dynamischen Methodik berechnet, weswegen die Potenziale mit einer unteren und oberen Grenze angegeben werden. Für die Auswertung wurde sich auf die folgenden umliegenden Landkreise beschränkt:

- Kreis Lippe
- Kreis Herford
- Stadt Bielefeld
- Kreis Minden-Lübbecke
- Kreis Paderborn
- Kreis Gütersloh
- Kreis Höxter
- Kreis Hameln-Pyrmont

³ Zeller et al. (2011): Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe zur Bioenergiebereitstellung

Das **nachhaltige** Potenzial im direkten Umkreis von Bad Salzuflen beträgt 1.870-2.038 GWh/a. Die Gesamteinwohner:innenzahl der acht aufgeführten Städte und Landkreise beträgt 2.235.971. Es leben demnach 2,54% der Einwohner:innen in Bad Salzuflen. Aus dem Einwohner:innenanteil von Bad Salzuflen lässt sich ein Strohpotenzial von 47-51 GWh/a berechnen.

Vor einer Umsetzung ist zu prüfen welcher Anteil des Potenzials wirtschaftlich erschließbar ist und wo eine Verkaufsbereitschaft vorliegt, um das verfügbare Potenzial zu ermitteln. Es ist außerdem zu vermuten dass in den näher liegenden Landkreisen das Strohpotenzial deutlich höher liegt und dadurch auch das Potenzial der Stadt Bad Salzuflen steigen könnte.

Technisch ist zu beachten, dass auf Grund des Chloridgehalts Hochtemperaturkorrosion auftreten kann, wenn nicht entsprechend angepasste technische Maßnahmen ergriffen werden. Auf Grund der geringen volumetrischen Energiedichte muss im Detail geprüft werden, ob der nötige Anlieferverkehr umsetzbar ist und Akzeptanz in der Stadtgesellschaft findet.

3.5.1.5 Paludianbau

Unter Paludikultur ist die land- und forstwirtschaftliche Nutzung nasser Hoch-, und Niedermore zu verstehen. Meist werden dazu ehemals trockengelegte Moorflächen genutzt, die wiedervernässt werden. Durch die Aussaat bestimmter Saaten oder durch natürliche Wiederbesiedlung kann auf den Flächen schilfartige Biomasse wachsen und geerntet werden. Die Paludikultur eignet sich sehr gut, um Moorschutz und Biomasseproduktion bzw. landwirtschaftliche Nutzung zu vereinen, da die Biomasse aus dem Moor stofflich oder energetisch verwertet wird, während das Moor nass bleibt⁴.

Im Umkreis von Bad Salzuflen liegen keine Moore vor, die zur Bepflanzung mit Paludi genutzt werden könnten.

3.5.1.6 Biogas (Tierische Exkrement)

Zur Bestimmung des Biogaspotenzials in Bad Salzuflen kann der Viehbestand herangezogen werden. Für die Stadt konnte die Anzahl von 153 Rindern, 215 Milchkühe, 7.064 Schweine und 3.640 Legehennen bestimmt werden⁵.

Neben tierischen Exkrementen werden auch sogenannte Energiepflanzen in Biogasanlagen verwertet. Energiepflanzen umfassen landwirtschaftlich angepflanzte Stoffe die zum Zweck der Strom-, Wärme- oder Biokraftstoffproduktion angebaut werden. Durch die Anpflanzung von ertragsreichen Energiepflanzen, kann das Bioenergie-Potenzial gesteigert werden. Der Energiepflanzenmix in Bad Salzuflen besteht aus großen Mengen Mais, Raps, Winterweizen und -gerste. Roggen und Feldgras sind ebenfalls in geringerem Umfang vorhanden.

Für Bad Salzuflen ist nur die Ackerlandfläche pro Pflanze bekannt. Die Anbaufläche und der Ertrag in Bad Salzuflen ist in Tabelle 6 dargestellt.

⁴ Dahms, Tobias et al. (2017): Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren

⁵ Viehhaltung auf Gemeindeebene (2020): Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.landwirtschaftskammer.de%2Fwir%2Fzahlen%2F2020%2Fviehhaltung-gemeinde.xlsm&wdOrigin=BROWSELINK>

Tabelle 6: Anbaufläche und Ertrag von Energiepflanzen auf die Einwohner:innen von Bad Salzuflen berechnet.

	Winterweizen	Roggen	Wintergerste	Silomais	Winterraps	Zuckerrüben
Anbaufläche in ha	1.216	203	765	430	265	389
Ertrag in t	48.640	1.127	30.600	21.500	9.275	25.285

Insgesamt stehen demnach 101.866 t Energiepflanzen auf einer Fläche von 3.268 ha für Bad Salzuflen zur energetischen Nutzung zur Verfügung.

Zur Bestimmung des Gesamtbio gaspotenzials von Bad Salzuflen, wird das energetische Gehalt des anfallenden Bio- und Grünabfalls, der tierischen Exkremente und der Energiepflanzen bestimmt. Dazu wird zunächst der Biogasertrag bestimmt. Für die Bioabfälle wird ein Ertrag von 92 Nm³ pro Tonne Festmasse verwendet⁶. Für die Grünabfälle wird ein Biogasertrag von 2.904 Nm³ Methan pro Hektar angenommen⁷. Insgesamt fallen in Bad Salzuflen nach Angaben der Verwaltung 1.100 t Grünschnitt pro Jahr an. Zur Berechnung des daraus resultierenden Energiepotenzials wird für 1m³ Methan ein Energiegehalt von 9,97 kWh verwendet⁷. Das energetische Potenzial aus Bad Salzuflens Grünabfällen liegt nach dieser Berechnung bei ungefähr 1 GWh/a.

An tierischen Exkrementen sind in Bad Salzuflen ungefähr 9.771 t/a verfügbar. Zur Bestimmung des energetischen Potenzials werden ausgehend von der Tieranzahl die Faustzahlen in Tabelle 7 verwendet.

Tabelle 7: Biogasertrag Gülle/Mist von Mastrindern

	Gülle/Festmist pro Tierplatz (TP) und Jahr	Einheit	Biogasertrag	
Milchkuh	17	m ³	289	Nm ³ Methan
Mastschwein	1,6	m ³	19	Nm ³ Methan
Mastrind	2,8	t	185	Nm ³ Methan
Legehennen	2	m ³	1,64	Nm ³ Methan

Da laut dem Umweltbundesamt nur 30 % des anfallenden Wirtschaftsdüngers in Biogasanlagen verwendet werden, verringert sich die verfügbare Substratmenge zur energetischen Nutzung auf 2.931 t/a⁸.

Für Bad Salzuflen ist eine Ackerfläche von 4.781 ha vorhanden und produziert dort ungefähr 101.866 t/a Ertrag.

⁶ Biogasausbeuten verschiedener Substrate: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel_list=49%2Cb&anker0=substratanker#substratanker (Zuletzt abgerufen am 21.05.2024)

⁷ Faustzahlen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., [Faustzahlen \(fnr.de\)](https://www.fnr.de) (Zuletzt abgerufen am 21.05.2024)

⁸ Umweltbundesamt (2019): Biogasproduktion aus Gülle und Bioabfall ausbauen, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/biogasproduktion-aus-quelle-bioabfall-ausbauen> (abgerufen am 10.05.2024)

Durch die Energiepflanzen entsteht ein zusätzliches Energiepotenzial von 127 GWh/a. Das Gesamtenergiepotenzial durch Biogas liegt also in Bad Salzuflen bei 129 GWh/a.

3.5.1.7 Kurzumtriebsplantagen

Auf Kurzumtriebsplantagen werden schnellwachsende Hölzer angebaut, die nach einigen Jahren geerntet und energetisch verwertet werden. Der Ernterhythmus kann je nach Anbausorte und Zyklusansatz zwischen 2-20 Jahren variieren [12]. Die Flächeneffizienz ist deutlich geringer als bei der direkten Nutzung der Sonnenenergie durch Solaranlagen und benötigt daher bei gleicher Energiemenge viel mehr Flächen [5]. Wie hoch das technische Potenzial ist, lässt sich im Rahmen dieser Studie nicht valide abschätzen, da für neue großflächige Projekte immer eine Abwägung zu anderen Bodennutzungen stattfinden muss und Dialoge mit den Landbesitzenden stattfinden müssen. Auf Grund der langsamen Umsetzungsgeschwindigkeit, des hohen Flächenbedarfs und der fehlenden Möglichkeit eine Abschätzung zum Potenzial abzugeben, werden die Einsatzmöglichkeiten der Kurzumtriebsplantagen nicht weiter ausgeführt.

Ergebnis

Das Gesamtpotenzial von Bioenergie in Bad Salzuflen ist in folgender Abbildung dargestellt. Es ergibt sich ein Gesamtpotenzial von 216 GWh/a.

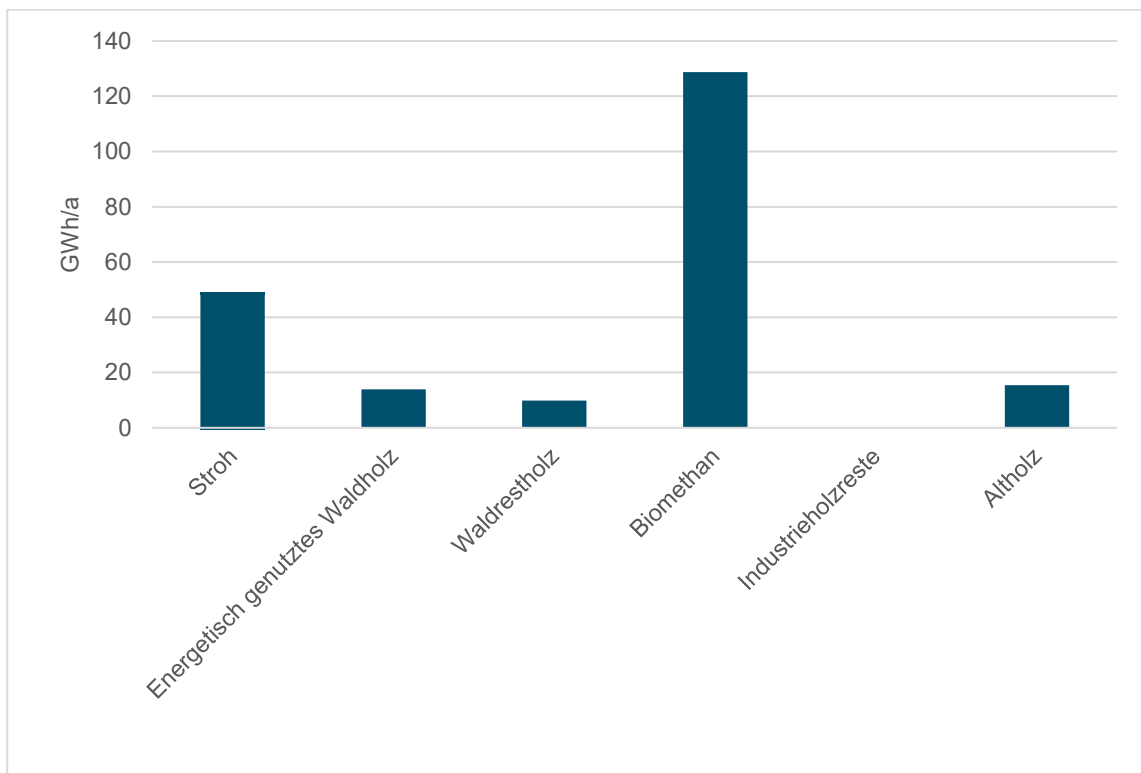


Abbildung 3.10: Vorhandenes Bioenergie-Potenzial von Bad Salzuflen in GWh/a

3.5.1.8 Einordnung Biomassenutzung im Wärmesektor

Die energetische Nutzung von Biomasse steht in direkter Konkurrenz zum Nahrungsmittelanbau. Verschiedene Organisationen stufen die energetische Nutzung nicht länger als klimaneutral ein. Die Deutsche Umwelthilfe, das Öko-Institut, die NABU sowie die Bundesregierung bevorzugen die stoffliche und mehrheitliche Nutzung von Biomasse gegenüber der energetischen Nutzung^{9,10,11,12}. Diese wird nur empfohlen, wenn eine weitere stoffliche Nutzung nicht mehr möglich ist, oder für Rest- Abfallstoffe. Biomasse kann außerdem zur energetischen Nutzung eingesetzt werden, wenn die Nutzung von Alternativen bisher nicht möglich ist.

Die Deutsche Umwelthilfe formuliert darüber hinaus genauere Positionen bei dem Einsatz verschiedener Stoffe zur Gewinnung von Bioenergie¹²:

- Der Anbau von Energiepflanzen (Mais, Raps etc.) für die Bioenergiegewinnung sollten vermieden werden. Flächen lieber für eine umweltverträgliche Nahrungsmittelerzeugung nutzen oder zur Installation von EE.
- Holz sollte stofflich genutzt werden und erst am Ende einer möglichst langen Produktnutzung verbrannt werden.
- Moore, naturnahe Wälder und Grünland sollten nicht für Bioenergie genutzt werden.
- Stroh sollte nicht verbrannt werden
- Bioabfälle sollen vergoren und dann kompostiert werden
- Wirtschaftsdünger sollte immer vergoren und dann kompostiert werden
- Klärschlamm sollte vergoren werden

Die Deutsche Umwelthilfe lehnt die energetische Nutzung von importierten Holz (auch wenn es sich um Restholz handelt) ab. Eine stoffliche Nutzung von Industrierestholz ist immer zu bevorzugen. Am Ende des Produktlebenszyklus empfiehlt die DUH die energetische Nutzung¹². Durch den Klimawandel wird der Holzbestand immer mehr verringert. Seit 2018 nimmt laut dem Statistischen Bundesamt nicht nur der Holzabschlag, sondern auch die Menge des Schadholzeinschlags immer mehr zu. Zusätzlich steigt der Baumverlust immer mehr. Rund 5% der gesamten Waldflächen in Deutschland sind zwischen Januar 2018 bis einschließlich April 2021 vertrocknet¹³.

Nach der Einordnung der jeweiligen Stoffe durch die Umweltverbände, sind einige Potenziale zu vernachlässigen. Nur wenige pflanzliche Stoffe werden zur energetischen Nutzung empfohlen, diese sind in folgender Abbildung aufgeführt. Die durch die Umweltverbände empfohlenen Stoffe setzen sich aus den tierischen Exkrementen, Altholz und Bio- und Grünabfall zusammen. Das Biogaspotenzial sinkt auf 2 GWh/a, da der Anbau von Energiepflanzen von den Umweltverbänden nicht empfohlen wird. Insgesamt bleibt ein Gesamtpotenzial von 17 GWh/a bestehen.

⁹ Öko-Institut e.V. (2019): Biomasse – für eine nachhaltige Nutzung endlicher Ressourcen

¹⁰ Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2023): Energiespender seit Jahrtausenden, <https://www.bmz.de/de/themen/energie/erneuerbare-energien/biomasse> (abgerufen am 10.05.2024)

¹¹ NABU (2023): Nationale Biomassestrategie

¹² Deutsche Umwelthilfe (2021): Energetische Biomassenutzung, Positionen der Deutschen Umwelthilfe

¹³ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2022)

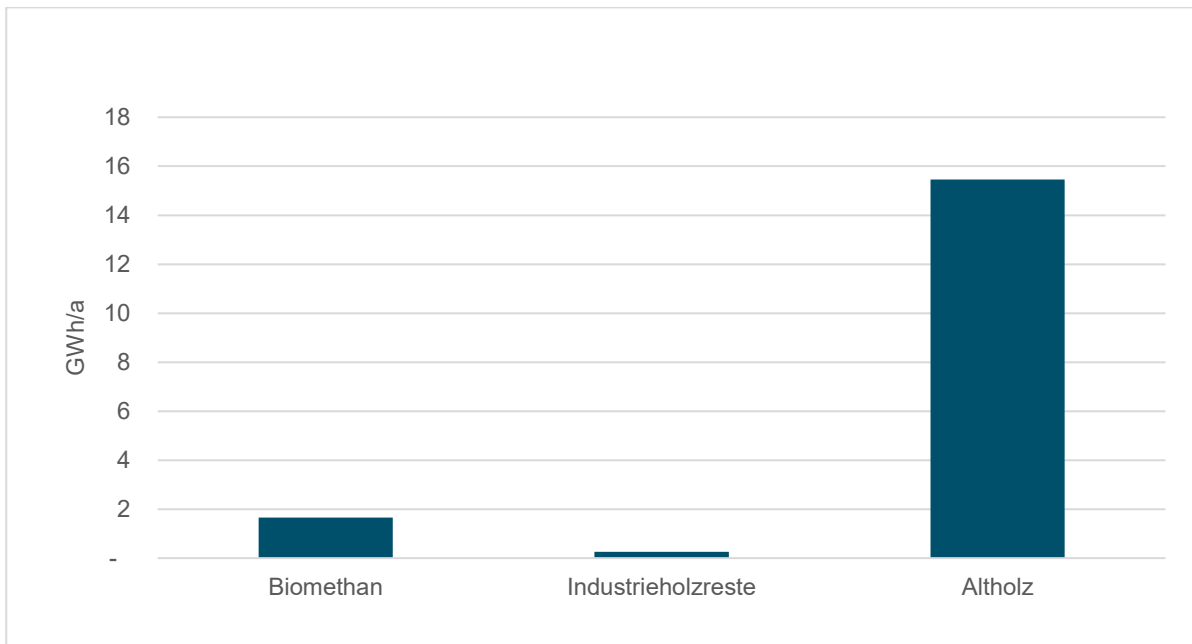


Abbildung 3.11: Bioenergie-Potenzial nach Einordnung der Umweltverbände von Bad Salzuflen in GWh/a

3.6 Wasserstoff

Der Weg von der chemischen Bindung von Wasserstoff hin zu einem nutzbaren Energieträger ist komplex und wird durch die Art der Produktion entscheidend geprägt. Um diese Unterschiede zu verdeutlichen, hat sich die Praxis etabliert, Wasserstoff nach „Farben“ zu kategorisieren, die seine Herkunft und Umweltbilanz symbolisieren.

Derzeit dominiert „grauer Wasserstoff“ den Markt. Er wird aus fossilen Brennstoffen wie Erdgas durch Dampfreformierung gewonnen und verursacht dabei erhebliche Mengen CO₂-Emissionen. Eine klimafreundlichere Alternative ist „blauer Wasserstoff“, bei dem das freigesetzte CO₂ abgeschieden und gespeichert wird. Besondere Aufmerksamkeit gilt „grünem Wasserstoff“, der durch Elektrolyse unter Einsatz erneuerbarer Energien erzeugt wird. Diese Methode ist nahezu emissionsfrei, erfordert jedoch große Mengen an grünem Strom. Bei der Herstellung von „grünem Wasserstoff“ gehen zirka 1/3 des Energiegehalts des erneuerbaren Stroms verloren, sofern diese Verluste nicht als Abwärme weiterverwendet werden [38]. Daneben gibt es weitere Kategorien wie „türkisen“ Wasserstoff, der durch Methanpyrolyse erzeugt wird, oder „gelben“ Wasserstoff, der spezifisch aus Solarenergie gewonnen wird.

Wasserstoff wird auf absehbare Zeit ein knapper Energieträger sein. Folglich muss Wasserstoff primär dort eingesetzt werden, wo keine Alternativen vorliegen. Industrielle Prozesse treiben dabei die Nachfrage und die Anwendungsgebiete von Wasserstoff an. Durch die hohe Zahlungsbereitschaft der Industrie wird bei knapper Verfügbarkeit von Wasserstoff ein hoher Preis am Markt entstehen. Mit zunehmender Verfügbarkeit von Wasserstoff wird der Marktpreis voraussichtlich sinken. Wie sich die Dynamik zwischen Verfügbarkeit und Nachfrage einpendelt, kann nach heutiger Kenntnis nicht abschließend beurteilt werden. [39]

Durch das genehmigte Wasserstoff-Kernnetz könnte Wasserstoff bis Bielefeld transportiert und dort in umgewandelte Erdgas-Verteilnetze übergeben werden. Gebiete, in denen ein industrieller Wasserstoffbedarf vorliegt, könnten vom restlichen Erdgas-Verteilnetz entkoppelt und umgewandelt werden. Folglich könnte in diesen Gebieten Wasserstoff auch für die Anwendung im Gebäudesektor genutzt werden. Dies wäre unter der

Voraussetzung sinnvoll, dass die Verbrennung von Wasserstoff für die Wärmeversorgung die günstigste Alternative ist [40].

Der voraussichtlich größten Ankerkunde für Wasserstoff bzw. grüne Gase sind die Stadtwerke mit den BHKWs zu gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme. In welchen Bereichen weiterer Wasserstoffbedarf in Zukunft vorliegen könnte, kann noch nicht abschließend beurteilt werden, da die meisten industriellen Unternehmen aufgrund der genannten Versorgungs- und Preisunsicherheit noch keine finalen Entscheidungen getroffen haben. Resultierend kann das Potenzial für den Energieträger Wasserstoff aktuell nicht quantifiziert werden. In der Bewertung wird Wasserstoff berücksichtigt, insbesondere in Gebieten, die sich in der Nähe von industriellen Unternehmen mit hohem Prozesswärmebedarf befinden.

3.7 Wasserkraft

Wasserkraft ist eine der ältesten und etabliertesten Formen erneuerbarer Energieerzeugung. Sie nutzt die kinetische und potenzielle Energie von fließendem Wasser, um Turbinen anzutreiben und Strom zu erzeugen. In Deutschland trägt Wasserkraft etwa 4% zur Bruttostromerzeugung bei und stellt damit eine wichtige Säule der erneuerbaren Energien dar. Allerdings ist das Ausbaupotenzial in vielen Regionen bereits weitgehend ausgeschöpft. (Umweltbundesamt, 2024)

In Bad Salzuflen wurde im Jahr 2009 eine Wasserkraftanlage mit 45kW Leistung installiert. Weitere Anlagen befinden sich im angrenzenden Lemgo. Eine größere Anlagenleistung weist die in Lage befindliche Anlage mit 67 kW auf.

Die LANUV Potenzialstudie schätzt das ungenutzte differenzierte Potenzial der Wasserkraftanlagen auf 89 kW, welches durch den Bau einer weiteren Anlage erschlossen werden könnte (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein Westfalen, 2017).

3.8 Windkraft

Der Ausbau der Windenergie ist ein Schlüsselement der Energiewende in NRW. Der Bund hat den Ländern verbindliche Flächenziele vorgegeben. Für NRW beträgt der Flächenbeitragswert 1,1% der Landesfläche (37.524 ha) bis Ende 2027 und 1,8% (61.402 ha) bis Ende 2032. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2023)

Die Landesregierung in NRW plant diese Vorgaben zügig umzusetzen durch Änderung des Landesentwicklungsplans und Festlegung verbindlicher Teilflächenziele für die sechs Planungsregionen. Die konkrete Ausweisung von Windenergiebereichen erfolgt in den jeweiligen Regionalplänen. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2023)

Das LANUV hat zur fachlichen Unterstützung eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt, welche die Flächenpotenziale zur Windenergienutzung und ihre regionale Verteilung im Land untersucht. Aktuelle planungs- und genehmigungsrechtlicher Rahmenbedingungen wurden bei der Untersuchung berücksichtigt. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2023)

In NRW werden Potenzialflächen von 106.802 ha ausgewiesen, was einen möglichen Stromertrag von 111.230 GWh pro Jahr bedeuten könnte. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz - Nordrhein Westfalen, 2023)

Im östlichen Teil der Stadt Bad Salzuflen wurden im Windpark Pillenbruch in den Jahren von 2001 bis 2020 dreizehn Windenergieanlagen errichtet. Ein Großteil der älteren Anlagen weist eine Leistung von einem Megawatt auf, die drei neueren Anlagentypen weisen höhere Leistungen (2,05 MW, 2,5 MW und 3,45 MW) auf.

Die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten in Bad Salzuflen [in 10 Metern Höhe] bewegen sich zwischen 2,6 m/s und 4,6 m/s. Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten werden in der Stadtmitte Bad Salzuflens erreicht, die Höchsten in den ländlichen Bereichen im Osten (Hollenstein, Voßhagen) in denen der Windpark angesiedelt ist. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2024)

Eine Analyse des LANUV zeigt für den Kreis Lippe eine mögliche Gesamtfläche von 3024 ha für Windenergieanlagen. Diese Potenzialfläche umfasst auch zusätzliche Flächenpotenziale in Teilflächen der Bereiche für den Schutz der Natur (BSN), die naturschutzrechtlich nicht streng geschützt sind. Eine Auswertung von Satellitenbildern der Stadt Bad Salzuflen zeigt ausgedehnte landwirtschaftliche Nutzflächen im östlichen und westlichen Teil des Stadtgebiets. Eine Untersuchung der Potenzialflächen für die Windenergienutzung aus dem Jahr 2014 zeigt potenzielle Flächen, die für den Ausbau relevant sein könnten. (Kortemeier Brokmann Landschaftsarchitekten, 2014) Diese offenen Areale könnten potenziell für die Errichtung von Windkraftanlagen in Betracht gezogen werden, vorbehaltlich weiterer detaillierter Untersuchungen und Genehmigungsverfahren.

Eine präzise Quantifizierung der tatsächlich nutzbaren Fläche erfordert eine detaillierte Standortanalyse unter Berücksichtigung aller relevanten Ausschlusskriterien und Abstandsregelungen.

3.9 Solarthermie und Photovoltaik

Solarthermische Anlagen sind ein wichtiger Baustein der Wärmewende. Bislang sind in Deutschland nur rund 40 solarthermische Großanlagen mit zusammen genommen 100.000 m² Kollektorfläche installiert, die mit einer Leistung von insgesamt 70 MW jährlich rund 42 GWh Wärme produzieren. Der Anteil von Solarthermie an der Wärmeerzeugung in Deutschland liegt bei unter einem Prozent.

Solarthermietechnologien lassen sich in konzentrierende und nicht-konzentrierende Kollektoren aufteilen. Nicht konzentrierende Kollektoren nutzen sowohl diffuse als auch direkte solare Strahlung und werden nicht nachgeführt (die Ausrichtung dem täglichen Verlauf der Sonne angepasst), während CSP-Kollektoren nur direkte Strahlung nutzen und nachgeführt werden müssen, um optimale Wirkungsgrade zu erzielen. Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren sind nicht-konzentrierende Kollektorarten. Parabolrinnen gehören zu den konzentrierenden Solarkollektoren (CSP, concentrating solar power). Der Fokus der hier durchgeführten Analyse liegt auf nicht-konzentrierenden Kollektoren. Parabolrinnen können sehr hohe Arbeitstemperaturen von bis zu 550 °C bei Direktverdampfung erreichen. In nördlichen Breitengraden mit relativ geringer Direktstrahlung wie Bad Salzuflen sind jedoch Temperaturen von bis zu 250°C realistisch. Erfahrungswerte zeigen, dass Parabolrinnenkollektoren erst ab Temperaturen über 100°C geeignet sein können.

Flachkollektoren (FK) bestehen aus dem Absorber, dem Kollektorgehäuse, einer Glasabdeckung und einer Wärmedämmung. Das Absorberblech wandelt die Einstrahlung in Wärme um. Eine Beschichtung sorgt dafür, dass möglichst viel Wärme aufgenommen (hohes Absorptionsvermögen) und möglichst wenig Wärme abgestrahlt wird (geringer Emissionsgrad). Die Wärmedämmung auf der Rückseite und den Seitenflächen des Gehäuses verringern die Abstrahlverluste. Vorteile von Flachkollektoren liegen in der einfacheren und wenig stör anfälligen Technik und den im Vergleich zu Vakuumröhrenkollektoren niedrigeren Investitionskosten. Der Nachteil von Flachkollektoren im Vergleich zu Vakuumröhrenkollektoren liegt in den höheren Abstrahlungsverlusten und damit geringeren solaren Erträgen, die sich vor allem bei höheren Temperaturen im Kollektorfeld negativ bemerkbar machen.

Unter dem Sammelbegriff Vakuumröhrenkollektoren (VRK) werden verschiedene Technologien und Aufbauten mit teils erheblich abweichenden Eigenschaften zusammengefasst. Gemeinsames Merkmal ist, dass die Isolierung zwischen Absorber und Außenluft durch ein Vakuum hergestellt wird. Bei direkt durchströmten Vakuumröhrenkollektoren zirkuliert der Wärmeträger direkt in einem Glasröhrchen mit dem Absorber. Eine andere Röhrenkollektorbauweise ist der Heatpipe Kollektor. Hier verdampft ein Zwischenmedium im Rohr und sammelt sich am oberen Ende des Rohrs. Dort wird die Energie auf den eigentlichen Wärmeträger übergeben und über den Solarkreislauf abtransportiert. Der Dampf kühlt ab und sammelt sich wieder unten im Rohr.

Beim CPC-Kollektor (Compound Parabolic Concentrator) sind zwei Glasröhren als "Thermoskanne" zur Dewar-Röhre ausgebildet. Das Vakuum befindet sich nur innerhalb des Glasbehältnisses. Durch diese Bauweise wird eine typische Schwachstelle von einwandigen Vakuum-Röhrenkollektoren, die Dichtheit im Glas- und Metallübergang, eliminiert. Die Röhren liegen im CPC-Kollektor vor einem Parabolspiegel beziehungsweise einer Reflektorschicht, die das einfallende Licht auf die Röhren gebündelt zurückwirft und so die Leistung des Röhrenkollektors erhöht. Der Nachteil von Vakuumröhrenkollektoren liegt in erster Linie in den höheren Investitionskosten. Vorteilhaft sind höhere spezifische Erträge.

Die Solarpotenzialflächen werden mittels Flächenscreening identifiziert und quantifiziert. Dafür wird das Stadtgebiet als Suchraum betrachtet. Mittels Planungsvorgaben werden Kriterien definiert, die für oder gegen eine Nutzung der Fläche als Solarthermiestandort sprechen. Auf diese Weise werden geeignete Flächen herausgefiltert.

Als Quelle für die raumordnerischen Vorgaben wird der Landesentwicklungsplan NRW (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2022), der Erlass zur Auslegung und Umsetzung von Festlegungen des Landesentwicklungsplans NRW im Rahmen eines beschleunigten Ausbaus der erneuerbaren Energien (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen, 2024) sowie der Regionalplan OWL (Bezirksregierung Detmold, 2024) genutzt. Folgende Grundsätze und Ziele der Raumordnung gelten in Bad Salzuflen in Bezug auf Solarenergie:

- Nutzung von Solarenergie auf vorhandenen baulichen Anlagen ist der Errichtung von großflächigen Anlagen in der Freifläche vorzuziehen. Freiflächen-Solaranlagen dürfen nur in Ausnahmefällen im Freiraum festgelegt werden
- Halden und Deponien sollen als Standorte für die Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen gesichtet werden. Ausnahmen bilden Halden und Deponien, die bereits für Kultur genutzt werden oder für den Bereich Kunst und Kultur vorgesehen sind durch ein abgestimmtes und beschlossenes städtebauliches Nachnutzungskonzept.
- Die Inanspruchnahme von Flächen für die raumbedeutsame¹⁴ Nutzung der Solarenergie ist möglich, wenn der Standort mit der Schutz- und Nutzfunktion der jeweiligen Festlegung im Regionalplan vereinbar ist und es sich um
 - Die Wiedernutzung von gewerblichen, bergbaulichen, verkehrlichen oder wohnungsbaulichen Brachflächen oder baulich geprägten militärischen Konversionsflächen,
 - Aufschüttungen oder
 - Standorte in einer Entfernung von bis zu 500 Metern entlang von Bundesfernstraßen oder Schienenwegen mit überregionaler Bedeutung handelt
- Folgende Ziele der Raumordnung sind i.d.R. nicht erreichbar mit der Errichtung von Freiflächen-Solaranlagen und entsprechend nicht vereinbar:

¹⁴ Generell ist von einer Raumbedeutsamkeit im Sinne Ziels 10.2-5 LEP NRW bei Anlagen ab einer Größe von 10 ha und mehr auszugehen. Bei Anlagen von 2 bis 10 ha sind i.d.R. Einzelfallprüfungen erforderlich.

- Waldbereiche (Vorrang Wald)
- Bereiche zum Schutz der Natur
 - Vorrang Biotopverbund und Naturschutz (Naturschutzgebiet (NSG), Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie))
- Überschwemmungsbereiche
- Für folgende Bereiche benötigt es eine Einzelprüfung zur Errichtung von Freiflächen-Solaranlagen
 - Regionale Grünzüge
 - Bereiche zum Schutz der Landschaft und landschaftsorientierten Erholung (BSLE)
 - Landwirtschaftliche Kernräume
 - Bereiche für den Grundwasser- und Gewässerschutz
 - Bereiche für die Sicherung und den Abbau oberflächennaher Bodenschätze (BSAB)
 - Oberflächengewässer
 - Allgemeine Freiraum- und Agrarbereiche
- Freiflächen-Solarenergieanlagen in Allgemeinen Siedlungsbereichen (ASB) und Bereichen für gewerbliche und industrielle Nutzungen (GIB) stehen den Zielen des Regionalplans nicht prinzipiell entgegen, sind aber ebenfalls zu prüfen.
- Die Inanspruchnahme von landwirtschaftlichen Nutzflächen wird nicht von der Zielfestlegung erfasst
- FFA-Solarenergieanlagen sind nicht im gesamten Außenbereich bauplanungsrechtlich privilegiert und benötigen im Außenbereich als selbstständige Anlage einen Bebauungsplan, der an die textliche und zeichnerischen Festlegungen der landesplanerischen Vorgaben und des Regionalplans OWL anzupassen ist.
- Die solare Nutzung von Strahlungsenergie ist priorisiert und benötigt generell keinen Bauleitplan
 - entlang Flächen von Autobahnen oder Schienenwegen des übergeordneten Netzes gem. § 35 Abs. 1 Nr. 8b BauGB,
 - und gem. § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB durch besondere Solaranlagen im Sinne des § 48 Absatz 1 Satz 1 Nummer 4 Buchstabe a, b oder c des EEG
- Nicht-raumbedeutsame Solarenergieanlagen auf Bahndämmen und ähnlichen linienhaften Infrastrukturbegleitanlagen unterliegen nicht den Bindungswirkungen der §§ 4 und 5 Raumordnungsgesetz (ROG).
- Zwischen einzelnen Freiflächen-Solarenergieanlagen soll ein raumwirksamer Abstand eingehalten werde.
- Freiflächen-Solarenergieanlagen sollen in die umgebende Landschaft eingebunden werden durch eine naturverträgliche Ausgestaltung.

Des Weiteren ist die „Verordnung über Gebot für Photovoltaik-Freiflächenanlagen in benachteiligten Gebieten“ (Photovoltaik-Freiflächenverordnung – PVFVO) vom 22.08.2022 zu beachten. Durch die PVFVO werden Acker- und Grünlandflächen mit einer mittleren Bodenwertzahl über 55 aus der förderfähigen Flächenkulisse ausgenommen.

Folgende Datengrundlagen werden für die GIS-Analyse verwendet:

- Kartenmaterial des Regionalplans OWL
- ALKIS-Datensatz zur tatsächlichen Flächennutzung
- Landschaftsinformationssammlung (LINFOS) aus dem Portal OpenGeodata.NRW des Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen
- Flächennutzungsplan
- Kompensationsflächen bereitgestellt durch die Stadt Bad Salzuflen

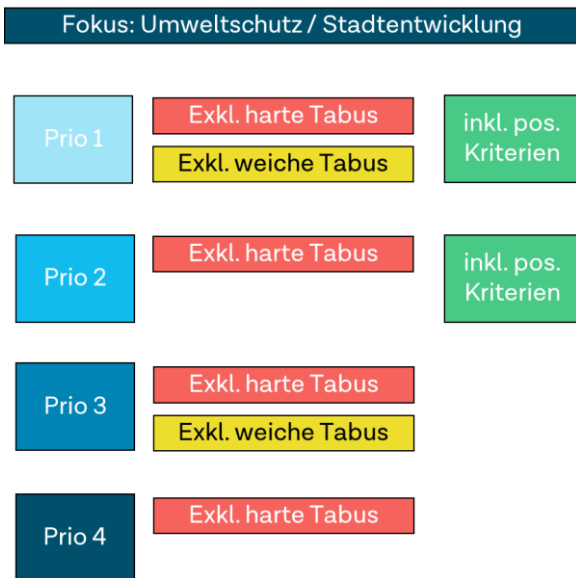


Abbildung 3.12: Priorisierungsschema nach Flächenkategorie

Aufgrund der oben ausgeführten raumordnerischen Vorgaben wurden folgende Flächen den harten und weichen Tabus sowie den positiven Kriterien zu geordnet:

Harte Tabus

- Waldbereiche & Gehölze
- Biotopsverbundsflächen
- FFH-Gebiete
- LRT-Flächen (FFH-Anhang)
- Nationalparks
- Naturschutzgebiete
- Kompensationsflächen
- Flächen für den Schutz für Vogelarten des Offenlandes
- Vogelschutzgebiete
- Stehende und Fließgewässer
- Sumpfgebiete
- Überschwemmungsgebiete
- Gebäudeflächen & Verkehrswege
- Friedhöfe
- Industrie und Gewerbeflächen
- Wohnbauflächen
- gemischte Bauflächen

Weiche Tabus

- Landschaftsschutzgebiete
- Regionale Grünzüge
- Schutz der Landschaft und landschaftlichen Erholung
- Freiraum Agrarbereiche
- Landwirtschaftliche Kernzonen
- Ökologische Vorrangflächen
- Grundwasser Gewässerschutz
- Allgemeine Siedlungsbereiche
- Vorranggebiete gewerblicher und industrieller Nutzung (regional & lokal)
- Vorranggebiete Rohstoff

Positive Kriterien

- 500m Puffer entlang Bundesfernstraßen
- 500m Puffer entlang Schienenwegen
- 500m Puffer um Gewerbe
- Halden
- Aufschüttungen
- Flächen mit mittleren Bodenkennzahlen unter 55

Das Resultat des solaren Flächenscreening zeigen, dass insgesamt ca. 5.440 ha für genauere Prüfungen zur Installation von Freiflächen-Solarenergieanlagen zur Verfügung stehen. Diese Gesamtfläche teilt sich auf in ca. 2.190 ha Prio 2 Flächen und ca. 3.250 ha Prio 4 Flächen. Die Einzelflächen variieren bei den Prio 2 Flächen von 0,5 ha bis 51 ha und bei den Prio 4 Flächen von 1 ha bis 105 ha. Einzelflächen unter einem Hektar sind in der Regel an weitere Prio-Flächen angeschlossen.

Da im Rahmen des Flächenscreenings nur raumordnerische Vorgaben berücksichtigt werden, könnten für eine potenzielle Erschließung, weitere Faktoren herangezogen werden, um die Flächen zu priorisieren. So können im nächsten Schritt die Entfernung zum Wärmenetz sowie die Eigentumssituation integriert werden. Ratsam ist zudem der weitere Austausch mit lokalen Behörden (etwa Naturschutz-/Grünamt und Stadtplanung).

Nach aktuellem Stand wird die Nutzung der Freifächensolarthermie trotz des hohen theoretischen Potenzials u.a. auf Grund der starken Saisonalität als unwahrscheinlich eingestuft. Nähere Aussagen zur Nutzung von Potenzialen sind Teil der Transformationsplanung der Stadtwerke.

3.9.1 Dachflächen

Photovoltaik

Das nutzbare Potenzial der Dachflächen in Bad Salzuflen wurde auf Basis einer Auswertung der Größe und Ausrichtung der Dachflächen auf den Gebäuden ermittelt. In dem Modell werden alle Dachflächen dargestellt, die sich für eine solare Nutzung eignen. Daraus ergeben sich 3.610.000 m² Dachfläche die für eine PV-Installation geeignet sind.

Auf den Dachflächen sind bis zu 460 MWp zu installierbar. Da bis zum Zieljahr davon auszugehen ist, dass nicht alle Flächenpotenziale in der Realität umgesetzt werden (können), wird ein pauschaler Abschlag von 20 Prozent angesetzt. Ein Zubau auf 368 MWp bis 2045 erscheint möglich.

Die Volllaststunden werden mit 818 h/a angesetzt um abzubilden, dass nicht alle Module optimal ausgerichtet, sondern unter anderem auch in Richtung Ost-West gebaut sein werden (vgl. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2020). Daraus ergibt sich ein Jahresertrag für von 376 GWh wenn alle Potenziale erschlossen werden können – bei einem Erschließungsgrad von 80% sind es 300 GWh/a.

Solarthermie

Die solare Erwärmung von Warmwasser kann auf einer Kollektorenfläche von 902.000 m² umgesetzt werden. In Summe können auf diesen Flächen bis zu 369 GWh/a erzeugt werden.

Nach aktuellem Stand wird davon ausgegangen, dass die Dachflächen mehrheitlich durch PV belegt werden, um Strom für Wärmepumpen und Elektromobilität zu erzeugen. Der Zubau von solarthermischen Dachanlagen wird vermutlich nur in Einzelfällen zur Unterstützung von Biomassekesseln oder verbleibenden Gasheizungen geschehen.

3.10 Großwärmespeicher

Wärmespeicher können im Energiesystem unterschiedliche Funktionen einnehmen. Zu den naheliegendsten gehören der dynamische Ausgleich von Bedarfs- und Erzeugungsschwankungen sowie die Glättung von Überschuss- oder Bedarfsspitzen (Reduktion nötiger Spitzenlastkapazität). Je nach Größe des Speichers kann allerdings auch (sommerliche) Überschusswärme saisonal in die Heizperiode verlagert werden. Für die

saisonale Speicherung von Wärme bei unter 100 °C bieten sich vorrangig sensible Wärmespeicherformen – Tankspeicher, Erdwärmesondenspeicher, Erdbeckenspeicher und Aquiferspeicher – an.

Technologieüberblick

Tankspeicher (TTES) werden häufig als oberirdische Heißwassertanks aus Stahl mit Isolationsschicht ausgeführt. Aufgrund der hohen Investitionskosten und großen möglichen Be- und Entladeleistungen, werden sie üblicherweise als Kurzzeitspeicher genutzt, um durch höhere Zyklenzahlen eine verbesserte Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Sie können aufgrund des geringen Platzbedarfs sehr flexibel eingesetzt werden, gleichzeitig ist die Speicherkapazität aufgrund der Bauform auf etwa 2 GWh (in Abhängigkeit der Speichertemperaturen) begrenzt. Die Ent- und Beladung kann flexibel über Diffuser im Speicher gesteuert werden, das System reagiert sehr schnell und auch große Leistungen (bis zu 200 MW) können kurzfristig verfügbar gemacht werden.

Aquiferspeicher (ATES) können nur realisiert werden, wenn der hydrogeologische Untergrund des Stadtgebiets den Anforderung an diese Speicherform genügt. Bei den deutschen Fernwärme-Netztemperaturen hat sich gezeigt, dass mitteltiefe Aquifere in etwa 400 bis 1.500 m Tiefe grundsätzlich für einen Speicherbetrieb in Frage kommen. Da zur Feststellung der Eignung des Untergrundes umfangreiche geologische Informationen benötigt werden, können Aquiferspeicher an dieser Stelle nicht weiter spezifiziert werden. Aquiferspeicher bieten das Potenzial, bei geringem oberirdischen Platzbedarf und entsprechenden effektiven Mächtigkeiten sehr große unterirdische Speicherkapazitäten bereitzustellen, sodass sie auch in Ballungszentren hohen Speicheranforderungen gerecht werden können. Allerdings wird das Speichermedium, das Thermalwasser, über ein oder mehrere Dubletten an die Oberfläche gefördert, wodurch die maximale Be-/Entladeleistung durch die Dimensionierung der Dubletten stark variiert und begrenzt ist.

Erdwärmesondenspeicher (BTES) nutzen die oberen Gesteinsschichten in 30 bis 150 m Tiefe als Speichermedium. Dafür werden U-förmige oder konzentrische Sonden aus synthetischen Materialien in den Boden eingebracht, welche als Wärmeübertrager im Boden fungieren. Unter der Oberfläche kann eine Dämmschicht zur Reduktion der Wärmeverluste eingebracht werden. Die Speichergröße kann nicht klar abgegrenzt werden, insgesamt wird jedoch aufgrund der geringeren spezifischen Wärmekapazität von 15 bis 30 kWh/m³ ein 3 bis 5-faches Volumen eines TTES benötigt. BTES werden aufgrund des hohen Platzbedarfs in der Praxis eher für Nah- und nicht Fernwärmenetze eingesetzt. Vorteile bestehen in der guten Erweiterbarkeit des Systems und des geringen oberirdischen Platzbedarfs. Nachteile liegen im Falle eines Wärmespeichers vorrangig in der langen Einschwingzeit des Systems, bis ein guter thermischer Wirkungsgrad erreicht werden kann, der starken Beeinflussung des Lebensraums Boden und der fehlenden Eignung als Kurzzeitspeicher.

Erdbeckenspeicher (PTES) können sowohl zur kurz- als auch zur langfristigen Wärmespeicherung eingesetzt werden. Der Speicher wird jedoch nicht als Zylinder, sondern als wassergefülltes Becken in den Boden teilweise eingelassen. Die gewählte Form hängt dabei von den geologischen Bedingungen des jeweiligen Standorts ab, zumeist wird jedoch eine pyramidenstumpfähnliche Form gewählt, sodass sich eine geringere Aushubtiefe als beim versenkten Tankspeicher ergibt. Der Speicher wird in Abhängigkeit des Grundwasserstandes bis zu 20 m in den Boden eingelassen und das ausgehobene Erdmaterial wird meist als Wall wiederverwendet, wodurch die Aushubtiefe reduziert werden kann. Üblicherweise sollte der Flurabstand mindestens 10m betragen. Oft wird die Abdeckung des Speichers als schwimmender, isolierender Deckel ausgeführt, der einen großen Kostenbestandteil ausmacht. In den meisten Fällen werden die Wände des Speichers ohne Wärmedämmung gegen das Erdreich und nur mit Abdichtungsschichten aus Polymeren ausgeführt. PTES können mit großen Be- und Entladeleistungen betrieben werden, die Kapazitätsobergrenze liegt bei ausreichender Platzverfügbarkeit bei über 40 GWh.

Flächenanalyse

Die Auswahlkriterien für potenziell geeignete Flächen für saisonale Speicher sind ähnlich zu den der Freiflächen-Solarthermie (siehe Abschnitt 3.9 zur Solarthermie). Beim Verschneiden dieser Fläche mit den Gebieten, wo der Grundwasserflurabstand mind. 10 m beträgt, ergibt sich eine potenzielle Fläche von 2.462 ha für saisonale Speicher. Hierbei wurden Flächen unter 1 ha ausgeschlossen. Die zehn größten Flächen liegen zwischen 38 und 68 ha. Der Flächenmedian beträgt ca. 5 ha. Die zu betrachtenden Flächen verteilen sich über das gesamte Stadtgebiet von Bad Salzuflen ausgenommen der Ballungsräume.

In Abbildung 3.13 ist der Grundwasserflurabstand von mind. 10 m kartografisch dargestellt.

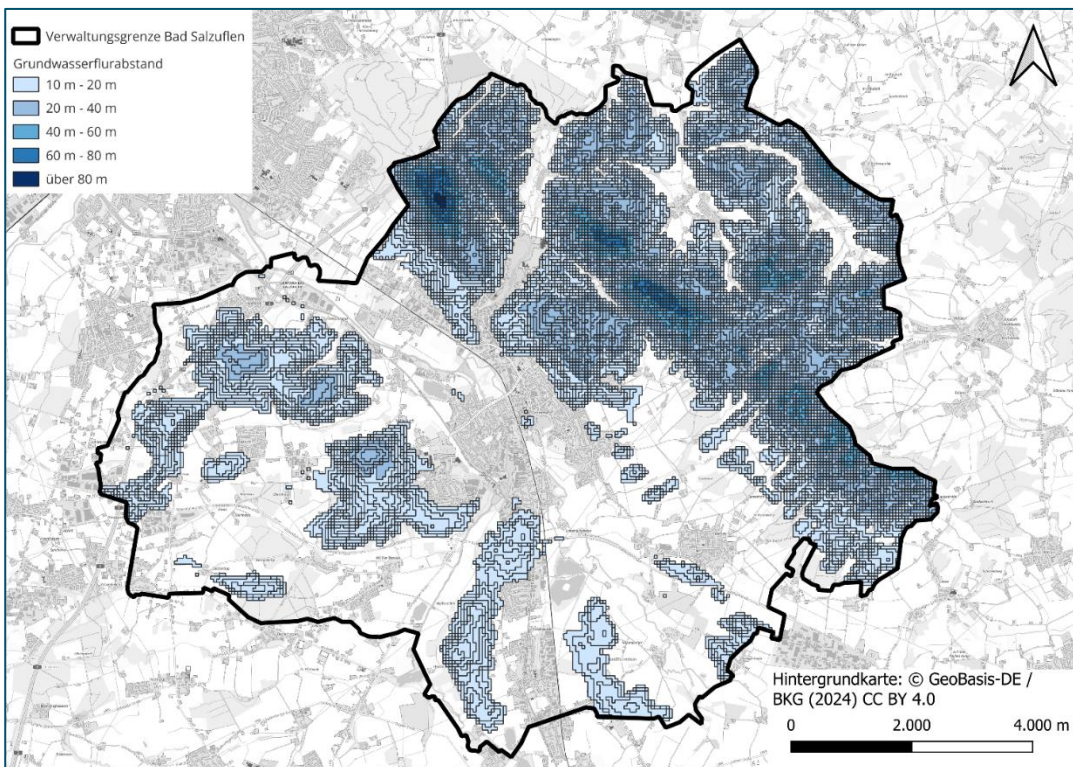


Abbildung 3.13: Kartografische Darstellung des Grundwasserflurabstandes von mind. 10 m in Bad Salzuflen

3.11 Kläranlagen

Ähnlich wie die industrielle Abwärme ist auch die Wärme aus Abwasser keine erneuerbare Energie im engeren Sinn. Sie kann aber insbesondere bei städtischen Bebauungsstrukturen einen Teil des benötigten Wärmebedarfs liefern oder zum Kühlen genutzt werden.

Abwasser hat auch in der kalten Jahreszeit meistens Temperaturen über 10 °C und bildet somit eine geeignete Wärmequelle für Wärmepumpen. Im Hinblick auf die Erschließung der Wärmequelle kann zwischen einer dezentralen Erschließung in Kanälen – also vor der Abwasserreinigung in der Kläranlage oder zentral auf dem Kläranlagengelände unterschieden werden. Grundsätzlich kann gereinigten und ungereinigten Abwasser Wärme entzogen werden. Die Installation des Abwasserwärmetauschers findet entweder zentral in einem Becken der Kläranlage oder dezentral an oder in einem Kanal statt.

Zu den nutzbaren Potenzialen bzw. Energiemengen für das Abwassernetz können auf Basis der Rohrdurchmesser erste Aussagen zur Nutzbarkeit getroffen werden. Die Entnahme von Wärme aus dem Abwasser ist i. d. R. ab der Kanaldimension DN 800 mittels Wärmeübertragern direkt aus den Abwassersammlern bei einem ausreichenden Trockenwetterabfluss gut umsetzbar. Jedoch kann bei der Entnahme von Wärme in eher geringem Abstand vor dem Zulauf der Kläranlage das dort vorhandene Potenzial zur Wärmeentnahme verringert werden. Aufgrund dieser Konkurrenz und der geringen Länge der geeigneten Kanäle in Bad Salzuflen wurde das Potenzial der Wärmequelle Abwasserkanäle nicht quantifiziert.

Neben der Nutzung von Abwasser in den Kanälen kann das Abwasser direkt bei den Kläranlagen thermisch verwertet werden. Durch die Stadt Bad Salzuflen werden folgende Kläranlagen betrieben:

1. Kläranlage Ziegelstraße
 - Kapazität: 96.000 Einwohnerwerte inkl. industriellem Anteil von ca. 25.000 Einwohnergleichwerten
 - Tatsächlich angeschlossen: 60.000 Einwohnerwerte inkl. 11.000 Einwohnergleichwerte der Industrie
 - Wassermenge meist zwischen 10.000 und 30.000 m³/Tag, je nach Niederschlag
2. Kläranlage Holzhausen
 - Kapazität: 8.000 Einwohnerwerte
 - Tatsächlich angeschlossen: 6.300 Einwohnerwerte inkl. ca. 500 Einwohnergleichwerte der Industrie

Durchflussmengen und Temperaturen im zeitlichen Verlauf wurden von der Stadt Bad Salzuflen für beide Kläranlagen übermittelt:

- Kläranlage Ziegelstraße: Temperaturen und Durchflussmengen jeweils stündlich, gesamt 7,0 Mio. m³/a
- Kläranlage Holzhausen: Temperaturen täglich, Durchflussmengen stündlich, gesamt 0,6 Mio. m³/a

Aus den Angaben wird ersichtlich, dass die Kläranlage Ziegelstraße einen deutlich größeren Durchfluss aufweist als die Anlage Holzhausen. Die Nutzung des Abwassers erfolgt idealerweise mittels Abwasserwärmetauschern im Ablauf der Kläranlage. Die nutzbare Wärmemenge ist dabei abhängig von der Auskühlung des Abwasserstroms und der Leistung der Wärmepumpe. Ein weiterer Faktor ist die Asynchronität zwischen dem Wärmebedarf und der bereitstellbaren Wärmemenge aus dem Abwasserstrom. Zum Beispiel könnte im Sommer der entzogenen Wärmemenge aus dem Abwasser ein geringerer Wärmebedarf gegenüberstehen.

In Abbildung 3.14 ist das Erzeugungspotenzial der Kläranlage Ziegelstraße über Auskühlungen des Abwasserstroms bis zu 8 K abgebildet. Die Schraffierung der oberen Abschnitte der Balken repräsentiert die Asynchronität zwischen der möglichen Bereitstellung der Wärme und dem Wärmebedarf. Das obere Ende der Schraffierung stellt das maximal mögliche Potenzial dar, wenn die Wärme aus dem Abwasser auch im Sommer komplett abgenommen werden kann. Der untere, gefüllte Bereich der Balken gibt die Wärmemenge an, die während der Heizperiode entnommen werden kann. Es ergibt sich ein thermisches Erzeugungspotenzial von 15 bzw. 23 GWh bis 60 bzw. 90 GWh.

Ein Verschnitt mit dem zeitlichen Verlauf des vorhandenen Wärmebedarfs ist an dieser Stelle nicht erfolgt – allgemein sollte die genannte Asynchronität bei Einbindung einer steigenden Anzahl erneuerbarer Wärmequellen in der konkreten Konzeption der zukünftigen Wärmeerzeuger für Wärmenetze berücksichtigt werden. Welche Auskühlung bei der Anlage umgesetzt werden kann, muss in einer Detailplanung ermittelt

werden. In der Praxis sind variierende Auskühlungen und Volumenströme möglich. Die hier dargestellten Werte dienen als Indikation und sind ausschließlich entsprechend der getroffenen Annahmen und Restriktionen bei der Datengrundlage zu interpretieren.

Das Wärmepotenzial der Kläranlage Ziegelstraße wird bereits in einem iKWK-Projekt der Stadtwerke Bad Salzuflen berücksichtigt. Dieses befindet sich derzeit in der Umsetzung und wird voraussichtlich Wärmemengen im unteren bis mittleren Bereich des ermittelten Potenzials in ein Wärmenetz einspeisen. Unabhängig von dem voranschreitenden Projekt der Stadtwerke Bad Salzuflen wird das Potenzial der Kläranlagen in der Wärmeplanung quantifiziert.

Für die Kläranlage Holzhausen ergibt sich analog ein thermisches Erzeugungspotenzial von 1,4 bzw. 2,1 GWh bis 5,5 bzw. 8,1 GWh. Um das Potenzial zu heben, sind entsprechende Wärmebedarfe in der Umgebung erforderlich.

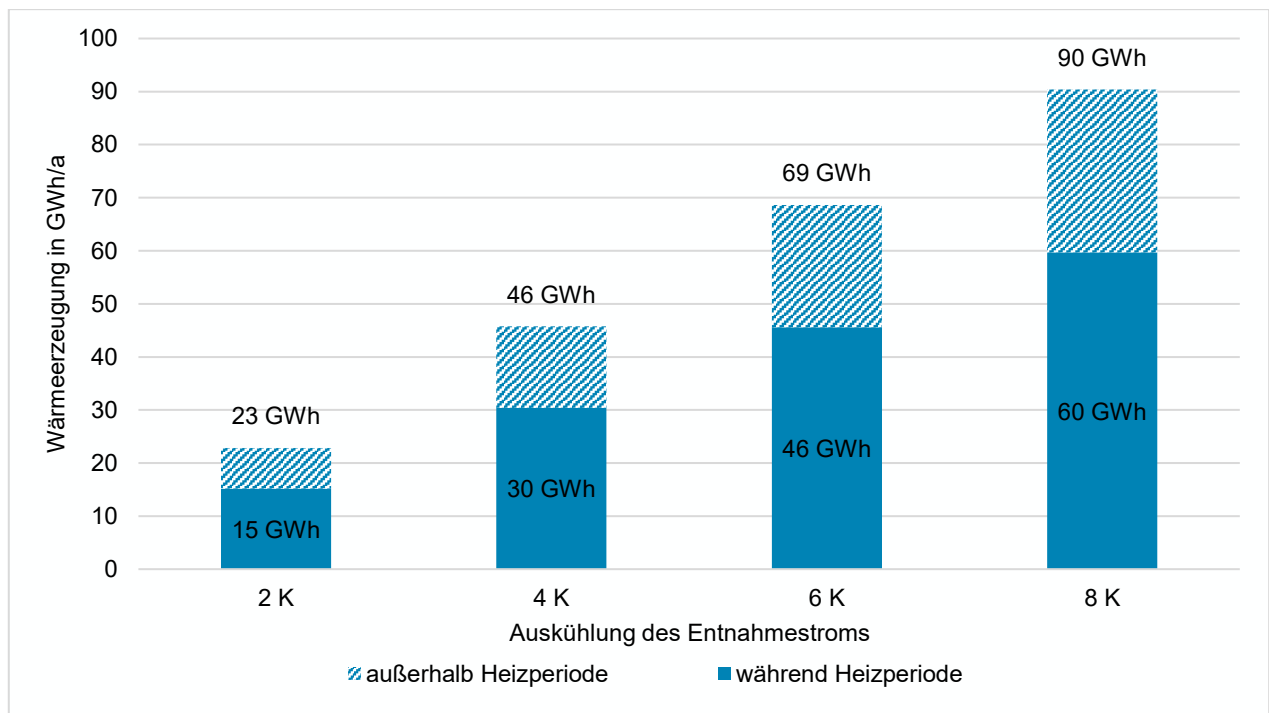


Abbildung 3.14: Thermisches Erzeugungspotenzial aus dem Abwasser der Kläranlage Ziegelstraße über Auskühlungen bis zu 8 K (Schraffierung: Maximal mögliches Potenzial, wenn die Wärme aus dem Abwasser auch im Sommer komplett abgenommen wird; Unterer, gefüllter Bereich Balken: Wärmemenge, die in der Heizperiode entnommen werden kann. Kein Verschnitt zum Wärmebedarf erfolgt.)

3.12 Luftwärmepumpen

Luftwärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Wärme auf Außenlufttemperaturniveau und „pumpen“ diese Wärmeenergie auf ein für die Gebäudebeheizung und/oder Trinkwarmwasserbereitstellung nutzbares Temperaturniveau.

Nachteilig an einer Wärmeversorgung mit Luftwärmepumpen sind die niedrigeren Außentemperaturen während der Heizperiode in den Wintermonaten, da bei einem größeren Temperaturunterschied zwischen

Ausgangsniveau und gewünschter Heiztemperatur mehr elektrische Energie notwendig ist. Dadurch ist die Effizienz von Luftwärmepumpen an kalten Tagen vermindert. Luftwärmepumpen werden daher häufig in einem Bivalenzbetrieb mit einem weiteren Wärmeversorger, wie z.B. einem Gaskessel oder einem Heizstab, eingesetzt. In einem derartigen Bivalenzbetrieb werden die Luftwärmepumpen bis zu einer bestimmten Außentemperatur, z.B. zwischen 5 - 0°C, betrieben. An den wenigen kälteren Tagen im Jahr übernimmt der Zweitwärmeerzeuger. Insgesamt würde die Wärmeversorgung zu einem großen Teil durch den Einsatz der Luftwärmepumpen erfolgen.

Ferner bieten sich Wärmepumpen insbesondere bei niedrigen Ziel- bzw. Heiztemperaturen an, womit der Temperaturhub besonders gering ausfallen kann. Eine geringe Temperaturspreizung zwischen Quell- und Zieltemperatur wirkt sich positiv auf die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe aus und führt damit zu einem geringeren Stromeinsatz in der Wärmebereitstellung. Durch einen Abgleich der Heizkurve auf den Wärmepumpenbetrieb, also einen Abgleich der Heizungsvorlauftemperatur auf die Außentemperatur bzw. auf die Heizlast, kann die Effizienz der Wärmepumpe erhöht werden.

Der Erfolgsschlüssel beim Rollout von Wärmepumpen im Bestand ist die Abstimmung zwischen Vorlauftemperaturen und individuellen Heizlasten in den Räumen eines jeden Gebäudes. Durch Teilsanierungen bzw. den Austausch einzelner Elemente wie Fenster oder Türen kann die Heizlast und folglich auch die Vorlauftemperatur abgesenkt werden, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu ermöglichen.

Da die Heizkörperflächen in alten Systemen meistens überdimensioniert sind, kann die Wärmepumpe mit geringeren Vorlauftemperaturen betrieben werden als das alte Kesselsystem. In Einzelfällen müssen einige kritische Heizkörper getauscht werden, die die erforderliche Heizlast nicht mehr liefern können. Ein Austausch oder eine Umstellung des gesamten Heizkörpersystems kann in der Regel aber vermieden werden (vgl. Günther et al. 2020). Wenn aus bestimmten Gründen, wie z.B. Denkmalschutz, keine (Teil-)Sanierung oder Umstellung der Heizkörper möglich ist, kann auf Hochtemperaturwärmepumpen zurückgegriffen werden, die auch Vorlauftemperaturen über 65 °C erreichen und damit wie konventionelle (fossile) Erzeuger im bestehenden Verteilsystem eingesetzt werden können.

Aus den Ergebnissen breit angelegter Feldtests von Wärmepumpen im Bestand lässt sich ableiten, dass es technisch wenig Begrenzungen für den Einsatz von Wärmepumpen im Bestand gibt. Auch in Gebäuden mit einem Heizenergieverbrauch von 140 kWh/m² (Baujahr 1981 unsaniert) konnte für die Luftwärmepumpe eine Jahresarbeitszahl von 2,7 ermittelt werden. Elektroheizstäbe werden oft als Leistungsreserven eingesetzt, die im Mittel in den betrachteten Praxisprojekten keinen relevanten Einfluss auf den Stromverbrauch hatten (<3 % bei Luft-WP; <1,2 % bei Sole-WP). Ein signifikanter Einsatz von Heizstäben fand in der Praxis nur statt, wenn das System falsch parametrierbar war oder der Einsatz im *Legionellenmodus* nötig war (vgl. Günther et al. 2020). Die Stromkosten, die durch den Einsatz des Heizstabs entstehen, wirken sich bei richtiger Parametrierung nur unwesentlich auf die jährlichen Kosten aus. Eine sorgfältige individuelle Planung des Systems ist auch hier der entscheidende Faktor, um die Heizkosten so gering wie möglich zu gestalten.

Zur Gewährleistung des Immissionsschutzes wird die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm) gemäß Ziffer 6.1 herangezogen. In Bereichen, die als allgemeine Wohngebiete oder Kleinsiedlungen eingestuft sind, gelten bestimmte Lärmgrenzwerte, die tagsüber bei 55 dB(A) und nachts bei 40 dB(A) bezogen auf den Beurteilungspegel liegen. In reinen Wohngebieten sind diese Werte auf 50 dB(A) tagsüber und 35 dB(A) nachts reduziert. Für Kurgebiete sowie Krankenhäuser und Pflegeanstalten sind die niedrigsten Immissionsgrenzwerte vorgesehen, die tagsüber 45 dB(A) und nachts 35 dB(A) betragen. (Bundes-Immissionsschutzgesetz, 2017 Neufassung)

Der Energiegehalt der Schallemissionen lässt sich über die Kennzahl „Schallleistungspegel“ beurteilen. Ein niedriger Schallleistungspegel bedeutet, dass die Luftwärmepumpe eine geringere Schallimmission aufweist.

Die genaue Beziehung zwischen den Schallemissionen und der erbrachten Leistung kann von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden, einschließlich der Bauweise und Qualität der Luftwärmepumpe, der Installation, der Umgebungsbedingungen und der Art der Nutzung (Bundesverband Wärmepumpe e.V., 2023).

Die Abschätzung des Potenzials für die dezentrale Wärmeversorgung über Luft-Wärmepumpen erfolgt über einen Vergleich der von einer fiktiven Wärmepumpe verursachten Schallemissionen mit den zulässigen Grenzwerten. Für die Ermittlung wurden fiktive Emissionspunkte rund um jedes Gebäude ermittelt. Für jeden Emissionspunkt wurden Kollisionen in alle Richtungen ermittelt, die auftreten würden, wenn eine Wärmepumpe mit der notwendigen Leistung aufgestellt würde. Die Anzahl der Kollisionen bestimmt den Grad der Machbarkeit der Wärmepumpe an einem einzelnen Emissionspunkt. Für die Bewertung auf Gebäudeebene wurde der Median der Kollisionsbewertung über alle Emissionspunkte des Gebäudes gebildet.

Diese Methodik bietet sich an, um in der Gesamtschau eines Gebietes einzelne kritische Teilgebiete zu identifizieren. Auch wenn ein Gebiet als gering geeignet gekennzeichnet ist, bedeutet dies nicht, dass eine Versorgung über eine Luft-Wärmepumpe unmöglich ist. Jedoch sollten ggf. Schallschutzmaßnahmen in Betracht gezogen werden.

In Abbildung 3.15 sind die Ergebnisse der Potenzialabschätzung dargestellt. Je dunkler der Farbton, desto geringer die Eignung von Luft-Wärmepumpen in dem Gebiet. Gebiete, die nicht farblich hervorgehoben sind, weisen grundsätzlich eine positive Eignung auf. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass Luft-Wärmepumpen besonders in den Strukturen der Innenstadt oder Teilen von Werl-Aspe detaillierter auf eine Eignung geprüft werden sollten, da nur wenige Aufstellorte auf dem Flurstück geeignet scheinen. All diese Bereiche sind im Detail gesondert zu prüfen und bei Bedarf durch andere Potenziale bzw. über Wärmenetze zu versorgen. Ein roter Bereich weist nur auf die besonderen Herausforderungen bei den Prüfungen der Abstandsflächen hin und bedeutet nicht den Ausschluss von Luft-Wärmepumpen in diesem Gebiet.

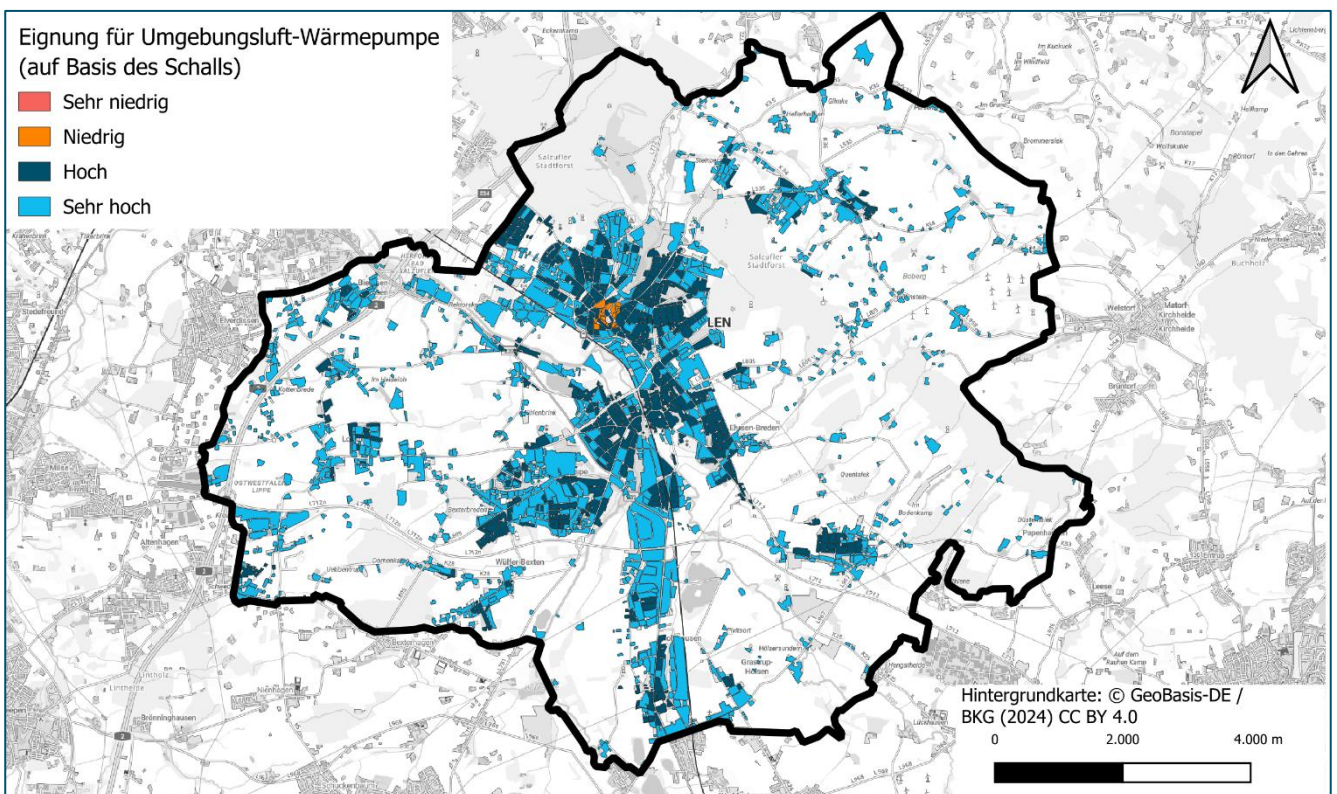


Abbildung 3.15: Kartografische Darstellung der Eignung von dezentralen Luft-Wärmepumpen auf Baublockebene

3.13 Grundwasser

Grundwasser-Wärmepumpen verwenden Brunnen, um das Grundwasser zu fördern. Ein Förderbrunnen pumpt das Wasser an die Oberfläche, wo es durch einen Wärmetauscher geleitet wird. Eine Wärmepumpe wird genutzt, um das Temperaturniveau weiter zu erhöhen. Anschließend wird das abgekühlte Wasser über einen Schluckbrunnen wieder in den Untergrund zurückgeführt. Diese Entnahme- und Rückführungsprozesse gewährleisten, dass das natürliche Gleichgewicht des Grundwassers nicht gestört wird. Generell können Grundwasser-Wärmepumpen dezentral in Haushalten oder für die zentrale Wärmeerzeugung für Wärmenetze eingesetzt werden.

Die Temperatur des Grundwassers liegt im Jahresdurchschnitt bei ca. 7 – 15 °C, wodurch die Wärmepumpe effizient betrieben werden kann und geringe Betriebskosten entstehen. Demgegenüber stehen höhere Investitionskosten und Einschränkungen bzgl. der lokalen geologischen Bedingungen. Für die thermische

Nutzung des Grundwassers eignen sich Standorte mit einer hohen Ergiebigkeit (meist Porengrundwasserleiter), einer hohen Grundwassermächtigkeit und niedrigem Grundwasserflurabstand. Neben den hydrogeologischen Standortkriterien muss zudem die Grundwasserbeschaffenheit geeignet sein. Folgende Eigenschaften wirken sich problematisch aus:

- anthropogen verunreinigt (bspw. durch Altlasten)
- sauerstoffarm, mit hohen Eisen- und Mangankonzentrationen
- organisch stark belastet
- sehr gering mineralisiert, ohne ausreichende Pufferkapazität
- chloridreich oder hoch mineralisiert
- sehr hart
- CO₂-reich
- metallaggressive Eigenschaften

Zudem dürfen durch eine Anlage die bestehenden Anlagen Dritter weder hydraulisch noch thermisch beeinflusst werden. Dies kann passieren, wenn sich eine Bestandsanlage in Strömungsrichtung des Grundwassers einer zu errichtenden Anlage befindet oder die Grundwassermächtigkeit zu gering ist. Da die hydrogeologischen Nutzbedingungen in Bezug auf den Untergrund und die Fließeigenschaften des Grundwassers eine hohe Komplexität aufweisen, werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung lediglich Bereiche angegeben, in denen die thermische Nutzung des Grundwassers keinen Ausschlusskriterien gegenübersteht, wodurch diese als bedingt geeignet gekennzeichnet werden. Eine Einzelprüfung sowie eine wasserrechtliche Erlaubnis sind in jedem Fall notwendig (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2019).

Die daraus resultierenden Gebiete sind in Abbildung 3.16 dargestellt. Auf Grund der Schutzgebiete und weitere Einschränkungen scheint nur ein sehr schmaler Bereich geeignet.

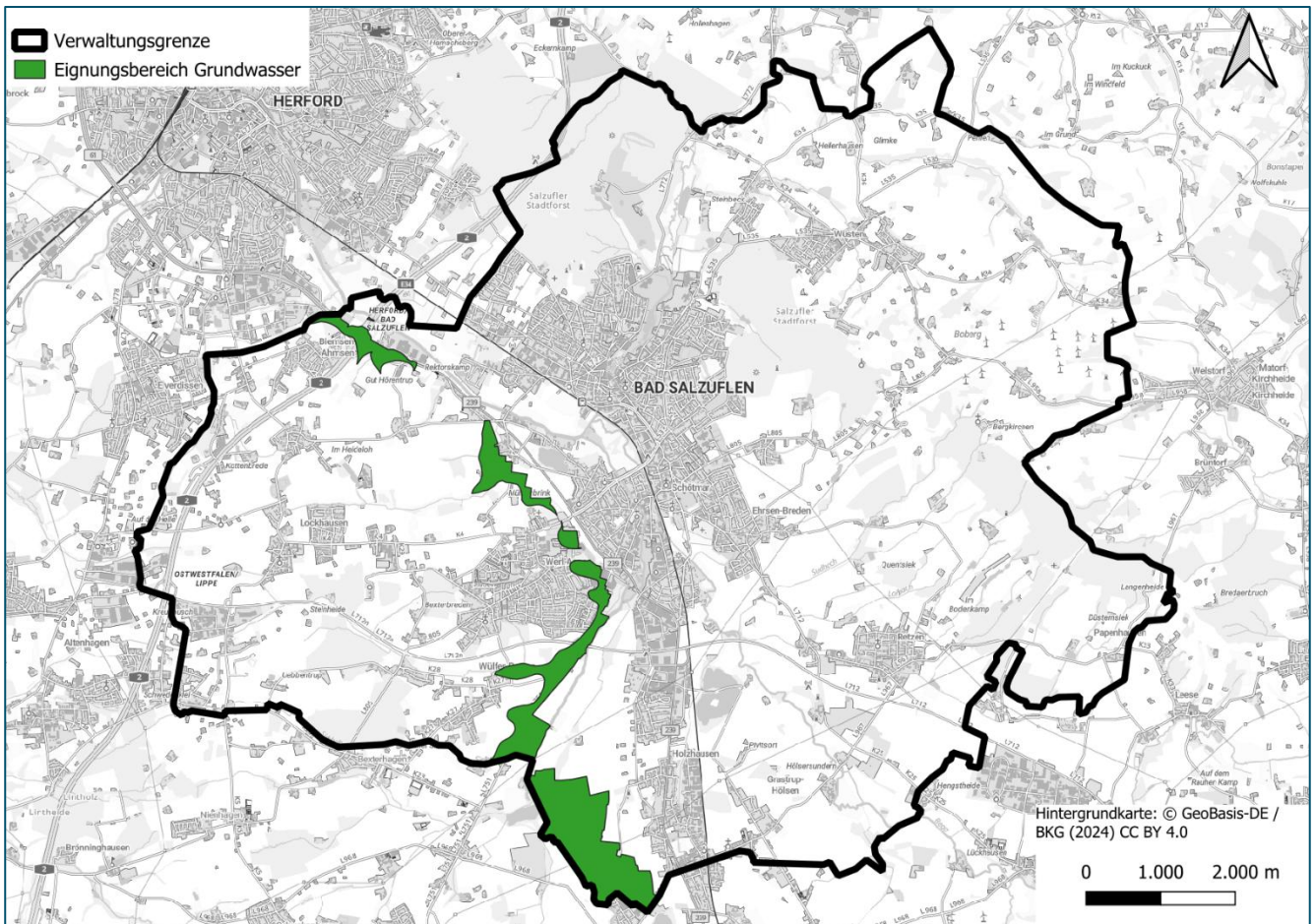


Abbildung 3.16: Eignungsbereiche für die thermische Nutzung von Grundwasser-Wärmepumpen

3.14 Oberflächengewässer

Prinzipiell lassen sich Oberflächengewässer sehr gut thermisch nutzen, da sie eine gewisse Trägheit im Temperaturverlauf über das Jahr hinweg aufweisen und auch in den Wintermonaten Wärme liefern können. Hierzu ist eine Wärmepumpe erforderlich, welche die Umweltwärme auf das erforderliche Temperaturniveau anhebt.

Bei der Ausführung solcher Systeme werden zwei Varianten der Oberflächenwasser-Wärmepumpe unterschieden. In offenen Systemen wird dem Oberflächengewässer Wasser entnommen, das durch den Wärmetauscher geleitet wird. In geschlossenen Systemen befindet sich der Wärmetauscher direkt im Gewässer.

Das geschlossene System besteht aus einem Kollektor, der direkt im Gewässer eingebracht wird. Die Designmöglichkeiten eines solchen Wärmetauschers direkt im Gewässer sind vielfältig (Schwinghammer, 2012). In dieser Konfiguration wird kein Wasser aus dem Gewässer entnommen. Es liegt dennoch eine Benutzung im Sinne von § 9 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vor, da auch das „Einbringen von Stoffen in

Gewässer“ eine Benutzung ist (Berger, 2011). Die Genehmigung eines geschlossenen Systems kann herausfordernd sein, da es in Deutschland keine einheitliche Regelung, weder auf Länder- noch auf Bundesebene, gibt. Ein Nachteil ist, dass mit einer gesteigerten Verschmutzung des Wärmetauschkollektors gerechnet werden muss im Vergleich zu einem offenen System, denn eine Filterung des Wassers vor Durchströmung des Wärmetauschers im offenen Gewässer wird in der Regel nicht umgesetzt.

Das offene System ist baulich aufwendiger als das geschlossene System. Das Wasser wird in einer bestimmten Gewässertiefe entnommen, an Land in einen Wärmetauscher geleitet und abgekühlt wieder ins Gewässer eingeleitet. Es wird eine wasserrechtliche Erlaubnis nach § 9 WHG erforderlich. Auch hier besteht derzeit noch keine einheitliche Genehmigungspraxis.

Zur maximal erlaubten Auskühlung eines Flusses gibt es keine allgemeine Regelung auf Ebene des Bundes. Die Oberflächengewässerverordnung regelt bislang nur das Einleiten von Wärme in einen Fluss. In der Regel wird das Abkühlen eines Flusses als weniger kritisch angesehen als die Erwärmung. Als konservative Annahme können deswegen die zulässigen Aufwärmspannen gem. der Oberflächengewässerverordnung als „Abkühlspannen“ interpretiert werden. Die maximal zulässige Aufwärmspanne beträgt 3 °C und in Forellenregionen 1,5 °C. Diese Spannen müssen ganzjährig eingehalten werden, wodurch es dazu kommen kann, dass die Groß-Wärmepumpe in Zeiten geringeren Durchflusses in der Teillast betrieben werden muss. (FfE, 2024)

In der vorliegenden Potenzialanalyse wird in Bad Salzuflen das Potenzial der Werre und der Bega berücksichtigt. Die Werre durchfließt bei einer Länge von ca. 72 km neben Bad Salzuflen u.a. Detmold, Herford und Bad Oeynhaus und mündet in der Weser. Es ist keine thermische Nutzung der Werre bekannt. Der mittlere niedrigste Wert gleichartiger Zeitabschnitte (MNQ) im Ortsteil Ahmsen der letzten 52 Jahre (1964 – 2015) beträgt 2,3 m³/s. Das entspricht 8.280 m³/h.

Die Bega ist ein Zufluss der Werre und durchfließt u.a. Dörentrup und Lemgo. Es ist auch hier keine thermische Nutzung der Bega bekannt. Der MNQ bei Lindemannsheide der letzten 28 Jahre (1988 – 2015) beträgt 1,03 m/s. Das entspricht 3.708 m³/h.

In Tabelle 8 sind die zu erwarteten Temperaturveränderung des Gesamtgewässers in K in Abhängigkeit der prozentualen Entnahmemenge und Temperaturspreizung im Wärmepumpen-Kreislauf abgebildet. (FfE, 2024; Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, 2024)

Tabelle 8: Temperaturveränderung eines Flusses in K in Abhängigkeit der prozentualen Entnahmemenge des mittleren niedrigsten Durchflusses gleichartiger Zeitabschnitte (MNQ) und Temperaturspreizung im Wärmepumpen-Kreislauf (FfE, 2024)

8a) Entnahmestrom entspricht 5 % des MNQ

Auskühlung des Entnahmestroms	Auskühlung des Flusses
1 K	0,05 K
2 K	0,1 K
3 K	0,15 K
4 K	0,2 K
5 K	0,25 K
6 K	0,3 K

8b) Entnahmestrom entspricht 10 % des MNQ

Auskühlung des Entnahmestroms	Auskühlung des Flusses
1 K	0,1 K
2 K	0,2 K
3 K	0,3 K
4 K	0,4 K
5 K	0,5 K
6 K	0,6 K

8c) Entnahmestrom entspricht 20 % des MNQ

Auskühlung des Entnahmestroms	Auskühlung des Flusses
1 K	0,2 K
2 K	0,4 K
3 K	0,6 K
4 K	0,8 K
5 K	1 K
6 K	1,2 K

Mittels Messdaten zur Wassertemperatur bei der Messstation in Pottenhausen für die Werre und der Messstation Vossheide für die Bega wurde eine Lastganganalyse für die prozentualen Wasserentnahmen von 5 %, 10 % und 20 % des MNQ für beide Flüsse durchgeführt. Gemäß der Tabelle 8 sind bei diesen Entnahmemengen keine Auskühlungen größer als 1,5 K zu erwarten, wodurch die definierten Auskühlspannen eingehalten werden. In Abbildung 3.17 sind die Messdaten zur Wassertemperatur dargestellt. (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2025)

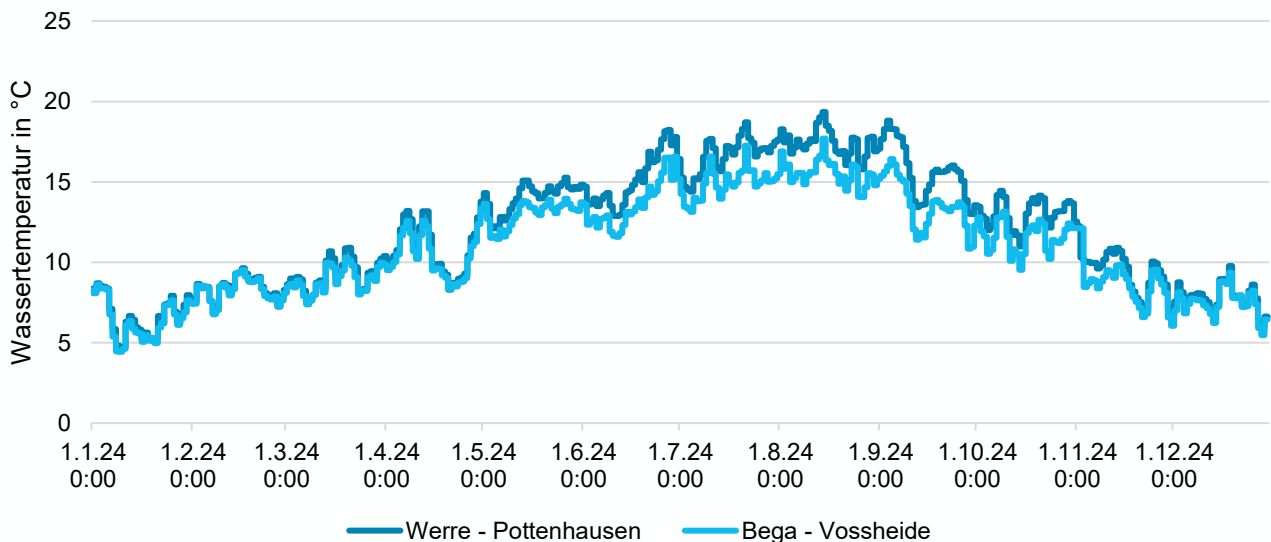


Abbildung 3.17: Tagesbasierte Wasserstemperaturen der Werre (Pottenhausen) und Bega (Vossheide) (2024)

Für die Lastganganalyse wurde eine untere Temperaturschwelle des Entnahmestroms von 3°C angenommen. In Abbildung 3.18 sind die jährlich erreichbaren Erzeugungsmengen dargestellt. Der schraffierte Bereich stellt das maximal mögliche Potenzial dar, wenn die Wärme aus dem Entnahmestrom auch im Sommer komplett

abgenommen werden kann. Der untere, gefüllte Bereich der Balken zeigt die Wärmemenge an, die im Verschnitt mit dem Bedarf eines synthetischen Lastgangs entnommen werden kann. Dies basiert auf der Annahme, dass der Wärmebedarf proportional zum verfügbaren Wärmepotenzial aus dem Entnahmestrom skaliert. **Die Schraffierung spiegelt das Potenzial des Sommers wider, welches nicht genutzt werden kann, da die Wärme nicht verwertet werden kann.** Welche Auskühlung und welcher Entnahmestrom bei den Flüssen umgesetzt werden kann, muss in einer Detailplanung (z.B. Machbarkeitsstudie) ermittelt werden. Die hier dargestellten Werte geben eine Indikation an und sind ausschließlich entsprechend der getroffenen Annahmen und Restriktionen bei der Datengrundlage zu interpretieren.

Da Bad Salzuflen nicht die einzige Kommune ist, durch die die beiden Flüssen fließen, kann es zu Wechselwirkungen mit anderen Kommunen kommen, die ebenfalls die Flussthermie nutzen wollen. Aktuell ist noch ungewiss, in welchem Maße diese Wechselwirkungen auftreten könnten. Da jeder Fluss einzigartig ist, ist zur Beurteilung in jedem Fall eine hydrodynamische und thermische Simulation notwendig. Zudem sollte eine interkommunale Kommunikation in diesem Bezug stattfinden.

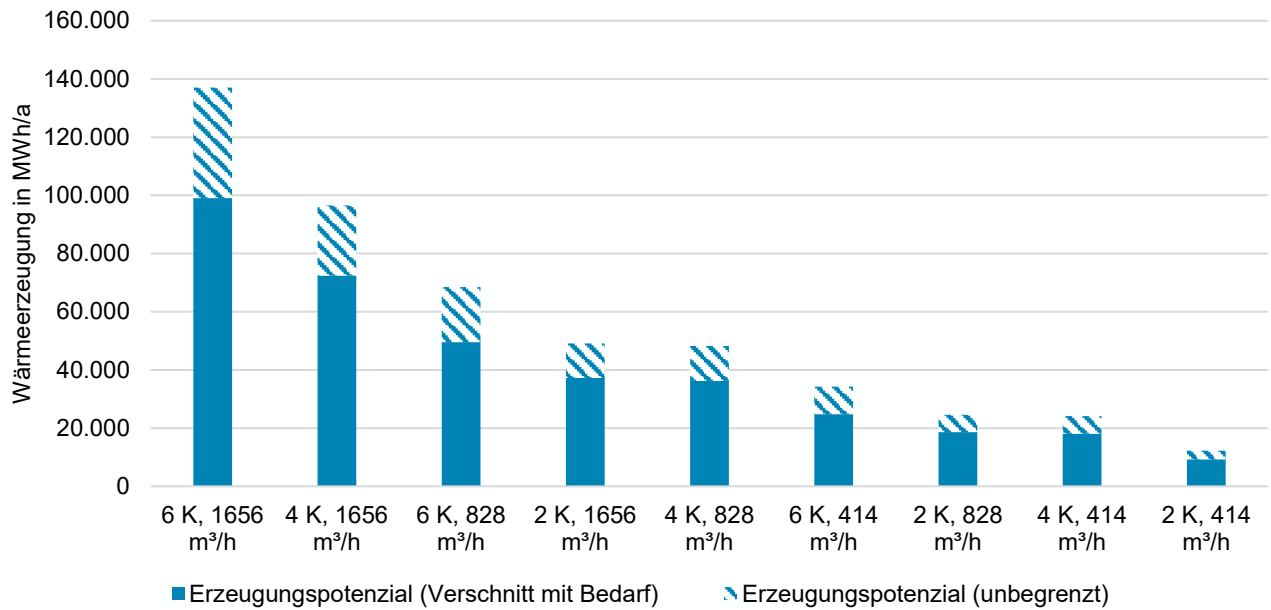


Abbildung 3.18: Thermisches Erzeugungspotenzial der Werre über Auskühlungen des Entnahmestroms bis zu 6 K und Entnahmemengen bis zu 20 % des MNQ.

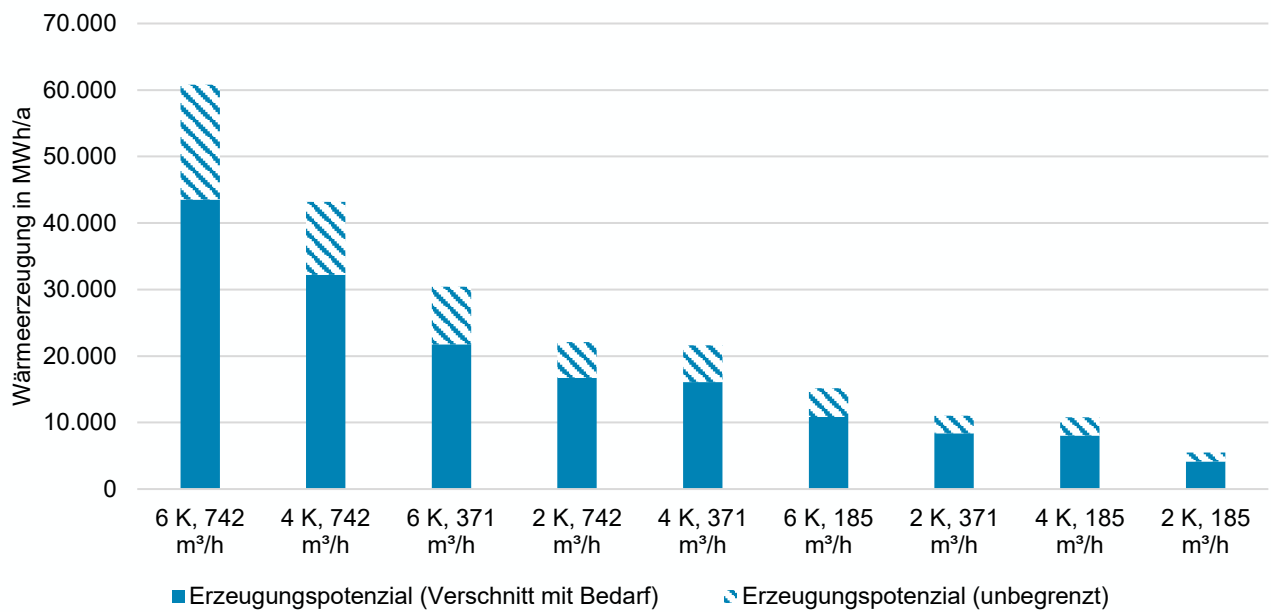


Abbildung 3.19: Thermisches Erzeugungspotenzial der Bega über Auskühlungen des Entnahmestroms bis zu 6 K und Entnahmemengen bis zu 20 % des MNQ.

3.15 Zusammenfassung Potenzialanalyse

In Bad Salzuflen stehen **sehr unterschiedliche Potenziale** mit ihren jeweiligen Stärken und Schwächen zur Verfügung.

- Insbesondere die Nutzung von dezentralen **Luftwärmepumpen** wird einen großen Teil des Wärmebedarfs decken können, auch wenn auf Grund der lokalen Einschränkungen nicht alle Gebäude und Quartiere als geeignet eingestuft wurden.
- **Geothermisches Potenzial** wird sich auf Grund der Schutzgebiete nach aktuellem Stand nicht in großem Stil heben lassen. Auf Quartiersebene scheinen viele Bereiche außerhalb der Schutzgebiete geeignet.
- Insbesondere im Bereich der Altstadt und mehrere Reihenhaussiedlungen werden sich nach erster Analyse voraussichtlich nicht in allen Fällen ausreichend Potenziale direkt am Gebäude erschließen lassen. Die Versorgung könnte in diesen Bereichen über einen Ausbau oder einer Erweiterung der **Wärmenetze** zur Erschließung der Potenziale in der weiteren Umgebung der Gebäude geschehen.
- Die **Werre und Bega** könnten zentral erschlossen werden, um ein Baustein der Fernwärmeversorgung im Innenstadtbereich zu werden. Abstimmung mit anderen Kommunen / Stadtwerk entlang des Flussverlaufs sinnvoll.
- Besonders die **Kläranlage Ziegelstraße** sollte auf Grund der Nähe zur Innenstadt detailliert auf eine Eignung zu Wärmeversorgung geprüft werden. In einigen Wärmenetzausbaubereichen können auch die **Abwasserkanäle** genutzt werden, um dem Abwasser Wärme zu entziehen.
- **Luftwärmepumpen** könnten zentral Anwendung finden in Form von größeren Rückkühlwerken, die bei ausreichender Flächenverfügbarkeit aufgestellt werden.
- **Abwärmepotenziale** sind nicht im großen Stil vorhanden, sollten in enger Abstimmung mit den Unternehmen aber weiterverfolgt werden.
- Das Potenzial **tiefer Geothermie** wird nach aktuellem Stand auf Grund der Lage von Bad Salzuflen mit den vielen Schutzgebieten aktuell als nicht umsetzbar eingestuft.
- **Solarthermische Potenziale** können vor allem in den sonnenreichen Monaten genutzt werden oder in Ergänzung mit einem saisonalen Speicher ganzjährig für die Wärmebereitstellung genutzt werden.
- **Biomasse** sollte aufgrund des stark begrenzten nachhaltigen Potenzials vor allem gekoppelt (BHKW) oder in der Spitzenlast eingesetzt werden.

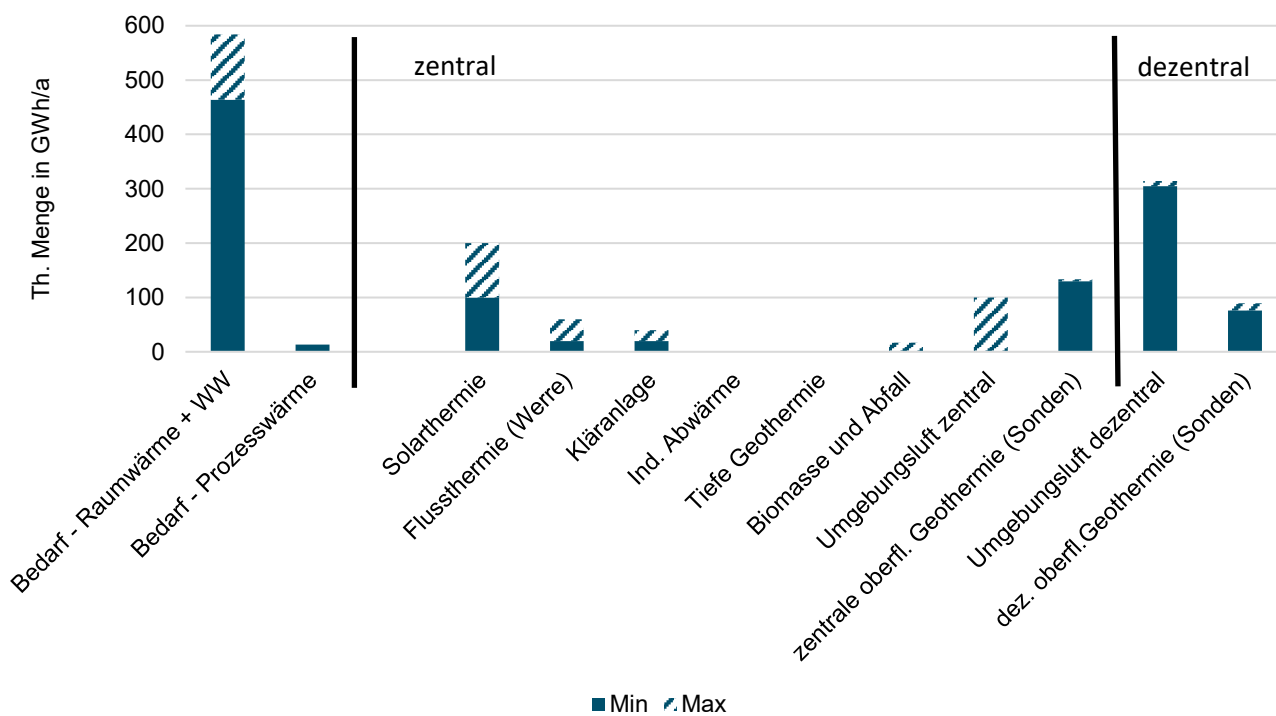


Abbildung 3.20: Zusammenfassende Darstellung der Potenzialanalyse

4 WIRTSCHAFTLICHKEIT

Im Rahmen der wirtschaftlichen Abschätzung wurde untersucht, welche Heizkosten sich für unterschiedliche Heizungsarten für unterschiedliche Gebäude unter verschiedenen externen Bedingungen (u.a. Preisniveaus) ergeben. Die Erkenntnisse sind in die Szenarienrechnung zur Auswahl der Vorzugstechnologien eingeflossen und wurden auch genutzt, um das räumliche Szenario und den Maßnahmenplan an den Erkenntnissen auszurichten.

Aus der Abschätzung zur Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Technologien können folgende Aussagen abgeleitet werden:

- **Wärmenetze** sind vor allem dann eine kostengünstige Option, wenn Potenziale zur Gebäudesanierung oder die Erschließung von EE-Wärmequellen nur eingeschränkt nutzbar sind.
- Wärmepumpen sind besonders wirtschaftlich, wenn auch der **Geschwindigkeitsbonus** genutzt werden kann – in jedem Fall sollte die BEG Förderung individuell ausgeschöpft werden.
- Optionen mit mind. 65 % **Biomethananteil** („grünes Gas“) werden die teuerste Option sein, um die Gebäude mit einem EE-Mindestanteil von 65 % zu versorgen.
- Eine **Sanierung** scheint besonders bei der Nutzung von Luft-Wärmepumpen sinnvoll, wenn nicht nur der Bedarf gesenkt wird, sondern zusätzlich die Jahresarbeitszahlen gesteigert werden. Steigerung der Jahresarbeitszahlen lassen sich aber auch u.a. durch den Tausch von **Heizkörpern** erreichen.
- Die Kosten für Erdgas werden durch höhere Beschaffungspreise und den ungewissen CO₂-Preis tendenziell steigen – so kann eine Erdgasversorgung teurer werden als andere Optionen.
- **Geothermische** Wärmepumpen sind trotz höherer Jahresarbeitszahlen in der Regel erst ab einer gewissen Größe kostengünstiger als Luft-Wärmepumpen, –da die **Erschließungskosten** und damit die jährlichen Kosten bei kleinen Projekten relativ hoch ausfallen.
- Holzpelletkessel könnten im unsanierten Bestand eine sinnvolle Ergänzung sein – ist jedoch eine energetische Sanierung notwendig oder geplant, sollten andere Optionen genutzt werden.
- Hybridoptionen sind eine kostengünstige Variante im unsanierten Bestand – ist jedoch ähnlich wie beim Holzpelletkessel eine energetische Sanierung notwendig oder geplant, sollten andere Optionen genutzt werden.

4.1 Energiepreisszenarien

In der Wirtschaftlichkeitsberechnung werden zwei Preisszenarien betrachtet.

- Basispreis 2030
- Basispreis 2030 +30%

Im Szenario *Basispreis 2030 +30%* ist die Annahme hinterlegt, dass sich alle Energiepreise um 30 % erhöhen, um abbilden zu können, wie resilient sich die Technologien bei steigenden Bezugspreisen darstellen. Die Annahme basiert auf einer Schätzung und dient vor allem der Darstellung, bei welchen Technologien steigende Preise besonders großen Einfluss haben.

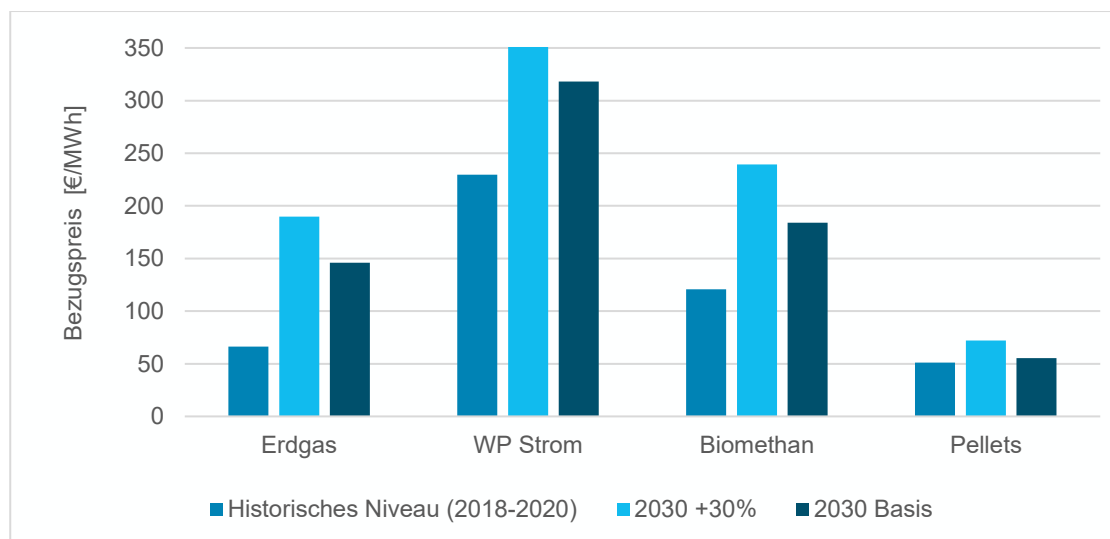


Abbildung 4.1: Energiepreisannahmen (basierend auf [41], [42] [43] und eigenen Berechnungen)

4.2 Methodik

4.2.1.1 Referenzgebäude

Ziel der Ermittlung der Referenzgebäude ist eine möglichst repräsentative Abbildung des Gebäudebestands. Die Gebäude werden in Bezug auf die energetischen Parameter maßgeblich durch die Gebäudekubatur, die Bauweise (freistehend/gereiht), die Baualtersklasse und die Nutzungsart des Gebäudes geprägt.

Tabelle 9: Übersicht der Charakteristika der Referenzgebäude nach [44, 45]

	WG1	WG2	WG3	WG4
Gebäude- typ	Einfamilien- haus (EFH)	Reihenhaus (RH)	Reihenhaus (RH)	Mehrfamilie- nhaus (MFH)
Baualters- klasse	1958-1968	1860-1918	1949-1978	vor 1948
Gebäude- typ nach Zensus	Freistehen- des Haus (mit einer Whg.)	Gereihtes Haus (mit 1 bis 2 Whg.)	Gereihtes Haus (mit 1 bis 2 Whg.)	Freistehen- des Haus (mit mehr als 3 Whg.)
Art der Warm- wasser- bereitung	zentral	zentral	zentral	dezentral

Tabelle 10: Nutzwärmeverbrauch der Referenzwohngebäude nach [46]

	WG1	WG2	WG3	WG4
Baualtersklas- se	1958-1968	1860-1918	1949-1957	1919-1948
Fläche [m²]	121	96	150	385
Ausgangszus- tand	185,1	162,7	160,8	151,43
Saniert (EnEV 2009)	128,6	106,1	95,8	89,9

Die Deutsche Energie-Agentur (dena) hat in einer Untersuchung mehrere Studien zusammengetragen und Durchschnittswerte ermittelt [45]. Nach dem Bericht der dena weist das durchschnittliche Bürogebäude eine Fläche von 1.998 m² auf¹⁵. Zusätzlich liegt im dena-Bericht eine Aufschlüsselung der Energieverbrauchs-kennwerte für Bürogebäude je Baualtersklasse vor. Die Zeitspanne von 1965 bis 1977 liegt im Durchschnitt der betrachteten Referenzwohngebäude und wird daher auch als Baualtersklasse für das Bürogebäude angesetzt. Dem Bericht der dena folgend wird für das NWG ein Nutzwärmeverbrauch von 152,6 kWh/m²a bei einer Bürofläche von 1.998 m² angesetzt.

Im Rahmen dieser Studie wird die Warmwasserbereitung in den kleineren Gebäudetypen (Reihenhäuser und Einfamilienhäuser) als zentral angesetzt. In den größeren Gebäudetypen (Büro und Mehrfamilienhäuser) wird von einer dezentralen Warmwasserbereitung über z.B. Durchlauferhitzer ausgegangen.

4.2.1.2 Technische Auslegung

Im folgenden Kapitel werden die Hintergründe und Annahmen zu den Anlagenauslegungen erläutert. Neben der Dimensionierung zur Deckung der Heizlast, werden auch typische Jahresnutzungsgrade zur Errechnung des Brennstoff- und Strombedarfs ermittelt.

Für jedes Typengebäude wird je nach Zustand der Gebäudehülle (sanziert oder Ausgangszustand) die Heizlast ermittelt. Als Vorlage zur Heizlastberechnung dient die VDI 2067 zur überschlägigen Berechnung. Die angesetzten Volllaststunden sind in Tabelle 11 aufgeführt.

Tabelle 11: Vollbenutzungsstunden nach VDI 2067¹⁶

	Volllaststunden Ausgangswert
Einfamilienhaus	2.100
Mehrfamilienhaus	2000

Über die Heizlast erfolgt die Dimensionierung der Erzeugungseinheiten, um die Wärmenachfrage durch das Heizungssystem zu jedem Zeitpunkt decken zu können. Auf Grund der Nutzung des Wärmepumpentarifs wird eine Abschaltung der Wärmepumpe von bis zu sechs Stunden am Tag in der Auslegung vorgesehen, die über einen entsprechenden Überdimensionierungsfaktor der Wärmepumpe in die Berechnungen einfließt. So wird sichergestellt, dass der Tageswärmebedarf über einen Pufferspeicher auch bei Abschaltung der Wärmepumpen in Intervalldauern von bis zu zwei Stunden gedeckt werden kann. Auch in den Varianten ohne Wärmepumpen werden Kombispeicher integriert, die als Puffer- und Warmwasserspeicher dienen. Die Pufferspeicher werden genutzt, um die Anlagen möglichst gleichmäßig zu betreiben oder die genannten Sperrzeiten bei den Wärmepumpen zu überbrücken. Warmwasserspeicher dienen als Reservoir, um auch bei Lastspitzen in der Warmwassernachfrage ausreichend warmes Wasser zur Verfügung stellen zu können. Durch die Speicherung wird eine Überdimensionierung der Erzeugungsanlage vermieden. Die Dimensionierung der Speicher orientiert sich an [47]. Für solarthermische Anlagen wird ein zusätzliches Speichervolumen von 60 l/m² angesetzt. Die Auslegung der solarthermischen Anlage erfolgt so, dass ein Deckungsbeitrag von 15 % des Gesamtwärmebedarfs erreicht werden kann. Bei den Varianten ohne zentrale Warmwassererwärmung wird keine Solarthermie vorgesehen, da die Solarthermie im Sommer nicht zur Unterstützung des Warmwasserbereitstellung genutzt werden kann und während der maßgeblichen Betriebszeit im Sommer die Wärmesenke im System fehlt.

Die Leistungsauslegung der zwei Komponenten des Hybrid-Systems, bestehend aus einer Wärmepumpe oder einer Biomassefeuerung in Kombination mit einem Erdgaskessel, erfolgt so, dass auch im ungesteuerten Betrieb die 65 % EE-Quote erfüllt werden kann.

Die Spitzenlasten der Warmwasserbereitstellung werden durch den Pufferspeicher abgedeckt und können gleichmäßig über den Tag bereitgestellt werden.

Tabelle 12: Leistungsanteile zur Erreichung der 65 % Quote in einer EE-Hybridoption

	WG1	WG2	WG3	WG4
EE-Erzeuger	33 %	32 %	31 %	25 %
Erdgas	67 %	68 %	69 %	75 %

Die ermittelten Ergebnisse decken sich mit der Vorgabe zur Erreichung eines EE-Anteils von 65 % auf Bundesebene nach GEG.

Der Brennstoff- bzw. Strombedarf hängt maßgeblich davon ab, wie effizient die Anlagen arbeiten. Bei den Kesselanlagen wird dafür der Jahresnutzungsgrad verwendet. Für die Wärmepumpen ist die Jahresarbeitszahl entscheidend, die angibt wie viel kWh thermischer Energie je kWh elektrischer Energie im Laufe des Jahres bereitgestellt werden können.

Die Jahresnutzungsgrade sind aus [47] entnommen. Besonders die Biomasseanlagen ohne normierte Brennstoffe oder ohne automatische Beschickung wie der Scheitholzkessel oder der Hackschnitzelkessel weisen vergleichsweise geringe Jahresnutzungsgrade auf. Für die Verbrennungstechnologien werden keine Unterschiede zwischen sanierten oder Gebäuden im Ausgangszustand angesetzt.

Tabelle 13: Jahresnutzungsgrade der Verbrennungstechnologien nach [47], [48].

Jahresnutzungsgrad	
Gas-Brennwertkessel	98 %
Pelletkessel	81 %

Die erreichbaren Jahresarbeitszahlen der untersuchten Wärmepumpensysteme hängen von vielen unterschiedlichen Faktoren ab und werden hier auf Basis detaillierterer Studien zu Wärmepumpen abgebildet. Im Einzelfall ist die individuelle Auslegung und Bauart/Altersklasse der Heizkörper entscheidend, um die Vor- und Rücklauftemperatur möglichst gering zu halten. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung wurden die in folgender Tabelle aufgeführten Jahresarbeitszahlen angesetzt.

Tabelle 14: Angesezte Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen.

	Ausgangs zustand	Datenquelle	Saniert	Datenquelle
Luft-Wasser Wärmepumpe	2,5	Annahme basierend auf [49], [50]	3,6	[49]
Luft-Wasser Wärmepumpe + Erdgaskessel	3,1	[50]	3,6	[49]
Sole-Wasser Wärmepumpe	2,7	Annahme basierend auf [49], [50]	3,8	[49]
Sole-Wasser Wärmepumpe + Erdgaskessel	4,1	[50]	4,1	[50]

Die Jahresarbeitszahlen werden aus Modellierungen entnommen, die für Bestandsgebäude und sanierte Gebäude durchgeführt wurden [49]. Für die Bestandsgebäude gilt die Annahme, dass Fenster und Dach zuvor bereits saniert wurden, allerdings noch keine Anpassung der Heizkörper auf Niedertemperaturradiatoren stattgefunden hat. Die Annahme einer Dach- und Fenstersanierung basiert auf den spezifischen Wärmebedarfswerten der Referenzgebäude, die sich im Bereich des teilsanierten Bestandsgebäudes für die Wärmepumpenmodellierung bewegen und deutlich unter dem Wärmebedarf eines komplett unsanierten Gebäudes liegen [49].

Bei den sanierten Gebäuden wird davon ausgegangen, dass im Zuge der Sanierungen auch die Heizkörper gegen Niedertemperradiatoren getauscht wurden. In den meisten Fällen reicht es aus, wenn in einigen Räumen mit einem zu kritischen Verhältnis zwischen Heizlast des Raumes und Heizlast der Heizkörper bei Wärmepumpennutzung die Heizkörper getauscht werden. Durch die Sanierung wird die Heizlast im Raum gesenkt und die alten Heizkörper reichen aus, um auch bei abgesenkten Vorlauftemperaturen die Heizlast des Raums zu decken [50]. Im Vergleich zu einem Feldtest mit einer Vielzahl an Gebäuden unterschiedlicher Sanierungszustände und Betriebsmodi sind die verwandten Jahresarbeitszahlen als konservativ einzuordnen. In der Praxis können diese mit hoher Wahrscheinlichkeit übertroffen werden (vgl. [50]). Der Strombedarf entspricht somit dem ungünstigen Fall hoher Vorlauftemperaturen, wenn noch keine Anpassung der Heizkörper in den Bestandsgebäuden stattgefunden hat.

Wird die Wärmepumpe in Kombination mit einem Erdgaskessel eingesetzt, so werden in beiden Sanierungsständen höhere Jahresarbeitszahlen verwendet, da die Wärmepumpen vor allem in der Übergangszeit laufen und unter geringeren Vorlauftemperaturen arbeiten können. Die Lastspitzen und damit einhergehenden hohen Vorlauftemperaturen im Winter können durch den Gaskessel abgedeckt werden.

4.2.1.3 Datenbasis

Im Folgenden werden die mit der Einführung der Erfüllungspflicht verbundenen ökonomischen Auswirkungen betrachtet und für die verschiedenen Gebäudetypen gegenübergestellt. Hierzu wurde für alle Varianten eine Wirtschaftlichkeitsberechnung mittels Annuitätenmethode angelehnt an die Richtlinie VDI 2067 durchgeführt. Die VDI 2067 bewertet Anlagen aus energetischer, ökologischer und wirtschaftlicher Perspektive und ist für alle Gebäudearten gültig. Die Kosten der einzelnen Varianten werden in der Richtlinie in vier Gruppen unterteilt:

- Kapitalgebundene Kosten
- Bedarfs-(verbrauchs-)gebundene Kosten
- Betriebsgebundene Kosten
- Sonstige Kosten

Die Komponenten der Anlagentechnik wurden in den kapitalgebundenen Kosten der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aufgenommen, Kosten für die Sanierung der Gebäudehülle werden nicht berücksichtigt. Die Grundlage und Ermittlung der Kosten der unterschiedlichen Erzeugungstechnologien basiert auf dem Technologiecatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW [51]) und wird in Abschnitt 4.2.1.4 erläutert. Zusätzlich wird in der ökonomischen Betrachtung die Inanspruchnahme von Fördermaßnahmen berücksichtigt. Die Anwendbarkeit und Höhe für die ausgewählten Technologien werden in Abschnitt 4.2.1.7 dargestellt. Die bedarfsgebundenen Kosten entsprechen den Kosten für den Energiebezug und die Hilfsenergie. Vor dem Hintergrund der aktuellen energiepolitischen Lage werden zwei verschiedene Preisszenarien für den Strom- und Erdgaspreis betrachtet, welche im folgenden Abschnitt beschrieben werden. Alle anderen eingesetzten Energieträger wie Biomasse oder Fernwärme werden über entsprechende Faktoren an die Preisänderungen der unterschiedlichen Szenarien gekoppelt, um die Marktbewegungen möglichst plausibel abzubilden. Instandhaltungskosten werden als betriebsgebundene Kosten berücksichtigt.

4.2.1.4 Technologiekosten

Um eine einheitliche Grundlage zur Kostenbewertung der unterschiedlichen Technologien zu nutzen, wurde auf den Technologiecatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) zurückgegriffen [51]. Aus den Angaben des Technologiecatalogs wurden Kostenkurven für jede Technologie ermittelt, um Skaleneffekte abbilden zu können und zu jeder Auslegung adäquate Kosten in der Rechnung aufzuführen. In den Kosten sind die Installations- und die Anlagenkosten zusammengefasst. Unplausible Ausreißer in den Kostenkurven wurden nicht berücksichtigt, so dass teils angepasste und plausibilisierte Daten verwendet wurden. Kosten die dem Heizungsverteilsystem zuzuschreiben wären, wie Kosten für Heizungsrohre oder Heizkörper, werden nicht berücksichtigt, da sich der Ansatz auf die Erzeugungsoptionen beschränkt, um eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen und keine weiteren Szenarien aufzufächern.

4.2.1.5 Hilfsenergie

Neben den spezifischen Investitionskosten der unterschiedlichen Erzeugungstechnologien sind im Technologiecatalog der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) Angaben zur erforderlichen Hilfsenergie hinterlegt (vgl. Tabelle 15). Der Hilfsenergiebedarf des Gaskessels ist leistungsbezogen abgebildet und nicht an die Energiemenge gekoppelt. Da mit steigender Leistung der Bedarf pro kW abnimmt, wurden die Werte anhand einer Trendlinie abgebildet. Große Anlagen weisen demnach deutlich geringere Kosten für Hilfsenergie auf.

Anhand dieser Werte und dem Strombezugspreis entsprechend der Preisszenarien werden die Kosten des Hilfsenergiebedarfs für die Varianten ermittelt und zu den Energiebezugskosten addiert, um die bedarfsgebundenen Kosten zu erhalten.

Tabelle 15: Hilfsenergiebedarf nach KEA-BW [52].

Hilfsenergiebedarf	[%/kWh _{th}]	Anmerkung
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdkollektor	-	In JAZ enthalten
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde	-	In JAZ enthalten
Luft-Wärmepumpe	-	In JAZ enthalten
Holzpelletkessel	2,3	
Biomethankessel		Angabe in kWh/kW _a anhand abgebildet Trendlinie
Erdgaskessel		Angabe in kWh/kW _a anhand abgebildet Trendlinie

4.2.1.6 Rechnerische Nutzungsdauer

Die rechnerische Nutzungsdauer bildet ab, wie lange die Investition nutzbar ist. Hohe rechnerische Nutzungsdauern bedeuten, dass die Technologie sehr wahrscheinlich lange Zeit nicht ersetzt werden muss und nach Ende des Betrachtungszeitraums noch einen Restwert aufweisen kann, der zu berücksichtigen ist. Eine Ersatzinvestition ist nötig, wenn die technische Lebensdauer den Betrachtungszeitraum unterschreitet und Ersatz beschafft werden muss. Die Kosten für die Ersatzbeschaffung werden in der Annuitätenrechnung entsprechend aufgenommen und bilden den wirtschaftlichen Nachteil kurzer rechnerischer Nutzungsdauern in der Wirtschaftlichkeit ab. Restwerte fallen an, wenn die technische Lebensdauer den Betrachtungszeitraum überschreitet. So wird zum Beispiel die kostenintensive Erschließung der Wärmepumpenquelle im Erdreich durch dieses Vorgehen auf eine rechnerische Lebensdauer von 50 Jahren aufgeteilt. Auch wenn die Wärmepumpe nach rechnerisch zwanzig Jahren ausgetauscht werden muss, fallen keine erneuten Kosten für die Erschließung der Wärmepumpenquelle an. Die verwendeten Werte nach VDI 2067 sind in Tabelle 16 aufgeführt.

Tabelle 16: Rechnerische Nutzungsdauern nach VDI 2067.

Rechnerische Nutzungsdauer T_N	Jahre [a]
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde	20
Erschließung der Wärmequelle Erdsonden	50
Luft-Wärmepumpe	18
Holzpelletkessel	15
Biomethankessel	20
Erdgaskessel	20
Thermischer Speicher	20

4.2.1.7 Förderungen

Die Förderung von Einzelmaßnahmen im BEG ist unterteilt in

- die Förderung von Anlagen zur Wärmeerzeugung und
- die Förderung von Effizienzmaßnahmen (Gebäudehülle, Anlagentechnik und Heizungsoptimierung).

In beiden Bereichen können Zuschüsse und Boni in Anspruch genommen werden – welche das sind und wie hoch diese ausfallen, haben wir im Folgenden zusammengestellt.

Stand November 2024:

Im Rahmen der Förderung von Erzeugungsanlagen wird ein Zuschuss von 30 % zu den Investitionskosten in Wohn- und Nichtwohngebäuden gewährt. Dieser kann unter bestimmten Voraussetzungen ergänzt werden um

- einen Klimageschwindigkeitsbonus von max. 20 %,
- einen Einkommensbonus von 30 % sowie
 - einen Effizienzbonus von 5 %.

Tabelle 17: Förderbedingungen nach BEG

Einzelmaßnahmen Anlagen zur Wärmeerzeugung	Zuschuss	Effizienz bonus	Klimageschwindig keitsbonus	Einkommens bonus
Solarthermische Anlagen	30 %		max. 20 %	30 %
Biomasseheizungen	30 %		max. 20 %	30 %
Wärmepumpen	30 %	5 %	max. 20 %	30 %
Brennstoffzellenheizung	30 %		max. 20 %	30 %
Wasserstofffähige Heizung (Investitionsmehrausgaben)	30 %		max. 20 %	30 %
Innovative Heizungstechnik	30 %		max. 20 %	30 %
Gebäudenetz Errichtung/Umbau/ Erweiterung	30 %		max. 20 %	30 %
Gebäudenetzanschluss	30 %		max. 20 %	30 %
Wärmenetzanschluss	30 %		max. 20 %	30 %

4.3 Ergebnisdarstellung Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der Erfüllungsoptionen für WG1 wird jeweils im sanierten und unsanierten Zustand (Ausgangszustand) sowie für zwei unterschiedliche Förderbedingungen dargestellt. Der Basisfall (Basisförderung) ist unter Inanspruchnahme der BEG-Förderung berechnet worden. Im zweiten Fall (Bonusförderung) wird zusätzlich der **Klimageschwindigkeitsbonus** aufgeschlagen

Zu jedem Szenario wird jeweils basierend auf den Energiepreisen berechnet, wie sich die jährlichen Kosten darstellen, je nach Energiepreisniveau und Förderung, die in Anspruch genommen werden kann.

Um die Variation der Versorgungsoptionen übersichtlich zu gestalten, ist in .

Tabelle 18 die Kurzbezeichnung zu jeder Option aufgeführt.

Tabelle 18: Übersicht der Erfüllungsoptionen und Kurzbezeichnungen

Nutzungsoption - EE	Kurzbezeichnung
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde	WP_SO_ES
Luftwärmepumpe	WP_L
Holzpelletkessel	K_HP
Biomethan Kessel	K_B
Erfüllungsoptionen - Kombinationen "Mix"-Hybrid	
Sole-Wasser-Wärmepumpe Erdsonde + Erdgaskessel	WP_SO_ES+K_E
Luftwärmepumpe + Erdgaskessel	WP_L+K_E
Biomethankessel + Erdgas	K_B+E
Referenzvariante	
Erdgaskessel	K_E

In den folgenden Abbildungen sind die Ergebnisse der Szenarienrechnung dargestellt. Die Ergebnisse können eine grobe Orientierung bieten, welche Optionen mit welchen Kosten verbunden sind und wie Förderungen und Energiepreise sich auf die Gesamtkosten auswirken.

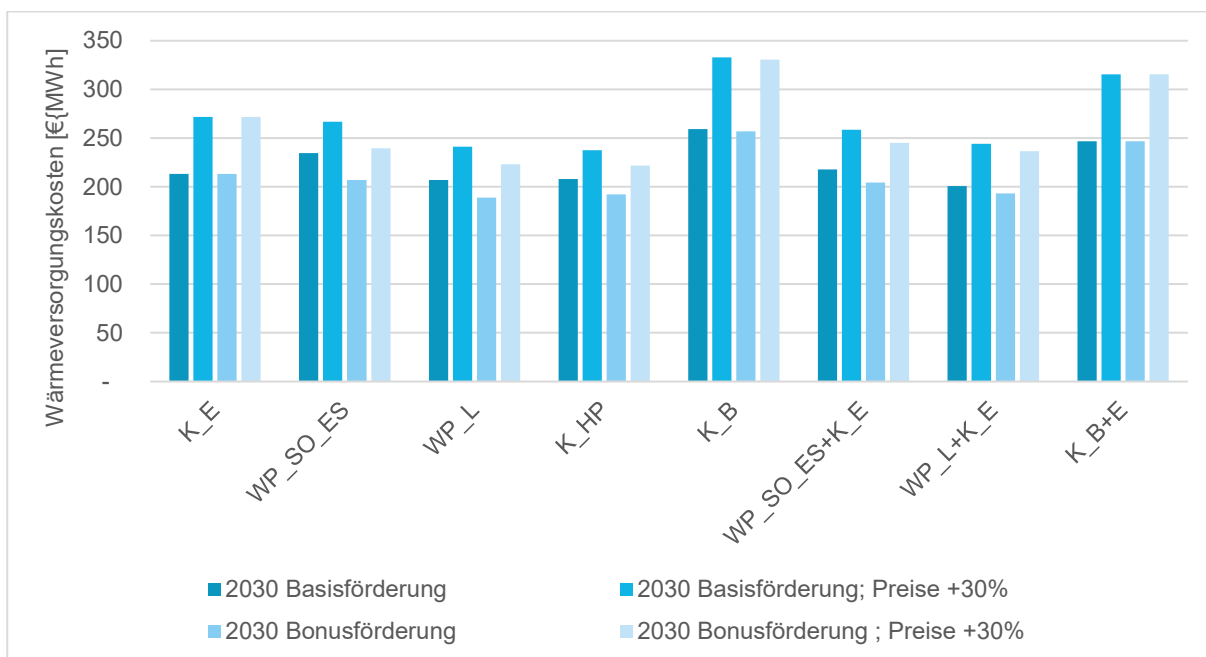


Abbildung 4.2: WG 1 saniert Zustand

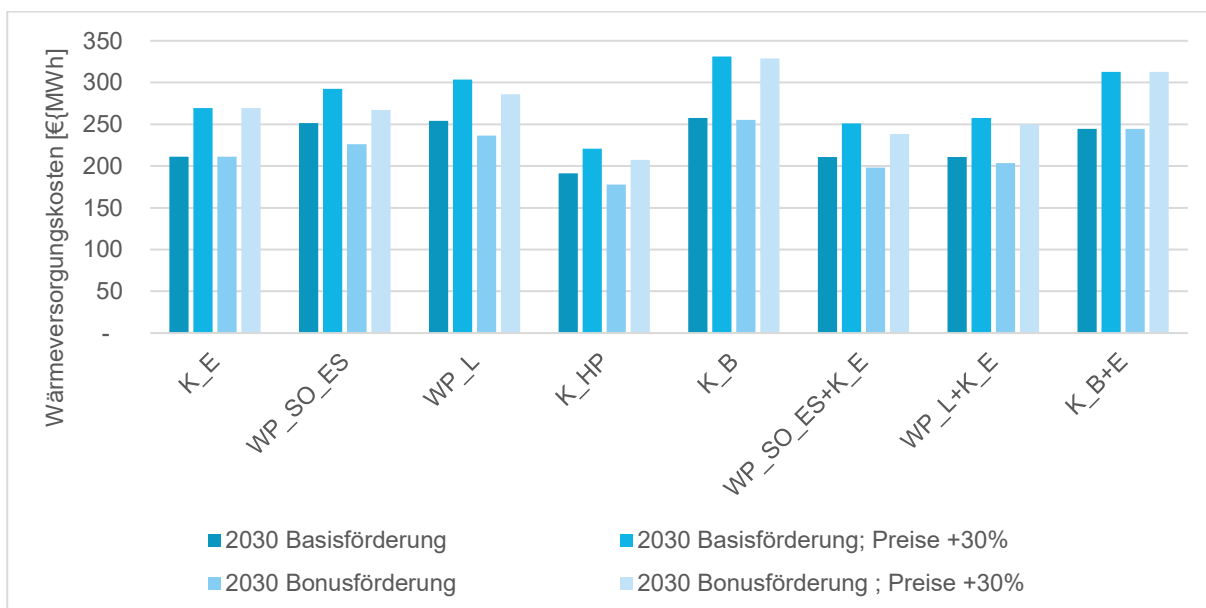


Abbildung 4.3: WG 1 Ausgangszustand

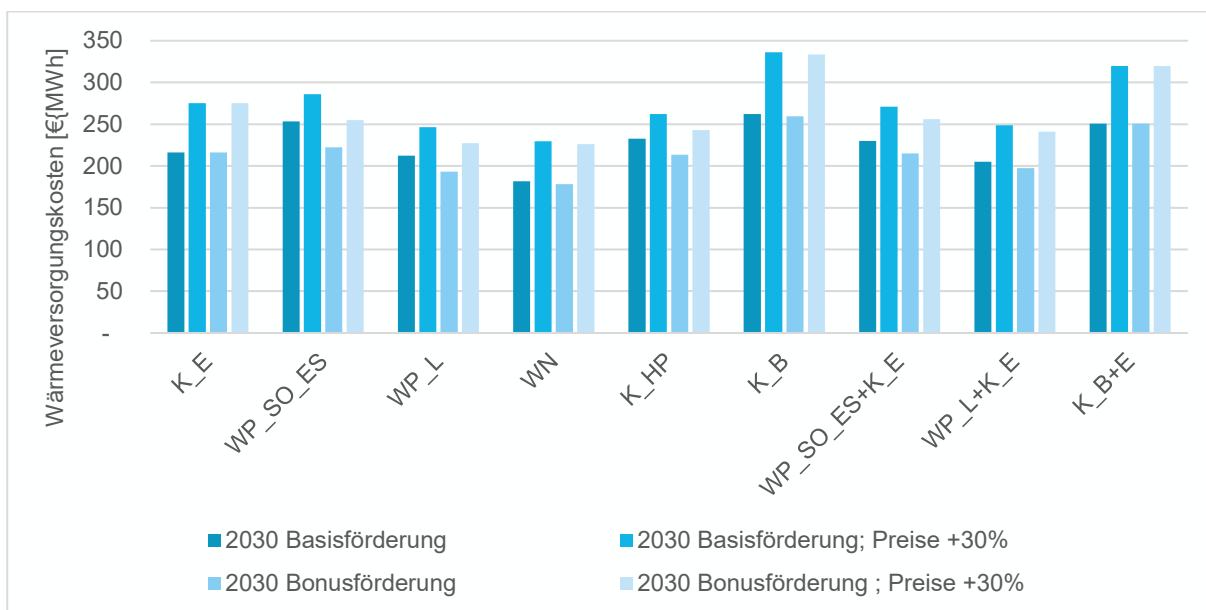


Abbildung 4.4: WG 2 saniert

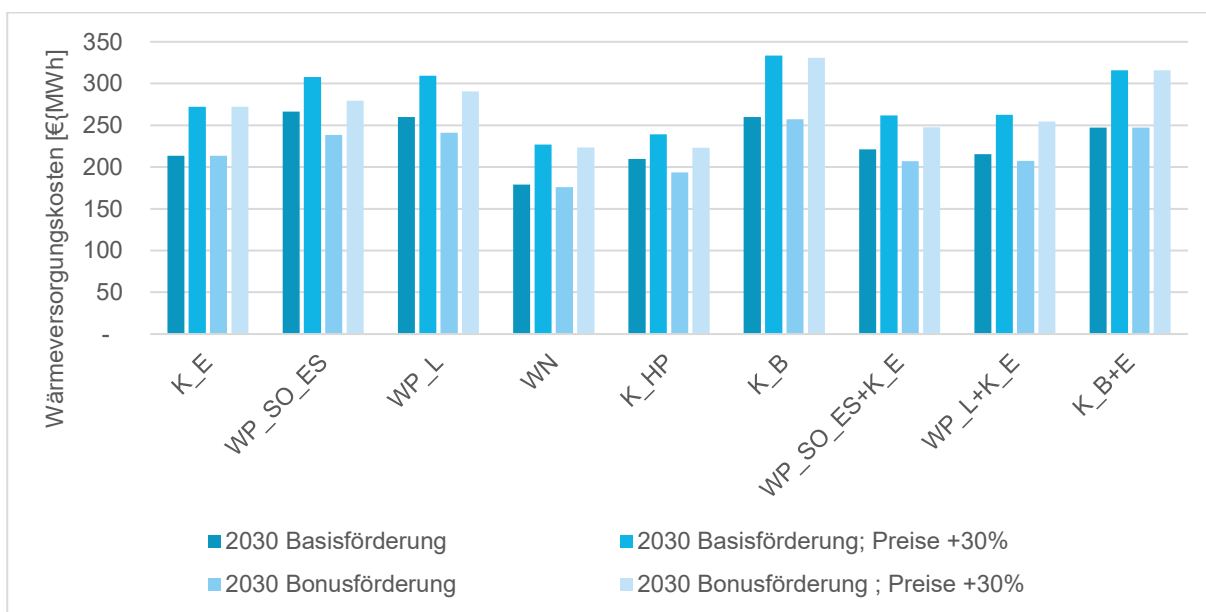


Abbildung 4.5: WG 2 Ausgangszustand

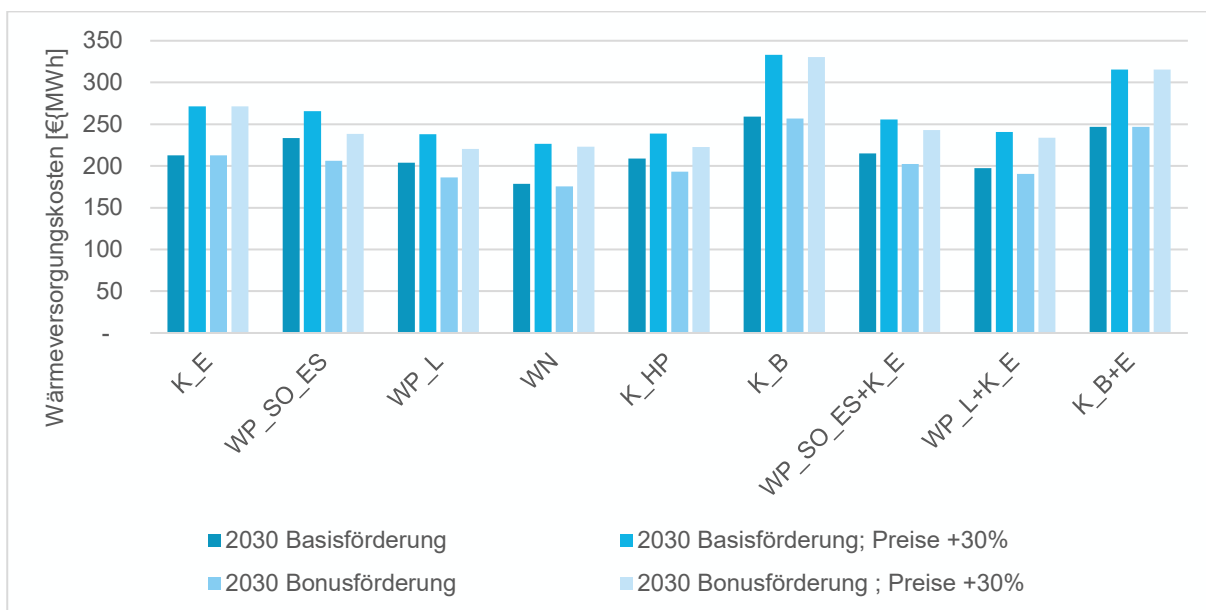


Abbildung 4.6: WG 3 saniert

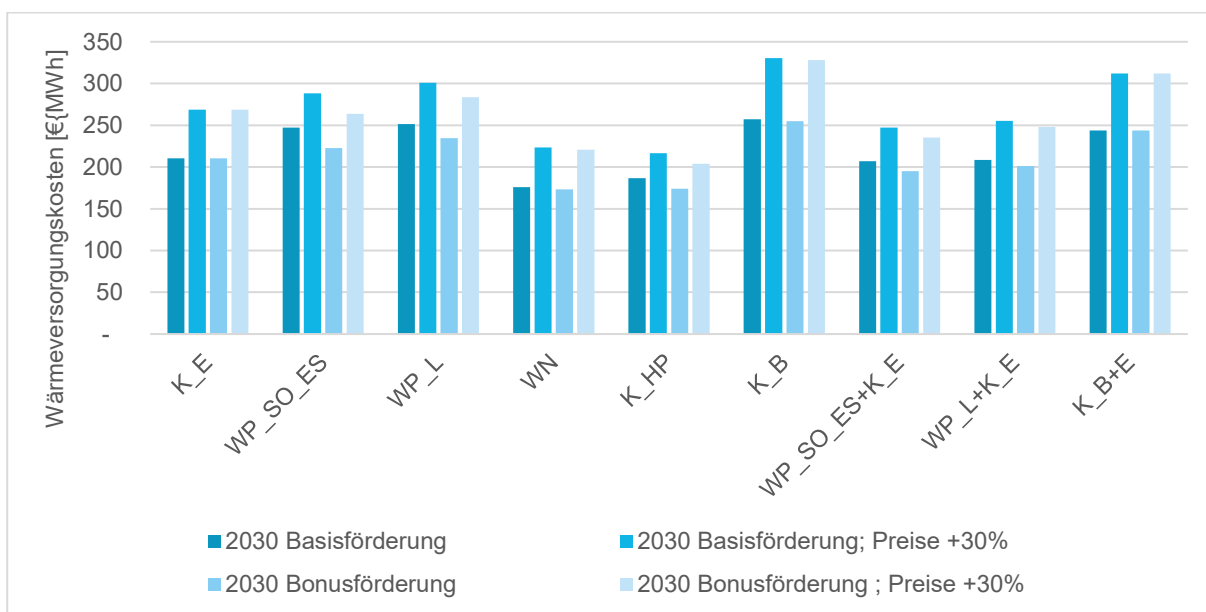


Abbildung 4.7: WG 3 Ausgangszustand

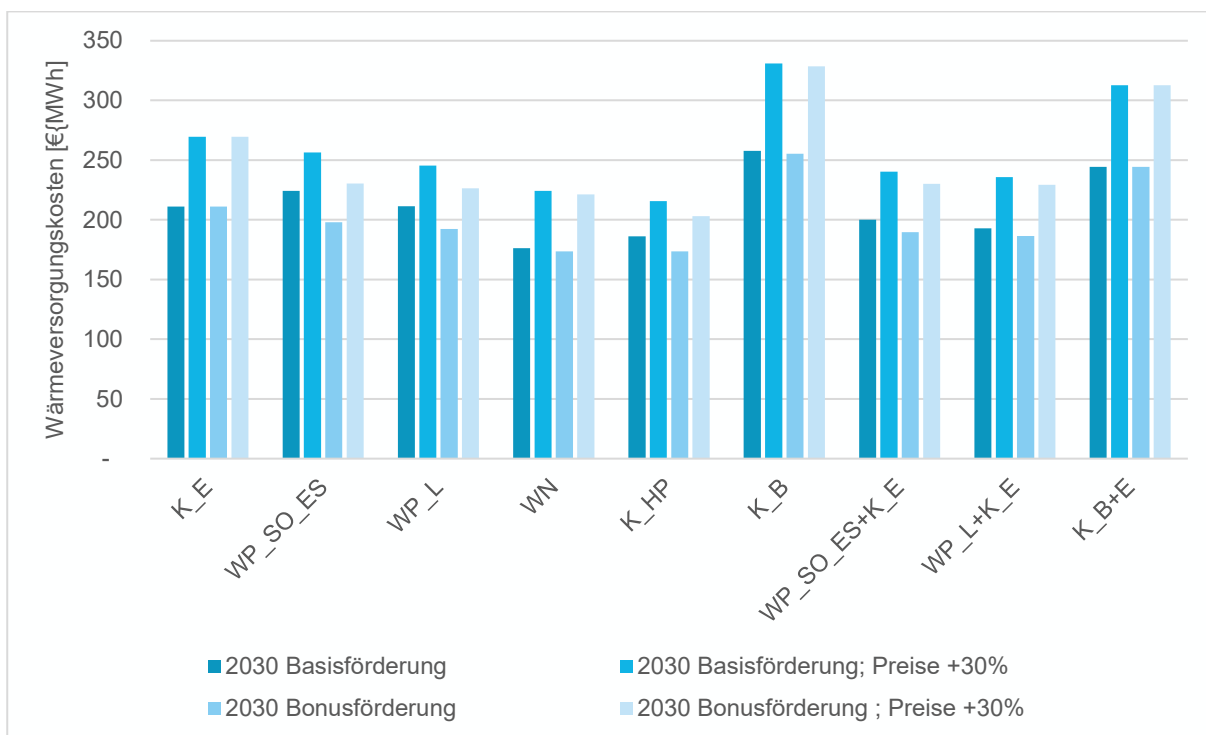


Abbildung 4.8: WG 4 saniert Zustand

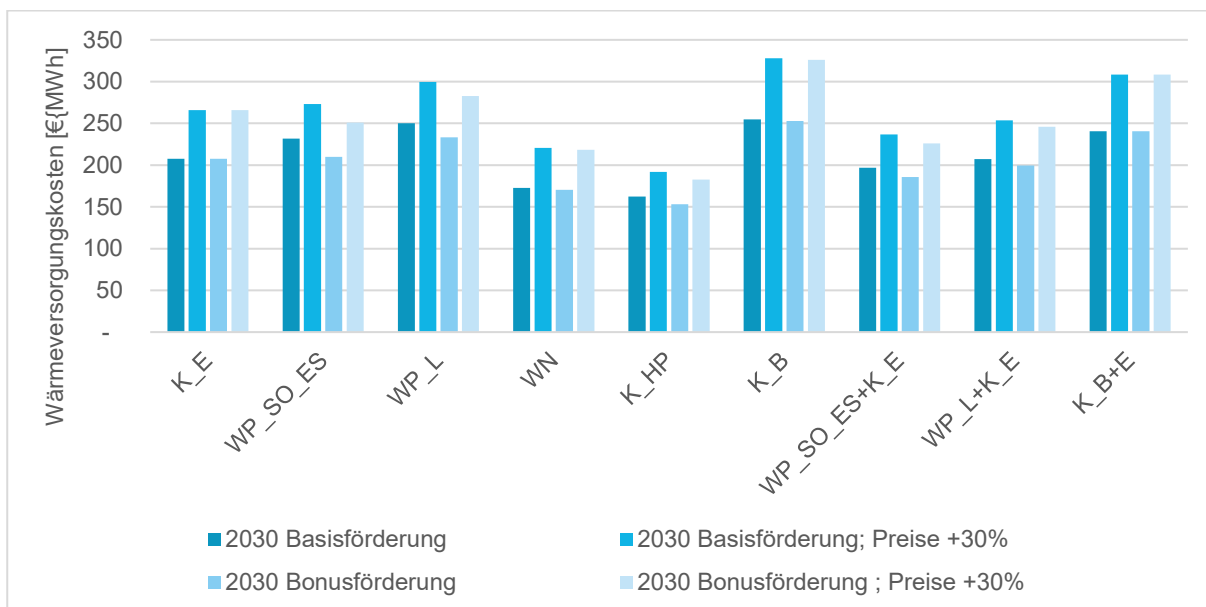


Abbildung 4.9: WG 4 Ausgangszustand

5 ZIELSZENARIEN UND ENTWICKLUNGSPFADE

5.1.1 Versorgungsvarianten

Gemäß §18 WPG soll die Einteilung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete unter Berücksichtigung der folgenden Stichpunkte geschehen:

- Geringe Wärmegestehungskosten
- Geringe Realisierungsrisiken
- Hohes Maß an Versorgungssicherheit
- Geringe kumulierte Treibhausgasemissionen

Die Einteilung der Gebiete erfolgte im engen Austausch mit der Kerngruppe und dem Arbeitskreis in einem iterativen Prozess angelehnt an den Ablauf in Abbildung 5.1.



Abbildung 5.1: Exemplarische Vorgehensweise bei der Gebieteinteilung (Ortner, et al., 2024)

Für die Einteilung wurde eine Matrix-Punkte-Bewertung verwendet. Im Folgenden werden die Einflüsse auf die Bewertungsmethodik erläutert.

Geringe Wärmegestehungskosten

Geringe Wärmegestehungskosten sind der wohl ausschlaggebendste Punkt für Investitionsentscheidungen. Dabei müssen zum einen die Investitionskosten aber auch die laufenden Kosten für den Betrieb der Heizungsanlage berücksichtigt werden. Besonders die Quantifizierung der laufenden Kosten über die Lebensdauer der Heizungsanlage ist herausfordernd. Es ist nicht möglich, genaue Preise für die genutzten Energieträger für die kommenden 20 Jahre zu ermitteln. Jedoch können Tendenzen quantitativ bewertet werden.

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze, ist vor allem die Ermittlung der Wärmelinien-dichte relevant. Die Wärmelinien-dichte wird in einem räumlichen Teilgebiet auch in 20 Jahren annähernd identisch bleiben. Eine hohe Wärmelinien-dichte ermöglicht den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes sowohl für Wärmenetzbetreiber als auch für Endverbraucher:innen. Je mehr Wärme pro Meter Leitungsbau abgenommen wird, desto besser können die Kosten für den Leitungsbau verteilt werden, wodurch die Wärmeversorgungs-kosten für alle sinken. Vor der Umsetzung sollten detaillierte Preisszenarien im Rahmen einer Machbarkeitsstudie ermittelt werden.

Geringe Realisierungsrisiken und hohes Maß an Versorgungssicherheit

Die Evaluierung der Realisierungsrisiken und der Versorgungssicherheit sind schwer voneinander zu trennen und werden zusammen bewertet. Folgende Größen werden zur Bewertung herangezogen:

- Potenzialanalyse Umgebungsluft-Wärmepumpe
- Spezifischer Wärmebedarf
- Abstand zum zentralen Wärmenetz
- Abstand zum Erdgasnetz
- Ankerkunden Wärmenetz
- Ankerkunden Wasserstoff
- Verfügbarkeitsrisiko
- Risiko Infrastruktur Strom
- Risiko Infrastruktur Wärme

Potenzialanalyse Umgebungsluft-Wärmepumpe: Im Rahmen der Potenzialanalyse für Umgebungsluft-Wärmepumpen wurde jedes Gebäude auf die Eignung hinsichtlich der Schallemissionen für Umgebungsluft-Wärmepumpen bewertet. Teilgebiete mit einer durchschnittlich hohen Eignung (Gebiete mit viel Abstand zu den Nachbarn) sind besser geeignet für die Versorgung über dezentrale Umgebungsluft-Wärmepumpen als Gebiete mit einer geringen Eignung (dicht bebaute Gebiete).

Spezifischer Wärmebedarf: Der spezifische Wärmebedarf liefert einen ersten Anhaltspunkt dafür, ob Umgebungsluft-Wärmepumpen in Bezug auf die Vorlauftemperaturen in einem Teilgebiet geeignet sind. Ein hoher spezifischer Wärmebedarf deutet auf einen schlechten Sanierungszustand hin, wodurch die Versorgung mittels einer Umgebungsluft-Wärmepumpe weniger effizient ist. Resultierend daraus wurden Gebiete mit einem durchschnittlich hohen spezifischen Wärmebedarf als ungeeigneter für die dezentrale Versorgung bewertet als Gebiete mit einem durchschnittlich niedrigen spezifischen Wärmebedarf.

Abstand zum zentralen Wärmenetz: Ein niedriger Abstand zum zentralen Wärmenetz erweist sich als vorteilhaft für die Wärmeversorgung mittels eines Wärmenetzes. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit geringer, dass ein zusätzlicher zentraler Erzeuger für ein Wärmenetz benötigt wird. Die Wahrscheinlichkeit ist erhöht, dass das Teilgebiet in das zentrale Wärmenetz integriert werden kann.

Abstand zum Erdgasnetz: Der Abstand zum Erdgasnetz ist relevant für die Evaluierung der Versorgung mittels grünem Wasserstoff. Sollte kein Erdgasnetz durch das Teilgebiet verlaufen, wird zukünftig keine Versorgung mittels grünem Wasserstoff möglich sein, da dafür voraussichtlich keine neuen Gasverteilungen gebaut werden. Das Vorhandensein eines Gasnetzes bedeutet aber nicht automatisch dass das Netz über Wasserstoff versorgt wird oder technisch dafür genutzt werden könnte

Ankerkunden Wärmenetz: Ankerkunden für Wärmenetze sind Großverbraucher, die durch ihre frühzeitige Bekenntnis zu einem Wärmenetzanschluss für Planungssicherheit und wirtschaftliche Stabilität sorgen können. Durch einen Ankerkunden kann ein Wärmenetzbetreiber direkt eine große Menge an Wärme als gesichert abgenommen betrachten, wodurch die Wahrscheinlichkeit der Realisierung eines Wärmenetzes deutlich steigt. Kleinere Verbraucher, die im Umkreis eines Ankerkunden liegen, können sich zusätzlich an das Wärmenetz anschließen. Typische Ankerkunden für Wärmenetze sind die Wohnungswirtschaft, kommunale Liegenschaften oder größere Unternehmen.

Ankerkunden Wasserstoff: Ankerkunden für Wasserstoffnetze weisen die identische Funktion auf, wie Ankerkunden für Wärmenetze. Einzig unterscheidet sich der Kundenstamm. Typische Ankerkunden für Wasserstoffnetze sind Unternehmen, deren industrielle Prozesse einen hohen Prozesswärmebedarf auf hohem Temperaturniveau vorweisen.

Verfügbarkeitsrisiko: Das Verfügbarkeitsrisiko beschreibt das Risiko, dass ein Energieträger nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen wird. Dies ist vor allem für die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff relevant, da sich für diesen noch kein Markt etabliert hat. Wie die Ausführungen in 3.6 zeigen, wird grüner Wasserstoff in absehbarer Zeit vermutlich nur begrenzt zur Verfügung stehen.

Risiko Infrastruktur Strom: Unter diesem Punkt wird alles zusammengefasst, was für die Versorgung mit einem strombetriebenen Wärmeerzeuger (z.B. Wärmepumpe) als Risiko betrachtet wird. Dies sind u.a. fehlende lokale Netzkapazitäten oder enge Bebauungen, wodurch Stromnetze schwerer verlegt werden können.

Risiko Infrastruktur Wärme: Unter diesem Punkt wird alles zusammengefasst, was für die Versorgung über leitungsgebundene Wärme als Risiko betrachtet wird. Wärmenetze benötigen viel Platz im Untergrund, welcher häufig bereits durch andere Ver- und Versorgungsleitungen (z.B. Wasser oder Kommunikation) belegt ist. Enge Bebauungen, die das Risiko erhöhen, dass ein Wärmenetz nicht in den Untergrund eingebracht werden kann, werden daher im Wärmebereich stärker gewichtet als beim Strom.

Geringe kumulierte Treibhausgasemissionen

Die kommunale Wärmeplanung zielt auf eine langfristige Treibhausgasneutralität (THG-Neutralität) ab, die für alle Verbraucher:innen möglichst kostengünstig gestaltet wird. Gemäß §29 bis §31 WPG müssen alle bereits bestehenden und neuen Wärmenetze stufenweise bis zum 31.12.2044 anteilig zu 100 % aus erneuerbaren Energien, unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination aus beiden gespeist werden.

Die Ziele zur Transformation des Stromsektors sind im EEG festgelegt. Gemäß des §1 EEG 2023 müssen bis 2030 80 % des Brutto-Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien kommen. Auf Basis der Zielsetzung nach dem Bundes-Klimaschutzgesetz, wird davon ausgegangen, dass der Stromsektor bis 2045 THG-neutralen Strom liefert. Wasserstoff ist ebenfalls THG-neutral, sofern dieser aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Da alle Versorgungsoptionen in der langfristigen Perspektive THG-neutral agieren und dieses Ziel zum gleichen Zeitpunkt erreichen, wurde das Kriterium der kumulierten THG-Emissionen nicht berücksichtigt.

5.1.2 Auswertung und Interpretation der Bewertungsmatrix

Für die Teilgebiete wurde die Matrix-Punkte-Bewertung angewendet. Die im vorherigen Abschnitt genannten Kriterien wurden im mit einem individuellen Gewichtungsfaktor je Kriterium versehen, sodass alle Teilgebiete mit einer identischen Methodik bewertet wurden. Für alle Gebiete die Versorgungsvariante mit der höchsten Punktzahl als voraussichtliche Wärmeversorgung gewählt. Gemäß der Punktzahl wurden die Wahrscheinlichkeiten der betrachteten Versorgungsvarianten ermittelt.

Tabelle 19: Gewichtung für die Wärmenetzeignung

Charakteristika	Wichtung
Wärmeliniedichte	40 %
Wärmeliniedichte (saniert)	10 %
Lokale Ankerkunden	15 %
Wärmebedarf pro Gebäude	20 %
Wärmebedarf pro Gebäude (saniert)	5 %
Risiken bzgl. der Infrastruktur Wärmenetz	10 %

Tabelle 20: Gewichtung für die Eignung dezentraler Versorgung

Charakteristika	Wichtung
Schallemissionsbedingte Eignung Umgebungsluft-Wärmepumpe	40 %
Spezifischer Wärmebedarf	20 %
Spezifischer Wärmebedarf (saniert)	10 %
Wärmebedarf pro Gebäude	20 %
Wärmebedarf pro Gebäude (saniert)	5 %
Risiken bzgl. der Infrastruktur Stromnetz	5 %

Die folgende Karte enthält die technische Bewertung von Baublöcken zur zentralen Versorgung und ist nur ein Zwischenergebnis in der Ermittlung von Teilgebieten, die sich für eine bestimmte Art der Wärmeversorgung besonders eignen können. Eine Abwägung zwischen zentraler Eignung und dezentraler Eignung erfolgt im Nachgang zur Ermittlung der Teilgebiete für eine voraussichtliche Art der Wärmeversorgung.

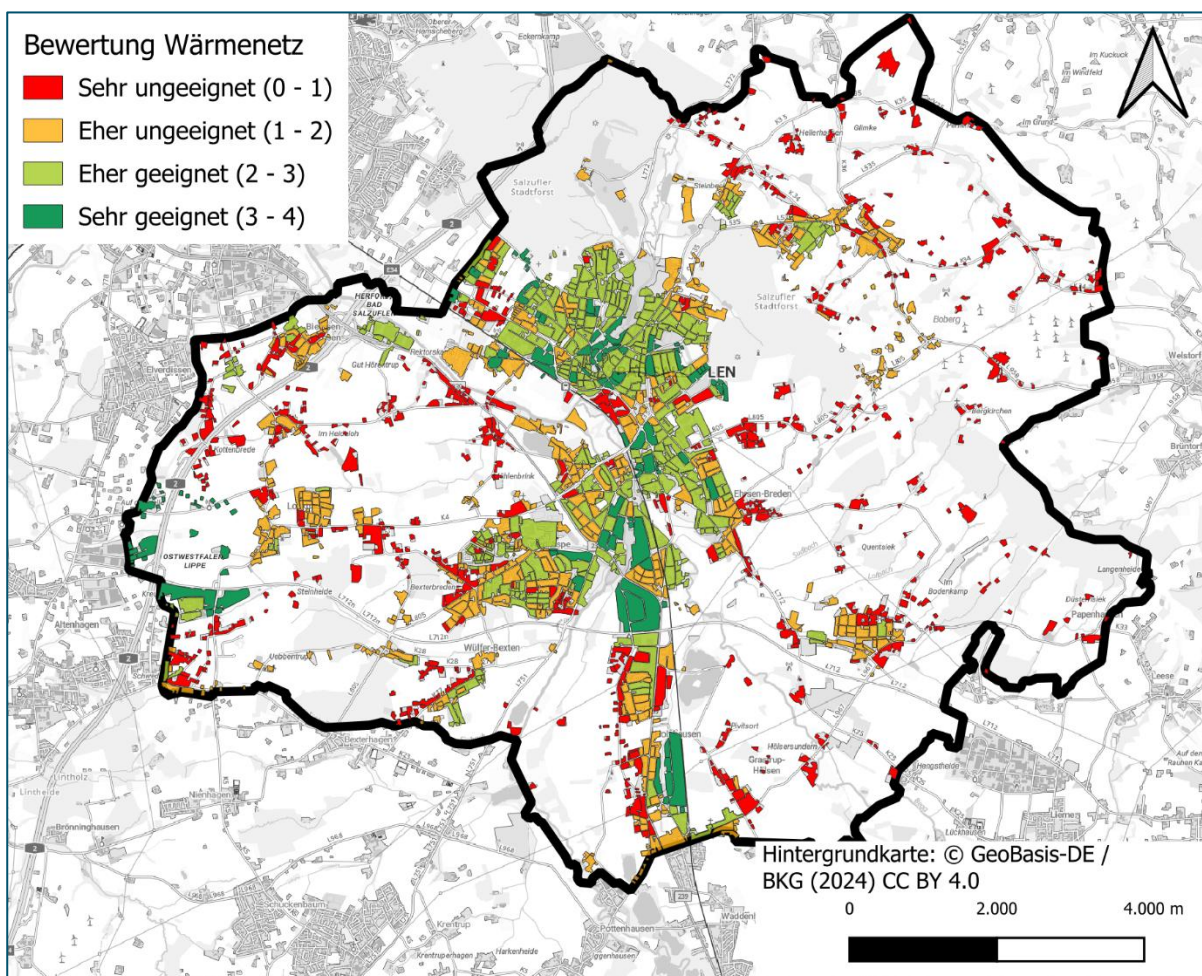


Abbildung 5.2: Wahrscheinlichkeit der Teilgebiete, mittels Wärmenetz versorgt werden zu können

Die folgende Karte enthält die technische Bewertung von Baublöcken zur dezentralen Versorgung und ist nur ein Zwischenergebnis in der Ermittlung von Teilgebieten, die sich für eine bestimmte Art der Wärmeversorgung besonders eignen können. Eine Abwägung zwischen zentraler Eignung und dezentraler Eignung erfolgt im Nachgang zur Ermittlung der Teilgebiete für eine voraussichtliche Art der Wärmeversorgung.

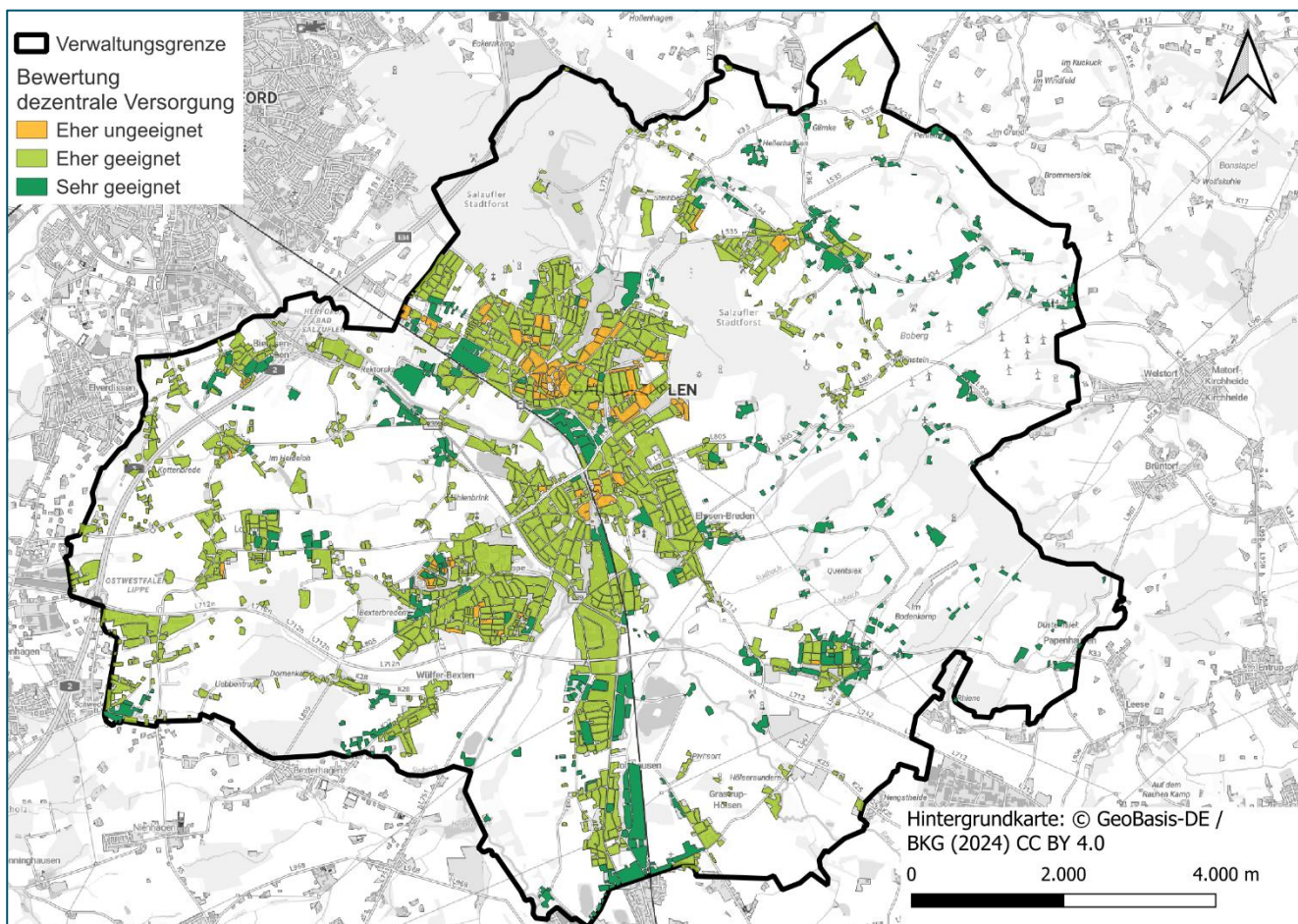


Abbildung 5.3: Wahrscheinlichkeiten der Teilgebiete, mittels dezentraler Varianten versorgt werden zu können (Dezentrale Versorgung kann nahezu überall eine Option sein. Einzelfallprüfung trotz dargestellter Wahrscheinlichkeiten grundsätzlich notwendig)

Die Einordnung der Teilgebiete in die voraussichtlichen Wärmeversorgungsvarianten dient als strategisches Planungsinstrument. Es handelt sich um eine Prioritätensetzung mit strategischem Blick und langfristiger Perspektive, durch die die Wahrscheinlichkeit des Baus eines Wärmenetzes erheblich erhöht wird. Unabhängig von der Festlegung in der kommunalen Wärmeplanung bleibt der Einbau einer dezentralen Option stets möglich. Für dezentral versorgte Teilgebiete lässt sich hingegen feststellen, dass die Wahrscheinlichkeit für den Bau eines Wärmenetzes sehr unwahrscheinlich ist.

Der Einbau von Heizsystemen mit fossilen Energieträgern (z. B. Erdgas-Kessel) sollte selbst in den Übergangsfristen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) vermieden werden. Heizungssysteme mit fossilem Energieträger, die in der Übergangsfrist eingebaut werden, müssen folgende Anteile an Biomasse oder Wasserstoff beinhalten:

- Ab 01.01.2029: Mindestens 15 Prozent
- Ab 01.01.2035: Mindestens 30 Prozent
- Ab 01.01.2040: Mindestens 60 Prozent
- Ab 01.01.2044: Keine fossilen Energieträger mehr erlaubt

Leitungsgebundener Wasserstoff wird, wie in Abschnitt 3.6 erläutert, höchstens in einzelnen Teilgebieten zur Verfügung stehen, in denen insbesondere Prozesswärme benötigt wird. Biomasse kann bilanziell über Biomethan bezogen werden, jedoch werden durch steigende Nachfrage und knappe Verfügbarkeit hohe Preise für Biomethan prognostiziert [53].

Zudem wird ab dem Jahr 2027 der nationale Brennstoffemissionshandel (BEHG) durch den europäischen Emissionshandel (EU-ETS 2) abgelöst. Im BEHG gibt es einen festen CO₂-Preis. Beim EU-ETS 2 wird der CO₂-Preis hingegen europaweit gedeckelt und jährlich reduziert, wodurch der Wettbewerb den CO₂-Preis bestimmen wird. Da der Erdgasbedarf in den kommenden Jahren weiterhin hoch bleiben wird, werden hohe CO₂-Preise prognostiziert [53, 54].

5.1.3 Ergebnisse

In Abbildung 5.4 und Abbildung 5.5 sind die Endenergiebedarfe für Raumwärme bis 2045 nach Energieträger und im Zieljahr 2045 zusätzlich nach Sektor dargestellt. Der Endenergiebedarf entspricht der Menge an Energie, die der Heizanlage zugeführt werden muss, um den Bedarf zu decken – bei einer Gastherme die Menge an Erdgas und bei einer Wärmepumpe die Menge an Strom. Im Zieljahr 2045 könnten Wärmenetze ca. 45 % des Endenergiebedarfs decken. Während im IST-Zustand der Strombedarf kaum grafisch darstellbar ist, werden 2035 bis zu 74 GWh/a Strom gebraucht, um die Wärmepumpen zu betreiben. Bis 2045 steigt der Strombedarf auf 135 GWh/a. Zu berücksichtigen ist, dass Umweltwärme in dem Diagramm nicht dargestellt ist.

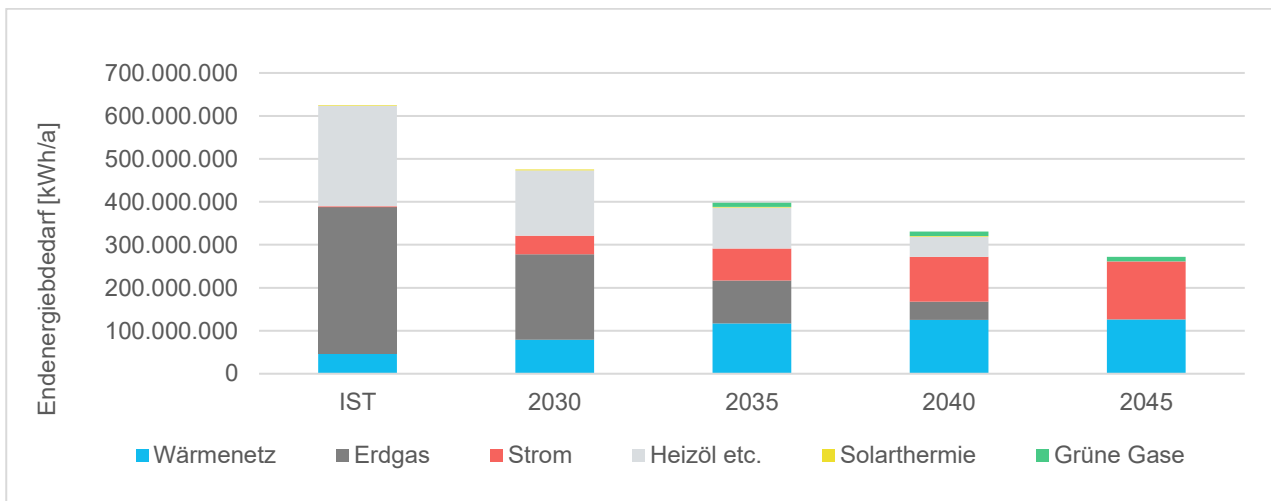


Abbildung 5.4: Endenergiebedarf für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme nach Energieträger in den Stützjahren bis 2045

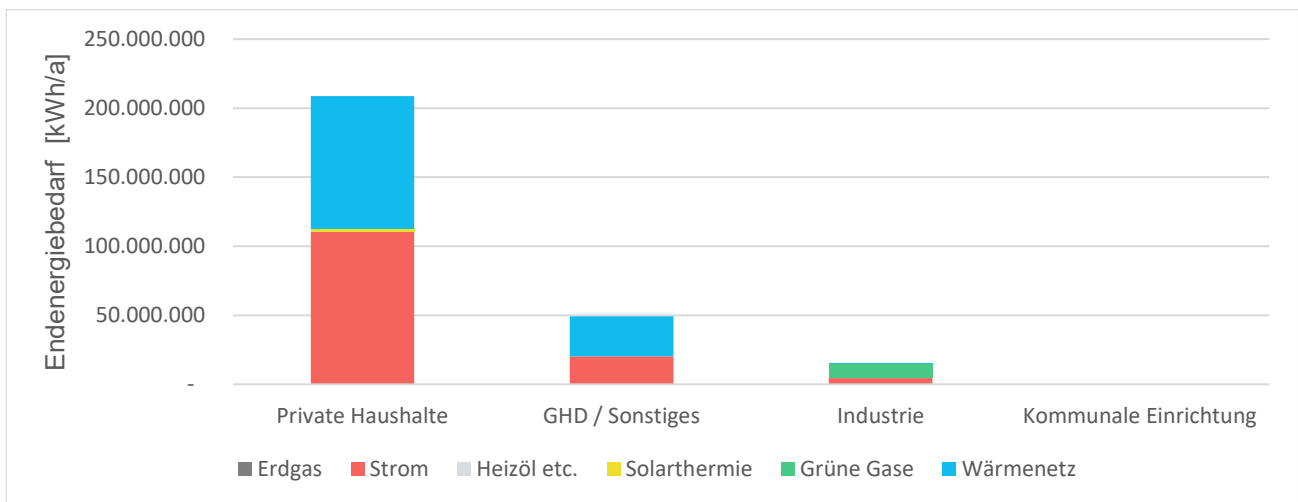


Abbildung 5.5: Endenergiebedarfe für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme nach Sektoren und Energieträger im Zieljahr 2045

In Abbildung 5.6 sind die Treibhausgasemissionen nach Endenergieträger und in Abbildung 5.7 die Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Jahr 2045 abgebildet. Die Emissionen sinken bis 2045 auf einen Sockelbetrag von 4.000 t/a, was vor allem durch die Substitution von Erdgaskesseln mit Wärmenetzanschlüssen oder dezentralen Wärmepumpen erreicht wird. Durch die Erreichung der THG-Neutralität im Stromnetz können die verbleibenden Emissionen auf einen Sockelbetrag (u.a. auf Grund der Vorkettenemissionen) reduziert werden.

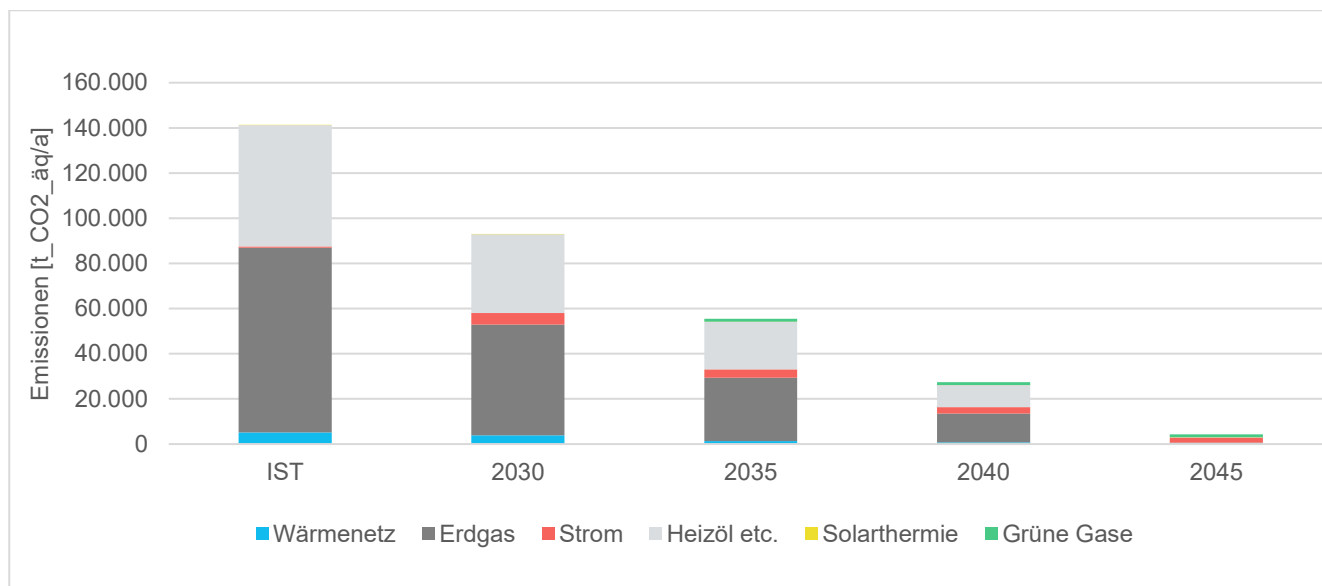


Abbildung 5.6: Treibhausgasemissionen der Energieträger in CO₂äq/a bis 2045

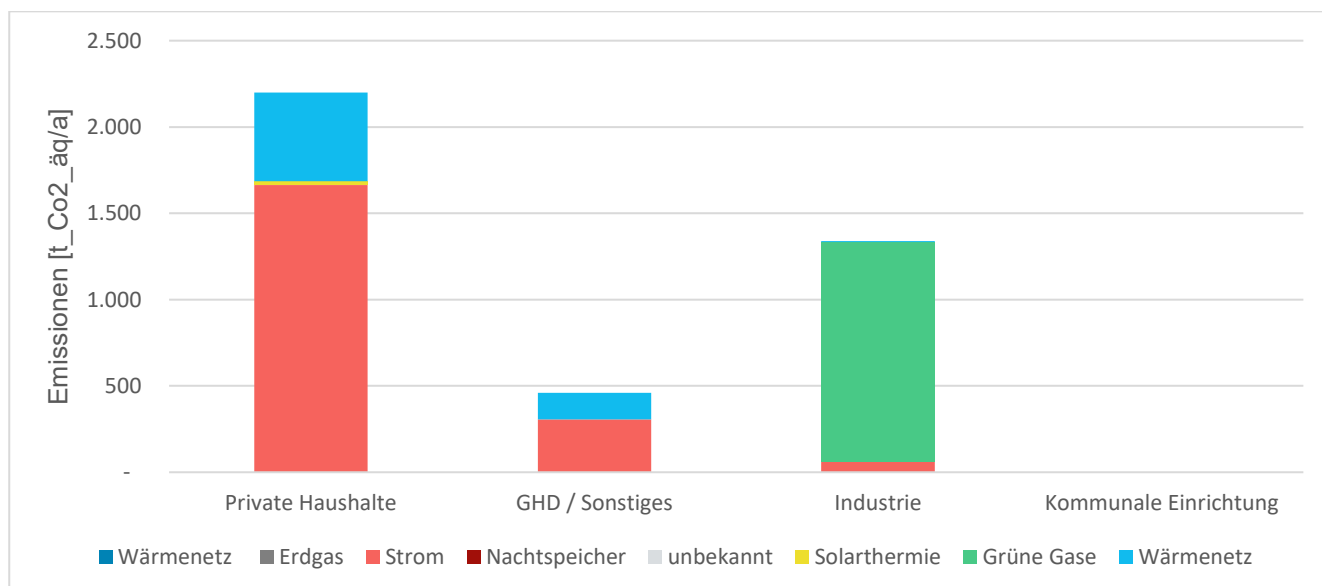


Abbildung 5.7: Treibhausgasemissionen der Sektoren und Energieträger in CO₂äq/a in 2045

5.1.4 Gebietssteckbriefe für die voraussichtliche Wärmeversorgung

Ab hier folgen Gebietssteckbriefe mit Hilfe derer deutlich wird, was die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung für einzelne Teilgebiete bedeuten. In den Gebietssteckbriefen sind die Teilgebiete aus Abbildung 5.8 detailliert dargestellt. Die Darstellung umfasst generelle Aspekte, wie die Anzahl der Gebäude, Angaben zur voraussichtlichen Wärmeversorgung sowie Maßnahmen, die für ein Teilgebiet angedacht sind.

Alle Karten dienen nur der Darstellung und entsprechen keiner Ausweisung von Gebieten nach Wärmeplanungsgesetz. Die Darstellung eines Gebiets bedingt keinen Anspruch auf den Anschluss an ein Wärmenetz, sondern macht deutlich, in welchen Bereichen Wärmenetzbetreiber in den kommenden Jahren detaillierte Untersuchungen zur Machbarkeit eines Wärmenetzes anstoßen. Die Entscheidung, ob und wann ein Wärmenetz in den dargestellten Bereichen gebaut wird, steht noch aus. Ein Anspruch auf Realisierung lässt sich daraus nicht ableiten.

Es sind alle Teilgebiete mit der Zuordnung „Wärmenetz“ oder „Prüfgebiete“ sowie einzelne Teilgebiete mit der Zuordnung „Dezentrale Versorgung“, die auf eine Darstellung als Prüfgebiet untersucht wurden aber nach finaler Abwägung als Gebiete mit dezentrale Versorgung dargestellt werden. Alle Gebiete in Bad Salzuflen, die nicht in den Gebietssteckbriefen inkludiert sind, gelten als „Dezentrale Versorgung“.

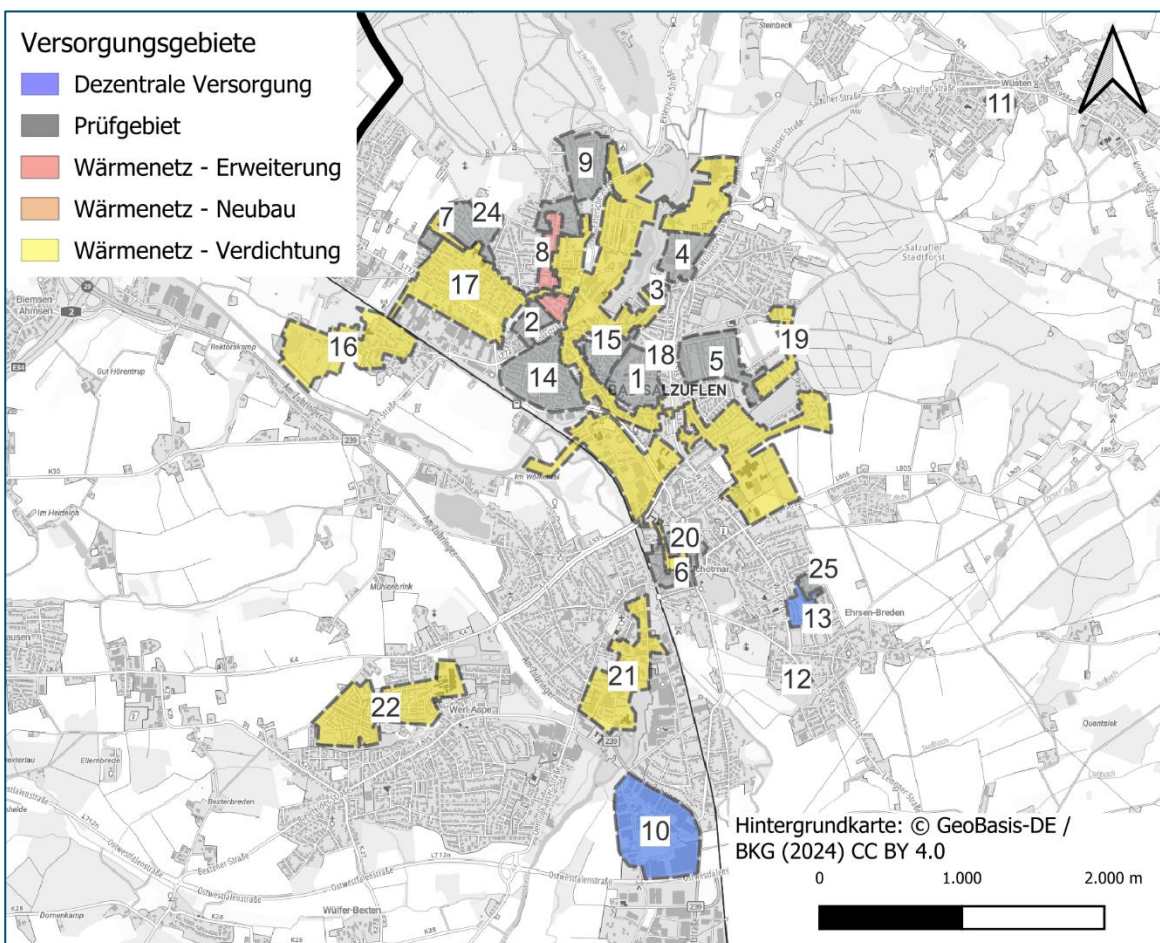


Abbildung 5.8: Wärmenetzgebiete im Horizont bis 2045

Teilgebiet 1, Martin-Luther-Straße	
<p>Größe des Gebiets 12,6 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 280</p> <p>Gesamte Nutzfläche 62.386 m²</p>	<p>Verwaltungsgebiet Bad Salzungen Versorgungsgebiete Prüfgebiet Wärmenetz - Verdichtung</p> <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 6,8</p> <p>Leistung [MW]: 2,8</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 1.738</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 3,9</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Anschluss Bestandsnetz
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Gute Eignung
Zielszenario	Erweiterung des Bestandsnetzes
Ankerkunden Wärmenetz	kommunale Gebäude: 1
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW
Handlungsschritte und Zeitplan	2026 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung 2027 – 2028 Erstellung der Machbarkeitsstudie
Sachkosten (extern)	Studienerstellung ~ 70.000 €
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 811 2040: 1487

Teilgebiet 2, Gröchteweg	
<p>Größe des Gebiets 4,8 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 102</p> <p>Gesamte Nutzfläche 22.117 m²</p>	<p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 2,5</p> <p>Leistung [MW]: 1,0</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 1.632</p> <p>Wärmeliniendichte [MWh/m*a]: 1,5</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Anschluss Bestandsnetz
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Gute Eignung
Zielszenario	Erweiterung des Bestandsnetzes
Ankerkunden Wärmenetz	-
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW
Handlungsschritte und Zeitplan	2026 Einreichung Skizze & Fördermitelantrag für BEW Förderung 2027 – 2028 Erstellung der Machbarkeitsstudie
Sachkosten (extern)	Studienerstellung ~ 70.000 €
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 297 2040: 544

Teilgebiet 3, Wenkenstraße	
<p>Größe des Gebiets 1,6 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 50</p> <p>Gesamte Nutzfläche 8.301 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 1,8</p> <p>Leistung [MW]: 0,8</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 1.407</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 1,3</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Anschluss Bestandsnetz
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Gute Eignung
Zielszenario	Erweiterung des Bestandsnetzes
Ankerkunden Wärmenetz	-
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW
Handlungsschritte und Zeitplan	2027 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung 2027 – 2029 Erstellung der Machbarkeitsstudie
Sachkosten (extern)	Studienerstellung ~ 40.000 €
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 216 2040: 396

Teilgebiet 4, Wüstener Straße	
<p>Größe des Gebiets 8,4 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude und öffentliche Gebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 120</p> <p>Gesamte Nutzfläche 38.364 m²</p>	<p>Verwaltungsgebiet Bad Salzungen</p> <p>Versorgungsgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> Prüfgebiet Satzungsgebiet <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 11,0</p> <p>Leistung [MW]: 4,6</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 2.446</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 4,5</p>
<p>Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung</p>	<p>Anschluss Bestandsnetz</p>
<p>Eignung dezentrale Wärmepumpen</p>	<p>Gute Eignung</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Erweiterung des Bestandsnetzes</p>
<p>Ankerkunden Wärmenetz</p>	<p>-</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>2026 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung</p> <p>2027 – 2028 Erstellung der Machbarkeitsstudie</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Studienerstellung ~ 50.000 €</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a):</p> <p>2030: 1.325</p> <p>2040: 2.430</p>

Teilgebiet 5, Asenburgstraße	
<p>Größe des Gebiets 15,8 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 419</p> <p>Gesamte Nutzfläche 59.085 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 7,3</p> <p>Leistung [MW]: 3,0</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 2.953</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 2,5</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Anschluss Bestandsnetz
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Gute Eignung
Zielszenario	Erweiterung des Bestandsnetzes
Ankerkunden Wärmenetz	Wohnungswirtschaft: 5 Gebäude, kommunale Gebäude: 1
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW
Handlungsschritte und Zeitplan	2026 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung 2027 – 2028 Erstellung der Machbarkeitsstudie
Sachkosten (extern)	Studienerstellung ~ 60.000 €
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 875 2040: 1.605

Teilgebiet 6, Kilianskirche (Erweiterung)	
<p>Größe des Gebiets 9,4 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude & Gebäude des Sektors GHD</p> <p>Anzahl Gebäude 194</p> <p>Gesamte Nutzfläche 50.735 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 5,7</p> <p>Leistung [MW]: 2,4</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 1.927</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 2,9</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Anschluss Bestandsnetz
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Gute Eignung
Zielszenario	Erweiterung des Bestandsnetzes
Ankerkunden Wärmenetz	Wohnungswirtschaft: 7 Gebäude, kommunale Gebäude: 2
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW
Handlungsschritte und Zeitplan	2029 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung 2029 – 2030 Erstellung der Machbarkeitsstudie
Sachkosten (extern)	Studienerstellung ~ 50.000 €
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 681 2040: 1.248

Teilgebiet 7, Wilhelm-Raabe-Straße	
<p>Größe des Gebiets 10,7 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 256</p> <p>Gesamte Nutzfläche 40.775 m²</p>	<p>Verwaltungsgebiet Bad Salzuffen</p> <p>Versorgungsgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> Prüfgebiet Satzungsgebiet <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p> <p>0 80 160 m</p>
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 5,7</p> <p>Leistung [MW]: 2,4</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 3.244</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 1,8</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Anschluss Bestandsnetz
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Gute Eignung
Zielszenario	Erweiterung des Bestandsnetzes
Ankerkunden Wärmenetz	-
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW
Handlungsschritte und Zeitplan	2027 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung 2028 – 2029 Erstellung der Machbarkeitsstudie
Sachkosten (extern)	Studienerstellung ~ 40.000 €
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 687 2040: 1.260

Teilgebiet 8, Moltkestraße	
<p>Größe des Gebiets 5,9 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 104</p> <p>Gesamte Nutzfläche 26.584 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 3,0</p> <p>Leistung [MW]: 1,2</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 2.094</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 2,2</p>
<p>Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung</p>	<p>Anschluss Bestandsnetz</p>
<p>Eignung dezentrale Wärmepumpen</p>	<p>Gute Eignung</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Erweiterung des Bestandsnetzes</p>
<p>Ankerkunden Wärmenetz</p>	<p>-</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>2026 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung</p> <p>2027 – 2028 Erstellung der Machbarkeitsstudie</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Studienerstellung ~ 40.000 €</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a):</p> <p>2030: 359</p> <p>2040: 658</p>

Teilgebiet 9, An der Hellrüsche	
<p>Größe des Gebiets 12,2 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 204</p> <p>Gesamte Nutzfläche 40.989 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 4,7</p> <p>Leistung [MW]: 2,0</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 2.262</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 2,1</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Anschluss Bestandsnetz
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Gute Eignung
Zielszenario	Erweiterung des Bestandsnetzes
Ankerkunden Wärmenetz	kommunale Gebäude: 1
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW
Handlungsschritte und Zeitplan	2029 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung 2030 – 2031 Erstellung der Machbarkeitsstudie
Sachkosten (extern)	Studienerstellung ~ 40.000 €
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 566 2040: 1.037

Teilgebiet 10, Daimlerstraße	
<p>Größe des Gebiets 32,2 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Gebäude des Sektors GHD</p> <p>Anzahl Gebäude 106</p> <p>Gesamte Nutzfläche 211.285 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 9,2</p> <p>Leistung [MW]: 3,8</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 1.608</p> <p>Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 5,7</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Nach detaillierter Prüfung kein Wärmenetz geplant
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Geringe Eignung
Zielszenario	Dezentrale Versorgung
Ankerkunden Wärmenetz	kommunale Gebäude: 2
Vorgesehene Maßnahmen	Nach detaillierter Prüfung kein Wärmenetz geplant
Handlungsschritte und Zeitplan	-
Sachkosten (extern)	-
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): keine Wärmenetzmaßnahme

Teilgebiet 11, Ev. Stiftung zu Wüsten	
<p>Größe des Gebiets 2,6 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 32</p> <p>Gesamte Nutzfläche 11.573 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 2,95</p> <p>Leistung [MW]: 1,23</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 81</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 36,4</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Wärmenetz in Prüfung
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Gute Eignung
Zielszenario	Aufbau eines Wärmenetzes
Ankerkunden Wärmenetz	-
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW
Handlungsschritte und Zeitplan	2032 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung 2033 – 2034 Erstellung der Machbarkeitsstudie
Sachkosten (extern)	Studienerstellung ~ 40.000 €
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 354 2040: 648

Teilgebiet 12, Auf dem Röhn	
<p>Größe des Gebiets 2,3 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 35</p> <p>Gesamte Nutzfläche 9.879 m²</p>	<p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 1,1</p> <p>Leistung [MW]: 0,4</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 319</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 3,3</p>
<p>Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung</p>	<p>Nach detaillierter Prüfung kein Wärmenetz geplant</p>
<p>Eignung dezentrale Wärmepumpen</p>	<p>Gute Eignung</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Dezentrale Versorgung</p>
<p>Ankerkunden Wärmenetz</p>	<p>-</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Nach detaillierter Prüfung kein Wärmenetz geplant</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>-</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): keine Wärmenetzmaßnahme</p>

Teilgebiet 13, Dresdner Straße	
<p>Größe des Gebiets 4,6 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 110</p> <p>Gesamte Nutzfläche 13.673 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 2,0</p> <p>Leistung [MW]: 0,8</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 904</p> <p>Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 2,2</p>
<p>Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung</p>	<p>Nach detaillierter Prüfung kein Wärmenetz geplant</p>
<p>Eignung dezentrale Wärmepumpen</p>	<p>Gute Eignung</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Dezentrale Versorgung</p>
<p>Ankerkunden Wärmenetz</p>	<p>Wohnungswirtschaft: 7 Gebäude, kommunale Gebäude: 1</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Nach detaillierter Prüfung kein Wärmenetz geplant</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>-</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>-</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): keine Wärmenetzmaßnahme</p>

Teilgebiet 14, Zentrum (Süd-West)	
<p>Größe des Gebiets 19,8 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 492</p> <p>Gesamte Nutzfläche 107.862 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 12,3</p> <p>Leistung [MW]: 5,1</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 4.666</p> <p>Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 2,6</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Klärwerk Ziegelstraße, Werre
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Gute Eignung
Zielszenario	Prüfung eines Wärmenetzes
Ankerkunden Wärmenetz	kommunale Gebäude: 2
Vorgesehene Maßnahmen	Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW
Handlungsschritte und Zeitplan	2026 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung 2027 – 2029 Erstellung der Machbarkeitsstudie
Sachkosten (extern)	Studienerstellung ~ 70.000 €
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): 2030: 1.470 2040: 2.695

Teilgebiet 15, Zentrum (Nord-Ost)	
<p>Größe des Gebiets 6,5 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 156</p> <p>Gesamte Nutzfläche 44.147 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 4,3</p> <p>Leistung [MW]: 1,8</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 2.041</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 2,1</p>
<p>Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung</p>	<p>Anschluss Bestandsnetz, Abwasserkanal</p>
<p>Eignung dezentrale Wärmepumpen</p>	<p>Gute Eignung</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Prüfung eines Wärmenetzes</p>
<p>Ankerkunden Wärmenetz</p>	<p>kommunale Gebäude: 1</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Erstellung Machbarkeitsstudie nach BEW</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>2026 Einreichung Skizze & Fördermittelantrag für BEW Förderung</p> <p>2027 – 2029 Erstellung der Machbarkeitsstudie</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Studienerstellung ~ 70.000 €</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 521 2040: 955</p>

Teilgebiet 16, Ziegelstraße	
<p>Größe des Gebiets 28,3 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 165</p> <p>Gesamte Nutzfläche 34.968 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 3,8</p> <p>Leistung [MW]: 1,6</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 2.048</p> <p>Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 1,8</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Klärwerk, Werre & Bega, IKWK
Eignung dezentrale Wärmepumpen	geringe Eignung
Zielszenario	Bestandsnetz
Ankerkunden Wärmenetz	Wohnungswirtschaft: 16 Gebäude, kommunale Gebäude: 8
Vorgesehene Maßnahmen	Bestandsnetz
Handlungsschritte und Zeitplan	Bestandsnetz
Sachkosten (extern)	Bestandsnetz
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): Bestandsnetz

Teilgebiet 17, Herforder Straße	
<p>Größe des Gebiets 38,3 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 515</p> <p>Gesamte Nutzfläche 113.986 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 11,9</p> <p>Leistung [MW]: 4,9</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 6.572</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 1,8</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Klärwerk, Werre & Bega, IKWK
Eignung dezentrale Wärmepumpen	geringe Eignung
Zielszenario	Bestandsnetz
Ankerkunden Wärmenetz	Wohnungswirtschaft: 3 Gebäude, kommunale Gebäude: 4
Vorgesehene Maßnahmen	Bestandsnetz
Handlungsschritte und Zeitplan	Bestandsnetz
Sachkosten (extern)	Bestandsnetz
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): Bestandsnetz

Teilgebiet 18, Zentrales Wärmenetz	
<p>Größe des Gebiets 143,9 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude & Gebäude des Sektors GHD</p> <p>Anzahl Gebäude 1.215</p> <p>Gesamte Nutzfläche 601.193 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 40,1</p> <p>Leistung [MW]: 16,7</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 23.656</p> <p>Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 1,7</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Klärwerk, Werre & Bega
Eignung dezentrale Wärmepumpen	Mittlere Eignung
Zielszenario	Bestandsnetz mit treibhausgasneutraler Wärmerversorgung
Ankerkunden Wärmenetz	Wohnungswirtschaft: 2 Gebäude, kommunale Gebäude: 81
Vorgesehene Maßnahmen	Bestandsnetz
Handlungsschritte und Zeitplan	Bestandsnetz
Sachkosten (extern)	Bestandsnetz
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): Bestandsnetz

Teilgebiet 19, Damaschkestraße	
<p>Größe des Gebiets 7,2 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 80</p> <p>Gesamte Nutzfläche 20.658 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 4,8</p> <p>Leistung [MW]: 2,0</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 1.872</p> <p>Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 2,6</p>
<p>Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung</p>	<p>Erschließung über Fernwärme Bestandsnetz</p>
<p>Eignung dezentrale Wärmepumpen</p>	<p>geringe Eignung</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Bestandsnetz mit treibhausgasneutraler Wärmerversorgung</p>
<p>Ankerkunden Wärmenetz</p>	<p>Wohnungswirtschaft: 29 Gebäude</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): Bestandsnetz</p>

Teilgebiet 20, Kilianskirche	
<p>Größe des Gebiets 3,1 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude & Öffentliche Gebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 38</p> <p>Gesamte Nutzfläche 11.922 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 1,3</p> <p>Leistung [MW]: 0,6</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 3.235</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 0,4</p>
<p>Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung</p>	<p>Anschluss Bestandsnetz</p>
<p>Eignung dezentrale Wärmepumpen</p>	<p>gute Eignung</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Bestandsnetz mit treibhausgasneutraler Wärmerversorgung</p>
<p>Ankerkunden Wärmenetz</p>	<p>kommunale Gebäude: 3</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): Bestandsnetz</p>

Teilgebiet 21, SW Bad Salzflun	
<p>Größe des Gebiets 23,9 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Gebäude des GHD & Industrie</p> <p>Anzahl Gebäude 120</p> <p>Gesamte Nutzfläche 79.137 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 4,0</p> <p>Leistung [MW]: 1,7</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 2.699</p> <p>Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 1,5</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Erschließung über Fernwärme Bestandsnetz
Eignung dezentrale Wärmepumpen	geringe Eignung
Zielszenario	Bestandsnetz mit treibhausgasneutraler Wärmerversorgung
Ankerkunden Wärmenetz	Wohnungswirtschaft: 22 Gebäude, kommunale Gebäude: 4
Vorgesehene Maßnahmen	Bestandsnetz
Handlungsschritte und Zeitplan	Bestandsnetz
Sachkosten (extern)	Bestandsnetz
Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i>	THG-Einsparungen (t/a): Bestandsnetz

Teilgebiet 22, Grundschule Knetterheide	
<p>Größe des Gebiets 31,1 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 505</p> <p>Gesamte Nutzfläche 84.017 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 27,8</p> <p>Leistung [MW]: 11,6</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 4.482</p> <p>Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 6,2</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	In Klärung
Eignung dezentrale Wärmepumpen	geringe Eignung
Zielszenario	Bestandsnetz mit treibhausgasneutraler Wärmerversorgung
Ankerkunden Wärmenetz	kommunale Gebäude: 5
Vorgesehene Maßnahmen	Bestandsnetz
Handlungsschritte und Zeitplan	Bestandsnetz
Sachkosten (extern)	Bestandsnetz
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 3.341 2040: 6.125</p>

Teilgebiet 23, Roonstraße	
<p>Größe des Gebiets 3,1 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 53</p> <p>Gesamte Nutzfläche 20.409 m²</p>	<p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 2,5</p> <p>Leistung [MW]: 1,0</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 950</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 2,6</p>
<p>Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung</p>	<p>Erschließung über Fernwärme Bestandsnetz</p>
<p>Eignung dezentrale Wärmepumpen</p>	<p>geringe Eignung</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Bestandsnetz mit treibhausgasneutraler Wärmerversorgung</p>
<p>Ankerkunden Wärmenetz</p>	<p>kommunale Gebäude: 5</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 299 2040: 549</p>

Teilgebiet 24, Wilhelm-Raabe-Straße	
<p>Größe des Gebiets 10,7 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 256</p> <p>Gesamte Nutzfläche 40.775 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 5,7</p> <p>Leistung [MW]: 2,4</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 3.244</p> <p>Wärmeliniedichte [MWh/m*a]: 1,8</p>
Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung	Erschließung über Fernwärme Bestandsnetz
Eignung dezentrale Wärmepumpen	geringe Eignung
Zielszenario	Bestandsnetz mit treibhausgasneutraler Wärmerversorgung
Ankerkunden Wärmenetz	kommunale Gebäude: 5
Vorgesehene Maßnahmen	Bestandsnetz
Handlungsschritte und Zeitplan	Bestandsnetz
Sachkosten (extern)	Bestandsnetz
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 687 2040: 1.260</p>

Teilgebiet 25, Dresdener Straße	
<p>Größe des Gebiets 1,8 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Anzahl Gebäude 20</p> <p>Gesamte Nutzfläche 7.459 m²</p>	
<p>Wärmebedarf</p> <p>IST [GWh/a]: 0,7</p> <p>Leistung [MW]: 0,3</p>	<p>Netzlängen:</p> <p>Wärmenetz [m]: 370</p> <p>Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]: 1,8</p>
<p>Potenziale für zentrale Wärmeerzeugung</p>	<p>KWK</p>
<p>Eignung dezentrale Wärmepumpen</p>	<p>geringe Eignung</p>
<p>Zielszenario</p>	<p>Bestandsnetz mit treibhausgasneutraler Wärmerversorgung</p>
<p>Ankerkunden Wärmenetz</p>	<p>kommunale Gebäude: 5</p>
<p>Vorgesehene Maßnahmen</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Handlungsschritte und Zeitplan</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Sachkosten (extern)</p>	<p>Bestandsnetz</p>
<p>Endenergieeinsparungen (GWh/a): <i>kein Fokus der Maßnahme</i></p>	<p>THG-Einsparungen (t/a): 2030: 78 2040: 143</p>

5.1.5 Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Gemäß § 18 WPG Abs. 5 sollen Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial kenntlich gemacht werden. Die Entscheidung für ein Gebiet mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial wurde auf Basis des spezifischen Wärmebedarfs gefällt. In diesen Bereichen weisen die Gebäude mehrheitlich ein hohes Sanierungspotenzial auf, das durch entsprechende Maßnahmen priorisiert gehoben werden sollte.

Um die Herausforderungen gezielt anzugehen, sollten energetische Quartierskonzepte erarbeitet werden. Zwar weisen alle Gebiete einen hohen spezifischen Wärmebedarf auf, jedoch sind die Gebiete dennoch unterschiedlich zu bewerten. Im besten Fall lassen sich die Erkenntnisse auf andere Gebiete übertragen. Eine Übersicht der Gebiete findet sich auf Abbildung 5.9.

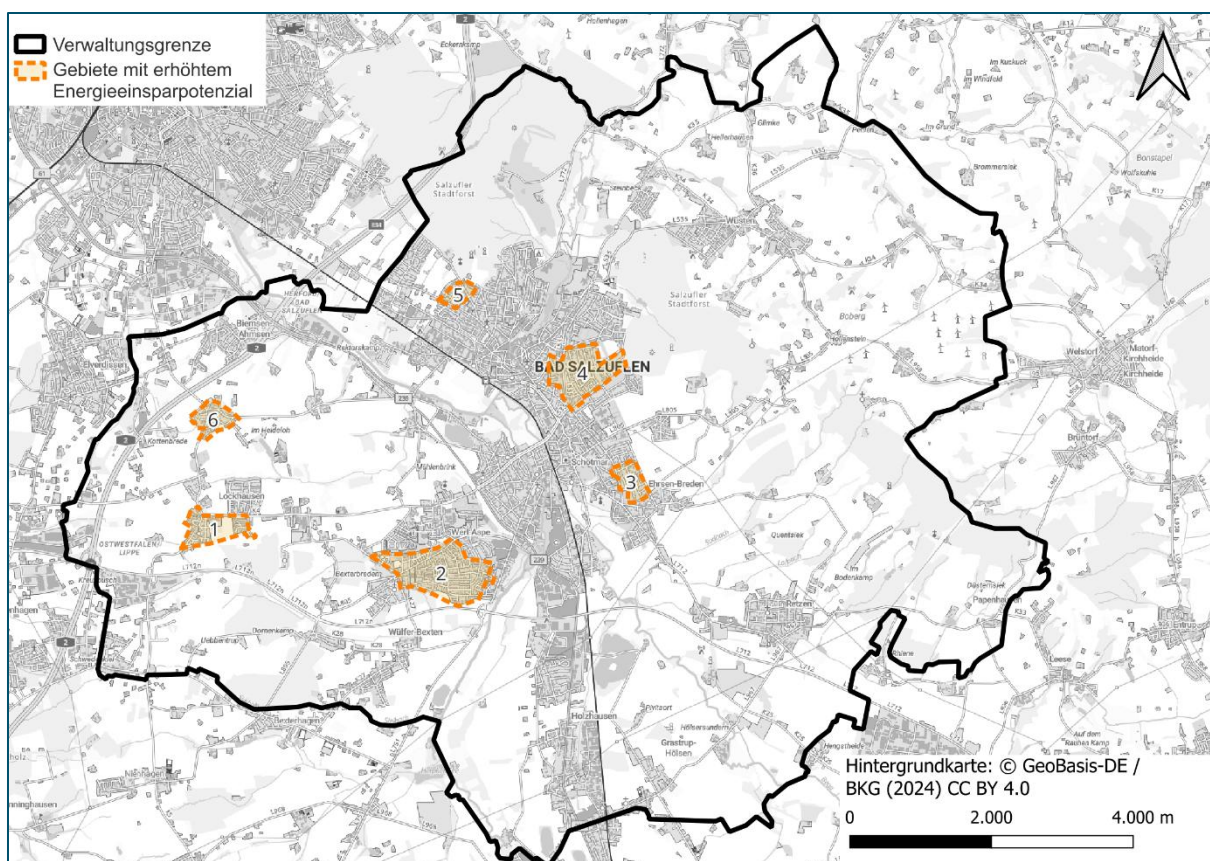


Abbildung 5.9: Übersichtskarte der Bereiche mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Teilgebiet 1 mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	
<p>Größe des Gebiets 33 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Energieeffizienz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 5,2 GWh/a</p>	
Potenziale	Energieeinsparung
Zielszenario	Energetisch verbesserter Gebäudebestand
Vorgesehene Maßnahmen	Unterstützung durch Sanierungsmanagement
Handlungsschritte und Zeitplan	
Personalaufwand	~ 0,5 VZÄ
Sachkosten (extern)	Energetisches Quartierskonzept ~ 60.000 €
Finanzierungsansatz	Fördermittel aus Landesförderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Wärmebedarfseinsparung (GWh/a): bis zu 1,0	THG-Einsparungen (t/a): 229
Wertschöpfung	Aufwertung der Gebäudestruktur und des Quartiers

Teilgebiet 2 mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	
<p>Größe des Gebiets 86 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Energieeffizienz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 23,6 GWh/a</p>	
Potenziale	Energieeinsparung
Zielszenario	Energetisch verbesserter Gebäudebestand
Vorgesehene Maßnahmen	Unterstützung durch Sanierungsmanagement
Handlungsschritte und Zeitplan	
Personalaufwand	~ 0,5 VZÄ
Sachkosten (extern)	Energetisches Quartierskonzept ~ 60.000 €
Finanzierungsansatz	Fördermittel aus Landesförderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Wärmebedarfseinsparung (GWh/a): bis zu 3,7	THG-Einsparungen (t/a): 881
Wertschöpfung	Aufwertung der Gebäudestruktur und des Quartiers

Teilgebiet 3 mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	
<p>Größe des Gebiets 18 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Energieeffizienz</p>	<p>Maßnahmengebiete Energieeffizienz</p> <p>Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0</p>
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 7,3 GWh/a</p>	
Potenziale	Energieeinsparung
Zielszenario	Energetisch verbesserter Gebäudebestand
Vorgesehene Maßnahmen	Unterstützung durch Sanierungsmanagement
Handlungsschritte und Zeitplan	
Personalaufwand	~ 0,5 VZÄ
Sachkosten (extern)	Energetisches Quartierskonzept ~ 60.000 €
Finanzierungsansatz	Fördermittel aus Landesförderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Wärmebedarfseinsparung (GWh/a): bis zu 1,6	THG-Einsparungen (t/a): 383
Wertschöpfung	Aufwertung der Gebäudestruktur und des Quartiers

Teilgebiet 4 mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	
<p>Größe des Gebiets 57 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Energieeffizienz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 23,9 GWh/a</p>	
Potenziale	Energieeinsparung
Zielszenario	Energetisch verbesserter Gebäudebestand
Vorgesehene Maßnahmen	Unterstützung durch Sanierungsmanagement
Handlungsschritte und Zeitplan	
Personalaufwand	~ 0,5 VZÄ
Sachkosten (extern)	Energetisches Quartierskonzept ~ 60.000 €
Finanzierungsansatz	Fördermittel aus Landesförderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	hoch
Wärmebedarfseinsparung (GWh/a): bis zu 6,7	THG-Einsparungen (t/a): 1.606
Wertschöpfung	Aufwertung der Gebäudestruktur und des Quartiers

Teilgebiet 5 mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	
<p>Größe des Gebiets 11 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Energieeffizienz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 5,8 GWh/a</p>	
Potenziale	Energieeinsparung
Zielszenario	Energetisch verbesserter Gebäudebestand
Vorgesehene Maßnahmen	Unterstützung durch Sanierungsmanagement
Handlungsschritte und Zeitplan	
Personalaufwand	~ 0,5 VZÄ
Sachkosten (extern)	Energetisches Quartierskonzept ~ 60.000 €
Finanzierungsansatz	Fördermittel aus Landesförderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	mittel
Wärmebedarfseinsparung (GWh/a): bis zu 1,7	THG-Einsparungen (t/a): 399
Wertschöpfung	Aufwertung der Gebäudestruktur und des Quartiers

Teilgebiet 6 mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	
<p>Größe des Gebiets 21 ha</p> <p>Vorwiegender Gebäudetyp Wohngebäude</p> <p>Maßnahmentyp Energieeffizienz</p>	
<p>Wärmebedarf IST [GWh/a]: 3,7 GWh/a</p>	
Potenziale	Energieeinsparung
Zielszenario	Energetisch verbesserter Gebäudebestand
Vorgesehene Maßnahmen	Unterstützung durch Sanierungsmanagement
Handlungsschritte und Zeitplan	
Personalaufwand	~ 0,5 VZÄ
Sachkosten (extern)	Energetisches Quartierskonzept ~ 60.000 €
Finanzierungsansatz	Fördermittel aus Landesförderung
Klima-Wirksamkeit (qualitativ)	gering
Wärmebedarfseinsparung (GWh/a): bis zu 0,5	THG-Einsparungen (t/a): 121
Wertschöpfung	Aufwertung der Gebäudestruktur und des Quartiers

5.1.6 Entwicklung Gasversorgung bis 2045

Die Ergebnisse der Szenarienrechnung für Bad Salzuflen in Bezug auf die Gasversorgung decken sich mit den Annahmen auf Bundesebene. So kommt eine Agora-Studie zu Erdgasverteilnetzen zu dem Schluss, dass die Länge von Gasverteilnetzen bis zum Jahr 2045 um 71 – 94 % abnimmt und Netze teilweise komplett stillgelegt werden (Zipse, 2022).

Alternative Nutzungsmöglichkeiten des Gasnetzes

Sollte keine alternative Nutzung eines Gasnetzes infrage kommen, etwa zur Verteilung von Wasserstoff oder CO₂ für Industriebetriebe, oder als Leerrohre für Strom- und Telekommunikationsleitungen, wird das Gasnetz stillgelegt. Die Transformation von Gasverteilnetzen ist in § 28 WPG geregelt (Pezzutto, et al., 2019). Kommunen stehen hier möglicherweise vor einem Dilemma. Eine Umrüstung der Gasnetze zur Vermögenserhaltung ist zwar nachvollziehbar, doch aus Perspektive einer nachhaltigen Energieplanung erscheint die Verwendung von grünem Wasserstoff für eine flächendeckende Wärmeversorgung, wie in Abschnitt 3.6 dargestellt, ungeeignet.

Vor diesem Hintergrund wird der Einsatz von Wasserstoff einer starken Priorisierung unterliegen, die zuerst solche Sektoren berücksichtigt, in welchen keine adäquaten Alternativen zur Verfügung stehen und wo der Infrastrukturbedarf für den Wasserstoffeinsatz zudem möglichst gering ist. Dazu gehören die industrielle Anwendung und die Bereitstellung von Hochtemperatur-Prozesswärme, die Nutzung in Kraftwerken zur Gewährleistung der elektrischen Versorgungssicherheit, die Mobilität (insb. Schiffs- und Luftverkehr) sowie der nicht-energetische Verbrauch.

Stilllegung des Gasnetzes

Kommt dem Gasnetz kein neuer Zweck zu, würde sich dieses zu einem „Stranded Asset“ entwickeln. Also einer Investition, die vor dem Ende ihrer voraussichtlichen Nutzungsdauer vorzeitig ihren Wert verliert. Weder Betreiber noch Anteilseigner haben Interesse an einem vorzeitigen Wertverlust der Infrastruktur, zumal die Abschreibungsdauer für die Gasinfrastruktur meist 45 Jahre beträgt (Zipse, 2022). Hans-Jochen Luhmann (Dahms, et al., 2017) vom Wuppertal Institut argumentiert allerdings, dass die Kommunen als hoheitlicher Akteur prioritär eine günstige Wärmeversorgung für ihre Einwohner:innen forcieren sollten.

Laut Oberle kann die Stilllegung durch drei unterschiedliche Maßnahmen erfolgen, die von dem Durchmesser der stillzulegenden Leitung und den Besitzverhältnissen des betroffenen Grundstücks abhängen (Pezzutto, et al., 2019). Die kostengünstigste Maßnahme ist die Versiegelung. Hierbei verbleibt die Gasleitung im Untergrund und wird mit Schutzgas inertisiert, d. h. mit Schutzgas gefüllt, um eine Explosionsgefahr auszuschließen.

Bei der Verdämmung und Versiegelung verbleibt die Leitung ebenfalls im Untergrund, wird jedoch zusätzlich verfüllt, damit kein Hohlraum verbleibt. Als Füllmaterial eignet sich unter anderem Betonit.

Der Rückbau einer Leitung stellt die dritte Option dar. Hierbei wird die Leitung vollständig aus dem Untergrund entfernt. Für den Rückbau sind die Besitzverhältnisse von besonderer Relevanz. Frontier Economics et al. zufolge können Städte und Gemeinden als Grundstücksbesitzer in den Konzessionsverträgen einen Rückbau oder eine entsprechende Sicherung von passiven Leitungen fordern (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2022).

Umgang mit bestehenden Konzessionsverträgen

Für bereits laufende Konzessionsverträge sieht das Energierecht laut §§ 46 ff. EnWG (Energiewirtschaftsgesetz) keine Änderungsmöglichkeiten vor. Die allgemeinen Vorschriften des Vertragsrechts nach § 313 Abs. 1 BGB können nach Senders (2022) angewandt werden. Allerdings ist unklar, ob der Beschluss eines Wärmeplans durch die Gemeinde eine „Störung der Geschäftsgrundlage“ darstellt, um damit eine Vertragsanpassung einzufordern. Auch die Möglichkeit der Vertragskündigung aus wichtigem Grund nach § 314 BGB dürfte ausscheiden, denn dieser liegt nicht vor, soweit es sich um Umstände handelt, die „sich dem Einfluss des Kündigungsgegners entziehen“ (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein- Westfalen, 2024). Zusammengefasst dürfte der Handlungsspielraum der Kommunen, laufende Konzessionsverträge anzupassen, sehr begrenzt sein.

Umso wichtiger ist die individuelle Berücksichtigung der Laufzeit von künftigen Konzessionsverträgen, um Flexibilität in der kommunalen Wärmeplanung zu erreichen. Weitere Informationen dazu liefert Senders (2022). Dieser untersuchte im Auftrag der Stiftung Umweltenergierecht die Handlungsspielräume für künftige Konzessionsverträge hinsichtlich der (1) Laufzeit, (2) Staffelung der Konzessionsabgaben nach klimaschutzbezogenen Kriterien, (3) Förderung der Wärmeplanung durch erneuerbare Energien als Vergabekriterien, (4) Übernahme des Netzbetriebs durch Kommunen und (5) Einstellung des Gasnetzbetriebs. Der Fokus des nachfolgenden Abschnitts liegt auf der Stilllegung des Gastnetzbetriebs.

Rechtliche Hürden in der Stilllegung der Gasnetze

In § 28 Abs. 3 Nr. 2 WPG wird zwar deutlich, dass eine Einstellung der Gasversorgung grundsätzlich vom Gesetzgeber vorgesehen ist. Jedoch finden sich keine Hinweise auf die Vorgehensweise und vor allem bleibt das Verhältnis zu den nachfolgend genannten Gesetzen unklar. Denn die Rechtslage umfasst derzeit nicht den Fall, dass trotz Bedarfs eine Stilllegung aufgrund einer politischen Entscheidung, wie der kommunalen Wärmeplanung, erfolgen soll. Unabhängig davon, ob eine Gemeinde den Netzbetreiber zur Einstellung des Gasnetzbetriebs bewegen kann, stehen einer solchen Einstellung die §§ 11, 17 f. und 36 EnWG in Verbindung mit der Gasgrundversorgungsverordnung (GasGVV) entgegen, da diese die Grundversorgungspflicht regeln und § 11 EnWG den bedarfsgerechten Netzausbau vorgibt (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein- Westfalen, 2024).

Die kommunale Daseinsvorsorge ist verfassungsrechtlich im Sozialstaatsprinzip nach Art. 20 Abs. 1 Grundgesetz (GG) verankert und wird in den Gemeindeordnungen der Bundesländer konkretisiert.

Das Bundesverfassungsgericht bezeichnet die Energieversorgung als „eine Leistung, deren der Bürger zur Sicherung einer menschenwürdigen Existenz unumgänglich bedarf“ (BVerfGE 66, 248 (258)). Damit, aber auch durch die Daseinsvorsorge, nimmt der Anspruch auf Energieversorgung in Form von Strom und auch Gas einen verfassungsrechtlichen Charakter an. Eine alternativlose Einstellung der Gasversorgung wäre demnach verfassungswidrig. Diese Darlegung könnte weder durch kommunale noch durch Landesgesetzgebung überwunden werden.

Zudem stellt dies einen Eingriff in Art. 14 GG hinsichtlich der Inhalts- und Schrankenbestimmung und mindestens einen Eingriff in das weit interpretierbare Grundrecht auf allgemeine Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) dar. Allerdings kann ein solcher Eingriff gerechtfertigt oder zumindest verhältnismäßig sein, wenn ausreichende Übergangsfristen gewährt werden, die auch die Entwicklung des Wertverlusts der Anlagen berücksichtigen.

Letztlich ist jedoch fraglich, ob die Energieversorgung ausschließlich mit den derzeit verfügbaren Ressourcen und dem in § 3 Nr. 14 EnWG definierten Energiebegriff gedeckt werden muss. Wahrscheinlicher ist, dass die Daseinsvorsorge kein impliziertes Recht auf einen bestimmten Energieträger, in diesem Fall Gas, beinhaltet, sondern eine energieträgerunabhängige Versorgung

vorsieht, die haushalts- und kundentypisch ist, um die alltäglichen Abläufe bewältigen zu können (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein- Westfalen, 2024).

Das GEG bietet in diesem Kontext keine Lenkungswirkung zum Ausstieg aus der Gasversorgung, da nach GEG weiterhin bilanzielles Biomethan genutzt werden kann. Die Regelung ergibt sich aus § 71f Abs. 3 S. 1 GEG 2024 in Verbindung mit § 22 Abs. 1 Satz 1 Nummer 2 Buchstabe c und d GEG. Die Tatsache, dass Biomethan als Erfüllungsoption gilt, um eine Heizungsanlage bilanziell anteilig mit erneuerbarer Energie zu betreiben, ist insofern hinderlich für den Gasnetzrückbau, als dass das Gasnetz für einige wenige Verbraucher:innen erhalten bleiben muss. Allerdings sind Ökogastarife laut Ökogas-Barometer 2022, einer Untersuchung des Energieversorgers Polarstern, nur beschränkt verfügbar und in der Tendenz rückläufig, wodurch unklar bleibt, wie stark die Regelung letztlich ins Gewicht fallen wird (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), 2023).

Auch das Unterlassen von Konzessionsneuausschreibungen stellt kein geeignetes Vorgehen zur Einstellung der Gasversorgung dar. Sollte eine Konzession auslaufen und die Gemeinde eine Neuausschreibung unterlassen, um die netzgebundene Gasversorgung einzustellen, könnte dies in Konflikt mit § 46 Abs. 1 EnWG stehen, da, wie bereits erörtert, eine Gemeinde zum Betrieb und Ausbau des Netzes verpflichtet ist. Auch in diesem Fall müssten die rechtlichen Bedingungen auf Bundesebene angepasst werden (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein- Westfalen, 2024).

Europäisches Recht und Verfassungsrecht stehen einem Ausstieg aus der Gasversorgung grundsätzlich nicht entgegen. Konflikte ergeben sich derzeit insbesondere aus einfachem Recht. Der Handlungsspielraum muss daher bundesgesetzlich ermöglicht werden. Ein besonders günstiger Zeitpunkt ergibt sich bei auslaufenden Gaskonzessionsverträgen, wenn auch in eingeschränktem Maße. Sollten neue Verträge geschlossen werden, sind kürzere Laufzeiten empfehlenswert. Des Weiteren sollten neue Verträge Kriterien der Umweltverträglichkeit beinhalten bzw. einen hohen Versorgungsanteil aus erneuerbaren Energien höher gewichten (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein- Westfalen, 2024).

Um die genannten rechtlichen Risiken zu minimieren, empfiehlt sich eine frühzeitige und langfristige Planung des Ausstiegs. Die Stadt Zürich nimmt in diesem Kontext eine Vorreiterrolle ein. Der Stadtrat fasste im Jahr 1992 den Entschluss der Stilllegung des Gasnetzes ab 2021. Bis zum Jahr 2024 wird die Wärmeversorgung der Stadt durch ein Heizkraftwerk ersetzt. Eigentümer wurden frühzeitig informiert, um Planungssicherheit zu schaffen. Zudem minimierte die lange Planungsphase die „Stranded Assets“ für die Netzbetriebe und die Endnutzer:innen – und somit auch eventuelle Entschädigungszahlungen. St. Gallen folgte dem Züricher Beispiel. Hier werden die Restbuchwerte des Gasnetzes durch die Fernwärmeversorgung vergütet. Voraussetzung für eine solch langfristige Planung sind allerdings gesicherte Besitzverhältnisse. Im besten Fall betreibt oder besitzt dasselbe Unternehmen das Gas- und das Fernwärmenetz (Pezzutto, et al., 2019).

5.2 Entwicklung Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

Im Folgenden werden die Maßnahmen, die gebraucht werden, um die Ziele der Szenarienrechnung zu erreichen, in Form von Steckbriefen dargestellt. In den Maßnahmenblättern werden die Maßnahmen beschrieben und über Kennzahlen quantitativ eingeordnet. Maßnahmen mit sehr hoher Priorität sollten unverzüglich umgesetzt werden, da diese in der Regel das Fundament für die Umsetzung weiterer Maßnahmen und Projekte bilden.

Der Maßnahmenplan umfasst 31 Maßnahmen. Es handelt sich dabei um gutachterliche Empfehlungen des Hamburg Instituts, welche den notwendigen Handlungsbedarf aufzeigen. Die Maßnahmen wurden vor einem wissenschaftlichen Hintergrund kategorisiert und priorisiert. Bei den Personalbedarfen und Kosten handelt es sich um indikative Schätzungen. Somit können Abwägungen und Beschlüsse vorbereitet werden. Im weiteren Vorgehen wären dann noch zusätzliche Recherchen und Prüfungen erforderlich.

Einige der Maßnahmen befinden sich bereits in Umsetzung oder Vorbereitung und werden somit durch die kommunale Wärmeplanung bestätigt. Der Maßnahmenkatalog sollte nicht als „in Stein gemeißelt“ betrachtet werden, sondern vielmehr „lebendig“ bleiben. Durch Veränderungen von Rahmenbedingungen, die oft auch auf übergeordneter Ebene eintreten – wie etwa technologische Entwicklungen oder Gesetzesänderungen auf Bundesebene – können sich neue Potenziale zur Emissionsminderung ergeben. Daher sollten die Rahmenbedingungen stets beobachtet, neue Potenziale ermittelt und der Maßnahmenplan entsprechend angepasst werden. Nachsteuerungsbedarf ergibt sich ggf. auch aus dem Monitoring der Maßnahmenumsetzung.



Maßnahmennummer: 1	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fortführung eines One-Stop-Shop durch EnergieDach				
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist es, Eigentümerinnen durch einen One-Stop-Shop zur Installation von Photovoltaik-Anlagen zu motivieren. Statt verschiedene Dienstleisterinnen und administrative Schritte selbst koordinieren zu müssen, erhalten sie eine zentrale Anlaufstelle, die Beratung, Planung, Förderinformationen und die Abstimmung aller Gewerke bündelt. Ein zentraler Standort sowie ein nutzerfreundlicher Online-Auftritt erleichtern zusätzlich den Zugang und die Terminbuchung.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Bürger:innen, Handwerksbetriebe, Energieberater				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Räume für Anlaufstelle finden, Personal einstellen, Beratung bewerben				
Wirkungsindikator: Anzahl Beratungsgespräche; Anzahl installierter PV-Anlagen				
Personalaufwand: 1 VZÄ				
Sachkosten: Miet- und Betriebskosten Anlaufstelle, Marketingkosten				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 2	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: 1-3 Jahre	Priorität: Mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Prüfung der Beteiligung von Genossenschaften				
Beschreibung: Die Maßnahme ermöglicht Bürger*innen eine direkte Beteiligung an der Energiewende, indem die Kommune Bürgerenergiegenossenschaften durch Flächenbereitstellung, Bürokratieabbau, Beratung, Öffentlichkeitsarbeit sowie finanzielle Unterstützung und Kooperationen fördert.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Bürger:innen, Stadtverwaltung, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung rechtlicher und finanzieller Rahmenbedingungen, Kontaktaufnahme mit bestehenden Genossenschaften, Konzepterstellung Wirkungsindikator: Anzahl gegründeter oder beteiligter Genossenschaften				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: ggf. externe Beratungskosten Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 3	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fortführung eines wiederkehrenden Jour Fixe				
Beschreibung: Etablierung regelmäßige Abstimmung zwischen Stadt und Stadtwerken als wiederkehrender Jour Fixe zum Thema Fernwärmnetzausbau und Wärmeplanung				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Terminfindung verschicken, Termin einstellen (online oder digital) Wirkungsindikator: Anzahl durchgeführter Jour-Fixe-Termine; Anzahl abgestimmter Maßnahmen				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ) Sachkosten: keine Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 4	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fortführung der Anschlussprämie Fernwärmeanschluss				
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist die Steigerung der Fernwärmeanschlusszahlen durch finanzielle Anreize. Um die Anzahl der Fernwärmanschlüsse und auch die Wirtschaftlichkeit des Gesamtnetzes zu erhöhen, kann eine Kommune Anschlussprämien für potenzielle Kund*innen anbieten. Diese Anschlussprämie kann in Form einer finanziellen Zuwendung oder weiterer Benefits wie z. B. durch einen ergänzenden Glasfaseranschluss erfolgen.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Förderung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Absprache mit den Stadtwerken suchen Wirkungsindikator: Anzahl neuer Fernwärmeanschlüsse durch Prämie				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: als Pilotbudget festzulegen Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 5	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fernwärmekataster				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht vor, Eigentümer*innen verlässliche und transparente Informationen zur Verfügung zu stellen, um sie bei der Entscheidung für oder gegen einen Fernwärmeanschluss zu unterstützen. Hierfür wird gemeinsam mit den Stadtwerken ein öffentlich zugängliches, gebäudescharfes Online-Kataster bereitgestellt, das bestehende und geplante Fernwärmenetze inklusive Zeithorizont abbildet. Zudem wird aufgezeigt, in welchen Gebieten kein Ausbau vorgesehen ist und welche klimafreundlichen Wärmealternativen dort in Betracht kommen.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Kommunikation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Karten in Geoportal laden, laufend aktualisieren Wirkungsindikator: Aktualität und Abrufhäufigkeit des Katasters im Geoportal				
Personalaufwand: 0,1 VZÄ Sachkosten: Bearbeitung über interne Kapazitäten / GIS-System Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 6	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Gezielte Bewerbung überregionaler Förderungen				
Beschreibung: Die Kommune bewirbt Bundesförderprogramme gezielt, bündelt Informationen online, bietet Beratungen und Veranstaltungen an, um Bürger*innen und Unternehmen bei der Nutzung von Fördermitteln für Energie- und Klimaschutzmaßnahmen zu unterstützen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Verbraucherzentrale, Verbände, Banken				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Informationen zusammenstellen, Veranstaltungen aufsetzen Wirkungsindikator: Anzahl informierter Haushalte; Anzahl gestellter Förderanträge				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: gering (Druck- und Kommunikationsmaterialien) Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 7	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Vor-Ort-Beratung für Haushalte zum Thema Heizungstausch				
Beschreibung: Ziel der Maßnahme ist es, Eigentümer*innen zu unterstützen, indem eine Vor-Ort-Beratung erhalten und damit die Entscheidungsfindung für die klimafreundliche Heizung unterstützt wird. In Kooperation mit der regionalen Energieagentur bietet die Kommune eine geförderte Vor-Ort-Beratung für den klimafreundlichen Austausch von Heizkesseln an. Die Beratung hat dabei den Fokus auf die klimafreundlichste Lösung, welche auch optimal auf die Bedarfe der Eigentümer*innen abgestimmt ist.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Bürger:innen, Stadtverwaltung, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Auswahl und Qualifizierung von Energieberater:innen, Terminbuchungssystem aufsetzen, Pilotphase starten, Beratungsformat evaluieren				
Wirkungsindikator: Anzahl durchgeführter Vor-Ort-Beratungen; Anzahl realisierter Heizungstausche				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: Honorar für externe Berater:innen oder Reisekosten				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel, Förderung durch Bundesmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 8	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Wettbewerb zur Sanierung von Wohngebäuden				
Beschreibung: Die Maßnahme zeichnet jährlich besonders innovative lokale Gebäudesanierungen aus, schafft Good-Practice-Beispiele und macht auf die Sanierung aufmerksam. So werden engagierte Eigentümerinnen gewürdigt und andere Eigentümerinnen erhalten Inspiration und Ansprechpartner*innen für eigene Sanierungsprojekte. Damit haben Gebäudeeigentümer*innen die Möglichkeit, Ansprechpartner*innen mit den gleichen Herausforderungen zu finden und von diesen zu lernen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Bürger:innen, Stadtverwaltung, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Konzept des Wettbewerbs aufsetzen, Wettbewerb bewerben				
Wirkungsindikator: Anzahl Teilnehmende; Anzahl ausgezeichnete Projekte				
Personalaufwand: 0,1 VZÄ				
Sachkosten: Preisgeld, Kommunikations- und Marketingkosten ca. 5.000-10.000 EUR/a				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 9	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: 1-3 Jahre	Priorität: Mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Informationsbereitstellung zum Thema Heizungstausch für Unternehmen im Rahmen einer Informationsveranstaltung				
Beschreibung: Die Maßnahme soll Unternehmen eine erste selbstständige Informationsmöglichkeit zum Heizungstausch bieten. Die Kommune, ggf. zusammen mit der regionalen Energieagentur, stellt dafür alle regionalen Angebote übersichtlich dar – z. B. online, in Leitfäden oder Broschüren. Die Informationen umfassen Austauschoptionen, begleitende Maßnahmen, Fördermöglichkeiten und lokale Handwerksunternehmen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Bürger:innen, Stadtverwaltung, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Kommunikation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Konzept der Veranstaltung aufsetzen, Veranstaltung bewerben und durchführen				
Wirkungsindikator: Anzahl Teilnehmende Veranstaltungen; Anzahl Heizungstausche in Unternehmen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: gering (Veranstaltungskosten)				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 10	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Wettbewerb zu Wärmeeffizienz im Gewerbe & Industrie				
Beschreibung: Die Maßnahme zeichnet Unternehmen für besonders innovative Energieeffizienzmaßnahmen im Wärmebereich aus, schafft Good-Practice-Beispiele und macht Werbung für Effizienzmaßnahmen. So werden engagierte Unternehmen gewürdigt und andere Unternehmen können von ihren Erfahrungen lernen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Unternehmen				
Maßnahmentyp/Instrument: Kommunikation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Konzept des Wettbewerbs aufsetzen, Wettbewerb bewerben Wirkungsindikator: Anzahl teilnehmender Unternehmen; Anzahl ausgezeichnete Maßnahmen				
Personalaufwand: 0,3 VZÄ Sachkosten: Preisgeld, Kommunikationskosten ca. 5.000 EUR Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 11	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Beschluss für den Einsatz städtebaulicher und privatrechtlicher Verträge				
Beschreibung: Die Maßnahme zielt darauf ab, die THG-Emissionen neuer Wohngebäude zu reduzieren, indem Effizienz- und Klimaschutzstandards bereits vorab vertraglich mit Bauherr*innen festgelegt werden. Kriterien wie Energieeffizienz, Photovoltaik, Heizungsart oder nachhaltige Materialien werden an städtebauliche und privatrechtliche Verträge sowie an den Verkauf städtischer Grundstücke gekoppelt.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure:				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Vorlage erstellen, Beschluss erwirken				
Wirkungsindikator: Anzahl Beschlüsse; Anzahl Neubauprojekte mit klimaneutraler Wärmeversorgung				
Personalaufwand: 0,1 VZÄ				
Sachkosten: ggf. externe Rechts- und Planungsberatung				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 12	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Gering	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Anregung kleiner Maßnahmen in Eigenleistung				
Beschreibung: Die Maßnahme bietet Hausbesitzenden und Vermietenden eine Informationsreihe zu eigenständig umsetzbaren Dämmmaßnahmen, wie z. B. Kellerdeckendämmung. Die Verwaltung organisiert die Reihe und übernimmt Vortragshonorare für Fachpersonen. Inhalte sind gesetzliche Vorgaben, benötigtes Werkzeug, Vor- und Nachteile von Dämmmaterialien sowie praktische Schritt-für-Schritt-Anleitungen. Das Angebot konzentriert sich auf kleinteilige Maßnahmen und schließt komplexe Arbeiten wie Sanitär, Elektrik oder Heizungsbau aus.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Bürger:innen, Stadtverwaltung, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Raumsuche, Konzeption der Vorträge, Einladung von Fachpersonal aus u.a. Handwerk				
Wirkungsindikator: Anzahl Vortragsbesucher:innen; Anzahl umgesetzter Eigenleistungsmaßnahmen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: gering (Materialien, Raummiete)				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 13	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Finanzierungsoptionen KfW sichtbar machen				
Beschreibung: Die Maßnahme bewirbt die Förderprogramme KfW 358 und 359 gezielt über lokale Banken, Sparkassen und Stadtwerke, um Eigentümer*innen über Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten für energieeffiziente Sanierungen und Neubauten zu informieren und deren Inanspruchnahme zu erleichtern.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Verbände, Banken				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Kontakt mit Banken aufsetzen, Bewerbung und Beratungen durch Banken vereinbaren Wirkungsindikator: Anzahl vermittelter Beratungsgespräche; Anzahl gestellter KfW-Darlehen				
Personalaufwand: 0,1 VZÄ Sachkosten: gering (Kommunikationsmaterialien) Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 14	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Beratungsstelle in den Ortsteilen schaffen				
Beschreibung: Die Maßnahme zielt darauf ab, wohnortnahe Beratungsangebote in den Ortsteilen einzurichten, um Bürger*innen niedrigschwellig Informationen und Unterstützung zu Energie- und Klimaschutzmaßnahmen, Sanierungen oder Fördermöglichkeiten vor Ort zugänglich zu machen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Bürger:innen, Stadtverwaltung, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Räume für Anlaufstelle finden, Personal einstellen, Beratung bewerben Wirkungsindikator: Anzahl Beratungen in Ortsteilen; Reichweite je Ortsteil				
Personalaufwand: 1 VZÄ Sachkosten: ggf. Raummiete Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 15	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Ausbau von Wärmenetzen				
Beschreibung: Die Maßnahme fördert den Ausbau von Wärmenetzen in geeigneten Gebieten, einschließlich einer Verdichtung in bestehenden Netzgebieten. Dabei wird zwischen ausgewiesenen Gebieten (nach GEG/WPG) und Prüfgebieten für Fernwärme oder Quartiersnetze unterschieden, wobei ein Ausbau in Prüfgebieten nur erfolgt, wenn die Prüfung dessen Machbarkeit bestätigt				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Initiatoren: Stadtwerke Akteure: Genossenschaften				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Wirkungsindikator: Anzahl angeschlossener Haushalte an Wärmenetze durch diese Maßnahme				
Personalaufwand: 2 VZÄ Sachkosten: durch Stadtwerke zu prüfen, Geschwindigkeit der Umsetzung entscheidend Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke, ggf. Unterstützung über lokalen Bürger'innenfonds				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Voraussetzung für die Vermeidung von weiteren Emissionen				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 16	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Erstellung und Umsetzung der Maßnahmen aus Transformationsplänen und Machbarkeitsstudien				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht die Fortführung der Transformationspläne vor, deren Maßnahmen zur Erreichung der vorgegebenen EE-Anteile nach WPG/GEG und zur kommunalen Treibhausgas-Neutralität bis 2045 umgesetzt werden müssen. Durch Ausschreibungen und Machbarkeitsstudien – u. a. gefördert über das Bundesprogramm „BEW“ – soll die Errichtung und Nutzung von Nahwärmenetzen unter Einbeziehung erneuerbarer Energiequellen im Bestand ermöglicht werden. Kleinere Nachbarschaftslösungen werden koordiniert, um die BEW-Kriterien (mehr als 16 Gebäude) zu erfüllen und die Förderung für Machbarkeitsstudien in Anspruch nehmen zu können.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure:				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Umsetzung der Schritte nach Maßnahmenplan des Trafoplans				
Wirkungsindikator: Senkung des Emissionsfaktors der Wärmetze				
Personalaufwand: 2 VZÄ				
Sachkosten: im Trafoplan enthalten				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise: Schlüsselmaßnahme zum Aus- und Umbau der Wärmenetze				

Maßnahmennummer: 17	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Energetische Stadtsanierung und Sanierungsmanagement				
Beschreibung: Die Maßnahme umfasst die detaillierte Aufnahme des Gebäudebestands und die Prüfung, welche Quartiere sich für serielle Sanierungen eignen. Eigentümerinnen erhalten eine gebündelte Energieberatung vor Ort, ggf. in Form von Quartiersveranstaltungen. Ein Sanierungsmanagement unterstützt bei der Umsetzung der aus der Konzeptstudie abgeleiteten Maßnahmen (angelehnt an das KfW-Programm 432). In enger Zusammenarbeit mit der Fördermittelberatungsstelle wird eine „Energiekarawane“ organisiert, bei der die Energieberatung aufsuchend direkt zu den Gebäudeeigentümerinnen kommt.				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Bürger:innen, Stadtverwaltung, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung möglicher Fördermittel vor Einholung von Angeboten, Ausschreibung der Leistungen zur Erstellung der energetischen Quartierskonzepte mit Fokus auf Sanierungspotenzial, Erstellung der Studie und Verstetigung über Sanierungsmanagement				
Wirkungsindikator: Anzahl erstellte Konzepte zur energetischen Stadtsanierung und Anzahl an Stellen im Sanierungsmanagement				
Personalaufwand: mind. 1 VZÄ (je nach Größe der Gebiete und Dauer der Maßnahmen)				
Sachkosten: Einholung von Angeboten: je nach Detailgrad schätzungsweise 40.000 - 100.000 EUR je Gebiet				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise: Prüfung Förderung über Kommunalrichtlinie, ggf. neue Programme verfügbar nach Auflösung der KfW 432 Förderung				



Maßnahmennummer: 18	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Ausbau der Energie(effizienz)beratungskapazitäten				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht vor, dass mit der Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplans die Kapazitäten für Energie- und Effizienzberatung in Kooperation mit dem Landkreis und der Verbraucherzentrale an den erwarteten höheren Beratungsbedarf angepasst und personell sowie finanziell verstärkt werden, um die Ziele bei energetischer Gebäudesanierung und Heizungs-austausch zu erreichen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Verbände				
Akteure: Landkreis, Verbraucherzentrale, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Bedarfsermittlung und Abstimmung mit Verbraucherzentrale				
Wirkungsindikator: Anzahl Einstellung weiterer Energieeffizienzberaterinnen und -berater				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine Sachkosten erwartet				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 19	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Städtische Gebäude als Ankerkunden für Wärmenetze				
Beschreibung: Die Maßnahme nutzt städtische Liegenschaften und weitere öffentliche Gebäude wie Krankenhäuser, Schulen oder Schwimmbäder als Ausgangspunkt und potenzielle Ankerkunden für neue Wärmenetze. Aufgrund ihres meist hohen Wärmebedarfs können sie die Wirtschaftlichkeit der neuen Netzinfrastruktur deutlich verbessern.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Wohnungswirtschaft, kommunale Unternehmen, HVV / IAB				
Maßnahmentyp/Instrument: Richtlinien				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung der geeigneten Gebäude und politischer Richtlinienbeschluss				
Wirkungsindikator: Anschlussquote der Liegenschaften in Wärmenetzbereichen				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 20	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fortführung und Erweiterung einer abgestimmten Infrastrukturplanung				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht eine abgestimmte Infrastrukturplanung vor, die vorrangig die Energieinfrastruktur – Strom-, Gas-, Wasserstoff- und Wärmenetze – umfasst. Ziel ist es, mittel- bis langfristige Planungen der Stadtwerke und der Westfalen Weser Netz eng mit der Stadt abzustimmen und Synergien, etwa zwischen Glasfaserausbau und Wärmeleitungsbau, zu nutzen. Zudem sollen ausreichende Stromnetzkapazitäten für dezentrale Wärmeversorgungslösungen und die Elektrifizierung von Industrieprozessen sichergestellt werden. Dabei sind die Rechte und Pflichten aus dem bis 30.09.2041 laufenden Gas-Konzessionsvertrag zu berücksichtigen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Stadtverwaltung, WWN				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Regelmäßige Abstimmung zu Infrastrukturplanungen zwischen Verwaltung und Stadtwerken				
Wirkungsindikator: Wirkungskontrolle nachgelagert				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 21	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterentwicklung und Fortschreibung der Wärme- und Transformationsplanung				
Beschreibung: Die Maßnahme umfasst ein regelmäßiges Monitoring, Zwischenevaluierungen sowie die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung mindestens gemäß den Vorgaben des WPG und der landesrechtlichen Anforderungen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Erarbeitung Monitoringkonzept für Wärmeplanung, Regelmäßige Abstimmung zwischen Verwaltung und Stadtwerken Wirkungsindikator: Umfang und Evaluierung initiierte Anpassungen durch Zwischenevaluierung				
Personalaufwand: 0,5 VZÄ Sachkosten: interne Personalkosten der Stadtwerke und Stadt Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 22	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: Sehr hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Verstetigung des Kommunikationskonzepts zur kommunalen Wärmeplanung				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht die Einrichtung einer Website zur kommunalen Wärmeplanung vor, um den Prozess der Wärmeplanung und die Umsetzung der Wärmewende für die Öffentlichkeit verständlich und transparent darzustellen. Die Website kann als Unterseite der bestehenden städtischen Website eingebunden werden und Inhalte wie Motivation und Ziele der Wärmeplanung, Ansprechpartner*innen, Ergebnisse (Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Eignungsgebiete, geplante Erschließungszeiträume), relevante Studien und Beschlüsse, Beratungs- und Förderangebote, Informationen zu Ausbildungs- und Weiterbildungsangeboten, Stellenanzeigen, FAQ sowie Kontaktmöglichkeiten und Veranstaltungshinweise bereitstellen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Kommunikation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Konzepterarbeitung für Website Wirkungsindikator: Aufrufstatistik Website				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: Bearbeitung durch interne Kapazitäten Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Sehr hoch				
Hinweise: Schlüsselmaßnahme, um Bürger:innen zu Maßnahmen und Angeboten zu informieren, ggf. durch Stadtwerke in bestehenden Informationskanälen zu integrieren				

Maßnahmennummer: 23	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Contracting Angebote und Interimslösungen				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht vor, Contracting-Angebote zu nutzen, um Investitionshemmnisse bei der Umstellung der Wärmeversorgung zu überwinden. Sie unterstützen Privatpersonen und Unternehmen, wenn Kosten oder Kredite für eigene Investitionen zu hoch sind oder sich langfristige Investitionen aufgrund geplanter Wärmenetzanschlüsse nicht lohnen. Das lokale Handwerk übernimmt Einbau und Wartung, während Finanzierung und Vertragswesen von einem anderen Akteur getragen werden. Das bestehende Stadtwerke-Angebot wird fortgeführt, und es wird geprüft, ob Interimslösungen wie „Pop-Up Heizungen“ den Wärmerezeuger bis zum Anschluss an ein geplantes Wärmenetz bereitstellen können.				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: Handwerksgipfel, Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Aufnahme Gespräche durch Verwaltung mit Finanzierungseinrichtungen (Banken, Genossenschaften)				
Wirkungsindikator: Anzahl Nutzer Contracting Angebot				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: keine Sachkosten erwartet				
Finanzierungsansatz: -				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise: Förderung über BEG nutzbar				

Maßnahmennummer: 24	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Umsetzung der Wärmestrategie öffentliche Gebäude				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht die Fortführung eines Fahrplans zur klimaneutralen Gestaltung städtischer Gebäude bis 2035 vor. Wichtige Bestandteile sind die Prüfung von Gebäuden für Nahwärmeanschlüsse oder als Ankerkunden, die Ermittlung von Sanierungspotenzialen, die Nutzung integrierter und serieller Sanierungsfahrpläne sowie die Kommunikation als Vorbildprojekte. Der Fahrplan legt zudem Leitlinien und Mindeststandards für Sanierung und Neubau fest, einschließlich der Berücksichtigung grauer Energie und nachhaltiger Baumaterialien.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Kommunale Unternehmen Akteure: Kommunale Unternehmen, Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: Erarbeitung der Strategie Wirkungsindikator: Wirkungskontrolle nachgelagert (Anteil mit erneuerbarer Wärme versorgte öffentliche Gebäude)				
Personalaufwand: 0,3 VZÄ Sachkosten: keine Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise: KfW 264, KfW 464, BAFA - Sanierung Nichtwohngebäude, Verwaltungsgebäude als thg-neutrale Leuchttürme				



Maßnahmennummer: 25	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Unterstützung von Quartiersvernetzung für die Wärmewende				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht vor, dass die Verwaltung Räumlichkeiten bereitstellt oder bei der Suche unterstützt, damit Quartiersveranstaltungen, die von verschiedenen Akteur*innen initiiert werden, stattfinden können.				
Räumliches Handlungsfeld: Quartierslösung				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Bürger:innen, Verbände				
Maßnahmentyp/Instrument: Förderung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Prüfung und Festlegung der finanziellen Ressourcen, Konzepterarbeitung für die Fördermittelvergabe Wirkungsindikator: Inanspruchgenommene Unterstützung				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: je nach Ausgestaltung des Fonds, Test über Pilotmittel ~ 10.000 EUR Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise: Angedockt an Wärmewendehafen				



Maßnahmennummer: 26	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: hoch	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Verstetigung des Arbeitskreises				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht die Fortführung des bewährten Arbeitskreises vor, um den Dialog zwischen Stadtwerken, Verwaltung, Handwerk, Verbänden und weiteren Praxispartner*innen zu stärken. Das Format dient dazu, gemeinsame Projekte anzustoßen und Planungen abzustimmen. Bei Bedarf kann der Arbeitskreis um einen Handwerksgipfel erweitert werden.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung Akteure: Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Weiterführung und ggf. Anpassung bestehender Maßnahme Wirkungsindikator: Anzahl Teilnehmende				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ) Sachkosten: gering Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				



Maßnahmennummer: 27	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Fortführung des Angebots eines Wärmepumpen-Stromtarifs				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht vor, den Wärmepumpen-Stromtarif der Stadtwerke mit dynamischen Preiselementen weiterzuführen und als zertifizierten 100%-Ökostromtarif anzubieten, um den Ausbau von Wärmepumpen zu unterstützen.				
Räumliches Handlungsfeld: Dezentrale Lösung				
Initiatoren: Stadtwerke Akteure: -				
Maßnahmentyp/Instrument: Strategie				
Handlungsschritte und Zeitplan: interne Abstimmung der Stadtwerke im Vertrieb zum Angebot des Tarifkonzepts Wirkungsindikator: Anzahl Inanspruchnahme (dynamischen) WP-Stromtarifen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ Sachkosten: gering Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 28	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Pilot "Technik in Schulen bringen"				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht die Einrichtung eines Programms vor, das technische Praxis in Schulen vermittelt und Theorie mit praktischer Umsetzung verbindet, beispielsweise durch die Demonstration eines hydraulischen Abgleichs. Die Programmentwicklung erfolgt in enger Abstimmung zwischen Stadtwerken, Handwerk und Schulen und wird bei Bedarf durch die Verwaltung koordiniert.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Handwerksgipfel				
Akteure: Bildungseinrichtung, Handwerksgipfel, Stadtwerke, Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Aufsetzen Programm und konstituierendes Treffen einer Planungsgruppe - ggf. Erarbeitung im Rahmen des Handwerksgipfels				
Wirkungsindikator: Anzahl teilnehmende Schulen				
Personalaufwand: 0,3 VZÄ				
Sachkosten: ca. 5.000 EUR für Öffentlichkeitsarbeit				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 29	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig (0-3 Jahre)	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: mittel	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Veranstaltungsreihe zum Dialog der Bürger:innen mit den Stadtwerken				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht eine Veranstaltungsreihe zum Bürgerdialog mit den Stadtwerken vor. In dezentralen Wärmegebieten werden „Wärmepumpengipfel“ angeboten, um Eigentümer*innen den Austausch mit Fachleuten zu ermöglichen. In Wärmenetz- und Prüfgebieten informieren „Fernwärmegipfel“ über Erschließungszeitpunkte und Interimslösungen. „Nahwärmegipfel“ unterstützen lokale Akteure bei der Umsetzung dezentraler Nahwärmenetze in weniger priorisierten Bereichen.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Handwerksgipfel, Stadtverwaltung, Stadtwerke				
Maßnahmentyp/Instrument: Beratung				
Handlungsschritte und Zeitplan: Identifizierung der geeigneten Gebiete, Konzepterarbeitung für die Durchführung der jeweiligen Veranstaltungen				
Wirkungsindikator: Anzahl durchgeführter Dialogveranstaltungen; Teilnehmendenanzahl				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: gering				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Hoch				
Hinweise:				

Maßnahmennummer: 30	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Weiterführung des Austauschs bzw. der Kooperation zwischen den Stadtwerken in der Umgebung				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht die Weiterführung und Etablierung eines regelmäßigen Austauschs zwischen den umliegenden Stadtwerken vor, insbesondere zu Wärmesektor-Transformation und Wärmenetzlösungen. Im Rahmen einer interkommunalen Wärmeplanung sollen Kooperationen und Wissensaustausch gefördert werden, etwa zur gemeinsamen Nutzung von Geothermie- und Flussthermiepotenzialen oder zur Abstimmung bei Wasserstoffproduktion und -nutzung.				
Räumliches Handlungsfeld: Stadtweit				
Initiatoren: Stadtwerke				
Akteure: -				
Maßnahmentyp/Instrument: Kooperation				
Handlungsschritte und Zeitplan: Weiterführung bestehender Maßnahme				
Wirkungsindikator: Evaluierung "durch die Maßnahme angestoßene Projekte und THG-Emissions-Einsparungen"				
Personalaufwand: gering (<0,1 VZÄ)				
Sachkosten: interne Personalkosten der Stadtwerke				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel Stadtwerke				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Gering				
Hinweise: vor allem mit Blick auf Wasserstoff /Geothermie/Flussthermie auszubauen				

Maßnahmennummer: 31	Einführung der Maßnahme: Mittelfristig (4-7 Jahre),	Dauer der Maßnahme: > 5 Jahre	Priorität: niedrig	Gebiete:
Maßnahmen-Titel: Ausbau des Anschluss- und Benutzungsgebots Wärmenetze				
Beschreibung: Die Maßnahme sieht vor, die bestehende Fernwärmesatzung fortzuführen und in den kommenden Jahren schrittweise zu erweitern.				
Räumliches Handlungsfeld: Wärmenetz (inkl. Prüfgebiete)				
Initiatoren: Stadtverwaltung				
Akteure: Stadtverwaltung				
Maßnahmentyp/Instrument: Ordnungsrecht				
Handlungsschritte und Zeitplan: Absprache mit Wärmenetzbetreibern zur Notwendigkeit der Maßnahme, Erarbeiten von Nahwärmesatzungen mit Ausnahme- und Übergangsregelungen für vorhandene Heizanlagen, parallel Prüfung der Preisgestaltung				
Wirkungsindikator: Anzahl Fälle, die unter den Anschlusszwang fallen				
Personalaufwand: 0,2 VZÄ				
Sachkosten: keine Sachkosten erwartet, ggf. rechtliche Beratung mit einem Tagessatz ~ 1.500 EUR/Tag				
Finanzierungsansatz: Eigenmittel				
Klima-Wirksamkeit (qualitativ): Mittel				
Hinweise: Maßnahme nicht im Fokus und depriorisiert zu betrachten				

5.3 Beteiligungs- und Abstimmungsprozess

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung wurde in enger Zusammenarbeit mit der Stadt Bad Salzuflen und mit den Stadtwerken Bad Salzuflen erstellt. Die wesentlich von der Wärmeplanung betroffenen Akteure wurden in drei Arbeitskreissitzungen eingebunden und lieferten wertvolle Beiträge zur Bestands- und Potenzialanalyse sowie zu den Maßnahmen- und Szenariementwürfen. Die breite Öffentlichkeit wurde in zwei gut besuchten Veranstaltungen in der Konzerthalle zum Ziel und Sachstand der Wärmeplanung informiert und beteiligt.

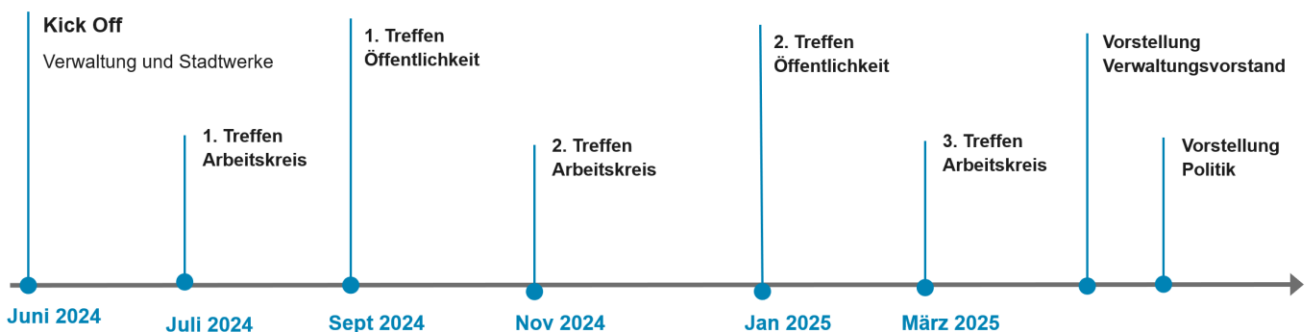


Abbildung 5.10: Durchgeführte Veranstaltungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung

5.4 Verstetigungsstrategie

Das Verstetigungskonzept ist in den Maßnahmenplan integriert und wird zu Übersichtlichkeit des Berichts an dieser Stelle nicht nochmal erläutert.

5.5 Controlling-Konzept

5.5.1 Einführung Monitoring

Das Monitoring ist Teil des Controlling-Prozesses und umfasst eine Vielzahl von eigenen Prozessen zur Sammlung und Überprüfung von quantitativen und qualitativen Daten. Ziel ist hierbei das permanente Überprüfen des Maßnahmenfortschritts. Beim Monitoring wird zwischen zwei verschiedenen Grundprinzipien unterschieden: **Top-down und Bottom-up**. Das Top-down-Monitoring erfolgt über erhobene Statistiken, durch welche Rückschlüsse auf einzelne Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete gezogen werden. Es werden z.B. Energieverbräuche oder Verkaufszahlen von Geräten betrachtet. Ein Blick auf den Erfolg der Wärmplanung in seiner Gesamtheit bietet das Top-down Monitoring über einen THG-Bericht, welcher die Emissionen erfasst und den Fortschritt der Emissionsminderungen innerhalb des Wärmesektors im Zeitverlauf darstellt. Das Bottom-up-Monitoring erfolgt auf der Ebene der Maßnahme, indem die durch sie eingetretene Emissionsminderung möglichst quantifiziert bzw. indirekt durch Indikatoren qualitativ dargestellt wird. Beispielsweise erfolgt bei einer Maßnahme, welche die Umsetzung einer Wärmenetzlösung beinhaltet, eine qualitative und/oder quantitative Erfassung, der hieraus entstehenden THG-Emissionsminderungen und beschreibt somit die Wirkung der Maßnahme.

5.5.2 Zentrale Aspekte des Monitoringkonzeptes

Das Monitoringkonzept in der Wärmeplanung setzt sich – abseits des oben aufgeführten Top-down-Monitorings mithilfe des THG-Berichts – aus der Umsetzungs- und Wirkungskontrolle der Maßnahmen zusammen auf der Ebene des Bottom-up-Monitorings.

Die Umsetzungskontrolle betrachtet den Umsetzungsstand der jeweiligen Maßnahme, z.B. anhand von Meilensteinen oder definierten Aufgaben. Sie gibt einen Hinweis darauf, ob es zu Verzögerungen bei der Zielerreichung kommen kann.

Die Wirkungskontrolle betrachtet explizit die Wirkung der Maßnahme in Bezug auf THG-Emissionen bzw. -Einsparungen. Sie dient der Erfassung und Analyse der Effektivität einer Maßnahme hinsichtlich der beabsichtigten Wirkung, hier der THG-Emissionsminderung. Der Blick ist hier explizit darauf gerichtet, was die Maßnahme initiiert, und nicht was der Maßnahme nachträglich thematisch zuzuordnen ist. Zu beachten ist, dass eine Wirkungskontrolle erst ab einem bestimmten Zeitpunkt der Umsetzung möglich ist.

Nicht alle Klimaschutz-Maßnahmen haben eine direkte Emissionsminderung zur Folge. Vor allem bei vorbereitenden Maßnahmen, welche die notwendigen Rahmenbedingungen für eine signifikante Emissionsminderung schaffen, manifestiert sich eine Emissionsminderung oft erst im späteren Verlauf mittels der Maßnahmen, die die vorbereitende Maßnahme erst ermöglicht (betrifft häufig Maßnahmen, die z.B. die Instrumente Strategie, Ordnungsrecht oder Qualifikation nutzen). Des Weiteren können Sondereffekte (wie z.B. die Auswirkungen der Corona-Pandemie) die kurzfristige Aussagekraft der Emissionsdaten über Klimaschutz-Fortschritte begrenzen oder verfälschen. Als Grundlage für eine bessere Erfolgskontrolle und eine effektivere Steuerung der Emissionsminderungsziele wird empfohlen, Frühindikatoren einzusetzen. Frühindikatoren sind Indikatoren für Wirkung der Maßnahmen(pakete) und liefern damit Hinweise auf den Fortschritt/Nachsteuerungsbedarf der Maßnahmen. Sie sorgen für Transparenz und reduzieren Unsicherheiten, indem sie den Zeitverzug zwischen Erkenntnis und Gegensteuern entscheidend reduzieren. Gleichzeitig ermöglichen Frühindikatoren, die Erkenntnisse aus Top-down und Bottom-up-Monitoring gezielter zu verbinden. Sie werden aus Indikatoren der Maßnahmen-Wirkungskontrolle abgeleitet, erfolgen jedoch statistisch (z.B. Zahl der neu angemeldeten Wärmepumpen). Somit helfen Frühindikatoren bei der Auswertung der Energie- und THG-Bilanz in Bezug auf die Analyse möglicher Planabweichungen und bei der Lösungssuche.

Die Empfehlung des Hamburg Instituts ist eine Kombination des Top-down-Monitorings über die Energie- und THG-Bilanz und eines Bottom-up-Monitorings über die Umsetzungskontrolle sämtlicher und die Wirkungskontrolle ausgewählter Maßnahmenaspekte (siehe Abbildung 5.11). Die Einordnung der Ergebnisse des Top-down-Monitorings ergibt sich über festgelegte Zwischenziele (Zielerreichungsgrad auf dem Weg der Klimaneutralität). Dies beinhaltet konkret die THG-Emissionsminderung des gesamten Wärmesektors und Erdgas im Speziellen sowie die wachsenden Anteile von Wärmenetzen und Stromnutzung. Ein Bindeglied zwischen Top-down und Bottom-up-Ansätzen bilden die Frühindikatoren. Abseits davon gilt es, die Neubewertung sämtlicher Potenziale vorzunehmen, indem kontinuierlich die vorhandenen Potenziale beobachtet und geprüft werden. Entsprechend folgt daraus die Anpassung von Maßnahmen sowie von Zielwerten und Erfolgskennzahlen für das Monitoring.

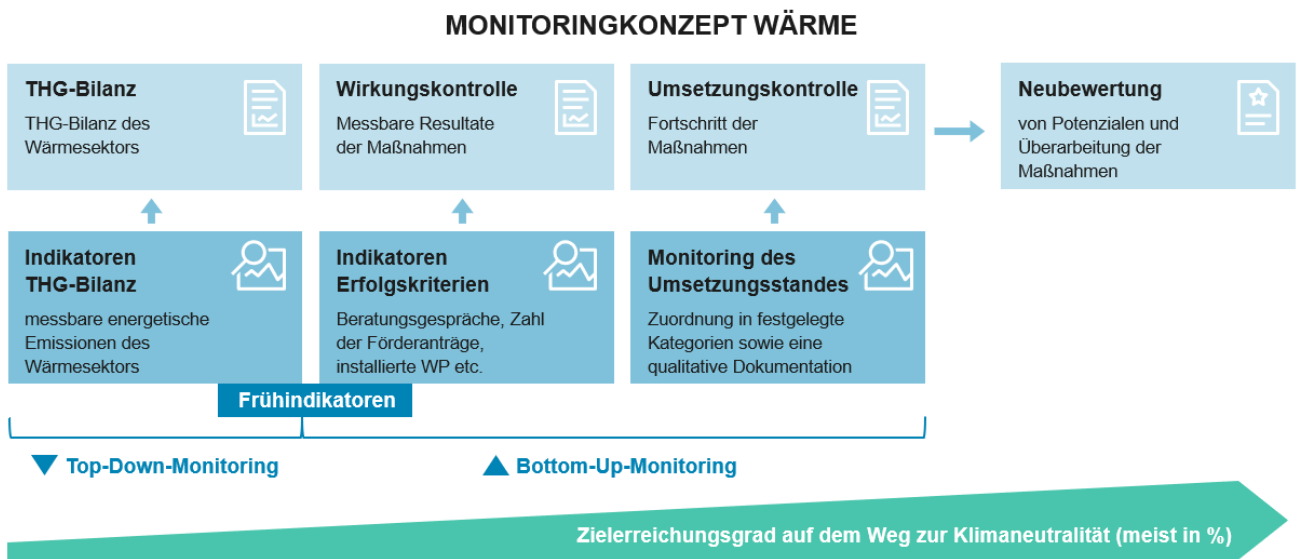


Abbildung 5.11: Darstellung des Monitoringkonzeptes (eigene Darstellung)

5.5.3 Ausgestaltung des Monitoringkonzeptes

THG-Bilanz

Aus der Energie- und THG-Bilanz (siehe Kapitel 2.4) werden sämtliche Informationen den Wärmesektor betreffend entnommen. Hierzu zählen die Emissionen des gesamten Wärmesektors sowie deren Aufteilung der Emissionen auf die einzelnen Energieträger. Daten die generell ebenfalls von Interesse sind, sind der Gesamtanteil von Wärmenetzen und Stromnutzung an der Wärmeversorgung.

Anhand der festgelegten Zwischenziele lässt sich in einem ersten Schritt durch das Top-down Monitoring einordnen, ob der sichtbare Trend sich mit den angestrebten Zielwerten deckt, und somit die Maßnahmen in ihrer Gesamtheit effektiv sind. Festgehalten werden kann der zeitliche Verlauf in Abgleich mit den festgelegten Zwischenzielen beispielsweise in einer Excel-Tabelle.

Umsetzungskontrolle

Auf Basis der benannten „Handlungsschritte und Zeitplan“ im Maßnahmenplan kann die Umsetzungskontrolle durchgeführt werden.

Die Umsetzungskontrolle setzt sich aus einer qualitativen und einer Form der quantitativen Beschreibung zusammen. Sofern zutreffend, sollte die qualitative Beschreibung folgende Aspekte thematisieren:

- Welche Umsetzungsschritte wurden bis jetzt vollzogen? Welche Meilensteine sind erreicht?
- Ist die Maßnahme im geplanten Zeitrahmen?
 - Bei Verzug: Warum (personelle/finanzielle Engpässe etc.)? Welche Maßnahmen wurden dagegen ergriffen?
 - Bei frühzeitigerer Umsetzung von Meilensteinen: Gibt es hieraus Learnings für andere Maßnahmen?

Die sich hieraus ergebenden Erkenntnisse sollten an die relevanten Akteurinnen und Akteure kommuniziert werden.

Neben der qualitativen Beschreibung des Umsetzungsstandes wird eine Kategorisierung vorgenommen, die eine schnelle Übersicht über alle Maßnahmen ermöglicht. Hierfür werden folgende Kategorien empfohlen:

- 0 = Neu/nicht begonnen
- 1 = Zuordnung der Zuständigkeit (innerhalb der Verwaltung)
- 2 = In Planung
- 3 = Bereit zur Umsetzung
- 4 = In Umsetzung
- 5 = Abgeschlossen

Die Umsetzungskontrolle sollte häufiger als die Wirkungskontrolle erfolgen, um ein schnelleres Nachsteuern bei Verzug zu ermöglichen. Das Hamburg Institut empfiehlt für zeitkritische und priorisierte Maßnahmen ein kurzes Kontrollintervall zu definieren (z.B. vierteljährlich), und ansonsten jährlich die Umsetzungskontrolle durchzuführen. Die Ergebnisse der Umsetzungskontrolle können als Bericht und/oder als Excel-Tabelle (z.B. integriert in den Maßnahmenplan) aufbereitet werden.

Wirkungskontrolle

Die Aufbereitung der Ergebnisse der Wirkungskontrolle kann in unterschiedlichen Formen erfolgen: In tabellarischer Form, oder in Berichtsform. Auch die Anschaffung oder Entwicklung eines Tools, in dem die Wirkungskontrolle dokumentiert, dargestellt und weiterverarbeitet werden kann, stellt eine Option dar. Das Zeitintervall der Wirkungskontrolle orientiert sich an den definierten Zwischenzielen zur THG-Minderung.

Für die Wirkungskontrolle der Maßnahmen wurde im Maßnahmenkatalog eine Spalte ergänzt, in der Vorschläge für Wirkungsindikatoren für die jeweilige Maßnahme gelistet werden bzw. ein Hinweis, wenn die Wirkungskontrolle nachgelagert erfolgt und somit, abhängig von der weiteren Ausgestaltung der Maßnahme oder des Maßnahmenergebnis, zu einem späteren Zeitpunkt Wirkungsindikatoren festgelegt werden müssen. Dies betrifft insbesondere vorbereitende Maßnahmen. Es ist zu beachten, dass, abhängig vom Aufbau der Gesamtmaßnahme, aufgeführte Wirkungsindikatoren ggf. nur Teilaspekte erfassen.

Für bestimmte Maßnahmen kann das Monitoring recht zeit- und kostenintensiv sein und dennoch wenig Aussagekraft haben, weshalb das Bottom-up-Monitoring nicht für jeden Maßnahmenbaustein geeignet ist. Es gilt ggf. abzuwägen, für welche Maßnahmen eine Wirkungskontrolle nur mit unverhältnismäßigem Aufwand zielführend durchzuführen bzw. wenig aussagekräftig ist. Bei den Indikatoren zur Wirkungskontrolle ist es wichtig, die konkrete Zielgruppe und den Zielgruppenumfang von Anfang an zu dokumentieren, um entsprechende Ziele festzusetzen und die Ergebnisse des Monitorings einzuordnen.

Neubewertung von Potenzialen

Die regelmäßige Überprüfung von Minderungspotenzialen der THG-Emissionen ist wichtig, um Zielverfehlungen oder Verzug bei Maßnahmen auszugleichen. Eine Neubewertung beinhaltet den Blick auf Veränderungen politischer, rechtlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen sowie technologischen Fortschritt. Diese Neubewertung betrifft sämtliche Themen, die bereits in der Potenzialanalyse betrachtet wurden. Beispiele hierfür sind die Anpassung von Förderprogrammen, technologische Potenziale und Innovation, Änderungen des regulatorischen Rahmens auf EU-, Bundes- und Landesebene, Änderung in der Flächennutzung und Änderungen in den Kostenstrukturen von Technologie und/oder Energieträgern.

Empfehlung der Frühindikatoren

Folgende Frühindikatoren eignen sich zum Top-down-Monitoring der Wärmeplanung:

Frühindikator	Datenquelle	Ziel 2030	Ziel 2035	Ziel 2040	Ziel 2045
Erdgasverbrauch	Daten Stadtwerke	205 GWh	117	53	0 GWh
Wärmeversorgung über Wärmenetz	Daten Netzbetreiber	69 GWh	85 GWh	91 GWh	92 GWh
Anzahl der gemeldeten Wärmepumpen	Daten Stromnetzbetreiber	5.900	10.700	15.300	19.900
Endenergiebedarf Wärme	THG Bilanz	474 GWh/a (exkl. Umweltwärme)	386	313	253 GWh (exkl. Umweltwärme)

Nächste Schritte

Es empfiehlt sich, zunächst die Umsetzungskontrolle in die Maßnahmentabelle zu integrieren und dadurch den Fortschritt der Maßnahmen gut sichtbar zu halten. Konkret bedeutet dies, dass jede der Maßnahmen in eine der vorgeschlagenen Kategorien des Umsetzungsstandes eingeordnet und bei Bedarf eine qualitative Beschreibung hinzugefügt wird (Ergänzung um 2 Tabellenspalten).

Des Weiteren muss spätestens zum Start der Wirkungskontrolle abgewogen werden, ob diese für jegliche Maßnahmen durchgeführt wird, abhängig von dem Verhältnis von Aufwand zu Nutzen.

Um ein fortschreitendes Monitoring zu gewährleisten, empfiehlt es sich, zeitnah einen Zeitplan anhand der genannten Empfehlungen und der individuellen Gegebenheiten festzulegen. Das schriftliche und/oder grafische Dokumentieren des Zeitplans bietet eine umfassende Übersicht und fundierte Grundlage für das Organisieren von weiteren Schritten. Wichtig ist das gemeinsame Verständnis, welche Konsequenzen sich aus dem Monitoring (Umsetzungs-, Wirkungskontrolle und Frühindikatoren) ergeben und zu welchem Zeitpunkt Maßnahmen überarbeitet oder stärker priorisiert werden müssen. Die Umsetzungskontrolle und die Frühindikatoren zeigen, wenn vorhanden, den Nachsteuerungsbedarf beim Controlling an. Die Wirkungskontrolle und die Frühindikatoren geben Hinweise darauf, ob eine Maßnahme insgesamt Überarbeitungsbedarf hat bzw. effektiv ist und in der Form weitergeführt werden sollte.

6 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2.1: Verwaltungsgebiet der Stadt Bad Salzuflen	2
Abbildung 2.2: Baualtersklassen in Bad Salzuflen	3
Abbildung 2.3: Darstellung der Gebietstypen in Bad Salzuflen nach Hauptnutzungsart im Baublock	4
Abbildung 2.4: Anteil der Wohnfläche im Baublock.....	5
Abbildung 2.5: Wärmeverbrauchsichten in Bad Salzuflen in MWh/ha	7
Abbildung 2.6: Kartografische Darstellung der Wärmelinienichten in Bad Salzuflen	8
Abbildung 2.7: Kartografische Darstellung der Hauptenergieträger baublockbezogen in Bad Salzuflen	9
Abbildung 2.8: Darstellung der Energieträger auf Flurbene in Bad Salzuflen	10
Abbildung 2.9: über das Gasnetz erschlossene Bereiche.....	11
Abbildung 2.10: Abwasserkanäle mit Nennweite in Bad Salzuflen	12
Abbildung 2.11: BHKWs mit Adressangaben in Bad Salzuflen.....	13
Abbildung 2.12: Endenergieverbräuche der verschiedenen Sektoren nach Energieträger	14
Abbildung 2.13: Anteile der Energieträger an den nicht leitungsgebundenen Energieträgern nach Energieanteil	15
Abbildung 2.14: Anteile der Energieträger an den nicht leitungsgebundenen Energieträgern nach Anteil an den Emissionen	15
Abbildung 2.15: jährliche Emissionen in CO ₂ -Äquivalenten inkl. Vorkette nach Sektor und Energieträger	16
Abbildung 2.16: heatmap Prozesswärmebedarfe ohne BHKW.....	19
Abbildung 3.1: Raumwärmebedarfe für die betrachteten Stützjahre bis 2045.....	20
Abbildung 3.2: Spezifischer Raumwärmebedarf IST-Zustand auf Baublockebene (Median)	21
Abbildung 3.3: Qualitative Darstellung des Abwärmepotenzials	23
Abbildung 3.4: Wärmeleitfähigkeit für Erdwärmesonden (Stand Januar 2025)	24
Abbildung 3.5: Potenzial der Erdwärmekollektoren (Stand Januar 2025).....	26
Abbildung 3.6: Geothermische Eignung auf Baublockebene bei Nutzung des eigenen Grundstücks	28
Abbildung 3.7: Geothermische Eignung auf Baublockebene bei Nutzung von Wärmenetzen im Quartier	29
Abbildung 3.8: Beispielhafter Datenauszug aus GeotIS (Agemar, et al., 2014) für Bad Salzuflen und Umgebung. Abgebildet ist ein Horizontalschnitt durch den Untergrund in 2500m Tiefe. Die roten Linien markieren Temperatur-Isolinien.....	32
Abbildung 3.9: Ergebnisse der Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothermalen Tiefengeometrie für die Wärmeversorgung der Stadt Bad Salzuflen	33
Abbildung 3.10: Vorhandenes Bioenergie-Potenzial von Bad Salzuflen in GWh/a.....	39
Abbildung 3.11: Bioenergie-Potenzial nach Einordnung der Umweltverbände von Bad Salzuflen in GWh/a	41
Abbildung 3.12: Priorisierungsschema nach Flächenkategorie	46

Abbildung 3.13: Kartografische Darstellung des Grundwasserflurabstandes von mind. 10 m in Bad Salzuflen ..	49
Abbildung 3.14: Thermisches Erzeugungspotenzial aus dem Abwasser der Kläranlage Ziegelstraße über Auskühlungen bis zu 8 K	51
Abbildung 3.15: Kartografische Darstellung der Eignung von dezentralen Luft-Wärmepumpen auf Baublockebene	54
Abbildung 3.16: Eignungsbereiche für die thermische Nutzung von Grundwasser-Wärmepumpen	56
Abbildung 3.17: Tagesbasierte Wassertemperaturen der Werre (Pottenhausen) und Bega (Vossheide) (2024)	58
Abbildung 3.18: Thermisches Erzeugungspotenzial der Werre über Auskühlungen des Entnahmestroms bis zu 6 K und Entnahmemengen bis zu 20 % des MNQ.	60
Abbildung 3.19: Thermisches Erzeugungspotenzial der Bega über Auskühlungen des Entnahmestroms bis zu 6 K und Entnahmemengen bis zu 20 % des MNQ.	60
Abbildung 3.20: Zusammenfassende Darstellung der Potenzialanalyse	62
Abbildung 4.1: Energiepreisannahmen (basierend auf [41], [42] [43] und eigenen Berechnungen	64
Abbildung 4.2: WG 1 sanierter Zustand	74
Abbildung 4.3: WG 1 Ausgangszustand	74
Abbildung 4.4: WG 2 sanierter Zustand	75
Abbildung 4.5: WG 2 Ausgangszustand	75
Abbildung 4.6: WG 3 sanierter Zustand	76
Abbildung 4.7: WG 3 Ausgangszustand	76
Abbildung 4.8: WG 4 sanierter Zustand	77
Abbildung 4.9: WG 4 Ausgangszustand	77
Abbildung 5.1: Exemplarische Vorgehensweise bei der Gebietseinteilung (Ortner, et al., 2024).....	78
Abbildung 5.2: Wahrscheinlichkeit der Teilgebiete, mittels Wärmenetz versorgt werden zu können	82
Abbildung 5.3: Wahrscheinlichkeiten der Teilgebiete, mittels dezentraler Varianten versorgt werden zu können (Dezentrale Versorgung kann nahezu überall eine Option sein. Einzelfallprüfung trotz dargestellter Wahrscheinlichkeiten grundsätzlich notwendig).....	83
Abbildung 5.4: Endenergiebedarf für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme nach Energieträger in den Stützjahren bis 2045	85
Abbildung 5.5: Endenergiebedarfe für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme nach Sektoren und Endenergieträger im Zieljahr 2045	85
Abbildung 5.6: Treibhausgasemissionen der Energieträger in CO ₂ äq/q bis 2045	86
Abbildung 5.7: Treibhausgasemissionen der Sektoren und Energieträger in CO ₂ äq/q in 2045.....	86
Abbildung 5.8: Wärmenetzgebiete im Horizont bis 2045	87
Abbildung 5.9: Übersichtskarte der Bereiche mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	113

Abbildung 5.10: Durchgeführte Veranstaltungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung	155
Abbildung 5.11: Darstellung des Monitoringkonzeptes (eigene Darstellung).....	157

7 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Kennzahlen	17
Tabelle 2: Verwendete Annahmen nach Jochum et al. (Jochum, et al., 2017) zur Abschätzung des Wärmemengenpotenzials aus der Nutzung hydrothormaler Tiefengeothermie.....	30
Tabelle 3:Maximalwerte der Thermalwassertemperaturen im tiefen Untergrund in einem Umkreis von 15km um Bad Salzuflen: Ermittelt unter der Verwendung von GeotIS (Agemar, et al., 2014)	31
Tabelle 4: Einwohner:innen und Fläche von Bad Salzuflen und Nordrhein-Westfalen.....	34
Tabelle 5: Technisches Brennstoffpotenzial von NRW und Bad Salzuflen in GWh/a.....	35
Tabelle 6: Anbaufläche und Ertrag von Energiepflanzen auf die Einwohner:innen von Bad Salzuflen berechnet.	38
Tabelle 7: Biogasertrag Gülle/Mist von Mastrindern	38
Tabelle 8: Temperaturveränderung eines Flusses in K in Abhängigkeit der prozentualen Entnahmemenge des mittleren niedrigsten Durchflusses gleichartiger Zeitabschnitte (MNQ) und Temperaturspreizung im Wärmepumpen-Kreislauf (FfE, 2024).....	58
Tabelle 9: Übersicht der Charakteristika der Referenzgebäude nach [44, 45]	65
Tabelle 10: Nutzwärmeverbrauch der Referenzwohngebäude nach [46]	65
Tabelle 11: Vollbenutzungsstunden nach VDI 2067	66
Tabelle 12: Leistungsanteile zur Erreichung der 65 % Quote in einer EE-Hybridoption.....	67
Tabelle 13: Jahresnutzungsgrade der Verbrennungstechnologien nach [47], [48].....	67
Tabelle 14: Angesetzte Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen.	68
Tabelle 15: Hilfsenergiebedarf nach KEA-BW [52].	70
Tabelle 16: Rechnerische Nutzungsdauern nach VDI 2067.	71
Tabelle 17: Förderbedingungen nach BEG	72
Tabelle 18: Übersicht der Erfüllungsoptionen und Kurzbezeichnungen	73
Tabelle 19: Gewichtung für die Wärmenetzeignung	81
Tabelle 20: Gewichtung für die Eignung dezentraler Versorgung.....	81

8 LITERATURVERZEICHNIS

- Agemar, T., Alten, J., Ganz, B., Kuder, J., Kühne, K., Schumacher, S., & Schulz, R. (2014). *The Geothermal Information System for Germany - GeotIS*. ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144.
- Agentur für Erneuerbare Energien. (2013). *Potenzialatlas, Bioenergie in den Bundesländern*. Von https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2021/Mediathek/ae_e_potenzialatlas_090114_2013_fnr.pdf abgerufen
- Agora Energiewende. (2023). Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze. Analysen und Handlungsoptionen für eine bezahlbare und klimazielkompatible Transformation. Berlin.
- B+L Marktdaten GmbH. (2024). *Sanierung 2024 Deutschland*.
- Bahret, C., & Eltrop, L. (2020). *Online Wärmekostenrechner*. Stuttgart: Universität Stuttgart Institut für rationelle Energieanwendung.
- BDEW. (02. 03 2024). Von <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-gaspreisanalyse/> abgerufen
- Berger. (2011). *Wärmetauscher in oberirdischen Gewässern*. Deggendorf: Wasserwirtschaftsamt Deggendorf.
- Bettgenhäuser, K., Boermans, T., Offermann, M., Krechting, A., & Becker, D. (2011). *Klimaschutz durch Reduzierung des Energiebedarfs für Gebäudekühlung*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Bezirksregierung Köln; Abteilung 7 Geobasis NRW. (2024). *Energieatlas NRW*. Von Wärmekataster: <https://www.energieatlas.nrw.de/maps/Energieatlas/Waermekataster.aspx#div1> abgerufen
- Bezirksregierung Detmold. (2024). *Regionalplan OWL*. Detmold: Regionalplanungsbehörde Dezernat 32. Von https://www.bezreg-detmold.nrw.de/system/files/media/document/file/3.32_regionalplan_owl_textteil2.pdf abgerufen
- Bracke, R., Huenges, E., Acksel, D., Amann, F., Bremer, J., Bruhn, D., . . . Will, H. (2022). *Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland | Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft für eine erfolgreiche Wärmewende*. Bochum.
- Bundes-Immissionsschutzgesetz. (2017 Neufassung). *Abschnitt 6.1 -Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm-TA Lärm*.
- Bundesnetzagentur. (kein Datum). *Wasserstoff-Kernnetz*. Abgerufen am 14. 01 2025 von <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.htm>
- Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2023). *Schallrechner*. Abgerufen am 06 2023 von <https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>
- Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W., & Schröder, C. (2017). *Halmgutartige Festbrennstoffe: aus nassen Mooren*. Universität Greifswald.
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). (2016). *Energieeffizienz bei Büroimmobilien*. Berlin/Köln.
- FfE. (2024). *Wärmepumpen an Fließgewässern - Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern*.
- Fiedler, S., Peiseler, F., Maier, M., Meemken, S., Zahn, P., Cludius, J., . . . Healy, S. (2024). *CO2-Preis in Deutschland - Umsetzung des ETS II und des Klima-Sozialfonds in Deutschland*.
- Flussgebietsgemeinschaft Elbe. (2024). *Datenportal der FGG Elbe*. Von <https://www.elbe-datenportal.de/FisFggElbe/content/start/ZurStartseite.action> abgerufen

- Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH. (2021). *Klimaneutrale Wärme München 2035*.
- Fraunhofer IWS. (2017). *Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende*.
- Frontier Economics, IAEW, FourManagement und EMCEL. (2017). Der Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland. Eine modellbasierte Analyse.
- Geologischer Dienst NRW. (2011). *Geothermie in Nordrhein Westfalen*. Krefeld. Von https://www.gd.nrw.de/zip/broschuer_geothermie.pdf abgerufen
- Geologischer Dienst NRW. (2019). *Geothermale Charakterisierung von NRW*. Abgerufen am 13. 05 2024 von https://www.gd.nrw.de/ew_geothermale-charakterisierung-nrw.htm
- Hanse- und Universitätsstadt Rostock. (2021). *Wärmeplan Rostock 2035*.
- Heumann, A., & Ernst Huenges. (2017). *Technologiebericht 1.2 Tiefengeothermie innerhalb des Forschungsprojekts TF_Energiewende*. Potsdam: Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum.
- Hornberg, C. K. (2021). *Wasserstoff im Klimaschutz: Klasse statt Masse*. Berlin: Geschäftsstelle des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU).
- Hotmaps project. (2020). *Hotmaps Toolbox*. Von <https://www.hotmaps.eu/map> abgerufen
- ISE, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme. (2020). *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "WPsmart im Bestand"*. Freiburg.
- Janczik, S. (2014). *Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Vorhaben IIb: Stromerzeugung aus Geothermie - Wissenschaftlicher Bericht*. Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft.
- Jochum, P., Lawrenz, J., Stelter, D., Krenz, T., Mellwig, P., Pehnt, M., . . . Hertle, H. (2017). *Anlagenpotenzial: Ableitung eines Korridors für den Ausbau der erneuerbaren Wärme im Gebäudebereich*. Berlin, Heidelberg: Beuth Hochschule für Technik Berlin und ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.
- Kortemeier Brokmann Landschaftsarchitekten. (2014). *Potenzialflächenanalyse Windenergie Bad Salzuflen*. Bad Salzuflen. Von <https://www.stadt-bad-salzuflen.de/stadt-und-rathaus/stadtplanung/konzentrationszonen-fuer-windenergieanlagen> abgerufen
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz - Nordrhein Westfalen. (1. 04 2023). *Energieatlas NRW*. Abgerufen am 17. 07 2024 von <https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarten/wind>
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein Westfalen. (2017). *Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW- Teil 5 Wasserkraft*. Recklinghausen: LANUV. Von https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/Fachbericht_40_Teil_5-Wasserkraft.pdf abgerufen
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). (2023). *Flächenanalyse Windenergie NRW*. Recklinghausen: LANUV-Fachbericht 142.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). (10. 04 2024). *Klimaatlas NRW*. Von <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte> abgerufen

- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. (2019). *Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme- LANUV 39*. Recklinghausen: LANUV. Von https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/LANUV_Arbeitsblatt_39.pdf abgerufen
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. (01 2025). https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/wasser/oberflaechengewasser/hygon/. Von Hydrologische Rohdaten (HYGON). abgerufen
- Luhmann, J. (24. 02 2024). Kommunen in der Zwickmühle der Wärmewende. *klimareporter*°. Klimawissen e.V.
- Mendelevitch, R., Reppening, J., Matthes, F., & Deurer, J. (2024). *Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland - Rahmendaten*. Dessau-Roßlau: UBA.
- Meyer, R., Fuchs, N., Thomsen, J., Herkel, S., & Kost, C. (2024). *Heizkosten und Treibhausgasemissionen in Bestandsgebäuden – Aktualisierung auf Basis der GEG-Novelle 2024*. Potsdam: Kopernikus-Projekt Ariadne.
- Ministerium des Innern des Landes Nordrhein- Westfalen. (06. 29 2024). *Auslegung und Umsetzung von Festlegungen des Landesentwicklungsplans Nordrhein-Westfalen im Rahmen eines beschleunigten Ausbaus der erneuerbaren Energien (Wind- und Solarenergie) (LEP-Erlass Erneuerbare Energien)*. Abgerufen am 02. 07 2024 von https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=1&bes_id=50909&aufgehoben=N
- Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. (2024). *Masterplan Geothermie*. Düsseldorf: MWIKE. Von https://www.wirtschaft.nrw/system/files/media/document/file/masterplan_geothermie_langfassung.pdf abgerufen
- Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. (2022). *Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen (LEP NRW)*. Düsseldorf: Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Müller, A. H. (2019). Open Source Data for Gross Floor Area and Heat Demand Density on the Hectare Level for EU 28. *Energies 12*, 4789. doi:<https://doi.org/10.3390/en12244789>
- Oberle, S. M. (2023). *Die Rolle der Gasverteilnetze im Energiesystem der Zukunft in Deutschland*. Karlsruhe.
- Peters, M., & Steidle, T. (2022). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. KEA BW.
- Peters, M., Steidle, T., Hebisch, H., Skok, J., Berg, A., Graef, D., & Anders, F. (2022). *Technikkatalog kommunale Wärmeplanung*. Karlsruhe: KEA-BW.
- Pezzutto, S., Zambotti, S., Croce, S., Zambelli, P., Garegnani, G., Scaramuzzino, C., . . . Popovski, E. (2019). *D2.3 WP2 Report – Open Data Set for the EU28*. Hotmaps Project.
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut. (2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045 (Zusammenfassung)*. *Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende, Agora Verkehrswende. Abgerufen am 2024. Januar 11 von <https://www.agora-energiewende.de/publikationen/klimaneutrales-deutschland-2045-zusammenfassung>
- Sanddrock, M., Maaß, C., Weisleder, S., Westholm, H., & Schulz, W. (2020). *Kommunaler Klimaschutz durch Verbesserung der Effizienz in der Fernwärmeversorgung mittels Nutzung von*

Niedertemperaturwärmequellen am Beispiel tiefergeothermischer Ressourcen: Abschlussbericht. Umwelt Bundesamt.

Schwinghammer. (2012). *Thermische Nutzung von Oberflächengewässern.* Freiburg.

Seibt, P., Kabus, F., & Hoth, P. (24-29 April 2005). *The Neustadt-Glewe Geothermal Power Plant – Practical Experience in the Reinjection of Cooled Thermal Waters into Sandstone Aquifers.* Antalya, Turkey: Proceedings World Geothermal Congress 2005.

Senders, J. (2022). *Wärmeplanung und Gaskonzessionen.* Würzburg: Stiftung Umweltenergierecht.

Statista Research Department. (2023). *Entwicklung der Einwohnerzahl im Landkreis Herford von 1996 bis 2022.* Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1137365/umfrage/entwicklung-der-gesamtbevoelkerung-im-landkreis-herford/> abgerufen

statistisches Bundesamt. (28. 07 2023). *Pressemitteilung Nr. 297 vom 28. Juli 2023.* Abgerufen am 20. 10 2023 von https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/07/PD23_297_31231.html#:~:text=Eine%20Durchschnittswohnung%20ist%2092%2C2%20Quadratmeter%20gro%C3%9F%2C%20die%20Wohnfl%C3%A4che,oder%20282%20800%20Wohnungen%20mehr%20als%20Ende%202021.

TABULA WebTool. (2012). *TABULA WebTool, Institut für Wohnen und Umwelt.* Abgerufen am 09. 08 2022 von <https://webtool.building-typology.eu/#bm>

Thomsen, C., & Dr. Liebsch-Dörschner, T. (2014). *Geologische Potenzialanalyse des tiefen Untergrundes Schleswig-Holstein.* Flintbek: Geologischer Dienst - Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.

Thomsen, J., Fuchs, N., Meyer, R., Wanapinit, N., & Ulfers, J. (2022). *Bottom-Up Studie zu Pfadoptionen einer effizienten und sozialverträglichen Dekarbonisierung des Wärmesektors.* Freiburg / Kassel: Fraunhofer ISE, Fraunhofer IEE.

Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz. (2024). *Hochwassernachrichtenzentrale Thüringen.* Von https://hnz.thueringen.de/hw-portal/pegel/570280_hauptzahlen.html abgerufen

Umweltbundesamt. (08. 03 2024). *Erneuerbare Energien in Zahlen.* Abgerufen am 17. 07 2024 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>

Wietschel, M., Riemer, M., Thomann, J., Breitschopf, B., Fragoso, J., Wachsmuth, J., . . . Voglstätter, C. (2024). *HYPAT Abschlussbericht.* Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Wörrle, J. (28. 08 2023). *Neubaustandard: Was jetzt gilt und ab 2025 geplant ist.* (Deutsche Handwerkszeitung) Abgerufen am 20. 10 2023 von <https://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/dieser-neubaustandard-gilt-ab-2023-251235/>

Zensus,. (2011). Gebäude und Wohnungen sowie Wohnverhältnisse der Haushalte.

Zimmermann, T. (2021). *Beitrag des Wärmesektors zur Reduzierung der CO₂-Emissionen in Energiesystemen mit Sektorenkopplung.* Hamburg: Technische Universität Hamburg.

Zipse, A. (13. Januar 2022). *Ökogas-Barometer: Infos zur Lage auf dem Ökogasmarkt 2022.* Abgerufen am 2024 von Polarstern: <https://www.polarstern-energie.de/presse/mitteilung/oekogas-markt-barometer-2021-2022/>



KONTAKT

Felix Landsberg

HIC Hamburg Institut Consulting GmbH
Paul-Neumann-Platz 5
22765 Hamburg

Tel.: +49 (0)40-39106989-35

landsberg@hamburg-institut.com

www.hamburg-institut.com