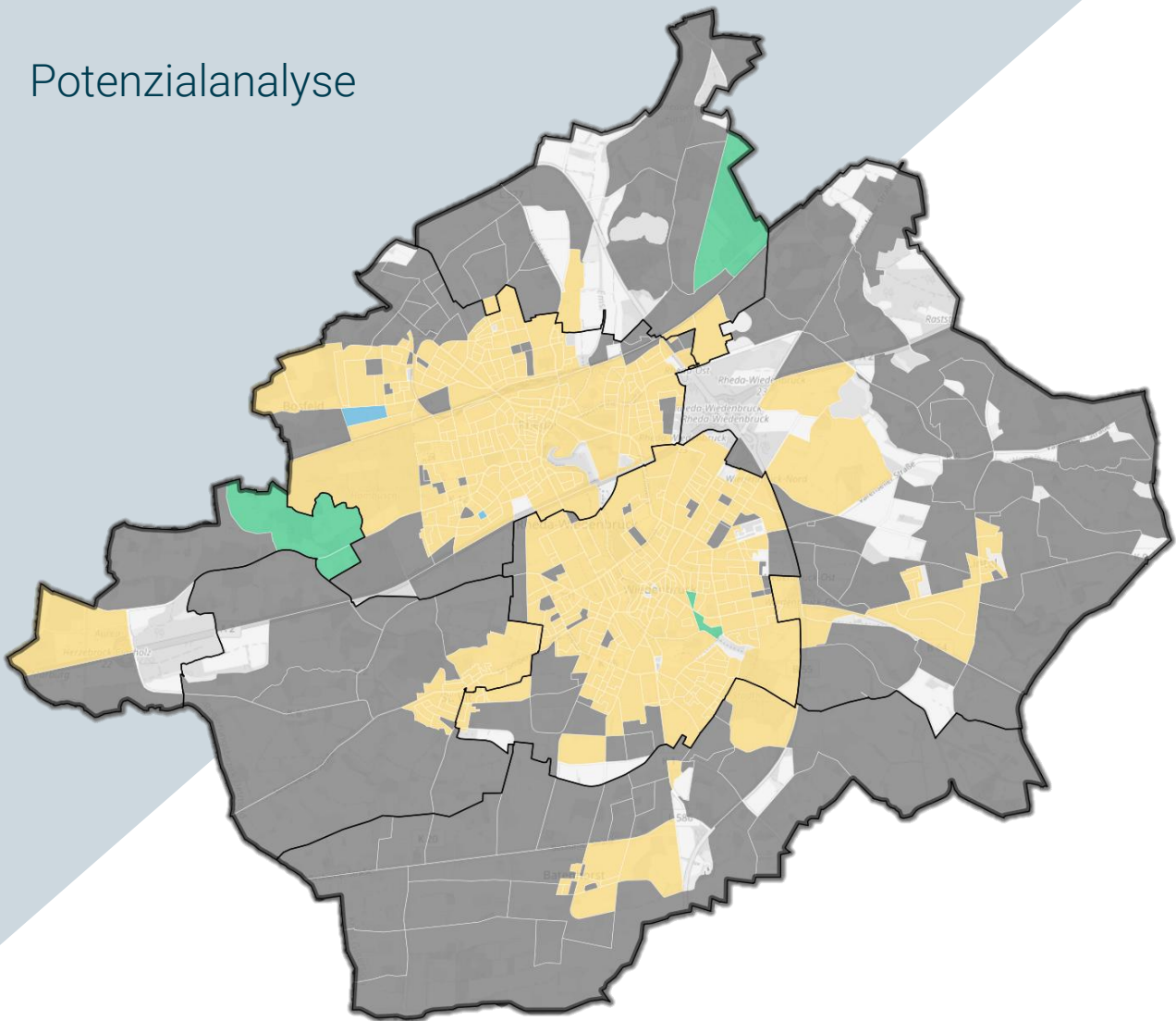


Zwischenbericht zur Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Rheda-Wiedenbrück

Potenzialanalyse



Rheda-
Wiedenbrück
gutes Klima

d-fine

IMPRESSUM

Herausgeberin:

Stadt Rheda-Wiedenbrück

Rathausplatz 13
33378 Rheda-Wiedenbrück

Ansprechpersonen:

Marc S. Heidfeld (Abteilungsleitung Klima, Mobilität und
Stadterneuerung)
Annika Holthaus (Projektleitung Klima)
Moritz Groß (Klimaschutzbeauftragter)

Auftragnehmerin:

d-fine GmbH

An der Hauptwache 7
60313 Frankfurt am Main
Tel.: +49 69 90737-0
E-mail: info@d-fine.de
www.d-fine.com

Ansprechpersonen:

Dr. Ari Pankiewicz (Geschäftsführer)
Dr. Robert Beestermöller (Projektleiter)

Fassung vom 16. April 2026

03.02.03	Prozessbedingte Effizienzpotenziale in Nichtwohngebäuden	42
03.03	Ausschluss- und Schutzgebiete	42
03.04	Dezentrale Erneuerbare Potenziale zur Wärmeversorgung	45
03.04.01	Umgebungswärme	45
03.04.02	Oberflächennahe Erdwärme	49
03.04.03	Solarthermie.....	55
03.04.04	Photovoltaik	56
03.05	Zentrale Potenziale zur Wärmeversorgung Durch Erneuerbare Energien.....	60
03.05.01	Tiefengeothermie.....	60
03.05.02	Abwärme des Klärwerks	65
03.05.03	Oberflächengewässer.....	69
03.05.04	Industrielle Abwärme.....	74
03.05.05	Biomasse.....	75
03.05.06	Wasserstoffbasierte Wärmeversorgung	78
03.06	Sonstiges	80
03.07	Zusammenfassung der Potenzialanalyse	80
04.	Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung	81
04.01	Stakeholder-Analyse.....	81
04.02	Kommunikation und Beteiligungsformate.....	82
04.02.01	Datenerhebung.....	83
04.02.02	Interviews mit Schlüsselakteuren.....	83
04.02.03	Stakeholder-Workshop	84
04.02.04	Digitale Informationsformate	85
04.03	Bürgerinnen und Bürger in der KWP	85
05.	Ausblick.....	87
06.	Anhang	88
	Literaturverzeichnis.....	103

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Vorgehen in der Kommunalen Wärmeplanung (schematisch)	3
Abbildung 2:	Schema zur Energiebilanz	8
Abbildung 3:	Rheda-Wiedenbrück mit farblich gekennzeichneten Gemarkungen	13
Abbildung 4:	Verteilung der wärmeversorgten Gebäude in Rheda-Wiedenbrück nach BSKO-Sektoren.....	14
Abbildung 5:	Überwiegender BSKO-Sektor in Rheda-Wiedenbrück gewichtet nach Wärmenachfrage auf Baublockebene	15
Abbildung 6:	Überwiegende Gebädefunktion, die innerhalb eines Baublocks am häufigsten auftritt.....	16
Abbildung 7:	Verteilung der Gebäude nach Baualtersklassen und BSKO-Sektoren	17
Abbildung 8:	Überwiegende Baualtersklasse.....	17
Abbildung 9:	Baublöcke welche an das Gasnetz angeschlossen sind.....	18
Abbildung 10:	Abwassernetz und Lage der Kläranlage in Rheda-Wiedenbrück	19
Abbildung 11:	Anteil der Erdgas-Wärmeerzeugungsanlagen bezogen auf die Gesamtanzahl der Wärmeerzeuger je Baublock	21
Abbildung 12:	Anteil der Heizöl-Wärmeerzeugungsanlagen bezogen auf die Gesamtanzahl der Wärmeerzeuger je Baublock	22
Abbildung 13:	Anteil der Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis biogener Brennstoffe bezogen auf die Gesamtanzahl der Wärmeerzeuger je Baublock.....	23
Abbildung 14:	Anteil der Strom-Wärmeerzeugungsanlagen bezogen auf die Gesamtanzahl der Wärmeerzeuger je Baublock	24
Abbildung 15:	Aufteilung der Wärmeerzeugung nach Energieträgern in Rheda-Wiedenbrück.....	26
Abbildung 16:	Überwiegend eingesetzter Energieträger zur Wärmeerzeugung	27
Abbildung 17:	Deckung der Endenergienachfrage durch Erdgas.....	28
Abbildung 18:	Deckung der Endenergienachfrage durch Heizöl.....	29
Abbildung 19:	Deckung der Endenergienachfrage durch biogene Brennstoffe	30
Abbildung 20:	Deckung der Endenergienachfrage durch Strom	31
Abbildung 21:	Absolute Wärmenachfrage pro Baublock.....	32
Abbildung 22:	Spezifische Wärmenachfrage pro m ² Gebäudenutzfläche auf Baublockebene	33
Abbildung 23:	Wärmenachfragedichte auf Baublockebene.....	34
Abbildung 24:	Wärmenachfrageliniedichte in kWh/(m·a)	35
Abbildung 25:	Anteil des Sanierungspotenzials zur Deckung der aktuellen Wärmenachfrage je Gemarkung	41
Abbildung 26:	Landschaftsschutz- und Naturschutzgebiete in Rheda-Wiedenbrück.....	43
Abbildung 27:	Wasserschutzgebiete in Rheda-Wiedenbrück	44
Abbildung 28:	Schematische Darstellung einer Elektro-Wärmepumpe [18]	46

Abbildung 29: Anteil des Umgebungswärmepotenzials zur Deckung der aktuellen Wärmenachfrage je Gemarkung	49
Abbildung 30: Darstellung der Nutzungsbedingungen für Erdwärmesonden	52
Abbildung 31: Anteil des oberflächennahen Geothermiepotenzials zur Deckung der aktuellen Wärmenachfrage je Gemarkung	53
Abbildung 32: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren für Einbautiefe 1,0 - 1,5 m.....	54
Abbildung 33: Anteil des Solarthermiepotenzials zur Deckung der aktuellen Wärmenachfrage je Gemarkung	56
Abbildung 34: Dach-Photovoltaikpotenzial in GWh/a je Gemarkung von Rheda-Wiedenbrück.....	57
Abbildung 35: Freiflächen-Photovoltaikpotenziale in Rheda-Wiedenbrück auf Basis des Solarkatasters NRW [31]	58
Abbildung 36: Geeignete kommunale Flächen für Freiflächen-PV-Anlagen anhand der Suchflächen im Solarkataster NRW [31]	59
Abbildung 37: Untergrundtemperatur in 2.000 m und 3.000 m Tiefe.....	62
Abbildung 38: Geothermische Eignung in Rheda-Wiedenbrück	63
Abbildung 39: Wärmeertrag aus mitteltiefer hydrothermalen Geothermie in GWh/a. Ausschlussgebiete (Wasserschutzgebiete) sind in dunkelblau hinterlegt.	64
Abbildung 40: Wärmeertrag aus hydrothermalen Tiefengeothermie in GWh/a. Ausschlussgebiete (Wasserschutzgebiete) sind in dunkelblau hinterlegt.	65
Abbildung 41: Entfernung der Kläranlage Rheda-Wiedenbrück zu Wärmeabnehmern und Darstellung von Wärmenachfragen für ein potenzielles Wärmenetzgebiet	69
Abbildung 42: Oberflächengewässer in der Stadt Rheda-Wiedenbrück [48]	71
Abbildung 43: Geeignete kommunale Flächen entlang der Ems in Rheda-Wiedenbrück für eine Flusswärmeanlage. Die Wärmenachfrage ist durch rote Kreise dargestellt.	73
Abbildung 44: Bioenergieanlagen im Stadtgebiet Rheda-Wiedenbrück. Quelle: Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen [55, 56].	77

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Im Rahmen der Bestandsanalyse erhobene Daten, Datenquellen und deren Verwendung	5
Tabelle 2:	Emissionsfaktoren für Energieträger in g CO ₂ -Äquivalenten pro kWh. Auszug aus [10]	12
Tabelle 3:	Gebäudestruktur in Rheda-Wiedenbrück.....	14
Tabelle 4:	Anzahl dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen nach Energieträger	20
Tabelle 5:	Gesamtendenergienachfrage nach Gebäuden und Prozessen.....	25
Tabelle 6:	Endenergienachfrage für Wärme nach BSKO Sektor und Energieträger in GWh/a.....	25
Tabelle 7:	Kennzahlen der Wärmenachfrage je Gemarkung.....	36
Tabelle 8:	Treibhausgasemission (CO ₂ -Äquivalente) basierend auf dem Verbrauch nach Sektoren	36
Tabelle 9:	Treibhausgasemission (CO ₂ -Äquivalente) basierend auf dem Verbrauch nach Energieträgern.....	37
Tabelle 10:	Reduktionsraten für Wohngebäude und GHD-Sektor, eigene Berechnungen auf Basis von [16]	40
Tabelle 11:	Sanierungspotenzial des Gebäudebestandes unterteilt nach BSKO Sektoren	41
Tabelle 12:	Anteil der für Luftwärmepumpen geeigneten Gebäude in Rheda-Wiedenbrück nach Gebäudetyp [21]	48
Tabelle 13:	Richtwerte für Klärwerk Rheda-Wiedenbrück.....	68
Tabelle 14:	Zusammenfassung der Abwärmepotenziale auf Basis der Plattform für Abwärme der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) sowie eigener Erhebungen aus Umfragen.....	75
Tabelle 15:	Energiepotenzial in GWh pro Jahr für gesamt Rheda-Wiedenbrück aufgeteilt nach Potenzialart.....	80
Tabelle 16:	Arbeitsschritte der Stakeholder-Analyse.....	81
Tabelle 17:	Maßnahmen zur Stakeholder-Einbindung.....	82

NOMENKLATUR

Begriff	Erklärung
Abwärme	Abwärme ist ungenutzte, überschüssige Wärme, die bei Industrieprozessen, Kraftwerken oder anderen technischen Anlagen entsteht und für die Beheizung von Gebäuden oder Fernwärmenetze genutzt werden kann
Baublock	Mehrere Gebäude oder Liegenschaften, die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten sind
Dekarbonisierung	Der Prozess der Umstellung von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare oder emissionsarme Energieträger, um Treibhausgasemissionen zu reduzieren
Erdenergie	Erdenergie ist eine Form von Umweltwärme, die als erneuerbare Energiequelle direkt aus der im Boden gespeicherten Wärme gewonnen wird (z. B. mit Erdsonden oder Erdwärmekollektoren)
Energieträger	Braunkohle, Steinkohle, Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Wasserstoff, Wasserstoffderivate, insbesondere synthetisches Methan, Grubengas, nichtbiogener Abfall, biogener Abfall, Abwärme, feste Biomasse, gasförmige Biomasse, insbesondere Biogas, Biomethan, Deponiegas oder Klärgas, flüssige Biomasse, Strom, Solarthermie, oberflächennahe Geothermie, tiefe Geothermie, Umweltwärme aus Oberflächengewässern, Grubenwasser, Luft oder Abwasser
Fernwärme	Versorgung mehrerer Gebäude oder Bereiche mit zentral erzeugter Wärme über ein Rohrleitungssystem
Geothermie	Geothermie nutzt die im Erdinneren gespeicherte Wärmeenergie, um diese für die Gebäudeheizung oder großflächige Anwendungen wie Fernwärme bereitzustellen
Kehrbuchdaten	Kehrbuchdaten sind Informationen, die von der Schornstiefegerinnung erfasst werden und Daten über bestehende Heizungsanlagen, eingesetzte Energieträger sowie Altersstrukturen enthalten
KWK-Anlagen	Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen erzeugen gleichzeitig Strom und nutzbare Wärme, wobei sie eine besonders effiziente Möglichkeit zur Energieversorgung darstellen und für Nah- und Fernwärmesysteme eingesetzt werden können
Nahwärme	Nahwärme ist eine lokale, kleinräumige Version der Fernwärme, bei der Gebäude über kurze Strecken von einem zentralen Wärmeerzeuger (z. B. BHKW oder Biomassekessel) mit Wärme versorgt werden

Begriff	Erklärung
Photovoltaik	Photovoltaik ist eine Technologie, welche Sonnenlicht mithilfe von Solarzellen in elektrische Energie umsetzt
Solarthermie	Solarthermie nutzt Sonnenenergie mittels Solarkollektoren zur direkten Wärmegewinnung für die Warmwasserbereitung oder Heizungsunterstützung
Stakeholder	Stakeholder sind alle relevanten Akteure. Innerhalb der kommunalen Wärmeplanung sind das z. B. Kommunen, Energieversorger, Unternehmen, Bürgerinnen und Bürger sowie Behörden, die Einfluss auf die Planung oder Umsetzung haben
Straßenabschnitt	Der durch Kreuzungen, Straßenknoten oder Einmündungen begrenzte Teil einer Straße einschließlich der anliegenden Bebauung
Umweltwärme	Umweltwärme bezeichnet niedrige Temperaturenergie, die aus natürlichen Quellen wie Luft, Wasser oder Boden gewonnen wird und z. B. durch Wärmepumpen nutzbar gemacht wird
Unvermeidbare Abwärme	Wärme, die als unvermeidbares Nebenprodukt in einer Industrieanlage, einer Stromerzeugungsanlage oder im tertiären Sektor anfällt und ohne den Zugang zu einem Wärmenetz ungenutzt in die Luft oder in das Wasser abgeleitet werden würde; Abwärme gilt als unvermeidbar, soweit sie aus wirtschaftlichen, sicherheitstechnischen oder sonstigen Gründen im Produktionsprozess nicht nutzbar ist und nicht mit vertretbarem Aufwand verringert werden kann
Wärme aus erneuerbaren Energien	<p>Wärme aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geothermie ▪ Umweltwärme ▪ Abwasser ▪ Solarthermie ▪ Biomasse ▪ Grünem Methan ▪ Wärmepumpen ▪ Strom ▪ Grünem Wasserstoff ▪ Wärmespeichern
Wärmebedarf	Der Wärmebedarf beschreibt die berechnete Menge an Wärmeenergie, die ein Gebäude benötigt. Im Rahmen der hier vorliegenden Kommunalen Wärmeplanung wird der Bedarf basierend auf den Gebäudeteilen, aus denen ein Gebäude besteht, berechnet.
Wärmenachfrage	Die Wärmenachfrage entspricht dem Wärmeverbrauch, sofern dieser bekannt ist. Andernfalls wird der Wärmebedarf als Wärmenachfrage angenommen.

Begriff	Erklärung
Wärmenachfragedichte	Die Wärmenachfragedichte ist eine Kennzahl, die die jährliche Wärmenachfrage einer Gruppe von Gebäuden auf die Fläche der Gebäudegruppen bezieht.
Wärmenachfrageliniendichte	Die Wärmenachfrageliniendichte ist eine Kennzahl, die die jährliche Wärmenachfrage eines Gebäudes oder einer Gruppe von Gebäuden quantifiziert (in Kilowattstunden), bezogen auf die Länge dieses Leitungsabschnitts (in Metern). Dabei entspricht ein Leitungsabschnitt häufig einem Straßenabschnitt.
Wärmenetz	Einrichtung zur leitungsgebundenen Versorgung mit Wärme
Wärmeplan	Das zur Veröffentlichung bestimmte Ergebnis der Wärmeplanung
Wärmeplanung	Rechtlich unverbindliche, strategische Fachplanung, die Möglichkeiten für den Ausbau und die Weiterentwicklung leitungsgebundener Energieinfrastrukturen für die Wärmeversorgung, die Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus sowie zur Einsparung von Wärme aufzeigt die mittel- und langfristige Gestaltung der Wärmeversorgung für das geplante Gebiet beschreibt
Wärmepumpe	Wärmepumpen nutzen elektrische Energie, um Umweltwärme aus Luft, Boden oder Grundwasser aufzunehmen und auf ein höheres Temperaturniveau für die Beheizung von Gebäuden oder die Warmwasserbereitung zu bringen. Durch dieses hoch effiziente Verfahren – das im Prinzip wie ein umgekehrter Kühlschrank funktioniert – wird die Umgebung abgekühlt, wodurch bis zu fünfmal mehr Wärmeenergie erzeugt werden kann, als an elektrischer Energie eingesetzt wird
Wärmeverbrauch	Wärmeverbrauch bezeichnet die Menge an Wärmeenergie, die in einem Gebäude oder Prozess genutzt wird. Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung fällt darunter die Wärmeenergie für Raumheizung, Warmwasserbereitung oder industriellen Fertigungsprozessen
Zieljahr	Das Jahr, in dem spätestens die Umstellung auf eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung abgeschlossen sein soll

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Begriff	Erklärung
AbfklärV	Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemischen und Klärschlammkompost
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEW	Bundesprogramm für effiziente Wärmenetze
BfEE	Bundesstelle für Energieeffizienz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BISKO	Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO) ist eine Methode zur Erstellung von Energie- und Treibhausgasbilanzen für Kommunen.
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (zwischen dem 17.12.2013 und dem 08.12.2021 sowie ab dem 06.05.2025: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie)
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
COP	Der "Coefficient of Performance", auf Deutsch „Leistungszahl“, gibt das Verhältnis zwischen erzeugter Wärme und eingesetzter elektrischer Energie bei Wärmepumpen an.
DZ	Digitaler Zwilling
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GWh	Gigawattstunde, 1 GWh = 1.000 MWh
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
ha	Hektar (100 m × 100 m)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kt	Kilotonne, 1 kt = 1.000 Tonnen
kWh	Kilowattstunde
kWh/(m·a)	Kilowattstunde pro Meter und Jahr
KWK	Die Kraft-Wärme-Kopplung ist ein Verfahren zur effizienten Energienutzung, bei dem die Abwärme der Stromerzeugung genutzt wird.
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
MWh	Megawattstunde, 1 MWh = 1.000 kWh

Begriff	Erklärung
NIBIS	Der NIBIS-Kartenserver informiert über Altlasten, Bergbau, Bodenkunde, Erosion, Geologie, Geothermie, Geophysik, Hydrogeologie, Ingenieurgeologie, Klima und Rohstoffe.
PV	Photovoltaik
SAGA	"System for Automated Geoscientific Analyses" ist ein Geoinformationssystem.
SCOP	Der "Seasonal Coefficient of Performance", auf Deutsch „Jahresarbeitszahl“, gibt den Jahresdurchschnitt der Leistungszahl (COP) an.
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm; Verwaltungsvorschrift in Deutschland zur Begrenzung von Geräuschimmissionen, z. B. von Anlagen wie Wärmepumpen, Maschinen oder Industrieanlagen.
T45 RedEff-Szenario	Ein Szenario, das die Treibhausgasemissionen für das Jahr 2045 unter der Annahme eines langsamen Optimierungsfortschritts modelliert.
THG	Treibhausgas
W/(m·K)	Watt pro Meter und Kelvin, Wärmeleitfähigkeit
WPG	Wärmeplanungsgesetz

01. KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG UND DIE RECHTLICHEN RAHMENBEDINGUNGEN

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) stellt eine strategische Planung zur schrittweisen und langfristigen Dekarbonisierung der Wärmeversorgung eines Gemeindegebietes bis zum Zieljahr 2045 auf Bundes- und Landesebene in Nordrhein-Westfalen dar. Diese Planung ist notwendig, um die im Bundes-Klimaschutzgesetz verankerte Zielsetzung der Klimaneutralität bis 2045 auf Bundesebene zu erfüllen. Mit einem Anteil von über 50 % hat die Wärmeversorgung den größten Anteil am Endenergieverbrauch in Deutschland, wobei über 80 % der Wärmenachfrage noch durch fossile Brennstoffe gedeckt wird [1]. Um auch in Zukunft eine zuverlässige, bezahlbare und nachhaltige Wärmeversorgung sicherzustellen, wurde am 01.01.2024 das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz (WPG)) eingeführt [2]. Dieses Bundesgesetz schafft die rechtliche Grundlage für eine koordinierte und flächendeckende Wärmeplanung in Deutschland. Gemäß WPG sind die Bundesländer verpflichtet, dafür Sorge zu tragen, dass alle Gemeindegebiete bis zum 30.06.2028 über einen rechtskonformen Wärmeplan verfügen. Zusätzlich gelten frühere Fristen für Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern. Nordrhein-Westfalen hat durch § 2 des Gesetzes zur Einführung einer KWP in Nordrhein-Westfalen (Landeswärmeplanungsgesetz NRW – LWPG) die Gemeinden verpflichtet, die Wärmeplanung durchzuführen [3]. Für Rheda-Wiedenbrück ist das Stichdatum zum 30.06.2028 einzuhalten.

Die KWP unterstützt insbesondere Eigentümerinnen und Eigentümer von Gebäuden, die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) umzusetzen, das neue Standards für die Nutzung erneuerbarer Energien bei Heizsystemen vorgibt [4]. Dieses Gesetz trat erstmals am 01.11.2020 in Kraft und wurde 2023 überarbeitet [5]. Die aktuelle Fassung gilt seit dem 01.01.2024. Im Fokus stehen dabei die Reduktion des Wärmebedarfs, der Ausbau von Wärmenetzen auf Basis erneuerbarer Energien und Abwärme sowie die dezentrale Versorgung mit erneuerbarer Wärme. Für Neubauten gilt zum aktuellen Zeitpunkt, dass mindestens 65 % der Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme stammen müssen, während der schrittweise Austausch von Öl- und Gasheizungen im Bestand durch Übergangsfristen geregelt wird.

Für Bürgerinnen und Bürger bringt die KWP Transparenz und Orientierung im Zusammenhang mit der langfristigen Dekarbonisierung des Wärmesektors. Im Zuge der KWP werden Energiebedarfe, vorhandene Infrastrukturen und lokale Potenziale für erneuerbare Energien der Kommune Rheda-Wiedenbrück im Detail analysiert. Das Ergebnis ist ein „Wärmeplan“, in dem ein möglicher Pfad der künftigen Wärmeversorgung, wie z.B. Fernwärme, Wärmepumpen, Solarthermie oder Biomasse dargestellt wird. Durch die Analyse regionaler Gegebenheiten und Potenziale zeigt die

Wärmeplanung, wie Gebäude effizient und nachhaltig auf klimaneutrale Energiequellen umgestellt werden können. Auf dieser Basis ergibt sich für Haus- und Wohnungsbesitzende oder Mietende eine Entscheidungshilfe, welche Heizsysteme zukunftsfähig sind.

Für Bürgerinnen und Bürger ist dabei zu beachten, dass die KWP Potenziale und Zeitpfade aufzeigt, aber selbst keine Ausbau-, Anschluss- oder Termingarantien und auch keine rechtlich bindenden Vorgaben schafft. Die Wärmeplanung ersetzt somit keine individuelle Energieberatung auf Gebäudeebene. Die Entscheidung über das konkrete Heizsystem liegt weiterhin bei den Eigentümerinnen und Eigentümern im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben.

Das Vorgehen der KWP folgt einem standardisierten, abgestimmten Verfahren, das schrittweise erfolgt. Die KWP gliedert sich in die folgenden Phasen, die auch in Abbildung 1 schematisch dargestellt sind.

- **Bestandsanalyse:** Systematische Erfassung aller für die Wärmeversorgung relevanten Informationen, einschließlich der Gebäude- und Siedlungsstruktur, der Wärmebedarfe sowie der vorhandenen Energieinfrastruktur
- **Potenzialanalyse:** Identifikation und Bewertung der Potenziale erneuerbarer Energien (z. B. Solarthermie, Geothermie und Biomasse), Nutzung unvermeidbarer Abwärme (z. B. aus Industrie oder Gewerbe) sowie Möglichkeiten der Wärmebedarfsreduktion
- **Erstellen des Zielszenarios:** Identifikation von Wärmeversorgungsarten für die Stützjahre 2030, 2035 und das Zieljahr 2045 unter Beteiligung relevanter Akteure
- **Entwicklung einer Umsetzungsstrategie:** Ableitung konkreter Maßnahmen zur Erreichung des Zielszenarios

Die Ergebnisse der oben genannten Schritte werden in den folgenden Kapiteln dieses Berichts detailliert zusammengefasst und erläutert.

Die Wärmeplanung ist dabei kein einmaliger Prozess, sondern erfordert eine kontinuierliche Überprüfung und Anpassung. Gemäß § 5 Abs. 1 des WPG ist die Kommune Rheda-Wiedenbrück verpflichtet, den Wärmeplan spätestens alle fünf Jahre zu überprüfen und die Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen zu überwachen, um geänderten Rahmenbedingungen wie weiterentwickelten Technologien, neuen gesetzlichen Vorgaben oder neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen gerecht zu werden.

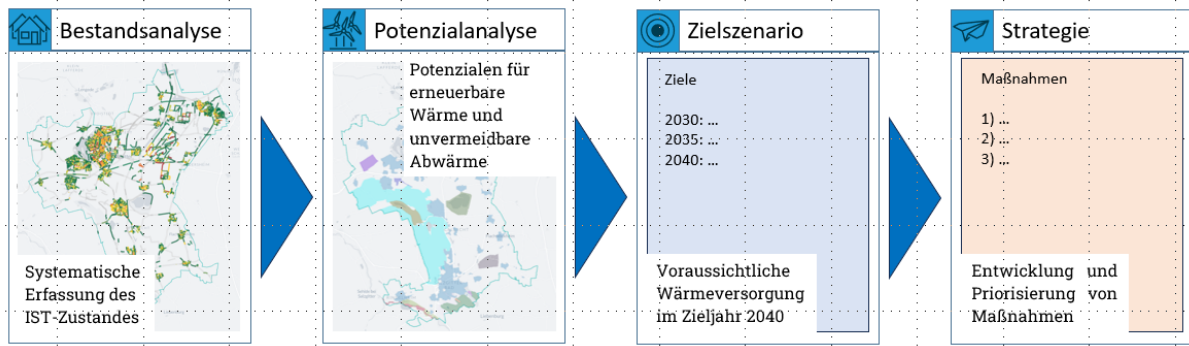


Abbildung 1: Vorgehen in der Kommunalen Wärmeplanung (schematisch)

Die KWP ist somit nicht nur eine gesetzlich vorgeschriebene Aufgabe, sondern dient auch als zentraler Erfolgsfaktor für die nachhaltige Entwicklung der Wärmeversorgung sowie zum Erreichen der im Bundes-Klimaschutzgesetz verankerten Zielsetzung zur Klimaneutralität bis 2045 auf Bundesebene. Durch den Ratsbeschluss V-54/2022 hat sich auch der Rat der Stadt Rheda-Wiedenbrück zu dem Ziel der Klimaneutralität bekannt, was die lokale Verantwortung sowie Engagement für den Klimaschutz unterstreicht.

02. BESTANDSANALYSE

Ziel der Bestandsanalyse ist die für die Wärmeplanung hinreichend genaue Ermittlung des Status quo der Wärmeversorgung im betrachteten Bilanzraum durchzuführen. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse bilden die Grundlage für die Erstellung der Potenzialanalyse, des Zielszenarios und die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.

Fundament der Bestandsanalyse stellt der Aufbau eines Digitalen Zwillings (DZ) der Stadt Rheda-Wiedenbrück in einem Geoinformationssystem (GIS) mit der Software ENEKA.Energieplanung¹ dar. Ein GIS-Datenmodell ermöglicht es Daten aus diversen Quellen mit Raumbezug zu integrieren. Auf diese Weise können Gebäude- und Infrastrukturdaten konsistent verwaltet und umfassende ortsbezogene Analysen mit hoher Aussagekraft durchgeführt werden. Das GIS ist somit integrale Datenverwaltung und zentrales Projektergebnis zugleich, indem energierelevante Zusammenhänge von Rheda-Wiedenbrück im GIS zusammenfasst werden. Mithilfe des Digitalen Zwillings können Daten und Pläne, die für die Stadt Rheda-Wiedenbrück vorliegen, elektronisch ein- und ausgelesen werden.

02.01 DATENGRUNDLAGE ZUR BESTANDSANALYSE

Zur Ermittlung der Ist-Situation in Rheda-Wiedenbrück werden im Digitalen Zwilling verschiedene Datenquellen im GIS konsolidiert. Der Digitale Zwilling der Stadt Rheda-Wiedenbrück basiert daher auf Daten des Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS) [6], OpenStreetMap [7] und der infas 360 GmbH des Instituts für angewandte Sozialwissenschaft GmbH [8]. Die kartografischen Darstellungen in diesem Dokument nutzen als Hintergrundkarten OpenStreetMap, wobei die Daten unter der Open Data Commons Open Database License verfügbar sind.² Die in Tabelle 1 dargestellten Daten wurden dazu im Rahmen der Bestandsanalyse erhoben und systematisch in den Digitalen Zwilling integriert. Zusätzlich wurde über die städtische Wirtschaftsförderung ein digitaler Fragebogen an die ortsansässigen Unternehmen verschickt, um den Digitalen Zwilling der Stadt mit stakeholderspezifischen Angaben anzureichern. Der im Rahmen der KWP erstellte Fragebogen dient dazu, Daten zur Wärme- und Energieversorgung zu erfassen, die für die Dekarbonisierungsplanung bis 2045 notwendig sind. Abgefragt wurden Angaben zu aktuellen Energieverbräuchen, Abwärmepotenzialen, genutzten Energieträgern, saisonalen Schwankungen und laufenden Maßnahmen zur Energieeinsparung. Zudem

¹ ENEKA Energie & Karten GmbH

² © OpenStreetMap-Bitragende, <https://www.openstreetmap.org/copyright>, Lizenz: <https://opendatacommons.org/licenses/odbl/>

bietet der Fragebogen Platz für Informationen zu Gebäude- / Anlagenalter, Sanierungszustand sowie die Bereitschaft zur Abgabe von Wärme.

Grundsätzlich können im Rahmen der KWP aus datenschutzrechtlichen und infrastrukturkritischen Gründen nicht alle verarbeiteten Daten veröffentlicht werden. Datenpunkte, die aus Datenschutzgründen anonymisiert oder zurückgehalten werden, sind im vollständigen GIS-Datenmodell, dem Digitalen Zwilling, stets hinterlegt. Sie dienen dort als Grundlage für die Analysen und Planung, sind jedoch nicht für die öffentliche Einsicht verfügbar und werden demnach im Bericht nicht mit vollständiger Detaillierung bzw. in aggregierter Form wiedergegeben, sodass keine Rückschlüsse auf einzelne Stakeholder, Personen oder Infrastrukturen möglich sind.

Tabelle 1: Im Rahmen der Bestandsanalyse erhobene Daten, Datenquellen und deren Verwendung

Datentyp	Datenquelle	Verwendung der Daten im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung
Gebäudefunktion	ALKIS [6]	Kartografische Darstellung überwiegender Gebäudefunktionen
Gebäudenutzfläche	ALKIS [6]	Berechnung von spezifischen Wärmenachfragen
Bewohner	ALKIS [6] (über Gebäudenutzfläche)	Integration in DZ, Berechnung von pro-Kopf-Emissionen
Baujahr	infas360 GmbH [8], ALKIS [6]	Zuordnung Baualtersklassen
Gasverbrauchsdaten 2020-2022	Westnetz GmbH	Integration der Verbrauchswerte in DZ
Verbrauchsdaten für Prozesswärme und eingesetzte Energieträger	Datenabfrage mithilfe von Umfragen	Integration der Verbrauchswerte in DZ
Industrielle Abwärme	BfEE Abwärmekataster [9]	Identifikation von Stakeholdern und Datenpunkten für Wärmequellen potenzieller Wärmenetze
Eingesetzte Energieträger und Altersstruktur sowie Art der Feuerstätten	Schornsteinfeger / Schornsteinfegerinnung	Integration der Heizungsart in den DZ
Verlauf Gasverteilnetze	Westnetz GmbH	Kartografische Darstellung und Validierung von Heizungsarten im DZ

Datentyp	Datenquelle	Verwendung der Daten im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung
Informationen zu Kläranlagen	EAW – Eigenbetrieb Abwasser der Stadt Rheda-Wiedenbrück	Kartografische Darstellung der Lage der Kläranlagen
Strukturdaten von Rheda-Wiedenbrück	Statistik.NRW	Abgleich und Validierung mit DZ
Stadtteil- und Gemarkungsgrenzen	Fachbereich Stadtentwicklung, Stadt Rheda-Wiedenbrück	Gebietseinteilungen im DZ
Gebäude unter Denkmalschutz	Fachbereich Baumanagement und Denkmalpflege, Stadt Rheda-Wiedenbrück	Integration von gebäudespezifischen Eigenschaften in DZ
Quartierskonzepte für Stadtteile	Fachbereich Stadtentwicklung, Stadt Rheda-Wiedenbrück	Datenvalidierung und Plausibilisierung von DZ
Verlauf von Wärmenetzen sowie Fern- und Nahwärmeverbrauchsdaten	Keine Fern- und Nahwärmenetze vorhanden in Rheda-Wiedenbrück	-
Geodaten	OpenStreetMap [7]	Hintergründe in kartografischen Darstellungen

02.02 METHODIK

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden eine Vielzahl von Daten erhoben. Die verwendeten Methoden, um aus diesen Daten flächen- und gebietsbezogene Strukturdaten abzuleiten, werden im Folgenden vorgestellt. Zunächst werden zentrale Begriffe im Bereich der Wärme und Energie definiert. Anschließend erfolgt die Methodik zur Integration der erhobenen Daten in den Digitalen Zwilling. Abschließend wird das Vorgehen zur Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz beschrieben.

02.02.01 DEFINITION VON WÄRME- UND ENERGIEBEGRIFFEN

Die KWP beschäftigt sich mit der effizienten, nachhaltigen und bedarfsgerechten Versorgung von Gebäuden und Prozessen mit **Wärmeenergie**. Das Verständnis der relevanten Begriffe und Konzepte ist essenziell für die Entwicklung nachhaltiger und effizienter Wärmeversorgungsstrategien. Sie bilden die Grundlage für die Vergleichbarkeit fundierter Analysen und die Erarbeitung zukunftsfähiger Lösungen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.

Der **Wärmebedarf** beschreibt die theoretisch benötigte Wärmeenergie, die erforderlich ist, um Gebäude zu beheizen, Warmwasser bereitzustellen oder industrielle Prozesse zu betreiben (auch Nutzwärme genannt). Diese Größe wird durch Faktoren wie die Qualität der Gebäudedämmung, klimatische Bedingungen sowie dem durchschnittlichen Nutzungsverhalten beeinflusst. Der Wärmebedarf bildet die Grundlage für die Auslegung eines Wärmeversorgungssystems. Der **Wärmeverbrauch** dagegen bezieht sich auf die

tatsächlich genutzte Wärmeenergie, die in einem Gebäude oder einer Anlage verbraucht wird. Diese Größe wird maßgeblich durch das tatsächliche Nutzungsverhalten sowie äußere Bedingungen bestimmt. Für die Analysen wird ein Mischwert aus Wärmebedarf und Wärmeverbrauch bestimmt (siehe Kapitel 02.02.06), der als **Wärmenachfrage** bezeichnet wird. Diese Wärmenachfrage entspricht dem Wärmeverbrauch, sofern dieser bekannt ist. Liegen keine Angaben zu tatsächlichen Verbräuchen vor, wird auf den Wärmebedarf zurückgegriffen. Der in diesen Analysen verwendete Wärmeverbrauch ist **klimabereinigt**. Das bedeutet, dass der Wärmeverbrauch auf Grundlage eines langjährigen Mittelwerts der örtlichen Witterungsbedingungen normiert wird. Dadurch können die Verbrauchswerte unabhängig von räumlichen und zeitlichen Variationen der Witterung verglichen werden. Zusätzlich werden noch der **spezifische** Wärmebedarf bzw. Wärmeverbrauch ausgewiesen, welcher mit der Gebäudenutzfläche normiert ist. Die Begriffe Endenergie und Primärenergie beziehen sich auf verschiedene Stufen der Energiebereitstellung. **Endenergie** stellt die Energiegröße dar, die vom Endanwender bzw. der Endanwendung verbraucht wird, beispielsweise in Form von Heizöl, Erdgas oder Strom. Im Wärmebereich stellt die Endanwendung typischerweise die Heizung bzw. die Hausübergabestation im Falle von nah- und fernwärmeversorgten Gebäuden dar, deren Produkt die Nutzwärme ist (Warmwasser, Raumwärme, Prozesswärme). Während der Umwandlung von Endenergie zur Nutzenergie fallen Umwandlungsverluste an.

Primärenergie hingegen umfasst die ursprünglich in den natürlichen Ressourcen enthaltene Energie, wie etwa in Kohle, Erdgas, Wind oder Sonnenstrahlung. Sie berücksichtigt auch Verluste, die bei der Umwandlung, dem Transport und der Verteilung von Energie entstehen, und kann somit Auskunft über die Gesamteffizienz eines Energiesystems geben. Die **Nutzwärme** bezeichnet die tatsächlich für den beabsichtigten Zweck verfügbare Wärmeenergie, die nach der Umwandlung und Verteilung von einem Heizsystem oder anderen Prozessen bereitgestellt wird. Sie entspricht der Wärme, die direkt für die Beheizung von Räumen, die Warmwasserbereitung oder industrielle Prozesse genutzt werden kann. Im Gegensatz zur End- oder Primärenergie liegt der Fokus bei der Nutzwärme auf der energetischen Effizienz des Gesamtsystems – darunter der Umwandlungsverluste (z. B. bei Heizkesseln) sowie der Verteilungsverluste im Leitungsnetz – und ihrer Anpassung an den tatsächlichen Wärmebedarf (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Schema zur Energiebilanz

Für die Wärmeversorgung können Fernwärme und Nahwärme eine zentrale Rolle einnehmen. **Fernwärme** bezeichnet die großräumige Versorgung von Gebäuden oder Industrieanlagen mit zentral erzeugter Wärme über ein meist weit verzweigtes Netz. Die Wärmequellen können aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, Müllverbrennungsanlagen, Geothermie oder anderen Quellen stammen. **Nahwärme** beschreibt ein Konzept, das sich auf kleinere, lokal begrenzte Netzwerke, wie Wohnsiedlungen oder Ortsteile konzentriert. Sowohl Fern- als auch Nahwärme stellen hinsichtlich der o.g. Begrifflichkeiten eine Form der Endenergie dar.

Ein wichtiger Planungsparameter für die kommunale Wärmeversorgung ist die **Wärmenachfrageliniendichte**. Sie setzt die ermittelten Wärmenachfragen entlang eines Straßenabschnitts ins Verhältnis zur Länge des Straßenabschnitts. Da der Straßenabschnitt in direktem Bezug zu einem möglichen Wärmenetzzug steht, dient der Kennwert als Indikator für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit eines möglichen oder bestehenden Wärmenetzsystems. Eine hohe Wärmenachfrageliniendichte deutet in der Regel auf eine bessere wirtschaftliche Rentabilität hin.

02.02.02 EINTEILUNG IN BAUBLÖCKE

Im Rahmen der Wärmeplanung werden mehrere Gebäude aus datenschutzrechtlichen Gründen in einer aggregierten Baublockebene dargestellt. Ein Baublock kann durch Straßen, natürliche oder bauliche Grenzen abgegrenzt sein. Baublockgrenzen werden, soweit möglich, so festgelegt, dass möglichst homogene Bebauungsstrukturen zusammengefasst werden. Im Rahmen der KWP stellt ein Baublock die kleinste räumliche Aggregationseinheit der Ergebnisse dar. Für Rheda-Wiedenbrück werden die Baublöcke innerhalb eines Stadtteils basierend auf der datenschutzrechtlichen Mindestanforderung von 5 Gebäuden innerhalb eines Baublock aggregiert. Diese Maßnahme gewährleistet Anonymität der Verbraucher und die Integration einer größtmöglichen Anzahl individueller energierelevanter Zusammenhänge ohne Möglichkeit Rückschlüsse auf personen- und unternehmensbezogene Daten ziehen zu können. Vereinzelt mussten jedoch Datenpunkte aus datenschutzrechtlichen und infrastrukturkritischen Gründen, zurückgehalten werden (siehe Kapitel 02.01). Im Zuge der Aggregation werden Baublöcke, die die Mindestanforderung nicht erfüllen, sowie einzelne Gebäude ohne eine Baublockzuordnung, mit anderen Baublöcken zusammengefasst, bis die Mindestanforderung erfüllt ist. Insbesondere im ländlichen

Raum können flächenbezogen größere Baublöcken entstehen, wodurch auch natürliche Flächen wie Wiesen oder Seen Teil eines Baublocks sein können.

Zusätzlich wird durch die Art und Weise der Baublockaggregation im Digitalen Zwilling vermieden, Rückschlüsse auf Verbräuche individueller Akteure bzw. einzelner Liegenschaften innerhalb eines Baublocks zu ermöglichen.

02.02.03 ERFASSUNG VON WÄRME- UND GASVERBRÄUCHEN

Durch den örtlichen Netzbetreiber wurden Verbrauchsdaten bereitgestellt und in den Digitalen Zwilling integriert. Ziel ist es, historische Verbräuche zur Bereitstellung von Wärmeenergie möglichst genau zu erfassen. Durch Berücksichtigung von Verbräuchen können aus dem Verbraucherverhalten resultierende Abweichungen gegenüber theoretisch berechneten Bedarfen in der Wärmebilanz korrigiert werden. Das auf diesen Daten basierende Ergebnis der Wärmebilanz ermöglicht unter Einbeziehung saisonaler und jahresspezifischer Schwankungen eine belastbare Grundlage für die Prognose zukünftiger Energiebedarfe.

Die Westnetz GmbH stellte dazu die gemittelten Gasverbräuche der Jahre 2020 bis 2022 zur Verfügung. Aus datenschutzrechtlichen Gründen wurden die Daten durch die Westnetz GmbH aggregiert, das heißt für mehrere Adressen zusammengefasst. Rückschlüsse auf das Verbraucherverhalten einzelner Personen sind somit ausgeschlossen. Diese Daten werden in den Digitalen Zwilling integriert und im Rahmen der Bestandsanalyse für die Endenergiebilanz verwendet, siehe Kapitel 02.02.06. Entsprechend ist die Datenlage der leitungsgebundenen Energieträger im Digitalen Zwilling als sehr gut einzustufen.

02.02.04 VALIDIERUNG DER HEIZENERGIETRÄGER

Im Ausgangszustand werden den Adressen im Digitalen Zwilling zunächst Heizenergieträger auf Basis des bundesdeutschen Durchschnitts zugewiesen. Das heißt, dass in Rheda-Wiedenbrück zunächst statistisch gesehen genauso viele Gebäude mit beispielsweise Gas oder Fernwärme beheizt werden wie in ganz Deutschland. In diesem Vorgehen werden lokale Gegebenheiten vernachlässigt. Daher müssen die zugeordneten Heizenergieträger validiert und korrigiert werden, sofern die statistische Zuordnung nicht mit den tatsächlich vorhandenen Heizungen übereinstimmt.

Dieser Ausgangszustand wird durch die Integration der leitungsgebundenen Verbrauchsdaten (Erdgas-Verbrauchsdaten der Westnetz GmbH) angereichert, siehe Kapitel 02.02.03. Für die Adressen mit vorliegenden Gas-Verbrauchsdaten, wird der Heizenergieträger aktualisiert, sofern im Ausgangszustand des Digitalen Zwillings auf eine andere Heizungsart hingewiesen wird.

Um die Heizenergieträger an den Adressen ohne Verbrauchsdaten im Digitalen Zwilling zu validieren, werden Kkehrbuchdaten der Schornsteinfeger herangezogen. Für jeden Kkehrbezirk wurden Daten für alle Adressen mit Feuerungsanlagen durch die zuständigen Schornsteinfeger zur Verfügung gestellt. Dazu gehören Angaben zur Art der

Feuerstätte, dem verwendeten Brennstoff, den Nennwärmeleistungen sowie dem Baujahr der Heizung. Die Kehrbuchdaten werden zudem gezielt verwendet, um die Heizenergieträger und die Wärmeversorgung der bestehenden Adressen im Rahmen der KWP zu überprüfen und zu validieren. Für Adressen deren Heizung auf Basis eines leitungsgebundenen Energieträgers (Erdgas, Nah-, Fernwärme) basiert, erfolgt eine Plausibilisierung gegen die gemeldeten Verbrauchsdaten. Zudem kann für Adressen mit nicht-leitungsgebundener Wärmeversorgung, wie z. B. Heizöl, Flüssiggas oder Biomasse, der Kehrbuchdatensatz dazu verwendet werden, um den ursprünglich angegebenen Heizenergieträger des Ausgangszustands zu korrigieren. Durch die regelmäßigen Überprüfungen durch die Schornsteinfeger sind die Daten verlässlich und auf dem aktuellen Stand. Auch die Schornsteinfegerdaten wurden in aggregierter Form, nach §10 WPG, übermittelt.

Zusätzlich wird die Lage der Verteilnetze genutzt, um die Angaben zu den Heizenergieträgern im Ausgangszustand in einem 2-stufigen Verfahren zu validieren.

01. Da in Rheda-Wiedenbrück im Ausgangszustand kein Wärmenetz besteht, werden im Digitalen Zwilling alle Adressen korrigiert, denen aufgrund von fehlenden Angaben eine Fern- oder Nahwärmeversorgung zugeordnet wird. Der zum Einsatz kommende Heizenergieträger an diesen Adressen wird in einem ersten Schritt auf eine Erdgasversorgung angepasst, da Erdgas die am häufigsten genutzte Wärmeversorgungsart darstellt. Anschließend erfolgt in einem zweiten Schritt eine Validierung dieser Annahmen gegenüber den tatsächlichen Leitungsverläufen des Gasnetzes vor Ort, welche im Digitalen Zwilling hinterlegt sind.
02. In Rheda-Wiedenbrück wurden die Leitungsverläufe des Gasnetzes durch die Westnetz GmbH bereitgestellt. Durch die räumliche Zuordnung des Gasnetzes und eine Gegenüberstellung mit den im Digitalen Zwilling hinterlegten adressbezogenen Erdgasheizungssystemen, kann eine Korrektur für alle Adressen erfolgen, die über keinen Anschluss an die Erdgasinfrastruktur verfügen. An diesen Adressen werden stattdessen Heizöl bzw. Flüssiggas als Heizenergieträger berücksichtigt. Dies sind in der heutigen Wärmeversorgung die am weitesten verbreiteten nicht-leitungsgebundenen Energieträger [Stand 2025].

Heizenergieträger für Adressen, welche nicht durch Verbrauchs- oder Kehrbuchdaten erfasst oder durch die Lage der Verteilnetze validiert werden, verbleiben im Ausgangszustand und orientieren sich somit am bundesdeutschen Durchschnitt.

Insgesamt kann durch die Validierung der Heizenergieträger der Status quo im Digitalen Zwilling detailgetreu abgebildet werden. Für die Veröffentlichung im Rahmen der KWP werden die gebäudespezifischen Daten aus datenschutzrechtlichen Gründen auf Baublockebene zusammengefasst (siehe Kapitel 02.02.02).

02.02.05 DATENERHEBUNG VON INDUSTRIE UND GEWERBE

Zur Bestimmung der Prozesswärmefrage sowie möglicher Abwärmepotenziale wurde ein Fragebogen durch die Wirtschaftsförderung Rheda-Wiedenbrück an die

ortsansässigen Unternehmen versendet. Zusätzlich dient der Fragebogen der Erfassung und Analyse allgemeiner energetischer Zusammenhänge, Energieverbräuche, Potenziale sowie der relevanten Abwärme-Temperaturniveaus zentraler Stakeholder vor Ort, um eine fundierte Grundlage für die KWP zu schaffen. 42 Unternehmen haben den Fragebogen beantwortet. Die gesammelten Informationen werden ausgewertet und fließen nach einer Plausibilitätsprüfung in den Digitalen Zwilling und somit in die Bestands- und Potenzialanalyse ein. Hierzu werden einzelne Datenpunkte aus datenschutzrechtlichen Gründen in der öffentlichen Version anonymisiert dargestellt, um mögliche Rückschlüsse auf einzelne Stakeholder bzw. Unternehmen zu verhindern. Weiterhin erfolgen Interviews mit Experten aus der örtlichen Industrie (siehe Kapitel 04.02.01 und 04.02.02). Ergänzend werden die Daten des Abwärmekatasters der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) ausgewertet [9].

02.02.06 ENDENERGIEBILANZ UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden die Wärmeverbräuche für die Gebäude in Rheda-Wiedenbrück bei den Netzbetreibern abgefragt. Die aus den Jahren 2020-2022 erhaltenen Daten werden basierend auf dem aktuellen, verfügbaren Wert in den Digitalen Zwilling integriert. Bei Datenlücken (fehlenden Verbrauchsdaten) werden im Digitalen Zwilling automatisch die berechneten Wärmebedarfe der Gebäudehülle verwendet. Der Wärmebedarf (zusammengesetzt aus Heizwärme und Trinkwarmwasserbedarf) wird auf Basis der Zuordnung zum Gebäudetyp und dem bilanzierten Wärmebedarf bestimmt (sog. Gebäudetypmethode). Letzterer ergibt sich im Wesentlichen aus den bilanzierten Transmissionswärmeverlusten durch die energetisch relevanten Gebäudebauteile und der wärmeübertragenden Umfassungsfläche.

Zur Validierung der Verbrauchsdaten werden diese im nächsten Schritt für jedes Gebäude (ausgenommen Industriegebäude) mit dem jeweiligen bilanzierten Wärmebedarf verglichen. Um eine möglichst realitätsgetreue Darstellung im Digitalen Zwilling zu ermöglichen, wird die **Wärmenachfrage** eingeführt. Sie entspricht dem Wärmeverbrauch, falls dieser vorhanden ist. In den anderen Fällen entspricht sie dem Wärmebedarf. Im Rahmen der Datenvalidierung besteht zudem die Möglichkeit unplausible Abweichungen zwischen Bedarf und Verbrauch zu detektieren und zu korrigieren. Dies kann beispielsweise bei Gebäuden mit sehr niedrigen Gasverbräuchen (im Vergleich zum Bedarf) auftreten. Sehr niedrige Verbräuche deuten darauf hin, dass Gas ausschließlich als Energieträger zum Kochen oder zur Warmwasseraufbereitung eingesetzt wird. In diesen Fällen wird für die Wärmenachfrage der Wärmebedarf herangezogen und ggf. der dazugehörige Heizenergieträger angepasst.

Zur Berechnung der **Treibhausgasemissionen** auf Basis der Wärmenachfrage der Gebäude wird der bilanzierte Wärmebedarf mit dem CO₂-Faktor (als CO₂-Äquivalent, siehe Tabelle 2) des thermischen Energieträgers multipliziert. Die CO₂-Faktoren

variieren für die unterschiedlichen Energieträger und Jahre. Diese Prognosedaten basieren auf dem Technikkatalog des BMWK und werden gemäß Arbeitsblatt AGFW FW 309 Teil 1 (Januar 2023) sowie KWP-Leitfaden des BMWK verwendet [10, 11]. Aus Konsistenzgründen zu den ermittelten Verbrauchsangaben werden für die Berechnung der Treibhausgas-Bilanz (THG) der Bestandsanalyse die Emissionsfaktoren des Jahres 2022 verwendet.

Tabelle 2: Emissionsfaktoren für Energieträger in g CO₂-Äquivalenten pro kWh. Auszug aus [10]

Energieträger	2022	2025	2030	2035	2040	2045
Heizöl	310	310	310	310	310	310
Erdgas	240	240	240	240	240	204
Braunkohle	430	430	430	430	430	430
Steinkohle	400	400	400	400	400	400
Holz	20	20	20	20	20	20
Biogas	139	137	133	130	126	132
Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0	0	0	0	0	0
Erdkälte, Umgebungskälte	0	0	0	0	0	0
Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen	20	20	20	20	20	20
Abwärme aus Prozessen	40	39	38	37	36	35
Strommix-Deutschland	499	260	110	45	25	15

02.03 GEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR IN RHEDA-WIEDENBRÜCK

02.03.01 GEMEINDESTRUKTUR

Rheda-Wiedenbrück ist eine Stadt mit 50.553 Einwohnern (Stand: 31.12.2024) in der Region Ostwestfalen-Lippe in Nordrhein-Westfalen. Sie liegt in unmittelbarer Nachbarschaft zur Stadt Gütersloh und etwa 50 km westlich von Detmold, zu dessen Regierungsbezirk Rheda-Wiedenbrück gehört. Das Stadtgebiet wird von der Ems durchflossen und ist unmittelbar an der Autobahn A2 gelegen. Es umfasst eine Fläche von 86,80 km². In Rheda-Wiedenbrück befinden sich zwei Naturschutzgebiete, weiterhin liegt der Großteil der Vegetationsflächen im Landschaftsschutzgebiet.

Rheda-Wiedenbrück ist in 2 Stadtteile und 4 Ortsteile unterteilt, welche in Abbildung 3 dargestellt sind. Die Siedlungs- und Bbauungsstrukturen der einzelnen Stadt- und Ortsteile unterscheiden sich deutlich, da rund 90% der Einwohner Rheda-Wiedenbrücks in den Stadtteilen Rheda und Wiedenbrück leben. Diese verdichteten innerstädtischen Räume, mit Einwohnerdichten von ca. 1.750 bzw. 2.000 Einwohnern pro km², stehen die deutlich geringer besiedelten Ortsteile Lintel, Batenhorst, St. Vit und Nordrheda-Ems mit Einwohnerdichten von 30 - 150 Einwohnern pro km² gegenüber.

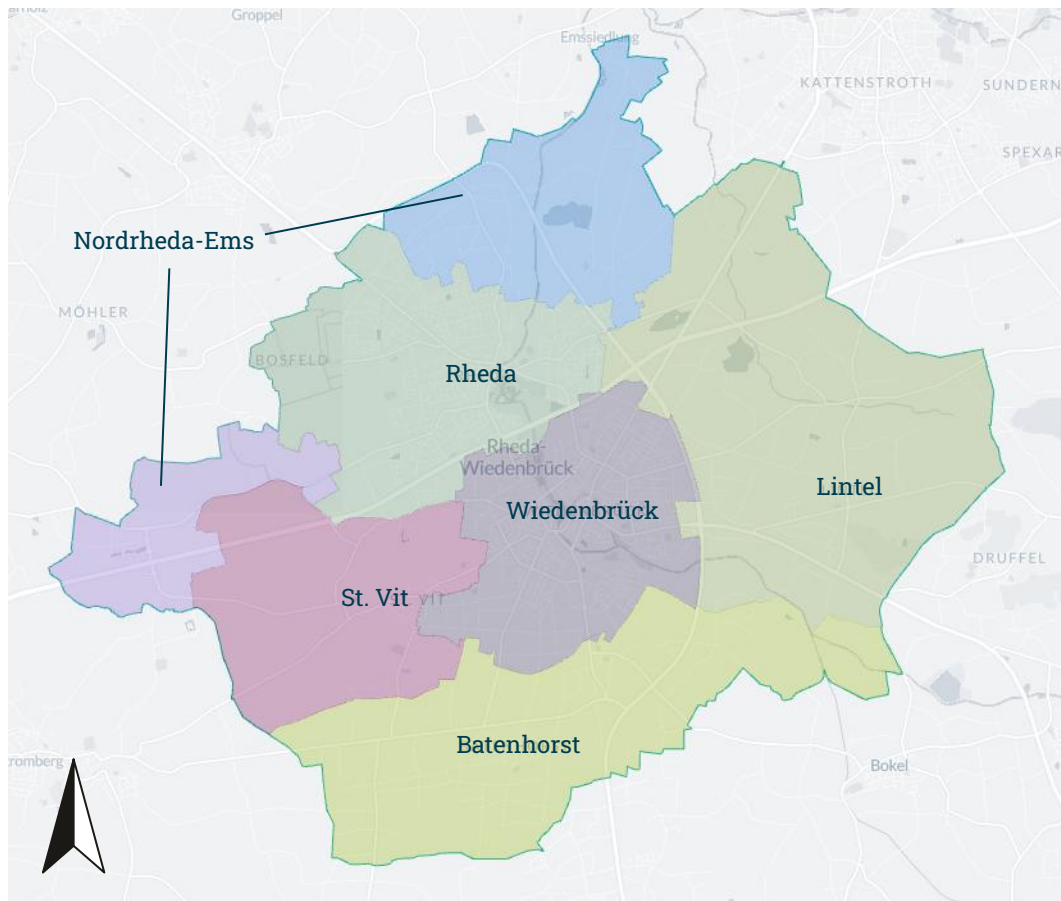


Abbildung 3: Rheda-Wiedenbrück mit farblich gekennzeichneten Gemarkungen

02.03.02 GEBÄUDESTRUKTUR

Rheda-Wiedenbrück besteht aus 26.783 Gebäuden. In Anlehnung an die Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO) kann jedes Gebäude einem der folgenden Sektoren zugeordnet werden

- Private Haushalte
- Gewerbe/Handel/Dienstleistungen/Sonstiges (GHD/Sonstiges)
- Industrie
- Öffentliche Gebäude

Die BISKO-Systematik stellt dabei eine einheitliche und vergleichbare THG-Bilanzierungsmethode auf städtischer und Gemeindeebene dar [12]. Dem Sektor „Öffentliche Gebäude“ werden alle Gebäude zugeordnet, die im Raumwärmebedarfsmodell NRW des Landesamts für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen als öffentliche Gebäude klassifiziert sind [13]. Dies umfasst alle Gebäude in öffentlicher Trägerschaft oder mit öffentlicher Nutzung. Dazu zählen typischerweise Verwaltungsgebäude, Schulen, Krankenhäuser, Sportstätten, Kultur- und Freizeiteinrichtungen sowie andere Einrichtungen, die der Allgemeinheit dienen. Darüber hinaus wird im Digitalen Zwilling ein Teil der hinterlegten Gebäude der Kategorie GHD/Sonstiges als unbeheizt deklariert. Diese Gebäude sind für den analytischen Teil der KWP nicht relevant. Dies betrifft unter anderem alle Gebäude, die

als unbeheizte Anbauten an Gebäude (z. B. Garagen, Gartenhäuser, Parkhäuser) keine Wärmebedarfe aufweisen. Insgesamt sind 13.148 beheizte Gebäude für den analytischen Teil der KWP relevant. In Tabelle 3 wird die Anzahl der beheizten und unbeheizten Gebäude gegenübergestellt.

Tabelle 3: Gebäudestruktur in Rheda-Wiedenbrück

Gebäudetypen	Anzahl
Wohngebäude	12.180
Nichtwohngebäude	14.603
Beheizte Wohngebäude	11.685
Beheizte Nichtwohngebäude	1.463

Im Rahmen der KWP dienen die hinterlegten adressgenauen Daten als grundlegende Basis für alle weiteren Arbeitsschritte, wie die Potenzialanalyse, die Erarbeitung des Zielszenarios sowie die Unterteilung des Stadtgebiets in geeignete Bereiche für Wärmenetze oder eine dezentrale Energieversorgung. Die Ergebnisse werden zur Einhaltung der Datenschutzerfordernungen auf Baublockebene dargestellt.

Abbildung 4 zeigt die Anteile der wärmeversorgten Gebäude nach BSKO-Sektor. Der Anteil der privaten Haushalte überwiegt deutlich (89 %) und wird gefolgt von Gebäuden der Kategorie Industrie (6 %) und GHD/Sonstiges (4 %). In Abbildung 5 ist zudem jeweils der dominante BSKO-Sektor je Baublock farblich gekennzeichnet, während Abbildung 6 die dominierende Gebäudefunktion je Baublock kartografisch darstellt.

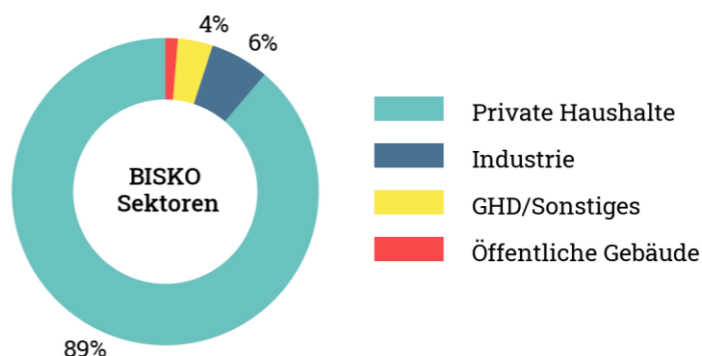


Abbildung 4: Verteilung der wärmeversorgten Gebäude in Rheda-Wiedenbrück nach BSKO-Sektoren

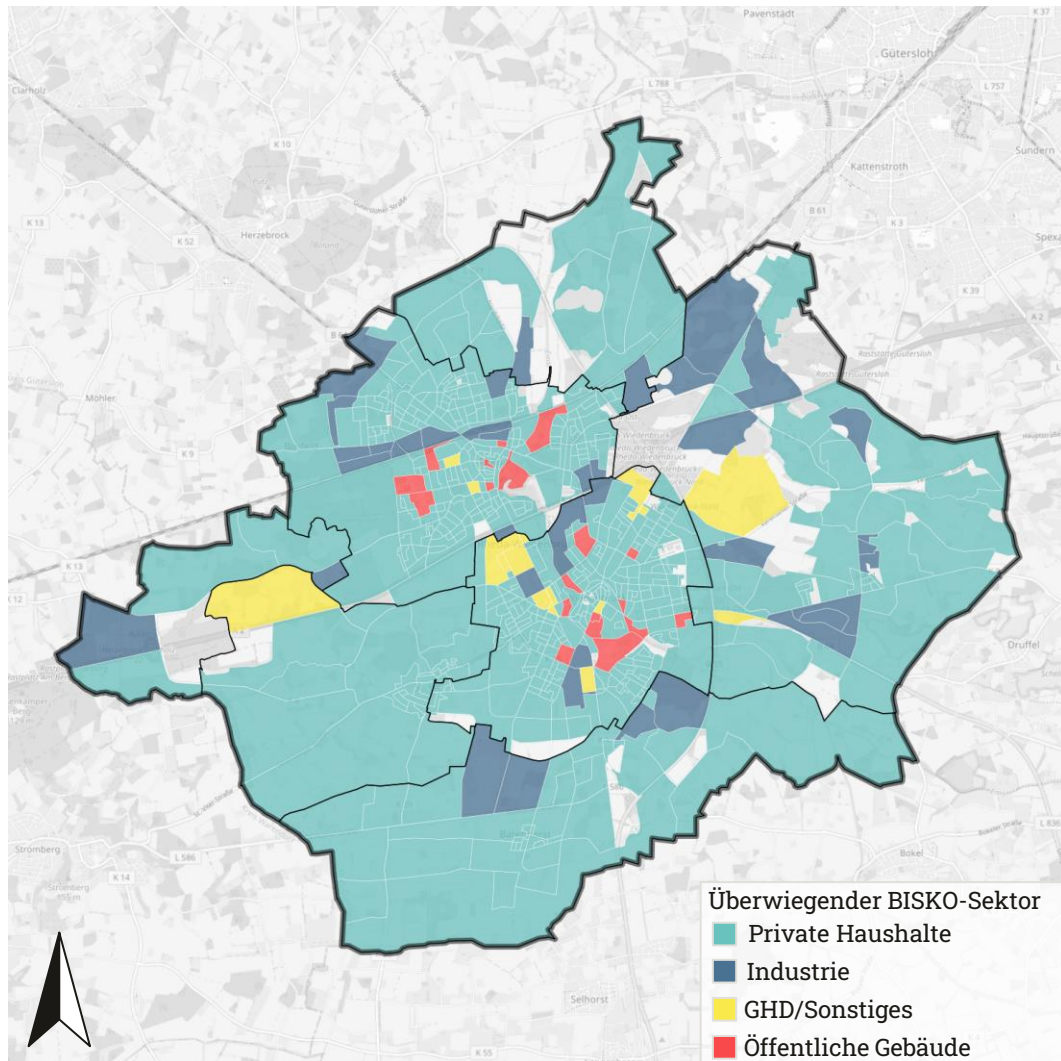


Abbildung 5: Überwiegender BISCO-Sektor in Rheda-Wiedenbrück gewichtet nach Wärmenachfrage auf Baublockebene

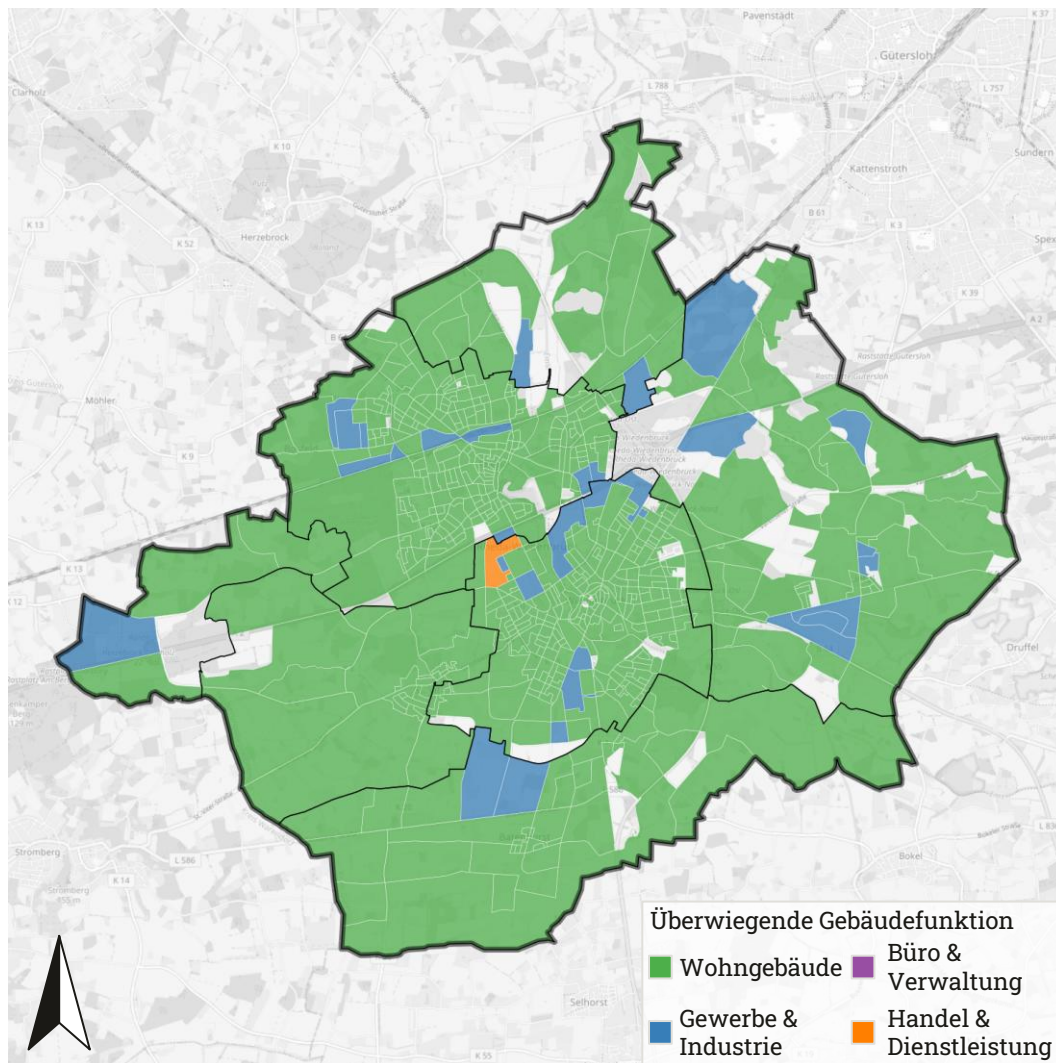


Abbildung 6: Überwiegende Gebäudefunktion, die innerhalb eines Baublocks am häufigsten auftritt

Für die Analyse des Baualters bzgl. des Wärmebedarfs ist das Jahr 1977 besonders relevant. In Deutschland wurde 1977 die erste Wärmeschutzverordnung (1. WSchVO) eingeführt, in der das erste Mal die Ausführung von baulichem Wärmeschutz bei der Errichtung von Gebäuden vorgeschrieben wurde. 41 % der Bestandsgebäude in Rheda-Wiedenbrück wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung erbaut. Die Verteilung der Gebäude in Abhängigkeit der Baualtersklassen und BSKO-Sektoren für Rheda-Wiedenbrück ist in Abbildung 7 dargestellt. In Abbildung 8 wird die häufigste Baualtersklasse jedes Baublocks kartografisch dargestellt.

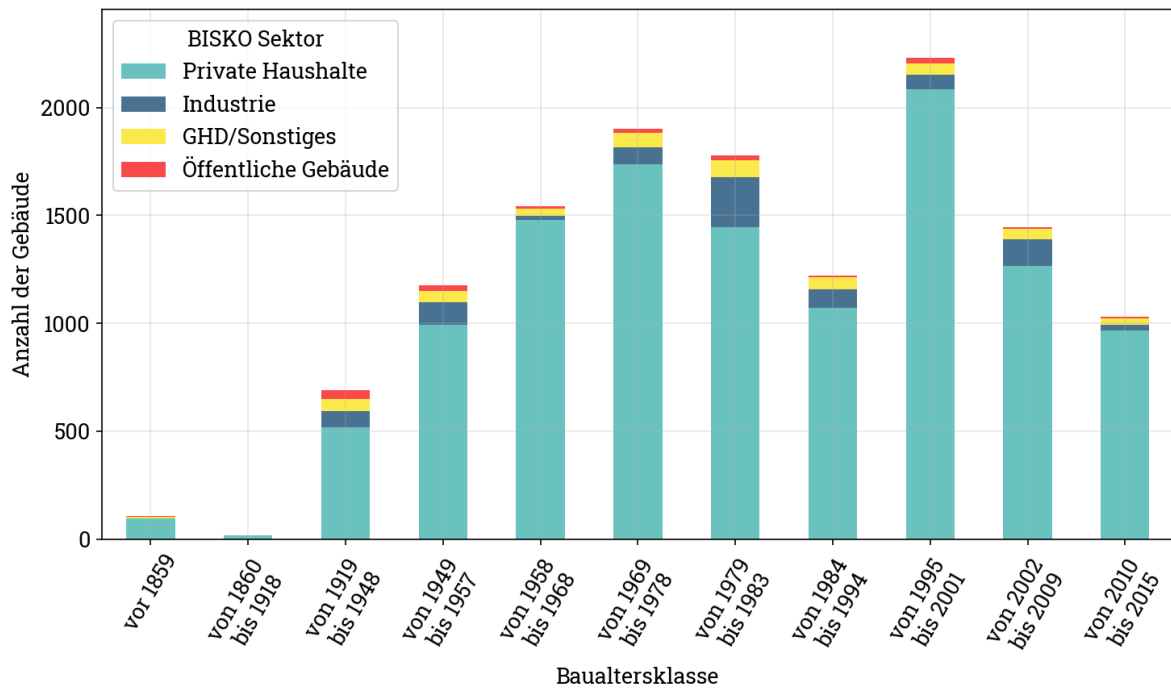


Abbildung 7: Verteilung der Gebäude nach Baualtersklassen und BISCO-Sektoren

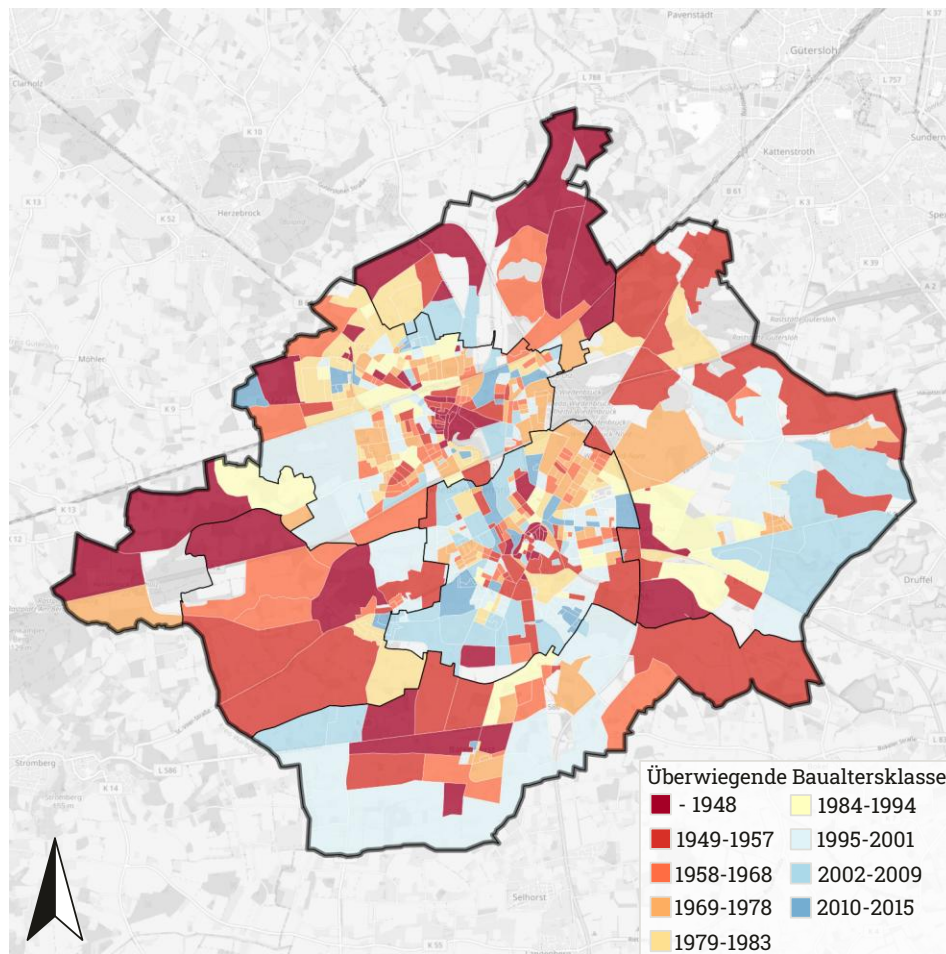


Abbildung 8: Überwiegende Baualtersklasse

02.04 VERSORGUNGSSTRUKTUR IM BESTAND

02.04.01 GASNETZ

Große Teile der Stadt Rheda-Wiedenbrück sind an das bestehende Erdgasnetz angeschlossen. Aus Datenschutzgründen sowie dem Schutz der kritischen Infrastruktur wird im Rahmen der KWP eine baublockbezogene Darstellung gewählt. Abbildung 9 kennzeichnet daher die Baublöcke, die an das Gasnetz angeschlossen sind, farblich.

Es wird ersichtlich, dass besonders die Stadtteile Rheda und Wiedenbrück zu großen Teilen an das Gasnetz angeschlossen sind, während in den ländlicheren Gemarkungen Lintel, Nordrheda-Ems, Batenhorst und St. Vit nur in vereinzelten Baublöcken ein Anschluss an das Gasverteilnetz besteht.

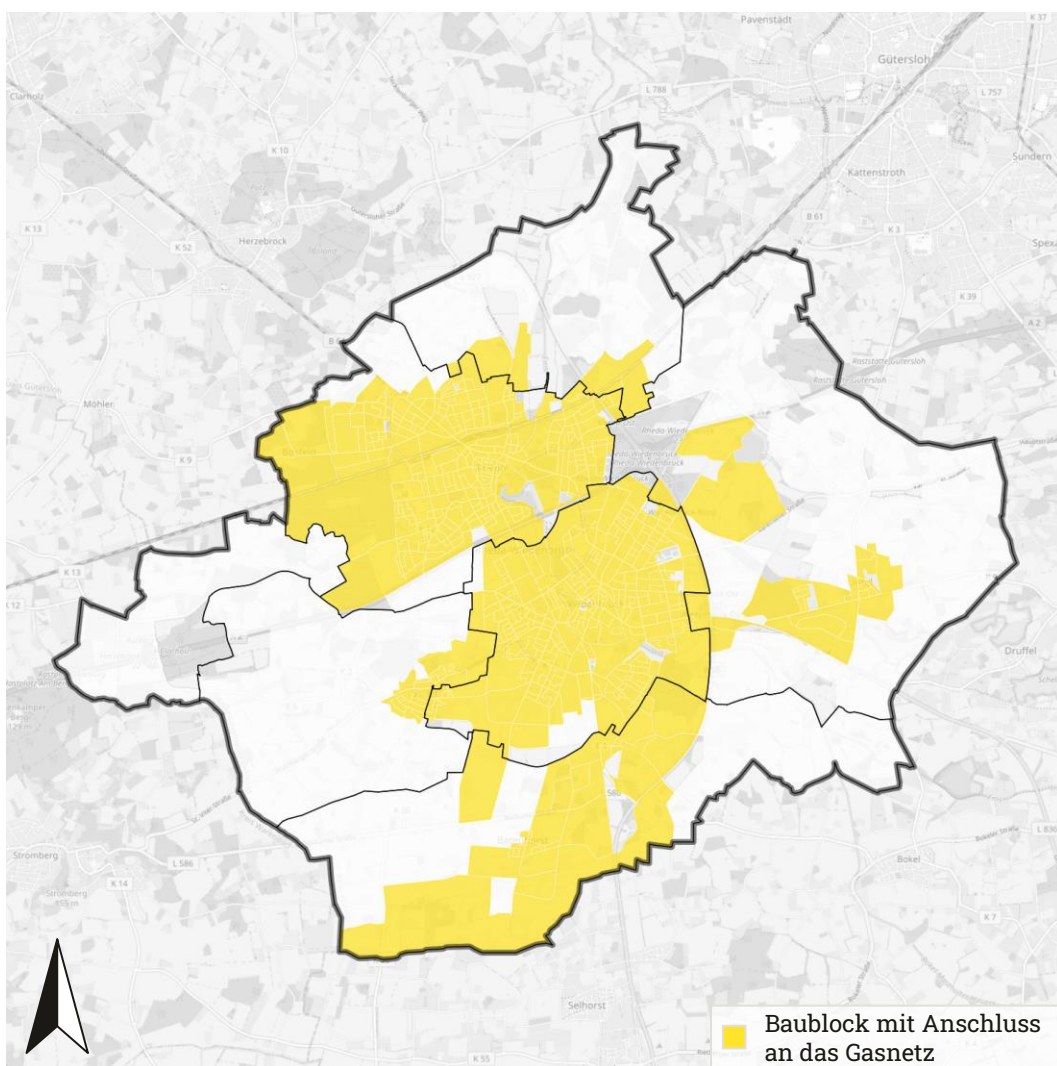


Abbildung 9: Baublöcke welche an das Gasnetz angeschlossen sind

02.04.02 WÄRMENETZE

Derzeit besteht kein Wärmenetz im Gebiet der Stadt Rheda-Wiedenbrück.

02.04.03 ABWASSERINFRASTRUKTUR

Der Eigenbetrieb Abwasser der Stadt Rheda-Wiedenbrück (EAW) betreibt das etwa 400 km lange Abwassernetz und die Kläranlage, welche im nördlichen Teil des Ortsteils Nordrheda-Ems an der Grenze zu Rheda liegt. Abbildung 10 zeigt die Lage des Abwassernetzes und der Kläranlage. Rohrdurchmesser ab DN 600 (600 mm) sind blau dargestellt.

Im Zuge der Arbeiten der Potenzialanalyse wird das Abwärmepotenzial des Abwassers sowie der Kläranlage betrachtet.

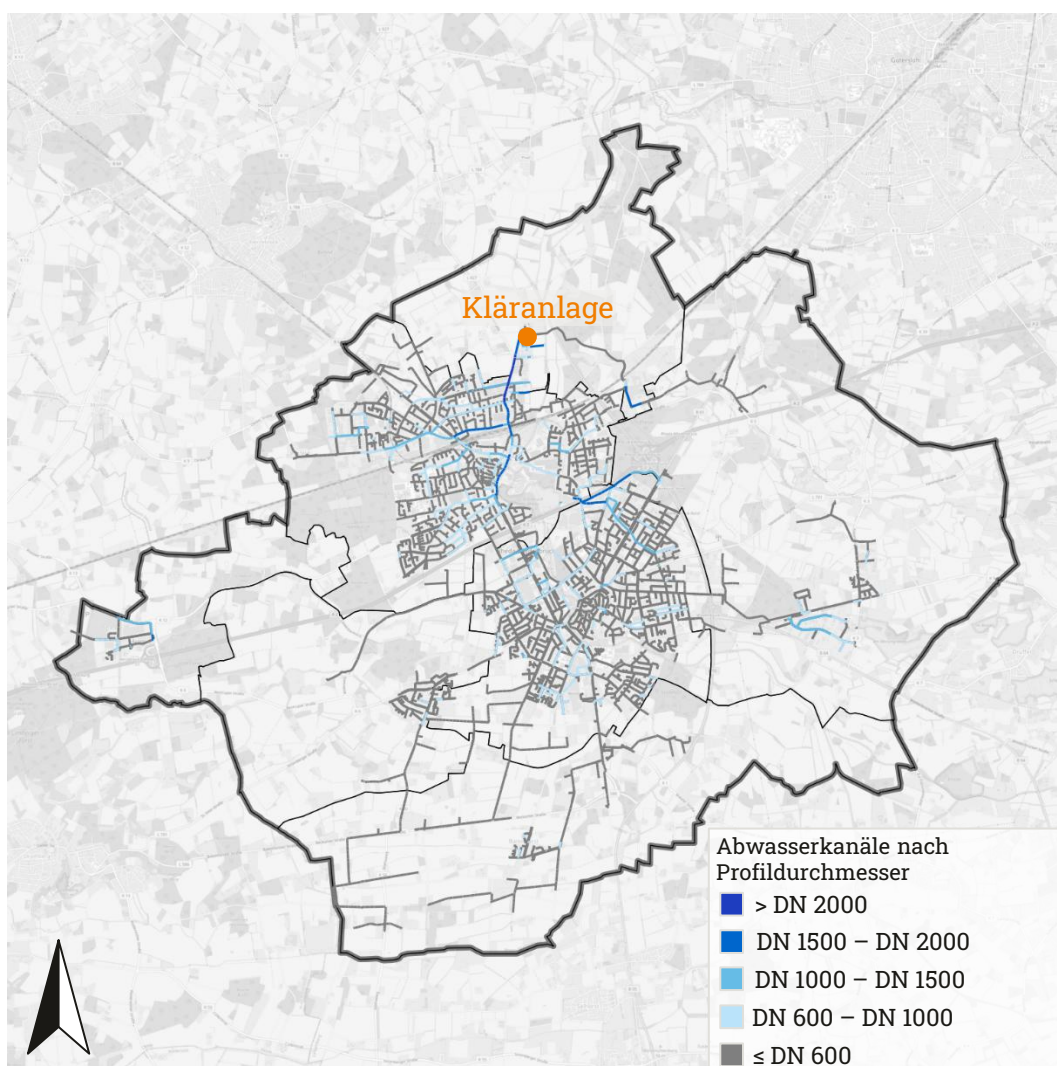


Abbildung 10: Abwassernetz und Lage der Kläranlage in Rheda-Wiedenbrück

02.04.04 DEZENTRALE WÄRMEERZEUGUNGSANLAGEN

Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen sind Systeme zur Erzeugung von Wärmeenergie, die direkt vor Ort, nahe beim Endverbraucher installiert und betrieben werden. Beispiele für dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen sind Gas- oder Ölheizungen, Wärmepumpen und Holz- oder Pelletheizungen.

Tabelle 4 listet die Anzahl der dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen nach Energieträgern in Rheda-Wiedenbrück auf. Zur Auswertung werden die wärmeversorgten Adressen im Stadtgebiet herangezogen. Die im Digitalen Zwilling enthaltenen Wärmepumpen werden gemäß aktuellen Bestandsschätzungen des Bundesverbands Wärmepumpe e.V. zwischen Luft-Wasser-, Sole-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen aufgeteilt [11].

Tabelle 4: Anzahl dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen nach Energieträger

Wärmeerzeuger / Heizungssysteme	Anzahl gesamt³
Erdgas	9.944
Heizöl	2.793
Flüssiggas	80
Holz	71
Pellets	100
Strom	89
Luft-Wasser-Wärmepumpe	54
Sole-Wasser-Wärmepumpe	11
Wasser-Wasser-Wärmepumpe	2
Kohle	1
Summe	13.145

In Rheda-Wiedenbrück ist Erdgas der am häufigsten genutzte Energieträger zur Wärmeherzeugung. Mit etwa 76 % Marktanteil (9.944 versorgte Gebäude) dominiert Gas als Energieträger die Wärmeversorgung deutlich, gefolgt von der Versorgung durch Heizöl, welches an knapp 2.800 Adressen (ca. 21 %) verwendet wird. Weitere genutzte Energieträger in Rheda-Wiedenbrück sind biogene Brennstoffe, wie Holz und Holzpellets, sowie Strom oder Flüssiggas.

Die Werte in Tabelle 4 stellen eine Annäherung an die tatsächliche Anzahl der Wärmeerzeuger dar. Abweichungen können dadurch entstehen, dass einzelne Gebäude, die mit nicht-leitungsgebundenen Wärmequellen versorgt werden, nicht eindeutig identifiziert werden konnten. Zudem können Gebäude durch bivalente Heizungssysteme beheizt werden, sodass mehrere Wärmeerzeuger parallel zum Einsatz

³ Abweichungen hinsichtlich der im Digitalen Zwilling erfassten Heizungsart und der tatsächlichen Heizungsart können unter anderem auf unvollständige Daten und verzögerte Datenerfassung zurückzuführen sein.

kommen. Im Rahmen der Datenauswertung werden jedoch die ausschließlich als Hauptheizungssystem identifizierten Geräte berücksichtigt.

In den folgenden Darstellungen in Abbildung 11 bis Abbildung 14 ist der Anteil der Wärmeerzeugungsanlagen bezogen auf die Gesamtanzahl der Wärmeerzeuger im Baublock für die Energieträger Erdgas, Heizöl, biogene Brennstoffe und Strom dargestellt. Für die Darstellung werden die nicht-leitungsgebundenen, fossilen Energieträger Heizöl und Flüssiggas zu Heizöl zusammengefasst. Weiterhin werden die Wärmepumpen, als strombasiertes Heizungssystem, in der Darstellung für Strom erfasst.

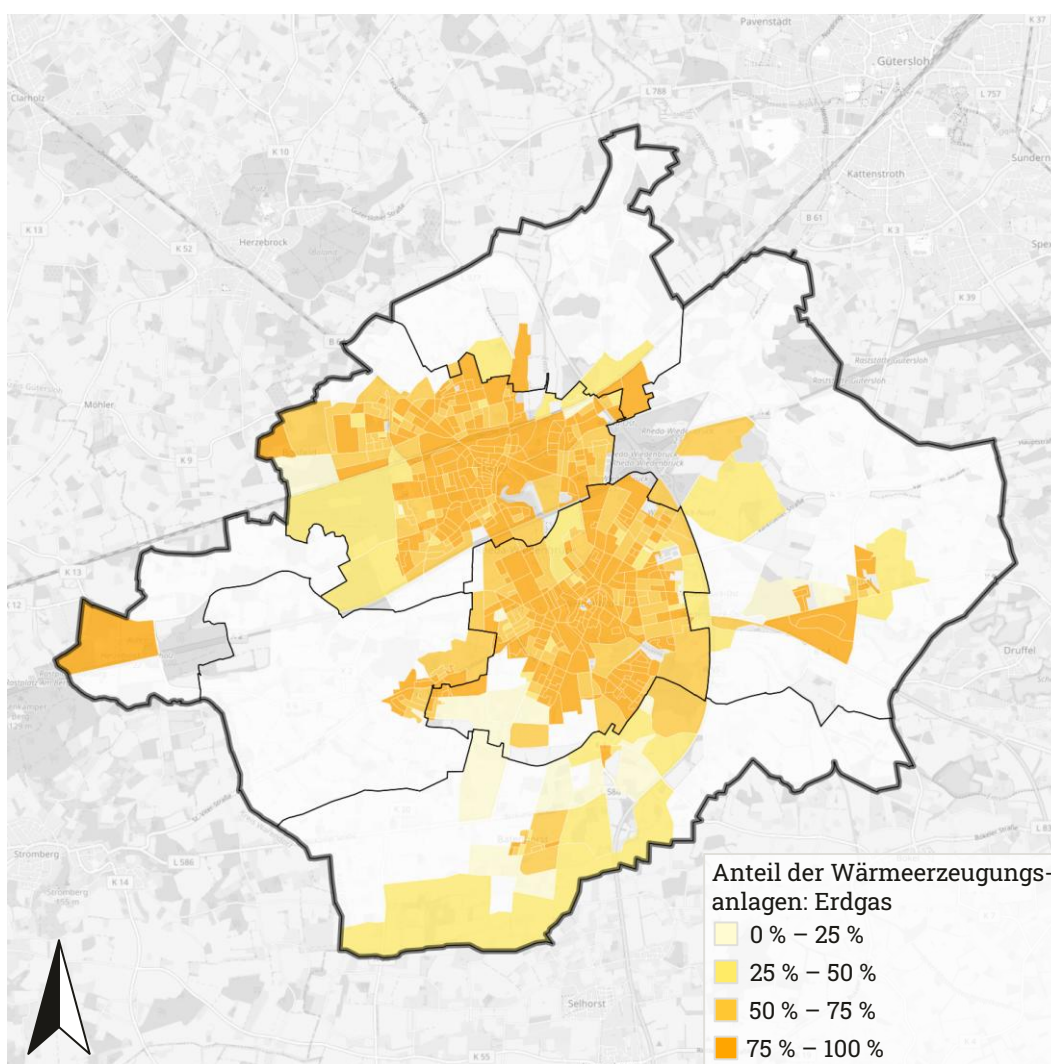


Abbildung 11: Anteil der Erdgas-Wärmeerzeugungsanlagen bezogen auf die Gesamtanzahl der Wärmeerzeuger je Baublock

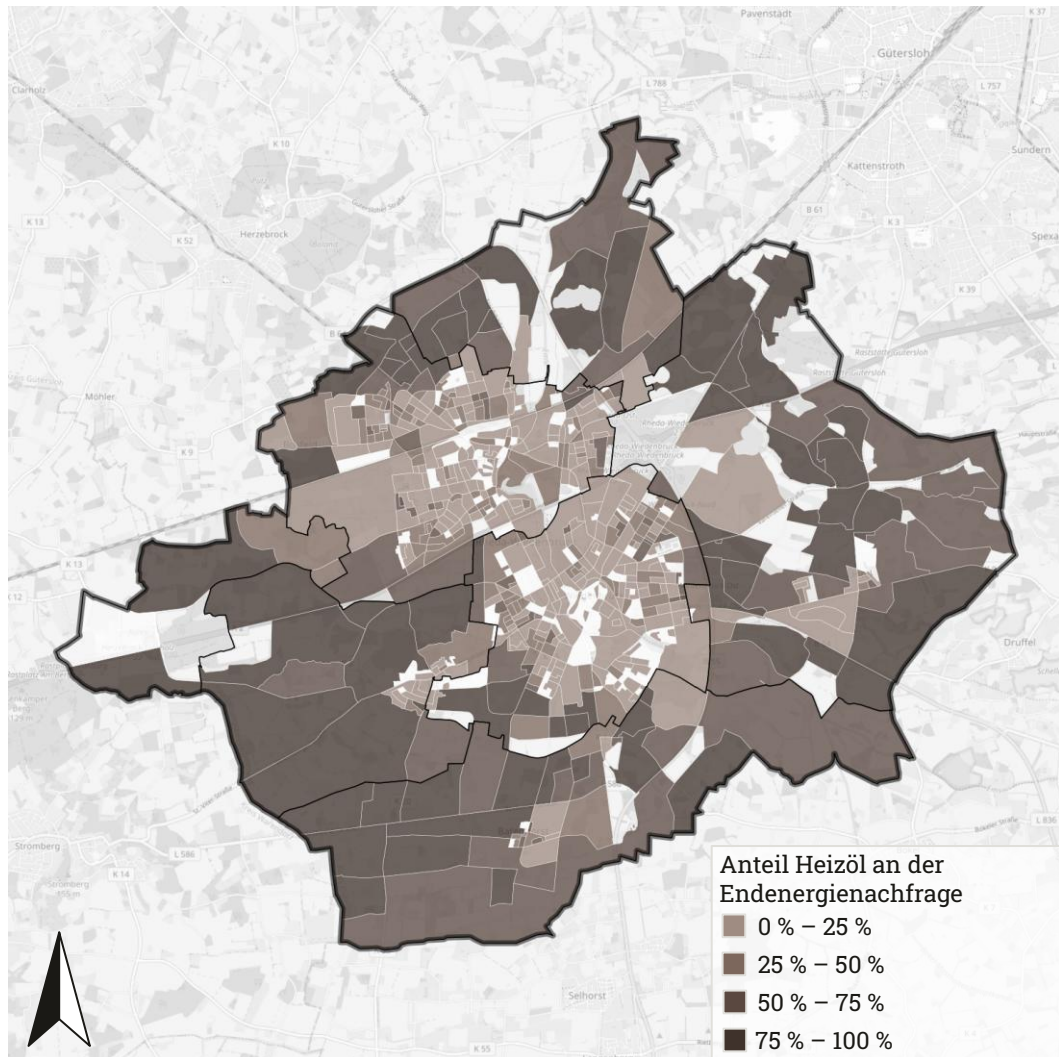


Abbildung 12: Anteil der Heizöl-Wärmeerzeugungsanlagen bezogen auf die Gesamtanzahl der Wärmeerzeuger je Baublock

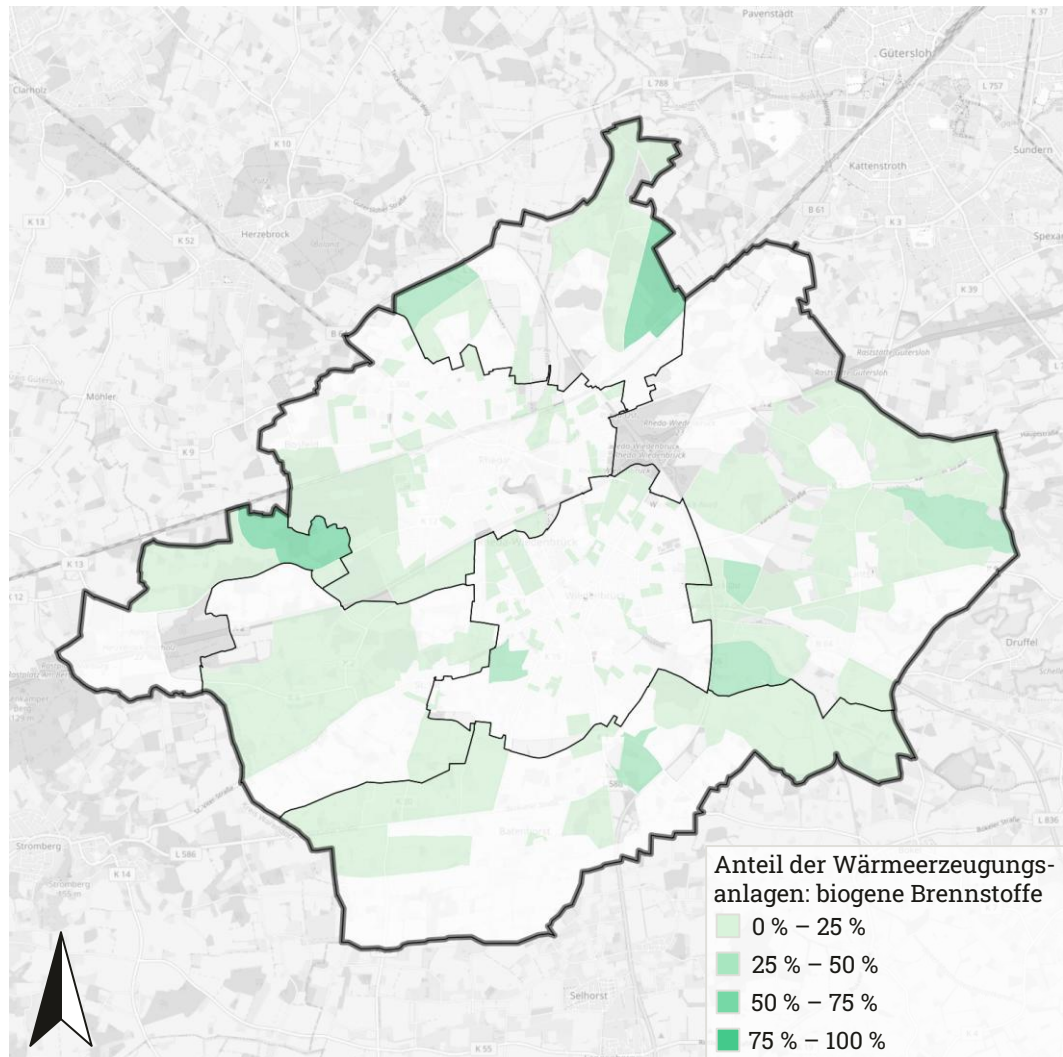


Abbildung 13: Anteil der Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis biogener Brennstoffe bezogen auf die Gesamtanzahl der Wärmeerzeuger je Baublock

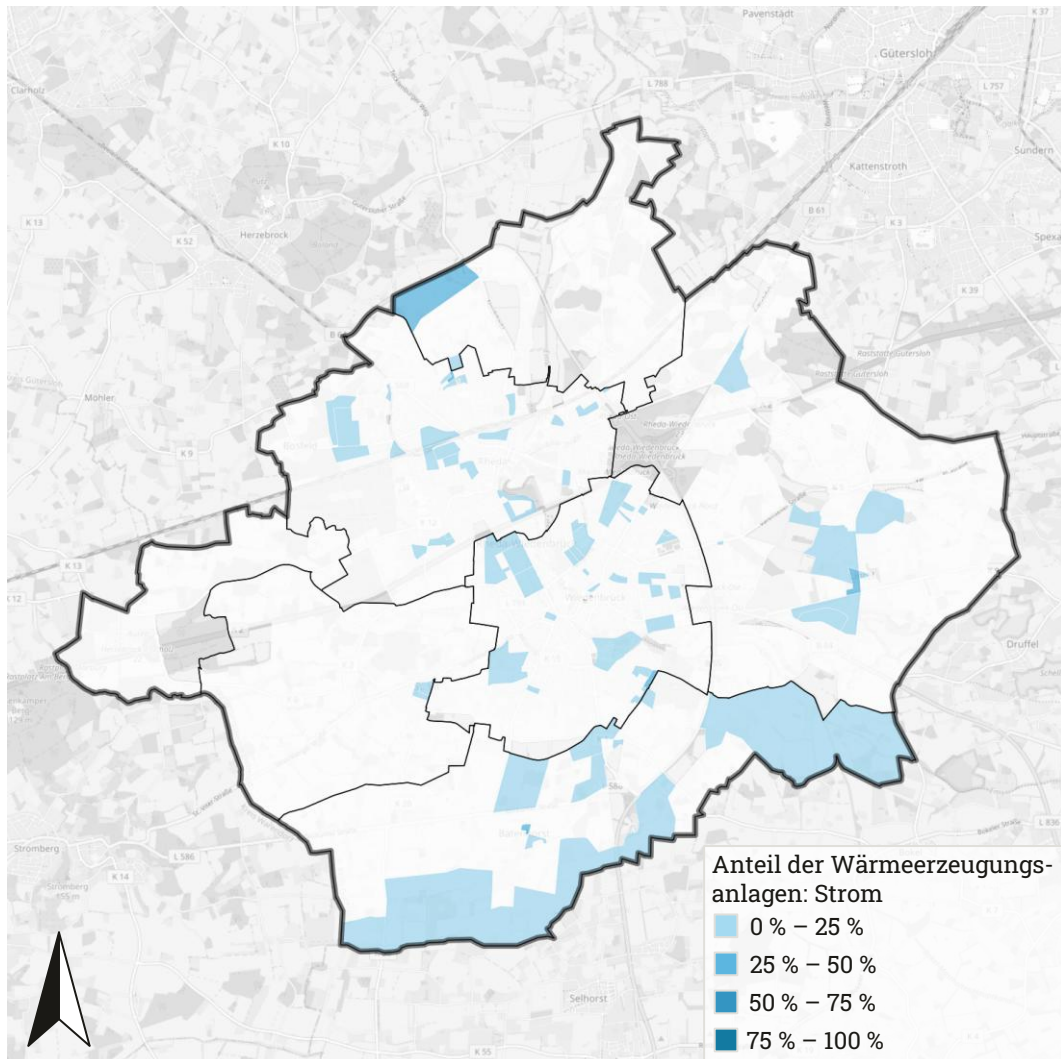


Abbildung 14: Anteil der Strom-Wärmeerzeugungsanlagen bezogen auf die Gesamtanzahl der Wärmeerzeuger je Baublock

Die Verteilung der Heizenergieträger in den einzelnen Gemarkungen sowie für die gesamte Stadt kann den Steckbriefen im Anhang entnommen werden. In den Stadtteilen Rheda und Wiedenbrück dominiert die Versorgung mit Erdgas, während in den umliegenden Gemarkungen die Versorgung mit Heizöl vorwiegend ist.

02.05 ENDENERGIEBILANZ FÜR DEN WÄRMESEKTOR

Die Wärmebilanz für das Stadtgebiet Rheda-Wiedenbrück basiert auf einer bottom-up Analyse von Gebäudedaten auf Adressebene, die durch Verwendung der im Kapitel 02.02 genannten Ansätzen und Daten je Sektor bestimmt wird. Die Wärmenachfrage, die auf energetischen Gebäudekennwerten beruht, wird stufenweise über Baublöcke, Straßenzüge und Gemarkungen bis zur Stadtebene aggregiert.

Die gesamte jährliche Wärmenachfrage in Rheda-Wiedenbrück liegt bei 1024 GWh. In Tabelle 5 ist die Gesamtenergienachfrage nach Gebäude und Prozessen aufgeschlüsselt.

Es ist ersichtlich, dass die Endenergienachfrage in Rheda-Wiedenbrück durch Gebäude und Prozessen in ähnlicher Größenordnung liegt.

Tabelle 5: Gesamtendenergienachfrage nach Gebäuden und Prozessen

Endenergienachfrage Gebäude in GWh/a	551,04
Endenergienachfrage Prozesse in GWh/a	473,16

In Tabelle 6 wird die Endenergienachfrage nach BSKO-Sektoren und den verschiedenen Energieträgern kategorisiert. Mit etwa 473 GWh und 459 GWh pro Jahr entfallen die Großteile der Gesamtnachfrage auf die Industrie und die privaten Haushalte. Da Wärmepumpen die Besonderheit haben, zwei Energieträger zu nutzen (Strom und Umweltwärme), werden die Energiemengen aufgeteilt. Im Rahmen der KWP wird eine Jahresarbeitszahl von 3,0 angenommen, um die Energiebedarfe auf die Energieträger Strom und Umwelt- bzw. Erdwärme aufzuteilen.

Etwa 85% der Endenergienachfrage in Rheda-Wiedenbrück werden durch Erdgas gedeckt. Dies deckt sich mit dem großen Anteil an Erdgas-Heizungen (etwa 76%), welcher in Tabelle 4 betrachtet wurde.

Tabelle 6: Endenergienachfrage für Wärme nach BSKO Sektor und Energieträger in GWh/a

Energieträger	GHD/Sonstiges	Industrie	Öffentliche Gebäude ⁴	Private Haushalte	Gesamt
Erdgas	50,46	453,42	30,78	336,07	870,73
Flüssiggas	0,52	0,03	0	3,88	4,43
Heizöl	3,97	17,09	1,90	108,04	131,00
Kohlen	0,00	0,00	0,00	0,12	0,12
Strom	0,39	2,00	0,32	2,74	5,45
Umwelt- und Erdwärme	0,03	0,03	0	1,23	1,29
Feste Biomasse	1,12	0,59	0	7,26	8,97
Biogas	0	0	2,19	0	2,19
Gesamt	56,49	473,16	35,19	459,34	1024,18

Die Verteilung der Energieträger für die Bereitstellung von Wärme im Ist-Zustand ist zusätzlich in Abbildung 15 grafisch dargestellt.

⁴ Die Endenergienachfrage zur Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften (Liegenschaften, auf dessen Wärmeverbrauch die öffentliche Hand Rheda-Wiedenbrück einen direkten Einfluss hat) beträgt 14 GWh/a (Berichtsjahr 2022) bzw. 17 GWh/a klimabereinigt und umfasst alle Gebäude im Eigentum der Stadt Rheda-Wiedenbrück.

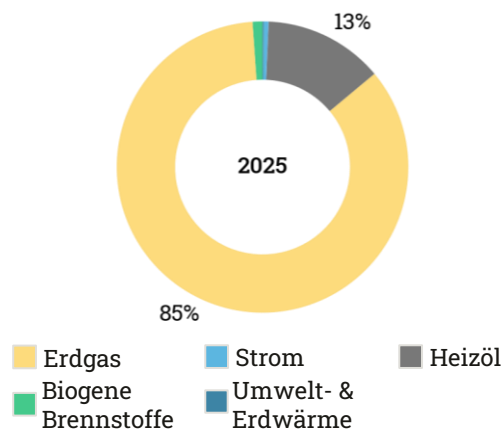


Abbildung 15: Aufteilung der Wärmeerzeugung nach Energieträgern in Rheda-Wiedenbrück

Abbildung 16 zeigt den überwiegenden Energieträger je Baublock im gesamten Stadtgebiet. Als überwiegender Energieträger wird der Energieträger bezeichnet, der innerhalb eines Baublocks die größte Menge der Wärmenachfrage bedient. Besonders in den Stadtteilen Rheda und Wiedenbrück ist Erdgas der dominierende Energieträger, während in den Gemarkungen Batenhorst, St. Vit, Lintel und Nordrheda-Ems der überwiegende Energieträger häufig Heizöl ist. Die Darstellung der überwiegenden Energieträger weist eine hohe Korrelation mit dem Verlauf und der Lage des Gasnetzes in Rheda-Wiedenbrück auf (siehe Abbildung 9). In Baublöcken, in denen ein Gasnetz vorliegt, ist der überwiegende Energieträger von Heizungssystemen aufgrund der hohen Anschlussquote oftmals Erdgas.

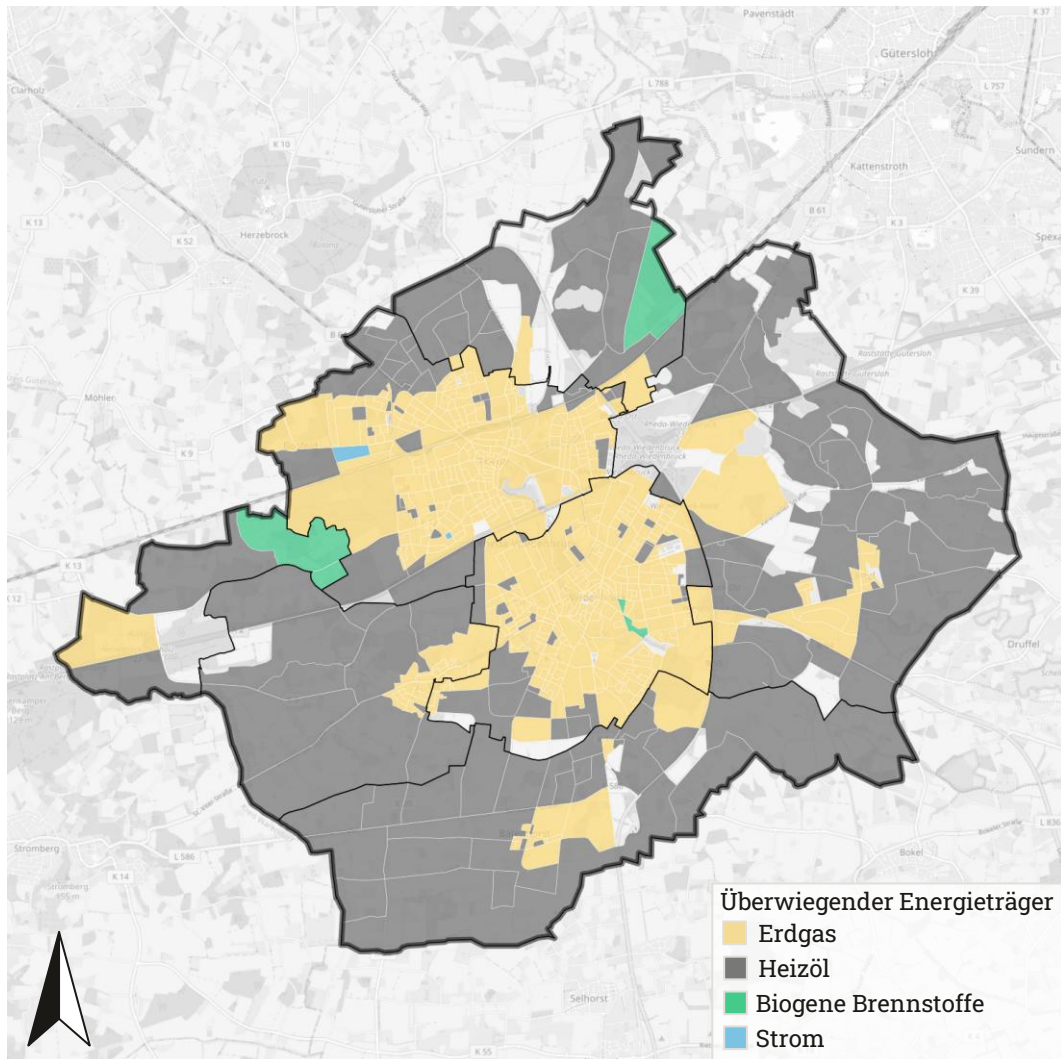


Abbildung 16: Überwiegend eingesetzter Energieträger zur Wärmeerzeugung

Zusätzlich zur Betrachtung des überwiegenden Energieträgers im Baublock kann der Anteil jedes Energieträgers am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in einer baublockbezogenen Darstellung ausgewertet werden. Die folgenden Abbildungen Abbildung 17 – Abbildung 20 zeigen den prozentualen Anteil der Endenergienachfrage je Energieträger. Es ist zu beachten, dass Flüssiggas statistisch der Kategorie Heizöl zugeordnet wird und daher in Abbildung 18 dargestellt wird. Vorhandene Wärmepumpen werden hingegen in Abbildung 20 unter den strombasierten Heizungssystemen berücksichtigt. Ergänzend zum Anteil an Wärmeerzeugungsanlagen in Abbildung 11 bis Abbildung 14 werden in Abbildung 17 bis Abbildung 20 die Wärmenachfragen der jeweiligen Energieträger betrachtet. Die Unterschiede sind gering, können aber insbesondere in Baublöcken auftauchen, in denen beispielsweise eine Korrelation zwischen einer Heizungsart und besonders gutem oder schlechtem Dämmzustand der Gebäude besteht.

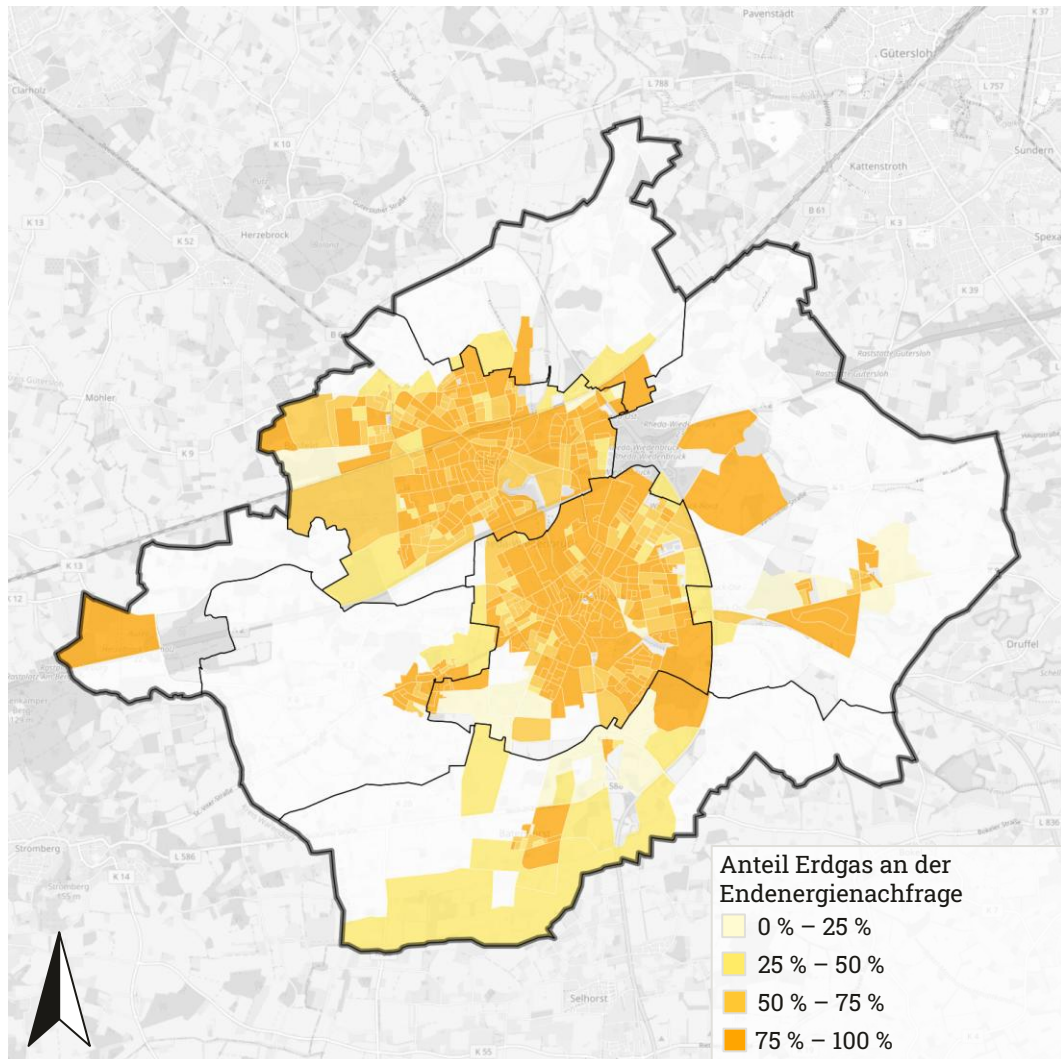


Abbildung 17: Deckung der Endenergienachfrage durch Erdgas

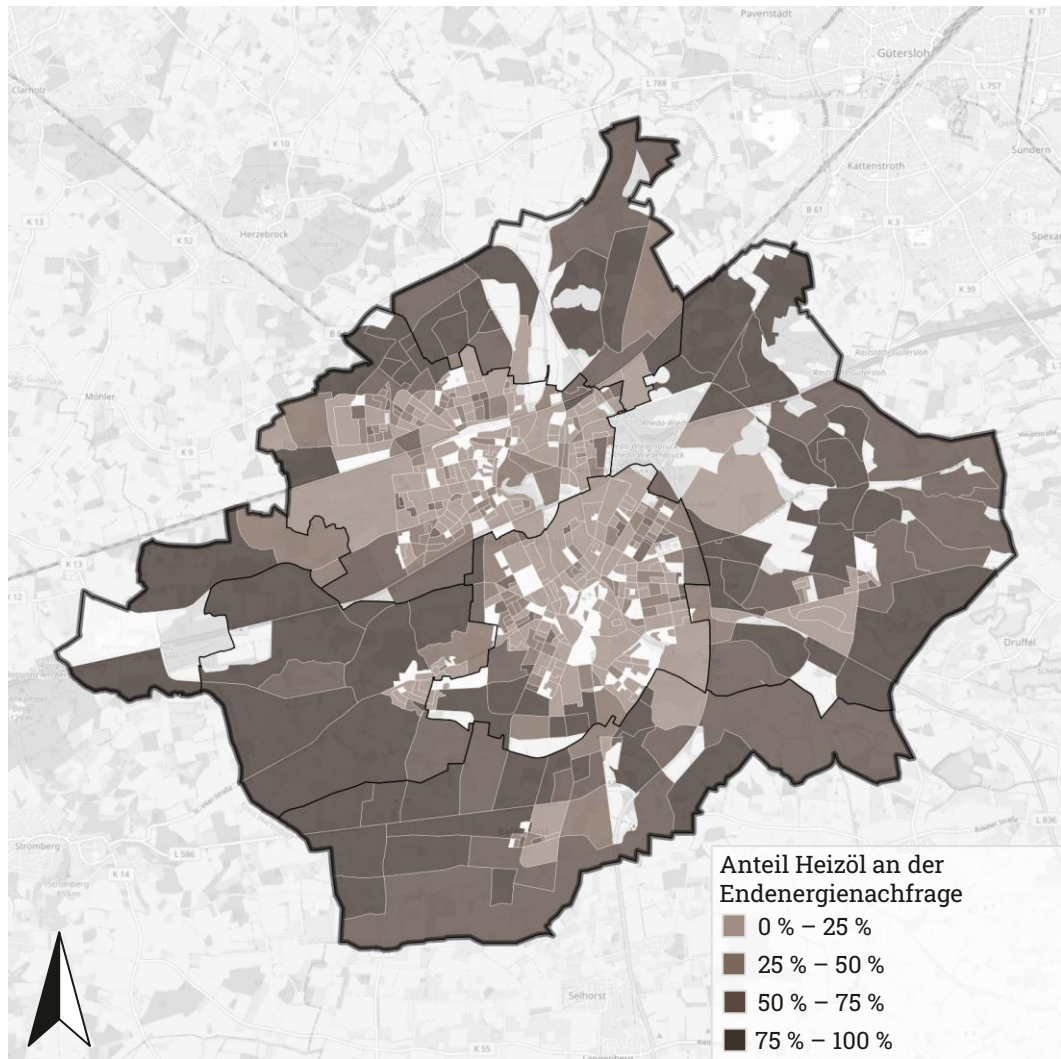


Abbildung 18: Deckung der Endenergienachfrage durch Heizöl

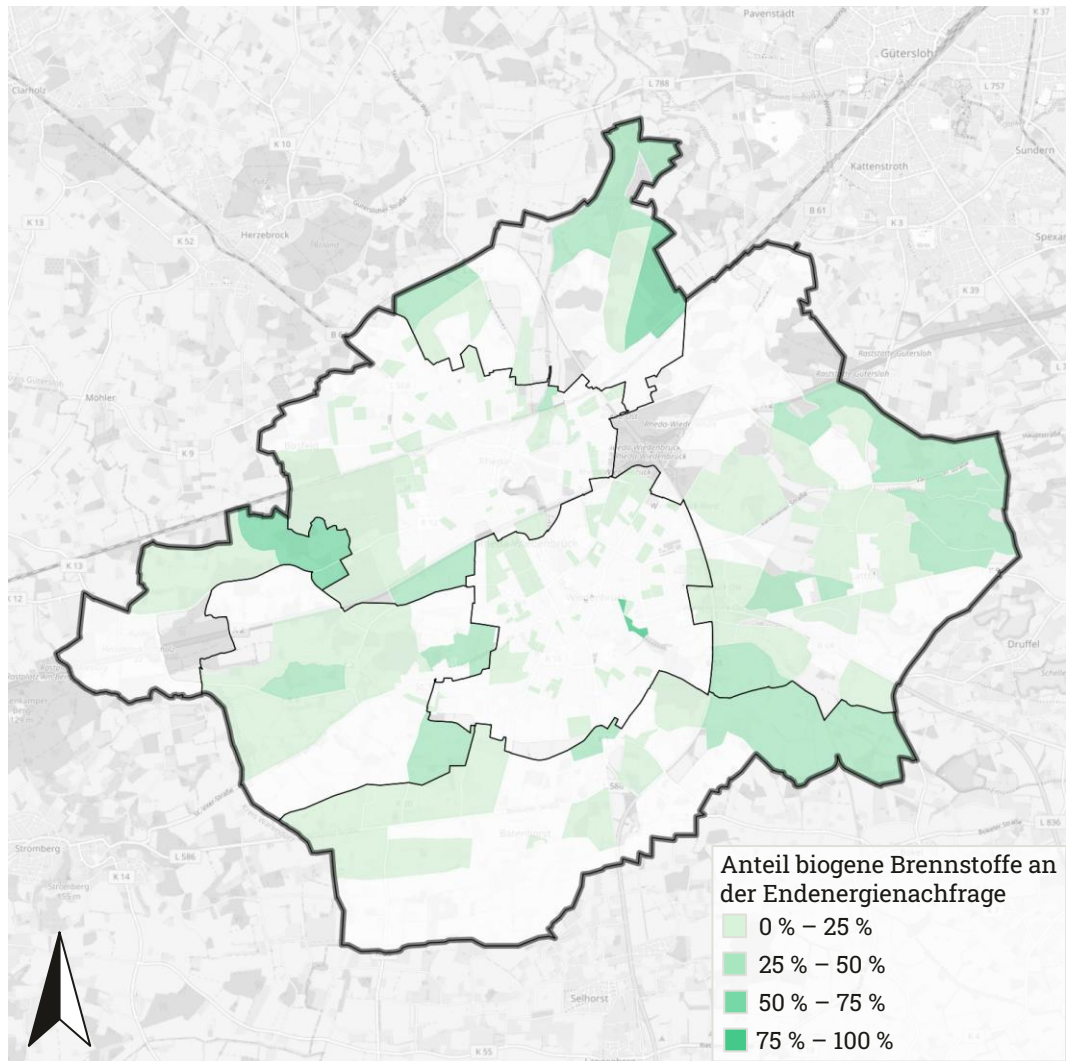


Abbildung 19: Deckung der Endenergienachfrage durch biogene Brennstoffe

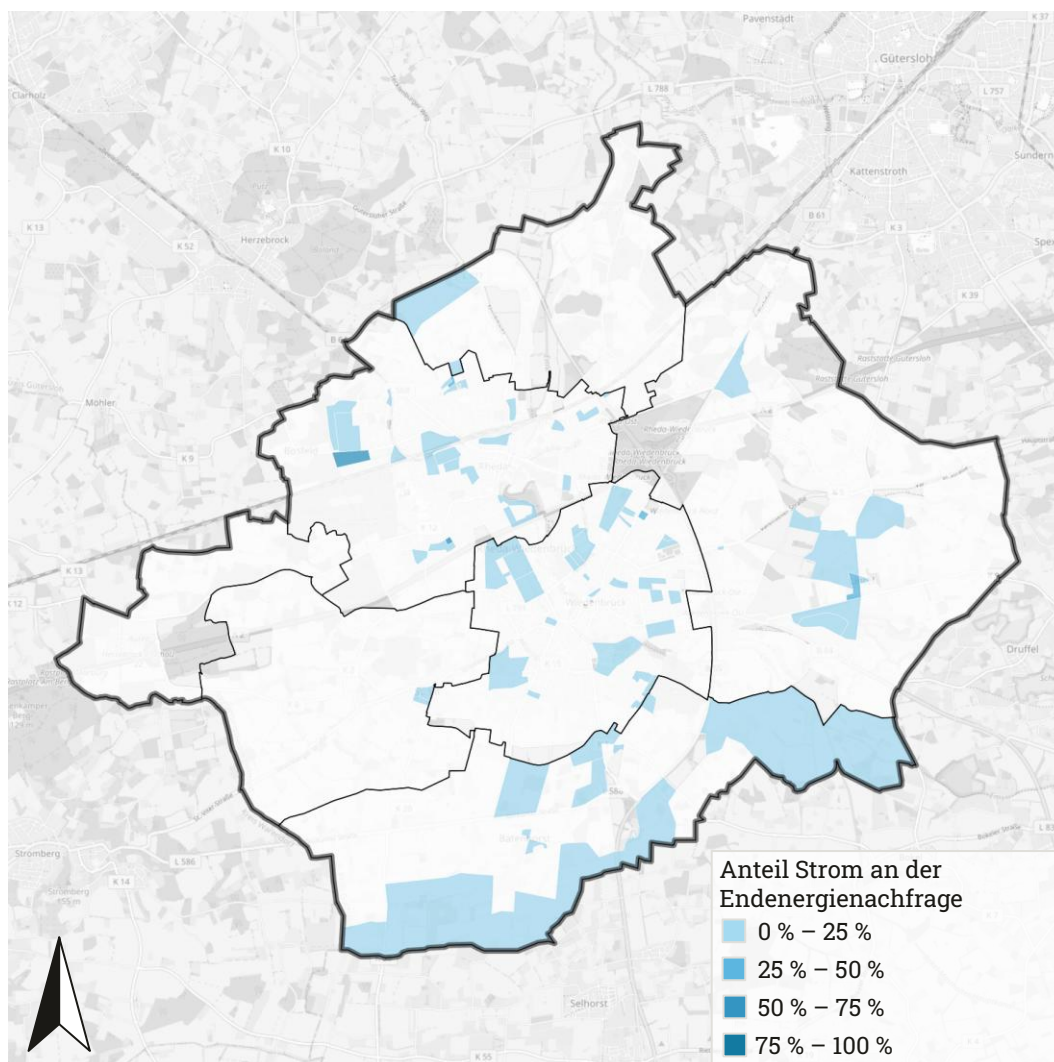


Abbildung 20: Deckung der Endenergienachfrage durch Strom

Der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung (Erdgas und Strom) am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung beträgt insgesamt 86 %, das entspricht rund 876 GWh/a. Davon entfallen 871 GWh/a auf Erdgas und 5 GWh/a auf Strom.

Durch den flächenmäßigen Einsatz fossiler Energieträger erzeugt die Wärmeproduktion noch große Mengen an Treibhausgasemissionen, welche im Kapitel 02.06 quantifiziert werden.

Die folgenden Abbildungen analysieren die Verteilung der Wärmenachfrage im Stadtgebiet von Rheda-Wiedenbrück. Abbildung 21 zeigt zunächst die absolute Wärmenachfrage je Baublock. Diese ist insbesondere in dicht besiedelten Baublöcken hoch. Zusätzlich ist die Nachfrage auch auf Gebiete, die von Industrie geprägt sind, konzentriert. Um die datenschutzrechtlichen Anforderungen zu erfüllen, werden die Wärmenachfragen auf Baublockebene ab einem Wert von 5000 MWh je Jahr gekappt. Somit können mögliche Rückschlüsse auf Datenpunkte einzelner Verbraucher vermieden werden.

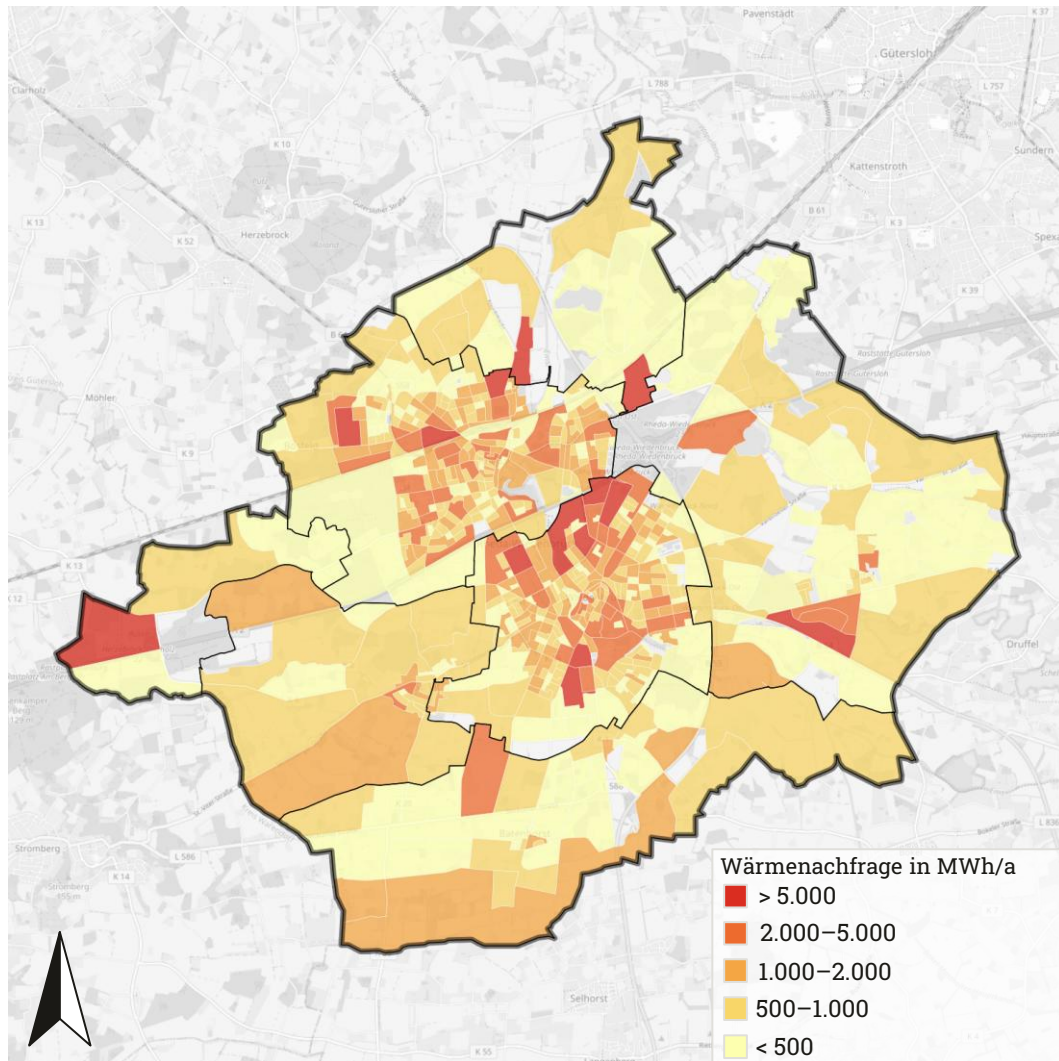


Abbildung 21: Absolute Wärmenachfrage pro Baublock

Die **spezifische Wärmenachfrage** wird berechnet, indem die absolute Wärmenachfrage ins Verhältnis zur Gebäudenutzfläche gesetzt wird. Abbildung 22 zeigt, dass diese spezifische Wärmenachfrage in den meisten Baublöcken bei über 120 kWh pro Quadratmeter und Jahr liegt.

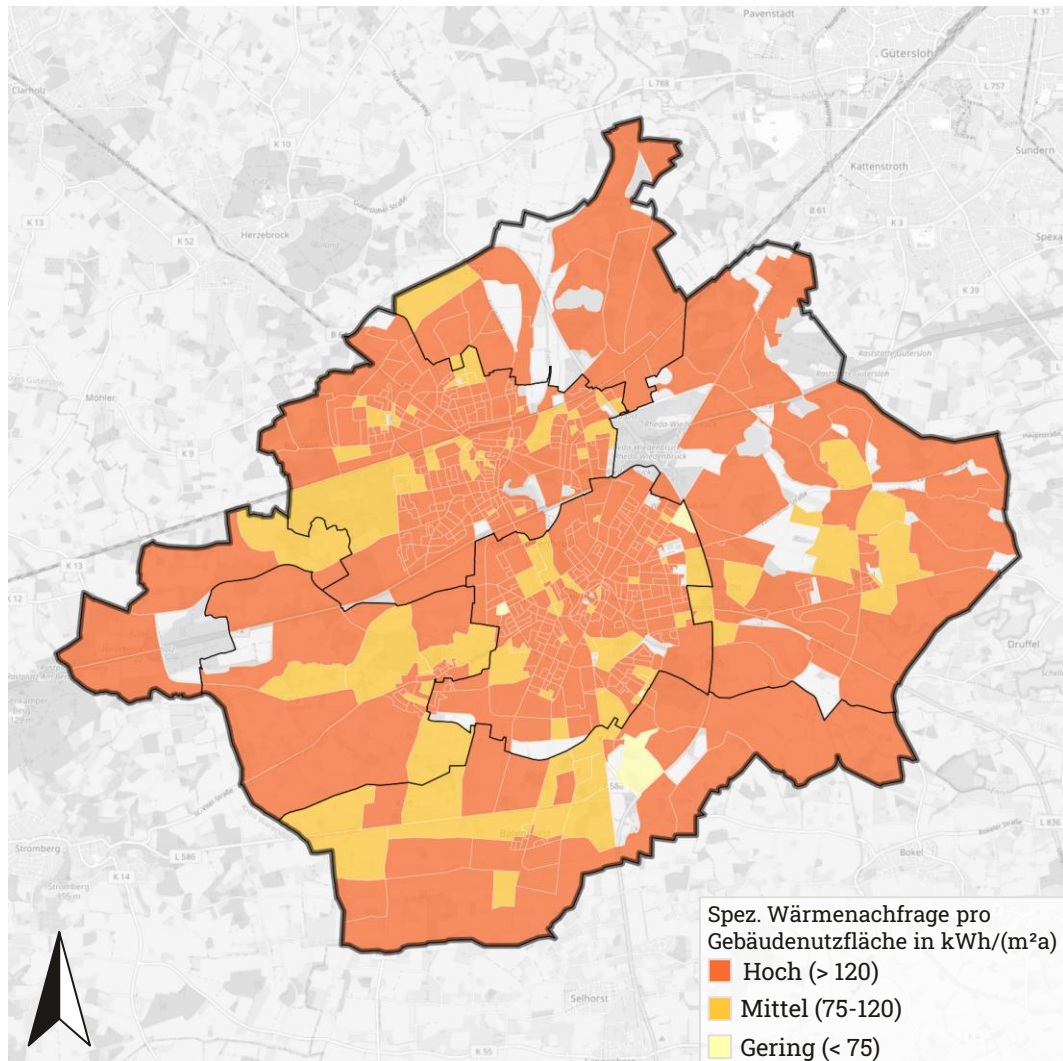


Abbildung 22: Spezifische Wärmenachfrage pro m² Gebäudenutzfläche auf Baublockebene

Die Wärmenachfragedichte, die das Verhältnis von Wärmenachfrage zur Gebietsfläche darstellt, dient als weiterer Indikator für die Intensität der Wärmenachfrage und wird in Abbildung 23 veranschaulicht. Die Wärmenachfragedichte ist insbesondere hoch in den zentralen und dicht besiedelten Baublöcken in den beiden Stadtteilen Rheda und Wiedenbrück.

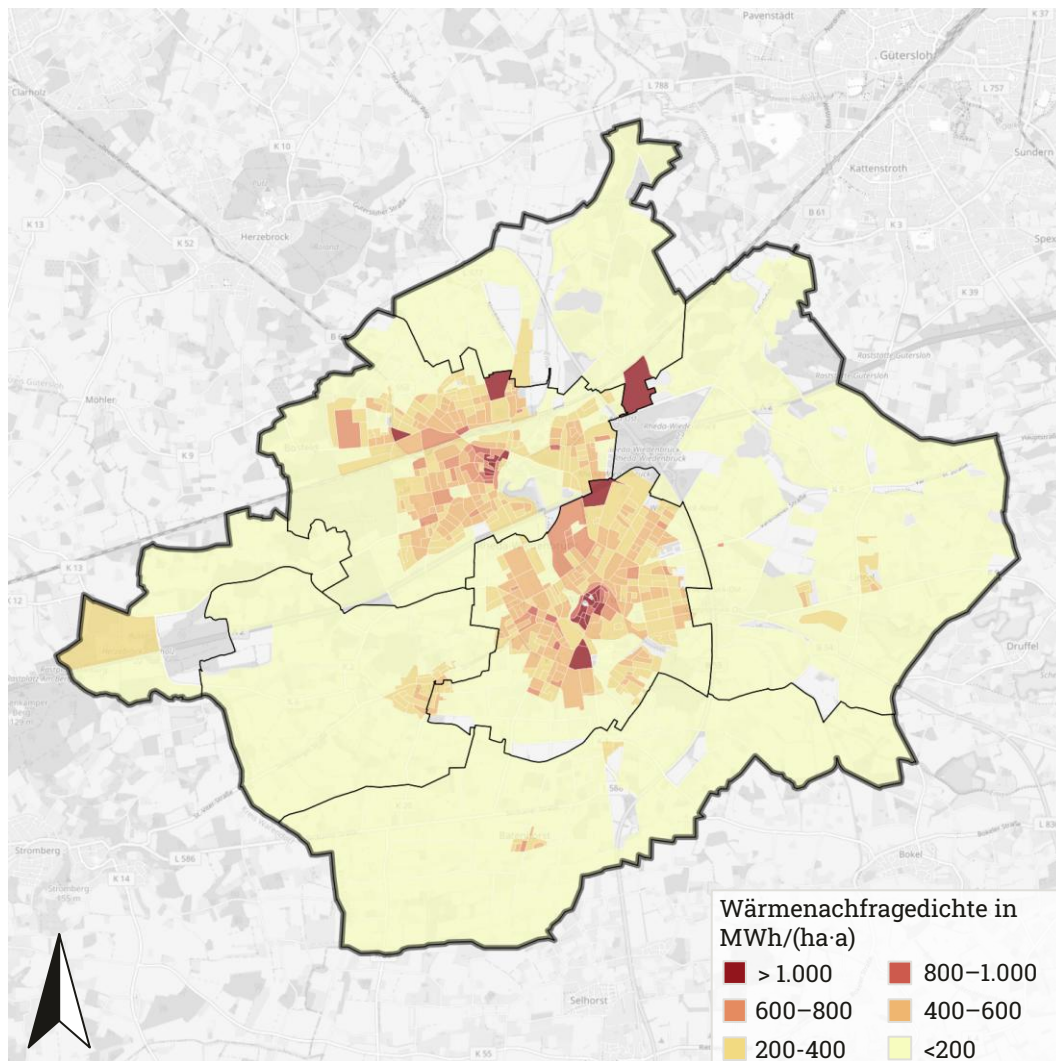


Abbildung 23: Wärmenachfragedichte auf Baublockebene

Zusätzlich zur baublockbezogenen Darstellung kann ebenfalls eine straßenbezogene Darstellung der Wärmenachfragen gewählt werden. Die Wärmenachfrageliniendichte bezieht die Wärmemenge, welche entlang eines Straßenabschnitts benötigt wird, auf die Länge des jeweiligen Straßenabschnitts. Die Wärmenachfrageliniendichte wird in kWh/m pro Jahr in Abbildung 24 dargestellt. Wie auch die flächenbezogene Wärmenachfragedichte zeigt die Wärmenachfrageliniendichte hohe Bedarfe in dicht besiedelten Stadtteilen und niedrigere Bedarfe in ländlicheren Gebieten.

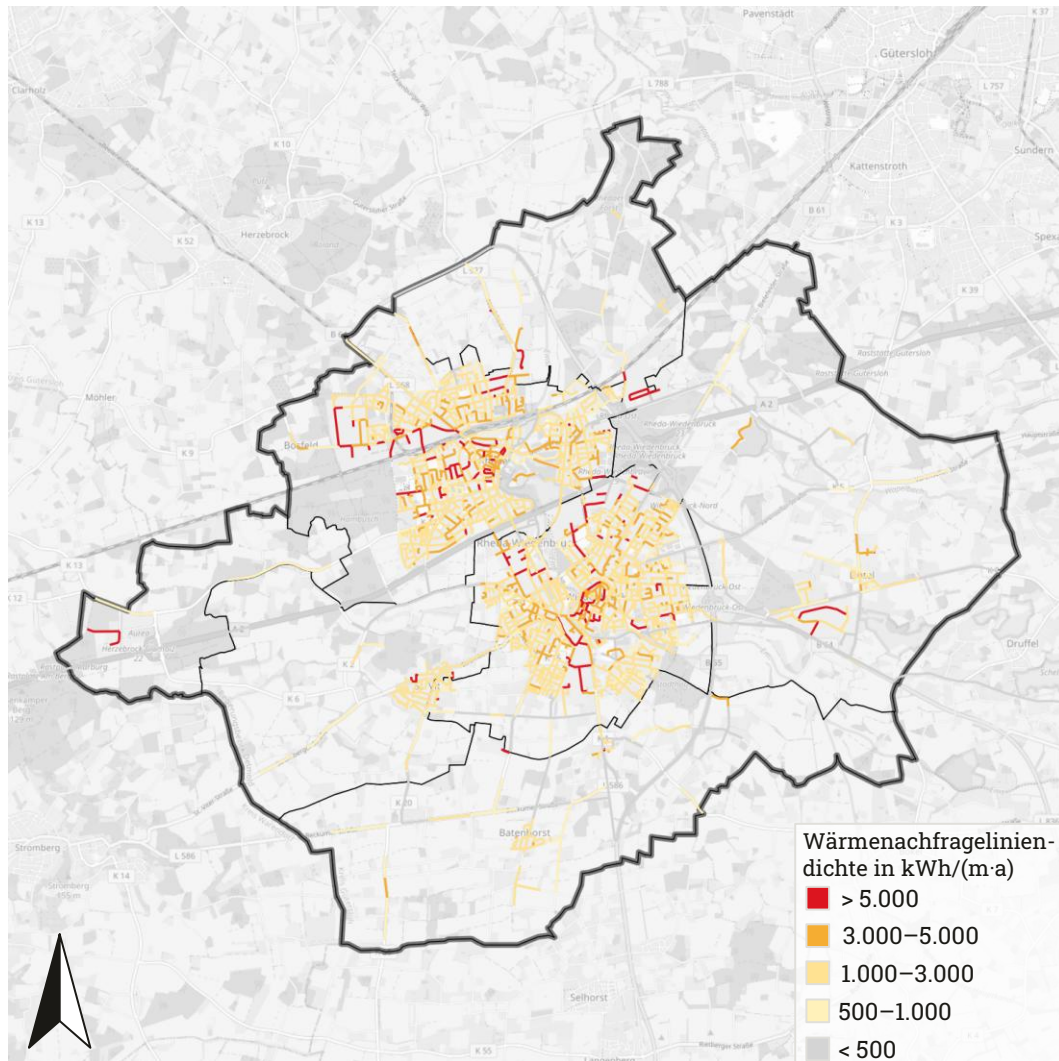


Abbildung 24: Wärmenachfragelinien-
dichte in kWh/(m·a)

In Tabelle 7 werden die absolute Wärmenachfrage in GWh pro Jahr, die spezifische Wärmenachfrage pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche und die Wärmenachfragedichte in GWh pro Hektar und pro Jahr je Gemarkung ausgewiesen. Weitere gemarkungsspezifische Ergebnisse der Bestandsanalyse sind in den jeweiligen Steckbriefen im Anhang dargestellt.

Tabelle 7: Kennzahlen der Wärmenachfrage je Gemarkung

Gemarkung	Absolute Wärmenachfrage in GWh/a	Spez. Wärmenachfrage in kWh/m²	Wärmenachfragedichte in MWh/(ha·a)
Batenhorst	24,0	150,6	15,2
Lintel	37,9	161,5	21,6
Nordrheda- Ems	316,3	1503,5	282,0
Rheda	286,0	169,1	232,6
Sankt Vit	19,1	142,3	19,2
Wiedenbrück	340,8	185,6	338,5

02.06 TREIBHAUSGASBILANZ

Im Rahmen der KWP werden auf Basis der ermittelten Energiebilanzen die Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten abgeleitet. Als Grundlage für die Berechnung der Treibhausgasemissionen wird die im Digitalen Zwilling hinterlegte Wärmenachfrage der Gebäude und die dazugehörige Heizungsart herangezogen. Die Wärmenachfrage entspricht dem Wärmeverbrauch, sofern dieser vorliegt. Liegen keine Verbrauchswerte vor, wird zur Berechnung der Emissionen, der auf Grundlage des Baualters, Wohn-/Nutzfläche und Nutzungsart des Gebäudes geschätzte Wärmebedarf verwendet. Die in Abbildung 21 dargestellten Wärmenachfragen werden als Grundlage zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen herangezogen. Für Rheda-Wiedenbrück fallen demnach 254,9 kt CO₂-Äquivalente/a zur Wärmebereitstellung an. Tabelle 8 gibt die Treibhausgasemissionen in sektoraler Aufteilung an. In Anlehnung an den anfallenden Energiebedarf beruhen die größten Anteile der Treibhausgasemissionen mit jeweils etwa 45 % und 46 % auf der Wärmeversorgung in der Industrie und für private Haushalte. Dabei liegt die Pro-Kopf-Emission bei 2,4 t/a.

Tabelle 8: Treibhausgasemission (CO₂-Äquivalente) basierend auf dem Verbrauch nach Sektoren

Sektor	Treibhausgasemissionen in kt/a	Anteil in %
Industrie	115,2	45,18
Private Haushalte	117,5	46,12
GHD/Sonstige	13,7	5,39
Öffentliche Gebäude	8,4	3,31
Summe	254,9	100,00

Neben der sektoralen Aufteilung ist zudem die Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Energieträgern von Interesse, um die Effekte von Energieträgern hinter den existierenden Heizungsarten zu quantifizieren. Die entsprechenden Treibhausgasemissionen sind in Tabelle 9 dargestellt. Der größte Teil der Gesamtemissionen,

nämlich 209,0 kt CO₂-Äquivalente/a bzw. rund 82%, entsteht durch die Nutzung von Erdgas zur Wärmeproduktion. Der zweitgrößte Teil der Gesamtemissionen (42,0 kt CO₂-Äquivalente/a bzw. rund 16%) entsteht durch die Verwendung von Heizöl zur Wärmeproduktion. Im Vergleich zur Verteilung der produzierten Wärmemenge in Abbildung 15, die 85 % der Gesamtwärmenachfrage dem Energieträger Erdgas und 13 % der Gesamtwärmenachfrage dem Energieträger Heizöl zuordnet, ergibt sich eine überproportional hohe Treibhausgasemission durch Heizöl und leicht unterproportionale Treibhausgasemissionen durch Erdgas.

Tabelle 9: Treibhausgasemission (CO₂-Äquivalente) basierend auf dem Verbrauch nach Energieträgern

Energieträger	Treibhausgasemissionen [kt/a]	Anteil [%]
Erdgas	209,0	82,00
Heizöl	42,0	16,47
Biogene Brennstoffe	0,5	0,19
Strom	3,4	1,32
Kohlen	0,05	0,02
Summe	254,9	100,00

03. POTENZIALANALYSE

Im folgenden Kapitel werden die Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser sowie Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie sowie öffentlichen Liegenschaften dargestellt. Darüber hinaus werden lokal verfügbare Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale ermittelt. Die Potenzialanalyse bildet die Grundlage für die Entwicklung eines Zielszenarios sowie passgenauer Maßnahmen, welche das Ziel haben die Nutzung von erneuerbaren Energien zu maximieren, die Energieeffizienz zu steigern und fossile Energieträger langfristig zu ersetzen. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse sind außerdem in den Steckbriefen für gesamt Rheda-Wiedenbrück sowie für die einzelnen Gemarkungen dargestellt (siehe Kapitel 06 im Anhang).

03.01 ZIELE UND VORGEHENSWEISE

Das Ziel der Potenzialanalyse besteht in der systematischen Erfassung, Bewertung und räumlichen Zuordnung von vorhandenen erneuerbaren Energieressourcen sowie von Effizienz- und Abwärmepotenzialen von Gebäuden und Prozessen innerhalb des Bilanzraums. Dabei werden, sofern absehbar, mögliche räumliche, technische, rechtliche und wirtschaftliche Einschränkungen berücksichtigt. Im Rahmen der Potenzialermittlung kann zwischen verschiedenen Dimensionen bzw. Stufen von Potenzialen unterschieden werden [14]. Jede der Stufen beinhaltet dabei spezifische Kriterien und Annahmen. Diese Stufen reichen von einer rein theoretischen Betrachtung des physikalisch vorhandenen Angebots über das technisch umsetzbare Potenzial bis hin zu wirtschaftlich und praktisch nutzbaren Anteilen. Die Definitionen und Abgrenzungen der einzelnen Stufen hängen dabei von den spezifischen Rahmenbedingungen und Zielsetzungen der jeweiligen Analyse ab.

Im Sinne der hier verwendeten Definition ist die Untersuchung auf die Ermittlung des praktischen Potenzials konzentriert, welches den tatsächlich nutzbaren Anteil unter Berücksichtigung technischer, rechtlicher, ökonomischer sowie weiterer relevanter Restriktionen darstellt. Diese spiegeln ein Potenzialmaß auf Basis heutiger Rahmenbedingungen und erwartbaren Entwicklungstrends wieder.

03.02 WÄRMEBEDARFSREDUKTIONSPOTENZIALE IM GEBÄUDEBESTAND

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands bietet erhebliches Potenzial zur Verringerung des Wärmebedarfs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen im Wärmesektor. Gleichzeitig ermöglichen sanierte Gebäude mit niedrigeren Heizlasten den Einsatz effizienter und emissionsarmer Heiztechnologien. Eine gut gedämmte Gebäudehülle reduziert Wärmeverluste und verbessert die Voraussetzungen für den Betrieb moderner Systeme wie Wärmepumpen oder den Anschluss an Wärmenetze mit

niedrigeren Vorlauftemperaturen, wodurch der Energiebedarf für die Wärmeerzeugung sowie Wärmeverteilungsverluste weiter gesenkt werden können.

03.02.01 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER SANIERUNGSPOTENZIALE IN WOHN- UND NICHTWOHNGBÄUDEN

Zur Quantifizierung der Sanierungspotenziale für den Wärmetransformationspfad bis 2045, müssen sowohl die „Sanierungsrate“ als auch die „Sanierungstiefe“ definiert werden. Diese beiden Parameter beeinflussen die zukünftige Wärmenachfrage im Gebäudebereich wesentlich. Weitere Einflussparameter, wie Veränderungen im langfristigen Verbraucherverhalten oder klimatische Veränderungen, werden nicht berücksichtigt. Die Sanierungsrate beschreibt den Anteil der bestehenden Gebäude, die jedes Jahr energetisch saniert werden. Die Sanierungstiefe gibt vor, wie umfangreich und auf welches energetische Niveau ein Gebäude gehoben wird und wird typischerweise in KfW-Effizienzhaus-Standards⁵ angegeben [15]. Die Kombination aus Sanierungsrate und Sanierungstiefe bestimmt die tatsächliche Reduktionsrate des Endenergieverbrauchs im Gebäudebestand.

Die vollständige Sanierung der Gebäudehülle durch Dämmung von Fassade, Dach und Bodenplatte sowie den Austausch von Türen und Fenstern bietet ein theoretisches, maximales Potenzial zur Energieeinsparung. Da eine Vollsaniierung aller Gebäude in der Praxis und insbesondere bis zum Zieljahr 2045 nur bedingt umsetzbar ist, wird ein praktisch relevantes Potenzial auf Grundlage der im Technikkatalog des Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende angegebenen Reduktionsrate⁶ abgeleitet [16]. Unter Anwendung der mittleren jährlichen Reduktionsrate von 1,6 % ergibt sich bis 2045 eine Senkung des Wärmeenergiebedarfs um 28 %.

03.02.02 ERGEBNISSE DER SANIERUNGSPOTENZIALE IN WOHN- UND NICHTWOHNGBÄUDEN

Zur Quantifizierung der Wärmebedarfsreduktionspotenziale in Wohn- und Nicht-Wohngebäuden werden die in Tabelle 10 enthaltenen Reduktionsraten angenommen. Dabei werden auf Basis historischer Beobachtungen unterschiedliche Reduktionsraten je Gebäudeart und Baujahr angenommen. Bei der Berechnung wird berücksichtigt in welchem Maße einzelne Gebäudegruppen zum gesamten Endenergieverbrauch

⁵ Der KfW-Effizienzhaus-Standard beschreibt, wie energieeffizient ein Gebäude im Vergleich zu einem gesetzlich definierten Referenzgebäude ist. Maßgeblich ist dabei vor allem der jährliche Primärenergiebedarf sowie die Wärmeverluste der Gebäudehülle.

⁶ Die Reduktionsrate entspricht der mittleren jährlichen Reduktion der Gebäudeenergiebedarfe (private Haushalte und GHD) im O45 Strom-Szenario der „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ des Fraunhofer Instituts. Das Szenario legt den Fokus auf zu erwartende Entwicklungen und weniger auf technisch optimale Pfade. Die angenommenen Effizienzsteigerungen bilden einen Kompromiss zwischen technischen Erfordernissen und möglichen politischen Entwicklungen ab. Sie sind damit als ambitioniert, aber realitätsnah zu verstehen [].

beitragen. Somit wird sichergestellt, dass die durchschnittliche jährliche Reduktion über alle Gebäude hinweg der Zielrate von 1,6 % entspricht. Zur Ermittlung der Einsparpotenziale in öffentlichen Gebäuden werden die Sanierungsraten des GHD-Sektors als repräsentative Einheit herangezogen. Im Industriesektor wird aufgrund der geringen Bedeutung der Raumwärmebedarfe im Vergleich zur Prozesswärmenachfrage von einer Bestimmung der Sanierungspotenziale abgesehen.

Tabelle 10: Reduktionsraten für Wohngebäude und GHD-Sektor, eigene Berechnungen auf Basis von [16]

Einfamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser		GHD-Sektor	
Baujahr	Sanierungsrate	Baujahr	Sanierungsrate	Baujahr	Sanierungsrate
Bis 1918	1,9 %	Bis 1918	1,2 %	Bis 1978	1,2 %
1919–1948	2,4 %	1919–1948	2,3 %	1978–2009	1,2 %
1949–1978	1,7 %	1949–1978	1,7 %	Ab 2010	0 %
1979–1994	2,1 %	1979–1994	2 %		
1995–2011	1,1 %	1995–2009	1,5 %		
Ab 2012	0 %	Ab 2010	0 %		

Ausgehend von der aktuellen jährlichen Gesamtwärmenachfrage von 1.024 GWh der Stadt Rheda-Wiedenbrück (siehe Kapitel 02.05) wird der Gesamtwärmebedarf im Rahmen der unterstellten Sanierungsentwicklungen auf 876,4 GWh im Jahr 2045 reduziert (siehe Tabelle 11). Somit beträgt das durch Sanierung zu erreichende Einsparungspotenzial der Wärmenachfrage 147,8 GWh gegenüber dem Ist-Zustand. Dabei wird angenommen, dass der Energieaufwand zur Bereitstellung von industrieller Prozesswärme nicht durch die Sanierung beeinflusst wird. Entsprechend bleibt der Wärmebedarf der Industrie in Tabelle 11 im Jahr 2045 unverändert zum Ausgangsniveau. Private Haushalte stellen den größten Anteil an der potenziellen Reduktion des jährlichen Wärmebedarfs von 459,4 GWh heute auf 329,5 GWh im Jahr 2045 dar und verfügen damit über ein praktisches Sanierungspotenzial von 129,8 GWh. Dies entspricht einer Reduktion von etwa 28,3 % gegenüber dem Ist-Zustand.

Tabelle 11: Sanierungspotenzial des Gebäudebestandes unterteilt nach BSKO Sektoren

BSKO Sektor	Wärmenachfrage heute	Wärmebedarf 2045	Sanierungspotenzial
	GWh/a	GWh/a	GWh/a
Private Haushalte	459,4	329,5	129,8
GHD/Sonstiges	56,5	45,5	11
Industrie	473,2	473,2	0,0
Öffentliche Gebäude	35,2	28,3	6,9
Gesamt	1.024,2	876,4	147,8

Abbildung 25 stellt das Sanierungspotenzial je Gemarkung als prozentuale Veränderung der heutigen Wärmenachfrage zum zukünftigen Wärmebedarf bis zum Jahr 2045 dar.

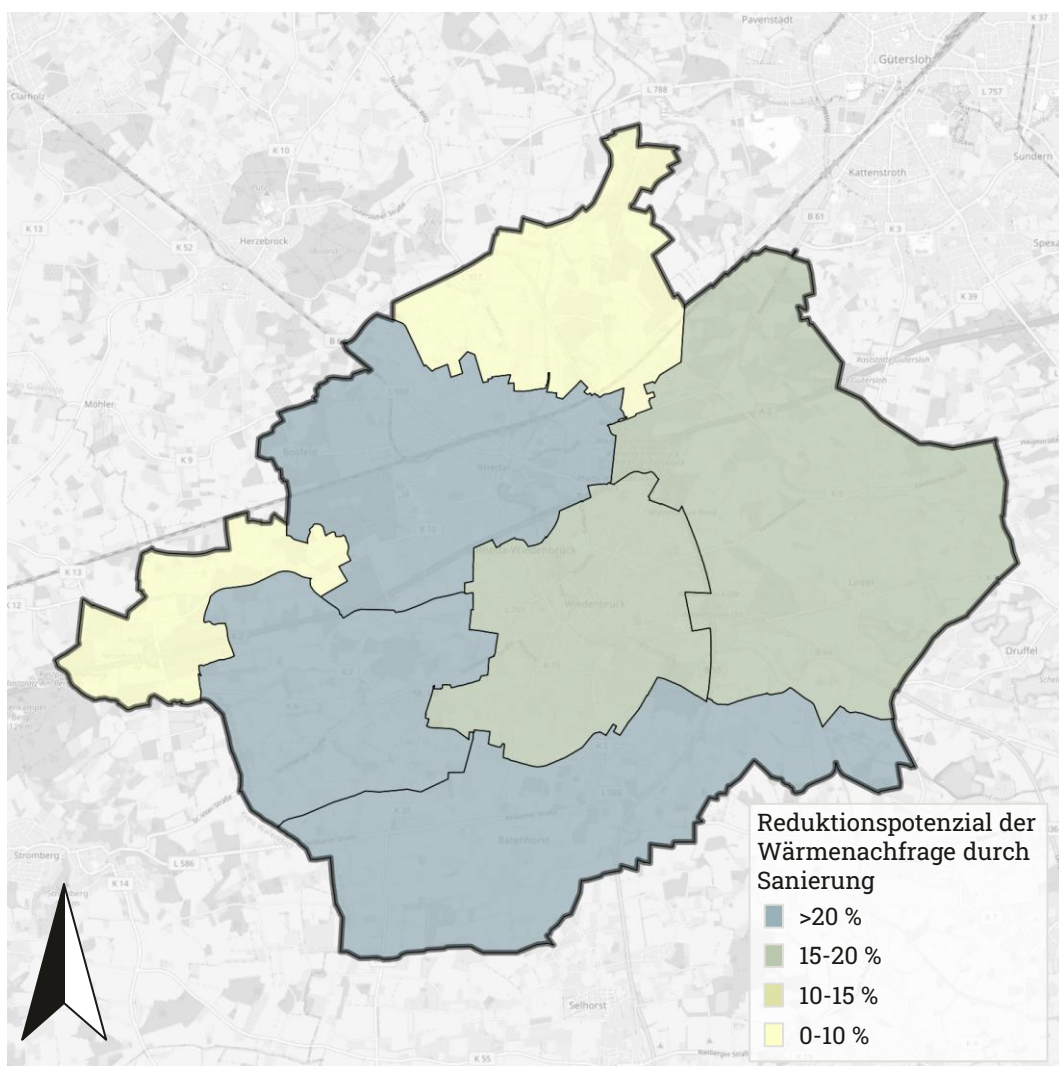


Abbildung 25: Anteil des Sanierungspotenzials zur Deckung der aktuellen Wärmenachfrage je Gemarkung

Das in diesem Kapitel berechnete Sanierungspotenzial wird bei der Berechnung des Zielszenarios in späteren Kapiteln zugrunde gelegt.

03.02.03 PROZESSBEDINGTE EFFIZIENZPOTENZIALE IN NICHTWOHNGBÄUDEN

Während die Effizienzpotenziale für Raum- und Warmwasserwärme für Wohn- und Nichtwohngebäude in Rheda-Wiedenbrück gemäß der in Kapitel 03.02.02 beschriebenen Methodik ermittelt werden, stellt die Abschätzung der zukünftigen Prozesswärmebedarfe eine Herausforderung dar. Im Allgemeinen werden diese maßgeblich von der wirtschaftlichen Entwicklung sowie den Marktbedingungen beeinflusst. Diese Faktoren können im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nur eingeschränkt bewertet werden. Grundsätzlich kann bei wirtschaftlichem Wachstum tendenziell mit steigenden Prozesswärmebedarfen gerechnet werden. Gleichzeitig wirken industrielle Verlagerungseffekte sowie Effizienzverbesserungen in Industrieprozessen dem Anstieg entgegen. Unter Berücksichtigung dieser gegenläufigen Einflussfaktoren, den konjunkturellen Unwägbarkeiten der Zukunft wird daher keine explizite Fortschreibung der Prozesswärmebedarfe im Industriesektor angenommen und für das Zielszenario das heutige Energienachfrageniveau angenommen.

03.03 AUSSCHLUSS- UND SCHUTZGEBIETE

Im Rahmen der Potenzialermittlung wird berücksichtigt, dass in einzelnen Gebieten Einschränkungen bestehen können, die die Nutzung erneuerbarer Energien begrenzen. Im Stadtgebiet Rheda-Wiedenbrück liegen unter anderem Landschaftsschutz-, Naturschutz, und Wasserschutzgebiete vor. Diese sind in Abbildung 26 und Abbildung 27 dargestellt⁷.

⁷ Die zugrunde liegenden Geodaten werden vom Landesamt für Natur-, Umwelt- und Klima Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellt .

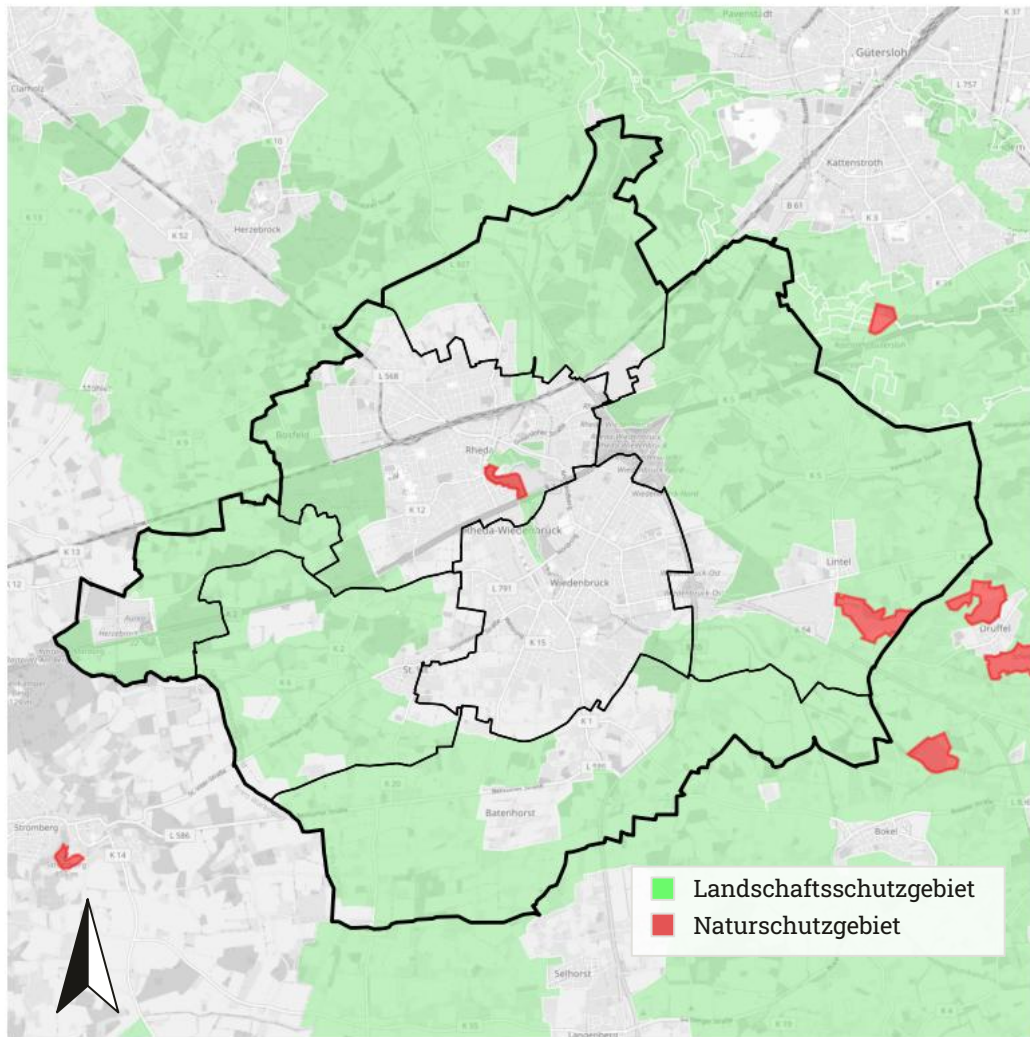


Abbildung 26: Landschaftsschutz- und Naturschutzgebiete in Rheda-Wiedenbrück

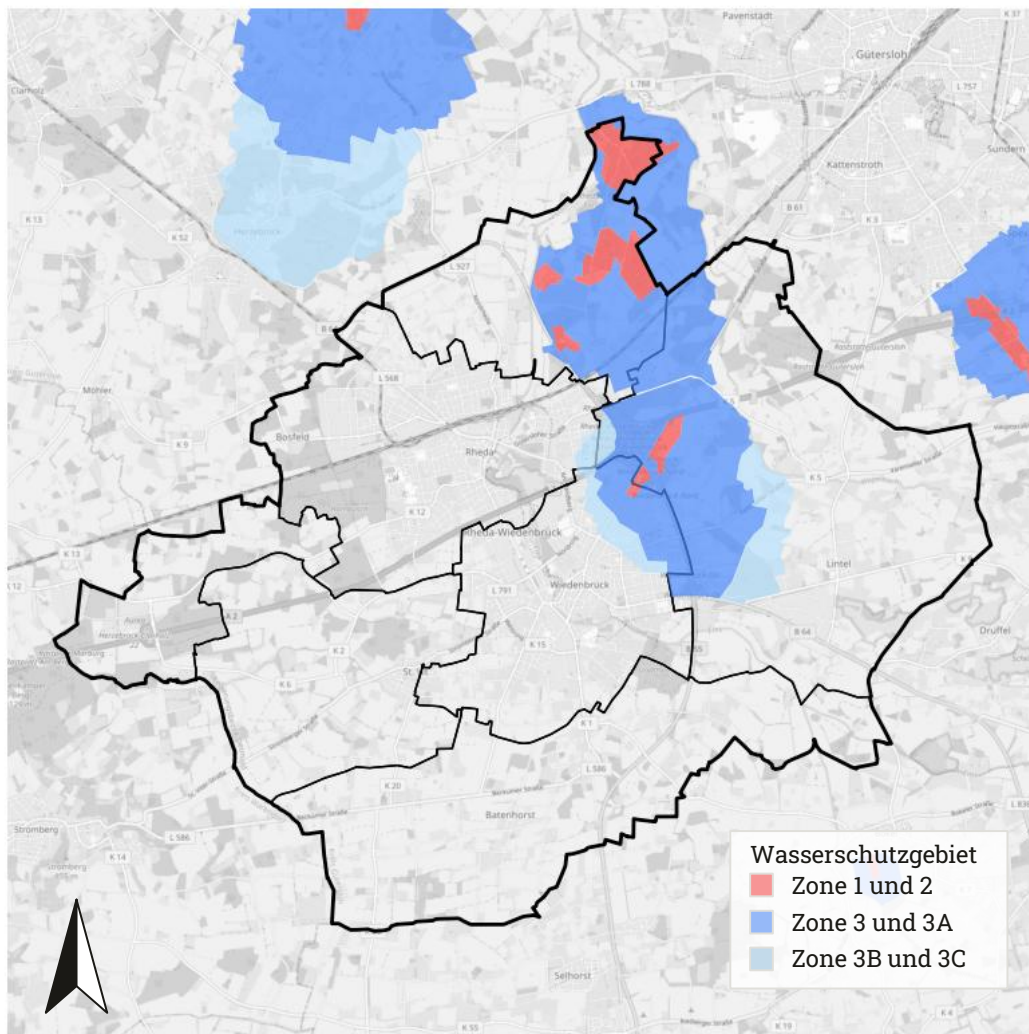


Abbildung 27: Wasserschutzgebiete in Rheda-Wiedenbrück⁸

Der Anteil der Landschaftsschutzgebiete an der Stadtfläche beträgt rund 65 %. Landschaftsschutzgebiete sollen vor allem das Landschaftsbild schützen, die Zersiedlung der Landschaft verhindern und die Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts erhalten. Im Vergleich zu Naturschutzgebieten handelt es sich hierbei in der Regel um großflächige Gebiete mit geringeren Nutzungseinschränkungen. So ist zum Beispiel die Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Landschaftsschutzgebieten nicht prinzipiell verboten, muss aber im Einzelfall geprüft werden. Naturschutzgebiete dienen in erster Linie dem Erhalt besonders wertvoller oder seltener Lebensräume und Arten. Es gibt zwei ausgewiesene Naturschutzgebiete: das Naturschutzgebiet Erlenbruch Rheda sowie das Naturschutzgebiet Am Merschgraben. Falls die Potenziale durch diese Einschränkungsbereiche beeinflusst werden, wird dies in den entsprechenden Unterkapiteln erläutert.

⁸ Wasserschutzzonen dienen dem Schutz von Trinkwasserfassungen (§ 54 WHG) und gliedern sich in Zone 1 (Brunnenumfeld, striktes Nutzungsverbot), Zone 2 (Schutz vor mikrobiellen Verunreinigungen) und Zone 3 (Einzugsgebiet, Schutz vor chemischen Belastungen) []

03.04 DEZENTRALE ERNEUERBARE POTENZIALE ZUR WÄRMEVERSORGUNG

03.04.01 UMGEBUNGSWÄRME

Die Nutzung der Umgebungswärme (oftmals auch als Luftwärme oder Umweltwärme bezeichnet) mittels Wärmepumpen stellt eine flexible Option zur Wärmeerzeugung dar. Hierbei wird das Temperaturniveau der Umgebungswärme mit Hilfe von Wärmepumpen auf ein zu Heizzwecken nutzbares Temperaturniveau angehoben. Insbesondere dort, wo alternative Wärmequellen, wie Erdwärme aus technischen oder baulichen Gründen nicht genutzt werden können, stellt die Umgebungsluft eine praktikable Option dar [17].

Luft-Wasser-Wärmepumpen funktionieren auf Basis eines Kältemittelkreislaufs und werden oftmals mit der Funktionsweise eines „umgedrehten Kühlschranks“ verglichen [18]. Die Wärme in der Umgebungsluft wird über einen außenliegenden Wärmetauscher – die Außeneinheit – aufgenommen. Mithilfe dieser Umweltwärme verdampft das Kältemittel. Ein Verdichter komprimiert das gasförmige Kältemittel und erhöht somit die Temperatur. Über einen weiteren Wärmetauscher kann die Wärme an das Heizungswasser übertragen werden. In diesem Prozessschritt kondensiert das Kältemittel, weshalb der zweite Wärmetauscher auch als Kondensator oder Verflüssiger bezeichnet wird. Nach dem Druckabbau im Expansionsventil liegt das Kältemittel wieder im Ausgangszustand vor. Die Funktionsweise ist schematisch in Abbildung 28 dargestellt.

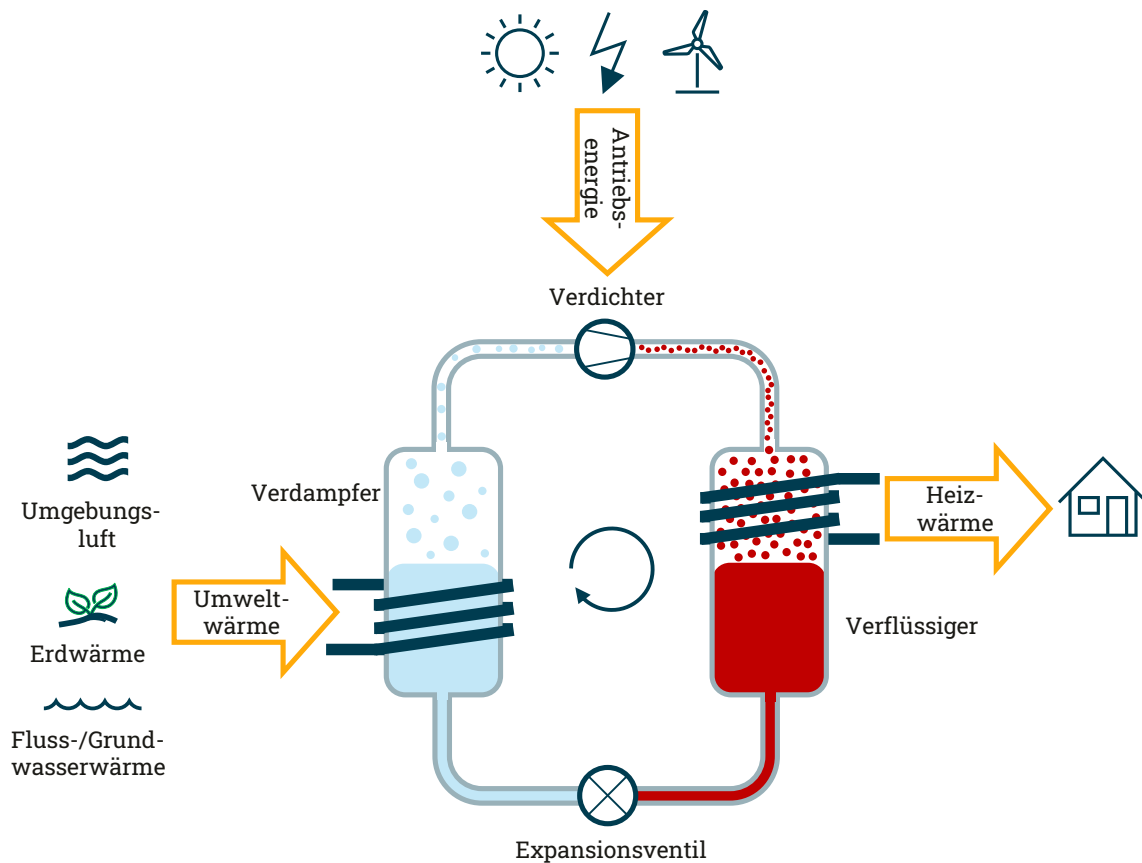


Abbildung 28: Schematische Darstellung einer Elektro-Wärmepumpe [18]

Neben der Luft-Wasser-Wärmepumpe existieren weitere Typen, die eine unterschiedliche Wärmequelle nutzen oder einen anderen Einsatzbereich aufweisen. Luft-Luft-Wärmepumpen arbeiten nach dem gleichen Prinzip, um mit der Umgebungsluft direkt die Heizungsluft zu erhitzen. Wasser-Wasser-Wärmepumpen verwenden hingegen Grundwasser oder Flusswasser zur Erwärmung des Heizungswassers.

Die Effizienz von Wärmepumpen wird durch die Leistungszahl (auch Coefficient of Performance (COP) genannt) beschrieben. Dieser gibt das Verhältnis der erzeugten Wärme zur eingesetzten elektrischen Energie an. Da die Leistungszahl nur für einzelne Betriebszeitpunkte gilt und unter Laborbedingungen ermittelt wird, wird zusätzlich die Jahresarbeitszahl (JAZ) herangezogen. Diese setzt die im Laufe eines Jahres real abgegebene Wärmemenge ins Verhältnis zur dafür aufgewendeten elektrischen Energie. Mit der Jahresarbeitszahl kann eine Aussage über die Gesamteffizienz, Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit einer Wärmepumpe getroffen werden [18]. Bei Neubauten liegen die Jahresarbeitszahlen bei Luft-Wasser Wärmepumpen üblicherweise im Bereich zwischen 2,9 – 3,1. Im Bestand können die mittleren Jahresarbeitszahlen mit 2,6 – 3,1 etwas niedriger ausfallen [17]. Die genaue Höhe der Jahresarbeitszahl ist dabei stets von den individuellen Rahmenbedingungen, der

Gebäudehülle, der Wärmepumpe, dem Nutzungsverhalten sowie vom Wetterjahr abhängig und kann auch außerhalb des genannten Wertebereichs liegen.

Die Effizienzen von Wärmepumpen welche Grundwasser-, Flusswasser- oder Erdwärme als Energiequelle nutzen unterliegen aufgrund der ganzjährig konstanten Temperaturen der genutzten Wärmequelle typischerweise nur geringen Schwankungen, während Luftwärmepumpen stark abhängig von der Außentemperatur arbeiten.

Während der COP und die Jahresarbeitszahl Aussagen über die Effizienz von Wärmepumpen ermöglichen, stellt sich für die praktische Umsetzung die weitergehende Frage, unter welchen Rahmenbedingungen Wärmepumpen in Gebäuden grundsätzlich technisch geeignet sind und wirtschaftlich eingesetzt werden können. Die Eignung von Wärmepumpen für die dezentrale Wärmeversorgung hängt dabei von einer Vielzahl von Faktoren ab. So bestimmen Gebäudetyp und Sanierungsstand maßgeblich, ob ein einzelnes Gebäude mithilfe einer Wärmepumpe wirtschaftlich beheizt werden kann, da mit zunehmender Heizlast infolge eines älteren energetischen Zustands, die Effizienz der Wärmepumpe stark abnimmt. Darüber hinaus legen baurechtliche Vorgaben und Anforderungen an den Lärmschutz fest, ob eine Installation auf dem Grundstück grundsätzlich möglich ist. Beispielsweise müssen Mindestabstände zu den Grundstücksgrenzen und Grenzwerte der Lärmemission eingehalten werden. Für die Installation von Wärmepumpen ist dabei die aktuelle Fassung der Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen 2018 [19] und die Anforderungen der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm [20] relevant. In Nordrhein-Westfalen wird weder eine Baugenehmigung noch ein Mitteilungsverfahren benötigt, für die Einhaltung des öffentlichen Baurechts ist die Bauherrin oder der Bauherr selbst verantwortlich.

Aus diesen Anforderungen ergibt sich, dass das Potenzial für die Nutzung von Umgebungswärme in ländlichen Gebieten mit vorwiegend lockerer Bebauung grundsätzlich höher ist als in dicht bebauten Siedlungsgebieten.

03.04.01.01 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER POTENZIALE AUS UMGEBUNGSLUFT

Die Bestimmung des Umgebungswärmepotenzials erfolgt auf Basis der im Projekt „Wärmepumpen-Ampel“ der Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) ermittelten technischen Potenziale für Luftwärmepumpen, die auf kommunaler Ebene für ganz Deutschland verfügbar ist [21].

Die Potenzialermittlung basiert auf Geo- und Statistikdaten und bewertet das Luftwärmepotenzial grundstücksscharf. Die Eignung eines Gebäudes wird anhand der verfügbaren Grundstücksfläche, der Abstände zu benachbarten Gebäuden sowie des zu deckenden Wärmebedarfs beurteilt. Ein zentrales Kriterium ist die Einhaltung der geltenden Schallschutzgrenzwerte der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (kurz: TA Lärm). Die TA Lärm ist eine bundesweite Verwaltungsvorschrift, die je nach Gebietsart (z.B. reines Wohngebiet, allgemeines Wohngebiet, Mischgebiet) und

Tageszeit Immissionsrichtwerte festlegt und damit den Schutz vor schädlichen Geräuschemissionen regelt [22]. Tabelle 12 stellt das Ergebnis dieser Bewertung in Form der Anteile geeigneter Gebäude, differenziert nach Gebäudetypen, dar.

Tabelle 12: Anteil der für Luftwärmepumpen geeigneten Gebäude in Rheda-Wiedenbrück nach Gebäudetyp [21]

FfE Gebäudetyp	Anteil der für Luftwärmepumpen geeigneten Gebäude
Ein- und Zweifamilienhäuser	90,7 %
Mehrfamilienhäuser (3–6 Wohneinheiten)	82,9 %
Doppelhaushälften	55,1 %
Reihenhäuser	36,6 %
Mehrfamilienhäuser: 7 und mehr Wohneinheiten	35,8 %

Bei unter Denkmalschutz stehenden Gebäuden ist der Einbau einer Wärmepumpe zwar technisch möglich, erfordert jedoch die Berücksichtigung individueller Denkmalschutzanforderungen. Gebäude unter Denkmalschutz werden daher bei der Berechnung des Umgebungswärmpotenzials ausgeschlossen. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass sich die anfallende Wärmenachfrage der Industrie hauptsächlich auf Prozesswärme bezieht. Aufgrund der benötigten hohen Temperaturniveaus kann die notwendige Prozesswärme nicht durch Wärmepumpen bereitgestellt werden. Daher wird der Industriesektor bei der Berechnung des Umweltwärmepotenzials ausgeschlossen.

Für die Jahresarbeitszahl wird im Folgenden ein Wert von 3,0 angenommen um die aufgewendete elektrische Energie zur Wärmeerzeugung zu berücksichtigen. Dieser orientiert sich am unteren Ende typischer Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen im Wohngebäudebereich.

03.04.01.02 ERGEBNISSE DER UMGEBUNGSWÄRMEPOTENZIALE

Aus dem dargestellten Berechnungsansatz leitet sich ein Gesamtpotenzial für Rheda-Wiedenbrück in Höhe von 206,6 GWh/a ab. Das Umgebungswärmepotenzial in jeder Gemarkung wird auf die aktuelle Wärmenachfrage im betrachteten Gebiet bezogen, die Ergebnisse sind in Abbildung 29 dargestellt. Weiterhin wird das Umgebungswärmepotenzial je Gemarkung in den Steckbriefen im Detail ausgewiesen (siehe Anhang im Kapitel 06).

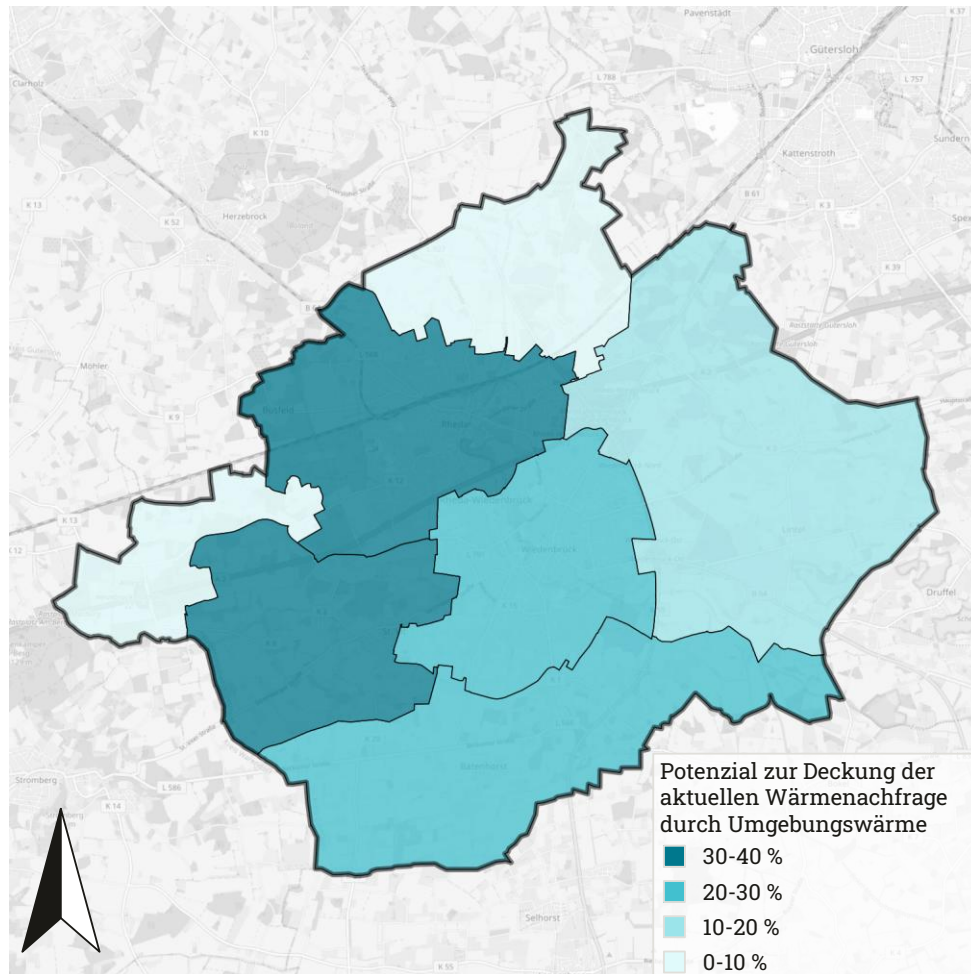


Abbildung 29: Anteil des Umgebungswärmpotenzials zur Deckung der aktuellen Wärmenachfrage je Gemarkung

03.04.02 OBERFLÄCHENNAHE ERDWÄRME

Die oberflächennahe Geothermie stellt eine vielseitige und nachhaltige Methode zur Nutzung der im Untergrund gespeicherten Wärme dar. Sie umfasst Systeme, die Wärme aus Erdschichten bis zu einer Tiefe von 400 Metern gewinnen, wobei unterschiedliche Technologien wie Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren, Energiepfähle oder Grundwasserwärmepumpen zum Einsatz kommen. Die dabei gewonnene Erdwärme wird mithilfe von Wärmepumpen auf ein zum Heizen nutzbares Temperaturniveau angehoben.

Im Vergleich zur tiefen Geothermie, basiert die oberflächennahe Geothermie auf geringeren Temperaturdifferenzen im Untergrund und ist daher besonders für die dezentrale Energieversorgung geeignet. Sie eignet sich beispielsweise für die Beheizung von Ein- oder Mehrfamilienhäusern und kann darüber hinaus auch in kleineren Gewerbe- oder Infrastrukturprojekten zum Einsatz kommen. Mit ihrer Verfügbarkeit direkt vor Ort ermöglicht sie die Erschließung einer unabhängigen Energiequelle, die an die regionalen Anforderungen angepasst werden kann. Gerade in urbanen Gebieten oder Neubauprojekten kann Erdwärme eine Option zur flächeneffizienten und nachhaltigen

Wärmeerzeugung darstellen. Im Vergleich zu Luftwärmepumpen ist sie jedoch mit höheren Investitionskosten verbunden, denen in der Regel eine höhere Effizienz gegenübersteht.

Am weitesten verbreitet ist die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme durch Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren. **Erdwärmesonden** ermöglichen durch vertikale Bohrungen bis in Tiefen von bis zu 400 m eine platzsparende Nutzung, auch auf kleineren Grundstücken. Sie stellen eine der verbreitetsten Varianten dar und bieten eine zuverlässige und nahezu wartungsfreie Wärmequelle. **Erdwärmekollektoren** werden hingegen in geringer Tiefe (ca. 1,2 - 1,5 m) horizontal verlegt und eignen sich vor allem für große Grundstücke, auf denen viel Bodenfläche zur Verfügung steht.

Zur Bewertung des oberflächennahen Erdwärmepotenzials in Rheda-Wiedenbrück werden Erdwärmesonden einer detaillierten **quantitativen** Analyse unterzogen. Erdwärmekollektoren weisen in der Praxis im Vergleich zu Erdwärmesonden in Bezug auf die benötigte Fläche sowie die langfristige Nutzungsdauer in der Regel einen geringeren spezifischen Ertrag auf. Vor dem Hintergrund der ausgeprägten Flächenkonkurrenz im Untersuchungsgebiet werden Erdwärmekollektoren daher qualitativ bewertet.

03.04.02.01 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER OBERFLÄCHENNAHEN GEOTHERMIEPOTENZIALE

Zunächst muss die Eignung des Bodens für die Nutzung von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren beurteilt werden. Für die geothermischen Nutzungsmöglichkeiten werden das Geothermal Information System for Germany (GeotIS) [23] und das Informationssystem Geothermie von Nordrhein-Westfalen herangezogen [24, 25].

Bei der Bohrung für Erdwärmesonden besteht grundsätzlich die Gefahr, dass weiträumig getrennte Grundwasserstockwerke hydraulisch verbunden werden. Sofern unterschiedliche hydraulische Druckhöhen vorliegen, kann Wasser von einem Stockwerk in das andere übertreten und so zu Grundwasserverunreinigungen führen [26]. Des Weiteren besteht die Gefahr von Geländehebungen oder -senkungen und in der Konsequenz der Beschädigung von Gebäuden oder Infrastruktur, sowie der Möglichkeit von Erdfällen. Für viele der bekannten Einschränkungsründe stellt eine Begrenzung der Bohrtiefe eine geeignete Maßnahme dar, um zu verhindern, dass sensible Erdschichten durchbrochen werden. Ab einer Bohrtiefe von mehr als 100 Metern greift zudem das Bergrecht, wodurch aufwändige Genehmigungsverfahren erforderlich werden. Daher wird für die Potenzialanalyse flächendeckend eine maximale Bohrungstiefe von 40 m angenommen.

Der Flächenverbrauch pro Erdwärmesonde wird gemäß VDI-Richtlinie 4640 (Blatt 2) ermittelt, wobei ein Mindestabstand von 10 m zwischen benachbarten Geothermieanlagen und ein Abstand von 6 m zwischen den einzelnen Sonden derselben Anlage

berücksichtigt wird [27]. Ausgehend von diesen Rahmenannahmen wird mit einem durchschnittlichen Flächenbedarf von 100 m² pro Sonde gerechnet.

Die Entzugsleistung jeder Sonde wird in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4640 (Blatt 2) unter der Annahme von 1.800 Jahresvollaststunden berechnet [27]. Die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens, die einen entscheidenden Einfluss auf die Effizienz der Geothermieanlagen hat, wird anhand von Probebohrungen ermittelt und durch das Land Nordrhein-Westfalen erfasst. Zur Abschätzung der Wärmeerträge erfolgt eine Berechnung basierend auf den Vorgaben der genannten VDI-Richtlinie (Anhang B) [27]. Die verfügbaren Flächen für die Installation von Erdwärmesonden werden aus der Gebietsfläche der Region ermittelt, indem Gebäudegrundflächen sowie weitere versiegelte Bereiche, wie beispielsweise Verkehrswege, abgezogen werden. Flächen mit potenziellen Nutzungseinschränkungen, wie Naturschutzgebiete (siehe Abbildung 26), Wasserschutzgebiete (siehe Abbildung 27) und Überschwemmungsgebiete, werden dabei anteilig auf Ebene der Stadtteile abgezogen. Zudem werden weitere 10 % abgezogen, um weitere Einschränkungen wie standortspezifische Bauhindernisse oder Nutzungskonflikte zu berücksichtigen.

Das theoretische Potenzial für oberflächennahe Geothermie kann unter Verwendung von Erdwärmesonden auf Basis der folgenden Gleichung bestimmt werden, wobei die Anzahl der Sonden dem Ergebnis des Verhältnisses der freien Flächen und dem Flächenverbrauch pro Sonde entspricht.

$$\text{Potenzial} \left[\frac{\text{Wh}}{\text{a}} \right] = \text{Entzugsleistung} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}} \right] \cdot \text{Sondelänge [m]} \cdot \text{Jahresvollaststunden} \left[\frac{\text{h}}{\text{a}} \right] \cdot \text{Anzahl Sonden}$$

Zur Ermittlung des praktischen Potenzials wird angenommen, dass Geothermieanlagen nur dort eingesetzt werden, wo das theoretische Potenzial ausreicht, um den Wärmebedarf des jeweiligen Gebäudes vollständig zu decken. Andernfalls wäre der Einsatz einer zusätzlichen Sekundärheizung erforderlich, was die Wirtschaftlichkeit der Anlage deutlich verringert. Um das Potenzial gegenüber konkurrierenden Technologien, insbesondere Luftwärmepumpen, nicht zu überschätzen, wird für Geothermie-Wärmepumpen ein Marktanteil von 20 % am dezentralen Wärmepumpenmarkt angenommen und in der Ermittlung des praktischen Potenzials berücksichtigt. Der Marktanteil basiert auf historischen Absatzzahlen (in Anlehnung an [28]) und wird in die Zukunft fortgeschrieben.

03.04.02.02 ERGEBNISSE DER OBERFLÄCHENNAHEN GEOTHERMIEPOTENZIALE

Abbildung 30 zeigt die ausgewiesenen Nutzungsbedingungen für Erdwärmesonden in Rheda-Wiedenbrück vom Geothermal Information System for Germany (GeotIS) [23]. In weiten Teilen des Stadtgebiets sind keine Einschränkungen vorhanden. Gleichzeitig lassen sich Gebiete erkennen, in denen eine Nutzung aufgrund hydrogeologisch sensibler Bereiche oder Wasserschutzgebiete eingeschränkt oder ausgeschlossen ist. Insbesondere in den Bereichen der Wasserschutzgebiete der Zonen 1, 2, 3 und 3A ist der

Einsatz von Erdwärmesonden nicht möglich. Für Vorhaben muss in jedem Fall eine individuelle Standortprüfung durch die Untere Wasserbehörde erfolgen.

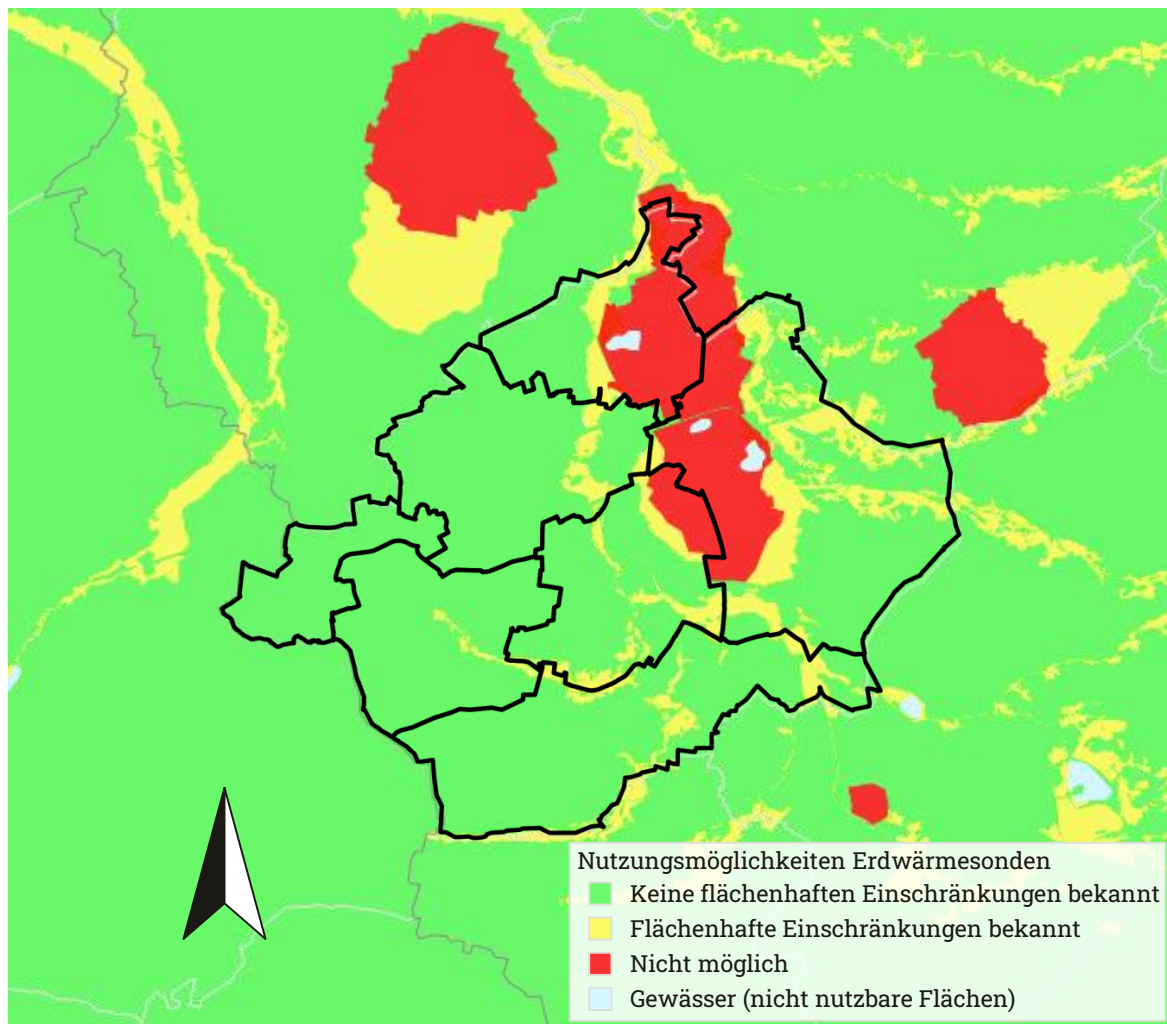


Abbildung 30: Darstellung der Nutzungsbedingungen für Erdwärmesonden⁹

Die Stadt Rheda-Wiedenbrück liegt im östlichen Münsterländer Kreide-Becken und ist zu großen Teilen durch eine oberflächennahe Schicht (etwa 20 m tief) aus Lockergesteinen aus der Quartär-Zeit geprägt. Unter dieser Schicht liegen mehr als 80 Mio. Jahre alte und mehr als 1 km mächtige Gesteine der Oberkreide-Zeit [29]. Diese Gesteine sind im tieferen Untergrund entweder grundwasserfrei oder enthalten salzhaltiges Tiefenwasser (Sole).

Für die Ermittlung des Potenzials werden die vom Geologischen Dienst Nordrhein-Westfalen bereitgestellten durchschnittlichen Wärmeleitfähigkeiten für Erdwärmesonden auf Ebene der Gemarkungen herangezogen [25]. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Erdwärmepumpen in Rheda-Wiedenbrück wurde die potenziell verfügbare Wärmemenge je Flurstück mit den jeweiligen Gebäude-Wärmebedarfen verglichen. Aus

⁹ Datenquelle: Geothermische Nutzungsmöglichkeiten (Erdwärmesonden), © LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, Hannover, 2025. Bearbeitet: Stadtgrenze und Nordpfeil eingefügt [33].

diesem Vergleich geht hervor, dass etwa 25 % der Gebäude für einen Betrieb mit Erdwärmesonden in Kombination mit einer Wärmepumpe technisch geeignet sind. Insgesamt ist für Rheda-Wiedenbrück ein oberflächennahes Geothermiefotenzial von 164,1 GWh/a bei der Nutzung von Erdwärmesonden vorhanden. Informationen zum Geothermiefotenzial in den einzelnen Gemarkungen befinden sich in den Steckbriefen (siehe Anhang im Kapitel 06). Das Potenzial zur Deckung der aktuellen Wärmenachfrage je Gemarkung durch oberflächennahe Geothermie (unter Verwendung von Erdwärmesonden) ist in Abbildung 31 dargestellt.

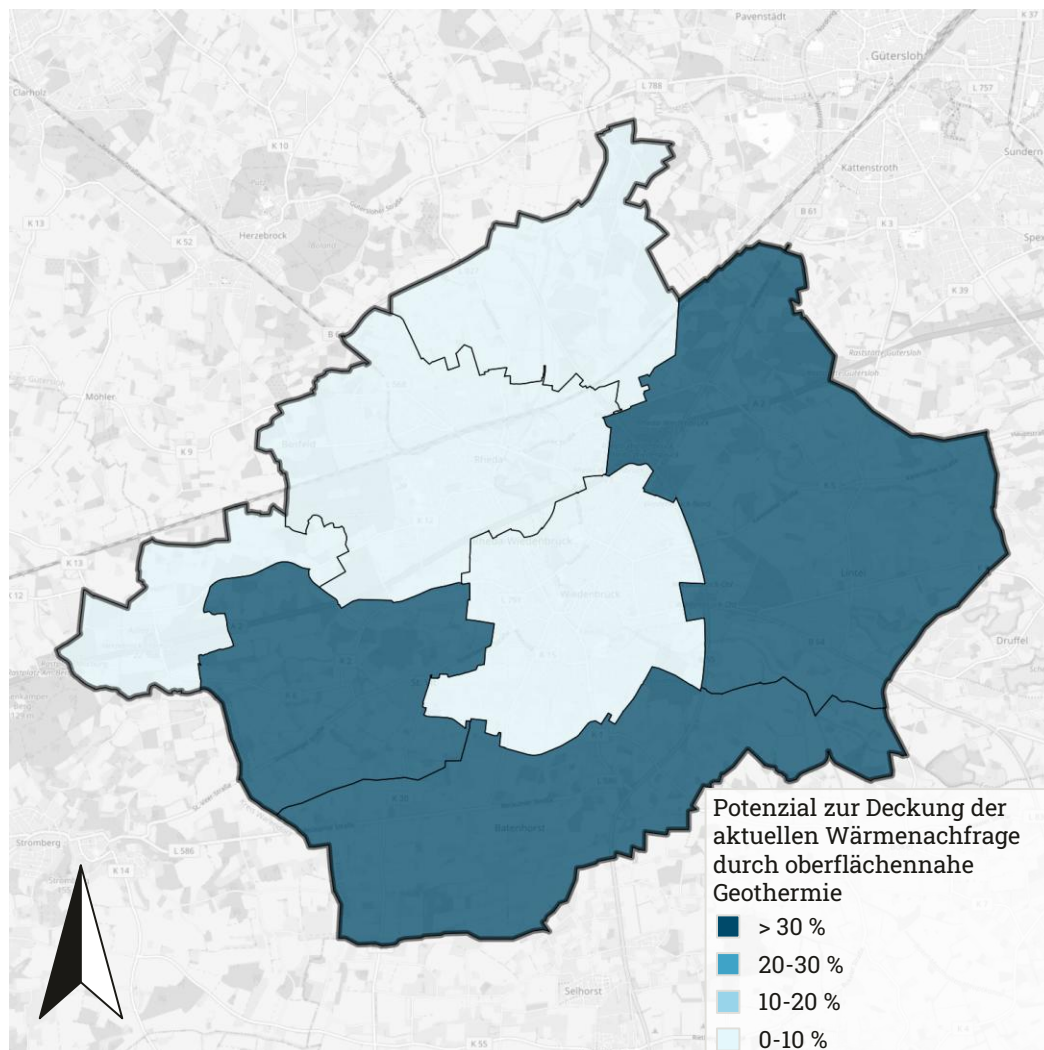


Abbildung 31: Anteil des oberflächennahen Geothermiefotenzials zur Deckung der aktuellen Wärmenachfrage je Gemarkung

Alternativ zum Einsatz von Erdwärmesonden besteht die Möglichkeit horizontale Erdwärmekollektoren einzusetzen. Abbildung 32 stellt die potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren dar. Grundsätzlich ist eine Nutzung der oberflächennahen Erdwärme durch Erdwärmekollektoren in Rheda-Wiedenbrück möglich. Durch den großen Bedarf an unversiegelter Fläche von Erdwärmekollektoren (ca. 1,5 – 2-fache der zu beheizende Wohnfläche) ist diese Option jedoch eher für ländliche Gebiete geeignet.

Dabei ist zu beachten, dass Erdwärmekollektoren eine Alternative zu Erdwärmesonden darstellen und nur eine der beiden Varianten je Standort realisiert werden kann. Demnach können deren Potenziale nicht additiv betrachtet werden.

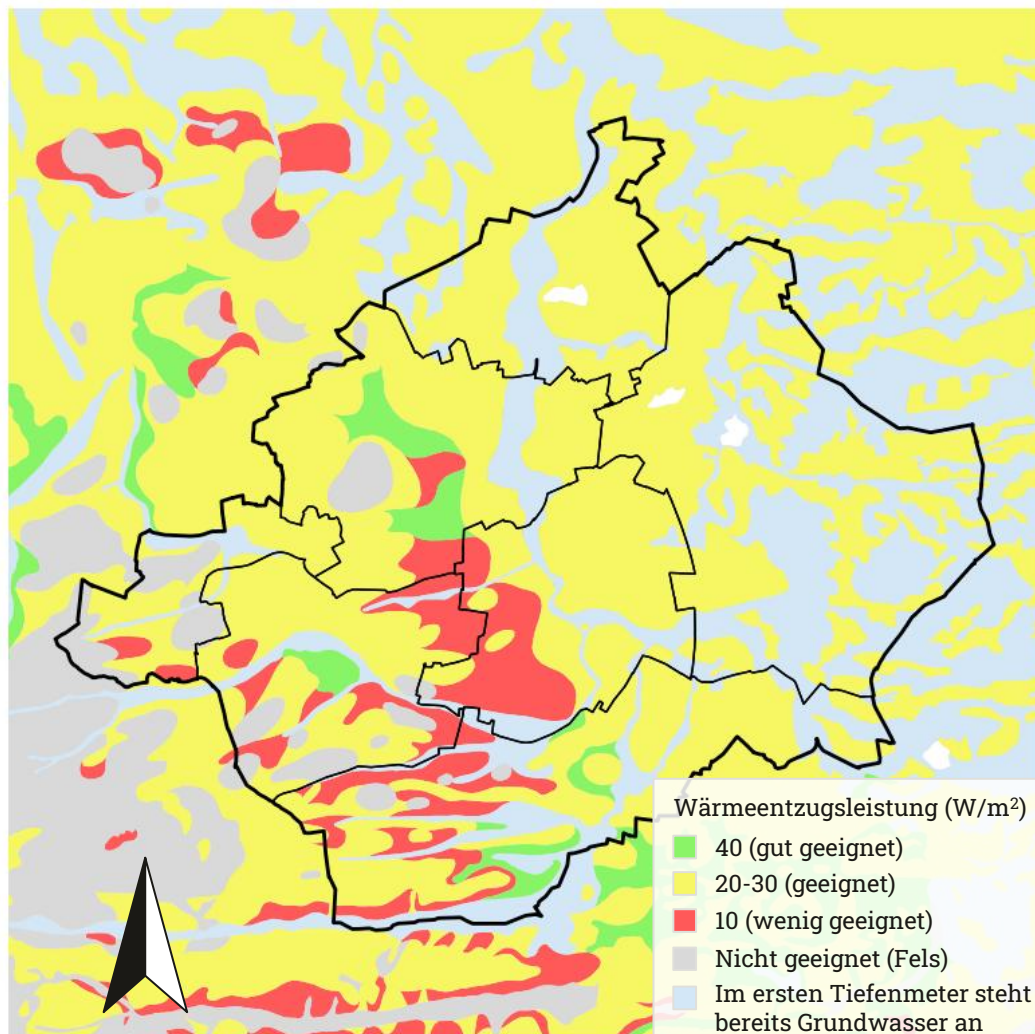


Abbildung 32: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren für Einbautiefe 1,0 - 1,5 m¹⁰

Grundsätzlich erzielen Erdwärmesonden im Vergleich zu Erdwärmekollektoren höhere Erträge pro m² Gebietsfläche. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass der Untergrund bei Erdwärmesonden vertikal über größere Tiefen genutzt wird, während Erdwärmekollektoren oberflächennahe, horizontal begrenzte Bereiche erschließen. In Rheda-Wiedenbrück ist jedoch mit Nutzungseinschränkungen für die Verwendung von Erdwärmesonden zu rechnen. Weiterhin ist zu beachten, dass die beiden Technologien in Flächenkonkurrenz zueinanderstehen. Daher ist es notwendig, die Eignung der oberflächennahen Geothermie zur dezentralen Versorgung in Rheda-Wiedenbrück im Einzelfall zu analysieren.

¹⁰ Datenquelle: Informationssystem Geothermie von Nordrhein-Westfalen [24]

03.04.03 SOLARTHERMIE

Solarthermie bezeichnet die Nutzung von Sonnenenergie zur Aufbereitung von Warmwasser und zur Heizungsunterstützung. Dabei wird die Sonnenstrahlung von thermischen Solarkollektoren auf Dachflächen in Wärme umgewandelt. Das Solarthermiepotenzial beschreibt die nutzbare jährliche Menge an Wärmeenergie.

03.04.03.01 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER SOLARTHERMIEPOTENZIALE

Basis für die Ermittlung des dezentralen Solarthermiepotenzials bilden Berechnungen des Solarpotenzials für definierte Flächen auf Gebäuden mittels des SAGA-GIS-Tools „Potential Incoming Solar Radiation“ Algorithmus [30]. Das ermittelte Ergebnisraster (Total Insolation) stellt das jährliche Globalstrahlungspotenzial als Energie pro Fläche in der Einheit kWh/m² dar. Das Solarpotenzial wird für den Zeitraum eines ganzen Jahres bestimmt, wobei die zeitliche Auflösung fünf Tage beträgt.

Die Berechnung berücksichtigt unterschiedliche Parameter, die Einfluss auf die Effizienz, Eignung und Ertrag des Solarpotenzials haben. Darunter fallen der Gebäudegrundriss, die Dachausrichtung, die Dachform sowie die geographische Lage. Die Berechnung basiert auf dem Digitalen Zwilling und den Gebäudedaten bzw. Dachflächendaten im geografischen Informationssystem, die eine standortspezifische Bewertung der solaren Einstrahlung ermöglichen. Jedem Gebäude im Untersuchungsgebiet kann daher einen Wert für das Solarpotenzial in kWh zugeordnet werden.

Um das Solarthermiepotenzial zu berechnen, werden die Flächenpotenziale durch Effizienzannahmen eines solarthermisch unterstützten Wärmesystems (Wirkungsgrad 70 %) ergänzt. Von dem berechneten theoretischen Potenzial werden zur Bestimmung des praktisch-nutzbaren Potenzials maximal 10 % der vorhandenen Dachfläche für Solarthermie eingesetzt. Dieser Wert berücksichtigt neben baulichen Einschränkungen auch saisonale Differenzen zwischen der Wärmeerzeugung und der Wärmenachfrage sowie Speicherverluste.

03.04.03.02 ERGEBNISSE DER SOLARTHERMIEPOTENZIALE

Das Solarthermiepotenzial in Rheda-Wiedenbrück beträgt 142,1 GWh/a. Die expliziten Potenziale für die einzelnen Stadtteile werden in den Steckbriefen ausgewiesen. Der maximal potenzielle Beitrag der Solarthermie zur aktuellen Wärmenachfrage ist in Abbildung 33 dargestellt. Mit Ausnahme der Gemarkung Nordrheda-Ems lassen sich in allen Stadtteilen mehr als 15 % der aktuellen Wärmenachfrage durch Solarthermie abdecken. Im Stadtteil Lintel liegt dieser Anteil sogar bei 30 %. Die Höhe des Potenzials hängt maßgeblich von der verfügbaren Dachfläche, sowie dessen Ausrichtung ab.

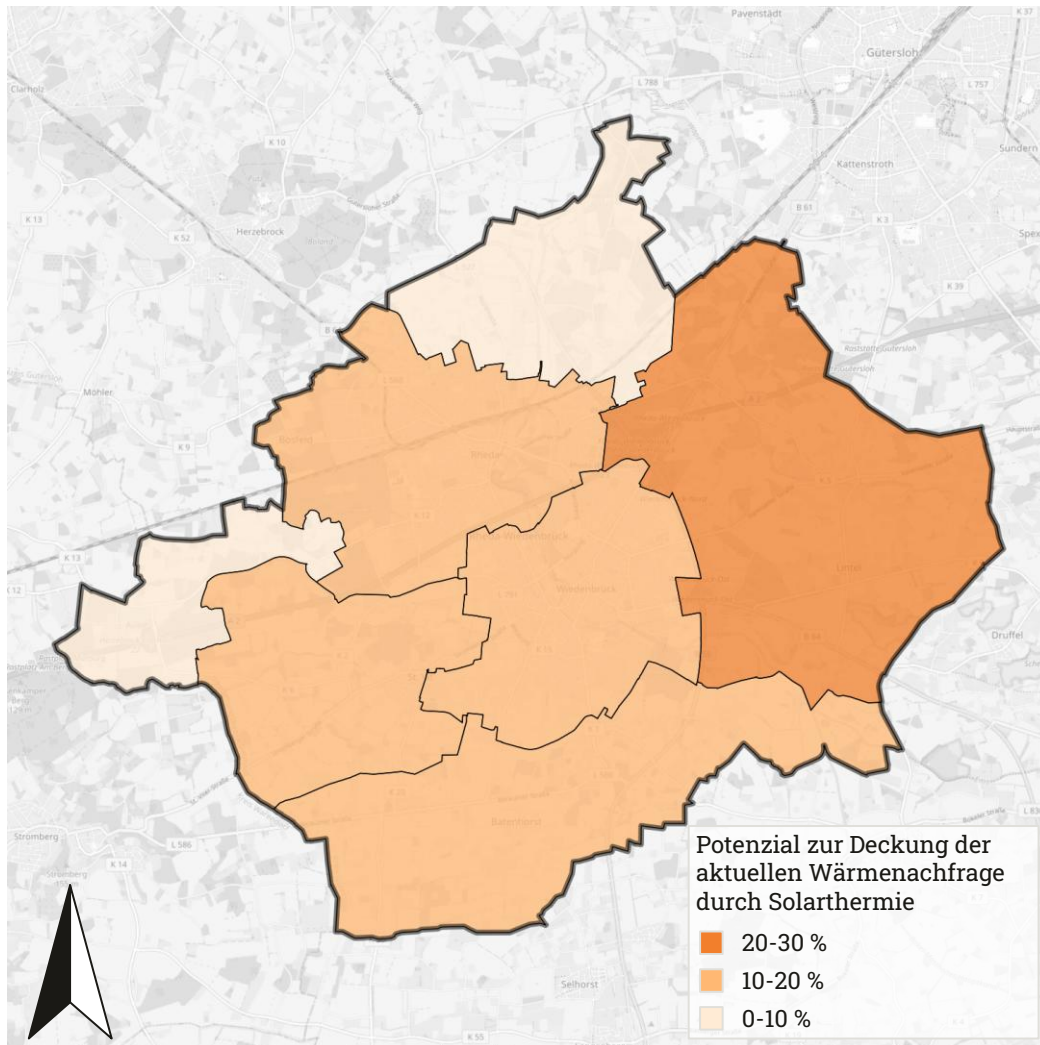


Abbildung 33: Anteil des Solarthermiepoteziels zur Deckung der aktuellen Wärmenachfrage je Gemarkung

03.04.04 PHOTOVOLTAIK

Photovoltaikanlagen wandeln solare Strahlungsenergie in elektrische Energie um, die im Rahmen der Sektorenkopplung sowohl direkt als auch indirekt für die Wärmebereitstellung genutzt werden kann. Die Umwandlung von Strom in Wärme erfolgt dabei in der Regel über elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen oder Heizstäbe, die Brauchwarmwasser oder Heizwärme bereitstellen. Der lokal nicht genutzte Strom aus Photovoltaikanlagen kann in das Stromnetz eingespeist werden und steht damit mittelbar auch der zentralen Wärmeversorgung zur Verfügung.

03.04.04.01 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER PHOTOVOLTAIKPOTENZIALE

Die Basis zur Ermittlung der Stromerzeugungspotenziale aus Photovoltaik bildet, analog zur Solarthermie, das SAGA-GIS-Tool mit dem „Potential Incoming Solar Radiation“ Algorithmus [30]. Jedem Gebäude im Untersuchungsgebiet wird somit einen Wert für das Solarpotenzial in kWh/a zugeordnet.

Um das theoretische Photovoltaikpotenzial zu bestimmen, werden die ermittelten Solarpotenziale mit einem angenommenen Modulwirkungsgrad von 22 % sowie einem Systemwirkungsgrad der Gesamtanlage von 88 % multipliziert. Die gewählten Wirkungsgrade repräsentieren typische, derzeit im Gebäudebestand realisierte Dachanlagen. Das praktische Photovoltaikpotenzial wird in einem weiteren Schritt konservativ mit 50 % des theoretischen Potenzials angesetzt. Im Vergleich zur Solarthermie kann dieser Anteil höher gewählt werden, da Photovoltaikanlagen durch die Möglichkeit der Einspeisung in das öffentliche Stromnetz zusätzliche, einschließlich zentraler, Nutzungspfade eröffnen und somit eine höhere praktische Umsetzbarkeit erwarten lassen.

03.04.04.02 ERGEBNISSE DER PHOTOVOLTAIKPOTENZIALE

Das Dach-Photovoltaikpotenzial in Rheda-Wiedenbrück summiert sich auf 196,5 GWh/a. Abbildung 34 stellt das Dach-Photovoltaikpotenzial je Gemarkung dar. Details zu den Potenzialen können den Steckbriefen im Anhang entnommen werden.

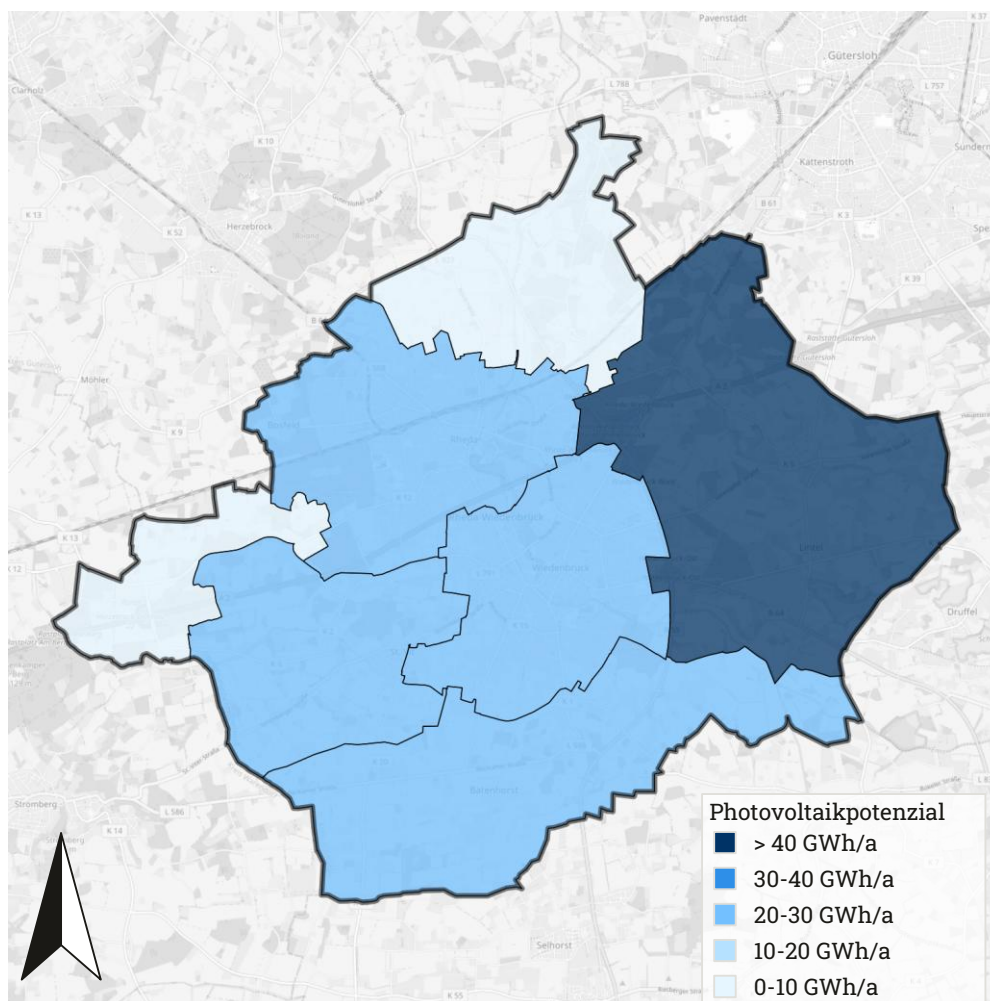


Abbildung 34: Dach-Photovoltaikpotenzial in GWh/a je Gemarkung von Rheda-Wiedenbrück

Zusätzlich zur Erschließung von Dachflächen besteht die Möglichkeit PV-Anlagen auf Freiflächen zu realisieren. Dafür ist es notwendig, geeignete Zubauf Flächen für

Freiflächen-PV-Anlagen zu identifizieren. Eine Orientierungshilfe zur Identifikation bietet das Solarkataster NRW vom Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen [31]. Abbildung 35 stellt mögliche Freiflächen aus diesem Solarkataster für Rheda-Wiedenbrück dar. Suchflächen (grün) umfassen alle Freiflächen, die aus landesweiter Sicht aufgrund ihrer aktuellen Nutzung für den Zubau in Betracht kommen und auch technisch für die Solarnutzung geeignet sind. Ausgeschlossen aus dieser Betrachtung sind Straßen, Siedlungsgebiete und Wälder. Es werden auch die Förderkulisse nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz 05/2024 § 37 Abs. 1 Nr. 2 (blau) und die privilegierten Flächen nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 b) BauGB (lila) dargestellt.

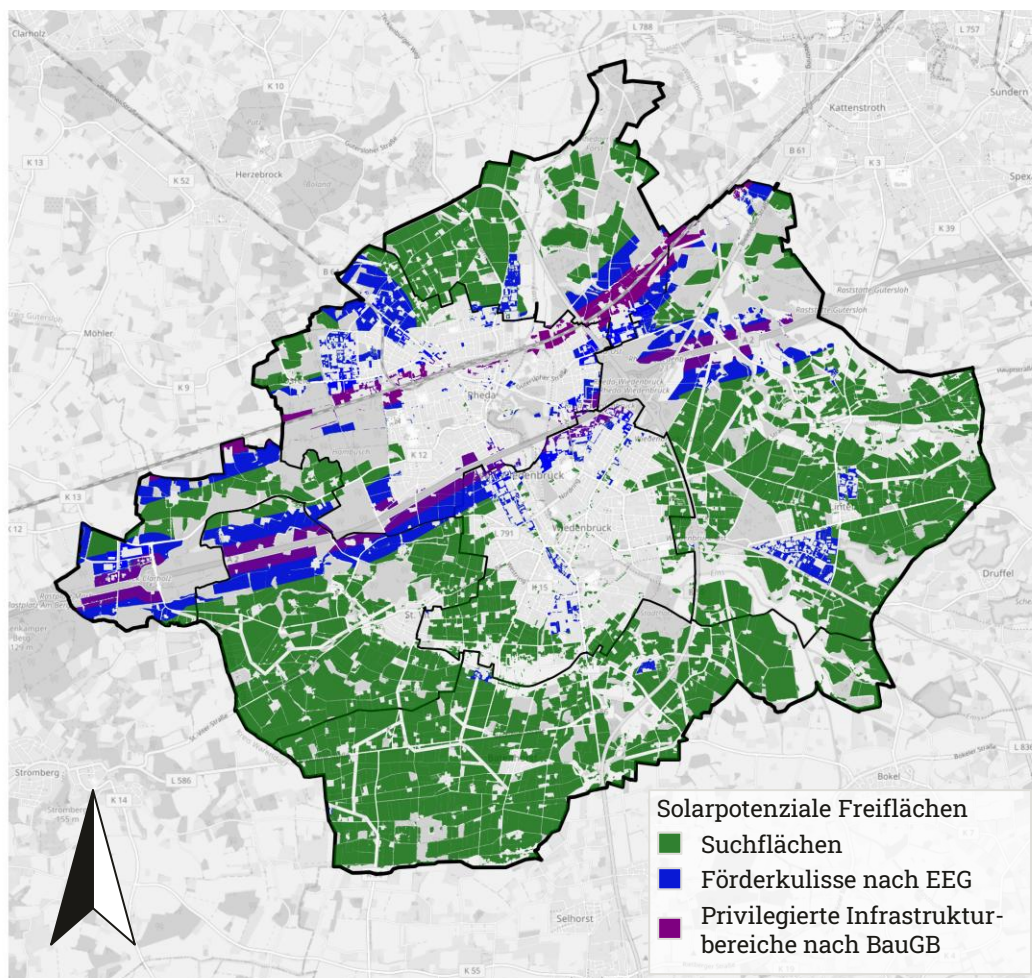


Abbildung 35: Freiflächen-Photovoltaikpotenziale in Rheda-Wiedenbrück auf Basis des Solarkatasters NRW [31]

Das theoretische Stromerzeugungspotenzial aus Freiflächen-PV-Anlagen auf geeigneten Flächen unter Berücksichtigung der wetterabhängigen und ortsbezogenen Solarstrahlungswerte in Rheda-Wiedenbrück beläuft sich auf 2632 GWh/a. Dieses Potenzial stellt jedoch lediglich einen Maximalertrag dar, dem in der Praxis Restriktionen entgegenwirken.

Die Nutzung von Freiflächen, die der Stadt Rheda-Wiedenbrück unterliegen, bietet die Chance, einen wichtigen Beitrag zur lokalen Stromerzeugung aus erneuerbaren

Energien zu leisten. Die gesamtstädtische Planung für Windenergie- und Freiflächen-Photovoltaikanlagen legt fest, dass zunächst die nach Baugesetzbuch privilegierten Flächen (§ 35 Abs. 1 Nr. 8 b) BauGB) entlang von Autobahnen und Schienenwegen entwickelt werden sollen.

Geeignete kommunale Flächen in diesen privilegierten Bereichen mit einer Größe über einem Hektar oder geeigneten benachbarten Flächen sind in Abbildung 36¹¹ dargestellt. Insgesamt beläuft sich das Gesamtpotenzial für Freiflächen-PV-Anlagen auf den dargestellten Flächen auf 2,31 GWh/a. Die erzeugten Strommengen können gezielt zur Unterstützung der kommunalen Wärmeversorgung genutzt und der Anteil regenerativer Energien im Wärmesektor erhöht werden.

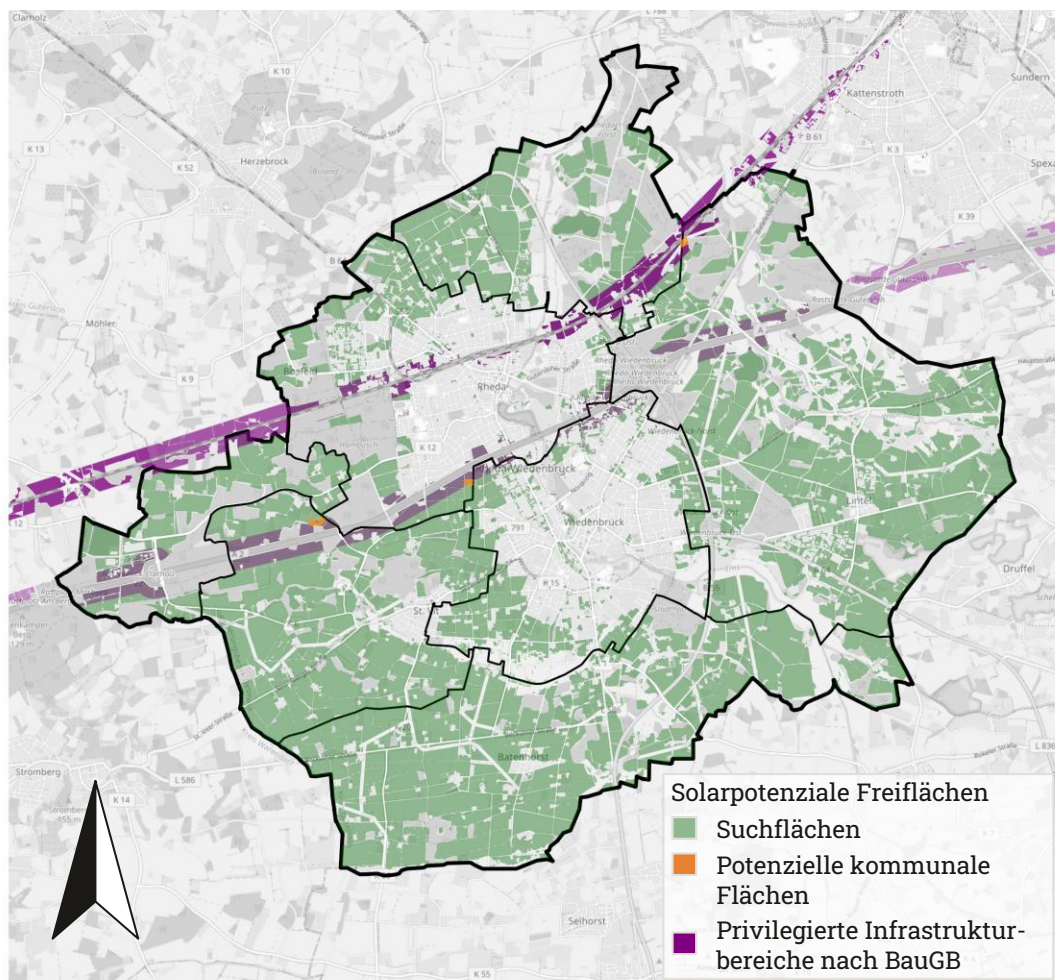


Abbildung 36: Geeignete kommunale Flächen für Freiflächen-PV-Anlagen anhand der Suchflächen im Solarkataster NRW [31]

¹¹ Bei den farblich gekennzeichneten Bereichen handelt es sich um die nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 b) BauGB privilegierten Flächen für die Nutzung solarer Strahlungsenergie. Hierbei gilt es zu beachten, dass bei geplanter Inanspruchnahme anderweitige städtische Planungen, Ziele sowie Vorgehensweisen stets zu berücksichtigen und beachten sind.

03.05 ZENTRALE POTENZIALE ZUR WÄRMEVERSORGUNG DURCH ERNEUERBARE ENERGIEN

03.05.01 TIEFENGEOTHERMIE

Während die oberflächennahe Geothermie (siehe 03.04.02) die Wärme aus bis zu 400 m Tiefe nutzt, bezeichnet die Tiefengeothermie die energetische Nutzung der tieferen Erdschichten. Dabei wird zwischen mitteltiefer Geothermie (400 m bis 1.500 m Tiefe) und tiefer Geothermie (ab 1.500 m Tiefe) unterschieden. Im Vergleich zur oberflächennahen Geothermie können hier deutlich höhere Temperaturen erschlossen werden, die je nach Tiefe und den geologischen Bedingungen zwischen 40°C und über 150°C liegen. Daher weist die Tiefengeothermie ein besonderes Eignungspotenzial für die zentrale Wärmeerzeugung und die Versorgung ganzer Stadtteile auf. Für den Einsatz in Wärmenetzen sind in der Regel Temperaturniveaus im Bereich von etwa 50 °C bis 90 °C erforderlich. Eine Stromerzeugung ist demgegenüber typischerweise erst ab Temperaturniveaus von ungefähr 120 °C technisch sinnvoll realisierbar.

Die Erschließung der Erdwärme hängt von den Gesteinsformationen und deren geothermischen Eigenschaften ab. Im Bereich der mitteltiefen Geothermie werden tiefe **Erdwärmesonden** (geschlossenes System) oder **hydrothermale Systeme** (offenes System) verwendet. In der tiefen Geothermie wird zwischen hydrothermalen oder petrothermalen Systemen unterschieden. **Hydrothermale Systeme** nutzen Aquifere (Gesteinsschichten, die heißes Thermalwasser führen). Sie basieren auf einem offenen System, der sogenannten Dublette, bei dem mithilfe einer Förderbohrung heißes Wasser an die Oberfläche gefördert wird. Nach der energetischen Nutzung im Wärmetauscher wird das abgekühlte Wasser durch eine Injektionsbohrung wieder in tiefere Gesteinsschichten zurückgeleitet, um das natürliche Reservoir zu erhalten. Diese Systeme kommen nur bei porösen und wasserführenden Gesteinsschichten mit ausreichend hoher Temperatur und Durchlässigkeit in Frage. **Petrothermale Systeme** hingegen nutzen heißes, trockenes Gestein indem kaltes Wasser unter hohem Druck injiziert wird. So entstehen feine, künstliche Risse im Gestein, durch welche das Wasser zirkulieren kann. Das erhitzte Wasser wird dann wieder an die Oberfläche gefördert. Dieses Verfahren wird auch Enhanced Geothermal System (EGS) oder Hydraulic Fracturing (Fracking) genannt. Durch die Injektion des Wassers können mikroseismische Aktivitäten ausgelöst werden, weshalb petrothermale Systeme sorgfältig überwacht werden müssen und noch nicht weit verbreitet sind.

Zusätzlich besteht die Option der Grubenwassernutzung in Bergbauregionen. Dabei wird das Grubenwasser, welches typischerweise konstante Temperaturen zwischen 12°C und 30°C aufweist, mithilfe von Wärmepumpen zum Heizen genutzt. Als Referenzprojekte sind MARK 51°7 in Bochum oder der Zeche Zollverein in Essen zu nennen.

Die tiefe und mitteltiefe Geothermie ist eine vielversprechende Energiequelle, welche die Möglichkeit bietet, ganzjährig Wärme und Strom zu erzeugen. Jedoch ist das Potenzial

stark standortabhängig und kann nur durch geologische Untersuchungen und Probebohrungen verlässlich bestimmt werden. Damit sind hohe Investitionskosten verbunden sowie ein Fündigkeitsrisiko, also das Risiko, dass ausreichende Temperaturen oder Fördermengen am Standort nicht erreicht werden können.

Im Folgenden wird die grundsätzliche Eignung der Region Rheda-Wiedenbrück für die Nutzung von tiefer Geothermie zur Wärmeengewinnung aufgezeigt.

03.05.01.01 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER TIEFENGEOTHERMIEPOTENZIALE

Die Ermittlung des Tiefengeothermiepotenzials orientiert sich am „Leitfaden Wärmeplanung“ des BMWK und des BMWWSB [32]. Zunächst wird die hydrothermale und/oder petrothermale Eignung des Untergrunds identifiziert, um grundsätzlich geeignete geologische Strukturen abzugrenzen. Anschließend werden Ausschlussgebiete, wie etwa Heilquellenschutzgebiete, Wasserschutzgebiete oder weitere rechtlich geschützte Zonen, berücksichtigt und aus dem Potenzialraum herausgenommen. Darüber hinaus fließen Mindestabstände zwischen Produktions- und Injektionsbohrungen in die Bewertung ein, um sowohl hydraulische als auch betriebliche Anforderungen zu erfüllen. Abschließend werden Abstände zu potenziellen Wärmesenken berücksichtigt, sodass das Tiefengeothermiepotenzial nicht nur geologisch, sondern auch hinsichtlich seiner räumlichen Nutzbarkeit bewertet werden kann.

03.05.01.02 ERGEBNISSE DER TIEFENGEOTHERMIEPOTENZIALE

Das Geothermische Informationssystem GeotIS des LIAG-Instituts für Angewandte Geophysik stellt ein 3D-Temperaturmodell der Untergrundtemperatur bis 5.000 m Tiefe zur Verfügung [23, 33]. Aus Abbildung 37 ist erkenntlich, dass Untergrundtemperaturen von ca. 47°C ab einer Tiefe von 1.200 m erreicht werden. Es liegt eine generelle Eignung für die Nutzung von Erdwärmesonden im Bereich der **mitteltiefen Geothermie** vor. Im Energieatlas NRW werden Potenziale aus mitteltiefer Geothermie durch den Einsatz von Erdwärmesonden für Rheda-Wiedenbrück gekennzeichnet. [34] Das mitteltiefe Geothermiepotenzial wird ausschließlich in Bereichen der Stadt ausgewiesen, in denen eine höhere Bedarfsdeckung als durch oberflächennahe Geothermie erreicht werden kann. Hierbei werden unter anderem Wasserschutzgebiete ausgeschlossen, die Bohrtiefe auf 1.000 m begrenzt und ein Mindestabstand von 25 m zwischen den Bohrungen eingehalten. Damit eine Besitzeinheit sinnvoll durch eine einzelne, 1.000 m tiefe Erdwärmesonde versorgt werden kann, muss ihr Wärmebedarf mindestens dem potenziell erschließbaren Wärmeertrag dieser Sonde entsprechen. [35] In Rheda-Wiedenbrück erfüllen 17 Baublöcke diese Kriterien und kommen somit für eine Versorgung mit mitteltiefer Geothermie infrage. Der daraus resultierende potenzielle Jahresertrag beläuft sich insgesamt auf 19,87 GWh. [36] Bei einer Jahresarbeitszahl von 3,5 (vgl. [35]) entfallen davon rund 14,19 GWh/a auf die Erdwärme, der restliche Anteil wird durch elektrische Energie bereitgestellt.

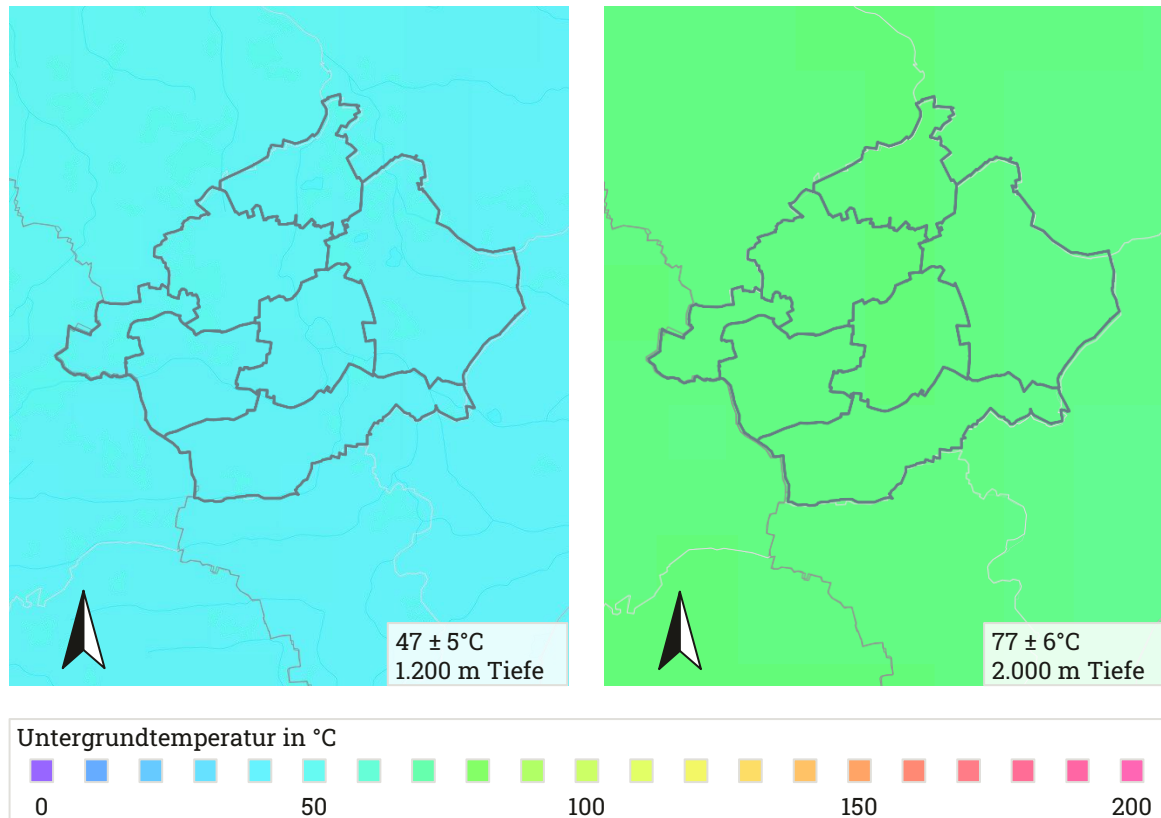


Abbildung 37: Untergrundtemperatur in 2.000 m und 3.000 m Tiefe¹²

Im nächsten Schritt wird die Eignung des Gebiets hinsichtlich der Nutzung von **hydrothermalen** und **petrothermalen Systemen** mithilfe von GeotIS untersucht (Abbildung 38). Die Ergebnisse zeigen, dass weite Teile des Stadtgebietes für die Nutzung hydrothermalen Systeme geeignet sind.

¹² Datenquelle: Untergrundtemperatur, © LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, Hannover, 2025. Bearbeitet: Stadtgrenze und Nordpfeil eingefügt [33].

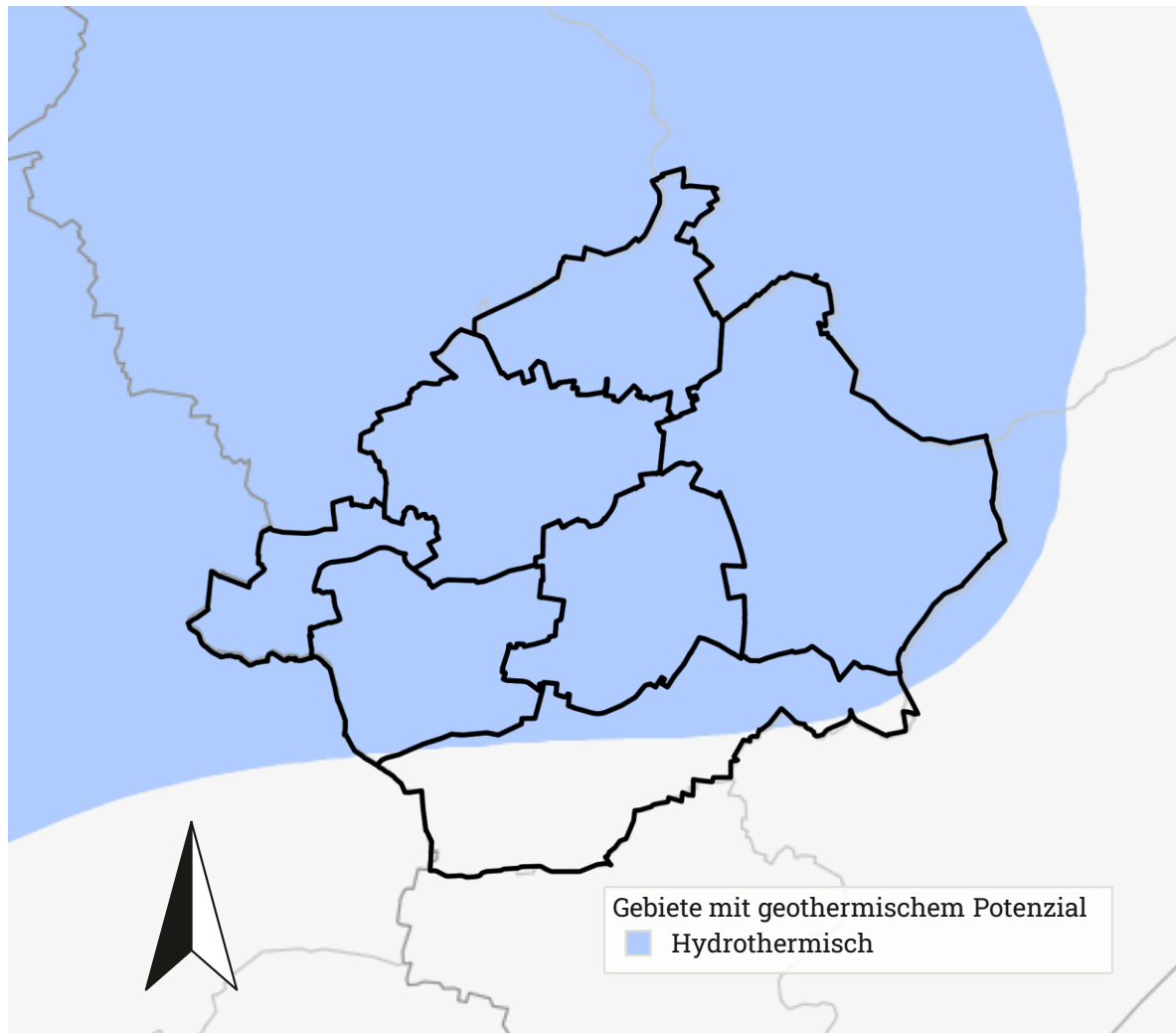


Abbildung 38: Geothermische Eignung in Rheda-Wiedenbrück¹³

Zur Berücksichtigung der Ausschlussgebiete werden einerseits die Heilquellenschutzgebiete, Trinkwasserschutzgebiete und Landschaftsschutzgebiete (siehe Kapitel 03.03) betrachtet. Zusätzlich ist eine Bergbauberechtigung der Bezirksregierung Arnsberg erforderlich. Der Darstellungsdienst WMS „Bergbauberechtigungen in NRW“ zeigt die bestehenden und die seit 1982 erloschenen Felder der Bergbauberechtigungen in NRW [37]. Daraus geht hervor, dass im Bereich Rheda-Wiedenbrück Bergbauberechtigungen zur Aufsuchung von Kohlenwasserstoffen bestehen. Spezifische Erlaubnisse für Erdwärme sind derzeit nicht ausgewiesen. Für ein tieferes geothermisches Vorhaben wäre daher eine bergbaurechtliche Erlaubnis gemäß § 7 BBergG gesondert zu beantragen.

Als erste Orientierungswerte für mögliche erschließbare Energiemengen aus **mitteltiefer und tiefer hydrothermalen Geothermie** können die Potenzialinformationen

¹³ Datenquelle: Geothermische Nutzungsmöglichkeiten – Mitteltief-Tief (>400m) – Karte D, © LIAG-Institut für Angewandte Geophysik, Hannover, 2025. Bearbeitet: Stadtgrenze und Nordpfeil eingefügt [33].

des Energieatlas NRW herangezogen werden, die auf Daten des Geologischen Dienstes NRW basieren [36]. Das gesamte Bundesland wird dabei in ein Raster von 9 km² großen Zellen unterteilt. Für jede Rasterzelle wird eine hypothetische Geothermieanlage betrachtet, um ausreichend Abstand zwischen potenziellen Bohrungen zu gewährleisten. Das theoretische Geothermiefpotenzial jeder Zelle wird mithilfe von Simulationen berechnet. Die Ergebnisse werden als Leistungswerte angegeben, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 %, 50 % oder 90 % erreicht werden können. Je höher die Wahrscheinlichkeit, desto niedriger fällt die erwartete Leistung aus [38]. Abbildung 39 und Abbildung 40 zeigen jeweils die mitteltiefen und tiefen hydrothermalen theoretischen Potenziale für Rheda-Wiedenbrück.

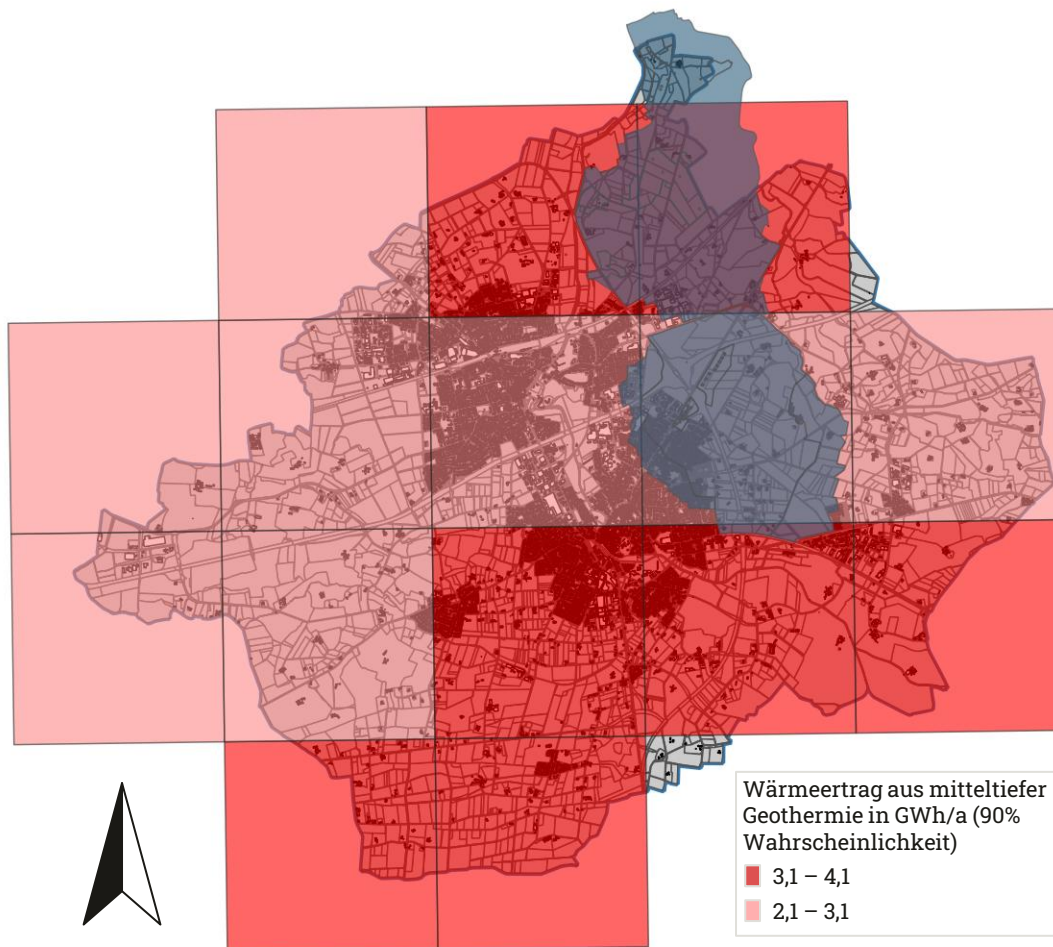


Abbildung 39: Wärmeertrag aus mitteltiefer hydrothermalen Geothermie in GWh/a. Ausschlussgebiete (Wasserschutzgebiete) sind in dunkelblau hinterlegt.

Die für die **mitteltiefe Geothermie** ermittelten Leistungsparameter bestätigen grundsätzlich die Eignung des Untergrunds für den Einsatz kleiner hydrothermalen Bohrungsdubletten [39]. Bei einer Fokussierung auf die drei Rasterzellen mit dem höchsten geothermischen Potenzial und unter der Annahme einer ausreichenden Siedlungsgröße als Wärmesenke ergibt sich daraus ein technisch nutzbares Wärmepotenzial von 10,5 GWh/a [36].

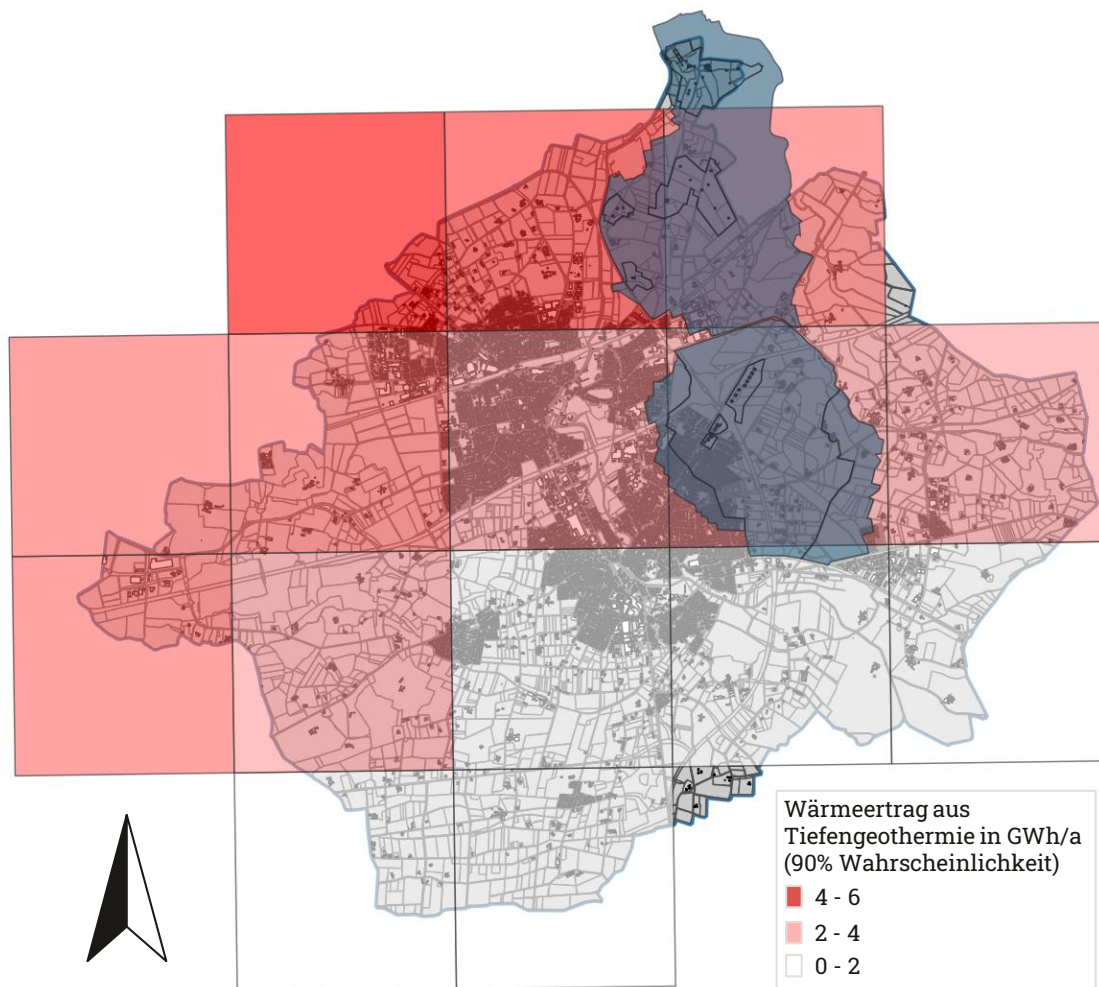


Abbildung 40: Wärmeertrag aus hydrothormaler Tiefengeothermie in GWh/a. Ausschlussgebiete (Wasserschutzgebiete) sind in dunkelblau hinterlegt.

Im Unterschied dazu deuten die mit 90 % Wahrscheinlichkeit ermittelten Leistungswerte der tiefen Geothermie darauf hin, dass eine wirtschaftlich tragfähige Nutzung geprüft werden muss [39]. Deshalb werden aktuell keine praktischen Potenziale ausgewiesen. Eine abschließende Bewertung ist erst nach weiterführenden geowissenschaftlichen Erkundungen möglich.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass Rheda-Wiedenbrück grundsätzlich Potenzial zur Nutzung von mitteltiefer und tiefer Geothermie zur zentralen Wärmeversorgung aufweist. Die konkret erschließbaren Energiemengen in GWh/a sowie die Investitionskosten und Fündigkeitsrisiken können jedoch nur im Rahmen individueller, detaillierter Machbarkeitsstudien genauer bestimmt werden.

03.05.02 ABWÄRME DES KLÄRWERKS

Kläranlagen dienen nicht nur der Reinigung von Abwasser, sondern sind auch eine vielversprechende Quelle für nachhaltige Wärmeengewinnung. Die in Kläranlagen entstehende Abwärme kann auf verschiedene Arten zurückgewonnen und energetisch

genutzt werden [40]. Im Wesentlichen gibt es drei zentrale Möglichkeiten, um Wärme aus Abwasser zu gewinnen.

Die erste Möglichkeit ist der Einsatz von Kanalwärmetauschern. Diese können entweder direkt im Kanal integriert oder nachgerüstet werden. Hierbei ist die direkte räumliche Nähe zu Wärmeabnehmern vorteilhaft [32]. Die Einsatzmöglichkeit wird jedoch durch die Einhaltung von Mindestanforderungen an Trockenwetterabflüsse und Temperatur eingeschränkt [41]. Zusätzlich kann die Wärmetauscherleistung durch Verschmutzungen aus dem Abwasser um bis zu 40 % abgemindert werden und bedarf daher einer kontinuierlichen Instandhaltung [40].

Eine weitere Möglichkeit besteht im Wärmeentzug aus unbehandeltem Abwasser unmittelbar in der Kläranlage mittels Wärmetauschern. Um den Betrieb der Kläranlage nicht zu beeinträchtigen, muss die entnommene Wärmemenge reguliert werden, sodass die biologischen Prozesse, die in Kläranlagen eine Mindesttemperatur zur Wasseraufbereitung benötigen, stattfinden können [41].

Die Dritte und gängigste Methode ist der Wärmeentzug aus aufbereitetem, gereinigtem Abwasser in der Kläranlage. Dieses gereinigte Wasser weist konstant moderate Temperaturen auf. Mit Jahresdurchschnittstemperaturen von etwa 19°C stellt es über das gesamte Jahr eine dauerhaft verfügbare Quelle für thermische Energie dar [42]. Niedrige Tagesmittelwerte im Winter liegen häufig noch bei ca. 12°C. Mithilfe von Wärmetauschern kann die Temperatur des Abwassers um mehrere Grad Celsius gesenkt werden. Die dabei entzogene Wärmeenergie kann über Wärmepumpen auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben und in nahegelegene Wärmenetze eingespeist werden. Ein Vorteil dieser Methode besteht darin, dass gereinigtes Abwasser deutlich weniger Verschmutzungen aufweist, was die Effizienz der Wärmetauscher steigert und gleichzeitig den Wartungsaufwand minimiert. Zudem hat der Wärmeentzug an diesem Punkt des Prozesses keine negativen Auswirkungen auf die Kläranlagenleistung, da die biologische Behandlung des Abwassers bereits abgeschlossen ist [41]. Ein wesentlicher Nachteil besteht jedoch darin, dass Kläranlagen – und somit die nutzbare Wärmequelle – in der Regel räumlich von potenziellen Wärmeabnehmern entfernt liegen [32]. Der hierfür erforderliche Bau sowie der Betrieb der entsprechenden Infrastruktur können zu erhöhten Versorgungskosten führen.

Zusätzlich zur Nutzung des Abwassers kann das Klärgas, was zu einem großen Teil aus Methan besteht, und einen hohen energetischen Wert hat, verwertet werden [43]. Es wird häufig in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) genutzt, um gleichzeitig Strom und Wärme zu erzeugen, die für innerbetriebliche Prozesse wie die Beheizung der Faultürme oder die Klärschlamm-trocknung verwendet werden. Weiterhin spielt die thermische Klärschlammverwertung eine wichtige Rolle bei der Energiegewinnung. Der getrocknete Klärschlamm wird in speziellen Anlagen verbrannt, wodurch Wärme erzeugt werden kann [44]. Gleichzeitig wird so die Rückgewinnung von Phosphor ermöglicht, was gemäß Klärschlammverordnung (AbfKlärV) ab dem Jahr 2029 (für

Kläranlagen mit mehr als 100.000 Einwohnerwerten) bzw. ab 2032 (für Kläranlagen mit mehr als 50.000 Einwohnerwerten) verpflichtend wird [45]. Da eine thermische Klärschlammverwertung für Rheda-Wiedenbrück im Neubau der Mono-Verbrennungsanlage der Klärschlammverwertung Ostwestfalen-Lippe in Bielefeld geplant ist, steht dieses theoretische Potenzial für die Kommune Rheda-Wiedenbrück nicht zur Verfügung, da es außerhalb der Kommune genutzt werden wird.

Die räumliche Distanz zwischen Kläranlagen und potenziellen Wärmesenken, wie Wohngebieten oder Industrieanlagen, stellt oft eine technische und wirtschaftliche Hürde dar [41]. Für den Transport der Wärme sind gut ausgebaute Wärmenetze erforderlich, um Energieverluste zu minimieren. Eine Möglichkeit, dieses Problem zu umgehen, ist der Einsatz innovativer Konzepte wie kalter Nahwärmenetze oder Wärmespeicherlösungen [41].

Die Abwärmenutzung in Kläranlagen stellt daher eine zukunftsweisende Technologie dar, um fossile Energieträger zu substituieren, die Energieeffizienz zu steigern und die Emission von Treibhausgasen zu senken. Sie kann einen bedeutenden Beitrag zur nachhaltigen Wärmeversorgung leisten und gleichzeitig die Eigenversorgung der Kläranlagen verbessern. Dabei sind jedoch die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sorgfältig zu berücksichtigen.

03.05.02.01 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER ABWASSERWÄRMEPOTENZIALE

Für die Ermittlung des Abwasserwärmepotenzials wird der Standort der Kläranlage vom EAW - Eigenbetrieb Abwasser der Stadt Rheda-Wiedenbrück herangezogen, welche die gesamte Abwasserentsorgung im Stadtgebiet organisiert. Die Kläranlage liegt in der Gemarkung Nordrheda-Ems.

Zur Berechnung des Wärmepotenzials von Klärwasser wird der Volumenstrom am Austritt aus der Kläranlage V sowie die mögliche Temperaturabsenkung ΔT herangezogen. Es wird eine Untergrenze für die Einleittemperatur von 2°C festgelegt. Der Volumenstrom zeigt im Jahresverlauf typischerweise Schwankungen, die von saisonalen Effekten beeinflusst werden, wie z.B. der Niederschlagsmenge und dem Wasserverbrauch. Diese Effekte sollten bei einer möglichen späteren Auslegung berücksichtigt werden. Unter Verwendung einer spezifischen Wärmekapazität des Wassers von $c = 1,16 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ kann zunächst ein theoretisches Wärmeentzugspotenzial des Klärwassers berechnet werden:

$$\text{Entzugspotenzial [W]} = V \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] \cdot c \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3 \cdot \text{K}} \right] \cdot \Delta T [\text{K}].$$

Für die Nutzung des Wärmeentzugspotenzials wird in der Praxis eine Klärwasser-Wärmepumpe eingesetzt. Dabei ist zu beachten, dass zur Bereitstellung der nutzbaren Heizwärme zusätzlich Antriebsenergie für die Wärmepumpe erforderlich ist, deren Höhe von der Effizienz der jeweiligen Anlage abhängt und im Rahmen dieser Potenzialbetrachtung nicht berücksichtigt wird. Das hier ausgewiesene

Wärmepotenzial bezieht sich ausschließlich auf die dem Klärwasser entziehbare Wärmeenergie und ist damit unabhängig von der konkreten Auslegung der Wärmepumpe. Für die Berechnung des technischen Wärmepotenzials werden in Anlehnung an die Wärmestudie NRW 4000 Volllaststunden pro Jahr als Nutzungsdauer angenommen [46]. Für die Berechnung des praktischen Potenzials wird das technische Wärmeertragspotenzial mit dem Wärmebedarf der umliegenden Wohngebiete verglichen.

Mögliche Abwärmepotenziale aus thermischer Klärschlammverwertung und/oder der Verwertung von Klärgas werden im Rahmen der vorliegenden Kommunalen Wärmeplanung nicht quantifiziert. Die Entsorgung des anfallenden Klärschlammes erfolgt derzeit über die Klärschlammverwertung Ostwestfalen-Lippe, wodurch eine überregionale, geregelte und umweltverträgliche Behandlung sichergestellt wird. Perspektivisch ist der Neubau einer Mono-Verbrennungsanlage für Klärschlamm in Bielefeld geplant, die außerhalb der Kommune Rheda-Wiedenbrück liegt und eine spezialisierte thermische Behandlung mit der Möglichkeit zur Phosphorrückgewinnung ermöglichen soll. Bereits aktuell findet in Rheda-Wiedenbrück Kläranlage eine Klärgasverwertung statt, bei der das im Faulprozess entstehende Klärgas in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) energetisch genutzt wird. Die hierbei erzeugte thermische Energie wird insbesondere für den Betrieb des Energie- und Abwasserwerks (EAW) eingesetzt und unterstützt im Winter die notwendige Beheizung der Faultürme. Dabei reicht die durch das BHKW bereitgestellte Wärme nicht vollständig aus, sodass zusätzlich externe Wärme zugeführt werden muss, um die für den Stabilitäts- und Gärprozess erforderlichen Betriebstemperaturen dauerhaft sicherzustellen.

03.05.02.02 ERGEBNISSE DER ABWASSERWÄRMEPOTENZIALE

Durch die EAW - Eigenbetrieb Abwasser Rheda-Wiedenbrück wurden die in Tabelle 13 dargestellten Richtwerte für das Klärwerk in Rheda-Wiedenbrück zur Verfügung gestellt.

Tabelle 13: Richtwerte für Klärwerk Rheda-Wiedenbrück

Temperatur (Jahresdurchschnitt)	Volumenstrom am Austritt
19°C	18.500 m ³ /Tag

In Anlehnung an die bestehende Literatur wird eine mögliche ganzjährige Temperaturabsenkung von 4 K als konservative Untergrenze für die Berechnung der Abwasserwärmepotenziale angenommen [44]. Eine Temperaturabsenkung von 4 K ist nur zulässig, sofern dadurch keine kritischen Untergrenzen für die Gewässerökologie unterschritten werden. Da der niedrigste gemessene Tagesmittelwert 12,2 °C beträgt, ist dieses Vorgehen im betrachteten Fall zulässig. Unter Berücksichtigung eines Mittelwerts für den Volumenstrom kann damit ein theoretisches Entzugspotenzial von 31,4 GWh/a für die Kläranlage in Rheda-Wiedenbrück bestimmt werden. Bei einer

Begrenzung der jährlichen Nutzungszeit auf 4000 h/a reduziert sich dieses auf ein technisches Wärmepotenzial von 14,3 GWh/a.

Wie in Abbildung 41 dargestellt, liegt die Kläranlage Rheda-Wiedenbrück in einer Entfernung von 1 bis 2 km zu Bebauungen in Nordrheda-Ems und Rheda. Hier besteht Potenzial, die Abwasserwärme zu nutzen und Gebäude mit Wärme zu versorgen. Im ausgewiesenen 2-km-Bereich liegt die aktuelle fossile Wärmenachfrage bei 72,6 GWh. Den größten Anteil daran haben private Haushalte mit 33,6 GWh sowie die Industrie mit 29 GWh.

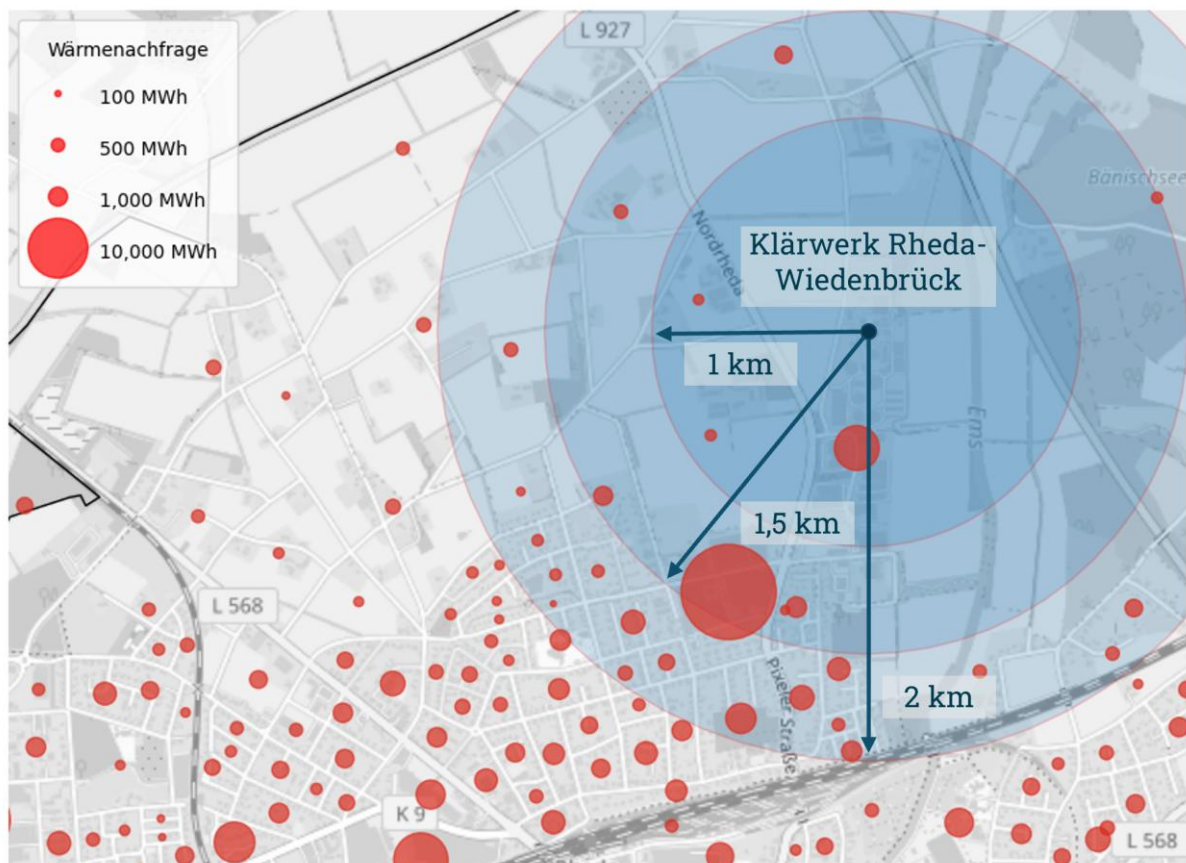


Abbildung 41: Entfernung der Kläranlage Rheda-Wiedenbrück zu Wärmeabnehmern und Darstellung von Wärmenachfragen für ein potenzielles Wärmenetzgebiet

03.05.03 OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Die Nutzung von Wärme aus Oberflächengewässern zur Wärmegewinnung kann eine zentrale Rolle in der kommunalen Wärmeplanung und der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung spielen. Oberflächengewässer, wie Flüsse, Seen und Kanäle, bieten ein erhebliches Potenzial für die regenerative Wärmeversorgung und Reduktion von CO₂-Emissionen durch Einsatz von Wärmetauschern sowie Wärmepumpen. Dabei wird die Energie direkt aus dem Wasser gewonnen. Diese Potenziale können insbesondere in Städten und Gemeinden mit geeigneter hydrologischer Struktur bedeutend zum Umbau der Energieversorgung beitragen. Daher wird im Zusammenhang mit der

Wärmeplanung untersucht, inwiefern die lokal vorhandenen Oberflächengewässer auf theoretischer bzw. technischer Ebene als Energiequelle genutzt werden können.

Eine Änderung der Oberflächengewässertemperatur verändert die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers wie Dichte, Sauerstoffgehalt und chemische Reaktionsraten und kann dadurch natürliche Prozesse im Gewässer beeinflussen [47]. Eine Abkühlung führt zu einer Verlangsamung des Stoffwechsels aquatischer Organismen und verringert ihre Aktivität. Eine zu starke Abkühlung kann z.B. die Entwicklung des Fischlaichs beeinträchtigen. Aus ökologischer Sicht wird eine moderate Abkühlung jedoch überwiegend als unproblematisch eingeschätzt und kann vor dem Hintergrund des Klimawandels sogar entlastend auf die Gewässerökologie wirken [47].

Im folgenden Kapitel werden die theoretischen Potenziale der Nutzung von Oberflächengewässern für die Wärmeversorgung berechnet und analysiert. Für verantwortungsvolle Nutzung der vorhandenen Oberflächengewässer und die Ausweisung nutzbarer Energiepotenziale sind detaillierte Analysen sowie Machbarkeitsstudien erforderlich, um die technischen Umsetzungsbedingungen sowie mögliche Auswirkungen auf die lokale Ökologie und das hydrologische Gleichgewicht genauer zu berücksichtigen.

03.05.03.01 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER OBERFLÄCHENGEWÄSSERPOTENZIALE

Zur Analyse der Oberflächengewässerpotenziale in Rheda-Wiedenbrück wurde zunächst eine Übersicht über alle im Stadtgebiet verlaufenden Gewässer erstellt. Grundlage hierfür bildet die Gewässerstationierungskarte 3E NRW des Landesamts für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (siehe Abbildung 42) [48].

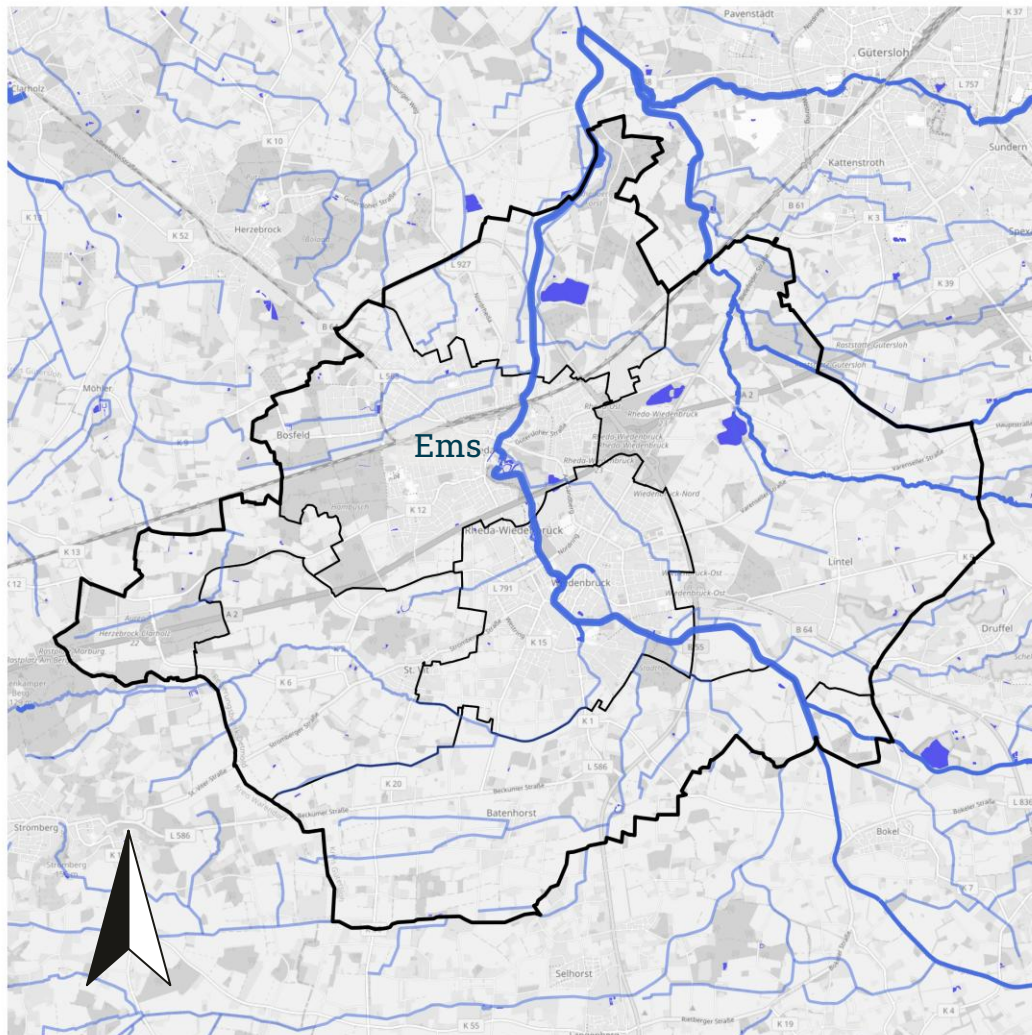


Abbildung 42: Oberflächengewässer in der Stadt Rheda-Wiedenbrück [48]

Diese zahlreichen Oberflächengewässer stehen als potenzielle Energiequellen zur Verfügung. Zu den Stillgewässern zählen der Bänischsee, der Linteler See, der Buxels See, der Emssee und diverse kleinere Teiche. Ergänzend dazu gibt es eine Vielzahl an Fließgewässern (Flüsse und Bäche). Mit Abstand der größte Fluss ist die Ems.

Die theoretisch verfügbare Wärmeleistung sowie die erschließbare Wärmemenge können anhand einer angenommenen Abkühlung des betrachteten Gewässers ermittelt werden. Dazu wird der Mittelwasserabfluss V (Wassermenge gemessen in m^3/s) in Kombination mit einer angenommenen Abkühlung in Höhe von $\Delta T = 3 \text{ C} (= 3 \text{ K})$ und der Wärmekapazität des Wassers in Höhe von $c = 1,16 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ zur Berechnung herangezogen. Es wird angenommen, dass maximal ein Drittel des mittleren Durchflusses energetisch genutzt werden kann, um ökologische Auswirkungen zu begrenzen [49]. Auf dieser Basis lässt sich ein theoretisches Wärmeentzugspotenzial des Gewässers bestimmen:

$$\text{Entzugspotenzial [W]} = \frac{1}{3} \cdot V \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] \cdot c \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3 \cdot \text{K}} \right] \cdot \Delta T [\text{K}].$$

Für die Nutzung dieses Wärmeentzugspotenzials wird in der Praxis eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe eingesetzt. Dabei ist zu beachten, dass zur Bereitstellung der nutzbaren Heizwärme zusätzlich Antriebsenergie für die Wärmepumpe erforderlich ist, deren Höhe von der Effizienz der jeweiligen Anlage abhängt und im Rahmen dieser Potenzialbetrachtung nicht berücksichtigt wird. Das hier ausgewiesene Wärmepotenzial bezieht sich ausschließlich auf die dem Gewässer entziehbare Wärmeenergie und ist damit unabhängig von der konkreten Auslegung der Wärmepumpe. Zur Bestimmung des technischen Wärmepotenzials wird die jährliche Nutzungsdauer aus betrieblichen und ökologischen Gründen auf 4.000 Volllaststunden begrenzt. Das praktische Wärmepotenzial ergibt sich schließlich aus einer Prüfung von möglichen Anlagenstandorte in Rheda-Wiedenbrück.

03.05.03.02 ERGEBNISSE DER OBERFLÄCHENGEWÄSSERPOTENZIALE

Der Fluss Ems ist der einzige Fluss in Rheda-Wiedenbrück für den Daten beim wasserwirtschaftlichen Verbundsystem ELWAS registriert sind [50]. Für den Zeitraum von 1950 bis 2024 beträgt der mittlere Volumenstrom an der Messstelle Rheda 3,18 m³/s. Unter der Annahme einer Abkühlung des Gewässers um 3°C und der Nutzung von 1/3 des Volumenstroms (in Anlehnung an [51]) ergibt sich eine theoretische Wärmeleistung von 13,3 MW und ein theoretisches Entzugspotenzial von 116,4 GWh pro Jahr. Bei einer Begrenzung der jährlichen Nutzungszeit auf 4.000 h/a ergibt sich aus der Flusswärmenutzung ein technisches Wärmepotenzial von 53,2 GWh/a. Physikalisch entspricht diese Energiemenge etwa 5 % des derzeitigen Gesamtwärmebedarfs der Stadt Rheda-Wiedenbrück und stellt damit ein relevantes, lokal verfügbares erneuerbares Wärmeangebot dar. Durch den Einsatz einer Wärmepumpe wird elektrische Energie genutzt, um die dem Fluss entnommene Niedertemperaturwärme auf ein für Heizzwecke nutzbares Temperaturniveau anzuheben.

Für eine Nutzung dieses Flusswärmepotenzials braucht es ausreichend breite Abschnitte der Ems, kurze Wärmeleitungslängen und eine hohe Wärmenachfragedichte durch, z.B., eine dichte Bebauung, Quartiere, Gewerbe und große Einzelverbraucher. Für eine Nutzung der Ems als Wärmequelle spricht, dass der Fluss das gesamte Stadtgebiet durchfließt und insbesondere die beiden zentralen Stadtteile Wiedenbrück und Rheda verbindet. Beide Stadtteile weisen zusammen eine Wärmenachfrage von rund 627 GWh/a auf und kommen als potenzielle Nutzungsgebiete (Wärmesenke) in Frage.

Die Nutzung von Flächen entlang der Ems, die im Eigentum der Stadt Rheda-Wiedenbrück sind, bieten die Möglichkeit, dieses Potenzial mittels einer Flusswasser-Wärmepumpe zu erschließen. Abbildung 43 zeigt die kommunalen Flächen, die hierfür besonders geeignet sind und im Umkreis von 1 km den höchsten Wärmebedarf aufweisen. Der Wärmeverbrauch der umliegenden Baublöcke ist ebenfalls durch Kreise dargestellt.

In der Analyse wurden ausschließlich Flächen einbezogen, die größer als 1000 m² sind. Straßen sowie weitere Flurstücke, deren Nutzung aufgrund von Naturschutzauflagen oder bestehender Bebauung eingeschränkt ist, wurden ausgeschlossen.

Potenziell geeignete Flächen mit dem höchsten Wärmebedarf im 1-km-Umkreis sind die Gebiete Auf der Schanze (191,4 GWh/a) und Neupförtner Wall (190 GWh/a) im Stadtteil Wiedenbrück. Weitere geeignete Standorte für eine Flusswärmeanlage stellen die Obstwiese Ems, die Hochzeitswiese, der Bereich Am Engelhardkanal, der Alte Minigolfplatz sowie der Horstwiesenweg im Stadtteil Wiedenbrück dar.

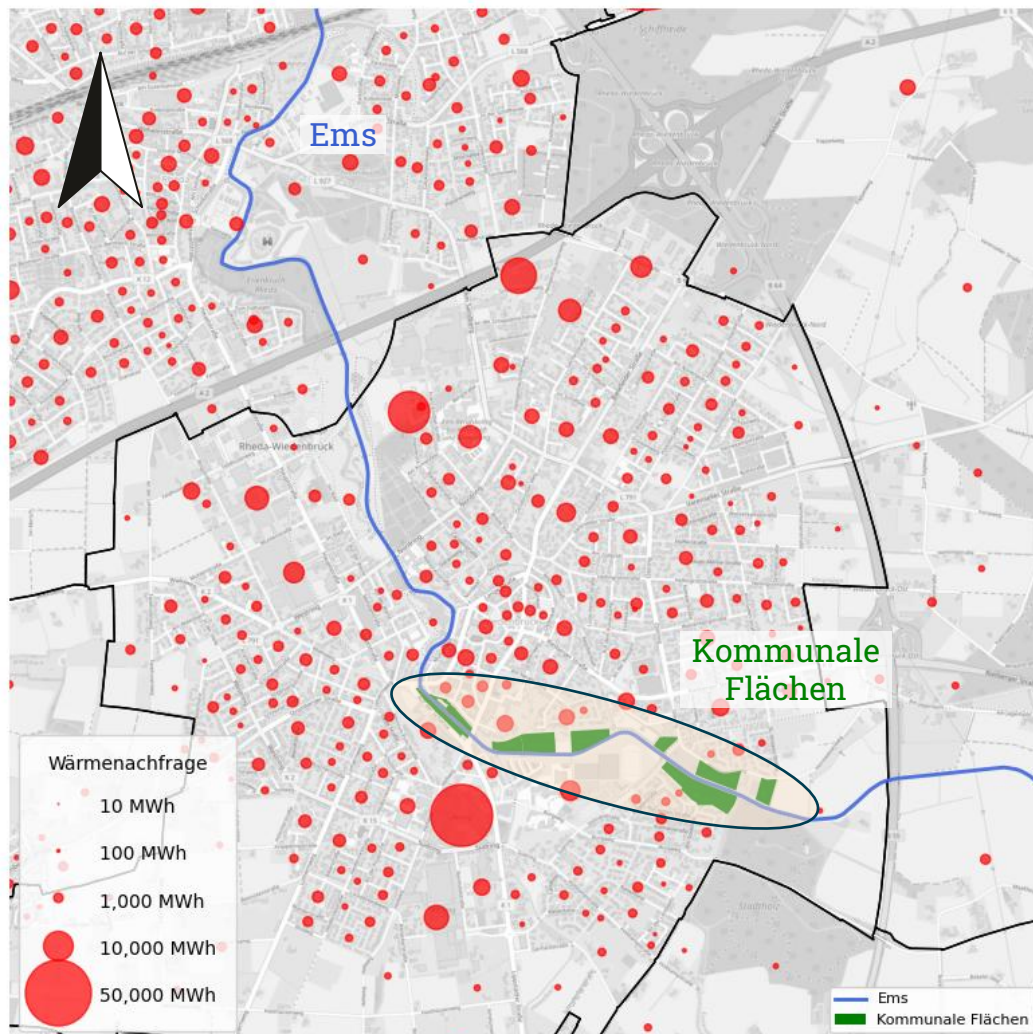


Abbildung 43: Geeignete kommunale Flächen entlang der Ems in Rheda-Wiedenbrück für eine Flusswärmeanlage. Die Wärmenachfrage ist durch rote Kreise dargestellt.

Ein Beispiel für ein solches Nutzungskonzept stellt das Projekt „EmsWärme“ der Stadt Warendorf und der Stadtwerke Warendorf dar [49]. Das Vorhaben sieht vor, das Flusswärmepotenzial der Ems mittels großskaliger Flusswärmepumpen zu erschließen und die erzeugte Wärme über ein neu zu errichtendes Wärmenetz im Bereich der Warendorfer Innenstadt zu verteilen. Auf diese Weise können perspektivisch mehrere tausend Haushalte sowie öffentliche Einrichtungen, insbesondere Schulen, mit erneuerbarer Wärme aus der Ems versorgt werden. Der Baustart für das Wärmenetz

erfolgte Anfang 2025 und markiert den Übergang von der Planungs- in die Umsetzungsphase, wodurch ein wichtiger Beitrag zur Dekarbonisierung der kommunalen Wärmeversorgung geleistet wird.

Trotz der vielversprechenden Wärmeleistung der Ems stehen mehrere Herausforderungen einer praktischen Umsetzung entgegen. So machen die Flussdynamik und das Hochwasserrisiko eine besonders angepasste Ausführung der Bauwerke notwendig. Alle Bauten müssen so gestaltet und ausgeführt werden, dass sie absehbare Hochwasserereignisse unbeschadet überstehen und keine Gefahren von ihnen ausgehen, sollten sie beschädigt werden.

Insgesamt zeigt die Analyse, dass die theoretischen Wärmegewinnungspotenziale aus der Ems vorhanden sind, eine konkrete Realisierung jedoch nur für lokale Zielgebiete in Rheda und Wiedenbrück technisch umsetzbar und wirtschaftlich sinnvoll erscheint. Eine genaue technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit verschiedener Entwicklungsszenarien wären im Vorfeld zu prüfen.

03.05.04 INDUSTRIELLE ABWÄRME

Industrielle Abwärme bezeichnet Wärme, die bei Prozessen anfällt, deren primärer Zweck in der Herstellung eines Produkts oder in der Bereitstellung einer Dienstleistung liegt. Diese Wärme würde ohne Rückgewinnungsmaßnahmen ungenutzt an die Umwelt abgegeben. Beispiele für solche Abwärmequellen sind Produktionsstätten wie Stahlwerke, Raffinerien, Anlagen der chemischen Industrie oder Lebensmittelindustrie. Ebenso erzeugen Dienstleistungsbereiche, wie Rechenzentren, Wäschereien oder Kühllhäuser, sowie Abfallentsorgungsanlagen oder Energieumwandlungsprozesse (etwa in Kondensationskraftwerken oder durch Abgaswärme) große Mengen an Abwärme, die ein erhebliches Rückgewinnungspotenzial bieten [52].

03.05.04.01 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER ABWÄRMEPOTENZIALE

Im Fall der Stadt Rheda-Wiedenbrück folgt das industrielle Abwärmepotenzial aus der Auswertung des öffentlich zugänglichen Abwärmekatasters der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) [53]. Diese Daten bieten eine fundierte Basis für die Abschätzung des Abwärmepotenzials und die Entwicklung gezielter Nutzungskonzepte im kommunalen Kontext. Zusätzlich werden diese Daten, mit den Rückläufern des digitalen Fragebogens abgeglichen und ergänzt (siehe Kapitel 02.02.05).

03.05.04.02 ERGEBNISSE DER ABWÄRMEPOTENZIALE

Die Auswertung erfolgt für Abwärme-Position individuell und die Ergebnisse sind in Tabelle 14 in aggregierter Form dargestellt. Die Zusammenfassung orientiert sich dabei an der Systematik des Abwärmepotentials der BfEE. Dabei können Abwärmequellen nach Energieträgern (gasförmig und flüssig) sowie in unterschiedliche Temperaturbereiche unterteilt werden. Berücksichtigt werden Abwärmeströme aus prozessbedingten

Abluft- und Abgasquellen sowie aus Kühlwasser, beispielsweise von Kompressoren oder Kühlaggregaten.

Tabelle 14: Zusammenfassung der Abwärmepotenziale auf Basis der Plattform für Abwärme der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) sowie eigener Erhebungen aus Umfragen

Abwärmepotenziale	Max. Abwärmeleistung [MW]	Durchn. Wärmeleistung [MW]	Abwärmepotenzial [GWh/a]	Abwärmepotenzial von Einzelquellen mit > 2 GWh/a [GWh/a]
Öl, Wasser und weitere flüssige Wärmeträger				
bis 60°C	2,6	1,7	8,2	0,0
ab 60°C und bis 90°C	0,0	0,0	0,0	0,0
ab 90°C	1,8	1,4	9,9	9,9
Kühlluft, Abluft, Rauchgase und weitere				
bis 60°C	3,0	2,6	14,0	4,9
ab 60°C und bis 90°C	0,7	0,7	2,5	2,5
ab 90°C	1,7	1,3	8,1	0,0
Theoretisches Potenzial	9,9	7,6	42,6	17,2
Praktisches Potenzial	4,2	3,3	20,4	12,4

Gemäß dem öffentlich zugänglichen Abwärmekataster der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) sowie der Angaben aus der Befragung von Industrie und Gewerbe steht in Rheda-Wiedenbrück eine jährliche Wärmemenge von etwa 43 GWh/a als Abwärme theoretisch zur Verfügung [53]. Davon entfallen etwa 39,5 GWh/a auf die Gemarkung Nordrheda-Ems, während das restliche Potenzial im Stadtteil Rheda und Wiedenbrück vorliegt. Besonders große Abwärmepotenziale finden sich im Gewerbegebiet „in der Mark“ am östlichen Rand des Quartiers Rheda-Süd mit rund 32 GWh/a. In der Nähe befindet sich zudem das Industriegebiet am Sandberg 45 im Stadtteil Wiedenbrück, das weitere 1,4 GWh/a Abwärme im Jahr produziert.

Zur Bestimmung des praktischen Potenzials der für den Einsatz in Wärmenetzen geeigneten Abwärmequellen wird das theoretische Potenzial eingeschränkt. Unter Berücksichtigung von Abwärmequellen mit einem Temperaturniveau von mindestens 60°C sowie einer Abwärmemenge von mindestens 2,0 GWh/a je Einzelquelle beträgt das Potenzial zur Einspeisung in Wärmenetze 12,4 GWh/a mit einer maximalen Wärmeleistung von 4,2 MW.

03.05.05 BIOMASSE

Biomasse stellt eine erneuerbare Energiequelle dar, die vielseitig zur Erzeugung von Wärme genutzt werden kann. Sie umfasst unterschiedliche Formen wie feste Biomasse (beispielsweise Holz, Stroh, Getreidereste, Energiepflanzen oder tierischen Dung) sowie

Biogas. Die verfügbare Menge an Biomasse wird maßgeblich von verschiedenen Faktoren beeinflusst, darunter die Rohstoffverfügbarkeit, die Art der Biomasse, die geografischen Gegebenheiten sowie die landwirtschaftlichen Nutzungspraktiken. Biomasse bietet eine vielversprechende Option, um fossile Brennstoffe zu ersetzen und erneuerbare Wärmequellen zu fördern. Gleichzeitig ist jedoch darauf zu achten, dass sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Aspekte bei der Nutzung von Biomasse berücksichtigt werden. Eine nachhaltige Nutzung erfordert den Ausgleich zwischen energetischer Verwertung und anderen Interessen, etwa der Nahrungsmittelproduktion oder dem Schutz von Ökosystemen. Das Biomassepotenzial für Wärme beschreibt die nutzbare Menge an Wärmeenergie, die aus der Verbrennung oder der Vergärung von Biomasse gewonnen werden kann.

03.05.05.01 METHODIK ZUR ERMITTLUNG DER BIOMASSEPOTENZIALE

Das Biomassepotenzial zur Wärmeerzeugung wird auf Basis der Acker- und Dauergrünlandflächen ermittelt. Dabei wird ein Biogasertrag von ca. 4.000 m³/ha für Ackerflächen (AF) und 3.000 m³/ha für Dauergrünland (DG) angenommen.¹⁴ Der Heizwert des Biogases liegt zwischen 6 und 7 kWh/m³, und für die thermische Nutzung wird ein Wirkungsgrad von 60 % zugrunde gelegt, basierend auf der Umwandlung mittels eines repräsentativen Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozesses (KWK). Um jedoch konkurrierende Nutzungsansprüche, wie die Nahrungsmittelproduktion, zu berücksichtigen und eine nachhaltige Nutzung sicherzustellen, werden in der Berechnung lediglich konservative Anteile von 10 % (angelehnt an [54]) der theoretisch verfügbaren Flächen berücksichtigt. Potenziale aus Wirtschaftsdünger werden nicht berücksichtigt.

$$\begin{aligned} & \text{Potenzial} \left[\frac{\text{GWh}}{\text{a}} \right] \\ &= \left(\text{AF [ha]} * \text{Biogasertrag AF} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \right] * \text{Heizwert} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \right] + \text{DG [ha]} * \text{Biogasertrag DG} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \right] * \right. \\ & \left. \text{Heizwert} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \right] \right) * \text{Wirkungsgrad}_{\text{thermisch}} * \text{konservativer Nutzungsfaktor} \end{aligned}$$

Für die Nutzung der Biomasse als Energie- und Wärmequelle sind Bioenergieanlagen erforderlich. Sie gewinnen aus Biomasse Energie, entweder durch Nutzung von Faulgas (Klärgas, Biogas oder Deponiegas) oder durch die direkte Verbrennung von Biomasse, etwa in einem Heizkraftwerk. Faulgas entsteht bei der Zersetzung organischer Stoffe unter anaeroben Bedingungen, etwa in Klär- oder Biogasanlagen. Abbildung 44 zeigt die Bioenergieanlagen auf dem Stadtgebiet von Rheda-Wiedenbrück.

¹⁴ Die hier angenommenen Biogaserträge stellen eine konservative Schätzung dar, die auf Biogaserträgen für gängige Energiepflanzen basiert (angelehnt an [54]) und dient der Orientierung bei der Abschätzung des energetischen Potenzials der untersuchten Flächen.

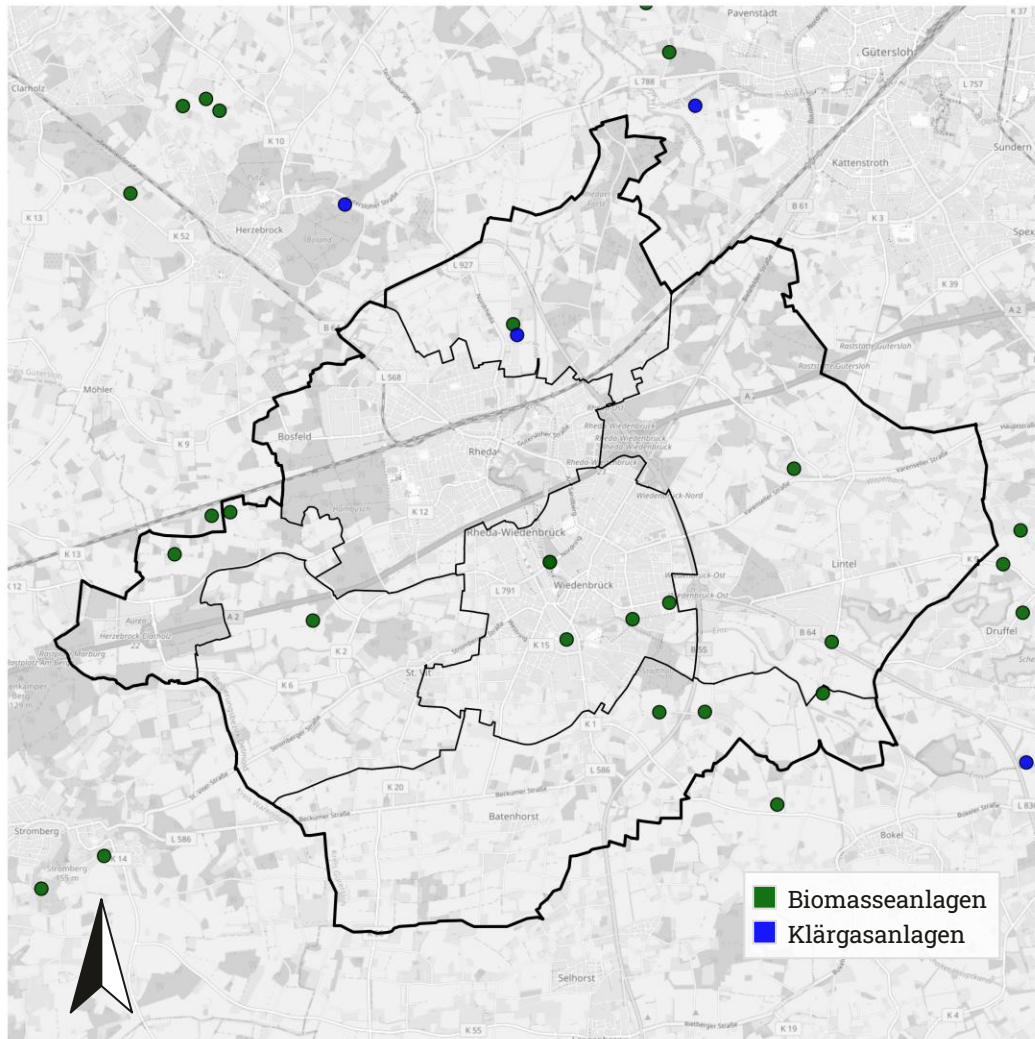


Abbildung 44: Bioenergieanlagen im Stadtgebiet Rheda-Wiedenbrück. Quelle: Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen [55, 56].

03.05.05.02 ERGEBNISSE DER BIOMASSEPOTENZIALE

Im Rahmen der Wärmestudie NRW wurden für Rheda-Wiedenbrück Biomassepotenziale von 13,12 GWh/a aus Müllverbrennung (Altholz, Hausmüll und Sperrmüll) sowie 36,56 GWh/a aus sonstiger Biomasse¹⁵ ermittelt [34]. Da im Stadtgebiet keine Müllverbrennungsanlage vorhanden ist, wird das Potenzial aus der Abfallverbrennung im Weiteren nicht berücksichtigt.

Die Wärmestudie NRW kommt insgesamt zu dem Ergebnis, dass die zusätzlichen energetischen Nutzungspotenziale aus Biomasse in Nordrhein-Westfalen begrenzt sind. In der Abfallwirtschaft wird der überwiegende Teil der verfügbaren Stoffströme bereits genutzt. Lediglich bei Materialien aus der Landschaftspflege sowie dem Straßenbegleitgrün werden etwas höhere Potenziale gesehen. Diese sind jedoch

¹⁵ Unter sonstiger Biomasse werden die folgenden Kategorien zusammengefasst: Bio- und Grünabfall, Erntenebenprodukte, Forstwirtschaft, Landschaftspflegematerial, Straßenbegleitgrün, Wirtschaftsdünger, tierische Abfälle und Deponiegas.

dezentral verteilt und ihre Nutzung geht mit erhöhtem organisatorischem und logistischem Aufwand einher. Im Bereich der Forstwirtschaft sind nahezu keine zusätzlichen Ausbaupotenziale vorhanden. Bereits heute wird in Nordrhein-Westfalen mehr Holz energetisch genutzt, als langfristig im Rahmen einer nachhaltigen Bewirtschaftung zusätzlich geerntet werden kann. Die größten Ausbaupotenziale identifiziert die Wärmestudie NRW im landwirtschaftlichen Sektor [34].

Vor diesem Hintergrund werden die landwirtschaftlichen Biomassepotenziale anhand eigener Berechnungen nach 03.05.05.01 ermittelt. Die entsprechenden Potenzialflächen aus Acker- und Dauergrünland belaufen sich auf 5058,3 ha. Das Biomassepotenzial aus Acker- und Dauergrünland in gesamt Rheda-Wiedenbrück summiert sich auf 6,8 GWh/a. Das Biomassepotenzial der einzelnen Stadtteile ist in den Steckbriefen ausgewiesen. Im Stadtteil Rheda wird derzeit geplant, die Biogasproduktion aus einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben für die Wärmebereitstellung mittels eines Satelliten-Blockheizkraftwerk im Stadtteil Rheda zu nutzen. Die Planung umfasst einen Biogasspeicher, eine Biogaspipeline zur Energiezentrale und einen 5000 m³ Wärmespeicher in der Nähe definierter Fokusgebiete. Die voraussichtliche jährliche Wärmeerzeugung von 8,5-9,0 GWh könnte unter anderem das Einstein-Gymnasium, die Moritz-Fontaine-Gesamtschule, die Kindertageseinrichtungen St. Johannes, das Pfarrheim, die Kirche St. Johannes Baptist, und etwa 230 Ein- und Mehrfamilienhäuser versorgen. Erweiterungen sind möglich.

Eine weitere Biogasanlage befindet sich in Rietberg-Bokel, wo Abfälle aus der umliegenden Lebensmittelindustrie verarbeitet werden. Eine Biogaspipeline verbindet die Anlage mit einem Blockheizkraftwerk im Stadtteil Wiedenbrück zur Beheizung des Hallenbads Wiedenbrück. Die Wärmeerzeugung beläuft sich auf etwa 1,6 GWh/a. Das Unternehmen betreibt einen weiteren Satelliten-Standort im Industriegebiet Lintel. Hier werden Wirtschaftsdünger, Maisstroh und Reststoffe verarbeitet. Aktuell existiert für diese Anlage noch kein Wärmekonzept; eine potenzielle Abnahme durch Industriebetriebe im Umfeld ist jedoch möglich.

03.05.06 WASSERSTOFFBASIERTE WÄRMEVERSORGUNG

Im Folgenden wird zunächst die Verfügbarkeit und Nutzung von synthetischem Methan beleuchtet, bevor anschließend die unterschiedlichen Erzeugungswege und Typen von Wasserstoff betrachtet werden.

Synthetisches Methan entsteht durch die Methanisierung von Wasserstoff und CO₂ [57]. Der erforderliche Wasserstoff wird über Elektrolyse unter Verwendung von CO₂-neutralem, erneuerbarem Strom (grüner Wasserstoff) erzeugt, indem Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten wird. Der erzeugte Wasserstoff kann entweder direkt als Energieträger genutzt oder in geringen Mengen dem Erdgasnetz beigemischt werden [58]. Aufgrund der hohen Kosten und sicherheitsrelevanten Herausforderungen beim Transport und der Speicherung von Wasserstoff bietet die Umwandlung in

synthetisches Methan Vorteile. Dieses sogenannte Synthesegas kann uneingeschränkt in das bestehende Erdgasnetz eingespeist und genutzt werden. Für die Nutzung von synthetischem Methan müssen jedoch ausreichender erneuerbarer Überschussstrom sowie die notwendige technische Infrastruktur verfügbar sein. Da diese Voraussetzungen aktuell nicht gegeben sind, wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung kein Potenzial für synthetisches Methan berücksichtigt.

Wasserstoff wird abhängig vom Herstellungsverfahren in verschiedene Kategorien unterteilt. Grauer Wasserstoff entsteht durch Dampfreformierung von Erdgas, wobei erhebliche Mengen CO₂ emittiert werden. Wenn das bei der Dampfreformierung freigesetzte CO₂ abgeschieden und gespeichert wird (Carbon Capture and Storage, CCS), entsteht sogenannter blauer Wasserstoff. Ein weiteres Erzeugungsverfahren ist die Methanpyrolyse, bei der Erdgas unter Zufuhr von thermischer oder elektrischer Energie in festen Kohlenstoff und Wasserstoff umgewandelt wird. Der bei diesem Verfahren entstehende Wasserstoff wird als türkiser Wasserstoff bezeichnet [59].

Für die kommunale Wärmeplanung ist vor allem grüner Wasserstoff relevant, da dieser durch Elektrolyse unter Nutzung von erneuerbarem Strom hergestellt wird. Die Kosten und die Effizienz der Produktion sind dabei jedoch stark von der Verfügbarkeit erneuerbaren Stroms abhängig. Neben der Unsicherheit bei der Wirtschaftlichkeit fehlen derzeit viele grundlegende Voraussetzungen für eine flächendeckende Wasserstoffnutzung. Insbesondere der Aufbau einer geeigneten Infrastruktur, wie Produktionskapazitäten, Speichersysteme und Transportmöglichkeiten, sind noch in einer frühen Phase. Auch die Integration von Wasserstofftechnologien bei Endverbrauchern, vor allem im privaten Bereich, stehen vor Herausforderungen, etwa in Bezug auf Sicherheitsanforderungen und erforderliche Anlagenanpassungen.

Die Bundesnetzagentur hat den Aufbau eines Wasserstoff-Kernnetzes beschlossen, dass auch für Rheda-Wiedenbrück eine bedeutende Perspektive zur überregionalen Verteilung von Wasserstoff eröffnet [60]. Dieses Infrastrukturprojekt ist ein wichtiger Schritt hin zu einer zukünftigen Nutzung von Wasserstoff als Energieträger. Dennoch bestehen derzeit erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der Verfügbarkeit, der Wertschöpfungskette und der Preisentwicklung, insbesondere bei grünem Wasserstoff. Aus diesem Grund können im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Rheda-Wiedenbrück aktuell keine belastbaren Aussagen zur potenziellen Nutzung von Wasserstoff in nicht-industriellen Anwendungen, bzw. im Bereich der Raumwärme, getroffen werden. Eine breitere Nutzung erscheint nur langfristig realistisch, sobald die Wasserstoffwirtschaft weiter ausgebaut ist. Daher wird kein Potenzial für die wasserstoffbasierte Wärmeversorgung ausgewiesen.

03.06 SONSTIGES

Es besteht die Möglichkeit, zusätzliche Potenziale durch den Import von Biomasse zu erschließen. Umfang und Wirtschaftlichkeit dieser Option sind dabei maßgeblich von der am Markt verfügbaren Menge sowie den jeweiligen Preisentwicklungen abhängig. Weitere Potenziale können ebenfalls durch den Einsatz von Großwärmepumpen und eine entsprechende Anbindung an potenzielle Wärmenetze erschlossen werden. Darüber hinaus hat eine erste Abstimmung mit den benachbarten Kommunen Oelde und Herzebrock-Clarholz zum interkommunalen Gewerbegebiet AUREA stattgefunden.

03.07 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALANALYSE

Tabelle 15 fasst die ermittelten Potenziale für Rheda-Wiedenbrück zusammen, die zur Dekarbonisierung des lokalen Wärmesystems genutzt werden können. Das Wärmepotenzial beträgt insgesamt 624,2 GWh, das Stromerzeugungspotenzial 212,1 GWh. Darüber hinaus besteht ein Einsparungspotenzial von 147,8 GWh in Form einer Reduktion des Wärmebedarfs gegenüber dem Status Quo.

Tabelle 15: Energiepotenzial in GWh pro Jahr für gesamt Rheda-Wiedenbrück aufgeteilt nach Potenzialart

Potenzialart	Potenzial in GWh/a
Einsparung	
Sanierung	147,8
Wärme¹⁶	624,2
Abwärme	12,4
Biomasse	6,8
Solarthermie	142,1
Erdwärme	188,8
Umweltwärme aus Oberflächengewässern	53,2
Umweltwärme aus Luft	206,6
Umweltwärme aus Abwasser	14,3
Strom	212,1
Dach-Photovoltaik	196,5
Freiflächen-Photovoltaik	15,6

¹⁶ Die ausgewiesenen Wärmepotenziale beziehen sich auf die verfügbare thermische Quellenergie (Umweltwärme, Geothermie, industrielle Abwärme). Wird diese mithilfe von Wärmepumpen genutzt, steigt die bereitgestellte Heizwärme um den Anteil der eingesetzten elektrischen Energie; bei einer Jahresarbeitszahl von 3 ergeben sich auf diese Weise aus 1 MWh Quellenergie und 0,5 MWh Stromeinsatz 1,5 MWh Heizwärme.

04. AKTEURS- UND ÖFFENTLICHKEITSBETEILIGUNG

Die Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung ist ein wesentlicher Bestandteil der KWP in Rheda-Wiedenbrück, um die verschiedenen Perspektiven und Interessen frühzeitig in den Planungs- und Umsetzungsprozess einzubinden. Ziel ist es, relevante Daten und Informationen von verschiedenen Akteuren zu erheben, um Herausforderungen frühzeitig zu erkennen und gemeinsam an einer gesellschaftlich und wirtschaftlich tragfähigen, akzeptierten und effektiven Wärmewende zu arbeiten.

04.01 STAKEHOLDER-ANALYSE

Im Rahmen der Durchführung der Stakeholder-Analyse werden die in Tabelle 16 gelisteten Arbeitsschritte angewendet.

Tabelle 16: Arbeitsschritte der Stakeholder-Analyse

Arbeitsschritt	Beschreibung
Identifikation der Stakeholder	Es wird eine systematische Analyse durchgeführt, um relevante Akteure zu ermitteln. Diese umfassen unter anderem Energieversorgungsunternehmen, Netzbetreiber, große Industriebetriebe, Fachbereiche der städtischen Verwaltung, Wohnungsbaugesellschaften sowie Bürgerinnen und Bürger.
Klassifizierung der Stakeholder	Die ermittelten Akteure werden nach bestimmten Kriterien wie ihrer Branche, ihrem Grad der Betroffenheit durch die Wärmeplanung, ihrer Datenverfügbarkeit sowie ihrem voraussichtlichen Beitrag zum Planungsprozess bewertet. Priorisierte Stakeholder (z. B. Energieversorger und Netzbetreiber) werden festgelegt.
Entwicklung einer Einbindungsstrategie	Basierend auf der Analyse wird eine abgestufte Strategie erarbeitet, um die verschiedenen Akteure je nach Rolle und Bedeutung in den Planungsprozess einzubinden.
Kontinuierliche Überwachung und Dokumentation	Es wird sichergestellt, dass die Einbindung der Stakeholder flexibel bleibt und im Projektverlauf angepasst werden kann. Gleichzeitig werden alle Ergebnisse dokumentiert, um eine transparente und nachvollziehbare Grundlage für die Planungsentscheidungen zu schaffen.

Tabelle 17 listet die entwickelten Maßnahmen zur Stakeholder-Einbindung, die im Zuge der KWP schrittweise umgesetzt werden, auf.

Tabelle 17: Maßnahmen zur Stakeholder-Einbindung

Maßnahme	Beschreibung
Direkte Kontakt-aufnahme und Datenerhebung	Mit priorisierten Akteuren wird persönlich Kontakt aufgenommen, um technische, infrastrukturelle und statistische Daten bereitzustellen.
Interviews mit Schlüsselakteuren	Interviews mit den wichtigsten Stakeholdern (z. B. Energieversorger, Netzbetreiber, Industrie) werden geführt, um qualitative Informationen zu geplanten Projekten oder spezifischen Herausforderungen zu ergänzen. Die Interviews werden protokolliert und die Erkenntnisse an den entsprechenden Stellen der KWP integriert (vgl. Kapitel 04.02.02)
Einbindung der übermittelten Daten in den digitalen Zwilling	Die bereitgestellten Datengrundlagen werden geprüft und aufbereitet in den Digitalen Zwilling integriert. Dieser ermöglicht eine gebäudescharfe Bestandsanalyse sowie die Planung von Szenarien und Maßnahmen.
Stakeholder-Workshop	Stakeholder mit hoher Relevanz werden zu einem Workshop eingeladen (vgl. 04.02.03), um die Ergebnisse der Datenanalyse vorzustellen und gemeinsam zu diskutieren. Dadurch können zusätzliche Fachkenntnisse in die Planung eingebracht werden (vgl. Abschnitt 04.02.03)
Informations-veranstaltung	Für weitere Stakeholdergruppen und die gesamte Öffentlichkeit werden Informationsveranstaltungen durchgeführt (vgl. 04.02).

Die Ergebnisse der Stakeholder-Analyse fließen in alle wesentlichen Phasen der Wärmeplanung ein und verfeinern die Basis für:

- Die Bestands- und Potenzialanalysen, insbesondere durch die Berücksichtigung bestehender Energieinfrastrukturen, von Abwärmepotenzialen sowie technischen Datengrundlagen,
- Die Entwicklung des Zielszenarios und konkreter Umsetzungsmaßnahmen, durch qualitative Erkenntnisse aus Interviews und Workshops,
- Die Einbindung der Öffentlichkeit, durch transparent kommunizierte Planungsfortschritte und lokale Gegebenheiten in einzelnen Stadtteilen

Diese systematische Vorgehensweise sicherte eine zielgenaue, realistische Planung und eine breite Akzeptanz bei den beteiligten Akteuren. Sie ermöglichte zudem eine belastbare Basis für die langfristige Umsetzung der Klimaziele in Rheda-Wiedenbrück.

04.02 KOMMUNIKATION UND BETEILIGUNGSFORMATE

Für die Umsetzung eines kommunalen Wärmeplanungsprojektes ist ein kontinuierlicher und transparenter Austausch zwischen allen Beteiligten unverzichtbar. Dies gilt für sowohl den internen Austausch als auch die externe Projektkommunikation. Aus diesem Grund wurden regelmäßige Arbeitsbesprechungen,

sogenannte „Jour fixes“ zwischen MitarbeiterInnen der Stadt Rheda-Wiedenbrück und der die KWP ausführenden d-fine GmbH, abgehalten.

04.02.01 DATENERHEBUNG

Die Erhebung von Bestands- und Potenzialdaten bei Industrieunternehmen und weiteren gewerblichen oder kommunalen Großverbrauchern stellt einen essenziellen Bestandteil der KWP dar, um den Digitalen Zwilling der Stadt Rheda-Wiedenbrück mit der nötigen Informationsgrundlage zu befüllen oder bereits vorliegende Daten aus anderen Quellen zu verifizieren. Dabei hat sich der Einsatz von standardisierten Fragebögen als praktikables Instrument bewährt, um folgende Daten zu erheben:

- Gebäude- und Standortdaten (Basisinformationen zu Betriebsgröße, Fläche, Gebäudealter, etc.)
- Wärmebedarfe bzw. -verbräuche, differenziert nach Energieträgern und Endnutzung
- Abwärmepotenziale (Gesamtmenge und genutzte Menge sowie Kommentare zur technischen Nutzbarkeit)

Um die Nutzerfreundlichkeit bei der Datenerfassung und somit die Rücklaufquote zu erhöhen, sollte eine persönliche Ansprache der Unternehmen erfolgen und die Bedeutung des individuellen Beitrags zur KWP betont werden, um eine breite Akzeptanz der Datenerfassung zu erreichen. Ergänzend können persönliche Ansprechpersonen zur Klärung von Rückfragen benannt werden. Die Vertraulichkeit der Datenverarbeitung wird stets transparent kommuniziert.

04.02.02 INTERVIEWS MIT SCHLÜSSELAKTEUREN

Einzelinterviews mit kommunalen Schlüsselakteuren sind ein wichtiger Bestandteil kommunaler Wärmeplanungsprozesse. Sie dienen dazu, qualitativ hochwertige Daten zu erheben und zu validieren sowie relevante Akteure aus Verwaltung, Energieversorgungsunternehmen, Wohnungswirtschaft, Industrie und kommunalen Organisationen gezielt einzubinden. Ziel solcher Interviews ist es, neben der Erfassung von Bestands- und Potenzialdaten auch Detailinformationen zu bestehenden Wärmeinfrastrukturen, zukünftigen Entwicklungsplänen und politischen Strategien zu erhalten. Für die KWP in Rheda-Wiedenbrück werden in mehreren einstündigen Interviews vor allem Vertreterinnen und Vertreter der Bereiche Energieversorgung, Wohnungswirtschaft und Industrie eingebunden.

Für die Durchführung der Interviews wird ein strukturierter und gleichzeitig flexibel angepasster Leitfaden entwickelt. Dieser deckt zentrale Themenfelder ab und wird vorab den Teilnehmenden zur Vorbereitung zugesendet. Typische Fragestellungen umfassten:

- **Status quo der Wärmeversorgung:** (Energetischer) Zustand von Gebäuden, Wärmetechnologien, Infrastrukturen, etc. sowie lokale Besonderheiten und aktuelle Herausforderungen der Wärmeversorgung.

- **Potenziale für eine klimaneutrale Wärmeversorgung:** Informationen zu bestehenden Abwärme- und Erneuerbare-Energien-Potenziale aus regionaler Sicht, Dekarbonisierungsstrategien und Zielpfaden, konkrete Planungen und Vorhaben aus dem Bereich Neubau und Sanierung
- **Herausforderungen:** Erkenntnisse zu rechtlichen, organisatorischen oder wirtschaftlichen Hindernissen zur Umsetzung von Wärmemaßnahmen, Förderbedarfen, etc.
- **Kommunikation und Verstetigung:** Abfrage konkreter Vorstellungen der Befragten zur weiteren Einbindung in den Planungsprozess (Häufigkeit und Umfang)

Die Interviews bieten darüber hinaus die Möglichkeit, spezifische Fragen zu klären und potenzielle Vorbehalte gegenüber der KWP frühzeitig anzusprechen. Dadurch konnte die Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten gefördert und ein gemeinsames Verständnis für lokale Rahmenbedingungen sowie spezifische Herausforderungen geschaffen werden.

Zur Sicherstellung von Transparenz und einem sensiblen Umgang mit den erhobenen Informationen werden die Interviewprotokolle vor der weiteren Verarbeitung zunächst den Teilnehmenden zur Prüfung vorgelegt. Erst nach deren Freigabe werden die Daten final in den Planungsprozess integriert.

04.02.03 STAKEHOLDER-WORKSHOP

Im Anschluss an die interne Auftaktveranstaltung am 03. April 2025 fand am 25. Juni 2025 der erste Stakeholder-Workshop im Rathaus der Stadt Rheda-Wiedenbrück statt. Der Einladung der Stadt Rheda-Wiedenbrück folgten lokale Akteurinnen und Akteure aus Industrie und Wirtschaft sowie Vertreterinnen und Vertreter von Interessengruppen, deren Mitwirkung für den weiteren Planungsprozess eine entscheidende Rolle spielt. Der Erste Beigeordnete und Stadtkämmerer begrüßte die Anwesenden und betonte die Bedeutung der Zusammenarbeit aller Beteiligten.

Der Workshop kombinierte einen Fachvortrag mit interaktiven Diskussionsformaten, um den Teilnehmenden ein Forum für Rückfragen, Anregungen und den Austausch untereinander zu bieten. Der Fachvortrag gab einen Überblick über das mehrstufige Planungsverfahren in der KWP, von der Bestands- zur Potenzialanalyse bis hin zur Erarbeitung eines Zielszenarios und konkreter Umsetzungsstrategien. Das Ziel, ein auf Rheda-Wiedenbrück individuell zugeschnittener Digitaler Zwilling als Datengrundlage zur wirtschaftlichen, nachhaltigen und resilienten Wärmeversorgung zu entwickeln, wurde eingehend verdeutlicht. Neben der Vorstellung erster Ergebnisse wurde zudem der Digitale Zwilling als zentrales Planungswerkzeug demonstriert.

Zentral war die Darstellung der Bedeutung lokalen Wissens und zugehöriger Daten. Aus diesem Grund nutze das Projektteam die Möglichkeit, während der anschließenden Diskussionen zukünftige Kommunikationskanäle und potenzielle Datenbereitstellungen durch die Stakeholder abzustimmen. Die weiteren Diskussionen wurden

mithilfe von drei „Thementischen“ zu (1) Bestand und Potenziale in Rheda-Wiedenbrück (2) Nahwärmenetze vs. Dezentrale Lösungen, (3) Umsetzung der KWP durch Stakeholderintegration inhaltlich angeleitet.

Die Gespräche und damit verbundene Identifikation relevanter Stakeholder diente als Basis für die Interviews mit einzelnen Expertinnen und Experten, die einen wertvollen Input zur KWP aus ihren Industriesektoren, spezifischen Unternehmen, etc. leisten können. Darüber hinaus wurde das vielfältige Feedback der Teilnehmenden zur methodischen Herangehensweise und zu den ersten Ergebnissen strukturiert aufgenommen und in den anstehenden Projektphasen berücksichtigt.

04.02.04 DIGITALE INFORMATIONSFORMATE

Um die Ergebnisse der KWP transparent und bürgernah zugänglich zu machen, werden digitale Informationsformate bereitgestellt. Dazu zählen FAQs¹⁷ auf der städtischen Website, die häufige Fragen rund um den Ablauf und die Inhalte der Wärmeplanung beantworten. Nach Abschluss der einzelnen Projektphasen der KWP werden zudem kartografische Darstellungen des Wärmeplans als interaktive GIS-Karten über die Webseite der Stadt Rheda-Wiedenbrück verlinkt. Diese umfassen wichtige Indikatoren wie Wärmebedarfe auf Baublockebene sowie weitere relevante Daten, welche die Verzahnung von Planung und Umsetzung unterstützen.

04.03 BÜRGERINNEN UND BÜRGER IN DER KWP

Die Bürgerinnen und Bürger von Rheda-Wiedenbrück nehmen in der KWP eine zentrale Rolle ein. Die Akzeptanz und erfolgreiche Umsetzung der geplanten Maßnahmen zur klimaneutralen Wärmeversorgung in der Zukunft hängen maßgeblich davon ab, inwiefern die lokale Bevölkerung in den Planungsprozess einbezogen wird und sich aktiv daran beteiligt. Aus diesem Grund wird besonderer Wert auf eine frühzeitige, transparente und kontinuierliche Information sowie Beteiligung der Bürgerschaft gelegt.

Ein erster wichtiger Schritt ist die umfassende Aufklärung über die Ziele, den Ablauf und die erwarteten Vorteile der KWP. In Informationsveranstaltungen und Workshops wie der Roadshow KWP OWL, die von der Stadt Rheda-Wiedenbrück und der Landesgesellschaft NRW.Energy4Climate veranstaltet werden, können Bürgerinnen und Bürger verständliche Einblicke in die Bestands- und Potenzialanalysen, das Zielszenario sowie die geplanten Maßnahmen gewinnen. Anregungen, Sorgen und Erwartungen der Bürgerinnen und Bürger werden systematisch aufgenommen, dokumentiert und fließen direkt in die Entwicklung der konkreten Umsetzungsmaßnahmen der KWP ein.

Insbesondere die Möglichkeit, über interaktive Karten und FAQs auf der städtischen Website ortsbezogene Informationen abzurufen, bringt Transparenz und fördert das

¹⁷ [Kommunale Wärmeplanung | rheda-wiedenbrueck](#)

Verständnis für die lokale Wärmeversorgung und die benötigten Transformationen. Wiederkehrend während des Wärmeplanungsprozesses hat die Bürgerschaft Möglichkeiten, mit Stellungnahmen Einfluss auf die KWP in Rheda-Wiedenbrück zu nehmen.

05. AUSBLICK

Mit Abschluss der Potenzialanalyse ist ein zentraler Meilenstein der kommunalen Wärmeplanung (KWP) für Rheda-Wiedenbrück erreicht worden. Die erhobenen und konsolidierten Daten bilden die fundierte Grundlage für alle weiteren Planungsschritte. Im nächsten Schritt steht die Entwicklung eines Zielszenarios an. Aufbauend auf der Potenzialanalyse konkretisiert das Zielszenario den Weg hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045. Es dient als Leitbild für die mittel- und langfristige Entwicklung der Wärmeinfrastruktur in Rheda-Wiedenbrück.

Im Rahmen der Beteiligungsformate wird der Dialog mit den Bürgerinnen und Bürgern sowie den lokalen Akteuren intensiv fortgesetzt. Dazu zählen sowohl analoge als auch digitale Angebote, wie regelmäßige Informationsupdates auf der städtischen Website, interaktive Kartenangebote sowie ein Workshop. Der Austausch dient dazu, Interessierten die Möglichkeit zu geben, sich aktiv am Planungsprozess zu beteiligen, sich über Zwischenergebnisse zu informieren und eigene Fragestellungen, Ideen und Hinweise einzubringen, die im Rahmen der Stellungnahme auch eingearbeitet werden. Ziel der kommenden Monate ist es, die identifizierten Potenziale und Handlungsoptionen gemeinsam mit Verwaltung, lokalen Unternehmen, Stakeholdern und Bürgerschaft zu evaluieren und so die Grundlage für passgenaue Umsetzungsstrategien in den einzelnen Quartieren zu schaffen. Damit bleibt die KWP ein kontinuierlicher, gemeinschaftlicher Prozess, der aktiv und transparent auf die Bedürfnisse vor Ort eingeht und ambitionierte Klimaschutzziele realisierbar macht.

06. ANHANG

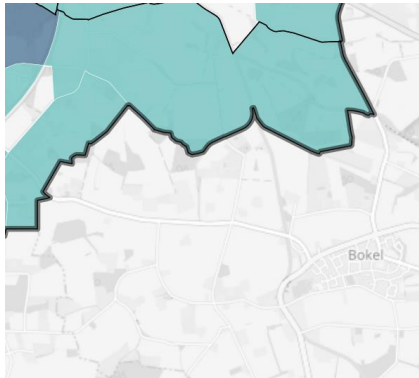
Für jedes Teilgebiet in Rheda-Wiedenbrück folgt die Erstellung eines ausführlichen Steckbriefs, in dem die wichtigsten Daten zu den einzelnen Gemarkungen strukturiert zusammengefasst sind. Diese Steckbriefe dienen als zentrale Grundlage für die KWP und bieten eine Entscheidungsgrundlage für die Entwicklung eines nachhaltigen und zukunftsorientierten Wärmesystems.

Die Zusammenfassung umfasst wesentliche Bestandsdaten, insbesondere hinsichtlich der Gebäudestruktur, der heutigen Wärmeversorgungssysteme sowie der Energieverbräuche.

STECKBRIEF RHEDA-WIEDENBRÜCK

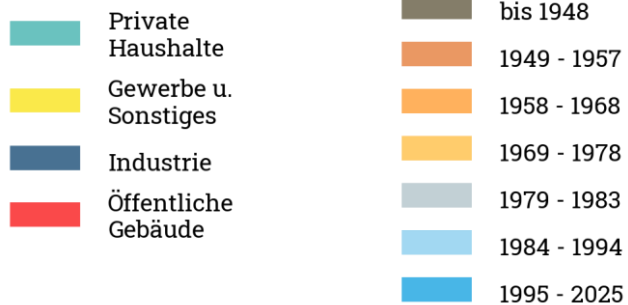
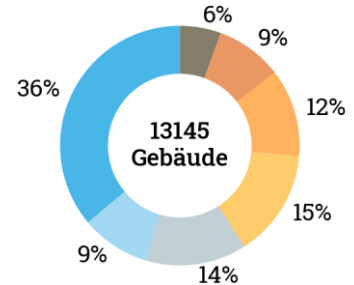
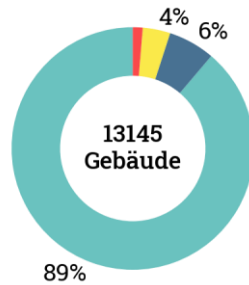


SIEDLUNGSSTRUKTUR



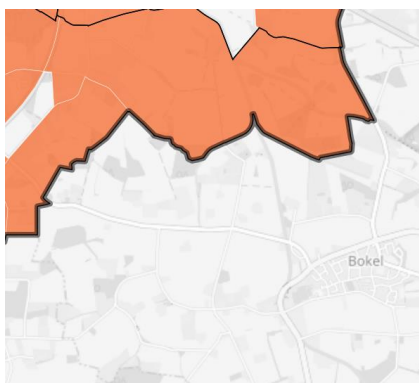
Gebäudenutzfläche [km ²]	4,23
Gesamtfläche [km ²]	86,80
Einfamilienhäuser*	59 %
Einwohnerzahl	49.020

* bezogen auf alle beheizten Gebäude



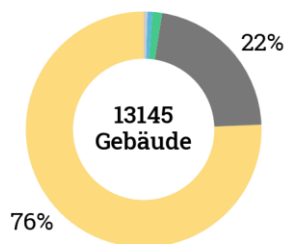
WÄRMEVERSORGUNG

SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a

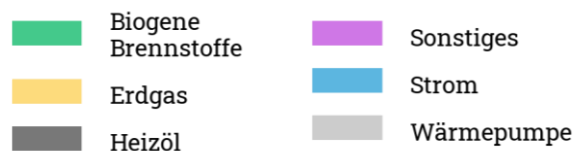
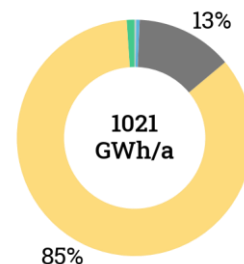


- Hoch (> 120)
- Mittel (> 75, < 120)
- Gering (< 75)

Heizungsstruktur



Endenergienachfrage für Wärmeversorgung



BESTANDSANALYSE

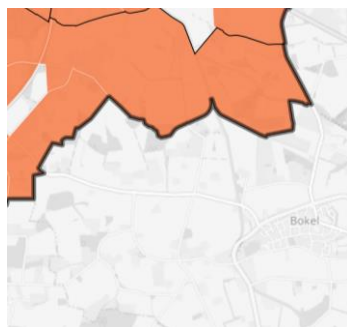
- Heute gibt es noch kein Wärmenetz in Rheda-Wiedenbrück.
- Erdgas liefert hier heute rund 85% der benötigten Heizenergie.
- Die THG-Emissionen der Wärmeversorgung liegen bei 254,2 kt CO₂äq/a.

STECKBRIEF RHEDA-WIEDENBRÜCK

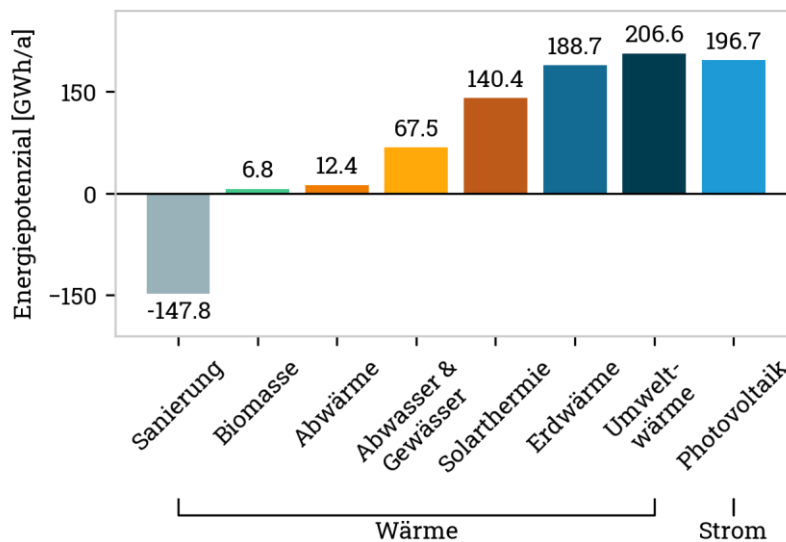
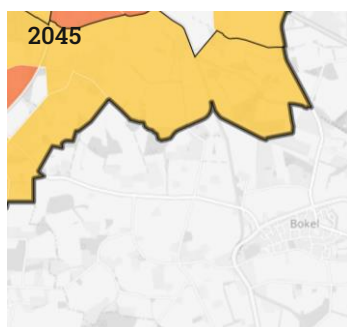


POTENZIALANALYSE

SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



- Hoch (> 120)
- Mittel (> 75, < 120)
- Gering (< 75)



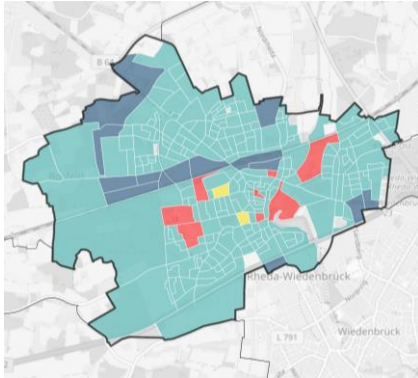
POTENZIALE

- Mit einem Potenzial von 395,4 GWh/a trägt die Nutzung von Erd- und Umweltwärme entscheidend zur erneuerbaren, dezentralen Wärmeversorgung in Rheda-Wiedenbrück bei.
- Das Solarthermie- und Photovoltaikpotenzial beträgt 334,5 GWh/a (32,8% der aktuellen Wärmenachfrage). Dabei ist zu beachten, dass beide Technologien in Flächenkonkurrenz stehen.
- Das Einsparpotenzial durch Sanierung liegt bei 147,8 GWh/a, das entspricht 14,5% der aktuellen Wärmenachfrage.

STECKBRIEF RHEDA

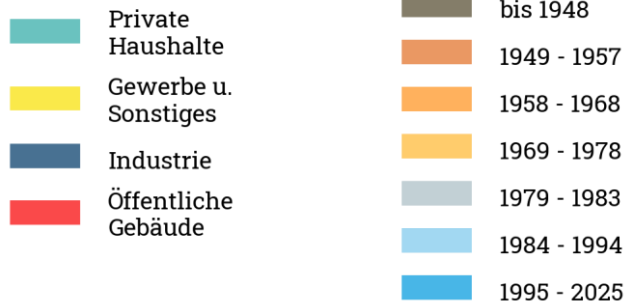
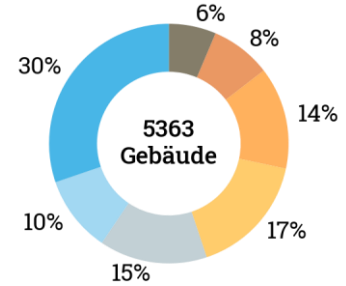
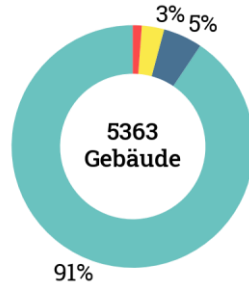


SIEDLUNGSSTRUKTUR



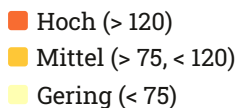
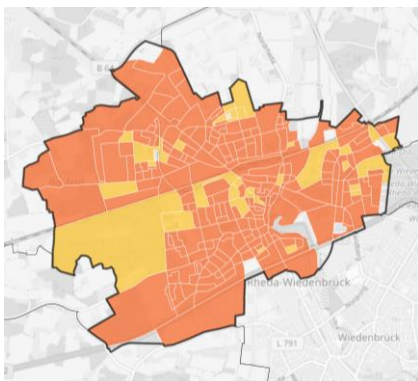
Gebäudenutzfläche [km ²]	1,69
Gesamtfläche [km ²]	13,00
Einfamilienhäuser*	61 %
Einwohnerzahl	21.980

* bezogen auf alle beheizten Gebäude

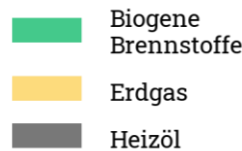
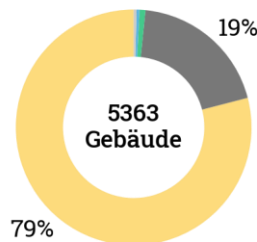


WÄRMEVERSORGUNG

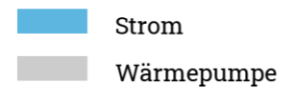
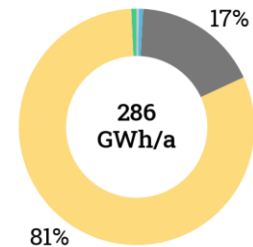
SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



Heizungsstruktur



Endenergienachfrage für Wärmeversorgung



BESTANDSANALYSE

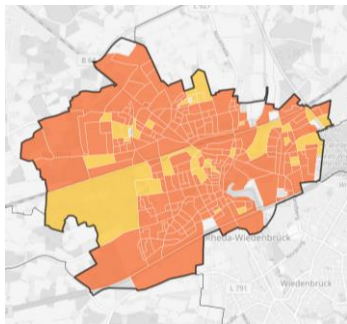
- Heute gibt es noch kein Wärmenetz in Rheda.
- Erdgas liefert hier heute rund 81% der benötigten Heizenergie.
- Die THG-Emissionen der Wärmeversorgung liegen bei 72,3 kt CO₂äq/a.

STECKBRIEF RHEDA

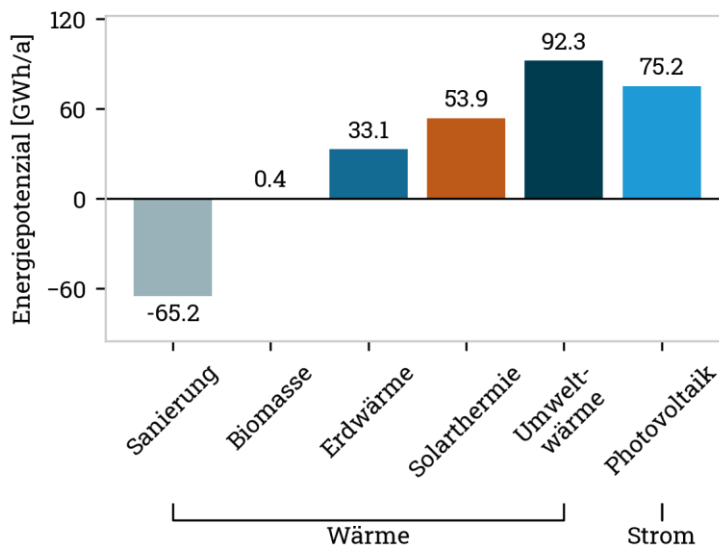
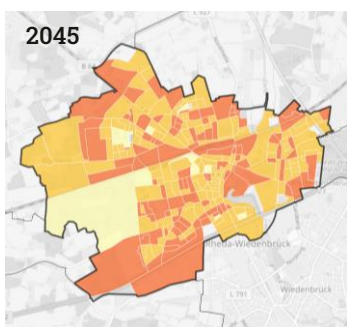


POTENZIALANALYSE

SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



- Hoch (> 120)
- Mittel (> 75, < 120)
- Gering (< 75)



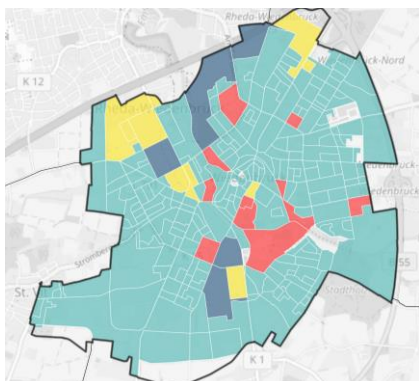
POTENZIALE

- Durch Sanierung kann die aktuelle Wärmenachfrage um 22,8% reduziert werden. Die energetische Modernisierung ist somit eine wichtige Maßnahme zur Umsetzung der Wärmewende in Rheda.
- Das Solarthermie- und Photovoltaikpotenzial beträgt 128,4 GWh/a (44,9% der aktuellen Wärmenachfrage). Dabei ist zu beachten, dass beide Technologien in Flächenkonkurrenz stehen.
- Erd- und Umweltwärme verfügen über ein Potenzial von 125,4 GWh/a, womit 43,8% der aktuellen Wärmenachfrage gedeckt werden kann.

STECKBRIEF WIEDENBRÜCK

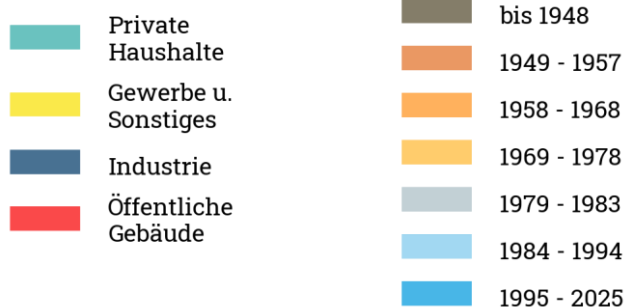
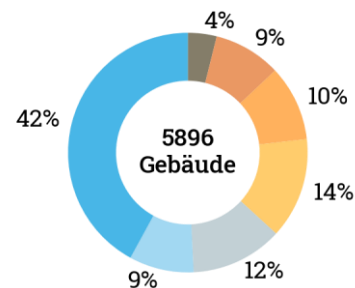
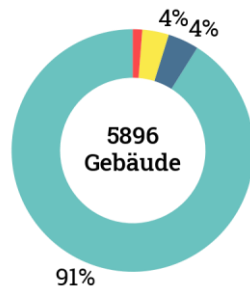


SIEDLUNGSSTRUKTUR



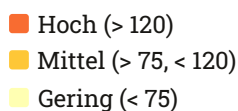
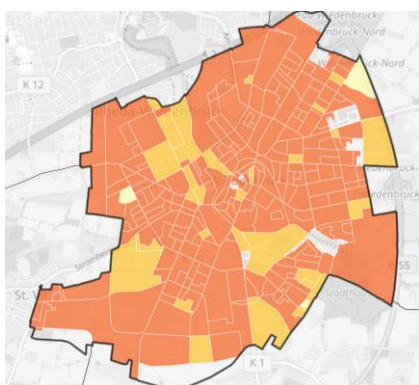
Gebäudenutzfläche [km ²]	1,84
Gesamtfläche [km ²]	10,70
Einfamilienhäuser*	62 %
Einwohnerzahl	22.130

* bezogen auf alle beheizten Gebäude

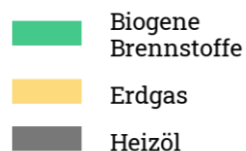
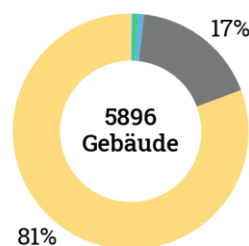


WÄRMEVERSORGUNG

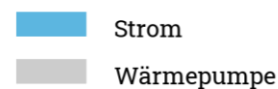
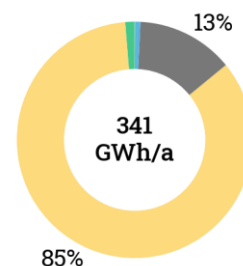
SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



Heizungsstruktur



Endenergienachfrage für Wärmeversorgung



BESTANDSANALYSE

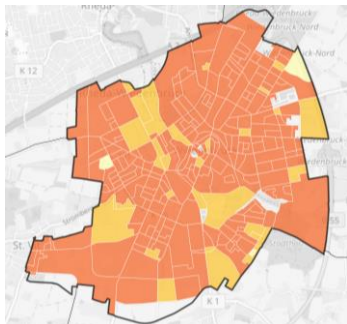
- Heute gibt es noch kein Wärmenetz in Wiedenbrück.
- Erdgas liefert hier heute rund 85% der benötigten Heizenergie.
- Die THG-Emissionen der Wärmeversorgung liegen bei 85,0 kt CO₂äq/a.

STECKBRIEF WIEDENBRÜCK

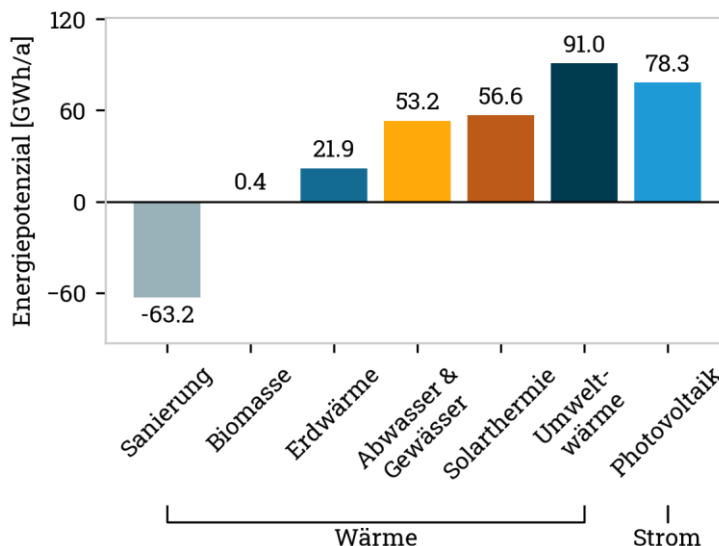
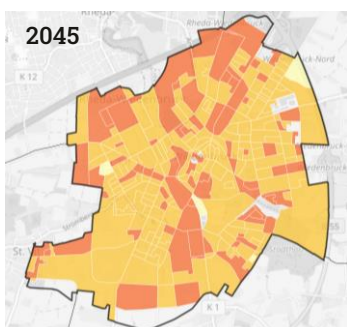


POTENZIALANALYSE

SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



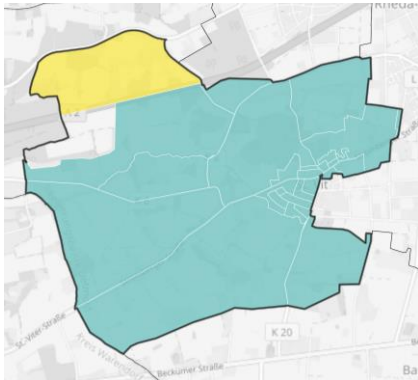
- Hoch (> 120)
- Mittel (> 75, < 120)
- Gering (< 75)



POTENZIALE

- Durch Sanierung kann die aktuelle Wärmenachfrage um 18,5% reduziert werden. Die energetische Modernisierung ist somit eine wichtige Maßnahme zur Umsetzung der Wärmewende in Wiedenbrück.
- Das Solarthermie- und Photovoltaikpotenzial beträgt 134,9 GWh/a (39,6% der aktuellen Wärmenachfrage). Dabei ist zu beachten, dass beide Technologien in Flächenkonkurrenz stehen.
- Erd- und Umweltwärme verfügen über ein Potenzial von 112,9 GWh/a, womit 33,1% der aktuellen Wärmenachfrage gedeckt werden kann.

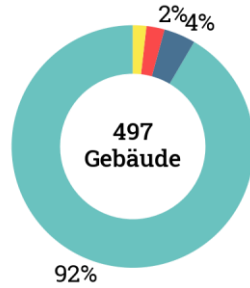
STECKBRIEF SANKT VIT



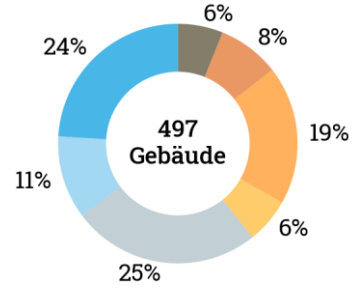
Gebäudenutzfläche [km ²]	0,13
Gesamtfläche [km ²]	10,40
Einfamilienhäuser*	61 %
Einwohnerzahl	1.560

* bezogen auf alle beheizten Gebäude

SIEDLUNGSSTRUKTUR



- Private Haushalte
- Gewerbe u. Sonstiges
- Industrie
- Öffentliche Gebäude

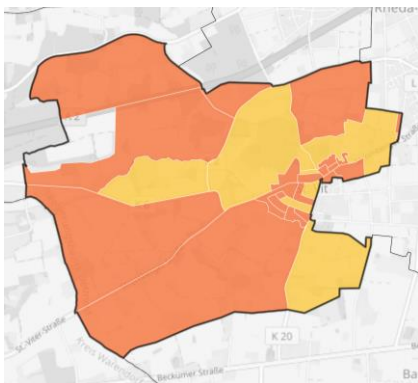


- bis 1948
- 1949 - 1957
- 1958 - 1968
- 1969 - 1978
- 1979 - 1983
- 1984 - 1994
- 1995 - 2025



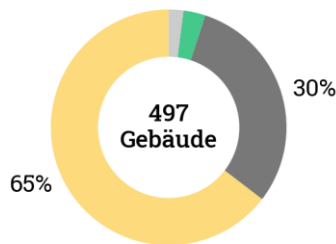
WÄRMEVERSORGUNG

SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



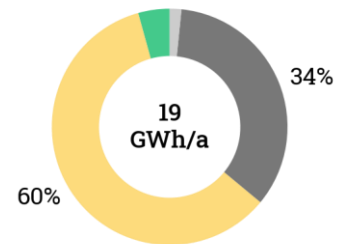
- Hoch (> 120)
- Mittel (> 75, < 120)
- Gering (< 75)

Heizungsstruktur



- Biogene Brennstoffe
- Erdgas

Endenergienachfrage für Wärmeversorgung



- Heizöl
- Wärmepumpe

BESTANDSANALYSE

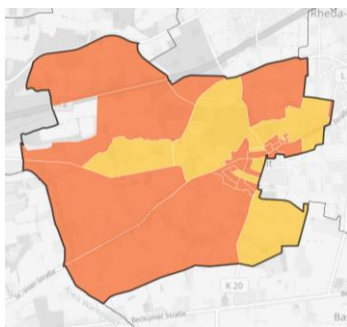
- Heute gibt es noch kein Wärmenetz in Sankt Vit.
- Erdgas liefert hier heute rund 60% der benötigten Heizenergie.
- Die THG-Emissionen der Wärmeversorgung liegen bei 5,0 kt CO₂äq/a.

STECKBRIEF SANKT VIT

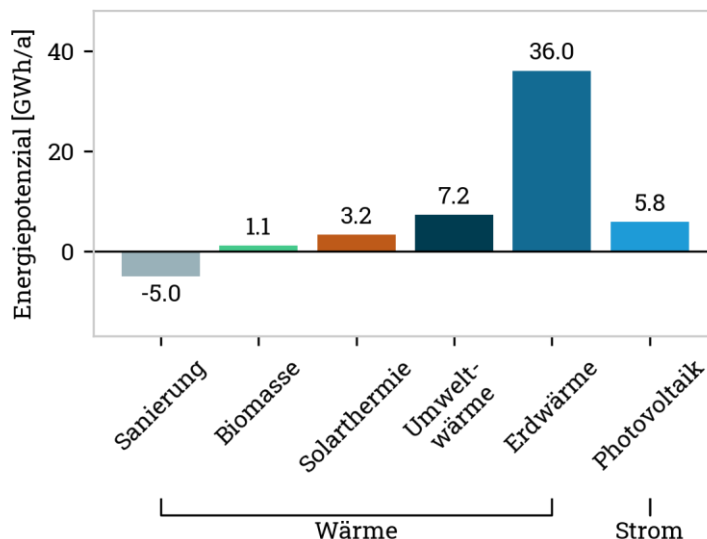
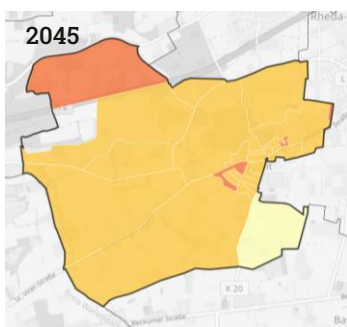


POTENZIALANALYSE

SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



- Hoch (> 120)
- Mittel (> 75, < 120)
- Gering (< 75)



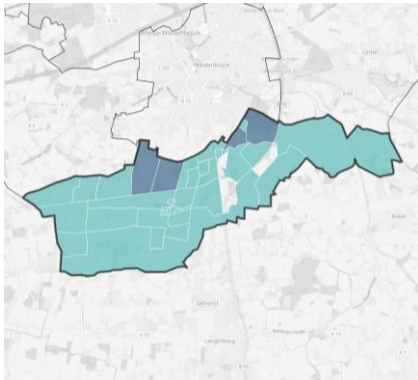
POTENZIALE

- Durch Sanierung kann die aktuelle Wärmenachfrage um 26,2% reduziert werden. Die energetische Modernisierung ist somit eine wichtige Maßnahme zur Umsetzung der Wärmewende in Sankt Vit.
- Erd- und Umweltwärme verfügen über ein Potenzial von 43,2 GWh/a, womit 225,9% der aktuellen Wärmenachfrage gedeckt werden kann.
- Das Solarthermie- und Photovoltaikpotenzial beträgt 7,7 GWh/a (40,3% der aktuellen Wärmenachfrage). Dabei ist zu beachten, dass beide Technologien in Flächenkonkurrenz stehen.

STECKBRIEF BATENHORST

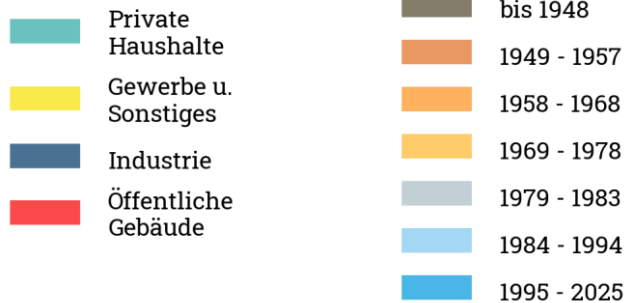
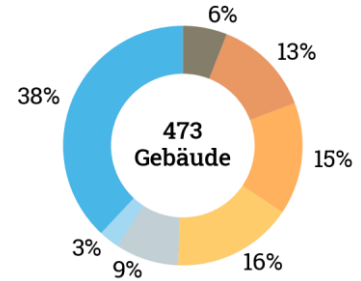
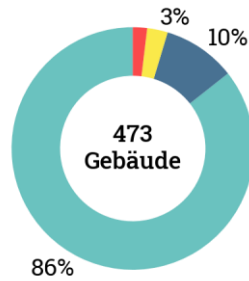


SIEDLUNGSSTRUKTUR



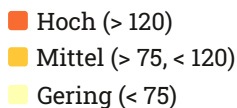
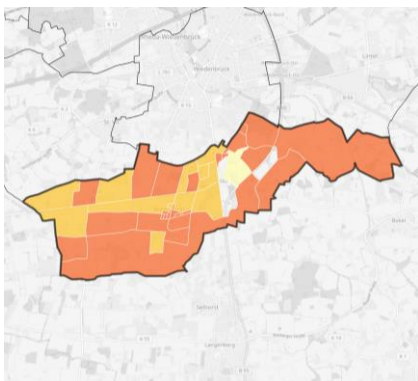
Gebäudenutzfläche [km ²]	0,16
Gesamtfläche [km ²]	16,40
Einfamilienhäuser*	48 %
Einwohnerzahl	1.500

* bezogen auf alle beheizten Gebäude

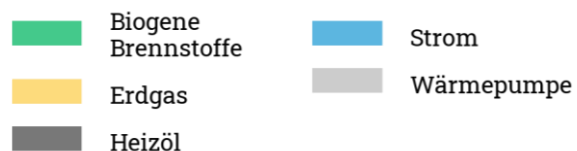
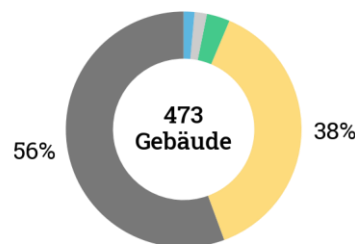


WÄRMEVERSORGUNG

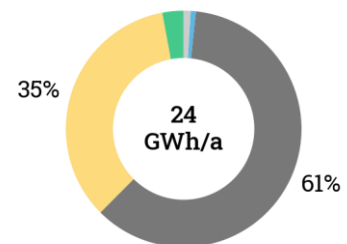
SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



Heizungsstruktur



Endenergienachfrage für Wärmeversorgung



BESTANDSANALYSE

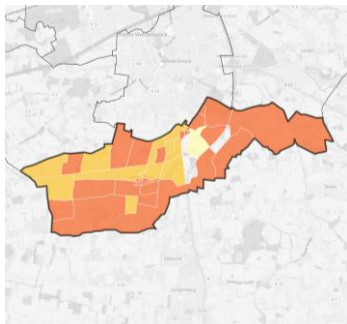
- Heute gibt es noch kein Wärmenetz in Batenhorst.
- Erdgas liefert hier heute rund 35% der benötigten Heizenergie.
- Die THG-Emissionen der Wärmeversorgung liegen bei 6,7 kt CO₂äq/a.

STECKBRIEF BATENHORST

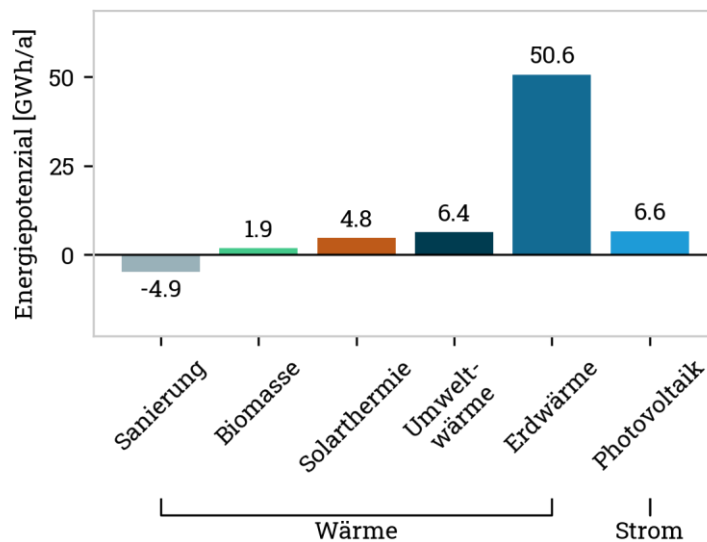
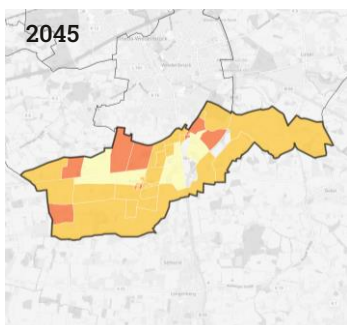


POTENZIALANALYSE

SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



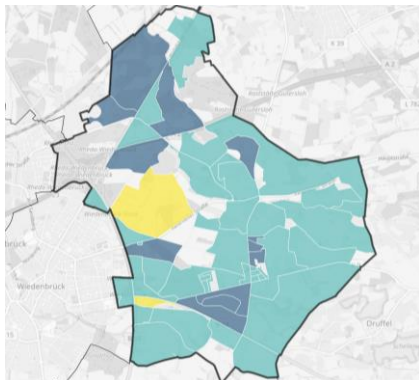
- Hoch (> 120)
- Mittel (> 75, < 120)
- Gering (< 75)



POTENZIALE

- Durch Sanierung kann die aktuelle Wärmenachfrage um 20,3% reduziert werden. Die energetische Modernisierung ist somit eine wichtige Maßnahme zur Umsetzung der Wärmewende in Batenhorst.
- Erd- und Umweltwärme verfügen über ein Potenzial von 56,9 GWh/a, womit 237,3% der aktuellen Wärmenachfrage gedeckt werden kann.
- Das Solarthermie- und Photovoltaikpotenzial beträgt 11,4 GWh/a (47,4% der aktuellen Wärmenachfrage). Dabei ist zu beachten, dass beide Technologien in Flächenkonkurrenz stehen.

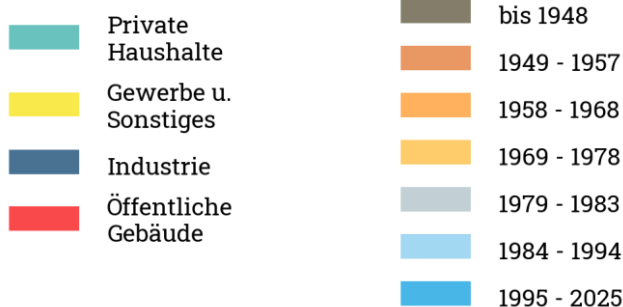
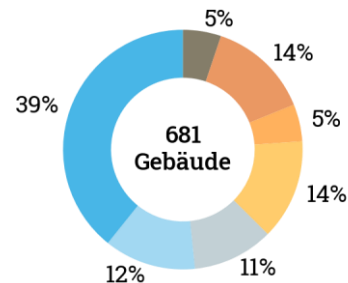
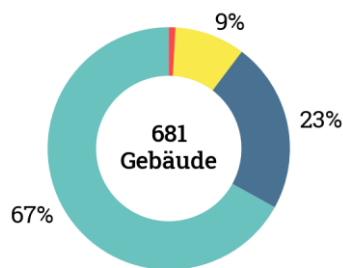
STECKBRIEF LINTEL



Gebäudenutzfläche [km ²]	0,23
Gesamtfläche [km ²]	22,20
Einfamilienhäuser*	42 %
Einwohnerzahl	1.450

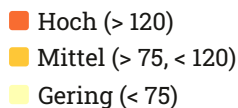
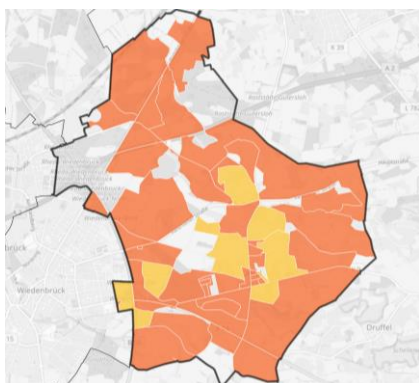
* bezogen auf alle beheizten Gebäude

SIEDLUNGSSTRUKTUR

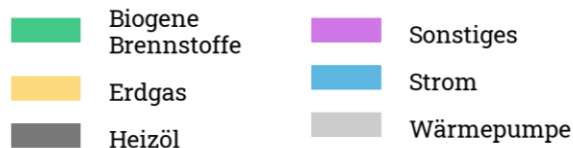
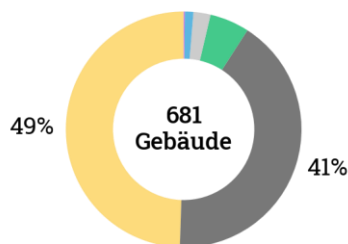


WÄRMEVERSORGUNG

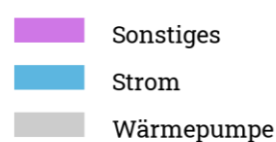
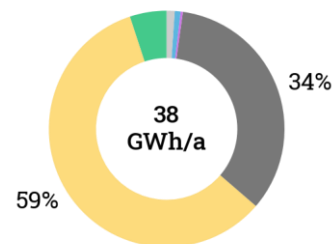
SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



Heizungsstruktur



Endenergienachfrage für Wärmeversorgung



BESTANDSANALYSE

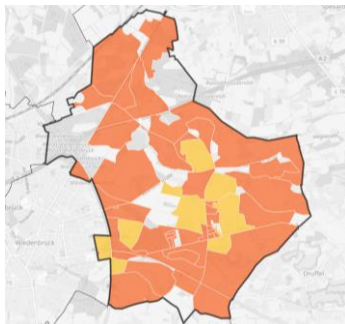
- Heute gibt es noch kein Wärmenetz in Lintel.
- Erdgas liefert hier heute rund 59% der benötigten Heizenergie.
- Die THG-Emissionen der Wärmeversorgung liegen bei 9,8 kt CO₂äq/a.

STECKBRIEF LINTEL

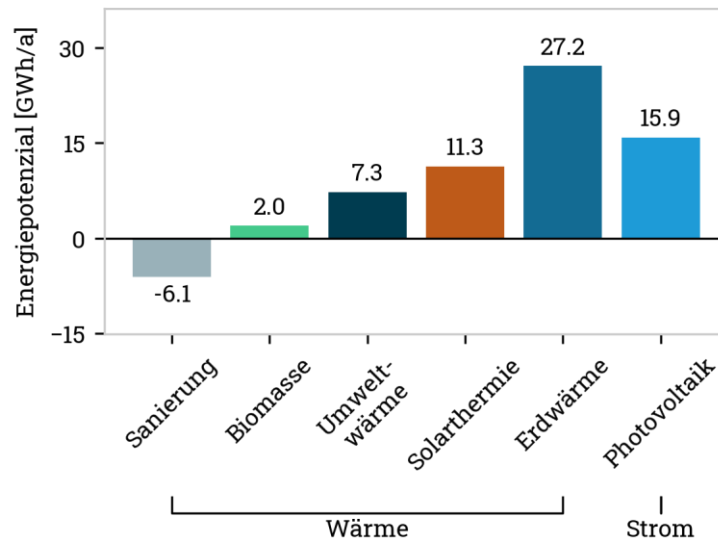
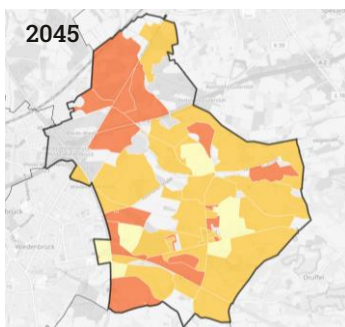


POTENZIALANALYSE

SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



- Hoch (> 120)
- Mittel (> 75, < 120)
- Gering (< 75)



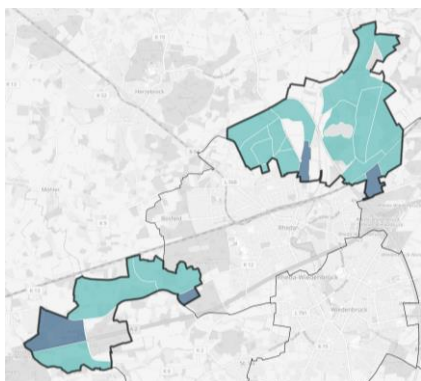
POTENZIALE

- Durch Sanierung kann die aktuelle Wärmenachfrage um 16,1% reduziert werden. Die energetische Modernisierung ist somit eine wichtige Maßnahme zur Umsetzung der Wärmewende in Lintel.
- Erd- und Umweltwärme verfügen über ein Potenzial von 34,5 GWh/a, womit 90,8% der aktuellen Wärmenachfrage gedeckt werden kann.
- Das Solarthermie- und Photovoltaikpotenzial beträgt 27,0 GWh/a (71,2% der aktuellen Wärmenachfrage). Dabei ist zu beachten, dass beide Technologien in Flächenkonkurrenz stehen.

STECKBRIEF NORDRHEDA-EMS

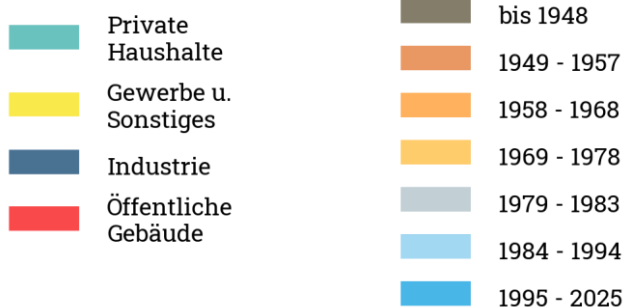
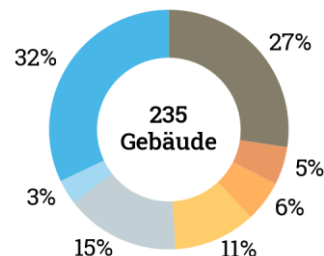
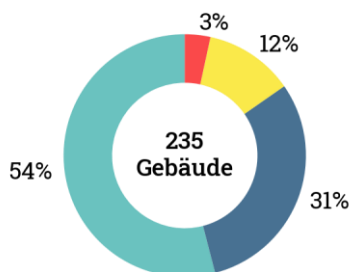


SIEDLUNGSSTRUKTUR



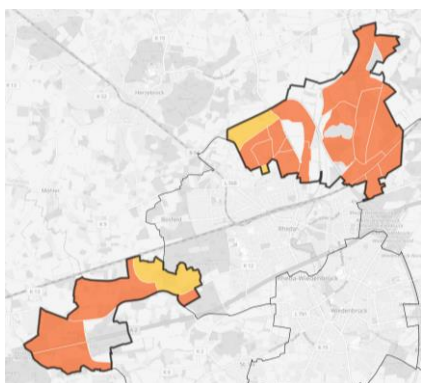
Gebäudenutzfläche [km ²]	0,18
Gesamtfläche [km ²]	14,10
Einfamilienhäuser*	22 %
Einwohnerzahl	400

* bezogen auf alle beheizten Gebäude



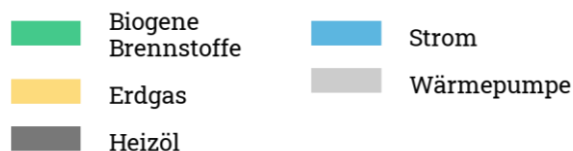
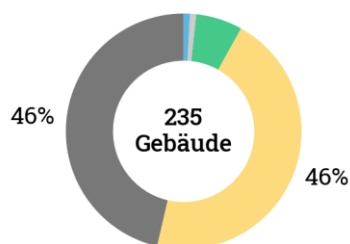
WÄRMEVERSORGUNG

SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a

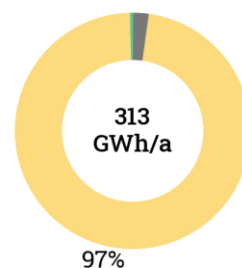


- Hoch (> 120)
- Mittel (> 75, < 120)
- Gering (< 75)

Heizungsstruktur



Endenergienachfrage für Wärmeversorgung



BESTANDSANALYSE

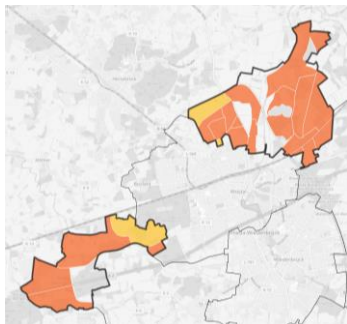
- Heute gibt es noch kein Wärmenetz in Nordrheda-Ems.
- Erdgas liefert hier heute rund 97% der benötigten Heizenergie.
- Die THG-Emissionen der Wärmeversorgung liegen bei 75,5 kt CO₂äq/a.

STECKBRIEF NORDRHEDA-EMS

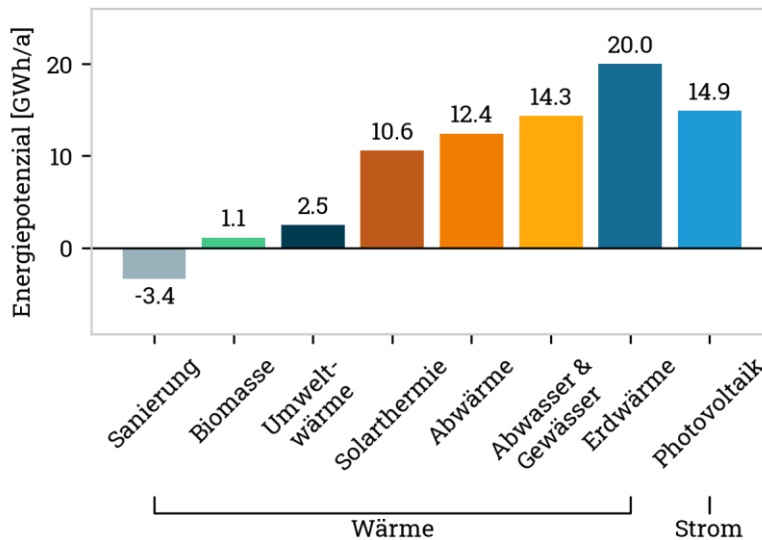
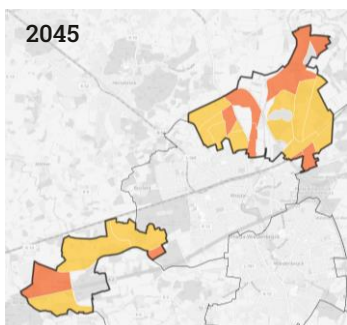


POTENZIALANALYSE

SPEZIFISCHE WÄRMENACHFRAGE in kWh / m²a



- Hoch (> 120)
- Mittel (> 75, < 120)
- Gering (< 75)



POTENZIALE

- Mit 25,2 GWh/a stellt das Photovoltaik- und Solarthermiefpotenzial einen zentralen Bestandteil der erneuerbaren Energieversorgung in Nordrheda-Ems dar. Es ist jedoch zu beachten, dass die beiden Technologien in Flächenkonkurrenz stehen.
- Erd- und Umweltwärme verfügen über ein Potenzial von 22,5 GWh/a, womit 7,2% der aktuellen Wärmenachfrage gedeckt werden kann.
- Das Einsparpotenzial durch Sanierung liegt bei 3,4 GWh/a, das entspricht 1,1% der aktuellen Wärmenachfrage.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Umweltbundesamt, „Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>. [Zugriff am 7 11 2025].
- [2] Bundesgesetzblatt, „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze,“ 2023. [Online]. Available: https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/DE/Downloads/stellungnahmen/waermeplanung/wpg-bgbl.pdf?__blob=publicationFile&v=3. [Zugriff am 7 11 2025].
- [3] RECHT.NRW.DE, „Gesetz zur Einführung einer Kommunalen Wärmeplanung in Nordrhein-Westfalen (Landeswärmeplanungsgesetz NRW -LWPG),“ 2024. [Online]. Available: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?sg=0&menu=0&bes_id=54235&aufgehoben=N&anw_nr=2. [Zugriff am 7 11 2025].
- [4] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, „Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz GEG),“ [Online]. Available: <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/index.html>. [Zugriff am 7 11 2025].
- [5] Bundesgesetzblatt, „Gesetz zur Änderung des Gebäudeenergiegesetzes, zur Änderung des Bürgerlichen Gesetzbuches, zur Änderung der Verordnung über Heizkostenabrechnung, zur Änderung der Betriebskostenverordnung und zur Änderung der Kehr- und Überprüfungsordnung,“ [Online]. Available: <https://www.recht.bund.de/bgbl/1/2023/280/VO>. [Zugriff am 7 11 2025].
- [6] Geobasis NRW, „Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS),“ 2025. [Online]. Available: <https://www.geoportal.nrw/?activetab=portal>. [Zugriff am 7 11 2025].
- [7] OpenStreetMap-Beitragende, „OpenStreetMap,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.openstreetmap.org>. [Zugriff am 7 11 2025].
- [8] infas 360, „infas 360 Datenkatalog,“ 2025. [Online]. Available: <https://datenkatalog.infas360.de/>. [Zugriff am 7 11 2025].
- [9] Bundesstelle für Energieeffizienz, „Die Plattform für Abwärme,“ 18 6 2025. [Online]. Available: https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_datentabelle_excel.html?nn=1616544. [Zugriff am 7 11 2025].

- [10] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wunsch, S. Lengning, S. Lübbers, N. Thamling, I. Ziegenhagen, M. Wunsch, S. Ortner, A. Paar, M. Pehnt, P. Mellwig, B. Ott, P. Radgen und G. Daec, „Leitfaden Wärmeplanung - Technikkatalog,“ ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, et al., Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.
- [11] Bundesverband Wärmepumpen e.V., „Branchenstudie 2025 - Marktentwicklung, Prognosen & Handlungsempfehlungen,“ 2025. [Online]. Available: https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/Branchenstudie_2025_final.pdf. [Zugriff am 7 11 2025].
- [12] F. Dünnebeil, B. Gugel, N. Rogge, L. Schreiner und P. Wachter, „BISKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal,“ Deutsches Institut für Urbanistik (Difu), Agentur für kommunalen Klimaschutz, Berlin, 2024.
- [13] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen, „Kurzdokumentation: Raumwärmebedarfsmodell NRW,“ 2024. [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Kurzdokumentation_Raumwaermebedarfsmodell_WaermestudieNRW.pdf. [Zugriff am 7 11 2025].
- [14] S. Ortner, A. Paar, L. Johannsen, P. Wachter, D. Hering und M. Pehnt et al., „Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche,“ 2024. [Online]. Available: https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/Leitfaden_W%C3%A4rmeplanung_final_17.9.2024_geschh%C3%BCtzt.pdf. [Zugriff am 30 09 2025].
- [15] KfW, „Die Effizienzhaus-Stufen für bestehende Immobilien und Baudenkmale,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Energieeffizient-sanieren/Das-Effizienzhaus/>. [Zugriff am 30 09 2025].
- [16] Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.), „KWW-Technikkatalog Wärmeplanung,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/service/infothek/detail/kww-technikkatalog-waermeplanung-begleitdokument>. [Zugriff am 08 01 2026].
- [17] M. Dr. Peters, T. Steidle und H. Böhnisch, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden,“ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart, 2020.
- [18] Umweltbundesamt, „Umgebungswärme und Wärmepumpen,“ [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/umgebungswaerme-waermepumpen#umgebungsw%C3%A4rme>. [Zugriff am 30 09 2025].

- [19] „Landesbauordnung 2018 – BauO NRW 2018,“ 2025. [Online]. Available: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_text_anzeigen?v_id=74820170630142752068. [Zugriff am 01 12 2025].
- [20] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, „Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm),“ 1998. [Online]. Available: https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26081998_IG19980826.htm. [Zugriff am 01 12 2025].
- [21] FfE, „Heat Pump Potentials (German Communities),“ 28 07 2023. [Online]. Available: <http://opendata.ffe.de/dataset/heat-pump-potentials-german-communities>. [Zugriff am 17 12 2025].
- [22] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Lärmprobleme bei Luftwärmepumpen,“ 09 06 2023. [Online]. Available: https://www.lfu.bayern.de/laerm/gewerbe_anlagen/luftwaermepumpen/index.htm. [Zugriff am 14 01 2026].
- [23] T. Agemar, J. Alten, B. Ganz, J. Kuder, K. Kühne, S. Schumacher und R. Schulz, „The Geothermal Information System for Germany - GeotIS,“ *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, Bd. 165, Nr. 2, pp. 129-144, 2014.
- [24] Geologischer Dienst NRW, „Informationssystem Geothermie von Nordrhein-Westfalen,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geologie/geologie/RK/ISGT/>. [Zugriff am 21 11 2025].
- [25] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, „Geothermie in NRW - Standortcheck: Oberflächennahe Systeme,“ Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, 2025. [Online]. Available: <https://www.geothermie.nrw.de/oberflaechennah>. [Zugriff am 17 11 2025].
- [26] C. Griebler, C. Kellermann, C. Stumpp, F. Hegler, D. Kuntz und S. Walker-Hertkorn, „Auswirkungen thermischer Veränderungen infolge der Nutzung oberflächennaher Geothermie auf die Beschaffenheit des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften – Empfehlungen für eine umweltverträgliche Nutzung,“ Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2015.
- [27] VDI 4640 Verein Deutscher Ingenieure, „Thermische Nutzung des Untergrunds, Blatt 2: Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2019.
- [28] Bundesverband Wärmepumpe e.V., „Absatzzahlen,“ [Online]. Available: <https://www.waermepumpe.de/presse/zahlen-daten/absatzzahlen/>. [Zugriff am 14 01 2026].

- [29] Geologischer Dienst NRW, „Geowissenschaftliche Gemeindebeschreibung NRW: Rheda-Wiedenbrück,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.gd.nrw.de/ggb3/gb754028.htm>. [Zugriff am 21 11 2025].
- [30] O. Conrad, B. Bechtel, M. Bock, H. Dietrich, E. Fischer, L. Gerlitz, J. Wehberg, V. Wichmann und J. Böhner, „System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4,“ *Geosci. Model Dev.*, Bd. 8, pp. 1991-2007, 2015.
- [31] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen, „OpenGeodata.NRW: Solarkataster NRW,“ 2025. [Online]. Available: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/energie/solarkataster/. [Zugriff am 26 11 2025].
- [32] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), „Leitfaden Wärmeplanung,“ Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.
- [33] LIAG-Institut für Angewandte Geothermie, „Geothermisches Informationssystem (GeotIS),“ [Online]. Available: <https://www.geotis.de/homepage/GeotIS-Startpage>. [Zugriff am 30 09 2025].
- [34] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen, „Wärmestudie NRW - Ergebnisse,“ 05 09 2024. [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/waermestudienrw_ergebnisse. [Zugriff am 3 12 2025].
- [35] LANUV, „Kurzdokumentation: Oberflächennahe Geothermie und Mitteltiefe Geothermie (Sonde),“ 05 09 2024. [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Kurzdokumentation_Oberfl%C3%A4chennaheMitteltiefeGeothermie.pdf. [Zugriff am 14 01 2026].
- [36] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, „Daten kommunale Wärmeplanung,“ 18 12 2024. [Online]. Available: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/energie/kwp/. [Zugriff am 14 01 2026].
- [37] Bezirksregierung Arnsberg, „Open.NRW: Bergbauberechtigungen in NRW,“ 2025. [Online]. Available: https://open.nrw/dataset/002d248a-baf5-4524-9ff7-023fecda01bf?utm_source=chatgpt.com. [Zugriff am 18 11 2025].
- [38] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, „Kurzdokumentation: Mitteltiefe & Tiefe Geothermie (Dublette),“ 05 09 2024. [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/Media/Default/Dokumente/Kurzdokumentation_TiefeMitteltiefeGeothermie-Dublette.pdf. [Zugriff am 20 01 2026].
- [39] I. Moeck, „Tiefe Geothermie,“ 2024. [Online]. Available: https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/240207_Einstieg_Moeck_KWW-Spezial_Tiefengeothermie.pdf. [Zugriff am 03 02 2026].

- [40] S. Dr. Fritz und M. Dr. Pehnt, „Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende? (Kurzstudie),“ IFEU, Heidelberg, 2018.
- [41] R. Buri und B. Kobel, „Wärmenutzung aus Abwasser. Leitfaden für Inhaber, Betreiber und Planer von Abwasserreinigungsanlagen und Kanalisationen,“ Bern, 2004.
- [42] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Merkblatt DWA-M 114 - Abwasserwärmenutzung, Hennef: DWA, 2020.
- [43] J. Niederste-Hollenberg, J. Winkler, M. Fritz, L. Zheng, T. Hillenbrand, G. Kolisch, G. Schirmer, J. Borger, H. Doderer und I. Dörrfuß, „Klimaschutz- und Energieeffizienzpotenziale in der Abwasserwirtschaft-aktueller Stand und Perspektiven,“ Umweltbundesamt, Dessau, 2021.
- [44] J. Lehmann, „So wird aus Klärschlamm grüne Fernwärme,“ 2021. [Online]. Available: [https://www.enercity.de/magazin/unsere-welt/thermische-klärschlammverwertung](https://www.enercity.de/magazin/unsere-welt/thermische-klaerschlammverwertung). [Zugriff am 30 09 2025].
- [45] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, „Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung - AbfKlärV),“ [Online]. Available: <https://www.gesetze-im-internet.de/>. [Zugriff am 30 09 2025].
- [46] H. Born, „Wärmestudie NRW: Daten für die Wärmewende, Fachforum 2: Abwasser & Oberflächengewässer,“ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Essen, 2024.
- [47] A. Gaudard, M. Schmid und A. Wüest, „Thermische Nutzung von Oberflächengewässern - Mögliche physikalische und ökologische Auswirkungen der Wärme- und Kältenutzung,“ *Aqua & Gas*, pp. 40-45, 2017.
- [48] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen, „Open.NRW: Gewässerstationierungskarte 3E NRW,“ 2025. [Online]. Available: <https://open.nrw/dataset/c8df6504-f18a-43b1-83ea-f1985b53ff92>. [Zugriff am 20 11 2025].
- [49] Stadt Warendorf, „EmsWärme - Wärmewende in Warendorf,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.warendorf.de/de/bauen/Stadtplanung/emswaerme/>. [Zugriff am 2 12 2025].
- [50] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW, „Elektronische wasserwirtschaftliche Verbundsystem (ELWAS) – Wasserdaten NRW,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.elwasweb.nrw.de/>. [Zugriff am 20 11 2025].
- [51] C. Seidel, L. Ostermann und J. Clausen, „Eine Einführung in die Wärmegewinnung aus Flusswasser,“ Borderstep Institut, Berlin, 2025.

- [52] S. Dr. Stark, F. Uthoff und J. A. Miller, „Leitfaden zur Erschließung von Abwärmequellen für die Fernwärmeversorgung,“ AGFW, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V., Frankfurt am Main, 2020.
- [53] Bundesstelle für Energieeffizienz, „Die Plattform für Abwärme,“ 18.6.2025. [Online]. Available: https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_datentabelle_excel.html?nn=1616544. [Zugriff am 30.09.2025].
- [54] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), „Basisdaten Bioenergie Deutschland 2024,“ 2023. [Online]. Available: https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2023/Mediathek/Broschuere_Basisdaten_Bioenergie_2023_web.pdf. [Zugriff am 14.01.2026].
- [55] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen, „Biomasse-EEG Anlagen NRW,“ 2025. [Online]. Available: <https://open.nrw/dataset/1ac3c1d2-0d34-460e-9445-2084d4f8ed5a>. [Zugriff am 3.12.2025].
- [56] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen, „Klärgas-EEG Anlagen NRW,“ 2025. [Online]. Available: <https://open.nrw/dataset/558f444f-038c-49b5-aa7e-4a03425f9186>. [Zugriff am 3.12.2025].
- [57] Nationaler Wasserstoffrat, „Einordnung von erneuerbarem synthetischem Methan (E-SNG),“ 2025. [Online]. Available: https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/EN/2025/2025-03-13_NWR-Grundlagen-_und-Informationspapier_E-SNG.pdf. [Zugriff am 30.09.2025].
- [58] Bundesnetzagentur, „Positionspapier zur Anwendung der Vorschriften der Einspeisung von Biogas auf die Einspeisung von Wasserstoff und synthetischem Methan in Gasversorgungsnetze,“ 2014. [Online]. Available: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzzugangUndMesswesen/Gas/Einspeisung_Wasserstoff_u_synth_Methan/PosPapier2014.pdf?__blob=publicationFile. [Zugriff am 30.09.2025].
- [59] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Die Nationale Wasserstoffstrategie,“ 2020. [Online]. Available: https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=11. [Zugriff am 30.09.2025].
- [60] Bundesnetzagentur, „Genehmigung eines Wasserstoff-Kernnetzes,“ 2024. [Online]. Available: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/_DL/Genehmigung.pdf?__blob=publicationFile&v=6. [Zugriff am 30.09.2025].
-

- [61] Umweltbundesamt, „Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren>. [Zugriff am 30 09 2025].
- [62] European Heat Pump Association, „European Heat Pump Market and Statistics Report,“ EHPA, Brüssel, 2024.
- [63] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), „BASISDATEN BIOENERGIE DEUTSCHLAND 2024,“ 2023.
- [64] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen, „Open.NRW: Kartenlayer Naturschutzgebiete NRW,“ 2025. [Online]. Available: <https://open.nrw/dataset/ccbf8e5-541d-438e-9f6c-466f4d4646a2>. [Zugriff am 17 11 2025].
- [65] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen, „OpenGeodata.NRW: Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete NRW,“ 2025. [Online]. Available: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/wasser/trinkwasser/wasserschutzgebiete/. [Zugriff am 17 11 2025].
- [66] Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen, „Open.NRW: Kartenlayer Landschaftsschutzgebiete NRW NRW,“ 2025. [Online]. Available: <https://open.nrw/dataset/ef9d0151-7746-44d6-9930-36482ea550cd>. [Zugriff am 17 11 2025].
- [67] ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg; Fraunhofer ISI; Consentec GmbH, „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland – O45 Welten: Gebäudesektor,“ 2024.
- [68] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), „Wärmestudie NRW,“ 2024. [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/waermestudienrw_ergebnisse. [Zugriff am 14 01 2026].
- [69] LANUK, „Wasserschutzgebiete,“ 18 03 2024. [Online]. Available: <https://www.lanuk.nrw.de/themen/wasser/wasserversorgung-und-trinkwasser/wasserschutzgebiete>. [Zugriff am 14 01 2026].



Rheda-
Wiedenbrück
gutes Klima

d-fine