

Kommunaler Wärmeplan Gemeinde Roetgen

Zwischenbericht

Stand 12.05.2025

Impressum

Herausgeber / Copyright

Gemeinde Roetgen
Hauptstraße 55
52159 Roetgen



Gemeinde Roetgen
Tor zur Eifel

bearbeitet durch:



EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH
Landstraße 20
52457 Aldenhoven



Gertec GmbH
Martin-Kremmer-Str. 12
45327 Essen

Aus Gründen der Lesbarkeit wird auf die gendersensible bzw. geschlechtsneutrale Differenzierung, z.B. Bewohner/innen, Klimaschutzmanager/in verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für beide Geschlechter.

Dieser Bericht darf nur unverkürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch die Herausgeber / Verfasser.

Inhalt

Impressum	2
1 Einführung	5
1.1 Aufgabe, Bedeutung und Ablauf der Wärmeplanung	5
1.2 Projektstruktur und Beteiligung	8
1.3 Hinweise für Gebäudeeigentümer	9
2 Eignungsprüfung	10
2.1 Methodik	10
2.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung	10
3 Bestandsanalyse	13
3.1 Methodik	13
3.1.1 Gebäudebestand und Bezugsflächen	13
3.1.2 Einteilung in Baublöcke	13
3.1.3 Bezeichnungen für Energie und Wärme	14
3.1.4 Wärmebedarfsmodell	14
3.1.5 Ermittlung der Wärmeerzeugung aus Solarthermieranlagen	15
3.1.6 Kehrbuchauswertung und Bestimmung der Energieträger	15
3.1.7 Datenabfrage Industrie und Gewerbe	16
3.1.8 Erfassung und Bilanzierung von KWK-Anlagen und PV-Anlagen	16
3.1.9 Endenergiebilanz und Treibhausgasbilanz	16
3.2 Gemeinde- und Gebäudestruktur	17
3.3 Versorgungsstruktur	22
3.3.1 Gasnetz- und Wärmenetzinfrastruktur	22
3.3.2 Dezentrale Erzeugungsanlagen	25
3.3.3 Anlagen zur Stromerzeugung	27
3.4 Wärmebilanz	27
3.5 Endenergiebilanz	32
3.6 Treibhausgasbilanz für den Wärmemarkt	36
4 Potenzialanalyse	38
4.1 Methodik	38
4.2 Dezentrale Potenziale	39
4.2.1 Reduktion des Wärmebedarfs	39
4.2.2 Oberflächennahe Geothermie	47
4.2.3 Umgebungsluft	51
4.2.4 Dachflächen-Solarthermie	52

4.2.5	Dachflächen-Photovoltaik	56
4.3	Zentrale Potenziale	59
4.3.1	Tiefe und mitteltiefe Geothermie	59
4.3.2	Oberflächengewässer	60
4.3.3	Klärwasserwärme	63
4.3.4	Abwasserwärme	65
4.3.5	Unvermeidbare Abwärme	68
4.3.6	Biomasse.....	68
4.3.7	Wasserstoff im Wärmemarkt.....	70
4.3.8	Freiflächen-Solarthermie	70
4.3.9	Freiflächen-Photovoltaik	72
4.3.10	Windkraft.....	74
4.3.11	Wasserkraft	75
4.4	Gesamtpotenzial	76
5	Ausblick.....	78
6	Abkürzungen.....	79
7	Glossar	80
8	Literaturverzeichnis.....	84

1 Einführung

Die Bundesregierung hat mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung für alle Städte eingeführt. Diese muss im Fall der Gemeinde Roetgen mit rd. 8.500 Einwohnern bis spätestens 30.06.2028 erstellt werden. Die Gemeinde Roetgen hat die Notwendigkeit für die kommunale Wärmeplanung frühzeitig erkannt. Sie hatte bereits Anfang 2023 einen Förderantrag bei der Nationalen Klimaschutzinitiative gestellt. So konnte sie zunächst unter Nutzung einer 100%igen Förderung und inzwischen (seit Beschluss des LWPG NRW) finanziert durch Konnexitätsmittel des Landes die EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH (ENERKO) gemeinsam mit der Gertec Ingenieurgesellschaft GmbH (Gertec) beauftragen, die kommunale Wärmeplanung bis zum Herbst 2025 zu erarbeiten.

Die kommunale Wärmeplanung versteht sich als Strategie zur Verwirklichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung und bietet ein langfristiges Planungsinstrument, u.a. aufgrund der im WPG festgelegten Fortschreibungspflicht.

Beim vorliegenden Bericht handelt es sich um einen Zwischenbericht, der aus Anlass der gemäß WPG vorgesehenen Veröffentlichung von Zwischenergebnissen die Inhalte der ersten drei Arbeitsschritte Eignungsprüfung, Bestandsanalyse und Potenzialanalyse zusammenfasst. Auf dieser Basis werden in den nachfolgenden Arbeitsschritten das Zielszenario, die Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen sowie das Verstetigungs- und Controllingkonzept erarbeitet und alle Ergebnisse in einem Endbericht dokumentiert und veröffentlicht.

Die nicht fertiggestellten Teilabschnitte zum Biomasse-Potenzial und zum Potenzial der Abwasserwärme im Kanalnetz werden im Nachgang ergänzt.

1.1 Aufgabe, Bedeutung und Ablauf der Wärmeplanung

Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung (KWP) ist es, einen Pfad zu einer dekarbonisierten Wärmeversorgung des gesamten Gemeindegebiets bis zum gesetzlich vorgegebenen Zieljahr 2045 mit Zwischenzieljahren 2030, 2035 und 2040 zu entwerfen. Hierzu zeigt der Wärmeplan auf, welche Technologien in welchem Umfang in welchen Ortsteilen zum Einsatz kommen könnten und wie sich der Technologie- und Endenergieträgermix bis dahin entwickeln muss. Das Ziel ist es, den vor Ort besten und kosteneffizientesten Weg zu einer klimafreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung zu ermitteln.

Diese Informationen inkl. der Potenziale an Umweltwärme, Abwärme und Wärme aus erneuerbaren Quellen dienen als planerische Grundlage sowohl für die Gemeinde als auch für die künftigen Zielnetzplanungen der Versorgungsunternehmen bzw. Netzbetreiber für Strom und Gas und nicht zuletzt der Gestaltung und Wahl der Schwerpunkte für die öffentlichen Förderprogramme und der zu ergreifenden Maßnahmen. Für die Gebäudeeigentümer liefert der Wärmeplan Erkenntnisse, ob ihr Gebäude in einem Wärmenetzgebiet oder in einem Gebiet für die dezentrale Versorgung liegt (vgl. auch Abschnitt 1.3 Hinweise für Gebäudeeigentümer).

Die Vorgehensweise der Wärmeplanung ist durch die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) sowie des zugehörigen Leitfadens Wärmeplanung [1] definiert und beinhaltet die folgenden Prozessschritte:

- die Eignungsprüfung;
- die Bestandsanalyse;
- die Potenzialanalyse;
- die Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios, inklusive der Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und der Darstellung

der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2045 sowie der Stützjahre 2030 / 2035 / 2040 sowie

- die Entwicklung einer Umsetzungsstrategie mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen, die innerhalb des beplanten Gebiets zur Erreichung des Zielszenarios beitragen sollen.

Zusätzlich ist die planungsverantwortliche Stelle nach WPG dazu verpflichtet, die Umsetzungsfortschritte zu überwachen, den Wärmeplan spätestens alle fünf Jahre zu überprüfen und fortzuschreiben. Deshalb dient - ergänzend zu den dargestellten fünf zentralen Arbeitsschritten die Verstetigungsstrategie und das Controlling dazu, die Umsetzung fortlaufend zu begleiten, zu überprüfen und anzupassen. Nach LWPG NRW sind dabei Datenerhebungs- und Anzeigepflichten des Landes NRW an das LANUV zu berücksichtigen.

Der heutige und zukünftige Kältebedarf zur Kühlung von Gebäuden und Prozesskälte werden im Rahmen der KWP nicht behandelt.

Die einzelnen Bausteine, die sich auch in der Struktur des Berichtes wiederfinden, sind in der folgenden Grafik dargestellt.

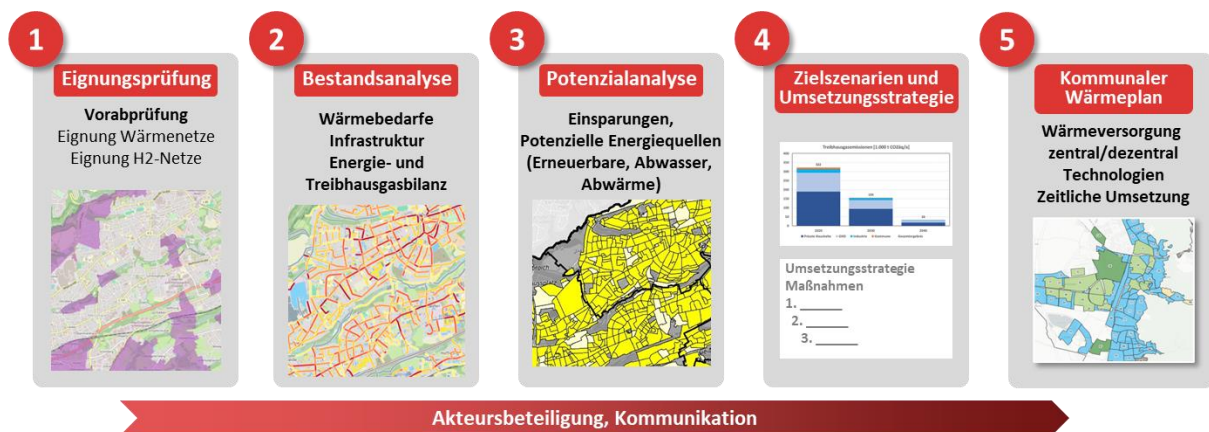


Abbildung 1: Arbeitsschritte der Kommunalen Wärmeplanung (Quelle: eigene Darstellung ENERKO)

Die Umgestaltung des Wärmemarktes ist ein dynamischer Prozess, der in den kommenden Jahren stetig nachgeschärft werden muss – daher hat der Gesetzgeber eine Verpflichtung zur periodischen Fortschreibung der KWP spätestens alle fünf Jahre vorgesehen (vgl. § 25 WPG). Im Rahmen des Zielszenarios wird daher ein aus heutiger Sicht denkbarer und technisch-energetisch sinnvoller Entwicklungspfad skizziert, mit dem das Ziel der Klimaneutralität erreicht werden kann.

Einen Teilbaustein zur Erreichung dieses Ziels stellt der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze auf Basis klimaneutraler Energiequellen dar. Derzeit wird dieses Potenzial in Roetgen nur von der Gemeinde zur Versorgung mehrerer kommunaler Gebäude aus einer Holzhackschnitzelanlage genutzt. Es ist zu untersuchen, ob die Versorgung aus Wärmenetzen in Roetgen ausgebaut werden kann und welche regenerativen Energiequellen wie Abwasserwärme, Geothermie und Umweltwärme dabei genutzt werden können.

Eine weitergehende Überprüfung auf die tatsächliche Erschließbarkeit und Wirtschaftlichkeit der beschriebenen Wärmenetz-Potenziale im Detail ist auf dieser übergeordneten strategischen Planungsebene nicht leistbar und muss daher nachfolgenden Planungsebenen vorbehalten bleiben (Machbarkeitsstudien sowie anschließende konkrete Umsetzungsplanungen).

Zur Abbildung der Entwicklung des Technologiemixes wurde das Gemeindegebiet Roetgen in Teilgebiete (Quartiere) aufgeteilt, die sich an den Gemeindebezirksgrenzen, Fluren/Flurstücken, Bebauungs-/Baublock- und Straßenstruktur orientieren. Innerhalb dieser Teilgebiete wurden Auswertungen bzgl. der Eignung für eine zentrale bzw. dezentrale Versorgung unter Berücksichtigung der verschiedenen Beheizungstechnologien vorgenommen und die Anteile der

einzelnen Technologien gemäß ihrer Anzahl und dem prozentualen Anteil in den Gebieten ermittelt. Adressscharfe Auswertungen können in diesen Bericht aus Datenschutzgründen nicht veröffentlicht werden und sind somit aggregiert dargestellt.

WÄRMEVERSORGUNGSGBIETE

Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, das Gemeindegebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete einzuteilen. Das Wärmeplanungsgesetz unterscheidet vier verschiedene Kategorien von Gebieten:

Wärmenetzgebiet

Ein Teilgebiet, in dem ein Wärmenetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll. Die Versorgung über ein Wärmenetz wird als zentrale Versorgung klassifiziert. Dabei können mit dem Begriff Wärmenetz sowohl Fern- als auch Nahwärmenetze gemeint sein. Wärmenetze versorgen definitionsgemäß mehr als 16 Gebäude oder mehr als 100 Wohneinheiten. Kleinere Netze werden als Gebäudenetz bezeichnet. Gebäudenetze müssen lt. WPG nicht als Wärmenetzgebiet gekennzeichnet werden.

Wasserstoffnetzgebiet

Ein Teilgebiet, in dem ein Wasserstoffnetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wasserstoffnetz zum Zweck der Wärmeerzeugung versorgt werden soll.

Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung

Ein Teilgebiet, das überwiegend nicht über ein Wärme- oder ein Gasnetz versorgt werden soll.

Prüfgebiet

Ein Teilgebiet, das nicht in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet nach den drei oben beschriebenen Kategorien eingeteilt werden soll, weil die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll.

In den Übersichtskarten werden die Gebiete gemäß der überwiegend ermittelten Versorgungsart farblich gekennzeichnet. Im Ergebnis sind die Eignungsgebiete daher nicht als Nutzungsgebiete mit ausschließlich einer möglichen Versorgungsart zu verstehen, sondern lediglich als Areale, die eine mehrheitliche Eignung für bestimmte Versorgungsoptionen aufweisen. In den meisten Bereichen wird es neben der überwiegend ermittelten Versorgungsart auch weiterhin parallele Versorgungslösungen anderer Technologien geben, beispielsweise bereits vorhandene Luftwärmepumpen oder Pelletanlagen in einem späteren Wärmenetzausbaubereich.

Die Quartiere sind durch Straßenzüge unterteilt. In der späteren konkreten Wärmenetzausbauplanung werden an den Rändern der Quartiere die angrenzenden Gebiete und insbesondere gegenüberliegenden Straßenseiten mit untersucht. Zudem werden die Wärmenetzgebiete hinsichtlich ihrer Eignung und der Umsetzbarkeit der regenerativen Wärmequellen noch einmal detailliert überprüft. Die im Rahmen der Potenzialanalyse und des Zielszenarios erfolgte gebietsweise Abgrenzung der Wärmenetzeignungsgebiete stellt insofern nur die grundlegenden strategischen Planungsüberlegungen der Gemeinde dar und ist nicht zwingend deckungsgleich mit den später konkret zu beplanenden Wärmenetzausbaubereichen.

Generell muss angemerkt werden, dass ein Wärmeplan eine Leitlinie ist und – anders als Bebauungspläne oder Flächennutzungspläne – keine unmittelbare Rechtswirkung nach sich zieht, d.h. dass ein Wärmeplan „keine rechtliche Außenwirkung und [...] keine einklagbaren Rechte oder Pflichten begründet“ (§ 23 WPG).

Zusammenfassend soll die Wärmeplanung für die Gemeinde Roetgen leisten:

- eine Strategie für die klimaneutrale, sichere und wirtschaftliche Wärmeversorgung,
- die Festlegung von Eignungsgebieten für Wärmenetze, Wasserstoffverteilnetze und die dezentrale Versorgung mit Zielvorgaben für den Wärmenetzausbau und die Umstellung auf erneuerbare Wärmeerzeugung und
- die Priorisierung von Maßnahmen zur Erreichung des Ziels der klimaneutralen Wärmeversorgung sowie von Leitlinien für die Gemeindeentwicklung und Gemeindeplanung.

Die Umsetzung der Wärmeplanung ist stark abhängig von den finanziellen Rahmenbedingungen der Gemeinde, von Investitionen möglicher Wärmenetzbetreiber und vor allem der Gebäudeeigentümer und Bürger der Gemeinde und ihren finanziellen Möglichkeiten, von der Baukostenentwicklung, von den (künftigen) Fördermitteln von Bund und Land, der Verfügbarkeit von Fachplanern und -firmen u.v.m. Die erforderlichen Baumaßnahmen können sich vorübergehend auf den Verkehr auswirken und Wechselwirkungen mit anderen Infrastrukturmaßnahmen sind zu berücksichtigen. Deshalb kann die Wärmeplanung nicht leisten:

- Ausbaugarantien für dargestellte Wärmenetzgebiete,
- Anschluss- und Termingarantien an Wärmenetze,
- Beschluss und Durchführung aller vorgeschlagenen Maßnahmen.

1.2 Projektstruktur und Beteiligung

Die kommunale Wärmeplanung für Roetgen wird im Rahmen eines umfassenden Beteiligungsprozesses erstellt, um die Erhebung und Berücksichtigung aller notwendigen Daten als auch die Abstimmung der Ergebnisse des Wärmeplans abzusichern.

Die Gemeindeverwaltung übernimmt im Rahmen der Wärmeplanung gemäß Vorgabe des Wärmeplanungsgesetzes die Funktion als planungsverantwortliche Stelle. Die Projektleitung hat demnach die Gemeindeverwaltung Roetgen inne, vertreten durch den Fachbereich 6 (Bauverwaltung) und die Klimaschutzmanagerin. Die Gemeindeverwaltung hat im Rahmen eines Vergabeverfahrens den Auftrag an die EEB Enerko GmbH (Enerko) gemeinsam mit der Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft (Gertec) vergeben.

Da es sich um einen übergreifenden Prozess handelt, erfolgt ein kontinuierlicher Informationsaustausch und Abstimmung innerhalb einer Steuerungsgruppe bestehend aus:

- Gemeindeverwaltung Roetgen
- Regionetz GmbH als Betreiberin des Erdgasnetzes
- Westnetz GmbH als Betreiberin des Stromverteilungsnetzes
- Enerko mit Gertec Auftragnehmer

Um die Bürgerinnen und Bürger laufend über die Ziele und Inhalte sowie die Entscheidungen der Wärmeplanung transparent und zeitnah zu informieren, werden mehrere Beteiligungsschritte angeboten.

Die erste Beteiligung der Öffentlichkeit erfolgt in einer öffentlichen Veranstaltung am 14. Mai 2025 mit Offenlegung der hier vorliegenden Zwischenergebnisse. Im Herbst 2025 folgt eine zweite Informationsveranstaltung mit Veröffentlichung der Ergebnisse der weitergehenden Planerstellung.

Die zuständigen Fachausschüsse des Gemeinderates werden in den Prozess eng eingebunden und über Ergebnisse informiert und ihnen die Möglichkeit zur Beratung gegeben. Die Entscheidung über den kommunalen Wärmeplan obliegt final dem Gemeinderat.

1.3 Hinweise für Gebäudeeigentümer

Die Entscheidung über die eingesetzte Technik bei Austausch der bestehenden, fossilen Heizung verbleibt in der Regel bei den Eigentümern der Gebäude. In diese Entscheidung fließen nicht nur die technisch-organisatorischen Rahmenbedingungen ein (technische Eignung für ein Gebäude, Verfügbarkeit von Flächen und Energieträgern, Genehmigungsfragen), sondern auch die Kostenseite, sowie die Abstimmung mit ggf. erforderlichen Maßnahmen der Gebäudesanierung.

Bisher beschränkte sich der Ersatz von Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden überwiegend auf Modernisierungen bzw. Kessel- oder Brennertausch unter Beibehaltung des fossilen Energieträgers oder Wechsel z.B. von Heizöl auf Erdgas. Der erforderliche Zeitpunkt für eine Umstellung der Heizungsanlage und auch die Wahl des Energieträgers wird aufgrund des gesetzgeberischen Rahmens aus dem neuen Gebäudeenergiegesetz (GEG) aber künftig stärker beeinflusst werden als es bislang der Fall war.

Eine gebäudescharfe Beurteilung oder Einzelempfehlungen an die Eigentümer für eine bestimmte Heizungstechnologie ist weder gewollt noch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Roetgen leistbar. Auch kann keine adressscharfe Vorabprüfung der Genehmigungssituation für individuelle Adressen und Technologien vorgenommen werden – zumal sich die gesetzlichen und ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen im Laufe des Entwicklungsprozesses bis 2045 ändern können.

Wenn in den einzelnen Gebieten konkrete Heizungserneuerungen anstehen, bestehen für Gebäudeeigentümer mehrere Beratungsmöglichkeiten durch Energieberater, die Verbraucherzentrale NRW, Energieversorger sowie Sanitär-/Heizungshandwerk und Einrichtungen wie altbau plus e.V., ein gemeinnütziger Verein zur Beratung zu Themen wie Sanierung und Modernisierung von Wohngebäuden in Aachen und Umgebung ([altbau plus – Infoservice energiesparendes Sanieren](#)). Für Gebiete bzw. Adressen, die in möglichen Wärmenetzgebieten liegen oder an diese angrenzen – z.B. gegenüberliegende Straßenseite – wird empfohlen, vor Entscheidung für eine dezentrale Sanierungslösung die Möglichkeit eines künftigen Wärmenetzanschlusses durch Anfrage bei der Gemeinde oder beim Wärmenetzbetreiber zu prüfen.

2 Eignungsprüfung

2.1 Methodik

Im Rahmen des ersten Planungsschrittes – der Eignungsprüfung – wird das Gemeindegebiet Roetgen auf Teilgebiete untersucht, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen. In Abgrenzung zum GEG gelten gemäß WPG alle Netze, die mehr als 16 Gebäude oder mehr als 100 Wohneinheiten versorgen, als Wärmenetze. Kleinere Netze gelten gemäß GEG als Gebäudenetze und werden im kommunalen Wärmeplan als dezentrale Lösungen ausgewiesen.

Die Kriterien für die fehlende Eignung zur Versorgung über ein Wärmenetz bzw. Wasserstoffnetz sind lt. § 14 WPG:

Fehlende Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz:

1. In dem beplanten Gebiet besteht derzeit kein Wärmenetz und es liegen keine konkreten Anhaltspunkte für nutzbare Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme vor, die über ein Wärmenetz nutzbar gemacht werden können und
2. Aufgrund der Siedlungsstruktur und des daraus resultierenden voraussichtlichen Wärmebedarfs ist davon auszugehen, dass eine künftige Versorgung des Gebiets oder Teilgebiets über ein Wärmenetz nicht wirtschaftlich sein wird.

Fehlende Eignung für die Versorgung durch ein Wasserstoffnetz:

1. In dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet besteht kein Gasnetz und es liegen entweder keine konkreten Anhaltspunkte für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff vor oder die Versorgung eines neuen Wasserstoffverteilnetzes über darüberliegende Netzebenen erscheint nicht sichergestellt oder
2. In dem beplanten Gebiet oder Teilgebiet besteht ein Gasnetz, aber insbesondere aufgrund der räumlichen Lage, der Abnehmerstruktur des beplanten Gebiets oder Teilgebiets und des voraussichtlichen Wärmebedarfs kann davon ausgegangen werden, dass die künftige Versorgung über ein Wasserstoffnetz mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht wirtschaftlich sein wird.

Für ein Gebiet oder Teilgebiet, für das die o.g. Kriterien zutreffen, kann gem. WPG eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden mit Verzicht auf eine detaillierte Bestandsaufnahme und die detaillierte Einteilung in Versorgungsgebiete. Das identifizierte Gebiet wird auf Flurebene im Wärmeplan als voraussichtliches Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung ohne weitere Untergliederung gekennzeichnet.

2.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung

Hinsichtlich der Prüfung auf Eignungsgebiete für die Versorgung aus einem Wasserstoffnetz ergibt sich ausgehend vom gegenwärtigen Stand der Wasserstoffnetzstrategie des Bundes und der Einschätzung des Gasnetzbetreibers Regionetz GmbH folgende Situation:

- Gemäß dem Antrag der Gas-Fernleitungsnetzbetreiber an die Bundesnetzagentur (BNetzA) zum Aufbau eines Wasserstoff-Kernnetzes vom 22.07.2024 soll das Wasserstoff-Kernnetz in rd. 10 km Entfernung zum Gemeindegebiet Roetgen eine Neubau-Transportleitung von Eynatten bis zum Kraftwerksstandort Weisweiler enthalten. Der Antrag enthält aber für das Gemeindegebiet Roetgen keine Projekte zur Wasserstoffausspeisung zur Dekarbonisierung für die Industrie (große Erdgas-Ankerkunden) oder zur Wasserstoffeinspeisung (z.B. durch Elektrolyseanlagen) bzw. für Wasserstoffspeicher.

- Der Gasnetzbetreiber Regionetz sieht derzeit keine Anzeichen für eine künftige Verfügbarkeit von Wasserstoff auf Verteilnetzebene im Gemeindegebiet.

Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen der Wärmeplanung im Folgenden davon ausgegangen, dass zur Transformation der Wärmeversorgung hin zur CO₂-Neutralität für Roetgen keine flächendeckende Versorgung aus einem Wasserstoffverteilnetz möglich sein wird.

Die Eignungsprüfung hinsichtlich der Versorgung durch ein Wärmenetz oder Wasserstoffverteilnetz wurde nicht, wie im WPG vorgesehen, als erster Schritt vor der Bestandsanalyse, sondern unter Hinzuziehung der Erkenntnisse aus der flächendeckenden Bestandsanalyse für das Gemeindegebiet durchgeführt. Als Bewertungskriterien konnten hierdurch neben der Siedlungsstruktur die ermittelten Wärmebedarfe und Wärmelinienindichten herangezogen werden. Damit wurde ein höherer Detaillierungsgrad der Eignungsbewertung für Wärmenetze erzielt als bei bloßer Einschätzung des „voraussichtlichen“ Wärmebedarfs gem. § 14 WPG.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Grafik zeigt die voraussichtlichen Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung, die im Rahmen der Eignungsprüfung ermittelt wurden und für die im Rahmen der Zielszenarios keine detaillierteren Untersuchungen hinsichtlich der Wärmenetzeignung vorgenommen werden.

Die Prüfung erfolgte auf Basis der Einteilung des Gemeindegebiets in Flurstücke. Die ausgewiesenen Gebiete erstrecken sich nahezu über das gesamte Gemeindegebiet. Ausgenommen sind kleinere Gebiete in Roetgen, Rott und Mulartshütte, für die aufgrund ihrer Wärmedichte bzw. Wärmelinienindichte die Eignung für Wärmenetze nicht direkt ausgeschlossen werden kann. Hierzu gehören bspw. der Bereich rund um das Rathaus, in dem bereits ein kleines Wärmenetz vorhanden ist, das Kerngebiet Roetgens entlang der B 258, das Gewerbegebiet westlich der B 258 und das Neubaugebiet Grepp II.

Für alle übrigen Gebiete in der Gemeinde ist von einer dezentralen Wärmeerzeugung auf Gebäudeebene auszugehen. Die flächen- und bedarfsbezogenen Anteile der dezentral zu versorgenden Gebiete an der gesamten Fläche bzw. am gesamten Wärmebedarf im Gemeindegebiet sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Wie die Ergebnisse zeigen, umfassen die für die dezentrale Wärmeversorgung identifizierten Gebiete flächenmäßig annähernd das gesamte Gemeindegebiet sowie rd. 69 % aller Energiebezugsflächen bzw. rd. 69 % des gesamten Wärmebedarfs.

Tabelle 1: Flächen- und bedarfsbezogene Anteile der dezentralen Versorgungsgebiete gem. Eignungsprüfung

Anteile dezentraler Versorgungsgebiete gem. Eignungsprüfung in Roetgen gesamt	
Gesamtfläche	99,9%
Energiebezugsfläche	69,2%
Wärmebedarf	69,2%

Ergänzend wird an dieser Stelle auf folgende Zusammenhänge hingewiesen:

1. Die hier ausgewiesenen Gebiete für die dezentrale Versorgung eignen sich zwar nicht für die Versorgung aus Wärmenetzen im Sinne WPG, können aber Gebäude(gruppen) enthalten, die für ein Gebäudenetz gem. GEG geeignet sind.
2. Innerhalb der nicht für Wärmenetze geeigneten Gebiete sind teilweise Potenziale für die regenerative Wärmeerzeugung vorhanden, z.B. Freiflächen für Solarthermie, oberflächennahe Geothermie oder Kläranlagen. Diese werden im Rahmen der Potenzialermittlung miterfasst und im Zielszenario ggf. für die Nutzung in Wärmenetzen in angrenzenden Gebieten berücksichtigt.

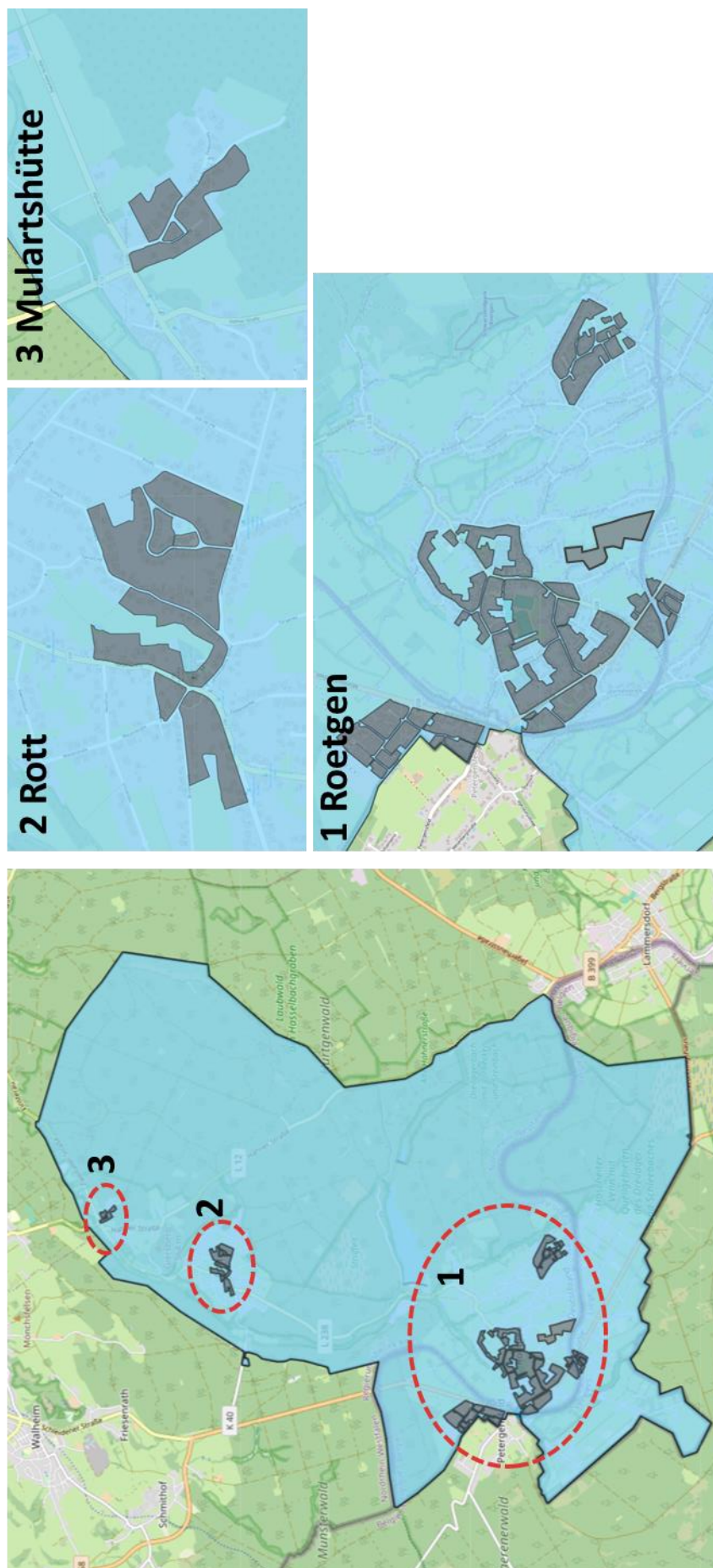


Abbildung 2: Darstellung der Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung gemäß Eignungsprüfung

3 Bestandsanalyse

3.1 Methodik

Die Bestandsanalyse der Wärmeplanung erfordert eine umfangreiche Datenbasis. Einen Überblick über die erhobenen Daten und die daraus abgeleiteten flächen- und gebietsbezogenen Kennzahlen Strukturdaten zeigt die Abbildung 3.

Bestandsanalyse – Datenbasis

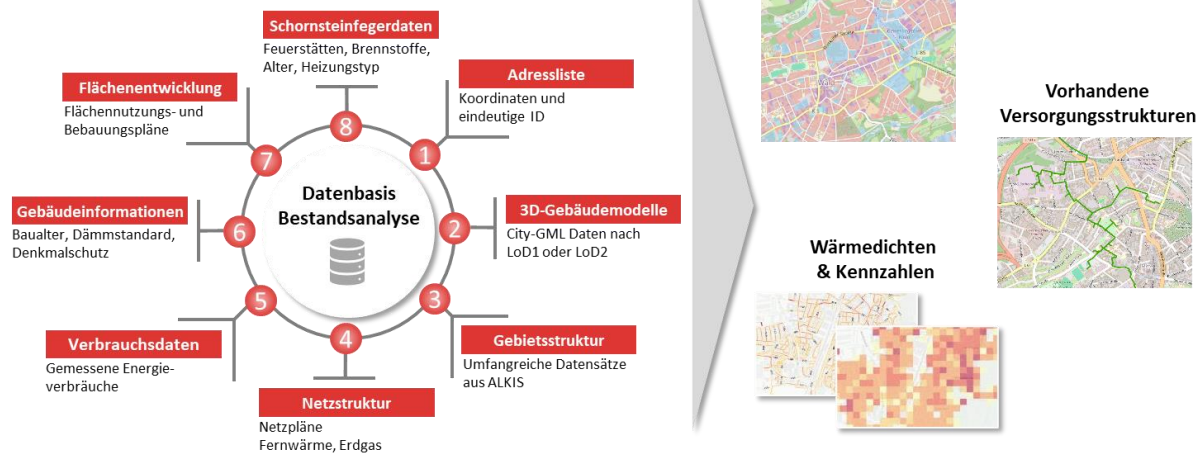


Abbildung 3: Darstellung Bilanzgrenzen Wärmebedarf, Endenergie und Primärenergie

3.1.1 Gebäudebestand und Bezugsflächen

Grundlage für den Gebäudebestand der Gemeinde Roetgen ist das Raumwärmebedarfsmodell NRW des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [2] mit den Grundflächen aller Gebäude in Roetgen (Stand 03/2019, rd. 9.270 Gebäude). Im KWP werden nur beheizte Gebäude berücksichtigt (rd. 5.450 Gebäude). Nicht beheizte Gebäude sind bspw. Garagen, Schuppen, Gartenhäuser, Schutzhütten oder Umformer.

Für die beheizten Gebäude liegen Angaben zur Nettogrundfläche bzw. zur Nutz- oder Wohnfläche vor. Diese wurden einheitlich auf die Energiebezugsfläche (EBZ) umgerechnet. Die Summe der Energiebezugsflächen beträgt rund 0,7 Mio. m².

Neubaugebiete, die seit 2019 zwischenzeitlich entstanden sind, werden hinsichtlich ihres Wärmebedarfs über die erfassbaren Endenergieverbrauchsdaten berücksichtigt. Die Gebäudeflächen können hierbei nicht erfasst werden.

Zur Reduktion der Komplexität des Datenmodells und da viele Informationen ohnehin nur adressscharf vorliegen, werden sämtliche beheizten Gebäude mit derselben Adresse zu einem Datenpunkt aggregiert. Die Anzahl Adressen mit beheizten Gebäuden liegt bei 3.120. Im weiteren Verlauf werden die Begriffe „Gebäude“ und „Adresse“ teilweise synonym verwendet.

3.1.2 Einteilung in Baublöcke

Ein Baublock wird von mehreren Straßen bzw. Straßenabschnitten und natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und weist eine möglichst homogene Struktur auf. Baublöcke sind im KWP die kleinste räumliche Aggregationseinheit. Als Grundlage wurden die Daten zur kommunalen Wärmeplanung des LANUV verwendet. Da aus Datenschutzgründen nur Ergebnisse aus der Aggregation von mindestens fünf Gebäuden dargestellt werden dürfen, wurden

ausschließlich Baublöcke dargestellt, die mindestens fünf beheizte Gebäude enthalten. Die räumlichen Darstellungen im Rahmen des KWP enthalten für Roetgen insgesamt 414 Baublöcke.

3.1.3 Bezeichnungen für Energie und Wärme

Die Ermittlung der Energie und Treibhausgasbilanz erfolgt im Bottom-Up-Verfahren ausgehend vom Wärme- und Endenergiebedarf auf Gebäudeebene unter stufenweiser Aggregation auf Adressebene, Ortsteilen und Gemeindeebene und weitere Zwischenstufen (Baublockebene, Straßenabschnittsebene etc.).

Zur Erläuterung der im Folgenden häufig verwendeten Begriffe Primärenergiebedarf, Endenergiebedarf und Wärmebedarf sind in Abbildung 4 die verschiedenen Bilanzgrenzen und die Begriffsverwendung dargestellt mit:

- Nutzwärmebedarf = Summe aus Wärmebedarf für die Beheizung eines Gebäudes und die Trinkwarmwasserbereitstellung (sowie Prozesswärme im Industriesektor).
- Erzeugernutzwärme = von der Erzeugungsanlage im Gebäude bereitgestellte Wärme
- Endenergiebedarf = Energiebereitstellung frei Gebäudegrenze (z.B. gelieferte Gasmenge) unter Berücksichtigung des jeweiligen Energieträgers und der zum Einsatz kommenden Umwandlungstechnik bzw. Heizungstechnik. Der Endenergiebedarf kann fossile oder regenerative Energieträger oder auch (regenerativen) Strom oder Wärmelieferung aus einem Netz umfassen.
- Primärenergiebedarf = Einsatz fossiler oder regenerativer Energieträger inkl. aller Umwandlungs- und Verteilungsverluste (z.B. bei zentralen Erzeugungsanlagen und Versorgung über ein Wärmenetz) zur Deckung des Wärmebedarfs des Gebäudes.

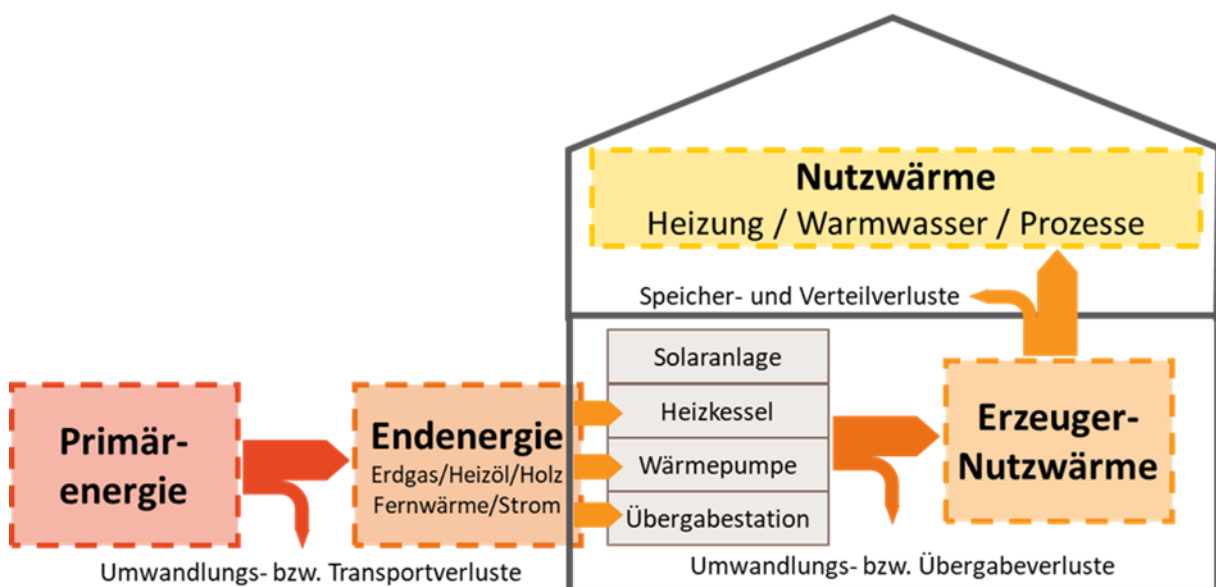


Abbildung 4: Darstellung Bilanzgrenzen Wärmebedarf, Endenergie und Primärenergie

3.1.4 Wärmebedarfsmodell

Für alle beheizten Gebäude wurden die rechnerischen Wärmebedarfswerte des Raumwärmebedarfsmodells NRW des LANUV auf Adressebene mit Unterscheidung von Raumwärme und Wärme für Trinkwarmwasser (TWW) zusammengestellt. Diese bilden die Basis

für den Wärmebedarf für die auf Basis nicht leitungsgebundener Heizenergieträger versorgten Gebäude (Heizöl, Flüssiggas, Holz etc.).

Für die leitungsgebunden versorgten Gebäude wurden die Wärmebedarfsdaten über die Auswertung der Verbrauchsdaten wie folgt nachgeschärft:

Grundlagen für die verwendeten gemessenen Endenergieeinsatzmengen sind

- Daten der Regionetz aus der Verbrauchsabrechnung für die Erdgaslieferung (Jahresmengen 2022 und 2023)
- Daten der Westnetz aus der Verbrauchsabrechnung für die Stromlieferung mit Unterscheidung nach Wärmepumpentarif bzw. Nachtspeicher (Jahresmengen 2023)

Diese Daten beinhalten keine personenbezogenen Daten. Die Datenerhebung bei Mehrfamilienhäusern erfolgt adressbezogen, bei Einfamilienhäusern nur aggregiert für mindestens fünf benachbarte Hausnummern oder Anschlussnutzer, Messeinrichtungen oder Übergabepunkte. Die Verbrauchswerte wurden über die erhobenen Jahre gemittelt und einer Witterungsbereinigung unterzogen (Klimadaten gem. Klimadatentool des Instituts für Wohnen und Umwelt, Jahre 2022 und 2023 im Vergleich zum 20-jährigen Mittel 2004 bis 2023). Zur Ermittlung der Wärmebedarfe der leitungsgebunden versorgten Gebäude wurden die Verbrauchsdaten mittels typischer Jahresnutzungsgrade umgerechnet. Die hieraus resultierenden Wärmebedarfe entsprechen dem tatsächlichen Bedarf in Roetgen besser als die rein rechnerischen Wärmebedarfsdaten aus dem LANUV-Modell. Sie wurden daher für alle Adressen mit leitungsgebundener Endenergieversorgung für Wärme (Erdgas, Strom), an Stelle der Wärmebedarfsdaten aus dem LANUV-Modell angesetzt.

Die Wärmeverbrauchsdaten der Gebäude, die aus dem Wärmenetz Rathaus/Gemeinschaftsgrundschule wurden von der Gemeinde Roetgen für das Jahr 2023 bereitgestellt und angesetzt.

Für Adressen, die aus Wärmepumpen versorgt werden, wurde aus dem Bohrkataster NRW des geologischen Dienstes NRW die Anzahl und Lage der Erdwärmepumpen ermittelt. Für die übrigen Wärmepumpen wurden Luftwärmepumpen als Technologie unterstellt. Für die Umrechnung vom Strombedarf in den Wärmebedarf wurden Jahresarbeitszahlen (JAZ) gem. dem Technikatalog des BMWK angesetzt (Jaz 2,6 für Luftwärmepumpen bzw. 4 für Erdwärmepumpen)

3.1.5 Ermittlung der Wärmeerzeugung aus Solarthermieranlagen

Verbrauchsdaten für Wärme aus Solarthermieranlagen liegen nicht vor. Es erfolgte eine Abschätzung der genutzten Solarwärme auf Grundlage von Daten aus der Statistik des Bundesverbandes Solarwirtschaft e.V. Verfügbar sind die Anzahl und die Summen der Kollektorflächen nach Bundesländern mit einwohnerbezogenen Korrekturfaktoren für die verschiedenen Siedlungsstrukturen.

Die Abschätzung der für das Gemeindegebiet Roetgen als ländliche Gemeinde ermittelten genutzten Solarwärme erfolgt pauschal mit einem Kennwert von 400 kWh nutzbarer Wärme je m² Kollektorfläche und Jahr. Die Solarwärme wurde pauschal mit Zufallszahlen auf alle Wohngebäude im Gebiet verteilt. Eine gebäude- bzw. adressscharfe Zuteilung ist nicht möglich.

3.1.6 Kkehrbuchauswertung und Bestimmung der Energieträger

Das Gemeindegebiet Roetgen umfasst 2 Kehrbezirke. Die zuständigen Bezirksschornsteinfeger stellten ihre Daten aus den elektronischen Kkehrbüchern in Übereinstimmung mit der entsprechenden landesrechtlichen Erlaubnis datenschutzkonform auf unterschiedlichen Aggregationsstufen zur Verfügung.

Die Auswertung der Schornsteinfegerdaten wurde insbesondere für die Ermittlung folgender Informationen genutzt (Zahlen für Adressen mit Feuerungsanlagen ohne Adressen mit Versorgung aus einem Wärmenetz und ohne Adressen, die von Nachbaradressen mitversorgt werden):

- Plausibilisierung des Heizenergieträgers bei leitungsgebunden versorgten Gebäuden für insgesamt rd. 1.700 Adressen; ggf. Bildung eines Energieträgermixes bei Kombinationen verschiedener Energieträger
- Eingrenzung des Heizenergieträgers für die 1.426 Adressen mit ausschließlich nicht leitungsgebundener Versorgung (NLG = Heizöl, Flüssiggas, Holz).

3.1.7 Datenabfrage Industrie und Gewerbe

Zur Erfassung des gewerblichen Prozesswärmebedarfs und möglicher Abwärmepotenziale wird in Kommunen mit größeren und energieintensiven Gewerbe- und Industriebetrieben üblicherweise eine Datenabfrage zum Verbrauch von Endenergie für Heizzwecke und Prozesswärme sowie den Abwärmepotenzialen vorgenommen. Ziel der Datenabfrage ist die Erfassung von wirtschaftlich nutzbaren Abwärmepotenzialen. Zur Ermittlung der Abwärmepotenziale können zusätzlich die Daten der Plattform für Abwärme des BAFA herangezogen werden.

Für das Gemeindegebiet Roetgen sind in der BAFA-Abwärme-Datenbank keine Einträge zu verzeichnen. Zudem ist aus den Erdgasverbrauchsdaten ersichtlich, dass der Gasverbrauch der in Roetgen ansässigen Betriebe des Produzierenden Gewerbes in Einzelfällen bei 400 bis 500 MWh/a je Betrieb liegt und in der weit überwiegenden Anzahl deutlich niedriger. Nutzbare Abwärmepotenziale sind aber erst bei Endenergieeinsatzmengen von wenigstens 1.500 bis 2.000 MWh/a zu erwarten.

Vor diesem Hintergrund wurde für die Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Roetgen von einer Einzelabfrage von Unternehmensdaten abgesehen.

3.1.8 Erfassung und Bilanzierung von KWK-Anlagen und PV-Anlagen

Zur Erfassung der stromerzeugenden Anlagen wurde das Markstammdatenregister der Bundesnetzagentur (BNetzA [3]) mit Einträgen zu allen Anlagen im Gemeindegebiet herangezogen.

Die Daten zu den PV-Anlagen werden genutzt, um die regenerative Stromerzeugung im Istzustand zu erfassen, die ggf. für vorhandenen bzw. zukünftigen Wärmepumpenanlagen nutzbar ist. Die Daten werden darüber hinaus im Rahmen der Potenzialermittlung für den PV-Strom berücksichtigt.

3.1.9 Endenergiebilanz und Treibhausgasbilanz

Die Aufstellung der Endenergiebilanz für den Wärmemarkt erfolgt auf Basis der ermittelten Wärmebedarfsdaten und Endenergieverbrauchsdaten im Bottom-Up-Verfahren durch stufenweise Aggregation auf Baublockebene, Ortsteilebene und Gemeindeebene.

Die Endenergiemengen der nicht leitungsgebunden versorgten Adressen wurden ermittelt auf Basis der Wärmebedarfsmengen gem. LANUV-Daten mit einem mittleren Nutzungsgrad von 88 %. Die Endenergiemengen der leitungsgebunden versorgten Adressen folgen aus den Daten der Jahresverbrauchsabrechnungen für Erdgas, Heizstrom/Wärmepumpenstrom und Wärme aus Wärmenetzen.

Die Ermittlung der Treibhausgasemissionen erfolgt auf Basis der ermittelten Endenergiemengen für die Wärmeerzeugung durch Multiplikation mit den jeweiligen Emissionsfaktoren der Endenergieträger. Die Emissionsfaktoren werden angesetzt gem. dem Technikkatalog des

BMWK. Diese sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Es wurden einheitlich die Werte für das Jahr 2022 verwendet.

Tabelle 2: Emissionsfaktoren gem. KWP-Leitfaden des BMWK

Emissionsfaktoren in g CO ₂ -Äquivalent pro kWh Endenergie (Hi)				
Energieträger		2020	2021	2022
Fossile Brennstoffe	Heizöl	310	310	310
	Erdgas	240	240	240
	Braunkohle	430	430	430
	Steinkohle	400	400	400
Biogene Brennstoffe	Holz	20	20	20
	Biogas	140	140	139
Wärme, Kälte	Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0	0	0
	Erdkälte, Umgebungskälte	0	0	0
	Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen	20	20	20
	Abwärme aus Prozessen	40	40	40
Strom-Mix-D		424	472	499

3.2 Gemeinde- und Gebäudestruktur

Das Gemeindegebiet Roetgens hat eine Größe von rd. 39 km², umfasst die drei Ortsteile Roetgen, Rott und Mulartshütte und hat rd. 8.750 Einwohner (Stand Ende 2023).

Der Ortsteil Roetgen ist der größte Ortsteil, gefolgt von Rott und Mulartshütte (.

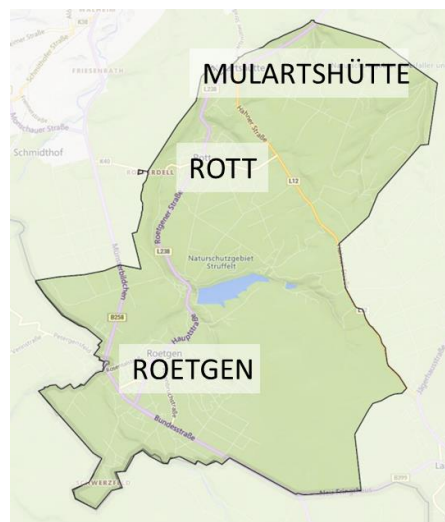


Abbildung 5: Ortsteile von Roetgen

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden für Roetgen insgesamt rd. 3.120 Adressen mit beheizten Gebäuden mit einer Energiebezugsfläche von rd. 0,7 Mio. m² erfasst. Die Anteile der Energiebezugsflächen nach Sektoren sind im linken Teil der Abbildung 6 dargestellt. Der Anteil der Wohngebäude überwiegt mit 88 % und 0,62 Mio. m² bei weitem, gefolgt vom Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) und den öffentlichen Gebäuden.

Dem Sektor „Öffentliche Gebäude“ sind im Rahmen der Wärmeplanung sämtliche Gebäude zugeordnet, die gemäß dem Raumwärmebedarfsmodell NRW des Landesamts für Natur, Umwelt

und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [2] als Öffentliche Gebäude gekennzeichnet sind. Dies sind alle Gebäude in öffentlicher Trägerschaft der Städte, der Kreise, der Bundesländer oder des Bundes. Typische Nutzungsarten sind Rathäuser, Verwaltungsgebäude, Bildungseinrichtungen wie Schulen und Kindergärten sowie Betreuungseinrichtungen, Veranstaltungsgebäude und Krankenhäuser.

Im rechten Teil der Grafik in Abbildung 6 sind für die Wohngebäude die Anteile der Gebäudetypen nach Einfamilienhäusern (EFH) und Mehrfamilienhäusern (MFH) dargestellt. Der Anteil der EFH an der Energiebezugsfläche liegt bei 78 %, für Mehrfamilienhäuser beträgt er 22 %.

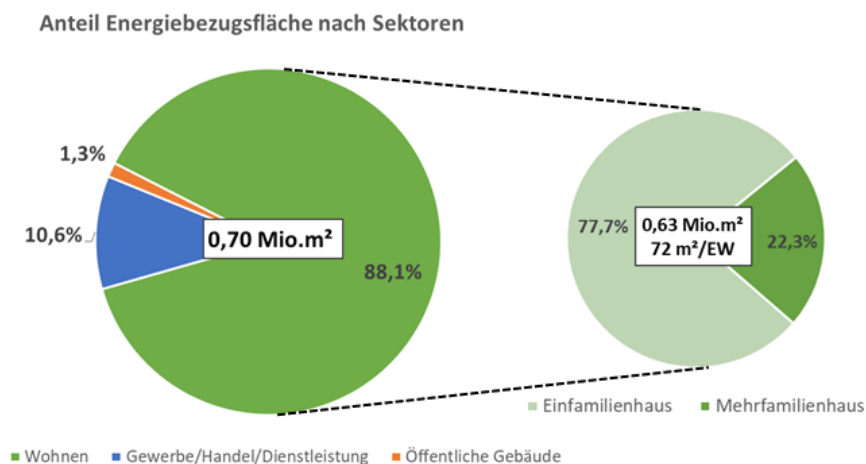


Abbildung 6: Energiebezugsflächen nach Sektoren. Nutzfläche nach Sektoren

In Abbildung 7 ist eine Auswertung der Altersstruktur der Gebäude dargestellt mit der Anzahl Gebäude und den Summen der Altersklassen nach Gebäudealtersklassen. Es wird deutlich, dass 56 % und damit der überwiegende Anteil der Gebäude vor den 1970er-Jahren und damit vor der gesetzlichen Verankerung von Mindestanforderungen an den Wärmeschutz und Dämmstandard errichtet wurde.

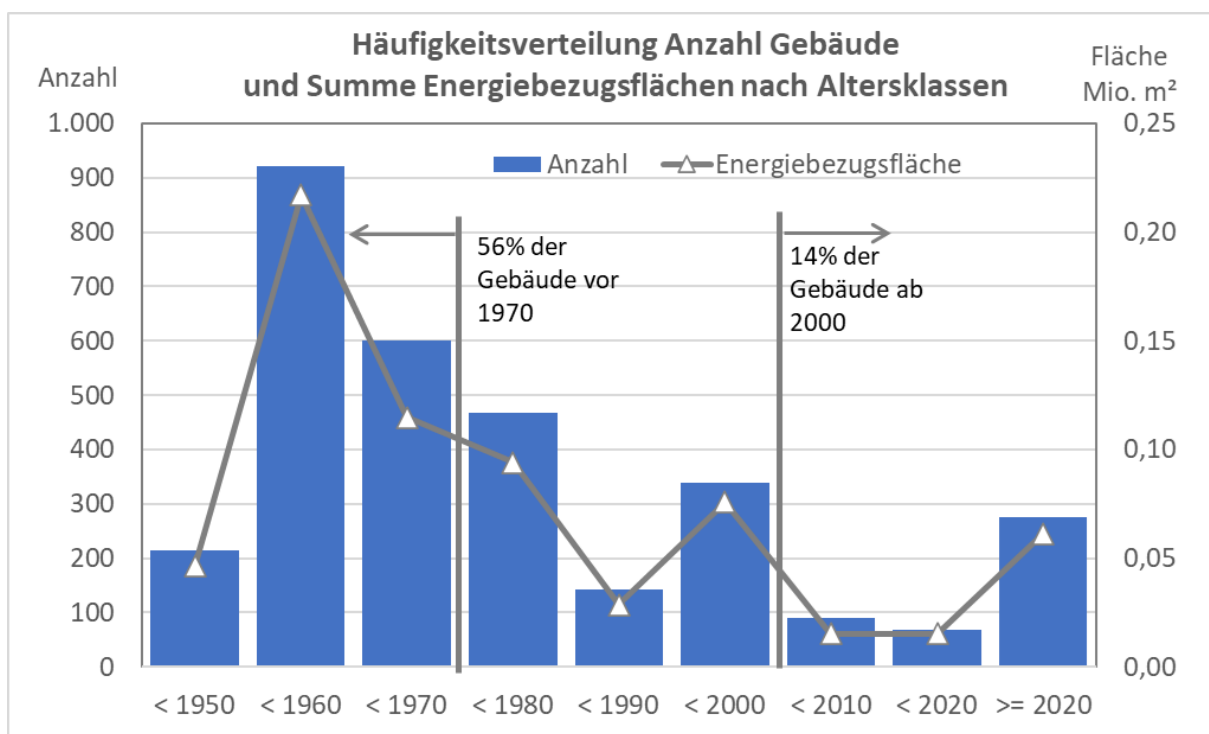


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Anzahl Gebäude und der Summen der Energiebezugsflächen nach Altersklassen

Ergänzend zeigen Abbildung 8 bzw. Abbildung 9 in baublockbezogener Darstellung die Bebauungsstruktur nach Gebäudetypen (z.B. EFH, MFH, Gebäude im Sektor GHD) sowie die überwiegende Baualtersklasse. Diese kartografischen Darstellungen sind Gegenstand der Darstellungsanforderungen für den Wärmeplan gem. Anlage 2 WPG. Die hinterlegten adressscharfen Informationen werden implizit als Datengrundlage in allen nachfolgenden Arbeitsschritten verwendet (Potenzialanalyse, Zielszenario und Einteilung des Gemeindegebietes in Eignungsgebiete für Wärmenetze bzw. die dezentrale Versorgung). Mit Rücksicht auf den Datenschutz erfolgen die Darstellungen baublockbezogen.

Die räumliche Verteilung der Gebäudetypen in Abbildung 8 zeigt, dass annähernd flächendeckend Einfamilienhäuser zu finden sind. Mehrfamilienhäuser finden sich nur in wenigen Baublöcken. Eine innenstadtähnliche Situation wie in größeren Städten mit verdichteter Wohnbebauung und hohen Wärmedichten ist nicht zu verzeichnen. Die Gebäude des Sektors GHD zeigen sich sowohl im geschlossenen Gewerbegebiet an der B 258 als auch verteilt über das gesamte Gemeindegebiet.

Die Verteilung der Baualtersklassen („BAK“) in Abbildung 9 zeigt eine sehr heterogene Struktur. Sehr alte Gebäude zeigen sich flächendeckend im gesamten Gemeindegebiet. Ähnlich verhält es sich mit Neubaugebieten: diese finden sich sowohl in den Randgebieten als auch in den inneren Bereichen der Ortsteile.

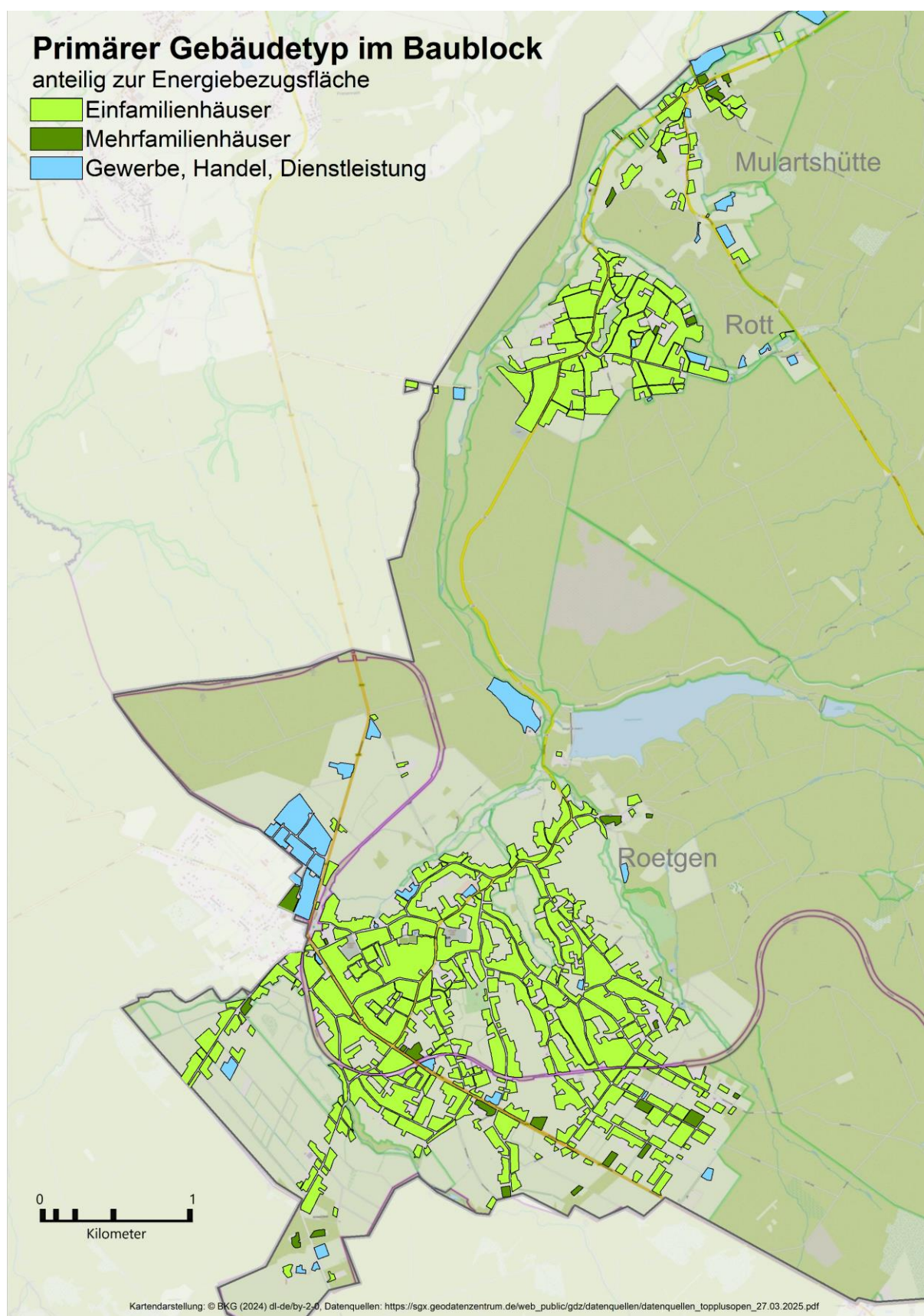


Abbildung 8: Überwiegende Gebäudetypen nach Baublöcken

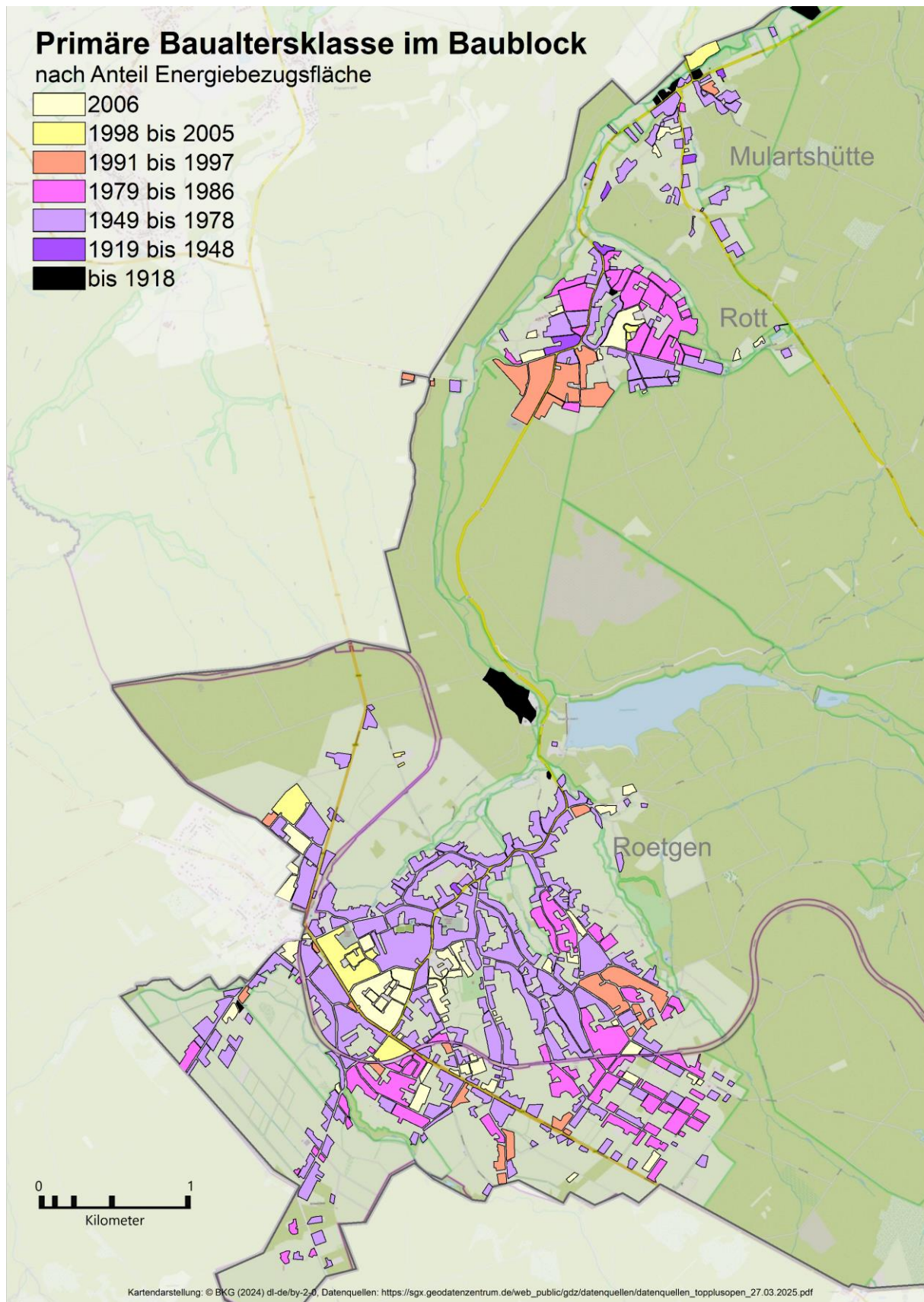


Abbildung 9: Baualtersklassen nach Baublöcken

3.3 Versorgungsstruktur

3.3.1 Gasnetz- und Wärmenetzinfrastruktur

Der Gasnetzplan wurde von der Regioplan für die Untersuchungen im Rahmen des Wärmeplans zur Verfügung gestellt. Gem. Anlage 2 WPG soll jedoch die kartografische Darstellung und Veröffentlichung mit Rücksicht auf den Datenschutz und die kritische Infrastruktur in Form einer baublockbezogenen Darstellung erfolgen. Diese Darstellung zeigt die Karte in Abbildung 10. Die Ortsteile Roetgen und Rott sind nahezu flächendeckend mit Erdgas erschlossen, der Ortsteil Mulartshütte weist eine Erschließung mit Erdgas nur entlang der Hauptachsen Zweifaller Straße und Hahner Straße auf.

Die Wärmeversorgung des Rathauses und der Gemeinschaftsgrundschule mit Sporthalle erfolgt aus einer gemeinsamen Heizzentrale mit Holzhackschnitzelkessel über ein kleines Wärmenetz. Weitere Wärmenetze gibt es in Roetgen nicht.

Abschließend sind in Abbildung 11 die Abwassernetze in Roetgen, Rott und Mulartshütte sowie die Lage der beiden Kläranlagen im Gemeindegebiet dargestellt. Die Kläranlage in Roetgen befindet sich am Vichtbach am nordöstlichen Rand des Ortsteiles Roetgen in Nähe der Hauptstraße. Die Kläranlage Mulartshütte befindet sich ebenfalls am Vichtbach an der Zweifaller Straße am nordöstlichen Rand des Ortsteiles. Beide Kläranlagen werden vom Wasserverband Eifel-Ruhr betrieben.

In der Karte sind die Leitungsabschnitte mit großen Durchmessern ab DN 700 in rot gekennzeichnet (700 mm, Mischwasserkanäle). Diese Karte dient als Basis für die Untersuchung von Potenzialen zur Wärmegegewinnung aus Abwasserwärme.

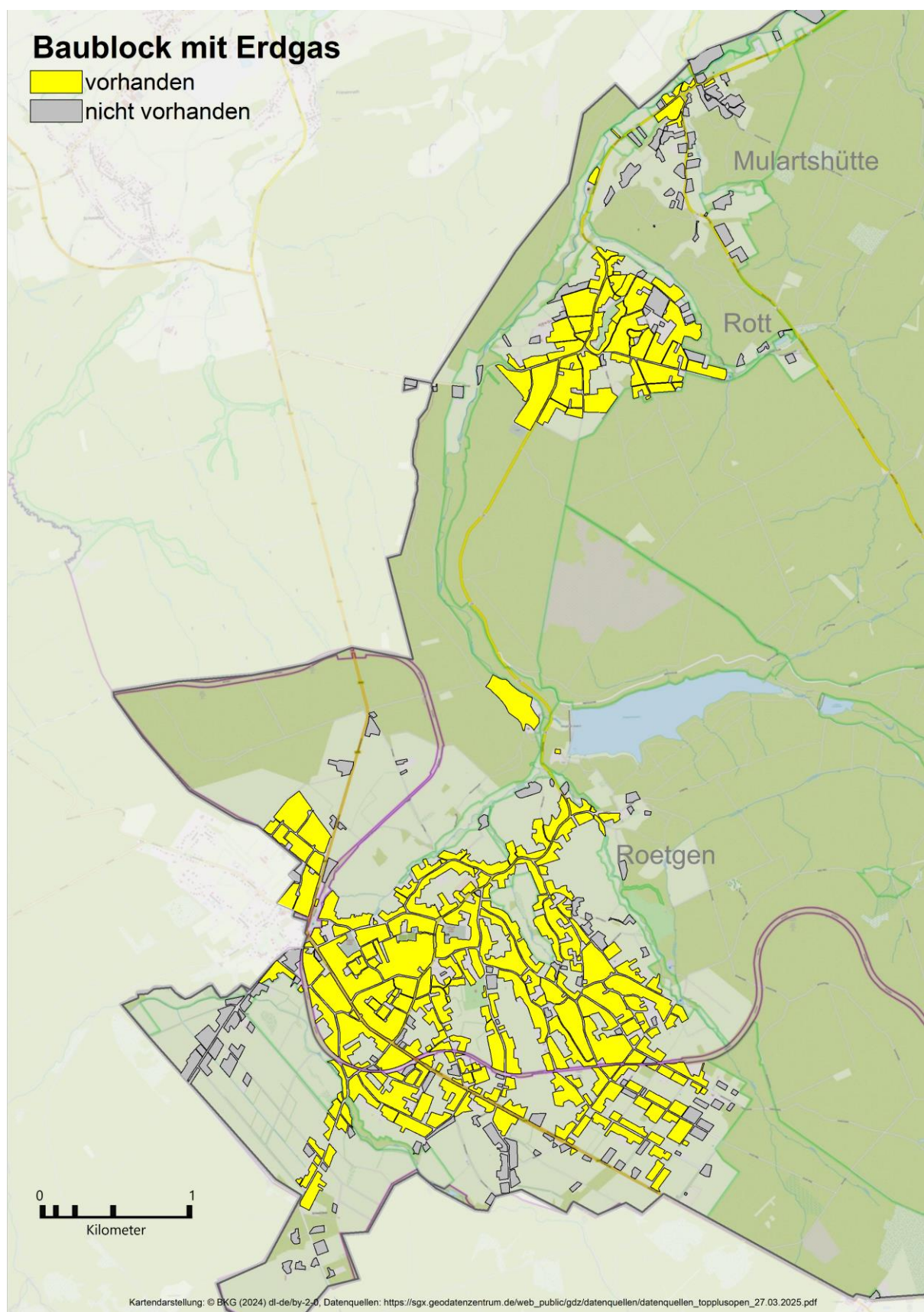


Abbildung 10: Ausdehnung der Erdgasversorgung in baublockbezogener Darstellung

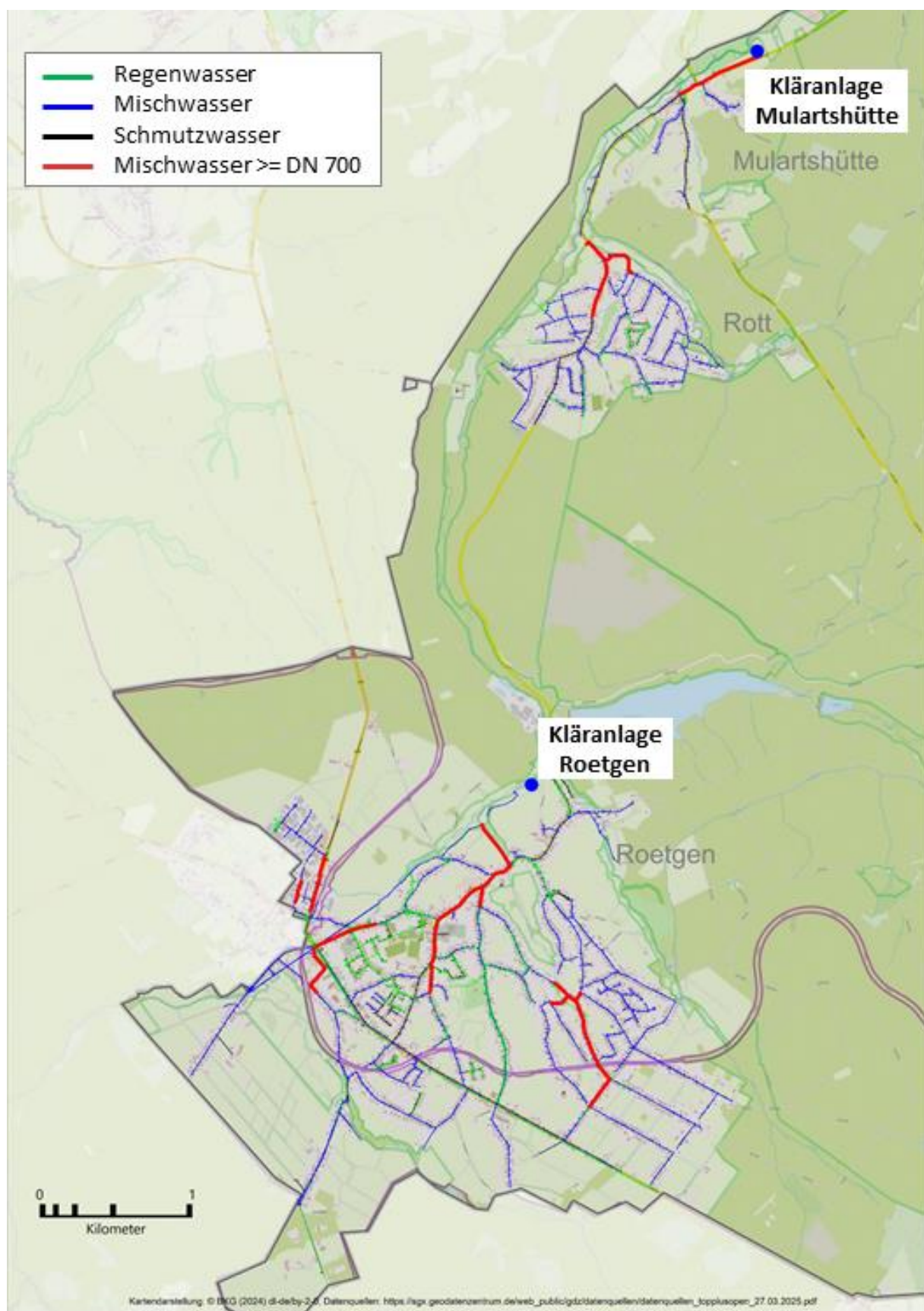


Abbildung 11: Abwassernetz und Lage der Kläranlagen Roetgen und Mulartshütte

3.3.2 Dezentrale Erzeugungsanlagen

Dezentrale Erzeugeranlagen sind Wärmeerzeugungsanlagen, die sich direkt in oder an den Gebäuden befinden. Dies können z.B. Kesselanlagen, Wärmepumpen oder auch Hausübergabestationen sein (bei Beheizung über ein Wärmenetz). Die folgenden Zusammenstellungen bzw. die kartografische Darstellung gehen auf die Anforderungen gem. Anlage 2 WPG zurück.

Zum einen ist dies die Auswertung der Anzahl dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen (Wärmeerzeugeranlagen direkt in den Gebäuden) in Roetgen nach Energieträgern in Tabelle 3 (inkl. Hausübergabestationen der Wärmenetze).

Tabelle 3: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach Wärmeerzeuger

Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger						
Heizenergieträger	Dezentrale Wärmeerzeuger (Kessel)			Dezentral Strom		Wärmenetze
	Erdgas	Heizöl, Flüssiggas	Holz inkl. Pellets	Nachtsp./Direktstrom	Wärmepumpen	Hausübergabestat.
Anzahl gesamt	1.418	965	154	60	202	3

Zum anderen ist es eine kartografische, baublockbezogene Darstellung der Anteile der Anzahl der dezentralen Erzeugungsanlagen nach dem Energieträger für das gesamte Gemeindegebiet. Die grafische Darstellung erfolgt auf Baublockebene mit Kennzeichnung der Energieträger gem. dem höchsten Anteil im Baublock.

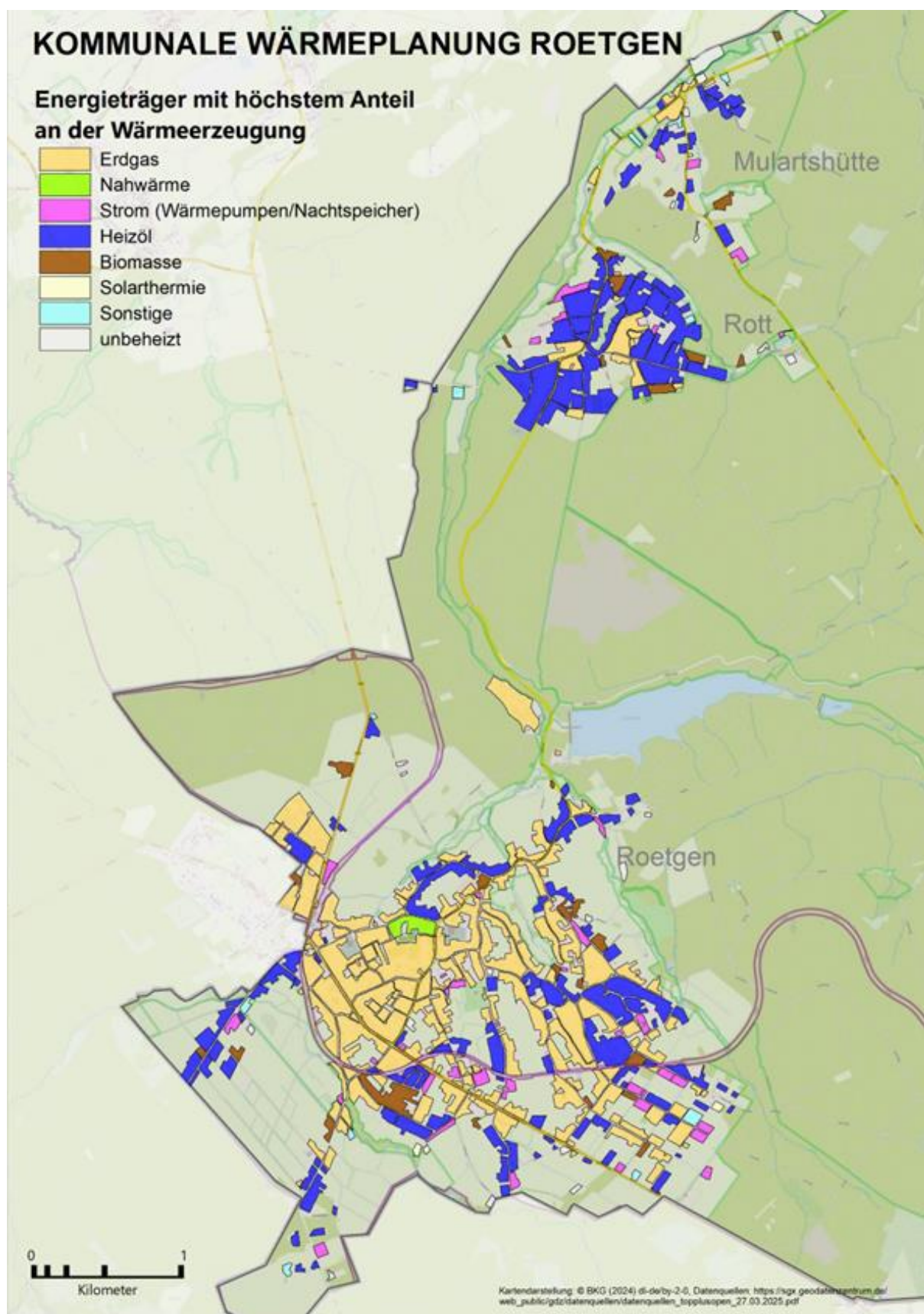


Abbildung 12: Anteil der Wärmeerzeuger / Energieträger auf Baublockebene

3.3.3 Anlagen zur Stromerzeugung

Zur Erfassung der stromerzeugenden Anlagen wurde das Markstammdatenregister der Bundesdesnetzagentur (BNetzA, [3]) mit Einträgen zu allen Anlagen im Gemeindegebiet herangezogen.

Insgesamt sind in Roetgen 6,9 MW stromerzeugender Anlagen in Betrieb, davon 12 erdgasgefeuerte BHKW-Anlagen, eine Wasserkraftanlage und 870 Photovoltaikanlagen. Die regenerative Stromerzeugung aus PV-Strom und Wasserkraft beträgt rd. 6.290 MWh/a. In Roetgen sind bereits knapp 180 sog. Balkonkraftwerke installiert. Ihr Beitrag zur regenerativen Stromerzeugung ist mit 110 MWh/a bzw. knapp 2% aber noch recht gering.

Tabelle 4: Auswertung des Markstammdatenregisters für stromerzeugende Anlagen (Stand Ende November 2024)

Energie	Anzahl von MaStR- Nr. der Einheit	Summe von Nettonennleistung [kW]	Summe von Elektrische KWK-Leistung [kW]	Summe von Thermische Nutzleistung [kW]
Erdgas	12	59	55	213
Solare Strahlungsenergie	870	6.786		
- PV-Balkonkraftwerke	178	122		
- übrige PV-Anlagen	692	6.664		
Wasserkraft	1	45		
Gesamtergebnis	883	6.890	55	213
Jährliche Erzeugung		6.492 MWh/a		
- PV-Balkonkraftwerke		110 MWh/a		
- übrige PV-Anlagen		5.997 MWh/a		
- Erdgas und Wasserkraft		385 MWh/a		
Jährliche Erzeugung EE		6.288 MWh/a		

3.4 Wärmebilanz

Die Ermittlung der Wärmebilanz auf Gemeindeebene erfolgt, wie in den Erläuterungen zur Methodik in Abschnitt 3.1.4 beschrieben, im Bottom-Up-Verfahren ausgehend vom Wärmebedarf auf Adressebene unter stufenweiser Aggregation auf Ortsteil- und Gemeindeebene mit weiteren Zwischenstufen (Baublockebene, Straßenabschnittsebene etc.).

Der Wärmebedarf in Roetgen beläuft sich auf 81,4 GWh/a bzw. 81,4 Mio. kWh/a.

In Abbildung 13 ist die Aufteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren dargestellt. Der Wärmebedarf im Bereich der Wohngebäude überwiegt mit 84 % bei weitem, gefolgt vom Bedarf im Sektor GHD mit rd. 13 % und den öffentlichen Gebäuden mit rd. 3 %.

Im rechten Teil der Grafik in Abbildung 13 sind für die Wohngebäude die Anteile der Gebäudetypen nach Einfamilienhäusern (freistehend, EFH) und Mehrfamilienhäusern (MFH) dargestellt. Der Anteil der EFH am Wärmebedarf für Wohngebäude liegt bei rd. 77 %, für die Mehrfamilienhäuser beträgt er rd. 23 %.

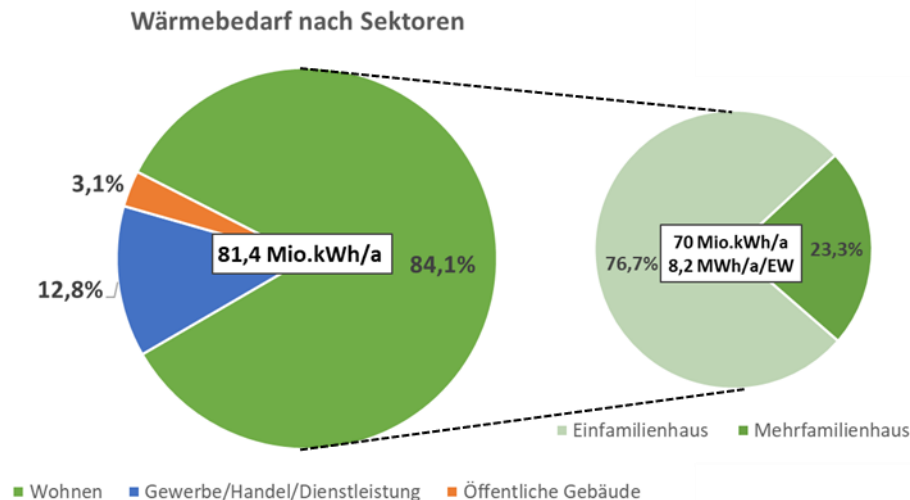


Abbildung 13: Wärmebedarf nach Sektoren

In Abbildung 14 ist der Wärmebedarf in der Gesamtgemeinde mit den Anteilen der Energieträger dargestellt. Der Wärmebedarf in Roetgen wird zu rd. 42 % aus nicht leitungsgebundenen fossilen Energieträgern (Heizöl, Flüssiggas) gedeckt, gefolgt von Erdgas mit einem Anteil von rd. 39 %. Die fossilen Brennstoffe erreichen somit einen Anteil von mehr als 80% am Gesamtbedarf.

Die Versorgung aus holzartigen Brennstoffe (Pellets, Scheitholz, Hackschnitzel) spielt mit rd. 11 % noch eine gewisse Rolle. Strom als Energieträger (hier Strom für Prozesswärme/Nachtspeicherheizung und Wärmepumpen) erreicht in Summe rd. 5 %. Die dargestellte Nahwärme umfasst die Versorgung von Rathaus und Grundschule aus dem Wärmenetz. Energieträger ist auch hier Holz.

In Abbildung 15 ist die Deckung des Wärmebedarfs in den Ortsteilen aus den verschiedenen Energieträgern dargestellt. Auffällig und mit der größeren flächenbezogenen Ausdehnung des Erdgasnetzes erklärbar ist, dass der Anteil Erdgas im Ortsteil Roetgen deutlich höher ist als in Rott und in Mulartshütte. Umgekehrt ist der Anteil Heizöl und Flüssiggas in den Ortsteilen Rott und Mulartshütte höher als in im Ortsteil Roetgen.

Die Auswertungen der Bilanzen auf gesamtstädtischer Ebene werden ergänzt durch die kartografischen Darstellungen der flächenbezogenen Wärmedichte auf Baublockebene in Abbildung 16 sowie der Wärmelinienindichte in Abbildung 17. Die Struktur der Wärmedichten bzw. Wärmelinienindichten spiegelt die Verteilung der Wohnraumdichten mit Bedarfsschwerpunkten in den dicht bebauten Bereichen und abnehmender Wärmedichte in weniger dicht bebauten Gebieten an den Siedlungsrändern wider. Die Darstellung der Wärmelinienindichte zeigt in weiten Bereichen sehr geringe Wärmedichten von weniger als 1.000 kWh/a je Meter Straßenabschnittslänge. Die für eine Erschließung über ein Wärmenetz aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten erforderliche Wärmedichte von mehr als 2.500 bis 3.000 kWh/a und Meter wird nur sehr vereinzelt erreicht.

Diese Darstellungen sind ebenfalls Inhalt der Anforderungen gem. Anlage 2 WPG. Sie stellen im Fortgang der Wärmeplanung zusammen mit den Ergebnissen der Potenzialanalyse die zentralen Arbeitsgrundlagen für die Untersuchung von Wärmenetzen und dezentral versorgten Gebieten und die Aufstellung des Zielszenarios und der Umsetzungsstrategie dar.

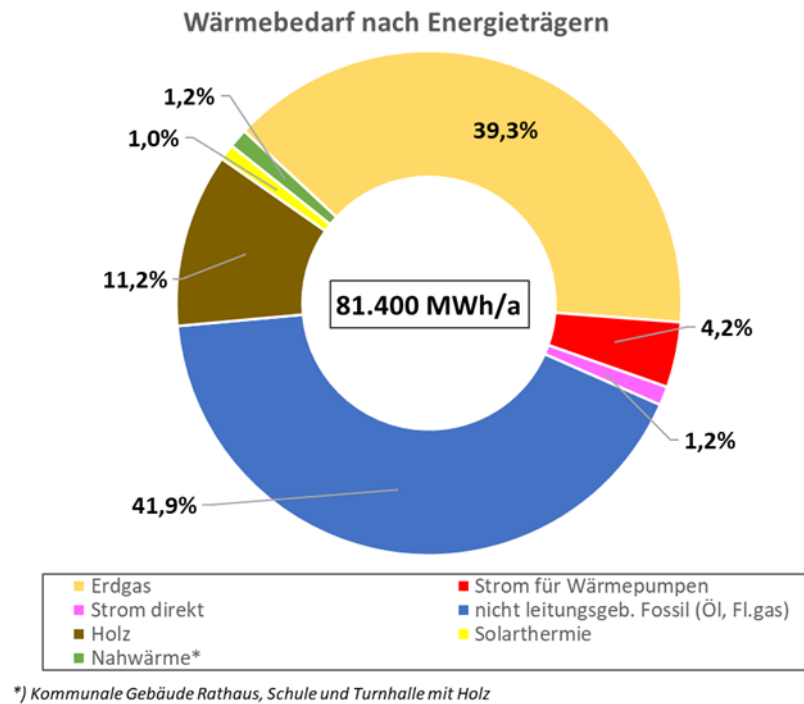


Abbildung 14: Wärmebedarf nach Energieträgern

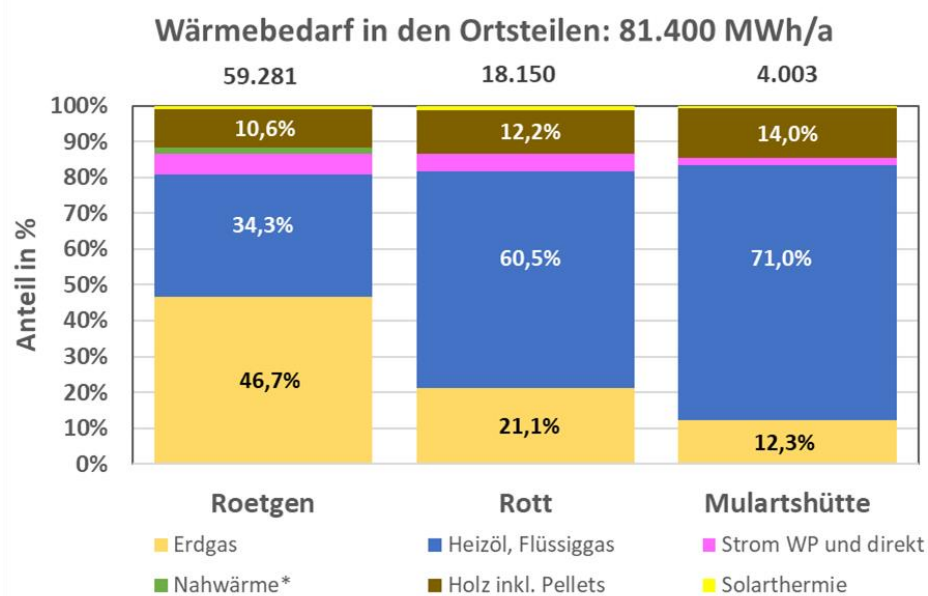


Abbildung 15: Wärmebedarf in den Ortsteilen nach Energieträgern

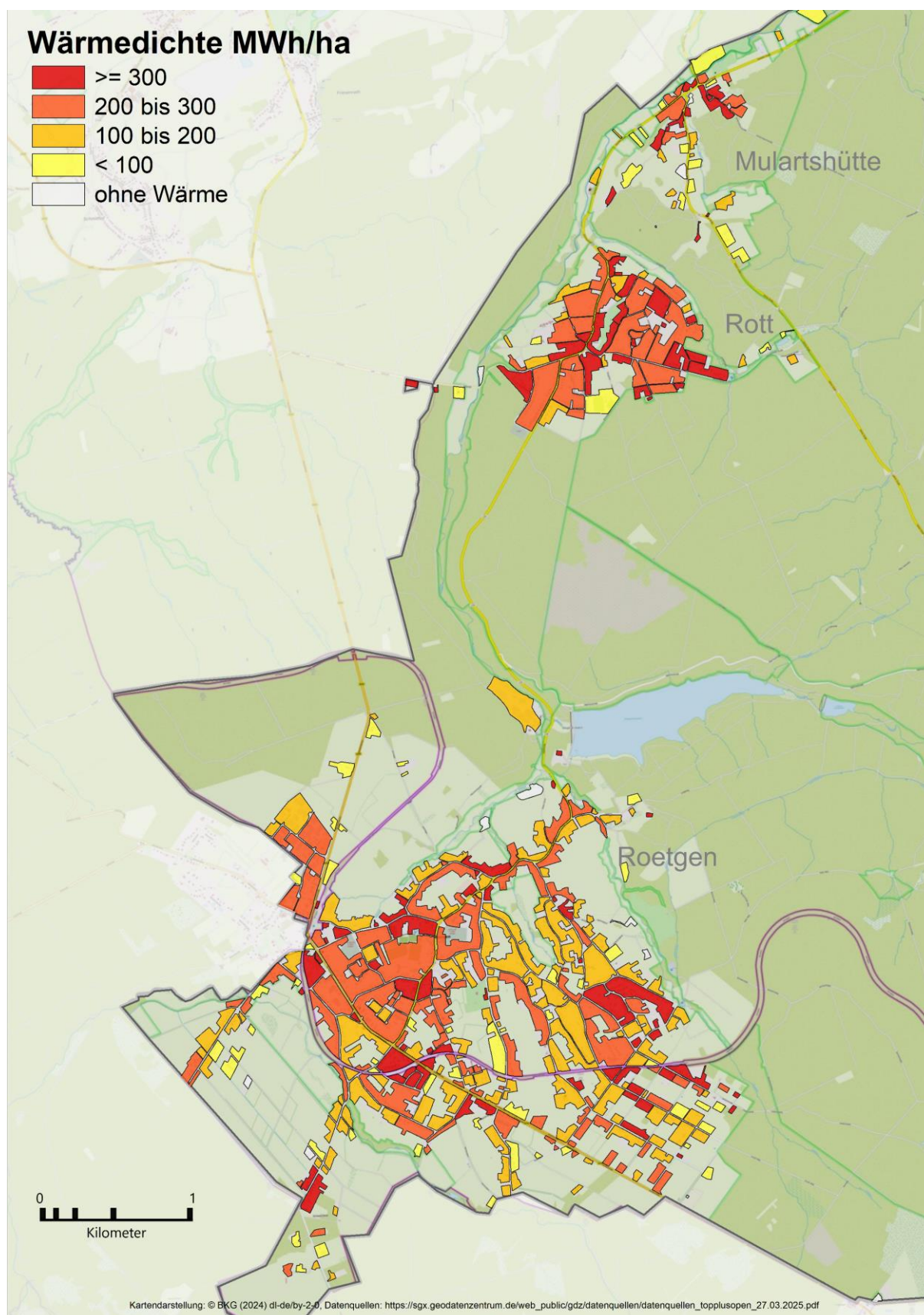


Abbildung 16: Wärmedichte nach Baublöcken

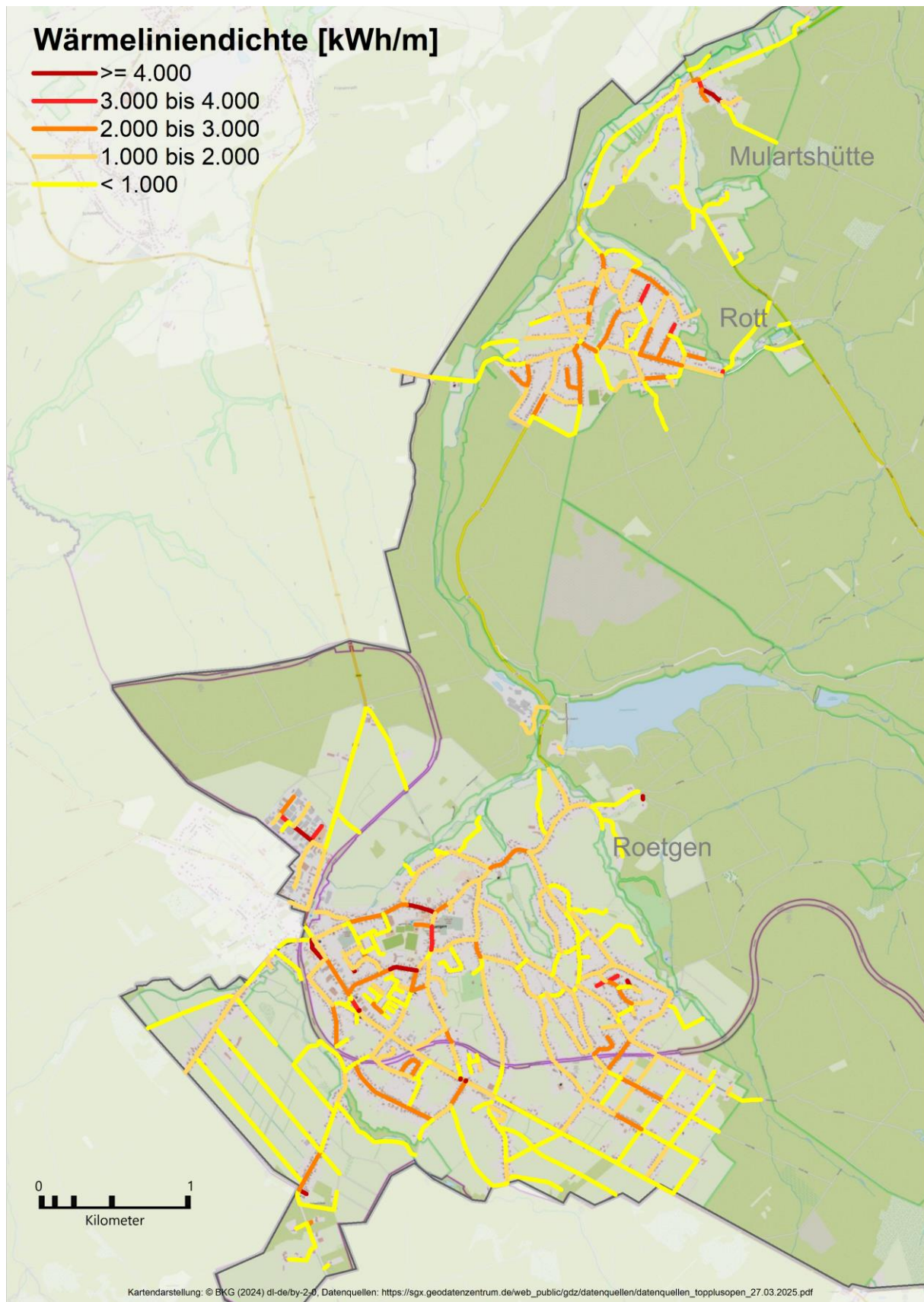


Abbildung 17: Wärmelinien-dichte

3.5 Endenergiebilanz

Im Rahmen der Endenergiebilanz werden die Energiemengen bilanziert, die zur Deckung des Wärmebedarfs zu den Gebäuden geliefert werden (vgl. Abschnitt 3.1.3).

Die Ermittlung der Endenergiebilanz auf gesamtstädtischer Ebene erfolgt analog zur Wärmebilanz im Bottom-Up-Verfahren ausgehend vom Endenergieeinsatz auf Adressebene unter stufenweiser Aggregation auf Ortsteil- und Gemeindeebene mit weiteren Zwischenstufen (Baublockebene, Straßenabschnittsebene etc.).

Der Endenergiebedarf für den Wärmemarkt in Roetgen beläuft sich auf rd. 89,3 GWh/a bzw. 89,3 Mio. kWh/a.

In Tabelle 5 ist der Endenergieverbrauch nach Energieträgern zusammengestellt, Abbildung 18 zeigt eine grafische Darstellung mit den jeweiligen Anteilen der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch.

Analog zu den Energieträgeranteilen des Wärmebedarfs wird der Endenergieverbrauch dominiert durch den Einsatz von Heizöl/Flüssiggas mit einem Anteil von 43 %, gefolgt von Erdgas mit 39,3 % und holzartigen Brennstoffen mit knapp 12 %.

Strom als Energieträger (hier Strom für Nachtspeicherheizung und Wärmepumpen) liegt bei weniger als 3%, die regenerative Nahwärme für Rathaus und Grundschule liegt bei 2 %.

Tabelle 5: Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Endenergieverbrauch nach Energieträgern	
Energieträger	Endenergieverbrauch MWh/a
Erdgas	35.529
Strom	2.480
nicht leitungsgeb. (Öl, Fl.gas)	38.806
Holz	10.684
Solarthermie	839
Nahwärme*	998
Summe	89.340
*) Kommunale Gebäude Rathaus, Schule und Turnhalle mit Holz	

Die nachfolgenden grafischen Darstellungen und Karten dienen der Dokumentation der Ergebnisse der Bestandsanalyse im Sinne der Anlage 2 WPG. Sie umfassen die Darstellung der Anteile erneuerbarer Energiequellen am Endenergieverbrauch (Abbildung 19), den Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Endenergieträger (Tabelle 6) und den Anteil erneuerbarer Energieträger am leitungsgebundenen Endenergieverbrauch (Abbildung 20).

In Abbildung 21 sind abschließend die Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch nach Baublöcken dargestellt.

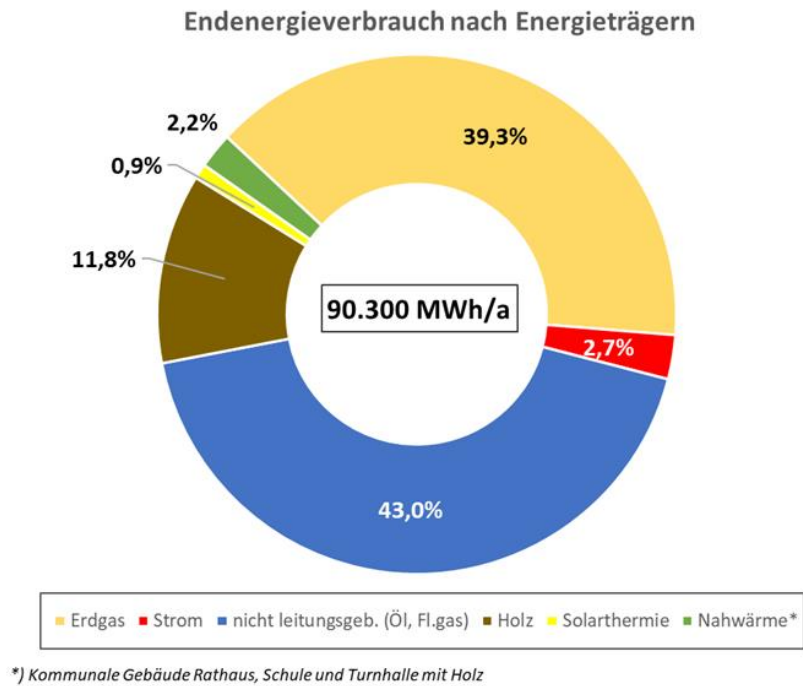


Abbildung 18: Endenergiebilanz nach Energieträgern

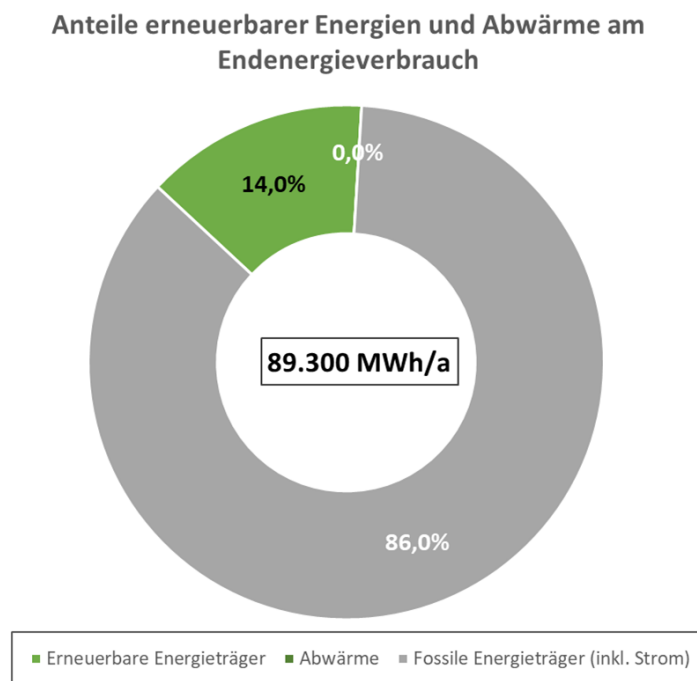


Abbildung 19: Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme am Endenergieverbrauch

Tabelle 6: Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Energieträgern

Endenergieverbrauch leitungsgebundene Wärme nach Energieträgern	
Energieträger	Endenergieverbrauch MWh/a
Erdgas	35.529
Strom	2.480
Nahwärme*	998
Summe	39.010
*) Kommunale Gebäude Rathaus, Schule und Turnhalle mit Holz	

Anteile erneuerbarer Energien und Abwärme am leitungsgebundenen Endenergieverbrauch

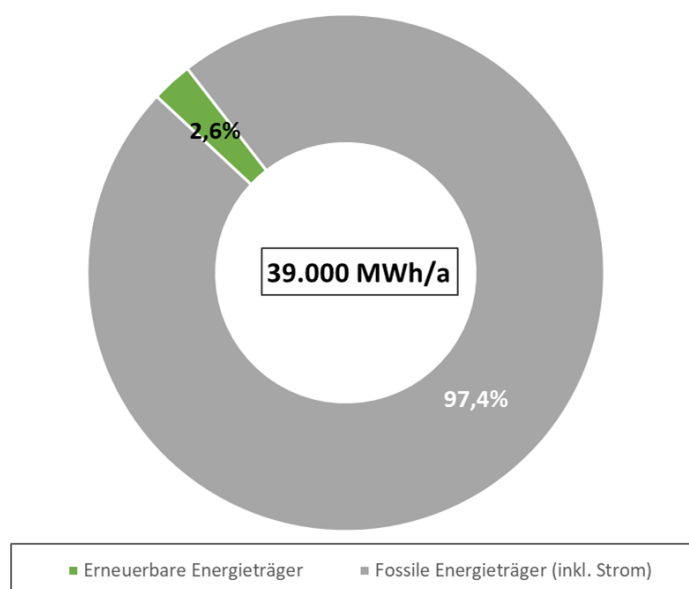


Abbildung 20: Anteile erneuerbarer Energieträger und Abwärme am leitungsgebundenen Endenergieverbrauch

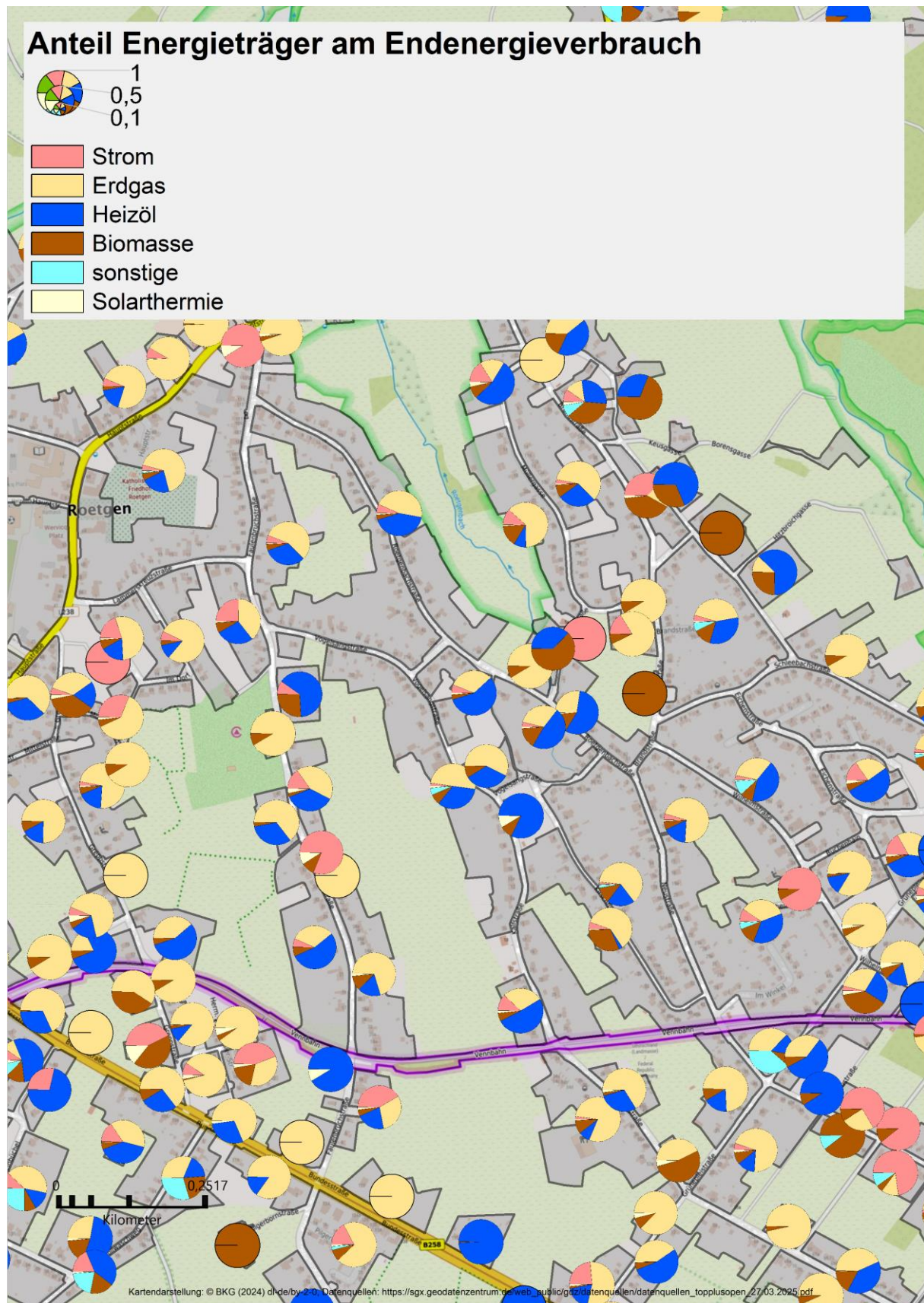


Abbildung 21: Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch nach Baublöcken

3.6 Treibhausgasbilanz für den Wärmemarkt

Die Erstellung der Treibhausgasbilanz erfolgt für den Gesamtwärmemarkt in Roetgen auf Basis der Endenergieverbräuche nach Energieträger mit den entsprechenden Treibhausgasemissionsfaktoren (vgl. Abschnitt 3.1.9).

Hinsichtlich der Bilanzierung der Versorgung aus Wärmenetzen wurde folgende Unterscheidung getroffen:

- Die Emissionen der Wärmeversorgung aus dem Netz der TBS mit der Erzeugung im Müllheizkraftwerk wurde auf Basis der gelieferten Wärmemenge mit dem Emissionsfaktor der Wärme aus Siedlungsabfall gem. dem Leitfaden BMWK ermittelt.
- Die Emissionen der Wärmeversorgung aus Wärmenetzen der SW SG und privater Betreiber mit Wärmeerzeugung aus Erdgas wurde basierend auf den Erdgaseinsatzmengen dieser Erzeugeranlagen mit dem Emissionsfaktor für Erdgas ermittelt. Die Mengen werden im folgenden subsummiert in den erdgasverursachten Emissionen.

Die Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) für den Wärmemarkt in Roetgen belaufen sich insgesamt auf rd. 397.000 t/a (CO₂-Äquiv.) (gem. Basisbetrachtung klimakorrigierter Mittelwert der Jahre 2021 bis 2023).

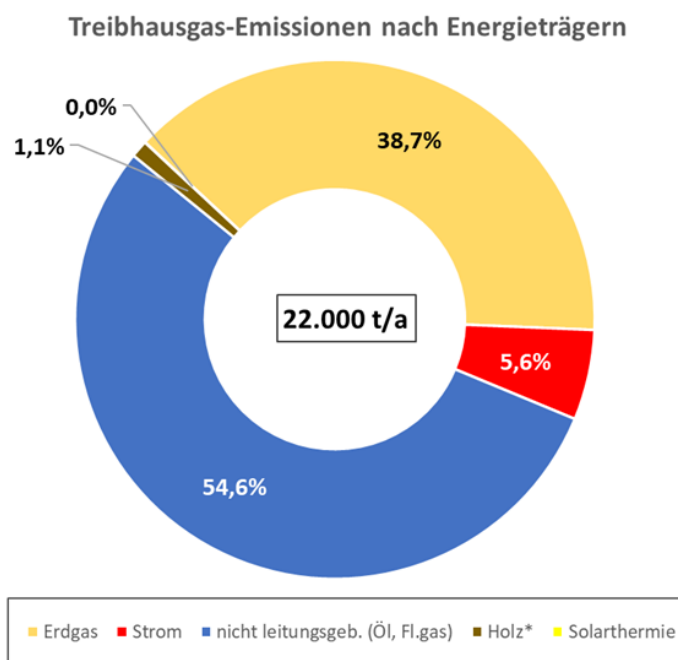
In Tabelle 7 sind die Emissionen nach Energieträgern zusammengestellt, Abbildung 22 zeigt eine grafische Darstellung mit den jeweiligen Anteilen der Energieträger an der Gesamtemission.

Analog zu den Energieträgeranteilen des Endenergieverbrauchs werden die Emissionen dominiert durch den Erdgaseinsatz mit einem Anteil von rd. 65 % (inkl. der erdgasbedingten Emissionen in gasbasierten Wärmenetzen), gefolgt von den nicht leitungsgebundenen fossilen Energieträgern (im wesentlichen Heizöl) mit einem Anteil von rd. 26 %.

Der Anteil des Stroms (hier Strom für Prozesswärme/Nachtspeicherheizung und Wärmepumpen) beträgt rd. 8 %. Die regenerativen Energieträger Holz und Solarthermie spielen aufgrund der geringen Verbrauchsanteile und der niedrigen Emissionsfaktoren nahezu keine Rolle (in Summe 0,2 %). Die Emissionen der Wärmeversorgung aus dem Netz der TBS sind trotz einer jährlichen Wärmelieferung von knapp 40 GWh/a aufgrund des sehr niedrigen Emissionsfaktors für die Wärme aus Siedlungsabfall ebenfalls sehr gering und liegen bei weniger als 1.000 t/a.

Tabelle 7: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

Treibhausgas-Emissionen nach Energieträgern	
Energieträger	Emissionen t/a
Erdgas	8.530
Strom	1.238
nicht leitungsgeb. (Öl, Fl.gas)	12.030
Holz*	237
Solarthermie	0
Summe	22.034
*) inkl. Holzmengen für Nahwärme kommunale Gebäude	



*) inkl. Holzmengen für Nahwärme kommunale Gebäude

Abbildung 22: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträgern

4 Potenzialanalyse

4.1 Methodik

Die Potenzialanalyse dient der systematischen Erfassung der **Einsparpotenziale** sowie der klimaneutralen **Wärme- und Stromquellen** in Roetgen.

Tabelle 8: Kategorisierung von Potenzialen

Einsparpotenziale	Klimaveränderungen Sanierung der Gebäudehülle Effizienzsteigerungen
Wärmequellen	Umweltwärme - Gewässerwärme (Flusswasserwärme, andere Oberflächengewässer) - Geothermie - Luft Unvermeidbare Abwärme - Klärwasserwärme - Abwasserwärme - Industrielle Abwärme Erneuerbare Energien - Solarthermie Große Wärmespeicher (Technologie zur Nutzbarmachung saisonaler Wärmequellen)
Stromquellen	Erneuerbare Energien - Photovoltaik - Windkraft - Wasserkraft

Weiterhin lassen sich Potenziale in die Kategorien dezentral und zentral einordnen. Als **dezentrale Potenziale** werden dabei die Potenziale für die energetische Versorgung von einzelnen Gebäuden definiert. Die Ermittlung der dezentralen Potenziale erfolgt lokal aufgelöst für jedes Gebäude. Als **zentrale Potenziale** werden die Potenziale zur Erzeugung von Wärme bezeichnet, die über Wärmenetze bereitgestellt wird. Weiterhin fallen große Stromerzeuger in die zentrale Kategorie. Die Ermittlung der zentralen Potenziale erfolgt punktuell in Abhängigkeit der Verfügbarkeit von Quellen.

In der hier durchgeführten Potenzialanalyse wird zwischen theoretischen, technischen und erwartbaren Potenzialen unterschieden (vgl. Abbildung 23):

- Das **theoretische Potenzial** beschreibt die maximale Menge an Energie, die aus einer bestimmten Quelle ganzjährig gewonnen werden kann, ohne Berücksichtigung organisatorischer oder genehmigungsrechtlicher Einschränkungen und technischer Restriktionen. Es stellt die Obergrenze der verfügbaren Ressourcen dar, die rein physikalisch vorhanden sind und geographisch zugeordnet werden können.
- Das **technische Potenzial** berücksichtigt die technischen Möglichkeiten zur Nutzung der Ressourcen. Es umfasst die Energie, die mit aktuellen Technologien und unter Berücksichtigung physikalischer und technologischer Randbedingungen zur Deckung des Wärmebedarfs gewonnen werden kann.
- Das **erwartbare Potenzial** bezieht schließlich neben technischen und infrastrukturellen Aspekten auch wirtschaftliche, rechtliche und soziale Faktoren mit ein. Es beschreibt die Energie, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung voraussichtlich genutzt werden kann, nachdem alle Einschränkungen und Anforderungen berücksichtigt wurden.

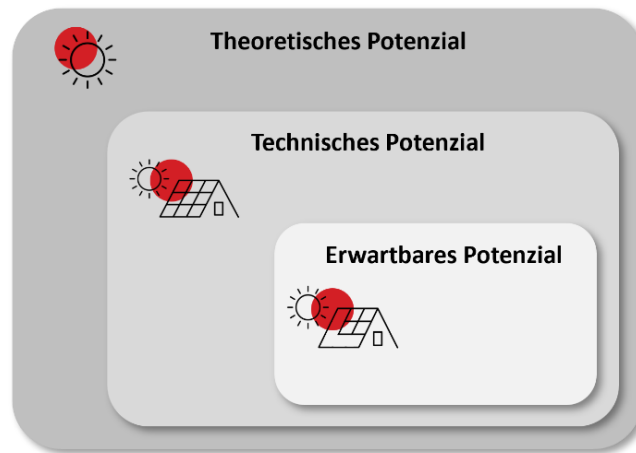


Abbildung 23: Ebenen der Potenzialermittlung

Hinweis:

Der Arbeitsschritt Potenzialanalyse der kommunalen Wärmeplanung dient der unabhängigen Identifikation aller Potenziale und deren Quantifizierung. Es ist zu beachten, dass das in diesem Kapitel beschriebene Potenzial alle theoretisch und technisch verfügbaren Einsparpotenziale, Wärmequellen und Stromquellen abbildet. Dabei werden die wirtschaftliche Erschließung der jeweiligen Quelle sowie die Konkurrenz von Quellen untereinander noch nicht einbezogen. Die quantitative Ermittlung des erwartbaren Potenzials in der dezentralen und zentralen Wärmeerzeugung ist Teil des späteren Arbeitsschrittes zur Ermittlung des Zielszenarios.

4.2 Dezentrale Potenziale

4.2.1 Reduktion des Wärmebedarfs

Das Einsparpotenzial wird maßgeblich durch folgende Einflussfaktoren auf den Wärmebedarf eines Gebäudes bestimmt: Klimaveränderungen, Sanierungen der Gebäudehülle, Effizienzsteigerungen und Suffizienz. Der Wärmebedarf eines Gebäudes setzt sich aus dem Raumwärmebedarf, dem Trinkwarmwasserbedarf und ggf. dem Prozesswärmebedarf zusammen.

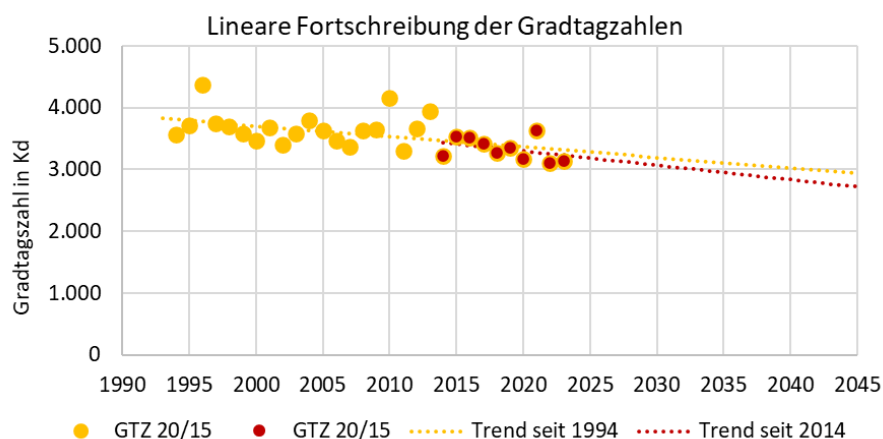


Abbildung 24: Lineare Fortschreibung der Gradtagzahlen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Wetterstation Nideggen-Schmidt)

Zur Quantifizierung einer möglichen Reduktion des Raumwärmebedarfs durch **Klimaveränderungen** wird der historische Trend der Entwicklung der Gradtagzahlen extrapoliert; d.h. die Entwicklung des Klimas der letzten Jahre wird für die nächsten Jahre fortgeschrieben.

Gradtagzahlen sind ein Maß dafür, wie stark und wie lange die Außentemperaturen unter einer bestimmten Heizgrenze liegen. Sie geben somit Auskunft über den Heizbedarf in einem bestimmten Zeitraum und korrelieren direkt mit dem Raumwärmebedarf. Im übertragenen Sinne bedeutet dies: Steigen die Außentemperaturen durch den fortschreitenden Klimawandel immer weiter an, wird der Raumwärmebedarf geringer.

Werden die Gradtagzahlen anhand des Trends von 1994-2023 fortgeschrieben, resultiert dies in einer Reduktion von etwa 10 % im Jahr 2045 bezogen auf das Jahr 2023. Dies entspricht einer linearen Reduktion von etwa 0,5 % pro Jahr.

Möglichen Einsparungen des Raumwärmebedarfs durch energetische **Sanierung der Gebäudehülle** werden mittels des ENERKO Sanierungstools simuliert. Das Modell berücksichtigt Sanierungstiefen, Sanierungszyklen und Sanierungsraten wie im Folgenden beschrieben.

Die **Sanierungstiefe** beschreibt die potenzielle Reduktion des Wärmebedarfs eines Gebäudes durch Sanierung. Sie wird in Abhängigkeit der Baualtersklasse des Gebäudes sowie des aktuellen spezifischen Wärmebedarfs modelliert.

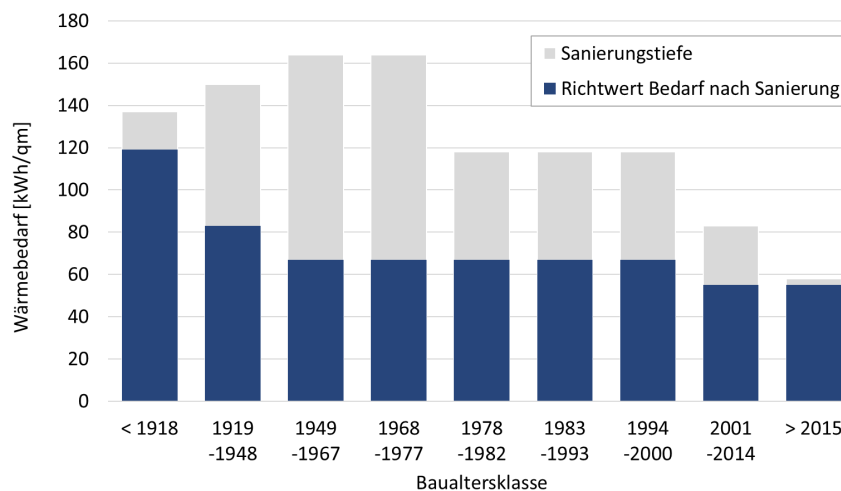


Abbildung 25: Sanierungstiefen typischer Wohngebäude nach Baualtersklasse (Quelle: in Anlehnung an BMWi, 2014)

Abbildung 25 zeigt die Datenbasis, auf dessen Grundlage prozentuale Sanierungstiefen für Wohngebäude abgeleitet werden. Die Sanierungstiefen von Nichtwohngebäuden werden individuell je Nutzungsart festgelegt. Für denkmalgeschützte Gebäude werden geringere Sanierungstiefen angesetzt. Weiterhin wird eine Untergrenze für den flächenspezifischen Wärmebedarf von 50 kWh/m^2 angenommen, welche durch Sanierungsmaßnahmen nicht unterschritten werden kann.

Damit die Sanierung eines Gebäudes in der Simulation rechnerisch möglich ist, muss ein Richtwert, welcher von der Baualtersklasse oder Nutzungsart der Gebäude abhängig ist, überschritten werden.

Sanierungszyklen geben an, nach welcher Zeit ein Gebäude aus einer bestimmten Baualtersklasse typischerweise saniert werden würde. Da nicht alle Gebäude aus einer Baualtersklasse gleichzeitig und nicht alle Baualtersklassen nacheinander saniert werden, werden sich überlappende Spannen angenommen.

Die **Sanierungsrate** beschreibt den Anteil der Energiebezugsfläche, welche im Mittel pro Jahr energetisch ertüchtigt wird. Die Sanierungsrate wird für jede Baualtersklasse einzeln angegeben. Auf diese Weise wird ein Zeitversatz in der Sanierung modelliert; d.h. ältere Gebäude oder Gebäude aus energieintensiven Baualtersklassen werden früher saniert.

Die hier betrachteten **Effizienzsteigerungen** beziehen sich auf die Reduktion des Trinkwarmwasserbedarfs sowie auf die Reduktion des Prozesswärmebedarfs. **Suffizienz**, die auf eine bewusste Reduktion des Verbrauchs durch Verhaltensänderungen und Anpassungen des Lebensstils abzielt, betrifft hingegen ausschließlich das Trinkwarmwasser.

Weiterhin werden statistische Daten zum **Zubau** und zur **Bevölkerungsentwicklung** je Bezirk berücksichtigt. Für die zugebauten Flächen wird ein Wärmebedarf von 50 kWh/ m² angenommen.

Um eine mögliche Spannweite der zukünftigen Entwicklungen hinsichtlich der Sanierung abzubilden, werden drei Szenarien untersucht. Dabei bilden alle Szenarien eine Steigerung der Sanierungsrate im Vergleich zum Trend ab. So lagen die Sanierungsraten in Deutschland in den letzten Jahren bei durchschnittlich 0,8 % pro Jahr.

Für die Gemeinde Roetgen wurden innerhalb der Modellierung der Einsparungen zunächst drei Szenarien aufgestellt. Im moderaten Szenario wird von einer Sanierungsrate von 1,2 % pro Jahr, im ambitionierten Szenario von 2,2 % pro Jahr und im maximalen Sanierungsszenario von 3 % pro Jahr bis 2045 ausgegangen. Die angesetzten Modellparameter sind in Tabelle 9 zusammengestellt. Das maximale Szenario lehnt sich Ansätze in der von 2019 bis 2021 für Roetgen durchgeführte Untersuchung „3% Plus – Energieeffizienter Sanierungsfahrplan 2050 für die Gemeinde Roetgen“ an [4].

Tabelle 9: Parameter der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion

	Moderates Szenario	Ambitioniertes Szenario	Maximales Sanierungs-Szenario
Sanierungsrate	1,2 % pro Jahr	2,2 % pro Jahr	3,0 % pro Jahr
Sanierungszeitraum	bis 2045	bis 2045	bis 2045
Sanierungstiefe	Wohngebäude: abhängig von BAK Nichtwohngebäude: abhängig von Nutzung		77 %
Minimaler Wärmebedarf nach Sanierung	50 kWh/m ²	50 kWh/m ²	30 kWh/m ²
Reduktion Raumwärmebedarf durch Klimaveränderung	0,3 % pro Jahr	0,3 % pro Jahr	0,3 % pro Jahr
Reduktion Trinkwarmwasserbedarf durch Suffizienz- & Effizienzsteigerung	10 % bis 2045	10 % bis 2045	20 % bis 2045
Reduktion Prozesswärmebedarf durch Effizienzsteigerung	0 % bis 2045	10 % bis 2045	20 % bis 2045

Tabelle 10 stellt die Ergebnisse aller drei Szenarien gegenüber. Während im moderaten Szenario mit Einsparungen des Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfes von etwa 25 % zu rechnen ist, ergibt sich im sehr ambitionierten Szenario eine Reduktion des Wärmebedarfs um 47 % bezogen auf den Ausgangswert 2023.

Tabelle 10: Ergebnisse der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion

	Moderates Szenario	Ambitioniertes Szenario	Sehr ambitioniertes Szenario
Mittlere Sanierungsrate	1,2 % p.a.	2,2 % p.a.	3,0 % p.a.
Reduktion Raumwärmebedarf durch Klimaveränderung	10,8 %	10,8 %	10,8 %
Reduktion RW- und TWW-Bedarf durch Sanierung, Suffizienz- & Effizienzsteigerungen	14,6 %	26,3 %	34,7 %
Reduktion Prozesswärmebedarf durch Effizienzsteigerung	0 %	10 %	20 %
Reduktion des Wärmebedarfs (RW, TWW, PW) bis 2045	25,4 %	37,1 %	45,6 %

Die sich ergebenden Einsparungen zeigen die zu erwartende Bandbreite des Effekts zukünftiger Sanierungsmaßnahmen auf den Wärmebedarf in Roetgen auf.

Parallel zur o.g. genannten Untersuchung 3% Plus wurden in Roetgen in den Jahren 2019 bis 2022 durch altbau plus e.V. ([altbau plus – Infoservice energiesparendes Sanieren](#)) umfangreiche Beratungen zur Sanierung von Wohngebäuden durchgeführt. Das hieraus resultierende Sanierungsgeschehen wurde mittels Befragungen auf Baustellen und der durchführenden Handwerksbetriebe sowie dem Feed-Back aus den Beratungen dokumentiert.

Im Ergebnis zeigte sich, dass in den drei Jahren insgesamt 355 Beratungen durchgeführt wurden, die in 167 umgesetzte Sanierungen mündeten. Bezogen auf die Gesamtanzahl der Gebäude in Roetgen folgt eine Sanierungsquote von rd. 7% bezogen auf die drei Jahre bzw. von 2,3 % jährlich (vgl. Abbildung 26). Die Sanierungen umfassten sowohl Einzelmaßnahmen wie die Erneuerung von Fenstern oder Heizungsanlagen als auch Gesamtsanierungen der Gebäudehülle. Insgesamt zeigt sich, dass in Roetgen das Sanierungsgeschehen deutlich oberhalb des bundesdeutschen Durchschnitts von 0,8 % p.a. liegt. Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden für die Bedarfsprognose das Ambitionierte Szenario mit einer Sanierungsquote von 2,2 % p.a. angesetzt.

Ergebnisse Beratungsprogramm altbau plus e.V. im Zeitraum 2019 bis 2022

Anz. Gebäude	Sanierungen	Ges.	Sanquote
2568 Roetgen	167	355	7%

7% Sanierung in 3 Jahren
Ø rd. 2,3% Sanierungsquote
jährlich

Abbildung 26: Ergebnisse des Beratungsprogramms des altbau plus e.V. zur Gebäudesanierung in Roetgen

Im Folgenden werden die Ergebnisse des **ambitionierten Szenarios** erläutert und visualisiert: Für das Jahr 2045 ergeben sich im Vergleich zum Basisjahr Einsparungen von 37 % des Wärmebedarfes bzw. 30,2 GWh/a. Dabei reduziert sich der Raumwärmebedarf durch Klimaveränderung um 11 %. Die Sanierung der Gebäudehüllen plus die Suffizienz- und Effizienzsteigerungen beim Trinkwarmwasser machen 26 % Reduktion des Wärmebedarfes aus. Aus der Sanierungsrate von 2,2 % pro Jahr ergibt sich, dass rd. 50 % der Energiebezugsflächen mit den oben beschriebenen Sanierungstiefen saniert werden. Es ist zu beachten, dass dieselbe Einsparung auch durch eine Durchführung von Maßnahmen an mehr Gebäuden mit niedrigerer Sanierungstiefe, sogenannte Teilsanierungen anstelle von Vollsanierungen, erzielt werden könnten.

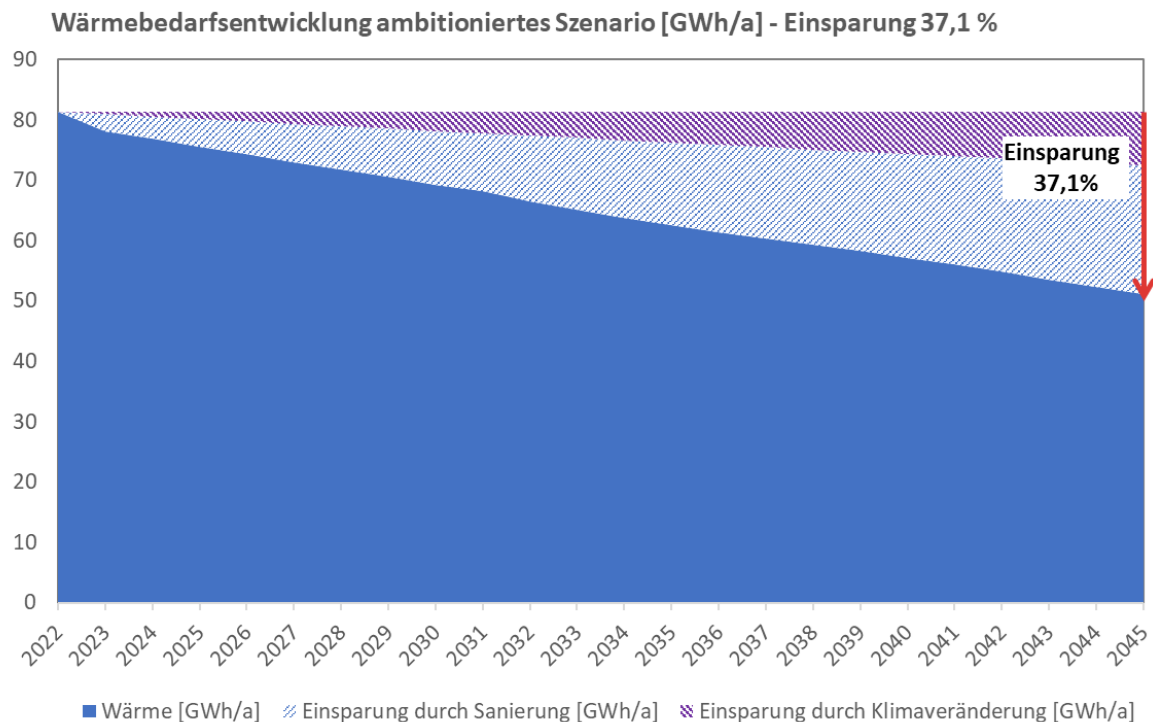


Abbildung 27: Prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 im ambitionierten Szenario

Abbildung 28 stellt die absoluten Einsparungen der Wohngebäude in Roetgen nach Baualtersklassen dar. Die blauen Säulen zeigen den Wärmebedarf nach Sanierung, der graue Säulenteil gibt die Einsparung durch Sanierung, Klimaveränderung und Effizienzmaßnahmen wieder. Es zeigt sich, dass insbesondere für die energieintensiven Baualtersklassen von 1949 bis 1982 ein hohes Reduktionspotential zu verzeichnen ist.

Dies geht auch aus Abbildung 29 hervor, in der die durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarfe vor Sanierung (Summe der blauen und grauen Säulen) sowie die Wärmebedarfe nach Sanierung (blaue Säulen) gegenübergestellt werden. Für jede Baualtersklasse wird hier unter Einbezug aller Gebäude dieser Baualtersklasse dargestellt, welche Einsparungen gesamtstädtisch (unter Annahme der oben dargestellten Parameter des ambitionierten Szenarios) realisiert werden können.

Die gezeigten Werte entsprechen dem spezifischen Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude, beinhalten folglich sowohl Raumwärme- als auch Trinkwarmwasserbedarfe. Für die häufig sanierten Baualtersklassen älter 1977 werden nach Sanierung fast so geringe durchschnittliche Wärmebedarfe wie für Gebäude ab 2015 verzeichnet. Insgesamt gleichen sich die spezifischen Wärmebedarfe bis 2045 zwischen den Baualtersklassen aneinander an.

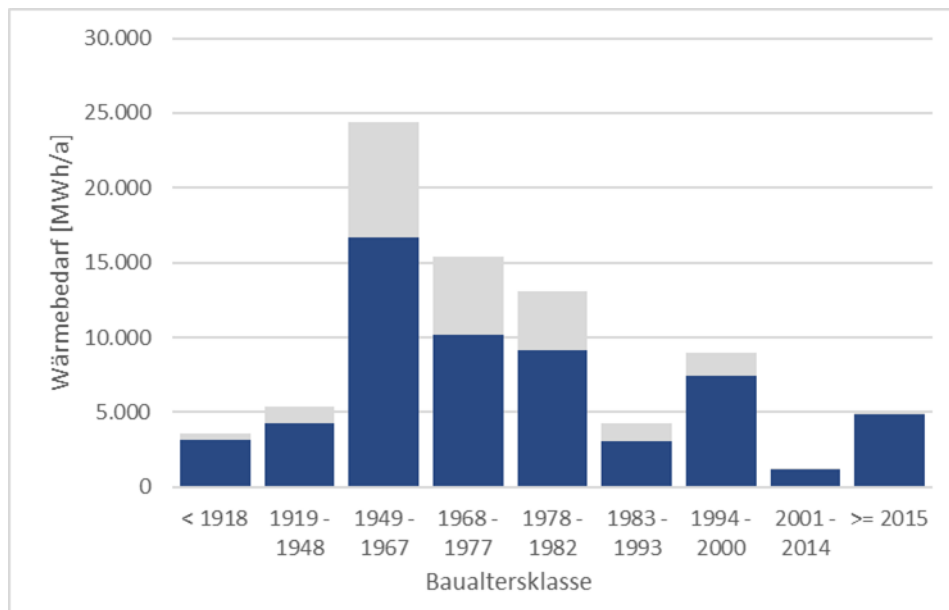


Abbildung 28: Wärmebedarf nach Sanierung (blau) und Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung (grau) in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, ambitioniertes Szenario

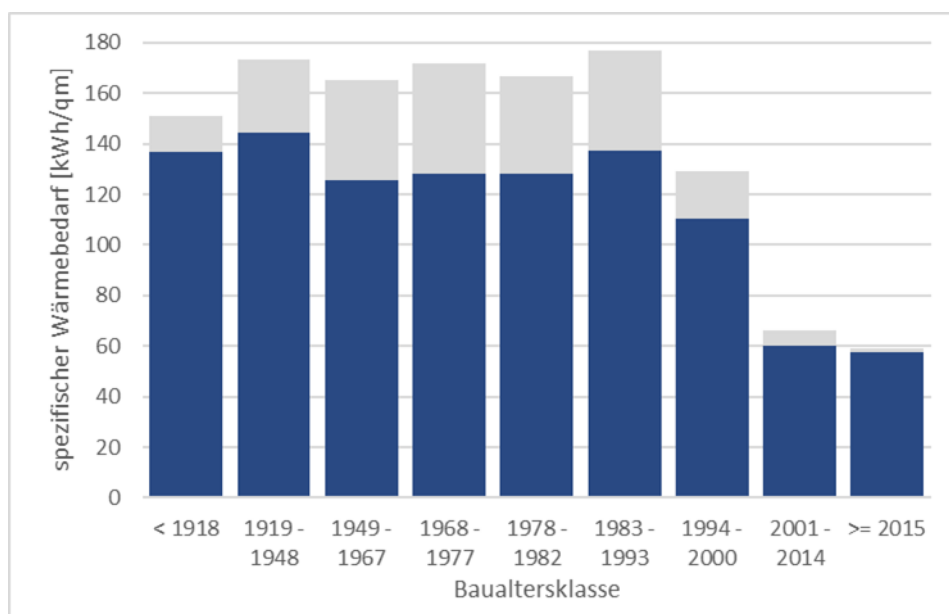


Abbildung 29: Spezifische Einsparungen in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, ambitioniertes Szenario

Die folgenden Karten zeigen die spezifischen Einsparungen (Abbildung 30) und absoluten Einsparungen (Abbildung 31) im ambitionierten Sanierungsszenario, dargestellt auf Baublockebene.

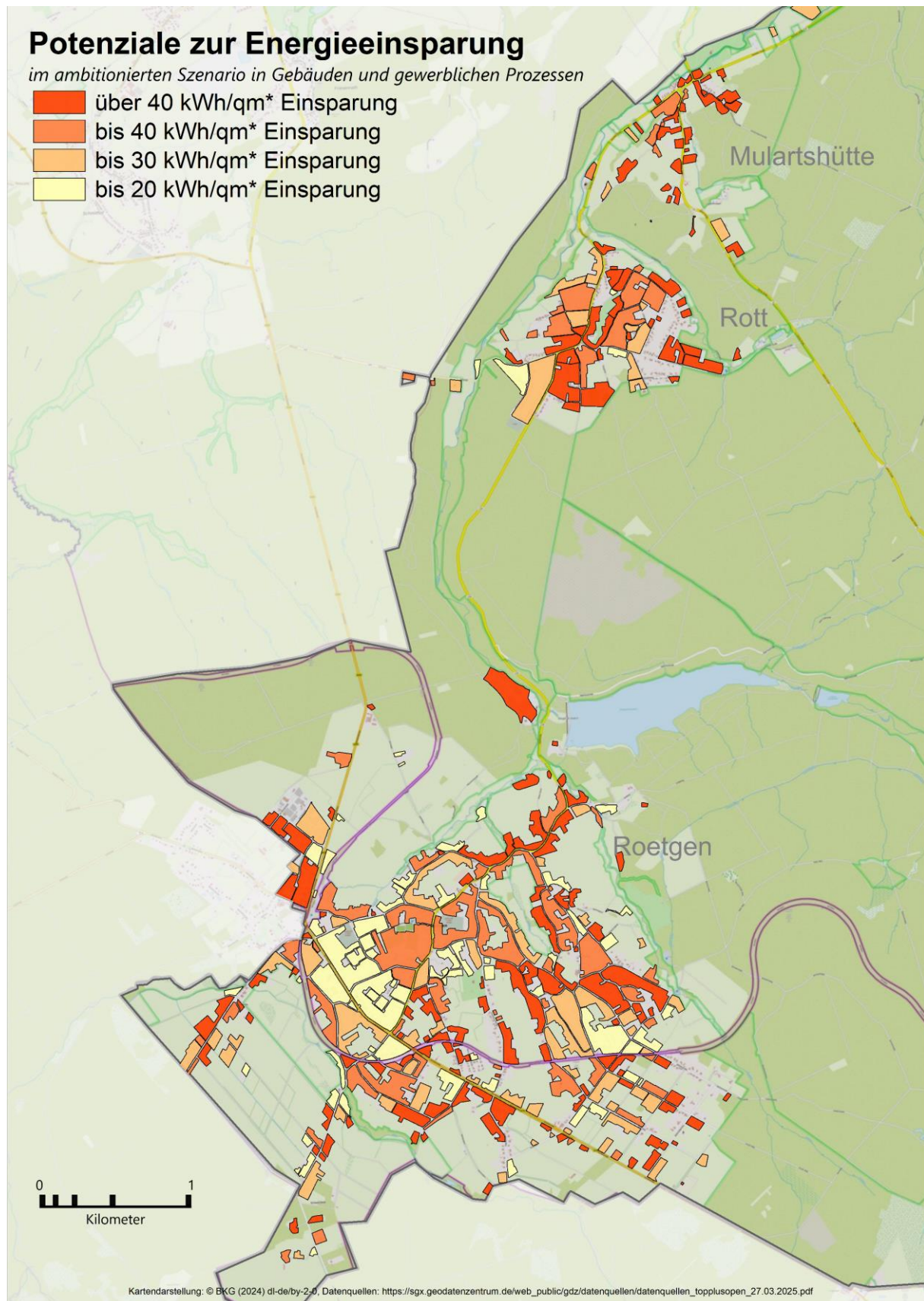


Abbildung 30: Durchschnittliche, flächenspezifische Reduktion des Wärmebedarf bis 2045 im ambitionierten Szenario auf Baublockebene

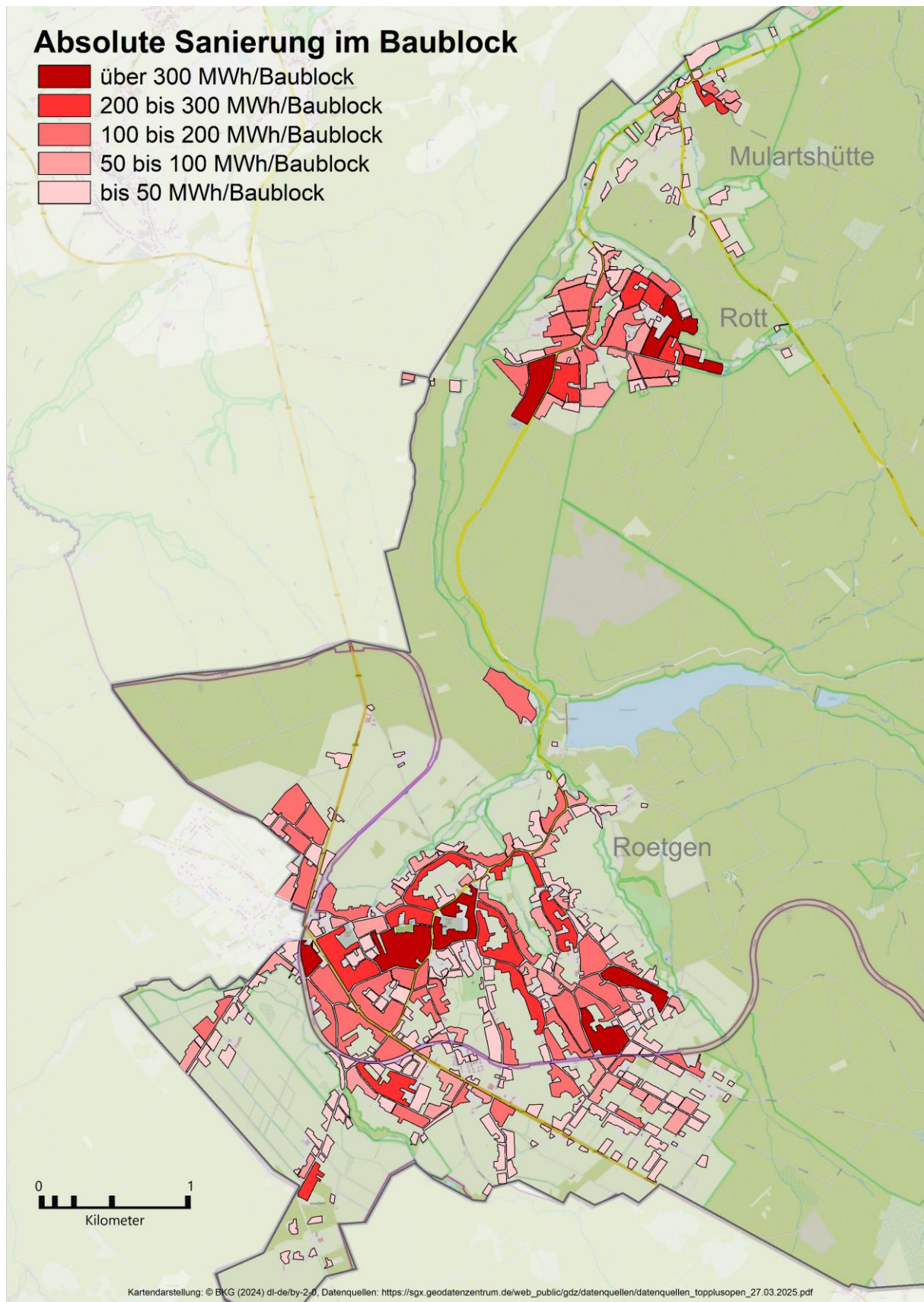


Abbildung 31: Absolute Reduktion des Wärmebedarfs im ambitionierten Szenario bis 2045 auf Baublockebene

4.2.2 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie nutzt die im Erdreich gespeicherte Wärme in einer Tiefe von bis zu 400 Metern. Es gibt verschiedene Arten der Nutzung:

1. **Erdwärmesonden:** Hier werden Rohre vertikal in den Boden gebohrt bis in Tiefen von 400 m (meist 50 m bis 100 m). Bei Tiefen von mehr als 100 m greift das Bergrecht, was ein aufwändigeres Genehmigungsverfahren nach sich zieht. Durch die Rohre zirkuliert eine Flüssigkeit (Sole), die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und an eine Wärmepumpe weiterleitet. Diese Art eignet sich auch für kleinere Grundstücke, da die Bohrungen tief, aber schmal sind.
2. **Erdwärmekollektoren:** Diese Rohre werden horizontal etwa 1,2 bis 1,5 Meter unter der Erdoberfläche verlegt. Sie entziehen dem Boden die Wärme auf einer größeren Fläche. Diese Methode benötigt allerdings viel Platz und ist daher eher für große Grundstücke geeignet.
3. **Energiepfähle:** Hier werden bereits vorhandene Fundamente von Gebäuden, sogenannte Pfähle, zur Wärmergewinnung genutzt. In die Pfähle werden Rohre integriert, die wie bei Erdwärmesonden Wärme aufnehmen. Diese Methode wird oft bei Neubauten angewendet.
4. **Grundwasserwärmepumpen:** Sie entziehen dem Grundwasser direkt Wärme. Dazu wird Grundwasser über einen Brunnen gefördert, die Wärme entzogen und anschließend in einen zweiten Brunnen zurückgeleitet. Voraussetzung ist eine ausreichend große und saubere Grundwasserquelle.

Zur Berechnung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie in Roetgen wird die Option Erdwärmesonden betrachtet. Die Eignung des Bodens für Erdwärmesonden verschiedener Tiefen sowie für Erdwärmekollektoren kann auf den Seiten des geologischen Dienstes NRW [5] standortscharf abgerufen werden. Das Vorgehen zur Ermittlung des theoretischen, des technischen und des erwartbaren Potenzials und deren Definitionen sind in Tabelle 11 in stichpunktartig zusammengefasst.

Das Potenzial wird für jedes Flurstück, auf dem ein beheiztes Gebäude vorhanden ist, ermittelt. Weiterhin werden Flurstücke in Trinkwasserschutzgebieten der Zonen I und II sowie Flurstücke mit Bodendenkmälern ausgeschlossen, da hier Bohrungen verboten sind. Es wird angenommen, dass 40 % der freien Flurstücksfläche für Bohrungen zur Verfügung steht und eine Sonde einer Fläche von 64 m² bedarf. Unter Annahme einer Sondenlänge von 100 m und einer Entzugsleistung von 50 W/m wird die thermische Entzugsleistung pro Flurstück, unter Annahme einer Vollaststundenzahl von 1.800 h/a, ausgewiesen. Die Wärmebereitstellung auf dem für die Raumwärme und Trinkwarmwasserwärme geforderten Temperaturniveau erfolgt über Sole-Wasser-Wärmepumpen, für die eine Jahresarbeitszahl (Kennzahl für die mittlere Effizienz einer Wärmepumpe) von 3,3 [6] angesetzt wird.

Das theoretische Potenzial der Wärmebereitstellung aus oberflächennaher Geothermie wird in Bezug zum Wärmebedarf auf dem Flurstück gesetzt. Insgesamt ergibt sich für das theoretische Potenzial oberflächennaher Geothermie in Roetgen ein Wert von rd. 357 GWh/a. Diese geht weit über den tatsächlichen Gesamtwärmebedarf von 81,4 GWh/a hinaus.

Zur Berechnung des technischen Potenzials wird davon ausgegangen, dass der Einsatz einer dezentralen, oberflächennahen Geothermielösung in Kombination mit einer Wärmepumpe nur sinnvoll ist, wenn das Wärmeerzeugungspotenzial mindestens 100 % des Wärmebedarfes auf dem Flurstück beträgt. Für den Fall, dass diese Randbedingung erfüllt ist, begrenzt der Wärmebedarf das technische Potenzial. Sofern die Randbedingung nicht erfüllt ist, wird das

Potenzial für das entsprechende Flurstück rechnerisch auf 0 gesetzt. Diesem Vorgehen wird die Annahme vorausgesetzt, dass keine Hybridanlagen gebaut werden würden und eine Sondentiefe von 100 m eher nicht überschritten wird. Diese Annahme ist für die übergeordnete Potenzialbetrachtung des gesamten Gemeindegebiets hinsichtlich dezentraler Erdwärmepumpen hinreichend. Im Fall großer Liegenschaften, Nichtwohngebäude oder auch großer Wohngebäude, können Hybridsysteme oder kombinierte Wärmepumpensysteme hingegen auch zum Lösungsspektrum gehören und sind für den Einzelfall zu prüfen. Insgesamt ergibt sich für das technische Potenzial oberflächennaher Geothermie in Roetgen ein Wert von rd. 60 GWh/a.

Tabelle 11: Definition der Potenziale oberflächennaher Geothermie

GEOTHERMIE, oberflächennah

Theoretisches Potenzial:

- Maximale Wärmemenge bei Nutzung der gesamten Flurstücksfläche
- Wärmebereitstellung über Geothermie-Sonden und Geothermie-Wärmepumpen
- Ausschluss von Trinkwasserschutzgebieten der Zonen I und II

Technisches Potenzial:

Ausgehend vom theoretischen Potenzial:

- Ausschluss von Flurstücken, die den anliegenden Wärmebedarf nicht vollständig decken können
- Begrenzung des Potenzials auf den tatsächlichen Wärmebedarf je Flurstück

Erwartbares Potenzial:

- Nutzung von Geothermie-Wärmepumpen vorwiegend in Gebieten dezentraler Versorgung
- Abbildung marktüblicher Anteile
 - Circa 20 % - 25 % Marktanteil von Geothermie-Wärmepumpen an dezentralen Wärmepumpensystemen

HINWEIS: Das erwartbare Potenzial wird hier noch nicht ermittelt, da die rechnerische Auswertung Bestandteil des Zielszenarios ist (vgl. Kapitel 5).

In Abbildung 32 sind die theoretischen und technischen Potenziale nach Ortsteilen dargestellt. Abbildung 33 zeigt eine Karte des technischen Potenzials pro Baublock. Je heller ein Baublock dargestellt ist, umso geringer ist der Anteil des Wärmebedarfs im Baublock, der durch Erdwärme in Kombination mit Wärmepumpen gedeckt werden könnte. Es ist zu beachten, dass diese Auswertung für Sonden mit einer Länge von 100 m erfolgt ist. Bei einer geringeren Sondentiefe und gleicher Anzahl sinkt das Potenzial, bei längeren Sonden und gleicher Sondenanzahl kann in unterversorgten Gebieten theoretisch ein höherer Anteil gedeckt werden.

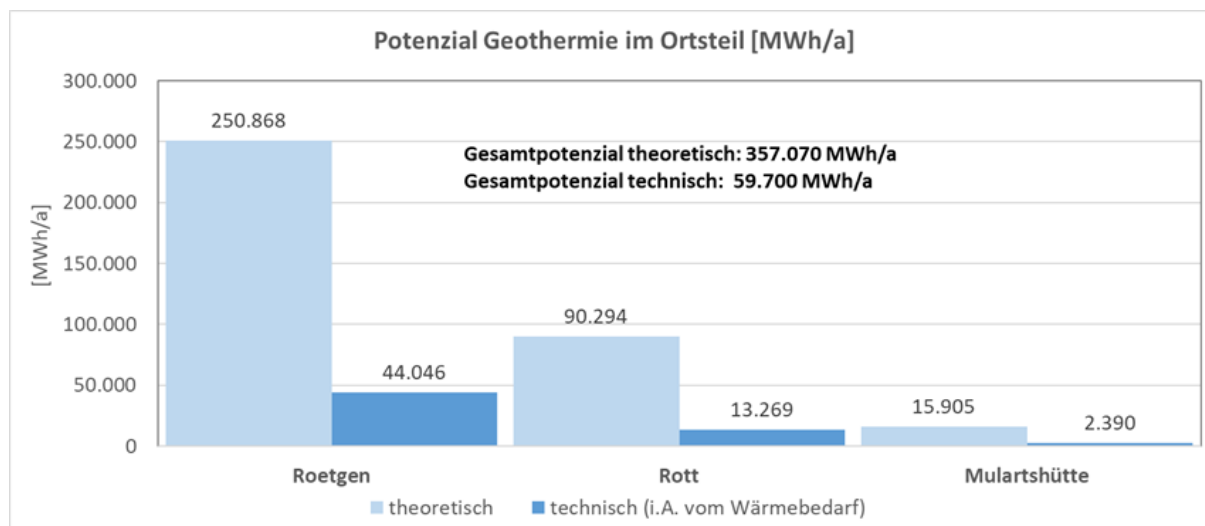


Abbildung 32: Potenziale für oberflächennahe Geothermie nach Ortsteilen

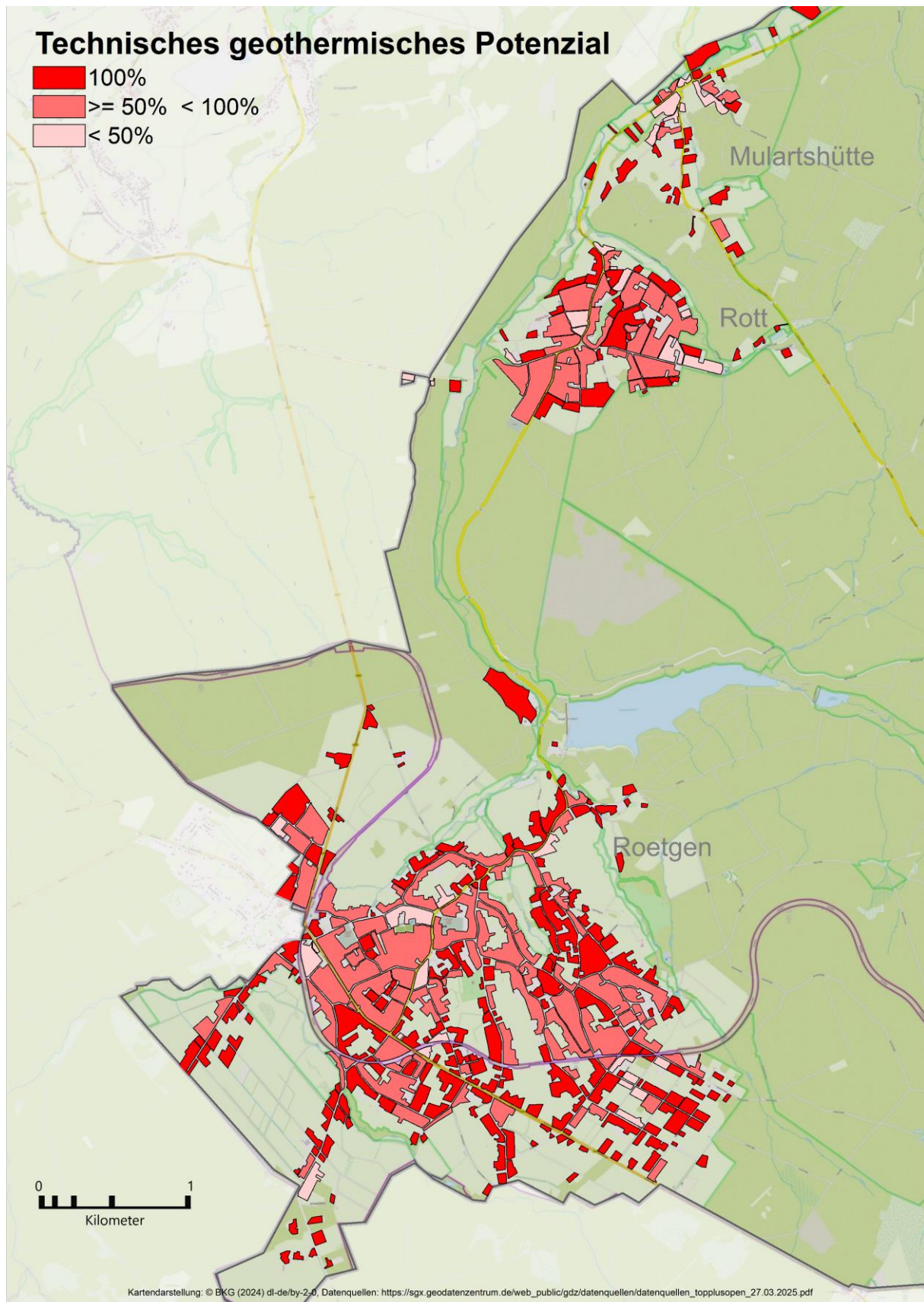


Abbildung 33: Technisches Potenzial bei einer Sondentiefe von 100 m für oberflächennahe Geothermie auf Baublockebene

4.2.3 Umgebungsluft

Die Nutzung der Umgebungsluft mittels Luft-Wasser-Wärmepumpen bietet sich an allen Stellen an, an denen zur Wärmeerzeugung keine andere Technologie primär zum Einsatz kommen kann (bspw. Wärmepumpen mit Erdwärme, die eine etwas höhere Effizienz aufweisen als Luftwärmepumpen). Der Grund liegt in der Flexibilität von Luft-Wärmepumpen, da Umgebungsluft grundsätzlich überall verfügbar ist.

Die Luft-Wasser-Wärmepumpe funktioniert nach dem Prinzip eines „umgedrehten Kühltanks“. Die in der Umgebungsluft enthaltene Wärmeenergie wird mittels eines Kreislaufsystems im Außenbereich über die sog. Außeneinheit (Wärmetauscher) gewonnen, durch die Wärmepumpe auf ein erhöhtes Temperaturniveau gebracht und anschließend für die Beheizung der Innenräume zur Verfügung gestellt.

Der Umwandlungsnutzungsgrad – sog. Leistungszahl (COP = Coefficient of Performance), die das Verhältnis von Wärmeerzeugung zu Energieeinsatz (Elektroenergie) angibt – hängt von der Außenlufttemperatur ab. Im Winterhalbjahr ist die Außentemperatur und damit auch die Leistungszahl niedrig (worst case 1,0 bis 2,5), im Sommerhalbjahr höher (bis zu 3,5). Der Stromaufwand für den Betrieb ist daher insbesondere im Winterhalbjahr i.d.R. höher als z.B. bei Wärmepumpen, die mit Erdwärme (oberflächennahe Geothermie) mit einem ganzjährig verfügbaren Temperaturniveau von 10-15 °C arbeiten.

Eine Potenzialeingrenzung ist aufgrund der lokal immer verfügbaren Wärmequelle Außenluft nicht möglich bzw. nur durch den Wärmebedarf insgesamt gegeben. In der Praxis ergeben sich Einschränkungen durch bereits vorhandene Heizungsalternativen wie Fernwärme, fehlenden Platzbedarf bzw. Lärm-/Schallschutzprobleme z.B. bei Reihenhäusern, hohe Temperaturanforderungen in alten Heizungssystemen und die Vereisungsgefahr an den Luft-Wärmetauschern bei niedrigen Außentemperaturen. Eingeschränkt werden kann die Nutzung somit durch die Lage des Gebäudes, durch baurechtliche Einschränkungen und klimatische Bedingungen.

So kann es z. B. sein, dass baurechtlich erforderliche Abstände (Berücksichtigung von Brandschutz und Schallemissionen) nicht eingehalten werden können und somit die Nutzung der Umweltwärme an dieser Stelle ausgeschlossen ist.

Wärmepumpen mussten in NRW bislang einen Mindestabstand von 3 Metern zur Grundstücksgrenze einhalten. Seit 2024 sind die Vorgaben von Mindestabständen für Wärmepumpen und deren Einhausungen in der Landesbauordnung NRW vollständig entfallen. Es gibt somit keinen vorgeschriebenen Mindestabstand, es sind jedoch Lärmschutzgrenzwerte von 35 - 45 dB gemäß TA Lärm einzuhalten.

Eine flächendeckende Untersuchung zur Eingrenzung des genehmigungsrechtlichen Potenzials nach Gebäudetypen und deren Lage ist für das Gemeindegebiet Roetgen im Rahmen der Wärmeplanung nicht leistbar.

In einer aktuellen Untersuchung wurde das räumlich aufgelöste technische Potenzial für den Einsatz von Wärmepumpen im gesamten Bundesgebiet untersucht [7]. Hierbei wurden auch Luftwärmepumpen mit einbezogen und diese insbesondere hinsichtlich ihrer Eignung bzgl. der zu erwartenden und zulässigen Lärmemissionen nach typischen Siedlungsgebieten untersucht und die Potenziale je nach Siedlungsstruktur bzw. Stadt-/Gemeindetyp ermittelt.

Erwartungsgemäß liegen die Potenziale für Luftwärmepumpen in Gebieten mit lockerer (Einfamilienhaus-)Bebauung deutlich höher als in größeren Städten. Die Potenziale liegen bei:

- Landgemeinden unter 5.000 EW: 75 %
- Kleinstädte mit 5.000 bis 20.000 EW: 71 %
- Mittelstädte mit 20.000 bis 100.000 EW: 63 %

- Großstädte ab 100.000 EW: 49 %

Für größere Großstädte und Ballungszentren wie bspw. das Ruhrgebiet und die Städte Düsseldorf oder Köln liegen die Potenziale im Bereich zwischen 29 % und 39 % und damit noch deutlich niedriger als der o.g. Mittelwert für Großstädte.

Für Roetgen als ländlich geprägte Kleinstadt ist für die Gesamtbetrachtung des Gemeindegebietes zunächst von einem technischen Potenzial gemäß dem Mittelwert für Kleinstädte von rd. 71% auszugehen. Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs aus Luftwärmepumpen beträgt damit rd. 57 GWh/a (71 % des gesamten Wärmebedarfs gem. Abschnitt 3.4).

4.2.4 Dachflächen-Solarthermie

Dachflächen-Solarthermieanlagen nutzen die Sonneneinstrahlung zur Erzeugung von Wärme, die zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung eingesetzt werden kann. Es gibt verschiedene Systeme:

- **Flachkollektoren:** Diese großflächigen, flachen Kollektoren werden direkt auf das Dach montiert und bestehen aus einer Glasabdeckung und einem wärmeabsorbierenden Material. Sie sind robust, preisgünstig und besonders für den Sommerbetrieb gut geeignet.
- **Vakuumröhrenkollektoren:** Diese Kollektoren bestehen aus mehreren Röhren, in denen ein Vakuum zur Isolation genutzt wird. Sie bieten eine höhere Effizienz, vor allem bei geringerer Sonneneinstrahlung, und eignen sich gut für den ganzjährigen Einsatz.
- **Hybridkollektoren (Photovoltaisch-thermische Kollektoren (PVT)):** Diese Kollektoren kombinieren Photovoltaik und Solarthermie in einem System. Sie erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme, wodurch die absolute Energieausbeute pro Dachfläche maximiert wird, der spezifische Anteil für Wärme jedoch geringer als in den anderen Systemen ausfällt.

Zur Ermittlung des Potenzials für Dachflächen-Solarthermie in Roetgen wurde das landesweite Solarkataster Nordrhein-Westfalen [8] ausgewertet. In diesem wird das Potenzial für Flachkollektor-Anlagen berechnet. Die belegbare Dachfläche wird unter Ausschluss von kleinteiligen Dachelementen, wie Schornsteinen, Gauben, etc. ermittelt. Stark verschattete Flächen werden nicht ausgewiesen [8]. Das Solarkataster Nordrhein-Westfalen [8] bietet somit die Möglichkeit einer Erstabschätzung der möglichen Thermie-Leistung.

In Roetgen gibt es unter Ausschluss der nach Norden ausgerichteten Dachflächen 0,26 Mio. m² Dachfläche, die theoretisch zur Erzeugung von Wärme mittels Solarthermie geeignet sind. Das kumulierte theoretische Potenzial für alle diese Flächen beträgt 93,1 GWh/a.

Unter der Annahme, dass Solarthermie-Anlagen so dimensioniert werden, dass bis zu 50 % des Trinkwarmwasser-Bedarfs durch diese gedeckt werden können, beträgt das technische Potenzial 7,7 GWh/a.

Es ist zu beachten, dass Solarthermieanlagen, wenn sie neben der TWW-Erzeugung auch für eine Unterstützung des Heizwärmebedarfs ausgelegt sind, auch höhere Potenziale aufweisen können. Die hier verwendeten Parameter sind folglich als konservative Annahmen zu betrachten.

Tabelle 12: Definition der Potenziale von Dachflächen-Solarthermie

SOLARTHERMIE, Dachflächen**Theoretisches Potenzial:**

- Maximal mögliche Wärmeerzeugung bei Betrachtung geeigneter Flächen und Einstrahlungsdaten lt. Solarkataster
- Ausschluss von Nordflächen

Technisches Potenzial:

Ausgehend vom theoretischen Potenzial:

- Skalierung des Potenzials auf einen solaren Deckungsanteil von maximal 50 % des Trinkwarmwasserbedarfs

Erwartbares Potenzial:

Ausgehend vom technischen Potenzial:

- Abbildung marktüblicher Anteile je Gebäudenutzung
- Ausschluss von Kombinationen mit dezentralen Wärmepumpen (Kombination mit PV als geeignetere Variante)
- Ausschluss von Kombinationen mit Wärmenetzen

HINWEIS: Das erwartbare Potenzial wird hier noch nicht ermittelt, da die rechnerische Auswertung Bestandteil des Zielszenarios ist (vgl. Kapitel 5).

In Abbildung 34 sind die theoretischen und technischen Potenziale nach Ortsteilen dargestellt. Abbildung 35 zeigt eine Karte des technischen Potenzials auf Baublockebene. Die mögliche Wärmeerzeugung durch Solarthermie im Baublock wird auf den Wärmebedarf im Baublock bezogen. Aufgrund der in der Bestandsanalyse getroffenen Annahme, dass Trinkwarmwasser 20 % des Wärmebedarfes ausmacht, ergibt sich bei einer Dimensionierung der Solaranlagen auf 50 % Trinkwarmwassererzeugung ein Anteil von 10 % solarer Deckung des Wärmebedarfes als Obergrenze.

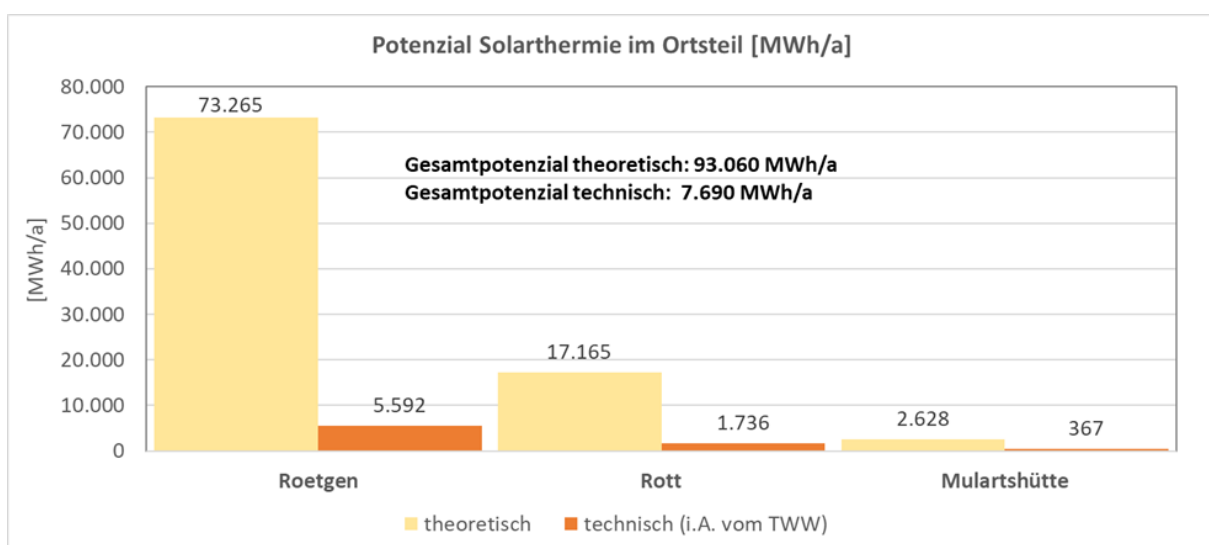


Abbildung 34: Potenziale für Dachflächen-Solarthermie, Aufteilung nach Ortsteilen

Für das erwartbare Potenzial ist zu beachten, dass Solarthermie immer in Flächenkonkurrenz mit PV-Anlagen steht. Während PV-Anlagen insbesondere in Kombination mit strombasierten Wärmeerzeugern wie Wärmepumpen vorteilhaft sind und flexibel für den weiteren Endenergieverbrauch des Gebäudes eingesetzt werden können (z.B. für den Haushaltsstrom), eignet sich Solarthermie in Kombination mit Biomasse, um über die Solarthermie den TWW-Bedarf im Sommer abzudecken. Hier können Solarthermieranlagen zu einer Reduktion des Brennstoffbedarfes beitragen. Durch PVT-Kollektoren werden beide Technologien in einem Modul vereint. Diese können sowohl die direkte Solarstrahlung als die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzen. Sie kombinieren die Funktionen eines Photovoltaikmoduls zur Stromerzeugung mit einem Wärmeübertrager, der auf der Rückseite des Moduls angebracht ist. Diese Konstruktion ermöglicht es, die Abwärme des PV-Moduls effizient zu nutzen und gleichzeitig Wärme direkt aus der Umgebungsluft zu gewinnen. In Kombination mit Wärmepumpen ist insbesondere die Bauform als Luft-Sole-Kollektoren, auch als PVT-Wärmepumpenkollektoren bezeichnet, interessant.

Die Nutzung von Solarthermie ist auch auf Freiflächen grundsätzlich möglich: Dies wird unter Kap. 4.3 Zentrale Potenziale und dort im Unterkapitel 4.3.8. Freiflächen-Solarthermie behandelt.

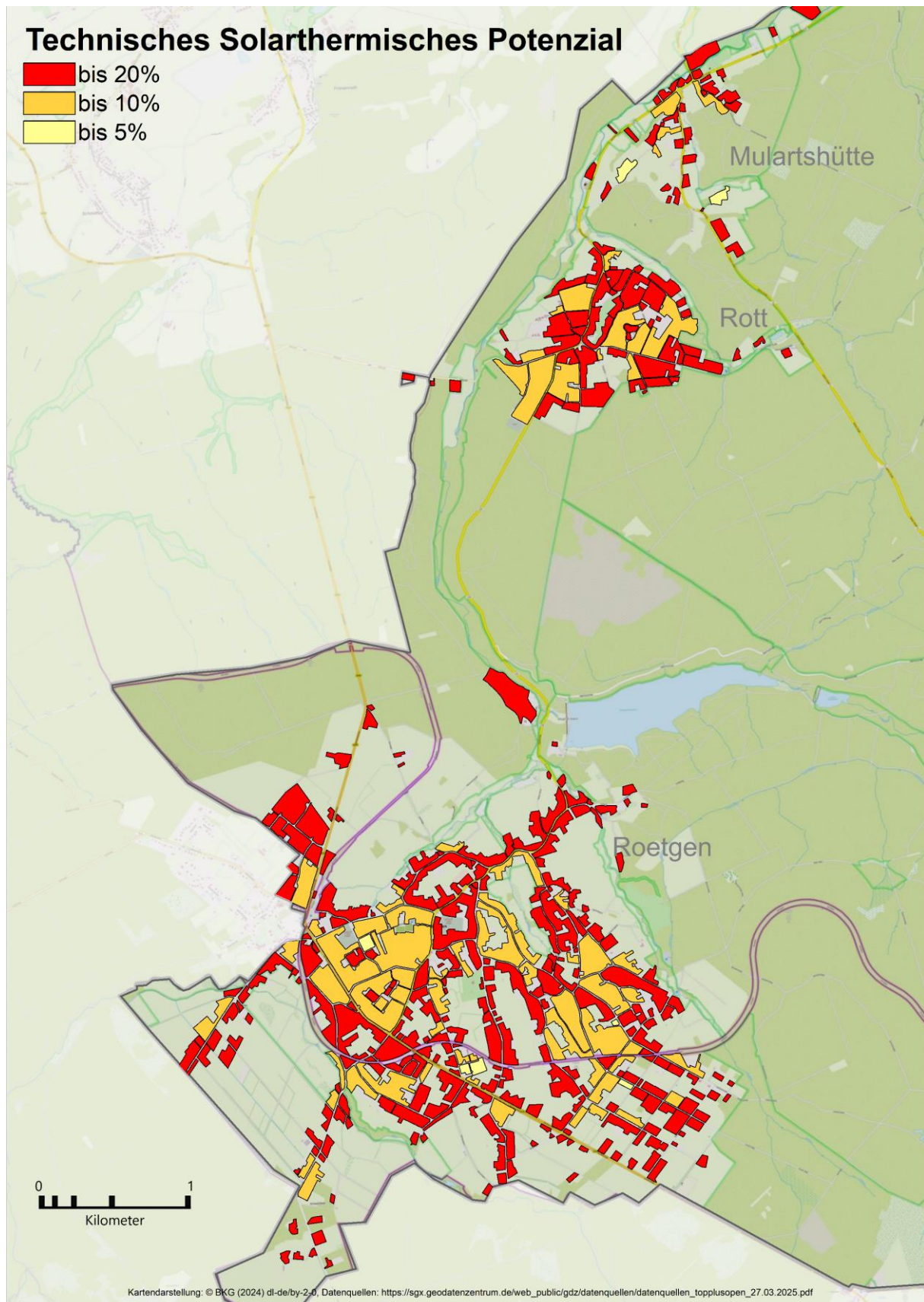


Abbildung 35: Technisches Dachflächen-Solarthermiefpotenzial, Darstellung auf Baublockebene

4.2.5 Dachflächen-Photovoltaik

Dachflächen-Photovoltaikanlagen wandeln Sonneneinstrahlung direkt in elektrische Energie um. Es gibt verschiedene Arten von PV-Anlagen:

- **Monokristalline Solarmodule:** Diese Module bestehen aus einzelnen Siliziumkristallen und bieten den höchsten Wirkungsgrad. Sie sind besonders effizient bei direkter Sonneneinstrahlung und eignen sich ideal für kleinere Dachflächen.
- **Polykristalline Solarmodule:** Diese Module bestehen aus mehreren Siliziumkristallen, sind günstiger in der Herstellung, aber etwas weniger effizient als monokristalline Module. Sie funktionieren gut bei diffuserem Licht und sind eine häufige Wahl für größere Dächer.
- **Dünnschichtmodule:** Diese Module sind leichter und flexibler als kristalline Module, jedoch weniger leistungsstark. Sie eignen sich für Dächer, die weniger Gewicht tragen können oder bei denen das Aussehen eine Rolle spielt.
- **Hybridkollektoren (Photovoltaisch-thermische Kollektoren (PVT)):** Diese Kollektoren kombinieren Photovoltaik und Solarthermie in einem System. Sie erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme, wodurch die absolute Energieausbeute pro Dachfläche maximiert wird, der spezifische Anteil für Wärme jedoch geringer als in den anderen Systemen ausfällt.

Zur Ermittlung des Potenzials für Dachflächen-PV in Roetgen wurde das landesweite Solarkataster Nordrhein-Westfalen [8] ausgewertet. Die belegbare Dachfläche wird unter Ausschluss von kleinteiligen Dachelementen, wie Schornsteinen, Gauben, etc. ermittelt. Stark verschattete Flächen werden nicht ausgewiesen [8]. Das Solarkataster Nordrhein-Westfalen [8] bietet somit die Möglichkeit einer Erstabschätzung der möglichen PV-Leistung.

Tabelle 13: Definition der Potenziale von Dachflächen-Photovoltaik

PHOTOVOLTAIK, Dachflächen

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Stromerzeugung bei Betrachtung der geeigneten Flächen und Einstrahlungsdaten lt. Solarkataster
- Ausschluss von Nordflächen

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Keine weiteren Einschränkungen

Erwartbares Potenzial:

Ausgehend von technischem Potenzial:

- Annahme eines Szenarios, hier:
 - Nutzung von PV auf circa 50 % der Nichtwohngebäude
 - Nutzung von PV auf circa 50 % der Wohngebäude
- Berücksichtigung von 40 % nutzbaren Dachfläche

HINWEIS: Das erwartbare Potenzial wird hier noch nicht ermittelt, da die rechnerische Auswertung Bestandteil des Zielszenarios ist (vgl. Kapitel 5).

Das theoretische Stromerzeugungspotenzial beläuft sich auf rd. 29,5 GWh/a. Das technische Potenzial entspricht dem theoretischen Potenzial abzgl. der bereits installierten PV-Anlagen. Insgesamt sind in Roetgen bereits 6,8 MW Photovoltaik auf Dachflächen oder in Form von sogenannten Balkonkraftwerken installiert [3], was einer Stromerzeugung von etwa 6,1 GWh/a entspricht. Damit ergibt sich das technische Potenzial zur PV-Erzeugung zu rd. 23,4 GWh/a.

In Abbildung 36 sind die Stromerzeugungspotenziale nach Ortsteilen dargestellt. Abbildung 37 zeigt auf Baublockebene den theoretisch möglichen Anteil zur Wärmebedarfsdeckung über eine PV-Anlage in Kombination mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe. Dabei wurde eine Jahresarbeitszahl der Luft-Wasser-Wärmepumpe von 2,6 angenommen.

Die Nutzung von Photovoltaik ist auch auf Freiflächen grundsätzlich möglich: Dies wird unter Kap. 4.3. Zentrale Potenziale und dort im Unterkapitel 4.3.10 Freiflächen-Photovoltaik behandelt.

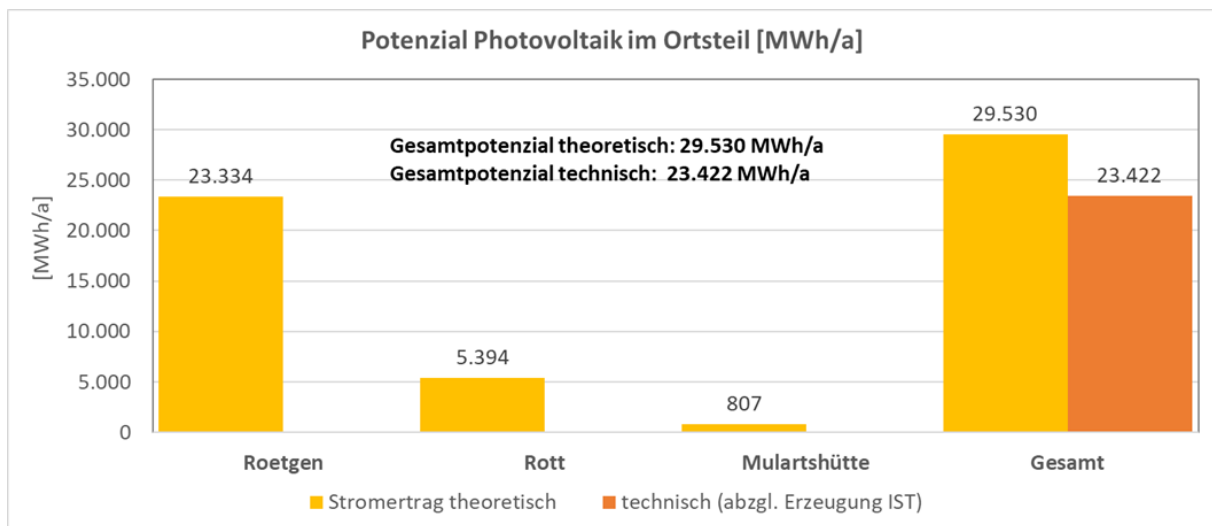


Abbildung 36: Technische Potenziale für Dach-Photovoltaik, Aufteilung nach Stadtbezirken

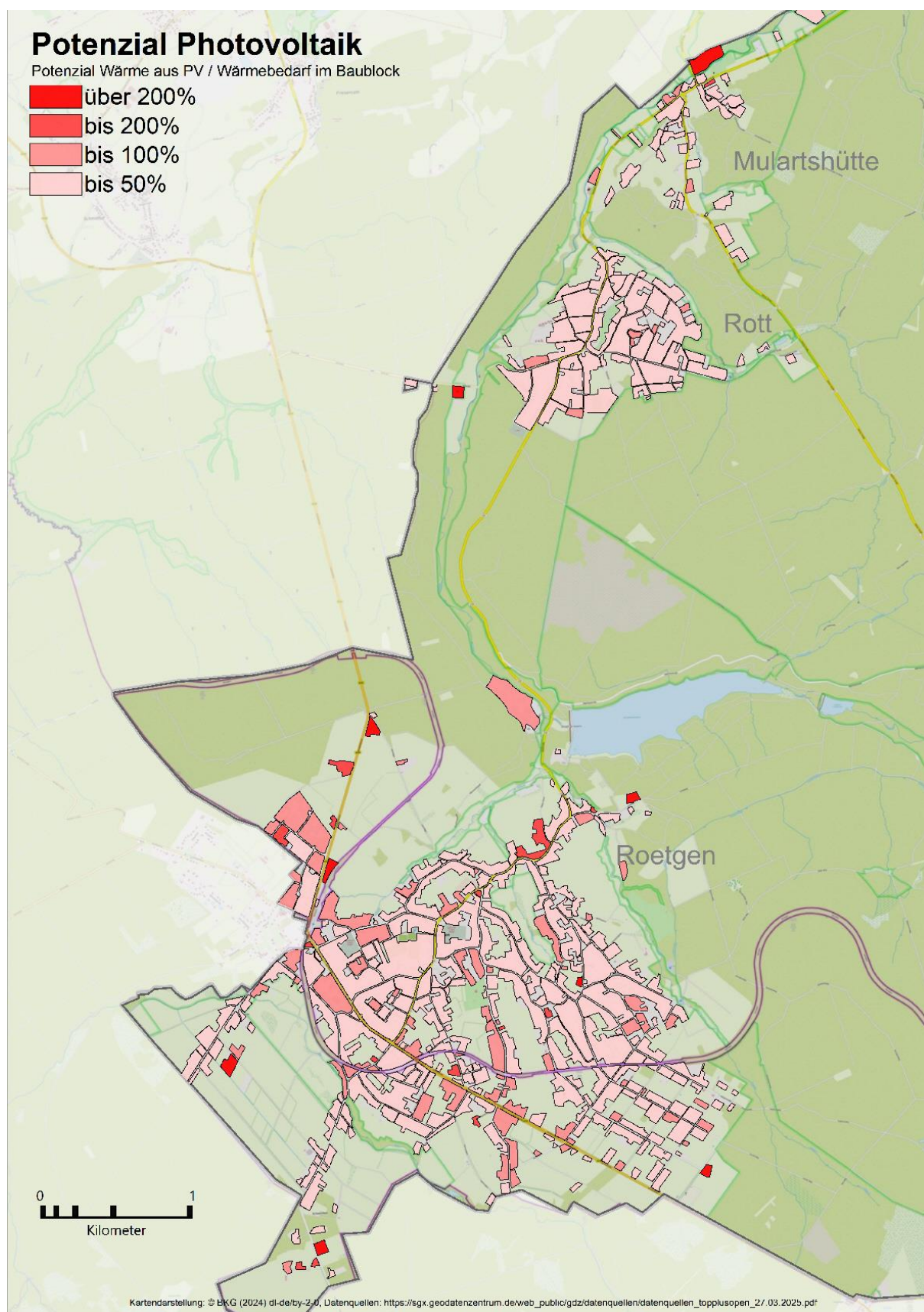


Abbildung 37: Dachflächen-Photovoltaikpotenzial, Darstellung auf Baublockebene

4.3 Zentrale Potenziale

4.3.1 Tiefe und mitteltiefe Geothermie

Tiefe und mitteltiefe Geothermie beschreibt die Wärme, die in Tiefen ab ca. 400 Metern bis zu mehreren tausend Metern gespeichert ist.

Ab einer Tiefe von 1.500 m ist von tiefer Geothermie die Rede. Hier können Gesteinsschichten vorkommen, die Wasser mit hohen Temperaturen führen – sogenannte hydrothermale Lagerstätten. Solche Gesteinsschichten können mittels hydrothermalen Systeme erschlossen werden. **Hydrothermale Systeme** sind offene Systeme, welche aus mindestens zwei Bohrungen, einer sogenannten Dublette, bestehen. Durch eine Förderbohrung wird Wasser direkt aus tiefen Aquiferen (geologische Formationen, die Wasser in bedeutenden Mengen speichern und leiten können) gefördert und oberirdisch mittels eines Wärmetauschers energetisch nutzbar gemacht. Nach der Nutzung wird das abgekühlte Wasser über eine zweite Bohrung, die Injektionsbohrung, wieder in die Tiefe geleitet, um das natürliche Reservoir zu erhalten.

Wenn kein natürliches Wasserreservoir vorhanden ist, können theoretisch petrothermale Systeme zum Einsatz kommen. Hierbei wird in heißes, trockenes Gestein gebohrt. Kaltes Wasser wird unter hohem Druck in das Gestein eingepresst, um Risse zu erzeugen, durch die das Wasser zirkuliert und Wärme aufnimmt. Dieser Vorgang wird auch Fracking genannt. Da Fracking jedoch mit erheblichen Umweltauswirkungen und -risiken verbunden sein kann, lehnt die Landesregierung NRW den Einsatz von petrothermaler Geothermie ab [9]. Die Potenziale von petrothermalen Systemen werden folglich im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung nicht betrachtet.

Der Bereich zwischen 400 m und 1.500 m wird als mitteltiefe Geothermie bezeichnet. Dieser Bereich wird meist durch **tiefe Erdwärmesonden** erschlossen. Auch offene hydrothermale Systeme mit Bohrdubletten sind in diesen Bereichen denkbar.

Eine weitere Sonderform der Geothermie ist die Grubenwassernutzung. Diese Option ist nur in Bergbauregionen zu prüfen, was für Roetgen nicht zutrifft, und hiermit von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen wird.

Tabelle 14: Definition der Potenziale von tiefer und mitteltiefer Geothermie

GEOTHERMIE, tief und mitteltief

Die Potenziale von tiefer und mitteltiefer Geothermie sind ohne entsprechende Erkundungsbohrungen und/oder weiterführende geologische Untersuchungen mit hohen Unsicherheiten und sehr hohen Kosten verbunden. Da die aktuelle, flächendeckende Daten- und Informationslage maximal eine übergeordnete Quantifizierung der Potenziale zulässt, wird an dieser Stelle keine weitere Kategorisierung des Potenzialbegriffs vorgenommen.

Vorgehen übergeordnete Potenzialermittlung:

- Überprüfung der notwendigen Voraussetzungen zur hydrothermalen Nutzung:
 - o Vorkommen geeigneter Gesteinsformationen
- Falls weiterführende Studien vorhanden sind:
 - o Bezifferung des Fündigkeitsrisikos
- Überprüfung der wasser- und bergrechtlichen Voraussetzungen für Erdsonden
- Ggf. Ableitung des Potenzials anhand übergeordneter Ausbauziele.

Im Masterplan Geothermie des Landes Nordrhein-Westfalen [9] wird das Vorkommen verschiedener, für die hydrothermale Nutzung geeigneter Gesteinsformationen aufgezeigt:

- Karbonatgesteine, welche sich aufgrund ihrer Wasserdurchlässigkeit gut für Geothermie eignen, kommen vor allem im Nordwesten und Zentrum des Landes NRW tief im Untergrund vor.
- Sande der Tertiärzeit sind vor allem am Niederrhein zu finden.
- Sandsteine und Karbonate der Zeitalter Jura, Trias und Perm kommen vor allem in Ostwestfalen und an der nördlichen Grenze zu Niedersachsen in ausreichender Tiefe vor.

Die o.g. für die hydrothermale Geothermie geeigneten Gesteinsformationen sind in Roetgen eher unwahrscheinlich. Zudem gibt es in Roetgen für eine Anwendung keine geeignete Wärmesenke, denn offene, hydrothermale Bohrdubletten mit ihren großen Tiefen und den damit verbundenen enormen Kosten im zweistelligen Millionenbereich zielen darauf ab, Wärmeleistungen von 10 bis 20 MW je Dublette für große Wärmesysteme zu erschließen.

Erdsonden zur Nutzung mitteltiefer Geothermie sind theoretisch in allen Bereichen des Gemeindegebiets, ausgenommen in Trinkwasserschutzgebieten einsetzbar. Mehrere Bohrungen können zu einem Feld kombiniert werden. Bei begrenzten Platzverhältnissen sind anstelle vertikaler Sonden neue Bohrverfahren in Schrägbohrtechnik mit strahlenförmigen Bohrungen möglich, für die weniger Platz an der Oberfläche benötigt wird [10]. Im Gegensatz zu oberflächennahen Erdsonden ist eine Kühlung im Sommer aufgrund der höheren Untergrundtemperaturen nicht möglich, dafür kann zumeist mit Wasser ohne Frostschutzmittel als Medium in den Sonden gearbeitet werden.

Für den Einsatz einer mitteltiefen Sondenlösung bieten sich beispielsweise neu zu erschließende Quartiere, aber auch größere neue oder bestehende Liegenschaften jeweils mit ausreichender Freifläche zur Sondeneinbringung, ohne notwendige Kühloption und einem Wärmebedarf von wenigstens 500 MWh/a Wärmeabnahme, an. Während für solche Systeme in der Regel geringe Betriebskosten zu erwarten sind, muss mit hohen Investitionen gerechnet werden.

Das einzige Nahwärmesystem in der Gemeinde versorgt die Gemeinschaftsgrundschule mit Sporthalle und das Rathaus mit einem Gesamtwärmebedarf von derzeit rd. 1.000 MWh/a und einer Höchstlast von rd. 800 kW. Bei Ausbau dieses Nahwärmesystems ist u.U. eine Nutzung mitteltiefer Erdsonden in die möglichen Versorgungsoptionen einzubeziehen. Sie stehen u.a. aufgrund ihrer hohen Investitionskosten in direkter Konkurrenz zur oberflächennahen Geothermie mit Bohrtiefen im Bereich bis 400 m.

Das Potenzial für mitteltiefe Geothermie wird anhand der Ausbauziele des Landes NRW abgeschätzt. Der Zielkorridor für mitteltiefe Geothermie in NRW beträgt zwischen 3,2 TWh/a und 4,1 TWh/a im Jahr 2045. Der erwartete Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser in NRW beträgt 135 TWh/a. Wird der untere Zielwert zugrunde gelegt, ergibt sich für Roetgen ein anteiliger Zielwert von etwa 1,9 GWh/a Wärme aus mitteltiefer Geothermie im Jahr 2045. Dieser Wert wird im Rahmen der KWP Roetgen als theoretisches Potenzial interpretiert.

4.3.2 Oberflächengewässer

Oberflächengewässer wie Flüsse und größere Seen bzw. Stauseen stellen Umweltwärmequellen dar, welche mit Hilfe von Wärmepumpen nutzbar gemacht werden können. Hierbei wird die im Wasser gespeicherte Wärme entzogen und auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht. Diese Technologie ist besonders in Gebieten mit größeren und ganzjährig wasserführenden Flüssen in Siedlungsnähe attraktiv, da sie eine stabile und zuverlässige Wärmequelle darstellen kann.

In Roetgen gibt es mehrere Bachläufe:

- Der Vichtbach (im Oberlauf Grölisbach) durchzieht das gesamte Gemeindegebiet Roetgen – Rott – Mulartshütte von Südwesten an der Grenze zu Belgien nach Nordosten in Richtung Zweifall. Weitere Bäche münden in den Vichtbach (in

Roetgen der Roetgenbach, der Schleebach und der Dreilägerbach, in Rott der Lensbach).

- Der Weserbach verläuft am westlichen Rand des Siedlungsgebietes im Ortsteil Roetgen von Südosten nach Nordwesten. Eine Besonderheit stellt der unterirdische Weserbachstollen dar, der im Norden Roetgens den Weserbach mit der Vicht über eine Länge von ca. 1.100 m verbindet.

Messdaten zu den Abflussmengen der Gewässer liegen nicht vor, so dass eine unmittelbare Ableitung des Wärmepotenzials nicht möglich ist. Zudem sind die Uferbereiche der Bäche über annähernd ihre gesamte Länge Naturschutzgebiete und in diesen Bereichen ist die Nutzung zur Wärmeerzeugung mit Entnahme- und Einleitbauwerken aller Vorrausicht nach nicht genehmigungsfähig.

Sowohl die Kläranlage Roetgen als auch die Kläranlage Mulartshütte liegen am Vichtbach und speisen die Klarwassermengen (Abwassermengen nach der Reinigung) in den Vichtbach. Das Wärmepotenzial dieser Mengen wird im Abschnitt 4.3.4 ermittelt.

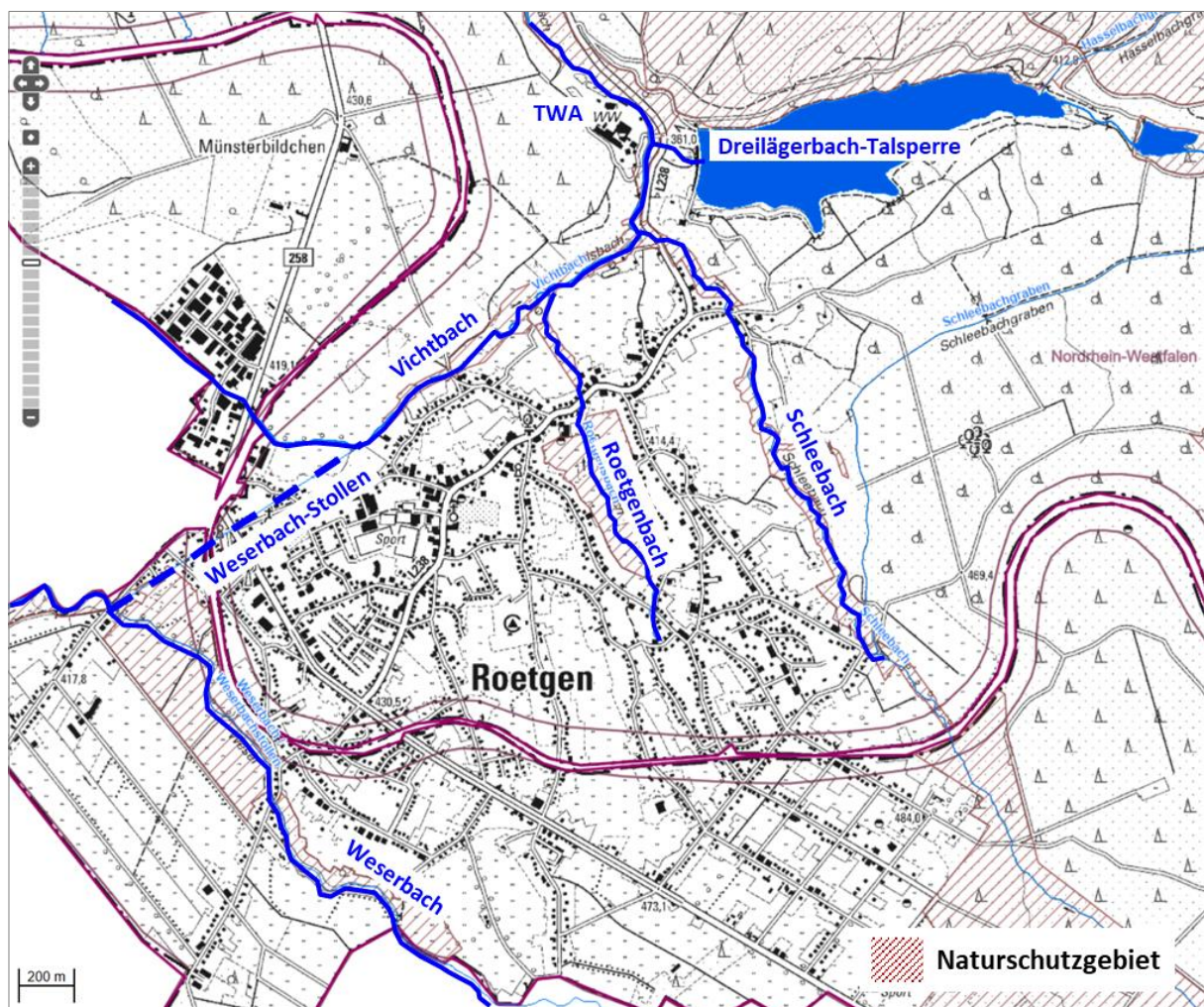


Abbildung 38: Oberflächengewässer im Ortsteil Roetgen

Ein weiteres mit einem Speichervolumen von rd. 3,7 Mio.m³ sehr großes Oberflächengewässer ist die Dreilägerbachtalsperre, die von der Wassergewinnungs- und -aufbereitungsgesellschaft Nordeifel mbH zur Trinkwasserversorgung der Städteregion Aachen betrieben wird. Sie wird vom Dreilägerbach gespeist. Zur Sicherung der Trinkwasserversorgung wird zusätzlich über Stollen bzw. Druckleitungen Wasser aus dem Obersee der Rurtalsperre über den Kaltalstausee bis zur

Dreilägerbachtalsperre gepumpt. Der Zulauf dieses Stollens liegt am Nordufer der Talsperre in einem Naturschutzgebiet.

Der Ablauf des Stausees wird zunächst über eine Wasserkraftanlage zur Stromerzeugung geleitet und danach der Trinkwasseraufbereitungsanlage (TWA) sowie dem Vichtbach zugeführt.

Eine grobe Einschätzung des Wärmepotenzials des Stausees kann anhand der aufbereiteten Trinkwassermengen erfolgen. Additive Ablaufmengen, die dem Vichtbach zugeführt werden, können nicht erfasst werden.

Die TWA ist auf eine maximale Aufbereitung von 32 Mio.m³ jährlich ausgelegt. Die in 2023 aufbereitete Menge lag bei 29,9 Mio.m³ (vgl.

Tabelle 16). Bei einer Auskühlung des Wassers um 2 K ergibt sich ein theoretischer jährlicher Wärmeentzug aus dem Wasser von 69,5 GWh/a. Mit einer Jahresarbeitszahl von 2,6 (abgeleitet aus durchschnittlichen Temperaturen: Wärmequelle 10-15 °C, Wärmesenke/Nahwärme 80-90 °C) ergibt sich das theoretische Wärmepotenzial zu rd. 108 GWh/a.

Tabelle 15: Definition der Potenziale von Oberflächengewässern

OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge durch Abkühlung des gesamten Volumenstroms um 1-2 Kelvin
- Wärmebereitstellung über Wärmepumpen
- Keine Messungen der Abflussmengen der Gewässer, ersatzweise Ableitung der Mindestabflussmengen aus der jährlich aufbereiteten Trinkwassermenge an der Dreilägerbachtalsperre

Technisches Potenzial:

Ausgehend vom theoretischen Potenzial:

- Begrenzung der Nennleistung der Wärmepumpe unter Berücksichtigung einer Mindest-Volllaststundenzahl

Erwartbares Potenzial:

Ausgehend von technischem Potenzial:

- Wärmemenge, die unter Einbezug der übrigen Wärmequellen wirtschaftlich sinnvoll in ein bestehendes Wärmenetz integriert werden kann.
- Ggf. Analyse der lokalen Bedarfsstrukturen und Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines neu zu errichtenden Wärmenetzes.

HINWEIS: Das erwartbare Potenzial wird hier noch nicht ermittelt, da die rechnerische Auswertung Bestandteil des Zielszenarios ist (vgl. Kapitel 5).

Tabelle 16: Kenndaten der Oberflächengewässer

Gewässer	Messstelle	Volumenstrom
Dreilägerbachtalsperre (bzw. TWA Roetgen)	Auslegung TWA Jahreswert 2023	max. 6.000 m ³ /h 32,0 Mio.m ³ /a 29,9 Mio.m ³ /a

Zur Abschätzung des technischen Potenzials wird der jährliche Lastverlauf eines typischen Wärmenetzes herangezogen. Es wird angenommen, dass für eine sinnvolle Nutzung der Wärme aus dem Wärmepumpensystem mindestens 4.000 Volllaststunden im Grund- und Mittellastbetrieb erreicht werden sollten.

Bei Einsatz einer Wärmepumpe mit einer durchschnittlichen Arbeitszahl von 2,8 resultiert eine jährliche Wärmeerzeugung von 49 GWh/a (technisches Potenzial). Das anhand der Trinkwasseraufbereitungsmengen angenäherte theoretische und technische Wärmepotenzial der Talsperre ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 17: Potenziale der drei größten Flüsse auf dem Solinger Gemeindegebiet

Gewässer	Theoretisches Wärmepotenzial	Technisches Wärmepotenzial
Dreilägerbachtalsperre (bzw. TWA Roetgen)	108 GWh/a	49 GWh/a

4.3.3 Klärwasserwärme

Kläranlagen spielen nicht nur eine wichtige Rolle bei der Reinigung des Abwassers, sondern bieten auch das Potenzial einer nachhaltigen Wärmequelle. Die Wärme entsteht durch biologische Abbauprozesse, wie die Zersetzung organischer Stoffe und Fäulungsprozesse im Klärschlamm, sowie durch die Zuführung von bereits warmem Abwasser aus Haushalten und Industrie.

Tabelle 18: Definition der Potenziale von Klärwasser

KLÄRWASSER

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge bei Abkühlung des gesamten Klärwasserstroms (Austritt aus Kläranlage) um 5 Kelvin
- Wärmebereitstellung über Klärwasser-Wärmepumpe

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Begrenzung der Nennleistung der Wärmepumpe unter Berücksichtigung einer Mindest-Volllaststundenzahl

Erwartbares Potenzial:

Ausgehend von technischem Potenzial:

- Wärmemenge, die unter Einbezug der übrigen Wärmequellen wirtschaftlich sinnvoll in ein bestehendes Wärmenetz integriert werden kann.

- Ggf. Analyse der lokalen Bedarfsstrukturen und Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines neu zu errichtenden Wärmenetzes

HINWEIS: Das erwartbare Potenzial wird hier noch nicht ermittelt, da die rechnerische Auswertung Bestandteil des Zielszenarios ist (vgl. Kapitel 5).

Auf dem Roetgener Gemeindegebiet gibt es zwei Kläranlagen. Die Kläranlage in Roetgen befindet sich am Vichtbach am nordöstlichen Rand des Ortsteiles Roetgen in Nähe der Hauptstraße. Die Kläranlage befindet sich ebenfalls am Vichtbach in Mulartshütte an der Zweifaller Straße am nordöstlichen Rand des Ortsteiles. Beide Kläranlagen werden vom Wasserverband Eifel-Ruhr betrieben.

Tabelle 19 zeigt Kennwerte zu den zwei Kläranlagen, wie sie auf den Seiten des elektronischen wasserwirtschaftlichen Verbundsystems ELWAS [11] bereitgestellt werden. Nicht vorhandene Datenpunkte wurden basierend auf den Einwohnergleichwerten (Referenzwert der Schmutzfracht in der Wasserwirtschaft, beschreibt die Menge an Abwasser und biochemischen Stoffen, die ein durchschnittlicher Einwohner pro Tag verursacht) skaliert.

Tabelle 19: Kenndaten der Kläranlagen auf dem Roetgener Gemeindegebiet

Kläranlage	Einwohnergleichwert (angeschlossen)	Schmutzwassermenge	Abwassermenge ¹⁾
Roetgen	9.580	1,80 Mio. m ³ /a	1,46 Mio. m ³ /a
Mulartshütte	2.950	0,44 Mio. m ³ /a	0,36 Mio. m ³ /a

1) 10-Jahres-Mittel 2014-2023

Das Wärmepotenzial von Klärwasser hängt von dem Volumenstrom und der möglichen Temperaturabsenkung ab. Es wird eine Temperaturabsenkung des Klärwassers um 5 K und eine Untergrenze für die Einleittemperatur von 2°C angenommen. Im Winterhalbjahr sind aufgrund niedriger Abwassertemperaturen zeitlichen Einschränkungen in der Nutzbarkeit zu erwarten. Zudem weist der Volumenstrom des Klärwassers in der Regel eine hohe Varianz im zeitlichen Verlauf auf, so dass angenommen und bei gegebener späterer Auslegung berücksichtigt werden muss, dass nicht zu jedem Zeitpunkt die Nominalleistung bereitgestellt werden könnte.

Basierend auf den o.g. Annahmen zur Abwassermenge und zur Temperaturabsenkung (Kenndaten) lässt sich zunächst das theoretische Entzugspotenzial und darauf aufbauend das theoretische Wärmepotenzial, welches über eine Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 2,5 (abgeleitet aus durchschnittlichen Temperaturen: Wärmequelle 10-15 °C, Wärmesenke 80-90 °C) bereitgestellt würde, ermitteln. In Tabelle 20 sind die Ergebnisse zusammengestellt.

Tabelle 20: Wärmepotenzial aus Klärwasser, aufgeteilt auf die Kläranlagen

Kläranlage	Theoretisches Entzugspotenzial	Theoretisches Wärmepotenzial	Technisches Entzugspotenzial	Technisches Wärmepotenzial
Roetgen	9,5 GWh/a	14,7 GWh/a	5,5 GWh/a	8,8 GWh/a
Mulartshütte	2,3 GWh/a	3,6 GWh/a	1,3 GWh/a	2,1 GWh/a

In Summe beträgt das theoretische Wärmepotenzial von Klärwasser der zwei Kläranlagen 18,3 GWh/a. Wird unter Einbezug typischer Jahresdauerlinien eine Wärmepumpenauslegung für 4.000 Volllaststunden gewählt, ergibt sich das technische Potenzial zu insgesamt 10,9 GWh/a. Dabei ist zu beachten, dass das technische Potenzial, je nach Auslegungsziel für die Wärmepumpe (Lastbereich, Volllaststundenzahl) und Technologiemix im entsprechenden Wärmenetz, variieren kann.

4.3.4 Abwasserwärme

Abwasser, das aus Haushalten, Gewerbe und Industrie in die Kanalisation gelangt, weist auch nach dem Gebrauch noch Temperaturen oberhalb des den Abnehmern zugeführten Trinkwassers auf. Diese Wärme kann mit Hilfe von Wärmetauschern im Kanal in Kombination mit Wärmepumpen zum Teil zurückgewonnen werden.

Zur Nutzung des Kanals ist üblicherweise eine Mindestgröße von DN 700 und ein Trockenwetterdurchfluss von >30 l/s erforderlich. Typische Projekte kommen auf eine Entzugsleistung von rd. 100 kW pro 100 m Wärmetauscher im Kanal, wobei der Ertrag meist höher ist, wenn mit einem Austauschmedium mit Frostschutzmittel (Sole statt Wasser) gearbeitet werden kann.

Tabelle 21: Definition der Potenziale von Abwasser

ABWASSER

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge durch Abkühlung des gesamten Abwasserstroms (vor Eintritt in die Kläranlage) um 0,5 Kelvin
- Wärmebereitstellung über Abwasser-Wärmepumpe

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Begrenzung der Nennleistung der Wärmepumpe unter Berücksichtigung einer Mindest-Volllaststundenzahl

Erwartbares Potenzial:

Ausgehend von technischem Potenzial:

- Wärmemenge, die unter Einbezug der übrigen Wärmequellen wirtschaftlich sinnvoll in die Versorgung eines bestehenden größeren Gebäudes oder in ein bestehendes Wärmenetz integriert werden kann.
- Ggf. Analyse der lokalen Bedarfsstrukturen und Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines neu zu errichtenden Wärmenetzes.

HINWEIS: Das erwartbare Potenzial wird hier noch nicht ermittelt, da die rechnerische Auswertung Bestandteil des Zielszenarios ist (vgl. Kapitel 5).

In Abbildung 39 und Abbildung 40 sind die voraussichtlich geeigneten Kanäle (ab DN 700) im Ortsteil Roetgen bzw. den Ortsteilen Rott und Mulartshütte dargestellt. Die genannte Dimension von DN 700 ist als Richtgröße zu verstehen, da keine Messdaten zu den Durchflussmengen einzelner Abschnitte vorliegen. Vergleichsprojekte zeigen aber, dass ab DN 700 sowohl die Nachrüstbarkeit gegeben ist als auch i.d.R. meist hinreichend hohe Trockenwetterdurchflüsse vorliegen.

Die Kläranlagen in Roetgen bzw. Mulartshütte (Abwasserbehandlung für Rott und Mulartshütte) weisen eine mittlere Abwassermenge von rd. 1,46 Mio.m³/a bzw. 0,36 Mio.m³/a auf. Das Wärmepotenzial von Abwasser hängt von dem Volumenstrom und der möglichen Temperaturabsenkung ab. Um die biologischen Stufen in den Kläranlagen in ihrer Funktion nicht zu beeinträchtigen, sollte für die Temperaturabsenkung eine Bagatellgrenze von 0,5 K, geltend für den Gesamtvolumenstrom zu den Kläranlagen, eingehalten werden [12]. Basierend auf diesen Annahmen lässt sich das theoretische Gesamtwärmepotenzial der Hauptsammler in Roetgen bzw. Rott und Mulartshütte ermitteln zu rd. 1,1 GWh/a Entzugspotenzial aus dem Abwasser bzw. 1,6 GWh/a Wärme bei Bereitstellung aus Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 2,8.

Das Gesamtpotenzial teilt sich auf drei bis vier große Abwassersammler im Ortsteil Roetgen auf und auf einen bis zwei Sammler in den Ortsteilen Rott und Mulartshütte (vgl. Kennzeichnungen in Abbildung 39 bzw. in Abbildung 40). Dabei ist zu beachten, dass die Auslegung der Wärmepumpen, und somit auch der Anteil vom technischen am theoretischen Abwasserwärmepotenzial, je nach Standort und Nutzungszweck (Lastbereich, Volllaststundenzahl), variieren kann.

Die Abwassersammler liegen in Roetgen im bzw. am Gewerbegebiet Am Vennstein (Nr.1), im Westen entlang der Achse Wintergrünstraße – Postweg – Rosentalstraße (Nr.2), in der Ortsmitte entlang der Hauptstraße (Nr.3) und im Südosten entlang der Achse Neustraße - Roetgenbachstraße (Nr.4). In Rott bzw. Mulartshütte liegen die großen Sammler in der Quirinstraße (Nr.1) bzw. in der Zweifaller Straße (Nr.2).

Rechnerisch ergibt sich für die einzelnen Sammler ein theoretisches Entzugspotenzial von jeweils 180 bis 250 MWh/a bzw. ein theoretisches Wärmepotenzial nach Wärmepumpe von 280 bis 400 MWh/a.

Wird beispielhaft und unter Einbezug typischer Jahresdauerlinien eine technisch sinnvolle Wärmepumpenauslegung für die einzelnen Sammlerstandorte vorgenommen, ergibt sich das technische Wärmeerzeugungspotenzial zu 190 bis 270 MWh/a je Sammler bzw. zu 760 MWh/a im Ortsteil Roetgen und 360 MWh/a in Rott und Mulartshütte sowie insgesamt zu rd. 1,1 MWh/a. Ggf. können entlang der langen großen Sammler auch mehrere Wärmetauscher installiert werden zur Versorgung mehrerer Objekte. Dabei ist die insgesamt machbare Abwasserauskühlung vor dem zu den Kläranlagen mit dem Betreiber Wasserverband Eifel-Ruhr abzustimmen.

Die Ergebnisse der Potenzialermittlung für die Abwasser-Wärmenutzung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 22: Wärmepotenzial aus Abwasser

Abwasser- wärme	Theoretisches Entzugs- potenzial	Theoretisches Wärmepotenzial	Technisches Wärme- potenzial	Ø Wärme- potenzial je Sammler
Roetgen	0,85 GWh/a	1,32 GWh/a	0,76 GWh/a	0,19-0,27 GWh/a
Mulartshütte	0,42 GWh/a	0,64 GWh/a	0,36 GWh/a	0,19-0,27 GWh/a
Gesamt	1,27 GWh/a	1,96 GWh/a	1,12 GW/a	

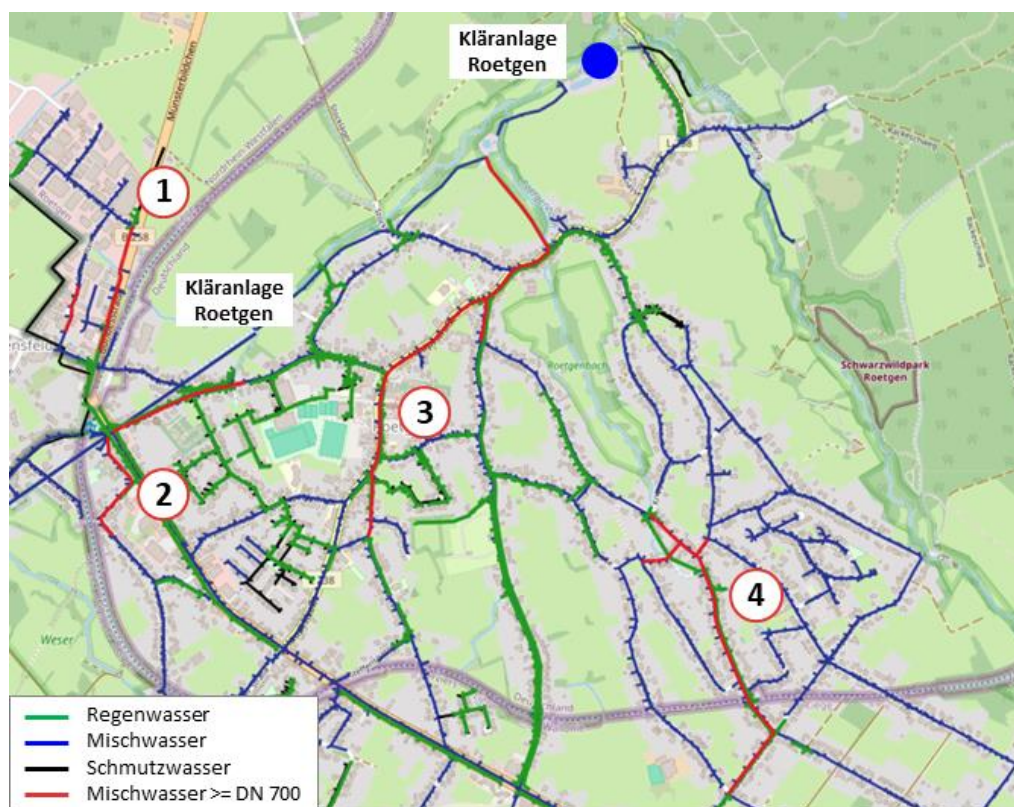


Abbildung 39: Abwasserkanäle ab DN 700 im Ortsteil Roetgen

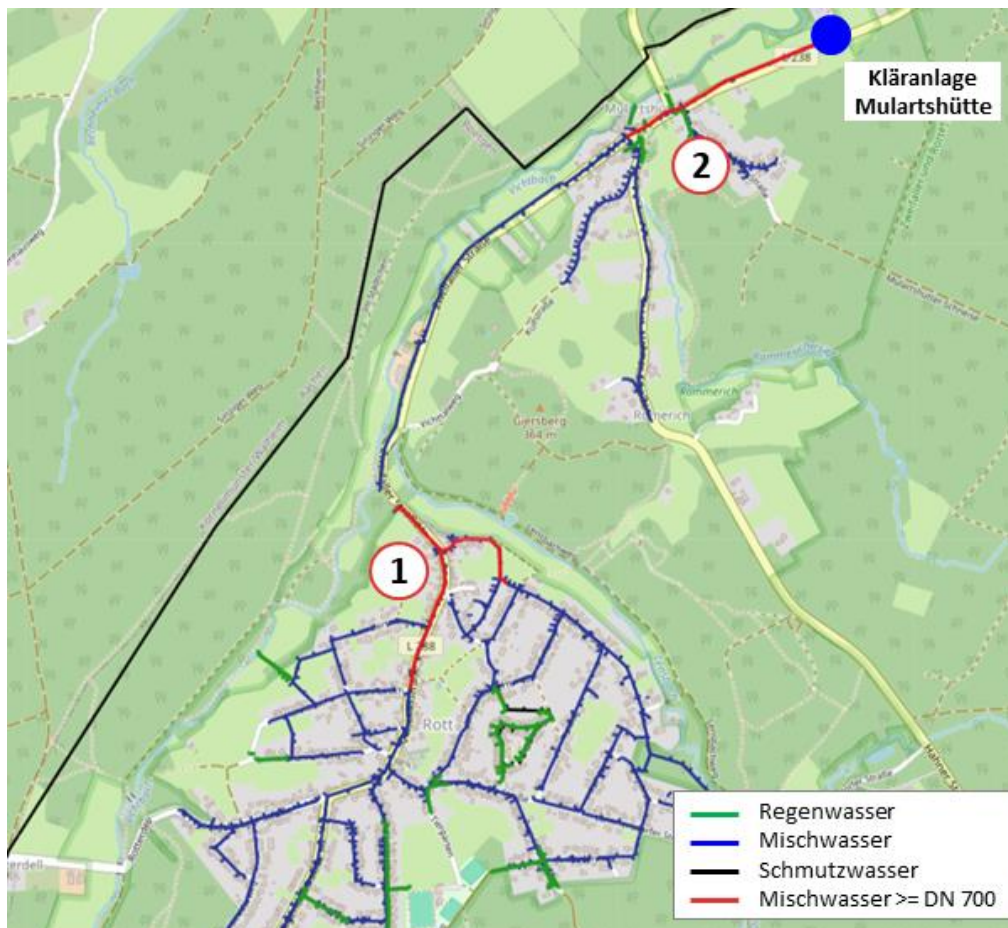


Abbildung 40: Abwasserkanäle ab DN 700 im Ortsteil Roetgen

4.3.5 Unvermeidbare Abwärme

Aus den Erdgasverbrauchsdaten ist ersichtlich, dass der Gasverbrauch der in Roetgen ansässigen Betriebe des Produzierenden Gewerbes in Einzelfällen bei 400 bis 500 MWh/a je Betrieb liegt und in der weit überwiegenden Anzahl deutlich niedriger. Nutzbare Abwärmepotenziale sind aber erst bei Endenergieeinsatzmengen eines Betriebes von wenigstens 1.500 bis 2.000 MWh/a zu erwarten. Zudem sind in der Abwärme-Datenbank des BAFA für Roetgen keine Einträge zu verzeichnen. Vor diesem Hintergrund wird das Potenzial unvermeidbarer Abwärme in Roetgen mit 0 GWh/a angesetzt.

4.3.6 Biomasse

Das Biomassepotenzial setzt sich aus dem energetischen Potenzial von Waldrestholz, Biomüll und Grünschnitt zusammen:

- **Waldrestholz:** Hierbei handelt es sich um Holz, das bei der Holzernte zunächst im Wald verbleibt, wie Äste, Kronenholz oder nicht vermarktungsfähiges Stammholz.
- **Biomüll:** Unter Biomüll versteht man organische Abfälle aus Haushalten und Gewerbe, die über die kommunale Abfallwirtschaft erfasst werden.
- **Grünschnitt:** Grünschnitt umfasst organische Abfälle aus der Pflege von öffentlichen und privaten Grünflächen, wie Laub, Grasschnitt und Äste.

Das Gemeindegebiet Roetgen verfügt über 2.620 ha Waldflächen. Von diesen liegen 710 ha in Naturschutzgebieten und 83 ha in FFH-Gebieten.

Tabelle 23: Definition der Potenziale von Biomasse

BIOMASSE**Theoretisches Potenzial:**

- Maximal mögliche Wärmemenge bei
 - o Energetischer Nutzung des gesamten Waldrestholzaufkommens
 - o Ausschluss von Naturschutzgebieten für Waldrestholz
 - o Energetische Nutzung des Biomüllaufkommens
 - o Energetische Nutzung des Grünschnittaufkommens

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Keine weiteren Einschränkungen

Erwartbares Potenzial:

Ausgehend von technischem Potenzial:

- Anpassung an Anforderungen der ökologischen Waldbewirtschaftung
- Für die dezentrale Nutzung:
 - o Berücksichtigung von Platzbedarfen zur Lagerung über Gebäudetyp und bisherigen Heizenergieträger
 - o Aufwand des Sammelns und Verwertens von Holz (Sammlung für Biomüll- und Grünschnittaufkommen ist etabliert)

HINWEIS: Das erwartbare Potenzial wird hier noch nicht ermittelt, da die rechnerische Auswertung Bestandteil des Zielszenarios ist (vgl. Kapitel 5).

Zur Ermittlung des Potenzials von Waldrestholz werden alle Waldflächen abzüglich der Naturschutzgebiete und FFH-Gebiete Insgesamt wird von einem flächenspezifischen Ertrag von 4,3 MWh/ha [13] für das theoretische Wärmeerzeugungspotenzial von Waldrestholz ausgegangen.

Das ermittelte theoretische Wärmeerzeugungspotenzial für Waldrestholz, das durch Verbrennung in einem Biomasseheizwerk oder dezentralen Biomasse-gestützten Heizungssystemen nutzbar gemacht werden könnte, beträgt 7,8 GWh/a. Das technische Potenzial entspricht dem theoretischen Potenzial.

In Roetgen wurden im Jahr 2023 rd. 28 t Grünabfall und 827 t Bioabfall gesammelt [14]. Die Abfälle werden von der RegioEntsorgung AöR gesammelt und in den Vergärungs- und Kompostierungsanlagen der AWA Entsorgung GmbH zu Biogas und Kompost verarbeitet. Potenziale für die Erzeugung erneuerbarer Wärme in Roetgen bestehen hieraus nicht.

Das gesamte Biomasse-Potenzial für die erneuerbare Wärmeerzeugung in Roetgen beläuft sich damit auf 7,8 GWh/a.

Anmerkung: im Rahmen der Bilanzierung des Wärmemarktes und der eingesetzten Energieträger wurde Gesamteinsatz an Biomasse (Endenergie) zu 10,6 GWh/a ermittelt und liegt höher als das ermittelte theoretische Potenzial in Roetgen. Dies deutet darauf hin, dass in den Holzfeuerungen nicht ausschließlich lokale Holzmenen sondern auch Mengen aus dem regionalen Umland eingesetzt werden. Für das Zielszenario sollten vor diesem Hintergrund keine wesentlichen Ausbauraten für Heizungen mit Biomasse angesetzt werden.

4.3.7 Wasserstoff im Wärmemarkt

Wie in Abschnitt 2.2 beschrieben, ergibt sich ausgehend vom gegenwärtigen Stand der Wasserstoffnetzstrategie des Bundes und der Einschätzung des Gasnetzbetreibers Regionetz GmbH für die künftige Verwendung von Wasserstoff als Heizenergieträger in Roetgen folgende Situation:

- Gemäß dem Antrag der Gas-Fernleitungsnetzbetreiber an die Bundesnetzagentur (BNetzA) zum Aufbau eines Wasserstoff-Kernnetzes vom 22.07.2024 soll das Wasserstoff-Kernnetz in rd. 10 km Entfernung zum Gemeindegebiet Roetgen eine Neubau-Transportleitung von Eynatten bis zum Kraftwerksstandort Weisweiler enthalten. Der Antrag enthält aber für das Gemeindegebiet Roetgen keine Projekte zur Wasserstoffausspeisung zur Dekarbonisierung für die Industrie (große Erdgas-Ankerkunden) oder zur Wasserstoffeinspeisung (z.B. durch Elektrolyseanlagen) bzw. für Wasserstoffspeicher.

Der Gasnetzbetreiber Regionetz sieht mit Blick auf diese Situation derzeit keine Anzeichen für eine künftige Verfügbarkeit von Wasserstoff auf Verteilnetzebene im Gemeindegebiet. Deshalb wird im Rahmen der Wärmeplanung im Folgenden davon ausgegangen, dass zur Transformation der Wärmeversorgung hin zur CO₂-Neutralität für das gesamte Gemeindegebiet bis auf Weiteres keine Versorgung aus einem Wasserstoffverteilnetz möglich sein wird und das Potenzial wird mit 0 GWh/a angesetzt.

4.3.8 Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Solarthermie ist eine Technologie, bei der große Kollektorflächen auf ungenutzten oder speziell dafür vorgesehenen Freiflächen installiert werden, um Sonnenenergie zur Erzeugung von Wärme zu nutzen. Diese Wärme kann in Wärmenetze integriert werden. Um im Sommer erzeugte Wärme für den Winter nutzbar zu machen, sind Solarthermie-Anlagen häufig nur in Kombination mit saisonalen Speichern sinnvoll.

Die Freiflächen-Solarthermie steht wie die Dachflächen-Solarthermie in Konkurrenz zur Flächennutzung für PV-Anlagen.

Vor diesem Hintergrund erfolgt die Flächenermittlung für Freiflächen-Solarthermie auf den Suchflächen für PV-Freiflächenanlagen des LANUV [15] auf. Unter der Annahme, dass die Errichtung einer Freiflächen-Solarthermieanlage erst ab einer Fläche von 0,5 ha sinnvoll ist, werden kleinere Flächen ausgeschlossen. Weiterhin wird die Nutzungsart der Fläche eingeschränkt, da ausschließlich Suchflächen auf landwirtschaftlich genutztem Boden zugelassen werden. Die Nutzungen von Gewerbeflächen, Parkplätzen und stehenden Gewässern werden von der Betrachtung ausgeklammert. Für Roetgen bleiben nach diesem Prozess ausschließlich Flächen mit landwirtschaftlicher Nutzung als Potenzialflächen bestehen. Die Flächenanalyse ist in Abbildung 41 dargestellt.

Parallel zur Nutzung der Eignungsflächen gem. LANUV wird für die Potenzialermittlung die Flächenanalyse im Bereich der Freiflächen-Photovoltaik (vgl. Abschnitt 4.3.9) herangezogen. Die dort aufgeführten Flächen für Sonderlösungen im Bereich der PV wie Agri-PV, Floating-PV oder Parkplatz-PV werden im Rahmen der Solarthermie nicht berücksichtigt.

Das verbleibende Potential umfasst ausschließlich geeignete Flächen außerhalb von Schutzgebieten und in weniger als 500 m Siedlungsnähe, um Installationskosten, Wärme- und Temperaturverluste gering zu halten [16]. Dies entspricht 256,6 ha beziehungsweise 785 GWh/a Wärmeerzeugungspotenzial (ganzjährig, vgl. Tabelle 25). Bei Eingrenzung auf die besonders ertragreichen Eignungsflächen analog dem Vorgehen bei der PV-Analyse verbleiben 11 von 43 Flächen mit 151,2 ha. Das auf dieser Basis ermittelte technische Potenzial beläuft sich auf rd. 463 GWh/a. Zu beachten ist, dass dieses Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs jedoch nur in

Verbindung mit großen Saisonalspeichern und bei Schaffung der Infrastruktur mit großen Wärmenetzen genutzt werden könnte.

Die Ermittlung der umsetzbaren Potenziale erfolgt im Rahmen der Erarbeitung des Zielszenarios.

Tabelle 24: Definition der Potenziale von Freiflächen-Solarthermie

SOLARTHERMIE, Freiflächen

Theoretisches Potenzial:

- Ermittlung der Flächen in Anlehnung die Ermittlung des PV-Freiflächenpotenzials. Insgesamt 43 Freiflächen unter Beachtung des Ausschlusses von Landschaftsschutzgebieten, FFH-Gebieten, Wasserschutzgebieten etc., Flächen für Sonderlösungen wie Agri-PV, Floating-PV oder Parkplatz-PV werden im Rahmen der Solarthermie nicht berücksichtigt.

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Identifizierung von 11 der 43 Flächen mit besonders hohem zu erwartendem Ertrag
- Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten

Erwartbares Potenzial:

Ausgehend von technischem Potenzial:

- Wärmemenge, die unter Einbezug der übrigen Wärmequellen wirtschaftlich sinnvoll in ein bestehendes Wärmenetz integriert werden kann.
- Ggf. Analyse der lokalen Bedarfsstrukturen und Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines neu zu errichtenden Wärmenetzes
- Einbezug lokaler Kriterien zur umwelt- und naturschonenden Nutzung von Solarthermie-Freiflächen-Anlagen

HINWEIS: Das erwartbare Potenzial wird hier noch nicht ermittelt, da die rechnerische Auswertung Bestandteil des Zielszenarios ist (vgl. Kapitel 5).

Tabelle 25: Flächen- und Wärmepotenzial für Freiflächen-Solarthermieranlagen

Typ	Fläche ha	Ertrag theoret. ¹⁾ MWh/a	Ertrag hohe Priorität (11 von 43 Flächen) MWh/a
Grünflächen ST	256,6	785.200	
- Auswahlflächen	151,2		462.600

1) max. Potenzial mit Grünflächen ST ausschließlich als Solarthermie-Nutzung

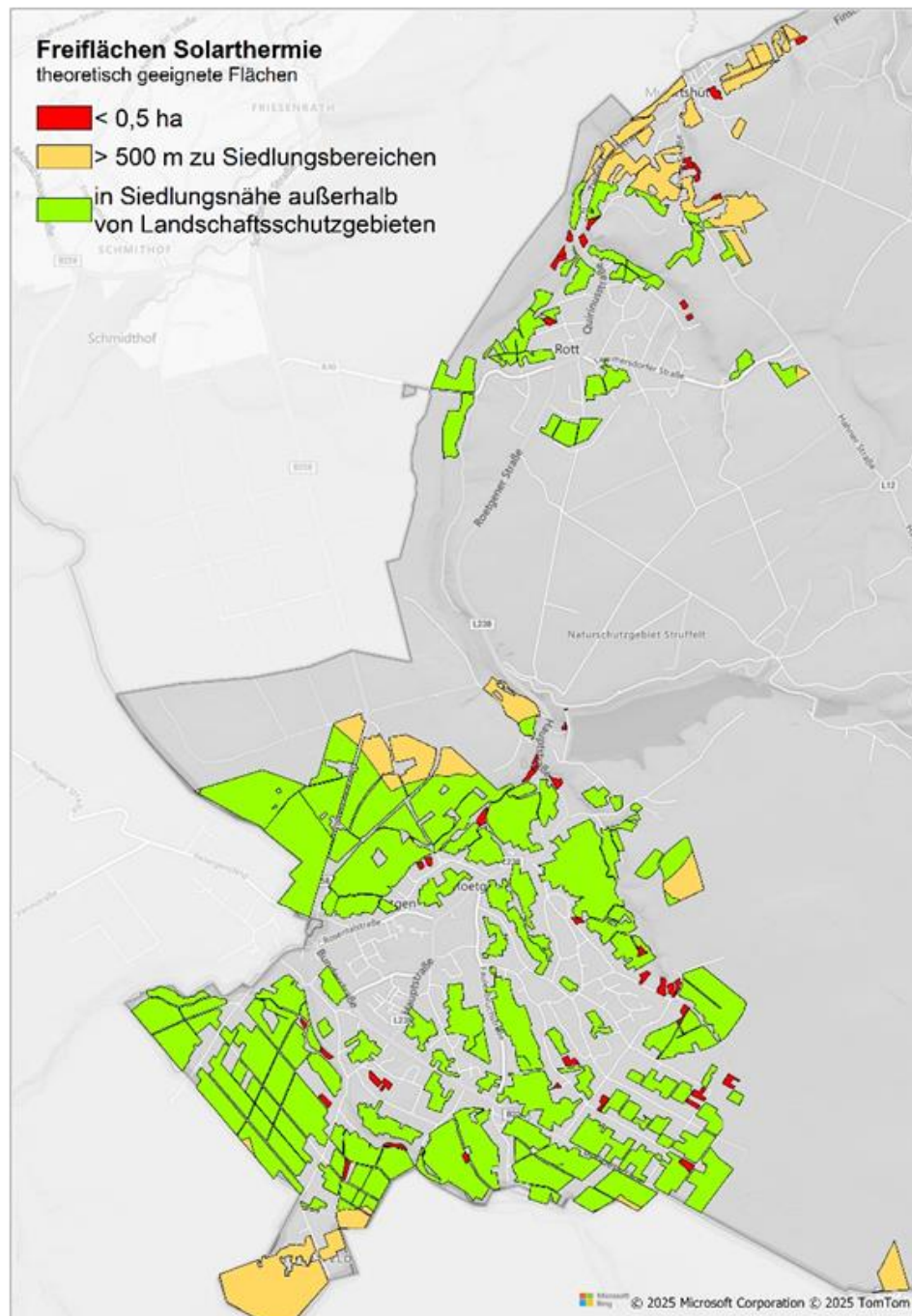


Abbildung 41: Übersicht Flächen für Freiflächen-Solarthermie

4.3.9 Freiflächen-Photovoltaik

Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind großflächige Solaranlagen, die beispielsweise auf unbebauten oder landwirtschaftlich genutzten Flächen errichtet werden, um elektrische Energie aus Sonnenlicht zu erzeugen. Im Gegensatz zu Dachanlagen, die auf Gebäuden installiert sind, werden Freiflächenanlagen auf ebener Erde aufgestellt. Sonderformen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen, wie Parkplatz-PV, Floating-PV, und Agri-PV können innovative Lösungen bieten, um den Platz effizienter zu nutzen und Flächennutzungskonflikte zu minimieren.

Tabelle 26: Definition der Potenziale von Freiflächen-Photovoltaik

PHOTOVOLTAIK, Freiflächen (Basis Untersuchung der Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft)**Theoretisches Potenzial:**

- Insgesamt 43 Freiflächen unter Beachtung des Ausschlusses von Landschaftsschutzgebieten, FFH-Gebieten, Wasserschutzgebieten etc., inkl. innovativen Sonderlösungen wie Agri-PV, Floating PV (Talsperre), Parkplatz PV

Technisches Potenzial:

Ausgehend vom theoretischen Potenzial:

- Identifizierung von 11 der 43 Flächen mit besonders hohem zu erwartendem Ertrag
- Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten

Erwartbares Potenzial:

Ausgehend von technischem Potenzial:

- Bereits diskutierte bzw. beantragte Flächen
- Abstimmung im Rahmen des Zielszenarios der KWP mit der Gemeinde

HINWEIS: Das erwartbare Potenzial wird hier noch nicht ermittelt, da die rechnerische Auswertung Bestandteil des Zielszenarios ist (vgl. Kapitel 5).

Die Potenzialermittlung für Freiflächen-Photovoltaik baut auf den von der Gertec Ingenieurgesellschaft im Auftrag der Gemeinde Roetgen ermittelten PV-Potenzialflächen auf [17]. In dieser Untersuchung wurden zunächst für PV nicht geeignete Flächen ausgeschlossen wie die bebauten Gebiete, Naturschutzgebiete, Fauna-Flora-Habitat-Gebiete (FFH), Waldbereiche, Wasserschutzgebiete Zone I und II, geschützte Biotope und geschützte Landschaftsbestandteile.

Darüber hinaus wurden Gebiete erfasst und als bedingt geeignet geführt, für die eine PV-Nutzung im Einzelfall geprüft werden muss wie Landschafts- und Vogelschutzgebiete, Wasserschutzgebiete der Zone III, Überschwemmungsgebiete und Geotope.

Es wurden insgesamt 43 für PV geeignete Potenzialflächen mit einem Potenzial von 374,4 GWh/a ausgewiesen (hier als theoretisches Potenzial eingestuft). Einen Überblick über die Lage der Flächen gibt Abbildung 42). Von diesen 43 Flächen wurden im Rahmen der PV-Untersuchung 11 Flächen hinsichtlich des Ertrages als besonders geeignet gekennzeichnet mit einem Potenzial von 74,6 GWh/a.

Die ermittelten Potenziale sind nach PV-Typen in Tabelle 27 zusammengestellt.

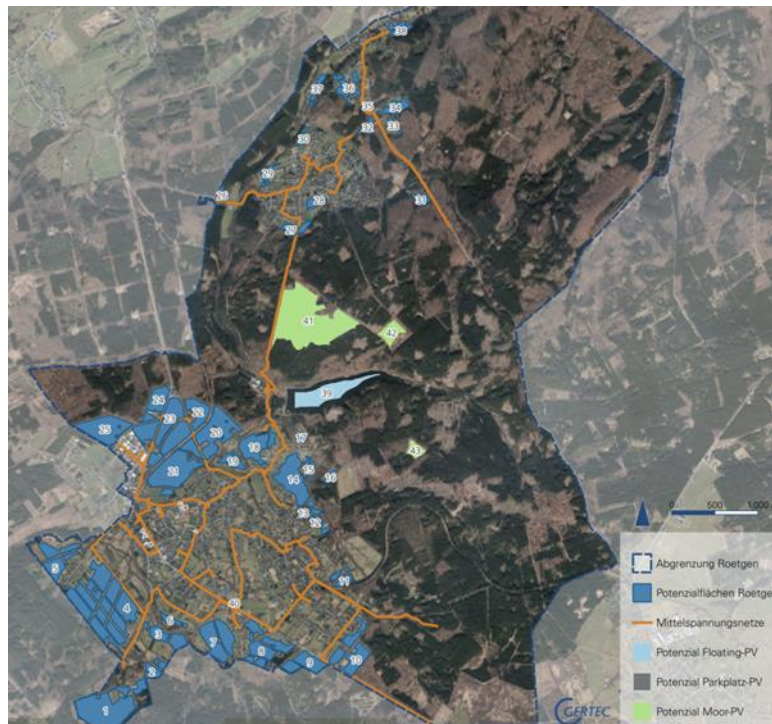


Abbildung 42: Übersicht Flächen für Freiflächen-PV nach [17]

Tabelle 27: Flächen- und Stromerzeugungspotenzial für Freiflächen-Photovoltaikanlagen

Typ	Fläche ha	Ertrag theoret. MWh/a	Ertrag hohe Priorität (11 von 43 Flächen) ³⁾ MWh/a
Grünflächen PV	256,6		
PV		315.204	172.720
Agri PV		136.111	74.600
Floating PV	22,1	4.257	
Parkplatz PV	1,2	1.393	
Moor PV	47,8	53.561	
Gesamt		374.415 ¹⁾	74.600 ²⁾

1) max. Potenzial mit Grünflächen PV ausschließlich als PV-Nutzung

2) Potenzial mit Grünflächen-PV als Agri-PV

3) Die Flächen mit hoher Priorität gem. Untersuchung der Gertec wurden erweitert um eine Freifläche südlich der Dreilägerbachtalsperre, für die bereits eine verwaltungsinterne Machbarkeitsprüfung läuft.

4.3.10 Windkraft

Zur Ermittlung des Potenzials zur Erzeugung von Strom aus Windkraftanlagen werden vorangegangene Flächenanalysen aufgegriffen. So wurde vom LANUV eine Flächenanalyse zur Windenergie in NRW [18] durchgeführt, deren Ergebnisse im Energieatlas NRW kartografisch dokumentiert sind [19]. Hierbei wurden Flächen gemäß einem Kriterienkatalog zur Windstromerzeugung ausgeschlossen. Relevante Kriterien sind beispielsweise ein Abstand von

700 m zu allgemeinen Siedlungsbereichen. Einen pauschalen Mindestabstand von Windenergieanlagen zu Wohngebieten gibt es in NRW nicht.

Die räumliche Auflösung zeigt die Windkraftpotenziale in der Städtereion Aachen und ausgesuchten Gemeinden. Das Gemeindegebiet Roetgen ist nicht separat erfasst worden und es sind hier keine Potenziale ausgewiesen.

In einer älteren Windpotenzialuntersuchung aus dem Jahr 2011 [20] wurden die theoretischen und technischen Potenziale für Windenergieanlagen ermittelt. Unter der Voraussetzung, dass theoretisch die gesamte Wald – und Landwirtschaftsfläche für Windenergieanlagen zur Verfügung steht, ergab sich ein Windenergiepotenzial von 374 GWh/a bis 713 GWh/a (Stromerzeugung).

Unter Beachtung städtebaulicher und landschaftlicher Kriterien wurden potenzielle mäßig bis gut geeignete Eignungsbereiche für Windkraftanlagen eingegrenzt. Für diese Gebiete wurden die technischen Potenziale mit insgesamt vier bis sechs Anlagen von je 2,5 MW und einer jährlichen Stromerzeugung von 21 GWh/a bis 34 GWh/a benannt.

Aktuell befindet sich ein Projekt für einen Windpark in Roetgen mit insgesamt fünf Windkraftanlagen mit je 7,2 MW in der Planungs- und Genehmigungsphase. Zwei der Anlagen sind zur Erweiterung des bestehenden Windparks Münsterwald der STAWAG Energie GmbH auf Roetgener Gemeindegebiet vorgesehen (Waldgebiet nordwestlich des Ortsteiles Roetgen). Drei weitere Anlagen sollen auf dem Birkhahnskopf im Waldgebiet östlich des Ortsteiles Roetgen errichtet werden. Das Stromerzeugungspotenzial der Anlagen ergibt sich bei Ansatz von rd. 2.000 Vollbenutzungsstunden jährlich zu 43 GWh/a.

Tabelle 28: Windkraftpotenziale auf dem Roetgener Gemeindegebiet

Grundlage	Theoretisches Erzeugungspotenzial	Technisches Erzeugungspotenzial
Potenzialuntersuchung 2011	374 bis 713 GWh/a	21 bis 34 GWh/a
Windkraftprojekt STAWAG		43 GWh/a

4.3.11 Wasserkraft

Im Gemeindegebiet Roetgen gibt es eine Wasserkraftanlage. Sie liegt unterhalb der Dreilägerbachtalsperre am Rohwasserzufluss zur Filteranlage der Trinkwasseraufbereitungsanlage der Wassergewinnungs- und -aufbereitungsgesellschaft Nordeifel mbH (WAG) Wasseraufbereitung und verfügt über eine Leistung von 45 kW. Bei einer mittleren jährlichen Auslastung von 7.000 h/a beträgt die rechnerische Stromerzeugung der Anlage rd. 315 MWh/a. Dies entspricht ca. 0,4 % des Endenergiebedarfs im Wärmemarkt Roetgen.

Zur Ermittlung des Potenzials zur Erzeugung von Strom aus Wasserkraftanlagen werden vorangegangene Potenzialanalysen aufgegriffen. So wurde vom LANUV eine Analyse für neue Wasserkraftanlagen an bestehenden Talsperren und Querbauwerken in NRW sowie das Repowering-Potenzial an bereits in Betrieb befindlichen Wasserkraftanlagen untersucht [21].

Die o.g. Potenzialuntersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass im Gemeindegebiet Roetgen keine Potenziale zur Erzeugung zusätzlicher Strommengen aus Wasserkraftanlagen gegeben sind. Das zusätzliche Wasserkraftpotenzial zur Deckung von Strombedarf im Wärmemarkt Roetgen beträgt somit 0 GWh/a.

4.4 Gesamtpotenzial

Die folgende Tabelle fasst die bis hierher ermittelten Potenziale zusammen.

Tabelle 29: Zusammenfassung der ermittelten Potenziale

	Theoretisches Potenzial [GWh/a]	Technisches Potenzial [GWh/a]	Erwartbares Potenzial [GWh/a]
Energieeinsparung			
Wärmebedarfsreduktion	nicht quantifiziert	30,2	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Wärmequellen (dezentral)			
Oberflächennahe Geothermie	357,1	59,7	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Umgebungsluft	nicht quantifiziert	57,0	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Dachflächen-Solarthermie	93,1	7,7	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Wärmequellen (zentral)			
Tiefe Geothermie	0	0	0
Mitteltiefe Geothermie	1,9	Flächenpotenziale in oberflächennaher Geothermie enth.	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Oberflächenwasserwärme	108,0	49,0	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Klärwasserwärme	18,3	10,9	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Abwasserwärme	2,0	1,1	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Unvermeidbare Abwärme	0	0	0
Biomasse	7,8	7,8	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Wasserstoff	Kein Wasserstoffpotenzial für die Wärmeversorgung absehbar, Wasserstoffverteilnetz nicht vorgesehen.		
Freiflächen-Solarthermie	785	463	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Stromquellen			
Dachflächen-Photovoltaik	29,5	23,4	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Freiflächen-Photovoltaik	374,4	74,6	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Windenergieanlagen	374	43	
Wasserkraftanlagen	0	0	0

Die Auswertung zeigt, dass in Roetgen eine Vielzahl an Potenzialen zur Verfügung steht, um eine Wärmetransformation bis 2045 zu realisieren. Eine Gegenüberstellung des theoretischen und des technischen Potenzials im Vergleich zum Wärmemarkt im Istzustand zeigt Abbildung 43. Die Potenziale erreichen in Summe ein Vielfaches des heutigen Wärmebedarfs. Die Potenziale zur regenerativen Stromerzeugung sind in der Grafik nicht aufgeführt, da sie der (bilanziellen) Deckung des künftig steigenden Strombedarfs für den Wärmepumpen-Einsatz dienen und daher indirekt im Wärmemarkt eingesetzt werden.

Die Beantwortung der Frage, welche Potenziale in welchem Umfang zukünftig zur zentralen und dezentralen Wärmeerzeugung genutzt werden können, ist Teil des Zielszenarios, das in den nachfolgenden Arbeiten aufgestellt wird.

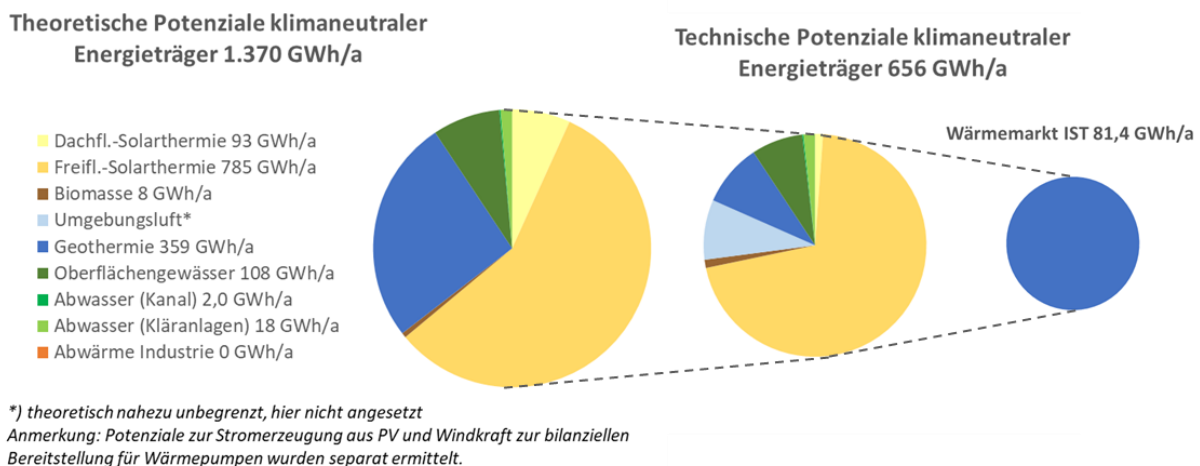


Abbildung 43: Gegenüberstellung der theoretischen und technischen Potenziale im Vergleich zum Wärmemarkt IST

5 Ausblick

Nach der Fertigstellung und Veröffentlichung der Eignungsprüfung und der Bestands- und Potenzialanalyse sind die nächsten Arbeitsschritte zur Erarbeitung des Wärmeplans:

1) Berücksichtigung und Einarbeitung von Rückmeldungen und Anregungen aus der Bevölkerung:

Die Rückmeldungen aus der Bevölkerung zur Veröffentlichung des Zwischenberichtes zum Wärmeplan werden gesammelt, im Bericht zum Wärmeplan zusammenfassend dokumentiert und inhaltliche Anregungen in der weiteren Bearbeitung berücksichtigt.

2) Entwicklung des Zielszenarios:

Das Zielszenario bildet die Grundlage für alle weiteren Planungen und skizziert den Weg zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Die ermittelten Potenziale an erneuerbaren Energieträgern und Abwärme und deren Erschließung und Umsetzung werden berücksichtigt. Ebenso fließen die Ergebnisse zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung ein. Ergebnis des Zielszenarios wird eine Einteilung der Gemeinde in Wärmenetzgebiete und Gebiete mit dezentraler Versorgung sein. Das Zielszenario zeigt auf, wie bis spätestens zum Jahr 2045 die Umstellung auf erneuerbare Wärme gelingen kann und was in den Zeiträumen bis 2030, bis 2035 und bis 2040 (sogenannte Stützjahre) erfolgt sein wird. Die Wärmeplanung ist alle 5 Jahre fortzuschreiben, so dass zukünftige technische Fortschritte und Innovationen fortlaufend Berücksichtigung finden. Gegenstand des Zielszenarios ist auch die detaillierte Untersuchung der Wärmeversorgung für drei Fokusgebiete im Gemeindegebiet (u.a. Neubaugebiet Grepp II).

3) Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen:

Die Umsetzungsstrategie dient als Fahrplan, um das Zielszenario in die Praxis umzusetzen. Die Strategie stellt sicher, dass der Wandel hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung systematisch und koordiniert erfolgt, indem alle relevanten Akteure eingebunden werden und technische sowie wirtschaftliche Machbarkeiten gewährleistet sind. Die Strategie wird in Form von Maßnahmen ausformuliert. Diese enthalten konkrete Schritte und Projekte zur Transformation der Wärmeversorgung z.B. Machbarkeitsstudien für Wärmenetze, Maßnahmen zur Förderung von dezentralen erneuerbaren Energien oder die Modernisierung ineffizienter Heizsysteme.

4) Verstetigungs- und Controllingkonzept:

Für eine erfolgreiche und nachhaltige Umsetzung der Maßnahmen ist ein Verstetigungs- und Controllingkonzept notwendig. Dieses Konzept stellt sicher, dass die Umsetzung kontinuierlich überwacht und an veränderte Rahmenbedingungen angepasst wird. Hierzu gehören regelmäßige Fortschrittskontrollen, die Bewertung von Zwischenzielen und das Monitoring der erzielten CO₂-Einsparungen. Bei Bedarf werden Korrekturmaßnahmen ergriffen, um den Zielpfad einzuhalten. Dieses Konzept garantiert die langfristige Verankerung der Maßnahmen und unterstützt deren kontinuierliche Weiterentwicklung.

Die inhaltlichen Arbeiten für die kommunale Wärmeplanung werden voraussichtlich im Herbst 2025 abgeschlossen. Parallel erfolgt die Information der politischen Gremien über die Inhalte und Diskussion über Ergebnisse und Maßnahmen. Nach Beschluss über den Wärmeplan im Gemeinderat werden die Ergebnisse des Wärmeplans vollständig veröffentlicht.

6 Abkürzungen

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BauGB	Baugesetzbuch
BAK	Baualtersklassen
BEG	Bundesprogramm für effiziente Gebäude
BEW	Bundesprogramm für effiziente Wärmenetze
CoP	Coefficient of Performance, Leistungszahl
EBZ	Energiebezugsfläche
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EE	Erneuerbare Energien
EFH	Einfamilienhaus
FFH-Gebiet	Fauna-Flora-Habitat-Gebiet
FW	Fernwärme
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
GMFH	Großes Mehrfamilienhaus
GWh	Gigawattstunde
JAZ	Jahresarbeitszahl
ha	Hektar (100 x 100 m)
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
MFH	Mehrfamilienhaus
MWh	Megawattstunde
NWG	Nichtwohngebäude
PV	Photovoltaik
PW	Prozesswärme
RW	Raumwärme
THG	Treibhausgas
TWW	Trinkwarmwasser
WPG	Wärmeplanungsgesetz

7 Glossar

Baublock

Ein Baublock bezeichnet eine räumliche Einheit, die aus einem oder mehreren Flurstücken, Gebäuden oder Liegenschaften besteht und von Straßen, Schienen, Gewässern oder anderen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen ist. Für die Zwecke der Wärmeplanung wird ein Baublock als statistische Einheit zusammengehöriger, meist ähnlicher Objekte betrachtet.

Biomasse

Biomasse umfasst organische Stoffe pflanzlichen, tierischen oder mikrobiellen Ursprungs, die zur Energiegewinnung genutzt werden können. Dazu zählen Holz, landwirtschaftliche Reststoffe, Gülle, Bioabfälle und gezielt angebaute Energiepflanzen. Die energetische Nutzung von Biomasse erfolgt durch Verbrennung, Vergasung, Fermentation (Biogasgewinnung) oder Verflüssigung. Biomasse ist eine erneuerbare Energiequelle, deren Klimaneutralität von der nachhaltigen Bewirtschaftung abhängt.

Biomethan

Biomethan ist aus Biogas aufbereitetes Methan. Nach der Aufbereitung kann Biomethan in das Erdgasnetz eingespeist werden und an anderen Stellen des Netzes entnommen werden. Bei Verwendung in EEG-Anlagen sind entsprechende Herkunftsnachweise zu führen. Biomethan zählt zu den synthetischen Gasen, die die Anforderungen des GEG an Klimaneutralität erfüllen.

Contracting

Contracting ist ein Finanzierungs- und Betreibermodell, um Erzeugungsanlagen (meist Wärme oder Kälte) zu betreiben. Ein Contractor finanziert, betreibt dabei eine Anlage, trägt das wirtschaftliche Risiko und liefert Energiedienstleistungen an einen Contractingnehmer im Rahmen längerfristiger Verträge über mehrere Jahre.

Dezentrales Wärmeversorgungsgebiet

Ein dezentrales Wärmeversorgungsgebiet ist ein Teilgebiet, das überwiegend nicht über ein Wärme- oder ein Gasnetz versorgt werden soll.

Endenergie

Endenergie ist die Energiemenge, die vom Verbraucher direkt bezogen wird, z. B. Strom, Heizöl, Erdgas oder Fernwärme. Sie ist die Energie, die dem Endverbraucher nach Umwandlungs-, Übertragungs- und Verteilungsverlusten zur Verfügung steht und von diesem genutzt wird. In der Wärmeplanung dient die Ermittlung des Endenergiebedarfs als Grundlage für die Auslegung von Versorgungskonzepten.

Fernwärme

Fernwärme ist ein System zur Verteilung von Wärme über ein Netz von Rohrleitungen, das viele Haushalte und Gebäude versorgt. Die Wärme wird zentral in einem oder mehreren Anlagen erzeugt und zu den Verbrauchern über eine Vorlauf- und eine Rücklaufleitung transportiert. Nahwärmenetze sind technisch ähnlich aufgebaut, versorgen meist aber nur kleinere Gebiete, meist nur innerhalb eines Gemeindebezirks. Eine genaue Abgrenzung gibt es hier nicht.

Fokusgebiet

Der Begriff Fokusgebiet leitet sich aus einer Förderrichtlinie für Kommunen ab und bezeichnet ein Quartier, für das besondere Voraussetzungen vorliegen und für das Planung und Umsetzung energetischer Maßnahmen auf Quartiersebene genauer beschrieben werden.

Gebäudesanierung

Hierunter wird die energetische Sanierung der Gebäudehülle verstanden. Im Vordergrund der thermischen Sanierung steht die Verringerung der Wärmeverluste über das Dach, die Außenwände, Fenster, Türen und den Boden, meist durch Austausch von Bauteilen oder nachträgliche Isolierung sowie Verminderung der Lüftungsverluste. Die thermische Gebäudesanierung hilft dabei, einerseits den Energiebedarf insgesamt und andererseits das notwendige Temperaturniveau abzusenken.

Geothermie

Geothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme als Energiequelle zur Beheizung von Gebäuden. Die Erdwärme kann in Form von Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder durch die Nutzung von tiefem oder oberflächennahen Thermalwasser genutzt werden.

Grundlast in Wärmenetzen

Die Grundlast in Wärmenetzen bezeichnet den kontinuierlichen, nahezu gleichbleibenden Wärmebedarf, der über das gesamte Jahr hinweg besteht. Dazu zählen etwa die Warmwasserbereitung oder Grundtemperierungen von Gebäuden.

Industrielle Abwärme

Industrielle Abwärme ist überschüssige Wärme, die bei industriellen oder gewerblichen Prozessen oder in Kraftwerken entsteht und meist ungenutzt bleibt. In der kommunalen Wärmeplanung kann Abwärme zur Beheizung von Gebäuden genutzt werden, um den Energiebedarf zu senken.

Kommunale Wärmeplanung

Kommunale Wärmeplanung umfasst die Analyse, Entwicklung und Umsetzung von Strategien zur nachhaltigen Wärmeversorgung in Städten und Gemeinden. Ziel ist es, den Energieverbrauch zu reduzieren und erneuerbare Energien zu fördern.

Mittellast in Wärmenetzen

Die Mittellast in Wärmenetzen beschreibt den zusätzlichen Wärmebedarf, der regelmäßig über die Grundlast hinausgeht und stärker schwankt, zum Beispiel durch tageszeit- oder witterungsabhängige Schwankungen.

Nahwärme

Nahwärme ist eine Variante der Fernwärme, bei der die Wärmeversorgung auf ein kleineres Gebiet, wie ein Quartier oder eine Siedlung, begrenzt ist. Nahwärmenetze werden oft lokal erzeugt, z.B. mit Blockheizkraftwerken oder Biomasseanlagen.

Nutzenergie

Nutzenergie bezeichnet die Energie, die nach weiteren Umwandlungsprozessen tatsächlich für den gewünschten Endzweck verfügbar ist, z. B. Wärme zur Raumheizung, Warmwasserbereitung oder mechanische Energie. Sie berücksichtigt Verluste, die z. B. in Heizsystemen, elektrischen Geräten oder bei der Umwandlung von Strom in Licht auftreten. In der Wärmeplanung ist die Nutzenergie eine zentrale Größe, da sie die Effizienz der gesamten Versorgungskette widerspiegelt.

Prozesswärme

Prozesswärme ist die Wärmeenergie, die gezielt in industriellen oder gewerblichen Prozessen eingesetzt wird, um bestimmte physikalische oder chemische Vorgänge zu ermöglichen oder zu unterstützen. Sie wird für Prozesse wie Schmelzen, Trocknen, Destillieren, Härten oder chemische Reaktionen benötigt.

Prüfgebiet

Ein Prüfgebiet ist ein Teilgebiet, das nicht in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet nach den drei oben beschriebenen Kategorien eingeteilt werden soll, weil die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll.

Sanierungsrate

Die Sanierungsrate gibt an, wie viel Prozent des Gebäudebestands pro Jahr energetisch saniert werden. Sie ist ein wich-tiger Indikator in der kommunalen Wärmeplanung, um den Fortschritt bei der Modernisierung des Gebäudeparks zu messen. Eine höhere Sanierungsrate bedeutet, dass der Gebäudebestand schneller energieeffizienter wird und somit die CO₂-Emissionen zügiger gesenkt werden können. In Deutschland liegt die Sanierungsrate aktuell bei etwa 1 % pro Jahr.

Umweltwärme

Umweltwärme bezeichnet leicht zu erschließende Energiequellen, wie Oberflächengewässer (hydrothermische Umweltwärme), Umgebungsluft (aerothermische Umweltwärme) und oberflächennahe Geothermie. Gemein ist diesen Energiequellen, dass ihre Energie aus der Sonne stammt bzw. darüber wieder regeneriert wird und sie keine hohen Temperaturniveaus zur Verfügung stellen können. Umweltwärmequellen sind meist flächendeckend in irgendeiner der Formen vorhanden, benötigen aber immer Wärmepumpen zur Anhebung der Temperatur.

Wärmebedarf

Der Wärmebedarf ist die errechnete oder gemessene Energiemenge, die benötigt wird, um ein Gebäude zu beheizen. Die Wärmeplanung analysiert den Wärmebedarf in einem Gebiet und der GesamtGemeinde als Grundlage für die Zielplanung

Wärmeliniendichte

ist der Quotient aus der Wärmemenge in Kilowattstunden, die innerhalb eines Leitungs- oder Straßenabschnitts an die dort angeschlossenen oder anschließbaren Verbraucher innerhalb eines Jahres abgesetzt wird, und der Länge dieses Leitungsabschnitts in Metern. Dabei entspricht ein Leitungsabschnitt meist einem Straßenabschnitt bzw. einer Baublockseite. Üblich sind Werte von weniger als 1000 kWh/(m*a) bis etwa 10.000 kWh/(m*a).

Wärmenetzgebiet

Ein Wärmenetzgebiet ist ein beplantes Teilgebiet, in dem ein Wärmenetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll. Dabei können mit dem Begriff Wärmenetz sowohl Fern- als auch Nahwärmenetze gemeint sein. Es kann weiterhin zwischen Verdichtungsgebiet und Ausbaugbiet unterschieden werden.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe ist ein Heizsystem, das Umgebungswärme aus der Luft, dem Wasser oder dem Erdreich nutzt und mit einem thermodynamischen Prozess unter Einsatz von Strom in Heizenergie umwandelt, ähnlich einem „umgedrehten“ Kühlschrank. Bei Anlagen >500 kW kann man von Großwärmepumpen sprechen.

Wärmespeicher

Wärmespeicher speichern überschüssige Wärme und stellen sie bei Bedarf zur Verfügung, wobei man kurz- mittel und Langfristspeicher unterscheiden kann. Sie sind ein wichtiger Baustein zur Flexibilisierung und Effizienzsteigerung von Wärmenetzen.

Wasserstoff

Wasserstoff (H₂) ist ein universeller Energieträger, der sowohl stofflich in der chemischen Industrie als auch energetisch genutzt werden kann. Die Speicherung und der Transport über

lange Strecken sind möglich, aber aufwendiger als bei Methan, da Wasserstoff leichter Barrieren durchdringt. Wasserstoff kann sowohl in speziellen Netzen als auch in umzurüstenden Erdgasnetzteilen transportiert werden oder bis zu einem bestimmten Prozentsatz beigemischt werden. Klimaneutral hergestellt wird Wasserstoff aus Wasser mittels Elektrolyse durch erneuerbaren Strom.

Wasserstoffnetzgebiet

Ein Wasserstoffnetzgebiet ist ein Teilgebiet, in dem ein Wasserstoffnetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wasserstoffnetz zum Zweck der Wärmeerzeugung versorgt werden soll.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (Hrsg.), „Leitfaden Wärmeplanung“, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/leitfaden-waermeplanung-kompakt.html>, 2024.
- [2] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Raumwärmebedarfsmodell (historisch 2022) NRW“, 2024.
- [3] Bundesnetzagentur, „Marktstammdatenregister - Tabelle der Stromerzeugungseinheiten für die Gemeinde Roetgen,“ [Online]. Available: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>.
- [4] B.&S.U. Beratungs- und Service-Gesellschaft Umwelt mbH, „3% Plus - Energieeffizienter Sanierungsfahrplan 2050 für die Gemeinde Roetgen,“ Berlin, 2021.
- [5] Geologischer Dienst NRW, „Oberflächennahe Geothermie,“ 2024. [Online]. Available: <https://www.geothermie.nrw.de/oberflaechennah>.
- [6] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (Hrsg.), „Technikkatalog Wärmeplanung - Stand Juni 2024,“ 2024.
- [7] S. Greif, *Räumlich hoch aufgelöste Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung der Wohngebäude in Deutschland*, München: TU München, 2023.
- [8] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Solarkataster NRW: Potenzialdaten Dachflächen-Solarthermie,“ 22 November 2023. [Online]. Available: <https://www.geoportal.nrw/>.
- [9] Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Masterplan Geothermie Nordrhein-Westfalen,“ Düsseldorf, 2024.
- [10] Fraunhofer IEG, „Schrägb Bohrtechnik bringt Geothermie unter den Bestandsbau,“ 25 Juli 2024. [Online]. Available: <https://www.ieg.fraunhofer.de/de/presse/pressemitteilungen/2024/geostar2.html>.
- [11] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Karten- und Datenanwendung für wasserwirtschaftliche Daten in NRW,“ [Online]. Available: <https://www.elwasweb.nrw.de/>.
- [12] Verband kommunaler Unternehmen e.V., „Abwasserwärme effizient nutzen - Rechtliche und technische Rahmenbedingungen,“ 2024.
- [13] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden,“ Stuttgart, 2020.

- [14] Z. Z. E. West, „Abfallbilanz 2023,“ 2023.
- [15] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, „Solarkataster NRW: Freiflächenphotovoltaik: Suchflächen für Freiflächen-PV,“ 7 März 2024. [Online]. Available: <https://www.geoportal.nrw/>.
- [16] Solites – Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme, „Solarthermieranlagen auf Freiflächen - FAQ,“ [Online]. Available: <https://www.solare-waermenetze.de/solare-waermenetze/solarthermie-freiflaechen/>.
- [17] Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft, „Potenzialanalyse für Freiflächen-Photovoltaikanlagen für die Gemeinde Roetgen,“ 2024.
- [18] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Flächenanalyse Windenergie Nordrhein-Westfalen - Fachbericht 142,“ Recklinghausen, 2023.
- [19] U. u. V. N.-W. LANUV Landesamt für Natur, „Energieatlas NRW,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.energieatlas.nrw.de/site/planungskarten/wind>.
- [20] A. E. AG, „Potenzialanalyse der Perspektiven und Optionen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Roetgen,“ Aachen, 2011.
- [21] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 5 - Wasserkraft,“ Recklinghausen, 2017.
- [22] GEOPHYSICA Beratungsgesellschaft mbH, „Potenzialstudie zur Nutzung von Geothermie (internes Dokument),“ Aachen, 2024.
- [23] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Solarkataster NRW: Freiflächenphotovoltaik: Suchflächen für Freiflächen-PV,“ 7 März 2024. [Online]. Available: <https://www.geoportal.nrw/>.
- [24] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Solarkataster NRW: Potenzialdaten Dachflächen-Photovoltaik,“ 22 November 23. [Online]. Available: <https://www.geoportal.nrw/>.
- [25] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Landschaftsschutzgebiete,“ [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/z2_Landschaftsschutzgebiete.
- [26] D. Walberg, T. Gniechwitz, K. Paare und T. Schulze, „Wohnungsbau - Die Zukunft des Bestandes (Bauforschungsbericht Nr. 82),“ Kiel, 2022.
- [27] Wim van Helden et al., *Saisonale Speicher zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien für Distrikte*, Gleisdorf (Österreich): AEE INTEC, 2021.
- [28] U. u. V. N.-W. (. Landesamt für Natur, „Kommunale Wärmeplanung,“ [Online]. Available: <https://www.energieatlas.nrw.de/site/waerme/kwp>.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsschritte der Kommunalen Wärmeplanung (Quelle: eigene Darstellung ENERKO)	6
Abbildung 2: Darstellung der Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung gemäß Eignungsprüfung	12
Abbildung 3: Darstellung Bilanzgrenzen Wärmebedarf, Endenergie und Primärenergie	13
Abbildung 4: Darstellung Bilanzgrenzen Wärmebedarf, Endenergie und Primärenergie	14
Abbildung 5: Ortsteile von Roetgen	17
Abbildung 6: Energiebezugsflächen nach Sektoren. Nutzfläche nach Sektoren	18
Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Anzahl Gebäude und der Summen der Energiebezugsflächen nach Altersklassen	18
Abbildung 8: Überwiegende Gebäudetypen nach Baublöcken	20
Abbildung 9: Baualtersklassen nach Baublöcken	21
Abbildung 10: Ausdehnung der Erdgasversorgung in baublockbezogener Darstellung	23
Abbildung 11: Abwassernetz und Lage der Kläranlagen Roetgen und Mulartshütte	24
Abbildung 12: Anteil der Wärmeerzeuger / Energieträger auf Baublockebene	26
Abbildung 13: Wärmebedarf nach Sektoren	28
Abbildung 14: Wärmebedarf nach Energieträgern	29
Abbildung 15: Wärmebedarf in den Ortsteilen nach Energieträgern	29
Abbildung 16: Wärmedichte nach Baublöcken	30
Abbildung 17: Wärmeliniendichte	31
Abbildung 18: Endenergiebilanz nach Energieträgern	33
Abbildung 19: Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme am Endenergieverbrauch	33
Abbildung 20: Anteile erneuerbarer Energieträger und Abwärme am leitungsgebundenen Endenergieverbrauch	34
Abbildung 21: Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch nach Baublöcken	35
Abbildung 22: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträgern	37
• Abbildung 23: Ebenen der Potenzialermittlung	39
Abbildung 24: Lineare Fortschreibung der Gradtagzahlen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Wetterstation Nideggen-Schmidt)	39
Abbildung 25: Sanierungstiefen typischer Wohngebäude nach Baualtersklasse (Quelle: in Anlehnung an BMWi, 2014)	40
Abbildung 26: Ergebnisse des Beratungsprogramms des altbau plus e.V. zur Gebäudesanierung in Roetgen	42
Abbildung 27: Prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 im ambitionierten Szenario	43
Abbildung 28: Wärmebedarf nach Sanierung (blau) und Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung (grau) in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, ambitioniertes Szenario	44
Abbildung 29: Spezifische Einsparungen in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, ambitioniertes Szenario	44
Abbildung 30: Durchschnittliche, flächenspezifische Reduktion des Wärmebedarf bis 2045 im ambitionierten Szenario auf Baublockebene	45
Abbildung 31: Absolute Reduktion des Wärmebedarfs im ambitionierten Szenario bis 2045 auf Baublockebene	46
Abbildung 32: Potenziale für oberflächennahe Geothermie nach Ortsteilen	49
Abbildung 33: Technisches Potenzial bei einer Sondentiefe von 100 m für oberflächennahe Geothermie auf Baublockebene	50
Abbildung 34: Potenziale für Dachflächen-Solarthermie, Aufteilung nach Ortsteilen	53
Abbildung 35: Technisches Dachflächen-Solarthermiefpotenzial, Darstellung auf Baublockebene	55
Abbildung 36: Technische Potenziale für Dach-Photovoltaik, Aufteilung nach Stadtbezirken	57
Abbildung 37: Dachflächen-Photovoltaikpotenzial, Darstellung auf Baublockebene	58
Abbildung 38: Oberflächengewässer im Ortsteil Roetgen	61
Abbildung 39: Abwasserkanäle ab DN 700 im Ortsteil Roetgen	67
Abbildung 40: Abwasserkanäle ab DN 700 im Ortsteil Roetgen	68
Abbildung 41: Übersicht Flächen für Freiflächen-Solarthermie	72
Abbildung 42: Übersicht Flächen für Freiflächen-PV nach [17]	74
Abbildung 43: Gegenüberstellung der theoretischen und technischen Potenziale im Vergleich zum Wärmemarkt IST	77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächen- und bedarfsbezogene Anteile der dezentralen Versorgungsgebiete gem. Eignungsprüfung	11
Tabelle 2: Emissionsfaktoren gem. KWP-Leitfaden des BMWK	17
Tabelle 3: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach Wärmeerzeuger	25
Tabelle 4: Auswertung des Marktstammdatenregisters für stromerzeugende Anlagen (Stand Ende November 2024).....	27
Tabelle 5: Endenergieverbrauch nach Energieträgern	32
Tabelle 6: Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Energieträgern	34
Tabelle 7: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern	36
Tabelle 8: Kategorisierung von Potenzialen	38
Tabelle 9: Parameter der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion	41
Tabelle 10: Ergebnisse der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion	41
Tabelle 11: Definition der Potenziale oberflächennaher Geothermie	48
Tabelle 12: Definition der Potenziale von Dachflächen-Solarthermie.....	53
Tabelle 13: Definition der Potenziale von Dachflächen-Photovoltaik	56
Tabelle 14: Definition der Potenziale von tiefer und mitteltiefer Geothermie	59
Tabelle 15: Definition der Potenziale von Oberflächengewässern	62
Tabelle 16: Kenndaten der Oberflächengewässer	63
Tabelle 17: Potenziale der drei größten Flüsse auf dem Solinger Gemeindegebiet	63
Tabelle 18: Definition der Potenziale von Klärwasser	63
Tabelle 19: Kenndaten der Kläranlagen auf dem Roetgener Gemeindegebiet	64
Tabelle 20: Wärmepotenzial aus Klärwasser, aufgeteilt auf die Kläranlagen	65
Tabelle 21: Definition der Potenziale von Abwasser	65
Tabelle 22: Wärmepotenzial aus Abwasser.....	67
Tabelle 23: Definition der Potenziale von Biomasse.....	69
Tabelle 24: Definition der Potenziale von Freiflächen-Solarthermie	71
Tabelle 25: Flächen- und Wärmepotenzial für Freiflächen-Solarthermieanlagen.....	71
Tabelle 26: Definition der Potenziale von Freiflächen-Photovoltaik.....	73
Tabelle 27: Flächen- und Stromerzeugungspotenzial für Freiflächen-Photovoltaikanlagen	74
Tabelle 28: Windkraftpotenziale auf dem Roetgener Gemeindegebiet	75
Tabelle 29: Zusammenfassung der ermittelten Potenziale	76