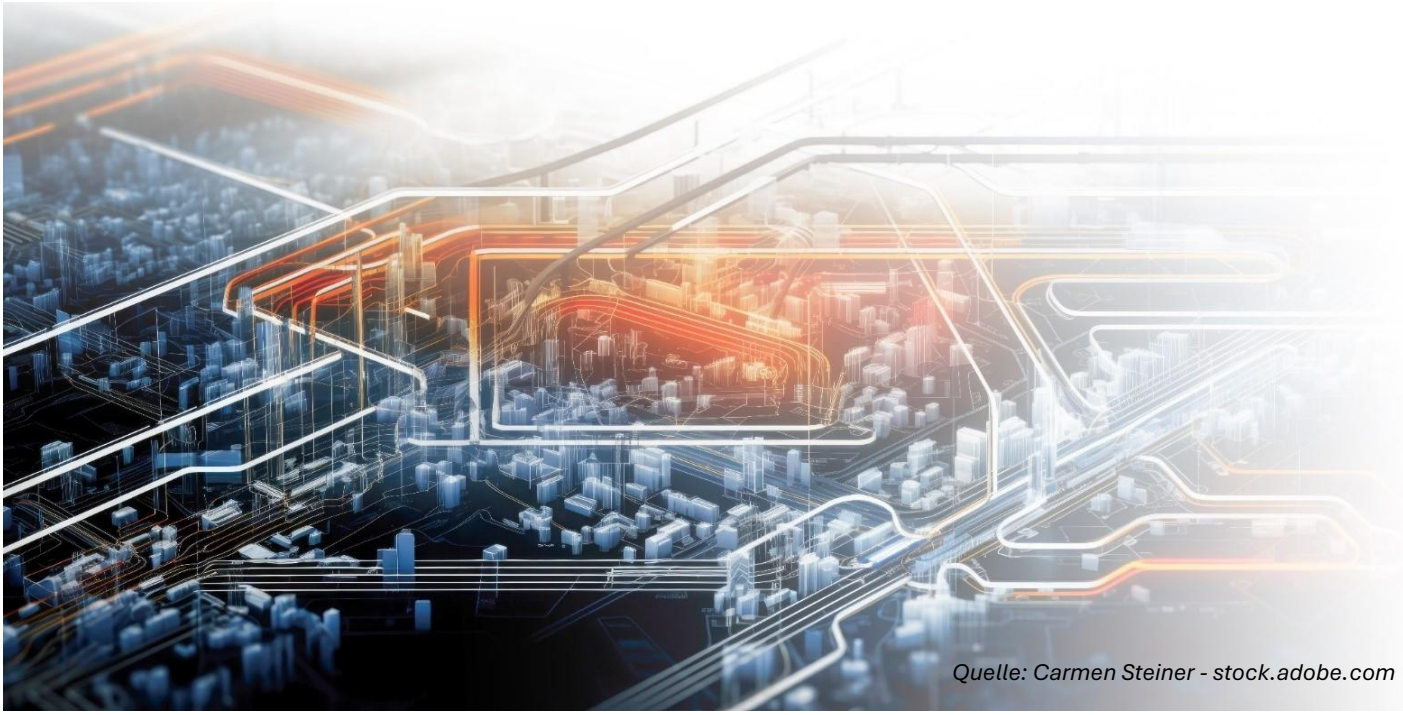
Kommunale Wärmeplanung Klingenstadt Solingen

Abschlussbericht

Stand 14.02.2025



Quelle: Carmen Steiner - stock.adobe.com

Impressum

Herausgeber / Copyright

Klingenstadt Solingen
Walter-Scheel-Platz 1
42651 Solingen

bearbeitet durch:

Stadtwerke Solingen GmbH
Beethovenstraße 210
42655 Solingen

unterstützt durch:

EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH
Landstraße 20
52457 Aldenhoven

Gertec Gmbh
Martin-Kremmer-Str. 12
45327 Essen

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

Inhalt

Impressum 2
1 Einführung 6
1.1 Aufgabe, Bedeutung und Ablauf der Wärmeplanung 6
1.2 Projektstruktur 9
1.2.1 Verwaltungsinterne und konzernübergreifende Beteiligung 9
1.2.2 Beteiligung von Stakeholdern, interessierter Öffentlichkeit und Bürger:innen 10
1.3 Hinweise für Gebäudeeigentümer:innen 12
2 Eignungsprüfung 13
2.1 Methodik 13
2.2 Ergebnisse der Eignungsprüfung 13
3 Bestandsanalyse 16
3.1 Methodik 16
3.1.1 Gebäudebestand und Bezugsflächen 16
3.1.2 Einteilung in Baublöcke 16
3.1.3 Bezeichnungen für Energie und Wärme 17
3.1.4 Wärmebedarfsmodell 17
3.1.5 Ermittlung der Wärmeerzeugung aus Solarthermieanlagen 18
3.1.6 Kehrbuchauswertung und Bestimmung der Energieträger 18
3.1.7 Datenabfrage Industrie und Gewerbe 19
3.1.8 Erfassung und Bilanzierung von KWK-Anlagen und PV-Anlagen 19
3.1.9 Endenergiebilanz und Treibhausgasbilanz 20
3.2 Gemeindestruktur 21
3.3 Gebäudestruktur 23
3.4 Versorgungsstruktur 28
3.4.1 Gasnetz und Wärmenetzinfrastruktur 28
3.4.2 Dezentrale Erzeugungsanlagen 32
3.5 Wärmebilanz 38
3.6 Endenergiebilanz 42
3.7 Treibhausgasbilanz für den Wärmemarkt 50
4 Potenzialanalyse 52
4.1 Methodik 52
4.2 Dezentrale Potenziale 53
4.2.1 Reduktion des Wärmebedarfs 53
4.2.2 Oberflächennahe Geothermie 61

4.2.3 Umgebungsluft 65
4.2.4 Dachflächen-Solarthermie 66
4.2.5 Dachflächen-Photovoltaik 70
4.3 Zentrale Potenziale 73
4.3.1 Tiefe und mitteltiefe Geothermie 73
4.3.2 Flusswasserwärme 74
4.3.3 Klärwasserwärme 79
4.3.4 Abwasserwärme 81
4.3.5 Unvermeidbare Abwärme 84
4.3.6 Biomasse 85
4.3.7 Wasserstoff im Wärmemarkt 88
4.3.8 Freiflächen-Solarthermie 89
4.3.9 Wärmespeicher 92
4.3.10 Freiflächen-Photovoltaik 93
4.3.11 Windkraft 96
4.3.12 Wasserkraft 96
4.4 Gesamtpotenzial 97
4.5 Rückmeldungen und Anregungen aus der Bevölkerung zur Bestandsanalyse und Potenzialanalyse 98
5 Zielszenario 99
5.1 Methodik 99
5.2 Wärmeversorgungsgebiete 101
5.2.1 Wärmenetzgebiete 105
5.2.2 Teilgebiete und Quartierslösungen 107
5.2.3 Dezentrale Versorgungsgebiete 122
5.3 Entwicklung der Energie- und Treibhausgasbilanz 127
5.3.1 Alternativszenario: Zielkonzept Klimaneutrales Solingen 2040 133
5.4 Potenzialausschöpfung 135
5.5 Investitionsrahmen für die Wärmetransformation 139
5.6 Wärmekosten für Endkunden 141
5.7 Netzausbauplanung der Netze Solingen 145
6 Umsetzungsstrategie und Maßnahmen 146
6.1 Maßnahmensteckbriefe für Solingen (Short-List) 150
6.1.1 Vertiefende Machbarkeitsstudien für die untersuchten Fokusgebiete “Walder Stadion”, Hoffeld” "Bülow Platz" und "Dycker Feld" beauftragen 150
6.1.2 Machbarkeitsstudie für den Ausbau und Betrieb des bestehenden Fernwärmenetzes in Solingen beauftragen 153

6.1.3 Vertiefende Machbarkeitsstudie für den Bau und Betrieb eines Fernwärmenetzes in Ohligs beauftragen 155
6.1.4 Einführung eines gesamtstädtischen Sanierungsmanagements prüfen 157
6.1.5 Informationsoffensive und Beratungsangebote zur Unterstützung der Wärmewende in Solingen stärken 158
6.2 Maßnahmenkurzbeschreibungen für Solingen (Long-List) 161
6.2.1 Strategiefeld 1: Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien 161
6.2.2 Strategiefeld 2: Wärmenetzausbau und -transformation 163
6.2.3 Strategiefeld 3: Sanierung, Effizienzsteigerung und Heizungsumstellung in Industrie, Gebäuden und Quartieren 164
6.2.4 Strategiefeld 4: Stromnetzumbau und -ausbau auf Basis der Zielnetzplanung der Netze Solingen 167
6.2.5 Strategiefeld 5: Verbraucherverhalten und Suffizienz 167
6.2.6 Strategiefeld 6: Organisation und Prozesssteuerung 168
6.2.7 Strategiefeld 7: Information, Beratung und Beteiligung 170
6.2.8 Strategiefeld 8: Kooperationen und Partnerschaften 171
6.2.9 Strategiefeld 9: Finanzierung und Förderung 172
7 Verstetigungsstrategie 173
7.1 Koordinierungsstelle Wärmeplanung 173
7.2 Fortführung der verwaltungsinternen und -übergreifenden Zusammenarbeit 174
7.3 Finanzierung 175
8 Controlling-Konzept 177
8.1 Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz 177
8.2 Indikatoren 177
8.3 Jahresbericht 180
8.4 Digitaler Zwilling 180
9 Kommunikationsstrategie 182
9.1 Kommunikationsempfehlungen 182
9.2 Kommunikationsebenen in Solingen 182
9.2.1 Kommunikation auf gesamtstädtischer Ebene 183
9.2.2 Dezentrale Eignungsgebiete 185
9.2.3 Eignungsgebiete für zentrale Wärmenetze 185
9.2.4 Prüfgebiete 186
10 Abkürzungen 188
11 Glossar 189
12 Literaturverzeichnis 193

1 Einführung

Die Bundesregierung hat mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung für alle Städte eingeführt. Diese muss im Fall von Solingen mit mehr als 100.000 Einwohner:innen bis spätestens 30.06.2026 erstellt werden. Die Stadt Solingen 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 Stadtwerke Solingen GmbH (SW SG) gemeinsam mit der EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH (ENERKO) und der Gertec Ingenieurgesellschaft GmbH (Gertec) beauftragen, den kommunalen Wärmeplan für die Stadt Solingen bis zum Frühjahr 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.

1.1 Aufgabe, Bedeutung und Ablauf der Wärmeplanung

Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung (KWP) ist es, einen Pfad zu einer dekarbonisierten Wärmeversorgung des gesamten Stadtgebiets 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 Stadtbezirken zum Einsatz kommen könnten und wie sich der Technologie- und Endenergieträgermix bis dahin entwickeln muss. Ein herausragendes 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 Stadt (u.a. Stadtentwicklung) als auch für die künftigen Zielnetzplanungen der Versorgungsunternehmen bzw. Netzbetreiber für Fernwärme, Strom und Gas und nicht zuletzt der Gestaltung und Wahl der Schwerpunkte für die öffentlichen Förderprogramme und der zu ergreifenden Maßnahmen. Für die Gebäudeeigentümer:innen 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:innen).

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, die Wärmeplanung 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 Solingen z. B. von den Technischen Betrieben genutzt, die die Abwärme aus der Abfallverbrennung in das Fernwärmenetz der Technischen Betriebe Solingen (TBS) einspeisen. Es ist zu untersuchen, ob die Versorgung ausgebaut werden kann und welche regenerativen Energiequellen wie Abwasserwärme, Geothermie und Umweltwärme dabei genutzt werden können. Darüber hinaus müssen regenerative Energiequellen auch in bestehenden und neuen, kleinen und größeren Wärmenetzen und in der dezentralen Versorgung ausgebaut werden.

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 Stadtgebiet Solingen in Teilgebiete (Quartiere) aufgeteilt, die sich an den Stadtbezirksgrenzen, 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 Datenschutzrichtlinien nicht veröffentlicht werden und sind somit aggregiert dargestellt.

WÄRMEVERSORGUNGSGEBIETE

Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, das Stadtgebiet 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 Wärmenetzausbaugebiet.

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 Stadt dar und ist nicht zwingend deckungsgleich mit den später konkret zu beplanenden Wärmenetzausbaugebieten.

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 Stadt Solingen leisten:

- eine Strategie für die klimaneutrale, sichere und wirtschaftliche Wärmeversorgung,
- die Festlegung von Eignungsgebieten für Wärmenetze, Wasserstoffverteilnetze und 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 Stadtentwicklung und Stadtplanung.

Die Umsetzung der Wärmeplanung ist stark abhängig von den finanziellen Rahmenbedingungen der Stadt, von Investitionen der SW SG sowie Dritter und deren finanziellen Möglichkeiten, von der Baukostenentwicklung, von den (künftigen) Fördermittel 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 alle dargestellten Wärmenetzgebiete,
- Anschluss- und Termingarantien an Wärmenetze,
- Beschluss und Durchführung aller vorgeschlagenen Maßnahmen.

1.2 Projektstruktur

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

1.2.1 Verwaltungsinterne und konzernübergreifende Beteiligung

Die Stadtverwaltung übernimmt im Rahmen der Wärmeplanung gemäß Vorgabe des Wärmeplanungsgesetzes die Funktion als planungsverantwortliche Stelle. Die Projektleitung hat demnach die Stadtverwaltung Solingen inne, vertreten durch den Stab OB Nachhaltigkeit und Klimaschutz. Der Stab koordiniert den gesamten Prozess. Er hat im Rahmen eines Vergabeverfahrens den Auftrag an die Stadtwerke Solingen GmbH zur Erstellung des kommunalen Wärmeplans vergeben. Die EEB Enerko GmbH (Enerko) und die Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft GmbH (Gertec) unterstützen als Fachplaner die SW SG bei der Erstellung des Wärmeplans.

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

- Stab OB Nachhaltigkeit und Klimaschutz
- Stadtdienst Planung, Mobilität und Denkmalpflege
- Stadtdienst Wohnen
- Statistikstelle
- Stadtdienst Vermessung Kataster
- Technische Betriebe Solingen
- SWS Netze Solingen GmbH sowie
- Stadtwerke Solingen GmbH als Auftragnehmer (mit Enerko und Gertec).

Die Steuerungsgruppe wird um eine Lenkungsgruppe ergänzt, an der neben den in der Steuerungsgruppe vertretenen Fachbereichen auch Vertreter:innen folgender Stadtdienste teilnehmen:

- Stadtdienst Natur und Umwelt
- Stadtdienst Gebäudemanagement
- Stadtdienst Stadtentwicklung
- Stadtdienst Finanzmanagement
- Stadtdienst Schulverwaltung

Abbildung 2: Projektstruktur

1.2.2 Beteiligung von Stakeholdern, interessierter Öffentlichkeit und Bürger:innen

Bereits zu Beginn des Erstellungsprozesses konnten für die Gestaltung und Umsetzung des Wärmeplans relevante Akteur:innen identifiziert werden. Dazu zählen beispielsweise die Öffentlichkeit, betroffene Behörden und Träger öffentlicher Belange, Energieversorgungs- und Wärmenetzbetreiber sowie weitere natürliche und juristische Personen.

Das Wärmeplanungsgesetz des Bundes gibt vor, wie diese Akteur:innen im Erstellungsprozess beteiligt werden müssen (§§7, 13 WPG). Konkret soll über den Start der kommunalen Wärmeplanung informiert und die Ergebnisse der Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalyse im Internet veröffentlicht werden. Zwei Offenlagen mit Gelegenheit einer jeweils 30-tägigen Einsichtnahme geben den Akteur:innen die Möglichkeit, Stellungnahmen abzugeben.

Die Information und Einbindung von Stakeholdern, Mitgliedern der politischen Fachausschüsse, interessierter Öffentlichkeit und Bürger:innen in Solingen ging deutlich über die gesetzlich vorgeschriebene Beteiligung hinaus:

Am 5. Februar 2024 fand eine erste öffentliche Auftaktveranstaltung statt, bei der das inhaltliche Vorgehen, die Prozessschritte und die zu erwartenden Ergebnisse der Wärmeplanung sowohl wichtigen Stakeholdern, Mitgliedern der politischen Fachausschüsse als auch der interessierten Öffentlichkeit vorgestellt worden sind.

Auf der Homepage https://nachhaltig.solingen.de/inhalt/kommunaler-waermeplan-solingen können weitere Informationen zur Kommunalen Wärmeplanung für Solingen sowie ein FAQ mit den meistgestellten Fragen eingesehen werden.

Darüber hinaus hat eine Beteiligung von Unternehmen mit hohen Wärmebedarfen und der Wohnungswirtschaft stattgefunden:

- Um Informationen über Prozesswärmebedarfe und mögliche Abwärmepotenziale zu gewinnen, wurden im Sommer 2024 insgesamt 44 Unternehmen mit hohen Wärmebedarfen angeschrieben und gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. Mit 40 (teilweise) vollständigen Rückmeldungen konnte ein hoher Rücklauf erzielt werden. Die Ergebnisse fließen in die Analysen ein.
- Um eine höhere Datenqualität im Bereich des Mehrfamilienhausbestandes von Wohnungsunternehmen und Wohnungsgenossenschaften zu erhalten, wurde im Juli 2024 in den Räumlichkeiten der SW SG ein gemeinsamer Workshop zum Austausch über die Bestandssituation, Planungen und Bedarfe durchgeführt.

Die Zwischenergebnisse zur Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalyse sind wichtigen Stakeholdern, Mitgliedern der politischen Fachausschüsse sowie der interessierten Öffentlichkeit im Rahmen einer 30-tägigen Veröffentlichung zugänglich gemacht worden. Vom 31. Oktober bis 6. Dezember konnten die Zwischenergebnisse dieser Bausteine auf der städtischen Homepage sowie im Rathaus eingesehen werden. Innerhalb des 30-tägigen Zeitraums konnten Stellungnahmen und ergänzende Hinweise zu den ersten Analyseergebnissen abgegeben werden.

Eine zweite Informationsveranstaltung am 4. November 2024 diente der Erläuterung und Einordnung der veröffentlichten Zwischenergebnisse. Während der gut besuchten Veranstaltung standen lokale Expert:innen beratend zur Verfügung, wie die Energieberatung der Verbraucherzentrale, die Innung für Sanitär- und Heizungstechnik Solingen, die EBESOL Energieberatung der Stadtsparkasse, die Technischen Betriebe Solingen, die Stadtverwaltung, die Netze Solingen sowie die Stadtwerke Solingen.

Die Veröffentlichung der Zwischenergebnisse des Zielszenarios, der Einteilung des Solinger Stadtgebietes in Wärmeversorgungsgebiete und die Umsetzungsstrategie mit Maßnahmen mit Möglichkeit zur Einsichtnahme für mindestens 30 Tage ist für Februar / März 2025 vorgesehen.

Die zuständigen Fachausschüsse des Rates sind eng in den Prozess eingebunden und über Ergebnisse informiert und ihnen die Möglichkeit zur Beratung gegeben worden. Am 26.11.2024 wurde der Ausschuss für Städtebau, Stadtentwicklung und Digitale Infrastruktur sowie am 28.11.2024 der Ausschuss für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität und Wohnungswesen mit Hilfe der Informationsvorlage 6810/2024 und einem Zwischenbericht zur Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalyse über Zwischenergebnisse informiert. Die finale Entscheidung über den kommunalen Wärmeplan obliegt dem Stadtrat.

1.3 Hinweise für Gebäudeeigentümer:innen

Die Entscheidung über die eingesetzte Technik bei Austausch der bestehenden, fossilen Heizung verbleibt in der Regel bei den Eigentümern:innen 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:innen für eine bestimmte Heizungstechnologie ist weder gewollt noch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Solingen 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:innen mehrere Beratungsmöglichkeiten durch Stadt, Energieberater:innen, Verbraucherzentrale NRW, Energieversorger sowie Sanitär-/Heizungshandwerk und Einrichtungen wie ALT*BAU*NEU (eine Sanierungsinitiative für Kommunen und Kreise in NRW, Stadt Solingen - ALTBAUNEU). 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 beim Wärmenetzbetreiber zu prüfen.

2 Eignungsprüfung

2.1 Methodik

Im Rahmen des ersten Planungsschrittes – der Eignungsprüfung – wird das Stadtgebiet Solingen 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 Wärmnetze. 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 SWS Netze Solingen GmbH (Netze Solingen) 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 eine zur Umstellung auf Wasserstoff vorgesehene Gas-Hochdruck-Transportleitung enthalten, die im Süden Solingens an das Stadtgebiet grenzt. Der Antrag enthält aber für das Stadtgebiet Solingen keine Projekte zur Wasserstoffausspeisung zur Dekarbonisierung für die Industrie (große Erdgas-Ankerkunden) oder zur Wasserstoffeinspeisung (z.B. durch Elektrolyseanlagen) bzw. für Wasserstoffspeicher.

- Der Gasnetzbetreiber Netze Solingen sieht derzeit keine Anzeichen für eine künftige Verfügbarkeit von Wasserstoff auf Verteilnetzebene im Stadtgebiet.

Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen der Wärmeplanung im Folgenden davon ausgegangen, dass zur Transformation der Wärmeversorgung hin zur CO_2-Neutralität für Solingen 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 Stadtgebiet durchgeführt. Als Bewertungskriterien konnten hierdurch neben der Siedlungsstruktur die ermittelten Wärmebedarfe und Wärmeliniendichten 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 3 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 Stadtgebiets in Flurstücke und Flure (übergeordnete Einheit aus mehreren Flurstücken). Die ausgewiesenen Gebiete befinden sich überwiegend an den locker bebauten Siedlungsrändern der Stadtbezirke – also zum einen entlang der Stadtgrenzen – aber auch im Bereich der Grüngürtel zwischen den Stadtbezirken.

Die flächen- und bedarfsbezogenen Anteile dieser Gebiete an der gesamten Fläche bzw. am gesamten Wärmebedarf im Stadtgebiet sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Wie die Ergebnisse zeigen, umfassen die hier identifizierten Gebiete zwar rd. 60 % der städtischen Gesamtfläche, aber nur rd. 19 % aller Energiebezugsflächen bzw. rd. 20 % des gesamtstädtischen Wärmebedarfs. Diese Zahlen unterstreichen die Struktur dieser Gebiete mit sehr geringen Bebauungs- und Wärmeliniendichten.

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

Anteile dezentraler Versorgungsgebiete gem. Eignungsprüfung an Solingen gesamt	
Gesamtfläche	60,3%
Energiebezugsflächen	18,9%
Wärmebedarf	19,8%

Ergänzend wird an dieser Stelle auf folgende Zusammenhänge hingewiesen:

1. Die hier ausgewiesenen Gebiete 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. An der Stadtgrenze zu den umliegenden Gemeinden können Gebäude bzw. Bebauungsstrukturen vorhanden sein, die an dicht besiedelte, wärmenetzgeeignete Gebiete in den Nachbargemeinden angrenzen (z.B. an der Grenze zu Hilden im Nordwesten oder Haan im Norden). Für diese Bereiche können städteübergreifende Wärmenetze sinnvoll sein.
3. 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.

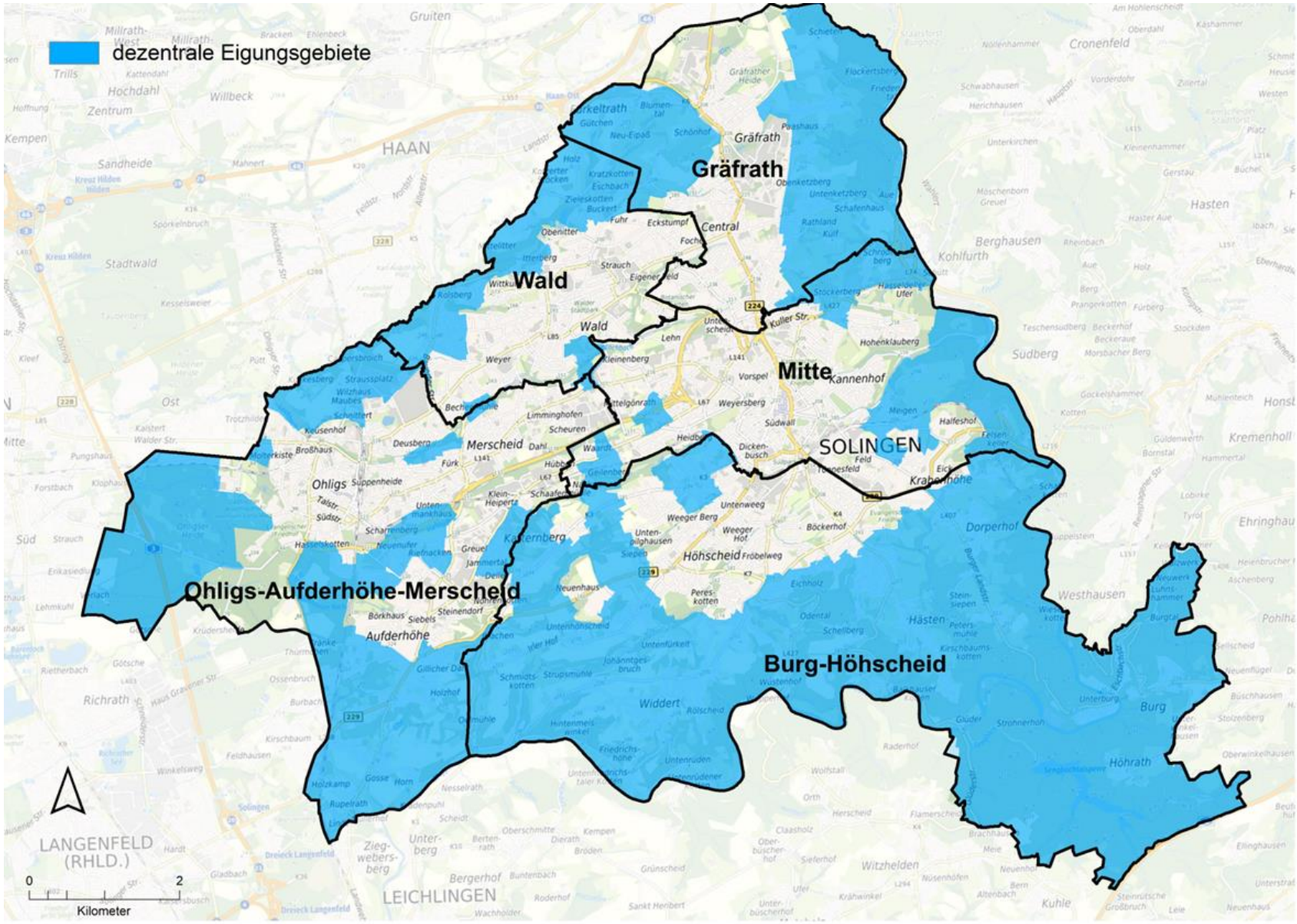


Abbildung 3: Darstellung der Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung gemäß Eignungsprüfung

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 4.

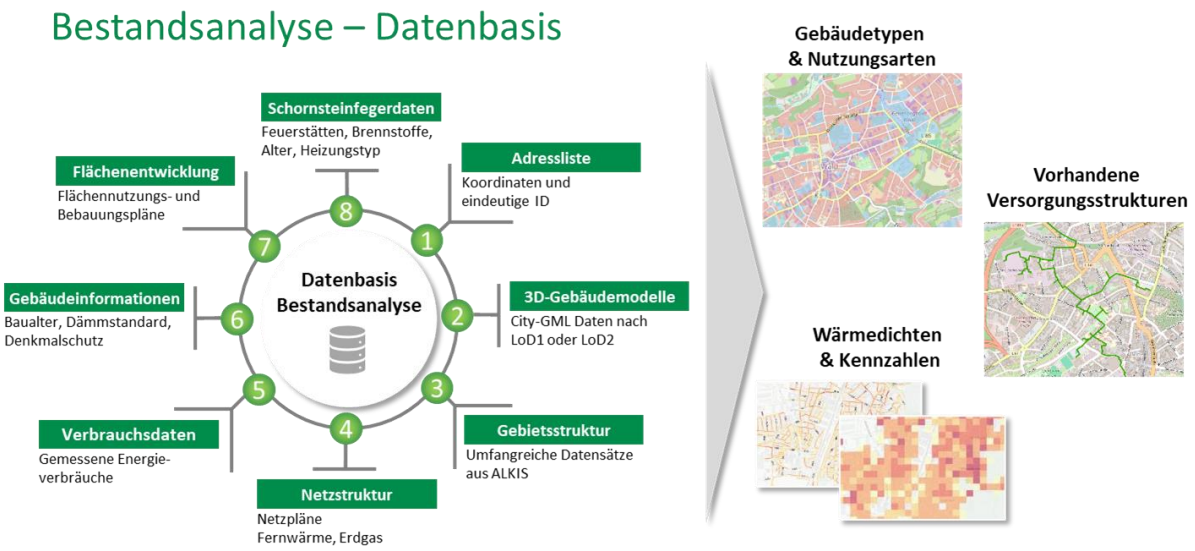


Abbildung 4: Darstellung Bilanzgrenzen Wärmebedarf, Endenergie und Primärenergie

3.1.1 Gebäudebestand und Bezugsflächen

Grundlage für den Gebäudebestand der Stadt Solingen ist das Raumwärmebedarfsmodell NRW des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) [2] mit den Grundflächen aller Gebäude in Solingen (Stand 03/2019, knapp 102.000 Gebäude). Im KWP werden nur beheizte Gebäude berücksichtigt (rd. 70.450 Gebäude). Nicht beheizte Gebäude sind bspw. Garagen, Schuppen, Parkhäuser, 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 11,4 Mio. m^2.

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 37.800. 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 Solingen insgesamt 3.780 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, Stadtbezirk und Stadtebene und weitere Zwischenstufen (Baublockebene, Straßenabschnittsebene etc.).

Zur Erläuterung der im Folgenden häufig verwendeten Begriffe Primärenergiebedarf, Endenergiebedarf und Wärmebedarf sind in Abbildung 5 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.

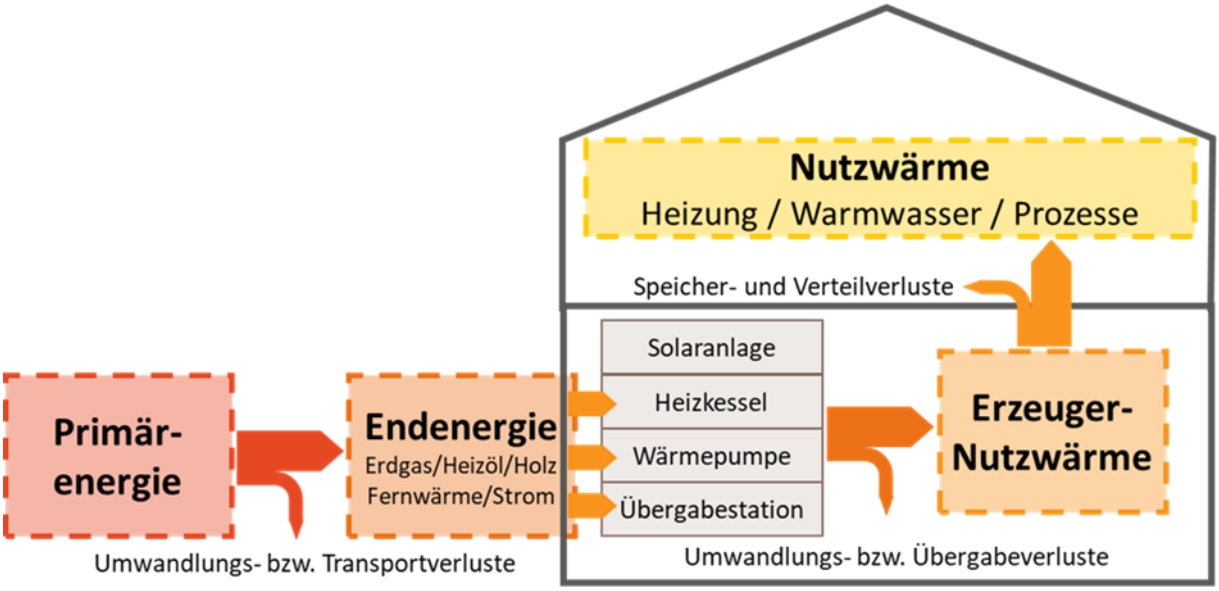


Abbildung 5: Darstellung Bilanzgrenzen Wärmebedarf, Endenergie und Primärenergie

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 TBS und der SW SG aus der Verbrauchsabrechnung für die Wärmelieferung aus den Wärmenetzen (Jahresmengen für 2021 bis 2023)
- Daten der Netze Solingen aus der Verbrauchsabrechnung für die Erdgaslieferung (Jahresmengen 2021 bis 2023)
- Daten der Netze Solingen aus der Verbrauchsabrechnung für die Stromlieferung mit Unterscheidung nach Wärmepumpentarif bzw. Nachtspeicher (Jahresmengen 2021 bis 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 2021, 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 Solingen besser als die rein rechnerischen Wärmebedarfsdaten aus dem LANUV-Modell. Sie wurden daher für alle Adressen mit leitungsgebundener Endenergieversorgung für Wärme (Wärmelieferung, Erdgas, Strom), an Stelle der Wärmebedarfsdaten aus dem LANUV-Modell angesetzt.

Zur Erfassung des Prozesswärmebedarfs wurde eine Online-Umfrage bei 44 Industrie- und Gewerbebetrieben durchgeführt. Über die Abfrage der Aufteilung des Wärmebedarfs nach Raumwärme, TWW und Prozesswärme hinaus wurden hierbei der Endenergieeinsatz an Brennstoffen und Strom sowie vorhandene und genutzte bzw. nutzbare Abwärme-Potenziale erfasst.

3.1.5 Ermittlung der Wärmeerzeugung aus Solarthermieanlagen

Verbrauchsdaten für Wärme aus Solarthermieanlagen liegen nicht vor. Es erfolgte eine Abschätzung der genutzten Solarwärme auf Grundlage von Daten aus der Statistik des Bundesamts für Ausfuhrkontrolle (BAFA). Verfügbar sind die Anzahl und die Summen der Kollektorflächen je Postleitzahlgebiet.

Die Abschätzung der genutzten Solarwärme erfolgte pauschal mit einem Kennwert von 400 kWh nutzbarer Wärme je m^2 Kollektorfläche und Jahr. Die Solarwärme je Postleitzahlgebiet wurde pauschal im Verhältnis der Bezugsflächen auf alle Wohngebäude im Gebiet verteilt. Eine gebäude- bzw. adressscharfe Zuteilung ist nicht möglich.

3.1.6 Kehrbuchauswertung und Bestimmung der Energieträger

Das Stadtgebiet Solingen umfasst 14 Kehrbezirke. Alle zuständigen Bezirksschornsteinfeger:innen stellten ihre Daten aus den elektronischen Kehrbüchern 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. 22.920 Adressen; ggf. Bildung eines Energieträgermixes bei Kombinationen verschiedener Energieträger
- Eingrenzung des Heizenergieträgers für die 8.260 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 wurden anhand der Größe, der Branche und Informationen zum Gasverbrauch und zum Stromverbrauch (Wärme und auch Licht & Kraft) insgesamt 44 Unternehmen für eine Online-Fragebogenaktion identifiziert. Die datenschutzkonforme Durchführung der Online-Abfrage erfolgte mit Unterstützung durch die Statistikstelle der Stadt Solingen.

Zu den 44 angefragten Unternehmen konnten 40 Rückläufe unterschiedlicher Detaillierungstiefe verzeichnet werden, das ist eine sehr gute Rücklaufquote. Die Ergebnisse sind in die Bestandsanalyse (Prozesswärme) und die Potenzialanalyse (Abwärmepotenziale) anonymisiert eingeflossen.

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

Zur Erfassung der stromerzeugenden Anlagen wurde von der Netze Solingen das Markstammdatenregister mit Einträgen zu allen Anlagen im Stadtgebiet bereitgestellt. Diese Daten wurden ergänzt und abgeglichen mit den Betreiberdaten der Erzeugungsanlagen der einzelnen Wärmenetze von SW SG und TBS.

”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.

Bei Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) wird gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Zur korrekten Ermittlung der Wärmeerzeugung und der hierfür erforderlichen Gasmengen im KWP sind die Gaseinsatzmengen in diesen Anlagen um den Anteil der Stromerzeugung zu reduzieren. Die Aufteilung des Brennstoffeinsatzes und der Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) auf Strom und Wärme kann nach unterschiedlichen Methoden erfolgen. Üblich sind die Substitutionsmethode, wie sie z. B. für das Gebäudeenergiegesetz (GEG) verwendet wird, oder die Allokationsmethode (auch Carnotmethode), wie sie im AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil 6 beschrieben ist.

Entsprechend dem Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) soll im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zur Ermittlung der Endenergie- und THG-Bilanzen die Carnotmethode verwendet werden, da nur mit ihr ein konsistenter Vergleich von heutigen und zukünftigen THG-Emissionen möglich ist.

Zur Bilanzierung der aus KWK-Anlagen bereitgestellten Wärmeerzeugung und der Endenergie und Treibhausgasbilanz wurde wie folgt vorgegangen.

Ermittlung der jährlichen Wärmeerzeugung und Stromerzeugung aus KWK-Anlagen über iteratives Vorgehen mit:

- Ermittlung der rechnerischen Strom- und Wärmeerzeugung auf Basis der bekannten Leistungsdaten bzw. typischer Wirkungsgrade für Strom und Wärme auf Basis des Erdgaseinsatzes am Anlagenstandort.
- Abgleich mit Obergrenzen von 7.500 jährlichen Vollaststunden der KWK-Anlage (max. für Prozesswärmebereitstellung) bzw. einem Anteil von 60 % der KWK-Wärmeerzeugung

an der gesamten Wärmeerzeugung (für Wärmenetze bzw. dezentrale Raumwärme/TWW-Erzeugung).

- Endgültiger Abgleich von KWK-Wärmeerzeugung und Wärmebedarf am Standort im Sinne plausibler Vollbenutzungsstunden der Anlage und plausibler Restwärmemengen aus Spitzenlastkesselanlagen. Rechnerische Ermittlung der Stromerzeugung und der Aufteilung des Erdgaseinsatzes auf KWK-Anlage und Kesselanlage.

Ermittlung der Brennstoffeinsatzmengen der KWK-Anlagen mit Anteilen Wärme bzw. Strom für die Endenergie- und THG-Bilanz:

- Aufteilung des rechnerischen Anteils der Brennstoffeinsatzmengen für Wärme bzw. Strom nach der Carnotmethode gem. AGFW FW 309 und damit konform zum KWP-Leitfaden des BMWK. Im Rahmen der Endenergiebilanz der KWP werden nur die Brennstoffmengen für Wärme berücksichtigt.
- Aufstellung der THG-Bilanz mit den brennstoffbezogenen Emissionsfaktoren gem. Leitfaden des BMWK für alle Endenergieeinsatzmengen zur Wärmeerzeugung.

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 Stadtteilebene und auf Stadtebene.

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. Für Erdgas werden die Korrekturen für KWK-Anlagen gem. Abschnitt 3.1.8 beachtet.

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 Leitfaden des BMWK. Diese sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Der von der Stadt Solingen Im Rahmen der kommunalen Treibhausgasbilanzierung verwendete Faktor für die Wärme aus dem Müllheizkraftwerk beträgt 145 g/kWh. Dieser Wert ist zwar deutlich niedriger als die Faktoren für Wärme aus fossilen Energieträgern wie Erdgas oder Heizöl, aber höher als der Emissionsfaktor für die Wärme aus Siedlungsabfall von 20 g/kWh gem. dem Leitfaden BMWK in Tabelle 2. Dies ist auf methodische Unterschiede in der Ermittlung der Emissionsfaktoren zurückzuführen. In der KWP wird gesetzeskonform der Wert von 20 g/kWh gem. dem Leitfaden BMWK 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 Gemeindestruktur

Solingen ist eine kreisfreie Großstadt im Regierungsbezirk Düsseldorf in Nordrhein-Westfalen. Sie gehört zum Bergischen Land und zum Bergischen Städtedreieck und ist Bestandteil der Metropolregion Rheinland und des Landschaftsverbands Rheinland.

Das Stadtgebiet Solingens hat eine Größe von 89,54 km^2. Seit 2014 wächst die Solinger Bevölkerung und lag am 30. September 2022 bei 164.105 Einwohnern (Basisjahr hinsichtlich der Wärmeplanung). Am 31. Dezember 2024 lag sie bei 164.804 Einwohnern.

Solingen besteht aus fünf Stadtbezirken mit eigener Bezirksvertretung (Einwohnerzahlen EW Stand 2022):

- Gräfrath (18.720 EW)
- Wald (24.700 EW)
- Solingen-Mitte (43.790 EW)
- Burg/Höhscheid (35.170 EW)
- Ohligs/Aufderhöhe/Merscheid (42.900 EW)

Der Bezirk Mitte ist mit einer Einwohnerzahl von rd. 43.800 der größte, Gräfrath im Norden ist mit 18.000 Einwohnern der kleinste Solinger Stadtbezirk.

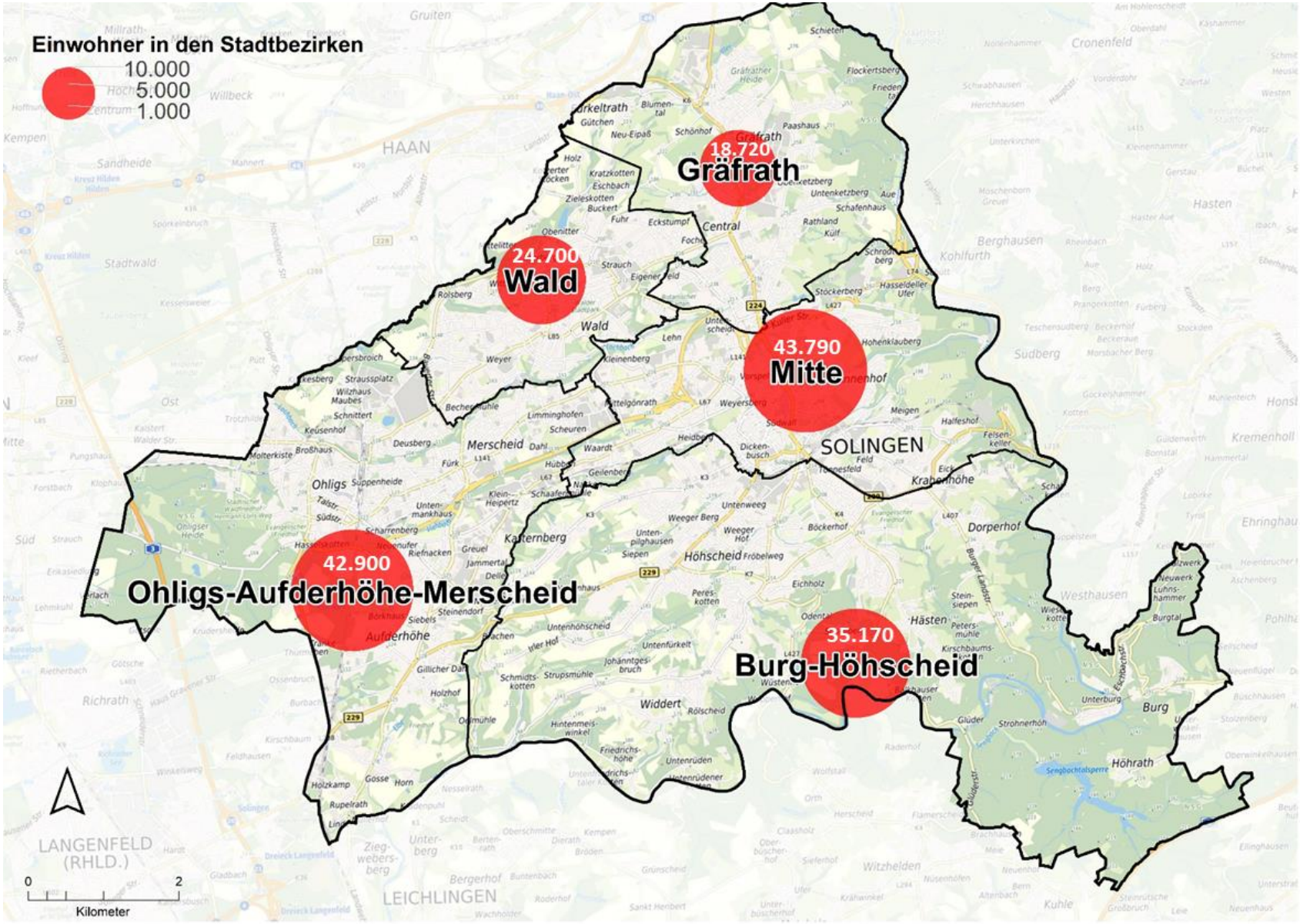


Abbildung 6: Stadtbezirke Solingen und Einwohner (2022)

3.3 Gebäudestruktur

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden für Solingen insgesamt rd. 37.800 Adressen mit beheizten Gebäuden mit einer Energiebezugsfläche von rd. 11,4 Mio. m^2 erfasst. Die Anteile der Energiebezugsflächen nach Sektoren sind im linken Teil der Abbildung 7 dargestellt. Der Anteil der Wohngebäude überwiegt mit 77 % und 8,8 Mio. m^2 bei weitem, gefolgt vom Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD, hier inkl. Industrie) 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/Hochschulen und Kindergärten sowie Betreuungseinrichtungen, Veranstaltungsgebäude und Krankenhäuser.

Im rechten Teil der Grafik in Abbildung 7 sind für die Wohngebäude die Anteile der Gebäudetypen nach Einfamilienhäusern (freistehend, EFH), Reihenhäusern (RH) und Mehrfamilienhäusern (MFH) dargestellt. Der Anteil der EFH an der Energiebezugsfläche liegt bei 49 %, gefolgt von großen Mehrfamilienhäusern mit einem Anteil von 29 %.

In Abbildung 8 ist eine Auswertung der Altersstruktur der Gebäude dargestellt mit der Anzahl Gebäude und den Summen der Altersklassen nach Gebäudealtersklassen. Es wird deutlich, dass 70 % und damit der weit überwiegende Anteil der Gebäude vor den 1970er-Jahren und damit vor der gesetzlichen Verankerung von Mindestanforderungen an den Wärmeschutz und Dämmstandard errichtet wurde.

Eine wohn- bzw. nutzflächenbezogene Darstellung der Bebauungsdichte auf Baublockebene (Wohn- und Nutzraumdichte) zeigt die Karte in Abbildung 9. Hier sind deutlich die dichter bebauten Bereiche in den Zentren der Stadtbezirke im Vergleich zu den locker bebauten Flächen in den Außenbereichen erkennbar.

Ergänzend zeigen Abbildung 10 bzw. Abbildung 11 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 Stadtgebietes in Eignungsgebiete für Wärmenetze bzw. die dezentrale Versorgung). Mit Rücksicht auf den Datenschutz erfolgen die Darstellungen baublockbezogen.

Die räumliche Verteilung der Gebäudetypen in Abbildung 10 spiegelt die Verteilung der Wohnraumdichte in Solingen wider mit EFH und RH überwiegend in den Außenbereichen und MFH in den dichter bebauten Bereichen in den Zentren der Stadtbezirke. MFH finden sich aber auch in Siedlungsbebauungen außerhalb der Stadtbezirkszentren. Die Gebäude des Sektors GHD zeigen sich sowohl in geschlossenen Gewerbegebieten als auch in den Stadtbezirkszentren.

Die Verteilung der Baualtersklassen („BAK“) in Abbildung 11 zeigt eine sehr heterogene Struktur. Sehr alte Gebäude zeigen sich sowohl in den dichter bebauten Gebieten in den Zentren der Stadtbezirke als auch in den Randgebieten der Bebauung. Ähnlich verhält es sich mit Neubaugebieten: diese finden sich sowohl in den Randgebieten als auch in Nähe von den Zentren der Stadtbezirke.

Diese Karte ist ebenfalls Gegenstand der Darstellungsanforderungen gem. Anlage 2 WPG. Die enthaltenen Informationen werden im Rahmen der Potenzialanalyse für die Abwasserwärme und der nachfolgenden Erarbeitung des Zielszenarios herangezogen.

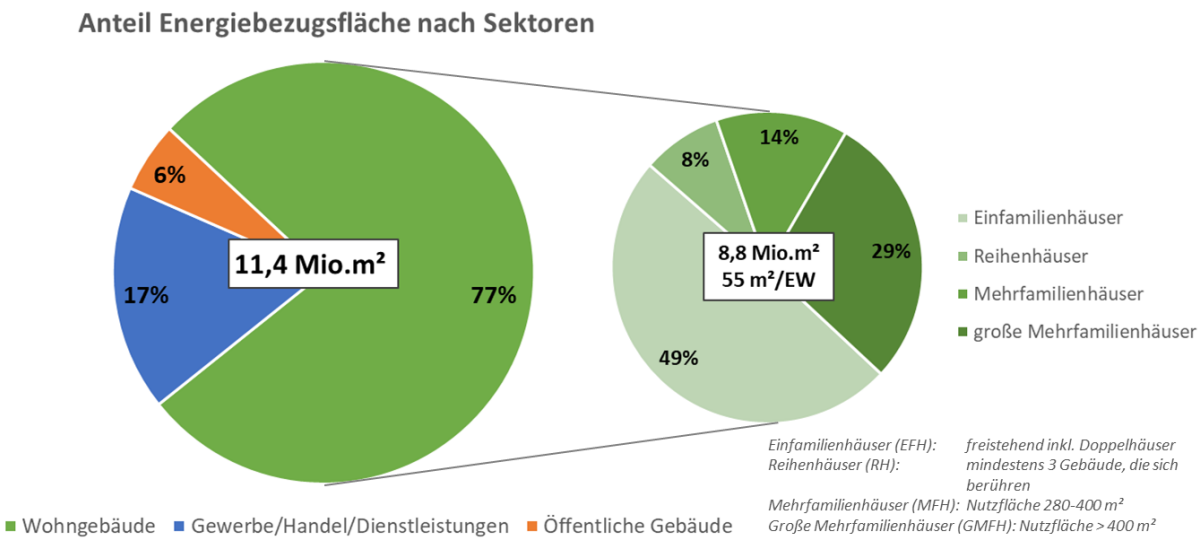


Abbildung 7: Energiebezugsflächen nach Sektoren. Nutzfläche nach Sektoren

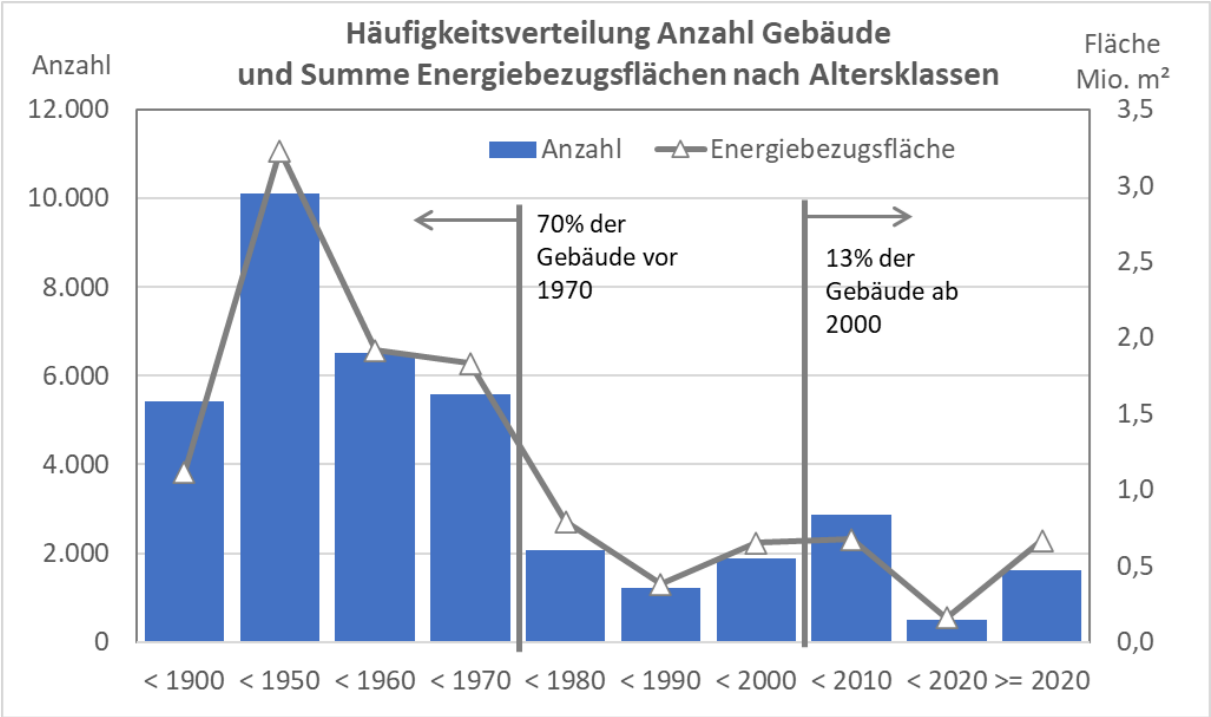


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der Anzahl Gebäude und der Summen der Energiebezugsflächen nach Altersklassen

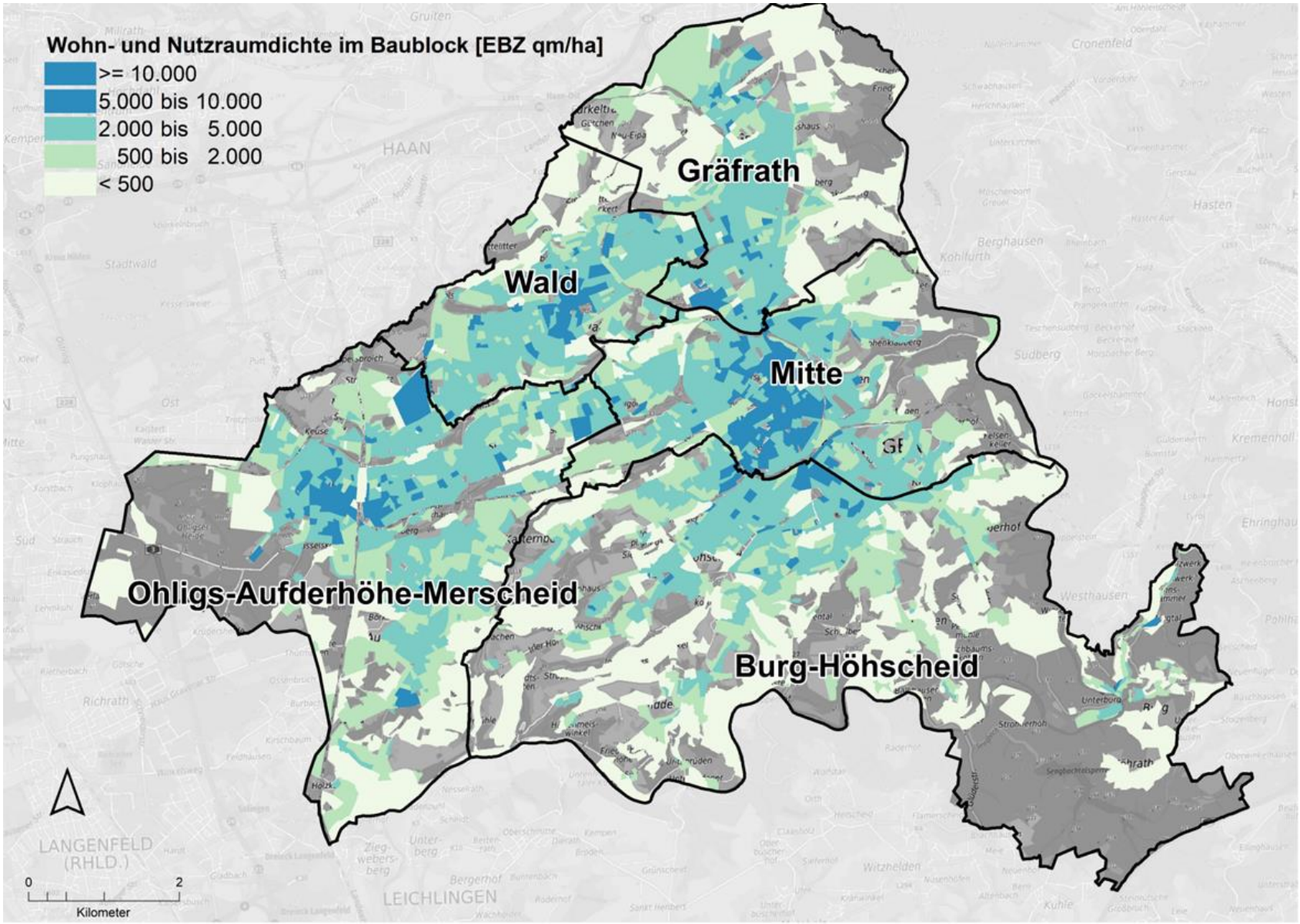


Abbildung 9: Wohn- und Nutzraumdichte nach Baublöcken

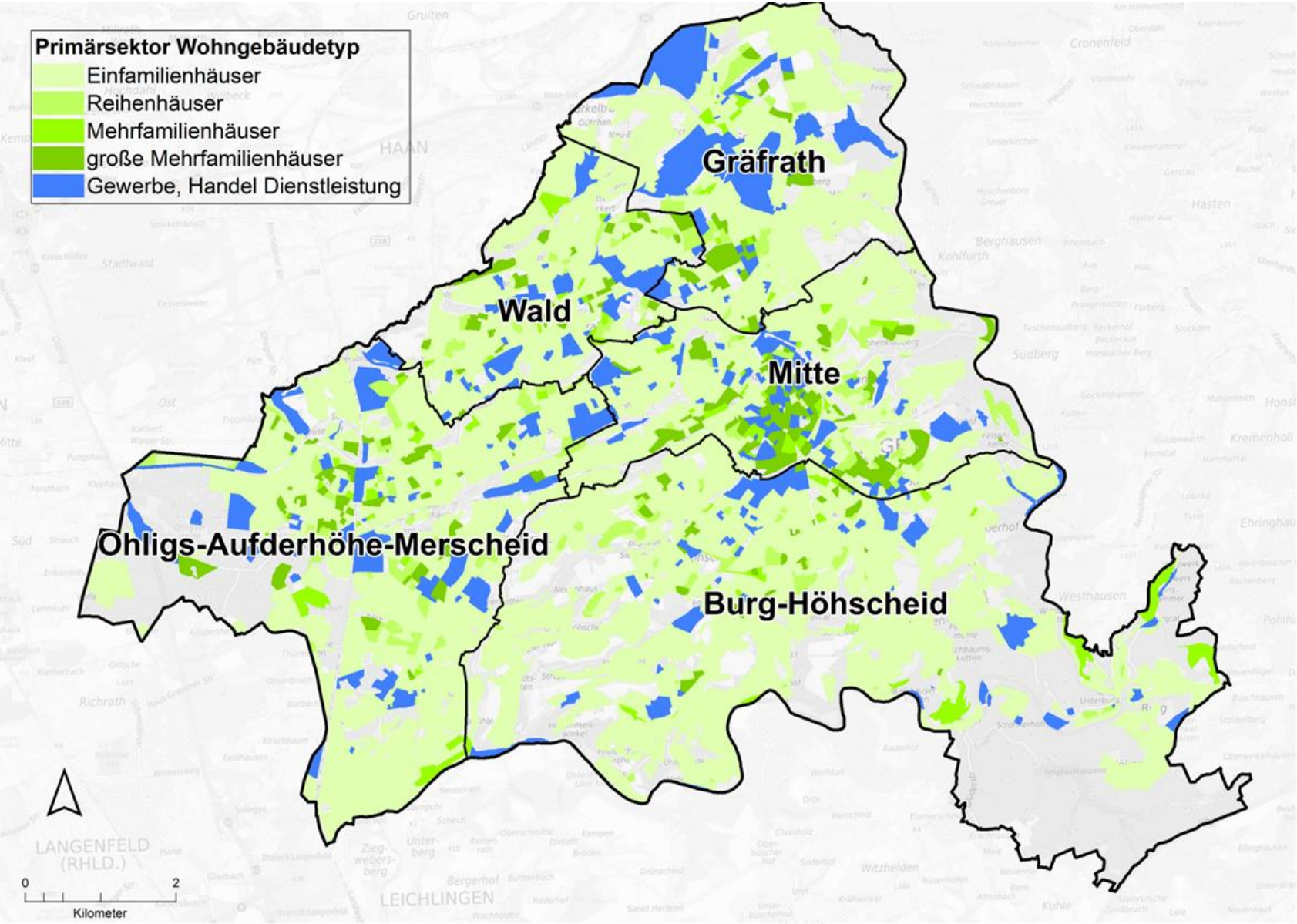


Abbildung 10: Überwiegende Gebäudetypen nach Baublöcken

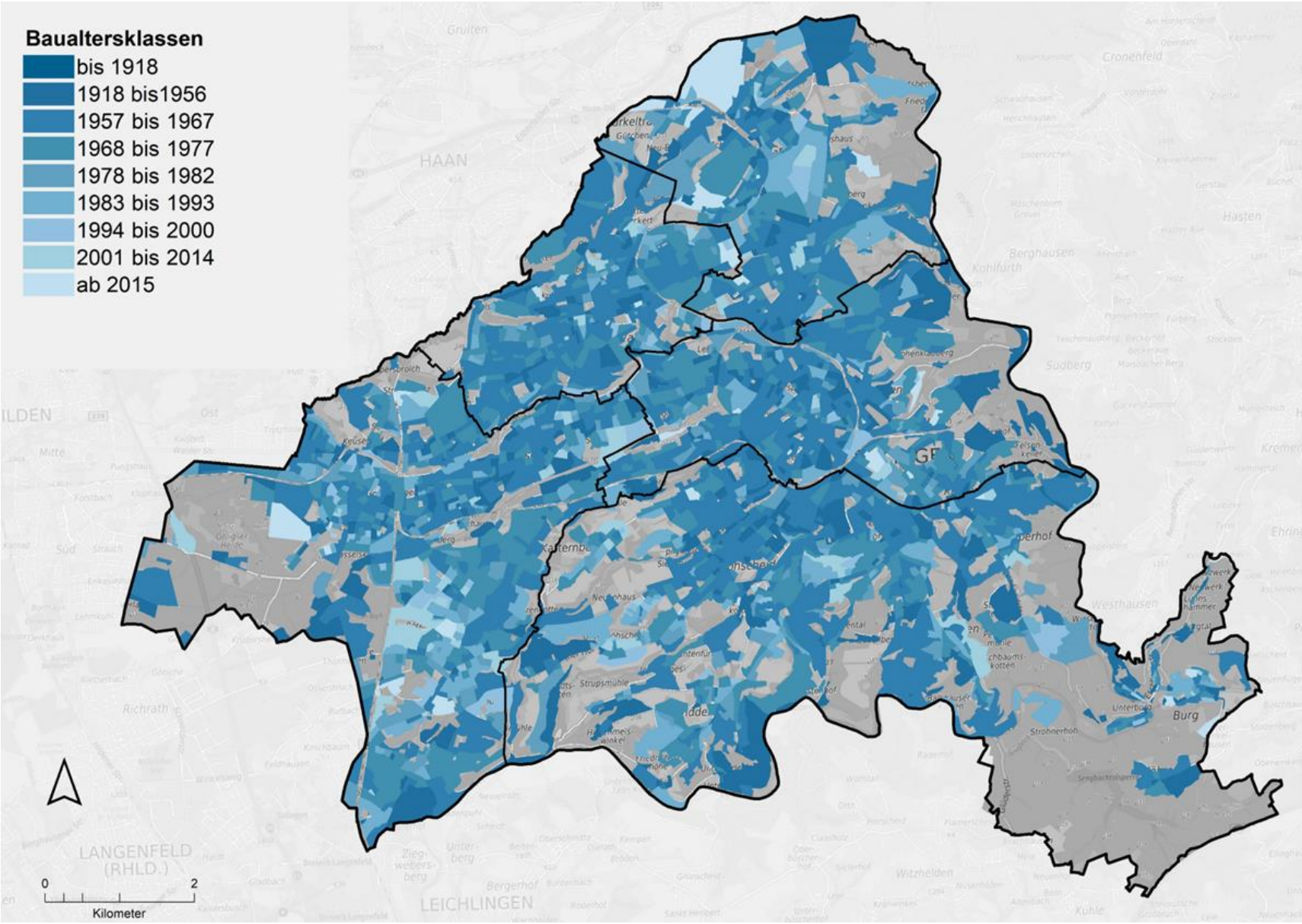


Abbildung 11: Baualtersklassen nach Baublöcken

3.4 Versorgungsstruktur

3.4.1 Gasnetz und Wärmenetzinfrastruktur

Die Stadt Solingen ist nahezu flächendeckend mit Erdgas erschlossen. Der Gasnetzplan wurde von der SWS Netze Solingen GmbH 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 12.

Die Wärmenetze in Solingen sind in der Abbildung 13 mit den Wärmeleistungen der ggf. installierten KWK-Wärmeerzeugeranlagen dargestellt. Hierbei ist unterschieden zwischen dem Fernwärmenetz der TBS (Darstellung in grün), das aus der Abwärme des Müllheizkraftwerks (MHKW) in Solingen-Mitte gespeist wird, und kleineren Netzen der SW SG sowie einiger privater Betreiber, die vorrangig aus kleineren gasgefeuerten Anlagen versorgt werden (Darstellung in Rot).

Das Netz der TBS weist eine Ausdehnung nach Süden bis in die Innenstadt des Stadtbezirks Mitte (Südnetz) und nach Norden bis in die südlichen Ränder der Stadtbezirke Gräfrath und Wald (Nordnetz) auf. Bei den derzeit insgesamt angeschlossenen knapp 40 Abnehmern handelt es sich überwiegend um kommunale Liegenschaften mit einer gesamten Wärmeabnahme von rd. 38 GWh/a. Eine flächendeckende Versorgung wurde bisher, bedingt durch die begrenzte Transportkapazität des Netzes und die begrenzte zur Verfügung stehende, besicherte Wärmeleistung des MHKW, nicht realisiert.

Die Wärmenetze der SW SG und der privaten Betreiber sind deutlich kleiner als das Netz der TBS mit Wärmeabsatzmengen zwischen einigen hundert MWh/a und max. 6 GWh/a. In die Darstellung der standortbezogenen Erzeugungsanlagen in Abbildung 13 wurden nur die größeren Standorte aufgenommen, die über KWK-Anlagen verfügen.

Abschließend ist in Abbildung 14 das Abwassernetz in Solingen für alle Leitungsabschnitte mit großen Durchmessern ab DN 700 (700 mm) sowie die Lage der drei Kläranlagen im Stadtgebiet dargestellt. Diese Karte dient als Basis für die Untersuchung von Potenzialen zur Wärmegewinnung aus Abwasserwärme. Im Rahmen der Potenzialanalyse wird zur Nutzung von Abwasserkanälen in Abstimmung mit den TBS als technische Mindestanforderung DN 700 für die Kanalgröße und ein Trockenwetterdurchfluss von >30l/s angenommen. Die genaueren technischen Mindestmaße sind im Rahmen einer detaillierteren Studie noch einmal anhand des neuesten technischen Standes zu untersuchen.

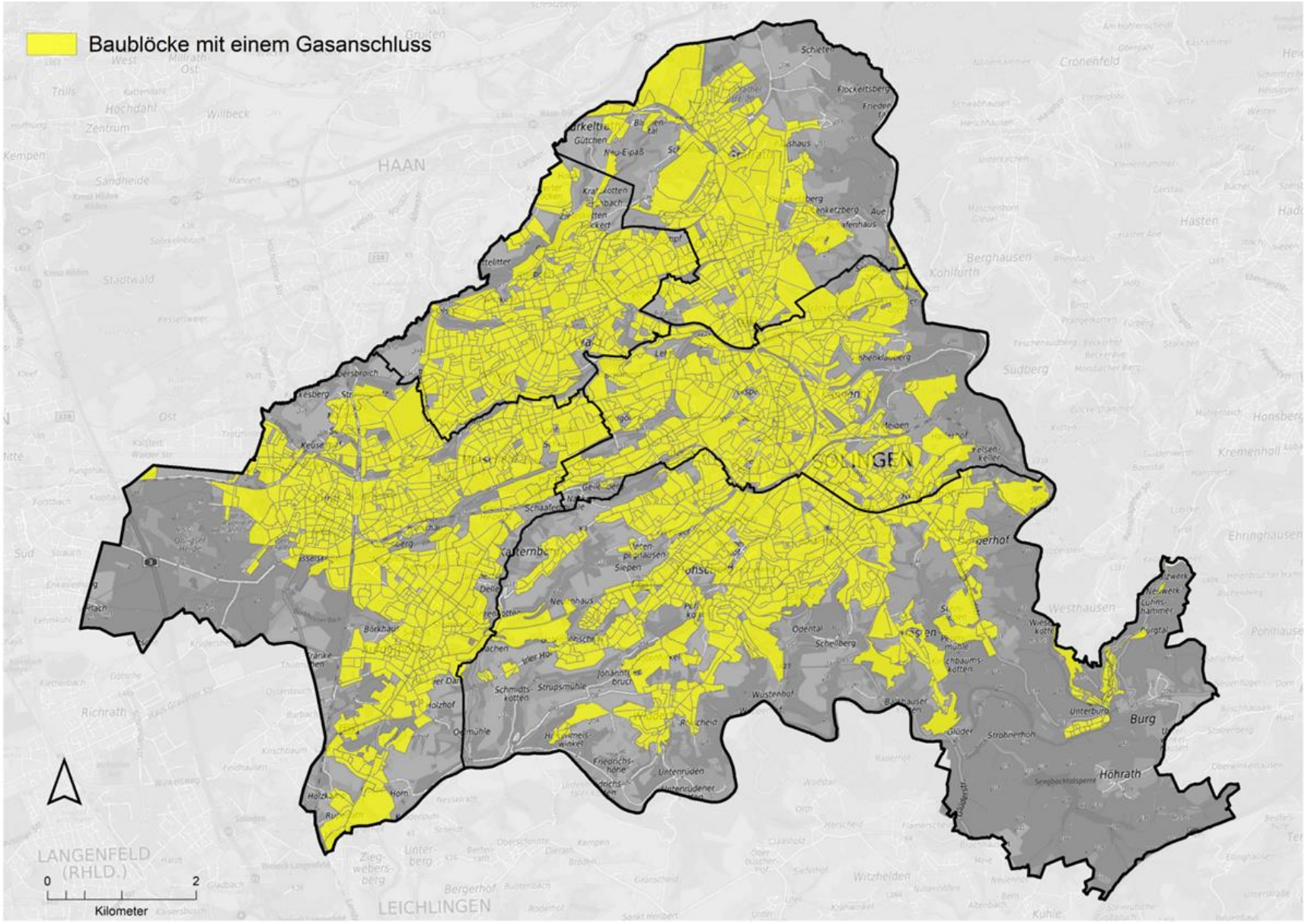


Abbildung 12: Ausdehnung der Erdgasversorgung in baublockbezogener Darstellung

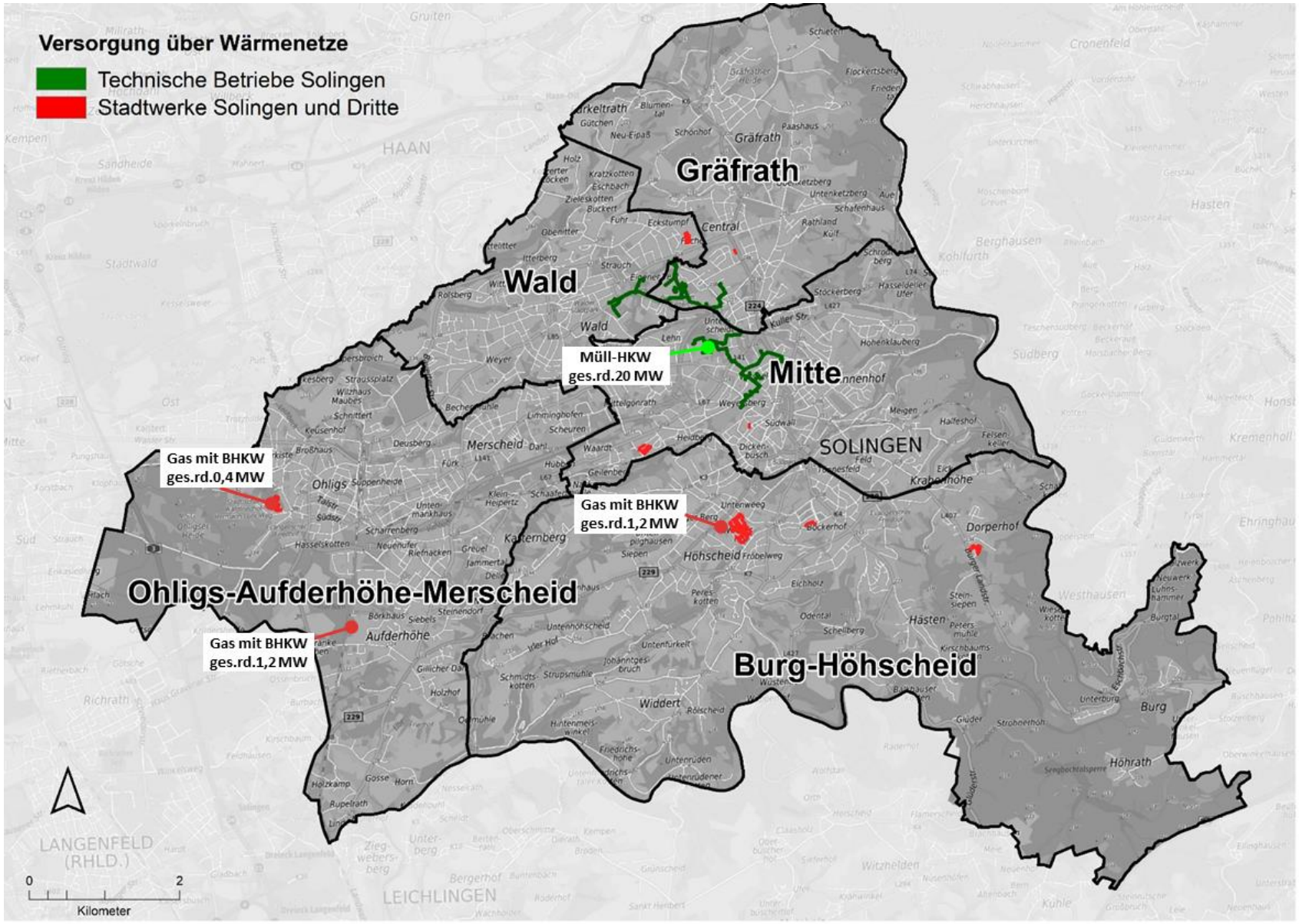


Abbildung 13: Wärmenetze der TBS (grün) und der Stadtwerke Solingen (rot)

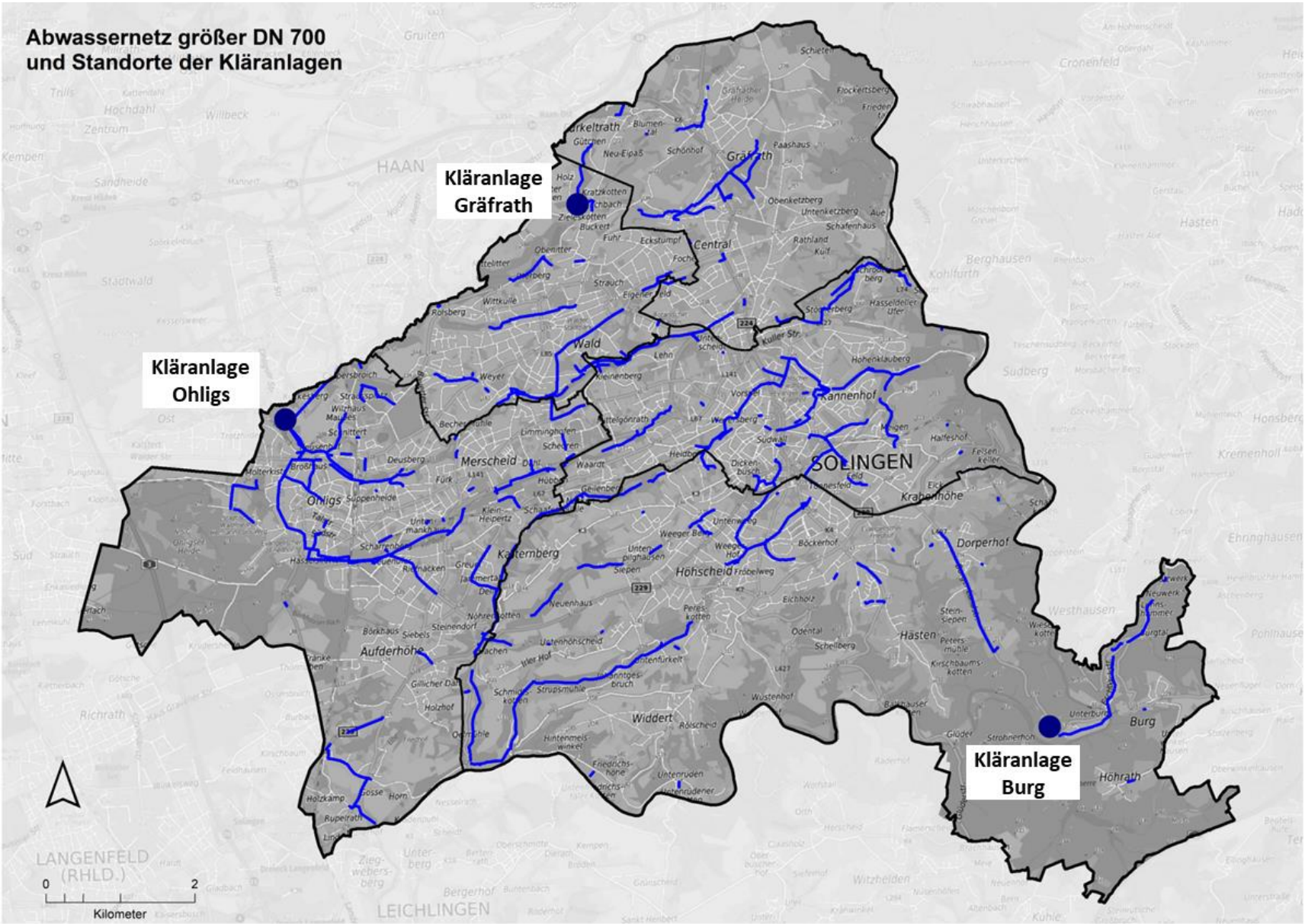


Abbildung 14: Abwassernetz und Lage der Kläranlagen

3.4.2 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. kartografischen Darstellungen 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 Solingen nach Energieträgern in Tabelle 3 (inkl. Hausübergabestationen der Wärmenetze).

Tabelle 3: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach Wärmeerzeuger

Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger					
	Dezentrale Wärmeerzeuger (Kessel und BHKW)			Dezentral	Wärmenetze
Heizenergieträger	Erdgas	Heizöl, Flüssiggas	Holz	Strom inkl. WP	Hausübergabestat.
Anzahl gesamt	23.689	7.164	182	1.003	398

Zum anderen sind es kartografische, baublockbezogene Darstellungen der Anteile der Anzahl der dezentralen Erzeugungsanlagen nach Art der Wärmeerzeuger inkl. der Hausübergabestationen in den Wärmenetzen für das gesamte Stadtgebiet. Da die Darstellung als eine Gesamtkarte im Rahmen des vorliegenden Berichtes nicht lesbar wäre, erfolgt die Visualisierung hier in Abbildung 15 bis Abbildung 19 in Form mehrerer Karten jeweils für die einzelnen Wärmeerzeuger gem. der Unterteilung in Tabelle 3.

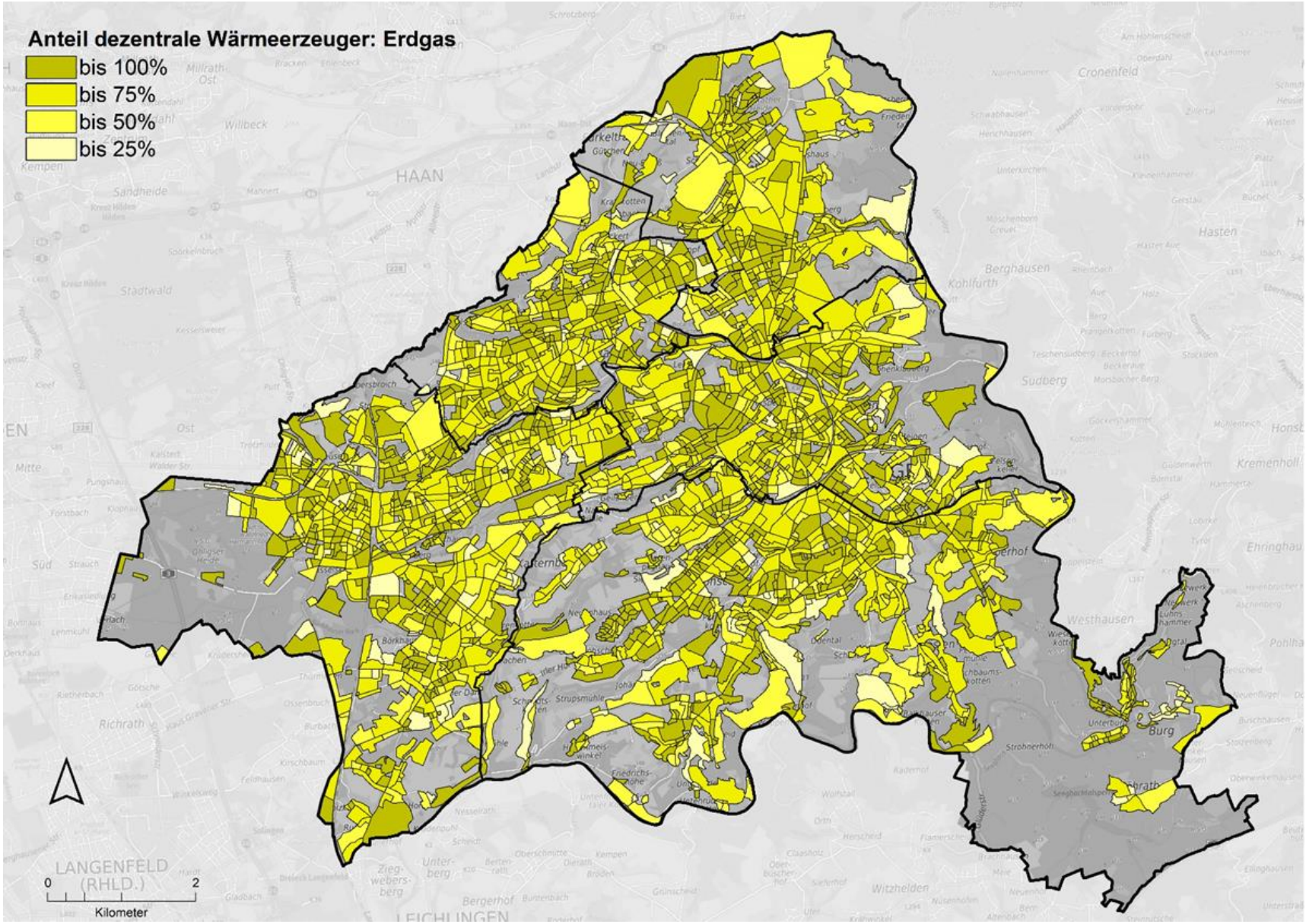


Abbildung 15: Anteil dezentraler Wärmeerzeuger Erdgas auf Baublockebene

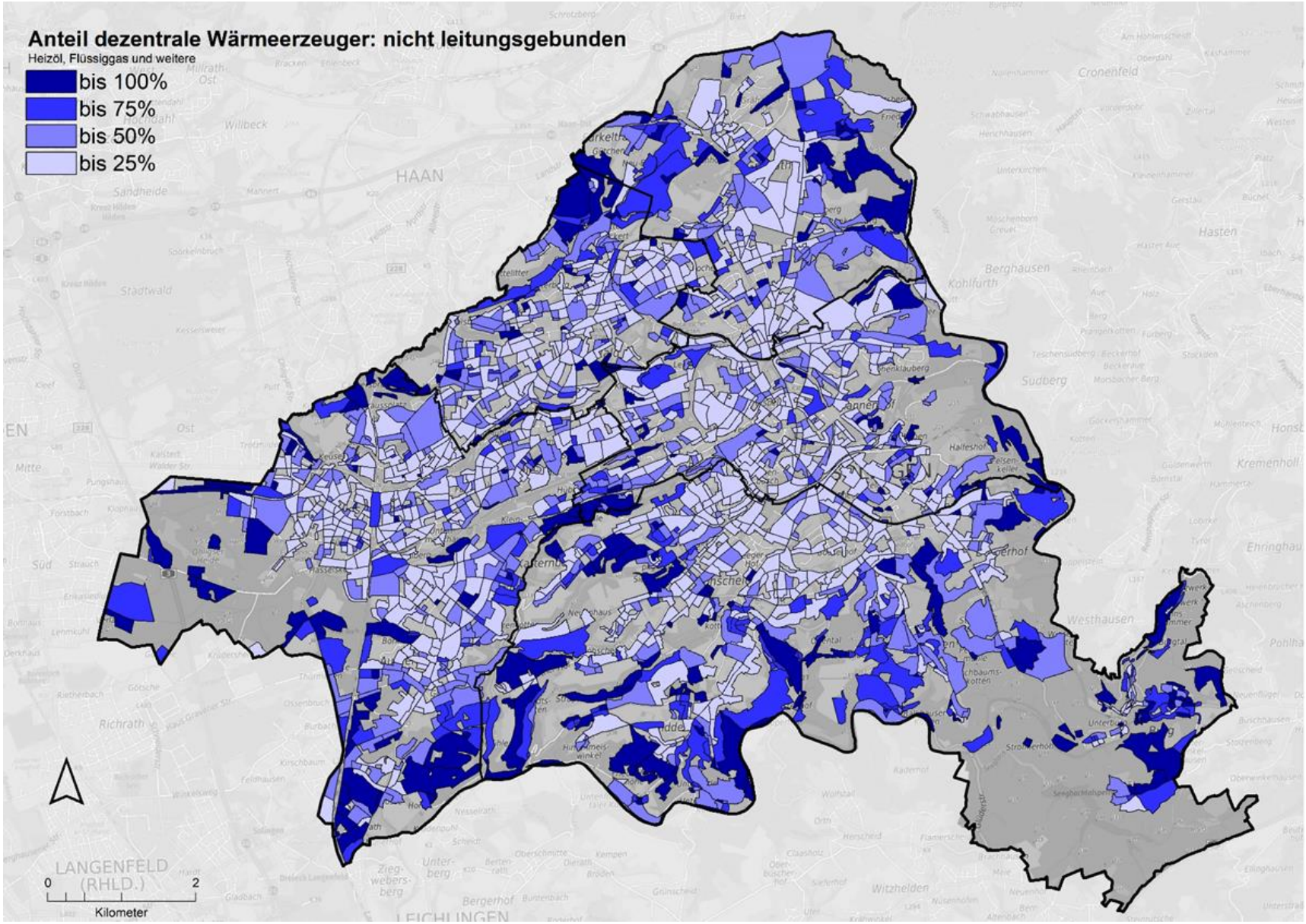


Abbildung 16: Anteil dezentraler Wärmeerzeuger nicht leitungsgebundene fossile Energieträger auf Baublockebene

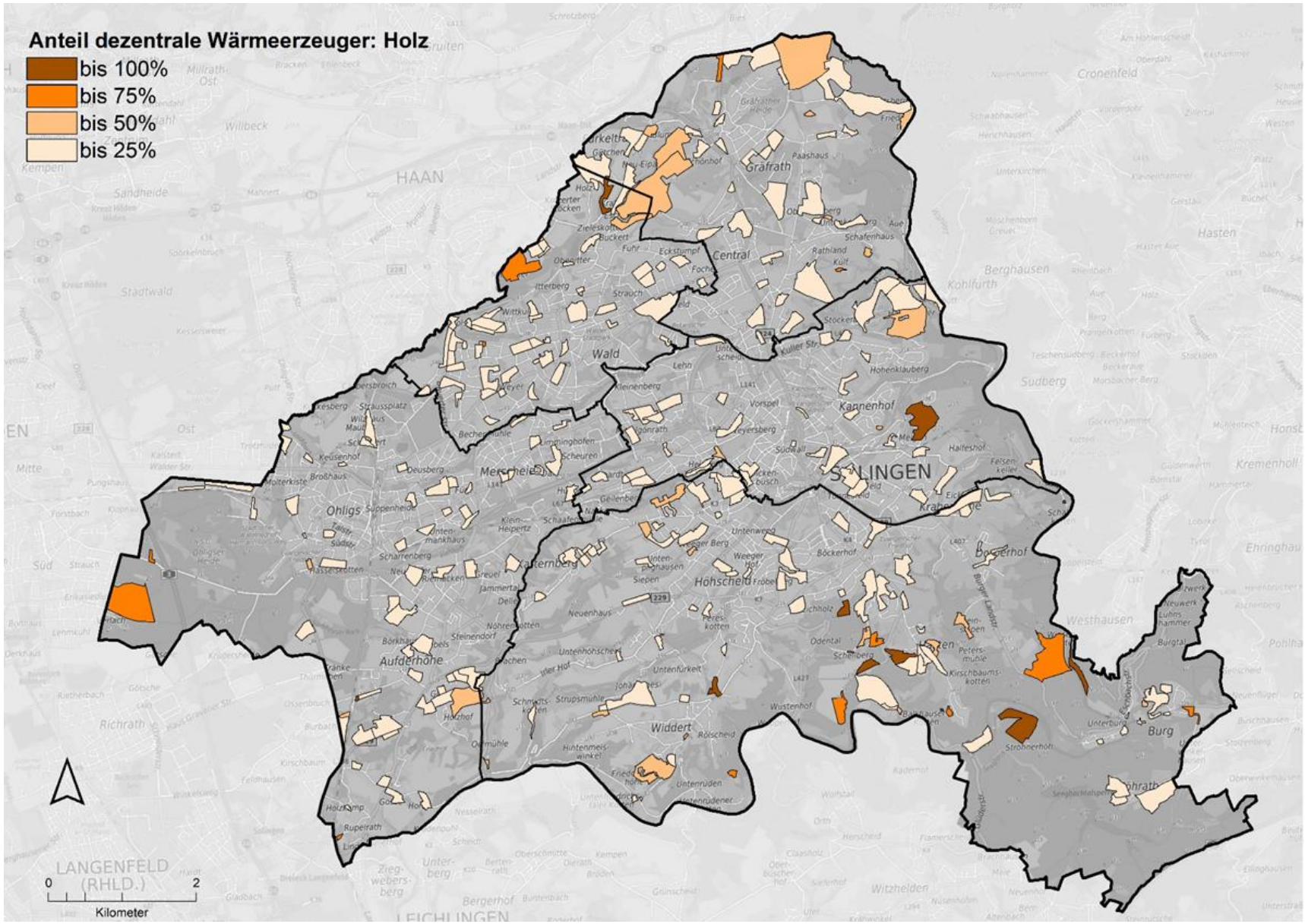


Abbildung 17: Anteil dezentraler Wärmeerzeuger mit Brennstoff Holz auf Baublockebene

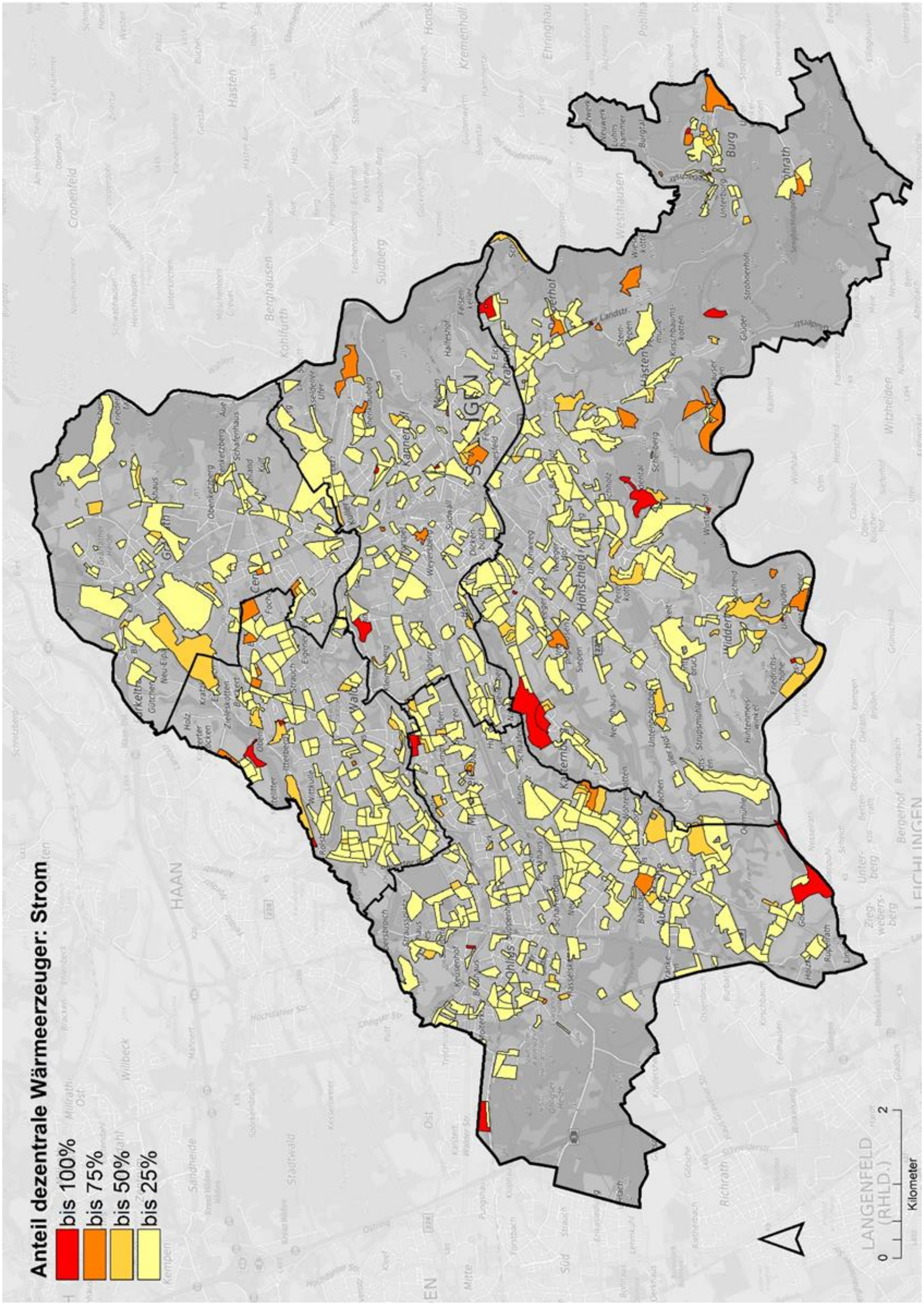


Abbildung 18: Anteil dezentraler Wärmeerzeuger Strom inkl. Wärmepumpen auf Baublockebene

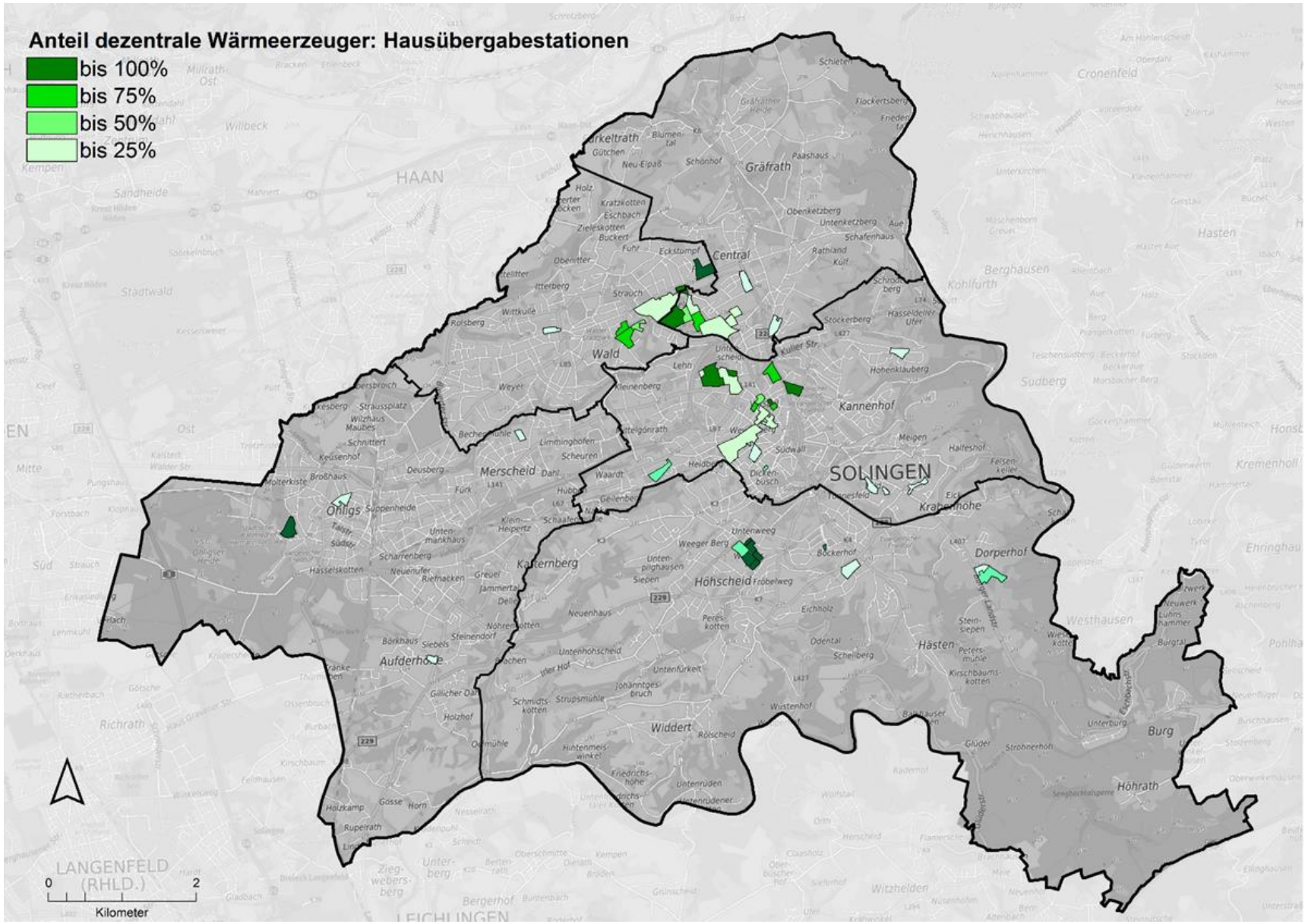


Abbildung 19: Anteil dezentraler Wärmeerzeuger Hausübergabestationen in Wärmenetzen auf Baublockebene

3.5 Wärmebilanz

Die Ermittlung der Wärmebilanz auf gesamtstädtischer Ebene 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 Stadtbezirks- und Stadtebene mit weiteren Zwischenstufen (Baublockebene, Straßenabschnittsebene etc.).

Der Wärmebedarf in Solingen beläuft sich inkl. dem Prozesswärmebedarf in Industrie und Gewerbe auf 1.430 GWh/a bzw. 1.430 Mio. kWh/a.

In Abbildung 20 ist die Aufteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren dargestellt. Der Wärmebedarf im Bereich der Wohngebäude überwiegt mit 71 % bei weitem, gefolgt vom Bedarf im Sektor GHD mit 22 % und den öffentlichen Gebäuden mit 7 %.

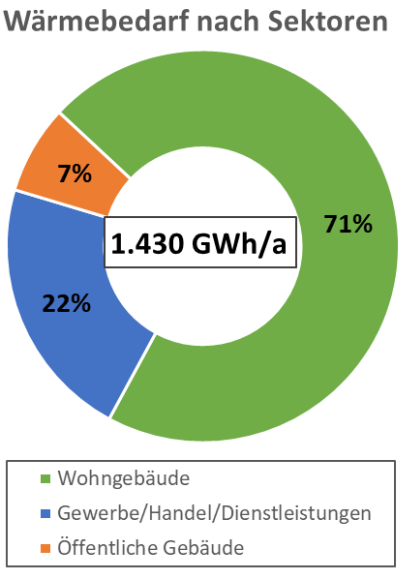


Abbildung 20: Wärmebedarf nach Sektoren

Die Aufteilung des Bedarfs nach dem Verwendungszweck der Wärme ist Gegenstand der Abbildung 21. Hier überwiegt mit 73 % der Bedarf für die Beheizung der Gebäude (Raumwärme), gefolgt vom Trinkwarmwasserbedarf (TWW, Wohngebäude und GHD gesamt) mit 18 % und dem Prozesswärmebedarf mit 9 %.

Abschließend ist für die gesamtstädtische Betrachtung in Abbildung 22 der Wärmebedarf nach Energieträgern dargestellt. Der Wärmebedarf in Solingen wird zu rd. 65 % aus Erdgas gedeckt (Summe Raumwärme, Trinkwasserwärme und Prozesswärme), gefolgt von nicht leitungsgebundenen fossilen Energieträgern (im wesentlichen Heizöl) mit einem Anteil von rd. 21 %.

Die Versorgung aus Wärmenetzen spielt mit knapp 6 % noch eine gewisse Rolle. Strom als Energieträger (hier Strom für Prozesswärme/Nachtspeicherheizung und Wärmepumpen) sowie die regenerativen dezentralen Energieträger Holz und Solarthermie erreichen in Summe rd. 8 %.

Die Auswertungen der Bilanzen auf gesamtstädtischer Ebene werden ergänzt durch die kartografischen Darstellungen der flächenbezogenen Wärmedichte auf Baublockebene in Abbildung 23 sowie der Wärmeliniendichte in Abbildung 24. Die Struktur der Wärmedichten bzw. Wärmeliniendichten spiegelt die Verteilung der Wohnraumdichten mit Bedarfsschwerpunkten in den dicht bebauten innerstädtischen Bereichen und abnehmender Wärmedichte weniger dicht bebauten Gebieten an den Siedlungsrändern wider. Zusätzlich werden hier Bedarfsschwerpunkte in den Gewerbegebieten mit punktuellen Prozesswärmebedarfen erfasst.

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.

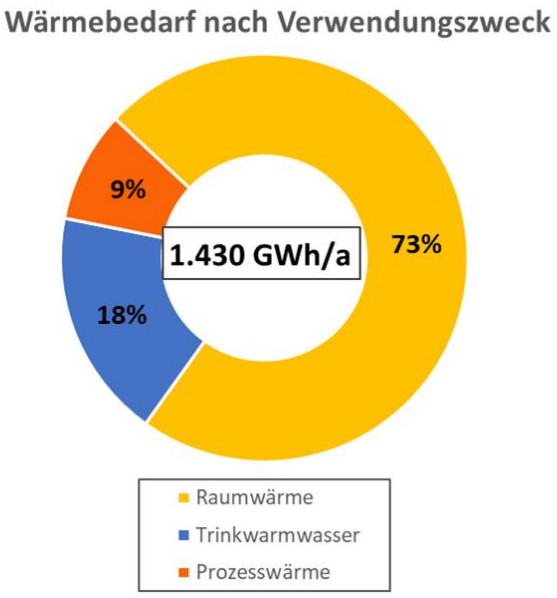


Abbildung 21: Wärmebedarf nach Verwendungszweck

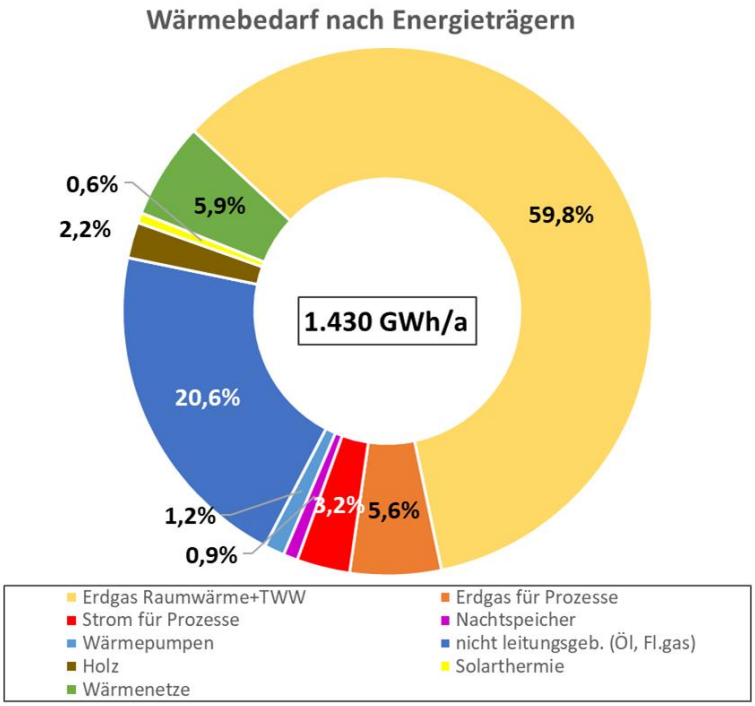


Abbildung 22: Wärmebedarf nach Energieträgern

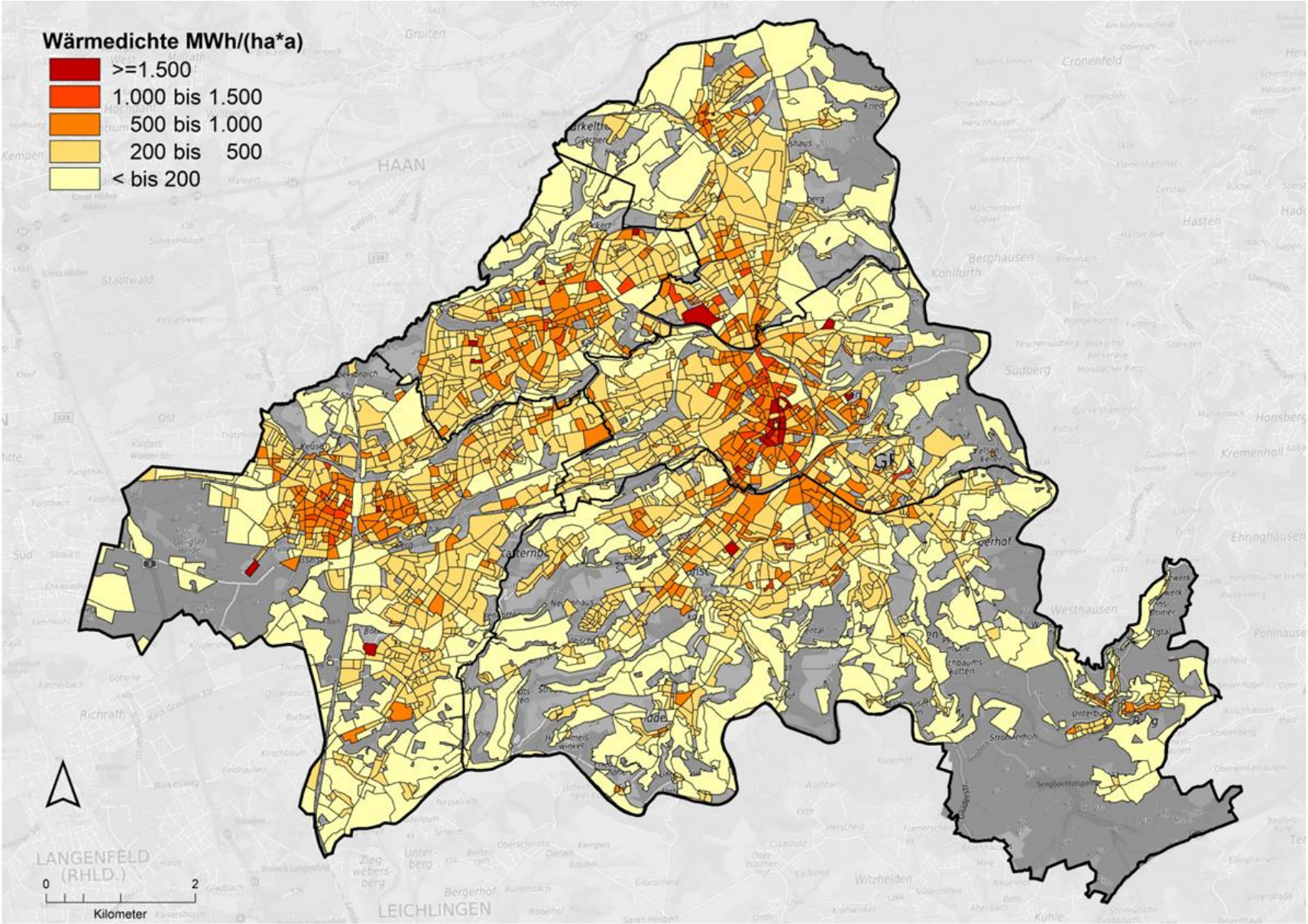


Abbildung 23: Wärmedichte nach Baublöcken

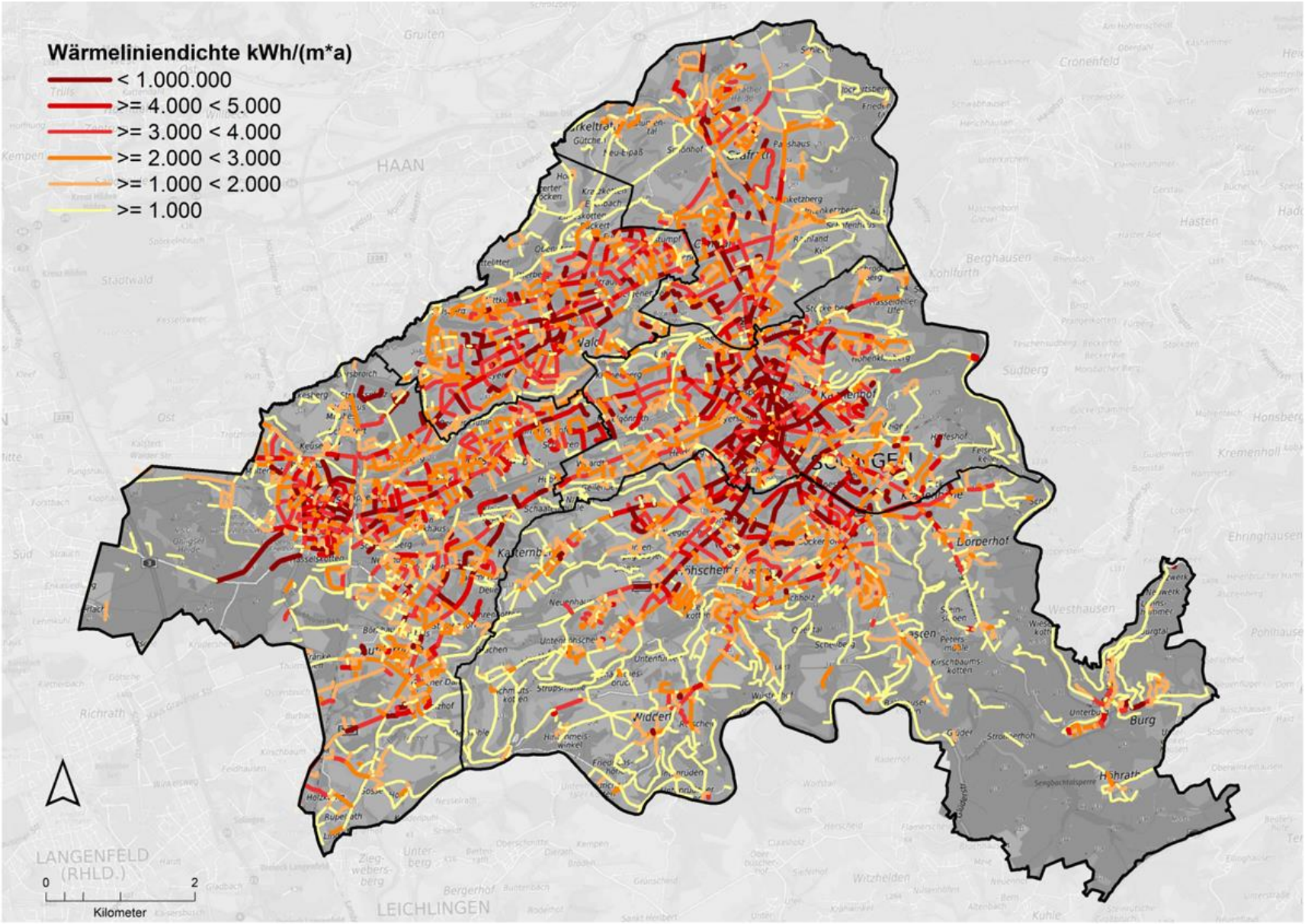


Abbildung 24: Wärmeliniendichte

3.6 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 Stadtbezirks- und Stadtebene mit weiteren Zwischenstufen (Baublockebene, Straßenabschnittsebene etc.).

Der Endenergiebedarf für den Wärmemarkt in Solingen beläuft sich inkl. dem Prozesswärmebedarf in Industrie und Gewerbe auf rd. 1.600 GWh/a bzw. 1.600 Mio. kWh/a.

In Tabelle 4 ist der Endenergieverbrauch nach Energieträgern zusammengestellt, Abbildung 25 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 Erdgaseinsatz mit einem Anteil von rd. 66 %, gefolgt von den nicht leitungsgebundenen fossilen Energieträgern (im wesentlichen Heizöl) mit einem Anteil von rd. 22 %.

Der Anteil der Versorgung aus Wärmenetzen liegt bei gut 5 % und spielt noch eine gewisse Rolle. Strom als Energieträger (hier Strom für Prozesswärme/Nachtspeicherheizung und Wärmepumpen) sowie die regenerativen dezentralen Energieträger Holz und Solarthermie erreichen in Summe rd. 7 %.

Tabelle 4: Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Endenergieverbrauch nach Energieträgern	
Energieträger	**Endenergieverbrauch MWh/a**
Erdgas (nur dezentral)	1.027.283
Strom	67.201
nicht leitungsgeb. (Öl, Fl.gas)	334.782
Holz	35.681
Solarthermie	10.027
Wärmenetze *	84.180
Summe	**1.559.153**
**) aus Wärmenetzen Abfallwärme und Gasanlagen*	

Die nachfolgenden grafischen Darstellungen und Karten dienen an dieser Stelle der Dokumentation der Ergebnisse der Bestandsanalyse im Sinne der Anlage 2 WPG.

Bei den kartografischen Darstellungen erfolgt wie bereits im Rahmen der Darstellung der Anzahl dezentraler Heizungsanlagen in Abschnitt 3.4.23.4.2 die Darstellung aufgrund mangelnder Lesbarkeit nicht in einer Gesamtkarte für alle Energieträger sondern in Form von separaten Karten für die einzelnen Energieträger.

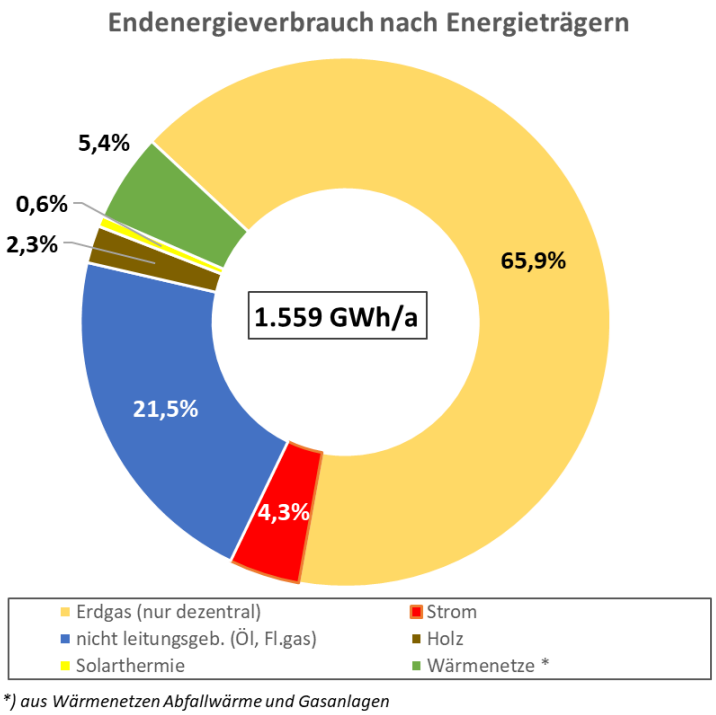


Abbildung 25: Endenergiebilanz nach Energieträgern

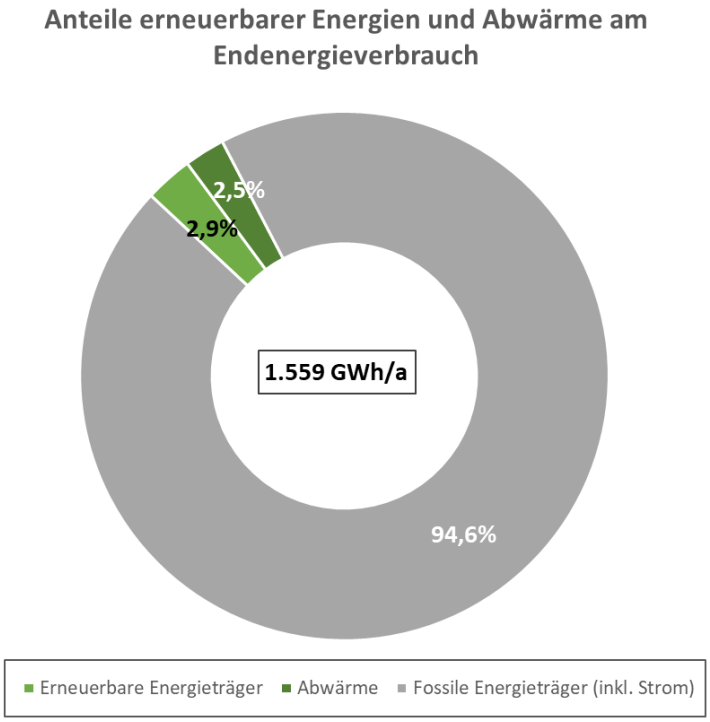


Abbildung 26: Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme am Endenergieverbrauch

Tabelle 5: Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Energieträgern

Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Energieträgern	
Energieträger MWh/a	
Erdgas	1.027.283
Strom	67.201
Wärmelieferung	84.180

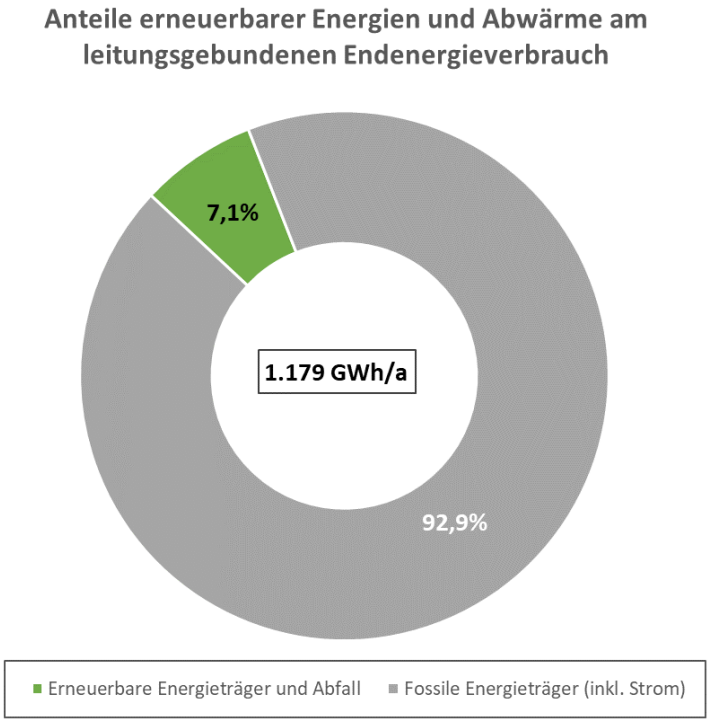


Abbildung 27: Anteile erneuerbarer Energieträger und Abwärme am leitungsgebundenen Endenergieverbrauch

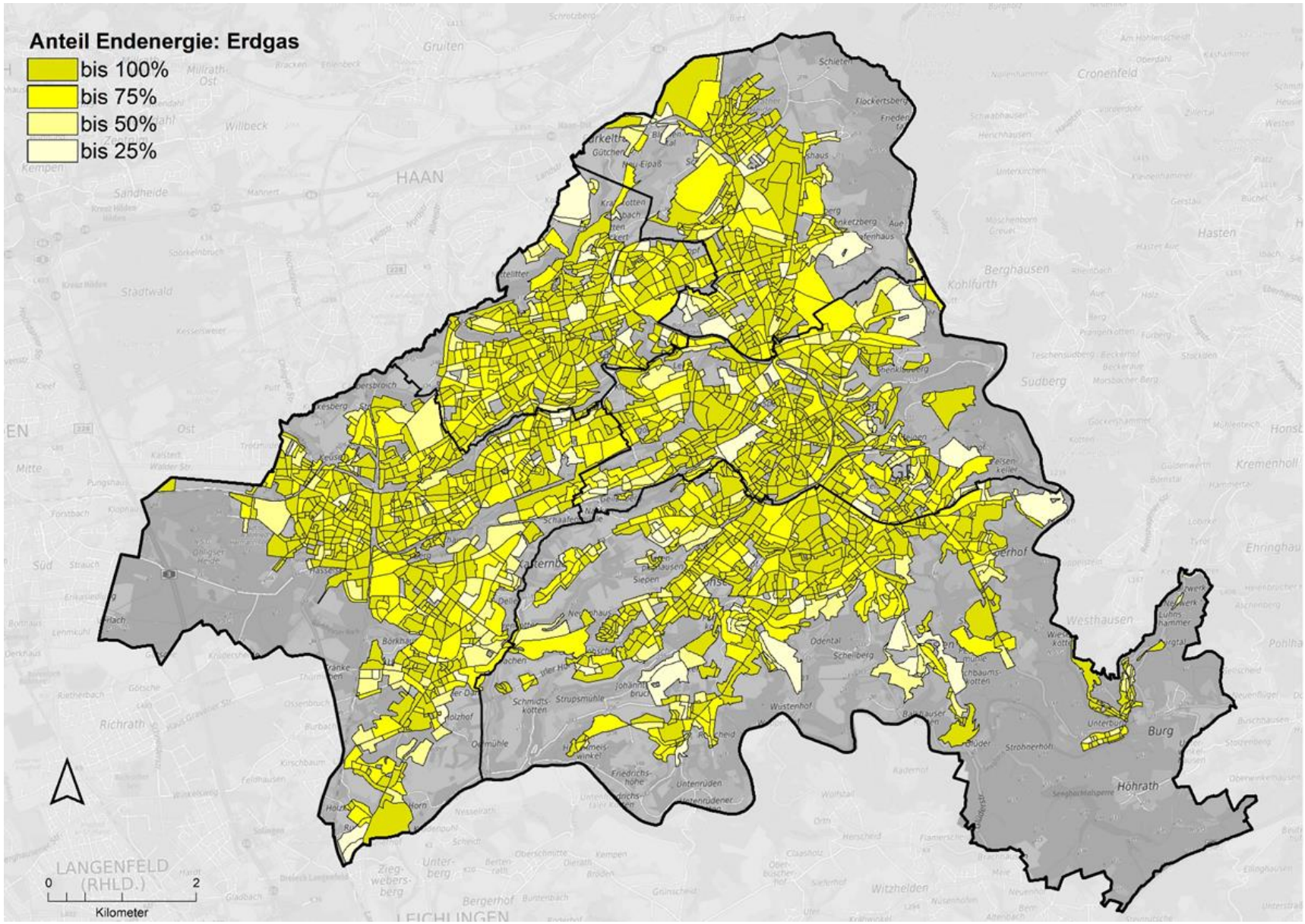


Abbildung 28: Anteil Energieträger Erdgas am Endenergieverbrauch nach Baublöcken

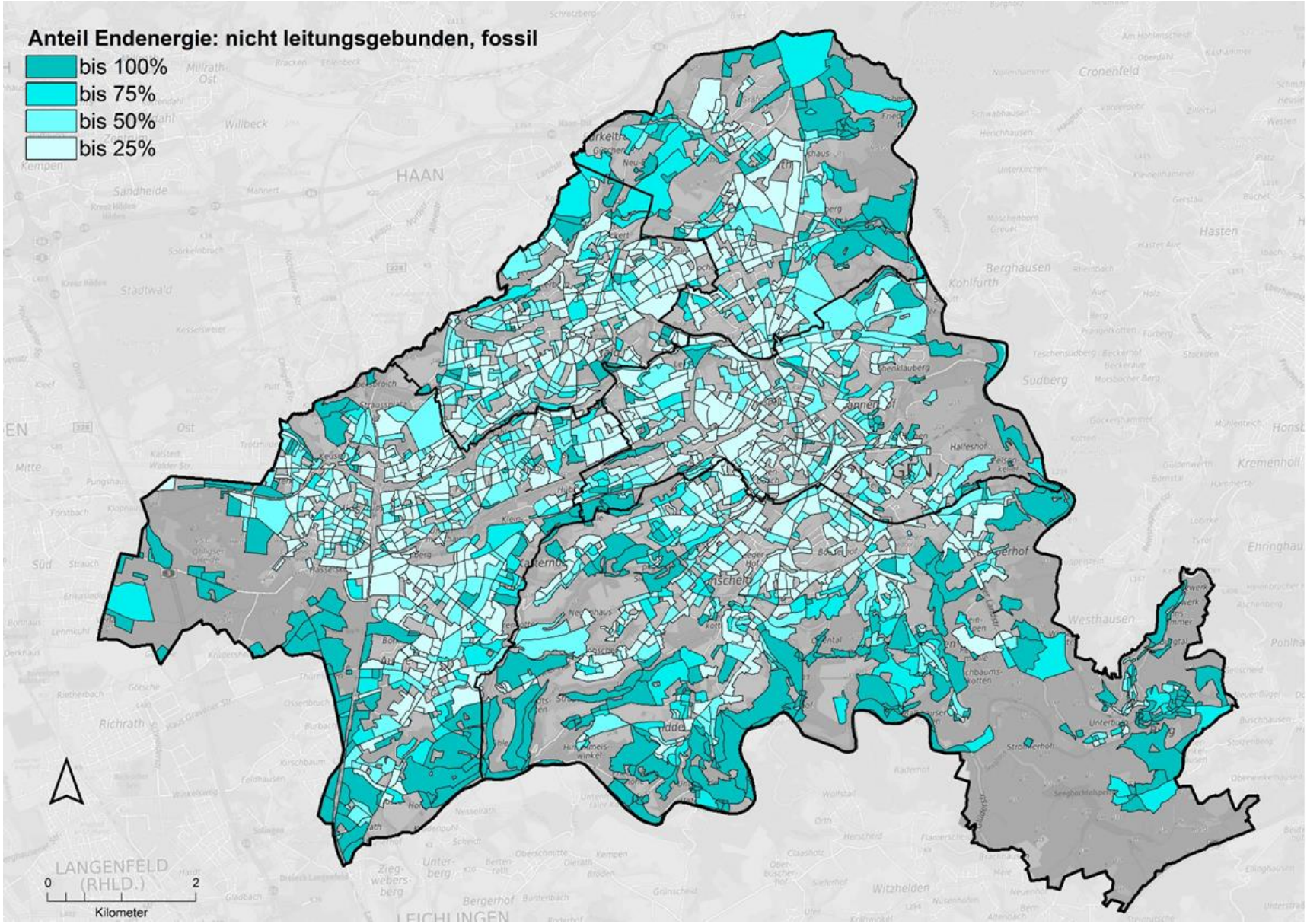


Abbildung 29: Anteil nicht leitungsgebundener, fossiler Energieträger am Endenergieverbrauch nach Baublöcken

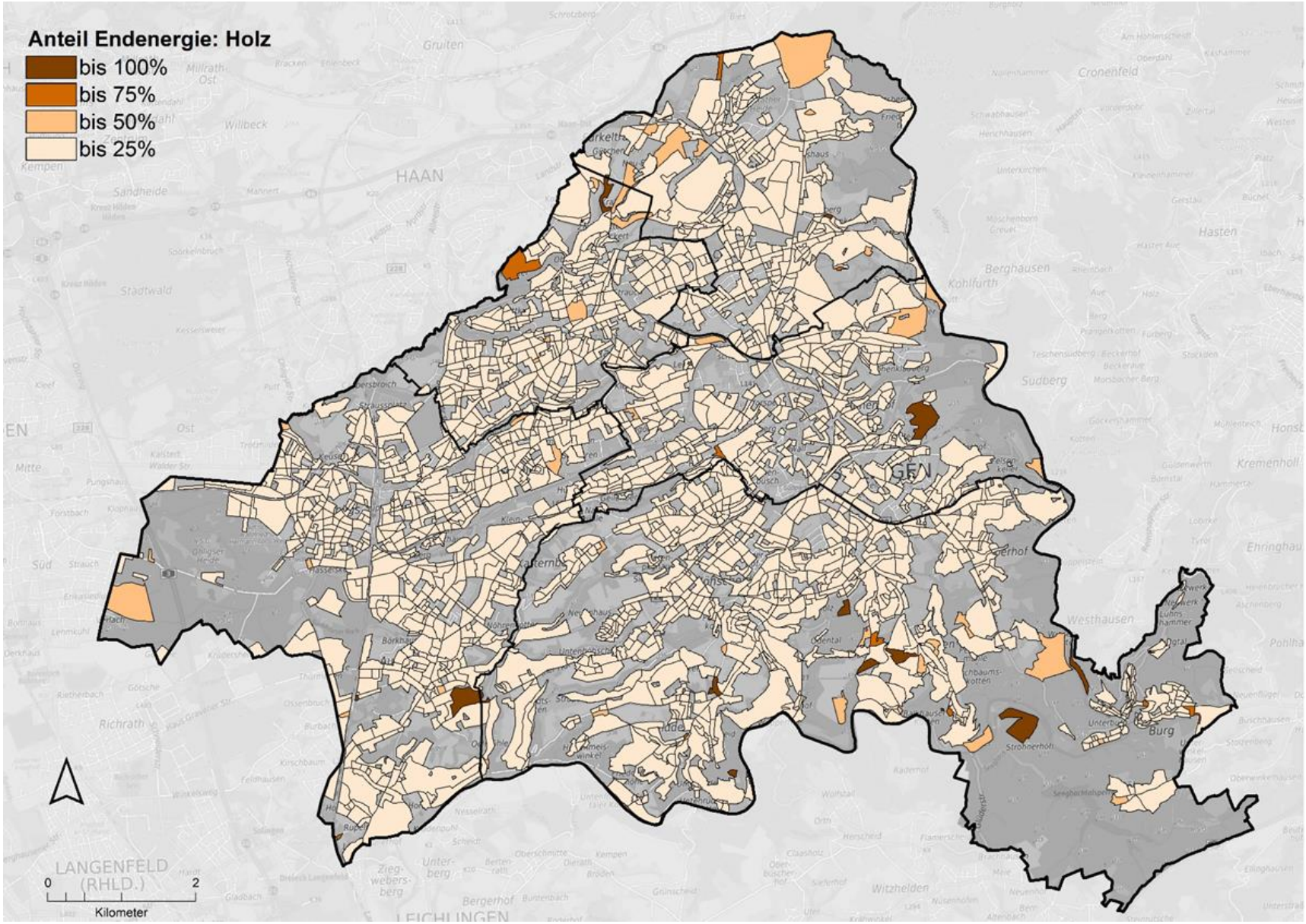


Abbildung 30: Anteil Energieträger Holz am Endenergieverbrauch nach Baublöcken

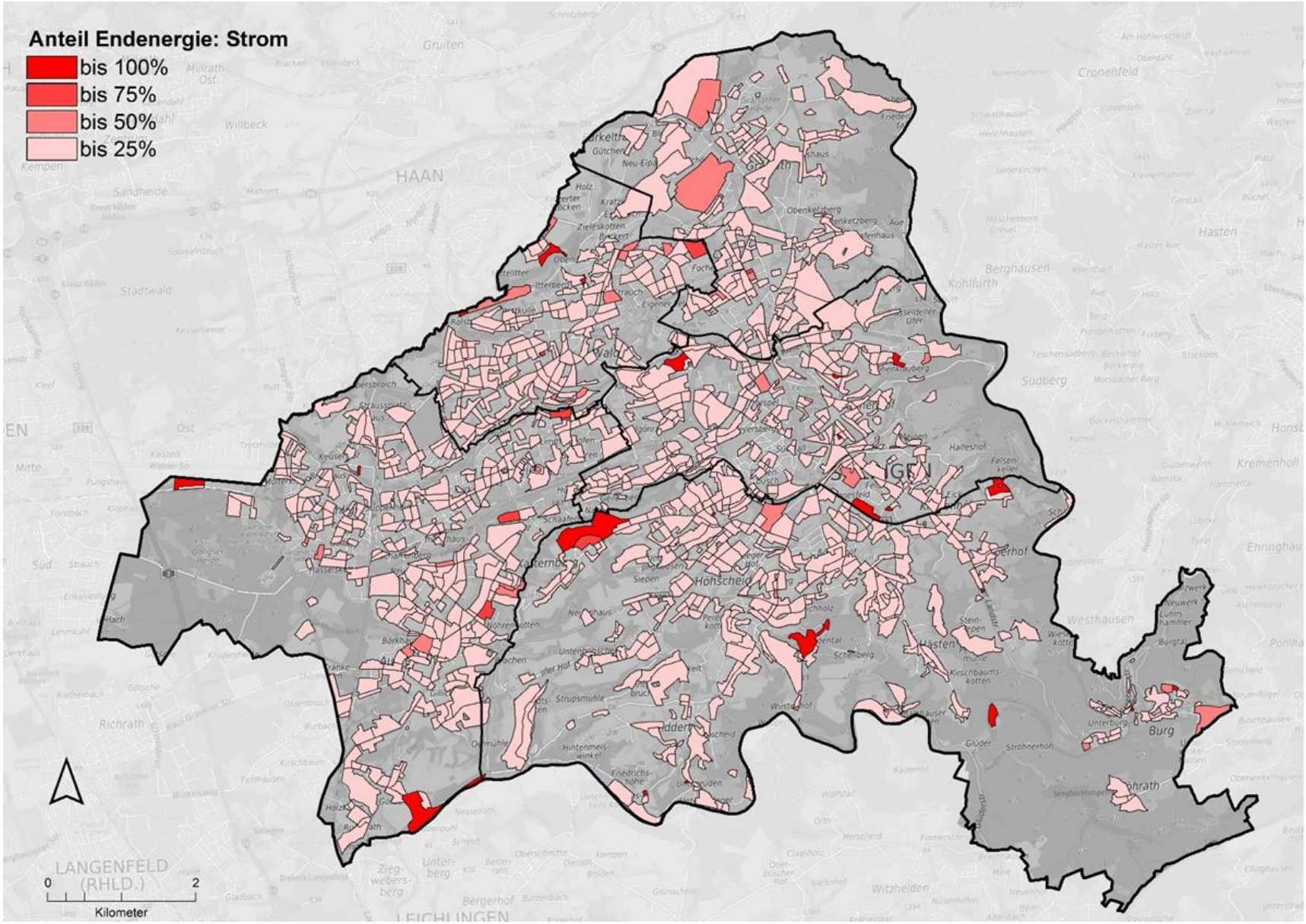


Abbildung 31: Anteil Energieträger Strom am Endenergieverbrauch nach Baublöcken

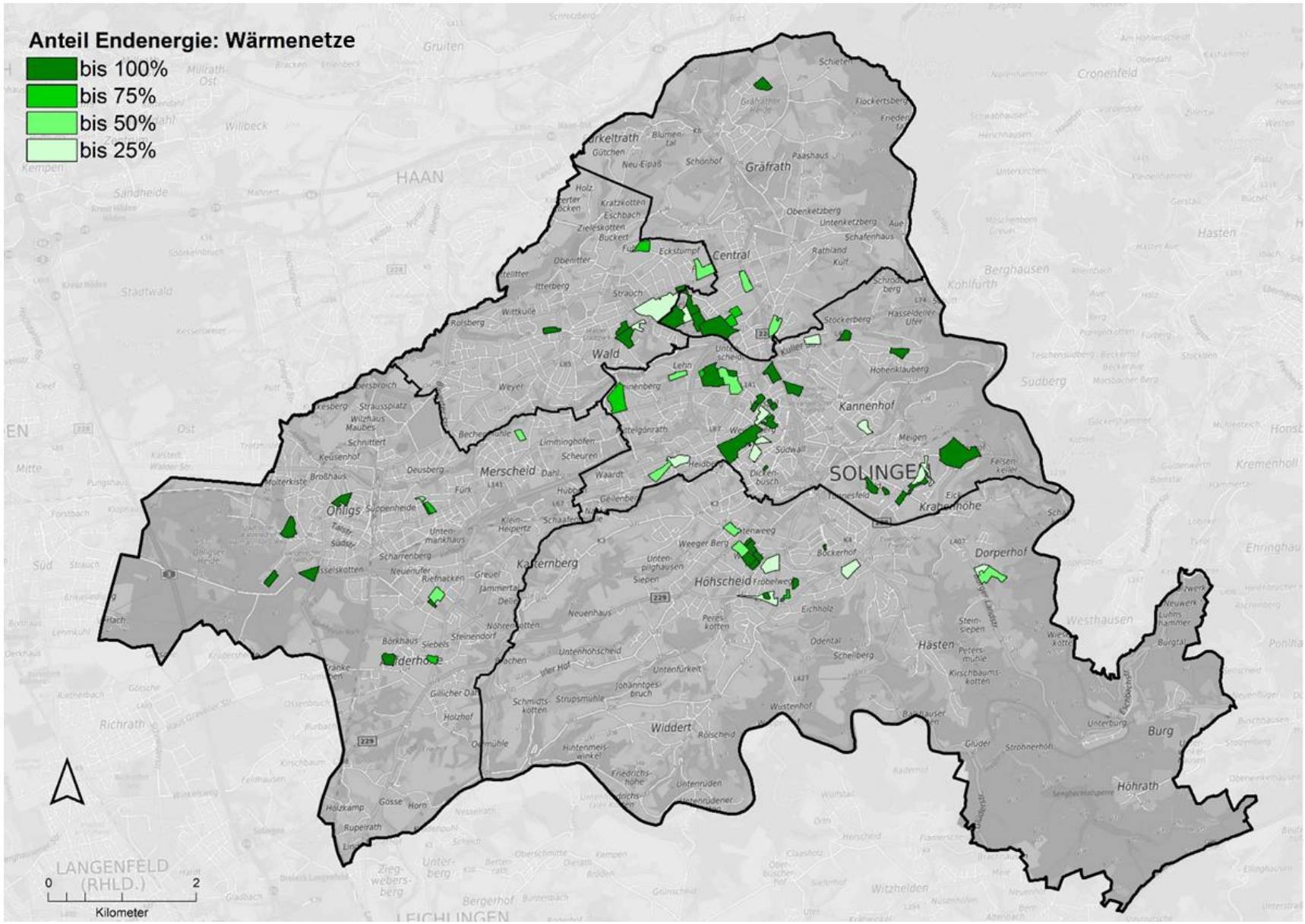


Abbildung 32: Anteil Energieträger an Wärmelieferung aus Wärmenetzen am Endenergieverbrauch nach Baublöcken

3.7 Treibhausgasbilanz für den Wärmemarkt

Die Erstellung der Treibhausgasbilanz erfolgt für den Gesamtwärmemarkt in Solingen 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 Wärmerzeugung 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 (CO_2-Äquivalente) für den Wärmemarkt in Solingen belaufen sich insgesamt auf rd. 397.000 t/a (CO_2-Äquiv.) (gem. Basisbetrachtung klimakorrigierter Mittelwert der Jahre 2021 bis 2023).

In Tabelle 6 sind die Emissionen nach Energieträgern zusammengestellt, Abbildung 33 zeigt eine grafische Darstellung mit den jeweiligen Anteilen der Energieträger an der Gesamtemission.

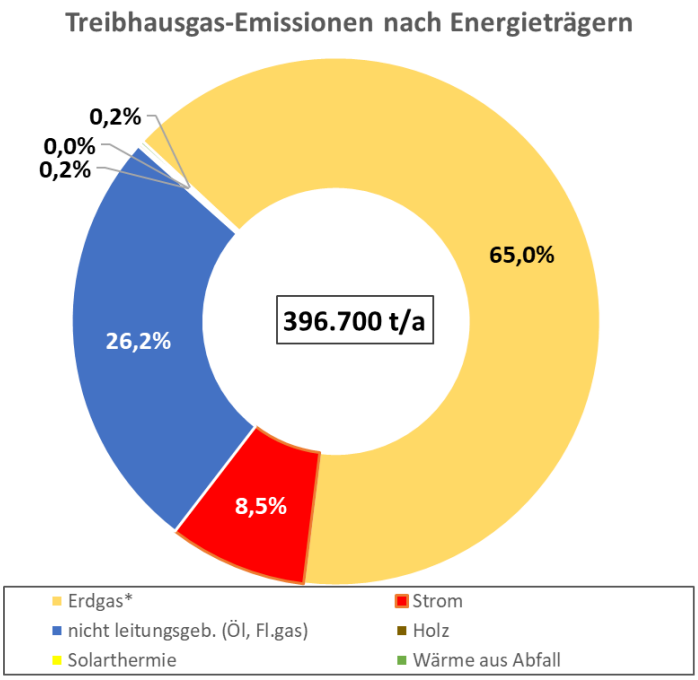
Analog zu den Energieträgeranteilen des Endenergieverbrauchs werden die Emissionen dominiert durch den Erdgaseinsatz mit einem Anteil von rd. 65 % (inkl. der erdgasbedingten Emissionen in gasbasierten Wärmenetzen), gefolgt von den nicht leitungsgebundenen fossilen Energieträgern (im wesentlichen Heizöl) 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 6: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

Treibhausgas-Emissionen nach Energieträgern	
Energieträger	**Emissionen t/a**
Erdgas*	257.931
Strom	33.533
nicht leitungsgeb. (Öl, Fl.gas)	103.782
Holz	714
Solarthermie	0
Wärme aus Abfall	774
Summe	**396.734**

**) inkl. Erdgasmengen für Wärmenetze SW SG und Dritter*



**) inkl. Erdgasmengen für Wärmenetze SW SG und Dritte*

Abbildung 33: 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 Solingen.

Tabelle 7: 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.

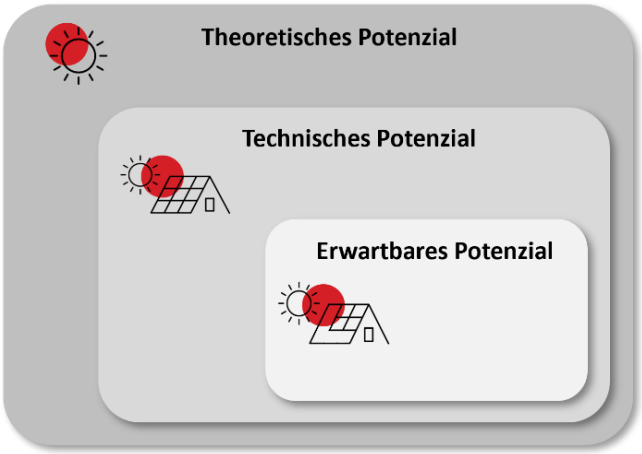


Abbildung 34: Ebenen der Potenzialermittlung

In der hier durchgeführten Potenzialanalyse wird zwischen theoretischen, technischen und erwartbaren Potenzialen unterschieden:

- 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 oder geographisch vorhanden sind.
- 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 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.

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 wird 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, EffizienzsteigerungenGebäudehülle, Effizienzsteigerungen und Suffizienz. Der Wärmebedarf eines Gebäudes setzt sich aus dem Raumwärmebedarf, dem Trinkwarmwasserbedarf und ggf. dem Prozesswärmebedarf zusammen.

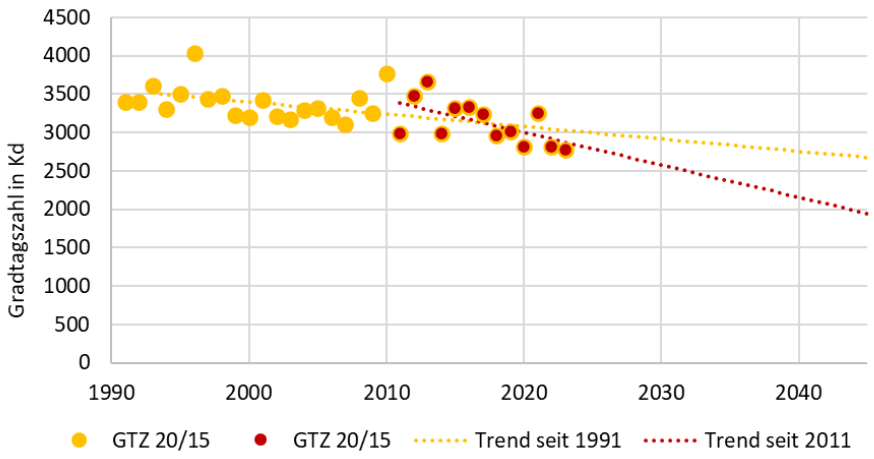


Abbildung 35: Lineare Fortschreibung der Gradtagszahlen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Wetterstation Wuppertal-Buchenhofen)

Zur Quantifizierung einer möglichen Reduktion des Raumwärmebedarfs durch **Klimaveränderungen** wird der historische Trend der Entwicklung der Gradtagszahlen extrapoliert; sprich, die Entwicklung des Klimas der letzten Jahre wird für die nächsten Jahre fortgeschrieben. Gradtagszahlen 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 Gradtagszahlen anhand des Trends von 1991-2023 fortgeschrieben, resultiert dies in einer Reduktion von etwa 12 % 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.

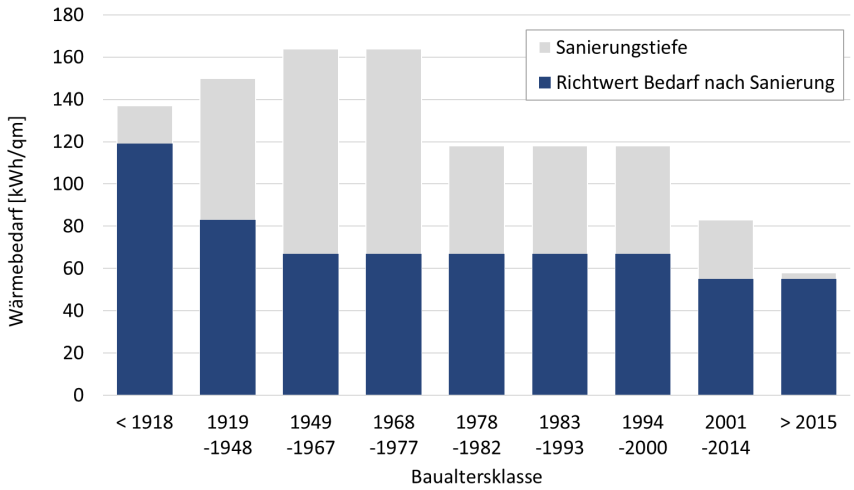


Abbildung 36: Sanierungstiefen typischer Wohngebäude nach Baualtersklasse (Quelle: in Anlehnung an BMWi, 2014)

Abbildung 36 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/m² 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; sprich, 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/ m^2 angenommen.

Um eine mögliche Spannweite der zukünftigen Entwicklungen hinsichtlich 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. Wie in den meisten Städten liegen auch für Solingen keine spezifischen Daten bzgl. der Sanierungsraten vor. Im moderaten Szenario wird von einer Sanierungsrate von 1,2 % pro Jahr, im ambitionierten Szenario von 2 % pro Jahr bis 2045 ausgegangen. Im sehr ambitionierten Szenario, welches an das Zielkonzept Klimaneutrale Stadt Solingen 2040 [3] angelehnt ist, beträgt die Sanierungsrate 3 % pro Jahr und der Zeitraum zur Durchführung von Sanierungsmaßnahmen wird auf den Zeitraum bis 2040 verkürzt.

Tabelle 8: Parameter der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion

	Moderates Szenario	**Ambitioniertes Szenario**	**Sehr ambitioniertes Szenario**
Sanierungsrate	1,2 % pro Jahr	2,0 % pro Jahr	3,0 %
Sanierungszeitraum	bis 2045	bis 2045	bis 2040
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	0,5 % pro Jahr	0,5 % pro Jahr	0,5 % 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 9 stellt die Ergebnisse aller drei Szenarien gegenüber. Während im moderaten Szenario mit Einsparungen des Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfes von etwa 21 % zu rechnen ist, ergibt sich im sehr ambitionierten Szenario eine Reduktion des Wärmebedarf um 44 % des Ausgangswertes.

Tabelle 9: Ergebnisse der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion

	Moderates Szenario	**Ambitioniertes Szenario**	**Sehr ambitioniertes Szenario**
Reduktion Raumwärmebedarf durch Klimaveränderung	11 %	11 %	11 %
Reduktion RW- und TWW-Bedarf durch Sanierung, Suffizienz- & Effizienzsteigerungen	13 %	22 %	36 %
Reduktion Prozesswärmebedarf durch Effizienzsteigerung	0 %	10 %	20 %
Reduktion des Wärmebedarfs (RW, TWW, PW)e bis 2045	**21 %**	**30 %**	**44 %**

Die sich ergebenden Einsparungen zeigen die zu erwartende Bandbreite des Effekts zukünftiger Sanierungsmaßnahmen auf den Wärmebedarf in Solingen auf. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sollte ein möglichst robustes Sanierungsszenario ausgewählt werden. So hängt zum einen die Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung in einem Gebiet direkt von dem dort angenommenen Wärmebedarf und somit auch der angenommenen Wärmebedarfsreduktion ab. Zum anderen existieren auf dem lokalen Wärmemarkt ein Wärmeangebot (neu zu erschließende Wärmequellen) und eine Wärmenachfrage (Wärmebedarf). Diese sollen bei der Erstellung des Zielszenarios der kommunalen Wärmeplanung gesamtwirtschaftlich optimal kombiniert werden.

Solingen kann seinen zukünftigen Wärmebedarf mit erneuerbaren Wärmequellen decken (siehe Kapitel 5.4), wobei die erneuerbaren Wärmequellen insbesondere für enger bebaute Siedlungen und Quartiere ggf. mit erhöhtem Aufwand zu erschließen sind. Zudem zeigt die Analyse des Gebäudebestandes, dass der Anteil der Gebäude aus Baualtersklassen vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1977 (heute Energieeffizienzverordnung - EnEV) durchaus hoch ist. Somit sollten vermehrte Anstrengungen in die Sanierung von Gebäuden investiert werden. Dies erleichtert in der Folge nicht nur die Umstellung auf erneuerbare Wärmequellen, sondern erhöht zudem den Wohnkomfort und damit die mittel- und langfristige Vermietbarkeit der Wohnungen bzw. den Werterhalt der Gebäude.

Im Zielkonzept Klimaneutrales Solingen 2040 [3], wurde das **sehr ambitionierte Zielszenario** mit den entsprechenden Parametern berücksichtigt: Hier bestand die Aufgabe darin, aufzuzeigen, welche Ziele und Umsetzungsschritte es braucht, um das 1,5 Grad-Ziel von Paris mit dem sich daraus abzuleitenden Restbudget für Solingen, einzuhalten. Neben anderen Reduktionsfeldern (insb. 100%iger Umstieg auf Erneuerbare Energien für Strom und Wärme) zeigte sich, dass eine Reduktion der Gebäudeenergiebedarfe (mit entsprechender Sanierungstiefe und -rate) ein Schlüssel ist, um die Klimaneutralität (innerhalb des Paris-Zieles) erreichen zu können. Dabei wurde auch herausgearbeitet, dass es erheblich veränderte Rahmenbedingungen auf allen Ebenen braucht, um dieses Zielszenario zu erreichen. Letztlich wird deutlich, dass die Aufgabenstellung und die damit verbundene Herangehensweise für eine pariskonforme Entwicklung hin zur Klimaneutralität das dort gewählte sehr ambitionierte Szenario bedingen.

Für die Wärmeplanung ist es jedoch zweckdienlich und fachlich empfehlenswert, im weiteren Verlauf mit einem mittleren Szenario, also dem **ambitionierten Szenario** zu rechnen: da Damit besteht mit Blick auf die Bewertung und Auswahl von Gebieten für die Wärmenetzeignung eine gut nutzbare Ausgangssituation, denn die Gebiete mit entsprechenden künftigen Wärmeliniendichten werden weder zu optimistisch noch zu skeptisch eingeschätzt.

Somit wird für die weiteren Berechnungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung, insbesondere für die Aufstellung des Zielszenarios das ambitionierte Sanierungsszenario ausgewählt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des **ambitionierten Szenarios** erläutert und visualisiert: Für das Jahr 2045 ergeben sich im Vergleich zum Basisjahr Einsparungen von 30 % des Wärmebedarfes. Dabei reduziert sich der Raumwärmebedarf durch Klimaveränderung um 11 %. Die Sanierung der Gebäudehüllen plus die Suffizienz- und Effizienzsteigerungen beim Trinkwarmwasser machen 22 % Reduktion des Raumwärmebedarfes aus. Aus der Sanierungsrate von 2,0 % pro Jahr ergibt sich, dass etwa 46 % der Gebäude 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.

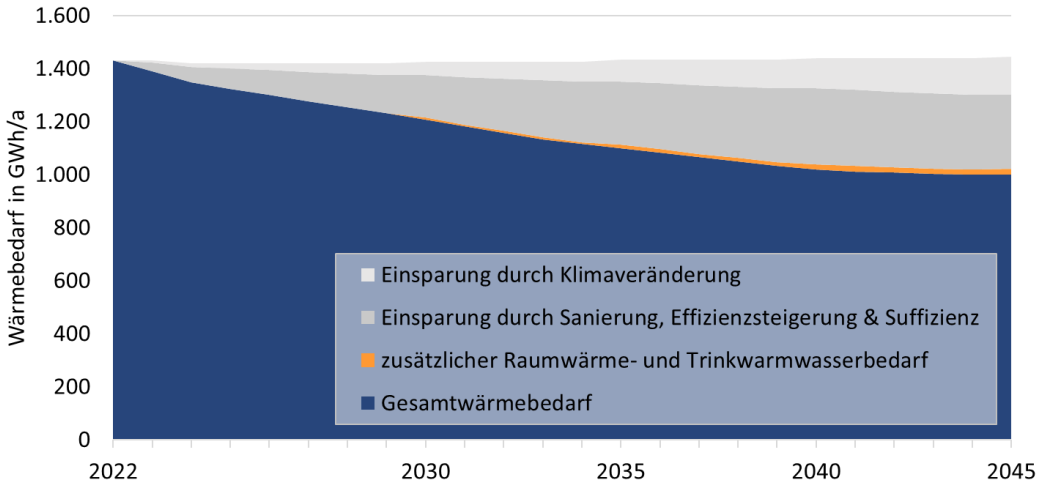


Abbildung 37: Prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 im ambitionierten Szenario

Abbildung 38 stellt die absoluten Einsparungen der Wohngebäude in Solingen nach Baualtersklassen dar. Der blauen Balken zeigt den Wärmebedarf nach Sanierung, der graue Balkenteil gibt die Einsparung durch Sanierung, Klimaveränderung und Effizienzmaßnahmen wieder. Es zeigt sich, dass insbesondere für die energieintensiven Baualtersklassen von 1919 bis 1977 ein hohes Reduktionspotential zu verzeichnen ist.

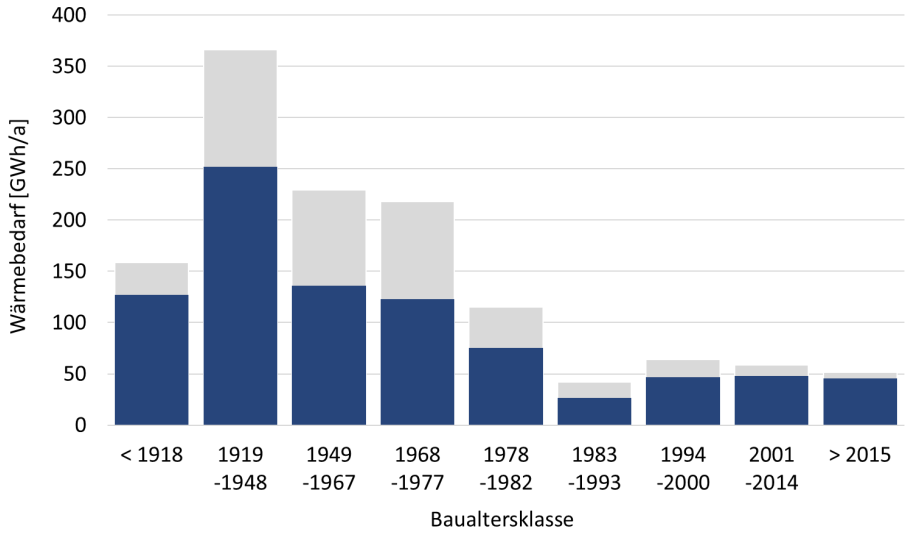


Abbildung 38: Wärmebedarf nach Sanierung (blau) und Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung (grau) in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, ambitioniertes Szenario

Dies geht auch aus Abbildung 39 hervor, in der die durchschnittlichen spezifischen Wärmebedarfe vor Sanierung (Summe der blauen und grauen Balken) sowie die Wärmebedarfe nach Sanierung (blaue Balken) gegenübergestellt werden. Für jede Baualtersklasse wird hier unter Einbezug aller Gebäude dieser Baualtersklasse in Solingen dargestellt, welche Einsparungen gesamtstädtisch (unter Annahme der oben dargestellten Parameter des ambitionierten Szenarios) realisiert werden können.

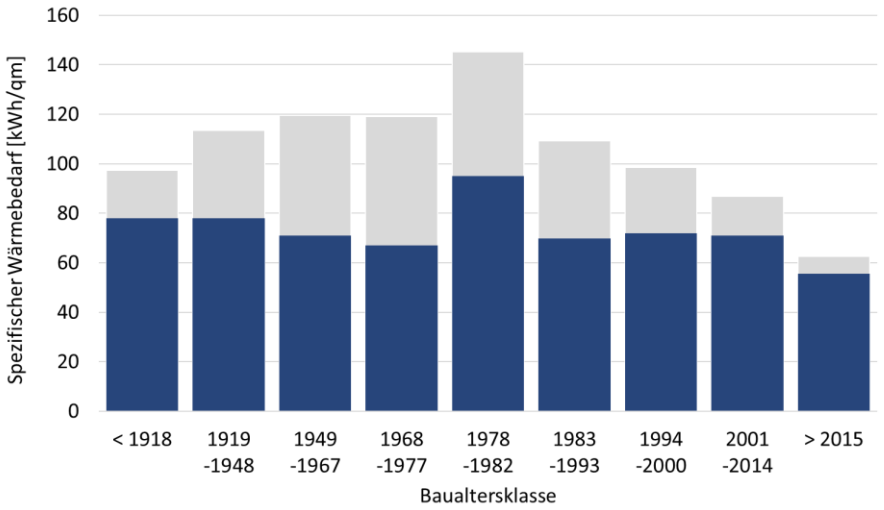


Abbildung 39: Spezifische Einsparungen in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, ambitioniertes Szenario

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.

Die folgenden Karten zeigen die spezifischen Einsparungen (Abbildung 40) und absoluten Einsparungen (Abbildung 41) im ambitionierten Sanierungsszenario, dargestellt auf Baublockebene.

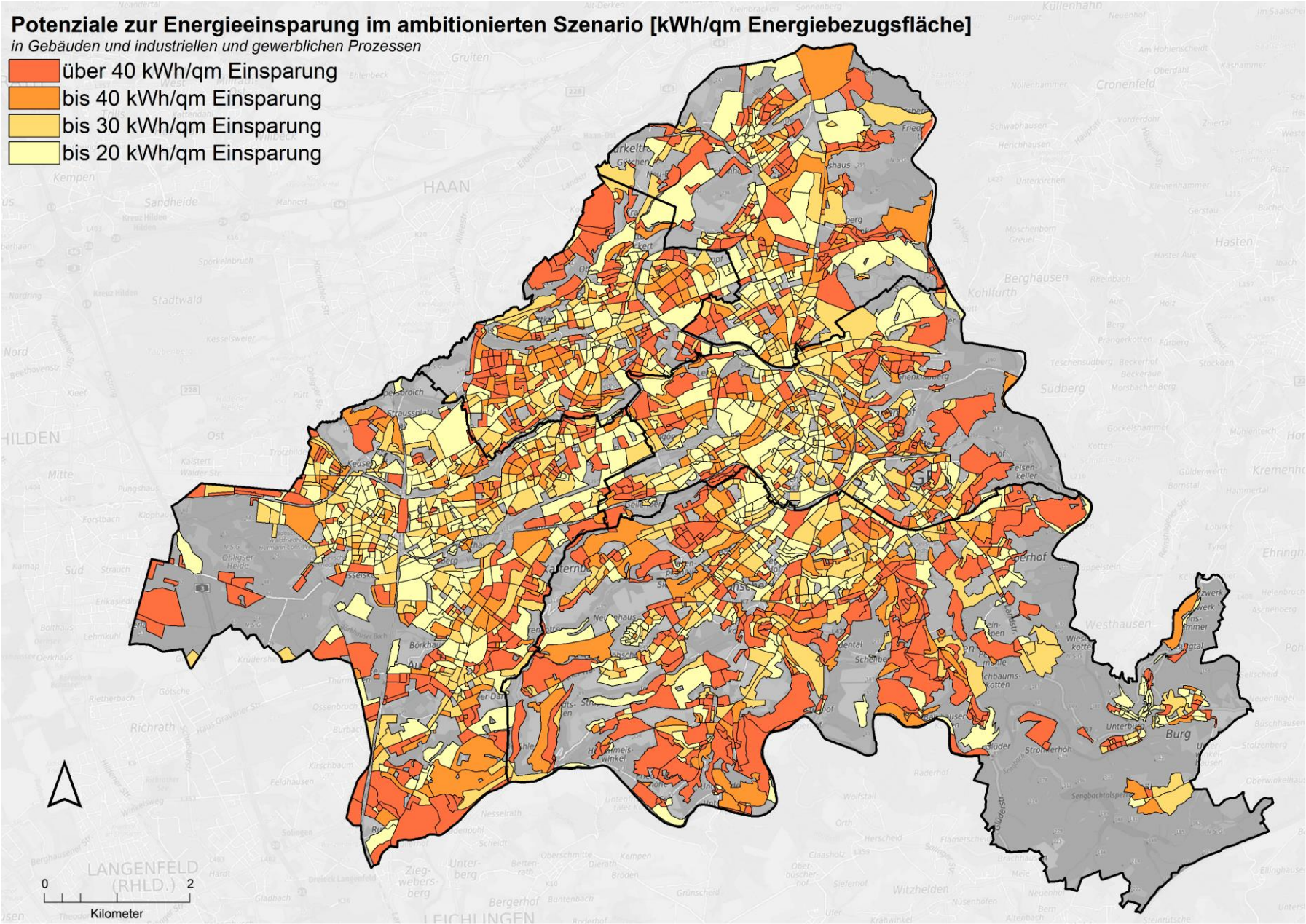


Abbildung 40: Durchschnittliche, flächenspezifische Reduktion des Wärmebedarfs im ambitionierten Szenario mit einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr, Darstellung auf Baublockebene

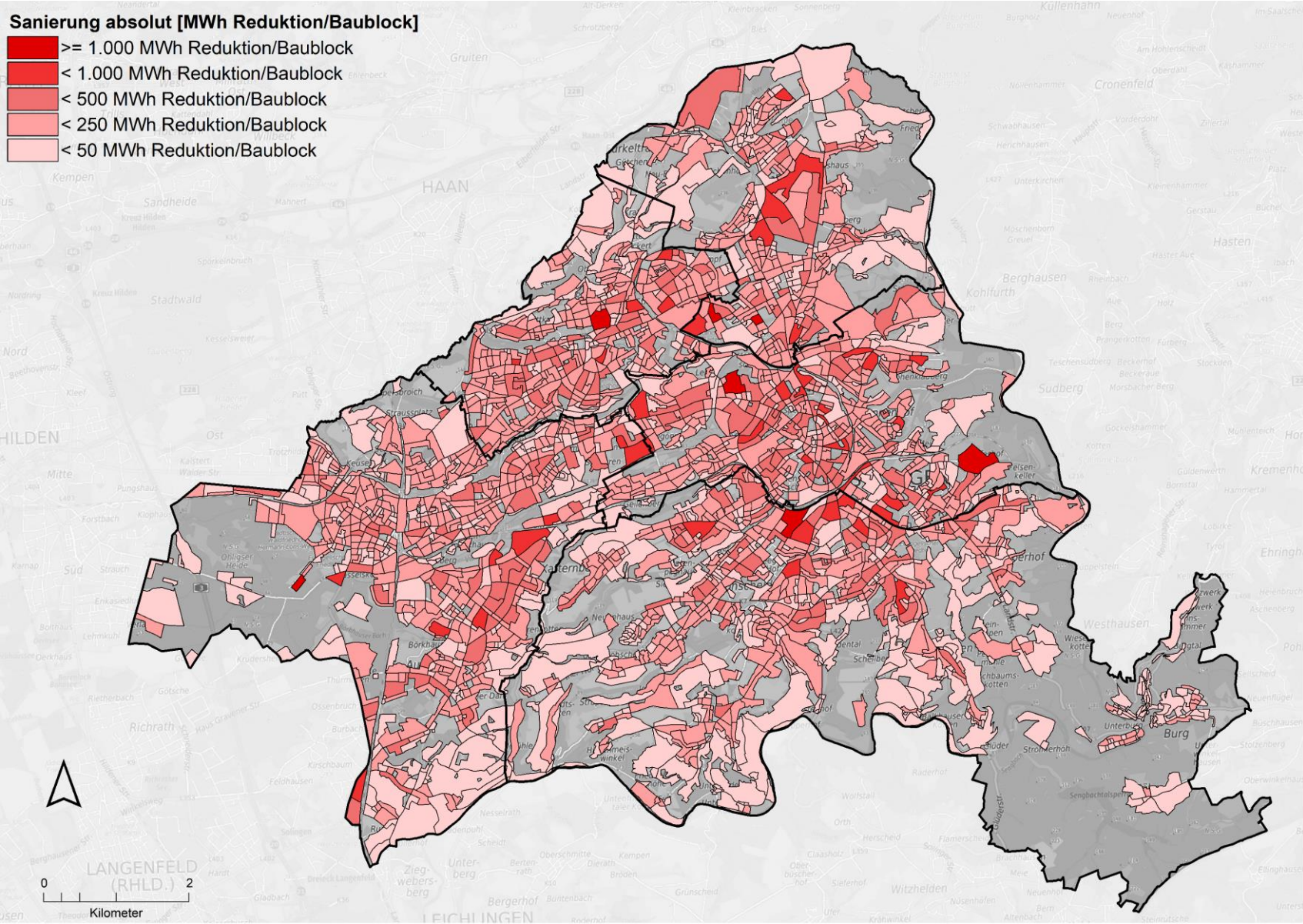


Abbildung 41: Absolute Reduktion des Wärmebedarfs im ambitionierten Szenario mit einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr, Darstellung auf Baublockebene

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 Wärmegewinnung 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.
5. **Wärmepumpen mit Eisspeichern:** Sie stellen eine Sonderform von Wärmepumpenanlagen dar und bieten sich insbesondere für Gebäude an, die im Sommer gekühlt werden sollen/müssen. Bei einem Eisspeicher entzieht die Wärmepumpe im Winterhalbjahr dem Wasser in einem i.d.R. unterirdisch installierten Speicherbehälter Wärmeenergie für die Beheizung des Gebäudes. Das Wasser geht dabei in den festen (gefrorenen) Zustand über. Im Sommerhalbjahr muss der Speicher durch Wärmezufuhr regeneriert (aufgetaut) werden. Dies kann bspw. durch Zufuhr von Wärme aus einer Solarthermieanlage, einer Erdsonde oder auch durch Kühlung (Klimatisierung) des Gebäudes erfolgen. Eisspeicher-Wärmepumpen sind von allen in kleinen und mittleren Gebäudegrößen eingesetzten Wärmepumpenbauarten mit den höchsten Investitionen verbunden, können aber im Einzelfall sinnvoll sein wenn z.B. eine Gebäude im Sommerhalbjahr klimatisiert werden sollen. Für einen flächendeckenden Einsatz werden sie im Rahmen der Wärmeplanung jedoch nicht angesetzt.

Zur Berechnung des Potenzials für oberflächennahe Geothermie in Solingen wird die Option Erdwärmesonden betrachtet. Die Eignung des Bodens für Erdwärmesonden verschiedener Tiefen sowie für Erdwärmekollektoren kann auf den Seiten des geologischen Dienstes NRW [4] standortscharf abgerufen werden.

Tabelle 10: 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).

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 m^2 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 [5] 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 Solingen ein Wert von 1.490 GWh/a.

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 aufgrund Bergrechts eine Sondentiefe von 100 m eher nicht überschritten wird. Diese Annahme ist für die übergeordnete Potenzialbetrachtung des gesamten Stadtgebiets 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 Solingen ein Wert von 404 GWh/a.

In Abbildung 42 sind die theoretischen und technischen Potenziale nach Stadtbezirken dargestellt. Abbildung 43 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.

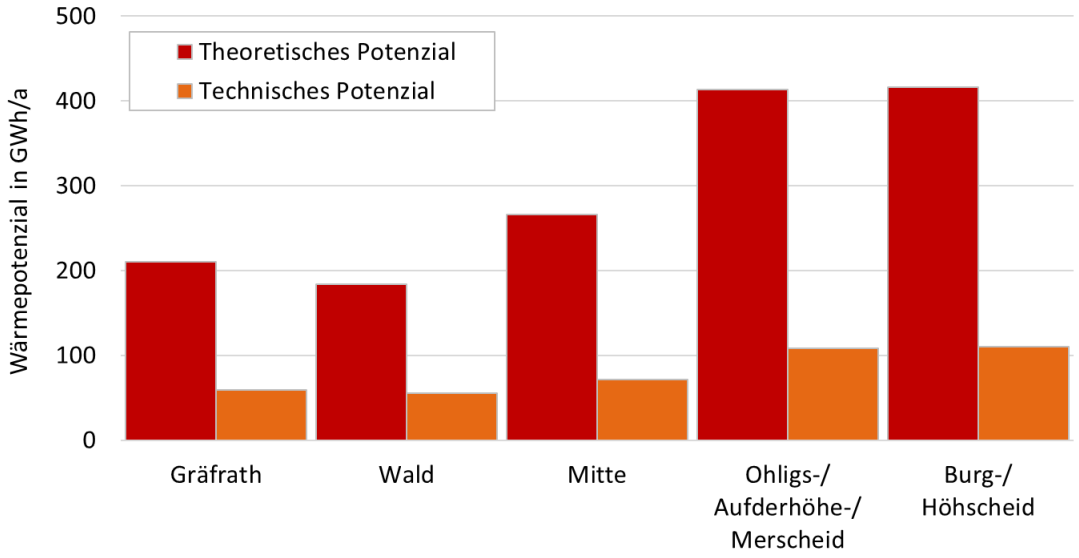


Abbildung 42: Potenziale für oberflächennahe Geothermie nach Stadtbezirken

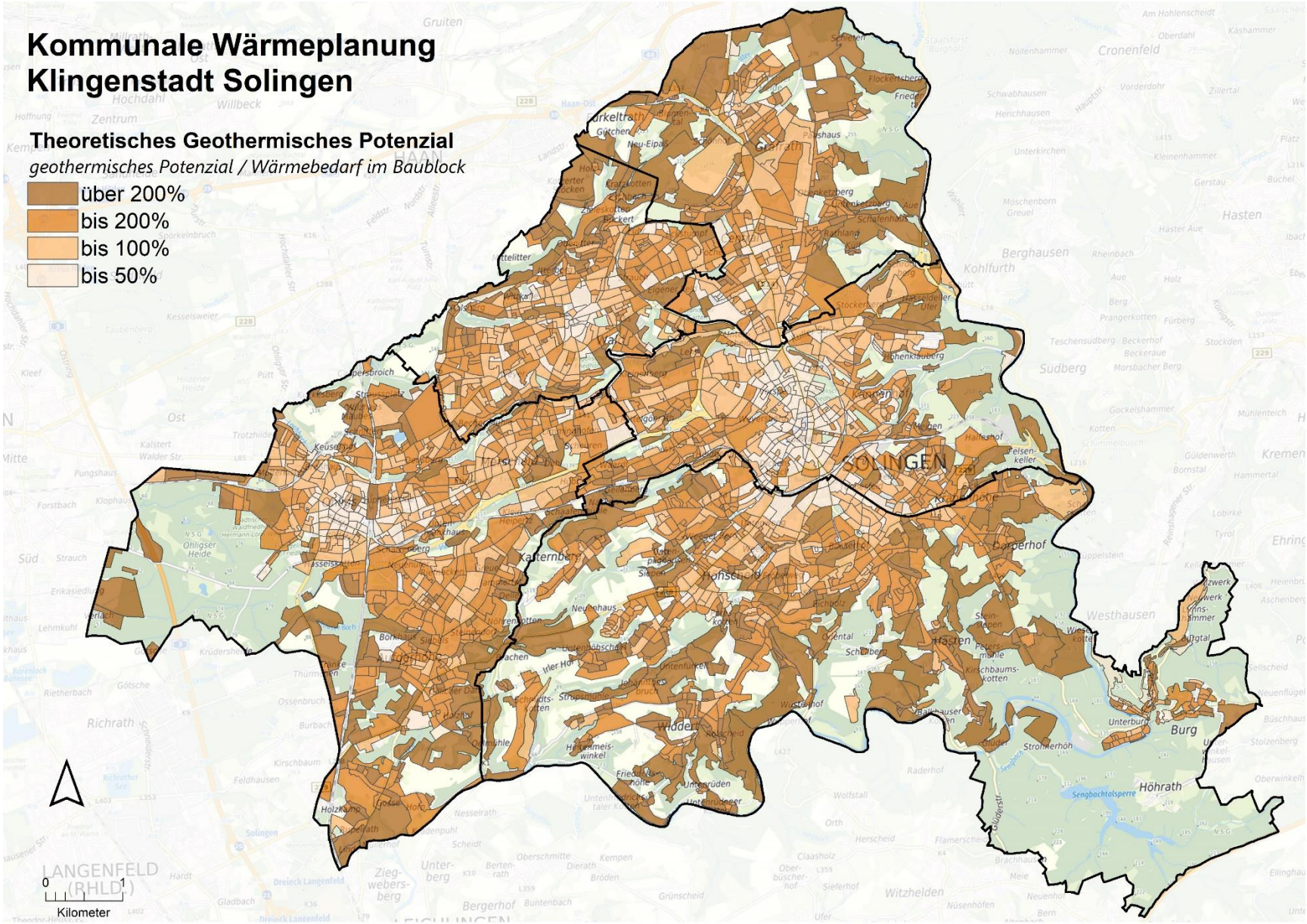


Abbildung 43: Technisches Potenzial bei einer Sondentiefe von 100 m für oberflächennahe Geothermie, Darstellung auf Baublockebene

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 Kühlschranks“. Die in der Umgebungsluft enthaltende 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, hohe Temperaturanforderungen in alten Heizungssystemen bzw. in der Fernwärme 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 Stadtgebiet Solingen 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 [6]. 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 Solingen als Großstadt ist für die Gesamtbetrachtung des Stadtgebietes zunächst von einem technischen Potenzial gemäß dem Mittelwert der Großstädte von rd. 49% auszugehen. Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs aus Luftwärmepumpen beträgt damit rd. 700 GWh/a (49 % des gesamten Wärmebedarfs gem. Abschnitt 3.5).

Bei weiterer räumlicher Auflösung muss differenziert werden zwischen den Randgebieten mit lockerer Bebauung und den verdichteten Zentren der Stadtbezirke. Im Rahmen des Zielszenarios werden die kleinräumigen Differenzierungen zur Eingrenzung der dezentral bzw. über Wärmenetze zu versorgende Areale berücksichtigt, eine Detaillierung bis herunter zur Adressebene ist dabei aber nicht möglich.

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 Solingen wurde das landesweite Solarkataster Nordrhein-Westfalen [7] 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 [7]. Das Solarkataster Nordrhein-Westfalen [7] bietet somit die Möglichkeit einer Erstabschätzung der möglichen Thermie-Leistung. Für die individuelle Überprüfung von Dachflächen kann weiterhin das Solarkataster Solingen [8], welches detailliert berechnete Strahlungsdaten führt, herangezogen werden.

Dort wo das Solarkataster Solingen eine PV-Nutzung als möglich anzeigt, ist immer auch eine Solarthermie-Nutzung möglich. Eine Erstabschätzung der möglichen Thermie-Leistung kann auch über das Solarkataster NRW abgerufen werden

In Solingen gibt es unter Ausschluss der nach Norden ausgerichteten Dachflächen 4,3 Mio. m^2 Dachfläche, die theoretisch zur Erzeugung von Wärme mittels Solarthermie geeignet sind. Das kumulierte theoretische Potenzial für all diese Flächen beträgt 1.513 GWh/a.

Tabelle 11: 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).

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 124 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.

In Abbildung 44 sind die theoretischen und technischen Potenziale nach Stadtbezirken dargestellt. Abbildung 45 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.

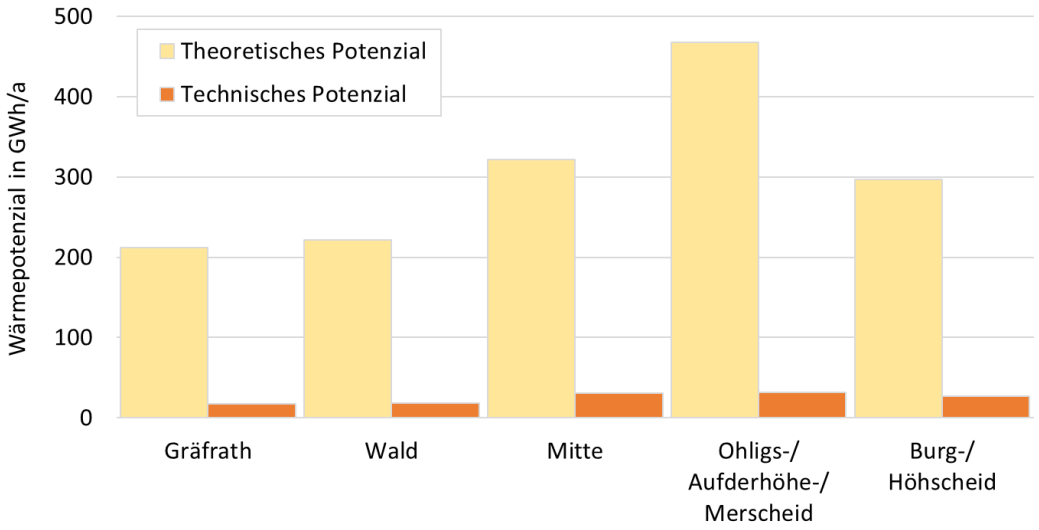


Abbildung 44: Potenziale für Dachflächen-Solarthermie, Aufteilung nach Stadtbezirken

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 Solarthermieanlagen zu einer Reduktion des Brennstoffbedarfes beitragen. Durch PVT-Kollektoren werden beide Technologien in einem Modul vereint. In Kombination mit Wärmepumpen ist insbesondere die Bauform als Luft-Sole-Kollektoren, auch als PVT-Wärmepumpenkollektoren bezeichnet, interessant. Diese können sowohl die direkte Solarstrahlung als die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzen können. 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.

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.

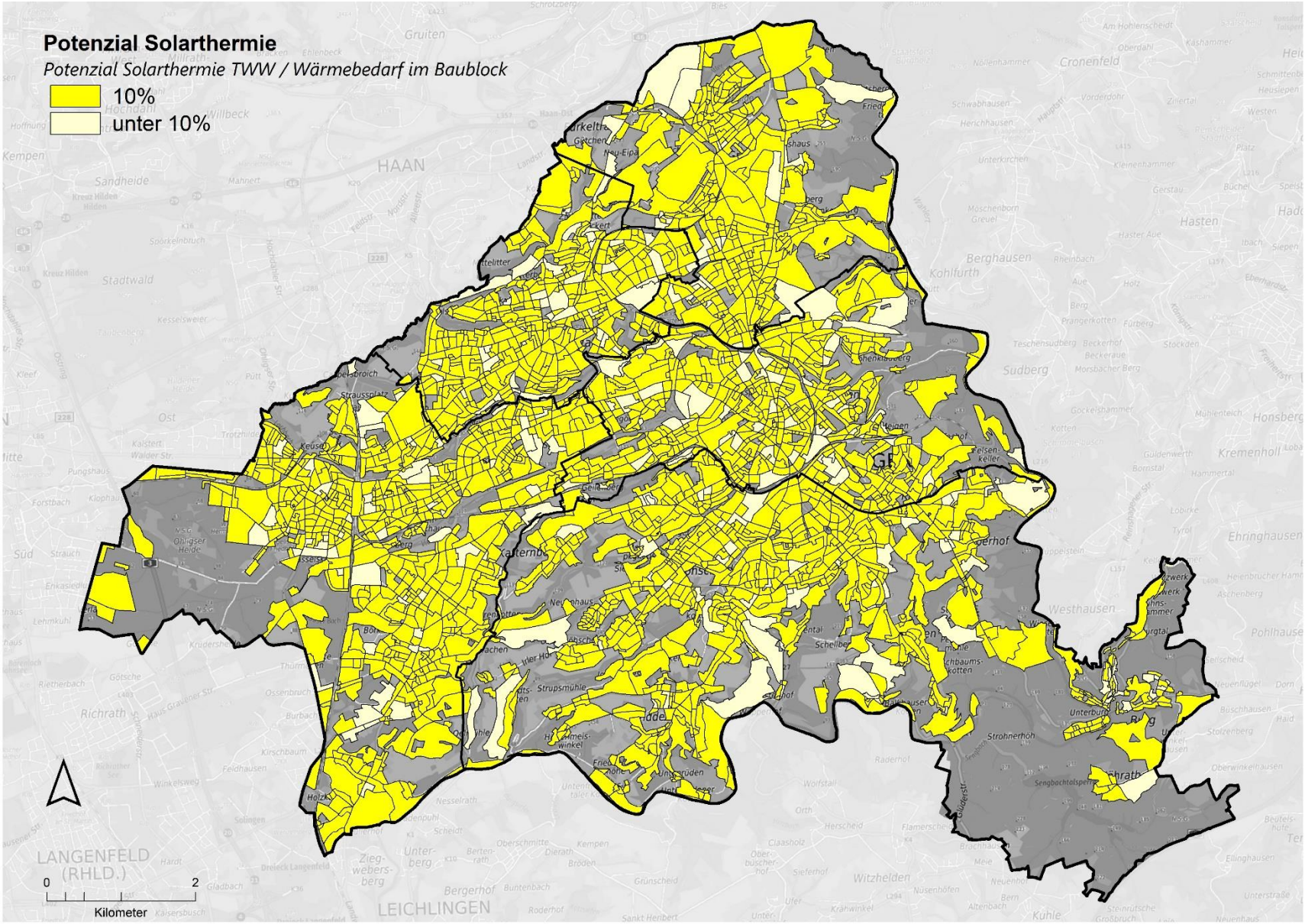


Abbildung 45: Technisches Dachflächen-Solarthermiepotenzial, Darstellung auf Baublockebene

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-Photovoltaik wurde das Solarkataster der Stadt Solingen [8] ausgewertet. Für den dort ausgewiesenen Ertrag wird ein Modulwirkungsgrad von 18 % angenommen. Zudem werden alle Eignungsflächen mit einer Mindestgröße von 5 m^2 berücksichtigt. Diese Festlegung erfolgt sowohl für Flach- als auch für Schrägdächer. Es werden auch verschattete Dachbereiche, bei denen die jährliche Globalstrahlung einen Mindestwert von 850 kWh/m^2 übersteigt, berücksichtigt.

Tabelle 12: Definition der Potenziale von Dachflächen-Photovoltaik

<u>PHOTOVOLTAIK, Dachflächen</u>

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 technische Potenzial, welches hier dem theoretischen Potenzial entspricht, beträgt für das gesamte Stadtgebiet 412 GWh/a. Davon entfallen 75 % auf Dachflächen von Wohngebäuden, 5 % auf öffentliche und 20 % auf Dachflächen der Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie. Es ist zu beachten, dass dies eine konservative Abschätzung des Potenzials darstellt. So können in spezifischen Projekten, je nach Dachneigung, Verschattung und Gebäudenutzung, auch Nordflächen für PV-Anwendungen technisch-wirtschaftlich sinnvoll sein können.

In Abbildung 46 sind die Stromerzeugungspotenziale nach Stadtbezirken dargestellt. Abbildung 47 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 2,4 angenommen.

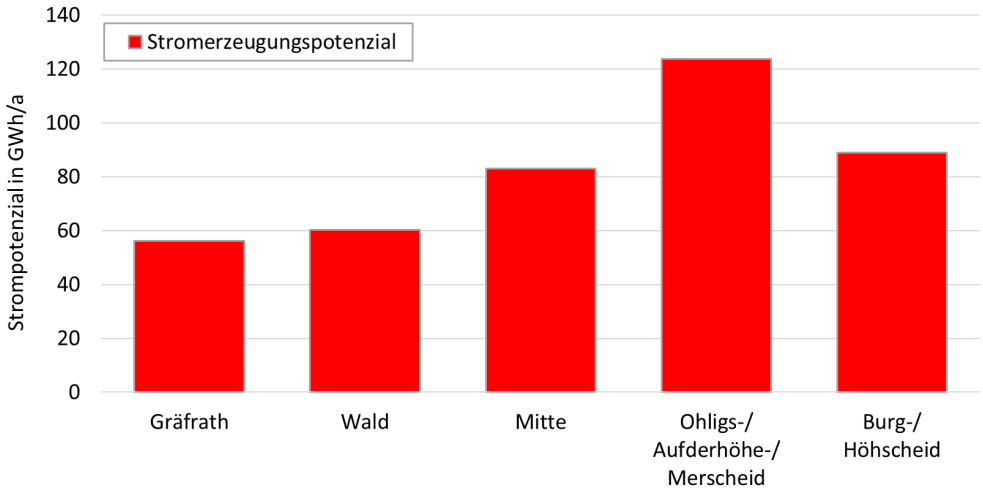


Abbildung 46: Technische Potenziale für Dach-Photovoltaik, Aufteilung nach Stadtbezirken

Insgesamt sind in Solingen bereits 31,9 MW Photovoltaik auf Dachflächen oder in Form von sogenannten Balkonkraftwerken- installiert [9], was einer Stromerzeugung von etwa 27 GWh/a entspricht.

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.

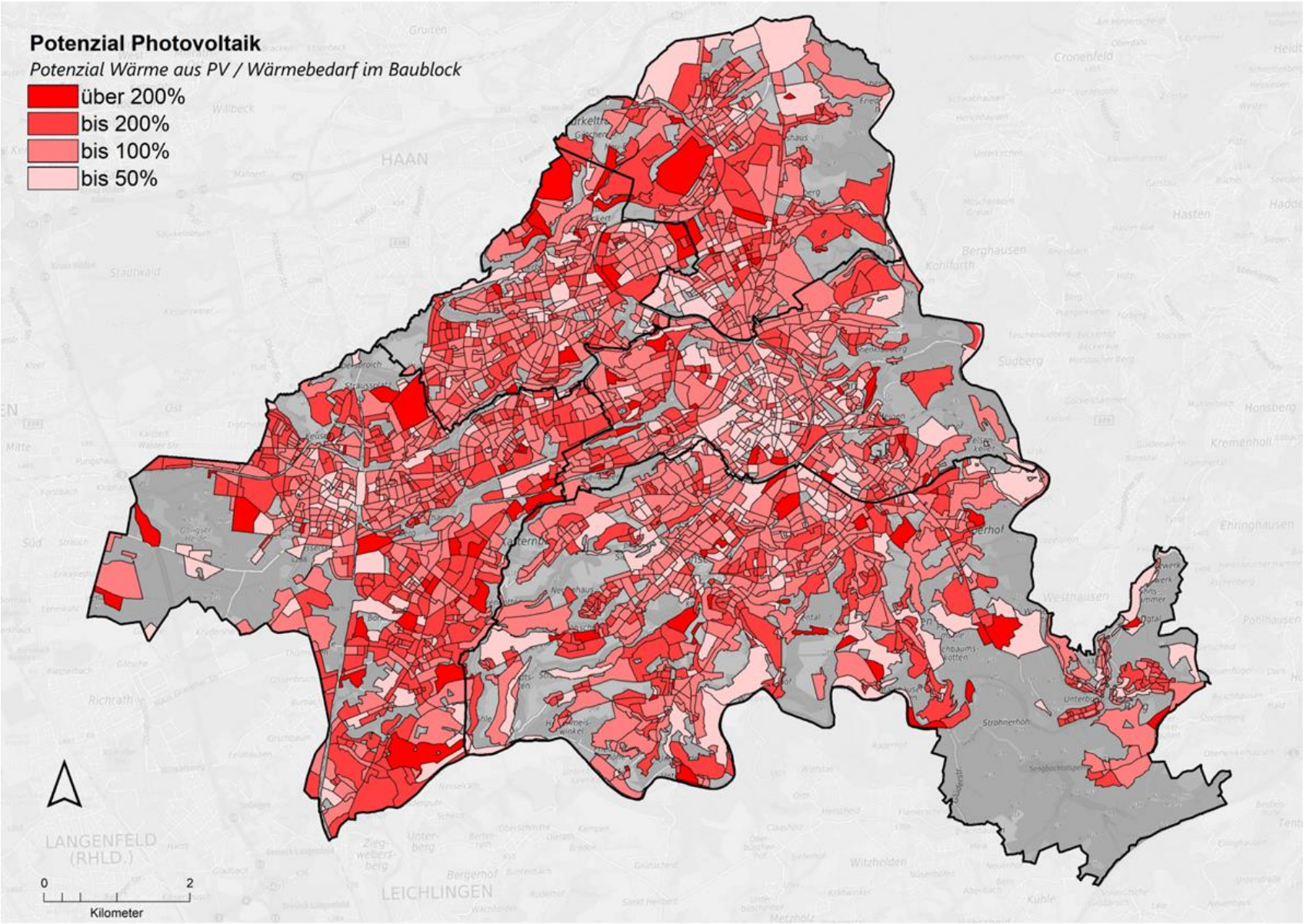


Abbildung 47: Dachflächen-Photovoltaikpotenzial, Darstellung auf Baublockebene

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 hydrothermaler 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 [10]. 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 Solingen nicht zutrifft, und hiermit von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen wird.

Tabelle 13: 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:
  - Vorkommen geeigneter Gesteinsformationen
- Falls weiterführende Studien vorhanden sind:
  - 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 [10] 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.

Im Stadtgebiet Solingen existieren keine Vorkommen dieser Gesteinsformationen in ausreichender Tiefe. Dieses Ergebnis wird durch eine gesonderte Potenzialstudie zur Nutzung von Geothermie im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Solingen [11] bestätigt. Potenziale für mitteltiefe bis tiefe hydrogeothermale Geothermie können im Stadtgebiet Solingen folglich nicht identifiziert werden. Maßnahmen zu einer weiteren Erkundung im Stadtgebiet werden nach aktuellem geologischem Wissensstand nicht empfohlen [11]. Für die kommunale Wärmeplanung wird folglich ein Potenzial von 0 GWh/a für hydrogeothermale tiefe und mitteltiefe Geothermie angesetzt.

Erdsonden zur Nutzung mitteltiefer Geothermie sind theoretisch in allen Bereichen des Stadtgebiets, ausgenommen den Trinkwasserschutzgebieten (vgl. Abbildung 43), 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 [12]. 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 und ohne notwendige Kühloption, an. Während für solche Systeme in der Regel geringe Betriebskosten zu erwarten sind, muss mit hohen Investitionen gerechnet werden.

Das Potenzial für mitteltiefe Geothermie wird anhand der Ausbauziele des Landes NRW abgeleitet. 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 Solingen ein anteiliger Zielwert von etwa 23 GWh/a Wärme aus mitteltiefer Geothermie im Jahr 2045. Dieser Wert wird im Rahmen der KWP Solingen als theoretisches Potenzial interpretiert.

4.3.2 Flusswasserwärme

Flusswasser stellt eine Umweltwärmequelle dar, welche mit Hilfe von Wärmepumpen nutzbar gemacht werden kann. 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. Im Rahmen der Wärmeplanung Solingen wird Flusswasserwärme nur dort berücksichtigt, wo eine Umweltverträglichkeit gewährleistet werden kann.

Tabelle 14: Definition der Potenziale von Flusswasser

FLUSSWASSER

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge durch Abkühlung des gesamten Volumenstroms um 1 Kelvin
- Wärmebereitstellung über Flusswasser-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).

In Solingen gibt es mehrere Flüsse und Bäche, die das Stadtgebiet durchziehen und für die Region charakteristisch sind. Im Rahmen der Wärmeplanung für Solingen werden die drei Flüsse mit den größten Abflussmengen, für die Daten vorliegen, namentlich die Wupper, die Itter und der Viehbach, hinsichtlich ihres Wärmepotenzials untersucht. Als Datenquelle für die Pegeldaten und Abflussmengen wird das elektronische wasserwirtschaftliche Verbundsystem ELWAS [13] herangezogen. Diese sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Abbildung 50 zeigt die Lage der Fließgewässer und der Messstellen im Stadtgebiet.

Tabelle 15: Kenndaten der drei größten Flüsse auf dem Solinger Stadtgebiet

Fluss	**Messstelle**	**Vorliegende Messjahre**	**Mittlerer Volumenstrom**
Wupper	Buchenhofen	2019-2021	9,23 m^3/s
Itter	Hilden	2019-2021	0,70 m^3/s
Viehbach	Trochbusch	2015-2017	0,026 m^3/s

Um die Auswertung anhand möglichst repräsentativer Messreihen durchzuführen, werden jeweils die Werte von drei vollständig zur Verfügung stehenden, möglichst aktuellen Messjahren, betrachtet. Abbildung 48 zeigt exemplarisch für die Wupper, Messstelle Buchenhofen, wie der Volumenstrom im Laufe eines Jahres und im Vergleich der Jahre variiert. Für Teile der Jahre 2022 und 2023 liegen keine Messwerte vor.

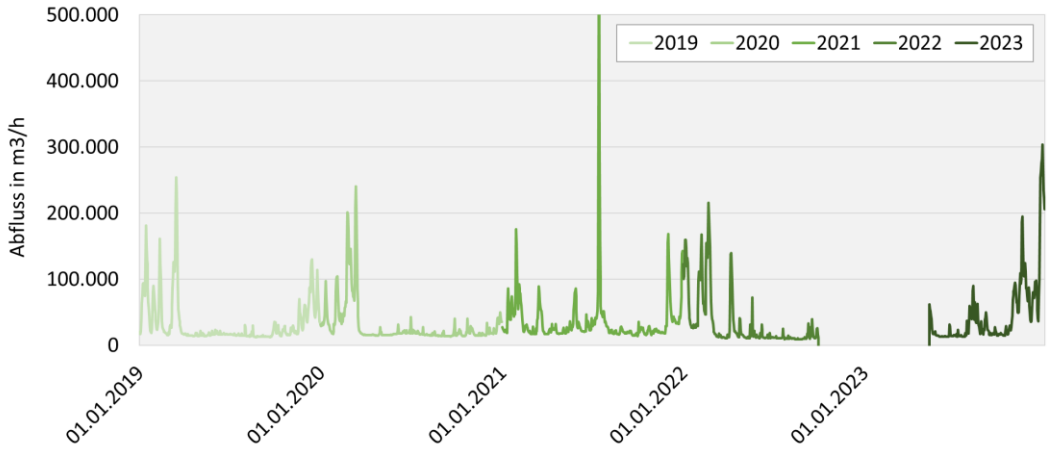


Abbildung 48: Abfluss der Wupper (Kurvenunterbrechung aufgrund von Datenlücken), Messstelle Buchenhofen

Die Potenzialermittlung erfolgt anhand der tagescharf vorliegenden Daten. Unter Annahme einer Temperaturabsenkung des gesamten Volumenstroms um 1 K wird zunächst die Entzugsleistung bestimmt. Mit einer Jahresarbeitszahl von 2,5 (abgeleitet aus durchschnittlichen Temperaturen: Wärmequelle 10-15 °C, Wärmesenke 80-90 °C) ergibt sich das theoretische Wärmepotenzial.

Zur Abschätzung des technischen Potenzials wird die geordnete Jahresdauerlinie herangezogen. Es wird angenommen, dass für eine sinnvolle Auslegung des Wärmepumpensystems mindestens 4.000 Volllaststunden gefahren werden müssen, weitere Betriebsstunden in Teillast oder durch modularen Systemaufbau sind möglich.

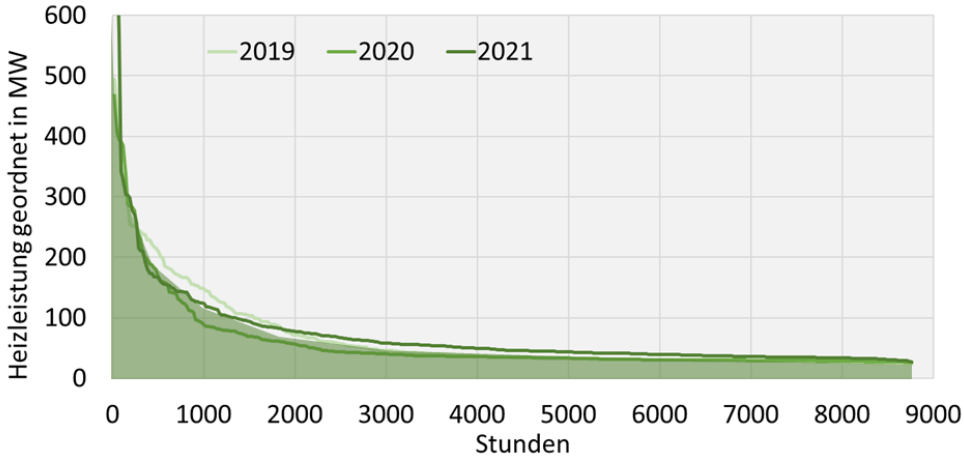


Abbildung 49: Theoretisches Wärmeerzeugungspotenzial der Wupper, Darstellung nach fallender Leistung

Anhand dieser Randbedingungen ergeben sich folgende Werte für das theoretische und technische Potenzial der drei Flüsse. Dabei ist zu beachten, dass das technische Potenzial, je nach Auslegungsziel für die Wärmepumpe (Lastbereich, Volllaststundenzahl) und Technologiemix im entsprechenden Wärmenetz, variieren kann und jeweils an der Messstelle errechnet wurde.

Tabelle 16: Potenziale der drei größten Flüsse auf dem Solinger Stadtgebiet

Fluss	**Theoretisches Wärmepotenzial**	**Technisches Wärmepotenzial**
Wupper	570 GWh/a	320 GWh/a
Itter	43 GWh/a	29 GWh/a
Viehbach	1,6 GWh/a	0,9 GWh/a

Für eine potenzielle Standortwahl ist zu beachten, dass die Wupper selbst in weiten Teilen FFH-Gebiet ist und weiterhin Gebiete mit verschiedenen naturschutzrechtlichen Schutzstufen durchquert. Auch die Option einer Flusswasserwärmenutzung der Itter ist aufgrund gewässerökologisch relevanter Zuflüsse sensibel zu betrachten.

Auch weitere, ausreichend große Gewässer sind im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung hinsichtlich ihrer Eignung als Wärmequelle zu untersuchen. Als weiteres Gewässer ist für Solingen die Sengbachtalsperre, eine Trinkwasser-Talsperre im Südosten des Stadtbezirks Burg-Höhscheid, zu nennen. Diese liegt allerdings fernab dichter Siedlungsstrukturen sowie in einem Bereich, der in der Eignungsprüfung, vgl. Kapitel 2.2., bereits für die Versorgung durch Wärmenetze ausgeschlossen wurde. Eine Erschließung und Integration dieser Wärmequelle in ein Wärmenetz werden aufgrund der hohen zu überwindenden Distanzen zu dicht bebauten Gebieten als nicht wirtschaftlich bewertet. Aus diesen Gründen werden die Wärmepotenziale der Sengbachtalsperre nicht tiefergehend untersucht.

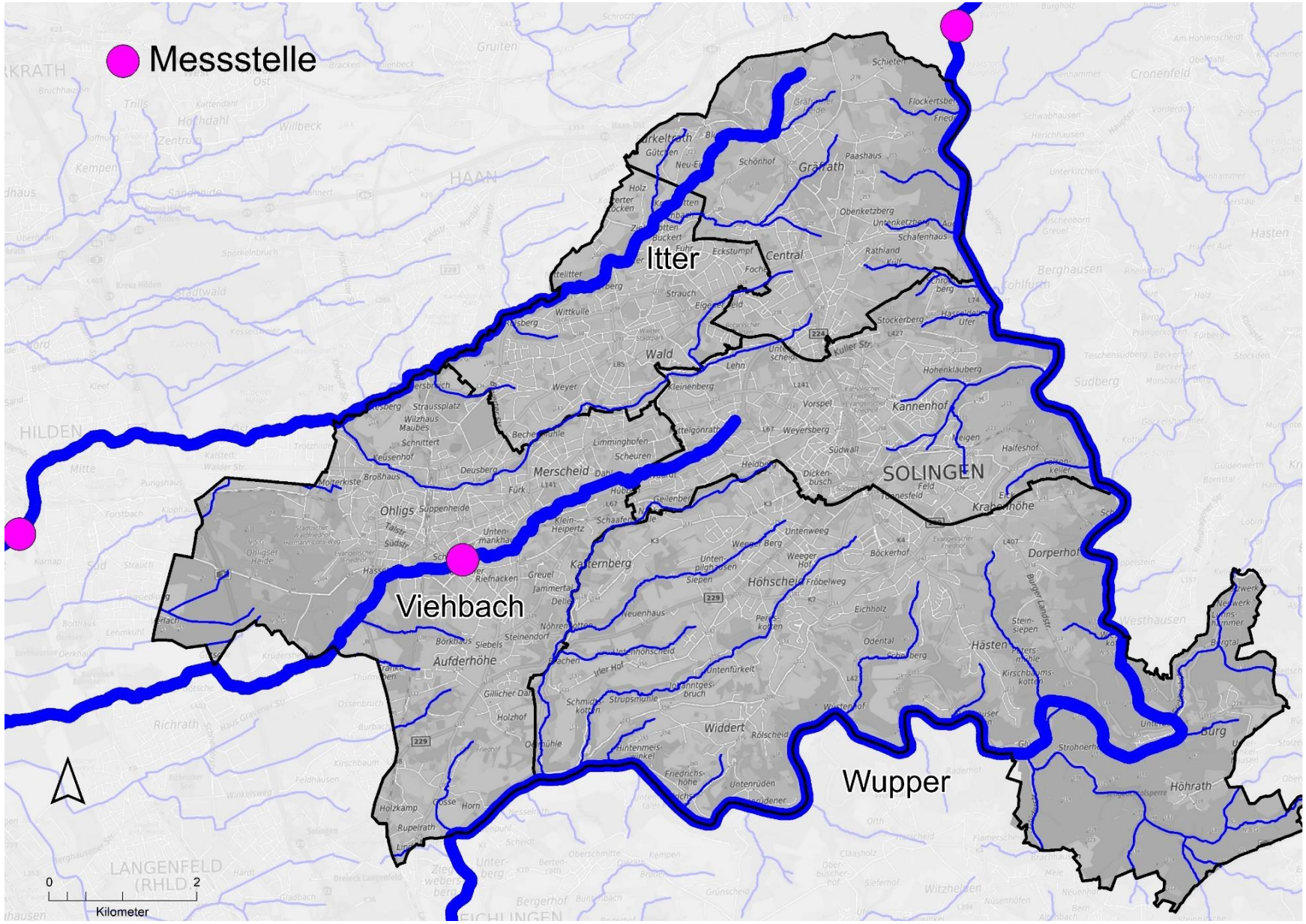


Abbildung 50: Fließgewässer und Messstellen

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 17: 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 Solinger Stadtgebiet gibt es drei Kläranlagen. Der Bergisch-Rheinische Wasserverband betreibt die Klärwerke Ohligs und Gräfrath. Der Wupperverband betreibt die Kläranlage Burg. Tabelle 18 zeigt Kennwerte zu den drei Kläranlagen, wie sie von den Betreibern [14], [15] und auf den Seiten des elektronischen wasserwirtschaftlichen Verbundsystems ELWAS [13] 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 18: Kenndaten der Kläranlagen auf dem Solinger Stadtgebiet

Kläranlage	Einwohner-gleichwert	Schmutzwassermenge	Abwasser-menge
Ohligs	130.000	6,7 Mio. m^3/a	10,0 Mio. m^3/a
Burg	81.000	4,0 Mio. m^3/a	6,0 Mio. m^3/a
Gräfrath	26.000	1,3 Mio. m^3/a	2,0 Mio. m^3/a

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. Da die Temperaturen im Ablauf einer Kläranlage in der Regel ganzjährig über 7°C liegen, sind hinsichtlich der Temperaturabsenkung keine zeitlichen Einschränkungen zu erwarten. Da jedoch der Volumenstrom des Klärwassers in der Regel eine hohe Varianz über das Jahr hinweg zeigt, muss angenommen und bei gegebener späterer Auslegung berücksichtigt werden, 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.

Tabelle 19: Wärmepotenzial aus Klärwasser, aufgeteilt auf die Kläranlagen

Kläranlage	**Theoretisches Entzugspotenzial** Kenndaten	**Theoretisches Wärmepotenzial** Kenndaten	**Technisches Wärmepotenzial** Kenndaten	**Technisches Wärmepotenzial** Messjahr 2023
Ohligs	58,8 GWh/a	97,2 GWh/a	58,3 GWh/a	83,7 GWh/a
Burg	35,0 GWh/a	58,3 GWh/a	35,0 GWh/a	*nicht ermittelt*
Gräfrath	11,7 GWh/a	19,4 GWh/a	11,7 GWh/a	20,2 GWh/a

In Summe beträgt das theoretische Wärmepotenzial von Klärwasser der drei Kläranlagen 175 GWh/a. Wird unter Einbezug typischer Jahresdauerlinien eine Wärmepumpenauslegung für 4.000 Volllaststunden gewählt, ergibt sich das technische Potenzial zu insgesamt 105 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.

Für eine tiefergehende Analyse wurden Ablaufmengen und Temperatur-Messdaten der Kläranlagen Ohligs und Gräfrath für das Betriebsjahr 2023 vom Bergisch-Rheinischen Wasserverband bereitgestellt. Es zeigt sich, dass in diesem Messjahr die Ablaufmengen mit 11,8 Mio. m^3/a (Ohligs) und 3,3 Mio. m^3/a (Gräfrath) über den in Tabelle 18 angenommen Werten lagen. Es muss jedoch erwähnt werden, dass im Jahr 2023 etwa 20 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel gefallen ist, was einen direkten Einfluss auf die Abwassermenge und somit auch die Ablaufmengen ausübt.

Für das Jahr 2023 ergeben sich deutlich höhere Potenziale als zunächst in der ersten Ableitung über Kennwerte und typische Verläufe angenommen. Dies resultiert zum einen aus den höheren Ablaufmengen insgesamt und zum anderen aus einem niedrigeren Spitzen- zu Grundlastverhältnis wie die Jahresdauerlinien, vgl. Abbildung 51, zeigen. Insgesamt ergibt sich für die Kläranlage Ohligs und das Betriebsjahr 2023 ein Wärmepotenzial von 83,7 GWh/a, für die Kläranlage Gräfrath beträgt das technische Potenzial 2023 rd. 20 GWh/a, vgl. letzte Spalte in Tabelle 19.

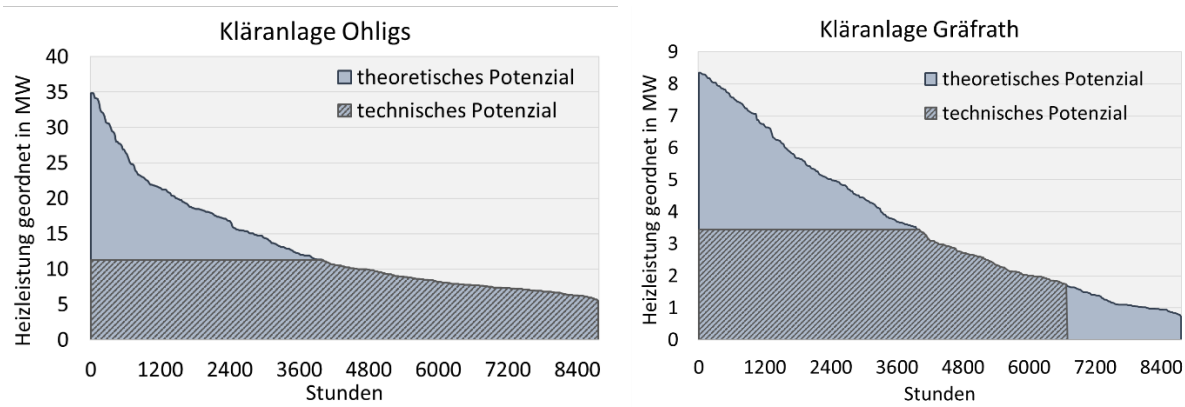


Abbildung 51: Theoretische und technische Wärmepotenziale der Kläranlagen Ohligs und Gräfrath für das Messjahr 2023, Darstellung nach fallender Leistung

Tabelle 20: Detailberechung Wärmepotenzial aus Klärwasser für das Messjahr 2023

Vom Wupperverband wurden Messdaten zum Klärwerk Burg bereitgestellt. Aufgrund dessen Lage fernab dichter Siedlungsstrukturen sowie in einem Bereich, der in der Eignungsprüfung, vgl. Kapitel 2.2., bereits für die Versorgung durch Wärmenetze ausgeschlossen wurde, wurden die Wärmepotenziale jedoch nicht tiefergehend betrachtet.

4.3.4 Abwasserwärme

Abwasser, das aus Haushalten, Gewerbe und Industrie in die Kanalisation gelangt, weist auch nach dem Gebrauch noch eine beträchtliche Temperatur auf. Diese Wärme kann mit Hilfe von Wärmetauschern im Kanal in Kombination mit Wärmepumpen zurückgewonnen werden.

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 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).

Zur Nutzung des Kanals ist üblicherweise eine Mindestgröße des Kanals 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. Abbildung 52 stellt die voraussichtlich geeigneten Kanäle (ab DN 700) für das Stadtgebiet Solingen dar.

Das Wärmepotenzial von Abwasser hängt von dem Volumenstrom und der möglichen Temperaturabsenkung ab. Um die biologischen Stufen in der Kläranlage in ihrer Funktion nicht zu beeinträchtigen, sollte für die Temperaturabsenkung eine Bagatellgrenze von 0,5 K, geltend für den Gesamtvolumenstrom zur Kläranlage, eingehalten werden [16]. Basierend auf diesen Annahmen lässt sich das theoretische Wärmepotenzial, welches über eine Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 2,5 bereitgestellt würde, ermitteln.

In Summe beträgt das theoretische Wärmepotenzial von Abwasser 17,5 GWh/a. Wird beispielhaft und unter Einbezug typischer Jahresdauerlinien eine technisch sinnvolle Wärmepumpenauslegung für den Standort vor der Kläranlage gewählt, ergibt sich das technische Potenzial zu insgesamt 10,5 GWh/a. Dieses gesamte Potenzial teilt sich auf mehrere kleinere Abwasserwärmepumpen im Stadtgebiet auf. 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.

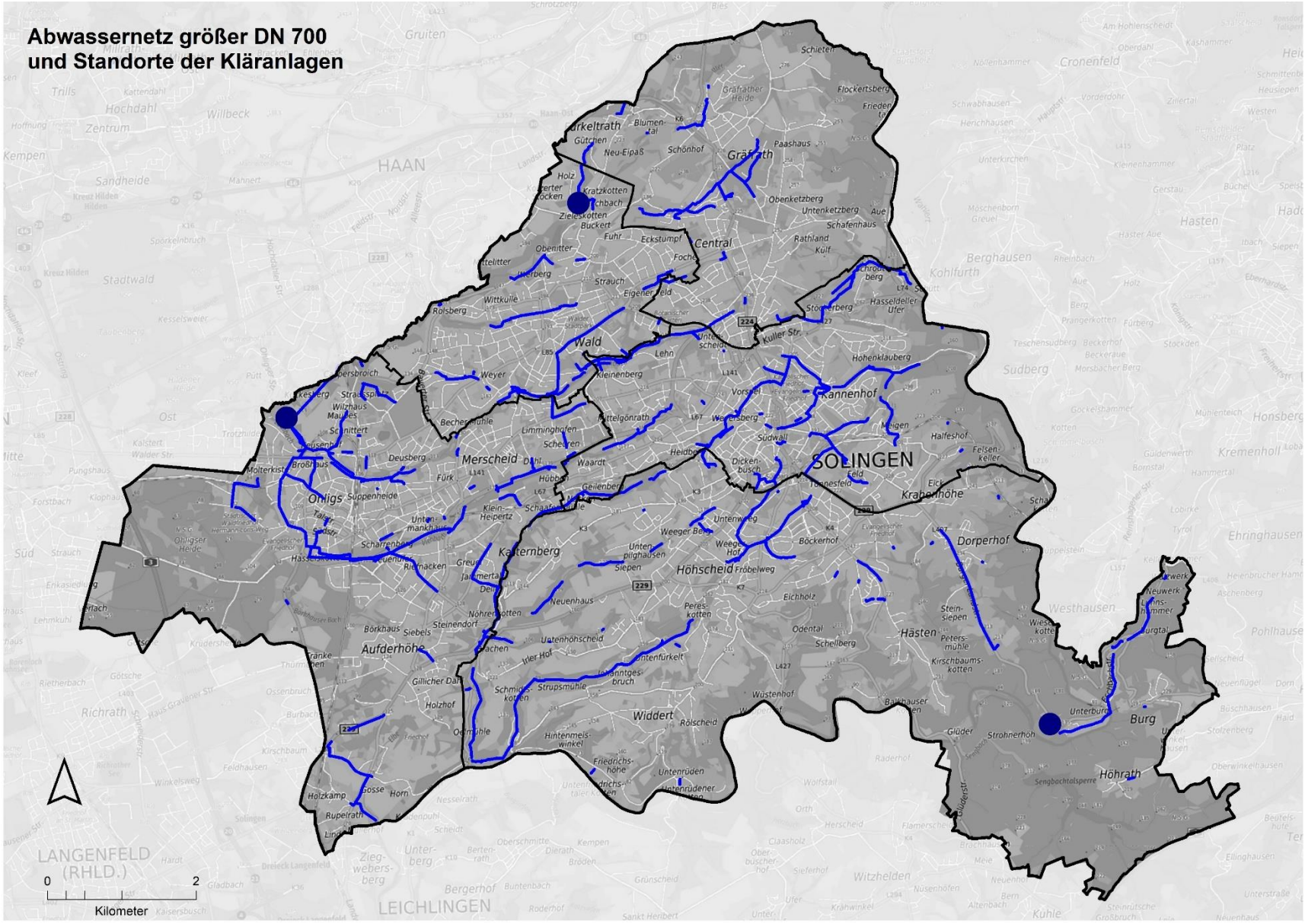


Abbildung 52: Abwasserkanäle ab DN 700 und Trockenwetterdurchfluss > 30 l/s sowie Verortung der drei Kläranlagen

4.3.5 Unvermeidbare Abwärme

Das Potenzial an unvermeidbarer industrieller bzw. gewerblicher Abwärme folgt aus den Ergebnissen der Umfrage bei 44 Unternehmen in Industrie und Gewerbe. Mit Rücksicht auf den Datenschutz können die Ergebnisse hier nur anonymisiert wie folgt zusammengefasst werden:

- 24 Unternehmen gaben an, dass Abwärme grundsätzlich vorhanden ist.
- 15 Unternehmen gaben an, dass eine eigene Nutzung der Abwärme bereits realisiert ist oder angestrebt wird.
- 8 Unternehmen gaben an, dass eine Bereitschaft zur Lieferung an Dritte oder zur Einspeisung in ein Wärmenetz gegeben ist.
- Von 12 Unternehmen erfolgten Angaben zum Temperaturniveau der Abwärme.
- Von 5 Unternehmen erfolgten Angaben zur verfügbaren Abwärmeleistung oder/und zur jährlichen Abwärmemenge.
- Der Aufwand zur Realisierung der Abwärmeauskopplung wird von der Mehrzahl der Unternehmen als hoch eingestuft.

Auf Basis dieser Daten wurden die nutzbaren Abwärmemengen wie folgt ermittelt:

1) Die Abwärmemengen, die bereits genutzt werden oder deren Nutzung geplant ist, belaufen sich auf rd. 5,9 GWh/a

- Die Abwärmemengen, für deren Nutzung bei Realisierung auch die Bereitschaft zur Lieferung an Dritte besteht, belaufen sich auf rd. 5,6 GWh/a (mit Überschneidungen zu 1)

Der wesentliche Anteil der genannten Abwärmemengen fokussiert sich auf ein einzelnes Unternehmen. Dieses Unternehmen wird in die weiteren Überlegungen zu Wärmenetzen im Rahmen der nachfolgenden Arbeitsschritte eingebunden und die Machbarkeit konkret geprüft.

Eine weitere große Quelle unvermeidbarer Abwärme ergibt sich am Standort des MHKW der TBS in Form der Abwärme, die im Rahmen der Kondensationsstromerzeugung über den Kühlturm abgeführt wird. Das **theoretische** Potenzial (jährlich abgeführte Wärmemenge im Kondensationsprozess) liegt bei 150 bis 180 GWh/a. Bei dem gegebenen Temperaturniveau von nur 40 bis 60 °C ist diese Abwärme jedoch nicht direkt für Beheizungszwecke nutzbar und erfordert den Einsatz von Wärmepumpen oder die Umstellung bzw. den Umbau des Dampfkraftprozesses im Bereich der Dampfturbinen (vgl. Kapitel 5.2.1).

Zudem wird das theoretische Potenzial deutlich reduziert durch technische Restriktionen und die nicht ganzjährig erfolgende Wärmenutzung im Wärmenetz:

- Die Absicherung der Wärmeleistung der heutigen aus dem MHKW ausgekoppelten Wärmeleistung liegt bei 14 bis 16 MW (Höchstlast im Fernwärmenetz). Die technisch über die vorhandenen Entnahme-Kondensationsturbinen unter Berücksichtigung des Müllkessel-Betriebs bei der Abfallverbrennung auskoppelbare Wärme beträgt max. ca. 24 MW.
- Die installierte Kesselleistung zur Absicherung der Wärmelieferung bei Stillstand der Abfallverbrennung beträgt rd. 16 MW. Sie ist für die Absicherung im Istzustand ausreichend, bei deutlicher Steigerung des Fernwärme-Absatzes werden aber Engpässe entstehen.
- Die Erhöhung des Fernwärme-Absatzes durch Anschluss von Neukunden wird begrenzt durch dann auftretende hydraulische Engpässe im Netz.

Lösungsansätze für die o.g. Restriktionen und Szenarien zur Steigerung des Fernwärme-Absatzes werden in der weiteren Bearbeitung des Wärmeplans mit den TBS diskutiert und abgestimmt und fließen in die Ergebnisse zum Zielszenario ein (vgl. Abschnitt 5.2.1). Im Rahmen nachfolgender Untersuchungen und Detaillierungen (Trafoplan) müssen die getroffenen Ansätze verifiziert werden.

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 Stadtgebiet Solingen verfügt über 2.271 ha Waldflächen. Von diesen liegen 603 ha in Naturschutzgebieten.

Tabelle 22: Definition der Potenziale von Biomasse

<u>BIOMASSE</u>

Theoretisches Potenzial:

- Maximal mögliche Wärmemenge bei
  - Energetischer Nutzung des gesamten Waldrestholzaufkommens
  - Ausschluss von Naturschutzgebieten für Waldrestholz
  - Energetische Nutzung des Biomüllaufkommens
  - 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:
  - Berücksichtigung von Platzbedarfen zur Lagerung über Gebäudetyp und bisherigen Heizenergieträger
  - Aufwand des Sammelns und Verwertens von Holz (Sammlung für Biomüll- und Grünschittaufkommen 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 bilanziert. So wird in Naturschutzgebieten in der Regel auf die Nutzung von Restholz verzichtet, um die empfindlichen Ökosysteme zu schützen. Im Rahmen der KWP Solingen wird für Naturschutzgebiete kein Waldrestholzertrag angenommen. Es wird ein

flächenspezifischer Faktor von 4,3 MWh/ha [17] für das theoretische Wärmeerzeugungspotenzial von Waldrestholz angenommen.

Das ermittelte theoretische Wärmeerzeugungspotenzial für Waldrestholz, welches durch Verbrennung in einem Biomasseheizwerk oder dezentralen Biomasse-gestützten Heizungssystemen nutzbar gemacht werden könnte, beträgt 7,2 GWh/a. Das technische Potenzial entspricht dem theoretischen Potenzial.

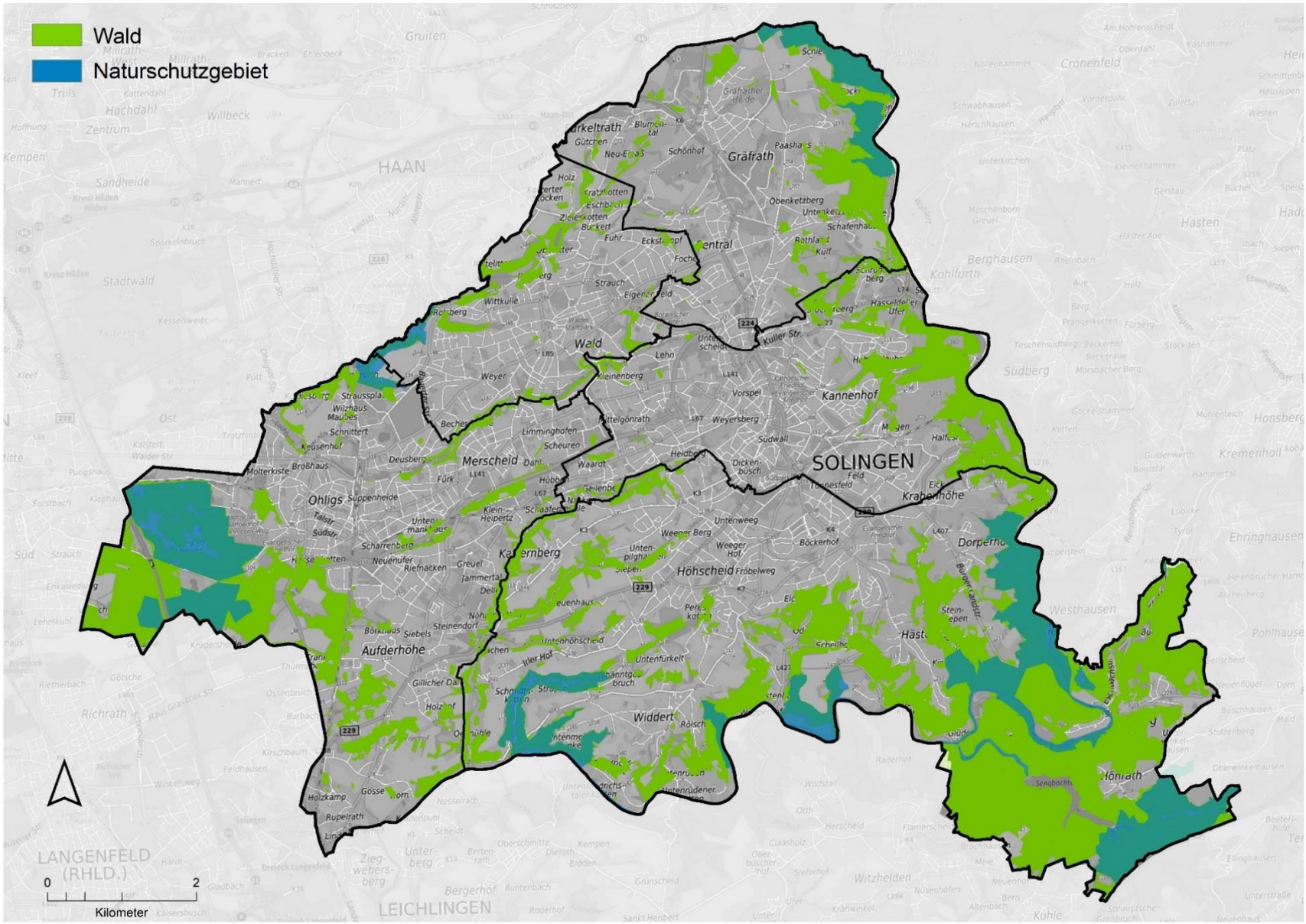


Abbildung 53: Waldflächen und Naturschutzgebiete

In Solingen wurden in den Jahren 2021-2023 durchschnittlich 1.527 t Biomüll und 11.647 t Grünschnitt gesammelt und kompostiert. Aus diesen Mengen ließen sich 0,5 Mio. m^3 Biogas herstellen. Unter Annahme eines Heizwerts von 6 kWh/m^3 lässt sich das Potenzial zur Wärmebereitstellung zu 2,9 GWh/a abschätzen. Es ist zu beachten, dass in Solingen keine Biotonnenpflicht besteht, durch die weiteres Potenzial entstehen und ggf. gehoben werden könnte. Das technische Potenzial entspricht dem theoretischen Potenzial. Jedoch muss hinsichtlich der Nutzung des Potenzials erwähnt werden, dass hierzu entsprechende Biogasanlagen notwendig wären, welche im Stadtgebiet Solingen aktuell nicht in entsprechender Kapazität vorhanden sind.

Insgesamt beträgt das technische Potenzial für Biomasse in Solingen 10,1 GWh/a.

4.3.7 Wasserstoff im Wärmemarkt

Wasserstoff als Energieträger liegt in unserer Umwelt immer in gebundener Form vor. Den Löwenanteil an gebundenem Wasserstoff findet man in Form des Wassers, doch ist die Gewinnung von Wasserstoff bislang in der Regel verbunden mit einem enorm hohen Einsatz von Energie.

Die in der Elektrolyse eingesetzte Energie stammt derzeit zumeist noch aus nicht regenerativen Energiequellen wie Kohle oder Gas. Wird Wasserstoff aus diesen Energiequellen gewonnen, spricht man von „grauem Wasserstoff“. Es existieren weitere „Farben“ des Wasserstoffs, je nachdem wie die Gewinnung erfolgt. Um den Wasserstoff nachhaltig für die Wärmegewinnung einzusetzen, darf dieser nur aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen werden. Insbesondere „grüner Strom“ spielt hier eine entscheidende Rolle. „Grüner Strom“ zur Gewinnung von „grünem Wasserstoff“ steht jedoch in absehbarer Zeit in den benötigten Mengen nicht zur Verfügung, der heutige Anteil von „grünen Wasserstoff“ liegt lediglich bei 0,2 TWh und damit bei weniger als einem Tausendstel des Gasbedarfes in Deutschland insgesamt.

So werden aktuell in Deutschland zwar bereits rund 50 % des gesamten Strombedarfs durch „grünen Strom“ gedeckt, jedoch reichen diese Mengen nicht aus, um die Nachfrage der Sektoren Wärme, Verkehr und Industrie zu bedienen. Erst wenn in Zukunft ausreichend große Grünstromkapazitäten verfügbar sind, könnten nennenswerte Beiträge aus der Wasserstoffwirtschaft für den Wärmesektor geleistet werden. Zudem ist eine direkte Nutzung des Stromes zur Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen um den Faktor 3 bis 4 effizienter als der Umweg über die Wasserstofferzeugung. Nur im Bereich der Hoch-temperaturwärmeerzeugung für Prozesse könnte Wasserstoffeinsatz in der Zukunft eine nennenswerte Rolle spielen.

Angenommen „grüner Wasserstoff“ wäre in ausreichender Quantität vorhanden, gäbe es bereits heute die technischen Möglichkeiten, diesen in der Wärmeversorgung einzusetzen. So existieren schon jetzt Heizkesselsysteme, die mit dem Brennstoff Wasserstoff betrieben werden können.

Die Bundesregierung hat in der jüngeren Vergangenheit einige wesentliche Beschlüsse getroffen, um die Weichen für den H_2-Hochlauf zu stellen. Darüber hinaus wurden erste Maßnahmen eingeleitet.

Das Wasserstoffbeschleunigungsgesetz, das sich zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes im parlamentarischen Verfahren befand, soll zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren beitragen.

Ein wesentlicher Meilenstein für den H_2-Hochlauf ist das H_2-Kernnetz, das für den Transport von Wasserstoff innerhalb Deutschlands aufgebaut werden soll. Diese Aufgabe übernehmen die Fernleitungsnetzbetreiber Gas, die sich im FNB zusammengeschlossen haben. Im Juli 2024 hat die FNB bei der Bundesnetzagentur den Antrag für das H2-Kernnetz gestellt, nachdem die EU die beihilferechtliche Genehmigung für die Förderung erteilt hatte.

Das H_2-Kernnetz, das bis zum Jahr 2032 fertiggestellt sein soll, sieht eine Länge von knapp 10.000 km vor. Der überwiegende Anteil des Kernnetzes soll durch Umwidmung bestehender

Gastransportleitungen entstehen. Durch den absehbaren Rückgang des Transportbedarfs für fossiles Gas ergibt sich die Möglichkeit der Nutzung dieser Leitungen. Neue Leitungen sollen rund 40% des Kernnetzes mit einer Länge ca. 4.000 km ausmachen. Bis Ende 2027 wird ein Ausbaustand von ca. 2.100 km angestrebt, davon 520 km an neuen Leitungen. Insgesamt wird von einem Investitionsvolumen von 19,7 Mrd. € ausgegangen, das – abgesehen von Förderungen – über Netzentgelte refinanziert werden soll. Um zu hohe Netzentgelte in der Anfangsphase (vergleichsweise geringer Transport bei sehr hohen Investitionen) zu begegnen, wird es mit dem sogenannten „Amortisationskonto“ die Möglichkeit der Vorfinanzierung von Einnahmen aus Netzentgelten durch den Staat geben.

Gemäß dem Antrag der Gas-Fernleitungsnetzbetreiber an die Bundesnetzagentur (BNetzA) zum Aufbau eines Wasserstoff-Kernnetzes vom 22.07.2024 soll das Wasserstoff-Kernnetz eine zur Umstellung auf Wasserstoff vorgesehene Gas-Hochdruck-Transportleitung enthalten, die im Süden Solingens an das Stadtgebiet grenzt. Der Antrag enthält aber für das Stadtgebiet Solingen keine Projekte zur Wasserstoffausspeisung zur Dekarbonisierung für die Industrie (große Erdgas-Ankerkunden) oder zur Wasserstoffeinspeisung (z.B. durch Elektrolyse-anlagen) bzw. für Wasserstoffspeicher.

Der Gasnetzbetreiber Netze Solingen sieht mit Blick auf die dargestellten Hintergründe derzeit keine Anzeichen für eine künftige Verfügbarkeit von Wasserstoff auf Verteilnetzebene im Stadtgebiet. Deshalb wird im Rahmen der Wärmeplanung davon ausgegangen, dass zur Transformation der Wärmeversorgung hin zur CO_2-Neutralität für das gesamte Stadtgebiet bis auf Weiteres keine Versorgung aus einem Wasserstoffverteilnetz möglich sein wird.

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.

Tabelle 23: Definition der Potenziale von Freiflächen-Solarthermie

<u>SOLARTHERMIE, Freiflächen</u>

Theoretisches Potenzial:

- Mögliche Wärmeerzeugung bei
  - Nutzung aller in Frage kommenden Flächen für raumbedeutsame und nicht-raumbedeutsame Freiflächenanlagen mit einer Mindestgröße von 0,5 ha

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten
- Ausschluss von Flächen in bis zu 300 m Nähe zu Naturschutz-/FFH-Gebieten
- Ausschluss von Flächen, die mehr als 500 m von Siedlungsbereichen entfernt sind

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).

Die Flächenermittlung für Freiflächen-Solarthermie baut auf den von der Stadt Solingen ermittelten PV-Potenzialflächen [18] auf. Zur Ermittlung der Potenzialflächen Zur Ermittlung dieser Potenzialflächen wurden unterschiedliche Datenquellen genutzt und mögliche Flächenumgriffe generiert. Dabei wurden Flächen folgender Nutzung und Eigenschaften ausgeschlossen: Wald, von Wald verschatteter Bereich, Naturschutz- und FFH-Gebiete, Naturdenkmale, Obstwiesen, bebuschte Gebiete und Gehölz, Flächen für die Bebauung sowie zu kleinteilige oder mit Bäumen bestandene Freiflächen im Innenbereich.

Um geeignete Freiflächen für die Technologie Solarthermie zu bestimmen, wurden weitere Annahmen getroffen: Unter der Annahme, dass die Errichtung einer Freiflächen-Solarthermieanlage erst ab einer Fläche von 0,5 ha sinnvoll ist, werden kleinere Flächen ausgeschlossen. Weiterhin werden Flächen im Innenbereich, beispielsweise auf Parkplätzen oder Lagerflächen, nicht berücksichtigt.

Diese Flächen werden im Hinblick auf ihre Lage in Landschaftsschutzgebieten (LSG), der Nähe zu Naturschutz/FFH-Gebieten und der Entfernung zu Siedlungen kategorisiert.

Tabelle 24: Flächen- und Wärmepotenzial für Freiflächen-Solarthermieanlagen

Kategorie	**Fläche**	**Wärmepotenzial**
Theoretisch geeignete Flächen außerhalb von Schutzgebieten und in Siedlungsnähe	44 ha	95 GWh/a
Theoretisch geeignete Flächen in LSG und in Siedlungsnähe	899 ha	1.933 GWh/a
Theoretisch geeignete Flächen in LSG, nahe FFH-Gebieten und in Siedlungsnähe	218 ha	469 GWh/a
Theoretisch geeignete Flächen in LSG und mit > 500 m Entfernung zu Siedlungen	31 ha	67 GWh/a

Das theoretische Potenzial umfasst alle Kategorien und ergibt sich als Summe der in der Tabelle genannten Flächen zu 1.192 ha beziehungsweise 2.564 GWh/a Wärmeerzeugungspotenzial. Davon liegen insgesamt 1.148 ha in Landschaftsschutzgebieten, wobei sich davon weitere 218 ha der potenziellen Flächen in einem Umkreis von 300 m um Naturschutz- bzw. FFH-Gebiete befinden. Das **technische Potenzial** umfasst ausschließlich geeignete Flächen außerhalb von Schutzgebieten und in weniger als 500 m Siedlungsnähe, um Installationskosten, Wärme- und Temperaturverluste gering zu halten [19]. Dies entspricht 44 ha beziehungsweise 95 GWh/a Wärmeerzeugungspotenzial.

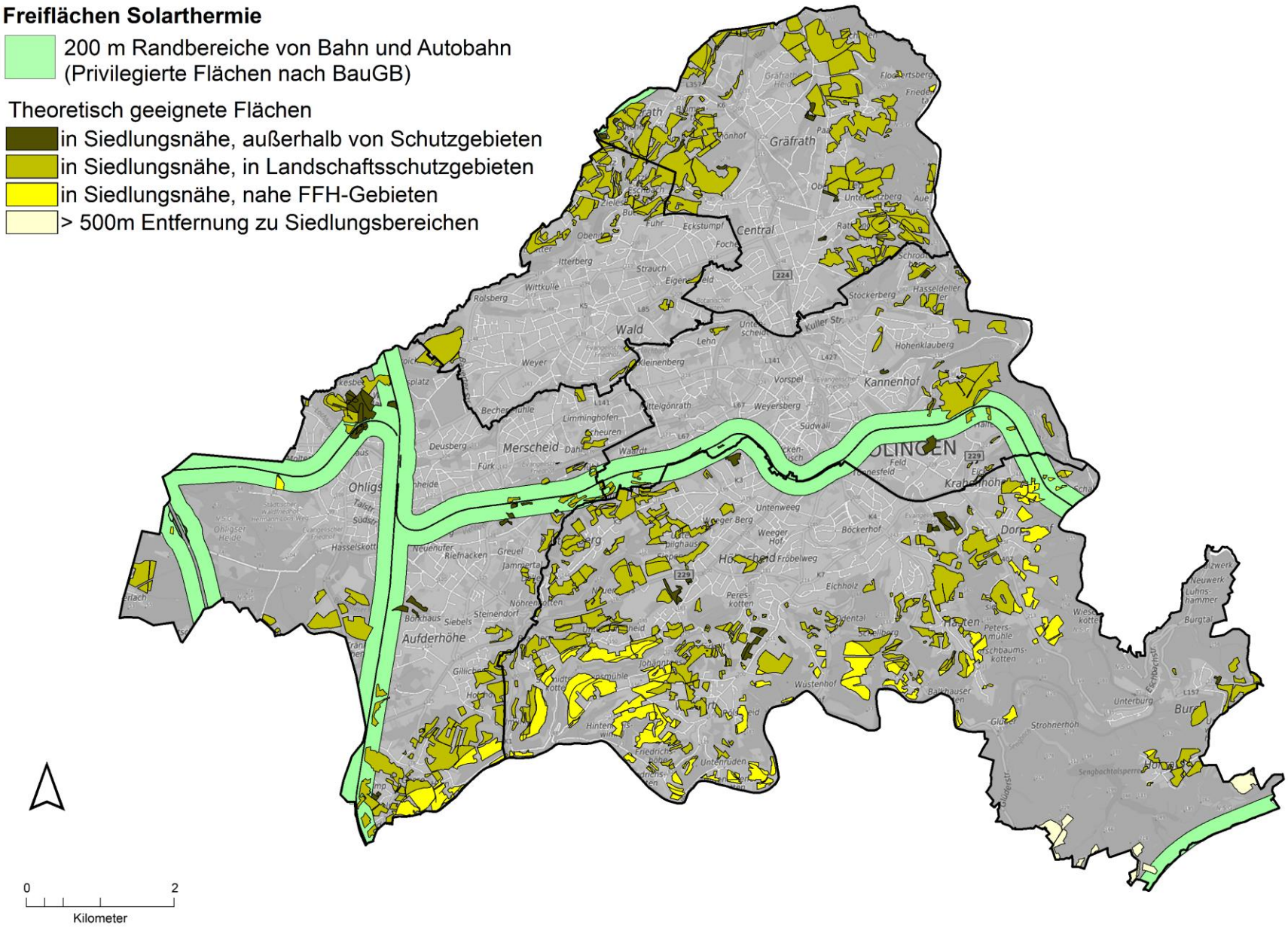


Abbildung 54: Mögliche Flächen für Freiflächen-Solarthermie nach [18], theoretisches und technisches Potenzial

4.3.9 Wärmespeicher

Wärmespeicher als Bestandteil der zentralen Versorgungsstruktur dienen dazu, Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe zeitlich zu trennen und ermöglichen so den flexiblen Betrieb von Wärmequellen.

Es gibt:

- **Kurzzeitwärmespeicher**: Diese speichern Wärme für Stunden bis wenige Tage und werden meist in Form von Heißwasserspeichern für KWK-Anlagen genutzt. Sie ermöglichen die flexible Stromerzeugung unabhängig vom momentanen Wärmebedarf und sind meist direkt an der Erzeugungsanlage installiert. Das Volumen liegt bei kleinen bis mittleren Wärmenetzen im Bereich zwischen 20 m^3 bis zu 1.000 m^3. Sie werden i.d.R. als stehende Stahlbehälter errichtet und der Flächenbedarf ist vergleichsweise gering. Sie sind daher nicht Gegenstand der Potenzialuntersuchung.
- **Langzeitwärmespeicher**: Diese speichern Wärme über Monate hinweg. Besonders saisonale Speicher (z.B. Erdbeckenwärmespeicher) sind verbreitet, die große Mengen Solarwärme aus dem Sommer in die Wintermonate übertragen. Ein Beispiel ist der Erdbeckenwärmespeicher in Meldorf (Deutschland) mit 43.000 m^3 Volumen und 1.500 MWh Speicherkapazität.

Erdbeckenspeicher sind durch Folien gegen das Erdreich isoliert und erreichen Temperaturen bis 90 °C. Ihre Speicherkapazität kann bei Temperaturdifferenzen von 90/10 °C über 90 kWh/m^3 betragen. Sie werden häufig als Pyramidenstumpf gebaut, um Erdarbeiten zu minimieren.

Die Speicherverluste hängen von der Temperaturhaltedauer, der Dämmqualität und der Bodenbeschaffenheit ab. Grundwasser in der Nähe kann hohe Wärmeverluste verursachen, weshalb Speicher nur in trockenen Böden ohne Grundwasserströmungen sinnvoll sind.

Ein Einsatz von Erdbeckenspeichern wäre in Solingen grundsätzlich im Zusammenhang mit der Wärmenutzung aus Solarthermie-Freiflächenanlagen, aber auch in Verbindung mit dem Müllheizkraftwerk der TBS denkbar, um überschüssige Abwärme im Sommerhalbjahr für die Wärmeversorgung im Winterhalbjahr nutzbar zu machen.

Die maßgebliche Randbedingung für den Einsatz von Erdbeckenspeichern im Stadtgebiet ist der Flächenbedarf.

Um eine Vorstellung der Wärmekapazitäten von Saisonalspeichern zu bekommen, soll hier als Beispiel eine Gesamtfläche von 2,4 ha, auch aufgeteilt auf Teilflächen entlang der Fernwärmetrasse der TBS betrachtet werden. Ein möglicher Speicher hätte eine Kapazität von bis zu 21 GWh (bei einer Spreizung von 90/10 °C und mit Wärmepumpe zur Auskühlung der Rücklauftemperatur). Bei voller Wärmeauskopplung (18 MW) könnten täglich etwa 430 MWh Wärme gespeichert werden. Bei einer Gesamtkapazität von 21 GWh wäre rechnerisch die Wärmeauskopplung aus dem MHKW von 18 MW über rd. 1.200 h bzw. 50 Tage Volllastbetrieb im Sommer speicherbar und im Winterhalbjahr abzgl. der Wärmeverluste des Speichers von rd. 20% in das Fernwärmenetz einzuspeisen. Die jährliche Wärmelieferung aus dem MHKW könnte damit ohne Erweiterung der Auskopplungsleistung des MHKW von derzeit rd. 38 GWh/a um ca. 44% gesteigert werden. Die technisch-organisatorische Machbarkeit (Flächenverfügbarkeit, Topografie, Genehmigung) und die Wirtschaftlichkeit eines solchen Vorhabens sind nachgelagert zur kommunalen Wärmeplanung im Rahmen der Fernwärme-Ausbau- und Transformationsplanung zu prüfen.

Um die durch Freiflächen-Solarthermie erzeugte Wärme saisonal zu speichern und ganzjährig nutzbar zu machen, entsteht ein zusätzlicher Flächenbedarf, der das Wärmeerzeugungspotenzial schmälert. Unter der Annahme, dass etwa ein Drittel der technischen Potenzialflächen für Solarthermie für Wärmespeicher benötigt würden und 20 % Wärmeverluste entstehen, reduziert sich das technische Potenzial aus der Freiflächen-

Solarthermie gem. Abschnitt 4.3.8 auf rund 53 GWh/a. Dabei würden etwa 15 ha zur Installation der Wärmespeicher benötigt. Mit Hilfe der Saisonalspeicher stände diese Wärme jedoch über das Jahr gesehen deutlich gleichmäßiger zur Verfügung. Durch geschickte Architektur kann der Wärmespeicher selbst aber auch wiederum für Energieerzeugung genutzt werden (PV-Modulflächen etc., [20]).

4.3.10 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 25: Definition der Potenziale von Freiflächen-Photovoltaik

PHOTOVOLTAIK, Freiflächen

Theoretisches Potenzial:

- Mögliche Stromerzeugung bei
  - Nutzung aller in Frage kommenden Flächen für raumbedeutsame und nicht-raumbedeutsame Freiflächenanlagen

Technisches Potenzial:

Ausgehend von theoretischem Potenzial:

- Ausschluss von Flächen in bis zu 300 m Nähe zu Naturschutz-/FFH-Gebieten
- Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten

Erwartbares Potenzial:

Ausgehend von technischem Potenzial:

- Mögliche Stromerzeugung bei
  - Nutzung der empfohlenen und unter Einschränkung empfohlenen Potenzialflächen gemäß Potenzialstudie
- Einbezug lokaler Kriterien zur umwelt- und naturschonenden Nutzung von PV-Freiflächen-Anlagen

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

Die Flächenermittlung für Freiflächen-Photovoltaik baut auf den von der Stadt Solingen ermittelten PV-Potenzialflächen [18] auf. Zur Ermittlung dieser Potenzialflächen wurden unterschiedliche Datenquellen genutzt und mögliche Flächenumgriffe generiert. Dabei wurden Flächen folgender Nutzung und Eigenschaften ausgeschlossen: Wald, von Wald verschatteter Bereich, Naturschutz- und FFH-Gebiete, Naturdenkmale, Obstwiesen, bebuschte Gebiete und Gehölz, Flächen für die Bebauung sowie zu kleinteilige oder mit Bäumen bestandene Freiflächen im Innenbereich. Sonderformen von PV-Anlagen wie Agri-PV, Floating-Solar, Parkplatz-PV werden berücksichtigt.

Wird der Ertrag der übrigen Flächen, welche in Abbildung 55 als theoretisch geeignete Flächen dargestellt sind, addiert, ergibt sich eine theoretische Potenzialfläche von 1.198 ha mit einem Stromerzeugungspotenzial von 907 GWh/a. Davon liegen 5 ha (4 GWh/a) in Innenbereichen, 975 ha (730 GWh/a) in Außenbereichen mit über 300 m Entfernung von Naturschutz- bzw. FFH-

Gebieten und 218 ha (172 GWh/a) in Außenbereichen mit bis zu 300 m Entfernung von Naturschutz- bzw. FFH-Gebieten.

Tabelle 26: Flächen- und Stromerzeugungspotenzial für Freiflächen-Photovoltaikanlagen

Kategorie	**Fläche**	**Stromerzeugungspotenzial**
Theoretisch geeignete Flächen im Innenbereich	5 ha	4 GWh/a
Theoretisch geeignete Flächen im Außenbereich ohne LSG und FFH	45 ha	32 GWh/a
Theoretisch geeignete Flächen im Außenbereich in LSG	930 ha	699 GWh/a
Theoretisch geeignete Flächen im Außenbereich nahe FFH-Gebieten	218 ha	172 GWh

Neben der Entfernung zu Naturschutz-/FFH-Gebieten ist zu beachten, dass ein Großteil der theoretisch geeigneten Flächen in Außenbereichen im Landschaftsschutzgebiet liegt. In Landschaftsschutzgebieten sind Solaranlagen nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Jedoch ist laut Landesentwicklungsplan die Inanspruchnahme von Freiflächen für die raumbedeutsame Nutzung der Solarenergie zu vermeiden. Freiflächen-Solaranlagen dürfen demnach nur ausnahmsweise im Freiraum festgelegt werden [21]. Es bedarf einer sogenannten einer sogenannten „Befreiung von den Verboten des Landschaftsplans“.

Das Potenzial für alle möglichen Freiflächen außerhalb der Schutzgebiete wird hier als **technisches Potenzial** definiert. Es beträgt 36 GWh/a. Davon liegen 4 GWh/a in Innenbereichen und 32 GWh/a in Außenbereichen. Für die Flächen in Innenbereichen bietet sich eine Doppelnutzung der Fläche, z.B. als mit PV überdachte Park- oder Lagerfläche, an [18].

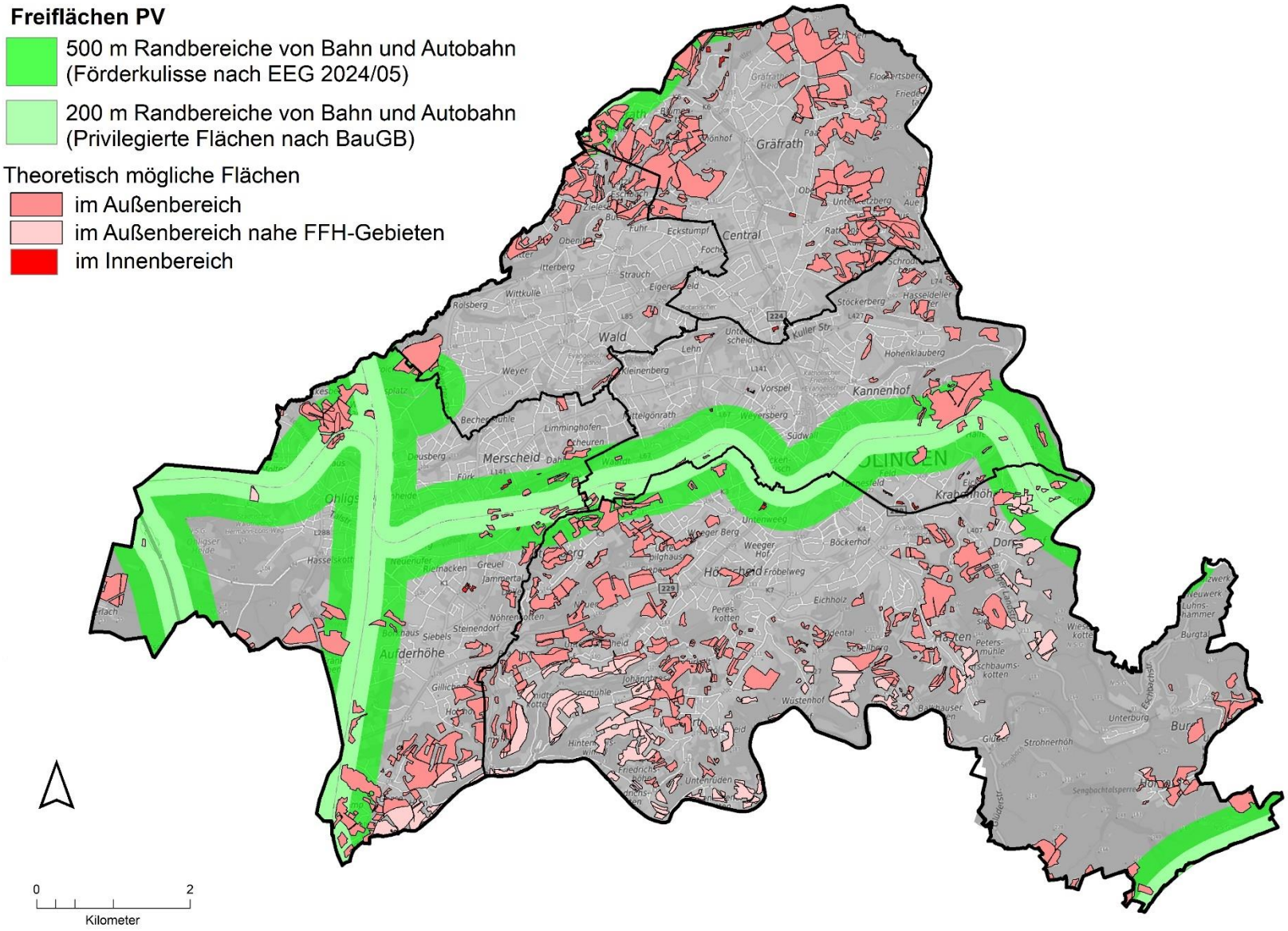


Abbildung 55: Mögliche Flächen für Freiflächen-PV nach [18], theoretisches Potenzial

4.3.11 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 [22] durchgeführt, bei der Flächen gemäß einem Kriterienkatalog zur Windstromerzeugung ausgeschlossen wurden. Relevante Kriterien waren beispielsweise ein Abstand von 700 m zu allgemeinen Siedlungsbereichen. Einen pauschalen Mindestabstand von Windenergieanlagen zu Wohngebieten gibt es in NRW nicht.

Die Studie kommen zu dem Ergebnis, dass im Stadtgebiet Solingen keine Flächen zur Erzeugung von Windstrom existieren. Dies ergibt sich insbesondere aus der stark zersiedelten Bebauungsstruktur. Wenige Flächen im Stadtteil Burg, welche weit genug von Siedlungen entfernt wären, liegen in Natur- und Wasserschutzgebieten und sind somit ebenfalls als Potenzialflächen ausgeschlossen. Insgesamt beträgt das Windstrompotenzial in Solingen somit 0 GWh/a.

4.3.12 Wasserkraft

Im Stadtgebiet Solingen gibt es eine Wasserkraftanlage. Sie liegt im Osten der Stadt am Müngstener Brückenweg an der Wupper und verfügt über eine Leistung von 176 kW. Bei einer für Wasserkraftanlagen typischen mittleren jährlichen Auslastung von 4.000 h/a beträgt die rechnerische Stromerzeugung der Anlage rd. 700 MWh/a. Dies entspricht ca. 0,5 ‰ des Energiebedarfs im Wärmemarkt Solingen.

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 [23].

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

4.4 Gesamtpotenzial

Die folgende Tabelle fasst die bis hierher ermittelten Potenziale zusammen.

	Theoretisches Potenzial [GWh/a]	**Technisches Potenzial** [GWh/a]	**Erwartbares Potenzial** [GWh/a]
Energieeinsparung			
Wärmebedarfsreduktion	nicht quantifiziert	629	436
Wärmequellen (dezentral)			
Oberflächennahe Geothermie	1.490	404	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Umgebungsluft	nicht quantifiziert	700	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Dachflächen-Solarthermie	1.513	124	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Wärmequellen (zentral)			
Tiefe Geothermie	0	0	0
Mitteltiefe Geothermie	23	Flächenpotenziale in oberflächennaher Geothermie enth.	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Flusswasserwärme	615	350	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Klärwasserwärme	175	105	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Abwasserwärme	17	10	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Unvermeidbare Abwärme	155 (inkl Abwärme MVA)	5 (nur Industrie, da Abwärmenutzung MVA nur bei Ausbau der Fernwärmeversorgung)	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Biomasse	10	10	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Wasserstoff	Kein Wasserstoffpotenzial für die Wärmeversorgung absehbar, Wasserstoffverteilnetz nicht vorgesehen.		
Freiflächen-Solarthermie	2.564	95	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Stromquellen			
Dachflächen-Photovoltaik	412	412	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Freiflächen-Photovoltaik	907	36	Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Windenergieanlagen	0	0	0
Wasserkraftanlagen	0	0	0

Tabelle 27: Zusammenfassung der ermittelten Potenziale

Die Auswertung zeigt, dass in Solingen 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 56. Die

Beantwortung der Frage, welche Potenziale in welchem Umfang zukünftig zur zentralen und dezentralen Wärmeerzeugung genutzt werden können, ist Teil des Zielszenarios in Kapitel 5.

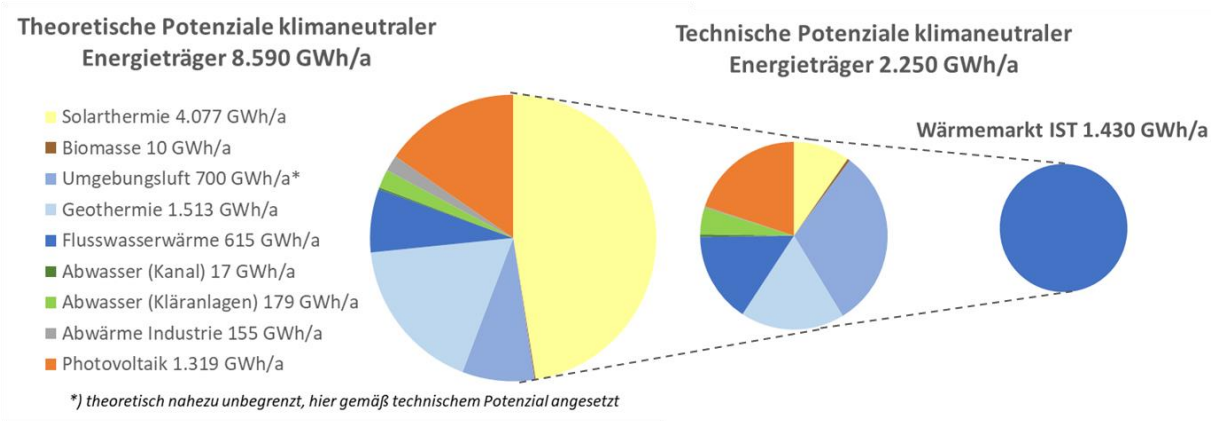


Abbildung 56: Gegenüberstellung des theoretischen und des technischen Potenzials im Vergleich zum Wärmemarkt IST

4.5 Rückmeldungen und Anregungen aus der Bevölkerung zur Bestandsanalyse und Potenzialanalyse

Im Rahmen der Offenlage wurden vereinzelte Fragen von den Bürger:innen der Stadt Solingen gestellt. Diese konzentrierten sich auf Fragen zum Gebäudeenergiegesetz sowie zum Ausbau des Fernwärmenetzes an einer bestimmten Adresse.

Das Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland hat auf das Erfordernis der denkmalrechtlichen Erlaubnis bei Erdarbeiten im Bereich von Bodendenkmälern hingewiesen. Dies ist auf der Ebene der Wärmeplanung noch nicht relevant. Ferner hat der Bergisch-Rheinische Wasserverband darauf hingewiesen, dass im Rahmen der Nutzung von Abwasserwärme aus Klärwerken die nutzbare Temperaturspanne und die Einleittemperaturen nach der Wärmenutzung genehmigungsrechtlich mit der Aufsichtsbehörde der Bezirksregierung angestimmt werden müssen.

Die Prüf- und Genehmigungserfordernisse aus dem Denkmalrecht, dem Naturschutzrecht, dem Wasserrecht usw. sind selbstverständlich im Zuge weiterführender Planungen zu berücksichtigen

Insgesamt sind keine abwägungsrelevanten Rückmeldungen eingegangen.

5 Zielszenario

5.1 Methodik

Das Zielszenario baut auf den Erkenntnissen aus den vorhergehenden Schritten - der Eignungsprüfung (siehe Kap. 2), der Bestandsanalyse (siehe Kap. 3) sowie der Potenzialanalyse (siehe Kap. 4) auf (siehe § 14 bis 16 WPG) und ist das Bindeglied zur Umsetzungsstrategie und den abzuleitenden Maßnahmen (siehe Kap. 6) und es fließt auch in die Zielnetzplanung der Netze Solingen ein (vgl. Unterkapitel 5.7).

Das Zielszenario schließt sowohl bedarfsseitige Entwicklungen als auch Versorgungsszenarien mit Änderungen der Beheizungsstruktur ein und sollen gem. [1] auch die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 und somit auch der Pfad zur Treibhausgasneutralität dargestellt werden.

Für die Interpretation der Ergebnisse ist es wichtig, dass ein Szenario immer im Kontext der Prämissen zu verstehen ist und mögliche Entwicklungen der Zukunft in sich schlüssig und konsistent beschreibt. Szenarien stellen also hypothetische Folgen von Ereignissen und Randbedingungen auf, die sich im Zeitverlauf aber auch ändern können.

Das hier gezeigte Zielszenario baut auf den heute (Anfang 2025) absehbaren Randbedingungen hinsichtlich der beschriebenen technischen Potenziale in Solingen, der Energiemärkte und der regulatorischen wie ordnungsrechtlichen Randbedingungen auf, es ist also kein Extremszenario im Sinne eines Best Case / Worst Case Szenarios, sondern ein Trendszenario, das aber klar auf das vorgegebene Ziel einer Treibhausneutralität fokussiert ist.

Methodisch beruht die Entwicklung der Szenarien auf der im Leitfaden Wärmeplanung [1] vorgegebenen Arbeitsweise:

- Festlegung der für Solingen relevanten Randbedingungen unter Einbeziehung der Prämissen aus der Akteursbeteiligung.
- Wahl eines Sanierungsszenarios und Ableitung des zukünftigen Wärmebedarfes unter Berücksichtigung gebäudescharfer Annahmen zur Sanierungstiefe. Wie in Kapitel 4.2.1 hergeleitet, wird für Solingen ein ambitioniertes Sanierungsszenario gewählt.
- Strukturierung des Versorgungsgebietes anhand von Eignungs- und Versorgungsgebieten für die verschiedenen in Betracht kommenden Technologien und Festlegung von lokalen Ausschlusskriterien bestimmter Optionen.
- Ableitung und Simulation von Anschlussgraden und Umstellungen auf klimafreundliche Heizungsoptionen.
- Erstellung der Endenergiebilanz für die Zieljahre 2030, 2035, 2040 und 2045 sowie kartografische Darstellung.
- Ableitung der CO_2-Bilanz anhand der vorgegebenen CO_2-Faktoren für verschiedenen Energieträger.

Im Ergebnis stellt das Szenario eine bis auf Adressebene spezifizierte Zielplanung dar, in der bis 2045 jeder Wärmeverbraucher klimaneutral versorgt wird. Dies kann durch Anschluss an ein Wärmenetz, dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen und Umweltenergie oder in Einzelfällen auch mit Feuerungsanlagen mit synthetischen oder biogenen Brennstoffen erfolgen.

Eine flächige Versorgung mit Wasserstoff bzw. eine damit einhergehende Definition von Wasserstoffausbaugebieten wird, unter Berücksichtigung des aktuellen Informationsstandes zur Ausbauplanung des Wasserstoffkernnetzes in Deutschland, für Solingen nicht vorgeschlagen (siehe Kap. 4.3.7).

Ableitung von Wärmenetzgebieten

Wärmenetze stellen einen wichtigen Baustein auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung dar. Insofern sind Analysen über die Möglichkeiten zur Steigerung des Anteils der netzgebundenen Wärmeversorgung Bestandteil einer jeden kommunalen Wärmeplanung.

Wie bereits einleitend dargestellt, unterscheidet das Wärmeplanungsgesetz vier verschiedene Kategorien von Wärmeversorgungsgebieten: Wärmenetzgebiete - Wasserstoffnetzgebiete – Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung und Prüfgebiete (siehe Kap. 1.1).

ARTEN DER ERSCHLIESSUNG VON WÄRMENETZGEBIETEN

Der folgende Abschnitt fokussiert Beschreibungen zur Erschließung von Wärmenetzgebieten. Dabei wird grundsätzlich zwischen Maßnahmen zur Verdichtung einerseits und der Erweiterung des Wärmenetzes andererseits unterschieden.

Verdichtung

Unter Verdichtung wird der Anschluss zusätzlicher Kunden an bereits bestehende Verteilleitungen des Wärmenetzes verstanden. Dies erhöht die Anschlussquote und damit die Absatzdichte, d. h. der Absatz kann ohne zusätzlichen Verteilleitungsbau gesteigert werden.

Ausbau/Erweiterung

Unter Netzerweiterung wird die Erschließung von Straßen bzw. Straßenzügen mit neuen Wärmeverteilleitungen ausgehend von bestehenden Wärmenetzen verstanden. Damit wird das Gebiet, in dem Wärmeversorgung stattfinden kann vergrößert (Netzausbaugebiet). Der Ausbau ist zumeist mit einer Integration weiterer Wärmequellen verbunden.

Neubau

Unter Neubau wird die Errichtung eines neuen Wärmenetzes, sprich die Erschließung von Straßen bzw. Straßenzügen mit neuen Wärmeverteilleitungen verstanden. Damit wird das Gebiet, in dem Wärmeversorgung stattfinden soll, neu erschlossen (Netzneubaugebiet). Der Neubau ist mit einer Erschließung neuer Wärmequellen verbunden.

Die Ableitung der Wärmenetzgebiete folgt lt. WPG einem zweistufigen Ansatz:

1. Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete in den Stützjahren nach §18 WPG
2. Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach §19 WPG – dazu gehört insb. die Bewertung der Eignung von Gebieten für Wärmenetze

Zur Bewertung und Einteilung werden Indikatoren und Kriterien herangezogen, welche die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen indirekt abbilden: So ist für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes neben einer entsprechend kostengünstigen Wärmeerzeugung auch ein möglichst kosteneffizienter Netzbetrieb erforderlich. Eine hohe Absatzliniendichte, also Wärmeabsatz je Netzlänge, führt zu niedrigen Netzverlusten und zu günstigeren Netzkosten bezogen auf die Wärmemenge. Dabei umfassen die Netzkosten sowohl die Investitionskosten zur Errichtung des Wärmenetzes als auch die laufenden Kosten für dessen Betrieb. Somit sollten Wärmenetze vorwiegend in Gebieten mit hohen Wärmeliniendichten betrieben werden und es sollte ein möglichst großer Anteil der Gebäude im Wärmenetzgebiet angeschlossen werden, also eine hohe Anschlussquote erreicht werden. Neben den Kosten für die Verteilleitungen sind auch die Anschlusskosten für die Gebäude relevant. Aufgrund hoher Fixkosten für die Verlegung der Hausanschlussleitung sind große Wärmeverbraucher spezifisch (bezogen auf den Wärmeabsatz) günstiger an ein Wärmenetz anzuschließen als kleine. Somit ergeben sich folgende Kriterien, die für die Analysen zur Ermittlung der Möglichkeiten zum Ausbau der Wärmenetze herangezogen werden können:

- Hohe Wärmeliniendichte,
- Vorhandene Wärmequellen,
- Große Verbraucher,
- Hohe erwartbare Anschlussquote.

Bezüglich des Kriteriums **Wärmeliniendichte** gibt der Leitfaden Wärmeplanung [1] in Bestands-Quartieren einen Mindestwert von 1.500 kWh/lfm an. Aus der Praxiserfahrung der Gutachter:innen wie auch der beteiligten Energieversorger, v.a. hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, der Umsetzbarkeit mit begrenzten Baukapazitäten und Fachkräften, ist dies – insbesondere für eine Anwendung in großen Städten - jedoch ein sehr niedriger Wert. Im Folgenden wird deshalb als Mindestwert von 2.500 kWh/lfm bezogen auf das Jahr 2035 zur Eingruppierung eines Gebiets in die Klasse „wahrscheinlich geeignet“ und ein Mindestwert von 5.000 kWh/lfm zur Eingruppierung eines Gebiets in die Klasse „sehr wahrscheinlich geeignet“ gewählt.

Um ein Gebiet, welches wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich für Wärmenetze geeignet ist, als voraussichtliches Wärmenetzgebiet ins Zielszenario aufzunehmen, sollten **Wärmequellen** vorhanden sein, welche sich zur Integration in das bestehende Netz oder zur Erschließung im Rahmen eines neu zu errichtenden Netzes eignen.

Bzgl. der Verbrauchergröße wird kein Mindestwert gewählt. In der Modellierung des Wechsels von fossilen zu erneuerbar betriebenen Heizungstechnologien, werden größere **Verbraucher** mit einer höheren Wahrscheinlichkeit an ein Wärmenetz angeschlossen.

Ein weiteres oben genanntes Kriterium ist eine hohe **Anschlussquote**. Diese ist v.a. dort zu erwarten, wo Alternativen für die Endkunden schwierig oder nur sehr aufwendig umsetzbar sind. GEG-konforme Alternativen zur Anbindung an ein Wärmenetz wären z.B. Wärmepumpen mit der Nutzung von Luft- oder Erdwärmesonden als Wärmequellen. Diese sind aufgrund von Platzbeschränkungen und Immissionsrichtwerten nach TA Lärm im eng bebauten Raum, wie z.B. in dichten Innenstädten, oft schwierig oder gar nicht umsetzbar. Es lässt sich zusammenfassend und vereinfachend sagen, dass Wärmenetze in eng bebauten Gebieten mit älterem, wenig sanierten Gebäudebestand in der Zukunft meist mit einer hohen Anschlussquote rechnen können, wobei Gebiete mit hohem Anteil an dezentralen Heizungen (Gasetagenheizungen) besonders herausfordernd sind.

5.2 Wärmeversorgungsgebiete

Auf Grundlage des Wärmeplanungsgesetzes wurde das Stadtgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Abbildung 58 bildet diese sowie die bestehenden Wärmenetze kartografisch ab. Die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete wurden aus der zuvor bottom-up und anhand der Wärmeliniendichte ermittelten Eignung für Wärmenetze sowie unter Einbezug der möglichen vorhandenen und priorisiert zu erschließenden Wärmequellen zur Versorgung von Wärmenetzen definiert.

Abbildung 57 zeigt die Eignungsgebiete für Wärmenetze, welche basierend auf der oben beschriebenen Methodik, sprich anhand der Wärmeliniendichte im Stützjahr 2035 des ambitionierten Sanierungsszenarios, ermittelt wurden.

Als voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Stadtgebiet Solingen wurden folgende Gebiete abgeleitet, vgl. Abbildung 58:

- Das **Wärmenetzgebiet** umfasst Gebiete sehr wahrscheinlicher Eignung und Gebiete mit wahrscheinlicher Eignung für Wärmenetze in der Nähe von geeigneten Wärmequellen. Die Größe der Wärmenetzgebiete wurde anhand der zur Verfügung stehenden Wärmequellen für eine zentrale Versorgung abgeleitet. Für alle diese Gebiete wird im Rahmen des Zielszenarios eine Erschließung durch Wärmenetze bis 2045 angenommen.

  - Das ***Wärmenetzgebiet Mitte*** umfasst die Bereiche des bestehenden Netzes der Technischen Betriebe Solingen sowie große Teile der Innenstadt von Solingen Mitte. Im Süden wird das Gebiet durch die Bahntrasse Solingen – Remscheid begrenzt. Als Wärmequellen in diesem Bereich stehen das MHKW sowie u.U. einige größere für Geothermie geeignete Freiflächen zur Verfügung (nähere Ausführungen dazu in Kap. 5.2.1).
  - Das ***Wärmenetzgebiet Ohligs*** beinhaltet weite Teile der Innenstadt Ohligs und dehnt sich nach Osten hin über die Bahntrasse/Hauptbahnhof hinweg aus. Das Gebiet befindet sich in der Nähe der Kläranlage Ohligs, welche als hauptsächliche Wärmequelle angenommen wird. Im Südwesten erstreckt sich das Gebiet bis hin zum bestehenden Holz-Heizwerk der SW SG am Standort der Lebenshilfe Solingen (nähere Ausführungen dazu in Kap. 5.2.1).
  - Gebiete mit darin enthaltenen bestehenden, kleineren Wärmenetzen werden hier ebenfalls ausgewiesen und im Folgenden als ***kleinere Wärmenetzgebiete*** bezeichnet. Diese beinhalten demnach keine Empfehlung des Gutachtens, sondern bilden vorhandene Bestandsgebiete ab.
- **Prüfgebiete**: Einige Gebiete werden als Prüfgebiete für Wärmenetze ausgewiesen. Da die Eignung noch nicht abschließend bewertet werden kann, werden diese Gebiete zur näheren Prüfung der Wärmenetz-Ausbaumöglichkeiten und deren Ausarbeitung empfohlen.
  - In Solingen: Alle weiteren Gebiete aus der Eignungsklasse „wahrscheinlich“ für Wärmenetze geeignet
- **Dezentrale Versorgungsgebiete** sind alle übrigen Stadtteile und Quartiere. In diesen Gebieten kommen überwiegend dezentrale Lösungen zum Einsatz. Dies können alle GEG-konformen Versorgungslösungen, wie Wärmepumpen, Biomassekessel, Solarthermie- oder Hybridheizungen sein. Weiterhin ist zu beachten, dass auch sogenannte Gebäudenetze, sprich Wärmenetze mit bis 16 Gebäuden bzw. bis zu 100 Wohneinheiten, im Sinne des Wärmeplanungsgesetzes als dezentrale Versorgungsoption gelten.
- **Wasserstoffnetzgebiete** werden nicht ausgewiesen (siehe Kap. 4.3.7).

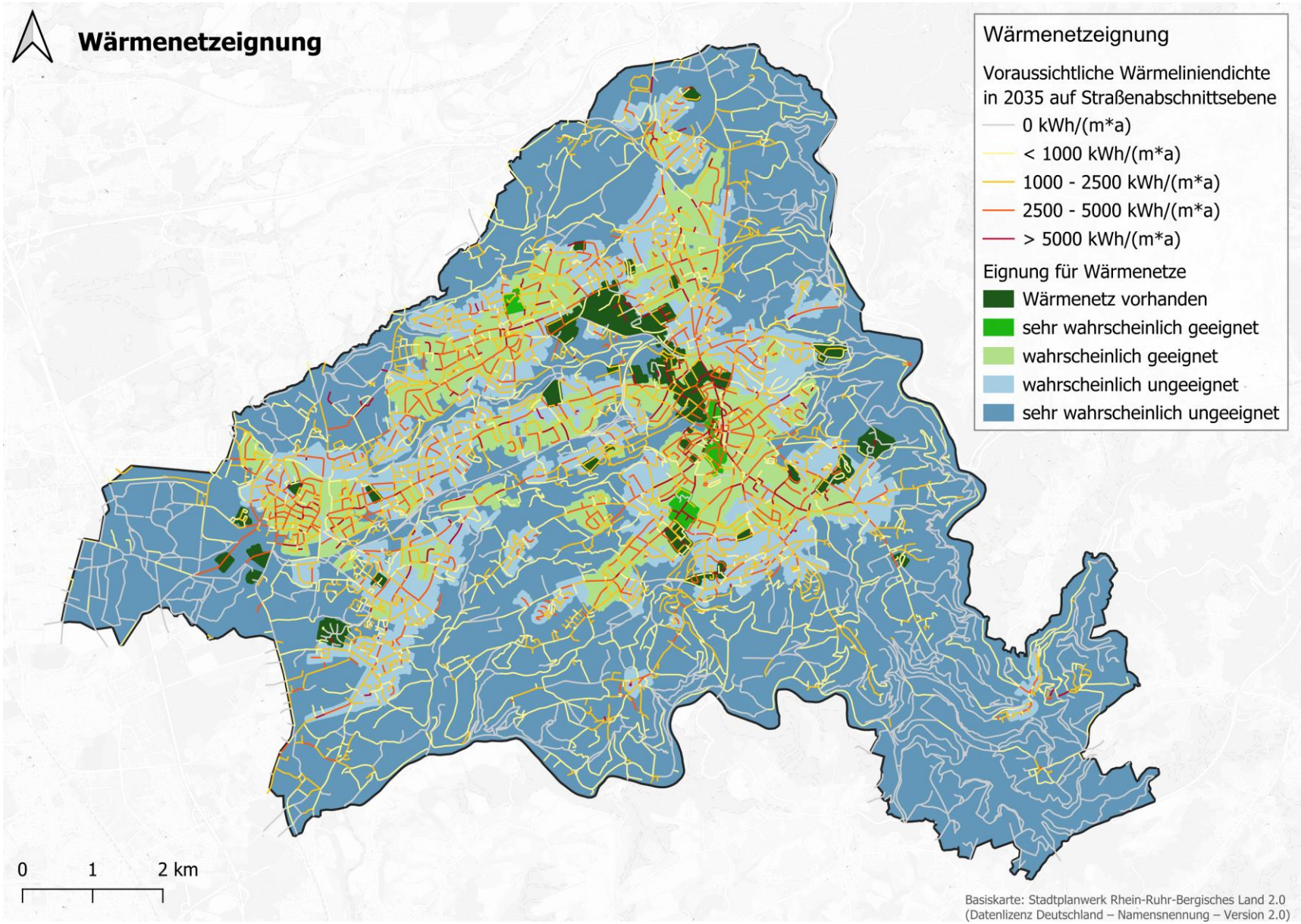


Abbildung 57: Eignungsgebiete für Wärmenetze

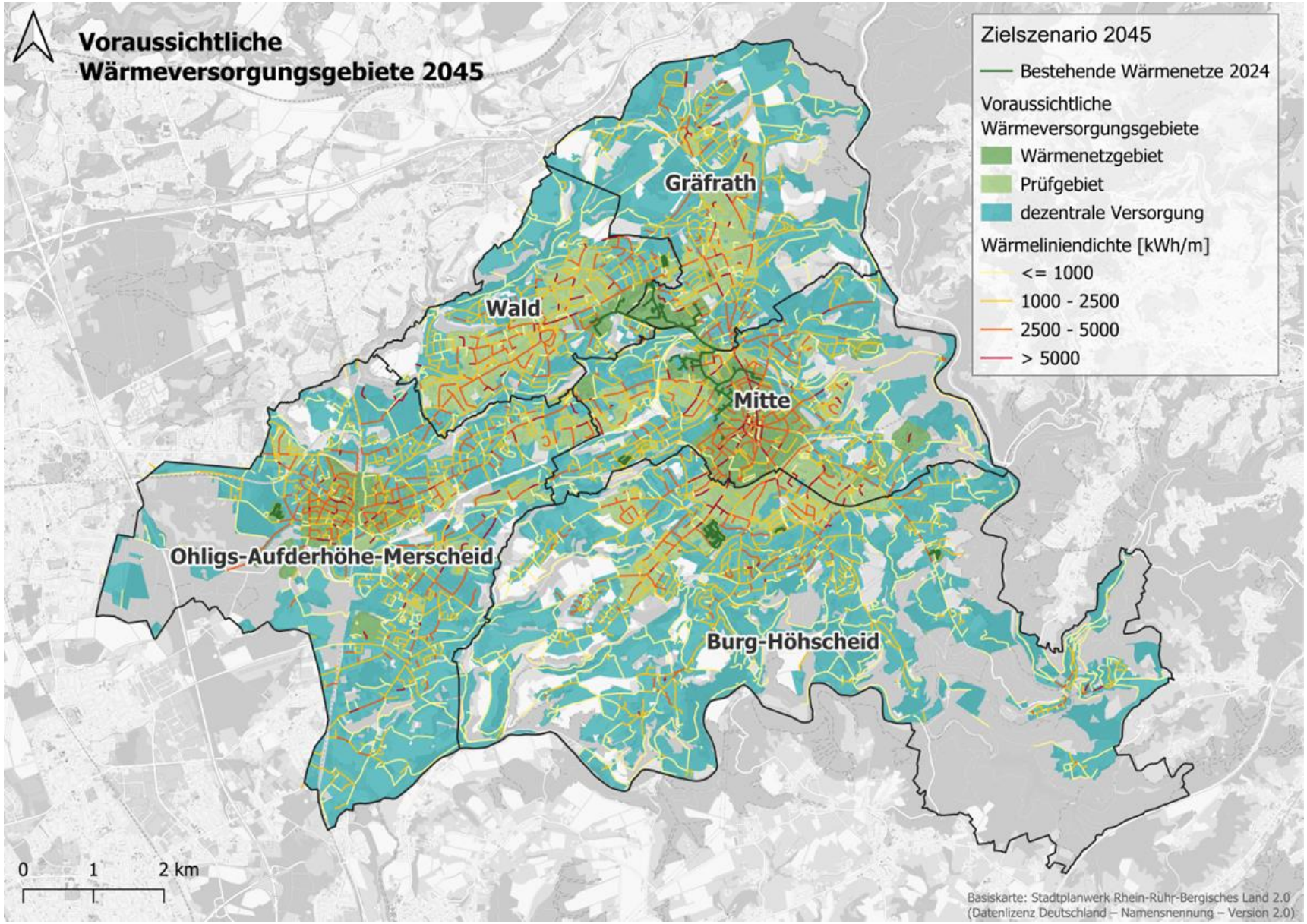


Abbildung 58: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete 2045

5.2.1 Wärmenetzgebiete

Die im Folgenden skizzierten Vorschläge für Versorgungslösungen wurden mit den Wärmenetztreibern TBS und den SW SG diskutiert, verstehen sich aber vorbehaltlich der nachgelagerten detaillierten Untersuchung auf technisch-wirtschaftliche, organisatorische und finanzielle Machbarkeit, die Verfügbarkeit von Flächen und die Genehmigungsfähigkeit.

Für das **Wärmenetzgebiet Mitte** (Fernwärmenetz der TBS) wird im Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung eine Verdichtung der Anschlüsse am bestehenden Netz sowie ein starker Ausbau angenommen.

Zur Erzeugung der Fernwärme wird unterstellt, dass die Wärmeerzeugerkapazität im MHKW erweitert und neue Wärmequellen erschlossen werden können. Das im Folgende beschriebene künftige Erzeugungsportfolio wurde mit TBS diskutiert und muss im Nachgang zur KWP im Rahmen vertiefender Untersuchungen (Trafoplan) geprüft und detailliert werden.

- MHKW der TBS:
  Die Anlage dient in erster Linie der Verwertung von Siedlungsabfällen. Das Energieaufkommen aus dem Abfall wird heute überwiegend zur Stromerzeugung genutzt, die Wärmeauskopplung von jährlich rd. 42 GWh/a (inkl. Netzverluste, Wärmeabsatz derzeit rd. 38 GWh/a) für das bestehende Netz spielt eine untergeordnete Rolle.
  Zur Erweiterung der Wärmeauskopplungsleistung müsste die stromorientierte Fahrweise in eine kombinierte wärme- und stromgeführte Fahrweise geändert werden. Dies würde den Umbau bestehender Dampfturbinen (falls möglich) bzw. eine neue reine Gegendruck-Dampfturbine als „Winterturbine“ erfordern. Im Winterhalbjahr würde damit die Stromerzeugung zugunsten erhöhter Wärmeauskopplung deutlich zurückgehen. Mit einer neuen Gegendruck-Dampfturbine mit 40 t/h Schluckvermögen könnte die KWK-Wärmeleistung von derzeit 16-18 MW auf rd. 30 MW gesteigert werden.
  Die Stromeinbuße durch erhöhte Wärmeauskopplung würde selbstverständlich zu Einbußen der Umsatzerlöse des MHKW führen, die durch zusätzliche Erlöse aus dem erhöhten Fernwärmeabsatz ausgeglichen werden müssten.
  Um die Anlage langfristig im Grund- und Mittellastbereich einzusetzen, müssten Spitzenkessel in der Größenordnung von mindestens 10 MW zugebaut werden. Im Übergangszeitraum bis 2045 könnten dies Heizöl- bzw. Erdgas-/Biomethankessel sein, langfristig sollten diese aber aufgrund des Ziels der vollständig klimaneutralen Erzeugung elektrisch beheizt sein, da Wasserstoff für gasbeheizte Kessel am Standort Solingen voraussichtlich nicht verfügbar sein wird.
  Die räumliche Situation am Standort des MHKW ist sehr beengt. Für die Installation weiterer Spitzenkesselleistung müssten auf jeden Fall mögliche dezentrale Standorte einbezogen werden. – z.B. am Standort Klinikum oder auch im Zuge des Fernwärme-Ausbaus im Bereich des Südnetzes. Angesichts der in der südlichen Innenstadt entstehenden Wohnbaugebiete auf dem Gebiet des ehemaligen Sparkassenhauptgebäudes und im Bereich des ehemaligen OMEGA-Geländes könnten auch Stützheizenergiestandorte für das Südnetz mit in die Bauleitplanungen aufgenommen werden.
  Der Zubau eines großen Heißwasserwärmespeichers zum Ausgleich von Spitzenlasten und Verstetigung der Wärmeauskopplung im Tagesverlauf und ggf. auch ein saisonaler Wärmespeicher könnten sinnvoll sein. Eine Standortprüfung und Dimensionierung können im Zuge der Wärmeplanung jedoch nicht vorgenommen werden.
  Insgesamt wird davon ausgegangen, dass bei Ausbau der Wärmeauskopplung des MHKW und unter Einbezug der ergänzenden Spitzenerzeugung die jährliche Wärmeerzeugung auf bis zu 115 GWh/a gesteigert werden könnte, was insgesamt einer Verdreifachung entsprechen würde.

- Um die Wärmegrund- und -mittellasterzeugung weiter zu erhöhen und die zentrale Wärmeversorgung für die Innenstadt zu ermöglichen, müssten zusätzlich erneuerbare Energiequellen im näheren Umfeld des Wärmenetzes erschlossen werden. Im Netzgebiet befinden sich Potenzialflächen von rd. 12,5 ha, eine tiefergehende Eignungsprüfung der Flächen muss nachgelagert im Anschluss an die KWP erfolgen. Im Weiteren wird unterstellt, dass 50 % dieser Flächen für eine Nutzung durch Erdsonden erschlossen werden können. Bei oberflächennaher Erschließung bis in 100 m Tiefe beläuft sich die maximale Entzugsleistung auf rd. 4,5 MW. Bei einer jährlichen Nutzung von 3.500 h/a wird von einem Wärmeerzeugungspotenzial mittels nachgeschalteter Wärmepumpen von insgesamt rd. 25 GWh/a ausgegangen.

In Summe ergibt sich damit ein Wärmeerzeugungspotenzial von rd. 140 GWh/a für den langfristigen Ausbau des Wärmenetzes Solingen Mitte. Für die Validierung und Präzisierung der hier getroffenen Annahmen und die zur tiefergehenden Analyse und Auslegung des zukünftigen Erzeugerportfolios wird die Erstellung eines Transformationsplanes für das Wärmenetz Mitte empfohlen (siehe dazu weitere Ausführungen in Abschnitt 6.1.2).

Im Zieljahr 2045 der kommunalen Wärmeplanung besitzt das Wärmenetz Mitte eine Länge von etwa 32 km. Davon liegen etwa 22 km im südlichen Ausbaugebiet rund um die Innenstadt. Dies bedeutet eine Steigerung der Trassenlänge um mehr als den Faktor 3. Dabei ist anzumerken, dass es sich nicht um reinen Trassen“ausbau“ handelt, sondern das Bestandsnetz Süd durch Paralleltrassen zu verstärken und zu vermaschen ist, um die massiv anwachsende Wärmeabnahme hydraulisch versorgen zu können.

Die Realisierung der Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen im MHKW als auch zusätzlicher regenerativer Erzeugungsanlagen und des massiven Netzausbaus wären mit **erheblichen Investitionen im zweistelligen Millionenbereich** verbunden. Voraussetzung für die Umsetzbarkeit ist daher die Refinanzierung der Investitionen und der Stromerlöseinbußen im MHKW aus den Erlösen der Wärmelieferung an die bestehenden und neuen Wärmekunden.

Unter der Annahme einer Anschlussquote von 70 % bezogen auf die Anzahl der Anschlüsse und bis zu 90 % bezogen auf den Wärmebedarf, würden etwa 1.200 Gebäude (insbesondere Mehrfamilienhäuser in verdichteter Innenstadtlage) an das Wärmenetz angebunden. Die entsprechenden zusätzlichen Hausanschlussleitungen messen eine Länge von rd. 12 km. Bei Erschließung aller oben beschriebenen Gebiete beträgt der am Wärmenetz Mitte anliegende Wärmebedarf im Zieljahr 2045 etwa 130 GWh/a.

Sowohl die technische Gestaltung der Erzeugungsanlagen und des künftigen Wärmenetzes als auch die wirtschaftliche Machbarkeit müssen im Rahmen nachgelagerter Untersuchungen detailliert geprüft werden. Hierfür bietet sich insbesondere die Erarbeitung eines Transformationsplanes gem. Förderrichtlinie des BEW an, der sowohl die Erweiterung der Erzeugungsanlagen als auch des Netzes inkl. hydraulischer Netzberechnungen umfassen muss (siehe Abschnitt 6.1.2).

Beim ***Wärmenetzgebiet Ohligs*** handelt es sich um ein Netzneubaugebiet. Zur Erzeugung der Wärme müssten neue Wärmequellen erschlossen werden unter Einbeziehung bestehender Erzeuger. Das zukünftige Erzeugungsportfolio setzt sich wie folgt zusammen:

- Nutzung der Wärme aus dem Klarwasserablauf der Kläranlage Ohligs
  Die Kläranlage Ohligs liegt rd. 800 m nordwestlich des Innenstadtbereichs des Stadtbezirks Ohligs. Gemäß der mit dem Bergisch-Rheinischen Wasserverband abgestimmten Potenzialanalyse beläuft sich das für eine zentrale Wärmeversorgung technisch nutzbare Abwasserwärmepotenzial am Klarwasserablauf der Kläranlage auf rd. 83,7 GWh/a (vgl. Tabelle 20).
  Bei Nutzung der Klarwasserabwärme über 4.000 Vollbenutzungsstunden jährlich ergibt sich eine durchschnittliche Abwärmeleistung von 20 MW. Bei Installation einer

Wärmepumpen-Anlage zur Nutzbarmachung für ein Wärmenetz-Temperaturniveau von bis zu 85° C könnte aus der Abwärme der Kläranlage eine Wärmeleistung von bis zu 32 MW bereitgestellt werden.
Die Platzverhältnisse im Bereich der Kläranlage sind beengt, so dass zunächst die Realisierbarkeit der Wärmepumpenanlage am Standort Kläranlage mit einer Wärmetransportleitung zur Ohligser Innenstadt geprüft werden muss. Alternativ könnte das Klarwasser über eine Transportleitung zum Rand der Ohligser Innenstadt hochgepumpt und nach Nutzung in einer auf einem noch zu identifizierenden geeigneten Grundstück (Flächenbedarf rd. 0,3 bis 0,4 ha) installierten Wärmepumpe wieder zurückgeleitet werden. Dies wäre jedoch mit einem erheblichen Pumpstromaufwand verbunden. Beide Varianten müssen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie geprüft und gegenübergestellt werden.
Zusätzlich zur Wärmepumpenanlage müssen eine Spitzenkesselanlage (langfristig E-Kessel) sowie die Druckhaltung und Netzumwälzung für das neue Wärmenetz Ohligs installiert und die Ohligser Innenstadt über ein neues Wärmenetz von Norden her erschlossen werden.
Insgesamt wird im Folgenden von einer jährlichen Wärmeerzeugungskapazität von 45 bis 50 GWh/a ausgegangen.

- Im Süden des Stadtbezirks Ohligs betreiben die SW SG ein Wärmenetz zur Versorgung der ehemaligen St. Lukas Klinik, des St. Joseph-Altenheims und des städtischen Verwaltungsgebäudes Bonner Straße. Die Wärmeerzeugung für dieses Netz erfolgt vorrangig in einer Holz-Hackschnitzelanlage am Standort der Lebenshilfe Solingen in der Langhansstraße, sowie Erdgasstützkessel im städtischen Verwaltungsgebäude. Mit der Schließung der St. Lukas Klinik hat sich durch Wegfall des größten Wärmeabnehmers die Wärmeabnahme deutlich reduziert. Damit steht freie regenerative Erzeugungskapazität zur Wärmeversorgung der Innenstadt Ohligs von Süden her zur Verfügung.
  Ein Wärmeverbund mit dem Netz Innenstadt Ohligs würde für beide Netze deutliche Synergien bieten und muss im Rahmen der auf die Wärmeplanung folgenden Machbarkeitsstudien grundsätzlich geprüft werden (siehe dazu auch Abschnitt 6.1.2).

Im Zieljahr 2045 der kommunalen Wärmeplanung besitzt das Wärmenetz Ohligs eine Länge von etwa 19 km. Unter der Annahme einer Anschlussquote von 70 % bezogen auf die Anzahl der Anschlüsse und bis zu 90 % bezogen auf den Wärmebedarf, werden etwa 1.000 Gebäude an das Wärmenetz angebunden. Die entsprechenden zusätzlichen Hausanschlussleitungen messen eine Länge von rd. 10 km. Bei Erschließung aller oben beschriebenen Gebiete beträgt der am Wärmenetz Ohligs anliegende Fernwärmebedarf im Zieljahr 2045 etwa 41 GWh/a.

Die Realisierung der neuen Erzeugungsanlagen und des Verteilnetzes wären mit **erheblichen Investitionen im zweistelligen Millionenbereich** verbunden. Voraussetzung für die Umsetzbarkeit ist daher die Refinanzierung der Investitionen und des Stromeinsatzes für die Wärmeerzeugung aus den Erlösen der Wärmelieferung an die neuen Wärmekunden.

Für die vorhandenen ***kleineren Wärmenetzgebiete*** wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung angenommen, dass diese bestehen bleiben und ggf. ein Wechsel der erdgasbasierten Wärmeerzeugung auf Erd- und Luftwärmepumpen erfolgt. Seitens der Stadt wird hierzu ein Austausch mit den Anbietern der kleineren Wärmenetze, dort, wo dieser noch nicht besteht, aufzunehmen sein.

5.2.2 Teilgebiete und Quartierslösungen

Im Rahmen der Potenzialanalyse und nach Abstimmung mit der planungsverantwortlichen Stelle wurden für vier Fokusquartiere Wärmenetzlösungen detaillierter analysiert. Kriterien bei der Auswahl der Quartiere waren:

- Gebiete mit hoher Wärmeliniendichte, die aber außerhalb der im KWP dargestellten Wärmeversorgungsgebiete liegen,
- Gebiete, die auf andere Gebiete adaptierbar sind und daher Pilotcharakter haben können.

Zudem sollten die Gebiete unterschiedliche Gebäudestrukturen, Eigentümerstrukturen, Wärmebedarfe etc. abbilden, um durch die Bandbreite entsprechende Erkenntnisse zu gewinnen. Deshalb wurden folgende weitere Kriterien berücksichtigt:

- Gebiete mit kommunalem Gebäudebestand,
- Gebiete mit besonderen Akteursstrukturen, z.B. mit Gebäudebestand von Wohnbaugesellschaften oder speziellen Gewerbestrukturen sowie
- Gebiete, die aufgrund lokaler Gegebenheiten vor besonderen Herausforderungen bei der Transformation stehen.

Identifiziert wurden folgende Fokusquartiere (vgl. Abbildung 59):

Fokusquartier Walder Stadion:

- Gemischt bebautes Gebiet im Stadtbezirk Wald mit Mehrfamilienhausbebauung, Schulgebäuden und Sportplatz als mögliche Fläche für Erdsonden.

Fokusquartier Hoffeld:

- Reines Wohnquartier im Stadtbezirk Solingen Mitte mit rd. 50 Mehrfamilienhäusern des Solinger Spar- und Bauvereins aus den 1960er-Jahren, die zur Sanierung vorgesehen sind.

Fokusquartier Bülowplatz:

- Wohnquartier in der Nähe des Bülowplatzes im Stadtbezirk Burg-Höhscheid als geschlossener Baublock mit kleineren und mittleren Mehrfamiliengebäuden und Doppelhäusern überwiegend aus den Vorkriegsjahren bis in die 1960er-Jahre.

Fokusquartier Dycker Feld:

- Großes Gewerbegebiet, zentral gelegen im Stadtbezirk Gräfrath.

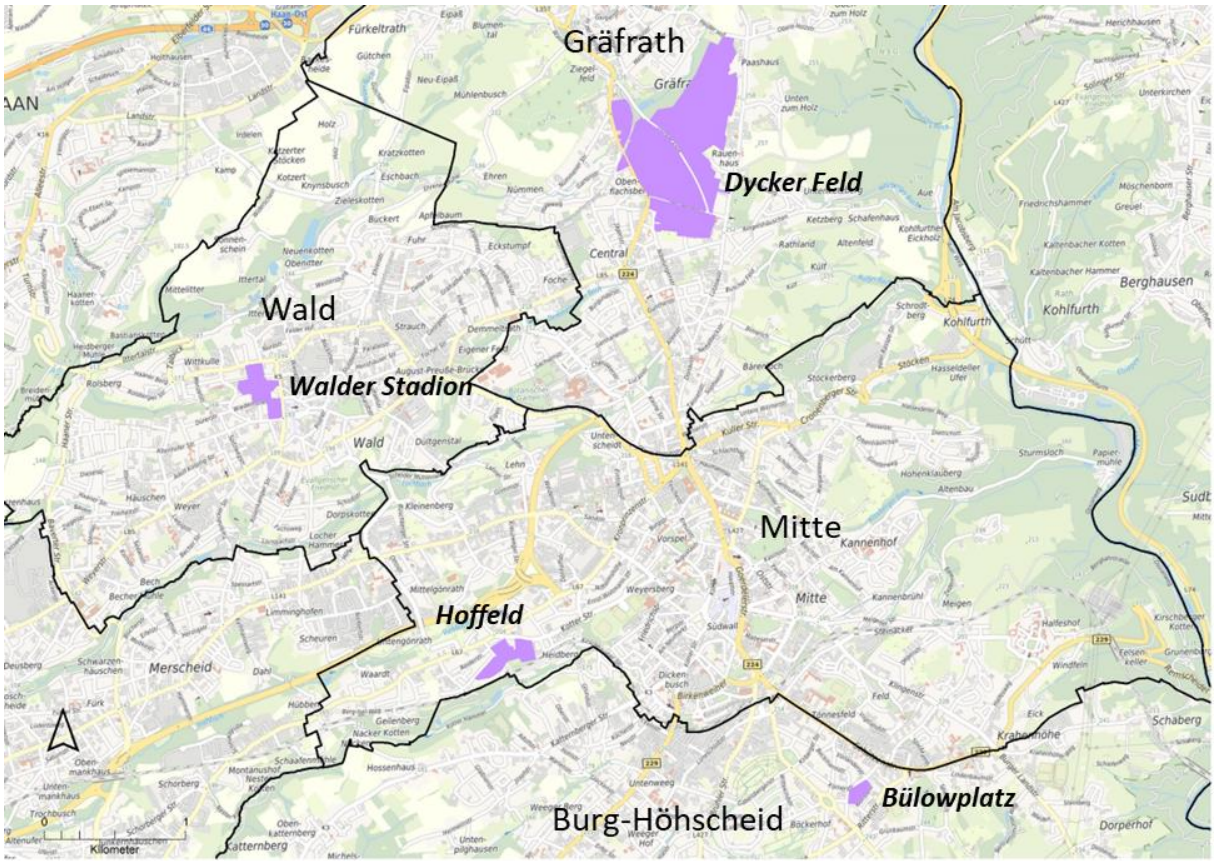


Abbildung 59: Lage der Fokusgebiete im Stadtgebiet Solingen

Die Kennzahlen der verschiedenen Quartiere zeigen eine große Bandbreite der Wärmebedarfe und Strukturen:

- Der Wärmebedarf reicht von 1,0 GWh (Bülowplatz) bis 54 GWh (Dycker Feld, auch Prozesswärme), wobei auch der spezifische Bedarf pro Gebäude zwischen 20 MWh (Reihenhäuser, Doppelhäuser) und mehr als 1.000 MWh Raumwärmebedarf liegt (ggf. zzgl. großer Prozesswärmemengen für Gewerbeobjekte im Dycker Feld).
- Die Wärmeliniendichten streuen zwischen weniger als 1.000 kWh/(lfm/a) und über 5.000 kWh/(lfm/a). Aufgrund ihres Zuschnittes eigenen sich die Gebiete teilweise insbesondere für die leitungsgebundene Versorgung über den Blockinnenbereich (Walder Stadion, Bülowplatz)
- Die Anteile der Wohnnutzung liegen zwischen 100% (Bülowplatz, Hoffeld) und fast 0% (Gewerbegebiet Dycker Feld)

Die Gebiete liegen alle nicht in erreichbarer Distanz zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen und werden zurzeit überwiegend über dezentrale, gebäudebezogene Heizungsanlagen mit Erdgas beheizt. Nur die Wohnbebauung im Quartier Walder Stadion verfügt bereits über ein Gebäudewärmenetz zur gemeinsamen Versorgung der insgesamt 8 Gebäude (ebenfalls Erdgas).

Die im Folgenden näher dargestellten vier Fokusquartiere bieten gute Ansatzpunkte, um sie als Pilotquartiere für die Wärmewende weiter zu verfolgen und ihre Umsetzungsmöglichkeiten zunächst über Machbarkeitsstudien detaillierter zu prüfen, sofern dafür Fördergelder oder private Investitionen verfügbar sind (siehe dazu Abschnitt 6).

Tabelle 28: Kennzahlen der untersuchten Fokusquartiere

Fokusgebiet	Anzahl Adressen	Wärmebedarf gesamt (inkl. Prozesswärme) MWh/a	Wärmebedarf Raumwärme und TWW MWh/a	Ø Bedarf je Gebäude (ohne Prozesswärme) MWh/a je Geb.	Gebäudefläche (Summe) m²	Ø spez. Wärmebedarf (ohne Prozesswärme) kWh/m²a	Anmerkungen
Walder Stadion	11	2.229	2.229	203	21.669	103	Mischnutzung
Hoffeld	54	2.339	2.339	43	25.161	93	reines Wohnquartier
Bülowplatz	31	1.013	1.013	33	9.745	104	reines Wohnquartier
Dycker Feld	140	54.438	16.120	115	197.137	82	Gewerbegebiet

5.2.2.1 Fokusgebiet Walder Stadion

Das Fokusgebiet Walder Stadion erstreckt sich von der Wiedenhoferstraße im Süden bis zur Wittkuller Straße im Norden und umfasst im gewählten Zuschnitt mit der städtischen Gesamtschule Friedrich-Albert-Lange-Schule mit Nebengebäude und zwei großen Sporthallen sowie einer kompakten Mehrfamilienhausbebauung mit Gebäudewärmenetz insgesamt vier große Objekte mit Wärmebedarfen zwischen 140 MWh/a und 970 MWh/a und einem Gesamtbedarf von derzeit 2.230 MWh/a (vgl. Abbildung 60). Dieser Bedarf wird sich mittelfristig aufgrund vorgesehener Sanierungsmaßnahmen, aber auch Erweiterungen (Friedrich-Albert-Lange-Schule), noch ändern. Da eine genaue Prognose zurzeit aber noch nicht möglich ist, wird zunächst vom heutigen Bedarf im Bestand ausgegangen.

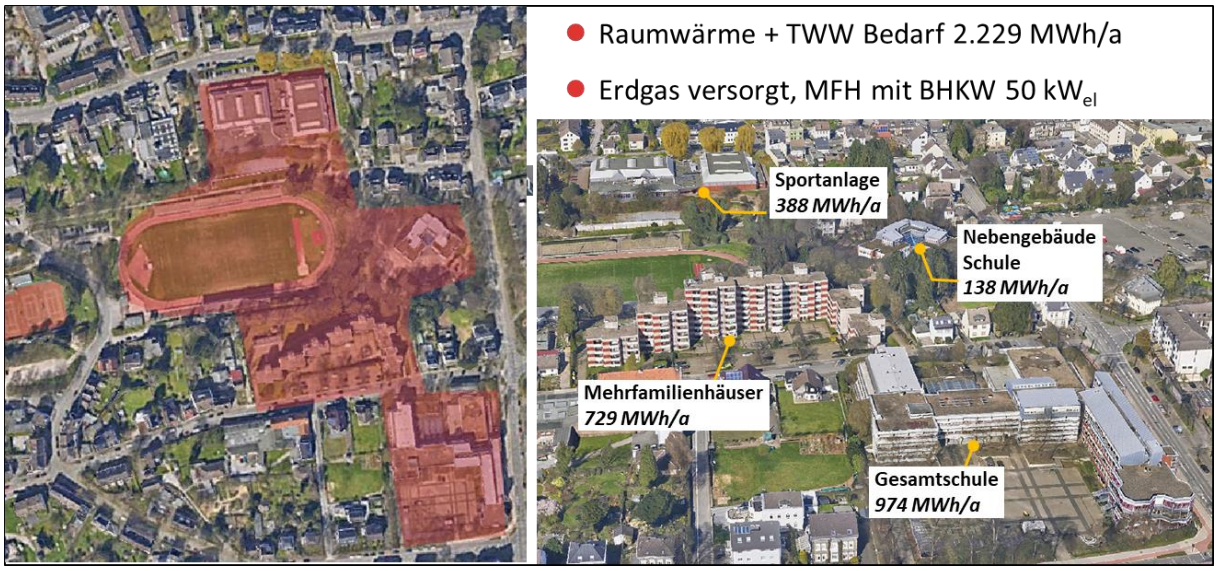


Abbildung 60: Zuschnitt und Bedarfswerte des Fokusgebietes Walder Stadion

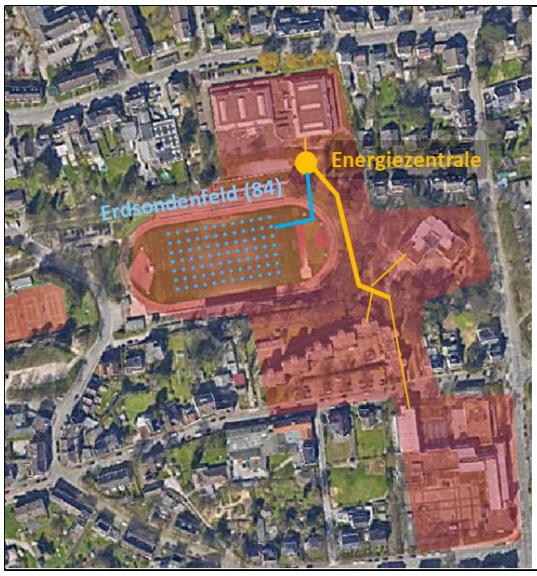
Mit diesen Bedarfen liegt für das Gebiet eine hohe Wärmebedarfsdichte vor, die eine Versorgung aus einem Wärmenetz denkbar macht. Darüber hinaus existiert mit dem Walder Stadion innerhalb des Areals eine Freifläche, die für die Wärmegewinnung mittels Erdsonden geeignet erscheint und in Kombination mit einer Wärmepumpen- und Spitzenkesselanlage – langfristig als Elektrokessel ausgeführt – eine kompakte und klimaneutrale zentrale Versorgungslösung ermöglichen würde.

In Abbildung 61 ist die Ausdehnung eines Erdsondenfeldes und ein Wärmenetz im Blockinnenbereich dargestellt.

Nach der Niederbringung der Erdsonden ist die Oberfläche des Sportplatzes wieder herzustellen und kann dann für den Spielbetrieb weiter genutzt werden. Die in der Abbildung gezeigte Lage der Energiezentrale mit Wärmepumpe, Spitzenkessel, Druckhaltung und Netzumwälzung ist nur

beispielhaft zu verstehen. Ein geeigneter Aufstellungsort muss noch identifiziert werden, evtl. bietet sich hierzu auch eines der anzuschließenden Bestandsgebäude an.

Bei Verlegung des Netzes im Blockinnenbereich ergibt sich eine Länge von rd. 200 m zzgl. der Hausanschlussleitungen von insgesamt rd. 140 m. Der spezifische Wärmelinienbedarf für das Netz liegt bei rd. 6.500 kWh jährlich je Trassenmeter und ist damit sehr hoch. Ähnlich hohe Wärmeliniendichten sind sonst nur in den Innenstadtbereichen in Solingen Mitte und Ohligs zu beobachten.



1. **Zentrale Erzeugung + Wärmenetz**
   Erdsondenfeld 84 Sonden(100 m, 50 W/m, Entzugsleistung rd. 400 kW)
   Wärmepumpe zentral mit Spitzenlastabdeckung und Besicherung über Elektrokessel (PtH)
   1.150 kW Höchstlast
   Wärmepumpe 600 kW, E-Kessel 800 kW
   Wärmenetz rd. 200 m, max. VL 65°C
   Lage der Energiezentrale nur beispielhaft
2. **Dezentrale Erzeugung pro Gebäude**
   Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Spitzenlastabdeckung und Besicherung über Elektrokessel (PtH)
   Wärmepumpen 40 kW bis 260 kW
   E-Kessel 40 kW bis 260 kW

Abbildung 61: Versorgungslösungen für das Fokusgebiet Walder Stadion

Bei einer Sondenlänge von 100 m und 84 Sonden ergibt sich mit einer Entzugsleistung aus dem Erdreich von rd. 400 kW und mit der nachgeschalteten Wärmepumpe eine Wärmeleistung von rd. 600 kW. Dies ist ausreichend, um die Wärmeversorgung in der Grund- und Mittellast sicherzustellen und mehr als 95% des jährlichen Wärmebedarfes zu decken. An sehr kalten Tagen übernimmt die Spitzenkesselanlage (Bestandskessel bzw. langfristig Elektrokessel 800 kW) die Residuallast. Ein beispielhafter Jahreslastgang der zentralen Wärmeversorgung ist links in Abbildung 62 dargestellt. Die monatlichen Wärmemengen mit den Deckungsanteilen aus Wärmepumpe bzw. E-Kessel zeigt die rechte Grafik in Abbildung 62.

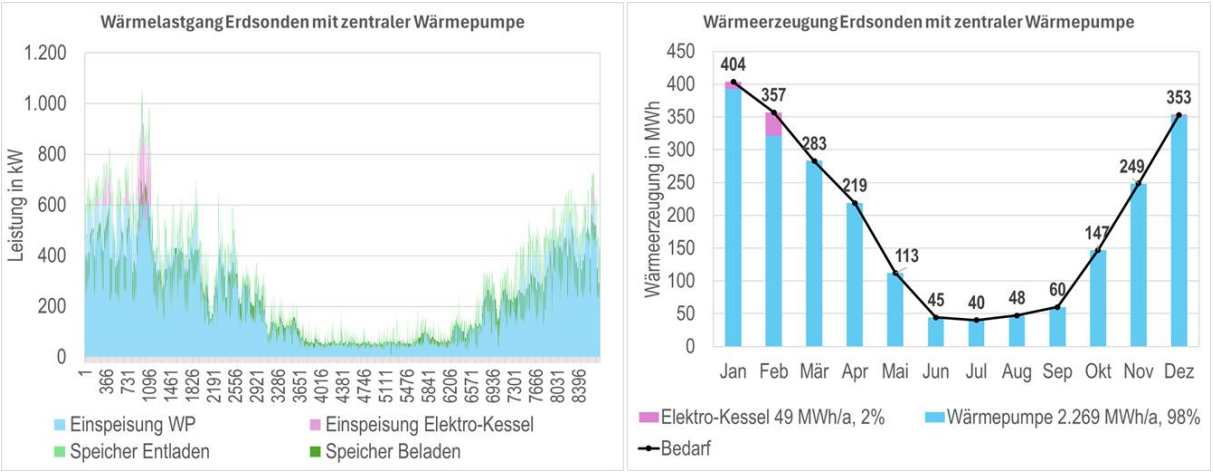


Abbildung 62: Wärmelastgang und monatliche Wärmeerzeugung für die zentrale Versorgung im Fokusgebiet Walder Stadion

Neben der Option eines Wärmenetzes mit zentraler Erzeugung wurde für das Gebiet als Referenzlösung auch eine dezentrale Versorgung über Luft-Wasser-Wärmepumpen je Gebäude untersucht.

Zur Untersuchung und zum Vergleich der zwei Versorgungsvarianten (Nahwärmekonzept und dezentrale Luft-Wärmepumpen) wurde eine statisch-annuitätische Kostenrechnung mit einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren durchgeführt, welche die wesentlichen Bestandteile der Investitions- und Betriebskosten abbildet und in durchschnittlichen, jährlichen Wärmekosten und einem spezifischen Wärmepreis zusammenfasst. Die Investitionskosten wurden dabei in Anlehnung an die Kostenansätze aus dem dena-Technikkatalog berechnet. Zur Ermittlung der Betriebskosten wurde zunächst die Wärmerzeugung stundenscharf modelliert, um die jährliche Energiebilanz (Stromeinsatz etc.) zu ermitteln.

Die aus der Modellierung resultierende jährliche Energiebilanz wurde zur Ermittlung der Betriebskosten herangezogen. Darüber hinaus wurden in der Kostenrechnung Fördermöglichkeiten sowohl für das Wärmenetzkonzept als auch für die dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen berücksichtigt. Für letztere kommt die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) in Frage, auf Basis derer eine Investitionskostenförderung von 30 % in der Kostenrechnung angesetzt wurde. Für das Wärmenetzkonzept kommt die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) in Frage, im Rahmen derer 40 % der Investitionskosten gefördert werden, sowie eine Betriebskostenförderung für strombetriebene Wärmepumpen über einen Zeitraum von bis zu 10 Jahren möglich ist. Für die Betriebskostenförderung wurde im Rahmen dieser Untersuchung der jeweils maximal mögliche Fördersatz angenommen.

Die spezifischen Wärmekosten als Ergebnis der statisch-annuitätischen Kostenrechnung sind in Abbildung 63 für beide Versorgungsvarianten gegenübergestellt. Die ausgefüllte Fläche stellt jeweils die Wärmekosten unter Berücksichtigung von Fördermöglichkeiten dar, während die schraffierte Fläche die Wärmekosten ohne Berücksichtigung von Förderungen widerspiegelt. Zur Einordnung der dargestellten Kosten ist zu berücksichtigen, dass es sich hier um eine Voruntersuchung handelt, die weder wirtschaftlich, noch technisch alle Details abbilden kann. Das Ziel der Bewertung ist es zunächst, eine grundsätzliche Einordnung von Versorgungsoptionen zu ermöglichen und Hebel zu identifizieren, die besonderen Einfluss auf die Kosten haben. Nicht berücksichtigt wurden unter anderem Preisszenarien für die Zukunft.

Wie aus Abbildung 63 hervorgeht, zeigt die dezentrale Lösung einen wirtschaftlichen Vorteil, wenn keine Fördermöglichkeiten berücksichtigt werden. Durch die Möglichkeit einer BEW-Förderung wird das Wärmenetzkonzept jedoch wirtschaftlich konkurrenzfähig und sollte daher im Rahmen weiterführender Machbarkeitsstudien näher untersucht werden. Die detaillierten Kosten- und Investitionsansätze und Ergebnisse für die beiden gegenübergestellten Versorgungslösungen wurden in der Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung (siehe Kap. 1.2) diskutiert und können als Basis für die Diskussion mit allen Eigentümer:innen und für Folgeuntersuchungen verwendet werden.

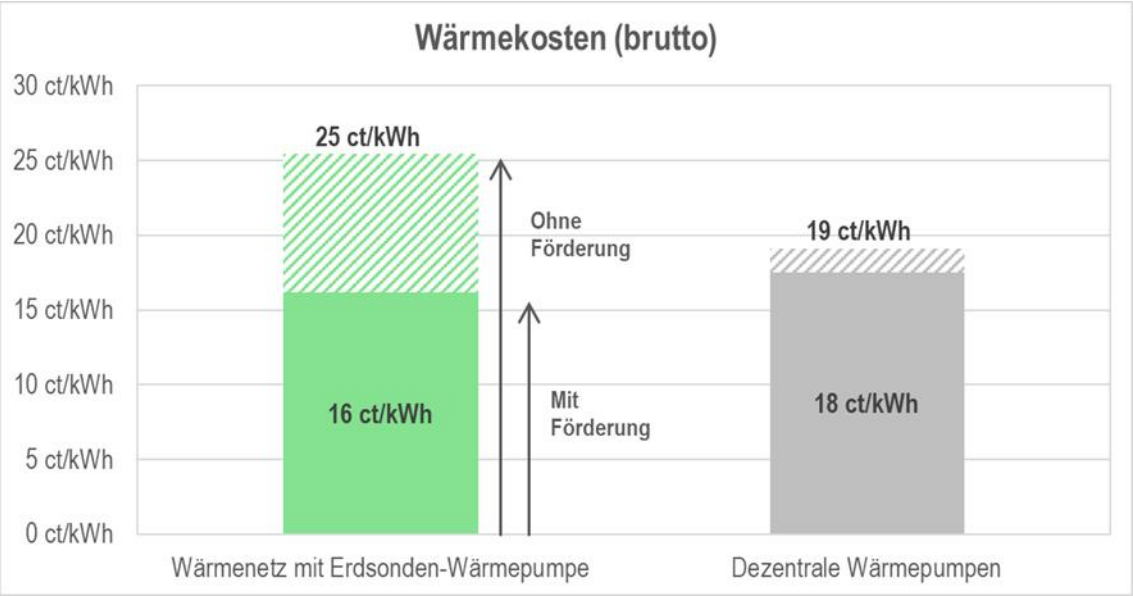


Abbildung 63: Spezifische Wärmepreise als Ergebnis der Kostenrechnung (ohne bzw. mit Förderung)

5.2.2.2 Fokusgebiet Hoffeld

Das Fokusgebiet Hoffeld ist ein reines Wohnareal mit 54 Mehrfamiliengebäuden der Spar- und Bauverein Solingen eG [24]. Es handelt sich um eine typische Mehrfamilienhausbebauung aus den 1960er- bis 1970er-Jahren, die nach einem Sanierungsfahrplan seit 2021 sukzessive einer umfassenden Sanierung der Gebäudehülle unterzogen, wird Im Sanierungsfahrplan ist auch die Ausstattung mit PV-Dachanlagen eingeplant.

Die Gebäude werden zurzeit durch Gas-Etagenheizungen oder Gas-Sammelheizungen mit Wärme versorgt.

Insgesamt sieben der 54 Gebäude bzw. Adressen werden vom Nachbargebäude aus mitversorgt.

Der gesamte Wärmebedarf der Gebäude beträgt rd. 2.340 MWh/a. Der mittlere Wärmebedarf je Gebäude liegt bei 43 MWh/a. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass der Wärmebedarf im Rahmen der geplanten Gebäudesanierungen um durchschnittlich 30% auf insgesamt 1.640 MWh/a bzw. durchschnittlich 30 MWh/a je Gebäude reduziert werden kann (vgl. Abbildung 64).

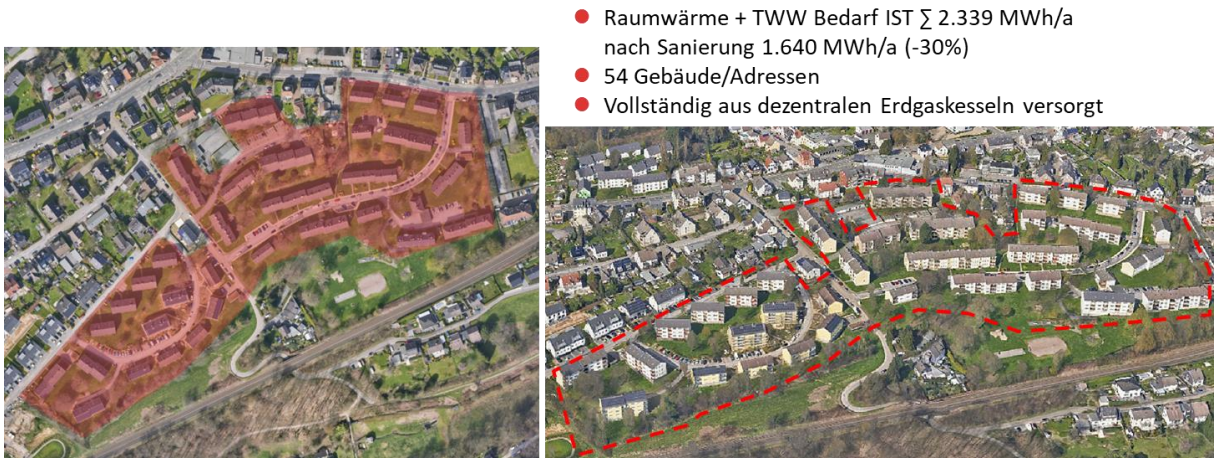


Abbildung 64: Zuschnitt und Bedarfswerte des Fokusgebietes Hoffeld

Im Rahmen der Sanierungen ist voraussichtlich auch eine Umstellung der Heizungsanlagen auf Wärmepumpen vorgesehen. Die Wärmeliniendichte entlang der umgebenden Straßenzüge liegt

in diesem Siedlungsbereich in einer Größenordnung zwischen 1.500 und 3.000 kWh je Meter und Jahr. Nach Sanierung werden diese Werte noch weiter zurückgehen. Die Wärmedichte liegt damit deutlich niedriger als in den innerstädtischen Bereichen Solingens. Da es sich aber um eine für Solingen typische Wohnbebauungsstruktur mit guter Übertragbarkeit auf zahlreiche andere Quartiere handelt, soll eine beispielhafte Gegenüberstellung für eine zentrale Wärmeversorgung mit Sole-Wasser-Wärmepumpen und einer dezentralen Versorgung aus Luft-Wasser-Wärmepumpen vorgenommen werden.

Zur Wärmebereitstellung der zentralen Versorgung würde sich die Nutzung einer Freifläche südlich der Damaschkestraße für die Erschließung von Erdwärme mittels Erdsonden anbieten, deren Verfügbarkeit allerdings geklärt werden muss. Aufgrund der begrenzten Fläche könnte hierbei auf ein neuartiges, von der Fraunhofer-Gesellschaft (Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG) entwickeltes Schrägbohrverfahren zurückgegriffen werden. Im sogenannten Geo-Star-Verfahren werden bis zu zwölf Erdsonden von einem Standort konzentrisch geneigt niedergebracht. Durch die räumliche Spreizung bieten sich im Untergrund die für die Erdwärmenutzung erforderlichen Abstände zwischen den Sonden an. Das Verfahren bietet den Vorteil, dass auch Erdreich unterhalb von Gebäuden erschlossen werden kann. Darüber hinaus ist eine kompaktere Anlagentechnik an der Erdoberfläche erreichbar. In Abbildung 65 ist links die Anordnung der fünf erforderlichen Erdsondengruppen und rechts ein durchgeführtes Beispielprojekt dargestellt.

Sollte die genannte Freifläche nicht für die Erdsonden genutzt werden können, sind die Freiflächen zwischen den Gebäuden für Erdsonden zu nutzen. Dies wäre allerdings mit einem erhöhten, hier nicht berücksichtigten Verrohrungsaufwand der Erdsonden und statischen Berechnungen des Untergrundes im bebauten Siedlungsbereich verbunden.

1. **Zentrale Erzeugung + Wärmenetz**
   Erdsonden (Geostar) rd. 60 Sonden, 270 kW Entzugsleistung, Wärmepumpe 400 kW mit PtH 530 kW (Spitzenlast, Reserve), Wärmenetz rd. 700 m, max. VL 65°C
   Lage der Energiezentrale nur beispielhaft
2. **Dezentrale Erzeugung pro Gebäude**
   Luft-Wärmepumpen mit Heizstab

Abbildung 65: Versorgungslösungen für das Fokusgebiet Hoffeld

Bei einer Sondenlänge von 100 m und 60 Sonden bzw. 5 Geostar-Erdsonden ergibt sich mit einer Entzugsleistung aus dem Erdreich von 270 kW und mit der nachgeschalteten Wärmepumpe eine Wärmeleistung von rd. 400 kW. Dies ist ausreichend, um die Wärmeversorgung in der Grund- und Mittellast sicherzustellen und 95% des jährlichen Wärmebedarfes zu decken. An sehr kalten Tagen muss eine Spitzenkesselanlage mit rd. 530 kW die Residuallast decken – langfristig als Elektrokessel ausgeführt. Ein beispielhafter Jahreslastgang der zentralen Wärmeversorgung ist links in Abbildung 66 dargestellt. Die monatlichen Wärmemengen mit den Deckungsanteilen aus Wärmepumpe bzw. E-Kessel zeigt die rechte Grafik in Abbildung 66.

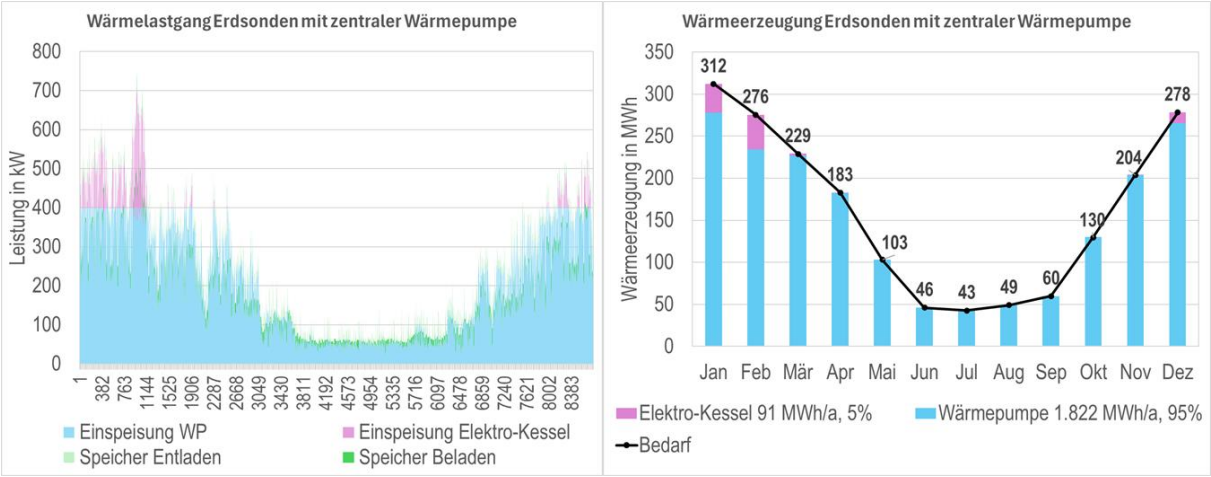


Abbildung 66: Wärmelastgang und monatliche Wärmeerzeugung für die zentrale Versorgung im Fokusgebiet Hoffeld

Bei Verlegung des Netzes entlang der Straßenzüge und teilweise auch im Blockinnenbereich ergibt sich eine Netzlänge von rd. 700 m zzgl. der Hausanschlussleitungen von insgesamt rd. 720 m. Der spezifische Wärmelinienbedarf für das Netz liegt damit bei jährlich rd. 1.200 kWh je Trassenmeter und damit - wie erwartet - recht niedrig. Dies bedingt höhere Netzverluste und deutlich höhere Fixkosten für das Netz als bspw. im Fokusquartier Walder Stadion.

Die Kostenrechnungen für das Wärmenetzkonzept wurden analog zum oben beschriebenen Vorgehen (Absatz „Fokusgebiet Walder Stadion“) durchgeführt. Als Vergleichsvariante wird auch hier die Versorgung aus dezentralen, den einzelnen Gebäuden zugeordneten Luft-Wasser-Wärmepumpen untersucht.

Unter den gesetzten Annahmen ergeben sich für die zentrale Wärmenetzvariante mit rd. 27 ct/kWh unter Berücksichtigung der Förderung nach BEW bzw. 40 ct/kWh ohne Förderung deutlich höhere Wärmekosten als im Fokusgebiet Walder Stadion mit dem dort sehr kompakten Wärmenetz (vgl. Abbildung 67). Die Wärmekosten für die dezentrale Versorgung mit einzelnen Luftwärmpumpen liegt hier aufgrund der kleineren Einzelleistungen und der Vielzahl an Wärmepumpen allerdings auch deutlich höher als im Fokusgebiet Walder Stadion.

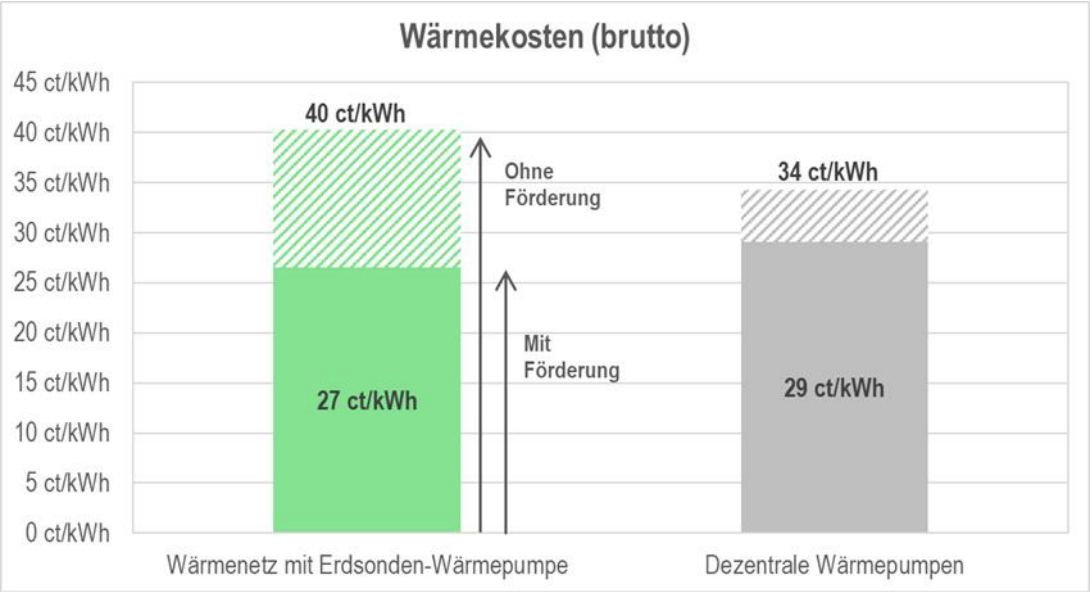


Abbildung 67: Spezifische Wärmepreise als Ergebnis der Kostenrechnung (ohne bzw. mit Förderung)

Bei BEW-Förderung für die zentrale Versorgungsvariante kann auch hier das Wärmenetzkonzept wirtschaftlich konkurrenzfähig zur dezentralen Versorgung sein. Deutliche Einsparungen

gegenüber der dezentralen Versorgung werden (mit den heutigen Parametern wie Strompreise und Förderungen) aber kaum zu erzielen sein. Die detaillierten Kosten- und Investitionsansätze und Ergebnisse für die beiden gegenübergestellten Versorgungslösungen liegen der Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung vor. Diese können im Nachgang der KWP als Basis für die Abstimmungen mit der SBV eG und für Folgeuntersuchungen (u.a. Machbarkeitsstudie gemäß BEW Modul 1) verwendet werden.

5.2.2.3 Fokusgebiet Bülowplatz

Das Fokusgebiet Bülowstraße umfasst ein reines Wohnareal als geschlossenen Baublock mit 31 kleineren Mehrfamiliengebäuden und Doppelhäusern. Es handelt sich überwiegen um eine typische Vorkriegsbebauung. Die alle Gebäude werden überwiegend mit erdgasgefeuerten Zentralheizungen versorgt.

Der gesamte Wärmebedarf der Gebäude beträgt rd. 1.000 MWh/a. Der mittlere Wärmebedarf der Gebäude liegt bei 32 MWh/a. Der Sanierungszustand der Gebäude ist nicht bekannt, daher wird im Folgenden zunächst vom Wärmeverbrauch im Ist-Zustand ausgegangen (vgl. Abbildung 68).

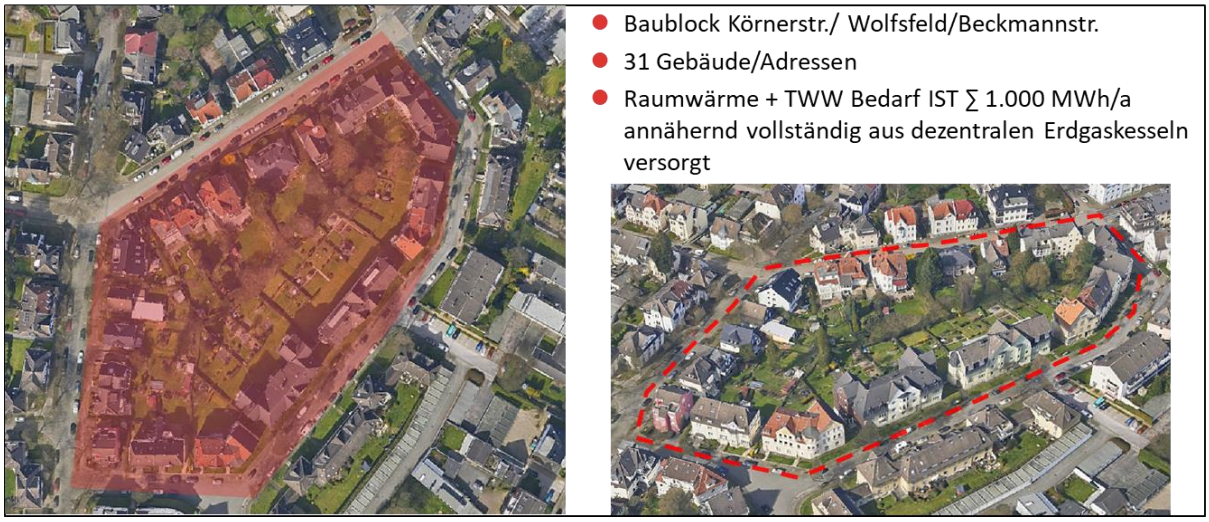


Abbildung 68: Zuschnitt und Bedarfswerte des Fokusgebietes Bülowplatz

Die Wärmeliniendichte entlang der umgebenden Straßenzüge liegt in diesem Siedlungsbereich in einer Größenordnung zwischen 2.000 und 4.000 kWh je Meter und Jahr und liegt bereits relativ hoch. Das Gebiet liegt jedoch nicht in erreichbarer Distanz zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen. Zudem bieten sich im näheren Umfeld keine öffentlichen Freiflächen, die für die Erdwärmenutzung über Erdsonden herangezogen werden könnten.

Für eine zentrale Wärmeversorgung wurde hier daher folgendes Konzept untersucht:

- Nutzung des Blockinnenbereiches für mehrere Erdsonden im GeoStar-Verfahren
- Errichtung einer (kleinen) Heizzentrale mit Wärmepumpenaggregat, Elektrokessel für die Lastspitzen, Druckhaltung und Netzumwälzung
- Wärmeverteilnetz im Blockinnenbereich mit Stichleitungen zu den (Doppel)häusern

Dieses Konzept ermöglicht eine kompakte Wärmenetzlösung mit kurzen Leitungen, erfordert aber die Bereitschaft der Eigentümer:innen zur Gestattung der Grundstücksnutzung für die Leitungsverlegung und einen Grundstücksanteil für die Heizzentrale und damit auch einen hohen Koordinierungsaufwand bei der Umsetzung.

Alternativ zu einem „warmen“ Netz wäre hier auch ein sog. „kaltes“ Netz denkbar, bei dem der Vorlauf aus den Erdsonden zu den Gebäuden geführt wird und die Temperaturerhöhung mittels dezentraler Wärmepumpen in die Gebäude verlegt wird. Die Investitionen für das Netz wären

aufgrund der möglichen Verwendung ungedämmter Rohre hierbei etwas niedriger, die Investitionen für die zahlreichen dezentralen Wärmepumpen allerdings höher als für eine zentrale Wärmepumpenanlage. Derartige Detailvergleiche müssen im Rahmen nachfolgender Untersuchungen erfolgen.

Im Vergleich zur Umstellung der Gebäude auf Einzelbeheizung mittels Luftwärmepumpen bieten beide Lösungen den deutlichen Vorteil niedriger Geräuschemissionen und die Vermeidung von Kaltluftseen im Blockinnenbereich an kalten Wintertagen.

Hier wird als zentrale Versorgungsvariante zunächst ein Wärmenetz mit einer Wärmepumpe mit 240 kW untersucht, ergänzt um einen Elektrokessel mit 410 kW. Für die Bereitstellung der Erdwärme werden drei GeoStar-Bohrungen mit insgesamt 36 Erdsonden benötigt, die eine Entzugsleistung von 160 kW ermöglichen. In Abbildung 69 ist links die Anordnung der drei erforderlichen Erdsondengruppen dargestellt.

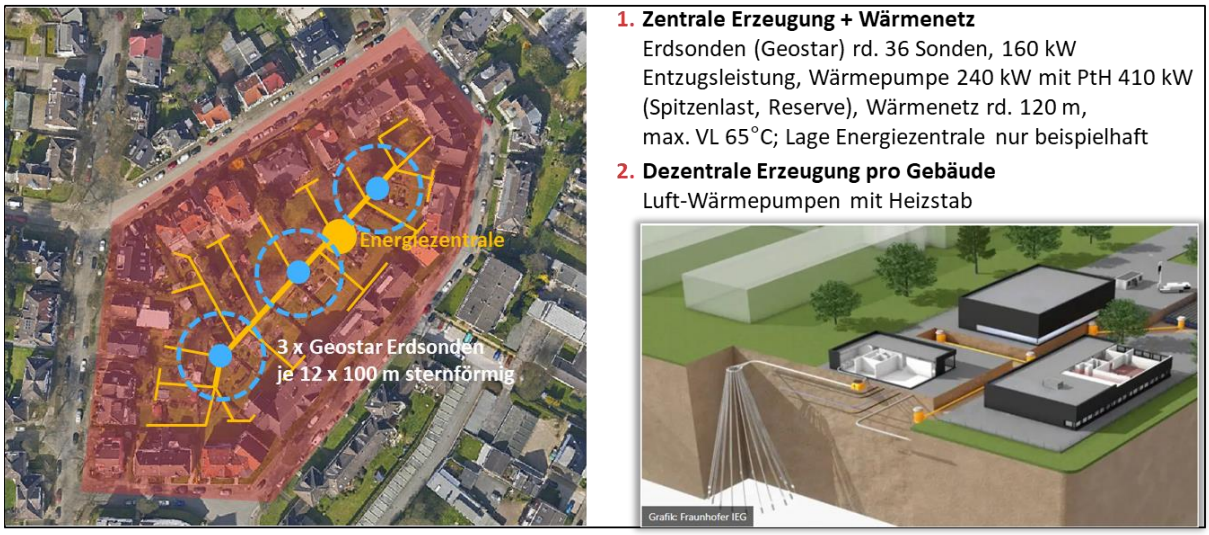


Abbildung 69: Versorgungslösungen für das Fokusgebiet Bülowplatz

Die Abbildung 70 zeigt im linken Teil den Jahreslastgang der Wärmeerzeugung für das Gebiet und im rechten teile die monatlichen Wärmemengen mit den Anteilen aus der Wärmepumpe und aus dem Spitzenkessel.

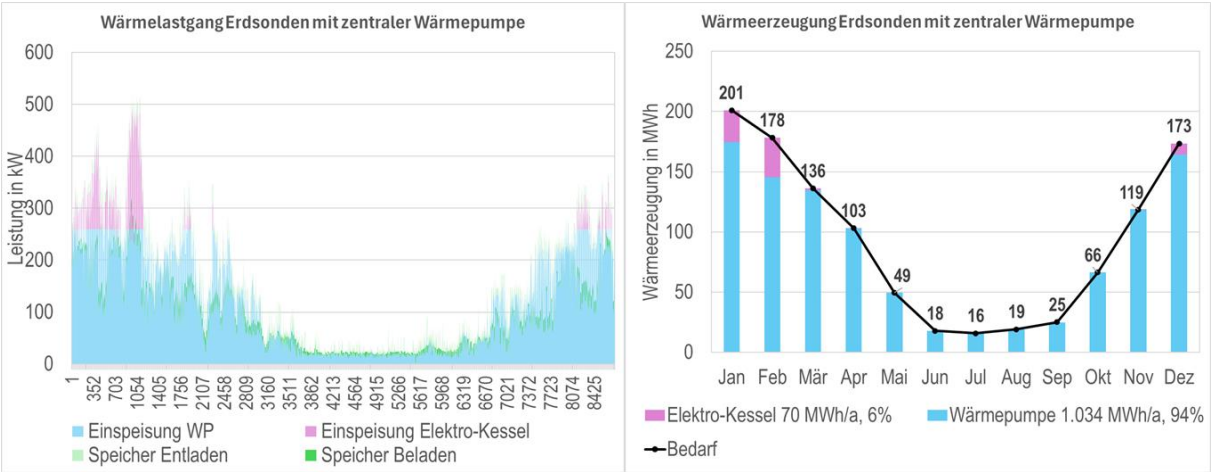


Abbildung 70: Wärmelastgang und monatliche Wärmeerzeugung für die zentrale Versorgung im Fokusgebiet Bülowplatz

Bei Verlegung des Verteilnetzes im Blockinnenbereich ergibt sich eine Netzlänge von rd. 120 m zzgl. der Hausanschlussleitungen von insgesamt rd. 400 m. Die spezifische Wärmelinienbedarf für das Netz liegt damit bei rd. 2.000 kWh jährlich.

Die Kostenrechnungen für das Wärmenetzkonzept wurden analog den oben beschriebenen Fokusgebieten Walder Stadion und Hoffeld durchgeführt. Als Vergleichsvariante wird auch hier die Versorgung aus dezentralen, den einzelnen Gebäuden zugeordneten Luft-Wasser-Wärmepumpen untersucht.

Unter den gesetzten Annahmen ergeben sich für die zentrale Wärmenetzvariante mit rd. 23 ct/kWh unter Berücksichtigung der Förderung nach BEW bzw. 35 ct/kWh ohne Förderung. Diese Kosten liegen oberhalb der Kosten im Fokusgebiet Walder Stadion (25 bzw. 16 ct/kWh), aber niedriger als im Fokusgebiet Hoffeld (40 bzw. 27 ct/kWh) (vgl. Abbildung 71). Die Wärmekosten für die dezentrale Versorgung mit einzelnen Luftwärmpumpen liegen hier im Bereich zwischen 25 ct/kWh mit Förderung nach BEG und 28 ct/kWh ohne Förderung.

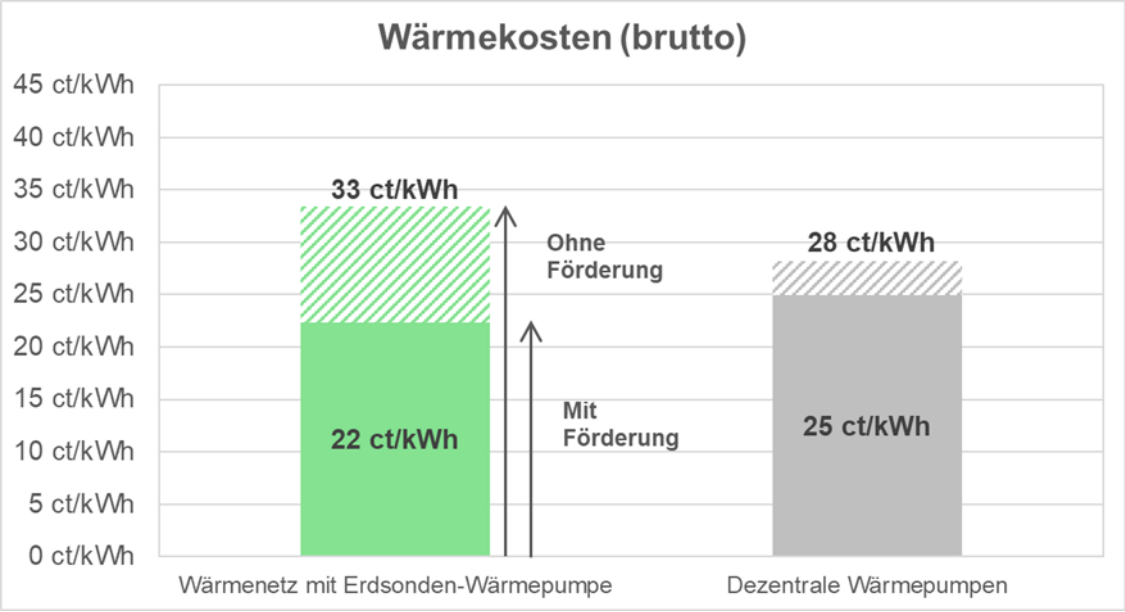


Abbildung 71: Spezifische Wärmepreise als Ergebnis der Kostenrechnung (ohne bzw. mit Förderung)

Bei der BEW-Förderung für die zentrale Versorgungsvariante kann auch hier das Wärmenetzkonzept wirtschaftlich konkurrenzfähig zur dezentralen Versorgung sein. Deutliche Einsparungen gegenüber der dezentralen Versorgung werden (mit den heutigen Parametern wie Strompreise und Förderungen) aber kaum zu erzielen sein. Die detaillierten Kosten- und Investitionsansätze und Ergebnisse für die beiden gegenübergestellten Versorgungslösungen liegen auch hier der Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung vor und können als Basis für Folgeuntersuchungen (u.a. Machbarkeitsstudie gemäß BEW Modul 1) verwendet werden.

5.2.2.4 Fokusgebiet Dycker Feld

Die Auswahl des Gewerbegebiets Dycker Feld als Fokusgebiet wurde im Rahmen des Pilotvorhabens "Gewerbegebiete im Wandel – Dycker Feld Solingen" in einem Vorstellungstermin zu den Zwischenergebnisse der KWP im November 2024 öffentlich erläutert und mit den Gewerbetreibenden / Eigentümer:innen im Gebiet diskutiert und abgestimmt.

Das Gebiet stellt mit rd. 67 ha das größte Gewerbegebiet in Solingen dar. Es umfasst rd. 140 Adressen und weist unterschiedlichste Wärmenutzungen auf wie z.B.

- Lagerhallen von z.B. Logistikunternehmen oder dem Produzierenden Gewerbe mit Hallenbauten und reduzierter Beheizungstemperatur

- Bürogebäude mit Raumwärmebedarf ohne bzw. mit nur geringem Trinkwarmwasserbedarf
- Produktionsgebäude mit Prozesswärmebedarf auf Basis von Erdgas oder Strom

Insgesamt ergibt sich gemäß Bestandsaufnahme ein Raumwärmebedarf inkl. TWW von rd. 16,1 GWh/a und ein Prozesswärmebedarf von rd. 38 GWh/a. Ziel der Untersuchung im Sinne des Fokusgebietes sind Lösungen zur Deckung des Raumwärmebedarfs inkl. TWW. Die Transformation der Prozesswärme mit i.d.R. deutlich höheren Temperaturen als die Raumwärme ist individuellen Lösungen und Entscheidungen der einzelnen Betriebe vorbehalten.

Einen Überblick über die Ausdehnung des Gewerbegebietes und die o.g. Kennzahlen gibt die Abbildung 60. Dieser Bedarf wird sich mittelfristig aufgrund von Sanierungsmaßnahmen, aber auch Erweiterungen noch ändern. Da eine genaue Prognose zurzeit aber noch nicht möglich ist, wird zunächst vom heutigen Bedarf im Bestand ausgegangen.

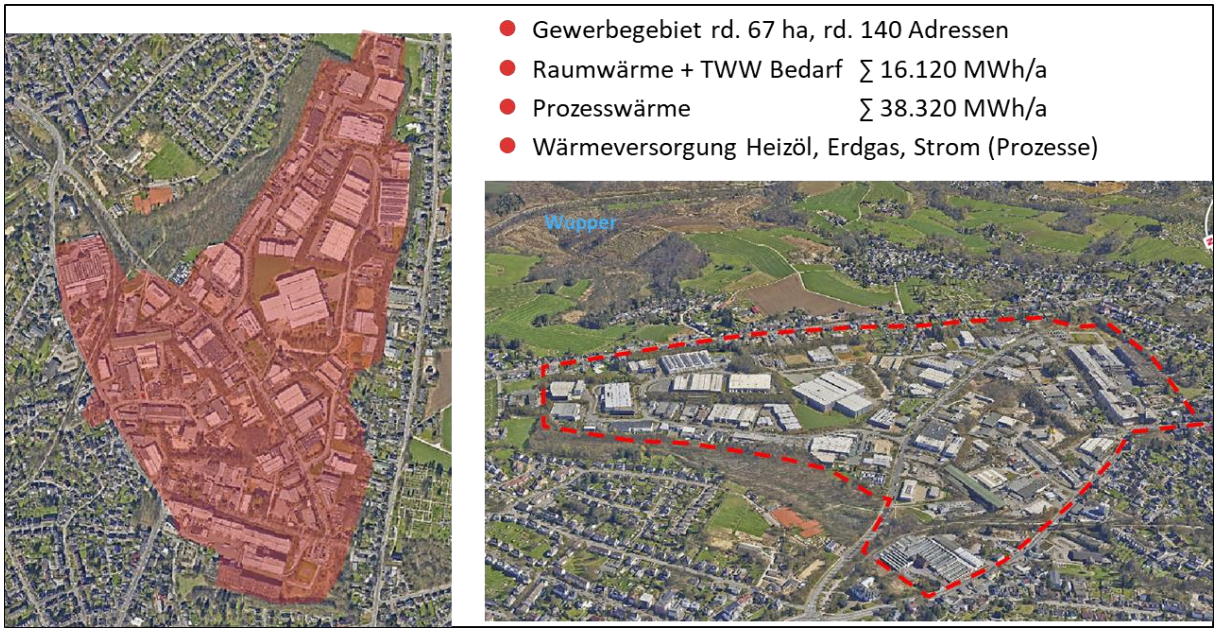


Abbildung 72: Zuschnitt und Bedarfswerte des Gewerbegebiets Dycker Feld

Aufgrund des punktuell sehr hohen Wärmebedarfs - hier insbesondere verursacht durch den Prozesswärmebedarf - sind die Wärmeliniendichten im Gebiet tlw. sehr hoch und liegen für einzelne Straßenzüge bei mehr als 5.000 kWh je Trassenmeter und Jahr. In Straßenzügen ohne Prozesswärme liegt die Wärmeliniendichte deutlich niedriger im Bereich zwischen 1.000 und 3.000 kWh/a .

Im Rahmen einer ersten Betrachtung wurde die zentrale Versorgung des Gebietes aus einem Wärmenetz geprüft. Hierfür müsste bei einem Raumwärmebedarf von rd. 16 GWh/a eine große erneuerbare Wärmequelle von 6 bis 8 MW Quellleistung erschlossen werden. Prinzipiell ist mit dem Flusslauf der Wupper eine Wärmequelle mit einem technischen Potenzial vorhanden, das mit 320 GWh/a sogar noch weit über den Bedarf im Dycker Feld hinausgeht (vgl. Tabelle 16 im Abschnitt Potenzialanalyse). Die Prüfung der Lage und der genehmigungsrechtlichen Randbedingungen zeigte jedoch zahlreiche Hemmnisse, die einem derartigen Projekt entgegenstehen:

- Der Flusslauf der Wupper ist als Biotop klassifiziert, die gesamte Fläche westlich der Wupper bis zur Bebauungsgrenze von mehr als 800 m ist Landschaftsschutzgebiet. Die Genehmigung eines Standortes für die Flusswasserentnahme- und -einleitung und die Wärmeerzeugung am Flusslauf ist vor diesem Hintergrund sehr unwahrscheinlich.

- Die Entfernung des Flusslaufs vom Gewerbegebiet beträgt rd. 2 km. Der geodätische Höhenunterschied zwischen Flussauf und Gewerbegebiet beträgt rd. 120 m. Selbst bei Genehmigung einer Flusswasserentnahme mit Pumpstation für das Flusswasser zu einem Wärmeerzeugungsstandort in der Nähe des Gewerbegebietes wären die hydraulischen Anforderungen an eine solche Leitung bzw. Pumpstation und die damit verbundenen Investitions- und Betriebskosten überaus hoch und würden zu nicht konkurrenzfähigen Wärmekosten im Vergleich zu dezentralen Versorgungen der Gebäude führen.

In Abbildung 74 sind die Lage und die Randbedingungen zusammengefasst. Vor dem Hintergrund der o.g. Randbedingungen wurden die Überlegungen für eine zentrale Versorgung des Gesamtgebietes nicht weitergeführt.

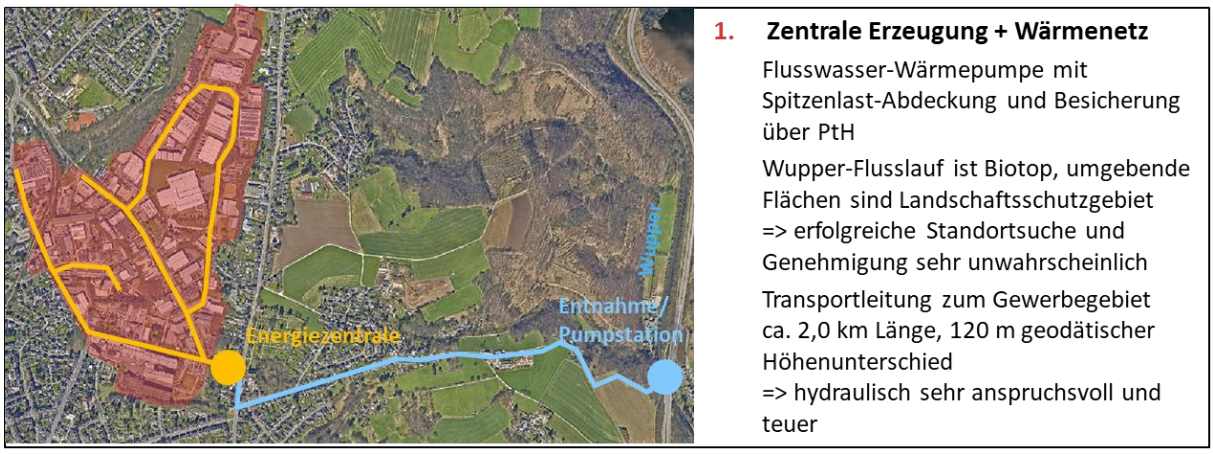


Abbildung 73: Einschätzung einer zentralen Versorgungslösung für das Fokusgebiet Dycker Feld

Im Rahmen einer zweiten Betrachtung wurde die Nutzung von Abwasserwärme eines großen Abwassersammlers im Nordwesten des Gewerbegebiets geprüft. In Abbildung 74 sind die Lage, die vorliegenden Informationen und die angesetzten Potenzial-Parameter zusammengestellt. Mit einem geschätzten Abwasserwärmepotenzial von 400 kW könnte mittels einer Elektrowärmepumpe eine Wärmeleistung von 620 kW und eine jährliche Wärmemenge von rd. 2 GWh/a bereitgestellt werden Dies wäre ausreichend, um die Wärmeversorgung in der Grund- und Mittellast für 5 bis 7 Betriebe im Umfeld des Abwassersammlers sicherzustellen und mehr als 95% des jährlichen Wärmebedarfes zu decken. An sehr kalten Tagen übernimmt die Spitzenkesselanlage (Gaskessel bzw. langfristig Elektrokessel mit rd. 1.000 kW) die Residuallast. Ein beispielhafter Jahreslastgang der zentralen Wärmeversorgung ist links in Abbildung 62 dargestellt. Die monatlichen Wärmemengen mit den Deckungsanteilen aus Wärmepumpe bzw. E-Kessel zeigt die rechte Grafik in Abbildung 62. Die genaue Auswahl der hier einbezogenen 6 Betriebe wird aus Datenschutzgründen hier nicht dargestellt.

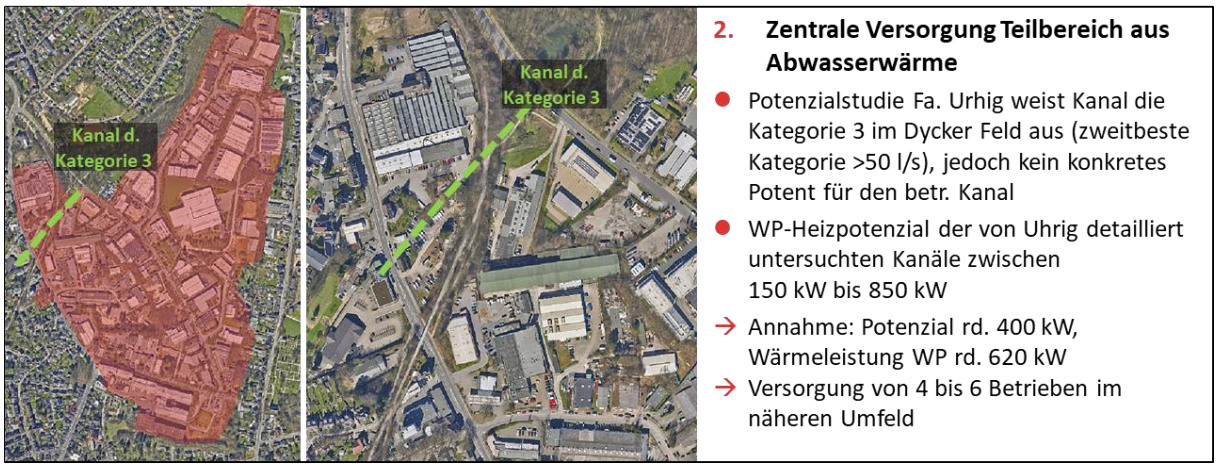


Abbildung 74: Einschätzung einer Teilbereichsversorgung auf Basis von Abwasserwärme für das Fokusgebiet Dycker Feld

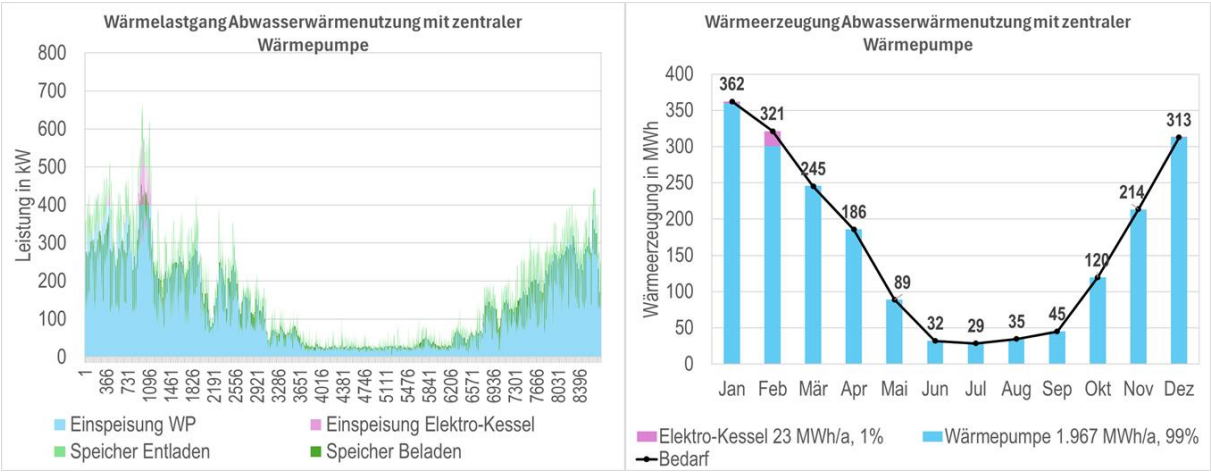


Abbildung 75: Wärmelastgang und monatliche Wärmeerzeugung für die zentrale Versorgung im Fokusgebiet Walder Stadion

Für das Wärmenetz ergibt sich eine Länge von rd. 400 m zzgl. Hausanschlussleitungen.

Neben der Option eines Wärmenetzes mit zentraler Erzeugung wurde für das Gebiet als Referenzlösung auch eine dezentrale Versorgung über Luft-Wasser-Wärmepumpen je Gebäude untersucht.

Zur Untersuchung und zum Vergleich der zwei Versorgungsvarianten (Nahwärmekonzept und dezentrale Luft-Wärmepumpen) wurde eine statisch-annuitätische Kostenrechnung mit einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren durchgeführt, welche die wesentlichen Bestandteile der Investitions- und Betriebskosten abbildet und in durchschnittlichen, jährlichen Wärmekosten und einem spezifischen Wärmepreis zusammenfasst. Die Investitionskosten wurden dabei in Anlehnung an die Kostenansätze aus dem dena-Technikkatalog berechnet. Zur Ermittlung der Betriebskosten wurde zunächst die Wärmerzeugung stundenscharf modelliert, um die jährliche Energiebilanz (Stromeinsatz etc.) zu ermitteln.

Die aus der Modellierung resultierende jährliche Energiebilanz wurde zur Ermittlung der Betriebskosten herangezogen. Darüber hinaus wurden in der Kostenrechnung Fördermöglichkeiten sowohl für das Wärmenetzkonzept als auch für die dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen berücksichtigt. Für letztere kommt die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) in Frage, auf Basis derer eine Investitionskostenförderung von 30 % in der Kostenrechnung angesetzt wurde. Für das Wärmenetzkonzept kommt die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) mit bis zu 40% Investitionsförderung und zusätzlicher

Betriebskostenförderung hier leider nicht in Frage, da die Mindestanzahl an versorgten Hausanschlüssen (17 Anschlüsse) nicht erreicht wird und das Wärmenetz als „Gebäudenetz“ klassifiziert werden müsste. Ersatzweise wurde hier eine Investitionsförderung von 30% gem. BEG angesetzt.

Die spezifischen Wärmekosten als Ergebnis der statisch-annuitätischen Kostenrechnung sind in Abbildung 63 für beide Versorgungsvarianten gegenübergestellt. Die ausgefüllte Fläche stellt jeweils die Wärmekosten unter Berücksichtigung von Fördermöglichkeiten dar, während die schraffierte Fläche die Wärmekosten ohne Berücksichtigung von Förderungen widerspiegelt. Zur Einordnung der dargestellten Kosten ist zu berücksichtigen, dass es sich hier um eine Voruntersuchung handelt, die weder wirtschaftlich noch technisch alle Details abbilden kann. Das Ziel der Bewertung ist es zunächst, eine grundsätzliche Einordnung der Versorgungsoptionen zu ermöglichen und Hebel zu identifizieren, die besonderen Einfluss auf die Kosten haben. Nicht berücksichtigt wurden unter anderem Preisszenarien für die Zukunft.

Wie aus Abbildung 63 hervorgeht, zeigt die dezentrale Lösung einen wirtschaftlichen Vorteil sowohl ohne als auch mit Berücksichtigung der Fördermöglichkeiten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Wärmenetz aufgrund der geringen Anzahl von Anschlüssen nicht in den Genuss der Betriebskostenförderung gem. BEW käme. Für eine nachgelagerte, detailliertere Untersuchung bietet sich diese Variante daher nicht an.

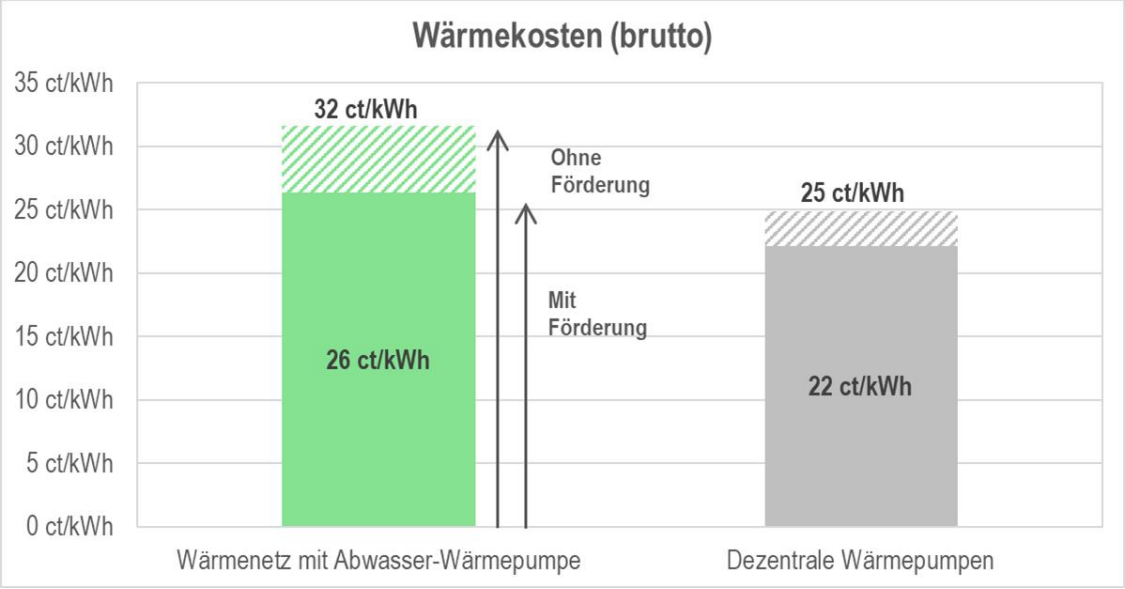


Abbildung 76: Spezifische Wärmepreise als Ergebnis der Kostenrechnung (ohne bzw. mit Förderung)

Im Osten und im Nordosten des Gewerbegebietes des Gewerbegebietes befinden sich landwirtschaftliche Freiflächen, die u.U. für Erdsondenfelder als Wärmequelle für ein größeres Wärmenetz im Gewerbegebiet genutzt werden können. Eine solche Lösung wurde im Rahmen der KWP nicht untersucht, könnte aber bei einer entsprechenden Ausdehnung mit mehr als 17 Abnehmern in die Kategorie förderfähiger Wärmenetze nach BEW fallen. Im Rahmen einer nachgelagerten Untersuchung sollte diese Lösung ergänzend geprüft und ggf. detaillierter untersucht werden.

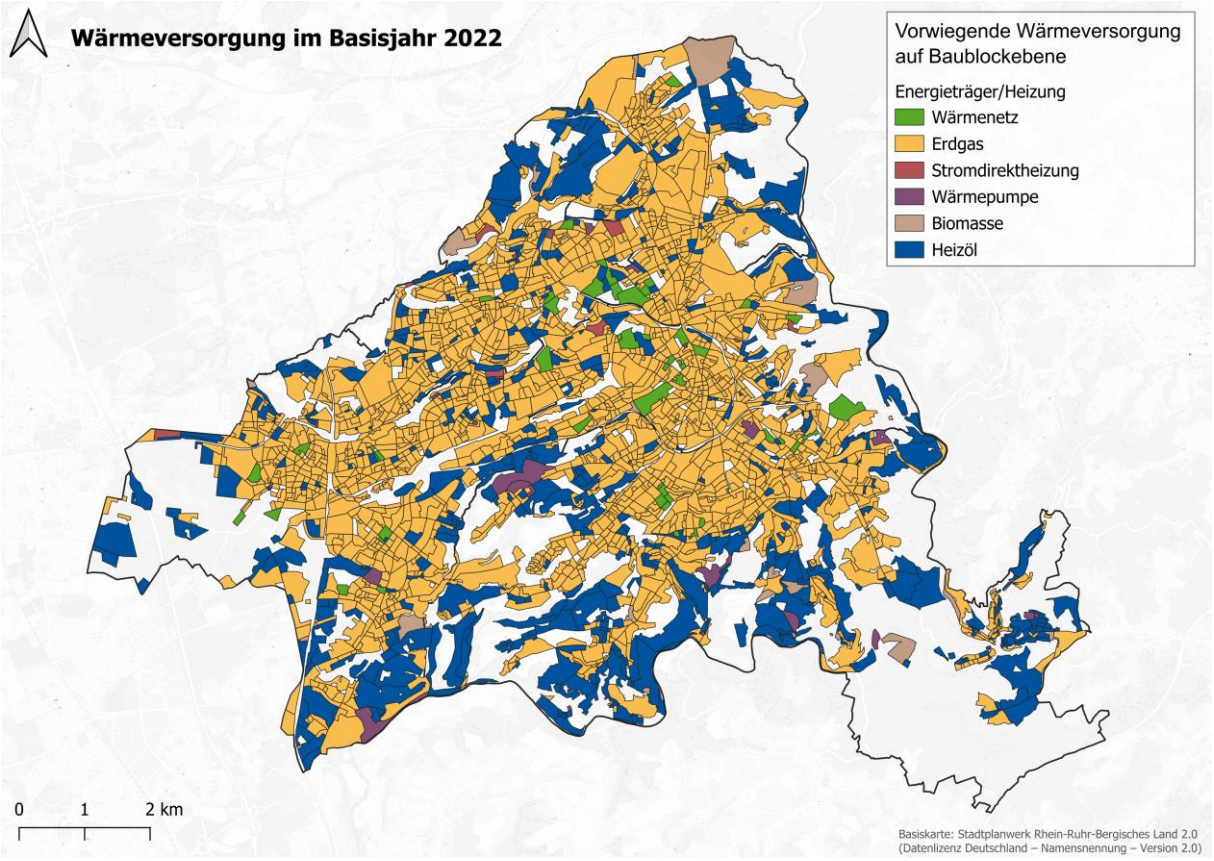
5.2.3 Dezentrale Versorgungsgebiete

Alle Gebiete, die außerhalb der Abbildung 58 dargestellten Wärmenetzgebiete und Prüfgebiete liegen, sind dezentrale Versorgungsgebiete.

In dezentralen Versorgungsgebieten stehen Hauseigentümer:innen verschiedene Technologien für zukünftigen Heizungsanlagen zur Verfügung. Generell kann jede Heizungsanlage, die mit einem Anteil von mindestens 65 Prozent erneuerbarer Energie betrieben wird, zur zukünftigen Versorgung eingesetzt werden. Die 65 Prozent gelten aktuell (Stand Ende 2024) für Neubauten in Neubaugebieten und werden ab Mitte 2026 beim Einbau von neuen Heizungen auch in Bestandsgebäuden und Neubauten in Baulücken verbindlich. Intakte bestehende Heizungssysteme mit einem EE-Anteil unter 65 Prozent können auch nach Mitte 2026 weiter betrieben werden. Gem. Vorgabe WPG muss jedoch im Rahmen der KWP für alle Heizungsanlagen auch in den dezentralen Versorgungsgebieten bis spätestens zum Jahr 2045 jedoch ein Pfad zur vollständigen treibhausgasneutralen Versorgung aufgezeigt werden.

Für das Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung wird angenommen, dass die dezentralen Versorgungsgebiete im Zielszenario überwiegend durch Umstellung auf Wärmepumpen geprägt sind. Dabei spielen neben Luftwärmepumpen auch Erdwärmepumpen eine Rolle, vor allem in Bereichen mit größeren Flurstücken und ohne wasserrechtliche Einschränkungen. Weitere Bausteine sind – wenn auch punktuell – der Austausch von Ölheizungen durch Pelletkessel sowie im Prozesswärmebereich die Nutzung von klimaneutralen Direktstromanwendungen.

Der Ausbau der Wärmepumpen als wichtigster Baustein neben den Wärmenetzen ist in Abbildung 77 dargestellt, in der der Zuwachs dezentraler klimaneutraler Optionen gegenüber dem Ausgangspunkt heute auf Baublockebene zu erkennen ist. Vor allem in den Stadtteilen außerhalb der Wärmenetzgebiete ist ein erheblicher Ausbau erforderlich, während in den Bereichen Solingen Mitte und dem Innenbereich von Ohligs kaum noch dezentrale Lösungen hinzukommen. Ebenfalls erkennbar ist, dass Baublöcke mit überwiegender Eignung für Erdwärmepumpen, also geothermischer Wärmequelle, vorwiegend in den Randbereichen existieren, wo es größere Grundstücke gibt.



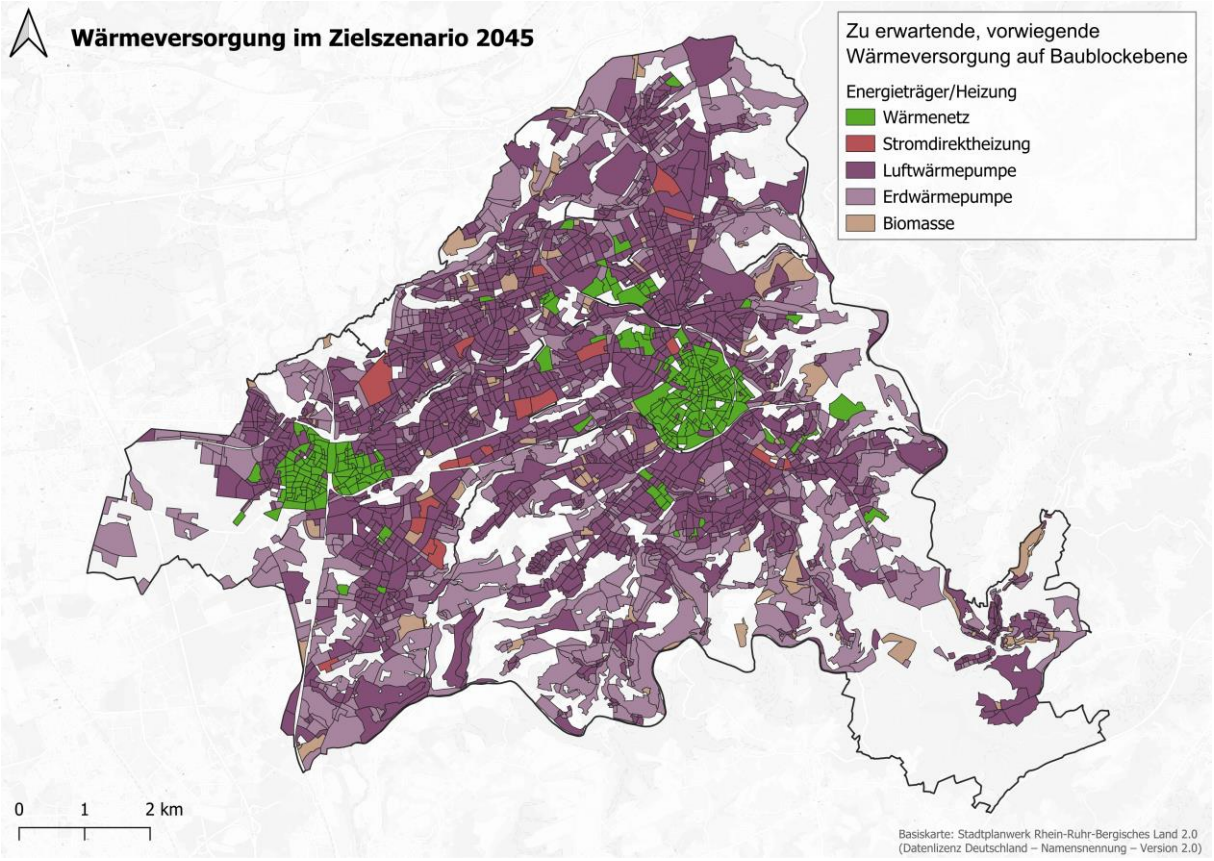


Abbildung 77: Gegenüberstellung des vorwiegenden Energieträgers auf Baublockebene, gemessen am Anteil an der Wärmebereitstellung, oben: Ist-Zustand, unten: Zielszenario 2045

Der Ausbau der Wärmepumpen wird zu einer deutlichen Erhöhung der elektrischen Anschlussleistungen führen. Die aus dem Wärmepumpenausbau resultierenden zusätzlichen Netzlasten an kalten Wintertagen sind in der folgenden Abbildung 78 dargestellt. Insgesamt ergibt sich ein in etwa linear ansteigender Strommehrbedarf für dezentrale Wärmepumpen von rd. 280 GWh/a bis 2045 sowie eine zusätzliche Netzlast von rd. 183 MW. Hinsichtlich der Stromnetzbelastungen sind die Wärmepumpen an kalten Wintertagen bestimmend. Hinzu kommen dann noch die Klärwasser-Wärmepumpe Ohligs, die zentralen Geothermie-Wärmepumpen in Solingen Mitte sowie E-Spitzenlastkessel, deren Strombedarf in Summe mit rd. 37 GWh/a bzw. 28 MW abgeschätzt wird. Werden die Erzeuger der kleineren Wärmenetze durch Wärmepumpen und E-Kessel ersetzt, beläuft sich deren kumulierte elektrische Bezugsleistung auf rd. 10 MW.

PV-Einspeiseleistungen von in Summe 121 MW fallen saisonal konträr an. Das erwartbare PV-Potenzial wurde dabei unter der Annahme, dass 25 % des Potenzials, in Anlehnung an die Bundesziele, ausgeschöpft werden, ermittelt. Diese Potenzialausschöpfung wird erreicht, wenn 50 % aller öffentlichen, Gewerbe- und Industriegebäude sowie Privathaushalte bis zum Jahr 2045 PV-Anlagen auf etwa 40 % der ihnen zur Verfügung stehenden Dachflächen installieren. Bei der hier angegebenen zusätzlichen Einspeiseleistung handelt es sich um die Summe der Peak-Leistungen. Sie ist insbesondere an wolkenlosen Sommertagen bestimmend. Es ist jedoch zu beachten, dass die maximale Einspeiseleistung für das angenommene PV-Zubau-Szenario aufgrund, hier nicht berücksichtigter, unterschiedlicher Ausrichtungen der Anlagen geringer ausfallen kann. Es werden etwa 103 GWh PV-Strom pro Jahr erzeugt.

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung werden in der Netzausbauplanung der Netze Solingen, vgl. Unterkapitel 5.7, aufgegriffen.

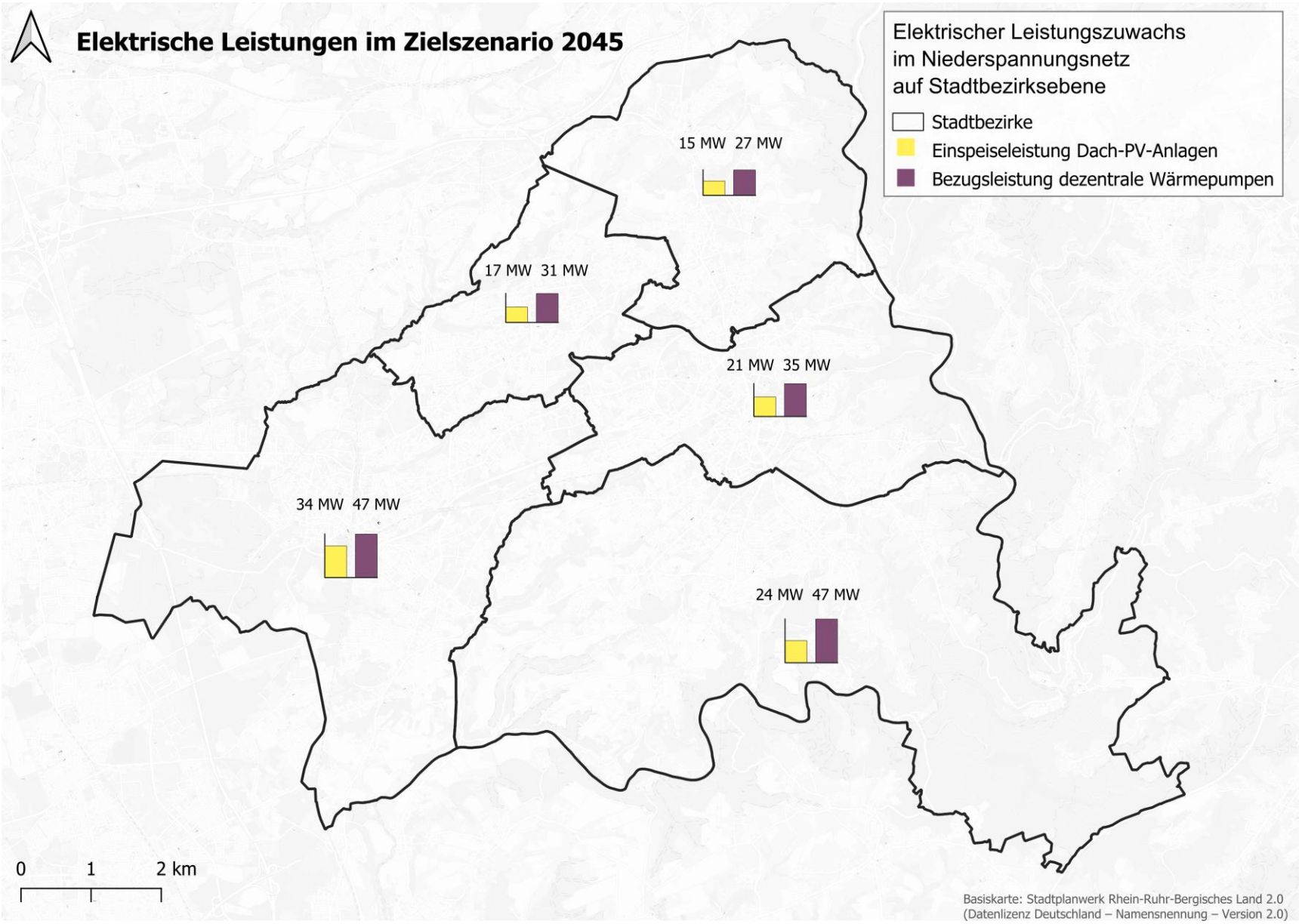


Abbildung 78: Elektrischer Leistungszuwachs bis 2045

Eine weiterer Leistungszuwachs ergibt sich durch Ladestationen für Elektromobilität, deren Bewertung allerdings außerhalb der Aufgabenstellung dieser Wärmestudie liegen.

Die Dimension der Transformation des Wärmesystems zeigt sich auch an der Anzahl der Gebäude, die von Erdgas oder Öl auf Wärmepumpen oder einen Fernwärmeanschluss wechseln, wie in Abbildung 79 gezeigt. Es wurde angenommen, dass jedes Jahr in etwa gleich viele Gebäude ihr Heizungssystem wechseln.

Bis 2045 müssen rund 85 % aller Adressen (rd. 32.000 Adressen) eine neue Versorgungslösung bekommen, wobei dies in den allermeisten Fällen mit einer Erneuerung einer Heizung am Ende der Lebensdauer einhergeht. Die Auswertung der Schornsteinfegerdaten zeigt, dass bis 2045 auch 86 % der gefeuerten Heizungsanlagen in Solingen ein Alter von 25 Jahre erreicht haben werden und damit ein Austausch im Erneuerungszyklus stattfinden kann. Bis 2030 werden etwa 40 % der Gas- und Ölheizungen 25 Jahre oder mehr erreicht haben. Im Mittel müssen bis zur Zielerreichung jedes Jahr 1.500 Adressen auf eine neue Versorgungsart umgestellt werden.

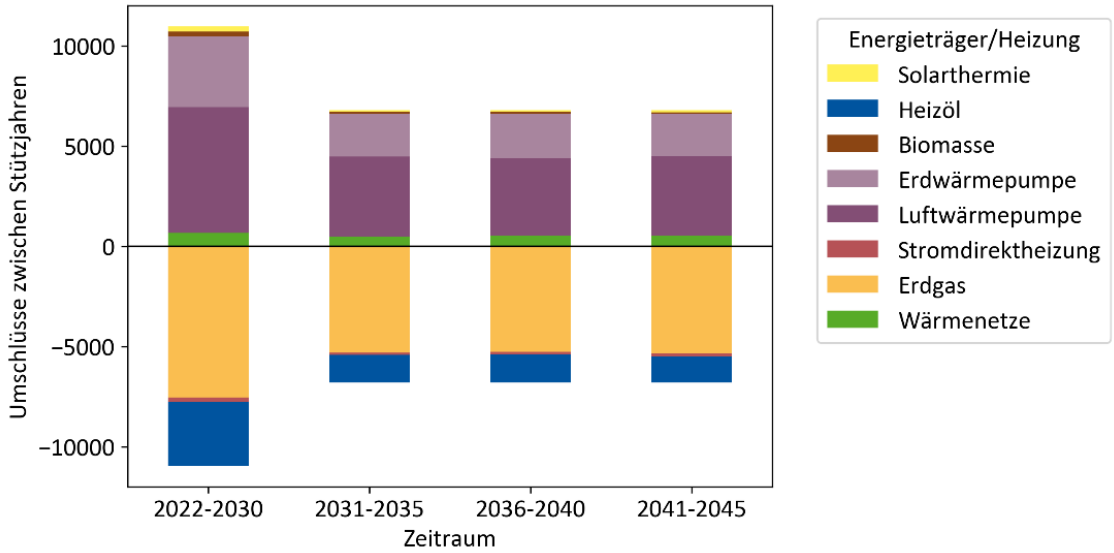


Abbildung 79: Anzahl der Heizungssystemwechsel zwischen den Stützjahren

5.3 Entwicklung der Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Transformation der Wärmeversorgung führt zwangsläufig zu großen Änderungen der Energie- und Klimagasbilanzen. So zeigt sich zum einen eine signifikante Verringerung des Wärmebedarfs und (noch stärker) des Endenergiebedarfs bis 2045. Zum anderen wird, wie beschrieben, eine Vielzahl an Umstellungen auf andere Heizenergiesysteme oder Energieträger realisiert.

Die Transformation des Wärmesystems ist in der folgenden Abbildung 80 anhand der Wärmebedarfsdeckung in Zeitverlauf dargestellt. Es sind die Beiträge der Zieltechnologien und der Wechsel weg von heute noch fossilen Heizsysteme zu erkennen, wie auch die Wärmebedarfsreduktion von 1.430 GWh/a im Basisjahr, vgl. Kapitel 3.5, auf 1.001 GWh/a. Diese Reduktion von 30 % ergibt sich, wie in Kapitel 4.2.1 beschrieben, aus den Einsparungen durch Sanierung der Gebäudehüllen, Klimaeffekte sowie Effizienz- und Suffizienzsteigerungen. Gewählt wurde dabei das ambitionierte Sanierungsszenario. Die räumliche Verteilung der Sanierungspotenziale ist in Abbildung 40 und Abbildung 41 visualisiert.

In Abbildung 80 gut zu erkennen ist der Zuwachs der Wärmenetze trotz gleichzeitiger Sanierung sowie der sukzessive Rückgang von Erdgas und Heizöl, bei dem sich die Versorgungsanteile aufteilen auf Wärmenetze, Luft- und Erdwärmepumpen. Über den gesamten Zeitverlauf sind auch direkte Stromanteile an der Bedarfsdeckung erkennbar. Während

Direktstromanwendungen zur Raumwärmeerzeugung schwinden, wird angenommen, dass die industrielle und gewerbliche Prozesswärme, wenn kein Anschluss an ein Wärmenetz besteht, zukünftig über Direktstrom erzeugt wird.

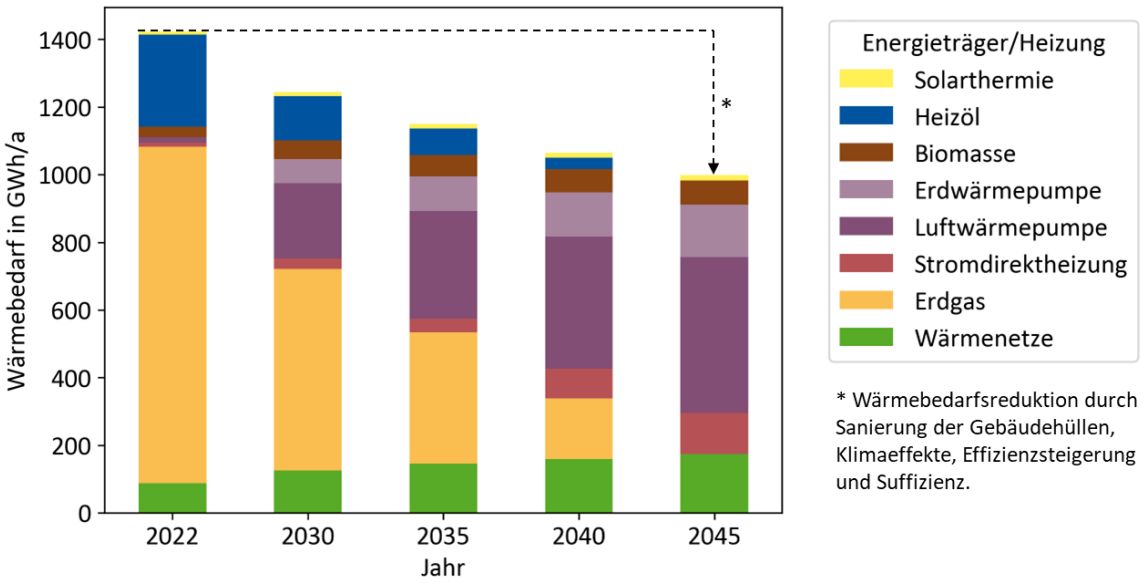


Abbildung 80: Transformation der Wärmeversorgung bis 2045

Abbildung 81 bis Abbildung 85 visualisieren die Transformation der Wärmebereitstellung von 2022 ausgehend über die Stützjahre 2030, 3035, 2040 bis hin zum Zieljahr der Wärmeplanung 2045.

Die räumliche Verteilung der Zieltechnologien zeigt die Abbildung 85 auf Ebene der Stadtbezirke. Während Solingen Mitte zu mehr als 1/3 durch Wärmenetze versorgt wird, beläuft sich der Anteil in Ohligs-Aufderhöhe-Merscheid auf etwa 19 % und in Gräfrath auf rd. 14 %. Über alle Stadtbezirke hinweg wurde angenommen, dass dezentrale Erdwärmepumpen etwa 25 % der Wärmebereitstellung aller dezentralen Wärmepumpen ausmachen. Dieser Anteil variiert je nach Stadtbezirk und nimmt mit einem Anteil von 30 % an der Wärmebereitstellung durch Erdwärmepumpen in Burg-Höhscheid den höchsten Wert an. Der Biomasseanteil ist im höher verdichteten Stadtteil Mitte am geringsten und nimmt in den äußeren Stadtteilen Wald und Burg-Höhscheid Anteile von bis zu 11 % ein. Hier sind ebenfalls die höchsten Solarthermieanteile erkennbar. Direktstromanwendungen werden im Zielszenario 2045 ausschließlich für Prozesswärmeanwendungen angenommen. Diese machen in Ohligs-Aufderhöhe-Merscheid 15 % und in Gräfrath 24 % aus.

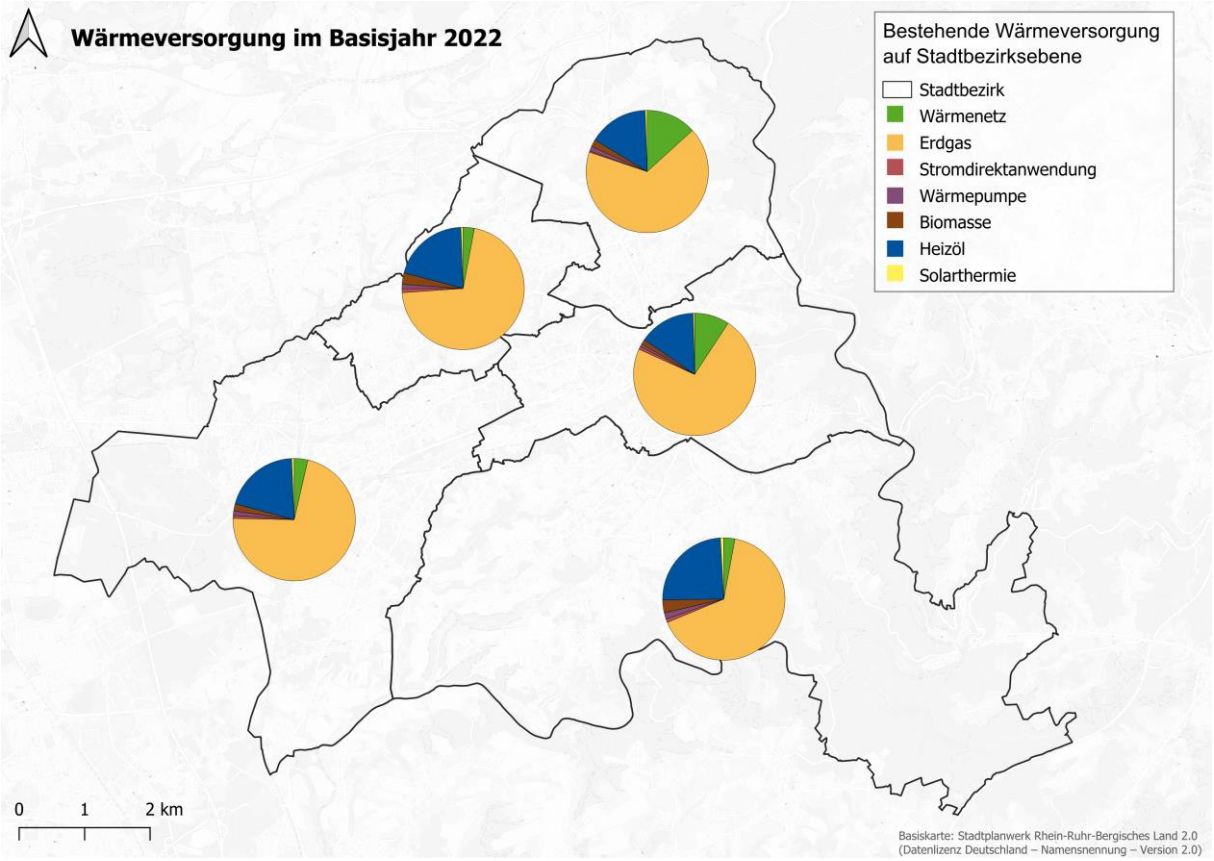


Abbildung 81: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2022 nach Energieträger, Darstellung auf Stadtbezirksebene

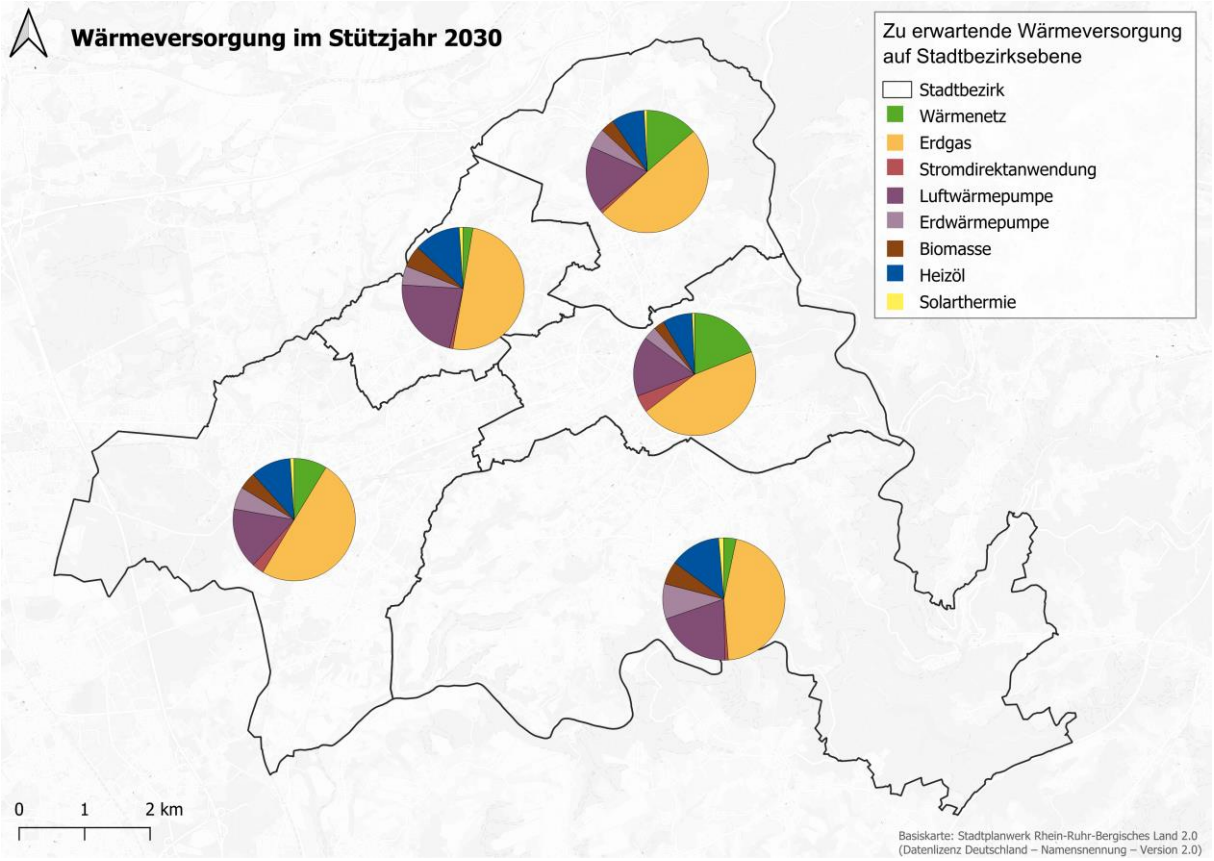


Abbildung 82: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2030 nach Energieträger, Darstellung auf Stadtbezirksebene

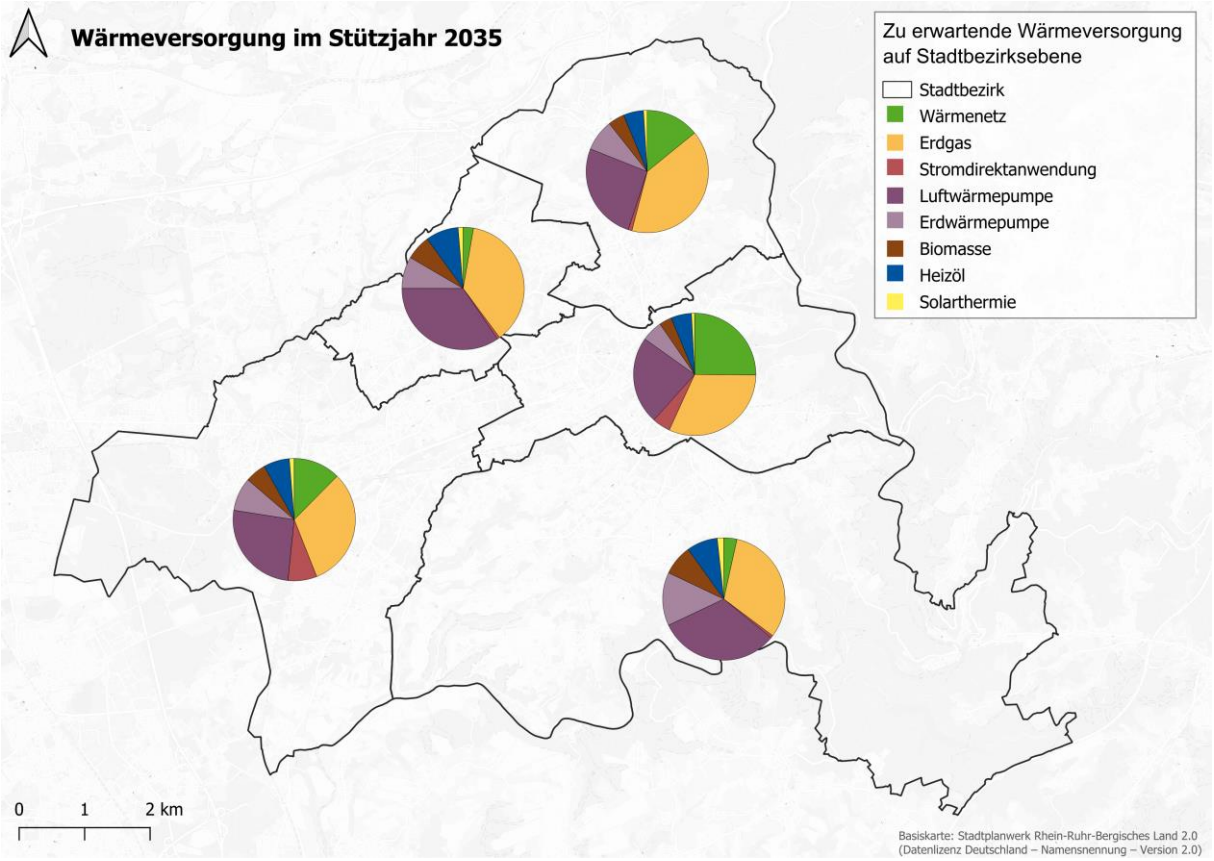


Abbildung 83: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2035 nach Energieträger, Darstellung auf Stadtbezirksebene

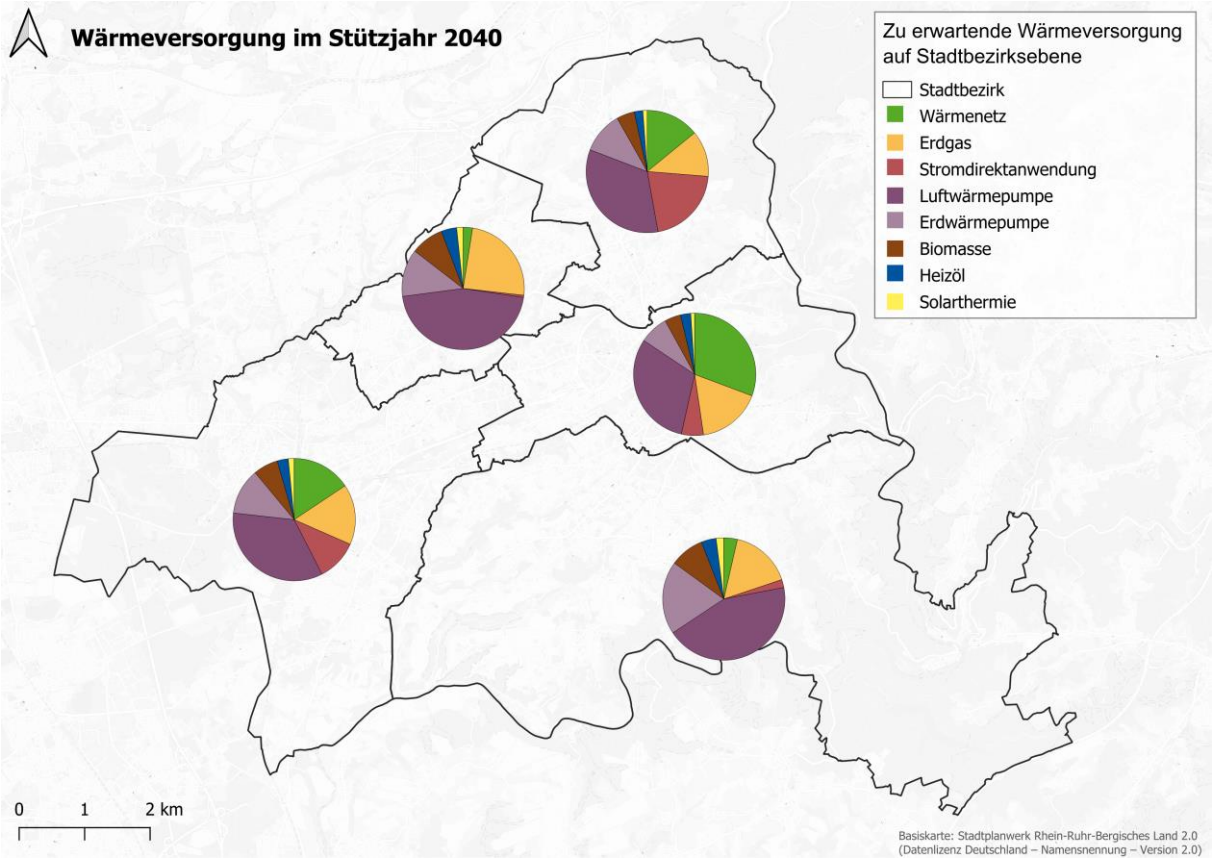


Abbildung 84: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2040 nach Energieträger, Darstellung auf Stadtbezirksebene

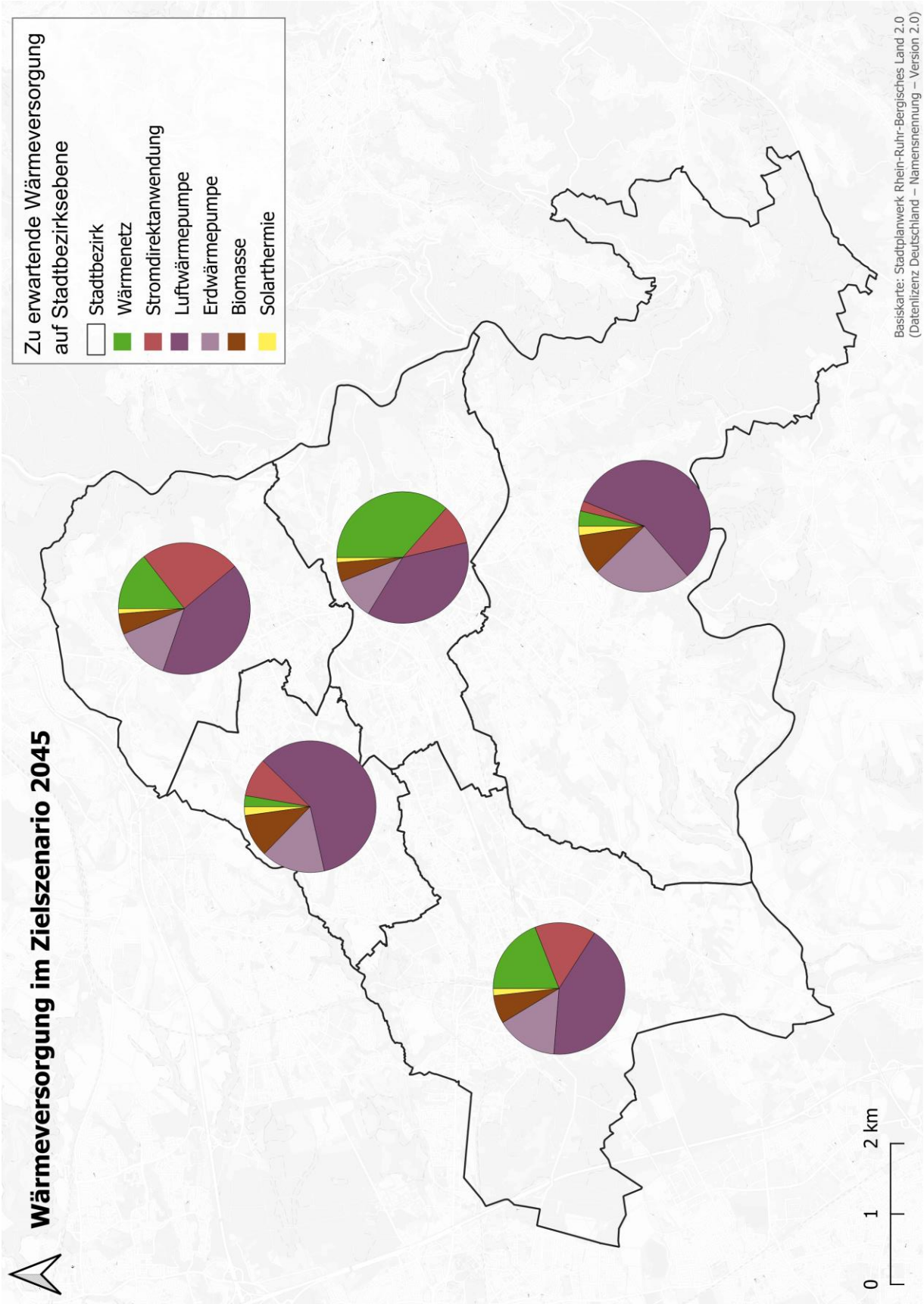


Abbildung 85: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2045 nach Energieträger, Darstellung auf Stadtbezirksebene

Die Endenergiebilanz in Abbildung 86 zeigt den rückläufigen Energiebedarf (unter Berücksichtigung der Ergebnisse in Kapitel 4.2.1 „Reduktion des Wärmebedarfs“) sowie den Wechsel von Erdgas und Erdöl zu Wärmenetzen und Strom mit einer Reduktion des Endenergieeinsatzes auf etwa 38 % des Ausgangswertes. Der Endenergiebedarf sinkt von 1.559 GWh im Basisjahr, vgl. Kapitel 3.6, auf 596 GWh/a. Hierein spielt zum einen der Rückgang des Wärmebedarfes, zum anderen aber auch der Umstieg auf effizientere Wärmeerzeuger, insbesondere Wärmepumpen. Dabei ist zu beachten, dass hinsichtlich der Bilanzierung des Endenergieeinsatzes in Wärmepumpen nur der Stromeinsatz zum Antrieb der Wärmepumpen einbezogen ist. Die ohnehin klimaneutrale Umweltwärme aus Erdreich und Umgebungsluft ist hier in Anlehnung an die Bilanzierung im GEG nicht dargestellt.

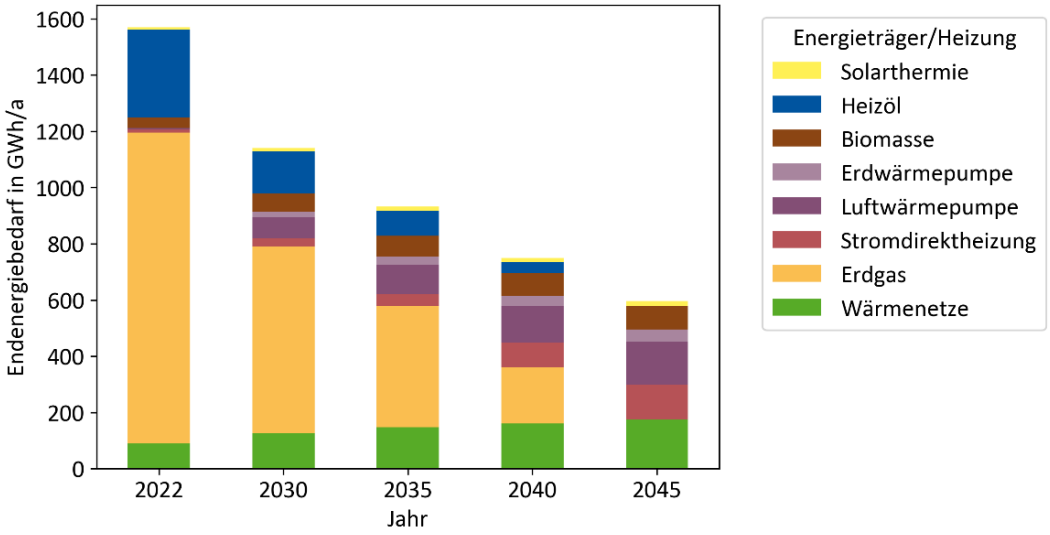


Abbildung 86: Transformation der Endenergiebedarfsdeckung bis 2045

Die Entwicklung der Treibhausgasbilanz als wichtigster Kennwert der kommunalen Wärmeplanung wird in Abbildung 87 nach Energieträger bzw. Heizungstechnologie aufgeschlüsselt. Bis zum Jahr 2030 zeigt sich eine Reduktion um 39 %, bis 2035 um 61 % und bis zum Zieljahr 2045 um 97 % im Vergleich zum Basisjahr.

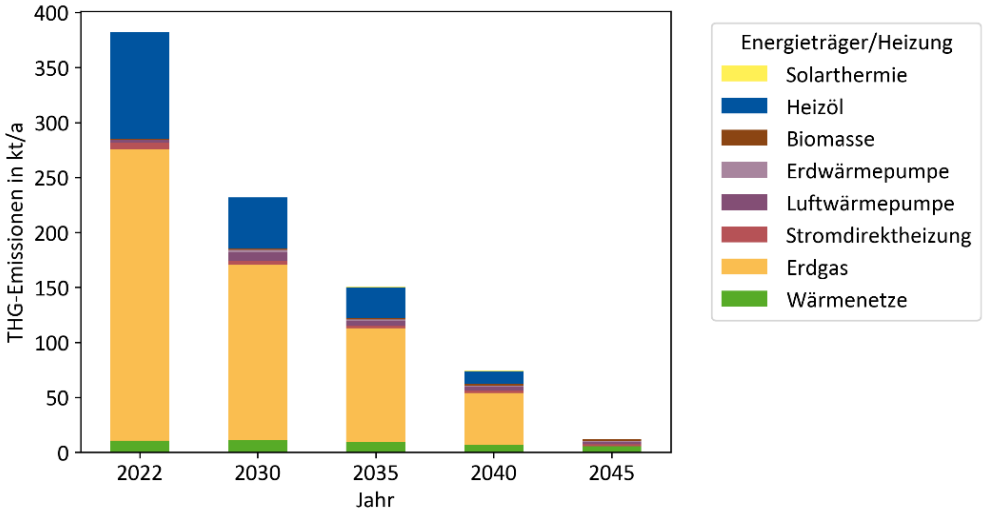


Abbildung 87: Transformation des THG-Ausstoßes bis 2045

Neben dem zuvor beschriebenen sukzessiven Technologiewechsel ist die Entwicklung der Emissionsfaktoren ein wichtiger Treiber für die Reduktion. So verringert sich der THG-Ausstoß von Strom trotz des immensen Ausbaus von Wärmepumpen stetig. Dies ist auf den

deutschlandweiten Umstieg auf Strom aus Erneuerbaren und damit einhergehenden niedrigeren THG-Faktoren gem. Zielsetzung der Politik bzw. deren Abbildung in den Ansätzen im Leitfaden des BMWK zurückzuführen. Im Wärmenetzbereich wird der vermehrte Ausbau durch niedrige THG-Faktoren, welche sich aufgrund der Einbindung von Wärmepumpen ergeben, kompensiert. Die Treibhausgase für Erdgas und Heizöl sinken im Maße ihres Rückbaus.

Dass auch im Zieljahr 2045 noch geringe Restemissionen von rd. 3 % der Basiswerte vorhanden sind, ist auf die nach [5] angesetzten Faktoren, welche die Emissionen der Vorketten zur Energiebereitstellung mit einbeziehen, zurückzuführen.

5.3.1 Alternativszenario: Zielkonzept Klimaneutrales Solingen 2040

Die Erarbeitung einer Strategie zur Klimaneutralität und daran anknüpfender Umsetzungsschritte gehört inzwischen zu einer von allen größeren Kommunen erwarteten Aufgabe, wie auch die aktuelle Untersuchung der Gemeindeprüfungsanstalt gpaNRW zum Klimaschutz in Kommunen verdeutlicht. Die Stadt Solingen hat deshalb das Zielkonzept "Klimaneutrales Solingen" erarbeitet: Hier war es Aufgabe herauszuarbeiten, wie es gesamtstädtisch gelingen kann, das 1,5 Grad-Ziel von Paris einzuhalten und damit die damit verknüpften CO_2-Emissionen pro Einwohner:in, die noch verursacht werden dürfen, um die globale Erwärmung auf 1,5°C begrenzen zu können, nicht zu überschreiten (Restbudget) (siehe Stadt Solingen 2024, Vorlage 5513/2024).

Das Zielkonzept klimaneutrales Solingen wurde vom Stadtrat im Juni 2024 beschlossen und dient als "mittel- und langfristige Orientierung und Leitplanke, um Solingens Weg hin zu einer klimaneutralen, nachhaltigen Kommune zu gestalten" und dazu „handlungsleitende Ziele und Maßnahmen weiter auszuarbeiten und dabei bestehende Zielsetzungen, Konzepte und Maßnahmenprogramme zu berücksichtigen und weiterzuentwickeln (...) sowie ein Monitoring und Controlling aufzubauen."

Im Ergebnis verdeutlicht der Fahrplan zur Klimaneutralität, dass eine pariskonforme Klimaneutralität gelingen kann, wenn bis 2040 die CO_2-Emissionen - insbesondere durch die Umsetzung sehr ambitionierter Ziele u.a. in den Handlungsfeldern Energieversorgung, Gebäude und Quartiere, Mobilität und Wirtschaft - stark reduziert werden (um 91% der Emissionen im Vergleich zu 1990) und verbleibende Emissionen kompensiert werden (9 %).

Das Zielkonzept beinhaltet u.a. das Ziel, dass die Energieversorgung (Strom und Wärme) vollständig auf erneuerbare Energien umgestellt wird. Dazu leistet die Wärmeplanung einen ersten wichtigen Beitrag. Im Zielkonzept wird dargestellt, dass ein Erreichen der Klimaneutralität umsetzbar wäre, wenn es gelingt die Energieversorgung und damit auch den Wärmesektor bereits bis 2035 klimaneutral zu stellen. Dieses Ziel ist mit den aktuellen kommunal, landes- und bundesseitig vorhandenen Rahmenbedingungen nicht umsetzbar. Dies mindert nicht seine Relevanz und Bedeutung - auch um die bundesseitigen und europaweiten Klimaschutzziele einhalten zu können.

Aufbauend auf dem Wärmeplanungsgesetz (WPG, § 1) führt der Leitfaden Wärmeplanung 2024 aus, dass „die planungsverantwortliche Stelle prüfen muss, ob es auf Landesebene oder auf einer anderen für das beplante Gebiet relevanten Ebene (z.B. Landkreis, Kommune) ambitioniertere Klimaschutzziele gibt" (als die Zielsetzung aus dem WPG mit Blick auf 2045), "und diese für die Wärmeplanung heranziehen."

Aus diesem Auftrag heraus ist hier ein alternatives Zielszenario für die Wärmeplanung Solingens ergänzend dargestellt.

Zur Ermittlung der Energie- und Treibhausgasbilanzen für dieses Alternativszenario wird vereinfacht angenommen, dass im Zieljahr 2035 das gleiche Versorgungssystem wie im Zielszenario der Wärmeplanung realisiert sein wird. Die umzusetzenden Transformationsschritte sind folglich identisch, jedoch muss die Transformation beschleunigt ablaufen.

Abbildung 88 bis Abbildung 90 stellen die Transformation der Wärmeversorgung, der Endenergiebedarfsdeckung und der Treibhausgasemissionen bis 2045 dar.

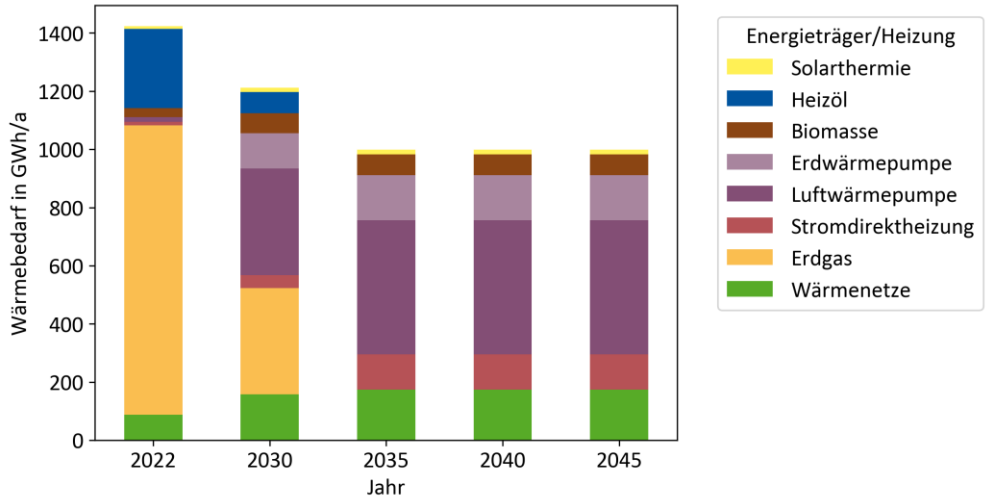


Abbildung 88: Transformation der Wärmeversorgung bis 2045 im Alternativszenario einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2035

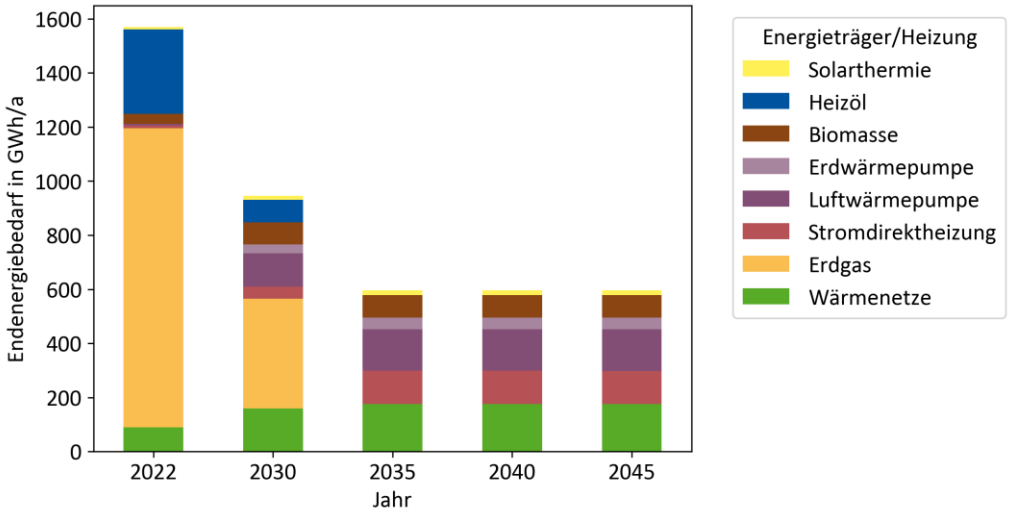


Abbildung 89: Transformation der Endenergiebedarfsdeckung bis 2045 im Alternativszenario einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2035

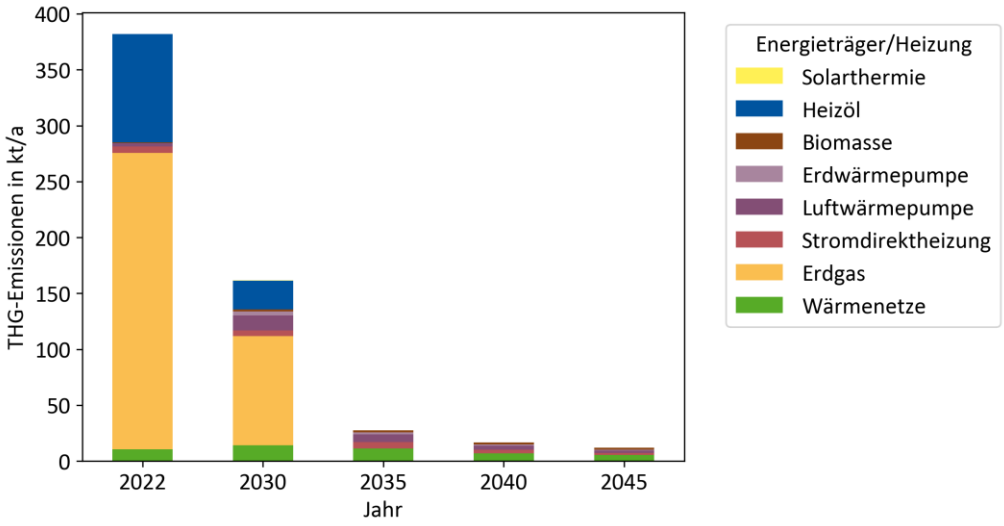


Abbildung 90: Transformation des THG-Ausstoßes bis 2045 im Alternativszenario einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2035

Die ersten beiden Grafiken zeigen eindrücklich, dass die Transformation in 2035 bereits abgeschlossen wäre und Wärme- sowie Endenergiebedarfe in den Folgejahren stagnieren. Da weiterhin angenommen wird, dass sich die Emissionsfaktoren des nationalen Stommixes, wie im Technikkatalog Wärmeplanung [5] angegeben, entwicklen, werden auch nach 2035 weitere Treibhausgaseinsparungen erzielt.

Eine beschleunigte Transformation nähme Auswirkungen auf die Anzahl der jährlich zu realisierenden Fernwärmeanschlüsse, Wärmepumpeninstallationen und weitere Heizungssystemwechsel hin zu erneuerbaren Energieträgern. So müssten rund 2.500 Adressen pro Jahr auf ein neues Gebäudeenergiesystem umgerüstet werden (im Vergleich zu rd. 1.500 Adressen pro Jahr, wenn die Umrüstung bis 2045 erfolgt). Eine Auswertung der Schornsteinfegerdaten zeigt, dass etwa 55 % der Gas- und Ölheizungen bis 2035 ein Alter von 25 Jahren oder mehr erreicht haben wird. Diese Anlagen würden innerhalb ihrer technischen Lebensdauer ersetzt, die übrigen Anlagen müssten jedoch vorzeitig ersetzt werden. Die Ausbaugeschwindigkeit der Wärmenetze würde sich im Mittel auf rd. 4 km pro Jahr erhöhen (im Vergleich zu rd. 2 km bei Netzausbau/Netzneubau bis 2045).

Zusammenfassend werden die (ressourcen-)technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen, welche eine Transformation des Wärmesektors bis 2045 in Hinblick auf die finanziellen, sozialgesellschaftlichen Voraussetzungen und Erfordernissen sowie der Verfügbarkeit von Handwerk und Fachpersonal ohnehin mit sich bringt im Alternativszenario eines klimaneutralen Wärmesektors bis 2035 nochmals verschärft. Im Rahmen der kommunalen Wärmplanung sowie bei der im folgenden Kapitel 6 dargestellten Umsetzungsstrategie für Solingen wird weiterhin das Zieljahr 2045 für das Erreichen der Klimaneutralität betracht.

5.4 Potenzialausschöpfung

Die im Zielszenario angenommene Nutzung von Wärme- und Stromquellen spiegelt das erwartbare Potenzial wider (siehe Kap. 4.1). Für die einzelnen Handlungsfelder bzw. Wärme- und Stromquellen wird das erwartbare Potenzial wie folgt bemessen:

- **Wärmebedarfsreduktion:** Das erwartbare Potenzial zur Wärmebedarfsreduktion beträgt 436 GWh/a. Dies entspricht der Einsparungen, die durch Sanierung der Gebäudehüllen, Klimaeffekte sowie Effizienz- und Suffizienzsteigerungen im ambitionierten Sanierungsszenario erzielt werden können (siehe Kapitel 4.2.1).
- **Oberflächennahe Geothermie:** Aufgrund der aktuellen Entwicklungen wird angenommen, dass etwa ein Viertel aller dezentral installierten Wärmepumpen als

Erdwärmepumpen ausgeführt werden. Dies entspricht einer Wärmebereitstellung von etwa 155 GWh/a (siehe Kapitel 5.2.3). Zudem sollen Erdwärmepumpen im Wärmenetzgebiet Mitte mit ca. 25 GWh/a zur Wärmeerzeugung beitragen (siehe Kapitel 5.2.1).

- **Umgebungsluft:** Aufgrund der aktuellen Entwicklungen wird angenommen, dass etwa drei Viertel aller dezentral installierten Wärmepumpen als Luftwärmepumpen ausgeführt werden. Dies entspricht einer Wärmebereitstellung von etwa 461 GWh/a (siehe Kapitel 5.2.3). Hinzu kommen die Mengen, die zur Umstellung der bereits vorhandenen kleinen Wärmenetze von Erdgas auf Wärmepumpen erforderlich sind in Höhe von rd. 37 GWh/a.
- **Dachflächen-Solarthermie:** Im hier aufgestellten Zielszenario wird davon ausgegangen, dass Solarthermie nur in Kombination mit Biomasse installiert wird, da die Nutzung von Solarenergie auf Dachflächen aufgrund höherer Flexibilität und saisonal unabhängigerer Nutzung bevorzugt für Photovoltaik vorgesehen ist (Flächenkonkurrenz). Bei typischen Auslegungsgrößen ergibt sich ein erwartbares Potenzial von 17 GWh/a (siehe Kapitel 5.2.3).
- **Tiefe Geothermie:** Es konnten keine theoretischen oder technischen Potenziale für hydrogeothermale Geothermie identifiziert werden (siehe Kapitel 4.3.1). Dementsprechend beträgt auch das erwartbare Potenzial 0 GWh/a.
- **Mitteltiefe Geothermie:** Im Zielszenario wurde ausschließlich oberflächennahe Geothermie näher betrachtet. Die Bereitstellung von Wärme könnte teilweise auch über mitteltiefe Geothermie erfolgen. Zur Beantwortung der Frage, ob diese Option für bestimmte Liegenschaften oder Standorte oder zur Erzeugung von Wärme für Wärmenetze in Frage kommt, sind kostenintensive Einzelfallprüfungen erforderlich, sodass hier keine pauschale Aussage über das erwartbare Potenzial getroffen wurde.
- **Flusswasserwärme:** Aufgrund diverser Einschränkungen hinsichtlich des Landschaftsschutzes, langen Anbindungsstrecken zum Wärmenetz und der Konkurrenz zu leichter erschließbaren Wärmequellen wurde die Nutzung von Flusswasserwärme für die Wärmeerzeugung in Solingen als unwahrscheinlich eingestuft (siehe Kapitel 4.3.2 und Kapitel 5.2.2.4).
- **Klärwasserwärme:** Im Rahmen des Zielszenarios wird von einer Erschließung der Kläranlage Ohligs für ein neu zu errichtendes Wärmenetz in Ohligs ausgegangen. Das erwartbare Wärmepotenzial zur Wärmebereitstellung für das Wärmenetz aus Klärwasserwärme beträgt 45 GWh/a (siehe Kapitel 5.2.1). Die Nutzung von Klärwasserwärme der beiden Anlagen in Gräfrath und Burg für die Speisung von Wärmenetzen wurde in der KWP nicht betrachtet, da beide Anlagen sehr weit von bestehenden größeren Wärmenetzen oder für große Wärmenetze geeigneten Siedlungsgebieten entfernt liegen.
- **Abwasserwärme:** Im Zielszenario wurde die Nutzung von Abwasserwärme nicht einkalkuliert. Vereinzelte Potenziale sind jedoch vorhanden (siehe Kapitel 4.3.4) und können in Teillösungen für größere Liegenschaften oder Quartiere in Einzelfallprüfungen, wie exemplarisch in Kapitel 5.2.2.4, weiter betrachtet werden.
- **Unvermeidbare Abwärme:** Die zukünftige Einbindung von unvermeidbarer Abwärme in Wärmenetze wird für Solingen als unwahrscheinlich bewertet. Das erwartbare Potenzial beträgt folglich 0 GWh/a.
- **Biomasse:** Es wird angenommen, dass ein Teil der dezentralen zu erzeugenden Wärme im Zielszenario über Biomasse bereitgestellt wird. Der erwartbare Anteil liegt bei etwa 72 GWh/a, was die lokalen Potenziale aus Waldrestholz innerhalb des Stadtgebietes überschreitet. Um die Bedarfe zu decken, wird von einem regionalen Bezug von Holzpellets ausgegangen.
- **Wasserstoff:** Da keine Wasserstoffverfügbarkeit für die Wärmeerzeugung absehbar ist und kein Wasserstoffverteilnetz vorgesehen ist, beträgt das erwartbare Potenzial 0 GWh/a.

- **Freiflächen-Solarthermie:** Freiflächen Solarthermieanlagen werden im Zielszenario nicht berücksichtigt, da diese in Flächenkonkurrenz zu als erwartbar einkalkulierten Freiflächen-PV-Anlagen stehen. Das erwartbare Potenzial beträgt 0 GWh/a.
- **Dachflächen-Photovoltaik:** Unter der Annahme, dass bis 2045 mindestens die Hälfte aller Wohn- und Nichtwohngebäude in Solingen auf 40% der Dachfläche eine PV-Anlage geeigneter Größe installieren, beträgt das erwartbare Potenzial 103 GWh/a. Um den vom Bund definierten Ausbaupfad für PV nach EEG 2023 auch in Solingen mitzutragen, sollte dieser Wert mindestens erreicht werden.
- **Freiflächen-Photovoltaik:** Um den Ausbaupfad für PV nach EEG 2023 auch in Solingen mitzutragen, sollten die technischen Potenziale für Freiflächen-PV vollständig ausgeschöpft werden. Da die technischen Potenziale im Rahmen der KWP, der Erstellung des Solarkatasters Solingen sowie im Rahmen einer stadtweiten Potenzialerfassung zur Freiflächen-PV (siehe Kapitel 4.3.10 und Vorlage 6382/2024) bereits detailliert betrachtet wurden, wird davon ausgegangen, dass das technische Potenzial von 36 GWh/a vollständig als erwartbar eingestuft werden kann.
- **Windenergieanlagen:** Es existiert kein Potenzial für Windkraftanlagen in Solingen. Das erwartbare Potenzial beträgt folglich 0 GWh/a.
- **Wasserkraftanlagen:** Es existiert kein Potenzial für Wasserkraftanlagen in Solingen. Das erwartbare Potenzial beträgt folglich 0 GWh/a.

Eine grafische Gegenüberstellung des theoretischen und des technischen Potenzials im Vergleich zur erwartbaren Potenzialnutzung gemäß dem Zielszenario zeigt die Abbildung 91.

In Tabelle 29 sind die Werte zum theoretischen, technischen und erwartbaren Potenzial noch einmal gegenübergestellt.

Insgesamt kann die vollständige Umstellung der Wärmebedarfe (Raumwärme, Trinkwarmwasser und Prozesswärme) auf erneuerbare Energie mit der dargestellten erwartbaren Ausschöpfung von erneuerbaren Wärmequellen und Stromquellen in Solingen erreicht werden.

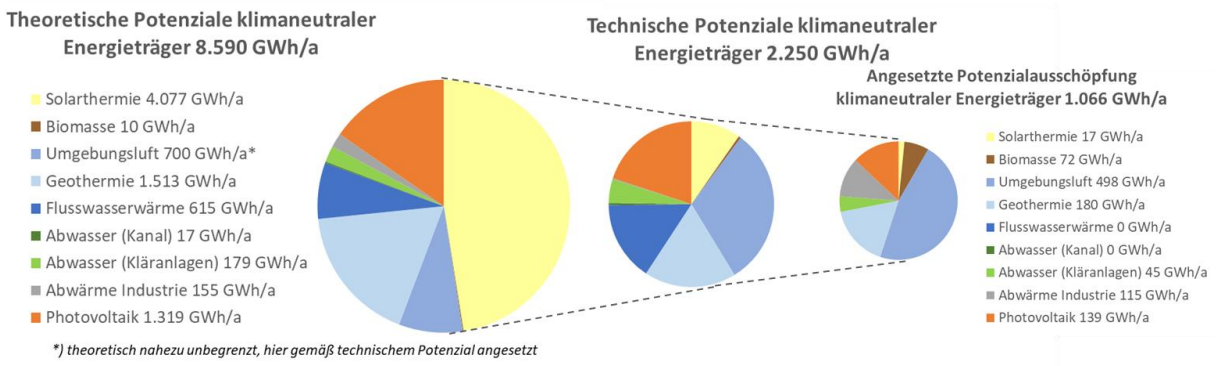


Abbildung 91: Gegenüberstellung des theoretischen, des technischen und des erwartbaren Potenzials

Tabelle 29: Zusammenfassung der ermittelten Potenziale

	Theoretisches Potenzial [GWh/a]	**Technisches Potenzial** [GWh/a]	**Erwartbares Potenzial** [GWh/a]
Energieeinsparung			
Wärmebedarfsreduktion	nicht quantifiziert	629	436
Wärmequellen (dezentral)			
Oberflächennahe Geothermie	1.490	404	180
Umgebungsluft	nicht quantifiziert	700	498
Dachflächen-Solarthermie	1.513	124	17
Wärmequellen (zentral)			
Tiefe Geothermie	0	0	0
Mitteltiefe Geothermie	23	Flächenpotenziale in oberflächennaher Geothermie enthalten	0
Flusswasserwärme	615	350	0
Klärwasserwärme	175	105	45
Abwasserwärme	17	10	0
Unvermeidbare Abwärme	155 (inkl Abwärme MVA)	5 (nur Industrie, da Abwärmenutzung MVA nur bei Ausbau der Fernwärmeversorgung)	115 Ermittlung erfolgt im Zielszenario
Biomasse	10	10	72
Wasserstoff	Kein Wasserstoffpotenzial für die Wärmeversorgung absehbar, Wasserstoffverteilnetz nicht vorgesehen.		
Freiflächen-Solarthermie	2.564	95	0
Stromquellen			
Dachflächen-Photovoltaik	412	412	103
Freiflächen-Photovoltaik	907	36	36
Windenergieanlagen	0	0	0
Wasserkraftanlagen	0	0	0

5.5 Investitionsrahmen für die Wärmetransformation

Die Umsetzung der Wärmetransformation ist mit erheblichen Investitionen verbunden, sowohl im Bereich des Infrastrukturausbaus, der Gebäudesanierung als auch der dezentralen und zentralen Technologiewechsel. Demgegenüber stehen vermiedene Ersatzkosten fossiler (Kessel-)Anlagen, vermiedene bzw. reduzierte Brennstoffeinsätze, vermiedene Umweltkosten sowie Förderprogramme und regionale Wirtschaftsförderung zur Abminderung der Umstellungskosten.

Eine detaillierte und abschließende Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Handlungsfelder ist aufgrund der Vielfältigkeit und Heterogenität der Gebäudesituationen und auch wegen der unklaren zukünftigen Fördersituation nicht möglich. Gleichwohl ist aber eine Abschätzung des Investitionsvolumens möglich. Dazu sind im Technikkatalog [5] zur kommunalen Wärmeplanung Eckwerte gegeben, die im Folgenden genutzt und ergänzt wurden.

Die im Katalog angegebenen Kosten sind als Richtwert für ganz Deutschland konzipiert und auf das Jahr 2023 bezogen, diese wurden mit Erfahrungswerten aus lokalen Bauprojekten abgeglichen und auf das Jahr 2025 hochindiziert. Meist ergibt sich dadurch eine Erhöhung im Bereich von 10 % bis 30 %. Der Kostenrahmen sollte so auch Zusatzkosten abdecken, die vor allem im Gebäudebestand bei Einbau neuer Heizungsanlagen oder Sanierungen auftreten können.

Abbildung 92 zeigt eine Übersicht der im Folgenden angenommenen Investitionskosten über die thermische Leistung der Anlagen.

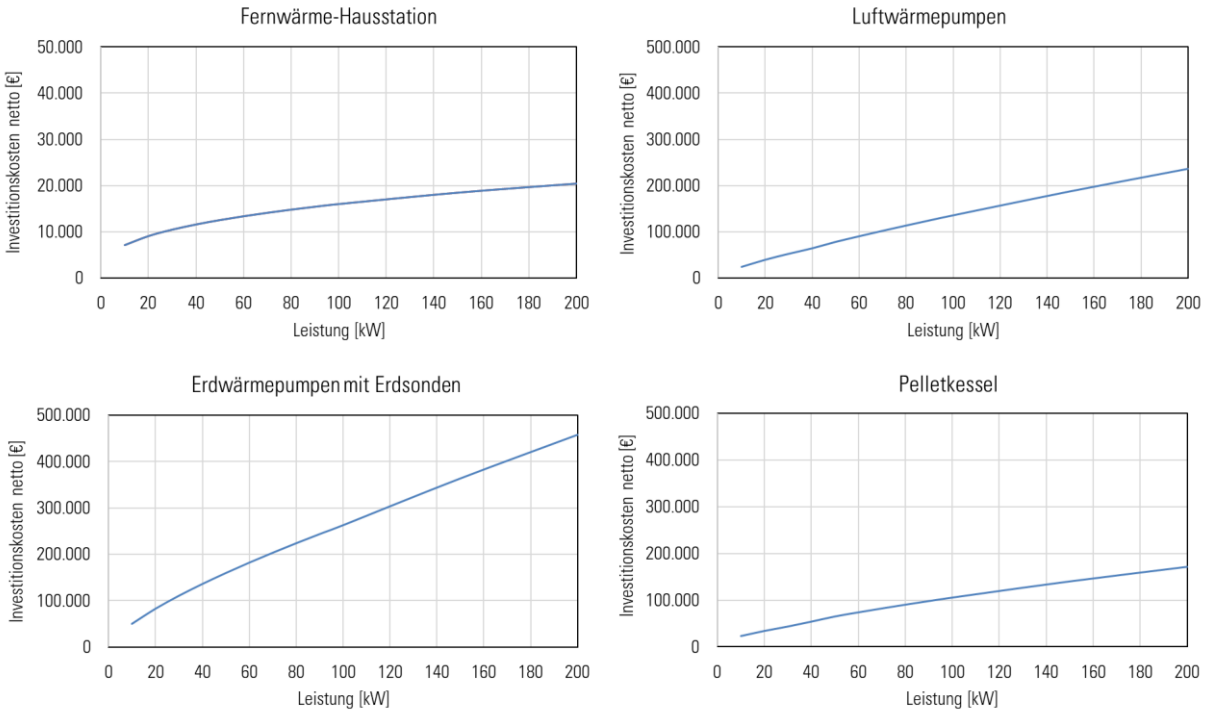


Abbildung 92: Übersicht der angenommenen spezifischen Investitionskosten (netto, vor Förderzuschüssen)

Neben den in der obigen Abbildung gezeigten spezifische Kostenkennzahlen wurde für den Wärmenetzausbau ein Kostenkennwert von 2.200 € pro Trassenmeter im Stadtbereich angesetzt. Der spezifische Invest für Hausanschlussleitungen liegt je nach Anschlussleistung zwischen 1.200 €/m und 1.600 €/m. Die gesamten Baukosten neuer Wärmeerzeuger für Wärmenetze wurden erfahrungsbasiert anhand typischer Planungskennwerte abgebildet. Dieser Posten beinhaltet für das Wärmenetz Mitte den Reinvest und Erweiterung der MVA sowie zentrale oberflächennahe Geothermieanlagen. Für das Wärmenetz Ohligs wurden eine Klärwasser-Großwärmepumpe sowie Spitzenlasterzeugung und für die kleineren Netze ein Ersatz der bisherigen Erzeuger durch Erd- oder Luftwärmepumpensysteme einkalkuliert. Wärmespeicher,

Pumpen, Anbindung an die Wärmenetze, MSR-Technik, erforderliche Baukonstruktionen und Planungskosten wurden überschlägig berücksichtigt.

Die Kosten für die energetische Sanierung der Gebäudehülle wurden literaturbasiert in Abhängigkeit der Sanierungstiefe mit 100 € bis 600 € pro Quadratmeter Energiebezugsfläche angesetzt [25].

Damit ergibt sich ein rechnerisches Investitionsvolumen von rd. 2,7 Mrd. EUR bis 2045. Dieses umfasst die wesentlichen Bausteine der Wärmewende, nämlich die energetischen Mehrkosten der Gebäudesanierung, die Umstellung von Gas- und Ölheizungen auf Wärmepumpen sowie den Aus- und Umbau der Wärmenetze. Es ist zu beachten, dass ausschließlich der Invest dargestellt wird. Zukünftige Energiekosten für den Betrieb der Anlagen, CO_2-Kosten sowie Energiekosteneinsparungen durch Sanierung wurden nicht einberechnet.

Den Aufwendungen gegenüber stehen Einsparungen im konventionellen Anlagenbau von rd. 339 Mio. € durch Wegfall der Ersatzinvestitionen in Gas- und Heizölkessel sowie der vermiedene Reinvest in die Erzeuger der kleinen Wärmenetze. Zudem fällt ein Großteil der Maßnahmenfelder unter die Fördermechanismen der Bundesförderprogramme BEW und BEG und kann mit 30 % - 70 % Investitionszuschuss gefördert werden.

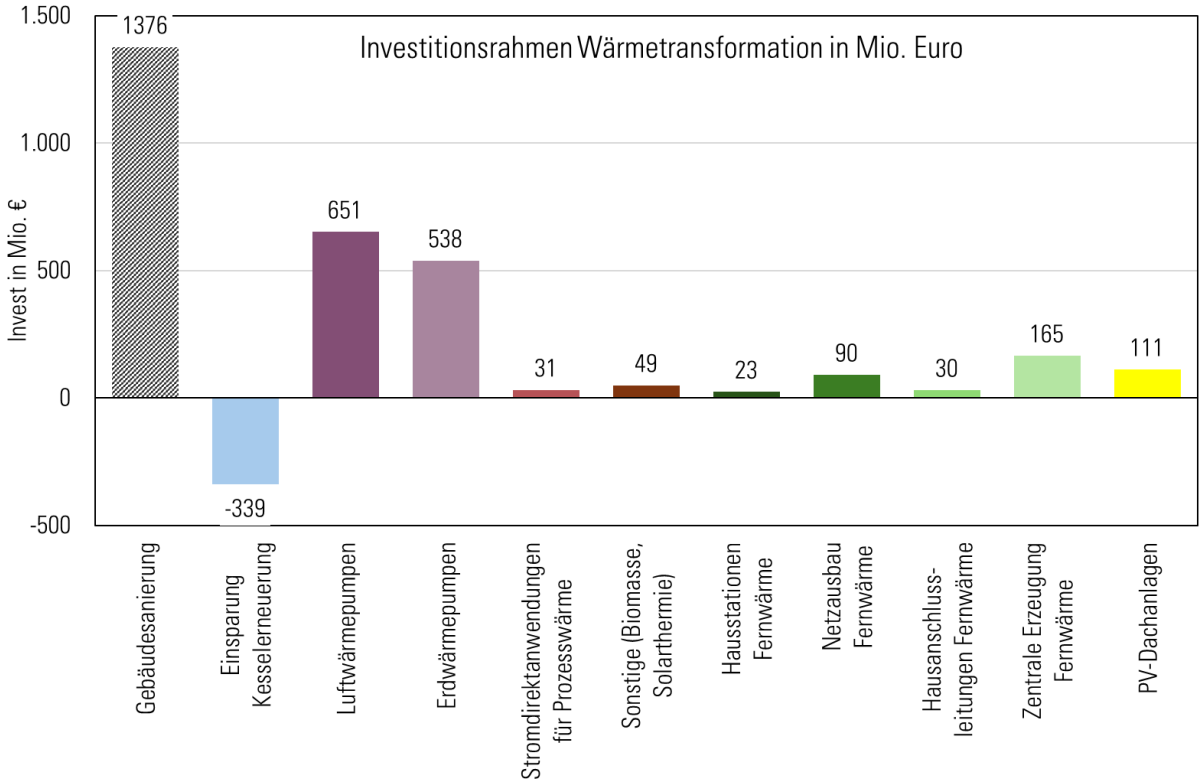


Abbildung 93: Abschätzung des Investitionskostenrahmens der Wärmewende in Solingen

Die Aufteilung in der Abbildung 78 zeigt aber auch, dass das Investitionsvolumen für die Sanierung der Gebäude mit 50 % Anteil der größte Posten ist, aber nur zu rd. 30 % zur Zielerreichung beiträgt. Zweitgrößter Posten ist die dezentrale Heizungsumstellung auf Wärmepumpen, Biomasse, Solarthermie und Stromdirektheizungen inkl. vermiedenem Reinvest in dezentrale Anlagen mit 930 Mio. € bzw. 34 % gefolgt von allen mit dem Fernwärmeaus- und -umbau zusammenhängenden Bereichen mit 308 Mio. € (11 %). Der PV-Ausbau auf Dachflächen schlägt mit rd. 111 Mio. € deutlich weniger zu Buche.

5.6 Wärmekosten für Endkunden

Ein wesentlicher Aspekt der Wärmewende ist der Einfluss auf Endkundenpreise, die sich für verschiedene klimafreundliche Heizungsoptionen ergeben und die aller Voraussicht nach für alle Optionen eher steigende Tendenzen haben werden. Eine eindeutige Antwort ist dabei aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren und der unterschiedlichen Betroffenheit der verschiedenen Akteure allerdings kaum möglich:

- Die Energiepreise für Brennstoffe zum Heizen und zur Stromerzeugung hängen heute wie in Zukunft von Weltmarktpreisen, internationalen Transportwegen und Wettbewerbsintensitäten ab. Dies gilt für Erdgas und Heizöl genauso wie für zukünftige Wasserstoffimporte als auch Pellets und Scheitholz.
- Die regulierten Netzentgelte für Erdgas und Strom können sich je nach Entwicklung der Absatzmengen und Netzinvestitionen bzw. im Fall der Erdgasnetze auch (teilweise) Stilllegungen deutlich anders entwickeln als die allgemeine Preissteigerungsrate. Zusätzlich kann es weitere Anpassungen am regulatorischen Rahmen geben, die sich wiederum auf die Netzentgelte auswirken
- Der Strompreis wiederum hängt sowohl von Brennstoffpreisen und Netzentgelten als auch den CO_2 Kosten ab, wobei dieser Anteil durch die zunehmend erneuerbare Erzeugung weniger relevant wird.
- Der CO_2 Preis wiederum ist ein eher politisch beeinflusster Preis, der sich durch gezielte Verknappung von Zertifikaten im Europäischen Emissionshandel ergibt. Hier hat es in den vergangenen 10 Jahren große Schwankungen gegeben.
- Neben diesen eher marktlich oder regulierungsseitig geprägten Komponenten enthalten alle Endkundenpreise mehr oder weniger hohe Anteile von Steuern, Umlagen und Abgaben, die sich ebenfalls verändern können.
- Die neben den Energiepreisen vor allem bei kleineren Anlagen hohen Anteile der Installationskosten werden durch Förderprogramme (für bestimmte Technologiekombinationen bis 70%) gemindert, die ebenfalls mit Unsicherheiten versehen und für die Zukunft nicht garantiert sind.
- Der Ausbau der Fernwärme erfordert erhebliche Investitionen in Netze und Erzeugungsanlagen und auch hier sind Zuschüsse durch Förderprogramme notwendig, um die Kosten in einem akzeptablen Rahmen zu halten.
- Darüber hinaus werden die spezifischen Heizkosten auch durch den energetischen Gebäudestandard, den Klimawandel und Sanierungsaktivitäten bestimmt.

Dieser Unsicherheit bei den vielen Einflussfaktoren soll nachfolgend über die Annahme von zwei unterschiedlichen Entwicklungspfaden eines oberen und unteren Preiskorridors Rechnung getragen werden. Beide Entwicklungspfade setzen auf den heutigen Preisrelationen (Ende 2024) auf und greifen die aktuellen Preise auf für

- Erdgas (typischer Endkundenpreis inkl. Umlagen, Anlehnung an Gastarife in Solingen sowie Online Angebote),
- Strom (Endkundenpreise mit Sondertarif Wärmepumpe als unterbrechbare Verbrauchseinrichtung nach §14a EnWG).

Einzel-Heizungen mit Biomasse wurden nicht näher betrachtet, da diese einerseits im Stadtgebiet nur wenig vertreten sind und andererseits auch keine großen Zuwachspotenziale haben. Desgleichen können für Solingen keine Fernwärmepreise betrachtet werden, da es bisher keine großen öffentlich zugänglichen Wärmenetze gibt. Die Fernwärmelieferung der TBS ist

derzeit weit überwiegend auf kommunale Abnehmer begrenzt und die Preisgestaltung ist nicht marktgebunden.

Unterer Preispfad

Dieses eher moderate Entwicklungsszenario beschreibt im Wesentlichen eine Energiepreisentwicklung, die durch Inflation von 2% bestimmt ist, also eine reale Preiskonstanz der meisten Preiskomponenten beinhaltet. Bei den börsengehandelten Energieträgern Strom und Gas wurden für die Jahre 2025 und 2026 die Großhandelspreise Stand Mitte Oktober 2024 angesetzt, danach greift die beschriebene Steigerungsrate von 2 % beim Erdgas und bei Strom mit 1% etwas unter der Inflation (preisdämpfende Wirkung der Erneuerbaren Einspeiser).

Oberer Preispfad

Dieser Entwicklungspfad wird durch stärker steigende Preise der Großhandelspreise für Erdgas und Strom mit 5% Steigerungsrate ab 2027 angenommen bestimmt, ebenfalls aber aufsetzend auf den heutigen Preisen.

Da sich die Preispfade vor allem auf die Versorgung mit Erdgas auswirken, sind in der folgenden Abbildung die resultierenden Endkundenpreise vergleichend dargestellt. Die in der Grafik dargestellten Endkundenpreise für Heizgas stellen einen typischen Abnahmefall mit 54 MWh Wärmebedarf und 30 kW Wärmeleistung dar, was in etwa einem kleinen Mehrfamilienhaus im Bestand mit 3 bis 6 Wohneinheiten entspricht. Der Ausgangswert für 2025 von rd. 11,4 ct/kWh brutto repräsentiert dabei weniger die heute noch aktuellen Erdgaskosten, die bei Bestandsverträgen oft noch höher liegen, sondern die Erwartungshaltung an typische Erdgaskonditionen im nächsten Jahr.

Berücksichtigt wurde weiterhin, dass bei dem hier betrachteten Fall einer neuen Heizungsanlage im Falle fossiler Brennstoffe ab 2029 gemäß Gebäudenergiegesetz (GEG) steigende Anteile biogener Brennstoffe (hier: Biomethan als Beimischung) eingesetzt werden müssen (2029: 15%, ab 2035 30%). Diese sind absehbar teurer als Erdgas, allerdings ist für diesen Anteil auch keine CO_2 Abgabe fällig. Für Heizungen, die ab dem 01.07.2026 eingebaut werden, gilt die Anforderung von mindestens 65 % Erneuerbarer Energien.

Zu erkennen ist, dass die Gaspreise in beiden Fällen ansteigen werden, im unteren Preispfad schon über der Inflationsrate und im oberen sehr deutlich. Die Endkundenpreise steigen bis 2040 um 75 % (unterer Preispfad) bzw. 129% (oberer Preispfad). Wesentliche preisbestimmende Faktoren sind dabei:

- Die steigenden CO_2-Kosten, die heute noch weniger als 10% des Endkundenpreises ausmachen,
- Die steigenden Gasnetzentgelte in beiden Preispfaden, die sich durch den Rückgang des Gasabsatzes und Umlage auf weniger Menge sowie schnellerer Abschreibungen gemäß behördlicher Genehmigungen (BNetzA) ergeben werden,
- Die Verpflichtung des GEG, dass beim Neueinbau einer Gasheizung ab dem Jahr 2029 allmählich ansteigende Anteile von (teurerem) Biomethan einzusetzen sind.

Die Endkundenpreise für Strom als Antriebsenergie für Wärmepumpen wurden in den beiden Preispfaden wie folgt abgeleitet:

- Strom für Wärmepumpen: Ableitung eines typischen Endkundenpreises, wobei hier die CO_2-Preise und Netzentgelte weniger relevant sind. Von 2025 bis 2040 erhöhen sich die Endkundenpreise im Vergleich zum Erdgas nur wenig um 14% (unterer Preispfad) bzw. 70%.

Bei der Einordung muss berücksichtigt werden, dass in allen Szenarien eine allgemeine Preissteigerungsrate von 2% bereits enthalten ist, die alleine bereits rd. 35% im Zeitraum von 2025 bis 2040 ausmacht.

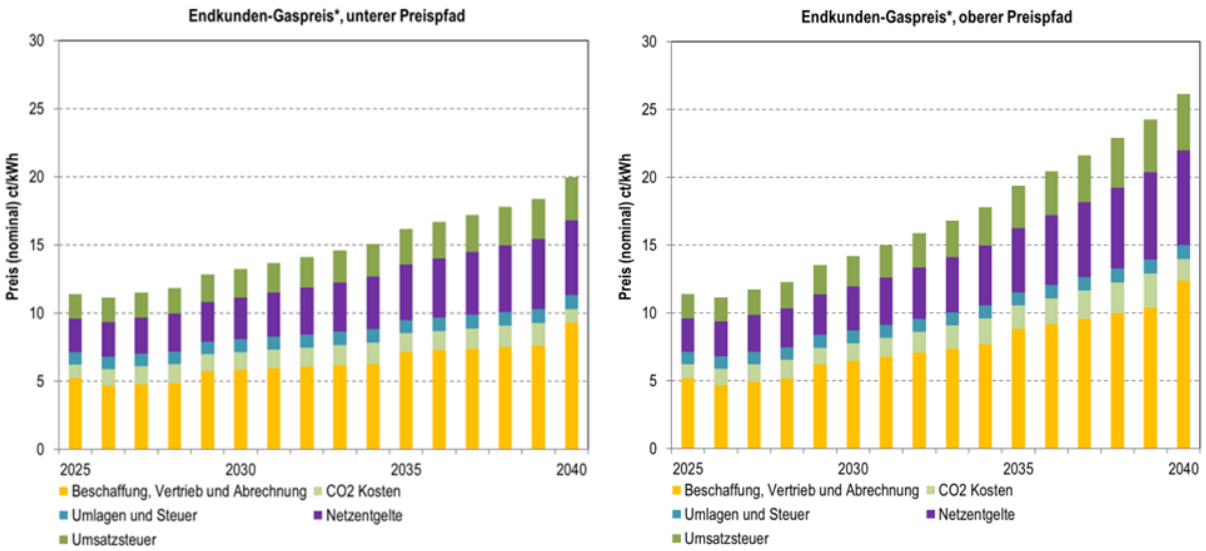


*Abbildung 94: Preispfade für einen Endkundenabnahmefall Erdgas mit 54 MWh Wärmebedarf (entspricht rd. 63 MWh Erdgas nach Brennwert Hs), *) ab 2029 mit gesetzlich verpflichtender Beimischung von Biomethan, brutto mit Umsatzsteuer*

Heizkostenvergleich

Im Folgenden werden die resultierenden Wärmegestehungskosten aus Kundensicht auf Basis der dargestellten Preispfade berechnet. Dabei kommt ein standardisierter Heizkostenrechner (ENERKO Heizkostenvergleichstool) zum Einsatz, der nach der Methodik der VDI 2067 die Gesamtkosten von Wärmeversorgungssystemen im Vergleich berechnet.

Ausgewählt wurde der oben bereits dargestellte Versorgungsfall eines Gebäudes mit 30 kW Wärmeleistung bzw. 54 MWh/a Wärmebedarf.

Hierfür wurden vier Versorgungslösung bewertet, jeweils mit Einbau einer neuen Wärmeerzeugung für Raumwärme und Trinkwarmwasser:

- Einbau einer neuen Gasheizung als Ersatz einer bestehenden Anlage gem. des GEG Anforderungen (verpflichtende Beratung, Einsatz von Biomethan ab 2029),
- Einbau einer Luft-Wasserwärmepumpe,
- Einbau einer Erdwärmepumpe / Sole-Wasserwärmepumpe mit Erdsondenanlage.

Die Investitionskosten der Varianten wurden dem Technikkatalog Wärmeplanung [5] entnommen. Sie beziehen sich jeweils auf einen 30 kW Bedarf ohne besondere Schwierigkeiten bei der Umstellung. Eventuell notwendige umfangreiche Sekundärmaßnahmen, wie sie vor allem bei Umbau auf Wärmepumpen auftreten können, wurden nicht berücksichtigt, ebenso wenig besondere Hemmnisse oder Zusatzkosten (große Entfernungen, Umbau der Stromversorgung).

Berücksichtigt wurden aber die regulären Förderzuschüsse des Bundesprogrammes BEG von 30% Basisförderung für die förderfähigen Varianten Fernwärme und Wärmepumpen. Sonderkonditionen, wie sie z.B. für private Eigentümer*innen mit geringem Einkommen gelten, wurden hier nicht berücksichtigt.

Die Auswertung zeigt zum einen, dass die meisten Varianten Stand heute relativ dicht zusammen liegen in einem Bereich von 16 bis 20 ct/kWh brutto. Lediglich die besonders aufwändige Erdwärmepumpe (mit Erdsondenbohrungen, hier mindestens 4 Stück) liegt etwas oberhalb.

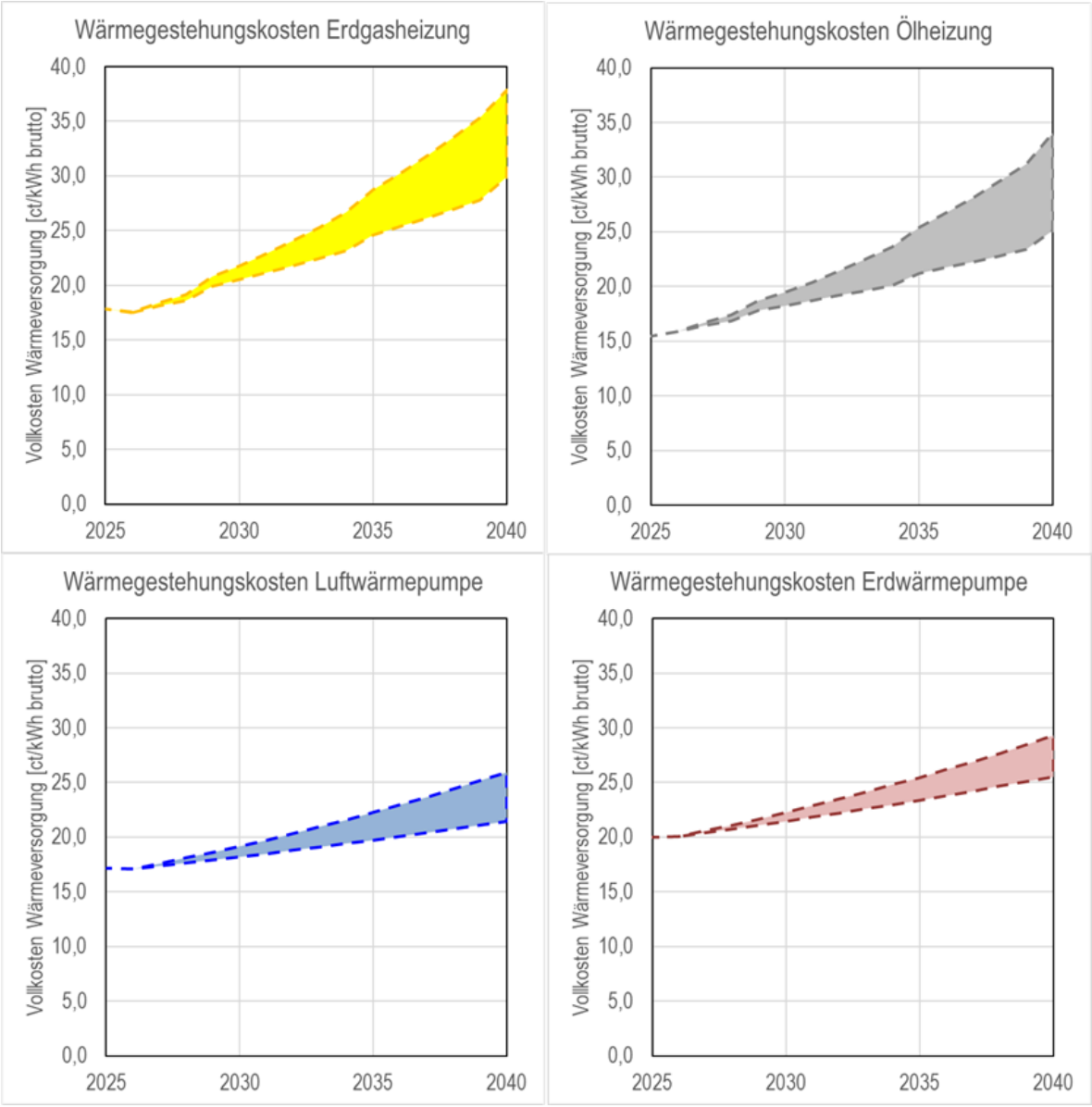


Abbildung 95: Wärmevollkosten (brutto) verschiedener Erzeugungsvarianten im oberen und unteren Preispfad (Bandbreite), Gebäude mit 30 kW und 1.800 Vollbenutzungsstunden

Die Entwicklungsdynamik ist aber deutlich unterschiedlich. Die fossile Variante mit Erdgas zeigt entsprechend der oben angegebenen Preissteigerung der Endenergie in beiden Preispfaden eine etwas stärker ausgeprägte Steigung, auch ist die Bandbreite zwischen den zwei Preispfaden und damit der Einfluss der Energiepreise größer.

Zu beachten ist, dass hier nur die Energiepreisentwicklung ab 2027 in den Bandbreiten dargestellt wurde, nicht der Einfluss unterschiedlicher Ausgangssituationen, Gebäudestandards, Einbausituationen etc.

Die Optionen mit Wärmepumpen sind stärker durch Investitionen geprägt und damit weniger anfällig für Energiepreisschwankungen. Dies wird vor allem bei der Erdwärmepumpe deutlich, die einerseits sehr teuer in der Anschaffung ist (in diesem Fallbeispiel rd. 100.000 € vor Förderung), dann aber relativ niedrige und stabilere Betriebskosten aufweist.

Für die Fernwärmepreisentwicklung konnte aufgrund der weiter oben bereits fehlenden Marktpreise im Istzustand keine Projektion aufgestellt werden. Die Preisentwicklungen bei der Versorgung aus Gas, Heizöl und Wärmepumpen zeigen aber auf, in welchem Rahmen sich die

Wärmepreise möglichen großen künftigen Wärmenetze in Solingen Mitte und in Ohligs bewegen müssen, um die Wärme am Markt konkurrenzfähig anbieten zu können.

Für alle Heizungsvarianten werden Kostensteigerungen erwartet. Die klimaneutralen und GEG-konformen Optionen mit Wärmepumpen (oder auch Wärme aus Wärmenetzen) hängen weniger stark von Energiepreisen ab, liegen aber heute noch auf einem insgesamt etwas höheren Kostenniveau, während sich die heute noch durch die geringen Anschaffungskosten geprägten Wärmegestehungskosten für Gasheizungen stärker durch zukünftig Entwicklungen bei CO2 Preisen und Netzentgelten verteuern und größere Unsicherheiten in der Preisentwicklung aufgrund der Abhängigkeit von Importen enthalten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass im Planungshorizont dieser Wärmeplanung die spezifischen Wärmebedarfe durch Sanierung und wärmere Winter sinken werden, die spezifischen Wärmekosten aber für alle Versorgungsarten tendenziell ansteigen werden, so dass in Summe der Effekte durchaus leicht steigende Wärmekosten pro qm Wohnfläche zu erwarten sind (mindestens in Höhe der allgemeinen Preissteigerungsraten), ohne dass es aber zu massiven Kostensteigerungen kommen dürfte, sofern nicht wieder außerordentliche Ereignisse (wie 2022 in der Gaskrise) auftreten. Die heute vergleichsweise günstigen Gasheizungen sind dabei mehrfach durch die Einflussfaktoren „steigende CO_2 Abgaben“, „verpflichtende Biogasanteile ab 2029“ und „steigende Gasnetzentgelte“ betroffen.

Unter diesen Voraussetzungen und bei Beibehaltung der Förderkulisse für den Einbau von Wärmepumpenanlagen können die Heizkosten dieser Anlagen auch im Gebäudebestand zunehmend konkurrenzfähig zur Gas- oder Ölheizung werden und langfristig sogar niedriger liegen. Dies würde die vom Gesetzgeber angestrebte Umstellung auf klimaneutrale Heizungssysteme beschleunigen.

5.7 Netzausbauplanung der Netze Solingen

Die SWS Netze Solingen GmbH ist als Pächterin der Solinger Strom- und Gasnetze für deren Betrieb, Unterhaltung und Ausbau verantwortlich. Die Umsetzung der von der Bundesregierung, der Landesregierung und der Stadt Solingen angestrebten Klimaschutzziele ist mit tiefgreifenden Veränderungen im Verkehrs- und Gebäudesektor sowie der Stromerzeugung verbunden. Diese Veränderungen haben starken Einfluss auf die Gestaltung der Stromnetze in Solingen. Vor diesem Hintergrund haben die Netze Solingen zusammen mit einem externen Dienstleister eine Zielnetzberechnung durchgeführt, bei der die zu erwartenden Entwicklungen im Detail untersucht wurden.

Innerhalb der Zielnetzberechnung wurden die künftigen last- und einspeiseseitigen Anforderungen an die Stromnetze prognostiziert. Auf Basis von detaillierten Netzberechnungen für die verschiedenen Spannungsebenen wurde analysiert, wo, wann und in welchem Umfang die bestehenden Netze an ihre Grenzen gelangen. Darauf aufbauend konnte der Maßnahmenumfang sowie der Ressourcenbedarf für die Umsetzung des Netzausbaus bzw. der Umstrukturierung des Netzes bestimmt werden. Abschließend wurden Empfehlungen für die Anpassung der bestehenden Planungsgrundsätze abgeleitet.

Die Netze Solingen stehen in engem Austausch mit den Stadtwerken Solingen und der Stadt Solingen zur kommunalen Wärmeplanung. Die Analyseergebnisse der kommunalen Wärmeplanung werden bei der Netzausbauplanung der Netze Solingen berücksichtigt, um die Umstrukturierung des Wärmesektors gemeinsam bewältigen zu können.

6 Umsetzungsstrategie und Maßnahmen

Aus der Transformation der Wärmeversorgung und der Reduzierung der Energie- und Treibhausgasemissionen ergeben sich vielfältige Aufgaben. Die Klingenstadt Solingen hat sich bereits vor vielen Jahren auf den Weg gemacht, Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz, zum Ausbau erneuerbarer Energien und der Wärmeversorgung umzusetzen. Durch die Nutzung des European Energy Award-Prozesses besteht Erfahrung und Routine mit einem kontinuierlich weiter zu entwickelndem Arbeitsprogramm. Viele Maßnahmen sind bereits auf den Weg gebracht.

Entsprechend § 2 des WPG wird im Folgenden auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse und im Einklang mit dem Zielszenario für die Stadt als planungsverantwortliche Stelle eine Umsetzungsstrategie mit von ihr unmittelbar selbst zu realisierenden Umsetzungsmaßnahmen vorgeschlagen, mit denen das Ziel der Versorgung mit ausschließlich aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme erzeugter Wärme bis zum Zieljahr 2045 erreicht werden kann. Dabei wurden die Maßnahmen eng mit den Stadtwerken Solingen GmbH als Energieversorger und den SWS Netze Solingen GmbH als Netzbetreiber abgestimmt. Gemäß § 20 WPG kann die Stadt im Rahmen der Umsetzung Vereinbarungen mit den betroffenen Dritten unter Beachtung des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen abschließen.

Aus dem Prozess der kommunalen Wärmeplanung hat sich daher zusätzlich zu den Ergebnissen aus den Fokusgebieten eine neue und bereits bestehende Maßnahmensammlung, die sogenannte Long-List, ergeben. Innerhalb der Long-List werden die gesammelten Maßnahmen bestimmten Strategiefeldern, einem kommunalen Einflussbereich sowie räumlichen Ebenen zugeordnet.

Strukturierung über thematische Strategiefelder

Der Leitfaden Wärmeplanung [1] empfiehlt die Maßnahmenstrukturierung über thematische Strategiefelder. Diese Strategiefelder sind für Solingen angepasst und um weitere Strategiefelder ergänzt worden, sodass die Maßnahmen der Long-List folgenden Strategiefeldern zugeordnet werden können:

- Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien
- Wärmenetzausbau und -transformation
- Energetische Sanierung, Effizienzsteigerung und Heizungsumstellung in Industrie, Gebäuden und Quartieren
- Stromnetzumbau und -ausbau (auf Basis der Zielnetzplanung der Netze Solingen, siehe Kap. 5.6)
- Verbraucherverhalten und Suffizienz

Fachgutachterlich ergänzte Strategiefelder:

- Organisation und Prozesssteuerung
- Information, Beratung und Beteiligung
- Kooperationen und Partnerschaften
- Finanzierung und Förderung

Strukturierung über den kommunalen Einflussbereich

Da die Umsetzungsstrategie aus der Perspektive der Stadt als planungsverantwortliche Stelle erstellt wird, kann zusätzlich eine Strukturierung über den kommunalen Einflussbereich erfolgen. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Long-List vorrangig Maßnahmen aufführt, die entweder direkt oder indirekt unter Einbeziehung von Partnern und Unterstützern durch die Stadt umgesetzt werden können. Im Klimaschutz wird Kommunen eine bedeutende Rolle zugeschrieben, die, bezogen auf die kommunale Wärmeplanung und erforderliche Wärmewende, folgende Ausprägungen annehmen kann:

- Rolle der Verbraucher:in und Vorbild: Maßnahmen führen zu einer Reduktion des Verbrauchs der Liegenschaften im direkten Einflussbereich der Stadt Solingen.
- Rolle der Versorger:in und Anbieterin: Maßnahmen führen dazu, dass geeignete zentrale wie dezentrale Wärmeversorgungsarten in Solingen aufgebaut werden.
- Rolle der Planer:in und Regulierin: Maßnahmen führen durch Vorgaben dazu, dass zielkonforme Wärmeversorgungsarten in Solingen ermöglicht bzw. verpflichtet werden.
- Rolle der Berater:in und Promoterin: Maßnahmen führen dazu, dass Dritte, z. B. die Stadtgesellschaft und Unternehmen in Solingen unterstützt werden, um geeignete Investitionen zu tätigen.

Strukturierung über räumliche Ebenen

Zusätzlich zu den Strategiefeldern und dem kommunalen Einflussbereich lassen sich die Maßnahmen einer oder auch mehrerer räumlicher Ebenen zuordnen:

- Gesamtstadt Solingen: gesamtstädtisch Strukturen schaffen, Umsetzung organisieren, Förderprogramme initiieren, Kommunikation strategisch planen und durchführen
- Fokusgebiete in Solingen: fokussiert Möglichkeiten zentraler und dezentraler Wärmeversorgungen und Technologien aufzeigen, Beratungsangebote schaffen
- Projekte in Solingen: projektbezogene Anknüpfungspunkte und Veränderungsprozesse identifizieren und durch (Pilot-) Projekte nutzen

Aufbereitung der Maßnahmensammlung

Die **Long-List** für die kommunale Wärmeplanung für Solingen umfasst 23 Maßnahmen (siehe Kap. 6.2 und Tabelle 1). Dabei fließen sowohl Informationen aus den bisherigen Arbeitsprogrammen der Klingenstadt Solingen ein wie z.B. aus dem Energiepolitischen Arbeitsprogramm 2025 bis 2030 (EPAP, siehe Vorlage 6748/2024), als auch Projekterkenntnisse und -erfahrungen der Solinger Akteure, wie z.B. Stadtwerke und Netze Solingen sowie der beauftragten Fachgutachter wie ENERKO und GERTEC. Auch Ergebnisse der im Arbeits- und Entwicklungsprozess zum Wärmeplan erfolgten Dialoge, u.a. mit Wohnungswirtschaft und Unternehmen, sind mit eingeflossen.

In einem Priorisierungsprozess sind gemeinsam mit der Stadt Solingen und den Stadtwerken Solingen fünf prioritär umzusetzende Maßnahmen ausgewählt worden. Diese fünf Maßnahmen bilden die sogenannte **Short-List** und sind mithilfe von Steckbriefen detailliert ausgearbeitet worden (siehe Kapitel 6.1). Unter Berücksichtigung von Anlage 2 des Wärmeplanungsgesetzes zielen die Steckbriefe zu den Umsetzungsvorhaben auf die Ausarbeitung und Dokumentation folgender Inhalte und Kriterien ab:

- „Einführung“, unterteilt in die Startjahre 2025, 2026, 2027 sowie fortfolgende Jahre
- „Wirkung“, unterteilt in no-regret, kurzfristig, mittelfristig und langfristig
- „Kommunaler Einfluss“, unterteilt die kommunale Rolle in Verbrauchen und Vorbild, Versorgen und Anbieten, Planen und Regulieren, Beraten und Motivieren
- „Räumliche Ebene“, unterteilt in Gesamtstadt, Fokusgebiet und Projekt
- „Ziel“ der Maßnahme
- „Zielgruppe“ für die jeweilige Maßnahme
- „Ausgangslage“ beschreibt die lokalen Rahmenbedingungen und den aktuellen Stand
- „Akteure“, differenziert in „Federführung“ als Projektleitung und weitere „Beteiligte“
- „Beschreibung“ erläutert das Vorgehen
- „Erforderliche Umsetzungsschritte“ definiert in Kurzform notwendige Handlungen
- „Dauer der Maßnahme“ ergänzt das Startjahr
- „Positive Auswirkungen“, abgesehen von möglichen Treibhausgaseinsparungen
- „THG-Einsparungen“ beschreibt mögliche Treibhausgaseinsparungen inklusive der Annahmen

- „voraussichtliche Kosten und Kostenträger“ der Koordination und Umsetzung für Solingen
- „Finanzierung“, Aufzeigen von Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten
- „Erfolgsindikatoren / Meilensteine“ sind Indikatoren zur Überprüfung der Zielerreichung
- „Hemmnisse“ beschreiben mögliche Einschränkungen und Probleme

Die übrigen Maßnahmen der Long-List werden mithilfe von Kurzbeschreibungen in einem abstrakteren Detaillierungsgrad aufbereitet (siehe Kapitel 6.2). Diese beschreiben bereits Verantwortlichkeiten und zeigen auf, welchem kommunalen Einfluss und welcher räumlichen Ebene die Maßnahme zuzuordnen ist. Eine detaillierte Ausarbeitung der jeweiligen Maßnahme findet in diesem Wärmeplan noch nicht statt. Ziel ist es, die nähere Erarbeitung dieser Vorhaben im ersten Jahresbericht vorstellen zu können.

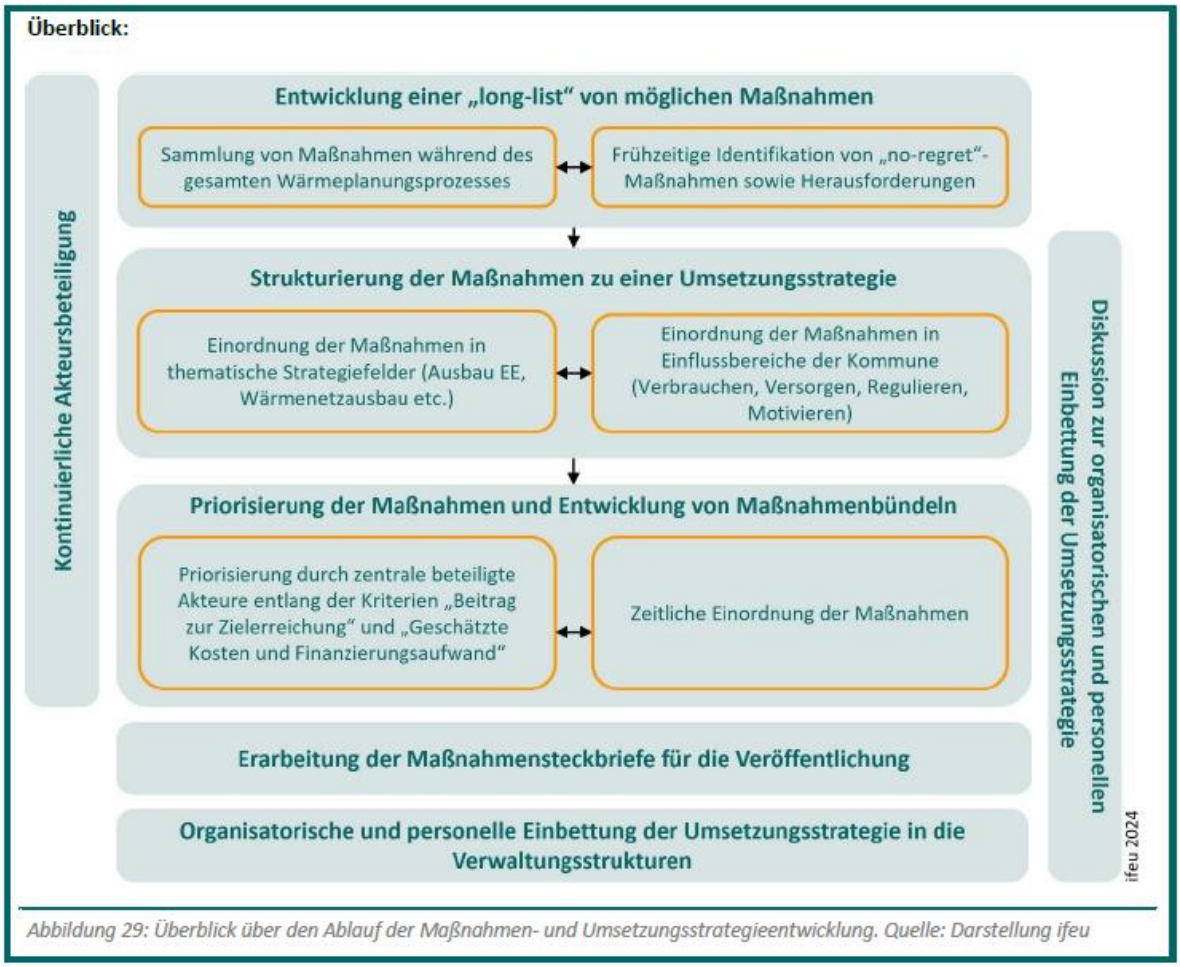


Abbildung 96: Überblick über den Ablauf der Maßnahmen- und Umsetzungsstrategieentwicklung, aus Leitfaden Wärmeplanung (S. 99), Quelle ifeu

Maßnahmen Strategiefeld 1: Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien

1. Integrierte Stadtentwicklung weiterentwickeln - Wärmeplanung als integralen Planungsbaustein im Neubau und Bestand beachten
2. Formelle und informelle Planungsinstrumente zur Umsetzung der Wärmeplanung nutzen
3. Vertiefende Machbarkeitsstudien zur Erschließung identifizierter EE-Potenziale beauftragen
4. Umsetzungsstrategien für einzelne Teilräume weiterentwickeln

5. PV-Freiflächenanlagen der Stadtwerke Solingen auf Solinger Stadtgebiet entwickeln und bauen
6. Vertiefende Machbarkeitsstudien für die untersuchten Fokusgebiete "Walder Stadion", "Hoffeld", Bülowplatz" und "Dycker-Feld" beauftragen

Maßnahmen Strategiefeld 2: Wärmenetzausbau und -transformation

7. Machbarkeitsstudie für den Ausbau und Betrieb des bestehenden Fernwärmenetzes in Solingen beauftragen
8. Vertiefende Machbarkeitsstudie für den Bau und Betrieb eines Fernwärmenetzes in Ohligs beauftragen

Maßnahmen Strategiefeld 3: Energetische Sanierung, Effizienzsteigerung und Heizungsumstellung in Industrie, Gebäuden und Quartieren

9. Einführung eines gesamtstädtischen Sanierungsmanagement prüfen
10. Energetische Sanierung und Heizungsumstellung kommunaler Liegenschaften vorantreiben
11. Klimafreundliche kommunale Neu- und Erweiterungsbauten forcieren
12. Forschungsprojekt „Urban Grund Heat" durchführen

Maßnahmen Strategiefeld 4: Stromnetzumbau und -ausbau auf Basis der Zielnetzplanung der Netze Solingen

13. Umbau und Ausbau des Stromnetzes integriert planen und realisieren

Maßnahmen Strategiefeld 5: Verbraucherhalten und Suffizienz

14. Kampagne zur Energieeinsparung umsetzen

Maßnahmen Strategiefeld 6: Organisation und Prozesssteuerung

15. Koordinierungsstelle "Kommunale Wärmeplanung" Solingen einführen
16. Steuerungsgruppe „Wärmeplanung" verstetigen
17. Controlling und Verstetigung sichern: dauerhafte Implementation der kommunalen Wärmeplanung in das planerische Handeln und Umsetzungsprojekte der Kernverwaltung sowie der Töchter und Beteiligungen
18. Digitalen Zwilling aufbauen

Maßnahmen Strategiefeld 7: Information, Beratung und Beteiligung

19. Informationsoffensive und Beratungsangebote zur Unterstützung der Wärmewende in Solingen ausbauen
20. Kommunikation fortführen: Kontinuierliche Durchführung unterschiedlicher zielgruppen- und räumlich spezifischer Kommunikationsformate

Maßnahmen Strategiefeld 8: Kooperationen und Partnerschaften

21. Runder Tisch „Umsetzung Wärmeplanung" einführen
22. Energiegenossenschaften sowie weitere Beteiligungsprojekte fördern

Maßnahmen Strategiefeld 9: Finanzierung und Förderung

23. Finanzbedarf im Konzern Stadt Solingen absichern

6.1 Maßnahmensteckbriefe für Solingen (Short-List)

Fünf Maßnahmen der insgesamt 23 Maßnahmen für Solingen (siehe Kapitel 6.2) sind in einem Priorisierungsprozess gemeinsam mit der Stadt Solingen und den Stadtwerken Solingen als prioritär umzusetzende Maßnahmen ausgewählt worden. Diese fünf Maßnahmen bilden die sogenannte Short-List und sind mithilfe von Steckbriefen detailliert ausgearbeitet worden.

6.1.1 Vertiefende Machbarkeitsstudien für die untersuchten Fokusgebiete "Walder Stadion", Hoffeld" "Bülow Platz" und "Dycker Feld" beauftragen

Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien

Vertiefende Machbarkeitsstudien für die untersuchten Fokusgebiete "Walder Stadion", "Hoffeld, "Bülow Platz" und "Dycker Feld" beauftragen

Einführung		Wirkung		Kommunaler Einfluss		Räumliche Ebene	
☒	2025	☐	no-regret	☒	Verbrauchen und Vorbild	☐	Gesamtstadt
☐	2026	☐	kurzfristig	☒	Versorgen und Anbieten	☒	Fokusgebiet
☐	2027	☒	mittelfristig	☐	Planen und Regulieren	☐	Projekt
☐	ff.	☐	langfristig	☐	Beraten und Motivieren		

Ziel	Zielgruppe
Ziel ist die detailscharfe Prüfung und Bewertung von Erneuerbare-Energie-Potenzialen als Grundlage für eine klimaneutrale Wärmeversorgung der Bestandsgebäude in den Fokusgebieten "Walder Stadion", "Hoffeld", „Bülow Platz" und „Dycker Feld".	Eigentümer:innen in den Fokusgebieten
Ausgangslage	**Akteure**
Im Erstellungsprozess des ersten kommunalen Wärmeplans für Solingen konnten vier Teilbereiche als sogenannte Fokusgebiete identifiziert werden. Hierbei handelt es sich um die vier Fokusgebiete „Bülow Platz", „Hoffeld", „Dycker Feld" und „Walder Stadion". Die Betrachtung von Fokusgebieten im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung kann standardgemäß keine vollständige Detailplanung für die vier untersuchten Gebiete abdecken (siehe Kap. 5.2.2). Aus den auf Fokusgebietsebene erfolgten Untersuchungen ergeben sich jedoch Anknüpfungspunkte für die Umstellung der vorherrschenden Wärmeversorgung unter Berücksichtigung der in der Potenzialanalyse identifizierten und im Zielszenario konkretisieren erneuerbaren Wärmequellen.	Federführung: Koordinierungsstelle Wärmeplanung (Begleitung und Koordination) sowie je nach Fokusgebiet Projektverantwortliche, wie SW SG, SBV eG Beteiligte: 10-0, SD 52, SD 60, SD 61, SD 62, SD 64, Wifö

Beschreibung

Die Stadt Solingen kann die Transformation der Wärmeversorgung in den vier Fokusgebieten strategisch entwickeln und unterstützen, indem sie Machbarkeitsstudien nach BEW zur Erschließung von Erneuerbare-Energie-Potenzialen initiiert, als Ankerkunde für Wärmenetze und Vorbild für energetische Sanierungen vorangeht sowie als Moderatorin und Impulsgeberin für private wie gewerbliche Gebäudeeigentümer:innen auftritt. Konkrete Anknüpfungspunkte und Aufgaben für die Stadt Solingen in den Fokusgebieten wären:

Fokusgebiet „Bülow Platz": Bei dem Fokusgebiet handelt es sich um eine aus kleinen Mehrfamilienhäusern bestehende Blockbebauung östlich des Bülowplatzes mit einem großen Innenbereich. Die Eigentumsstruktur ist sehr heterogen. Die Wärmeversorgung soll durch Erdsondenbohrungen zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie im Innenbereich des Blocks transformiert werden (siehe Kapitel 0). Die Stadt Solingen unterstützt dieses Vorhaben, indem sie

- Dialoge zwischen den unterschiedlichen Eigentümer:innen initiiert und diese mit den Stadtwerken Solingen als Energieversorger und Fachplaner:innen vernetzt,

- eine Machbarkeitsstudie nach BEW zur effizienten und wirtschaftlichen Nutzung der oberflächennahen Geothermie (auch im Sinne eines pilothaften Vorgehens) unterstützt (Antragsteller SW SG) und erforderliche Genehmigungsverfahren begleitet sowie
- Informationen zur Funktionsweise, den Vorteilen, rechtlichen Anforderungen sowie Finanzierung der oberflächennahen Geothermienutzung verständlich aufbereitet und bereitstellt.

Fokusgebiet „Hoffeld“: Bei dem Fokusgebiet handelt es sich um eine zumeist aus dreigeschossigen Mehrfamilienhäusern bestehende Reihenbebauung in und nördlich der Damaschkestraße. Die Gebäude befinden sich im Eigentum des Spar- und Bauverein Solingen eG. Die Wärmeversorgung soll durch Erdsondenbohrungen in den großzügig angelegten Grünflächen der Grundstücke transformiert werden (siehe Kapitel 5.2.2.2). Eine zeitnahe energetische Sanierung der Gebäude wird ebenfalls angestrebt. Die Stadt Solingen unterstützt dieses Vorhaben, indem sie

- einen engen Austausch mit dem Spar- und Bauverein Solingen eG zur integrierten, synergetischen Planung von Sanierungsmaßnahmen und Geothermie-Projekten pflegt,
- bei der Beauftragung einer Machbarkeitsstudie nach BEW zur effizienten und wirtschaftlichen Nutzung der oberflächennahen Geothermie unterstützt (Antragsteller SW SG) sowie erforderliche Genehmigungsverfahren begleitet und
- Informationen zur Funktionsweise, den Vorteilen, rechtlichen Anforderungen sowie Finanzierung der oberflächennahen Geothermienutzung bereitstellt und so die erforderliche Mieter:innenkommunikation des Spar- und Bauverein Solingen eG unterstützt.

Fokusgebiet „Dycker Feld“: Bei dem Fokusgebiet handelt es sich um das Gewerbegebiet Dycker Feld in Solingen Ketzberg. Die Eigentumsstruktur ist aufgrund der Vielzahl von Industrie- und Gewerbeunternehmen sehr heterogen. Die Wärmeversorgung soll durch die Nutzung von Wärme aus dem Abwasser sowie ggf. Flusswasser aus der Wupper transformiert werden (siehe Kapitel 5.2.2.4). Das Gewerbegebiet ist bereits Teil des im Energiepolitischen Arbeitsprogramm (EPAP) enthaltenen und in Umsetzung befindlichen Projektes “Pilotgebiet Dycker-Feld - Zukunftsfähige Ausrichtung von Gewerbegebieten im Bestand“ (Markenkern “Grün, Gelb, Blau statt Grau”). Die Stadt Solingen unterstützt die Transformation der Wärmeversorgung, indem sie

- den durch das Pilotprojekt bereits engen Austausch mit den Unternehmen verstetigt, um diese gemeinsam mit den SW SG über ihre individuellen Handlungsoptionen, die Potenziale der Abwasserwärme- sowie die Organisation gemeinsamer Geschäftsmodelle und Betreiberstrukturen zu informieren.

Fokusgebiet „Walder Stadion“: Bei dem Fokusgebiet handelt es sich um einen Geschosswohnungsbauriegel sowie mehrere Gebäude im kommunalen Eigentum rund um das Stadion Jahnkampfbahn in Solingen Wald. Die Wärmeversorgung soll durch Erdsondenbohrungen auf der städtischen Grünfläche des Stadions Jahnkampfbahn transformiert werden (siehe Kapitel 5.2.2.1). Die Stadt Solingen unterstützt dieses Vorhaben, indem sie

- einen engen Austausch mit dem privaten Gebäudeeigentümer zur Entwicklung eines gemeinsamen Nutzungskonzeptes und Entscheidung für ein Betreibermodell pflegt,
- eine Machbarkeitsstudie nach BEW zur effizienten und wirtschaftlichen Nutzung der oberflächennahen Geothermie unterstützt (Antragsteller SW SG) und erforderliche Genehmigungsverfahren begleitet,
- Informationen zur Funktionsweise, den Vorteilen, rechtlichen Anforderungen sowie Finanzierung der oberflächennahen Geothermienutzung bereitstellt und so die erforderliche Mieter:innenkommunikation des privaten Eigentümers unterstützt.

In allen Fokusgebieten erfolgt eine auf die jeweilige neue Versorgungsart und damit verbundenen Anforderungen, Möglichkeiten und wirtschaftlichen Auswirkungen angepasste Öffentlichkeitsarbeit durch die Stadt. Die Vorhaben in allen Fokusgebieten werden als Modellprojekte für andere Wärmetransformationen im Solinger Stadtgebiet verstanden, Prozesserfahrungen aufbereitet und in anderen Projekten angewendet.

Über Modul 1 „Transformationspläne und Machbarkeitsstudien“ lassen sich Planungsleistungen angelehnt an die Leistungsphasen der HOAI 1-4 mit BEW-Mitteln fördern (nicht rückzahlbarer Zuschuss für 50 % der förderfähigen Kosten). Über Modul 2 „Systemische Förderung für Neubau und Bestandsnetze“ der BEW werden Maßnahmen gefördert, die dem Aufgabenspektrum der Leistungsphasen 5-8 der HOAI zugeordnet werden können (Investitionszuschuss für 40 % der förderfähigen Ausgaben).

Erforderliche Umsetzungsschritte	Dauer der Maßnahme
1. Interessenabfrage bei den Anliegern – sofern noch nicht erfolgt	BEW-Förderung - Modul 1: bis zu 1 (+1) Jahr(e)

2. Beauftragung und Erstellung der Machbarkeitsstudien durch einen externen Dienstleister (Antragsteller SW SG) Prozessbegleitend: • Verständliche, bedarfsgerechte Öffentlichkeitsarbeit zur Aufklärung und Information potenziell anzuschließender Gebäudeeigentümer:innen	BEW-Förderung - Modul 2: bis zu 4 (+2) Jahr(e)
Positive Auswirkungen bei einer wirtschaftlichen Umsetzbarkeit	**THG-Einsparungen**
• Dekarbonisierung der Wärmeversorgung -> Reduktion der THG-Emissionen • Kostenvorteile durch den Wegfall von Wartungskosten einzelner Heizungsanlagen für angeschlossene Verbraucher:innen • Preisstabilität (im Vergleich zu Erdgas) • Wahrnehmung von Vorbildfunktionen im Fokusgebiet „Walder Stadion“ • Imageverbesserung für Unternehmen im Fokusgebiet „Dycker Feld“	Einsparung hängt von Dimensionierung ab. EF[1] 2045 für 1 kWh Endenergie (Hi[2]): Erdgas 240 g CO_2eq, Wärme aus dem Erdreich: 0 g CO_2eq (Technikkatalog)
voraussichtliche Kosten und Kostenträger	**Finanzierung**
Kosten: ca. 30.000 bis 40.000 € je Machbarkeitsstudie (LP 1 HOAI). Das Honorar für weitere Leistungsphasen ist abhängig von der Investitionssumme. Kostenträger für vorbereitende Machbarkeitsstudie als Pilotvorhaben: Fördergeber, Stadt Solingen, SW SG („Bülow Platz“, „Dycker Feld“, „Walder Stadion“), Spar- und Bauverein Solingen eG („Hoffeld“)	Machbarbeitskeitsstudie: BEW und Konnexitätsmittel bzw. Eigenanteile des SBV Umsetzung: BEW (BAFA), Eigenanteile
Erfolgsindikatoren/Meilensteine (je Fokusgebiet)	**Hemmnisse**
• Sensibilisierung und Information der Gebäudeeigentümer:innen • Antragsstellung erfolgt (BEW - Modul 1) • Zuwendungsbescheid erhalten • Machbarkeitsstudie vorliegend	Investitionsvolumen, Dauer von Verwaltungs-verfahren, gesetzliche Vorgaben (z. B. WärmeLV oder AVBFernwärmeV), heterogene Eigentumsstrukturen, fehlende Akzeptanz

[1] EF = Emissionsfaktor
[2] Hi = Heizwert

6.1.2 Machbarkeitsstudie für den Ausbau und Betrieb des bestehenden Fernwärmenetzes in Solingen beauftragen

Wärmenetzausbau und -transformation

Machbarkeitsstudie für den Ausbau und Betrieb des bestehenden Fernwärmenetzes in Solingen beauftragen

Einführung		Wirkung		Kommunaler Einfluss		Räumliche Ebene	
☒	2025	☐	no-regret	☐	Verbrauchen und Vorbild	☐	Gesamtstadt
☐	2026	☐	kurzfristig	☒	Versorgen und Anbieten	☐	Fokusgebiet
☐	2027	☐	mittelfristig	☐	Planen und Regulieren	☒	Projekt
☐	ff.	☒	langfristig	☐	Beraten und Motivieren		

Ziel	Zielgruppe
Ziel ist die Prüfung und Umsetzung möglicher Nachverdichtungsoptionen des bestehenden Fernwärmenetzes in Solingen. Durch eine Nachverdichtung bzw. den Ausbau kann der Anteil der mit Fernwärme versorgten Gebäude und Wohneinheiten in Solingen erhöht werden.	Eigentümer:innen im potenziellen Ausbaugebiet
Ausgangslage	**Akteure**
Das Fernwärmenetz der Technischen Betriebe Solingen (TBS) wird aus der Abwärme des MHKW in Solingen-Mitte gespeist und weist eine Ausdehnung nach Süden bis in die Innenstadt des Stadtbezirks Mitte und nach Norden bis in Ränder der Stadtbezirke Gräfrath und Wald auf. Bislang werden knapp 40 (Groß-)Abnehmer mit einer Wärmeabnahme von insgesamt rd. 38 GWh/a versorgt. Eine flächendeckende Versorgung wurde bisher, bedingt durch die begrenzte Transportkapazität des Netzes und der begrenzten zur Verfügung stehenden, besicherten Wärmeleistung des MHKW, nicht realisiert. Die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse zeigen, dass das Fernwärmenetz nachverdichtet und ergänzt werden könnte (siehe u.a. Kap. 4.3.5 und Kap. 5.2.1 In diesem Zusammenhang ist auch die Realisierung eines Wärmespeichers (vgl. Kap. 4.3.9 zu prüfen.	**Federführung:** SW SG, **Beteiligte:** TBS, SWS Netze, 10-0, SD 61 / Koordinierungsstelle, SD 64, SD 67, Wifö

Beschreibung

Als Grundlage für den Ausbau und Betrieb des bestehenden Fernwärmenetzes soll ein Gutachten beauftragt werden, das u.a. folgende Inhalte umfasst:

- Bewertung der Versorgungskapazitäten des Müllheizkraftwerkes, Darstellung der erforderlichen Investitionen
- Technische Machbarkeit (Analyse des Ist-Zustands, Planung des Ausbaus/der Nachverdichtung, Prüfung und Integration neuer Technologien und ggf. auch ergänzender Wärmequellen, Sicherstellung der Versorgungssicherheit etc.),
- wirtschaftliche Machbarkeit (Kosten-Nutzen-Analyse, Tarifgestaltung, Fördermittelprüfung, Definition der erforderlichen Investitionsmittel, Folgekosten innerhalb des Stadtkonzerns bei Prozessanpassungen etc.),
- ökologische Machbarkeit (Auswirkungen auf THG-Emissionen und Energieeffizienz, Beitrag zur Wärmewende und übergeordneten Klimaneutralitätszielen etc.),
- organisatorische Machbarkeit (Zuständigkeiten, Betriebsmodelle, Akteursbeteiligung).

Durch die Machbarkeitsstudie wird geprüft, ob der Ausbau bzw. die Nachverdichtung des Solinger Fernwärmenetzes technisch möglich, wirtschaftlich sinnvoll, ökologisch vorteilhaft und organisatorisch durchführbar ist. Es bietet eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die nächsten Umsetzungsschritte und anschließenden Planungsleistungen.

Mit Beauftragung der Machbarkeitsstudie ist zu prüfen, ob dieses einem mit BEW-Mitteln förderfähigen Transformationsplan entspricht. Sollte dies der Fall sein, können im Modul 1 „Transformationspläne und

Machbarkeitsstudien“ Planungsleistungen angelehnt an die Leistungsphasen der HOAI 1-4 gefördert werden (nicht rückzahlbarer Zuschuss für 50 % der förderfähigen Kosten). Über Modul 2 „Systemische Förderung für Neubau und Bestandsnetze“ der BEW werden Maßnahmen gefördert, die dem Aufgabenspektrum der Leistungsphasen 5-8 der HOAI zugeordnet werden können (Investitionszuschuss für 40 % der förderfähigen Ausgaben).

Die Inanspruchnahme von BEW-Mitteln erfordert eine Antragsstellung, mit der bereits eine umfassende Projektskizze, ein Finanzierungsplan sowie Ergebnisse möglicher Voruntersuchungen eingereicht werden müssen. Weitere Informationen zu den BEW-Mitteln können der BAFA-Homepage entnommen werden: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html.

Die Nachverdichtung bzw. der Ausbau des Fernwärmenetzes wird in Abstimmung mit den TBS öffentlichkeitswirksam kommuniziert. Eigentümer:innen, die potenziell angeschlossen werden können, sollten ermittelt, gezielt angesprochen und mit Hilfe von Informationen und ggf. Veranstaltungen über die mit einem Fernwärmeanschluss verbundenen Möglichkeiten, Anforderungen und wirtschaftlichen Auswirkungen informiert werden. Wenn die Machbarkeitsstudie positiv ausfällt, hat die Stadtverwaltung die Aufgabe zu prüfen, wie ein möglichst hoher Grad des Anschlusses an das Wärmenetz bzw. der Nutzung durch Eigentümer:innen erreicht werden kann.

Erforderliche Umsetzungsschritte	Dauer der Maßnahme
1. Erstellung eines Transformationsplans 2. Prüfung der Finanzierungsmöglichkeit durch BEW-Mittel, inkl. Antragstellung	BEW-Förderung Modul 1: bis zu 1 (+1) Jahr(e) BEW-Förderung Modul 2: bis zu 4 (+2) Jahr(e)
Positive Auswirkungen im Falle einer wirtschaftlichen Umsetzbarkeit	**THG-Einsparungen**
• Erhöhung der Netzflexibilität durch Integration neuer Wärmequellen • Skaleneffekte durch höhere Auslastung des Wärmenetzes • Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, Reduktion der THG-Emissionen • Versorgungssicherheit für angeschlossene Verbraucher:innen • und Wärmenetz-Anschluss ersetzt aufwändige Einzelumsetzung Kostenvorteile durch den Wegfall von Wartungskosten einzelner Heizungsanlagen für angeschlossene Verbraucher:innen • Preisstabilität (im Vergleich zu Erdgas)	Einsparung hängt von Dimensionierung ab. EF 2045 für 1 kWh Endenergie (Hi): Erdgas 240 g CO_2eq, Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen: 20 g CO_2eq (Technikkatalog)
voraussichtliche Kosten und Kostenträger	**Finanzierung**
Kosten: ca. 80.000 bis 120.000 € für externes Gutachten (LP 1 HOAI). Das Honorar für weitere Leistungsphasen ist abhängig von der Investitionssumme. Kostenträger: Fördergeber und SW SG	BAFA, Eigenanteile
Erfolgsindikatoren/Meilensteine	**Hemmnisse**
• Antragsstellung erfolgt • Zuwendungsbescheid erhalten • Gutachten/Transformationsplan vorliegend	Investitionsvolumen, Dauer von Verwaltungs-verfahren, gesetzliche Vorgaben (z. B. WärmeLV oder AVBFernwärmeV), Vorbehalte der Bürgerschaft

6.1.3 *Vertiefende Machbarkeitsstudie für den Bau und Betrieb eines Fernwärmenetzes in Ohligs beauftragen*

Wärmenetzausbau und -transformation

Vertiefende Machbarkeitsstudie für den Bau und Betrieb eines Fernwärmenetzes in Ohligs beauftragen

Einführung		Wirkung		Kommunaler Einfluss		Räumliche Ebene	
☒	2025	☐	no-regret	☐	Verbrauchen und Vorbild	☐	Gesamtstadt
☐	2026	☐	kurzfristig	☒	Versorgen und Anbieten	☐	Fokusgebiet
☐	2027	☐	mittelfristig	☐	Planen und Regulieren	☒	Projekt
☐	ff.	☒	langfristig	☐	Beraten und Motivieren		

Ziel	Zielgruppe
Ziel ist die Prüfung und Umsetzung eines möglichen neuen Fernwärmenetzes in Ohligs. Durch den Aufbau kann der Anteil der mit Fernwärme versorgten Gebäude und Wohneinheiten in Solingen erhöht werden.	Eigentümer:innen im potenziellen Aufbaugebiet
Ausgangslage	**Akteure**
Der Bergisch-Rheinische Wasserverband (BRW) betreibt das Klärwerk Ohligs im gleichnamigen Stadtteil Ohligs. Die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse zeigen, dass die vorhandene Abwasserwärme im Klärwerk Ohligs ein beachtliches Wärmepotenzial birgt, das theoretisch zur zentralen Wärmeversorgung des umliegenden Siedlungsbereiches genutzt werden kann. Eine Grobbetrachtung verdeutlicht, dass für den Aufbau eines neuen Wärmenetzes u. a. eine Leitung für den Klarwasser-Ablauf vom Klärwerk zum Ortsrand Ohligs (und zurück), dort eine neue Wärmepumpen-Anlage inkl. Spitzenkessel zur Erschließung der neuen zentralen Wärmeversorgung sowie der Verbund mit dem bestehenden Wärmenetz der Stadtwerke Solingen am Standort Lebenshilfe/Bonner Straße erforderlich wären (siehe dazu u.a. Kap. 4.3.3 und Kap. 5.2.1). In diesem Zusammenhang ist auch die Realisierung eines Wärmespeichers (vgl. Kap. 4.3.9) zu prüfen.	**Federführung:** SW SG **Beteiligte:** BRW, SWS Netze, 10-0, SD 61/Koordinierungsstelle, SD 64, SD67?ggf. Weitere

Beschreibung

Als Grundlage für den Bau und Betrieb eines Fernwärmenetzes in Ohligs soll eine Machbarkeitsstudie beauftragt werden, die folgende Inhalte umfasst:

- Technologische Machbarkeit (Analyse des Ist-Zustands und anfallenden Wärmeabnahme, Planung des Baus, Prüfung und Integration neuer Technologien und ggf. auch ergänzender Wärmequellen, Sicherstellung der Versorgungssicherheit),
- wirtschaftliche Machbarkeit (Kosten-Nutzen-Analyse, Tarifgestaltung, Fördermittelprüfung),
- ökologische Machbarkeit (Auswirkungen auf THG-Emissionen und Energieeffizienz, Beitrag zur Wärmewende und übergeordneten Klimaneutralitätszielen),
- organisatorische Machbarkeit (Zuständigkeiten, Betriebsmodelle, Akteursbeteiligung).

Durch die Machbarkeitsstudie wird sichergestellt, dass der Aufbau eines weiteren Solinger Fernwärmenetzes technisch möglich, wirtschaftlich sinnvoll, ökologisch vorteilhaft und organisatorisch durchführbar ist. Sie bietet eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die nächsten Umsetzungsschritte und anschließenden Planungsleistungen.

Über Modul 1 „Transformationspläne und Machbarkeitsstudien“ lassen sich Planungsleistungen angelehnt an die Leistungsphasen der HOAI 1-4 mit BEW-Mitteln fördern (nicht rückzahlbarer Zuschuss für 50 % der förderfähigen Kosten). Über Modul 2 „Systemische Förderung für Neubau und Bestandsnetze“ der BEW werden Maßnahmen gefördert, die dem Aufgabenspektrum der Leistungsphasen 5-8 der HOAI zugeordnet werden können (Investitionszuschuss für 40 % der förderfähigen Ausgaben).

Die Inanspruchnahme von BEW-Mitteln erfordert eine Antragsstellung, mit der bereits eine umfassende Projektskizze, ein Finanzierungsplan sowie Ergebnisse möglicher Voruntersuchungen eingereicht werden

müssen. Weitere Informationen zu den BEW-Mitteln können der BAFA-Homepage entnommen werden: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html.

Im Planungsprozess ist zu klären, in welcher Form der Betrieb eines weiteren Fernwärmenetzes erfolgt. Hierbei sind unterschiedliche, theoretisch denkbare Betreibermodelle zu berücksichtigen (z. B. Kommunales Betreibermodell, öffentlich-rechtliche Betreibergesellschaft, Public-Private-Partnership, Contracting, Betreibermodell durch Energiegenossenschaft, Konzessionsmodell etc.). Hier ist die Eigentums- und Vermietungsstruktur im Nutzungsgebiet zu berücksichtigen und Auswirkungen auf die Kostenstruktur im Vermietungsbereich unter Berücksichtigung des Entwicklungspfades der CO2-Abgaben darzustellen.

Der Aufbau eines weiteren Fernwärmenetzes in Solingen sollte öffentlichkeitswirksam kommuniziert werden. Eigentümer:innen, die potenziell angeschlossen werden können, sollten ermittelt, gezielt angesprochen und mit Hilfe von Informationen und ggf. Veranstaltungen über die mit einem Fernwärmeanschluss verbundenen Möglichkeiten, Anforderungen und wirtschaftlichen Auswirkungen informiert werden. Wenn die Machbarkeitsstudie positiv ausfällt, hat die Stadtverwaltung die Aufgabe, zu prüfen, wie ein möglichst hoher Grad des Anschlusses an das Wärmenetz / der Nutzung durch Eigentümer:innen erreicht werden kann.

Erforderliche Umsetzungsschritte	Dauer der Maßnahme
1. Erstellung der Machbarkeitsstudie inkl. Beteiligung der potenziell anzuschließenden Gebäudeeigentümer:innen 2. Bereitstellung erforderlicher Daten und Planungsunterlagen, insbesondere in Zusammenarbeit mit dem BRW als Betreiber des Klärwerks Ohligs 3. Antragstellung 4. Ausschreibung und Beauftragung eines externen Dienstleisters für die Leistungsphase 1 der HOAI (inkl. Unterstützung bei Fördermittelakquise)	BEW-Förderung Modul 1: bis zu 1 (+1) Jahr(e) BEW-Förderung Modul 2: bis zu 4 (+2) Jahr(e)
Positive Auswirkungen im Falle einer wirtschaftlichen Umsetzbarkeit	**THG-Einsparungen**
• Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, Reduktion der THG-Emissionen • Kostenvorteile durch den Wegfall von Wartungskosten einzelner Heizungsanlagen für angeschlossene Verbraucher:innen • Versorgungssicherheit für angeschlossene Verbraucher:innen • Wärmenetz-Anschluss ersetzt aufwändige Einzelumsetzung • Preisstabilität (im Vergleich zu Erdgas)	Einsparung hängt von Dimensionierung ab. EF 2045 für 1 kWh Endenergie (Hi): Erdgas 240 g CO_2eq, Abwärme aus Prozessen: 35 g CO_2eq (Technikkatalog)
voraussichtliche Kosten und Kostenträger	**Finanzierung**
Kosten: ca. 80.000 bis 120.000 € für die Machbarkeitsstudie (LP 1 HOAI). Das Honorar für weitere Leistungsphasen ist abhängig von der Investitionssumme. Kostenträger: SW SG, ggf. BWR	BAFA, Eigenanteile
Erfolgsindikatoren/Meilensteine	**Hemmnisse**
• Erstellung Machbarkeitsstudie • Antragsstellung erfolgt (Modul 1) • Zuwendungsbescheid erhalten (Modul 1) • Machbarkeitsstudie vorliegend	Investitionsvolumen, Dauer von Verwaltungsverfahren, gesetzliche Vorgaben, Vorbehalte der Bürgerschaft

6.1.4 *Einführung eines gesamtstädtischen Sanierungsmanagements prüfen*

Sanierung, Effizienzsteigerung und Heizungsumstellung in Industrie, Gebäuden und Quartieren

Einführung eines gesamtstädtischen Sanierungsmanagements prüfen

Einführung		Wirkung		Kommunaler Einfluss		Räumliche Ebene	
☒	2025	☐	no-regret	☐	Verbrauchen und Vorbild	☒	Gesamtstadt
☐	2026	☐	kurzfristig	☐	Versorgen und Anbieten	☒	Fokusgebiet
☐	2027	☒	mittelfristig	☐	Planen und Regulieren	☐	Projekt
☐	ff.	☐	langfristig	☒	Beraten und Motivieren		

Ziel	Zielgruppe
Ziel ist die Einführung eines Sanierungsmanagements auf gesamtstädtischer Ebene, um private wie gewerbliche Gebäudeeigentümer:innen in Solingen bei der energetischen Sanierung ihres Gebäudes zu unterstützen. Mit der tatsächlichen Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen können Energiebedarfsreduktionen erreicht werden, die mit wesentlichen THG-Einsparungen verbunden sind.	Gebäude-eigentümer:innen

Ausgangslage	Akteure
Viele Städte haben in der Vergangenheit gute Erfahrungen mit dem sogenannten Sanierungsmanagement des KfW 432-Programms für einzelne Quartiere gesammelt. Diese Förderung ist nach Beschluss des Wärmeplanungsgesetzes abgeschafft worden. Quartiersbezogene Sanierungsmanagements entsprachen bereits in der Vergangenheit weniger den gesamtstädtisch orientierten Bedarfen. In Solingen engagieren sich unterschiedliche Institutionen und stadtnahe Unternehmen bereits aktiv im Bereich der Energieberatung, Vermittlung von Informationen und der Begleitung von Planung, Finanzierung und Umsetzung von Maßnahmen. Hieran anknüpfend und die bestehenden Angebote gezielt ausbauend, lassen sich weitere Sanierungspotenziale erschließen. In einigen anderen Kommunen gibt es Unterstützungsangebote, die mit Hilfe einer Kooperation unterschiedlicher Akteure aus Kommune (kommunalen Unternehmen), Energieberatung und Handwerk in einer gemeinsamen Vereinigung Synergien nutzten, Angebote bündeln und diese ausgebaut haben. Beispielhaft genannt sind hier altbauplus e.V. aus Aachen oder der Verein Bonner Energie Agentur e.V., die mit Hilfe einer breiten Kooperation ein umfassendes Unterstützungsangebot bereitstellen und sehr unterschiedliche Gebäudeeigentümer:innen ansprechen.	**Federführung:** Koordinierungsstelle Wärmeplanung **Beteiligte:** Handwerk/Innungen Energieberatung, Architekt:innen, Quartiersmanagement, verschiedene Stadtdienste und Konzerntöchter

Beschreibung

Die Stadt Solingen prüft die Einführung eines gesamtstädtischen Sanierungsmanagement, um die erforderliche Wärme- und Energiewende effektiv und effizient in Solingen umzusetzen. Wie eine zielführende Projektträgerschaft aufgebaut werden kann, ist explizit Bestandteil der Prüfung. Mit der Integration des Themenfeldes Sanierung auf gesamtstädtischer Ebene wird eine koordinierte und stadtweite Herangehensweise möglich, die folgende Vorteile mit sich bringt:

- Integrierte Betrachtung von Sanierung und Heizungsumstellung: abgestimmte Planungen und Umsetzungen energetischer Sanierungen in Verbindung mit Infrastrukturmaßnahmen werden möglich.
- Vermeidung von Parallelstrukturen: redundante Strukturen, die entstehen würden, wenn Quartiere unabhängig voneinander Sanierungsstrategien verfolgen, werden vermieden.
- Effiziente Nutzung von Ressourcen: Verwaltungskapazitäten, Fördermittel und personelle Ressourcen werden gezielte stadtweit eingesetzt.
- Höhere Steuerungsfähigkeit: Maßnahmen können nach Wirkung, Dringlichkeit und Wirtschaftlichkeit, auch in Verbindung mit Infrastrukturprojekten, priorisiert werden. Entscheidungen werden zentral getroffen.
- Zentrale Anlaufstelle für Bürger:innen und Unternehmen: es kann eine zentrale Anlaufstelle für Solinger Gebäudeeigentümer:innen aufgebaut werden, in der Wissen und Kompetenzen gebündelt werden.

- Verbessertes Monitoring: Daten zu Sanierungsständen, THG-Einsparungen und Energiekosten können systematisch gesammelt werden.

Das gesamtstädtische Sanierungsmanagement nimmt Aufgaben der Gesamtkoordinierung, Akteursvernetzung, Informations- und Öffentlichkeitsarbeit, Beratung sowie Integration in den größeren Zusammenhang (z. B. Zielkonzept Klimaneutrale Stadt Solingen 2040, Kommunale Wärmeplanung) wahr. Dies ist besonders wichtig, da die Anforderungen des Gebäude-Energie-Gesetzes (GEG) für Unsicherheit bei der Bevölkerung gesorgt hat und das Wärmeplanungsgesetz (WPG) eng mit dem GEG verzahnt ist.

Bereits bestehende Energieberatungsangebote von Solinger Institutionen und Konzerntöchtern ebenso wie die fachlich versierten Beratungen durchs Handwerk werden als wertvolle Angebote für private wie gewerbliche Gebäudeeigentümer:innen angesehen. Als niederschwellige Anlaufstelle für Gebäudeeigentümer:innen verweist das gesamtstädtische Sanierungsmanagement auf vorhandene Informations- und Beratungsangebote, bietet aber auch selbst kostenlose Erstberatungen an. Diese können via Telefon, Videokonferenz oder an zentralen Orten (z.B. in der Innenstadt) durchgeführt werden. Der Ansatz eines One Stop Shops ist in diesem Zusammenhang zu prüfen. Auch die Berücksichtigung eines Sanierungsmanagements im Rahmen der Quartiersentwicklung und bei Stadtentwicklungskonzepten ist zu berücksichtigen.

Regelmäßige Abstimmungen des Sanierungsmanagements mit den Anbietern von Energieberatungsangeboten und mit der Fachexpertise des Handwerks / der Handwerksinnungen helfen dabei, Angebote bedarfsgerecht anzupassen und auch gemeinsam Anforderungen an den Wärmeplan und die ausgewiesenen Wärmeversorgungsgebiete zu treffen. Begleitende Sanierungskampagnen können flankierend angesetzt werden.

Erforderliche Umsetzungsschritte	Dauer der Maßnahme
1. Prüfen der möglichen Ansätze zur Realisierung eines Sanierungsmanagements sowie unterschiedlicher Modelle zur Projektträgerschaft - dazu auch Auswertung von Erfahrungen anderer Kommunen mit vergleichbaren Ausgangsbedingungen 2. Zusammenstellung aller in Solingen verfügbaren Informations- und Beratungsangebote zum Thema „Energetische Sanierung“ 3. Etablierung eines engen Austauschs mit den anbietenden Institutionen 4. Ermittlung und Kommunikation der für den Aufbau des Sanierungsmanagements erforderlichen Ressourcen und Strukturen	1-2 Jahre
Positive Auswirkungen	**THG-Einsparungen**
• Energiebedarfsreduktion und damit verbundene THG-Einsparungen durch die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen • Effiziente Nutzung von Ressourcen durch die integrierte Betrachtung bzw. Verzahnung von Sanierungsmaßnahmen und Heizungsumstellungen • Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen mit dem Ziel, Unsicherheiten und Sorgen zu nehmen	Keine direkten THG-Einsparungen durch individuelle Beratungen. Einsparungen werden erst mit der Umsetzung von Sanierungen erzielt.
voraussichtliche Kosten und Kostenträger	**Finanzierung**
Kosten: nicht quantifizierbare Kosten für personelle Ressourcen Kostenträger: Projektträger (noch offen, zu erarbeiten)	ggf. Startphase mit Konnexitätsmitteln unterstützen + (Förder)Mittel-Akquise
Erfolgsindikatoren/Meilensteine	**Hemmnisse**
• Energieberatungslandschaft in Solingen erfasst • Für den Aufbau des Managements erforderliche Maßnahmen ermittelt und kommuniziert • Kooperationsstrukturen aufgebaut	Personelle Ressourcen, Kosten

6.1.5 Informationsoffensive und Beratungsangebote zur Unterstützung der Wärmewende in Solingen stärken

Information, Beratung und Beteiligung

Informationsoffensive und Beratungsangebote zur Unterstützung der Wärmewende in Solingen stärken

Einführung		Wirkung		Kommunaler Einfluss		Räumliche Ebene	
☒	2025	☐	no-regret	☐	Verbrauchen und Vorbild	☒	Gesamtstadt
☐	2026	☐	kurzfristig	☐	Versorgen und Anbieten	☒	Fokusgebiet
☐	2027	☒	mittelfristig	☐	Planen und Regulieren	☒	Projekt
☐	ff.	☐	langfristig	☒	Beraten und Motivieren		

Ziel	Zielgruppe
Ziel ist die Bewerbung, Ausweitung und Einführung von Informations- und Beratungsangeboten, die zusätzlich zur Sanierung auch die Umstellung von Heizungsanlagen thematisiert. Dadurch sollen insbesondere Solinger Gebäudeeigentümer:innen bei der Entscheidung für einen Heizungsaustausch und energetische Sanierungsmaßnahmen an ihrem Gebäude unterstützt werden (siehe auch Kap. 6.1.4. Einführung eines Sanierungsmanagement prüfen).	Gebäude-eigentümer:innen

Ausgangslage	Akteure
In Solingen können private wie gewerbliche Gebäudeeigentümer:innen Unterstützung für energetische Sanierungen und Heizungsumstellungen bei verschiedenen Institutionen / stadtnahen Unternehmen einholen wie beispielsweise der Verbraucherzentrale NRW, der Stadtsparkasse Solingen oder der Innung für Sanitär-, Heizung- und Klimatechnik Solingen (SHK-Innung). Eine strategische Ausrichtung bzw. Bündelung und Bewerbung der Angebote im Kontext der kommunalen Wärmeplanung fehlt jedoch bislang.	**Federführung:** Koordinierungsstelle Wärmeplanung **Beteiligte:** Handwerk/Innungen Energieberatung, Architekt:innen, Quartiersmanagement, verschiedene Stadtdienste und Konzerntöchter

Beschreibung

Die Informationsoffensive und Beratungsangebote sollten einen besonderen Fokus auf den Gebäudebestand mit Baujahr vor 1977, dem Jahr der ersten Wärmeschutzverordnung legen. Aber auch jüngere Gebäude stehen mit ihrer Substanz und Heizungssystem häufig vor relevanten Fragen, sodass eine bedarfsgerechte Ausrichtung der Angebote die Ergebnisse des Wärmeplans berücksichtigen sollte.

Durch die Analysen im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurden neue Erkenntnisse mit Anknüpfungspunkten identifiziert. Dazu zählen beispielsweise das Alter der Heizungsanlagen oder Bereiche mit hohen Energieeinsparpotenzialen in Solingen. Insbesondere die Fokusgebiete wurden genauer betrachtet (siehe Kap. 6.1.1). Information und Beratung der Bürgerschaft kann auch durch externe Akteur:innen übernommen werden. Geprüfte und anerkannte Expert:innen finden sich beispielsweise in der Energieeffizienz-Expertenliste (https://www.energie-effizienz-experten.de/). Die Beauftragung externer Dienstleister zur Erfüllung dieser Aufgaben ist ebenfalls denkbar.

Grundsätzlich sollten sich die Informations- und Beratungsangebote in die übergeordnete Kommunikationsstrategie einordnen, die im ersten Wärmeplan für Solingen bereits unterschiedliche Formate für die verschiedenen Kommunikationsebenen aufzeigt (siehe Kap. 9). Kampagnen, z.B. eine Sanierungs- und Modernisierungskampagne können flankierend eingesetzt werden.

Ein Best Practice Beispiel für ein erfolgreich erprobtes Beratungsangebot stellt die Aktion „Energiekarawane“ des Klimabündnis und fesa e.V. dar. Die Nutzung der Energiekarawane beinhaltet eine kostenlose Energieberatung vor Ort sowie die Bewerbung von BAFA-Sanierungsfahrplänen und Bekanntmachung von Contracting-Modellen. Aber auch die Sensibilisierung zur Schaffung von Akzeptanz (z.B. Transparenz und Akzeptanz für Bohrungen etc.) und die Sensibilisierung für das Thema Suffizienz zur Wärmeverbrauchssenkung

und Informationsveranstaltungen für Bürger:innen zu Themen wie Sanierung, Heizungsumstellung und erneuerbare Energien sind Teil der Energiekarawane.	
Erforderliche Umsetzungsschritte	Dauer der Maßnahme
• Bewerbung bestehender Beratungs- und Informationsangebote • Evaluation durchgeführter Angebote für eine bedarfsgerechte Anpassung • ggf. Organisation neuer, bedarfsgerechter Angebote (z. B. Infomessen) • Zusammenstellen von Informationsmaterialien zu den Themenfeldern Sanierung und Heizungsumstellung • Organisation und Durchführung von Veranstaltungen • Erstellen von Broschüren	Fortlaufend
Positive Auswirkungen	THG-Einsparungen
• Energiebedarfsreduktion und damit verbundene THG-Einsparungen durch die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, Heizungsumstellung und Erschließung von Erneuerbare Energien-Potenzialen • Umstieg auf fossilfreie Energieträger und damit verbundene THG-Einsparungen durch den Austausch von Heizungsanlagen • Unterstützung der Gebäudeeigentümer:innen mit dem Ziel, Unsicherheiten und Sorgen zu nehmen	Keine direkten THG-Einsparungen durch individuelle Beratungen. Einsparungen werden erst mit der Umsetzung von Sanierungen / Heizungsaustauschen erzielt.
voraussichtliche Kosten und Kostenträger	Finanzierung
Kosten: 10.000 - 50.000 €/a für Öffentlichkeitsarbeit.	ggf. Konnexitätsmittel
Erfolgsindikatoren/Meilensteine	Hemmnisse
• messbarer Anstieg der wahrgenommenen Energieberatungsangebote	Kosten

6.2 Maßnahmenkurzbeschreibungen für Solingen (Long-List)

Die Maßnahmensammlung des Wärmeplans für Solingen umfasst insgesamt 23 Maßnahmen. Fünf Maßnahmen der Long-List davon bilden die sogenannte Short-List und sind mithilfe von Steckbriefen detailliert ausgearbeitet worden (siehe Kap. 6.1). Die übrigen 18 Maßnahmen werden in einem abstrakteren Detaillierungsgrad aufbereitet. Sie beschreiben bereits Verantwortlichkeiten und zeigen auf, welchem kommunalen Einfluss und welcher räumlichen Ebene die Maßnahme zuzuordnen ist.

6.2.1 Strategiefeld 1: Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien

1: Integrierte Stadtentwicklung weiterentwickeln - Wärmeplanung als integralen Planungsbaustein im Neubau und Bestand beachten

Die Sicherstellung einer den städtischen Klimazielen entsprechenden Energieversorgung sollte als Element der Stadtentwicklung verstanden und in die planerischen Prozesse integriert werden. Dazu gehört, dass Erfordernisse und erneuerbare Energiequellen für zentrale und dezentrale Energieversorgungslösungen in Planverfahren, bei Kanalsanierungen, o.ä. beachtet und in Abstimmung mit anderen Prozessen geplant und durchgeführt werden. So sollen für die Wärmetransformation z. B. Synergieeffekte mit Tiefbauarbeiten und städtebaulichen Entwicklungen erzeugt werden. Erkenntnisse aus Machbarkeitsstudien und Forschungsprojekten (z. B. "Urban Ground Heat" im Quartier Kannenhof) werden berücksichtigt. Dazu zählt auch die nötige Flächensicherung für bspw. Wärmespeicher, Wärmepumpen oder Solarkollektorfelder (aufbauend auf Potenzialkarte Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen, siehe Vorlage 6382/2024) ebenso wie die weitere Aktivierung der PV-Nutzung auf Wohn- und Gewerbedächern (aufbauend auf dem Solinger Solarkataster und dem integrierten Wirtschaftlichkeitsrechner). Die Stadt nutzt ihre Möglichkeiten, die Auswirkungen städtebaulicher Planungen frühzeitig zu ermitteln und abzustimmen. Ein Beispiel hierfür ist der Klima Check in der Bauleitplanung. Spezielle Sanierungsprogramme können im Rahmen von ISEKs mitgedacht werden.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
SD 60, SD 61, SW SG je nach Verantwortlichkeit	10- 0, SD 23, SD 64, SD 67 und weitere Stadtdienste SWS Netze, TBS	Planen und Regulieren	Gesamtstadt

2: Formelle und informelle Planungsinstrumente zur Umsetzung der Wärmeplanung nutzen

Die Stadtverwaltung Solingen schöpft das ihr zur Verfügung stehende Instrumentarium aus, um den kommunalen Wärmeplan verbindlich umzusetzen. Dazu können - je nach Quartier und der dort möglichen Wärmelösung sowie den erforderlichen Investitionen Dritter - z.B. Verträge, städtebauliche Verträge sowie die Bauleitplanung gehören. Auch im Rahmen einer Nachhaltigkeitseinschätzung im Rahmen von Beschlussvorlagen können entsprechende Kriterien abgefragt werden.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
SD 61, SW SG	10- 0, SD 23, SD 64, SD 67 und weitere Stadtdienste SWS Netze, TBS	Planen und Regulieren	Fokusgebiet, Projekt

3: Vertiefende Machbarkeitsstudien zur Erschließung identifizierter EE-Potenziale beauftragen

Die Potenzialanalyse des Kommunalen Wärmeplans dient der systematischen Erfassung der Einsparpotenziale sowie der klimaneutralen Wärme- und Stromquellen in Solingen. Für eine Vielzahl von Wärme- und Stromquellen konnten das theoretische und technisch verfügbare Potenzial ermittelt werden. Als Grundlage für die Nutzung des realistisch erwartbaren Potenzials sollen vertiefende Machbarkeitsstudien zur Erschließung erneuerbaren Energien, darunter Geothermie, Flusswasser, Klärwasser, Abwasser, unvermeidbare Abwärme, Biomasse und Solarenergie, beauftragt werden. Hierzu zählt auch die Darstellung, inwiefern zur Erschließung der Potenziale erforderliche, innovative Lösungen zur Strom- und Wärmespeicherung systematisch erschlossen werden können. Die Machbarkeitsstudien sollen dabei technologische, wirtschaftliche, ökologische und organisatorische Aspekte berücksichtigen. Durch die Machbarkeitsstudien soll sichergestellt werden, dass die Erschließung erneuerbarer Energien in Solingen technisch möglich, wirtschaftlich sinnvoll, ökologisch vorteilhaft und organisatorisch durchführbar ist. Sie bieten eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die nächsten Umsetzungsschritte und anschließenden Planungsleistungen. Zur Realisierung der Machbarkeitsstudien wird es erforderlich sein, sowohl Fördermittel zu akquirieren als auch ggf. Anteile der Konnexitätsmittel zu nutzen, die das Land NRW an alle Kommunen zum Ausgleich der Belastungen (zunächst für 2025 / 2026) auszahlt.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
Projektbezogen	Koordinierungsstelle, relevante Stadtdienste und Konzerntöchter	Versorgen und Anbieten	Fokusgebiet, Projekt

4: Umsetzungsstrategien für einzelne Teilräume weiterentwickeln

Die Untersuchungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Solingen können standardgemäß keine vollständige Detailplanung für sämtliche Teilgebiete und -räume in Solingen abdecken. Beispielsweise sind keine Umsetzungsstrategien für die Netzbetreiber der über das Stadtgebiet verteilten kleinen Wärmenetze erarbeitet worden. Doch auch diese Versorgungssysteme müssen langfristig transformiert werden, indem vorhandene Heizkessel und Blockheizkraftwerke z. B. durch wärmepumpengestützte Lösungen substituiert werden.

Im Rahmen dieser Aufgabe kann es erforderlich sein, Flächen für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen zu betrachten und zu sichern. Hier kann die Stadt Solingen unterstützen. Zudem kann die Stadt bspw. durch die Initiierung von Machbarkeitsstudien nach BEW, als Moderator und Impulsgeber sowie auch als Ankerkunde in bestimmten Gebieten unterstützen.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
Projektbezogen, z. B. Netzbetreiber kleinerer Wärmenetze	SD 61, SD 67, 10-0 und ggf. weitere relevante Stadtdienste und Konzerntöchter	Planen und Regulieren, Beraten und Motivieren	Fokusgebiet

5: PV-Freiflächenanlagen der Stadtwerke Solingen auf Solinger Stadtgebiet entwickeln und bauen

Auf Grundlage einer bereits durchgeführten Potenzialanalyse für Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Jahr 2023 mit einer Mindestgröße von 1 ha (~1 MWp), sollen nun die wirtschaftlich umsetzbaren und genehmigungsfähigen Standorte bis zur Inbetriebnahme entwickelt werden. Die in der Vorstudie betrachteten Flächen zeigen ein Potenzial von ca. 10 MWp und ca. 8.500 MWh pro Jahr. Das Projekt liegt in der Federführung der SW SG und befindet sich in Planung. Ein Abschluss der Maßnahme ist für das Jahr 2028 avisiert.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
SW SG	Koordinierungsstelle, 10-0, SD 61, SD 63, SD 67	Planen und Regulieren, Beraten und Motivieren	Fokusgebiet

6: Vertiefende Machbarkeitsstudien für die untersuchten Fokusgebiete “Walder Stadion”, Hoffeld” "Bülow Platz" und "Dycker Feld" beauftragen

Diese Maßnahme ist Teil der Short-List und wird mithilfe eines Steckbriefes ausführlicher beschrieben (siehe Kapitel 6.1.1).

6.2.2 Strategiefeld 2: Wärmenetzausbau und -transformation

7: Machbarkeitsstudie für den Ausbau und Betrieb des bestehenden Fernwärmenetzes in Solingen beauftragen

Diese Maßnahme ist Teil der Short-List und wird mithilfe eines Steckbriefes ausführlicher beschrieben (siehe Kapitel 6.1.2).

8: Vertiefende Machbarkeitsstudie für den Bau und Betrieb eines Fernwärmenetzes in Ohligs beauftragen

Diese Maßnahme ist Teil der Short-List und wird mithilfe eines Steckbriefes ausführlicher beschrieben (siehe Kapitel 6.1.3).

6.2.3 Strategiefeld 3: Sanierung, Effizienzsteigerung und Heizungsumstellung in Industrie, Gebäuden und Quartieren

9: Einführung eines gesamtstädtischen Sanierungsmanagement prüfen

Diese Maßnahme ist Teil der Short-List und wird mithilfe eines Steckbriefes ausführlicher beschrieben (siehe Kapitel 6.1.4).

10: Energetische Sanierung und Heizungsumstellung kommunaler Liegenschaften vorantreiben

Die Stadtverwaltung Solingen und der Konzern Stadt Solingen mit seinen Töchtern können als wirksame Vorbilder und nachhaltige Verbraucher:innen fungieren, wenn sie ihren direkten Einfluss nutzen und den Energieverbrauch von Gebäuden durch energetische Sanierungen reduzieren sowie bei der Wärmeversorgung auf fossilfreie Heizsysteme setzen. Dadurch können nicht nur Energie und damit verbundene Treibhausgasemissionen gemindert werden, sondern die Maßnahmen haben auch Einfluss auf die Glaubwürdigkeit der mit der Wärmewende verbundenen Bestrebungen der Stadt und ihrer Töchter. Das beispielhafte Voranschreiten in der Wärmewende kann andere Akteur:innen inspirieren und motivieren.

Die energetische Sanierung erfordert eine Bestandsaufnahme aller kommunaler Liegenschaften (siehe u.a. im EPAP die Maßnahme: „Energetische Bilanzierung von Bestandsgebäuden und Wirtschaftlichkeitsanalyse für städtische Gebäude) und sie erfordert die Entwicklung und Priorisierung von Sanierungsmaßnahmen bzw. integrierter Sanierungsfahrpläne für komplett zu sanierende Gebäude. Die Sanierungsfahrpläne zeigen unter Einbezug der erforderlichen Umstrukturierung der Wärmeversorgung einzuhaltende Mindeststandards sowie strategische Vorgehensweisen für energetische Gebäudesanierungen auf. Die Wahl des neuen Heizsystems berücksichtigt die Ergebnisse der analytischen Untersuchungen des Wärmeplans für Solingen und insbesondere die Einteilung des Stadtgebietes in unterschiedliche Wärmeversorgungsgebiete.

Um auch Reduktionen des Stromverbrauchs erzielen zu können, sollten zudem nachhaltige Beleuchtungskonzepte thematisiert werden. Aspekte der Energieeffizienz können durch Gebäudeleittechnik, moderne Lüftungsanlage und den Ansatz „Smart Public Buildings“ berücksichtigt werden.

Mit dem Eintritt der Stadt in das Netzwerk „Fördermittelakquise“ der KommunalAgentur NRW besteht die Möglichkeit, die Finanzierung klimagerechter Sanierungen und Heizungsumstellungen zu verbessern und die Fördermittelakquise durch externe Expertise weiter zu professionalisieren und auszubauen. Bereits heute lassen sich im Energiepolitischen Arbeitsprogramm 2025 – 2030, mit dem die Stadt Maßnahmen zur schrittweisen Umsetzung der Klimaneutralität bündelt (siehe u.a. Vorlage 6748/2024) Projekte und Projektvorhaben identifizieren, mit denen die energetische Sanierung kommunaler Liegenschaften weiter befördert wird, wie u.a.:

- Energetische Sanierungen sowie klimagerechte Erweiterungs- und Neubauten der Stadt Solingen: Solingen: Die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden findet (durch die finanziell sehr schwierige Haushaltslage) aktuell insbesondere statt, wenn dies in Verbindung mit Gebäudeerweiterungen und Neubauten umgesetzt werden kann. Viele

weitere städtische Immobilien bedürfen der Sanierung. Gleichzeitig arbeitet die Stadt weiter daran, Betriebsoptimierung zur Verbesserung der Energieeffizienz in Bestandsgebäuden der Stadt Solingen umzusetzen.

- Energetische Bilanzierung von Bestandsgebäuden und Wirtschaftlichkeitsanalyse für städt. Gebäude: Hier wird die energetische Qualität der Außenhülle und des Heizungssystems mittels spezifischer Software systematisch bewertet und ein flexibel nutzbares Sanierungsportfolio aufgebaut, das auch CO_2-Bepreisung und Lebenszyklusbetrachtungen einbezieht. Energieeffizienz in Gebäuden der Altenzentren Solingen gGmbH: Ziel ist eine Effizienzsteigerung der Gebäude. Dafür wurden 2023 für alle drei Altenzentren jeweils ein energetisches Sanierungskonzept für eine „Schritt-für-Schritt Sanierung“ erstellt, gemäß der Richtlinie „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM). Die darin dargestellten Maßnahmenvorschläge werden auf Umsetzbarkeit und Finanzierbarkeit geprüft und schrittweise realisiert.
- Energieeffiziente Sparkassen-Immobilien: Bestandsaufnahme der energetischen Beschaffenheit der Bestandsgebäude durch Erstellung von individuellen Sanierungsfahrplänen sowie Sichtung der vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen und Bewertung für die Umsetzung.
- Energieeffiziente Eissporthalle Solingen: Energetische Sanierung der Eissporthalle Solingen auf KfW 70 Standard sowie die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien.
- Technische und energetische Sanierung des Freibades Ittertal: Energetische Sanierung des Freibades Ittertal sowie die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien.
- Energieeffizienz in der Klingenhalle der Bädergesellschaft Solingen: Im Rahmen eines Konzeptes für die Sanierung der Klingenhalle sollen auch Energieeffizienzmaßnahmen berücksichtigt werden, u.a. Austausch von Leuchtmitteln, Fenstertausch, Dachsanierung, Heizungstausch.
- Weitere Vorhaben zur energetischen Sanierung und Energieeffizienzsteigerung (inklusive der dafür erforderlichen Finanzmittelakquise) sind mittelfristig in Angriff zu nehmen.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
SD 23 für Kernverwaltung sowie betroffene Konzerntöchter	verschiedene Stadtdienste und Konzerntöchter	Verbrauchen und Vorbild	Projekt

11: Klimafreundliche kommunale Neu- und Erweiterungsbauten forcieren

Die Stadtverwaltung Solingen und der Konzern Stadt Solingen setzen bei kommunalen Neubau- und Erweiterungsvorhaben auf eine klimafreundliche Bauweise und fossilfreie Wärmeversorgung. Durch den Einsatz innovativer und energieeffizienter Bau- und Versorgungstechniken wird die Stadt ihrer Vorbildfunktion gerecht und leistet einen substanziellen Beitrag zur Wärmewende. Zum Vorgehen gehört es, flächensparende Nutzungskonzepte und flächensparende Bauweisen zu entwickeln, so dass Ressourcen geschont und auch die Betriebskosten der Gebäude langfristig reduziert werden.

Bereits heute lassen sich im Energiepolitischen Arbeitsprogramm 2025 – 2030, mit dem die Stadt Maßnahmen zur schrittweisen Umsetzung der Klimaneutralität bündelt (siehe u.a. Vorlage 6748/2024) Projekte und Projektvorhaben identifizieren, die sich an den oben genannten Zielsetzungen orientieren, wie u.a.:

- Klimagerechte Erweiterungs- und Neubauten der Stadt Solingen: Im jährlichen Bericht "Nachhaltiges Bauen bei Schulneubauten, -erweiterungen und -sanierungen" wird aufzeigt, welche Parameter zu energieeffizientem, klimaangepasstem und nachhaltigem Bauen bei den Vorhaben zur Anwendung kommen;
- Klimagerechter und klimaangepasster Umbau des Klinikquartiers: Der Umbau des Klinikquartiers umfasst unter anderem den Neubau moderner, energieeffizienter Gebäude (wie z.B. die Solinger Akademie für Gesundheitsberufe, ein neues Bettenhaus), den Umbau der bestehenden Gebäudesubstanz sowie den Rückbau nicht sanierungsfähiger Substanz;
- Umsetzung des TBS-Standortkonzeptes 2030 - Nachhaltige, klimagerechte Ausrichtung: Durch die Konzentration auf zwei Standorte werden Betriebsabläufe optimiert und Ressourcenverbräuche reduziert. Das erste Teilprojekt (Verwaltungsgebäude Eintrachtstraße) setzt wichtige Ziele in Richtung Klimaschutz (u.a. KfW 40-EE), kreislaufförderndem und klimaangepasstem Bauen um. Auf dieser Grundlage wird auch die Umsetzung der nächsten Teilprojekte (wie u.a. Neubau Werkstatt/Lager, Neubau Gebäude A) in Hinblick auf ihre wirtschaftliche Umsetzbarkeit geprüft und weiterentwickelt.

Bei allen Neubauvorhaben liefert die kommunale Wärmeplanung wichtige Grundlagen, auch wenn es darum geht, Wärmeversorgungslösungen, z.B. in einem Gebäude- oder Wärmenetz zu prüfen und erneuerbare Energien für Strom- und Wärmenutzung effektiv zu erschließen

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
SD 23 für Kernverwaltung sowie betroffene Konzerntöchter	verschiedene Stadtdienste und Konzerntöchter	Verbrauchen und Vorbild	Projekt

12: Forschungsprojekt „Urban Ground Heat“ durchführen

Im Rahmen des Forschungsprojekts "Urban Ground Heat" der SW SG wird erforscht, wie Geothermie basierte Wärmepumpensysteme für das Heizen von Häusern und Wohnungen zugänglich gemacht werden können. Dazu werden modellbasierte Potenzialuntersuchungen zur Umsetzbarkeit für bestehende Quartiere mit Rücksicht auf technische, regulatorische und ökonomische Anforderungen im Quartier erarbeitet. Es werden fallübergreifende Leitfäden erstellt und Planungstools zur Umsetzung von Geothermieprojekten im Bestand erweitert.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
SW SG	Spar- und Bauverein eG, Fraunhofer	Verbrauchen und Vorbild	Projekt

	Institut, SD 67 ggf. weitere		

6.2.4 *Strategiefeld 4: Stromnetzumbau und -ausbau auf Basis der Zielnetzplanung der Netze Solingen*

13: Umbau und Ausbau des Stromnetzes integriert planen und realisieren

Die Stromnetze befinden sich im Wandel. Viele dezentrale Erzeuger (z.B. PV-Anlagen) und zusätzliche Verbraucher (z.B. Elektrofahrzeuge) stellen das Stromnetz vor große Herausforderungen. Um weiterhin einen stabilen Netzbetrieb gewährleisten zu können, muss sichergestellt werden, dass das Stromnetz so ausgebaut wird, dass die zukünftigen Anforderungen aufgefangen werden können. Während die tatsächliche Energieinfrastrukturplanung und -umsetzung auf Seiten der SWS Netze Solingen GmbH liegt, kann die Stadtverwaltung Solingen insbesondere unterstützend tätig werden. Die Stadtverwaltung übernimmt eine koordinierende Rolle, um sicherzustellen, dass die Umsetzung der Zielnetzplanung der Stromnetze mit der kommunalen Wärmeplanung und weiteren Energiezielen, wie z.B. dem Ausbau erneuerbarer Energien sowie der Mobilitätswende, abgestimmt ist. Dabei schafft die Stadtverwaltung durch Kooperation mit der SWS Netze Solingen GmbH und anderen Akteur:innen Synergien zwischen Strom- und Wärmenetzen und treibt eine effiziente, zukunftssichere Energieinfrastrukturplanung voran. Die Aufgaben umfassen konkret:

- Datenbereitstellung und -abgleich,
- Koordination und Austausch,
- Optimierung von Genehmigungsprozessen,
- Kommunikation und Beteiligung,
- Fördermittelakquise sowie
- Monitoring und Evaluation (Abgleich mit Klimazielen der Stadt Solingen).

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
SWS Netze Solingen GmbH	Koordinierungsstelle, 10-0, SD 33, SD 61, SD 64, SD 67, SW SG, TBS	Versorgen und Anbieten	Gesamtstadt

6.2.5 *Strategiefeld 5: Verbraucherverhalten und Suffizienz*

14: Kampagne zur Energieeinsparung umsetzen

Die Stadt Solingen setzt eine umfassende Kampagne um, mit der Solinger Bürger:innen aktiv dazu motiviert werden, ihren Energieverbrauch zu reduzieren und durch energetische Sanierungen, Investitionen in effiziente Technologien sowie Verhaltensänderungen eine messbare Reduktion der CO_2-Emissionen in Solingen zu erreichen.

Die Stadt Solingen kann verschiedene Kampagnenelemente nutzen und umsetzen. Dazu zählen beispielsweise die Sensibilisierung und Aufklärung zu Heizverhalten und Raumtemperatur, Energieberatungen für Haushalte sowie Angebote für energiesparendes Verhalten.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
Koordinierungsstelle	R 5 –10, 10-3, projektbezogene Kooperationspartner	Beraten und Motivieren	Gesamtstadt

6.2.6 Strategiefeld 6: Organisation und Prozesssteuerung

15: Koordinierungsstelle "Kommunale Wärmeplanung" Solingen einführen

Um die Umsetzung und Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans für Solingen zu steuern, wird eine Koordinierungsstelle „Kommunale Wärmeplanung“ eingerichtet (siehe Kapitel 7.1). Die Koordinierungsstelle stellt eine zentrale Schnittstelle zwischen Konzerntöchtern, externen Investoren, Wohnungswirtschaft, Politik und Verwaltung dar. Zudem unterstützt sie die Verankerung von Aufgaben in den Stadtdiensten/Fachbereichen sowie stadtnahen Institutionen und hat im Sinne eines Multiprojektmanagements den Überblick über laufende Projekte. Sie kümmert sich um die Fortschreibung des Wärmeplans sowie die jährliche Berichterstattung. Aktuelle Änderungen gibt sie an die zuständigen Stadtdienste/Fachbereiche oder Institutionen weiter. Die Koordinierungsstelle übernimmt folgende Aufgaben:

- Projektsteuerung und Koordinierung der Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung als zentraler Ansprechpartner in der Verwaltung
- Zentraler kommunaler Ansprechpartner regelmäßigen Überprüfung der Fortschritte sowie der Fortschreibung der Kommunalen Wärmeplanung nach Wärmeplanungsgesetz
- Informations- und Öffentlichkeitsarbeit
- Fördermittelakquise und -management
- Wissensmanagement

Für die Koordinierungsstelle müssen personelle Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
Koordinierungsstelle	Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung, s. Kapitel 7.2	Planen und Regulieren, Beraten und Motivieren	Gesamtstadt

16: Steuerungsgruppe „Wärmeplanung“ verstetigen

Im Erstellungsprozess des kommunalen Wärmeplans für die Stadt Solingen hat sich eine Steuerungsgruppe gebildet, die die Erstellung des kommunalen Wärmeplans effektiv entwickelt, vorangetrieben und strategisch koordiniert hat. Die Steuerungsgruppe Wärmeplanung soll auch nach erstmaliger Erstellung des Wärmeplans fortbestehen und als zentrales Gremium kontinuierlich Informationen austauschen und den Umsetzungsprozess des kommunalen Wärmeplans aktiv mitgestalten (siehe Kapitel 7.2). Im Vordergrund stehen das Monitoring, Controlling und Steuern der Wärmewende Solingens.

Fester Bestandteil der Steuerungsgruppe „Wärmeplanung“ in Solingen sollen folgende Stellen/stadtnahen Institutionen sein: Koordinierungsstelle „Kommunale Wärmeplanung“, Stab

Nachhaltigkeit und Klimaschutz, Stadtdienst Planung, Mobilität und Denkmalpflege, Stadtdienst Wohnen, Stadtdienst Natur und Umwelt, Technische Betriebe Solingen, SWS Netze Solingen GmbH und Stadtwerke Solingen GmbH. Die Steuerungsgruppe trifft sich in einem angemessenen und regelmäßigen Turnus.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
Koordinierungsstelle	Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung s. Kapitel 7.2	Planen und Regulieren	Gesamtstadt

17: Controlling und Verstetigung sichern: dauerhafte Implementation der kommunalen Wärmeplanung in das planerische Handeln und Umsetzungsprojekte der Kernverwaltung sowie der Töchter und Beteiligungen

- Die kommunale Wärmeplanung wird langfristig in die Planungs- und Entscheidungsprozesse der Stadtverwaltung sowie ihrer Tochterunternehmen und Beteiligungen integriert (siehe Kapitel 0). Dabei werden regelmäßige Controlling-Prozesse etabliert, um den Fortschritt und die Wirksamkeit der Maßnahmen zu überwachen. Hierzu gehören folgende Bausteine:
- Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz: Überblick über die Entwicklung der Gesamtwärmeverbräuche und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen
- Indikatoren-Prüfung: Fortschreibung relevanter Energiekennwerte
- Multiprojektmanagement: Überblick über alle Projekte und rechtzeitiges Gegensteuern bei Fehlentwicklungen, Setzen und Überprüfen von Meilensteinen, Fördermittelakquise
- Jahresbericht: Information über den Umsetzungsstand der Maßnahmen (Kurzbericht für Politik und Öffentlichkeit) erstellen.

Die Verstetigung gewährleistet, dass die Wärmeplanung kontinuierlich aktualisiert und in konkrete Umsetzungsprojekte überführt wird. Zur Verstetigungsstrategie gehören folgende Bausteine, die sich auch in der Long-List wiederfinden (siehe Kapitel 7):

- Einrichtung einer Koordinierungsstelle Wärmeplanung
- Fortführung der verwaltungsinternen und -übergreifenden Zusammenarbeit
- Finanzierung der Umsetzung
- Initialisierung der Fortschreibung des Kommunalen Wärmeplans 2030

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
Koordinierungsstelle	Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung	Verbrauchen und Vorbild	Gesamtstadt

18: Digitalen Zwilling aufbauen

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde eine Vielzahl von kartographischen Ergebnissen auf Basis von diversen Daten erarbeitet. Um die wesentlichen Ergebnisse transparent und einfach zugänglich zu machen, sollten im nächsten Schritt relevante Karten aus der kommunalen Wärmeplanung in einen digitalen Zwilling überführt werden.

Mit Hilfe von digitalen urbanen Zwillingen (Digital Urban Twins) als digitale Abbilder physischer Städte werden Geodaten, Gebäudedaten und weitere Fachdaten sowie teilweise sensorbasierte Informationen zusammengeführt, um komplexe urbane Prozesse virtuell abzubilden. Je nach Ausbaustufe des digitalen Zwillings reicht das Leistungsspektrum von der Visualisierung und Analyse über Simulationen und Prognosen bis hin zur Prozessteuerung in die reale Welt.

Alle Daten der kommunalen Wärmeplanung werden in die urbane Datenplattform (UDP) der Stadt Solingen, den OPEN SMARTCITY HUB, übernommen. Damit stehen diese Daten zusammen mit weiteren digitalen (geografischen) Fachdaten und -themen für aktuelle und zukünftige kommunale Zwecke zur Verfügung und können über die aktuell wie zukünftig üblichen Ausgabekanäle der städtischen OPEN SMART CITY FAMILY, auch digitalen Zwillingen, bereitgestellt werden.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
SD 62-1	SD 15, Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung; Projektpartner:innen und Umsetzer:innen	Beraten und Motivieren	Gesamtstadt

6.2.7 Strategiefeld 7: Information, Beratung und Beteiligung

19: Informationsoffensive und Beratungsangebote zur Unterstützung der Wärmewende in Solingen ausbauen

Diese Maßnahme ist Teil der Short-List und wird mithilfe eines Steckbriefes ausführlicher beschrieben (siehe Kapitel 6.1.5).

20: Kommunikation fortführen: Kontinuierliche Durchführung unterschiedlicher zielgruppen- und räumlich spezifischer Kommunikationsformate

Parallel zur kommunalen Wärmeplanung ist eine fortlaufende Kommunikationsstruktur aufzubauen (siehe Kapitel 9). Die Kommunikation ist an die verschiedenen Bedürfnisse und Erwartungen der unterschiedlichen Zielgruppen in Solingen anzupassen. Hauptzielgruppen stellen insbesondere Eigentümer:innen, Wohnungswirtschaft, Unternehmen, Handwerk sowie öffentliche Einrichtungen dar. Die Komplexität und Relevanz des Themas erfordern eine möglichst neutrale, klare und verständliche sowie strukturierte Kommunikation. Hierfür können die Kommunikation und entsprechende Umsetzungsformate an die unterschiedlichen räumlichen Ebenen (Gesamtstadt Solingen, dezentrale Wärmeversorgungsgebiete, zentrale Wärmeversorgungsgebiete, Prüfgebiete) angepasst werden.

Neben der Kommunikationsstrategie sollten Netzwerkstrukturen mit ausgewählten Liegenschaftsbetreibern (siehe Maßnahme Runder Tisch „Umsetzung Wärmeplanung", Kap. 6.2.7) aufgebaut und fortwährend berücksichtigt werden.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
Koordinierungsstelle	R 5-10, Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung	Beraten und Motivieren	Gesamtstadt, Fokusgebiet

6.2.8 Strategiefeld 8: Kooperationen und Partnerschaften

21: Runder Tisch „Umsetzung Wärmeplanung“ einführen

Die Stadtverwaltung Solingen lädt zu einem regelmäßig stattfindendem Runden Tisch „Umsetzung der Solinger Wärmeplanung“ ein, der als Plattform zum Austausch mit Projektpartner:innen und möglichen Umsetzer:innen dient. Hierzu können Vertreter:innen der lokalen Wohnungsunternehmen, aus Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie sowie (potenzielle) Betreiber:innen größerer Energieerzeugungsanlagen im Solinger Stadtgebiet, aber auch Institutionen und Organisationen gehören.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
Koordinierungsstelle	R 5-10, Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung, Projektpartner:innen und Umsetzer:innen	Beraten und Motivieren	Gesamtstadt

22: Energiegenossenschaften sowie weitere Beteiligungsprojekte fördern

Die Stadt Solingen intensiviert ihre Kooperation mit der BürgerEnergie Solingen eG (BESG) zum weiteren Ausbau von Photovoltaikanlagen in Solingen sowie um die Vermarktung des regionalen Öko-Stromproduktes "BergischGrün" mit den Stadtwerken weiterzuentwickeln. Eine weitere Ausrichtung auf genossenschaftlich organisierte Wärmeversorgungslösungen bzw. die Unterstützung der Stadt bei Vorhaben zur Wärmewende von Energiegenossenschaften oder auch bei der Gründung von Energiegenossenschaften oder dem Start anderer Beteiligungsprojekte zur gemeinschaftlichen Teilhabe an der Wärmewende ist sinnvoll und sollte weiter angestrebt werden

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
SW SG, 10-0	Mitglieder Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung, Energiegenossenschaften, Projektpartner	Beraten und Motivieren	Gesamtstadt, Projekt

6.2.9 Strategiefeld 9: Finanzierung und Förderung

23: Finanzbedarf im Konzern Stadt Solingen absichern

Die Umsetzung des kommunalen Wärmeplans für Solingen erfordert die langfristige Sicherstellung der notwendigen finanziellen Ressourcen im städtischen Haushalt (siehe Kapitel 7.3). Um Planungssicherheit zu erzielen, wird die finanzielle Sicherung für Personalmittel, Projektmanagement, Kommunikationskampagnen, Gutachten, Machbarkeitsstudien, Infrastrukturausbau (z.B. mit Blick auf eigene Liegenschaften) und ggf. städtische Fördermittel notwendig. Dazu sollen u.a. die vom Bund über das Land NRW bereitgestellten Konnexitätsmittel für 2025 und 2026 genutzt werden (für 2027 ff. ebenfalls angekündigt). Zudem sind Fördermittel und andere Finanzierungswege zu erschließen, deren Finanzierung/Deckung des Eigenanteils ebenfalls sichergestellt werden muss. Basis für die Finanzbedarfssicherung ist die Feststellung des erforderlichen Finanzbedarfs für die jeweiligen Haushaltsjahre.

Auch die Stadtwerke Solingen und Netze Solingen stehen vor dem Erfordernis, ihren Finanzbedarf zu sichern. Die Stadtwerke Solingen befinden sich zum deutlich überwiegenden Teil im Besitz der Beteiligungsgesellschaft der Stadt Solingen mbH, sodass auf städtischer Seite Einfluss auf die Finanzbedarfssicherung genommen werden kann.

Federführung	Beteiligte	Kommunaler Einflussbereich	Räumliche Ebene
SW SG, SWS Netze SG, TBS, R 2 und SD 20	Steuerungsgruppe Kommunale Wärmeplanung	Verbrauchen und Vorbild	Gesamtstadt

7 Verstetigungsstrategie

Mit der Erstellung einer Verstetigungsstrategie soll die Grundlage für die Arbeit der Stadt Solingen als planungsverantwortliche Stelle geschaffen werden. Diese spricht Empfehlungen zur personellen und organisatorischen Umsetzung auf Basis der aktuellen Rahmenbedingungen aus.

Die Verstetigungsstrategie setzt dabei auf mehrere, miteinander verbundene Bausteine, genauer die

- Koordinierungsstelle Wärmeplanung,
- Fortführung der verwaltungsinternen und -übergreifenden Zusammenarbeit sowie
- Finanzierung der Umsetzung.

7.1 Koordinierungsstelle Wärmeplanung

Bei der Umsetzung und Fortschreibung der Wärmeplanung handelt es sich um eine zukünftig pflichtige Daueraufgabe für die Verwaltung der Stadt Solingen. Für die Wahrnehmung der Aufgaben, darunter die Umsetzung, das Controlling, die Kommunikation sowie die nach spätestens fünf Jahren erforderliche Fortschreibung des Wärmeplans, muss eine ausreichende Ausstattung mit Ressourcen sichergestellt werden.

Es empfiehlt sich, diese Aufgaben einer Koordinierungsstelle Wärmeplanung zu übertragen und mit personellen Ressourcen zu versehen. Diesen Weg gehen vermehrt Kommunen, um der Aufgabe gerecht zu werden. Mit dem Landeswärmeplanungsgesetz, das im Dezember 2024 beschlossen worden ist, werden anteilig sogenannte Konnexitätsmittel vom Land Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel 7.3). Diese sollen Kosten für externe Dienstleister zur Gutachtenerstellung, aber auch Personalkosten, decken.

- Zum konkreten Leistungsspektrum der Koordinierungsstelle zählen
  - Projektsteuerung und Koordinierung der Umsetzung des Wärmeplans als zentraler Ansprechpartner in der Verwaltung
  - Erarbeitung von Konzepten und Handlungsleitfäden mit dem Ziel der effizienten Steuerung der genehmigungsrechtlichen Umsetzung von infrastrukturellen Maßnahmen aus einer Hand und Abstimmung mit internen und externen Partner:innen
  - Koordinierung von Genehmigungsverfahren und Abstimmungsprozessen zur geordneten und zeitnahen Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung mit Behörden sowie Wärme-, Gas- und Stromnetzbetreiber:innen
  - Beauftragung von weiterführenden Machbarkeitsstudien für Projekte im kommunalen Einflussbereich bzw. ggf. Unterstützung Dritter bei vorbereitenden Gutachten
  - Abstimmung mit sonstigen kommunalen Hoch- und Tiefbaumaßnahmen (insb. Straßenbau, Kanalbau)
  - Koordination und Abgleich der Anforderungen von KWP und Zielnetzplanung der Netze Solingen zwecks effektivem Zusammenspiel von Wärmewende und Netzumbau bzw. Netzausbau der Netze Solingen (SW SG) sowie Erarbeitung von verwaltungsinternen wie -externen begleitenden Maßnahmen zur Unterstützung der Prozesse
  - Koordinierung und Leitung von Arbeitsgruppen zur Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung auf gesamtstädtischer Ebene mit internen und externen Beteiligten,
- Zentraler kommunaler Ansprechpartner bei der regelmäßigen Überprüfung der Fortschritte sowie der Fortschreibung der Kommunalen Wärmeplanung nach Wärmeplanungsgesetz
  - interdisziplinäres Zusammenarbeiten mit unterschiedlichsten Verwaltungseinheiten, Unternehmen und Institutionen im Energiesektor und aus Wissenschaft und Praxis inklusive Weiterentwicklung bestehender Netzwerke
  - Abstimmung und Integration von Maßnahmen der Kommunalen Wärmeplanung mit bzw. in bestehenden und zu entwickelnden Planwerken (insb. der Bauleit- und

Regionalplanung), Erarbeitung von Stellungnahmen zu Planungen interner und externer Stellen in Beteiligungsverfahren
  - Dokumentation und Überwachung der Fortschritte bei der Umsetzung der Strategien und Maßnahmen, Monitoring der Zielerreichung hinsichtlich der gesetzlichen Vorgaben bzw. der in der Wärmeplanung gesetzten Ziele
- Informations- und Öffentlichkeitsarbeit
  - Berichterstattung sowie Erstellung von Vorlagen für die politischen Gremien
  - Mitwirkung in der Öffentlichkeitsarbeit
  - Ggf. Entwicklung von Kampagnen
  - Netzwerkarbeit
- Fördermittelmanagement
  - Monitoring der neuen Förderkulissen im Hinblick auf Transformation und THG reduzierende Maßnahmen
  - Bewirtschaftung von Fördermitteln bei eigenen Maßnahmen
- Wissensmanagement
  - Monitoring von Technologien und Entwicklungen im Sektor Wärme mit Relevanz zur Kommunalen Wärmetransformation
  - Fachliche Aufbereitung der bereitgestellten Informationen und Wissenstransfer

Aufgrund der Verzahnung der Wärmeplanung mit der räumlichen Planung und dem Verkehrsinfrastrukturausbau wird die Koordinierungsstelle beim SD 61, Planung, Mobilität, Denkmalpflege, eingerichtet.

7.2 Fortführung der verwaltungsinternen und -übergreifenden Zusammenarbeit

In der Erstellungsphase des kommunalen Wärmeplans erfolgten ein kontinuierlicher Informationsaustausch und Abstimmungen innerhalb einer Steuerungsgruppe und einem zusätzlich eingerichtetem Lenkungskreis (siehe Kapitel 1.2).

Für die Umsetzung und Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans wird eine umstrukturierte Fortführung der eingeführten verwaltungsinternen und -übergreifenden Zusammenarbeit empfohlen. Konkret wird die Einbindung ausgewählter Fachbereiche/Stadtdienste des Lenkungskreises in die Steuerungsgruppe und die damit verbundene Auflösung des Lenkungskreises vorgeschlagen. Die Umstrukturierung ermöglicht die Bündelung der für die Umsetzung relevanten Akteure in der Steuerungsgruppe. Bis zur Einrichtung der Koordinierungsstelle Wärmeplanung obliegt die Organisation der Steuerungsgruppe dem Stab Nachhaltigkeit und Klimaschutz. Es sind wiederkehrende Treffen der Steuerungsgruppe in einem regelmäßigen, angemessenen Turnus vorgesehen.

Zukünftig besteht die Steuerungsgruppe aus:

- Koordinierungsstelle Wärmeplanung,
- Stab Nachhaltigkeit und Klimaschutz,
- Stadtdienst Planung, Mobilität und Denkmalpflege,
- Stadtdienst Vermessung und Kataster,
- Stadtdienst Natur und Umwelt,
- Stadtdienst Wohnen,
- Technische Betriebe Solingen,
- SWS Netze Solingen,

- Stadtwerke Solingen GmbH
- zzgl. weitere Personen je nach Bedarf.

Neben einem Austausch über den Umsetzungsstand der Maßnahmen, gilt es auch aktuelle innerstädtische Projekte und Entwicklungen sowie regionale, landes- und bundesweite Entwicklungen inkl. potenzieller Risiken sowie Förderungs- und Finanzierungsinstrumente zu diskutieren und strategische Entscheidungen zu treffen bzw. vorzubereiten. Auch gilt es, die Planungen der Stadt und der Stadtwerke, inklusive der Netze Solingen, eng zu verzahnen. Dazu zählen Stadtentwicklungskonzepte, Flächennutzungsplan, Wohnraumkonzepte, die Anpassung an den Klimawandel oder auch Verkehrskonzepte. Insbesondere wenn Fern- und Nahwärmenetze in den Fokus rücken sollten, ist eine enge Abstimmung mit weiteren Fachplanungen erforderlich.

Der enge Austausch zwischen Koordinierungsstelle und Stadtwerken sowie den Netzen Solingen sollte darüber hinaus ebenso fortgeführt werden, um auch abseits der Steuerungsgruppe einen engen Austausch zwischen Stadt als planungsverantwortlicher Stelle und Stadtwerken als Energieversorger sowie den Netzen Solingen als Netzbetreiber sicherzustellen. Insbesondere die Umsetzung der Zielnetzplanung Strom und Gas sowie die Beobachtung der Marktentwicklung von Technologien zur Erschließung der Erneuerbaren Energien und von Wasserstoff werden auf Seiten der Stadtwerke und Netze Solingen betreut und in einem engen Austausch mit der Stadt vermittelt und Abstimmungsbedarfe geklärt.

7.3 Finanzierung

Die Umsetzungsstrategie enthält mit der Long-List eine Sammlung unterschiedlicher Maßnahmen. Hierzu zählen vertiefte Machbarkeitsuntersuchungen auf Basis ermittelter Potenziale, Beratungs- und Informationsangebote aber auch Maßnahmen in den eigenen Liegenschaften der Stadt Solingen.

Für diese Maßnahmen und deren Koordination wird eine Sichtung und Akquise unterschiedlicher Finanzierungsinstrumente erforderlich, die von der Stadt Solingen und externen Akteuren genutzt werden könnten.

Zu beachten sind hierbei:

Konnexitätszahlungen des Landes NRW

Das Landeswärmeplanungsgesetz (LWPG NRW vom 10.12.2024) sieht folgende Finanzierung vor: Alle Kommunen über 100.000 Einwohnerinnen und Einwohner erhalten für die Erstaufstellung der Wärmepläne insgesamt einen pauschalen Belastungsausgleich in Höhe von 165 000 Euro zuzüglich 1,36 Euro je Einwohnerin und Einwohner zur Durchführung der ihnen mit dem Gesetz übertragenen Aufgabe der Erstaufstellung eines Wärmeplans. Für Solingen bedeutet dies bei einer Einwohnerzahl gemäß Zensus 2022 von ca. 164.621 (Stand 15.05.2022) eine Summe von 388.884,56 €. Diese Gesamtsumme des pauschalen Belastungsausgleichs wird den Kommunen im Rahmen jährlicher Zahlungen zur Verfügung gestellt. Die jährlichen Zahlungen starteteten mit Inkrafttreten dieses Gesetzes Ende 2024 und erfolgen in drei Tranchen bis zum Ablauf der Frist nach § 4 Absatz 2 Satz 1 Nummer 1 des Wärmeplanungsgesetzes. Auch bereits begonnene oder fertig gestellte Wärmeplanungen erhalten Zugang zu den Konnexitätszahlungen.

Nach Ablauf der Frist nach § 4 Absatz 2 Satz 1 Nummer 1 des Wärmeplanungsgesetzes erfolgt ein jährlicher Belastungsausgleich für die Fortschreibung der Wärmepläne. Die Belastungen für die Fortschreibung sind ebenfalls konnexitätsrelevant und die Festlegung der Höhe Gegenstand eines eigenen Konnexitätsverfahrens. Die Festlegung der konkreten Höhe des Belastungsausgleichs für die Fortschreibung wird durch Rechtsverordnung nach § 9 Absatz 2 geregelt. Die Klärung über die genaue Höhe erfolgt spätestens 2026.

Förderung von Studien und konkreten Maßnahmen

Hier stehen Stand Dezember 2024 u.a. folgende Angebote zur Verfügung.

- Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) des BAFA
  - i) Modul 1 – Transformationspläne und Machbarkeitsstudien
  - ii) Modul 2 – Systemische Förderung für Neubau und Bestandsnetze
  - iii) Modul 3 – Einzelmaßnahmen
  - iv) Modul 4 – Betriebskostenförderung
- Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) des BAFA – Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)
- Weitere Programme des BAFA
- KfW: Klimaschutzoffensive für Unternehmen
- Landwirtschaftliche Rentenbank: Energie vom Land
- Kommunal-Richtlinie aus der NKI: Machbarkeitsstudien
- Progres.NRW: Klimaschutztechnik

Einen aktuellen Überblick über Förderprogramme bietet das „Förder-NAVI“ der NRW. Energy4Climate.

Darüber hinaus ergeben sich durch die Teilnahme an Forschungsprojekten von Hochschulen, Bund und Land immer wieder Möglichkeiten, innovative Projekte in die Umsetzung zu bringen.

Die Kosten der Umsetzung werden in den Maßnahmensteckbriefen der Umsetzungsstrategie und der Fokusgebiete nach Möglichkeit bereits beziffert. Notwendige Eigenanteile müssen rechtzeitig in die kommunale Haushaltsplanung eingebracht werden. Auch die Fördermittelbeantragung und -abwicklung erfordert darüber hinaus zusätzliche personelle Ressourcen.

Insgesamt ist für die Umsetzung und Koordinierung der Wärmeplanung ein zusätzlicher Personalbedarf erkennbar, sodass nach Umsetzungsstand der Prüfungen die personellen Ressourcen bereitgestellt werden müssen. Darüber hinaus müssten räumliche und technisch erforderliche Ressourcen verfügbar sein. Auch die Weiterbildung sollte kontinuierlich gefördert werden.

Mit der Verstetigung dieser Aufgaben wird sichergestellt, dass die Wärmeplanung seitens der Stadt Solingen gemäß ihrer ab 2025 geltenden rechtlichen Verpflichtungen umgesetzt werden kann und eine klimagerechte und wirtschaftlich orientierte Umstellung der Wärmeversorgung gelingen kann.

8 Controlling-Konzept

Gemäß §25 des WPG ist die planungsverantwortliche Stelle verpflichtet, den Wärmeplan spätestens alle fünf Jahre zu überprüfen und die Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen zu überwachen. Bei Bedarf ist der Wärmeplan zu überarbeiten und zu aktualisieren.

Im Zuge der Fortschreibung soll für das gesamte beplante Gebiet die Entwicklung der Wärmeversorgung bis zum Zieljahr aufgezeigt werden. Prüfgebiete können bis zum Zieljahr als voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete dargestellt werden, wenn für sie eine andere Art der Wärmeversorgung geplant ist.

Eine Fortschreibung nach fünf Jahren kann nur ein Baustein sein, darüber hinaus ist ein kontinuierliches Controlling erstrebenswert, um Entwicklungen zu erfassen und berücksichtigen zu können, nachzujustieren und zielorientiertes Arbeiten und entsprechende Mittelverwendung zu ermöglichen.

Sowohl interne als auch externe Kommunikation der Zielerreichung und des Umsetzungsstandes sind erforderlich, um Transparenz, Effizienz und Akzeptanz zu ermöglichen.

Zum Controlling gehören daher unterschiedliche Bausteine, die an bereits vorhandene Controlling-Strukturen der Stadt andocken:

- Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz
- Indikatoren-Prüfung
- Multiprojektmanagement
- European Energy Award
- Jahresbericht
- Digitaler Zwilling

8.1 Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz gibt einen Überblick über die Entwicklung der Gesamtwärmeverbräuche und der daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Die Bilanz für Solingen sollte regelmäßig, d.h. spätestens alle drei bis vier Jahre fortgeschrieben werden. Die letzte wurde 2022 auf Grundlage der Daten von 2020 erstellt, welche 2025 fortgeschrieben wird. Für die Bilanzerstellung kann weiterhin auf das Tool „Klimaschutzplaner“ zurückgegriffen werden. Dieses wird den Kommunen seitens des Landes NRW bislang kostenlos zur Verfügung gestellt.

8.2 Indikatoren

Mit Hilfe von quantitativen Indikatoren soll eine Entwicklung der im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelten Kennwerte nachvollzogen werden. Hierbei ist zu differenzieren zwischen unterschiedlichen Betrachtungszeiträumen. Dazu zählen

- jährlich erfassbare Kennzahlen sowie
- Kennzahlen, die sich aus der 3-4-jährlichen Fortschreibung der gesamtstädtischen Energie- und Treibhausgasbilanz ergeben sowie
- die verpflichtende fünfjährige Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung.

Jährliche Erhebung von Indikatoren

Im Rahmen des jährlichen Controllings sollte ein maßnahmenbezogenes Controlling erfolgen. Mit Hilfe der Erfolgsindikatoren aus den Maßnahmensteckbriefen der Short-List sowie einer

allgemeinen Sachstandsbeschreibung aller Maßnahmen sollte ein jährlicher Überblick zum Umsetzungsstand gegeben werden. Hierbei handelt es sich überwiegend um qualitative Beschreibungen des Umsetzungsstandes (siehe auch Multiprojektmanagement und Jahresbericht).

Darüber hinaus lassen sich jährlich mit vertretbarem Nutzen-Aufwand-Verhältnis einige wenige weitere Indikatoren erheben und beispielsweise im Jahresbericht zur kommunalen Wärmeplanung darstellen. Einige Indikatoren werden von der Stadt Solingen bereits seit vielen Jahren im Rahmen des Qualitätsmanagement- und Zertifizierungsverfahren European Energy Award (EEA) genutzt.

Als jährlich erhebbare Indikatoren im EEA-Prozess sind Folgende zu nennen:

- Anteil der Wärme aus erneuerbaren Energien am Gesamtwärmeverbrauch energierelevanter kommunaler Gebäude
- Anteil Ökostrom an Gesamtstromverbrauch energierelevanter kommunaler Gebäude
- Wärmeverbrauch pro Fläche energierelevanter kommunaler Gebäude
- Stromverbrauch pro Fläche energierelevanter kommunaler Gebäude
- Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Stadt Solingen
- Emissionen CO2-Äquivalente pro Fläche energierelevanter kommunaler Gebäude

Diese Daten ergeben sich aus den jährlichen Verbrauchsauswertungen kommunaler Gebäude sowie der Ermittlung der Stromerzeugung auf eigenen Liegenschaften.

Das LANUV NRW bietet über den Energieatlas NRW die Möglichkeit für den Sektor Strom die Anzahl der Erzeugungsanlagen, die installierte Leistung und den Stromertrag kommunenscharf einzusehen. Stand Januar 2025 wird die Entwicklung bis Ende des Jahres 2023 dargestellt.

Um den Ausbaufortschritt bei Erdwärmesonden zu prüfen, kann man die Bohrungsdaten auf der Webseite „Bohrungen in NRW“ des Geologischen Dienstes NRW (https://www.bohrungen.nrw.de/) jährlich prüfen.

Aufgrund fehlender Anmeldepflichten für Luftwärmepumpen sollte geprüft werden, ob in Zusammenarbeit mit SWS Netze Solingen die Nutzung von Wärmepumpentarifen jährlich ausgewertet werden kann. Da diese Tarife nicht von allen Wärmepumpennutzern verwendet werden, ergibt dies kein vollständiges, aber zumindest näherungsweises Bild.

Um Verzerrungen zu vermeiden ist sowohl beim Wärmepumpentarif als auch bei den Erdwärmesonden ein Abgleich mit Wärmepumpen und Sonden in Neubauten vorzunehmen, um einen gesicherten Überblick über die Bestandsentwicklung zu erhalten.

Es könnte auch eine Abfrage von Fernwärmenetzkundenzahlen jährlich erfolgen.

Zu prüfen wäre, ob eine Entwicklung der Gasnetzanschlüsse als Indikator praktikabel verwendet werden kann und wie eine jährliche Prüfung organisatorisch umgesetzt werden kann.

Generell wäre es wünschenswert, wenn Kommunen die Summe genutzter Bundes- und Landesfördermittel für Sanierungsmaßnahmen und Heizungserneuerungen durch Bürgerschaft und Wirtschaft abrufen könnten, um einen besseren Überblick über die Sanierungstätigkeiten zu gewinnen. Dazu sollte eine Anfrage bei Fördermittelgebern wie der BAFA erstellt werden.

Darüber hinaus sind aufgrund der begrenzten Datenlage und des schlechten Nutzen-Aufwand-Verhältnisses keine weiteren Indikatoren jährlich überprüfbar.

Energie- und Treibhausgasbilanzfortschreibung

Mit Hilfe der Energie- und Treibhausgasbilanz, die alle 3-4 Jahre durch externe Unterstützung fortgeschrieben wird, lassen sich weitere gesamtstädtische Kennzahlen erheben. Dazu zählen:

- Endenergieverbrauch Wärme nach Energieträgern und Sektoren

- Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien
- Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien
- Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren und nach Einwohner*innen

Fortschreibung der Kommunalen Wärmeplanung

Um einen Überblick über relevante Kennwerte aus den kommunalen Wärmeplänen zu erhalten, werden Kommunen nach Abschluss der Wärmeplanung vom LANUV NRW aufgefordert, eine Tabellen-Vorlage des LANUV NRW [26] mit Kennwerten zu befüllen und an das LANUV NRW zu übermitteln. Diese Daten dienen einerseits der Qualitätskontrolle als auch für das langfristige Nachverfolgen von Entwicklungen.

Es handelt sich hierbei um eine umfassende Datenerfassung zu allgemeinen Daten der kommunalen Wärmeplanung, der Bestandsanalyse, der Potenzialanalyse, dem Zielszenario, den Versorgungsgebieten und Maßnahmen.

Beispielhaft werden hier folgende Indikatoren genannt:

Bestandsanalyse:

- Gebäudestruktur (u.a. Anzahl der (beheizten) Wohn- und Nichtwohngebäude)
- Anzahl und Trassenlänge vorhandener / geplanter Wärmenetze
- an Wärmenetze angeschlossene Gebäude
- Wärmeerzeugung nach Energieträgern
- Wärmeverbrauch nach Energieträgern
- Treibhausgasemissionen nach Energieträgern und Sektoren

Potenzialanalyse:

- Energieeffizienzpotenziale
- Erneuerbare-Energien-Potenziale nach Energieträgern

Zielszenario:

- Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren bis 2045
- Entwicklung von Energienetzen bis 2045
- Entwicklung der Treibhausgasemissionen
- Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern

Versorgungsgebiete und Maßnahmen

- Wärmeversorgungsgebiete
- Angaben zu Maßnahmen

Darüber hinaus werden im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung flächen- bzw. längenbezogene Kennwerte erhoben und aktualisiert:

- zur Wärmedichte auf Baublockebene bzw. Wärmeliniendichte auf Straßenabschnittsebene,
- zu Endenergieträgern auf Baublockebene.

Die Kennzahlen können für das interne Controlling als auch im Sinne eines Benchmarks für den Vergleich mit anderen Kommunen genutzt werden. Multiprojektmanagement

Multiprojektmanagement

Die Ergebnisse der Fokusgebietsanalysen und der weiteren Maßnahmen sollten im Rahmen eines Multiprojektmanagements eng nachverfolgt werden. Hierbei geht es darum, einen Überblick über alle Projekte zu behalten und rechtzeitig bei Fehlentwicklungen gegensteuern zu können.

Meilensteine sollten gesetzt und überprüft werden. Ebenso gehört dazu die Prüfung der Mittelverwendung und Fördermittelakquise.

Der Austausch in der Steuerungsgruppe bildet dazu eine wesentliche Grundlage und kann für Anpassungen an lokale, rechtliche, technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen genutzt werden.

Es ist zu prüfen, inwiefern dazu bereits etablierte Qualitätsmanagementprozesse mitgenutzt werden können und auch die Maßnahmen in das gesamtstädtische Maßnahmenprogramm zum Thema Energie und Klimaschutz integriert werden können. Hierfür bietet sich der bereits seit Jahren erfolgreich etablierte Qualitätsmanagement- und Zertifizierungsprozess des European Energy Award (EEA) an. Auf der Grundlage dieses international anerkannten Systems können das Projektmanagement integriert und die Maßnahmen nachverfolgt werden. Bereits seit der Pilotphase des European Energy Awards 2002 ist Solingen Teil dieses Systems und ist fester Bestandteil der vom Rat beschlossenen Nachhaltigkeitsstrategie. Die letzte Re-Auditierung des EEA erfolgte zuletzt Ende 2024, so dass mit politischem Beschluss des Energiepolitischen Arbeitsprogramms 2025 bis 2030 (EPAP) im Frühjahr 2025 die Zertifizierung und Fortsetzung erfolgen kann.

8.3 Jahresbericht

Mit Hilfe des Multiprojektmanagements sollte einmal jährlich über den Umsetzungsstand der Maßnahmen informiert werden. Die Ergebnisse sollten in einem qualitativen Kurzbericht zum Umsetzungsstand für Politik und Öffentlichkeit zusammengefasst und veröffentlicht werden.

8.4 Digitaler Zwilling

Digitale urbane Zwillinge (Digital Urban Twins) sind digitale Abbilder physischer Städte. Sie kombinieren Geodaten, Gebäudedaten und weitere Fachdaten sowie sensorbasierte Informationen, um komplexe urbane Prozesse virtuell abzubilden. Je nach Ausbaustufe des digitalen Zwillings reicht das Leistungsspektrum von der Visualisierung und Analyse über Simulationen und Prognosen bis hin zur Prozessteuerung in die reale Welt.

Durch die Nutzung von digitalen Zwillingen können Entscheidungen, aufbauend auf einer belastbaren Daten- und Wissensbasis, fundiert und nachhaltig getroffen werden. Die Nutzung der digitalen Technologien reduziert die Planungskosten, minimiert Fehlentscheidungen in Planungsprozessen und ermöglicht die Identifikation von Einsparpotenzialen z. Bsp. bei Energie, Wasser und Verkehr.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden vielfältige Datengrundlagen aus unter-schiedlichen Quellen beschafft, weiterverarbeitet, analysiert und in Teilen als kartographische Darstellungen aufbereitet.

Die kurzfristige öffentliche Bereitstellung der kartographischen Ergebnisse aus der kommunalen Wärmplanung wurde mit der Projektbeauftragung an die Stadtwerke vergeben und erfolgt in einem proprietären Geoportal.

Die Stadt Solingen hat in Ihrer IT-Strategie die Anforderungen an die digitale Entwicklung der Stadt und an die digitale Infrastruktur beschrieben und entwickelt diese kontinuierlich weiter. Die für die öffentliche Bereitstellung der Ergebnisse aus der kommunalen Wärmplanung eingesetzte Software entspricht nicht den Intentionen und Vorgaben der IT-Strategie der Stadt Solingen.

Alle Daten der kommunalen Wärmeplanung werden, auch zur Wahrung der städtischen Datensouveränität, in die urbane Datenplattform (UDP) der Stadt Solingen, den OPEN SMARTCITY HUB, übernommen. Damit stehen diese Daten zusammen mit weiteren digitalen (geografischen) Fachdaten und -themen für aktuelle und zukünftige kommunale Zwecke zur

Verfügung und können über die aktuell wie zukünftig üblichen Ausgabekanäle der städtischen OPEN SMART CITY FAMILY, auch digitalen Zwillingen, bereitgestellt werden.

Abbildung 97: OPEN SMARTCITY HUB der Stadt Solingen

Die Integration der Wärmeplandaten in die städtischen Geoinformationssysteme und -portale erfolgt im Anschluss an die Erstaufstellung der kommunalen Wärmeplanung und somit stehen diese für die Erfüllung der Anforderungen aus den vorgenannten Kapiteln zur Umsetzung, zur Verstetigung, zum Controlling und zur Kommunikation zur Verfügung.

Der Ausbau hin zu einem digitalen Zwilling ist abhängig von den konkreten Anforderungen und Notwendigkeiten, welche sich aus der Fortführung der kommunalen Wärmeplanung und dem damit verbundenen Umbau der kommunalen Wärmeversorgung ergeben. Auf Grund der thematischen Komplexität und des langen Transformationszeitraumes wird der Aufbau und die Nutzung eines digitalen Zwillings empfohlen.

Die Stadt Solingen betreibt bereits seit mehreren Jahren urbane digitale Zwillinge (UDZ) unter-schiedlicher Reifegrade (DIN SPEC 91607). Gleichzeitig ist die Stadt Solingen in Kooperationen sowie Förder- und Forschungsprojekten aktiv, die den Aufbau, die Anwendung und die Weiterentwicklung digitaler Zwillinge vorantreibt.

9 Kommunikationsstrategie

Die kommunale Wärmeplanung als informelles strategisches Instrument zur Wärmewende erfordert eine effektive Kommunikationsstrategie. Der Wärmeplan ist kein verbindliches Instrument, welcher unmittelbare Wirkung für die Bürgerschaft entfaltet. Der Wärmeplan soll eine Orientierung bei Entscheidungen über die zukünftige Wärmeversorgung in Solingen geben und als Legitimationsgrundlage für Investitionen dienen. Er ist als agiles Planwerk formuliert, welches durch seine Fortschreibung alle fünf Jahre auf Änderungen in der Umwelt reagieren soll.

Vor diesem Hintergrund ist eine enge Abstimmung zwischen den verantwortlichen Verwaltungseinheiten sowie den Wärmeversorgern wichtig, sodass zur Wärmeversorgung von Gebieten eine einheitliche sowie aktuelle Kommunikation stattfindet. Fehler in der Kommunikation könnten zu Vertrauensverlusten und einem Stocken der Wärmewende führen.

Zu den verschiedenen Aufgaben im Rahmen der Kommunikationsstrategie gehört es einerseits, die Stadtgesellschaft zu informieren und zur Umsetzung von Maßnahmen zu motivieren. Andererseits soll die Kommunikationsstrategie Anregungen für die interne Koordination und den Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Abteilungen und Entscheidungsebenen in Solingen liefern, welche als interne Prozesse gesondert im Rahmen der Verstetigungsstrategie behandelt werden.

9.1 Kommunikationsempfehlungen

Die Hauptzielgruppen in Solingen umfassen private Gebäudeeigentümer:innen, Wohnungsverwaltungen, Unternehmen, Handwerker:innen und öffentliche Einrichtungen. Die verschiedenen Zielgruppen sind in sich nicht heterogen und haben unterschiedliche Bedürfnisse. Die Kommunikation sollte dementsprechend spezifische Interessen und Erwartungen bedienen, um Unsicherheiten in Bezug auf die zukünftige Wärmeversorgung zu managen und auch die Akzeptanz und Unterstützung für die Wärmewende zu fördern.

Grundsätzlich empfiehlt es sich, die Kommunikation in das städtische Corporate Design einzubinden, um ein einheitliches Auftreten gegenüber der Stadtgesellschaft zu vermitteln. Dazu eignet sich neben dem städtischen Logo auch jenes der Strategie „Nachhaltig Solingen“ (siehe Abbildung 98).

Abbildung 98: Logo der Strategie „Nachhaltig Solingen“ (Quelle: Stadt Solingen)

Ziel sollte eine möglichst neutrale, klare, verständliche und strukturierte Ansprache sein. Komplexe Sachverhalte sollten visuell aufbereitet werden, um den Zugang zu Informationen zu erleichtern. Zudem sollten negative Assoziationen vermieden und die Zielgruppen zur aktiven Rückmeldung ermutigt werden.

9.2 Kommunikationsebenen in Solingen

Die Einteilung der Gebiete in Eignungstypen bietet einen inhaltlichen sowie räumlichen Zugang zur Vermittlung bestimmter Informationen und der Wahl der Kommunikationsformate, je nach anzusprechender Zielgruppe. Oberhalb der inhaltlichen Ansprache über Eignungsgebiete,

besteht ein gesamtstädtischer Beratungsbedarf, weswegen im Folgenden nach einer gesamtstädtischen Ebene zugleich konkrete Formate für verschiedene räumliche Ebenen vorgestellt werden.

Tabelle 30: Kommunikation differenziert nach räumlichen Ebenen

	Räumliche Ebene			
	Gesamtstädtisch	Dezentrale Gebiete	Zentrale Gebiete	Prüfgebiete
Inhaltlicher Schwerpunkt	Informationsbereit-stellung und Weitervermittlung	Vermittlung an Fachexperten, Informant für Förderprogramme	Lotse zu Informationen der Wärmenetzbetreiber, Information zu Einschränkungen durch Maßnahmen	Transparenz zu Entwicklungen
Rolle der Verwaltung	Lotse, Navigator	Vermittler, Informant	Lotse, Informant	Informant, Aufklärer
Kommunikationsmittel	Zentrale Webseite Informations-broschüren & Flyer Beratungsstelle Veranstaltungen	Online-Information Technikmessen Beratungsstelle	Online-Information Newsletter Veranstaltungen Informationsmaterial Postinformation	Online-Information Newsletter Veranstaltungen Informationsmaterial Postinformation

9.2.1 Kommunikation auf gesamtstädtischer Ebene

Zentrales Anliegen auf gesamtstädtischer Ebene ist es, die Stadtgesellschaft und Unternehmen über die gesetzlichen Vorgaben (insbesondere das Gebäude-Energie-Gesetz und das Wärmeplanungsgesetz) sowie die geplanten Maßnahmen zur klimaneutralen Wärmeversorgung zu informieren.

Die Verwaltung agiert als zentrale Informationsstelle, die als Lotse zu spezifischen Angeboten verweist. Zugleich soll der kommunale Wärmeplan erläutert und seine Bedeutung als informelles strategisches Instrument klar gemacht werden.

Hier kann auf verschiedene Kommunikationsformate aufgebaut werden und diese nach Veröffentlichung des kommunalen Wärmeplanes kontinuierlich aktualisiert werden. Als Formate und Kanäle bieten sich hier an:

Dynamische Online-Präsenz

Auf der zentralen städtischen Webseite sowie der städtischen Webseite zur Strategie „Nachhaltig Solingen“ sollten umfassende Informationen zum Wärmeplan, relevanten Daten, Ansprechpartnern und Gesetzesgrundlagen bereitstellt werden. Zudem sollten zu den einzelnen Eignungsgebieten im Stadtgebiet ausführliche Bereiche angelegt sein sowie digitale Verknüpfungen zu weiterführendem Material und Ansprechpartnern, wie beispielsweise ALTBAUNEU, der Stadtwerke Solingen, den Netzen Solingen, der Handwerkerschaft und Energieberatern (z. B. Verbraucherzentrale Solingen, EBESOL). Perspektivisch erscheint die Integration interaktiver Karten und Zeitpläne, sowie eine Weiterleitung zu den Stadtwerken, Netzen und Ausbauplänen sinnvoll.

Umfassende Informationen zum Wärmeplan, relevanten Daten, Ansprechpartnern und Gesetzesgrundlagen werden zentral auf einer Website bereitstellt.

Die Website enthält auch ausführliche Bereiche zu den einzelnen Eignungsgebieten sowie digitale Verknüpfungen zu weiterführendem Material und Ansprechpartnern. Hierzu gehören beispielsweise ALTBAUNEU, die Stadtwerke Solingen, die Netze Solingen, Handwerkerschaft und Energieberater (z. B. Verbraucherzentrale Solingen, EBESOL).

Perspektivisch erscheint die Integration interaktiver Karten und Zeitpläne, sowie eine Weiterleitung zu den Stadtwerken, Netzen und Ausbauplänen sinnvoll.

Bereits heute kann auf der Webseite nachhaltig.solingen.de im Bereich „Kommunale Wärmeplanung“ ein benutzerfreundlicher FAQ-Bereich eingesehen und abgerufen werden, der die häufigsten Fragen zu Anschlussmöglichkeiten, Kosten, Förderungen, dezentralen Techniken und Zeitplänen beantwortet (siehe Abbildung 99). Dieser FAQ-Bereich ist stets auf dem aktuellen Stand zu halten.

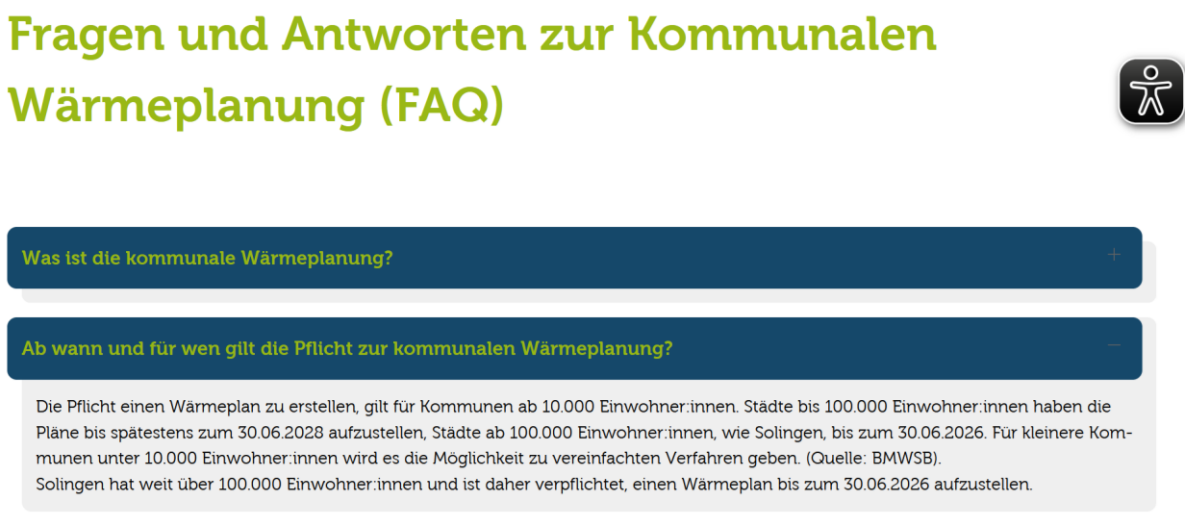


Abbildung 99: Einblick in den FAQ-Bereich auf der städtischen Webseite nachhaltig.solingen.de (Quelle: Stadt Solingen)

Analoge Medien

Informationsbroschüren mit den wichtigsten Ansprechpartnern und grundlegenden Informationen zur Wärmewende werden in öffentlichen Einrichtungen ausgelegt und per Post an Gebäudeeigentümer:innen versendet.

Beratungsstelle

Es wird eine Beratungsstelle eingerichtet, die per Telefon von den Bürger:innen erreichbar ist und Auskunft zum kommunalen Wärmeplan, den Gebietstypen und möglichen Techniken gibt.

Veranstaltungen

Ein zentraler Auftakt für die städtische Kommunikationsstrategie kann eine Messe zur klimaneutralen Wärmeversorgung darstellen. Hier wird der kommunale Wärmeplan vorgestellt sowie technische Lösungen von Stadtwerken und Handwerk als Handlungsoptionen aufgezeigt. Dabei kann an die bereits durchgeführten Veranstaltungen in der Erstellungsphase aufgebaut werden.

Stadtteilraumbezogene Kommunikation

Die Wärmeplanung erfordert eine differenzierte Ansprache in den Stadtteilen, da die Anforderungen der einzelnen Gebiete aufgrund der unterschiedlichen Einteilung in Versorgungsgebiete differenziert. Neben der allgemeinen Information auf gesamtstädtischer Ebene müssen die Eigentümer:innen in den Stadtteilen konkret über geplante Maßnahmen und ihre speziellen Möglichkeiten informiert werden.

Die Verwaltung dient dabei als Vermittler zwischen den verschiedenen Akteur:innen, wie Netzbetreiber:innen und Gebäudeeigentümer:innen. Ziel ist es, durch klare Kommunikation die Umsetzung der Wärmeplanung zu unterstützen und den räumlich differenzierten Bedürfnissen der jeweiligen Gebiete gerecht zu werden.

Sanierungskampagnen

Über die Bestandsanalyse und die Untersuchung der verschiedenen Baualtersklassen von Gebäuden im Solinger Stadtgebiet konnten Bereiche und Quartiere mit erhöhten Sanierungsbedarfen identifiziert werden. Diese Information kann als Grundlage für Sanierungskampagnen dienen, mit denen gezielt Eigentümer:innen in Quartieren zum Thema Energetische Gebäudesanierung angesprochen, beraten und motiviert werden können.

9.2.2 Dezentrale Eignungsgebiete

In den dezentralen Eignungsgebieten sollte der Fokus auf die individuellen, dezentralen Lösungen gelegt werden, da der Ausbau eines zentralen Wärmenetzes dort nicht vorgesehen ist.

Zentrale Kommunikationsziele sollten die Aufklärung bezüglich Fristen und Verbindlichkeiten sowie Informationsmaterial für Gebäudeeigentümer:innen zu technischen Lösungen sein.

Die Verwaltung kann hier als Informations- und Vermittlungsinstanz zwischen Gebäudeeigentümer:innen, Handwerker:innen, Planer:innen und technischen Fachleuten fungieren. Formate und Kanäle in diesen Gebieten können sein:

Informationsveranstaltungen

Vor-Ort-Veranstaltungen in den jeweiligen Stadtteilen bieten die Möglichkeit, individuelle Fragen zu klären und die Bewohnerschaft direkt anzusprechen. Hier können Expert:innen technische Lösungen erläutern und Beispiele präsentieren. Innerhalb von Workshops können zudem Fragen nach Einkaufsgemeinschaften oder die Möglichkeiten kleinerer Gebäudenetze ermittelt werden. Energieexpert:innen können hier fachlich unterstützen.

Technikmessen

Regelmäßige Technikmessen oder Fachtage, die speziell auf die Herausforderungen der dezentralen Wärmeversorgung ausgerichtet sind, bieten eine Plattform zur Vorstellung verschiedener Technologien. Diese Messen ermöglichen es, dass sich Gebäudeeigentümer:innen direkt mit Herstellern und Anbietern von dezentralen Heizsystemen austauschen und konkrete Lösungen vor Ort vergleichen können. Die Verwaltung kann hier als Veranstalterin Räumlichkeiten und Infrastruktur bereitstellen.

Individuelle Beratung

Eine der wichtigsten Maßnahmen in den dezentralen Eignungsgebieten ist die Bereitstellung von individueller Beratung. Diese kann über städtische Beratungsstellen oder in Zusammenarbeit mit ALTBAUNEU, Energieberatern oder der Verbraucherzentrale erfolgen. Ziel ist es, die Gebäudeeigentümer:innen über die Möglichkeiten und Förderprogramme für den Einsatz von Wärmepumpen, Solarthermie, Pelletheizungen und anderen dezentralen Systemen zu informieren

Dynamische Online-Präsenz

Flankierend zu spezifischen Angeboten sollte auf einer zentralen Online-Plattform ein Bereich speziell dem Thema der dezentralen Energieversorgung gewidmet sein. Über nachhaltig.solingen.de kann auf spezifische Angebote von ALTBAUNEU, EBESOL, der Verbraucherzentrale und weiteren Beratungsstellen verwiesen werden.

9.2.3 Eignungsgebiete für zentrale Wärmenetze

In den zentralen Wärmenetzgebieten, in denen der Ausbau von zentralen Wärmenetzen möglich ist, zielt die Kommunikation der Verwaltung in enger Abstimmung mit den Transformationsplänen der Netzbetreiber darauf ab, die Gebäudeeigentümer:innen frühzeitig über konkrete Ausbaupläne zu informieren und deren Bereitschaft zu fördern, sich an eine zentrale Wärmeversorgung anzuschließen.

Eine gezielte und transparente Informationspolitik ist erforderlich, um eine stabile Kundennachfrage zu gewährleisten und gleichzeitig den Wettbewerb, um dezentrale Versorgungslösungen in diesen Gebieten zu managen.

Zentrales Kommunikationskonzept Wärmenetzbetreiber & Verwaltung

Die Verwaltung und die Netzbetreiber müssen gemeinsam ein kohärentes Kommunikationskonzept entwickeln, das die Bürgerschaft nicht nur über die technischen Vorteile einer zentralen Wärmelösung aufklärt, sondern auch die langfristige Sicherheit und wirtschaftlichen Vorteile eines Netzanschlusses deutlich macht. Besonders in den Prüfgebieten, in denen derzeit keine klare Entscheidung zugunsten einer zentralen oder dezentralen Lösung getroffen wurde, ist eine strategische Abstimmung notwendig, um die Eigentümer:innen von einer potenziellen zentralen Versorgungslösung zu überzeugen und frühzeitige Investitionen in dezentrale Alternativen zu vermeiden.

Informationsveranstaltungen

Vor-Ort-Veranstaltungen in den jeweiligen Stadtteilen sollen die Ergebnisse und Implikationen des Wärmeplanes vorstellen und Möglichkeit geben die individuellen Fragen der Bürgerschaft zu klären. In Kooperation mit einem der Wärmenetzbetreiber können über Workshops mit größeren Liegenschaftsbetreibern sowie mit privaten Gebäudeeigentümern die konkreten Anschlusswünsche innerhalb des Quartiers ermittelt werden. Hierüber können konkrete Projekte angestoßen und Priorisierungen getroffen werden.

Dynamische Online-Präsenz

Die zentrale städtische Webseite sollte umfassende Informationen zu den Ausbauplänen der Wärmenetze bereithalten. Diese Informationen müssen regelmäßig aktualisiert und einfach zugänglich sein. Eine dynamische Karte, auf der die aktuellen und geplanten Netzgebiete visuell dargestellt werden, könnte das Verständnis der Bürger für den Ausbaustatus verbessern. Zentrale Bestandteile der Webseite sollten mindestens sein:

- Interaktive Karten und Zeitpläne, welche detailliert anzeigen, wann und wo Netzanschlüsse verfügbar sind und welche Optionen für die jeweiligen Gebiete bestehen.
- Ein benutzerfreundlicher FAQ-Bereich der die häufigsten Fragen zu Anschlussmöglichkeiten, Kosten, Förderungen und Zeitplänen beantwortet.

Informationskampagne

Eine räumlich aufgelöste zielgruppenspezifische Informationskampagne (insbesondere in den Prüfgebieten) durch Newsletter oder durch regelmäßige postalisches Infomaterial bietet die Möglichkeit die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer direkt anzusprechen und sie über die neuesten Entwicklungen zu informieren. Diese sollten leicht verständlich und visuell ansprechend gestaltet sein, um die wichtigsten Botschaften klar zu vermitteln. Dies kann die Verwaltung in Abstimmung mit den Netzbetreibern vorbereiten.

9.2.4 Prüfgebiete

Prüfgebiete werden im kommunalen Wärmeplan als solche ausgewiesen, wenn die für die Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind (vgl. §3 WPG). Die Kommunikation in diesen Gebieten ist besonders essenziell, um der Bürgerschaft eine verlässliche und transparente Entscheidungsbasis zu geben, vor dem Hintergrund von Unsicherheiten über die Erschließung erneuerbarer Quellen oder konkrete Zeithorizonte für den möglichen Ausbau von Fern- und Nahwärmenetzen.

Eine transparente Kommunikation ermöglicht es potenzielle Kund:innen eines voraussichtlichen Wärmenetzes nicht frühzeitig an dezentrale Systeme zu verlieren. Zugleich müssen mögliche

Übergangslösungen aufgezeigt werden, die den Bürger:innen Sicherheit und Klarheit gegenüber den gesetzlichen Erfordernissen geben.

Insbesondere kurz- und mittelfristige Veränderungen und mögliche Entwicklungen, die Einfluss auf den Ausbau von Wärmenetzen haben, müssen klar und rechtzeitig kommuniziert werden. Formate, die hierfür geeignet wären, sind ähnlich zu denen der zentralen Gebiete, jedoch mit einem alternativen inhaltlichen Schwerpunkt.

Informationskampagne

Eine räumlich aufgelöste zielgruppenspezifische Informationskampagne durch Newsletter oder durch regelmäßige postalisches Infomaterial bietet die Möglichkeit, die Gebäudeeigentümer:innen direkt anzusprechen und sie über die neuesten Entwicklungen zu informieren. Diese sollten leicht verständlich und visuell ansprechend gestaltet sein, um die wichtigsten Botschaften klar zu vermitteln. Dies kann die Verwaltung in Abstimmung mit den Netzbetreibern vorbereiten.

Projektwerkstätten

Insbesondere in den Prüfgebieten sind erforderliche Umstände für eine mögliche Einteilung in ein Wärmenetzgebiet noch nicht gegeben. Dies kann an einer Priorisierung der bisherigen Wärmeversorgung, aber auch an anderen Aspekten, wie einer unklaren Versorgung größerer Liegenschaften im Gebiet, liegen. In Projektwerkstätten im Prüfgebiet kann gemeinsam mit ansässigen Bürger:innen eine mögliche Realisierung, auch in Zusammenarbeit mit den Wärmenetzbetreibern ermittelt werden.

10 Abkürzungen

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BauGB	Baugesetzbuch
BAK	Baualtersklassen
BEG	Bundesprogramm für effiziente Gebäude
BEW	Bundesprogramm für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
CoP	Coefficient of Performance, Leistungszahl
EBZ	Energiebezugsfläche
eea	European Energy Award
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	Prozeswärme
RW	Raumwärme
THG	Treibhausgas
TWW	Trinkwarmwasser
WPG	Wärmeplanungsgesetz

11 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 Wärmeversorgunggebiet

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 Stadtbezirks. 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 CO_2-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 Gesamtstadt 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 Ausbaugebiet 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 (H_2) 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 her-gestellt 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.

12 Literaturverzeichnis

[1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und Bundeministerium 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] Stadt Solingen, „Zielkonzept Klimaneutrale Stadt Solingen 2040," 2024. [Online]. Available: https://nachhaltig.solingen.de/inhalt/zielkonzept-klimaneutrales-solingen.

[4] Geologischer Dienst NRW, „Oberflächennahe Geothermie," 2024. [Online]. Available: https://www.geothermie.nrw.de/oberflaechennah.

[5] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und Bundeministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (Hrsg.), „Technikkatalog Wärmeplanung - Stand Juni 2024," 2024.

[6] S. Greif, *Räumlich hoch aufgelöste Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung der Wohngebäude in Deutschland,* München: TU München, 2023.

[7] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Solarkataster NRW: Potenzialdaten Dachflächen-Solarthermie," 22 November 2023. [Online]. Available: https://www.geoportal.nrw/.

[8] Stadt Solingen, „Solarkataster-Karte," 2024. [Online]. Available: https://solingen.de/inhalt/solarkataster-karte.

[9] Bundesnetzagentur, „Marktstammdatenregister - Tabelle der Stromerzeugungseinheiten für die Gemeinde Solingen," [Online]. Available: https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR.

[10] Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Masterplan Geothermie Nordrhein-Westfalen," Düsseldorf, 2024.

[11] GEOPHYSICA Beratungsgesellschaft mbH, „Potenzialstudie zur Nutzung von Geothermie (internes Dokument)," Aachen, 2024.

[12] Fraunhofer IEG, „Schrägbohrtechnik bringt Geothermie unter den Bestandsbau," 25 Juli 2024. [Online]. Available: https://www.ieg.fraunhofer.de/de/presse/pressemitteilungen/2024/geostar2.html.

[13] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Karten- und Datenanwendung für wasserwirtschaftliche Daten in NRW," [Online]. Available: https://www.elwasweb.nrw.de/.

[14] Wupperverband, „Kläranlage Burg - Technische Daten und Leistung," [Online]. Available: https://www.wupperverband.de/unsere-anlagen/klaeranlagen/klaeranlage-burg/technische-daten-und-leistung.

[15] Bergisch-Rheinischer Wasserverband, „Klärwerk Solingen-Ohligs," [Online]. Available: https://www.brw-haan.de/service/flyer.

[16] Verband kommunaler Unternehmen e.V., „Abwasserwärme effizient nutzen - Rechtliche und technische Rahmenbedingungen," 2024.

[17] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden," Stuttgart, 2020.

[18] Ratsportal Solingen, „Informationsvorlage 6382/2024," 2024. [Online].

[19] Solites – Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme, „Solarthermieanlagen auf Freiflächen - FAQ," [Online]. Available: https://www.solare-waermenetze.de/solare-waermenetze/solarthermie-freiflaechen/.

[20] Wim van Helden et al., *Saisonale Speicher zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien für Distrikte,* Gleisdorf (Österreich): AEE INTEC, 2021.

[21] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Landschaftsschutzgebiete," [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/z2_Landschaftsschutzgebiete.

[22] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Flächenanalyse Windenergie Nordrhein-Westfalen - Fachbericht 142," Recklinghausen, 2023.

[23] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 5 - Wasserkraft," Recklinghausen, 2017.

[24] S.-. u. B. S. e. G. Wohnungsgenossenschaft, „Kommunale Wärmeplanung Hoffeld gehört zu den ersten „Fokusgebieten"," 2025. [Online]. Available: https://sbv-solingen.de/kommunale-waermeplanung-hoffeld-gehoert-zu-den-ersten-fokusgebieten/.

[25] D. Walberg, T. Gniechwitz, K. Paare und T. Schulze, „Wohnungsbau - Die Zukunft des Bestandes (Bauforschungsbericht Nr. 82)," Kiel, 2022.

[26] U. u. V. N.-W. (. Landesamt für Natur, „Kommunale Wärmeplanung," [Online]. Available: https://www.energieatlas.nrw.de/site/waerme/kwp.

[27] 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/.

[28] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), „Solarkataster NRW: Potenzialdaten Dachflächen-Photovoltaik," 22 November 23. [Online]. Available: https://www.geoportal.nrw/.

[29] Stadt Solingen, „Solinger Bevölkerungsvorausberechnung 2024 für den Zeitraum 2022 - 2040 (Beitrag zur Stadtforschung Nr. 136),“ Solingen, 2024.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsschritte der Kommunalen Wärmeplanung (Quelle: eigene Darstellung ENERKO) 7
Abbildung 2: Projektstruktur 10
Abbildung 3: Darstellung der Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung gemäß Eignungsprüfung 15
Abbildung 4: Darstellung Bilanzgrenzen Wärmebedarf, Endenergie und Primärenergie 16
Abbildung 5: Darstellung Bilanzgrenzen Wärmebedarf, Endenergie und Primärenergie 17
Abbildung 6: Stadtbezirke Solingen und Einwohner (2022) 22
Abbildung 7: Energiebezugsflächen nach Sektoren. Nutzfläche nach Sektoren 24
Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der Anzahl Gebäude und der Summen der Energiebezugsflächen nach Altersklassen 24
Abbildung 9: Wohn- und Nutzraumdichte nach Baublöcken 25
Abbildung 10: Überwiegende Gebäudetypen nach Baublöcken 26
Abbildung 11: Baualtersklassen nach Baublöcken 27
Abbildung 12: Ausdehnung der Erdgasversorgung in baublockbezogener Darstellung 29
Abbildung 13: Wärmenetze der TBS (grün) und der Stadtwerke Solingen (rot) 30
Abbildung 14: Abwassernetz und Lage der Kläranlagen 31
Abbildung 15: Anteil dezentraler Wärmeerzeuger Erdgas auf Baublockebene 33
Abbildung 16: Anteil dezentraler Wärmeerzeuger nicht leitungsgebundene fossile Energieträger auf Baublockebene 34
Abbildung 17: Anteil dezentraler Wärmeerzeuger mit Brennstoff Holz auf Baublockebene 35
Abbildung 18: Anteil dezentraler Wärmeerzeuger Strom inkl. Wärmepumpen auf Baublockebene 36
Abbildung 19: Anteil dezentraler Wärmeerzeuger Hausübergabestationen in Wärmenetzen auf Baublockebene 37
Abbildung 20: Wärmebedarf nach Sektoren 38
Abbildung 21: Wärmebedarf nach Verwendungszweck 39
Abbildung 22: Wärmebedarf nach Energieträgern 39
Abbildung 23: Wärmedichte nach Baublöcken 40
Abbildung 24: Wärmeliniendichte 41
Abbildung 25: Endenergiebilanz nach Energieträgern 43
Abbildung 26: Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme am Endenergieverbrauch 43
Abbildung 27: Anteile erneuerbarer Energieträger und Abwärme am leitungsgebundenen Endenergieverbrauch 44
Abbildung 28: Anteil Energieträger Erdgas am Endenergieverbrauch nach Baublöcken 45
Abbildung 29: Anteil nicht leitungsgebundener, fossiler Energieträger am Endenergieverbrauch nach Baublöcken 46
Abbildung 30: Anteil Energieträger Holz am Endenergieverbrauch nach Baublöcken 47
Abbildung 31: Anteil Energieträger Strom am Endenergieverbrauch nach Baublöcken 48
Abbildung 32: Anteil Energieträger an Wärmelieferung aus Wärmenetzen am Endenergieverbrauch nach Baublöcken 49
Abbildung 33: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträgern 51
Abbildung 34: Ebenen der Potenzialermittlung 52
Abbildung 35: Lineare Fortschreibung der Gradtagszahlen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Wetterstation Wuppertal-Buchenhofen) 53
Abbildung 36: Sanierungstiefen typischer Wohngebäude nach Baualtersklasse (Quelle: in Anlehnung an BMWi, 2014) 54
Abbildung 37: Prognostizierte Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2045 im ambitionierten Szenario 57
Abbildung 38: Wärmebedarf nach Sanierung (blau) und Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung (grau) in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, ambitioniertes Szenario 57
Abbildung 39: Spezifische Einsparungen in Wohngebäuden nach Baualtersklasse, ambitioniertes Szenario 58
Abbildung 40: Durchschnittliche, flächenspezifische Reduktion des Wärmebedarfs im ambitionierten Szenario mit einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr, Darstellung auf Baublockebene 59
Abbildung 41: Absolute Reduktion des Wärmebedarfs im ambitionierten Szenario mit einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr, Darstellung auf Baublockebene 60
Abbildung 42: Potenziale für oberflächennahe Geothermie nach Stadtbezirken 63

Abbildung 43: Technisches Potenzial bei einer Sondentiefe von 100 m für oberflächennahe Geothermie, Darstellung auf Baublockebene 64
Abbildung 44: Potenziale für Dachflächen-Solarthermie, Aufteilung nach Stadtbezirken 68
Abbildung 45: Technisches Dachflächen-Solarthermiepotenzial, Darstellung auf Baublockebene 69
Abbildung 46: Technische Potenziale für Dach-Photovoltaik, Aufteilung nach Stadtbezirken 71
Abbildung 47: Dachflächen-Photovoltaikpotenzial, Darstellung auf Baublockebene 72
Abbildung 48: Abfluss der Wupper (Kurvenunterbrechung aufgrund von Datenlücken), Messstelle Buchenhofen 76
Abbildung 49: Theoretisches Wärmeerzeugungspotenzial der Wupper, Darstellung nach fallender Leistung 76
Abbildung 50: Fließgewässer und Messstellen 78
Abbildung 51: Theoretische und technische Wärmepotenziale der Kläranlagen Ohligs und Gräfrath für das Messjahr 2023, Darstellung nach fallender Leistung 81
Abbildung 52: Abwasserkanäle ab DN 700 und Trockenwetterdurchfluss > 30 l/s sowie Verortung der drei Kläranlagen 83
Abbildung 53: Waldflächen und Naturschutzgebiete 87
Abbildung 54: Mögliche Flächen für Freiflächen-Solarthermie nach [18], theoretisches und technisches Potenzial 91
Abbildung 55: Mögliche Flächen für Freiflächen-PV nach [18], theoretisches Potenzial 95
Abbildung 56: Gegenüberstellung des theoretischen und des technischen Potenzials im Vergleich zum Wärmemarkt IST 98
Abbildung 57: Eignungsgebiete für Wärmenetze 103
Abbildung 58: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete 2045 104
Abbildung 59: Lage der Fokusgebiete im Stadtgebiet Solingen 109
Abbildung 60: Zuschnitt und Bedarfswerte des Fokusgebietes Walder Stadion 110
Abbildung 61: Versorgungslösungen für das Fokusgebiet Walder Stadion 111
Abbildung 62: Wärmelastgang und monatliche Wärmeerzeugung für die zentrale Versorgung im Fokusgebiet Walder Stadion 111
Abbildung 63: Spezifische Wärmepreise als Ergebnis der Kostenrechnung (ohne bzw. mit Förderung) .. 113
Abbildung 64: Zuschnitt und Bedarfswerte des Fokusgebietes Hoffeld 113
Abbildung 65: Versorgungslösungen für das Fokusgebiet Hoffeld 114
Abbildung 66: Wärmelastgang und monatliche Wärmeerzeugung für die zentrale Versorgung im Fokusgebiet Hoffeld 115
Abbildung 67: Spezifische Wärmepreise als Ergebnis der Kostenrechnung (ohne bzw. mit Förderung) .. 115
Abbildung 68: Zuschnitt und Bedarfswerte des Fokusgebietes Bülowplatz 116
Abbildung 69: Versorgungslösungen für das Fokusgebiet Bülowplatz 117
Abbildung 70: Wärmelastgang und monatliche Wärmeerzeugung für die zentrale Versorgung im Fokusgebiet Bülowplatz 117
Abbildung 71: Spezifische Wärmepreise als Ergebnis der Kostenrechnung (ohne bzw. mit Förderung) .. 118
Abbildung 72: Zuschnitt und Bedarfswerte des Gewerbegebiets Dycker Feld 119
Abbildung 73: Einschätzung einer zentralen Versorgungslösung für das Fokusgebiet Dycker Feld 120
Abbildung 74: Einschätzung einer Teilbereichsversorgung auf Basis von Abwasserwärme für das Fokusgebiet Dycker Feld 121
Abbildung 75: Wärmelastgang und monatliche Wärmeerzeugung für die zentrale Versorgung im Fokusgebiet Walder Stadion 121
Abbildung 76: Spezifische Wärmepreise als Ergebnis der Kostenrechnung (ohne bzw. mit Förderung) .. 122
Abbildung 77: Gegenüberstellung des vorwiegenden Energieträgers auf Baublockebene, gemessen am Anteil an der Wärmebereitstellung, oben: Ist-Zustand, unten: Zielszenario 2045 124
Abbildung 78: Elektrischer Leistungszuwachs bis 2045 126
Abbildung 79: Anzahl der Heizungssystemwechsel zwischen den Stützjahren 127
Abbildung 80: Transformation der Wärmeversorgung bis 2045 128
Abbildung 81: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2022 nach Energieträger, Darstellung auf Stadtbezirksebene 129
Abbildung 82: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2030 nach Energieträger, Darstellung auf Stadtbezirksebene 129
Abbildung 83: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2035 nach Energieträger, Darstellung auf Stadtbezirksebene 130

Abbildung 84: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2040 nach Energieträger, Darstellung auf Stadtbezirksebene 130
Abbildung 85: Verteilung der Wärmebereitstellung im Jahr 2045 nach Energieträger, Darstellung auf Stadtbezirksebene 131
Abbildung 86: Transformation der Endenergiebedarfsdeckung bis 2045 132
Abbildung 87: Transformation des THG-Ausstoßes bis 2045 132
Abbildung 88: Transformation der Wärmeversorgung bis 2045 im Alternativszenario einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2035 134
Abbildung 89: Transformation der Endenergiebedarfsdeckung bis 2045 im Alternativszenario einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2035 134
Abbildung 90: Transformation des THG-Ausstoßes bis 2045 im Alternativszenario einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2035 135
Abbildung 91: Gegenüberstellung des theoretischen, des technischen und des erwartbaren Potenzials 137
Abbildung 92: Übersicht der angenommenen spezifischen Investitionskosten (netto, vor Förderzuschüssen) 139
Abbildung 93: Abschätzung des Investitionskostenrahmens der Wärmewende in Solingen 140
Abbildung 94: Preispfade für einen Endkundenabnahmefall Erdgas mit 54 MWh Wärmebedarf (entspricht rd. 63 MWh Erdgas nach Brennwert Hs), *) ab 2029 mit gesetzlich verpflichtender Beimischung von Biomethan, brutto mit Umsatzsteuer 143
Abbildung 95: Wärmevollkosten (brutto) verschiedener Erzeugungsvarianten im oberen und unteren Preispfad (Bandbreite), Gebäude mit 30 kW und 1.800 Vollbenutzungsstunden 144
Abbildung 96: Überblick über den Ablauf der Maßnahmen- und Umsetzungsstrategieentwicklung, aus Leitfaden Wärmeplanung (S. 99), Quelle ifeu 148
Abbildung 97: OPEN SMARTCITY HUB der Stadt Solingen 181
Abbildung 98: Logo der Strategie „Nachhaltig Solingen“ (Quelle: Stadt Solingen) 182
Abbildung 99: Einblick in den FAQ-Bereich auf der städtischen Webseite nachhaltig.solingen.de (Quelle: Stadt Solingen) 184

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächen- und bedarfsbezogene Anteile der dezentralen Versorgungsgebiete gem. Eignungsprüfung 14
Tabelle 2: Emissionsfaktoren gem. KWP-Leitfaden des BMWK 21
Tabelle 3: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach Wärmeerzeuger 32
Tabelle 4: Endenergieverbrauch nach Energieträgern 42
Tabelle 5: Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Energieträgern 44
Tabelle 6: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern 50
Tabelle 7: Kategorisierung von Potenzialen 52
Tabelle 8: Parameter der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion 55
Tabelle 9: Ergebnisse der Szenarien zur Wärmebedarfsreduktion 55
Tabelle 10: Definition der Potenziale oberflächennaher Geothermie 62
Tabelle 11: Definition der Potenziale von Dachflächen-Solarthermie 67
Tabelle 12: Definition der Potenziale von Dachflächen-Photovoltaik 70
Tabelle 13: Definition der Potenziale von tiefer und mitteltiefer Geothermie 73
Tabelle 14: Definition der Potenziale von Flusswasser 74
Tabelle 15: Kenndaten der drei größten Flüsse auf dem Solinger Stadtgebiet 75
Tabelle 16: Potenziale der drei größten Flüsse auf dem Solinger Stadtgebiet 77
Tabelle 17: Definition der Potenziale von Klärwasser 79
Tabelle 18: Kenndaten der Kläranlagen auf dem Solinger Stadtgebiet 79
Tabelle 19: Wärmepotenzial aus Klärwasser, aufgeteilt auf die Kläranlagen 80
Tabelle 20: Detailberechung Wärmepotenzial aus Klärwasser für das Messjahr 2023 81
Tabelle 21: Definition der Potenziale von Abwasser 81
Tabelle 22: Definition der Potenziale von Biomasse 85
Tabelle 23: Definition der Potenziale von Freiflächen-Solarthermie 89
Tabelle 24: Flächen- und Wärmepotenzial für Freiflächen-Solarthermieanlagen 90
Tabelle 25: Definition der Potenziale von Freiflächen-Photovoltaik 93
Tabelle 26: Flächen- und Stromerzeugungspotenzial für Freiflächen-Photovoltaikanlagen 94
Tabelle 27: Zusammenfassung der ermittelten Potenziale 97
Tabelle 28: Kennzahlen der untersuchten Fokusquartiere 110
Tabelle 29: Zusammenfassung der ermittelten Potenziale 138
Tabelle 30: Kommunikation differenziert nach räumlichen Ebenen 183