



Stadt Bergisch Gladbach



Zwischenbericht

Bergisch Gladbach, 16. August 2024

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	7
Glossar	9
Zusammenfassung.....	19
0 Einleitung	21
0.1 Motivation, Rechtsrahmen und Aufgabenstellung	21
0.2 Rahmenbedingungen des Projekts	23
0.3 Projektstruktur	24
0.4 Systematik der durchgeführten Wärmeplanung und Struktur dieses Berichts	26
1 Bestandsanalyse	27
1.1 Aufgabenstellung.....	27
1.2 Datenbasis	27
1.2.1 Datenquellen	27
1.2.2 LANUV-Wärmeatlas	28
1.2.3 Daten von Versorgungsunternehmen und Erzeugungsanlagen	28
1.2.4 Zusatzinformationen und Korrekturen.....	29
1.2.4.1 Adressdaten	29
1.2.4.2 Verbrauchsdaten	30
1.2.4.3 Weitere Attribute.....	31
1.2.4.4 Denkmalschutz und Baublöcke	32
1.2.4.5 Schornsteinfegerdaten	32
1.3 Bestandsanalyse: Status quo der Wärmeversorgung in Bergisch Gladbach	34
1.3.1 Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen für Wärme	35
1.3.1.1 Absoluter Endenergieverbrauch und Emissionen	35
1.3.1.2 Anteil grüner Energien am Endenergieverbrauch	36
1.3.1.3 Leitungsgebundene Wärme	37
1.3.1.4 Erneuerbarer Anteil an der leitungsgebundenen Wärme.....	37
1.3.1.5 Dezentrale Erzeuger	37
1.3.2 Beheizungsstruktur.....	38
1.3.2.1 Wärmeverbrauchsichten	38
1.3.2.2 Wärmelinienichten.....	39
1.3.2.3 Endenergieverbrauch nach Energieträgern	40
1.3.2.4 Anzahl dezentraler Erzeuger	42
1.3.3 Gebäudestruktur und Großverbraucher	45
1.3.3.1 Gebäudetypen	45
1.3.3.2 Gebäudealter	46
1.3.3.3 Großverbraucher	47
1.3.4 Infrastruktur und Erzeugung.....	48

1.3.4.1	Wärmenetze	48
1.3.4.2	Gasnetze	49
1.3.4.3	Abwasserleitungen	50
1.3.4.4	Wärmeerzeuger	51
1.3.4.5	Speicher	53
1.3.4.6	Wasserstoff	54
1.4	Ergebnisse und weiteres Vorgehen	54
2	Potenzialanalyse	56
2.1	Aufgabenstellung	56
2.2	Datenbasis	56
2.3	Analyse	57
2.3.1	Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs	57
2.3.2	Potenzial zur Deckung des Restbedarfs durch „grüne Wärme“ und Abwärme ..	60
2.3.2.1	Solarthermie	60
2.3.2.2	Geothermie	64
2.3.2.3	Biomasse	69
2.3.2.4	Umweltwärme	70
2.3.2.5	EE-Strom zur Wärmeerzeugung	73
2.3.2.6	Abwärme	76
2.3.3	CO ₂ -neutrale Gase	79
2.4	Ergebnisse	81
3	AP3: Zielszenarien und Entwicklungspfade (ENTWURF)	83
3.1	Aufgabenstellung	83
3.2	Wärmebedarfsentwicklung: Bedarfsreduktion und Restwärmebedarf über die Zeit ...	83
3.3	Wärmebedarfsdeckung	86
3.3.1	Wirtschaftliche Betrachtung aus Endkundensicht	86
3.3.1.1	Hintergründe, Annahmen und Modellbeschreibung	86
3.3.1.2	Ergebnisse	91
3.3.2	Zukünftige Wärmenetz- und Gasnetzinfrastruktur	98
3.3.2.1	Wärmenetze	98
3.3.2.2	Gasnetze	102
3.3.3	Entwicklung der Wärmeversorgung	103
3.3.4	Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Wärmeversorgungsarten	112
3.3.5	Zusammenfassung	122
4	AP4: Strategie und Maßnahmenkatalog (ENTWURF)	123
4.1	Strategie für die Wärmewende in Bergisch Gladbach	123
4.2	Maßnahmenkatalog (ENTWURF)	126
5	Anhang	142
5.1	Anteil sonstiger Energieträger am Endenergieverbrauch	142
5.2	Anzahl sonstiger dezentraler Wärmeerzeuger	145
5.3	Ausschlussgebiete Freiflächenpotenziale	148
5.4	Detaillierte Darstellungen der Gebäudetypen der KuTeK:	149
5.5	Wärmevollkosten je Technologie für verschiedene Gebäudetypen	152

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Wärmewende als lokale Aufgabe	21
Abbildung 2: Stadtgebiet Bergisch Gladbach mit den einzelnen Stadtteilen	23
Abbildung 3: Projektstruktur zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung Bergisch Gladbach	25
Abbildung 4: Das Wesentliche zur Ausgangslage in Bergisch Gladbach	35
Abbildung 5: Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch für Wärme (links) und an den korrespondierenden Treibhausgasemissionen (rechts) in Bergisch Gladbach	35
Abbildung 6: Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch für Wärme (links) und an den korrespondierenden Treibhausgasemissionen (rechts) in Bergisch Gladbach	36
Abbildung 7: Anteil „grüner“ Energien am Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach	36
Abbildung 8: Anteile der Wärmeerzeugerarten in Bergisch Gladbach	37
Abbildung 9: Wärmeverbrauchsichte in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)	38
Abbildung 10: Wärmelinienichten in Bergisch Gladbach	39
Abbildung 11: Anteil Gas am Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen).....	40
Abbildung 12: Anteil Wärmenetze am Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen).....	41
Abbildung 13: Anteil Heizöl am Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen).....	41
Abbildung 14: Anzahl Erdgas Wärmeerzeuger in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)	43
Abbildung 15: Anzahl Übergabestationen von Wärmenetzen in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen).....	43
Abbildung 16: Anzahl Heizöl Wärmeerzeuger in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)	44
Abbildung 17: Überwiegende Gebäudetypen bezogen auf den Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)	45
Abbildung 18: Überwiegende Baualtersklassen nach Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)	46
Abbildung 19: Großverbraucher in Bergisch Gladbach	47
Abbildung 20: Wärmenetze in Bergisch Gladbach	48
Abbildung 21: Darstellung der mit Erdgas versorgten Gebiete in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen).....	50
Abbildung 22: Abwasserleitungen großer Nennweite in Bergisch Gladbach.....	51
Abbildung 23: Wärmeerzeugungsanlagen der Wärmenetze in Bergisch Gladbach	52
Abbildung 24: Wärmespeicher in Bergisch Gladbach (2024)	54
Abbildung 25: Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser im Status quo und nach Nutzung des gesamten Reduktionspotenzials in Bergisch Gladbach	59
Abbildung 26: Sanierungspotenzial in Bergisch Gladbach	59
Abbildung 27: Exemplarisches Erzeugungs- bzw. Bedarfsprofil für Wärmenetz mit Solarthermie im Jahresverlauf (8.760 Stunden)	60

Abbildung 28: Potenzial Dachflächen-Solarthermie.....	62
Abbildung 29: Potenzielle Freiflächen für die Wärmeerzeugung in Bergisch Gladbach	63
Abbildung 30: Potenzial dezentraler Sole-Wärmepumpen in Bergisch Gladbach.....	66
Abbildung 31: Paffrather Mulde.....	69
Abbildung 32: Theoretisches Wärmeerzeugungspotenzial aus Bächen	71
Abbildung 33: Potenzial Luft-Wärmepumpe in Bergisch Gladbach	73
Abbildung 34: Freiflächenpotenziale für PV-Anlagen nach heutiger Nutzungsart	74
Abbildung 35: Potenzial Dachflächen-Photovoltaik in Bergisch Gladbach	76
Abbildung 36: Klärwerk Beningsfeld	78
Abbildung 37: Theoretische Leistung einer Abwasser-Wärmepumpe im Abwasserstrom des Klärwerks Beningsfeld für das Jahr 2022.....	78
Abbildung 38: Abhängigkeit des Gelingens der Wärmewende von individuellen Wirtschaftlichkeitserwägungen.....	85
Abbildung 39: Absoluter bzw. relativer Wärmebedarfsrückgang in GWh und Prozent für Bergisch Gladbach	86
Abbildung 40: Definition der möglichen Kunden-Technologie-Kombinationen (KuTeK)	89
Abbildung 41: Variable Kosten der Endkunden in ct/kWh je Energieträger	93
Abbildung 42: Variable Kosten der Endkunden in ct/kWh je erzeugter Wärme unter Berücksichtigung der jeweiligen Technologie	94
Abbildung 43: Wärmevollkosten je Technologie für ein Einfamilienhaus - D bis F (Typ 2)	95
Abbildung 44: Wärmevollkosten je Technologie für ein Einfamilienhaus - G bis H (Typ 3).....	95
Abbildung 45: Wärmevollkosten je Technologie für ein kleines Mehrfamilienhaus - G bis -H (Typ 6).....	96
Abbildung 46: Wärmevollkosten je Technologie für ein mittleres Mehrfamilienhaus - D bis -F (Typ 5)	96
Abbildung 47: Darstellung der bestehenden, der ins Zielszenario einbezogenen und der potenziellen Wärmenetze für Bergisch Gladbach	100
Abbildung 48: Endenergieverbrauch nach Energieträgern in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 1, 4 und 6)	107
Abbildung 49: Endenergieverbrauch nach Sektoren in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 1).....	108
Abbildung 50: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 2)	108
Abbildung 51: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 2)	109
Abbildung 52: Energieträgereinsatz für Wärmenetze in Bergisch Gladbach (Nr. III. 3)	110
Abbildung 53: Anteil der Energieträger der alleine leitungsgebundenen Wärmeversorgung am Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 3)	110
Abbildung 54: Anzahl und Anteil der Gebäude mit Anschluss an Wärmenetze bzw. an das Gasnetz in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 5 und 7)	111
Abbildung 55: Aufteilung der Anzahl und des Endenergieverbrauchs des synthetischen Methans im Jahr 2045 in Bergisch Gladbach	112
Abbildung 56: Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial in Bergisch Gladbach	113
Abbildung 57: Vorrangige Wärmeversorgungsgebiete Status quo in Bergisch Gladbach	114
Abbildung 58: Voraussichtliche, vorrangige Wärmeversorgungsgebiete 2030 in Bergisch Gladbach	115

Abbildung 59: Voraussichtliche, vorrangige Wärmeversorgungsgebiete 2035 in Bergisch Gladbach	115
Abbildung 60: Voraussichtliche, vorrangige Wärmeversorgungsgebiete 2040 in Bergisch Gladbach	116
Abbildung 61: Übersicht über die voraussichtlichen, vorrangigen Wärmeversorgungsgebiete 2045 in Bergisch Gladbach	116
Abbildung 62: Teilgebiete mit voraussichtlicher Nutzung von grünem Methan im Jahr 2045 in Bergisch Gladbach	118
Abbildung 63: Voraussichtliche Eignung für eine Wärmeversorgung aus Wärmenetzen in Bergisch Gladbach im Jahr 2045	119
Abbildung 64: Voraussichtliche Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung in Bergisch Gladbach	120
Abbildung 65: Voraussichtliche Eignung für die Wärmeversorgung mit grünem Methan in Bergisch Gladbach	121
Abbildung 66: Übersicht der ausgewählten Fokusgebiete in Bergisch Gladbach	124
Abbildung 67: Fokusgebiet Quirlsberg / EVK, Innenstadt.....	124
Abbildung 68: Fokusgebiet Gronauer Gartensiedlung / BLB, Innenstadt	125
Abbildung 69: Fokusgebiet Frankenforst/ BAST, Frankenforst.....	125
Abbildung 70: Anteil Biomasse am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)	142
Abbildung 71: Anteil Strom am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen).....	143
Abbildung 72: Anteil Umweltwärme am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)	143
Abbildung 73: Anteil Flüssiggas am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)	144
Abbildung 74: Anteil Steinkohle am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)	144
Abbildung 75: Anteil Braunkohle am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)	145
Abbildung 76: Anzahl Biomasse Wärmeerzeuger (auf Baublöcke bezogen)	145
Abbildung 77: Anzahl Wärmepumpen (auf Baublöcke bezogen)	146
Abbildung 78: Anzahl Nachtspeicherheizungen (auf Baublöcke bezogen)	146
Abbildung 79: Anzahl Flüssiggas Wärmeerzeuger (auf Baublöcke bezogen).....	147
Abbildung 80: Anzahl Steinkohle Wärmeerzeuger (auf Baublöcke bezogen)	147
Abbildung 81: Anzahl Braunkohle Wärmeerzeuger (auf Baublöcke bezogen).....	148
Abbildung 82: FFH und WSG Ausschlussgebiete der Freiflächenpotenziale	148
Abbildung 83: Gebäudetyp 1 der KuTeK	149
Abbildung 84: Gebäudetyp 2 der KuTeK	150
Abbildung 85: Gebäudetyp 3 der KuTeK	150
Abbildung 86: Gebäudetyp 4 der KuTeK in klein/mittel/groß	151
Abbildung 87: Gebäudetyp 5 der KuTeK in klein/mittel/groß	151
Abbildung 88: Gebäudetyp 6 der KuTeK in klein/mittel/groß	152
Abbildung 89: Wärmevollkosten je Technologie für ein Einfamilienhaus A+-C	152
Abbildung 90: Wärmevollkosten je Technologie für ein kleines Mehrfamilienhaus A+-C.....	153
Abbildung 91: Wärmevollkosten je Technologie für ein kleines Mehrfamilienhaus D-F.....	153
Abbildung 92: Wärmevollkosten je Technologie für ein mittleres Mehrfamilienhaus A+-C	154
Abbildung 93: Wärmevollkosten je Technologie für ein mittleres Mehrfamilienhaus G-H	154
Abbildung 94: Wärmevollkosten je Technologie für ein großes Mehrfamilienhaus A+-C.....	155
Abbildung 95: Wärmevollkosten je Technologie für ein großes Mehrfamilienhaus D-F.....	155
Abbildung 96: Wärmevollkosten je Technologie für ein großes Mehrfamilienhaus G-H	156

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AP	Arbeitspaket
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BDEW	BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BEG	Bundesförderung effiziente Gebäude
BELKAW	Bergische Licht-, Kraft- und Wasserwerke GmbH (örtlicher Versorger)
BET	Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH
BEW	Bundesförderung effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
BLB	Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW (z. B. Finanzamt, Amtsgericht)
BMWK	Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz
COP	Coefficient of Performance (für Wärmepumpen)
DSGVO	Datenschutzgrundverordnung
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhäuser
EnEfG	Energieeffizienzgesetz
EU	Europäische Union
FFH	Flora Fauna Habitat (-Schutzgebiete)
GasNZV	Gasnetzzugangsverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GIS-Daten	Geografisches-Informations-System (-Daten)
GMFH	Große Mehrfamilienhäuser
GW	Gigawatt (Leistung)
GWh	Gigawattstunden (Energie)

HDR	Hot-Dry-Rock
JAZ	Jahresarbeitszahlen (für Wärmepumpen)
K	Kelvin (Temperaturdifferenz)
KEA-BW	Klima-Energie-Agentur Baden-Württemberg
KRL	Kommunalrichtlinie
KuTeK	Kunden-Technologie-Kombinationen (BET-Tool)
kW	Kilowatt (Leistung)
kWh	Kilowattstunden (Energie)
kWP	Kommunale Wärmeplanung
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LWPG (NRW)	Landeswärmeplanungsgesetz (NRW)
MFH	Mehrfamilienhaus
MW	Megawatt (Leistung)
MWh	Megawattstunden (Energie)
NaWaRo	nachwachsender Rohstoff
NRW	Nordrhein-Westfalen
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PV	Photovoltaik
RH	Reihenhäuser
RKRK	Rechtsrheinischer Kölner Randkanal
TA-Luft	Technische Anleitung Luft
TABULA	Datenanalyse-Tool für Gebäudetypen
THG	Treibhausgasemissionen
WPG	Wärmeplanungsgesetz des Bundes (s. LWPG)
WSG	Wasserschutzgebiet

Glossar

Baublock	Ein Gebäude oder mehrere Gebäude oder Liegenschaften, das oder die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten ist oder sind. (1)
Blockheizkraftwerke / BHKW	Blockheizkraftwerke, kurz BHKW, nutzen das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), um Quartiere oder einzelne Gebäude sowohl mit Wärme („heiz“), als auch mit Strom („kraft“) zu versorgen. Die bei der Verbrennung verschiedener Brennstoffe entstehende Abwärme wird nicht ungenutzt abgegeben, sondern in der Umgebung, etwa im Gebäude, zu Heizzwecken genutzt. Beim Einsatz werden damit Wärme und Strom bereitgestellt. BHKW variieren nach Leistungsgrößen, genutzten Brennstoffen und Technologien für die Verbrennungsprozesse sowie Anwendungsfeldern (etwa Bereitstellung von Prozesswärme oder Raumwärme).
COP	Die Leistungszahl COP (vom englischen coefficient of performance) benennt wie die JAZ das Verhältnis von eingesetzter Energie und gewonnener Wärme. Die Leistungszahl stellt aber eine Momentaufnahme dar, während die Jahresarbeitszahl, die sich ändernden Bedingungen im Jahresverlauf berücksichtigt. (6)
Dekarbonisierung	Dekarbonisierung bezeichnet den Prozess, bei dem der Ausstoß von Kohlendioxid (CO ₂) und anderen Treibhausgasen reduziert wird, um die Auswirkungen des Klimawandels zu bekämpfen. Dies geschieht in der Regel durch den Übergang von fossilen Brennstoffen zu erneuerbaren Energiequellen, die weniger oder gar keine CO ₂ -Emissionen verursachen, wie Solar- und Windenergie oder Umweltwärme. Dekarbonisierung umfasst auch Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und die Entwicklung neuer Technologien, die helfen, CO ₂ aus der Atmosphäre zu entfernen oder zu speichern. Ziel ist es, eine nachhaltige und klimafreundliche Energie- und Wärmeversorgung zu schaffen.
Dezentrale (Wärme-)Versorgung	Ein Gebiet, das (überwiegend) nicht über ein Wärmenetz versorgt wird (1). Von dezentraler Versorgung wird also im

	Allgemeinen bei Wärmeversorgungs-lösungen für Einzelgebäude gesprochen, z. B. mittels individueller Wärmepumpen.
Emissionsfaktor	Emissionsfaktoren dienen dazu, (End-) Energieverbräuche in eine Treibhausgas (THG)-bilanz umzurechnen. Für Kommunen in Deutschland erfolgt dies (für retrospektive Bilanzen) nach dem BSKO-Standard. Denn je nach Wahl der THG-Emissionsfaktoren können THG-Bilanzen um bis zu 20 Prozent variieren. Für ein standardisiertes Vorgehen nach BSKO werden alle Sektoren, die energiebezogenen Vorketten der einzelnen Energieträger (Strom, flüssige und gasförmige Energieträger) sowie neben den reinen CO ₂ -Emissionen weitere Treibhausgase (unter anderem N ₂ O und CH ₄) in CO ₂ -Äquivalenten berücksichtigt und mit den Energieverbräuchen multipliziert. (2) Im Wärmeplan werden THG-Emissionen in der Zukunft berechnet. Dies erfolgt unter Zuhilfenahme von zukünftigen Emissionsfaktoren aus dem Leit-faden für die kommunale Wärmeplanung der Landesenergieagentur in Baden-Württemberg, die ebenfalls Vorketten und Äquivalenzen umfassen.
Endenergie	Endenergie bezieht sich auf die Energie, die in einem bestimmten Zustand vorliegt und direkt von den Endverbrauchern genutzt werden kann. Sie ist die Energie, die nach der Umwandlung und Übertragung von Primärenergie (wie fossilen Brennstoffen oder Erneuerbaren Energien) und damit einhergehenden Umwandlungs- und Transportverlusten zur Verfügung steht. Beispiele für Endenergie sind elektrische Energie oder Wärmeenergie, die in Haushalten, Industrie oder Verkehr verwendet werden. Endenergie ist also die Form der Energie, die tatsächlich für verschiedene Anwendungen genutzt wird, nachdem sie durch verschiedene Prozesse umgewandelt wurde.
Energieträger	Als Energieträger werden alle Quellen beziehungsweise Stoffe bezeichnet, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist. Aus Energieträgern kann direkt oder durch Umwandlung Energie gewonnen werden. Unterschieden werden Primär- und Sekundärenergieträger. Bei Primärenergieträgern handelt es sich um Energieträger, die keiner Umwandlung unterworfen werden, zum Beispiel Kohle, Erdgas, sowie Erneuerbare Energien. Sekundärenergieträger sind Energieträger, die aus Umwandlung

	von Primärenergieträgern entstehen, wie Mineralölprodukte, Gichtgas, Strom oder Fernwärme. (4)
Erdwärmesonde	Erdwärmesonden werden (neben Erdwärmekollektoren) in der oberflächennahen Geothermie (bis ca. 400 m) eingesetzt. Sie ist ein Erdwärmeüberträger, in dem eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert. In der Regel wird das Rohrsystem in ein vertikal oder schräg verlaufendes Bohrloch eingebracht. Das Potenzial ist von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds sowie der zulässigen Bohrtiefe abhängig. (3)
Erneuerbare Energien	Umfassen laut WPG (1) Wärme aus Geothermie, Umweltwärme, Abwasser, Solarthermie, Biomasse, grünem Methan, Wärmepumpen, Strom (Bundesstrommix, Direktnutzung aus EE-Anlagen), grüner Wasserstoff. Zudem betrachtet die Wärmeplanung unvermeidbare Abwärme als Quelle.
Flüssiggas	Flüssiggas (auch LPG = Liquefied Petroleum Gas) ist ein fossiler Energieträger, der leitungs- bzw. netzunabhängig in Tanks gelagert und für verschiedene Anwendungen (Heizen, Kältemittel, Industrie) genutzt werden kann. Dazu zählen vor allem Propan und Butan. Daneben gibt es auch aus Biomasse hergestelltes biogenes Flüssiggas.
Fokusgebiet	Entsprechend den Vorgaben der Kommunalrichtlinie sind in geförderten Wärmeplänen zwei bis drei Fokusgebiete auszuweisen, die bezüglich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung kurz- und mittelfristig prioritär zu behandeln sind. Für diese Fokusgebiete sind zusätzlich konkrete, räumlich verteilte Umsetzungspläne zu erarbeiten.
Gradtagzahl	Die Gradtagzahl ist eine heiztechnische Kenngröße. Sie stellt den Zusammenhang zwischen der Außenlufttemperatur und der gewünschten Raumtemperatur dar. Die Gradtagzahl ist die Differenz zwischen der Raumtemperatur und der Tagesmitteltemperatur. Sie kann für verschiedene Zeiträume (Monate, Heizperiode, ...) aufsummiert werden. Mit der Gradtagzahl können Energieverbrauch und Heizkostenabrechnung überprüft werden. (5) Im Wärmeplan wird, da die Verbrauchsdaten stark von der Witterung abhängen, eine Witterungsbeurteilung über Gradtagzahlen durchgeführt. Dadurch werden jahresscharfe Verbräuche vergleichbar gemacht.
Hausumring	Begrenzung eines Gebäudes oder eines Gebäudeteils mit gleicher Nutzung

Jahresarbeitszahl (JAZ)	Je effizienter eine Wärmepumpe arbeitet, desto höher ist ihre sogenannte Jahresarbeitszahl (JAZ). Sie beschreibt, wie viele Einheiten Wärme eine Heizung im gesamten Jahresschnitt mit einer eingesetzten Einheit Energie gewinnt. Je höher die JAZ ist, desto besser. Die JAZ 4 bedeutet zum Beispiel, dass eine Wärmepumpe pro Kilowattstunde Strom im Schnitt 4 Kilowattstunden Wärme ans Gebäude abgibt. (6)
Kommunalrichtlinie	Die Kommunalrichtlinie ist ein Förderprogramm der Bundesregierung basierend auf der nationalen Klimaschutzinitiative (NKI), das darauf abzielt, Kommunen bei der Umsetzung von Klimaschutz- und Energieeffizienzmaßnahmen zu unterstützen. Sie bietet finanzielle Mittel und Beratung für Projekte, die zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen und zur Verbesserung der Energieeffizienz in kommunalen Einrichtungen beitragen. Ziel ist es, die kommunale Infrastruktur nachhaltiger zu gestalten und die Lebensqualität in den Gemeinden zu erhöhen. Die kommunale Wärmeplanung wird aus Mitteln der Kommunalrichtlinie gefördert.
Leistungszahl (einer Wärmepumpe, COP bzw. JAZ)	Die Leistungszahl einer Wärmepumpe (Coefficient of Performance oder COP) ist ein Maß für die gegenwärtige Effizienz einer Wärmepumpe, während die Jahresarbeitszahl (JAZ) ein Maß für die Effizienz der Wärmepumpe innerhalb eines ganzen Jahres ist. (s. auch COP und JAZ)
Nachtspeicherheizung	Die Nachtspeicherheizung (auch Nachtspeicherofen genannt) ist ein Heizgerät, das mit elektrischem Strom betrieben wird. Dieser wird in der Nacht aufgenommen und direkt in thermische Energie umgewandelt. Anschließend speichern Nachtspeicheröfen die Wärme, bis sie diese am folgenden Tag an die Räume abgeben. (7)
Potenzial	Die Betrachtung der Potenziale im Wärmeplan dient erstens einer hinreichend genauen Abschätzung der im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion, sowie zweitens, der Potenziale für Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme. Unterschieden werden verschiedene Potenzialbegriffe: Das theoretische Potenzial beschreibt jenen Anteil des physikalisch nutzbaren Energieangebots, der durch bekannte Technologien und Bereitstellungsverfahren grundsätzlich erschlossen werden kann. Die Potenziale werden durch technische Restriktionen, die im Rahmen der

Potenzialanalyse ermittelt werden, eingeschränkt. Eine weitere Reduzierung erfolgt durch wirtschaftliche oder politische Rahmenbedingungen, die in der energiewirtschaftlichen Bewertung vorgenommen werden. Als kleinste Teilmenge berücksichtigen die erschließbaren Potenziale auch nicht ökonomische Barrieren wie beispielsweise Informationsdefizite der möglichen Wärmeabnehmer, rechtliche Hürden sowie Akzeptanzprobleme bei der Erschließung verschiedener Wärmequellen. (3)

Prozesswärme Neben dem Wärmebedarf für die Nutzungsarten Raumwärme und für Warmwasser wird im Wärmeplan der für Prozesswärme betrachtet, die die Sektoren Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen benötigen. Prozesswärme ist für die Herstellung oder Umwandlung von Produkten bzw. die Bereitstellung von Dienstleistungen (etwa Krankenhäuser, Bäder) erforderlich. Dabei sind sehr unterschiedliche (30 bis zu >1000 °C), in der Regel aber höhere Anforderungen an das Temperaturniveau von Prozesswärme im Vergleich zu den anderen Nutzungsarten zu berücksichtigen. (3)

Sanierung, Sanierungsquote, Sanierungstiefe Sanierung meint hier die energetische Sanierung von Gebäuden durch Dämmmaßnahmen verschiedener Gebäudeteile und den Austausch von Fenstern / Türen mit dem Ziel, die Wärmeleitfähigkeit der Gebäudeteile (u-Werte) und damit den Wärmebedarf zu reduzieren. Unterschieden wird dabei die Sanierungsquote und -tiefe. Die Begriffe Sanierungsquote und Sanierungsrate werden in dem Bericht synonym verwendet. Die Sanierungsquote beschreibt die Anzahl der Sanierungen, z. B. in jährlichen Prozentraten. Die Sanierungstiefe gibt an, wie umfassend eine Sanierung durchgeführt wird, d. h. welcher energetische Standard durch die Sanierung erreicht wird.

Sektoren Unterschieden werden in der Wärmeplanung die Sektoren: private Haushalte bzw. Wohngebäude, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und Industrie, teils werden für die THG-Bilanz kommunale Liegenschaften als vierter Sektor separat ausgewiesen. Nicht berücksichtigt wird hier – auch im Unterschied zu kommunalen Endenergie- und THG-Bilanzen - der Sektor Verkehr.

Wichtig: Wenn von Sektorenkopplung gesprochen wird, meint dies hingegen die Verschränkung der Energienutzung

	zwischen Strom, Wärme und Mobilität (etwa die Erzeugung von Wasserstoff durch Elektrolyse für den ÖPNV mit nutzbarer Abwärme als Nebenprodukt für umliegende Gebäude).
Sole-Wärmepumpe	Heizungstechnologie, bei der eine Wärmepumpe mit einem Wasser-Glykol-Gemisch eingesetzt wird. Dies ist i. d. R. der Fall, wenn Wärmepumpen mit oberflächennaher Geothermienutzung, z. B. Erdsonden oder Erdkollektoren, kombiniert werden.
Synthetische Gase	Hierzu zählt v. a. synthetisches Methan. Es wird aus CO ₂ -neutralem Wasserstoff mit CO ₂ über den Verfahrensschritt der Methanisierung hergestellt. Damit das synthetische Methan CO ₂ -neutral ist, muss dieses CO ₂ entweder biogen Ursprungs, d. h. aus Biomasse, sein oder aus der Atmosphäre (z. B. über Direct Air Capture zur Abscheidung von CO ₂ aus der Umgebungsluft) stammen.
treibhausgasneutral	Ziel der Wärmeplanung (s. WPG) und der Stadt Bergisch Gladbach ist eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045. Treibhausgasneutralität wird dann erreicht, wenn im Stadtgebiet Bergisch Gladbachs nicht mehr Treibhausgase emittiert werden, als auf natürliche oder künstliche Art und Weise gebunden werden können. Das heißt, wenn ein Zustand von Netto-Null der Treibhausgasemissionen erreicht wird. Davon abzugrenzen ist klimaneutral, als Zustand, bei dem menschliche Aktivitäten im Ergebnis keine Nettoeffekte auf das Klimasystem haben. Dies beinhaltet auch durch den Menschen verursachte Aktivitäten, die regionale oder lokale biogeophysische Effekte haben (z. B. Änderung der Oberflächenalbedo). Allerdings ist Klimaneutralität nicht eindeutig bzw. einheitlich definiert. Treibhausgasneutralität ist ein Teil der Klimaneutralität (IKSK/ 8).
unvermeidbare Abwärme	Der Begriff der unvermeidbaren Abwärme wird in § 3 WPG definiert. Danach ist unvermeidbare Abwärme Wärme, die als unvermeidbares Nebenprodukt in einer Industrieanlage, Stromerzeugungsanlage, Elektrolyseuren oder im tertiären Sektor anfällt und ohne den Zugang zu einem Wärmenetz ungenutzt in die Luft oder das Wasser abgeleitet werden würde. Abwärme gilt als unvermeidbar, soweit sie aus wirtschaftlichen, sicherheitstechnischen oder sonstigen Gründen im Produktionsprozess nicht nutzbar ist und mit vertretbarem Aufwand nicht verringert werden kann. Darüber hinaus wird

gemäß § 3 WPG Wärme aus thermischer Abfallbehandlung im Anwendungsbereich des WPG unvermeidbarer Abwärme gleichgestellt, wenn sie unter Einhaltung der Vorgaben des Gesetzes zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz) in der jeweils geltenden Fassung aus der energetischen Verwertung von Abfall gewonnen wird. Darunter fällt auch Wärme aus der thermischen Behandlung von Klärschlamm gemäß der Klärschlammverordnung in der jeweils geltenden Fassung. (3)

Wärmeatlas	Der Wärmeatlas ist ein digitales Instrument, das georeferenziert die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse abbildet. Das heißt, er umfasst Daten zum lokal verorteten Wärmebedarf bzw. -verbrauch, zur Infrastruktur der Wärmeversorgung, baulichen Strukturen (Baualtersklassen, Gebäudetypen), bildet ermittelte Kennzahlen wie Wärme(-linien-)dichten ab und enthält Informationen zu lokal verortbaren Potenzialen. Aufgrund des Datenschutzes werden die meisten Informationen nach außen nur aggregiert (etwa auf Ebene eines Baublocks) dargestellt.
Wärmebedarf	Unter dem Raumwärmebedarf versteht man die rechnerisch ermittelte Wärmemenge, die sich aus der vorgesehenen Innenraumtemperatur, den äußeren klimatischen Bedingungen sowie den Wärmegewinnen und -verlusten des Gebäudes ergibt. Zusätzlich umfasst der Wärmebedarf jenen, der für die Warmwasserbereitung und für die Herstellung oder Umwandlung von Produkten erforderlich ist (Prozesswärme). Auf Basis von Gebäudetypologie bzw. Abnehmerstruktur lässt sich der Wärmebedarf anhand spezifischer Kennwerte abschätzen und bildet somit eine gute Grundlage für eine erste Einordnung bzw. das Schließen von Datenlücken. (3)
Wärmedichte	Dabei wird der Wärmeverbrauch ins Verhältnis zu einer Grundfläche gesetzt. Als geeignete Bezugsgrößen eignen sich oft Flurstücke, Hektarraster oder Baublöcke. Der Indikator wird meist in MWh/(ha a) oder TJ/(km ² a) angegeben. (3)
Wärmelinien-dichte (WLD)	Die Kenngröße setzt die in der Bestandsanalyse ermittelte Wärmeverbrauchs- und -bedarfsmenge, die entlang eines Straßenabschnitts anfällt, ins Verhältnis zur Länge des Straßenabschnitts bzw. der für die Wärmeversorgung relevanten

	Trassenlänge. Der Indikator wird meist in MWh/(m a) angegeben. (3)
Wärmenetz	Ein Wärmenetz ist ein System, das Wärme von einem zentralen Erzeuger über Leitungen zu mehreren Verbrauchern transportiert. Es wird häufig in städtischen Gebieten eingesetzt, um Wohn- und Nichtwohngebäude sowie Gewerbe- und Industriebetriebe, mit Heizwärme zu versorgen. Die Wärme wird in der Regel in Form von heißem Wasser erzeugt, oft durch Blockheizkraftwerke (BHKW) oder Heizkessel, die mit Gasen oder Biomasse betrieben werden. Des Weiteren werden auch Erzeugungsanlagen eingesetzt, die erneuerbare Wärme direkt nutzen (z. B. Geothermie oder Solarthermie) oder die Umweltwärme mittels Wärmepumpen nutzen. Wärmenetze zählen zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung.
Wärmeplan	Das zur Veröffentlichung bestimmte Ergebnis der Wärmeplanung. (1)
Wärmeplanung	Die kommunale Wärmeplanung ist eine rechtlich unverbindliche, strategische Fachplanung, die Möglichkeiten für den Ausbau und die Weiterentwicklung leitungsgebundener Energieinfrastrukturen für die Wärmeversorgung, die Nutzung von Wärme aus Erneuerbaren Energien, aus unvermeidbarer Abwärme oder einer Kombination hieraus sowie zur Einsparung von Wärme aufzeigt und die mittel- und langfristige Gestaltung der Wärmeversorgung für das geplante Gebiet beschreibt. (1)
Wärmeplanungsgesetz (WPG)	Das Wärmeplanungsgesetz (WPG), geltend ab 1.1.2024, ist ein rechtlicher Rahmen auf Bundesebene, der noch in die Ländergesetzgebung überführt werden muss. Das WPG regelt insbesondere die Erstellung kommunaler Wärmepläne, aber auch die Transformation und Dekarbonisierung vorhandener Wärmnetze. Dieses Bundesgesetz muss in die Ländergesetzgebung überführt werden. Die Länder übertragen die Verpflichtung zur Erstellung kommunaler Wärmeplanungen i. d. R. auf die Kommunen. Das WPG zielt darauf ab, die Energieeffizienz zu steigern und den Einsatz Erneuerbarer Energien sowie der Nutzung unvermeidbarer Abwärme der Wärmeversorgung umzusetzen. Das Gesetz legt fest, dass die Länder dafür Sorge tragen müssen, eine umfassende Wärmeplanung auf ihrem Gebiet durchzuführen, um die Wärmeversorgung nachhaltig zu gestalten. Dazu gehört die Analyse

des bestehenden Wärmebedarfs, die Identifizierung von Potenzialen für Erneuerbare Energien und die Entwicklung von Strategien zur Reduzierung von CO₂-Emissionen. Durch das Wärmeplanungsgesetz sollen die Weichen für eine klimafreundliche und zukunftssichere Wärmeversorgung gestellt werden, die sowohl ökologischen als auch ökonomischen Anforderungen gerecht wird.

Wärmepumpe Eine Wärmepumpe erschließt Wärme aus der Außenluft (auch Luft-Wasser-Wärmepumpe genannt), dem Grundwasser (auch Wasser-Wasser-Wärmepumpe) oder der Erdwärme (auch Solewärmepumpe oder Sole-Wasser-Wärmepumpe) für die Nutzung in Gebäuden. Dazu ist ein Kältemittel in einem Rohrsystem das Transportmittel. Dieses wird im Kreislauf verdichtet, bei Abgabe der Wärme wird das Mittel wieder entspannt. Für diese Verdichtung braucht eine elektrische Wärmepumpe Strom. Manche Wärmepumpen können im Sommer auch zum Kühlen eingesetzt werden. (6)

Wärmeverbrauch Beim Wärmeverbrauch handelt es um die tatsächlich verbrauchte (= gemessene) Energiemenge. Bei der Darstellung des Verbrauchs werden daher im Gegensatz zum Bedarf auch die Auswirkungen von Witterung, Nutzerverhalten und Produktionsänderungen abgebildet. Die Verwendung realer Wärmeverbrauchswerte bietet grundsätzlich den Vorteil einer realistischen Momentaufnahme für den entsprechenden Erfassungszeitraum, die Werte sind jedoch auch von verschiedenen Einflussgrößen abhängig, wie dem Einsatz der Wärmeversorgungsanlage, dem individuellen Nutzerverhalten, den Produktionsabläufen sowie den jährlichen Witterungsschwankungen. (3)

(voraussichtliches) Wärmeversorgungsgebiet Entsprechend dem WPG umfasst ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet ein Wärmenetzgebiet, ein Wasserstoffnetzgebiet oder ein Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung oder ein Prüfgebiet. Auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse erfolgt eine Einteilung in Teilgebiete mit dem Ziel einer möglichst kosteneffizienten Versorgung des jeweiligen Teilgebiets auf Basis von Wirtschaftlichkeitsvergleichen. Besonders geeignet sind Wärmeversorgungsarten, die im Vergleich zu den anderen in Betracht kommenden Wärmeversorgungsarten geringe Wärmegestehungskosten, geringe Realisierungsrisiken, ein hohes Maß an

Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr aufweisen. (1)

Quellen:

- (1) Bundesgesetzblatt Jahrgang 2023 Teil I Nr. 394, Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG)
- (2) Agentur für kommunalen Klimaschutz am Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (2024) BSKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal. Methoden und Daten für die kommunale Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland
- (3) Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) (2024) Leitfaden Wärmeplanung Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche.
- (4) Destatis (o. J.) Glossar (<https://www.destatis.de/>)
- (5) Deutscher Wetterdienst (o. J.) Wetter- und Klimalexikon (<https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=102936&lv3=103132>)
- (6) Verbraucherzentrale (2024) <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/heizen-und-warmwasser/waermepumpe-alles-was-sie-wissen-muessen-im-ueberblick-5439>
- (7) <https://www.heizung.de/>
- (8) Umweltbundesamt (2021) Treibhausgasneutralität in Kommunen. (https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/2021-03-24_factsheet_treibhausgasneutralitaet_in_kommunen.pdf)

Zusammenfassung

(im Rahmen der Erstellung des Endberichts)

Dieser Bericht wurde durch die Stadt Bergisch Gladbach mit Unterstützung der BELKAW und BET erstellt.



Stadt Bergisch Gladbach



Förderung



Das Vorhaben „Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Bergisch Gladbach“ (Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2023 – 31.12.2024; Förderkennzeichen: 67K25532) wird durch die Nationale Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) in Form einer nicht rückzahlbaren Zuwendung von 90 % der zuwendungsfähigen Ausgaben gefördert.

0 Einleitung

Deutschlands Endenergieeinsatz dient zu mehr als der Hälfte der Bereitstellung von Wärme. In Privathaushalten sind es fast drei Viertel. Dies erfolgt aktuell noch überwiegend mit fossilen Energieträgern, insbesondere mit Erdgas und Heizöl.

Die Energiewende zu realisieren, bedeutet daher auch die Wärmewende in die Wege zu leiten. Da die Wärmeversorgung lokal und vergleichsweise „kleinteilig“ erfolgt, sind hier die Kommunen in einer wichtigen Rolle, um den Weg zur Dekarbonisierung zu bereiten.

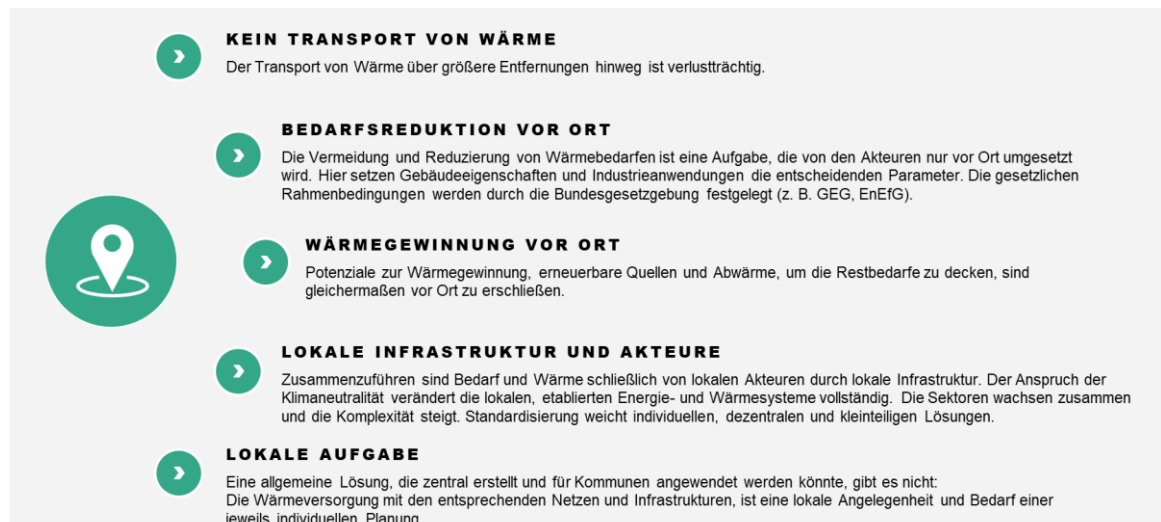


Abbildung 1: Die Wärmewende als lokale Aufgabe

Die Organisation der Wärmewende ist primär eine lokale Aufgabe, die zunächst den Kommunen zufällt, die diese Aufgabe aber insbesondere nur gemeinsam mit den lokalen oder regionalen Energieversorgern und den relevanten Akteuren lösen können.

0.1 Motivation, Rechtsrahmen und Aufgabenstellung

Rechtsrahmen

Mit der Novellierung der **Kommunalrichtlinie** (KRL) vom 18. Oktober 2022 hat der Gesetzgeber auf Bundesebene einen Förderrahmen geschaffen, der insbesondere die Erstellung kommunaler Wärmepläne (kWP) mit i. d. R. 90 % der Kosten bezuschusst, wenn ein Antrag bis zum 31.12.2023 gestellt wurde. Auf Bundesebene wurde am 22. Dezember 2023 das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (**Wärmeplanungsgesetz** – WPG) durch Veröffentlichung im Bundesanzeiger zum 01.01.2024 in Kraft gesetzt. Dieses WPG muss noch in die Landesgesetzgebung überführt werden. Für NRW wird die Umsetzung des **WPG auf Landesebene** zum 01. Januar 2025 erwartet.

Zentrale Maßgabe für die Aufstellung des kommunalen Wärmeplans ist die Durchführung der im **Technischen Annex** der KRL geforderten Arbeitsschritte. Darüber hinaus

werden – soweit möglich – die Vorgaben des, während der Projektlaufzeit verabschiedeten und auf Landesebene noch nicht geltenden, Wärmeplanungsgesetzes berücksichtigt. Dies betrifft insbesondere die **Information der Öffentlichkeit**. Dazu soll auch dieser Zwischenbericht dienen, mit dem der Stand der Bestands- und Potenzialanalyse dokumentiert wird und ein Entwurf des Zielszenarios dargestellt wird. Mögliche Stellungnahmen und Kommentierungen werden genutzt, um den ersten Wärmeplan der Stadt Bergisch Gladbach zu finalisieren.

Wärmeplanung in Bergisch Gladbach



Die kommunale Wärmeplanung der **Stadt Bergisch Gladbach** ist ein wichtiger Prozess zu einer treibhausgasneutralen, effizienten Wärmeversorgung. Entsprechend den bundesdeutschen Daten entfällt auch in

Bergisch Gladbach mehr als die Hälfte des Endenergieverbrauchs auf Wärmeanwendungen. Die Stadt hat mit dem Ratsbeschluss zum Integrierten Klimaschutzkonzept Ende Oktober 2023 das Ziel bekräftigt, **bis spätestens 2045 treibhausgasneutral** zu sein. Bislang erfolgt der überwiegende Teil der Wärmeversorgung durch fossile Energieträger: Laut Endenergiebilanz der Stadt Bergisch Gladbach für das Jahr 2020 wurde der Wärmebedarf etwa der privaten Haushalte zu weniger als 4 % aus Erneuerbaren Energien und zu über 80 % aus Erdgas gedeckt.

Die Wärmeplanung gibt der Stadt die Möglichkeit, eine Strategie für die **Transformation der Wärmeversorgung** in Form des ersten kommunalen Wärmeplans im Jahr 2024 zu entwickeln. So soll aufgezeigt werden, wie eine treibhausgasneutrale und zukunftsfähige Wärmeversorgung aufgebaut und die Wärmewende aktiv gestaltet werden kann. Durch die frühe Erarbeitung eines Wärmeplans liegen – für alle transparent – wichtige Informationen vor, wie die Zukunft der Wärmeversorgung aussehen kann.

Im **November 2023** haben die Arbeiten am Wärmeplan unterstützt durch die BELKAW GmbH und der BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH begonnen. Dazu wurde ein Projektfahrplan ausgearbeitet. In einem ersten Schritt wurden dafür gemeinsam von der BELKAW und BET der aktuelle Wärmeverbrauch und die vorhandenen Wärminfrastrukturen im Stadtgebiet detailliert analysiert. Für die Nutzung von Erneuerbaren Energien und von Abwärmequellen sowie für die Reduzierung des Wärmebedarfs wurde eine Potenzialanalyse durchgeführt. Anschließend wurde ein Zielszenario erarbeitet, welches einen Pfad zur Treibhausgasneutralität aufzeigt. Daraus wurden Strategien und Maßnahmen zur Senkung des Wärmeverbrauchs und zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung für die einzelnen Stadtgebiete abgeleitet, die die Zielerreichung forcieren.

Der Wärmeplan gibt als strategisches Planungsinstrument noch keine verbindliche Aussage für einzelne Haushalte in Bezug auf eine kurzfristige Heizungsumstellung. Als

strategische Leitplanung stellen die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung auch keine Verbindlichkeit für Energieversorger oder Netzbetreiber dar.

0.2 Rahmenbedingungen des Projekts

Die Stadt Bergisch Gladbach

Die Stadt Bergisch Gladbach ist Kreisstadt und Mittelzentrum des Rheinisch-Bergischen Kreises und hat etwa 114.000 Einwohnerinnen und Einwohner bei einer Flächenausdehnung von gut 83 km². Bergisch Gladbach grenzt unmittelbar an Köln und Leverkusen.

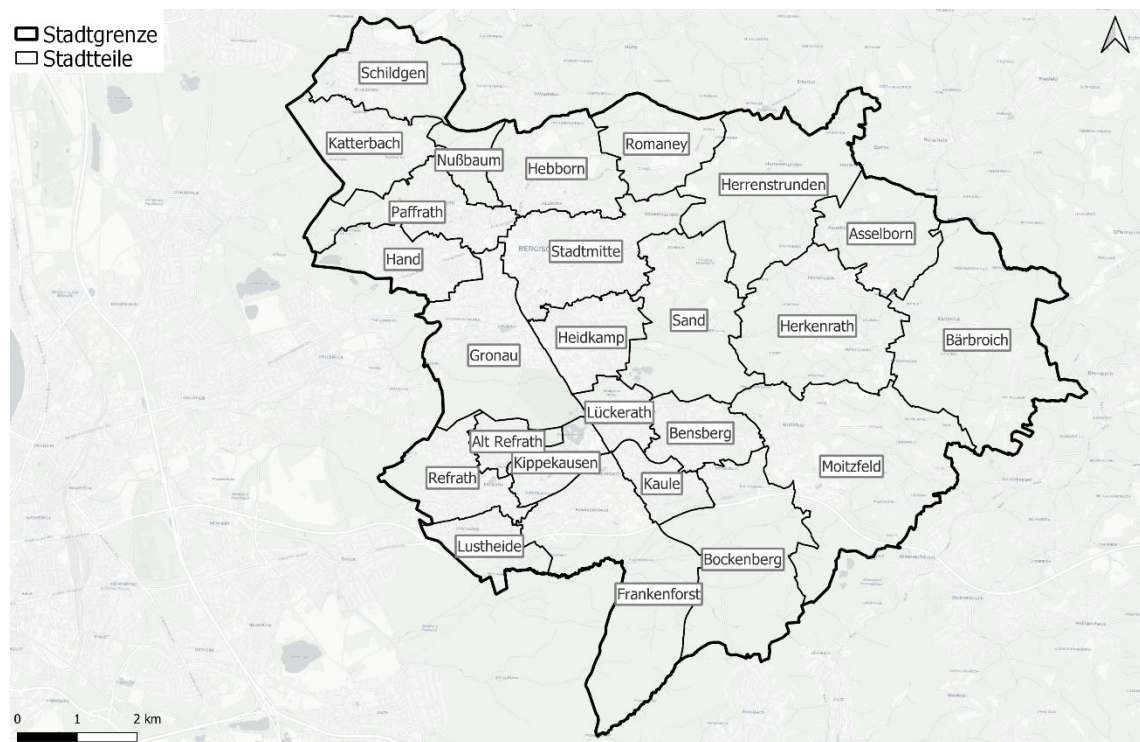


Abbildung 2: Stadtgebiet Bergisch Gladbach mit den einzelnen Stadtteilen¹

Bergisch Gladbach wurde durch die Gebietsreform in Nordrhein-Westfalen 1975 mit der Stadt Bensberg und der Ortschaft Schildgen vereinigt. Insgesamt weist die Stadt aktuell 25 einzelne Stadtteile auf.

Prägend für die Stadt ist das zentral gelegene Gelände der ehemaligen Papierfabrik Zanders, welche 2021 Insolvenz anmeldete. Das Gelände wird derzeit für eine neue Nutzung entwickelt.

Große Arbeitgeber sind neben der Stadt Bergisch Gladbach das Bio-Technologieunternehmen Miltenyi Biotec B.V. & Co. KG und die Krüger GmbH & Co. KG.

¹ Map tiles by CartoDB, under CC BY 3.0. Data by OpenStreetMap, under ODbL

Die Stadt Bergisch Gladbach hat erst mit dem Haushalt 2021 das Haushaltssicherungskonzept verlassen und 2023 die freiwillige Haushaltssicherung beschlossen.

Integriertes Klimaschutzkonzept

Der Rat der Stadt Bergisch Gladbach hat am 19.03.2021 die Stadtverwaltung beauftragt, ein "**Integriertes Klimaschutzkonzept mit Handlungsfeld Klimaanpassung**" zu erstellen.

Dies wurde mit Unterstützung von vielen gesellschaftlichen Akteuren wie Verwaltung, Politik, Bürgerinnen und Bürger, Vereinen und Verbänden, Unternehmen und der Stabsstelle



Klimaschutzmanagement erstellt. Das Integrierte Klimaschutzkonzept mit Handlungsfeld Klimaanpassung wurde am **31.10.2023** beschlossen. Die Aufgabe des Klimaschutzkonzeptes ist, konkrete Maßnahmen zur Erreichung der beschlossenen nationalen Klimaschutzziele zu erarbeiten sowie den Klimaschutz und -anpassung als Bestandteil des kommunalen Handelns zu integrieren. Ein Klimaschutzkonzept stellt eine strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für Kommunen dar. Das zentrale Ergebnis und auch wichtigste Leitplanke für die kWP ist das Ziel, **bis spätestens 2045 treibhausgasneutral zu sein**. Dies korrespondiert mit den Bedingungen der KRL sowie des WPG, eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis spätestens zum Jahr 2045 zu erreichen.

0.3 Projektstruktur

Die Durchführung des Projekts sowie die Beteiligung der relevanten Akteure und der Öffentlichkeit wird in unterschiedlichen Gruppen organisiert, die in der nachfolgenden Abbildung dargestellt sind. Vertreterinnen und Vertreter von Parteien oder Gremien werden über den Rat der Stadt und den Hauptausschuss durch die Verwaltung regelmäßig informiert und eingebunden.



Abbildung 3: Projektstruktur zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung Bergisch Gladbach

Das Projekt wird in einer Projektstruktur durchgeführt, die nachfolgend beschrieben wird:

- Die **Gruppe 1** ist die **zentrale Koordinierungsstelle**. Sie besteht aus der „planungsverantwortlichen Stelle“, also der Stadt, und den operativen Planern (BELKAW und BET).
- **Gruppe 2** ist die **Projektgruppe**: Diese begleitet die operative Arbeit am Wärmeplan.
- Die **Steuerungsgruppe** umfasst als **Gruppe 3** die oberste Verwaltungsebene, also jene, die formal und politisch Verantwortung für die Ergebnisse tragen.
- Als **Gruppe 4** werden die **erweiterten Stakeholder** bezeichnet. Diese werden unterteilt in:
 - a) Stakeholder, deren Einbindung und Akzeptanz für die Planung erfolgsrelevant sind und
 - b) weitere Stakeholder als ebenfalls wichtige Betroffene. Hierbei handelt es sich um alle Betroffenen, Anspruchsgruppen und Beteiligten, die im Rahmen der KWP einbezogen oder zumindest gehört werden sollen.

- Als **Öffentlichkeit** gilt schließlich die **Gruppe 5**; ihr sind alle nicht in den Gruppen 1 bis 4 zugehörigen Personen und Organisationen zugehörig.

0.4 Systematik der durchgeführten Wärmeplanung und Struktur dieses Berichts

Die Arbeitsschritte zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung orientieren sich am Technischen Annex der KRL. Die Wärmeplanung umfasst folgende Arbeitspakete (AP), die die Gliederung dieses Zwischenberichts wie auch des Endberichts bestimmen:

	AP 1: Bestandsanalyse
	AP 2: Potenzialanalyse
	AP3: Zielszenarien und Entwicklungspfade
	AP4: Strategie und Maßnahmenkatalog
	AP5: Partizipationsstrategie
	AP6: Verstetigungsstrategie
	AP7: Controlling-Konzept
	AP8: Kommunikationsstrategie

Der Zwischenbericht beinhaltet die Arbeitspakete 1 und 2 sowie einen Entwurf der Arbeitspakete 3 und 4. Die **weiteren Arbeitspakete** werden **im Endbericht** dargestellt. Der Endbericht des Wärmeplans wird weitere Kapitel, Ausarbeitungen zu den Maßnahmen und Fokusgebieten sowie relevante Rückmeldungen aus diesem Beteiligungsschritt umfassen. Der Endbericht wird voraussichtlich Ende des 4. Quartals 2024 vorgelegt.

1 Bestandsanalyse

1.1 Aufgabenstellung

Welche Wärmebedarfe bestehen und wie werden sie derzeit bedient?

Die Bestandsanalyse zeigt im Ergebnis, wie sich die Ausgangssituation der heutigen Wärmeversorgung darstellt. Es ist zu klären, welche **Gebäudetypen** in den Gemarkungsgrenzen der Kommune existieren, wo sie liegen und welchen **Wärmebedarf** sie letztlich – auch unter Berücksichtigung ihres Baualters und Sanierungszustandes – haben. In Verbindung mit der aktuellen **Heiztechnologie** je Gebäude kann ein gutes Abbild der Ausgangslage gezeichnet werden.

Alle Informationen werden digital in einem „**Wärmeatlas**“ zusammengetragen. Der Wärmeatlas ist das zentrale Arbeitsergebnis der Bestandsanalyse. Er ist die Basis für die Potenzialanalyse, die auf diesen Informationen aufbauend bewertet, wie die Primärziele der Wärmewende umsetzbar sind. Das betrifft zum einen die **Wärmebedarfsreduktion** (z. B. durch Sanierungsmaßnahmen der Gebäude) und zum anderen Deckung der verbleibenden **Restwärmebedarfe** mit erneuerbarer Wärme oder unvermeidbarer Abwärme aus Industrie- oder Gewerbebetrieben.

Der Wärmeatlas kann aus öffentlich zugänglichen Daten oder auf der Basis einer bereits verfügbaren Grundlage (z. B. Wärmeatlas des LANUV in NRW) erstellt werden. Zur Plausibilisierung erfolgt ein Abgleich mit den Energieverbrauchsdaten (insbesondere den Gasverbrauchsdaten, aber auch Wärmeverbrauchsdaten aus Wärmenetzen) des örtlichen Energieversorgers sowie, falls verfügbar, den Schornsteinfegerdaten. So wird sichergestellt, dass der Wärmeatlas die Wärmeverbraucherinnen und -verbraucher vor Ort korrekt abbildet und auch unbekannte Wärmeverbraucherinnen und -verbraucher, die z. B. mit Heizöl oder Kohle heizen, gut erfasst sind.

Die Darstellungen im Wärmeatlas erfolgen aggregiert, sodass keine personalisierbaren Rückschlüsse gezogen werden können und damit die Anforderungen an den Datenschutz gemäß Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) jederzeit eingehalten werden.

1.2 Datenbasis

1.2.1 Datenquellen

Folgende Daten standen für die Auswertung zur Verfügung:

- Amtliche, öffentliche Daten zu Flurstücken, Adresspunkten und Gebäuden
- LANUV-Wärmeatlas
- Gas- und Wärmeverbrauchsdaten, Gasnetze

- Daten der vorhandenen Wärmenetze (teilweise unvollständig) inkl. Wärmespeicher und Wärmeerzeugungsanlagen
- Daten zu Abwasserkanälen
- Detaillierte Schornsteinfegerdaten

1.2.2 LANUV-Wärmeatlas

Das Datenfundament für die Bestandsanalyse legt der „**LANUV-Wärmeatlas**“. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) stellt kommunenscharf Daten² eigens zum Zwecke der kommunalen Wärmeplanung bereit. Die zentrale Information dieser GIS-Daten sind die **Hausumringe** aller Gebäude in der Kommune. Diese tragen jeweils weitere Informationen („Attribute“), die es ermöglichen, Klassen, Typen, Cluster usw. zu bilden und Analysen zu erstellen. Die wesentlichen Attribute der Hausumringe sind Informationen zum gebäudescharfen **Wärmebedarf**. Konkret handelt es sich u. a. um folgende Attribute:



- Einteilung der Umringe in Wohn- und Nicht-Wohngebäude
- Einteilung der Wohngebäude in Wohngebäudetypen (Einfamilienhäuser (EFH), Reihenhäuser (RH), Mehrfamilienhäuser (MFH), Große Mehrfamilienhäuser (GMFH))
- beheizt (ja oder nein)
- Nutzfläche
- Wärmebedarfe (Raumwärme, Warmwasser und Summe)
- Indikative Energieeffizienzklasse
- Baualter
- Adresse

Dieser LANUV-Wärmeatlas ist absolut fundamental für die Analysen. Die Daten sind jedoch nicht lückenlos oder plausibilisiert. Um eine valide Analyse durchzuführen, werden diese Basisdaten aus dem LANUV-Wärmeatlas um Zusatzinformationen ergänzt, z. B. den Gasverbrauchsdaten oder den Schornsteinfegerdaten (vgl. Kap. 1.2.3 und 1.2.4). Diese schließen Lücken und bereichern den LANUV-Wärmeatlas um weitere Informationen und Attribute an, erhöhen also Breite, Tiefe und Granularität der Daten.

1.2.3 Daten von Versorgungsunternehmen und Erzeugungsanlagen

Zentral sind außerdem die Daten über die **Lage von Gasverteilnetzen** und die **Gasverbrauchsdaten**. Diese stellt der örtliche Gasnetzbetreiber zur Verfügung. Wo keine

² https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/klima/kwp/

Gasnetze vorhanden sind, kann das Heizen mit Gas (außer Flüssiggas) ausgeschlossen werden.

Für bereits bestehende **Wärmenetze** werden die Daten von den bekannten Wärmenetzbetreibern erhoben und die kartografischen Darstellungen übernommen. Möglicherweise bestehende Wärmenetze werden dort angenommen, wo es wahrscheinlich erscheint: Dies gilt vornehmlich für größere Gebiete unbekannter Beheizung, die meist die gleiche Bebauungsstruktur und oft den gleichen Eigentümer aufweisen. Meist liegt in dem Gebiet ein Gebäude mit sehr hohem Gasverbrauch vor oder in den Schornsteinfegerdaten ist eine Heizung mit verhältnismäßig hoher Leistung in einem Gebäude vorhanden, in welchem in solchen Fällen eine Heizzentrale vermutet wird. Je nach Datenlage sind auch dazu Annahmen zu treffen. Dabei werden beispielsweise Trassenverläufe und die Anzahl der Anschlüsse, falls nicht bekannt, abgeschätzt. Inbetriebnahmejahre und Temperaturen sind dann jedoch unbekannt.

Abwassernetze sind in den Wärmeatlas ebenfalls mit aufzunehmen, damit ggf. die Nutzung von Wärme aus Abwässern im Rahmen der Potenzialanalyse untersucht werden kann. Informationen dazu hat die Kommune aus ihrer Kenntnis zu Lage, Dimensionierung und Struktur der Kanalnetze geliefert. In Bergisch Gladbach liegen auch Simulationsdaten zum Trockenwetterabfluss im Abwassernetz vor.

Weitere „blinde Flecken“ sind über die Kenntnis von **Wärmeerzeugungsanlagen**, die in Wärmenetze einspeisen, zu eliminieren. Bekannte Anlagenbetreiberinnen und Anlagenbetreiber werden kontaktiert und um Auskunft zu den Versorgungsgegebenheiten gebeten. Bei unbekannten Betreiberinnen und Betreibern kann auf die Schornsteinfegerdaten zurückgegriffen werden, um die wahrscheinliche Versorgungsstruktur abzubilden.

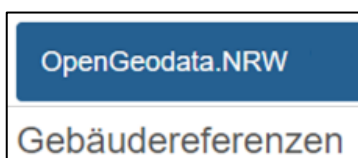
Auch die Informationen zu eventuellen **Wärme- und Gasspeichern** werden bei den bekannten Betreibern von Wärmeerzeugungsanlagen bzw. Gasnetzen angefragt.

Wenn Erzeugungsanlagen von **Wasserstoff** oder **synthetischen Gasen** existieren, ist dies in der Regel bekannt, und auch diese Daten fließen nach Betreiberangaben in die Bestandsanalyse ein, um später entsprechende Potenziale abzubilden.

1.2.4 Zusatzinformationen und Korrekturen

Zur besseren Abbildung der Situation in Bergisch Gladbach wird der Wärmeatlas mit weiteren Informationen angereichert und vorhandene Werte, v. a. der Wärmebedarf, geprüft und bei Bedarf angepasst.

1.2.4.1 Adressdaten



Mitunter ist einem Hausumring im LANUV-Wärmeatlas keine Adresse zugeordnet oder mehrere Adressen liegen in einem Umring. Zum Schließen dieser Lücken bzw. zur

Beseitigung der Unschärfen werden, um schließlich den LANUV-Wärmeatlas vollständig mit Adressen zu befüllen, folgende Daten verwendet:

- **Gebäudereferenzen** vom Land NRW³
- **Postleitzahlen**⁴

ALKIS NW Grundrissdaten

Liegen mehrere Gebäudereferenzen in einem Umring, wird dieser zerteilt. Umringe ohne Adresse bekommen eine Adresse zugeordnet. Dabei greift ein Algorithmus auf folgende Daten zu und entscheidet, welche Adresse zugeordnet wird:

- Gebäude⁵
- Flurstücke⁶
- Distanz zu bekannten Adressen

Anschließend werden die Umringe mit gleicher Adresse aggregiert.

Das Ergebnis ist ein georeferenzierter, adressscharfer Wärmeatlas.

1.2.4.2 Verbrauchsdaten

Der LANUV-Wärmeatlas basiert auf reinen Abschätzungen, Korrelationen etc. Ein Abgleich mit tatsächlichen Verbrauchsdaten stellt sicher, dass der Wärmeatlas die Situation und den Gebäudebestand vor Ort auch realitätsnah abbildet. Hierfür werden (sofern vorliegend) Verbrauchsdaten gesammelt:

- Gasverbrauchsdaten (2020, 2021, 2022)⁷
- Wärmeverbrauchsdaten für Wärmenetze (2020, 2021, 2022)⁸
- Verbräuche und Energieträger in den kommunalen Liegenschaften von der Kommune (2020, 2021, 2022)
- Stromerzeuger, v. a. für die Verortung größerer BHKWs (Stand Februar 2024)⁹
- Standorte und wenn möglich Erzeugungsmengen von Wärmeerzeugungsanlagen, die in ein Wärmenetz einspeisen (aktueller Datenstand)¹⁰
- Erdwärmesonden mit Wärmenutzung (→ Annahme von Sole-Wärmepumpen, Stand März 2024)¹¹

³ https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/lk/akt/gebref_txt/

⁴ Quelle: OpenStreetMap

⁵ <https://www.geoportal.nrw/app.html?lang=de#/datasets/iso/407373a2-422c-469c-a7e9-06a62b4d7d9a>, OpenStreetMap

⁶ <https://www.geoportal.nrw/app.html?lang=de#/datasets/iso/407373a2-422c-469c-a7e9-06a62b4d7d9a>

⁷ Quelle: Versorger

⁸ Quelle: Versorger

⁹ <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>

¹⁰ Anlagenbetreiber

¹¹ https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geologie/geologie/BRG/BRG_NRW/

Da die Verbrauchsdaten stark von der Witterung abhängen, wird eine Witterungsbereinigung über Gradtagzahlen¹² durchgeführt. Dadurch werden die Verbräuche, die jahresscharf vorliegen, auf ein Jahr umgerechnet, welches dem langjährigen Mittel entspricht, und so vergleichbar gemacht.

Anschließend erfolgt eine Umrechnung in Wärmeverbräuche über anlagenspezifische Wirkungsgrade. Auf mehrere Adressen aggregierte Daten, z. B. wenn mehrere Gebäude über einen Gasanschluss versorgt werden, werden anhand der Wärmebedarfe im Wärmeatlas zerteilt. Anschließend erfolgt ein adressscharfer Abgleich

- der Wärmebedarfe aus dem Wärmeatlas
- mit den Wärmeverbräuchen aus den Verbrauchsdaten.

Tatsächlich bekannte Verbräuche fließen natürlich unverändert (lediglich umgerechnet in Wärmeverbräuche) in den Wärmeatlas ein. Für „unbekannte“ Gebäude werden auf Basis des Vergleichs typenscharfe Korrekturfaktoren abgeleitet. Diesbezügliche Auswertungen zeigen z. B., dass der Wärmebedarf eines Mehrfamilienhauses aus den 1980er Jahren in der Regel im LANUV-Wärmeatlas um ca. 10 % überschätzt wird. Entsprechend erfolgt im Wärmeatlas eine Korrektur der dort (zunächst abgeschätzten) Wärmebedarfe dieses Gebäudetyps.

1.2.4.3 Weitere Attribute

Auf Basis der Gebäudenutzungsarten (bereits im LANUV-Wärmeatlas enthalten) oder Informationen zu Industrieunternehmen (über die Ortskenntnis der Stadt bzw. der BELKAW) wird jedem Hausumring ein **Sektor** (Haushalte, Gewerbe, Industrie) zugeordnet. Zusätzlich werden die kommunalen Liegenschaften als solche markiert. Prozesswärme wird bei bestimmten Gebäude-Nutzungsarten angenommen, bei denen die spezifischen Verbräuche oberhalb eines Grenzwertes liegen.

Jeder Hausumring hat durch diesen Schritt weitere **Attribute** (neben den oben bereits beim LANUV-Wärmeatlas genannten) erhalten:

- Sektor
- Ausweisung kommunaler Liegenschaften
- Bekannte Energieträger
- Auf Basis des Abgleichs neu berechnete Energieeffizienzklassen

Das Ergebnis ist ein konsolidierter, georeferenzierter, adressscharfer Wärmeatlas, der nun auch die Wärmebedarfe vor Ort gut abbildet.

¹² <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/gradtagzahltool/>

1.2.4.4 Denkmalschutz und Baublöcke



Um die Qualität der Bestandsanalyse weiter zu erhöhen, wird im nächsten Schritt festgestellt, welche Gebäude unter **Denkmalschutz** stehen. Dies ist v. a. für eine realistische Einschätzung von Potenzialen zur Wärmebedarfsreduktion (Sanierung/Dämmung) von Bedeutung. Für diese Gebäude sind die Möglichkeiten der Sanierung grundsätzlich eingeschränkt oder besonders kostenintensiv. Bei Prognosen und Potenzialabschätzungen ist jedenfalls eine Einzelfallbetrachtung nahezulegen. Sind die Gebäude derart im Wärmeatlas mit dem Attribut „Denkmal“ gekennzeichnet, ist dies im weiteren Verlauf der Analyse möglich.

Die Gebäude werden ferner einzelnen **Baublöcken** und **Straßenzügen** zugeordnet. Dies erfolgt über ein weiteres Attribut. Durch diese Kennzeichnung ist es möglich, Wärmelinien dichten (anhand der Wärmebedarfe aus dem konsolidierten Wärmeatlas) zu ermitteln oder baublockscharfe Auswertungen durchzuführen.



Dabei wurden Baublöcke, die sehr große unbebaute Flächen umfassen, zugeschnitten, sodass nur die relevanten Flächen dargestellt werden. Des Weiteren wurde aus Gründen des Datenschutzes eine Aggregation von Baublöcken durchgeführt, wenn weniger als fünf Gebäude in einem Baublock vorhanden sind. Dafür werden die betroffenen Baublöcke mit so vielen benachbarten Baublöcken zusammengefasst, bis mindestens fünf Gebäude in den aggregierten Baublöcken vorliegen.

Die Zuordnung zu den Straßenzügen erfolgt über die Distanz, d. h. jedes Gebäude wird dem nächstgelegenen Straßenzug zugewiesen.

1.2.4.5 Schornsteinfegerdaten



Neben den Primärdatenquellen mit LANUV-Wärmeatlas und Verbrauchsdaten stellen die „Schornsteinfegerdaten“ die wichtigsten Informationen zur realitätsnahen Abbildung der Bedingungen im Modell zur Verfügung. Sie liefern sowohl aggregierte Informationen für den Schornsteinfegerbezirk als auch die Informationen über die tatsächlich in den Gebäuden verwendeten **Heizungstechnologien**.

Zum Zwecke des Datenschutzes sind die ursprünglich adressscharfen Rohdaten bei Einfamilienhäusern vor Übermittlung der Kehrdaten an die Kommune auf mindestens drei Adressen aggregiert worden. Es werden also mindestens drei Gebäude zusammengefasst, so dass kein Rückschluss auf die eindeutige Heizungstechnologie einzelner Haushalte möglich ist.

Dennoch sind diese Informationen hilfreich, insbesondere für die Zuordnung des Heizungstyps bei Gebäuden, zu denen keine Verbrauchsdaten vorliegen (z. B. Ölheizungen).

Die durch die Schornsteinfegerinnen und Schornsteinfeger bereitgestellten Daten wurden aggregiert und über mehrere Wohnhäuser zusammengefasst. Damit diese Daten

für die Plausibilisierung des Wärmeatlas genutzt werden können, müssen sie zunächst wieder disaggregiert werden, d. h. sinnvoll den Adressen zugeordnet werden. Dies wird über einen Algorithmus realisiert, über den bestmöglich die Daten wieder auf die einzelnen Adressen verteilt werden. Dabei wird einer gewissen Logik gefolgt, um die Daten so gut wie möglich zu verteilen. Wichtig ist, dass dieser Schritt weiterhin datenschutzrechtlich unkritisch ist, da keine klare Zuordnung möglich ist und die Daten nicht gebäudescharf veröffentlicht werden. Das besondere Augenmerk liegt hier auf den Zentralheizungen, da diese den Großteil der Wärme bereitstellen. Dabei werden bekannte Energieträger (wie z. B. Gas aus den Verbrauchsdaten) berücksichtigt. Restliche Energieträger werden per Zufallsprinzip verteilt.

Somit ist zwar kein gebäudescharfer Rückschluss möglich, jedoch ist eine räumlich differenzierte Analyse z. B. zu Gebieten mit besonders alten Heizungen möglich.

Nach der Verarbeitung der Schornsteinfegerdaten verbleibt weiterhin eine gewisse Anzahl an Gebäuden, denen kein Energieträger zugeordnet werden kann. Das entspricht etwa 5 % der Gebäude, was im Vergleich mit anderen Kommunen ein üblicher Wert ist. Dies sind entweder Gebäude, die unbekannterweise über andere Gebäude mitversorgt werden oder es werden Technologien eingesetzt, die bisher nicht erfasst wurden wie z. B. Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen. Diese werden nicht über die Schornsteinfegerinnen und Schornsteinfeger erfasst. Für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen werden die bereits verteilten Anteile mit dem Bundeslanddurchschnitt abgeschätzt (Bundeslandstatistik des BDEW¹³). Restliche Energieträger, die u. U. in der Mitversorgung genutzt werden, werden analog abgeschätzt.

Folgende Beispiele sollen das Vorgehen illustrieren:

- Aus dem LANUV-Wärmeatlas sind die Baujahre der Gebäude – adressscharf – bekannt. Die durch die Schornsteinfegerinnen und Schornsteinfeger gelieferte Anzahl der Wärmepumpen wird auf die Wohngebäude (zufällig) verteilt, die nach dem Jahr 2000 errichtet worden sind. Denn Wärmepumpen sind noch eine verhältnismäßig neue Technologie und wurden bisher eher im Neubau eingesetzt. Aus dieser bekannten Korrelation zwischen Gebäudealter und Eignung für Wärmepumpen kann eine hinreichend genaue Zuordnung dieses Heizungstyps erfolgen.
- Analog sind Nachtspeicherheizungen in aller Regel in Gebäuden aus den 1950ern und 1960ern in Anwendung. Danach wurde dieser Heizungstyp (Ausnahmen bestätigen auch hier die Regel) kaum mehr eingebaut.
- Die restlichen Technologien werden zufällig verteilt, sodass sich die vorher ermittelten Anteile ergeben.

¹³ https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Heizungsmarkt_2023_Regionalbericht_Nordrhein-Westfalen_20231128.pdf

Basierend auf dem Energieträger je Gebäude, dem Wärmebedarf sowie Annahmen zu Wirkungsgraden wird anschließend der Endenergieverbrauch ermittelt. Basierend auf Emissionsfaktoren¹⁴ werden daraus die Treibhausgasemissionen berechnet. Bei Wärmenetzen wird mit den verfügbaren Informationen jeweils ein Emissionsfaktor abgeleitet. Bei fehlenden Daten werden Annahmen basierend auf vergleichbaren bekannten Netzen getroffen (z. B. Netzverluste, Wirkungsgrade der Erzeugungsanlagen etc.).

Das Ergebnis ist ein konsolidierter, georeferenzierter, adressscharfer Wärmeatlas, der den Hauptenergieträger und Endenergieverbrauch sowie die Emissionen je Gebäude enthält.

1.3 Bestandsanalyse: Status quo der Wärmeversorgung in Bergisch Gladbach

Mit den in Kapitel 1.2 beschriebenen Datenquellen werden im Folgenden die relevanten Datenauswertungen dargestellt und beschrieben. Die Darstellungen orientieren sich an den geforderten Darstellungen gemäß § 23, WPG und den Ausführungen im Anhang 2, Nr. I zum § 23, WPG.

Die folgenden Darstellungen basieren auf den oben genannten Daten. Hervorzuheben ist, dass es sich nicht um ein klar definiertes Jahr handelt, da verschiedene Datenstände kombiniert wurden (z. B. Verbrauchsdaten 2020-2022 mit Schornsteinfegerdaten aus 2024). Des Weiteren sind die Verbrauchsdaten witterungsbereinigt und gemittelt worden. Somit bildet der Status quo alle Bedarfe und Verbräuche basierend auf dem langjährigen Mittel ab. Die Verteilung der Energieträger ist durch die Schornsteinfegerdaten möglichst aktuell.

¹⁴ <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog#c7393-content-1>,
https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf

1.3.1 Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen für Wärme

1.3.1.1 Absoluter Endenergieverbrauch und Emissionen

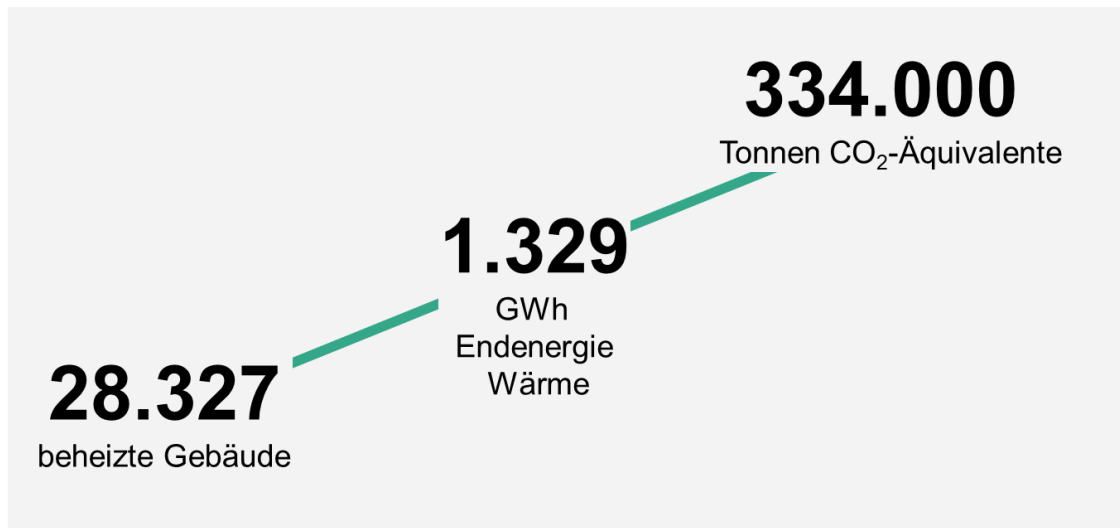


Abbildung 4: Das Wesentliche zur Ausgangslage in Bergisch Gladbach

In Bergisch Gladbach werden heute **28.327 Gebäude** beheizt. Der daraus resultierende, aktuelle, jährliche **Endenergieverbrauch** von Wärme beträgt **1.329 GWh** (1.329 Mio. kWh). Die dadurch erzeugten Treibhausgasemissionen betragen jährlich **334.000 Tonnen CO₂-Äquivalente**.

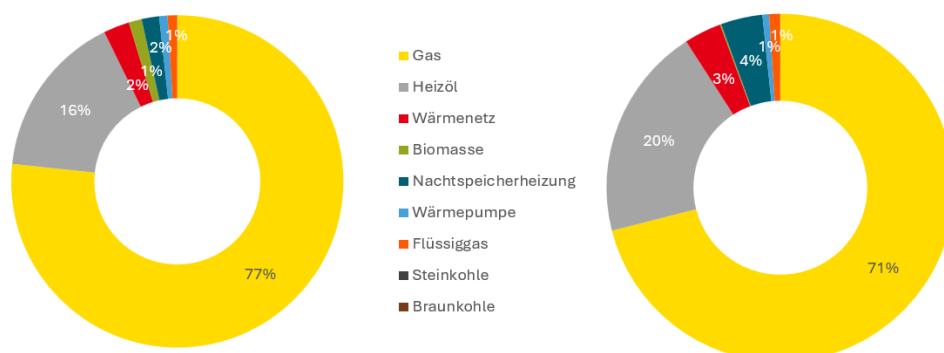


Abbildung 5: Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch für Wärme (links) und an den korrespondierenden Treibhausgasemissionen (rechts) in Bergisch Gladbach

Mehr als 9 von 10 Heizungen werden heute fossil betrieben. Gas dominiert dabei die Beheizung klar mit einem Anteil von mehr als drei Viertel der eingesetzten Energieträger. Dies schlägt sich konsequent in den zurechenbaren Treibhausgasemissionen nieder.

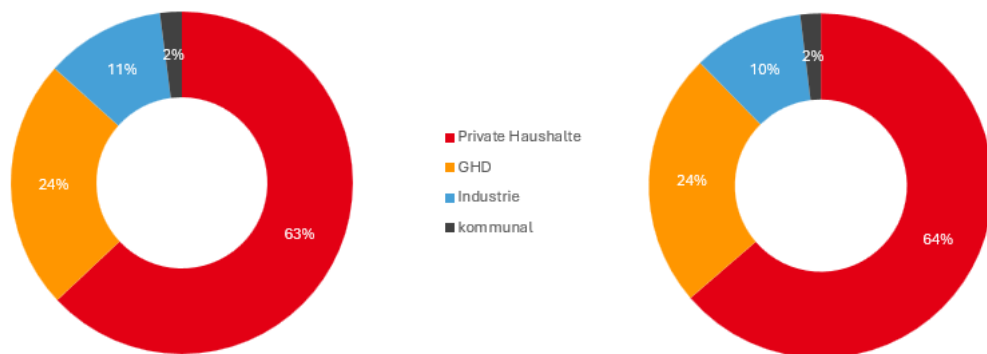


Abbildung 6: Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch für Wärme (links) und an den korrespondierenden Treibhausgasemissionen (rechts) in Bergisch Gladbach

Verursacher („Sektoren“) dieser Verbräuche sind mit **ca. 63 %** hauptsächlich **Privat-haushalte** und mit 24 % der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD). Auf die **Industrie** entfällt mit 11 % des Verbrauchs ein vergleichsweise geringer Anteil. Mit einem Anteil von 2 % ist der Heizenergieverbrauch der Kommune moderat. Bei den Anteilen an den Treibhausgasemissionen ergibt sich ein sehr ähnliches Bild.

1.3.1.2 Anteil grüner Energien am Endenergieverbrauch

Der aktuelle Anteil Erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch von Wärme beträgt aktuell lediglich **3,2 %**. Davon stellen Bio-masse und Strom die größten Anteile.

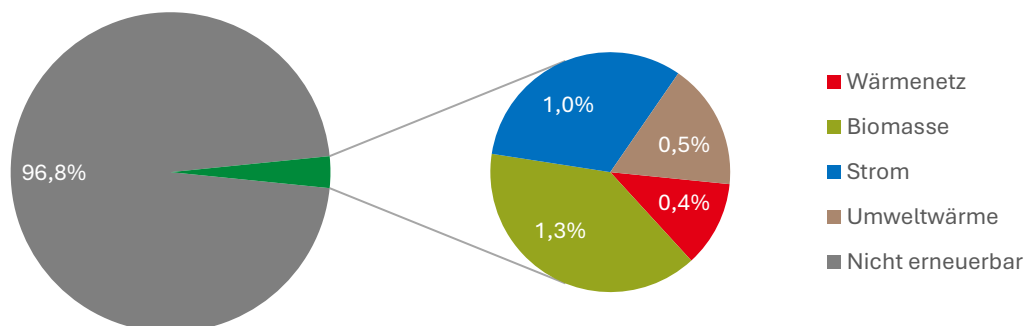


Abbildung 7: Anteil „grüner“ Energien am Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach

1.3.1.3 Leitungsgebundene Wärme

Der aktuelle, jährliche Anteil am Endenergieverbrauch durch **leitungsgebundene Wärme** beträgt 2,5 %, der absolute Wert 33,7 Mio. kWh.

1.3.1.4 Erneuerbarer Anteil an der leitungsgebundenen Wärme

Erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme haben am jährlichen Endenergieverbrauch einen Anteil von **3,4 %**. Hierbei handelt es sich ausschließlich um Biome-
than.

1.3.1.5 Dezentrale Erzeuger

Die Anzahl der Wärmeerzeuger wird v. a. über die Schornsteinfegerdaten bzw. die Gas- und Wärmeverbrauchsdaten ermittelt, da daraus z. B. Etagenheizungen ersichtlich sind. Überall, wo Gebäude mitversorgt werden (Gebäudenetze o. ä.), ist kein eigener Wärmeerzeuger vorhanden. Gebäude, die an Wärmenetze angeschlossen sind, haben eine Übergabestation, gehen also damit in diese Statistik ein. Überall anders wird von einem Wärmeerzeuger ausgegangen (Wärmepumpen, Nachtspeicherheizungen etc.). Insgesamt handelt es sich um **33.257 Wärmeerzeuger** mit folgenden Anteilen der jeweiligen Typen:

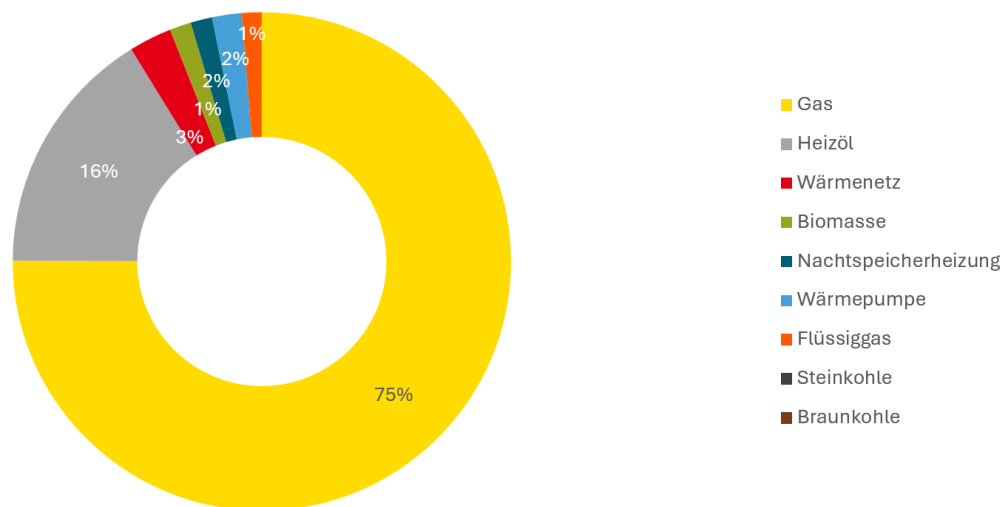


Abbildung 8: Anteile der Wärmeerzeugerarten in Bergisch Gladbach

Dabei liegt die Anzahl aufgrund von Etagenheizungen oder Backup-Lösungen oberhalb der Gesamtanzahl der Gebäude (Wohn- und Nichtwohngebäude). 75 % der Wärmeerzeuger werden mit Gas befeuert, weitere 16 % mit Heizöl. Somit werden über 90 % der Wärmeerzeuger mit fossilen Energieträgern betrieben.

1.3.2 Beheizungsstruktur

1.3.2.1 Wärmeverbrauchsichten

Die Darstellungen zur Beheizungsstruktur zeigen lokale Konzentrationen auf. Die **Wärmeverbrauchsichte** bildet den Wärmebedarf pro Fläche ab. Je dunkler die Färbung des jeweiligen Baublocks¹⁵, desto höher ist der spezifische Verbrauch.

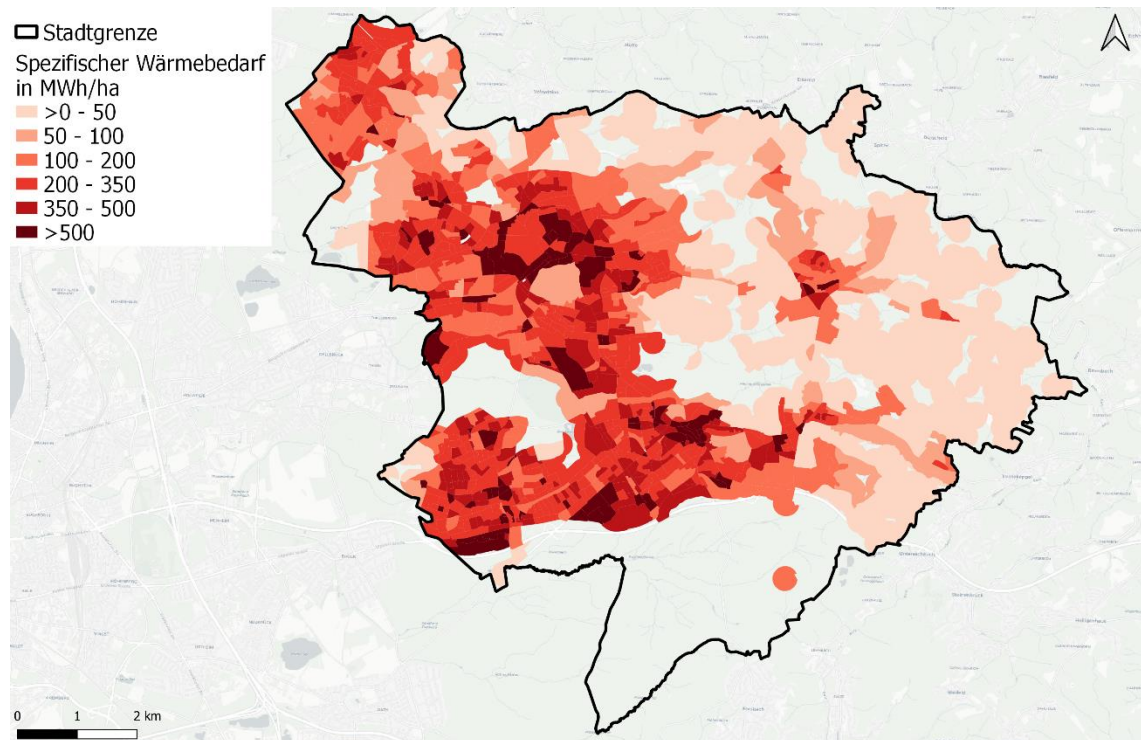


Abbildung 9: Wärmeverbrauchsichte in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)¹

Es ist gut zu erkennen, dass der Wärmeverbrauch im **Innenstadtbereich** stark konzentriert ist. Dort liegt die höchste Konzentration in der Wohnbebauung vor, demnach auch der Energieverbrauch pro Fläche für die Beheizung der Gebäude. Einige weitere Quartiere mit hohen spezifischen Wärmebedarfen sind auf der Karte gut zu erkennen. Insbesondere in Frankenforst und Bensberg sowie Teilen von Refrath sind Baublöcke mit sehr hoher Wärmeverbrauchsichte ermittelt worden. Hierbei handelt es sich z. T. um die Ansammlungen von teilweise **energieintensiven Gewerbe- und Industrieunternehmen**, aber auch um eine dichte Wohnbebauung, die eine sehr hohe Wärmeverbrauchsichte von über 500 MWh/ha aufweisen. Im Rahmen der Potenzialanalyse und der Stakeholderbeteiligung wurden die Gewerbe- und Industriegebiete auf eine mögliche Bereitstellung von Abwärme näher untersucht. In sehr hellem grün sind in der Hintergrundkarte Gebiete dargestellt, die entweder keine Siedlungsgebiete oder Waldfläche sind.

¹⁵ Die ursprünglichen Baublöcke wurden angepasst und um Flächen ohne beheizte Gebäude oder reine Waldflächen bereinigt.

1.3.2.2 Wärmelinieindichten

Eine weitere Form der Darstellung von Verbrauchsdichten sind die **Wärmelinieindichten**. Hierbei wird der Wärmebedarf nicht wie oben auf die Flächen, sondern auf die Straßenmeter bezogen. Dies bildet die Sicht eines Versorgers ab, der aus den Wärmelinieindichten erkennen kann, wie viel Wärme pro Meter Versorgungsleitung (nach heutigem Verbrauchsverhalten) bei einer gedachten leitungsgebundenen Wärmeversorgung hier zu erwarten wäre. Es handelt sich also um einen Indikator für eine spezifische Absatzzahl, der anzeigt, in welcher Straße oder in welchen Quartieren sich eine leitungsgebundene Versorgung empfehlen könnte.

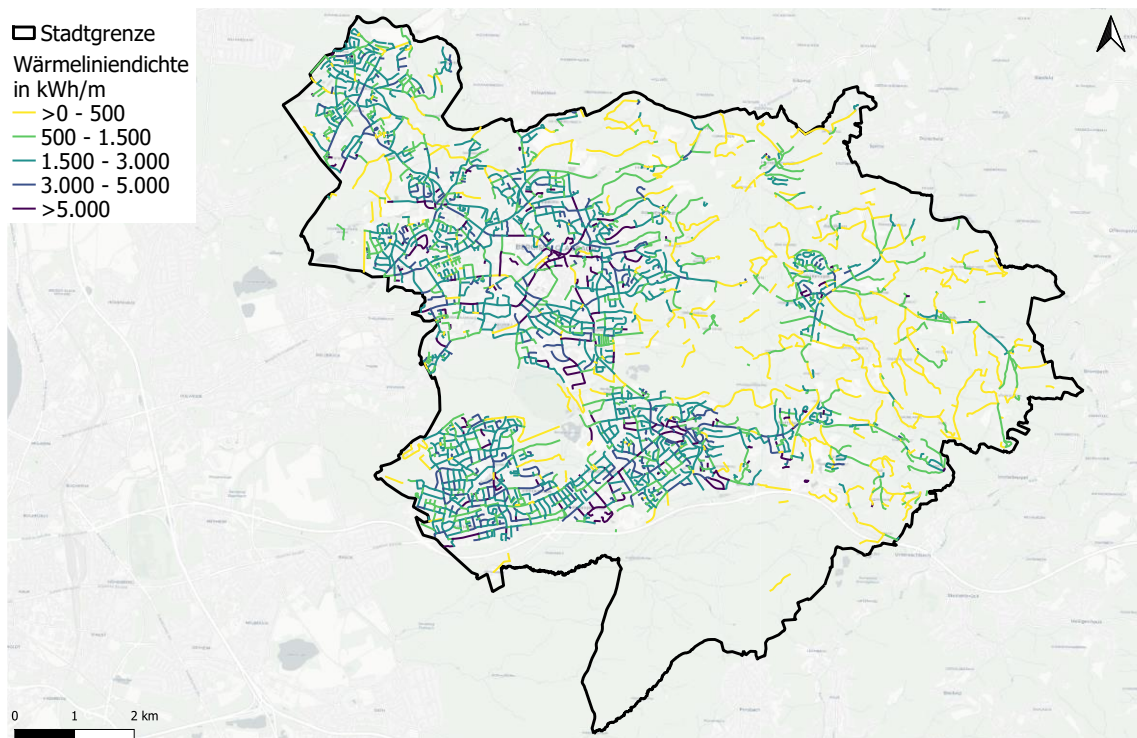


Abbildung 10: Wärmelinieindichten in Bergisch Gladbach¹

Insgesamt sind die **Strukturen**, wie sie bei der Betrachtung der Wärmeverbrauchsdichte aufgefallen waren, auch hier **wiederzufinden**. Dabei kann es vorkommen, dass ein Straßenzug nur entlang seines Anfangs bebaut ist und nachfolgend unbebaut ist (z. B. entlang von Feldern oder Wald). Diese weisen jedoch im Allgemeinen immer geringe Wärmelinieindichten auf und sind somit für die folgende Betrachtung nicht relevant.

Eine lokale Bedarfskonzentration für Wärme ist noch nicht notwendigerweise pauschal die Rechtfertigung für eine leitungsgebundene Infrastruktur, konkret eine Errichtung eines Wärmenetzes. Ob sich ein solches Wärmenetz technisch-wirtschaftlich darstellen lässt, hängt ganz wesentlich von der Entfernung einer möglichen Wärmequelle mit ausreichender Leistung und Kapazität ab, dem Anschlussgrad der anzuschließenden Gebäude und den örtlichen Errichtungskosten. Grundsätzlich ist es sinnvoll, wenn die

Wärmelinienichte auf der ganzen Versorgungsleitung hoch ist, nicht nur im Zielgebiet. Lange Zuleitungen verschlechtern diese Kennzahl.

1.3.2.3 Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Nachfolgend werden die **Endenergieverbräuche baublockbezogen** nach dem Anteil des jeweiligen **Endenergieträgers** dargestellt. Hieraus lässt sich nicht direkt ableiten, welcher Heizungstyp in welchen Quartieren vorherrschend ist, sondern wo der jeweilige Heizungstyp mehr und weniger konzentriert („überhaupt“) auftritt. Die Unterscheidung ist fein, aber wichtig.

Nachfolgend finden sich Grafiken für die Energieträger: Gas (gelb), Wärmenetz (rot), Heizöl (hellgrau), Biomasse (grün), Strom (blau), Umweltwärme (hellbraun), Flüssiggas (orange), Steinkohle (dunkelgrau) und Braunkohle (dunkelbraun). Die Einfärbung folgt immer der Logik: Je stärker der Farbton, desto höher der Anteil.

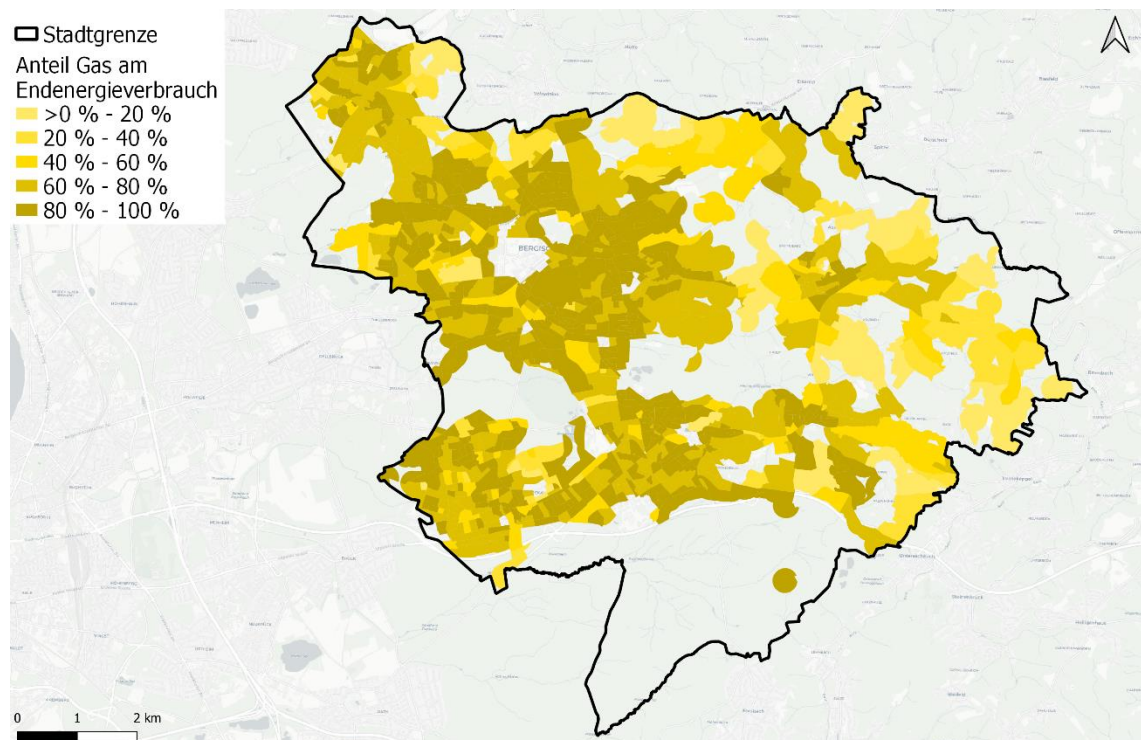


Abbildung 11: Anteil Gas am Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)¹

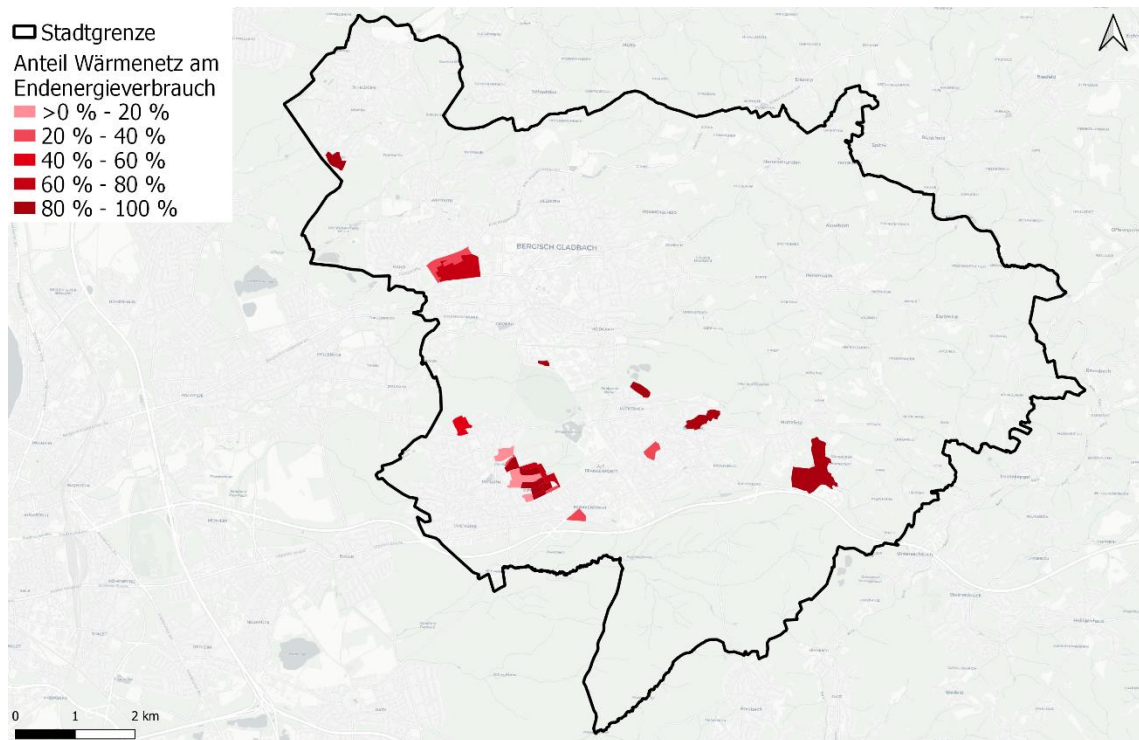


Abbildung 12: Anteil Wärmenetze am Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)¹

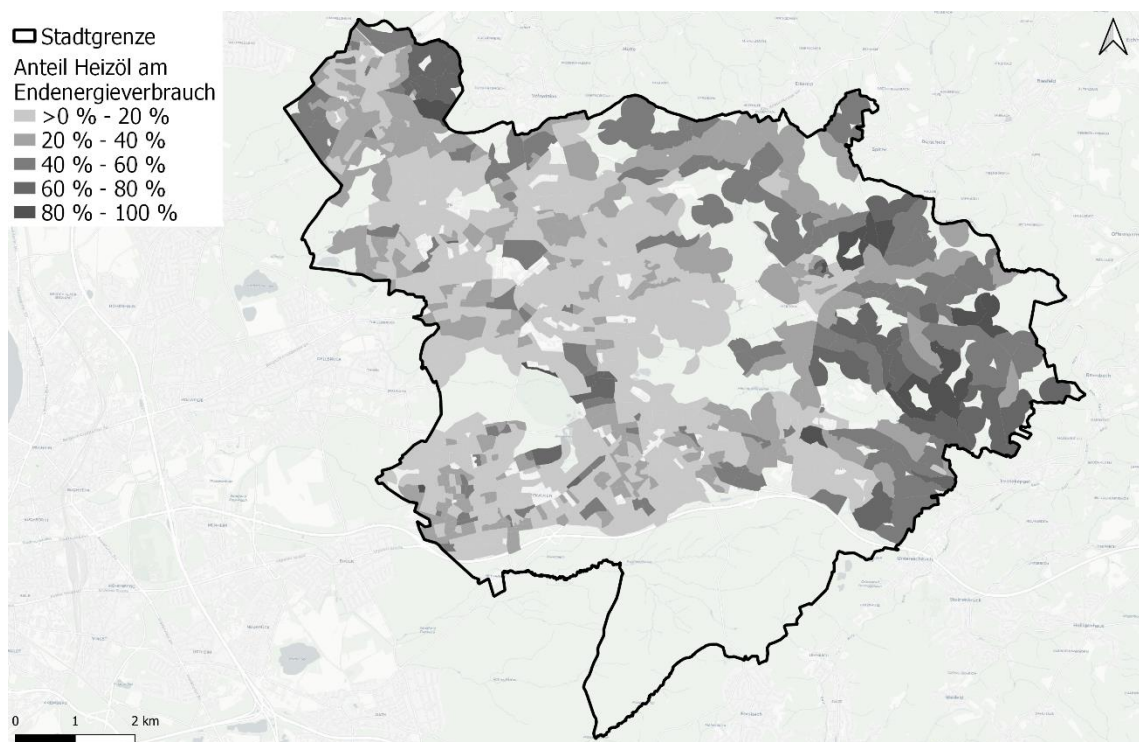


Abbildung 13: Anteil Heizöl am Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)¹

Die Darstellungen der Energieträger Biomasse, Strom, Umweltwärme, Flüssiggas, Steinkohle und Braunkohle sind im Anhang zu finden (Abschnitt 5.1).

Gas weist fast im gesamten Gebiet hohe Anteile auf, was auf eine recht hohe Anschlussquote an das Gasnetz schließen lässt. Es existieren vereinzelte „Wärmenetzinseln“. Heizöl ist als zweitwichtigster Energieträger vor allem dort vertreten, wo es weniger oder keine Gasanteile gibt. Größere Anteile lassen sich v. a. im Norden und Osten der Stadt und zum Teil auch im Süden finden. Strom wird in größerem Maße v. a. in Nachtspeicherheizungen genutzt, die sich so konzentriert in einigen Baublöcken finden lassen. Umweltwärme lässt auf die Positionen von Wärmepumpen schließen, wobei diese nur wenig auftreten. Flüssiggas ist gleichmäßig verteilt mit einzelnen Schwerpunkten. Steinkohle wird lediglich vereinzelt und Braunkohle nur an einer Stelle als Energieträger verwendet.

1.3.2.4 Anzahl dezentraler Erzeuger

Zum Vorstehenden grenzt sich die nachfolgende Darstellung insofern ab, als sie – ebenfalls baublockbezogen und die Endenergieträger (formal die „Art der Wärmeerzeuger“, was zum selben Ergebnis führt) in den Blick nehmend – nicht auf den Endenergieverbrauch, sondern auf die **Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger** abstellt. Die Ergebnisse ähneln sich insofern erwartungsgemäß. Es gibt aber zum einen eine gewisse Verzerrung, da hier die absoluten Anzahlen an Wärmeerzeugern und keine Anteile dargestellt werden. Somit stechen hier vor allem Baublöcke mit vielen Gebäuden, aber auch solche mit vielen Etagenheizungen (meist eine Heizung je Etage statt einer Zentralheizung) heraus. Zum anderen sind nicht Strom oder Umweltwärme als Energieträger, sondern Nachtspeicherheizungen oder Wärmepumpen als Wärmeerzeuger dargestellt.

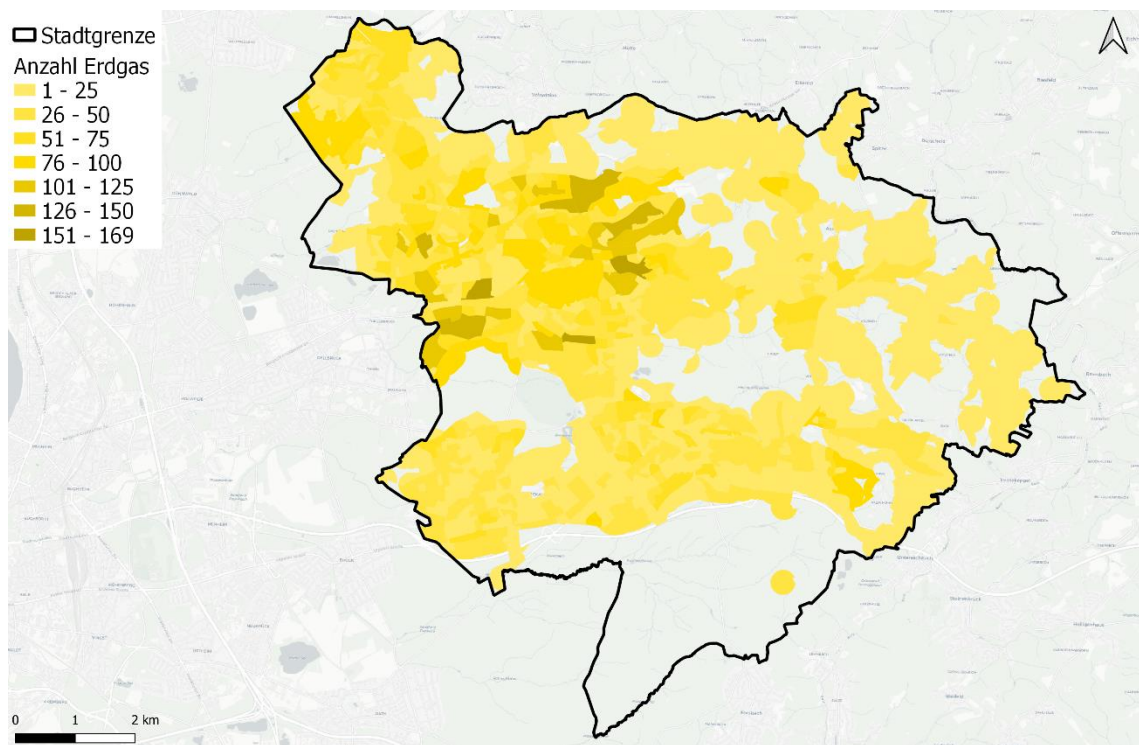


Abbildung 14: Anzahl Erdgas Wärmerezeuger in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)¹

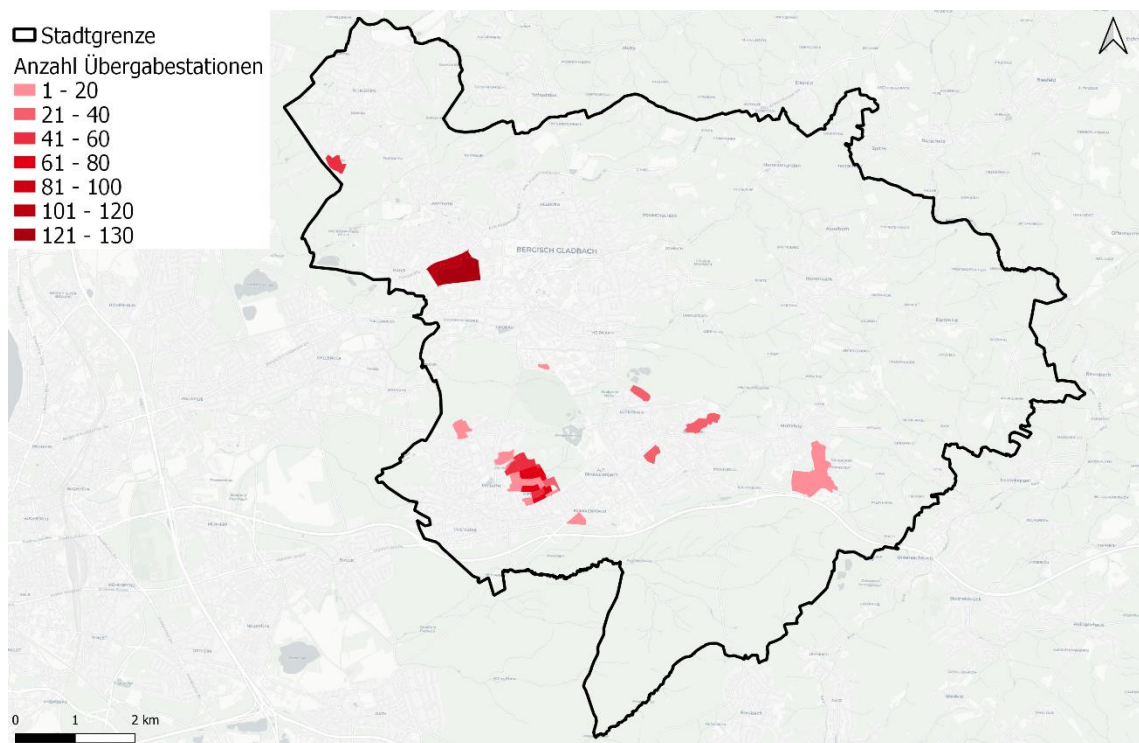


Abbildung 15: Anzahl Übergabestationen von Wärmenetzen in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)¹

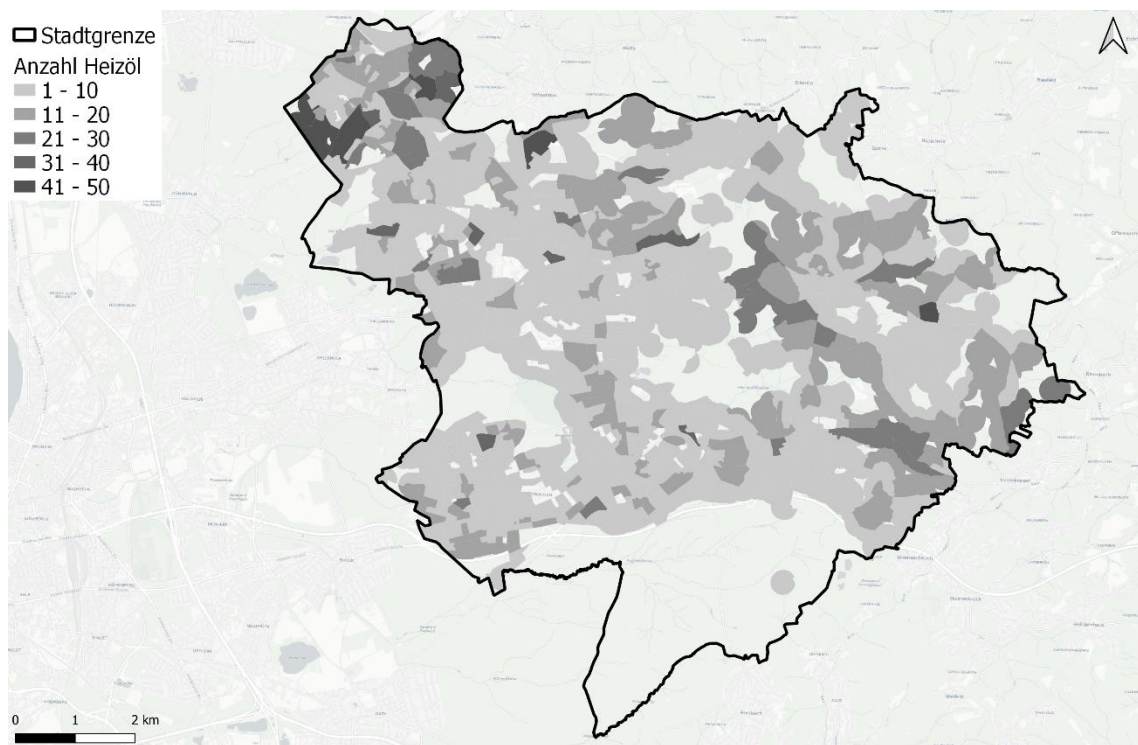


Abbildung 16: Anzahl Heizöl Wärmeerzeuger in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)¹

Die Darstellungen der Wärmeerzeuger Biomasse, Wärmepumpen, Nachtspeicherheizungen, Flüssiggas, Steinkohle und Braunkohle sind im Anhang zu finden (Abschnitt 5.2).

Auch hieraus lässt sich ableiten, dass die dominierende Erzeugerart der gasbasierte Kessel ist, gefolgt von Wärmepumpen und Übergabestationen leitungsgebundener Wärmeversorgung. Alle anderen Erzeuger spielen eine stark untergeordnete Rolle.

1.3.3 Gebäudestruktur und Großverbraucher

1.3.3.1 Gebäudetypen¹⁶

Die Darstellung der überwiegenden Gebäudetypen ist intuitiv interpretierbar.

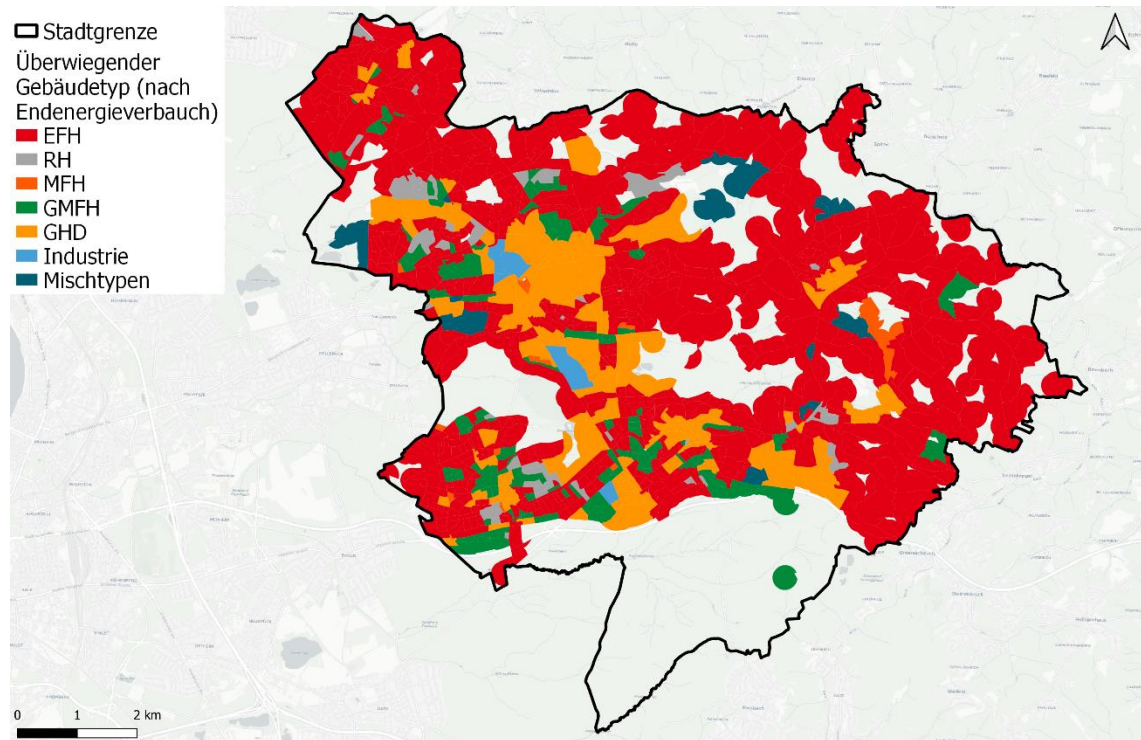


Abbildung 17: Überwiegende Gebäudetypen bezogen auf den Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)¹

Diese Darstellung zeigt insbesondere die Lage von Gebäuden aus den Sektoren Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) und von Industrie-Bereichen im Verhältnis zu Wohnbereichen. Wichtig ist aber zu bemerken, dass sich aus dem überwiegenden Anteil eines Gebäudetyps nicht zwangsläufig eine starke Dominanz dieses Gebäudetyps begründen lässt. Beispielsweise zeigt der überwiegende Anteil roter Bereiche auch Baublöcke an, in denen es auch nennenswerte Anteile von Mehrfamilienhäusern gibt (orange). Mischtypen sind definiert als Bereiche, in denen Gebäude mit gemeinsamer Wohn- und Gewerbenutzung überwiegen.

Außerdem ist darauf hinzuweisen, dass sich aus der Karte keine Aussage zur Besiedlungsdichte ableiten lässt. So sind v. a. die im Osten rot dargestellten Bereiche zum Teil sehr dünn besiedelt.

¹⁶ EFH: Einfamilienhaus; RH: Reihenhauser; MFH: Mehrfamilienhaus; GMFH: Großes Mehrfamilienhaus; GHD: Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

1.3.3.2 Gebäudealter

Für die Potenzialanalyse von höchster Relevanz – konkret für die Möglichkeiten der Energiebedarfsreduktion durch Sanierungsmaßnahmen (insbesondere Dämmmaßnahmen) – sind die überwiegenden **Altersstrukturen der Gebäude**. Insbesondere unsanierte Wohnhäuser älterer Baujahre haben bekanntermaßen sehr niedrige Dämmstandards und entsprechend hohe Wärmeverluste, die das intensive und fortwährende Heizen unter Einsatz hoher Temperaturen erforderlich machen. Jedoch können einige der Gebäude bereits saniert sein, was in dieser Darstellung nicht enthalten ist. Dieser Punkt wird bei der Potenzialanalyse nochmals aufgegriffen.

Dabei ist zu betonen, dass es sich um die nach Endenergieverbrauch überwiegende Baualtersklasse handelt. Somit wird bei durchmischte bebauten Baublöcken nur das dominierende Baualter dargestellt. Besonders neuere Baualter weisen eher geringere spezifische Endenergieverbräuche auf und werden so oft durch ältere Baualtersklassen überwogen.

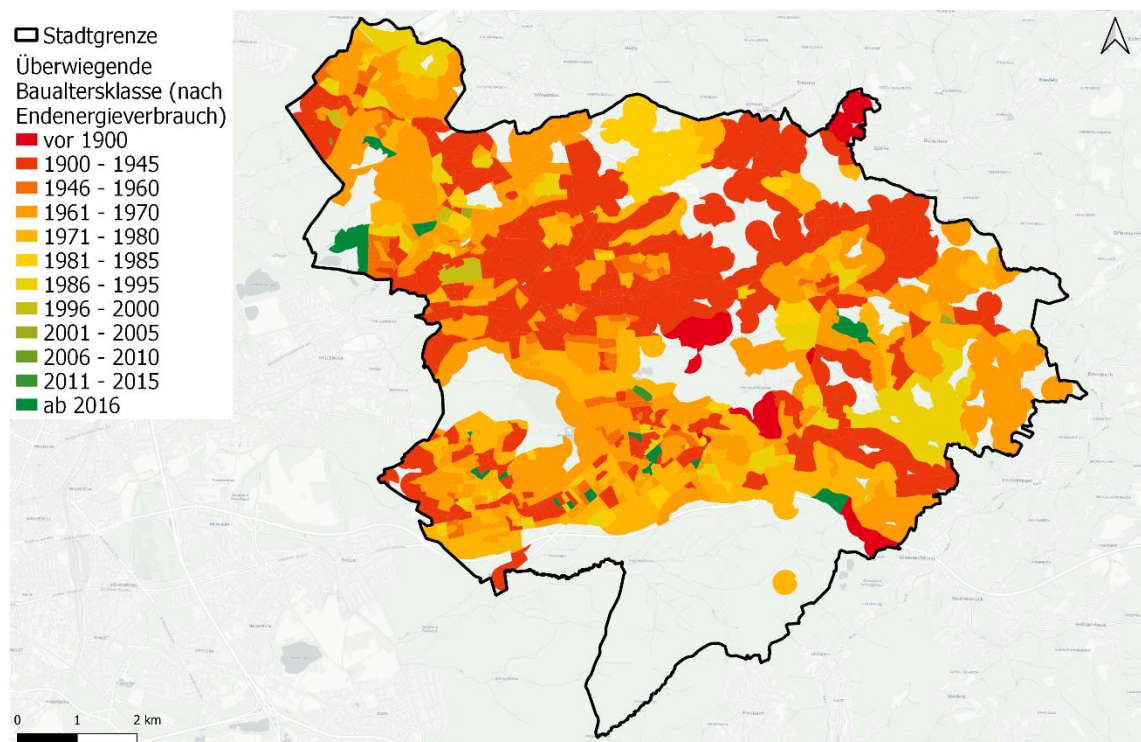


Abbildung 18: Überwiegende Baualtersklassen nach Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)¹

Die Karte zeigt auf den ersten Blick, dass die Gebäude in Bergisch Gladbach ganz überwiegend aus frühen Baujahren stammen. Hieraus ist jedoch noch nicht direkt abzulesen, wie der Sanierungsstand und somit das Potenzial für Wärmebedarfsreduktion sind. Dies wird in der Potenzialanalyse ausgewertet.

Ein „sattes Grün“, also Baublöcke mit Gebäuden, die überwiegend innerhalb der letzten rund 20 Jahre errichtet wurden, findet sich nur punktuell. Dabei handelt es sich um Neubaugebiete und vereinzelte, jüngere Ansiedlungen von Industrie und Gewerbe.

1.3.3.3 Großverbraucher

Das Wärmeplanungsgesetz fordert auch die Darstellung:

- bestehender oder potenzieller **Großverbraucher** von **Wärme** oder **Gas** oder
- potenzielle **Großverbraucher grüner Gase** für die stoffliche Nutzung.

Die (potenziellen) Großverbraucher von Wärme und Gas definieren sich in diesem Wärmeplan in Anlehnung an das Energieeffizienzgesetz (EnEfG) und den Leitfaden vom BMWK und BMWSB durch einen Verbrauch (Endenergie) von mehr als 2,5 GWh¹⁷. Als Datenbasis wurde hier der Wärmeetlas verwendet, der wiederum auf den Gas- und Wärmeverbräuchen der Versorger basiert.

Zukünftige Großverbraucher grüner Gase sind nach dem WPG potenzielle Nutzer von grünem, blauem, orangem oder türkisem Wasserstoff sowie Biogas, Biomethan oder Grubengas zu stofflichen Zwecken. Hier sind keine bekannt.

Hierbei sind auch Heizzentralen berücksichtigt worden, die keine Letztverbraucher, aber Gasverbraucher sind und wiederum Wärme für die Wärmenetze erzeugen.

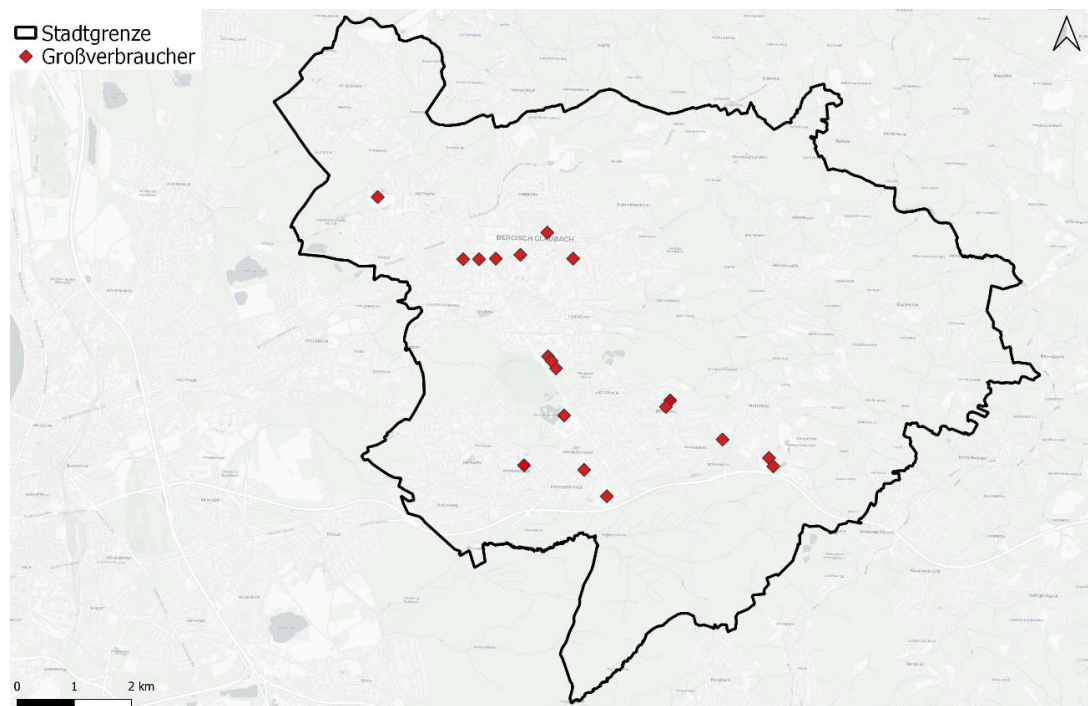


Abbildung 19: Großverbraucher in Bergisch Gladbach¹

¹⁷ Große industrielle und gewerbliche Energieverbraucher haben erst zum 31.12.2024 Daten vorzulegen zu nutzbaren Abwärmepotenzialen, hier ist zu gegebener Zeit eine Überprüfung der Daten durchzuführen.

Es sind nach den vorstehenden Definitionen 19 Standorte von Großverbrauchern auszuweisen. Eine Plausibilisierung erfolgt noch im Rahmen der Stakeholderprozesse.

1.3.4 Infrastruktur und Erzeugung

Zur Ermittlung der nachfolgend dargestellten Daten wurden alle bekannten bzw. ermittelbaren Netzbetreiber kontaktiert. Die Veröffentlichung des Zwischenberichts dient u. a. dazu, diese Daten zu vervollständigen.

1.3.4.1 Wärmenetze

In der folgenden Grafik sind die bestehenden **Wärmenetze**, die im gesamten Stadtgebiet von Bergisch Gladbach verteilt sind, dargestellt. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass nur Wärmenetze, also Netze, die mehr als 16 Gebäude oder mehr als 100 Wohneinheiten versorgen, dargestellt sind. Diese Abgrenzung erfolgt auf der Grundlage der Bundesförderung Energieeffiziente Wärmenetze (BEW). Gebäudenetze werden aufgrund ihrer geringen Größe vernachlässigt.

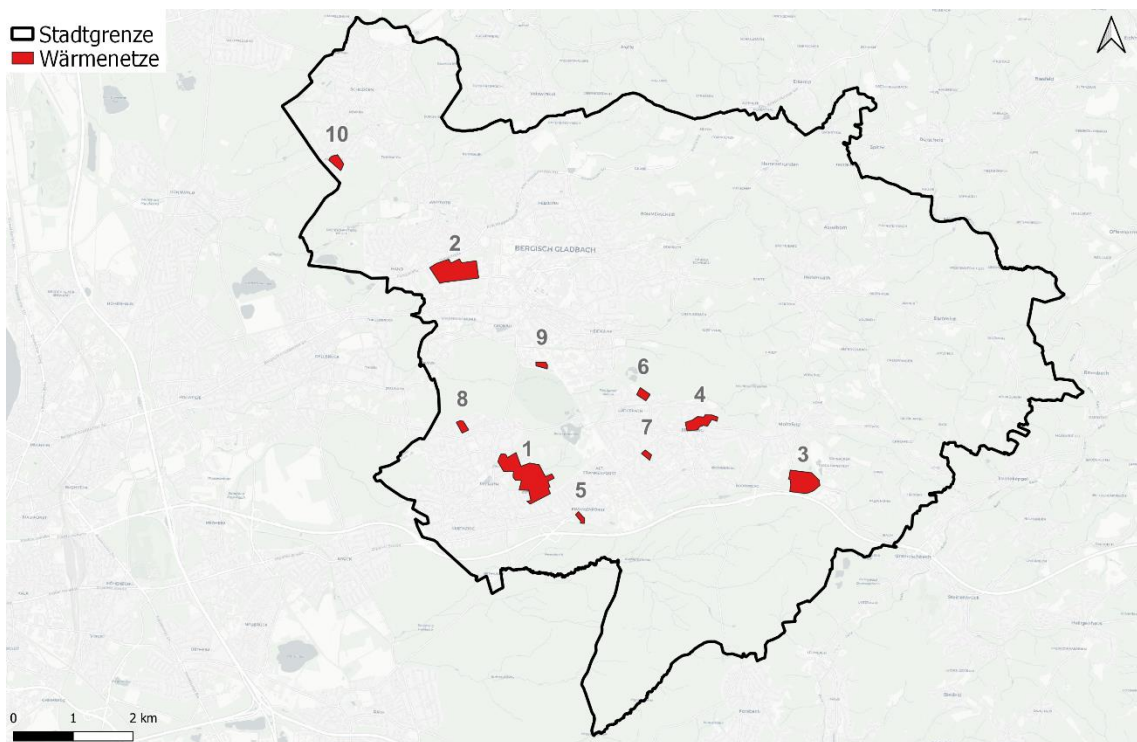


Abbildung 20: Wärmenetze in Bergisch Gladbach¹



Nr.	Art (Wasser oder Dampf)	Jahr der Inbetriebnahme	Temperatur in °C	Gesamte Trassenlänge in km	Gesamtanzahl der Anschlüsse
1	Wasser	1967	100/45	6,5	515
2	Wasser	2002	80/50	6	237
3	Wasser	2005	105/70	1	21
4	Wasser	2001	75/60	noch nicht bekannt	32
5	Wasser	noch nicht bekannt	noch nicht bekannt	noch nicht bekannt	15
6	Wasser	2009	80/50	0,6	29
7	Wasser	2014	86/60	noch nicht bekannt	25
8	Wasser	1989	75/60	noch nicht bekannt	13
9	Wasser	noch nicht bekannt	noch nicht bekannt	noch nicht bekannt	17
10	Wasser	noch nicht bekannt	noch nicht bekannt	noch nicht bekannt	53

Tabelle 1: Kenndaten vorhandener Wärmenetze

Die bedeutendsten Netze sind das Netz Nr. 1 in Refrath mit 515 Anschlüssen und einer Leitungslänge von 6,5 km und das Wärmenetz im Hermann-Löns-Viertel mit 237 Anschlüssen und einer Netzlänge von 6 km. Die Netze werden von der E.ON und der Rhein-Energie betrieben.

1.3.4.2 Gasnetze

Die Gasverteilnetze innerhalb der Gemarkungsgrenzen sind bekannt (die Lage ist gemäß WPG auf Baublockebene und nicht leitungsbezogen dargestellt):

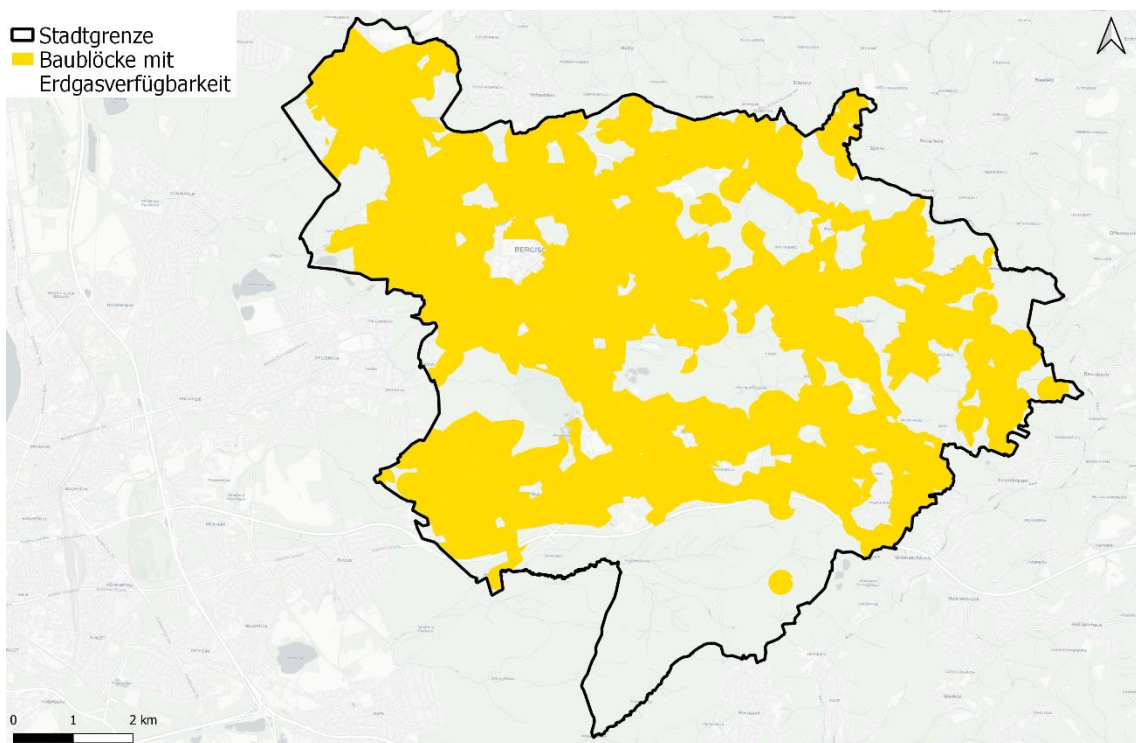


Abbildung 21: Darstellung der mit Erdgas versorgten Gebiete in Bergisch Gladbach (auf Baublöcke bezogen)¹

Das Gasnetz hat eine Gesamtlänge von 407 km und der älteste Teil stammt aus 1950. Auf Basis der aktuell mit Gas versorgten Gebäude ergeben sich 20.156 Anschlüsse im Verteilnetz und 2 Anschlüsse im vorgelagerten Hochdrucknetz.

Bergisch Gladbach ist insgesamt sehr weitgehend mit Gas erschlossen. Drei Viertel aller Heizungen sind gasbetrieben (gemessen am Endenergieverbrauch). Entsprechend hoch sind die Dekarbonisierungspotenziale. Perspektivisch wird ein Anstieg der Gaspreise für Endkundinnen und -kunden (also inkl. steigender CO₂-Preise, Gasnetznutzungsentgelte etc.) erwartet. Dabei steigen die CO₂-Preise zunächst durch die im Bundesemissionshandels-gesetz angelegte Steigerung und ab 2027 durch den Wechsel in den öffentlichen Emissionshandel. Bei den Gasnetznutzungsentgelten wird aufgrund der durch Energieträgerwechsel und Energieeinsparungen erwartbar rückläufigen Gas-mengen von einer Steigerung ausgegangen. Dadurch geht eine entsprechend hohe Erwartungshaltung an alternative Versorgungslösungen einher. Diese richtet sich an Politik und Versorgungswirtschaft dahingehend, für die Bereitstellung dieser alternativen Lösungen in der Breite zu angemessenen Kosten zu sorgen.

1.3.4.3 Abwasserleitungen

Zur eventuellen Nutzung von Restwärme aus Abwässern sind die wichtigsten Kanäle und Abwassersammler von Bedeutung und werden im Folgenden dargestellt.

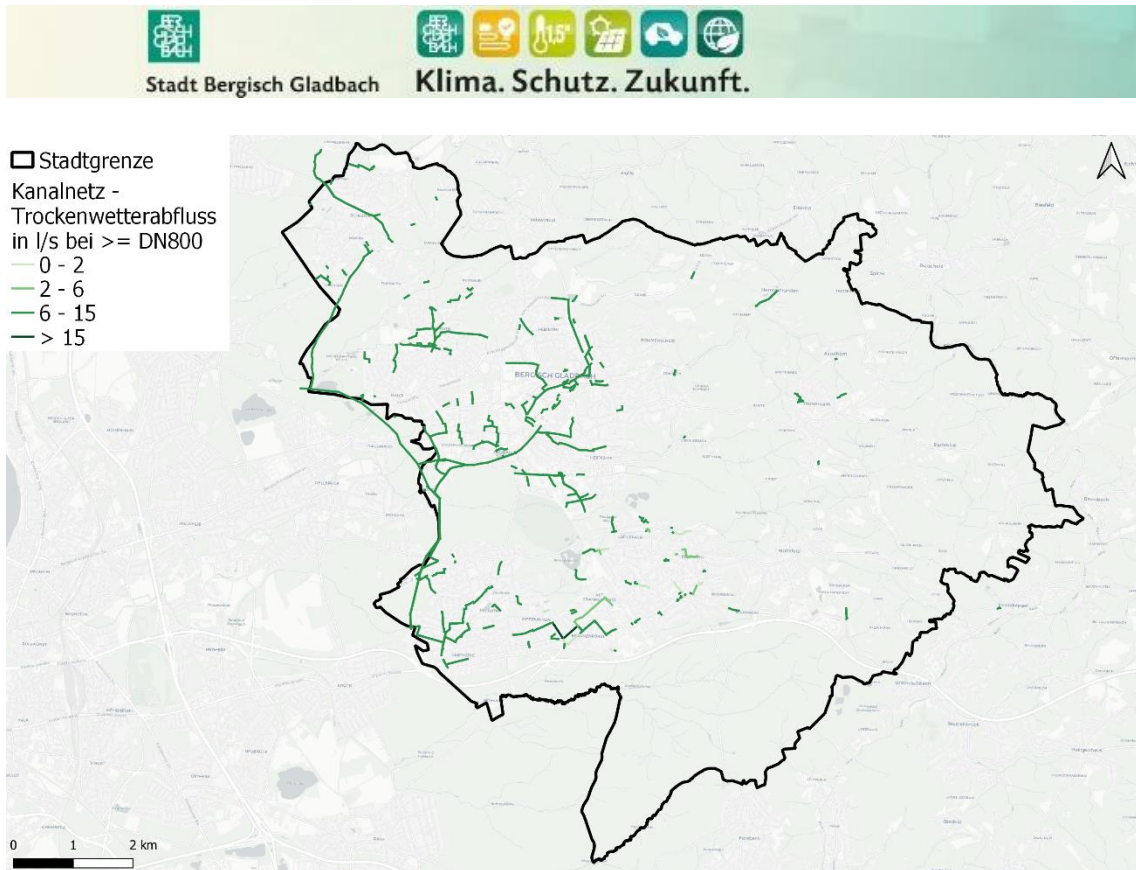


Abbildung 22: Abwasserleitungen großer Nennweite in Bergisch Gladbach¹

In Bestandsnetzen liegt die erforderliche Mindestnenngröße der Kanäle für eine Abwärbetrachtung bei mindestens DN 800. Ab dieser Nennweite kann eine Potenzialanalyse durchgeführt werden. Daten zum Trockenwetterabfluss liegen vor und sind für die Kanäle ab der Mindestgröße DN 800 dargestellt. Zu erkennen ist, dass die relevanten Kanäle v. a. im Westen liegen, sowohl im verdichteten Raum (v. a. Innenstadt und Bensberg) als auch hinleitend zur Kläranlage (im Südwesten).

1.3.4.4 Wärmeerzeuger

Für eine erfolgreiche kommunale Wärmeplanung genügt es nicht, Energiebedarfe zu reduzieren und die verbrauchsseitigen Potenziale für Wärmenetze, etwa über Wärmeli- niendichten, zu betrachten. Ohne geeignete Wärmequellen kann keine passende Lösung gefunden werden. Somit sind die **Standorte von bestehenden, bereits geplanten oder genehmigten Wärmeerzeugungsanlagen**, die in Wärmenetze einspeisen, von wesentlicher Bedeutung für die Analysen. Die Nummern entsprechen denen der Wärmenetze (vgl. Abbildung 20).

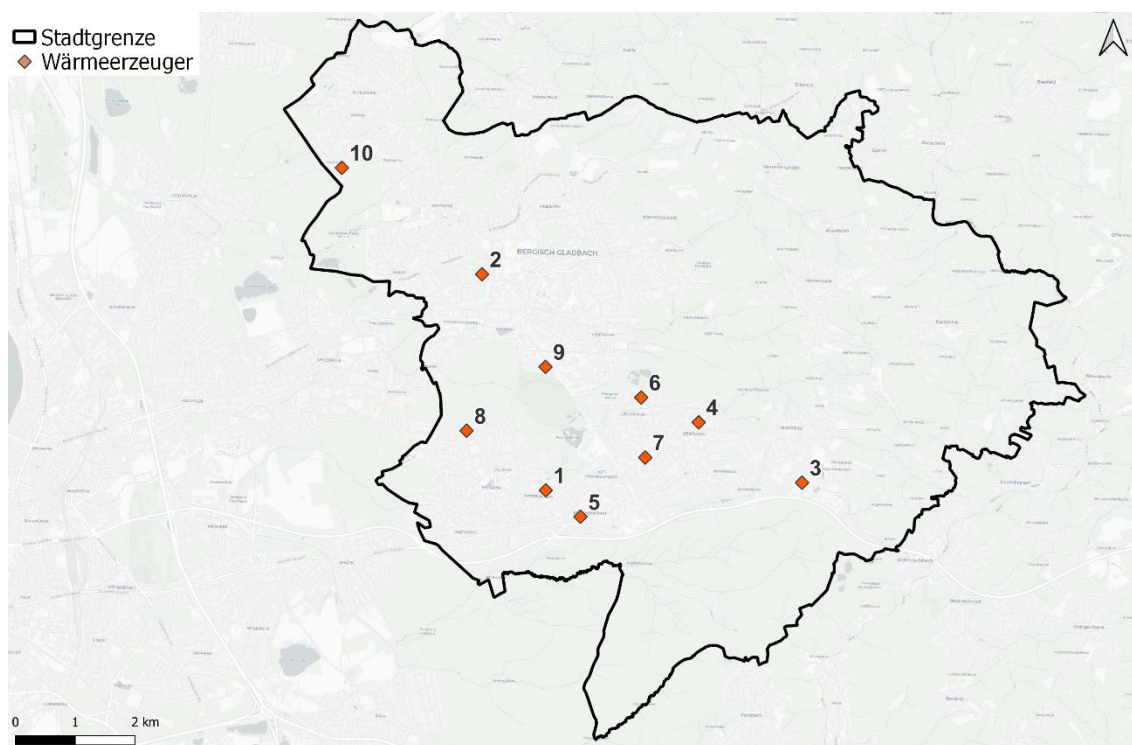


Abbildung 23: Wärmeerzeugungsanlagen der Wärmenetze in Bergisch Gladbach¹

Nr.	Anlage	Thermische Nennleistung in kW	Jahr der Inbetriebnahme	Energieträger
1	Kessel	3870	1970	Erdgas
	Kessel	3870	1970	Erdgas
	Kessel	1301	1970	Erdgas
	Kessel	1940	1967	Erdgas
2	Kessel	1250	2002	Erdgas
	Kessel	1250	2002	Erdgas
	Kessel	1750	2006	Erdgas
	BHKW	250	2013	Erdgas
3	Kessel	5200	2005	Erdgas
	Kessel	5200	2005	Erdgas
	Kessel	3300	2005	Erdgas
4	Kessel	978	2014	Erdgas
	Kessel	1950	2019	Erdgas
	BHKW	73	2019	Erdgas
5	Kessel	300	2020	Erdgas
	Kessel	300	2020	Erdgas

6	Kessel	585	2009	Erdgas/Biomethan
	Kessel	400	2009	Erdgas/Biomethan
	BHKW	88	2009	Erdgas/Biomethan
7	Kessel	200	2014	Erdgas/Biomethan
	BHKW	46	2014	Erdgas/Biomethan
8	Kessel	780	2019	Erdgas
	Kessel	258	2019	Erdgas
9	Kessel	395	2013	Erdgas
	Kessel	240	2009	Erdgas
10	Kessel	1200	2011	Erdgas
	Kessel	790	2012	Öl (Backup)

Tabelle 2: Daten der Erzeugungsanlagen der Wärmenetze in Bergisch Gladbach (2024)

Die Standorte bzw. Wärmenetze vereinen teilweise mehrere Anlagen auf sich. Der weit-aus bedeutendste Standort ist mit einer Gesamtnennleistung von knapp 11 MW das Wärmenetz der E.ON (Nr. 1). Hier werden vier Kessel mit Erdgas betrieben. Flächen-deckend werden die Wärmenetze mit Wärme aus Erdgas und nur teilweise aus Biome-than gespeist. Andere Energieträger werden nicht eingesetzt (bis auf Öl als Backup-Lösung).

1.3.4.5 Speicher

Wärmespeicher(standorte) sind wichtige Komponenten für die Wärmeerzeugung. Sie können im Einzelfall für die Flexibilität sorgen, die den Erzeugungsbetrieb vom prohibiti-ven in den technisch-wirtschaftlich darstellbaren Bereich verhelfen. Die Nummerierung entspricht der gleichen wie in der Darstellung der Wärmenetze (Abbildung 20) und Wär-meerzeuger (Abbildung 23).

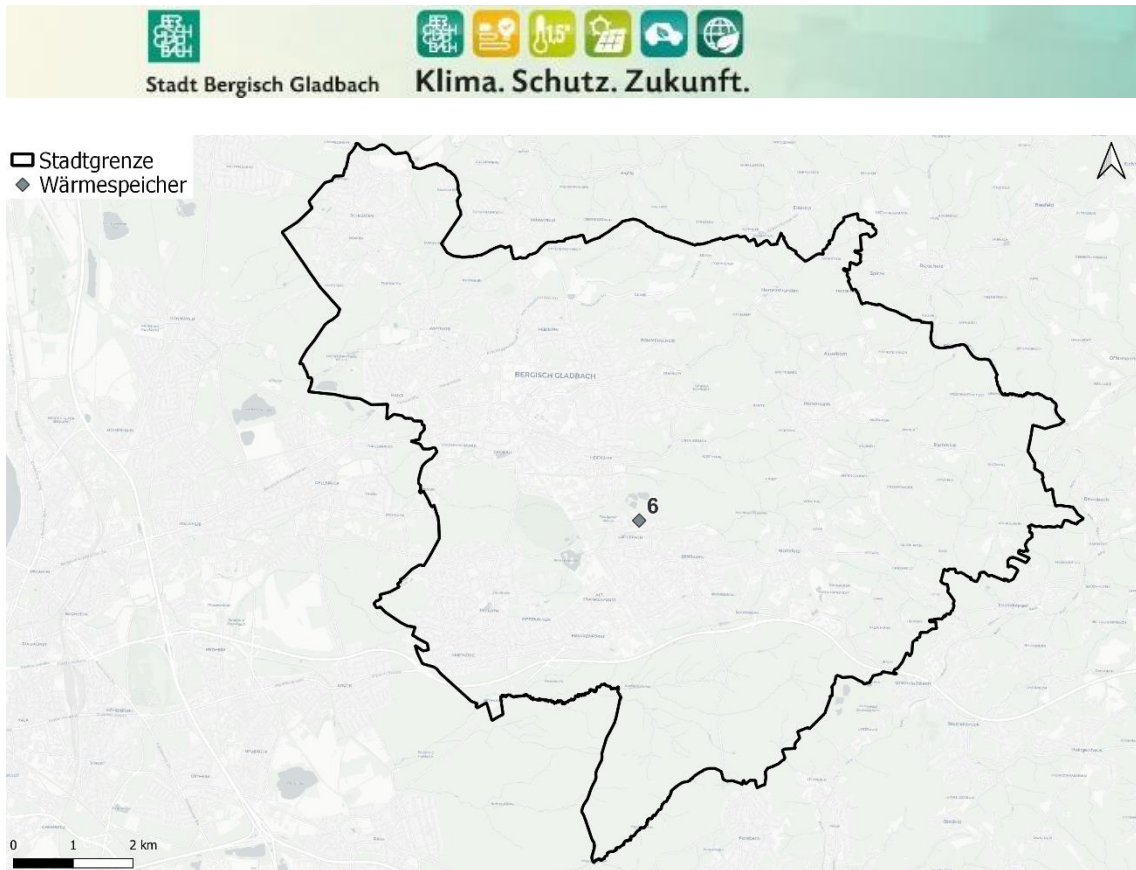


Abbildung 24: Wärmespeicher in Bergisch Gladbach (2024)¹

Ein Wärmespeicher konnte lediglich in einem der Wärmenetze identifiziert werden. Bei einigen Wärmenetzen liegt jedoch keine Information vor.

Aus den verfügbaren Daten konnten im Untersuchungsgebiet keine Standorte für Gasspeicher ermittelt werden.

1.3.4.6 Wasserstoff

Es sind keine Wasserstofferzeugungsanlagen bekannt, allerdings plant der regionale ÖPNV-Betreiber auf seinem Betriebsgelände eine Wasserstofftankstelle mit einem Wasserstoffelektrolyseur (vgl. auch Kap. 2.3.2. Abwärmepotenziale).

1.4 Ergebnisse und weiteres Vorgehen

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurde die Ausgangssituation der heutigen Wärmeversorgung in Bergisch Gladbach untersucht und dokumentiert: Die Gebäudetypen mit ihrem jeweiligen Baualter und Sanierungszustand generieren einen konkreten Wärmebedarf, der mit unterschiedlichen Heiztechnologien bedient wird. Die Informationen sind in einem Wärmeetlas für Bergisch Gladbach zusammengetragen worden.

In Bergisch Gladbach wurden 28.327 beheizte Gebäude mit einem Endenergieverbrauch von 1.329 Mio. kWh bzw. einem Wärmebedarf von 978 Mio. kWh erfasst. Dabei ist der Endenergieverbrauch die eingesetzte Energie, z. B. die kWh Gas oder Heizöl, wohingegen der Wärmebedarf die genutzte Wärme, d. h. die Wärme aus dem

Heizkörper und das warme Wasser aus dem Wasserhahn ist. Die für die Beheizung erforderlichen 33.257 Wärmeerzeuger werden zu über 90 % fossil (75 % Gas und 16 % Öl) betrieben und führen zu aktuellen jährlichen Treibhausgasemissionen von 334.000 t CO₂-Äquivalenten. Eine Konzentration des Wärmebedarfs befindet sich einerseits im Innenstadtbereich von Bergisch Gladbach, aber auch in Bensberg und Frankenforst. Wärmenetze sind nur in geringer Anzahl als kleine Inselnetze vorhanden. Kälteinfrastrukturen konnten nicht ermittelt werden.

Die Auswertungen dienen als Grundlage für die Potenzialanalyse, d. h. die Ermittlung der Potenziale für Reduktion der Wärmebedarfe sowie für erneuerbare Wärmequellen und insbesondere für unvermeidbare Abwärme.

Zur Vorbereitung der Potenzialanalyse erfolgte bereits eine erste Stakeholder-Konsultation in Form von Fragebögen, Workshops und bilateralen Gesprächen.



2 Potenzialanalyse



Aufgabenstellung: Was ist möglich?



Ziel: Verbrauch und Verschwendung erkennen, EE-Potenzial des Restbedarfs, konkret:

- Kenntnis der Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs von Gebäuden (Wohn- und Nichtwohngebäude)
- Kenntnis der Potenziale zur Senkung des Prozesswärmebedarfs von Gewerbe und Industrie
- Potenziale zum Einsatz Erneuerbarer Wärmequellen (Umweltwärme, Geothermie, Solarthermie, Biomasse, ggf. EE-Stromerzeugung) und Nutzung von Abwärme



Ergebnis: Wärmeatlas mit erweiterten Informationen je Gebäude, konkret:

- Perspektivischer Referenz-Verbrauch unter Berücksichtigung äußerer Einflussgrößen
- absehbare Anpassungen im Wärmebedarf nach Durchführung möglicher und sinnvoller Effizienzmaßnahmen
- Potentiale durch Erneuerbare und Abwärmenutzung
- Mögliche Quellen: i. d. R. Aufstellung eigener Szenarien mit Entwicklung von Einschätzungen zu möglichen Bedarfsanpassungen durch Effizienz sowie der möglichen Nutzung von Energieträgern und Erzeugungs- bzw. Speicher-Technologien

2.1 Aufgabenstellung

Die Potenzialanalyse untersucht zunächst, wo und wie der heutige Wärmebedarf durch geeignete Maßnahmen reduziert werden kann. Eine Reduzierung des Wärmebedarfs zählt auf die Reduzierung der THG-Emissionen ein und erleichtert die Aufgabe zur Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung. Es wird aber auch nach diesen Bedarfsreduktionen weiterhin die Notwendigkeit bestehen, Raumwärme, Wärme für die Warmwasserbereitung und Prozesswärme in großem Umfang bereitzustellen. Wie dies durch grüne und regenerative Technologien¹⁸, die im WPG definiert sind, möglich ist, wird im zweiten Teil der Potenzialanalyse beleuchtet.

Wie kann der Wärmebedarf in der Kommune reduziert werden und wie kann der Restbedarf treibhausgasneutral, kosteneffizient und nachhaltig gedeckt werden?

2.2 Datenbasis

Für die Potenzialanalyse wurden diverse Datenquellen untersucht, die wesentlichen sind nachfolgend aufgeführt:

- Informationen von der Stadt Bergisch Gladbach (z. B. zum Zanders-Areal (Energiegrundbericht), zu nutzbaren Wasserläufen und Brunnen, zu Flächenverfügbarkeiten etc.)
- Informationen des Rheinisch Bergischen Kreises (z. B. Solarkataster)
- Daten der BELKAW
- Potenzialanalysen des LANUV
- Daten vom Geologischen Dienst NRW

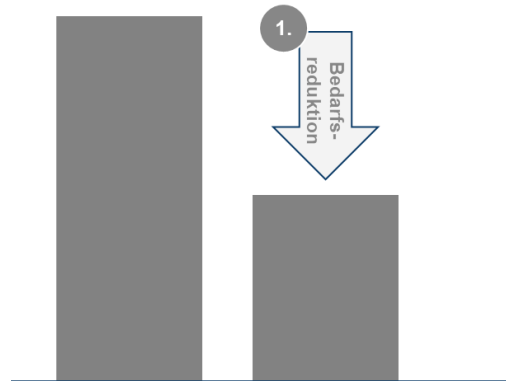
¹⁸ Definition: § 3 WPG Absatz 1 Nr. 15 „Wärme aus erneuerbaren Energien“

- Ermittlungen und Berechnungen BET
- Informationen aus den Stakeholderprozessen

2.3 Analyse

2.3.1 Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs

Die beste Kilowattstunde ist im Sinne des Klimaschutzes stets diejenige, welche nicht benötigt wird. Demnach liegt offensichtlich **das größte Potenzial zum Schutz des Klimas im Wärmesektor in der Vermeidung von Wärmebedarf**. Denn selbst die nachhaltig erzeugte Wärme ist zu erzeugen, sie erfordert Betriebsmittel, die ihrerseits industriell zu fertigen und zu betreiben sind, und am langen Ende bleibt auch „grünes Heizen“ schlicht und ergreifend „Heizen“, also den Planeten durch menschliche Einwirkung zu erwärmen. Somit liegt es auf der Hand, dass der **Senkung des Wärmebedarfs die primäre Aufmerksamkeit** zukommen muss.



Die „Senkung des Wärmebedarfs im Gebäudewärmebereich“ bedeutet im Kern die **Dämmung** von Gebäuden. Außerdem wird es voraussichtlich auch zu einer Reduktion durch den Klimawandel kommen: Durch im Mittel höhere Temperaturen sinkt der Wärmebedarf im Durchschnitt. Weitere Effekte, die jedoch hier nicht betrachtet werden, sind z. B. verändertes Nutzerverhalten durch größeres Bewusstsein für den Energieverbrauch oder auch Veränderungen durch den demografischen Wandel.

Zur Ermittlung des Reduktionspotenzials für den Wärmebedarf für den Bestand¹⁹ wird folgende Systematik angewendet:

Die im Wärmeetlas hinterlegten Gebäude werden entsprechend der TABULA-Typologie eingeteilt. Die TABULA-Typologie²⁰ basiert auf einem Forschungsprojekt, in dem der EU-weite Gebäudebestand betrachtet wurde und Typgebäude unterschiedlicher Größe (Einfamilienhaus, Reihenhaushaus, Mehrfamilienhaus, Großes Mehrfamilienhaus) und unterschiedlichen Alters (vor 1860 bis heutiger Neubau) kombiniert und analysiert wurden. Dabei wurde auch der Einfluss von Sanierung auf den Endenergieverbrauch untersucht. Da Nicht-Wohngebäude oder gemischt genutzte Gebäude in der Typologie nicht enthalten sind, werden diese wie Mehrfamilienhäuser behandelt. Die Berechnung des spezifischen Wärmebedarfs nach Sanierung erfolgt gemäß der im Modernisierungspaket 2

¹⁹ Neubaugebiete und die Entwicklung des Zanders-Areals werden in diesem Kapitel nicht betrachtet, da hier kein Potenzial auszuweisen ist. Diese Gebiete werden jedoch im Zielszenario bzw. in der Wärmebedarfsentwicklung in Abschnitt 3.2 berücksichtigt.

²⁰ <https://www.iwu.de/forschung/gebaeudebestand/tabula/>

hinterlegten Klassifizierung als „zukunftsweisend“ je Typgebäude (entspricht in etwa einer Sanierung auf Energieeffizienzklasse B bis C) und wird für die Bestimmung des Sanierungspotenzials verwendet. Denkmalgeschützte Gebäude werden abhängig von der Art des Denkmalschutzes betrachtet.

- Bei Einzeldenkmälern, die sowohl innen als auch außen geschützt sind, werden lediglich 20 % der möglichen Sanierungstiefe angenommen.
- In Denkmalzonen, bei denen lediglich die Außenhaut der Gebäude geschützt ist, wird eine Sanierungstiefe von 40 % der Vollsanierung angenommen.

Die nachfolgenden Grafiken zeigen als aggregierte Ergebnisse das theoretische Reduktionspotenzial unter Betrachtung der Gesamtzahl der Gebäude. Dabei wird hier nur der Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser betrachtet, da für die Bewertung des Reduktionspotenzials von Prozesswärme (zusätzlich 105 GWh) keine ausreichenden Daten vorliegen. Eine sektorscharfe Betrachtung erfolgt im Rahmen der Endberichtserstellung. Statt des Endenergieverbrauchs wird hier der Wärmebedarf verwendet, da die Wärmebedarfsreduktion unabhängig vom Energieträger bzw. des Heizungstyps ist.

Das theoretische Potenzial zur Reduktion vom Raumwärme- und Warmwasserbedarf beträgt 511 GWh/a, entsprechend knapp 60 % des aktuellen Wärmebedarfs. Die kartografische Darstellung zeigt die lokale Verortung der Sanierungspotenziale. Die Realisierung dieses theoretischen Potenzials entspricht bei einer Umsetzung bis zum Jahr 2045 einer theoretischen Sanierungsquote von 5 % jährlich bezogen auf alle Gebäude. Diese Quote liegt weit oberhalb des heutigen Wertes von jährlich ca. 1 % und auch deutlich höher als gängige Annahmen für zukünftig steigende Sanierungsquoten. Die realistisch angesetzten Sanierungsquoten werden im Kapitel 3.2 im Rahmen der zukünftigen Wärmebedarfsentwicklung näher betrachtet.

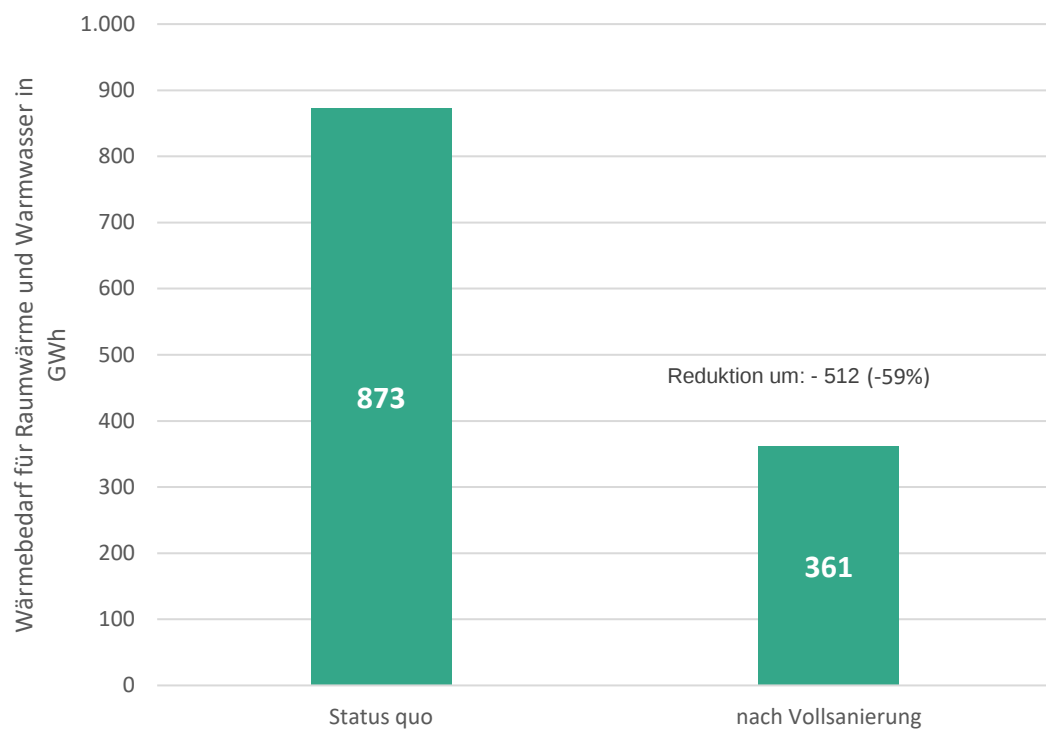


Abbildung 25: Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser im Status quo und nach Nutzung des gesamten Reduktionpotenzials in Bergisch Gladbach

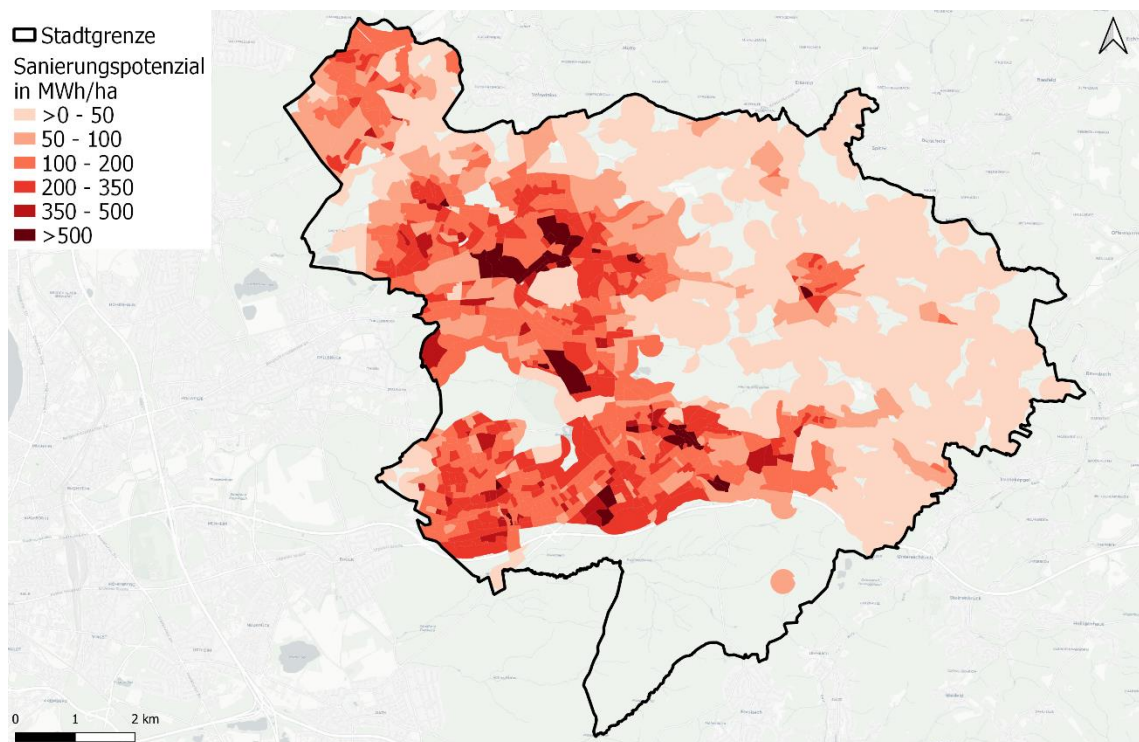


Abbildung 26: Sanierungspotenzial in Bergisch Gladbach¹

2.3.2 Potenzial zur Deckung des Restbedarfs durch „grüne Wärme“ und Abwärme

2.3.2.1 Solarthermie

Solarthermie ist als **fast emissionsfreier Energieträger** eine gute Option zur Dekarbonisierung der im Sommer anfallenden Wärmebedarfe (insbesondere für den Warmwasserbedarf). Im Betrieb fallen Emissionen ausschließlich für Pumpstrom an, solange dieser nicht vollständig erneuerbar ist. Der Energieträger verursacht selbst keine Betriebskosten



und steht – bei ausreichend vorhandener Fläche – unbegrenzt zur Verfügung. Dem gegenüber steht der **hohe Flächenbedarf**, der vor allem im innerstädtischen Bereich in der Nähe von Fernwärmenetzen nur in Ausnahmefällen zur Verfügung steht. Erschwerend kommt hinzu, dass eine **starke saisonale Abhängigkeit** besteht, die konträr zum Wärmebedarf verläuft (siehe Abbildung 27). Vor diesem Hintergrund kann die Solarthermie nur ein Teilelement bei der Dekarbonisierung sein. Bei Solarthermie für Wärmenetze kann typischerweise mit einem Kurzzeitspeicher ein Deckungsgrad von 5-10 % erreicht werden. Bei Aufdach-Solarthermie kann ca. 50 % des Warmwasserbedarfs über Solarthermie gedeckt werden. Dennoch wurde eine Potenzialanalyse für Solarthermie vorgenommen, um vielversprechende Flächen zu bewerten.

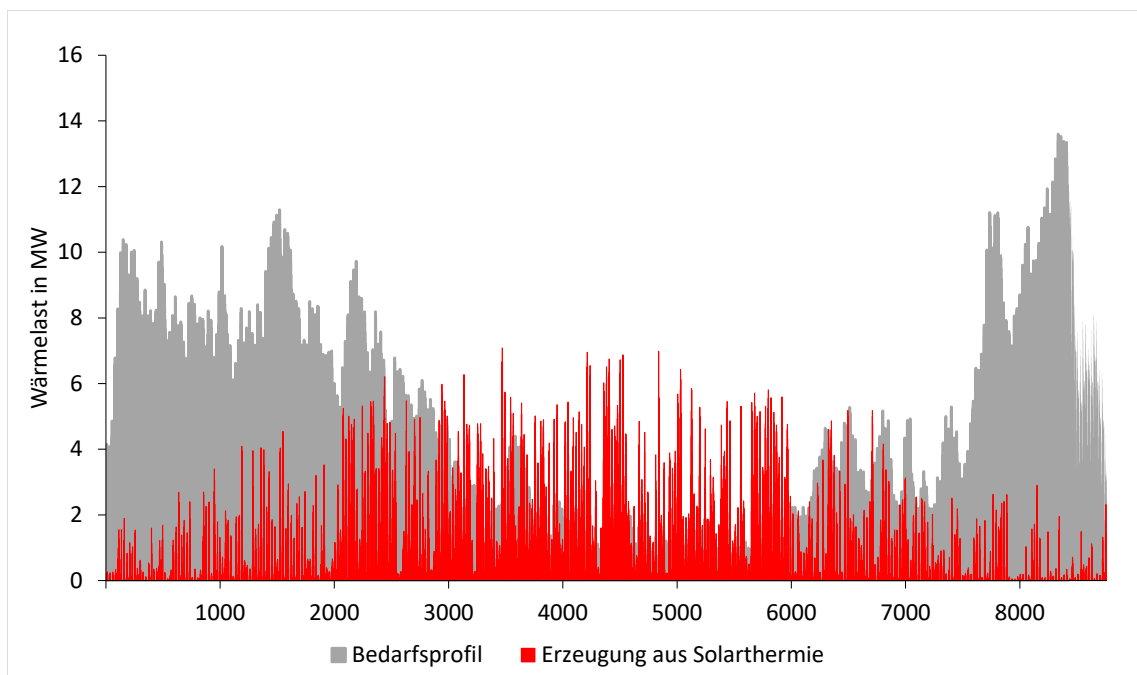


Abbildung 27: Exemplarisches Erzeugungs- bzw. Bedarfsprofil für Wärmenetz mit Solarthermie im Jahresverlauf (8.760 Stunden)

2.3.2.1.1 Dachflächen-Solarthermie

Für die Solarthermienutzung wird zunächst das dezentrale Potenzial zur Erzeugung von solarer Wärme auf Dachflächen betrachtet. Als Datengrundlage dient das Solarkataster des Rheinisch-Bergischen Kreises auf Gebäude- und Dachebene. Erfasst werden die:

- Dachfläche der Gebäude in m²
- Eignung des Gebäudes für Solarthermie
- Globale Strahlung auf Dachflächen in kWh/m² pro Jahr

Als weitere Datengrundlage dienen die Adressen des adressscharfen Wärmeatlas mit dem Wärme- sowie Warmwasserbedarf je Adresse.

Bei der Auswertung wird die globale Strahlung auf die Dächer auf Gebäudeebene aggregiert, die Adresse und der Warmwasserbedarf aus dem Wärmeatlas auf Gebäude des Solarkatasters zugeordnet und daraus das Solarthermiepotenzial ermittelt. Ausgeschlossen werden Gebäude, die laut Solarkataster als ungeeignet gelten, z. B. unpassende Ausrichtung der Dachflächen oder Einschränkungen denkmalgeschützter Gebäude²¹.

Die möglichen zu erzeugenden Solarthermie-Energiemengen werden über eine Aggregation der globalen Strahlung und Dachflächen auf Adressebene für geeignete Gebäude bestimmt. Mit einem Gesamtwirkungsgrad von 60 % und der Berücksichtigung von 80 % der Brutto-Dachfläche wird das mögliche Wärmepotenzial aus der Globalstrahlung berechnet. Um die Sinnhaftigkeit der Ergebnisse zu erhöhen, wird das Solarthermiepotenzial auf 50 % des Warmwasserbedarfs des adressscharfen Wärmeatlas gedeckelt.

Als Ergebnis wird ein Potenzial von in Summe: 34,2 GWh/a ermittelt. Dabei wird durch die oben genannte Deckelung das Potenzial sehr stark beschränkt. Ohne diese Deckelung liegt das theoretische Potenzial bei 4.157 GWh/a. Der große Unterschied zwischen dem gedeckelten und dem ungedeckelten Potenzial ist unter anderem auf die vergleichsweise großen Dachflächen bei gleichzeitig niedrigen Warmwasserbedarfen von Nichtwohngebäuden zurückzuführen.

Zusätzlich ist bei der Nutzung der Dachflächen für Solarthermie die Nutzungskonkurrenz zu PV-Anlagen zu berücksichtigen. PV-Anlagen in Kombination mit Wärmepumpen stellen i. d. R. die kostengünstigere Versorgungsoption dar.

Die nachfolgende Grafik zeigt die baublockbezogene kartografische Darstellung in MWh/ha.

²¹ <https://www.mhkbd.nrw/themenportal/denkmalenschutz-und-pflege-rechtlicher-rahmen>

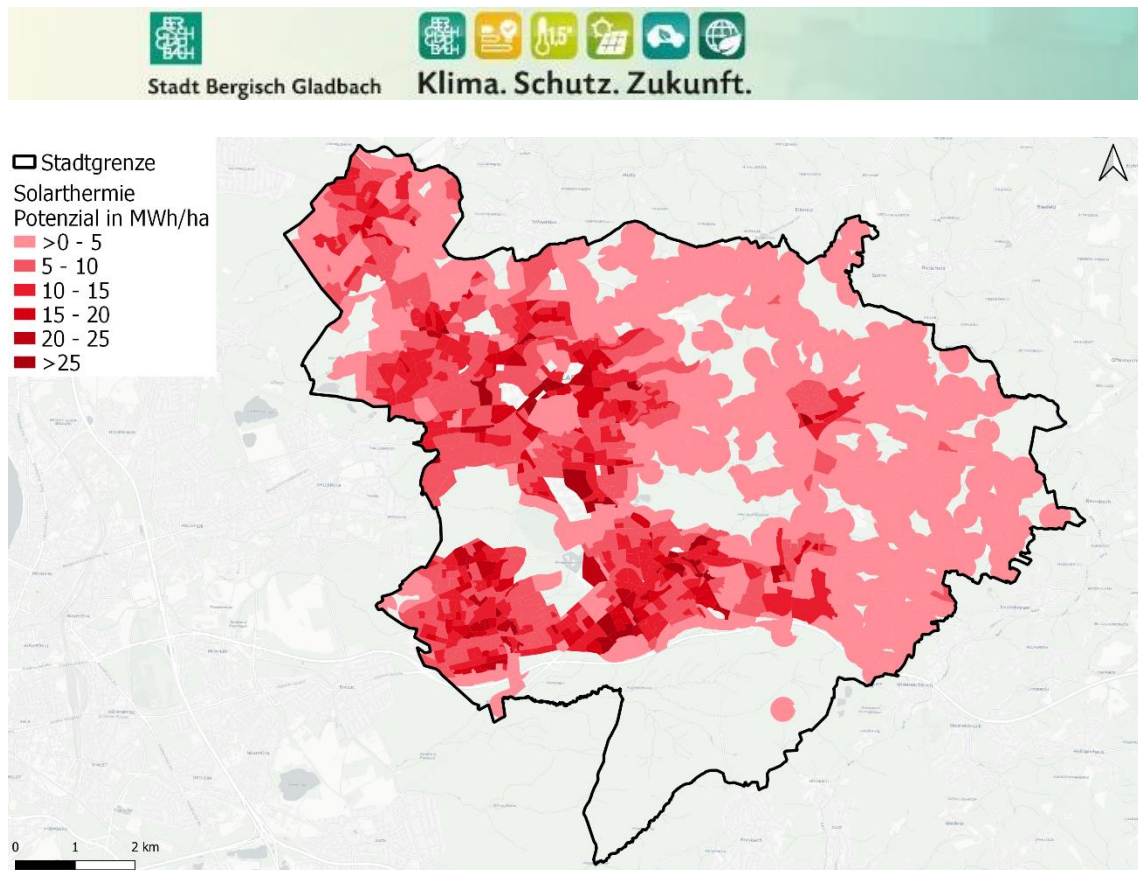


Abbildung 28: Potenzial Dachflächen-Solarthermie¹

2.3.2.1.2 Freiflächen-Solarthermie und Saisonspeicher in Bergisch Gladbach

Grundsätzlich ergab eine GIS-Analyse der Flächen anhand ihrer Nutzungsart im Stadtgebiet von Bergisch Gladbach viele Flächen, die theoretisch für eine solarthermische Anlage in Frage kommen könnten. Dabei wurden die Typen Ackerland, Grünland, Unland/Vegetationslose Flächen und Verkehrsbegleitflächen in Betracht gezogen. Parkplätze wurden aufgrund der zu kleinen Größe nicht berücksichtigt, da hier das Potenzial von vergleichsweise großen Freiflächenanlagen untersucht wurde. Diese liegen jedoch meist in größerer Entfernung zu bebauten und für Wärmenetze geeigneten Gebieten. Für die Potenzialanalyse wurde angenommen, dass Gebiete für den Aufbau eines Wärmenetzes in Frage kommen, wenn sie in maximal 500 Metern Entfernung zu Straßenzügen mit einer Wärmeliniedichte von mindestens 3.000 kWh/m und einem Wärmebedarf von mindestens 300 MWh/a liegen. Zusätzlich wurde angenommen, dass eine geeignete Freifläche mindestens 1 Hektar (entspricht 10.000 m²) groß sein sollte. Um geometrisch ungeeignete Flächen auszuschließen, wird angenommen, dass zum Aufbau einer Freiflächenanlage mindestens ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 50 m in die Fläche hineinpassen muss. Des Weiteren wurden Flächen in Wasserschutzgebieten und FFH-Gebieten ausgeschlossen. Diese sind im Anhang in Abbildung 82 aufgezeigt. Naturschutzgebiete wurden ebenfalls bei der Flächenbetrachtung ausgeschlossen. Diese Flächen liegen allerdings ausschließlich außerhalb der identifizierten Freiflächen, wodurch sich das Flächenpotenzial nicht verringert hat.

Auf dieser Basis wurden in einer GIS-Auswertung 400 ha (4 Mio. m²) an theoretisch nutzbaren Flächen identifiziert, dargestellt in Abbildung 29. Unter der Annahme, dass hiervon 20 % (des theoretischen Flächenpotenzials) tatsächlich genutzt werden können, ergibt sich ein reduziertes Flächenpotenzial von 80 ha (800.000 m²) und daraus mit dem spezifischen solaren Ertrag je Kollektorfläche (Röhrenkollektor)²² für Bergisch Gladbach ein Wärmepotenzial von 187 MW bzw. 125 GWh/a.

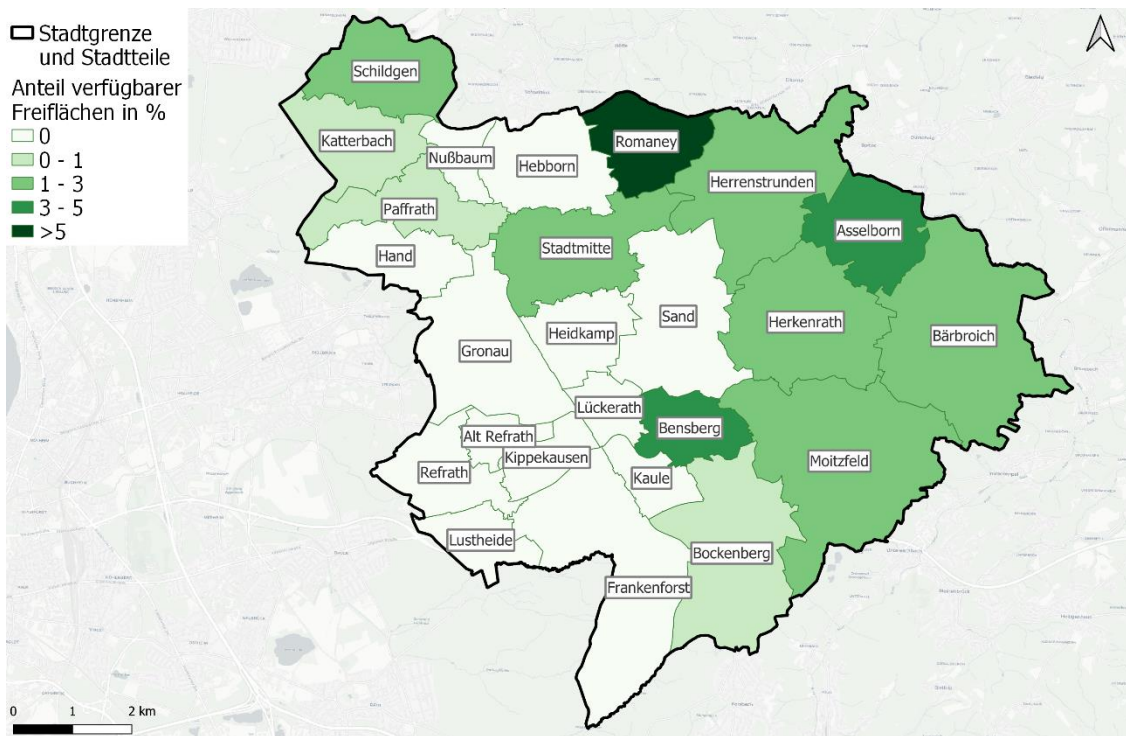


Abbildung 29: Potenzielle Freiflächen für die Wärmezeugung in Bergisch Gladbach¹

Insgesamt sind die ermittelten Flächenpotenziale gering und haben in den dargestellten Stadtteilen (mit einer Ausnahme) nur Anteile von 0 bis max. 5 %. Wieviel dieses Flächenpotenzials davon unter Berücksichtigung des sommerlichen Wärmebedarfs eines potenziell mit einer Solarthermieanlage versorgten Gebiets tatsächlich sinnvoll genutzt werden kann, muss in einem nachfolgenden Arbeitsschritt detailliert untersucht werden. Bislang sind im Flächennutzungsplan keine Flächen für Solarthermie-Freiflächenanlagen gesichert. Im weiteren Prüfverlauf potenziell geeigneter Flächen müssten dann insbesondere die Umweltaspekte, aber auch Aspekte der Stadtentwicklung und -planung, im Detail geprüft werden und mit dem überragenden öffentlichen Interesse am Ausbau der Erneuerbaren Energien abgewogen werden. Bei einer potenziellen Realisierung dieser Anlagen ist der planungstechnische Ablauf zu beachten, u. a. erforderliche Bauleitplanung. Da Freiflächen-Solarthermie in Flächenkonkurrenz zu Freiflächen-Solar-PV steht, ist hier eine gemeinsame Flächenbetrachtung und -bewertung erforderlich.

²² Datenbasis: AGFW-Leitfaden Solarthermie, 2021

Unter der Annahme einer Versorgung aller Gebiete mit einer Wärmeliniendichte > 3.000 kWh/m (Wärmebedarf von 437,7 GWh) und einer 10-prozentigen Deckung dieses Bedarfs aus zentraler Solarthermie (üblicher Erfahrungswert) erscheint maximal eine Leistung von 65 MW und damit die Nutzung von ca. einem Drittel des oben ermittelten Flächenpotenzials sinnvoll. Hierbei wurde bereits vorausgesetzt, dass Kurzzeitwärmespeicher eingesetzt werden, um solare Wärme von den Mittags- in die Abend- und Morgenstunden zu verlagern oder ein bis zwei Tage ohne Sonneneinstrahlung überbrücken zu können.

Um Solarthermie nicht nur zur Warmwasserbereitung, sondern auch für größere Anteile an der Gebäudeheizung einsetzen zu können, sind saisonale Wärmespeicher erforderlich. Diese speichern die überschüssige Wärme im Sommer ein, um sie in der kalten Jahreszeit zu nutzen. Diese Technologie benötigt jedoch weitere große Flächen. Aufgrund ihrer hohen Kosten ist sie derzeit i. d. R. nicht wirtschaftlich umsetzbar.

Außerdem arbeiten Langzeitwärmespeicher erheblich effizienter, wenn sie in Kombination mit niedrigen Netztemperaturen betrieben werden, was wiederum gut wärmegeämmte Gebäude zur Voraussetzung hat. Aufgrund der Wärmeverluste sinkt die Speichertemperatur im Zeitverlauf. Eine effiziente Lösung ist die Kombination mit einer Wärmepumpe, um die Speichertemperaturen relativ niedrig halten und die Verluste verringern zu können.

Bei einem Einsatz von saisonalen Wärmespeichern wird zusätzliche Fläche für den Speicher benötigt, wodurch die pro Fläche erzeugbare Wärmemenge sinkt.

Mit saisonalen Wärmespeichern kann i. d. R. ein erheblich höherer Anteil des grundsätzlich meist großen solarthermischen Wärmepotenzials auch wirklich genutzt werden.

Unter der Annahme, dass 30 % der Fläche für den Wärmespeicher benötigt wird und 20 % Wärmeverluste entstehen, verbleibt vom o. g. Potenzial (20 % des theoretischen Flächenpotenzials) eine thermische Leistung von 131 MW und eine nutzbare Wärmemenge von 70 GWh/a.

2.3.2.2 Geothermie

Geothermie ist die Nutzung der natürlichen Wärme aus dem Erdinneren, die abhängig vom Temperaturniveau der Wärme entweder direkt genutzt werden kann oder mithilfe von Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau angehoben wird. Abhängig von der Bohrtiefe wird i. d. R. nach oberflächennahe Geothermie (bis ca. 400 Meter) und mitteltiefer und tiefer Geothermie (mehr als 400, bis zu 5.000 Metern Tiefe) unterschieden.

2.3.2.2.1 Oberflächennahe Geothermie

Bei der oberflächennahen Geothermie wird die relativ konstante Temperatur des Bodens oder des Grundwassers in geringer Tiefe (bis ca. 400 Meter) genutzt. Die Temperaturen

liegen meist zwischen 10 und 20 °C, so dass immer eine Wärmepumpe erforderlich ist, um das für Heizzwecke notwendige Temperaturniveau (i. d. R. 50 bis 70 °C im Vorlauf) zu erreichen. Vorteil ist die ganzjährig weitgehend konstante Temperatur. Dadurch werden deutlich höhere Jahresarbeitszahlen (JAZ) der Wärmepumpe erreicht als bei außen-temperaturabhängigen Wärmequellen wie Luft oder Flusswasser.

Erdsonden-Wärmepumpen

Die Wärme wird i. d. R. mit Erdwärmesonden gewonnen. Diese bestehen aus vertikalen Bohrungen, in die Rohre eingeführt werden. Ein geschlossener Wasserkreislauf nimmt die Wärme aus dem Boden auf, um sie der Wärmepumpe zuzuführen.

Eine einzelne Erdsonde liefert nur ca. 5 kW Heizwärme (mit unten genannten Annahmen) und kann somit i. d. R. nur ein einzelnes Haus versorgen. Für die Einspeisung in ein Wärmenetz ist ein Feld von vielen Sonden erforderlich. Diese sollten einen Abstand von mindestens 10 Metern haben. Somit besteht ein **hoher Flächenbedarf**. Im Innenstadtbereich mit dichter Bebauung sind Erdsonden-Wärmepumpen daher kaum einsetzbar. Ein theoretisches Flächenpotenzial besteht weiterhin bei größeren Sportanlagen, wenn diese saniert werden. Dieser Aspekt ist bei anstehenden Sanierungen zu berücksichtigen. Daneben sind auch Erdkollektoren einsetzbar, die oberflächennah bis nur wenige Meter tief realisiert werden. Der Flächenbedarf ist jedoch noch deutlich höher als bei Erdsonden und wird daher an dieser Stelle nicht vertiefend betrachtet.

Zentrale Nutzung von oberflächennaher Geothermie:

Für die Potenzialabschätzung **zentraler Nutzung oberflächennaher Geothermie** wurden folgende Annahmen getroffen:

- Bohrtiefe 100 Meter mit einer mittleren Temperatur von 11,5 °C
- Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe bei 70 °C mittlerer Vorlauftemperatur: 2,93
- 2.000 Vollbenutzungsstunden
- Mittlere Wärmeleitfähigkeit: 2,6 W/mK

Unter der Annahme, dass für die Einspeisung in ein Wärmenetz dieselben Flächen genutzt werden können, die auch für die Solarthermie nutzbar sind, ergibt sich ein Potenzial von 34 MW bzw. 69 GWh/a.

Hierbei ist zu beachten, dass die Flächen nur i. d. R. **entweder für Solarthermie oder für Erdsonden** genutzt werden können, die Potenziale daher nicht additiv zu sehen sind. In beschränktem Maße ist je nach örtlichen Voraussetzungen auch eine Doppelnutzung der Flächen möglich. Des Weiteren können Erdsonden auch für Kühlzwecke genutzt werden.

Dezentrale Nutzung von oberflächennaher Geothermie:

Für die Potenzialabschätzung **dezentraler Nutzung²³ oberflächennaher Geothermie** wurden folgende Annahmen getroffen:

- Bohrtiefe 100 Meter
- Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe: 3,5
- 2.000 Vollbenutzungsstunden
- Entzugsleistung: 40 W/m

Unter der Annahme, dass der Wärmebedarf mit Geothermie versorgbar ist, ergibt sich ein Potenzial von 354 MW bzw. 707 GWh/a, was 72 % des Wärmebedarfs in Bergisch Gladbach entspricht. Die kartografische Darstellung der Potenziale ist in Abbildung 30 dargestellt. Auch in diesem Anwendungsfall können Erdsonden für Kühlzwecke genutzt werden.

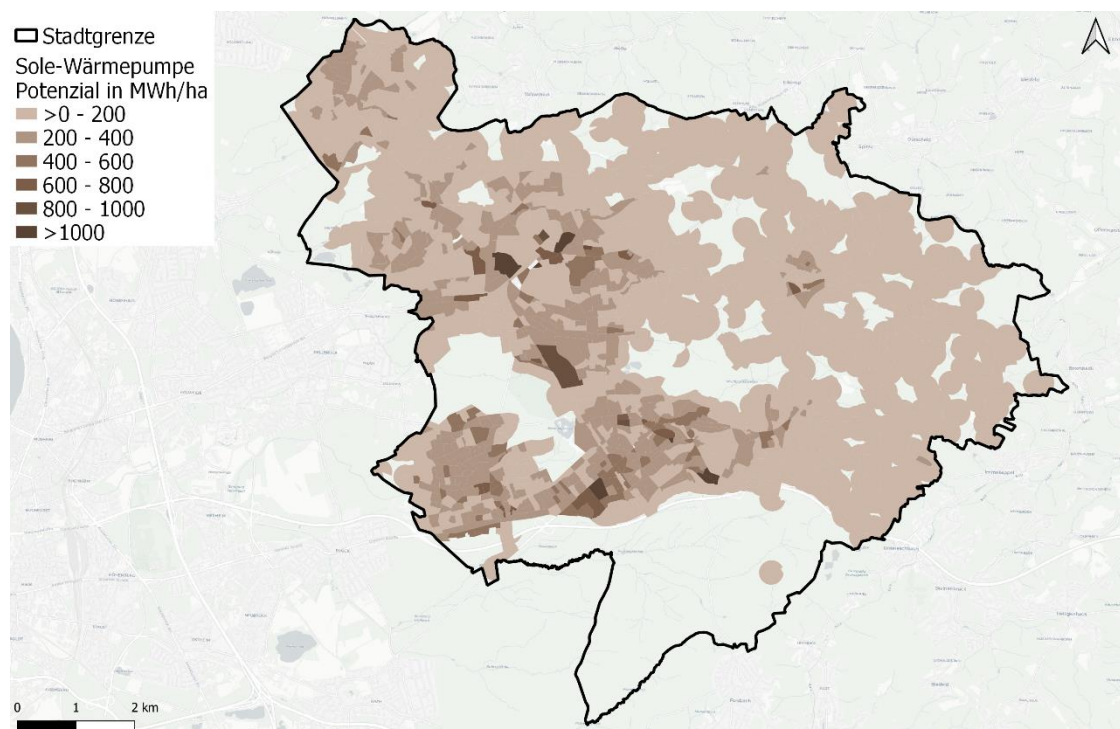


Abbildung 30: Potenzial dezentraler Sole-Wärmepumpen in Bergisch Gladbach¹

Grundwasser-Wärmepumpen

In Bergisch Gladbach existiert eine Reihe von Grundwasserbrunnen, die die 2021 stillgelegte Papierfabrik Zanders mit Wasser versorgten.

Die folgenden Informationen sind einer Studie der Stadt Bergisch Gladbach zur künftigen Energieversorgung des Stadtviertels auf dem ehemaligen Zanders Areal entnommen und wurden teilweise aktualisiert:

²³ Von dezentraler Nutzung wird im Allgemeinen bei Wärmeversorgungs-lösungen von Einzelgebäuden gesprochen.

Das Grundwasser wird mit Saugbrunnen dem Boden entnommen. Dann wird dem Wasser Wärme entzogen und das entnommene Wasser wird wieder abgeleitet.

Die Firma Zanders betreibt seit jeher ein komplexes Grundwasserbrunnensystem auf dem Stadtgebiet von Bergisch Gladbach, um das Werk mit Brauchwasser zu versorgen. In der Innenstadt befinden sich die miteinander durch ein Stollensystem verbundenen Brunnen 3, 6 und 7 (Tenkhoff/ Buchmühle/ Paas) sowie die Brunnen 4/5 (Rosengarten). Um den Grundwasserstand in der Innenstadt niedrig zu halten und die Kellergeschosse vor Vernässungen zu schützen, wird derzeit über das Brunnensystem Tenkhoff/Buchmühle/Paas eine Gesamtmenge von etwa 110 m³/h gefördert. Die Brunnen 4 und 5 im Rosengarten fördern nur noch eine geringe Menge, um die Vernässung des Untergrunds zu reduzieren. Es besteht jedoch das Potenzial, die Fördermenge (vorbehaltlich des zu beantragenden Wasserrechts) zu erhöhen, indem die Brunnen 4 und 5 im Rosengarten wieder in Betrieb genommen werden und/oder das Grundwasserniveau weiter abgesenkt wird. Dadurch könnte eine Entnahme wie zu Produktionszeiten der Papierfabrik von circa 250 m³/h erreicht werden.

Weitere Brunnen befinden sich in Herrenstrunden (Brunnen 1/8). Diese liegen etwa 4,5 km vom ehemaligen Werksgelände entfernt. Derzeit wird hier ein Mindestabfluss von circa 20 m³/h verzeichnet. Jedoch könnte durch eine Wiederinbetriebnahme des Brunnens 8 eine höhere Fördermenge ermöglicht werden, was eine sinnvolle Ergänzung zur Versorgung des Areals mit Grundwasser darstellt. Um eine sichere Versorgung zu gewährleisten, wäre die Erneuerung der Wasserleitung zwischen Herrenstrunden und dem Pumphaus Paas (eine 100 Jahre alte DN 350 Graugussleitung) essenziell.

Die mittlere Temperatur des Grundwassers beträgt ca. 11 °C. Unter der Annahme einer Nutzung über 8.000 Stunden im Jahr und einer mittleren Vorlauftemperatur von 70 °C ergibt sich bei einer Jahresarbeitszahl von 2,9 ein **Wärmepotenzial** für Wärmepumpen in Höhe von **33,1 GWh/a**. Diese Potenzialabschätzung sollte durch detailliertere Untersuchung der Temperaturverhältnisse weiter validiert werden.

Brunnen Nr.	3, 6, 7	4, 5	1, 8	Summe
Thermische Leistung Wärmepumpe [MW]	1.480	1.439	1.221	4.141
Wärmepotenzial [MWh/a]	11.843	11.514	9.771	33.127

Tabelle 3: Thermische Leistung und Wärmepotenzial der Grundwasserbrunnen

Dieses Potenzial eignet sich prinzipiell für eine Einspeisung in Wärmenetze. Im Energiegrundkonzept wurde in der Vorzugsvariante (zentrale Wärmeversorgung) für das zukünftige Stadtviertel auf dem Zanders Areal eine Fördermenge von 110 m³/h unterstellt (Brunnen 3, 6 und 7). Um zusätzliche Gebiete auf Basis der Grundwasserwärmenutzung zu versorgen, müssten deshalb stillgelegte Brunnen wiedereröffnet werden.

2.3.2.2.2 Tiefe und mitteltiefe Geothermie

Die tiefe und mitteltiefe Geothermie umfasst Systeme, bei denen die geothermische Energie über Tiefbohrungen mit Tiefen von 400 bis zu 5.000 Metern erschlossen wird und deren Energie entweder direkt (d. h. ohne Niveauanhebung der Temperatur) oder unter Einsatz von Wärmepumpen genutzt werden kann. Das Wärmepotenzial ist i. d. R. sehr groß und ganzjährig mit gleichmäßiger Temperatur verfügbar. Die Erschließung ist jedoch sehr aufwändig. Insbesondere kann das Potenzial erst nach Durchführung von Tiefbohrungen genauer bestimmt werden. Diese Bohrungen kosten bereits mehrere Millionen Euro.

Nach Aussagen des Geologischen Dienstes muss davon ausgegangen werden, dass in Bergisch Gladbach keine wasserführenden Schichten für die Realisierung eines hydrothermalen Systems in größerer Tiefe zu erwarten sind. Die Erschließung des geothermischen Wärmepotenzials würde somit den Einsatz der petrothermalen Tiefengeothermie (Hot-Dry-Rock-Technik – HDR) erfordern.

Die HDR-Technologie wurde bisher nur in wenigen Pilotprojekten realisiert und kann heute noch nicht als ausgereifte Technik betrachtet werden. Bei petrothermalen Verfahren wird durch gezielte, hydraulische Stimulation im kristallinen Grundgebirge eine Wasserdurchlässigkeit erzeugt. Dabei besteht ein Risiko für die Auslösung seismischer Erschütterungen. Es laufen Forschungsprojekte zur Reduzierung dieses seismischen Risikos.

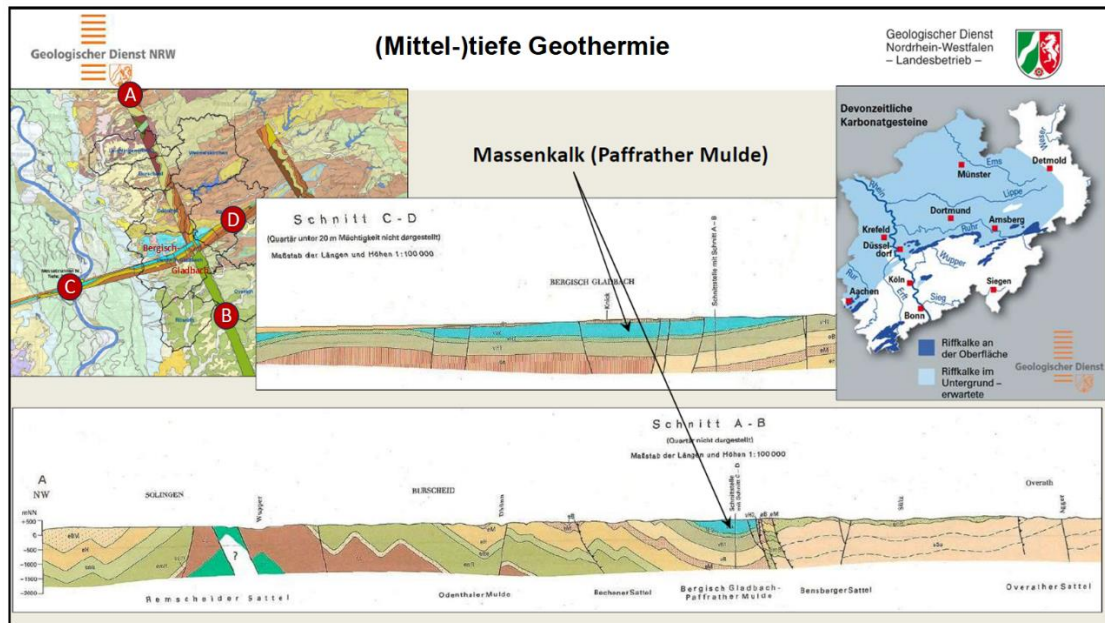
Auch diese Technologie wird vom Geologischen Dienst für Bergisch Gladbach kritisch gesehen, da hierfür harte Gesteine benötigt werden.

Ein neues, von der Firma Eavor entwickeltes Verfahren („Eavor-Loop“) arbeitet mit einem geschlossenen Wasserkreislauf. Hierfür werden zwei Bohrungen bis auf eine Ablenkentiefe niedergebracht. Von dort aus werden mehrere parallel verlaufende Schleifen über Förder- und Injektionsbohrung angebunden. Spalten und Klüfte des Umgebungsgesteins werden dauerhaft verschlossen, sodass ein geschlossenes System geschaffen wird. Das Verfahren ist jedoch bisher nur in kleinen Maßstäben getestet und befindet sich noch im Entwicklungsstadium.

Eine geologische Besonderheit ist die sogenannte Paffrather Mulde, eine wasserführende Schicht aus Kalkstein in einer Tiefe bis zu ca. 500 Metern. Diese durchquert das Stadtgebiet von Bergisch Gladbach in südwest-nordöstlicher Richtung. Eine bereits abgesenkte Bohrung in diesem Gebiet ergab einen Zielhorizont aus wasserführendem Kalkstein in einer Tiefe von 172 bis 284 m. Aufgrund der relativen geringen Tiefe handelt es sich hier nicht um klassische „Tiefe Geothermie“, sondern eher um „mitteltiefe“ oder sogar „oberflächennahe“ Geothermie. Diese wäre aber mit der für hydrothermale Tiefe Geothermie üblicherweise verwendeten Technologie zu erschließen. Die Temperaturen liegen hier im Bereich von 10 bis 16 °C. Quantitative Aussagen zum Potenzial können derzeit nicht getroffen werden. Hierfür sind weitere Untersuchungen mit weiteren

Explorationsbohrungen erforderlich. Der Vorteil der mitteltiefen Geothermie besteht vor allem in einem deutlich geringeren Flächenbedarf gegenüber oberflächennaher Geothermie durch eine deutliche Reduktion der Anzahl der Bohrungen.

Diese Wärmequelle scheint aber für Bergisch Gladbach die vielversprechendste Möglichkeit einer Nutzung geothermischer Energie zu sein.



(Quelle: Geologischer Dienst NRW)

Abbildung 31: Paffrather Mulde

2.3.2.3 Biomasse

Gemäß LANUV-Potenzialstudie NRW aus 2014 waren die vorhandenen Potenziale für Wärme aus fester Biomasse in 2014 bereits fast vollständig realisiert, so dass generell in NRW kaum noch energetisch nutzbare Mengen an Biomasse verfügbar sind. Hier wurden organische Abfälle aus Land-, Forst- und Abfallwirtschaft betrachtet. In Einzelfällen kann es dennoch lokale ungenutzte Potenziale geben, die vor Ort ermittelt werden müssten.

Gemäß Aussagen der zuständigen Abteilungen der Stadtverwaltung Bergisch Gladbach sind auch in Bergisch Gladbach keine freien Potenziale zur Nutzung von insbesondere holzstämmiger Biomasse vorhanden.

In der Nachbarkommune Odenthal wird derzeit eine Machbarkeitsstudie zur Nutzung regional verfügbarer Biomasse erstellt. Möglicherweise könnte diese auch einen Beitrag zur Gas- oder Wärmeversorgung in Bergisch Gladbach leisten. Hierzu liegen jedoch noch keine konkreten Informationen vor.

Biomassenutzung wird daher für die Versorgung von Wärmenetzen nicht weiter in Betracht gezogen.

Bei der dezentralen Nutzung²⁴ wird aber der Einsatz von Holz-Pellets ein geringes Potenzial darstellen, denn die Treibhausgaswirkung bei einer überregionalen Beschaffung von Pellets ist in diesem Falle zu berücksichtigen, da lokale oder regionale Potenziale eher begrenzt sind. Insbesondere als Ersatz für Heizöl- oder Flüssiggasanlagen wird hier ein eher punktueller Zubau als realistisch gesehen.

2.3.2.4 Umweltwärme

2.3.2.4.1 Fließgewässer

In Bergisch Gladbach gibt es keinen größeren Fluss, aus dem Wärme entnommen werden könnte. Lediglich einige Bäche könnten theoretisch genutzt werden. Zu folgenden Bächen liegen Messwerte zu Durchfluss und Temperatur vor:

- Strunde
- Frankenforstbach
- Mutzbach
- Saaler Mühlenbach

Für die Potenzialabschätzung wurden folgende Annahmen getroffen:

- 20 % des Durchflusses werden genutzt
- Abkühlung dieses Massenstroms um 5 K
- Maximale Abkühlung des Baches auf eine Mindesttemperatur von 4 °C
- Mittlere Vorlauftemperatur 70 °C
- Auslegung der Wärmepumpen auf ca. 6.500 Vollbenutzungsstunden (unter der Voraussetzung, dass die Wärme auch im Sommer voll genutzt werden kann).

Unter diesen Annahmen ergeben sich die in Abbildung 32 dargestellten theoretischen Wärmeerzeugungspotenziale und Wärmeleistungen.

²⁴ Von dezentraler Nutzung wird im Allgemeinen bei Wärmeversorgungs-lösungen von Einzelgebäuden gesprochen.

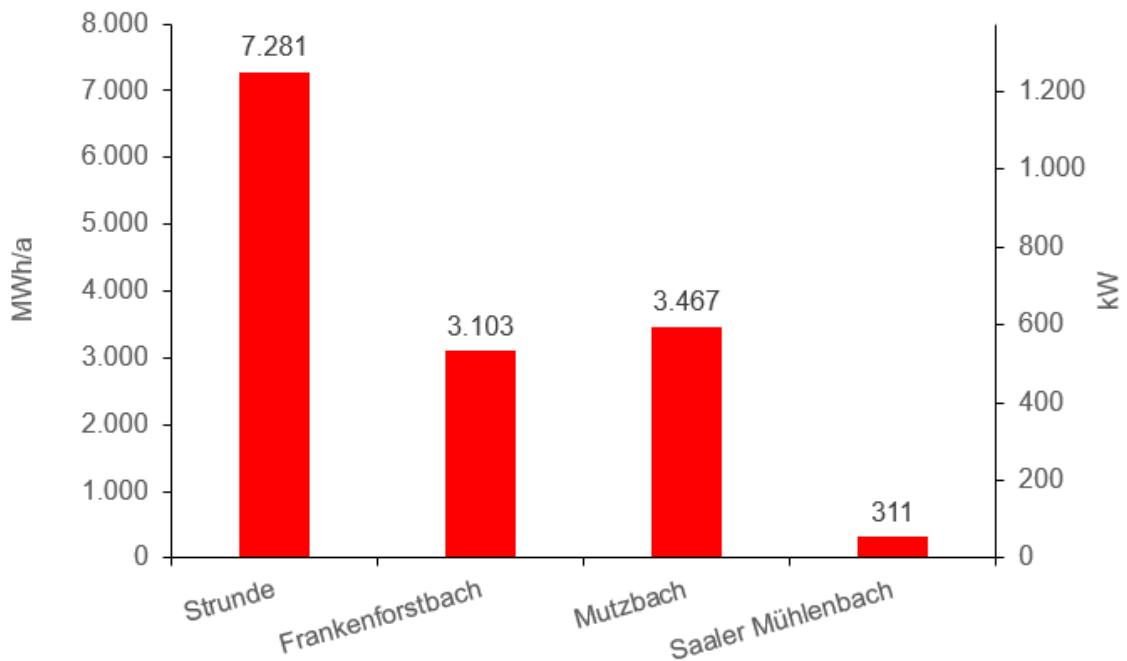


Abbildung 32: Theoretisches Wärmeerzeugungspotenzial aus Bächen

Für die Potenzialermittlung wird angenommen, dass im Winter der Bach nicht unter 4 °C abgekühlt werden darf. Wenn die Bachtemperatur bereits vor Wärmeentzug die 4 °C unterschreitet, kann keine Wärme entnommen werden.

Insgesamt ergibt sich aus den Bächen ein Wärmeerzeugungspotenzial von ca. 2 MW bzw. 14 GWh pro Jahr für eine Nutzung in Wärmenetzen. Das Potenzial ist zunächst als rein theoretisches Potenzial zu interpretieren. Bei der Strunde ist beispielsweise zu beachten, dass aktuell die Grundwasserbrunnen durch einen Überlauf in die Strunde ableiten. Sollte die Förderung des Grundwassers erhöht werden verringert sich die Überlaufmenge und somit der Durchfluss in der Strunde. Zudem muss noch eine Prüfung der genehmigungsrechtlichen Fragestellungen erfolgen, insbesondere hinsichtlich möglicherweise betroffener Schutzgebiete.

2.3.2.4.2 Luft

Eine Luft-Wärmepumpe nutzt die Umgebungsluft als Wärmequelle. Da Luft überall verfügbar ist, können Luft-Wärmepumpen unabhängig von anderen Wärmequellen wie Geothermie, Fluss, Abwärme fast überall errichtet werden. Sie sind i. d. R. einfacher und mit geringeren Investitionskosten zu installieren als andere Arten von Wärmepumpen, da sie keine Erdbohrungen oder den Zugang zu geothermischen Ressourcen erfordern. Der Flächenbedarf für das Außengerät ist im Vergleich zu Erdsonden-Wärmepumpen oder Solarthermie sehr gering. Luft-Wärmepumpen können sowohl für die Beheizung einzelner Gebäude eingesetzt werden als auch als Großanlagen in Fern- und Nahwärmenetzen.

Hauptnachteil ist der Effekt, dass der Wärmeertrag von der Außentemperatur abhängt und daher im Winter am niedrigsten und im Sommer am höchsten ist. Die Wärmebedarfskurve ist genau gegenläufig. Gerade bei extremen Minustemperaturen nutzt die Wärmepumpe kaum noch Umweltwärme, so dass dann zusätzlich andere Wärmeerzeuger, z. B. Stromdirektheizungen, eingesetzt werden müssen. Dennoch können mit Luft-Wärmepumpen in unseren Breiten hohe Jahresarbeitszahlen erreicht werden, insbesondere wenn die geforderten Vorlauftemperaturen für die dezentrale Heizung oder für ein Wärmenetz niedrig sind.

Aufgrund des geringen Flächenbedarfs und der quasi unendlich verfügbaren Wärmequelle Luft ist das im Prinzip unendliche theoretische Potenzial nur durch individuelle lokale Restriktionen begrenzt, z. B. begrenzter Platz für die Aufstellung der Anlagen oder hohe Lärmschutzanforderungen. Diese Einschränkungen wirken allerdings gerade im urbanen Raum stark. Bei einem Einsatz von Luftwärmepumpen für Wärmenetze ist daher abhängig von der Lage der potenziellen Wärmenetze eine detaillierte Flächenanalyse notwendig oder alternativ die Berücksichtigung von zusätzlichen Sekundärmaßnahmen zum Schallschutz.

Zur Ermittlung des Potenzials der dezentralen Nutzung von Umweltwärme aus der Luft wurde folgendes Vorgehen gewählt:

In einer GIS-Analyse wird die Umgebung der Gebäude untersucht. Mögliche Restriktionen sind vor allem mögliche Aufstellorte für die Außeneinheit, die auch die Abstandsbeschränkungen und Lärmemissions-Grenzwerte einhalten (In NRW gibt es zwar keinen Mindestabstand, hier wird jedoch auch 3 m Abstand zur Grundstücksgrenze angesetzt, um Grenzwerte der Geräuschemissionen und die Rücksicht auf den Nachbarn zu antizipieren).

Im Weiteren erfolgt eine statistische Analyse, wo wahrscheinlich ein Außengerät aufstellbar ist. Dies ermöglicht keine verlässliche Aussage je Gebäude, da die genauen Bedingungen vor Ort nicht bekannt sind, aber auf viele Gebäude aggregiert (Straßenzug oder Baublock) sind valide Aussagen möglich.

Als aggregiertes Ergebnis zeigt sich ein Potenzial in Summe von 662,5 GWh/a. Dies entspricht etwa 68 % des gesamten Wärmebedarfs im Status quo.

Die nachfolgende Grafik zeigt die baublockbezogene Darstellung in MWh/ha.

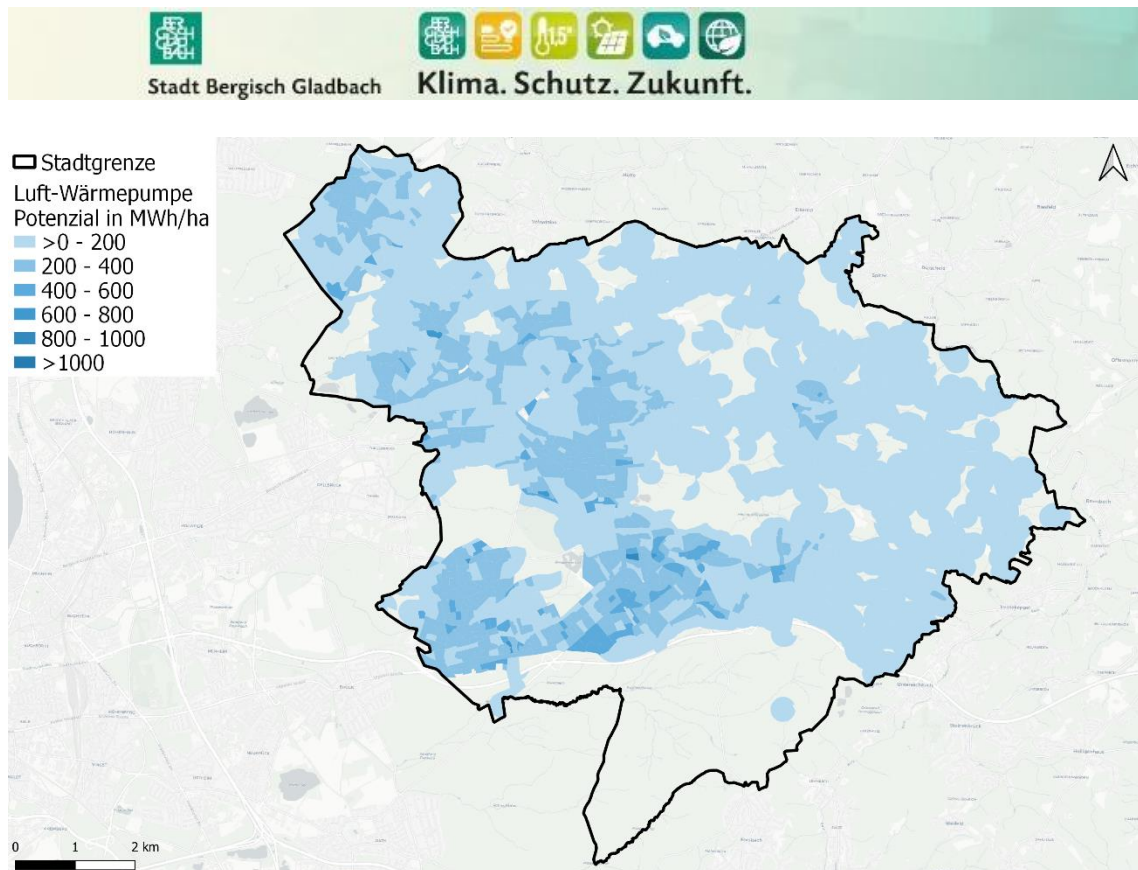


Abbildung 33: Potenzial Luft-Wärmepumpe in Bergisch Gladbach¹

Dabei zeigt sich ein hohes Potenzial v. a. dort, wo auch der Wärmebedarf hoch ist, aber die Bebauung nicht zu dicht ist.

2.3.2.5 EE-Strom zur Wärmeerzeugung

Die meisten Wärmequellen aus Erneuerbaren Energien liefern keine ausreichenden Temperaturen, um sie direkt zu nutzen. Mittels Wärmepumpen muss das Temperaturniveau durch Stromeinsatz angehoben werden. Damit die Wärmeerzeugung vollständig treibhausgasneutral ist, muss auch der eingesetzte Strom vollständig aus Erneuerbaren Energien erzeugt werden. Der Strommix in Deutschland wird derzeit bereits zu mehr als 50 % aus Erneuerbaren Energien erzeugt (2023: 56 % lt. Stat. Bundesamt). Dieser Anteil soll gemäß den im EEG 2023 formulierten Zielen weiter ansteigen auf 80 % in 2030 und 100 % in 2040. Somit wird der Strom im Zeitverlauf immer grüner und langfristig vollständig treibhausgasneutral.

Dasselbe gilt für Strom, der in Elektrokesseln direktelektrisch in Wärme umgewandelt wird. Hierbei entsteht jedoch ein höherer Stromverbrauch als bei Wärmepumpen, da Strom die alleinige Energiequelle ist und keine Umwelt- oder Abwärme genutzt wird. Elektrokessel können jedoch für die Spitzenlast und in Stunden mit überschüssiger Energie aus Erneuerbaren Energien sinnvoll sein.

Durch den Einkauf von Grünstrom für strombetriebene Wärmeerzeuger kann bereits heute Wärme erzeugt werden, die als „treibhausgasneutral“ deklariert werden kann. Für

die Energiewende insgesamt ist dies jedoch ohne Bedeutung. Hierfür ist allein entscheidend, dass EE-Anlagen gebaut werden.

Als lokale Energiequelle für Strom, der zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden könnte, kommt praktisch nur Windenergie und aufgrund der gegenläufigen Profile (Wärmebedarf v. a. im Winter vs. Stromerzeugung v. a. im Sommer) eingeschränkt Solarenergie (Photovoltaik, PV) in Frage. Im Stadtgebiet Bergisch Gladbach ist jedoch gemäß LANUV-Energieatlas kein Windenergiepotenzial vorhanden²⁵.

Im Rahmen dieser Studie wurde daher auch eine grobe Abschätzung lokaler PV-Potenziale für Freiflächen vorgenommen. Hierbei wurde eine GIS-Analyse der in Frage kommenden Flächen durchgeführt. Die bereits für Solarthermie identifizierten Flächen (Nähe zu potenziellen Wärmenetzen, siehe Kapitel 2.3.2.1.2) wurden abgezogen. Es verbleibt ein theoretisches Flächenpotenzial von 10,6 Mio. m², auf dem prinzipiell PV-Anlagen errichtet werden könnten. Diese teilen sich folgendermaßen auf:

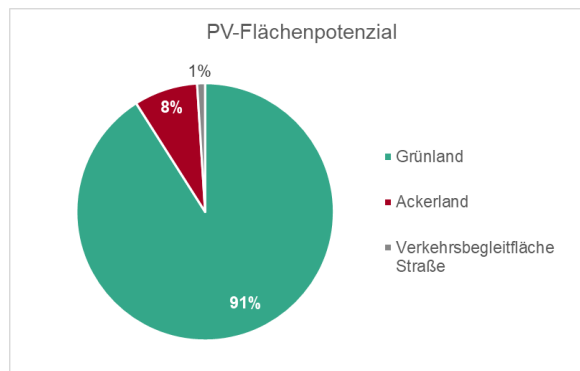


Abbildung 34: Freiflächenpotenziale für PV-Anlagen nach heutiger Nutzungsart

Unter der Annahme, dass tatsächlich 20 % dieser Flächen nutzbar sind, ergibt sich ein Potenzial von 2,1 Mio. m², auf denen theoretisch eine PV-Leistung von 212 MW errichtet werden könnte. Damit könnte mit der mittleren Solareinstrahlung von Deutschland (Mitte) 233 GWh/a Strom erzeugt werden.

Die Potenzialstudie des LANUV zu Erneuerbaren Energien weist ein PV-Freiflächenpotenzial von 19 GWh/a aus. Im Gegensatz zur vorangegangenen Potenzialanalyse wurden hierbei nur Flächen in Betracht gezogen, die eine Förderung gemäß EEG erhalten können. Dies sind beispielsweise Flächen im Randstreifen von Autobahnen oder Parkplätze.

Diese sind aber für die Wärmeerzeugung in Bergisch Gladbach nur in geringem Maße nutzbar, da die Lastgänge von Erzeugung und Bedarf jahreszeitlich gegenläufig sind. Darüber hinaus wird der PV-Strom aus Freiflächenanlagen wegen der wirtschaftlichen Gesichtspunkte i. d. R. in das Stromnetz eingespeist, um die Förderung nach EEG zu erhalten. Dann steht er für die Wärmeversorgung nicht direkt zur Verfügung. Für eine

²⁵ Vgl. auch Sachlicher Teilplan Erneuerbare Energien der Bez.Reg. Köln

treibhausgasneutrale Wärmeversorgung spielt lokal erzeugter PV-Strom praktisch keine Rolle.

Für Strom aus Windkraft gilt dasselbe, auch wenn ein größerer Anteil des Windstroms zu Zeiten erzeugt wird, zu denen auch ein Wärmebedarf besteht. Aber es ergibt keinen Sinn, hierfür teure Direktleitungen zu bauen, um diesen Strom physikalisch zu den Verbrauchern in Bergisch Gladbach zu transportieren. Erzeugungsprofil und Bedarfsprofil passen auch hier nicht zusammen. Somit muss mit Überschuss- und Fehlmengen gehandelt werden. Der Gesamtbedarf an Strom kann niemals allein durch Windenergie gedeckt werden. Wird der Strom aus Windkraft und PV in das Stromnetz eingespeist, sorgt er dafür, dass der Netzstrom in ganz Deutschland grüner wird. Allein das ist entscheidend.

Dachflächen PV

Neben dem Potenzial für Freiflächen-PV wird auch das dezentrale Potenzial zur Erzeugung von Solarstrom ermittelt. Als Datengrundlage dient das Solarkataster des Rheinisch-Bergischen Kreises auf Gebäude- und Dachebene, erfasst werden die:

- Dachfläche der Gebäude in m²
- Eignung des Gebäudes für Photovoltaik
- Globale Strahlung auf Dachflächen in kWh/m² pro Jahr

Als weitere Datengrundlage dienen die Adressen des adressscharfen Wärmeatlas.

Bei der Auswertung wird die globale Strahlung auf die Dächer auf Gebäudeebene aggregiert, die Adresse aus dem Wärmeatlas auf Gebäude des Solarkatasters zugeordnet und daraus das PV-Potenzial ermittelt. Ausgeschlossen werden Gebäude, die laut Solarkataster als ungeeignet gelten, z. B. unpassende Ausrichtung der Dachflächen, Einschränkungen denkmalgeschützter Gebäude²⁶.

Die möglichen zu erzeugenden PV-Energiemengen werden über eine Aggregation der globalen Strahlung und Dachflächen auf Adressebene für geeignete Gebäude bestimmt. Mit einem Gesamtwirkungsgrad von 20 % und der Berücksichtigung von 80 % der Brutto-Dachfläche wird das Stromerzeugungspotenzial aus der Globalstrahlung berechnet.

Als Ergebnis wird ein Potenzial von in Summe 1.274 GWh/a ermittelt, da es jede geeignete Dachfläche inkl. Garagen umfasst und auch je Dachflächengröße im Vergleich zum Stromverbrauch der Gebäude stark überdimensionierte Anlagen angenommen werden können. Eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Auslegung würde ein deutlich geringeres Potenzial aufzeigen, da insbesondere in Wohngebäuden PV-Anlagen auf deutlich geringere Anteile an der Dachfläche ausgelegt werden.

Im Vergleich dazu weist die Potenzialstudie des LANUV zu Erneuerbaren Energien ein PV-Aufdachpotenzial von 450 GWh/a aus. Das Potenzial wurde dabei auf der Basis von

²⁶ <https://www.mhkbd.nrw/themenportal/denkmalschutz-und-pflege-rechtlicher-rahmen>

24 repräsentativen Modellregionen von NRW bestimmt und auf alle Gebäude des Landes hochgerechnet. Dabei wurden Anteil nutzbarer Dachflächen auf Basis der Sonneneinstrahlung begrenzt. Zusätzlich wurden im Gegensatz zur vorangegangenen Potenzialanalyse Korrekturfaktoren für Flachdächer und kleinere Korrekturfaktoren zur Ermittlung der verfügbaren Dachfläche angesetzt. Deshalb weist die LANUV-Potenzialstudie bereits ein technisch nutzbares Solaraufdach-Potenzial aus, während in der vorangegangenen Potenzialanalyse ein theoretisches Potenzial ermittelt wurde.

Die nachfolgende Grafik zeigt die baublockbezogene kartografische Darstellung in MWh/ha.

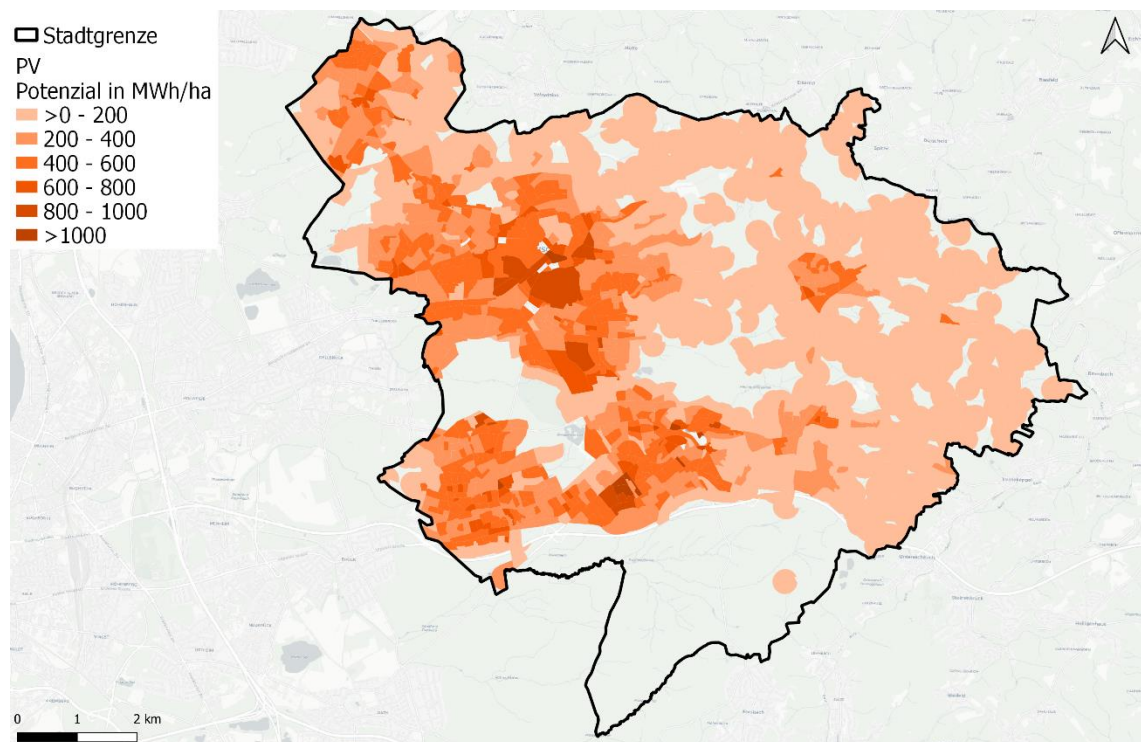


Abbildung 35: Theoretisches Potenzial Dachflächen-Photovoltaik in Bergisch Gladbach¹

2.3.2.6 Abwärme

2.3.2.6.1 Unvermeidbare industrielle Abwärme

Bezüglich des Anfalls und möglichen Energieangebots aus unvermeidbarer Abwärme wurde eine Befragung der bedeutendsten Unternehmen in Bergisch Gladbach durchgeführt. Von den im Rahmen des Stakeholder-Workshops versandten Fragebögen wurden 8 mehr oder weniger vollständig beantwortet.

Vier Unternehmen geben an, dass Abwärme mit ca. 50 °C vorhanden sei, liefern jedoch keine Mengenangaben. Unter der Annahme, dass 20 % der eingesetzten Brennstoffmengen als Abwärme nutzbar gemacht werden können, würde sich bei Anhebung des Temperaturniveaus auf 70 °C in Summe über diese Unternehmen ein Wärmepotenzial von 4,8 GWh/a ergeben.

Ein Abwärmepotenzial lässt sich aus einem geplanten Elektrolyseur ableiten, das jedoch stark von der zur Verfügung stehenden Höhe der Abwärmetemperatur abhängt.

Zu weiteren industriellen Standorten stehen noch keine bewertbaren Daten zur Verfügung. Diese werden erst zum Ende des Jahres 2024 gemäß der aktuellen Frist des EnEfG bereitstehen, zu der große Verbraucher ihre unvermeidbaren Abwärmemengen zu nennen haben.

Aus Bädern ergeben sich keine nennenswerten Abwärmepotenziale. Einzelne Standorte sind im Rahmen von Einzelfallprüfungen auch für eine Eignung einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung separat zu untersuchen.

Insgesamt ergibt sich damit, dass, falls die genannten Quellen alle erschlossen würden, insgesamt ein Wärmepotenzial aus industrieller Abwärme von ca. 10,4 GWh/a für Wärmenetze nutzbar gemacht werden könnte. Es ist jedoch sehr unsicher, ob dieses Potenzial tatsächlich erschlossen werden kann. Es ist für die Nutzung jeder potenziellen Quelle eine Einzelfallprüfung durchzuführen.

2.3.2.6.2 Abwärme aus Abwasser

Eine Abwasser-Wärmepumpe nutzt die Wärmeenergie aus Abwasserquellen wie Abwasserkanälen, Abwasserleitungen, Kläranlagen oder industriellen Abwässern.

Der wesentliche Vorteil von Abwasser als Wärmequelle ist die relativ konstante Temperatur, die ganzjährig zur Verfügung steht. Die Wärmepumpe erreicht daher auch im Winter, ähnlich wie bei oberflächennaher Geothermie, relativ hohe Leistungszahlen (Coefficient of Performance oder COP). Der COP ist ein Maß für die gegenwärtige Effizienz einer Wärmepumpe, während die Jahresarbeitszahl ein Maß für die Effizienz der Wärmepumpe innerhalb eines ganzen Jahres ist.

Bei dem Entzug von Wärme aus Abwasserkanälen ist zu berücksichtigen, dass sich niedrige Abwassertemperaturen im Winter negativ auf die Abbauleistung der Kläranlage auswirken. Bei Überlegungen zur Nutzung von Wärme aus dem Schmutzwassernetz muss daher geprüft werden, ob sich die Zulauftemperatur des Abwassers zur Kläranlage dadurch relevant ändert. Hinzu kommt der Reinigungsaufwand der Wärmetauscher im Kanal. Bei Nutzung des Ablaufes der Kläranlage wird der Klärprozess nicht negativ beeinflusst und auch die Reinigung beschränkt sich auf den üblichen Bedarf. Zudem stehen hier größere Wassermengen konzentriert auf eine Wärmequelle zur Verfügung.

Für Bergisch Gladbach wurden die Abwasserströme aus dem Klärwerk Beningsfeld der Jahre 2020 bis 2023 hinsichtlich Abwasseranfall und Temperatur analysiert.

Thermodynamisch idealer Entnahmepunkt für die Wärme wäre zwischen Schacht S5 (Filtration der Kläranlage) und der Einleitstelle in den Rechtsrheinischen Kölner Randkanal (RKRK) (Pkt. 24, Abbildung 36) und damit vor einer Vermischung des gereinigten Abwassers mit Regenwasser.

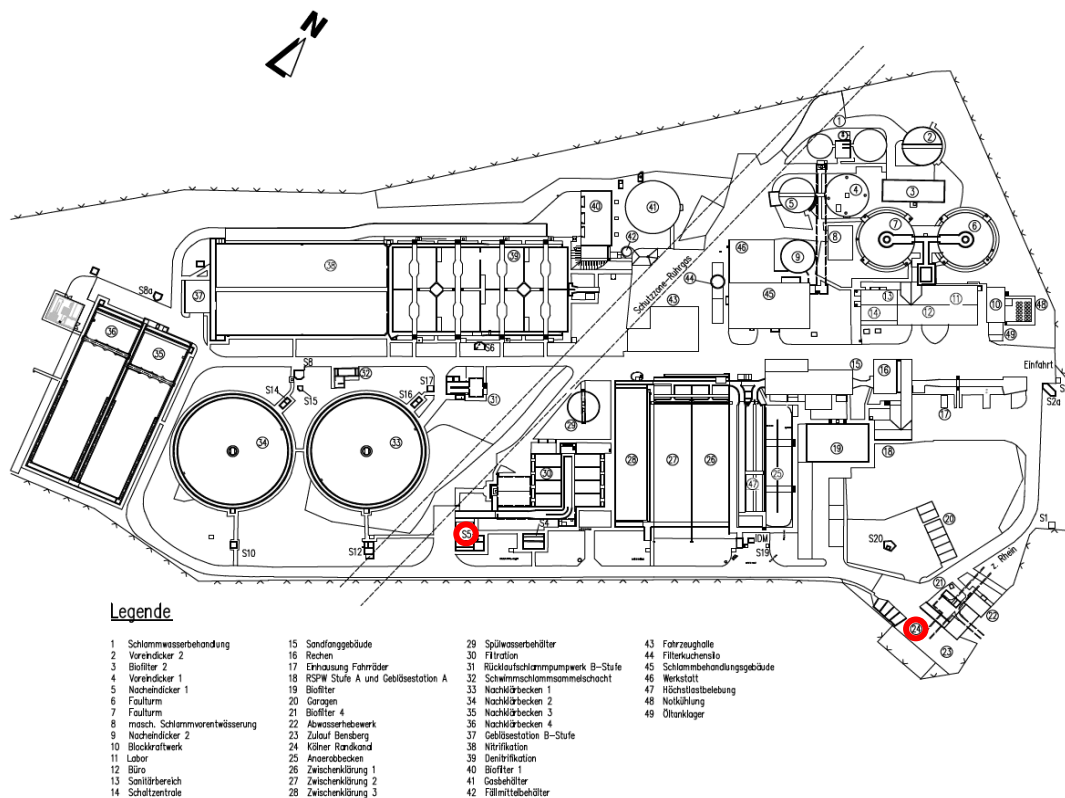


Abbildung 36: Klärwerk Beningsfeld

Unter Berücksichtigung der stündlichen Abwassermengen und -temperaturen ergibt sich bei einer angenommenen Auskühlung bis zu einer Abwassertemperatur von 4°C und einer mittleren Vorlauftemperatur von 70 °C das in Abbildung 37 dargestellte theoretische Leistungsangebot einer Wärmepumpe.

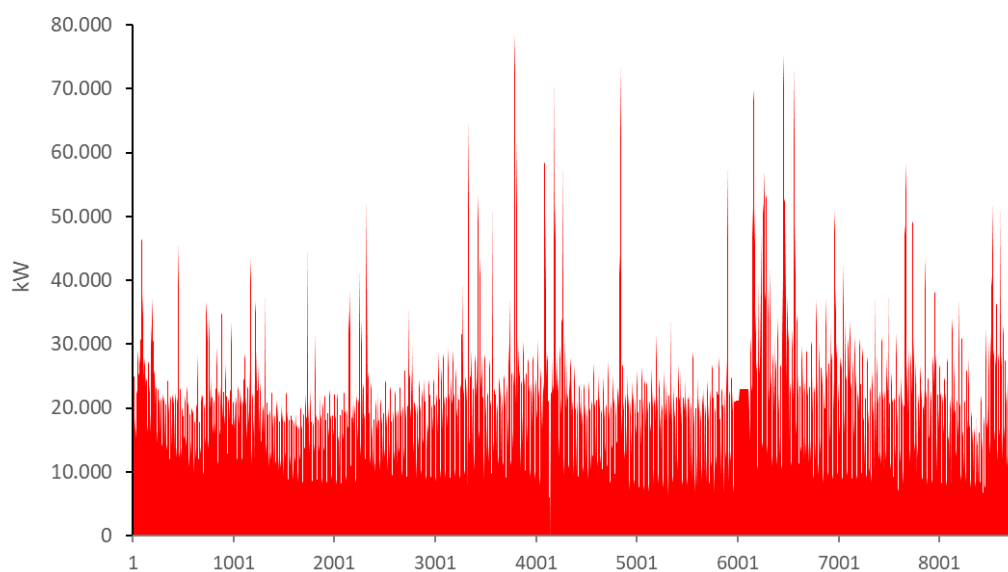


Abbildung 37: Theoretische Leistung einer Abwasser-Wärmepumpe im Abwasserstrom des Klärwerks Beningsfeld für das Jahr 2022

Die Wärmepumpe würde jedoch üblicherweise nicht auf die maximal zur Verfügung stehenden Leistung ausgelegt werden, weil sie diese Leistung nur vereinzelt in wenigen Stunden liefern könnte, sondern auf einen deutlich niedrigeren Wert, um ausreichend hohe Vollbenutzungsstunden und somit eine höhere Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Eine sinnvolle Auslegung würde bei 15 bis maximal 30 MW liegen. Bei 20 MW ergeben sich 7.500 Vollbenutzungsstunden im Mittel über den Betrachtungszeitraum von 2020 und 2023, vorausgesetzt, die Wärme kann im Sommer auch vollständig genutzt werden. Somit ergibt sich ein **theoretisches Wärmepotenzial von 150 GWh/a**.

Diese Menge kann jedoch voraussichtlich nicht komplett in Wärmenetzen genutzt werden. In vertiefenden Untersuchungen oder Machbarkeitsstudien ist zu klären, ob das Wärmepotenzial aus dem Klärwerk in noch zu erschließenden Wärmesenken genutzt werden kann. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass ein kleiner Teil des ermittelten Potenzials bereits für ein aktuelles Energiekonzept eines Bürogebäudes des Abwasserwerks eingeplant ist (44 kW).

Die Abwassernutzung im Zanders-Konzept

Im vorliegenden Energiekonzept für das Zanders-Gelände wurde ein Potenzial zur Entnahme von Wärme aus einem Abwasserkanal in Höhe von 600 kW ermittelt. Dies entspricht bei einem COP von 2,9 einer Wärmepumpenleistung von 800 kW. Das Abwasser am Einlauf der Kläranlage wird dadurch im Mittel um 0,7 °C abgekühlt. Dies ist aus Sicht des Kläranlagenbetreibers für eine einzelne Anlage im Abwasserzulauf der Kläranlage noch vertretbar. Sollten jedoch zukünftig mehrere Wärmetauscher mit vergleichbarer Leistung im Stadtgebiet betrieben werden, wären negative Auswirkungen auf die Kläranlage zu erwarten.

Das zuvor ermittelte Potenzial am Ablauf der Kläranlage wird durch den Wärmeentzug aus dem Abwasserkanal für Zanders in der genannten Größenordnung nur marginal beeinflusst, weil der um 0,7 °C abgekühlte Einlauf nur in wenigen Stunden zu einer zusätzlichen Unterschreitung der Mindesttemperatur von 4 °C führt.

2.3.3 CO₂-neutrale Gase

Im Bereich der Nutzung von Gasen können CO₂-neutrale Gase bzw. für eine Übergangszeit auch eine Mischung von Gasen betrachtet werden.

Die CO₂-neutralen Gase werden in diesem Bericht wie folgt definiert (für die gesetzlichen Definitionen sei auf das Wärmeplanungsgesetz und das Gebäudeenergiegesetz verwiesen):

- Biogas: Biogas wird durch die Fermentierung von biologischen Stoffen, wie Mais-silage, Gülle o. ä. in einer Biogasanlage produziert. Es besteht zu annähernd gleichen Anteilen aus Methan und CO₂ und kann, in Biogas-BHKWs eingesetzt, direkt für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden. Da das enthaltene CO₂ ursprünglich aus der Atmosphäre stammt und in der Biomasse gespeichert

wurde, ist das Biogas CO₂-neutral. Wichtig ist jedoch, dass bei Leckagen CO₂ und auch Methan (mit wesentlich stärkerem Treibhauseffekt als CO₂) frei werden kann und somit das Gas i. d. R. nicht treibhausgasneutral ist.

- Klärgas: Analog zu Biogas entsteht Klärgas bei der Klärung von Abwasser und kann in BHKWs genutzt werden.
- Deponiegas: Analog zu Biogas wird Deponiegas in Mülldeponien frei. Wird es konzentriert aufgefangen, kann es auch energetisch genutzt werden.
- Biomethan: Wird das CO₂, welches im Biogas enthalten ist, abgetrennt und das Gas so auf Erdgasqualität gebracht, spricht man von Biomethan. Dieses kann, bei Einhalten der notwendigen Grenzwerte, auch in das Erdgasnetz eingespeist und so von allen Endkunden genutzt werden. Für die Freisetzung von Methan gelten die Vorschriften und Grenzwerte der GasNZV, des EEG sowie der TA-Luft.
- Wasserstoff: Wasserstoff muss immer durch einen chemischen Prozess erzeugt werden, da er nicht in dieser Form natürlich vorkommt. Dabei gibt es unterschiedliche Farben, die den Herstellungsprozess aufzeigen. Für die kommunale Wärmeplanung ist v. a. der grüne Wasserstoff relevant: Grüner Wasserstoff wird per Elektrolyse aus Wasser mithilfe von erneuerbarem Strom erzeugt. Des Weiteren gibt es noch blauen (aus Dampfreformierung von Erdgas mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung), türkisen (aus Pyrolyse von Erdgas) und orangenen (hergestellt aus Biomasse oder per Elektrolyse mit Strom aus Abfallverwertung).
- Synthetisches Methan: Synthetisches Methan wird aus CO₂-neutralem Wasserstoff mit CO₂ über den Verfahrensschritt der Methanisierung hergestellt. Damit das synthetische Methan CO₂-neutral ist, muss dieses CO₂ entweder biogen Ursprungs, d. h. aus Biomasse, sein oder aus der Atmosphäre (z. B. über Direct Air Capture zur Abscheidung von CO₂ aus der Umgebungsluft) stammen.
- Grünes Methan: Dieser Begriff fasst Biomethan und synthetisches Methan zusammen.
- Grünes Gas: Dieser Terminus ist ein Sammelbegriff für jegliche CO₂-neutralen Gase.

Zusätzlich wird im späteren Abschnitt zum Teil von Mischgasen gesprochen. Diese umfassen verschiedene Mischungen, v. a. von Erdgas mit mindestens einem CO₂-neutralen Gas, um z. B. die Anforderungen des GEG zu erfüllen.

Die Potenziale CO₂-neutraler Gase werden an dieser Stelle nicht quantifiziert.

Biomethan ist aktuell nur bilanziell und in geringen Mengen verfügbar und es gibt in Bergisch Gladbach keine kurzfristig absehbaren Potenziale. Die in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigten Biomethanmengen müssen auf Landesebene aggregiert werden und ab 2030 in einem landesweiten Mengenabgleich plausibilisiert werden. Für NRW geht die Landesregierung aktuell²⁷ von einem wachsenden H₂-

²⁷ <https://www.wirtschaft.nrw/wasserstoff>

Wasserstoffbedarf für die stoffliche wie energetische Nutzung aus, der auch langfristig überwiegend durch Importe gedeckt wird. Dieser soll prioritär industriellen Anwendungen der Bereiche Stahl, Chemie, Glas, Papier etc., der Energiewirtschaft (als Substitut für herkömmliche Gaskraftwerke) und Anwendungen im Schwerlastverkehr bzw. ÖPNV zur Verfügung stehen.

Synthetisches Gas steht aktuell nicht zur Verfügung. Um die mittelfristige Verfügbarkeit abzubilden, wird daher in Kap. 3 modellbasiert der zukünftige Preis für synthetisches grünes Gas sowie eines Mischgases aus Erdgas und synthetischem Gas abgebildet. Es wird empfohlen, die grundlegenden Annahmen fortlaufend zu prüfen, spätestens alle 5 Jahre im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans.

Klärgas aus der Kläranlage wird aktuell bereits in KWK-Anlagen verbrannt. Aktuell bleiben dabei rund 250 kW der verfügbaren Wärme ungenutzt.

Deponiegas steht theoretisch am Standort der Altdeponie Birkerhof an, jedoch sind die Mengen zu gering, um diese energetisch zu nutzen, lt. einer früheren Machbarkeitsstudie.

2.4 Ergebnisse

Praktisch sind die Potenziale hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs den potenziellen Bedarfen möglicher Wärmenetze gegenüberzustellen, um den nutzbaren Anteil des Potenzials zu ermitteln.

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der ermittelten theoretischen Potenziale zur treibhausgasneutralen Wärmeherzeugung. Bei den dargestellten Potenzialen wurden bereits Auslegungen der Wärmepumpen auf sinnvolle Vollbenutzungsstunden unterstellt.

Theoretisches Wärmepotenzial (unter Berücksichtigung technischer Restriktionen)	MW	GWh/a
Zentrale Potenziale:		
Solarthermie (Freifläche)	62	41,7
Geothermie (Erdsonden) zentral + Wärmepumpe; <u>alternativ</u> zu Solarthermie	34	69
Geothermie + Wärmepumpe (Grundwasserbrunnen)	4,1	33,1
Geothermie + Wärmepumpe (hydrothermal, Paffrather Mulde)	Vielversprechendes Potenzial, noch nicht quantifizierbar, weitere Untersuchungen notwendig	
Biomasse	0	0
Umweltwärme (Bäche) + Wärmepumpe	2	14



Umweltwärme (Luft) zentral + Wärmepumpe	überall verfügbar, Restriktionen einzelfallabhängig, Wärmeangebot und -bedarf gegenläufig	
Abwärme (Unvermeidbare industrielle Abwärme) + Wärmepumpe	2,7	10,3
Abwärme (aus Abwasser) + Wärmepumpe	26	169
Dezentrale Potenziale:		
Solarthermie (Dach)	50,9	34,2
Geothermie (Erdsonden) dezentral + Wärmepumpe	354	707
Umweltwärme (Luft) dezentral + Wärmepumpe	220,8	662,5

Tabelle 4: Übersicht der theoretischen Potenziale erneuerbarer Wärme

Ein erster Austausch mit allen angrenzenden Kommunen hat stattgefunden und wird fortgesetzt. Da die Planungen aber sehr unterschiedliche Entwicklungsstadien aufweisen, sind bisher noch keine konkreten kommunenübergreifenden Potenziale identifiziert worden.

Lediglich bei der Gemeinde Odenthal gibt es erste Überlegungen Biomasse zur Vergärung in einer Biogasanlage zu verwerten. Hier könnte sich eine interkommunale Zusammenarbeit ergeben.

3 AP3: Zielszenarien und Entwicklungspfade (ENTWURF)



Aufgabenstellung: Auf welchem Weg gelingt das?



Ziel: Entwicklung Szenario zur Erreichung der Treibhausgasneutralität im Jahr 2045, konkret:

- Planung des Weges zur Treibhausgasneutralität 2045 mit „Meilensteinen“ für 2030, 2035 und 2040
- Zonierung des Betrachtungsgebietes (z.B. nach Art der Bebauung, Quartieren, Stadtvierteln oder anderen geeignete homogenisierende Clusterungskriterien mit Blick auf die Wärmeversorgung): Ausweisung der Gebiete für die entweder eine leitungsgebundene oder eine dezentrale Versorgung besonders geeignet ist.
- Zuordnung möglicher Erzeugungstechnologien

Ergebnis: Szenario zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit EE, konkret:

- Entwicklung eines Szenarios zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien zur Erreichung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung.
- Identifikation und Ausweisung von Gebieten, die sich für die leitungsgebundene Wärmeversorgung anbieten und solchen, die sich für eine dezentrale Versorgung eignen. Zusätzlich Ausweisung von „Übergangsbereichen“, für die beide Versorgungsarten in Betracht kommen.
- Durchführung bzw. Abgleich mit vorhandenen Erzeugungs- und Zielnetzplanungen
- Erstellung von „Meilensteinen“ auf dem Weg nach 2045 („Weg“)
- Ermittlung wirtschaftlicher Kennwerte als Zielgrößen (z.B. Preis/kWh für die Wärmebereitstellung) in Form von Wärmevollkostenvergleichen für eine Anzahl typischer Versorgungsfälle, die die Versorgung in der Kommune umfassend abbilden.

3.1 Aufgabenstellung

Die Ausgangslage ist geklärt (Bestandsanalyse) und die Möglichkeiten zur Zielerreichung wurden identifiziert (Potenzialanalyse). Nun ist ein Weg aufzuzeigen, der vom Status quo zum Ziel führt, wofür ein Zielszenario zu entwickeln ist und die Entwicklung zu diesem Zielszenario aufzuzeigen ist.

In welchen Gebieten können welche der identifizierten Potenziale für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung genutzt werden?

3.2 Wärmebedarfsentwicklung: Bedarfsreduktion und Restwärmebedarf über die Zeit

Ohne jeden Zweifel ist einer der größten Hebel für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung die **Bedarfsreduktion**. Jede Kilowattstunde, deren Erzeugung von vorneherein nicht erforderlich ist, hilft. Somit ist ein zentraler Baustein der gesamten Wärmeplanung, welche sich hier in den Zielszenarien und Entwicklungspfaden konkretisiert, die Identifizierung von Möglichkeiten, die Wärmebedarfe im Einzelnen und somit in Summe absolut zu minimieren. Die „Vergrünung“ des dann verbleibenden Restwärmebedarfs muss konsequent als Sekundärziel verstanden werden.

Raumwärme und Warmwasser

Mit Blick auf die Raumwärme, „das Heizen“, ist der Ansatzpunkt für diesen Hebel natürlich die Gebäudedämmung bzw. etwas weiter gefasst die **Sanierung von Gebäuden**. Hinzu kommt die Effizienzsteigerung für die Warmwasserbereitung durch z. B.

Dämmung der Verteilleitungen. Dieses Potenzial für den Gebäudebestand in Bergisch Gladbach zu bestimmen und ein Zielszenario wie auch einen Entwicklungspfad zu diesem Ziel aufzuzeigen, ist Gegenstand dieses Kapitels.

Hierfür wurde ein **Modell** entwickelt, welches auf den **Wärmeatlas** aufbaut. Auf die Zukunft ausgerichtet wird der „statische“ Wärmeatlas, der aus der Bestandsanalyse resultiert und den Status quo abbildet, sodann durch den Einbezug **weiterer Parameter** fortgeschrieben.

Diese Einflussparameter sind für die Raumwärme und Warmwasser:

- Sanierungspotenzial
- Realisierungschance
- Sanierungsrate
- Klimaeffekt

Das **Sanierungspotenzial** wird in der Potenzialanalyse ermittelt. Die **Realisierungschance** wird aus den LANUV-Daten entnommen²⁸. Beide Parameter werden jeweils normiert und gewichtet. Dadurch werden die Gebäude mit dem höchsten Potenzial (v. a. alte und unsanierte Gebäude) in Bereichen mit hoher Kaufkraft als erstes saniert. Neuere Gebäude mit wenig Potenzial werden eher später oder gar nicht saniert.

Ein Zufallsalgorithmus trägt der Unsicherheit Rechnung, dass jede Gebäudeeigentümerin und jeder Gebäudeeigentümer über Maßnahmen selbst entscheidet, sich demnach also nicht sicher voraussagen lässt, welches Gebäude wann saniert wird. Daraus ergibt sich mit den oben genannten Parametern die „Sanierungsaffinität“. Die **Sanierungsaffinität** wird für 5-Jahres-Zeiträume ermittelt (erster Zeitraum 2025-2030).

Jene Gebäude mit der höchsten unterstellten Sanierungsaffinität werden schließlich ausgewählt, um im Modell die jeweils angesetzte **Sanierungsrate** zu erreichen. Die Rate selbst wird linear steigend von heute **1 % auf 2 %** im Jahr 2045 im Modell abgebildet, vgl. auch die am 28.5.2024 in Kraft getretene Europäische Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden²⁹. Dies berücksichtigt zum einen, dass der Handlungsdruck auf Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer (bzw. allgemeiner: die Bereitschaft zu sanieren) über die Zeit ansteigen wird: Wo CO₂-Preise heute noch keinen Anreiz für die Reduktion des Energieverbrauchs geben, wird aufgrund steigender CO₂-Preise der Druck erhöht. Demnach ist es realistisch, von einer Steigerung der Sanierungsrate in der Zukunft auszugehen. Zum anderen ist die Sanierungsrate nach oben realiter begrenzt, da nicht beliebig Ressourcen für die Sanierung, konkret insbesondere Kapazitäten im Handwerk, zur Verfügung stehen.

²⁸ https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/klima/kwp/

²⁹ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401275



Abbildung 38: Abhängigkeit des Gelingens der Wärmewende von individuellen Wirtschaftlichkeitserwägungen

Erneut ist es für das Grundverständnis wichtig, dass auch hier *keine Detail-"Planung" auf Ebene einzelner Gebäude* erfolgt. Auf überlagerter Ebene – konkret für die vorherrschenden Gebäudetypen und in der Granularität der definierten Baublöcke – werden die relevanten Einflussparameter abgebildet. Die Ergebnisse werden zwar in der Bottom-up-Analyse auf einzelne Gebäude angewandt, die Zuordnung erfolgt jedoch stochastisch-probabilistisch, d. h. quasi zufällig. Der Einfluss der Zufallszahlen wurde jedoch so gewählt, dass weiterhin die relevanten Einflussparameter die Verteilung der Sanierung im Stadtgebiet definieren.

Schließlich wird im Modell ergänzend berücksichtigt, dass der Klimawandel Wirkung entfaltet und die mittleren Jahrestemperaturen steigen. Dieser "**Klimaeffekt**" wird über die Gradtagzahlen, eine in der Gaswirtschaft gebräuchliche Kennzahl etwa zur Prognose von Mengenbedarfen, operationalisiert. Es wird somit unterstellt, dass durch steigende Temperaturen, also wärmere Winter, künftig weniger geheizt werden wird. Konkret stehen die Szenarien unter der Annahme, dass allein dadurch bis 2045 der Raumwärmebedarf um 10 % zurückgeht.

Prozesswärme

Die für die Industrie erforderliche Prozesswärme findet ebenfalls Berücksichtigung. Die grundsätzliche Annahme, dass Produktionsprozesse einem Effizienzfortschritt unterliegen, wird im Modell durch eine Reduktion des Prozesswärmebedarfs von 10 % bis ins Jahr 2045 unterstellt.

Zanders-Gelände und Neubaugebiete

Die bisherige Beschreibung umfasst den aktuellen Gebäudebestand. Größere Entwicklungen, die ganze Quartiere umfassen und schon heute bekannt sind, sollten ebenso berücksichtigt werden, da sie den zukünftigen Wärmebedarf beeinflussen. So wird z. B. die Entwicklung des Zanders-Gelände nach den Konzepten der Stadt berücksichtigt. Ebenso werden Neubaugebiete basierend auf der Bevölkerungsprognose der Stadt (Entwicklungsvariante) in die Untersuchungen eingeschlossen, bei denen aus heutiger Sicht realistisch ist, dass diese bis 2045 erschlossen werden. Dabei werden Annahmen zu den Wärmebedarfen der Gebäude mit entsprechend hohem Effizienzstandard angenommen.

Die Ergebnisse der Wärmebedarfsentwicklung sind in Abbildung 39 dargestellt. Auch hier wird als dargestellte Größe nicht der Endenergieverbrauch (also die eingesetzten Energieträgermengen), sondern der Wärmebedarf verwendet. Bis 2045 reduziert sich

der Wärmebedarf von heute 978 GWh auf 751 GWh, also um 237 GWh bzw. 23 %. Dabei nimmt der Wärmebedarf v. a. aufgrund von Sanierung um 25 % ab und durch das Zanders-Gelände und die Neubaugebiete langfristig um 2 % zu³⁰.

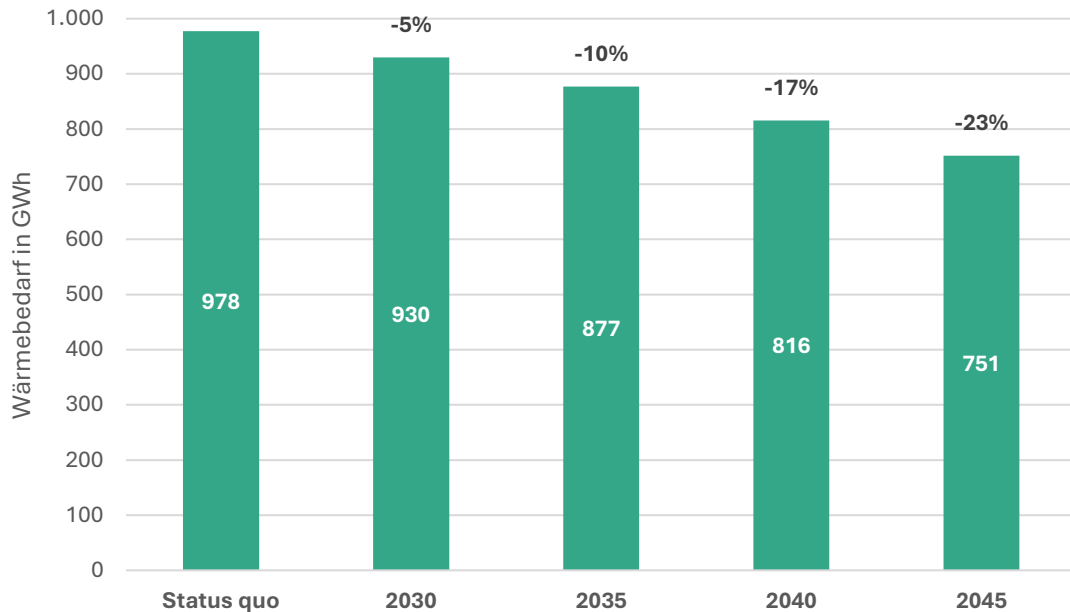


Abbildung 39: Absoluter bzw. relativer Wärmebedarfsrückgang in GWh und Prozent für Bergisch Gladbach

Im Ergebnis liegen nach der Simulation zur Fortschreibung des Wärmebedarfs mit dem Modell nicht nur die aggregierten Werte für das Untersuchungsgebiet, sondern auch die Verteilung auf Gebäude- bzw. Baublockebene vor.

3.3 Wärmebedarfsdeckung

3.3.1 Wirtschaftliche Betrachtung aus Endkundensicht

3.3.1.1 Hintergründe, Annahmen und Modellbeschreibung

Die Wärmeplanung kulminiert, wie oben gezeigt, in der effektiven Sanierungsrate. Diese wiederum wird maßgeblich von der Sanierungsaffinität, also der Bereitschaft von Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern, Dämmung zu ertüchtigen, bestimmt. Das gleiche gilt für den Heizungswechsel.

Da weiterhin noch 77 % des heutigen Wärmebedarfs in 2045 verbleiben, muss die Wärmeversorgung diesen Bedarf dann vollständig treibhausgasneutral bereitstellen. Somit muss der Großteil der heutigen Heizungen gegen grüne Technologien getauscht

³⁰ Diese Werte lassen sich nicht direkt mit vorherigen Untersuchungen vergleichen (z. B. dem IKS Bergisch Gladbach), da andere Rahmenparameter zugrunde gelegt wurden.

werden. Diese individuelle Bereitschaft der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer ist somit ganz wesentlich für das Gelingen der Wärmewende. Und hierfür sind – neben gesetzlichen Vorgaben z. B. über das Gebäudeenergiegesetz – wirtschaftliche Überlegungen mit ausschlaggebend. Denn die Investitionen sind beträchtlich und deswegen wird die Entscheidungsfindung der handelnden Personen nicht allein von Einsicht und Überzeugung zum Klimaschutz getrieben.

Eine Wärmeplanung, die also diese Wirtschaftlichkeitserwägungen außer Acht lässt, plant systematisch unrealistisch. Somit ist eine Untersuchung der Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Technologien aus Endkundensicht erforderlich. Diese bilden wir in sogenannten Kunden-Technologie-Kombinationen (KuTeK) ab.

Technisch handelt es sich bei der Analyse um eine Vollkostenbetrachtung in Anlehnung an **VDI 2067**. Hierbei werden drei Kostendimensionen in den Blick genommen:

1. Kapitalgebundene Kosten (Investition, Installation, Förderung)
2. Bedarfsgebundene Kosten (Kosten für Energieverbrauch)
3. Betriebsgebundene Kosten (Wartung und Instandhaltung)

Die **kapitalgebundenen Kosten** umfassen

- die Investition in ein neues Heizungssystem³¹,
- seine Installation bzw. den Umbau des Heizungssystems (Tausch von Ventilen und unter Umständen auch von Heizkörpern sowie hydraulischer Abgleich des Systems)
- Fördermöglichkeiten unter Berücksichtigung der Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) bzw. der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

Unter den **bedarfsgebundenen Kosten** sind die Kosten für Erzeugung der Wärme im engeren Sinne, also Brennstoff oder Strom inkl. aller Abgaben und Umlagen, zu verstehen.

Die **betriebsgebundenen Kosten** schließlich beinhalten die Kosten für Wartung und Instandhaltung der Anlagen.

Alle drei Kostenarten müssen Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer berücksichtigen, wenn sie im Rahmen einer Kalkulation abwägen, ob sie sich für eine neue Heizungstechnologie entscheiden möchten. Diese Kosten werden dann in Relation zu den erwarteten Kosten des Weiterbetriebs des bisherigen Heizungssystems gesetzt, sofern dies natürlich eine Option darstellt. Auch und insbesondere für die Auswahl aus den sich bietenden Alternativen wird sie oder er einen solchen Kostenvergleich anstellen. Dabei ist es wichtig, nicht nur die heutige Preisstruktur (v. a. der verbrauchsgebundenen Kosten) zu berücksichtigen, sondern auch zukünftige Entwicklungen wie z. B. die zu

³¹ Die Investitionskosten wurden mit den Kostenansätzen des lokalen Handwerks in Bergisch Gladbach abgestimmt. Dies beinhaltet wohlgerne nicht die Kosten für etwaige Gebäudedämmung.

erwartenden CO₂-Preis-Steigerungen oder die Erhöhung von Netznutzungsentgelten zu antizipieren (siehe Exkurs zu BET-Energiemarktszenarien unten).

In der „KuTeK-Logik“ wird „die Kundin“ bzw. „der Kunde“ durch einen Gebäudetyp repräsentiert. Im Wesentlichen handelt es sich um je drei Typen von **Einfamilien-** oder **Mehrfamilienhäusern** unterschiedlichen Alters und damit Dämmstandards.

Theoretisch – und unter Berücksichtigung des Gebäudeenergiegesetzes – stehen der Kundin bzw. dem Kunden stets mehrere Heizungstechnologien zur Verfügung.³² Dies sind die beiden gängigen Technologien der **Wärmepumpen (Luft- und Sole-Wärmepumpen)** und die beiden **Verbrennungsheizungen** mit **Pellets** (als nachwachsender Rohstoff (NaWaRo)) und mit **Gas**, heute i. d. R. Erdgas, zukünftig auch mit grünem Gas. Bei der Luft-Wärmepumpe wird auch ein Hybridgerät untersucht, welches eine Luft-Wärmepumpe mit einem Gaskessel kombiniert. Somit kann die Wärmepumpe kleiner dimensioniert werden und der Gaskessel kann bei Bedarf die Bedarfsspitzen auch mit hohen Vorlauftemperaturen decken. Dabei wird sichergestellt, dass das Hybridgerät GEG-konform ist und somit der Gaskessel nur einen kleinen Anteil der Wärmebereitstellung übernimmt. In den untersuchten Fällen entspricht dies ca. 10 %. Zusätzlich wird hier von einem steigenden Anteil von grünem Gas ausgegangen, der eingesetzt wird (angelehnt an die Werte aus GEG § 71 Absatz 9).

Für den Gaskessel werden zwei Varianten betrachtet:

Nach GEG darf vor der Frist zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung (für Bergisch Gladbach 30.06.2026) weiterhin ein Gaskessel neu eingebaut werden, der steigende Grüngasanteile nach GEG § 71 Absatz 9 einhält. Dieser Gaskessel wird im Folgenden **„Gaskessel vor kWP“** genannt und gilt als heutige Referenz.

Nach der Frist der kommunalen Wärmeplanung (für Bergisch Gladbach 30.06.2026) muss die 65 %-Regel nach GEG § 71 Absatz 1 eingehalten werden (für die Übergangsregelungen und weitere Details sei auf das Gesetz selbst und die entsprechenden Paragraphen verwiesen). Dabei muss langfristig eine Anpassung des GEG erfolgen, damit 2045 100 % grünes Gas genutzt werden kann. Hier wird eine Anhebung der Grüngasquote auf 80 % ab 2040 und 100 % ab 2045 angenommen. Dieser Gaskessel wird im Folgenden **„Gaskessel nach kWP“** genannt.

Tatsächlich eignet sich nicht jeder Heizungstyp in gleichem Maße für jeden Gebäudetyp, so dass sich dieser „theoretische Lösungsraum“ für die Praxis in Abhängigkeit vom jeweiligen Gebäudetyp verengt. In der nachfolgenden Matrix werden die Kunden-Technologie-Kombinationen dargestellt, die für die sich anschließenden Analysen zur kommunalen Wärmeplanung zugrunde gelegt werden:

³² Hierbei wird auf die gängigsten Technologien fokussiert, die v. a. im Bestand eingesetzt werden können. Nach GEG erlaubte Sonderlösungen wie Stromdirektheizungen für Passivhäuser werden nicht betrachtet.

  Stadt Bergisch Gladbach Klima. Schutz. Zukunft.					
	Typ 1: Einfamilienhaus, Neu-Bestand (EFH A+ - C)				
	Typ 2: Einfamilienhaus, Bestand (EFH D - F)				
	Typ 3: Einfamilienhaus, Alt-Bestand (EFH G - H)				
	Typ 4: Mehrfamilienhaus, Neu-Bestand (klein/mittel/groß) (MFH A+ - C)				
	Typ 5: Mehrfamilienhaus, Bestand (klein/mittel/groß) (MFH D - F)				
	Typ 6: Mehrfamilienhaus, Alt-Bestand (klein/mittel/groß) (MFH G - H)				
		Luft/Wasser- Wärmepumpe Nutzung der Umgebungsluft als Wärmequelle Ausführung als monovalentes System (Wärmepumpe als einziger Erzeuger) oder Hybridsystem (Kombination Wärmepumpe mit Gaskessel) Verfügbarkeit bei Bestandsbauten in verdichteten Gebieten häufig eingeschränkt	Sole/Wasser- Wärmepumpe Nutzung der Erdwärme als Wärmequelle über Erdsonden (-felder), Verfügbarkeit teilweise eingeschränkt, insb. in hochverdichteter Innenstadt	Holz-Pelletheizung Nutzung von Holzpellets (meist Presslinge aus Sägespänen der Möbelindustrie) hoher Platzbedarf für Pellet-Lagerung (Raumbedarf ca. 3 x größer als Heizöltank)	Gas- Brennwertkessel Nutzung von Erdgas und perspektivisch „grünem“ Gas zur Erzeugung von Wärme

Abbildung 40: Definition der möglichen Kunden-Technologie-Kombinationen (KuTeK)

Im Anhang finden sich die detaillierten Kennwerte für die einzelnen Gebäudetypen.

Für Pelletheizungen und Gaskessel werden für die Modellierung typische Wirkungsgrade verwendet. Die Annahmen zur Auslegung von Wärmepumpensystemen (Luft-Wärmepumpe, Sole-Wärmepumpe, Hybridgerät) verdienen dagegen erhöhte Aufmerksamkeit. Je nach Gebäudetyp und Sanierungsstand sind Vorlauftemperaturen und Wirkungsgrade von hoher Bedeutung für die Bewertung der Effizienz und Wirtschaftlichkeit. Die Auslegung der Systeme auf die Gebäudetypen der KuTeK orientiert sich an der Jahresarbeitszahl und dem Anteil der Gaskessel (bei Hybridsystemen). Die Ermittlung von Jahresarbeitszahlen wiederum erfolgt über Simulationen mit exemplarischen Lastgängen und Kennlinien gängiger Wärmepumpen-Hersteller für Wärmepumpen unterschiedlicher Größen.

Exkurs: BET-Energiemarktszenarien zur Entwicklung des deutschen Energiesystems

Es müssen – auch im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung – sehr grundlegende Annahmen für die Entwicklung des zukünftigen Energiesystems getroffen werden. Ohne sich auf eine solche Grundeinschätzung festzulegen, fährt sich die Planung an einem gewissen Punkt fest. Die Parameter dieser „Energiewelten“ und die Zusammenhänge sind komplex. Um diese Ungewissheit ein Stück weit fassbar zu machen, hat BET mehrere fundamentale Energiemarktszenarien entwickelt, welche jeweils einem Narrativ folgen und Annahmen über die Verwendung und Veränderung der Energieträger im Energiesystem enthalten und ebenso daraus abgeleitete relevante Preise sowie Abgaben und Umlagen auf Strom etc. umfassen. Zwei dieser Szenarien stellen auf die Erreichung der Klimaneutralität in 2045 ab, wenngleich diese auf unterschiedlichem Weg erreicht wird:

Elektronenszenario: Klimaneutralität 2045 Elektronen (KN 45-E)



Das Szenario KN 45-E nimmt den heutigen politischen Willen als Richtschnur. Die Klimaziele werden für das Jahr 2045 erreicht. Auch die Zwischenziele, insbesondere zum EE-Ausbau für die Jahre 2030 und 2035 und das Ziel von 15 Millionen E-PKW bis 2030, werden erreicht. Gleichzeitig wird ein vorgezogener Kohleausstieg im Jahr 2030 angenommen. Infolge des Ukraine-Kriegs ist die Bedeutung einer stärkeren energetischen Unabhängigkeit gewachsen. Energieimporte sollen stärker diversifiziert und durch einen forcierten Ausbau Erneuerbarer Energien und die weitere Einsparung von Energie („Effizienz“) mittel- bis langfristig reduziert werden. Dies beinhaltet, dass große Fortschritte in vielen Bereichen, z. B. Ausbau von Strom- und Fernwärmenetzen, Ausbau EE, Ausbau Ladeinfrastruktur, Effizienzgewinne, Gebäudedämmung, Nutzerverhalten, Errichtung von Backupkapazitäten, Anpassung des normativen Rahmens antizipiert werden. Gasverteilnetze werden im Endsystem nur für die Versorgung der Industrie und Energiewirtschaft benötigt. Die Gasnetznutzungsentgelte steigen sehr stark an. Der Einsatz von Wasserstoff in der Gebäudewärme erfolgt nur indirekt über die Fernwärme.

Molekülszenario: Klimaneutralität 2045 Moleküle (KN 45-M)

Die Annahme des Gelingens im Elektronenszenario ist ambitioniert – insbesondere die Effizienz (inklusive Sanierung der Gebäude) und der Ausbau der EE (Akzeptanz / Flächen), aber auch der Ausbau von Strom- und Fernwärmenetzen sowie der Hochlauf der Elektromobilität stellen immense Herausforderungen dar.

Im Szenario KN 45-M wird diesen potenziellen Schwierigkeiten stärker Rechnung getragen und angenommen, dass u. a. die Elektrifizierung der Endverbraucherinnen und Endverbraucher im Gebäude-Bereich nicht vollständig gelingt. Wasserstoff und synthetische Gase verbleiben teilweise in der Raumwärme und damit auch der Bedarf für ein reduziertes Gasverteilnetzgerüst. Die Gasnetznutzungsentgelte steigen moderat an. Der etwas langsamere Ausbau der EE führt dazu, dass die absoluten EE-Ausbauziele für 2030 verfehlt werden.

Gleichzeitig erfolgt die Elektrifizierung in den Endverbrauchssektoren langsamer. Allerdings wird Klimaneutralität in 2045 auch hier erreicht. Das Ziel einer stärkeren Importunabhängigkeit ist in dieser Welt weniger stark gewichtet und (ggü. dem Status quo stärker diversifizierte) Energieimporte spielen mittel- bis langfristig eine größere Rolle als im Elektronenszenario. Dieses Szenario bildet nicht nur einen anderen Pfad ab, sondern auch einen etwas anderen Endpunkt des technischen Systems. Allerdings ist festzuhalten, dass auch dieses Szenario eine starke Elektrifizierung und eine hohe Energieeinsparung beinhaltet.

In Abstimmung mit den Stakeholdern wurde für die Verwendung bei kommunaler Wärmeplanung in Bergisch Gladbach das **Molekülszenario als bundesweites Energiemarktszenario** ausgewählt. Das bedeutet, die Welt der Zukunft wird nicht „rein

elektrisch“ sein, sondern es wird weiterhin (grünes) Gas eine Rolle spielen. Dies hat eine Reihe Konsequenzen für die Zielformulierung und die Entwicklungspfade dort hin:

- Es rückt beispielsweise aus den KuTeK der **Gaskessel** als eine der vier Basis-Technologien weiter in den Vordergrund, als dies im Elektronenszenario der Fall gewesen wäre.
- **Grüne Gase** spielen in diesem Szenario demnach bundesweit in der Raumwärme eine bedeutende Rolle, die aber mit zunehmender Zeit abnimmt. In der logischen Konsequenz behalten **Gasfernleitungsnetze** und **Gasverteilnetze** für Erdgas bzw. grünes Methan und Wasserstoff weiterhin eine Bedeutung für die Versorgung.
- Auch im Molekülszenario wird ein Anstieg Erneuerbarer, elektrischer Energien angenommen: Der bundesweite Ausbau von **Photovoltaik** und **Windkraft** schreitet stetig voran.
- Der Wärmemarkt im engeren Sinne ist gekennzeichnet durch eine relative Zunahme des Marktanteils von **Wärmenetzen** um zwei Drittel bis zum Jahr 2045 und einem gleichzeitig starken Zuwachs an Wärmepumpen (Steigerung des Marktanteils auf 33 %). Im Vergleich zum Elektronen-Szenario, welches auf eine stärkere Elektrifizierung setzt und damit auch auf einen stärkeren Ausbau der Wärmenetze, ist also der im Moleküle-Szenario ausgewiesene Ausbau an Wärmenetzen als no-regret-Maßnahmen zu betrachten.

3.3.1.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der wirtschaftlichen Betrachtung aus Sicht der Endkundinnen und Endkunden zeigen die folgenden Darstellungen. Es sei zur Interpretation der Darstellungen angemerkt, dass die Preise nicht inflationiert sind, sondern dass es sich um „reale“ Beträge, also Werte in der Zukunft vergleichbar mit den heutigen Preisen, handelt.

Für die grünen Gase in Bergisch Gladbach wird zunächst angenommen, dass Wasserstoff über den H₂-Backbone bis in die Stadt geliefert wird, aber aufgrund des Aufwands für die Umrüstung und den Umbau des bestehenden Gasnetzes nicht direkt in das Gasverteilnetz eingespeist wird. Stattdessen wird eine Methanisierung vorgesehen, die den Wasserstoff in synthetisches Methan umwandelt (weitere Ausführungen in Abschnitt 3.3.2.2).

Preislich wird dies wie folgt berücksichtigt: Bis zur Fertigstellung des H₂-Backbones und der Methanisierungsanlage wird Biomethan als grünes Gas für die Erfüllung der Anforderungen des GEG verwendet. Während eines Übergangszeitraums wird das Biomechan sukzessive durch synthetisches Methan ersetzt. Der Großhandels-Preis für dieses Gas setzt sich dabei durch den Wasserstoff-Import-Preis und einen Aufschlag für die Herstellung und Speicherung des synthetischen Methans inkl. Preis für das benötigte CO₂ zusammen.

Da die Verfügbarkeit und der Preis grünen Gases aus aktueller Sicht nur mit groben Annahmen ermittelt werden kann, sind diese Annahmen im Rahmen der Verstetigungs- und Controllingprozesse zu validieren und die Szenarien ggf. anzupassen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt zunächst die Preisverläufe für die unterschiedlichen Energieträger, die in den betrachteten Versorgungslösungen zum Einsatz kommen. Die Preisverläufe basieren auf dem Energiemarktszenario KN 45-M. Sie beinhalten neben dem (Großhandels)-Marktpreis des Energieträgers zusätzliche Preiskomponenten wie z. B. Netzentgelte, Steuern und Abgaben, die für die lokale Nutzung des Energieträgers im Gebäude anfallen. **Die Gasnetzentgeltentwicklung wurde aus einer recht starken Reduktion der Gasmengen abgeleitet (die konsistent ist zu den Ergebnissen aus Abschnitt 3.3.4), wodurch sich die Netzentgelte real in etwa vervierfachen.**

Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die Energieträger in unterschiedlichem Umfang für die Wärmeerzeugung benötigt werden. Für die Bereitstellung einer MWh Wärme über eine Wärmepumpe ist ein geringerer Energieeinsatz (Stromeinsatz) erforderlich als bei Gasen oder Pellets in den jeweiligen Versorgungslösungen. Dieser Effekt ist in Abbildung 42 zu erkennen. Auch wenn diese Preise im Zeitverlauf Schwankungen unterliegen, so zeigt sich, dass die effektiven Veränderungen im Vergleich zu den heutigen Preisen im Rahmen bleiben. Es ergibt sich über die nächsten 20 Jahre keine Änderung der Reihenfolge der Preise: Die teureren Technologien, allen voran die Strom-basierten, bleiben die teuersten, die günstigsten, hier die Pellet-Technologien, bleiben die günstigsten. Die größte Preissteigerung erfahren die unterschiedlichen Gase:

- Erdgas (gelb gepunktet) sieht von 2025 bis 2045 eine Steigerung von 68 %, v. a. aufgrund steigender Gasnetzentgelte infolge des sinkenden Absatzes insgesamt und der steigenden CO₂-Preise.
- Der „Mischgaspreis (vor kWP, inkl. CO₂)“ (gelb gestrichelt) bildet die Anforderungen des GEG § 71 Absatz 9 ab, die für Gaskessel gelten, die nach dem 01.01.2024 und **vor** Frist der kommunalen Wärmeplanung in Bergisch Gladbach (30.06.2026) eingebaut wurden. Gut sichtbar sind die Stufen zu den Jahren 2029, 2035, 2040 und 2045 zu denen Steigerungen des Anteils grüner Gase vorgeschrieben sind. Hier ist durch den hohen Preis für grünes Methan und die steigenden Gasnetznutzungsentgelte eine Steigerung um 184 % im Vergleich zu 2025 erkennbar.
- Der „Mischgaspreis (nach kWP, inkl. CO₂)“ (gelb durchgezogen) repräsentiert den Endkunden-Gaspreis, der nach GEG § 71 Absatz 1 für neue Gasheizungen gilt, die **nach** Frist der kommunalen Wärmeplanung in Bergisch Gladbach gilt (30.06.2026). 2025 läge dieser Preis bereits 2,6 ct/kWh oberhalb des Erdgaspreises. Da 2045 auch 100 % grünes Gas (bzw. nach den oben getroffenen Annahmen in Bergisch Gladbach grünes Methan) verfeuert werden müssen, ist langfristig der gleiche Preis wie beim Mischgas (vor kWP) zu erkennen.

Holzpellets erfahren eine Preissteigerung von 22 %. Die Preise für Strom, ob als Haushaltsstrom oder für Wärmepumpen, pendeln in naher Zukunft nach unten durch, erholen sich dann jedoch ab etwa 2040 auf etwa heutigem Niveau bzw. leicht darüber.

Hervorzuheben ist, dass in 2045 der Strom für Wärmepumpen günstiger ist als grünes Methan. Dabei ist eine Wärmepumpe viel effizienter als ein Gaskessel, wodurch die bedarfsgebundenen Kosten (für Brennstoff/Strom) für die Wärmepumpe wesentlich niedriger sein werden (vgl. Abbildung 42). Dieser Aspekt wird in den folgenden Grafiken noch ersichtlicher.

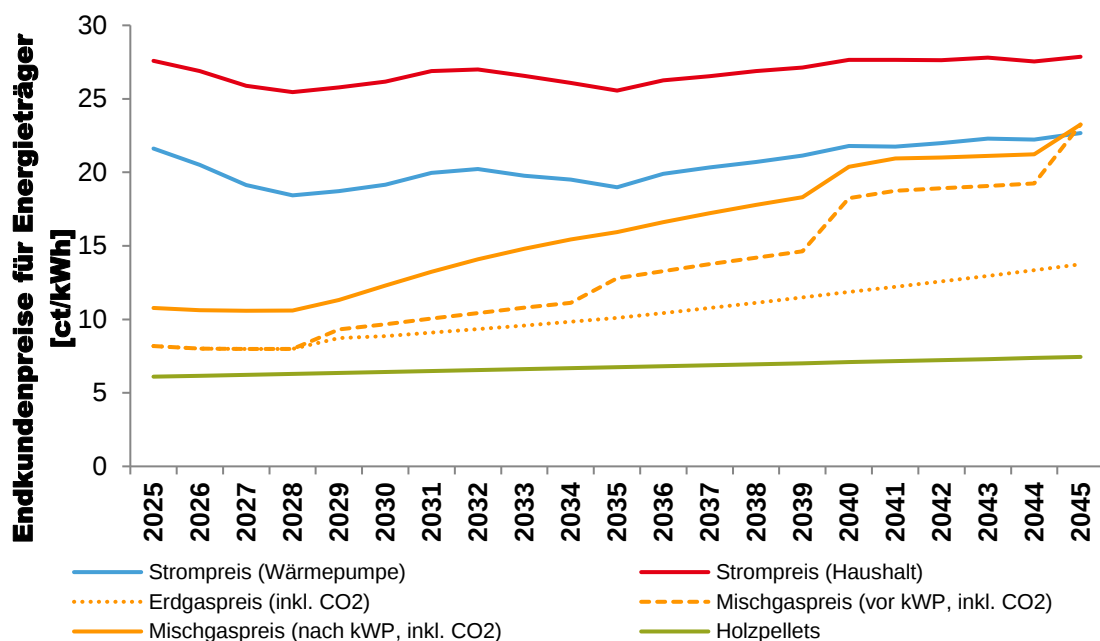


Abbildung 41: Variable Kosten der Endkunden in ct/kWh je Energieträger

In Abbildung 41 sind die variablen Kosten der Endkunden je Energieträger d. h. je kWh Gas, Strom oder Holzpellets dargestellt. Zur Vergleichbarkeit wurden diese Endkundenpreise der Energieträger über Nutzungsgrade für Heizkessel und Jahresarbeitszahlen für Wärmepumpen in Endkundenpreise je kWh erzeugter Wärme umgerechnet. Die Ergebnisse dieser Umrechnung sind in Abbildung 42 dargestellt. Die Umrechnung des Strompreises für Wärmepumpen ist in einer Bandbreite für hohe Jahresarbeitszahlen (Strompreis (Wärmepumpe) min) und niedrige Jahresarbeitszahlen (Strompreis (Wärmepumpe) max) erfolgt.

Es ist deutlich erkennbar, dass bereits im Status quo die variablen Kosten von Erdgaskesseln höher sind als die von Wärmepumpen. Während die variablen Kosten von (Misch-)Gaskesseln bis 2045 immer weiter ansteigen, verbleiben die variablen Kosten für Wärmepumpen und Pelletkesseln auf einem eher konstanten Niveau. Für eine umfängliche Bewertung müssen jedoch die Gesamtkosten betrachtet werden.

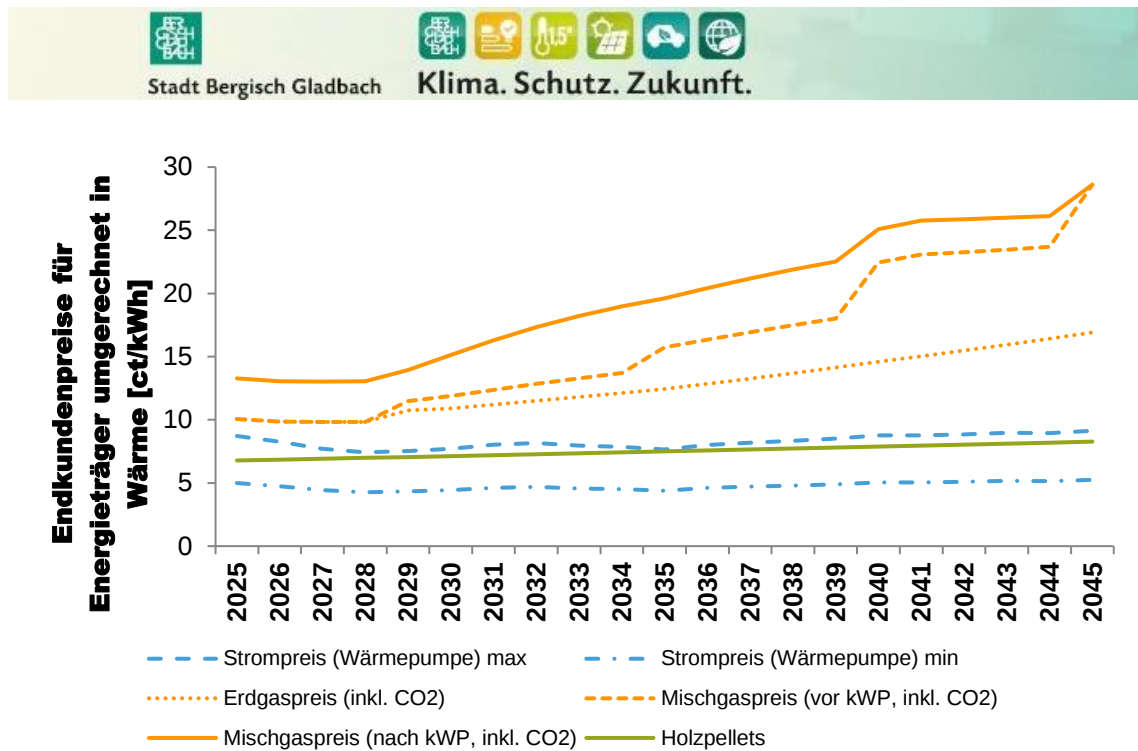


Abbildung 42: Variable Kosten der Endkunden in ct/kWh je erzeugter Wärme unter Berücksichtigung der jeweiligen Technologie

In den folgenden Abbildungen werden deshalb für ausgewählte Gebäudetypen die **Wärmevollkosten** dargestellt, d. h. diejenigen Kosten, die unter Berücksichtigung aller Kostenbestandteile für die Bereitstellung einer MWh Wärme durch die betrachtete Versorgungslösung entstehen. Dabei sind zunächst die vier in Bergisch Gladbach am häufigsten vertretenen Gebäudetypen (aufgeteilt nach Größe und Energieeffizienzklasse) dargestellt: Einfamilienhaus - D bis F, Einfamilienhaus - G bis H, kleines Mehrfamilienhaus - G bis H und Mehrfamilienhaus - D bis F. Die Darstellung der Wärmevollkosten der restlichen Typgebäude sind im Anhang in Abschnitt 5.5 zu finden.

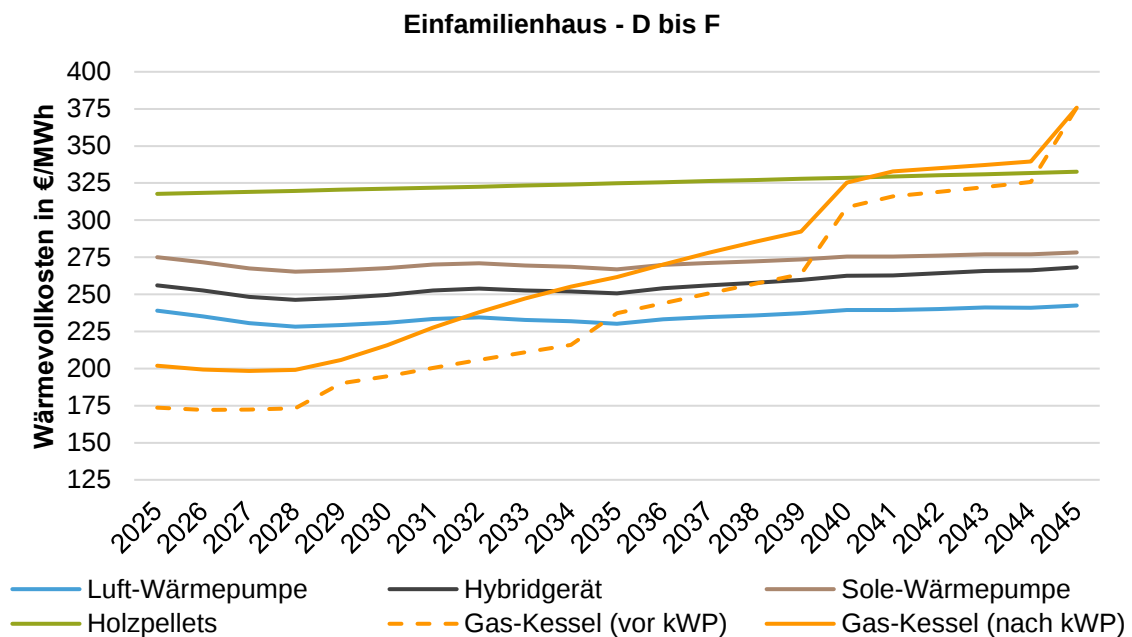


Abbildung 43: Wärmevollkosten je Technologie für ein Einfamilienhaus - D bis F (Typ 2)

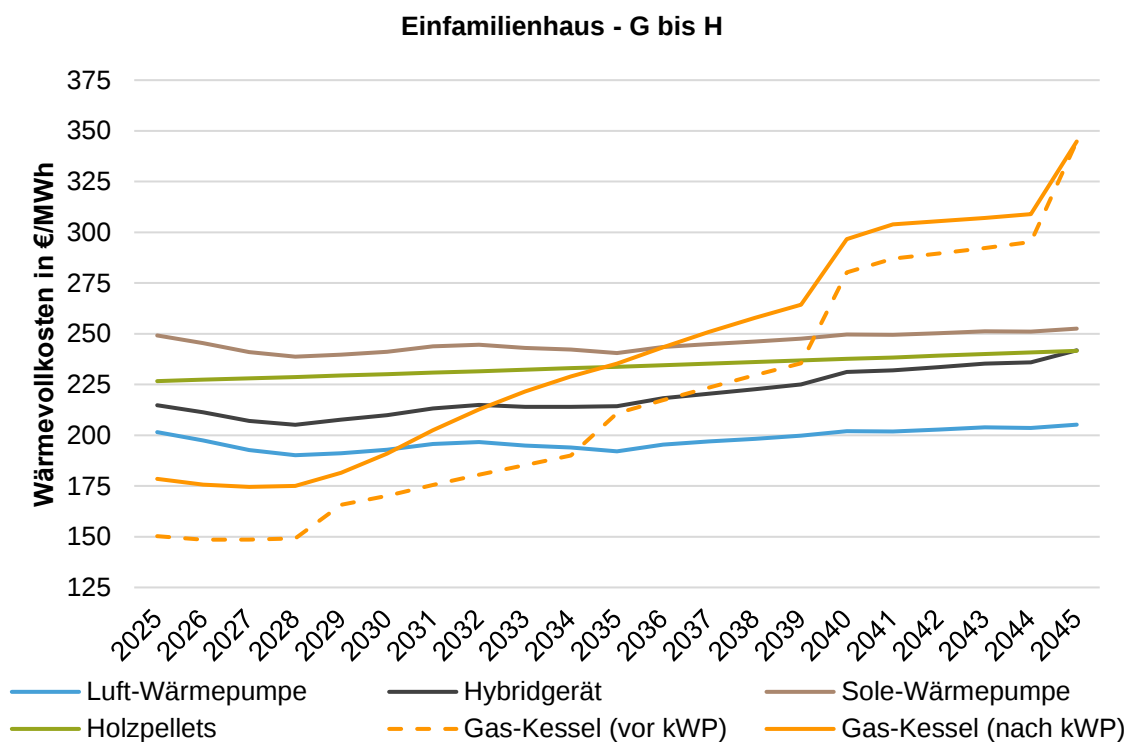


Abbildung 44: Wärmevollkosten je Technologie für ein Einfamilienhaus - G bis H (Typ 3)

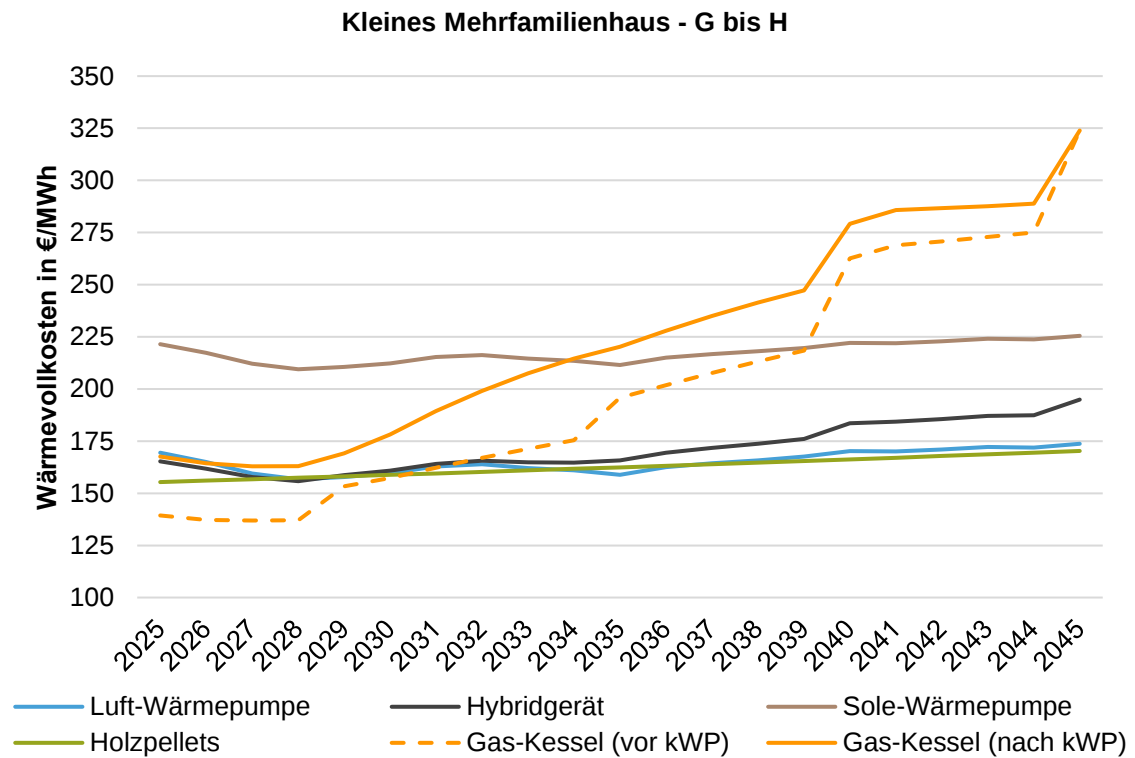


Abbildung 45: Wärmevollkosten je Technologie für ein kleines Mehrfamilienhaus - G bis -H (Typ 6)

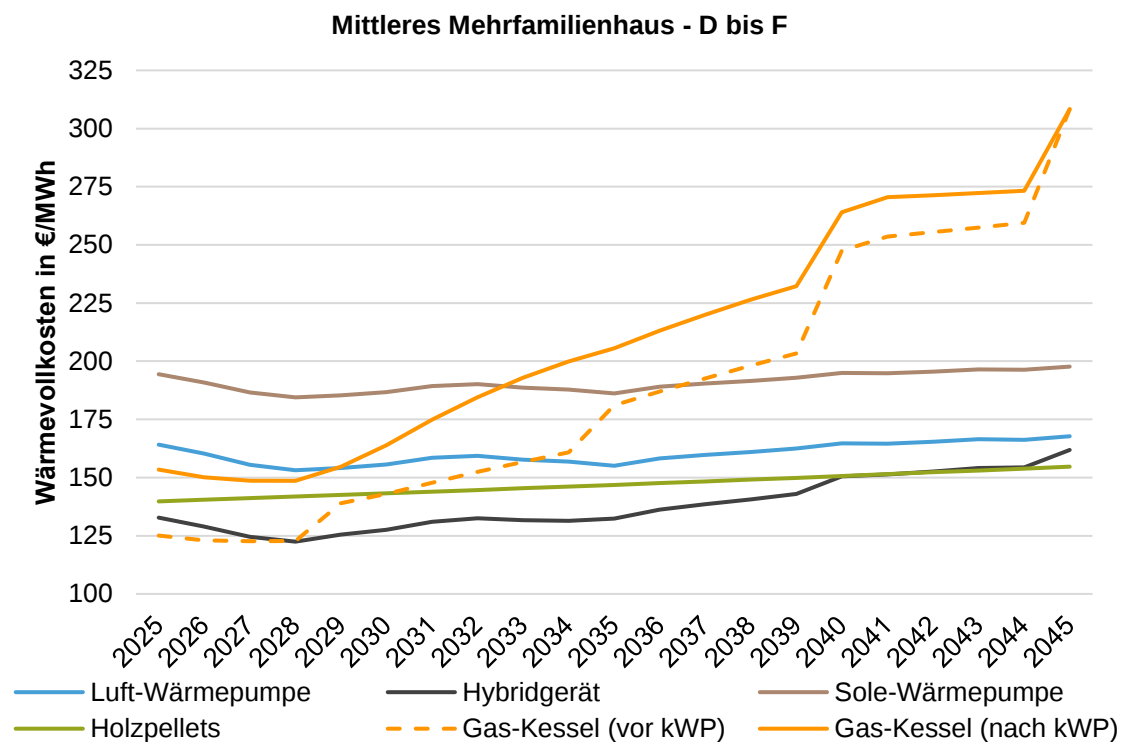


Abbildung 46: Wärmevollkosten je Technologie für ein mittleres Mehrfamilienhaus - D bis -F (Typ 5)

Zunächst ist erkennbar, dass die Größenordnung der Wärmeeinheitskosten vom Typgebäude abhängen. Das liegt daran, dass große Wärmeerzeuger pro kW günstiger sind als kleine. Dieser Effekt schlägt sich v. a. bei den kapitalintensiven Technologien Sole-Wärmepumpe und Holzpelletkessel, aber auch etwas abgeschwächt bei den Luft-Wärmepumpen nieder. Dort ist der Anteil der kapitalgebundenen Kosten am größten, wohingegen beim Gaskessel (unabhängig vom eingesetzten Gas) die Brennstoffkosten überwiegen.

Insgesamt zeigt sich, dass die Wärmeeinheitskosten der betrachteten Technologien, analog zu den Energiepreisen, bis 2045 real moderat steigen. Ausnahmen sind hier die Gaskessel, bei denen die Kosten aufgrund der steigenden Anteile von grünem Methan stärker steigen.

In vielen Gebäudetypen ist der „Gaskessel vor kWP“ zu Beginn noch die günstigste Technologie (Einbau **vor** dem 30.6.26 - sofern kein Neubaugebiet).

Alternativ ist der „Gaskessel nach kWP“ möglich (Einbau **nach** dem 30.6.26), wobei dieser nur in Ausnahmen zu Beginn die günstigste Technologie ist. Zu beachten ist, dass dieser Gaskessel aufgrund des steigenden Anteils grünen Methans immense Kostensteigerungen mit sich bringt, was dazu führt, dass langfristig meist alle anderen Technologien günstiger sind.

Nach diesem Gaskessel bzw. langfristig ist meist die Luft-Wärmepumpe oder das Hybridgerät günstiger. Das Hybridgerät ist v. a. bei größeren Gebäuden bzw. bei schlechterer Energieeffizienzklasse interessant, da dort die Einsparung in den Kosten aufgrund der kleiner dimensionierbaren Wärmepumpe stärker sichtbar sind.

Der Pelletkessel ist meist sehr teuer. Nur bei Gebäuden mit hohem Wärmebedarf zeigt sich der Skaleneffekt in den Investitionskosten, wodurch der Pelletkessel wirtschaftlich interessanter wird.

Die Nutzung eines neuen Gaskessels ist, aufgrund der ab 2028 erwartbaren Kostensteigerungen (abhängig vom Gebäudetyp), spätestens ab 2032 im Vergleich zu Wärmepumpen teurer.

Die Sole-Wärmepumpe kann sich aufgrund der hohen Investitionskosten und nur leicht besseren Effizienz kaum durchsetzen. Hinzu kommt, dass aufgrund der hohen Kosten schnell die aktuell gültige Deckelung der BEG-Förderung greift und so die Förderung stärker begrenzt ist.

Somit lässt sich zusammenfassen, dass in vielen Typgebäuden mittel- und langfristig Wärmepumpenlösungen, v. a. Luft-Wärmepumpen mit und ohne Gaskessel wirtschaftlich am interessantesten sind. Selbst wenn kein Gasnetz verfügbar sein sollte, wäre bei Verzicht auf den Gaskessel nur mit begrenzten Mehrkosten zu rechnen.

Je nach Gebäudetyp kann auch die Nutzung eines Pelletkessels günstiger sein. Hierbei ist jedoch auch langfristig die Verfügbarkeit der Pellets notwendig, wobei auch hier

analog zur Nutzungskonkurrenz bei grünen Gasen die zukünftigen Preise unsicher sind. Pellets sind nicht regional oder lokal verfügbar. Zusätzlich ist die Prüfung der Verfügbarkeit von Flächen für die Aufstellung eines Pelletbehälters erforderlich.

Die Attraktivität der Technologien wird weiter als Input für die Modellierung des Heizungswechsels in Abschnitt 3.3.3 verwendet.

3.3.2 Zukünftige Wärmenetz- und Gasnetzinfrastruktur

3.3.2.1 Wärmenetze

3.3.2.1.1 Methodik

Die Untersuchung möglicher, zukünftiger Wärmenetze erfolgt aus zwei Richtungen:



Im Rahmen der **Wärmebedarfsermittlung** werden zunächst Wärmenetze skizziert (d. h. planerisch grob entworfen), die sich auf Basis der Wärmelinindichten besonders für eine Wärmeversorgung eignen. Dort, wo Wärmelinindichten von über 3.000 kWh/m (vgl. LANUV, eigene Berechnungen) ermittelt wurden und relativ „zusammenhängend“ auftreten, sind Wärmenetze grundsätzlich technisch-wirtschaftlich denkbar.

Aus der **Potenzialanalyse** haben sich zudem Erzeugungspotenziale ergeben, die eine Errichtung dieser denkbaren Netzinfrastruktur mittragen können, da langfristig eine treibhausgasneutrale und wirtschaftliche Wärmeerzeugung gegeben sein muss.

Diese beiden Analyseergebnisse werden miteinander verschnitten und es ergeben sich mögliche (Fern-)Wärmenetzgebiete.

Sodann wird eine nähere **Bewertung der skizzierten Wärmenetze** vorgenommen. Dies umfasst

- die Kostenbetrachtung der **Wärmenetze** selbst (also v. a. die Kosten für die Errichtung) einschließlich der
- Bewertung der korrespondierenden **Erzeugung** (unter Vollkostengesichtspunkten) sowie
- die Beachtung von „Nebenbedingungen“ aus dem Wissen um die konkreten **Gegebenheiten vor Ort**.

Im Ergebnis werden Wärmenetze abgeleitet, die realistisch erschließbar sind. Die eventuellen Herausforderungen und Hemmnisse für den Ausbau der Infrastruktur werden in dem Zuge jeweils benannt.

Im Rahmen der Festlegung der Fokusgebiete wird mit der Gronauer Gartensiedlung im weiteren Verlauf der Untersuchung auch ein Fokus auf die Beteiligung von Bürgerinteressengruppen gelegt. Daneben wurde u. a. die BürgerEnergie Bergisch Gladbach eG (BEGGL) in die Stakeholderprozesse einbezogen. Die BEGGL zeichnet aktuell nicht nur für die Errichtung und den Betrieb von erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen verantwortlich, sondern ist auch an einem Engagement im Bereich der erneuerbaren Wärmeversorgung interessiert.

3.3.2.1.2 Ergebnisse

Die oben genannten Punkte sind in einer Bewertungsmatrix in Tabelle 5 gesammelt und bewertet. Die Erzeugungskosten wurden abgeschätzt und mit den Netzkosten verrechnet, wodurch sich die Wärmekosten ergeben. Diese sind besonders relevant: Sind die Kosten hoch, ist das Wärmenetz für die Endkunden wirtschaftlich nicht interessant und Konkurrenztechnologien werden eher zum Einsatz kommen. Somit sind niedrige Wärmekosten wichtig, um hohe Anschlussquoten an das Wärmenetz und so einen wirtschaftlichen Netzbetrieb sicherzustellen.

Zuletzt werden noch die örtlichen Gegebenheiten bewertet. Hier fließt positiv ein, wenn es ein Bestandsnetz in der Nähe gibt, welches ein Nukleus für den Wärmenetzbau sein kann. Bestehende Erzeugungskosten können so zumindest teilweise für den Hochlauf genutzt werden. Einen negativen Einfluss haben große Höhenunterschiede wie z.B. in Bensberg, welche eine aufwendigere Leitungsverlegung vonnöten machen. In der letzten Spalte findet sich die Gesamt-Bewertung, die schlussendlich auch für die Auswahl der Wärmenetze für den Einbezug in die Zielszenarien herangezogen wurde. Diese beinhaltet eine Zusammenfassung der zuvor genannten Kriterien.

Wärmenetz	Wärmelinien-dichte	Spezifische Netzkosten	Erzeugungspotenziale	Wärmekosten	Örtliche Gegebenheiten ³³	Gesamt-Bewertung
Bensberg						
Bockenberg						
Frankenforst						
Hand						
Heidkamp						
Innenstadt						
Lustheide						
Moitzfeld						
Paffrath						

³³ Hier wird das Vorhandensein von Bestands-Wärmenetzen oder schwierige Rohrleitungsverlegung aufgrund von Höhenunterschieden bewertet.

Paffrath Südost	Orange	Hellgrün	Orange	Orange	Orange	Orange
Refrath	Orange	Hellgrün	Hellgrün	Orange	Dunkelgrün	Orange
Refrath West	Orange	Orange	Dunkelgrün	Orange	Hellgrün	Orange
Schildgen	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange

Tabelle 5: Bewertungsmatrix für die potenziellen, zukünftigen Wärmenetze (Bewertung: dunkelgrün: sehr gut, hellgrün: gut, gelb: durchschnittlich, orange: schlecht)

Dabei ergeben sich zum Teil große Unterschiede zwischen den einzelnen Netzen: Bockenberg und Innenstadt weisen die höchsten Wärmelinienichten auf, Refrath West und Schildgen hingegen die niedrigsten. Dies spiegelt sich auch in den spezifischen Netzkosten wider, welche die Kosten für die Verteilungen und den Anschluss der Kunden auf die absetzbare Wärmemenge beziehen. Als drittes sind die Erzeugungspotenziale berücksichtigt, wo besonders die Innenstadt und Refrath West am besten abschneiden. Hand, Heidkamp, Paffrath, Paffrath Südost und Schildgen sind hier mit der schlechtesten Bewertung aufgeführt, da dort keine gut geeigneten Potenziale ermittelt werden konnten. In der Nähe der Netze sind auch keine signifikanten Flächen für die Errichtung von z. B. zentralen Luft-Wärmepumpen vorhanden.

Aus Rückmeldungen des Fachbereichs Tiefbau der Stadt Bergisch Gladbach gibt es erste Einschätzungen zur Priorisierung der möglichen Wärmenetze, die bei den weiteren Untersuchungen berücksichtigt werden.

Abbildung 47 fasst die Ergebnisse der Analysen zu den Wärmenetzen kartografisch zusammen.

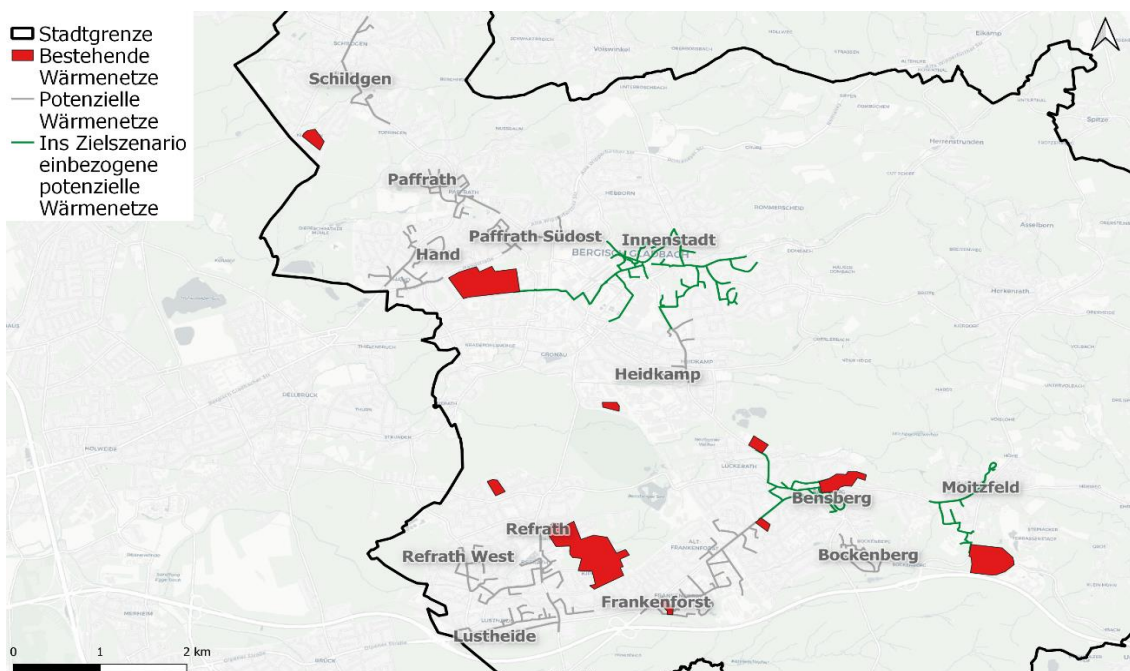


Abbildung 47: Darstellung der bestehenden, der ins Zielszenario einbezogenen und der potenziellen Wärmenetze für Bergisch Gladbach¹

Für das Stadtgebiet in Bergisch Gladbach haben sich vorrangig nachfolgende Gebiete als geeignete Areale für die Errichtung von zusätzlichen Wärmenetzen in Kombination mit bereits existierenden Wärmenetzen herauskristallisiert:

- **Innenstadt:** Kombination des Innenstadtbereichs inkl. Zanders-Gelände mit dem Bestandsnetz Hermann-Löns-Viertel. Für die Erzeugung stehen als mögliche Quellen zur Verfügung:
 - Abwärme aus industrieller Produktion, die jedoch erst Ende 2024 gemäß EnEfG spezifiziert wird,
 - Nutzung der Potenziale auf dem Zanders-Gelände³⁴ (in Verbindung mit Wärmepumpen: Abwasser aus dem Kanal, Grundwasser, Fließgewässer (Strunde), Luft und
 - Gaskessel für die Spitzenlast, die langfristig (analog zu den neuen Gaskesseln bei den Endkunden) mit grünem Methan betrieben werden.
- **Moitzfeld:** Kombination mit dem Netz Technologiepark; Wärmeerzeugung über Luft-Wärmepumpen und Gaskessel (langfristig grünes Methan)
- **Bensberg:** Kombination mit den Netzen Am Schloss, Lerbacher Wald und Carl-Schurz-Weg; Wärmeerzeugung über Luft-Wärmepumpen und Gaskessel (langfristig grünes Methan)

Die drei Netze haben sich allesamt als geeignet herausgestellt, sowohl technisch als auch wirtschaftlich: Mit ihnen werden Bereiche erschlossen, die hohe Wärmeliniendichten aufweisen und bei denen v. a. dezentrale Wärmepumpen-Lösungen aufgrund der engen Platzverhältnisse herausfordernd sind. Außerdem sind überschlägig ermittelte Kosten für die Wärme aus dem Wärmenetz aus Sicht der Endkundinnen und Endkunden interessant im Vergleich zu den ermittelten Kosten aus den KuTeK. Dafür wurde für die jeweilige Durchmischung der Typgebäude je Wärmenetzgebiet ein Vergleichspreis für Konkurrenztechnologien (Luft-Wärmepumpe, Hybridgerät, Gaskessel nach kWp) ermittelt und den Wärmekosten aus dem Wärmenetz gegenübergestellt. Nur in den Gebieten, wo Wärmenetze günstiger sind als die dezentralen, mit Vollkosten gerechneten, Technologien, werden Wärmenetze dargestellt. Somit sind diese Netze wichtige Bausteine der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.

Außerdem werden neue Wärmenetze, falls sinnvoll, mit bestehenden Wärmenetzen kombiniert. Das bedeutet, dass die bereits existierenden Netze als Ausgangspunkt für die Netzentwicklung genutzt werden und die Wärmeerzeugung wird langfristig „mittransformiert“. Ein weiterer Aspekt bei detaillierteren Untersuchungen ist das zur Verfügung stehende vorhandene bzw. für eine Nutzung erforderliche Temperaturniveau. Für die weitere Bewertung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit müssen jedoch zunächst Machbarkeitsstudien erstellt werden.

³⁴ Nach aktuellen Planungen soll das Wärmenetz auf dem Zanders-Gelände auf einem anderen Temperaturniveau betrieben werden.

Die weiteren auf der Karte dargestellten Netze wurden ebenfalls bewertet und zunächst geringer priorisiert. Diese fließen jedoch bei der Bewertung der Eignung für Wärmenetze in Abschnitt 3.3.4 mit ein.

Für die anderen bereits existierenden Wärmenetze, die nicht mit den genannten Wärmenetzen verbunden werden, wird langfristig vereinfachend eine Umstellung auf zentrale Luft-Wärmepumpen mit Gaskessel (langfristig grünes Methan) angenommen.

3.3.2.2 Gasnetze

Wie bereits oben beschrieben, gehen wir in dem Zielszenario davon aus, dass Gase auch langfristig noch eine gewisse Rolle in der dezentralen Wärmeversorgung spielen, auch wenn aus heutiger Sicht keine Klarheit über deren Verfügbarkeit (v. a. ab wann) und deren Preise besteht. Hinzu kommt deren Nutzung für Prozesswärme in der Industrie (drei Abnehmer im Stadtgebiet) und für die Erzeugung von Residualwärme in (größeren) Wärmenetzen, sodass eine Nutzung von grünen Gasen in dezentralen Versorgungslösungen möglich sein wird.

Eine Umwidmung des bestehenden Erdgasnetzes auf Wasserstoff wird nicht in Betracht gezogen, aufgrund des Aufwands und der damit verbundenen Kosten – z. T. müssten Komponenten ausgetauscht werden, aber auch Parallelleitungen errichtet werden.

Alternativ sollte gemäß Prüfauftrag - Antrag der CDU-Fraktion vom 11. März 2024 eine Versorgung mit synthetischem Methan berücksichtigt werden. Aktuell wird davon ausgegangen, dass der H₂-Backbone, also das Kernnetz der Wasserstoffversorgung, auch Bergisch Gladbach erreichen wird³⁵. An einer geeigneten Stelle könnte an der Wasserstoffleitung eine Methanisierungsanlage errichtet werden, welche Wasserstoff mit CO₂, welches z. B. aus Industrieprozessen oder Biomasseverbrennung abgeschieden wurde, in synthetisches Methan umwandelt. Wird sichergestellt, dass bilanziell kein CO₂ oder Methan in die Atmosphäre gelangt, ist dieses synthetische Methan treibhausgasneutral. Zudem ist es bei ausreichender Qualität direkt austauschbar mit Erdgas, was bedeutet, dass die bestehende Gasnetzinfrastruktur in Bergisch Gladbach weiter genutzt werden könnte.

Somit wird ein Weiterbetrieb des Gasnetzes im Zielszenario berücksichtigt. Hierbei sind folgende Punkte zu beachten: Aufgrund der unsicheren Verfügbarkeit und Preislage sind Prognosen schwer möglich und wurden aus heutiger Sicht bestmöglich getroffen. Dies betrifft sowohl die Preisentwicklung des Gases selbst als auch die Netzentgelte. Eine dezidierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Gasnetzbetriebs ist nicht durchgeführt worden. Es kann sich bei zukünftiger, detaillierter Betrachtung ergeben, dass bestimmte Netzbereiche zukünftig sehr niedrige Absatzdichten aufweisen und aufgrund von wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglicherweise nicht weiter betrieben werden können.

³⁵ <https://www.h2inframap.eu/>

Diese Untersuchungen sprengen jedoch den Rahmen der kommunalen Wärmeplanung, weshalb hier zunächst davon ausgegangen wird, dass das Gasnetz bei Bedarf in entsprechenden Gebieten weiter betrieben werden kann.

3.3.3 Entwicklung der Wärmeversorgung

Transformationsmodell

Das Herzstück der kommunalen Wärmeplanung ist die – sich aus den Vorbetrachtungen zusammenfassend ergebende – Entwicklung der Wärmeversorgung. Hier wird modellhaft die Frage beantwortet, wann welches Gebäude zu welcher Technologie wechselt. Auch hier gilt: Es handelt sich nicht um Empfehlungen, Entscheidungen, Vorfestlegungen oder gar Vorschriften für einzelne Gebäude, sondern (technisch gesprochen) um eine Simulation, die auf dem Gebäudebestand der Stadt aufsetzt, ohne die tatsächliche, individuelle Zukunft eines einzelnen Gebäudes bestimmen zu wollen oder zu können. Wichtig ist auch hier, dass die Verteilung der Präferenzen der Endkunden bzw. Gebäude modellhaft abgebildet wird wie Eignung einer Technologie für das Gebäude oder wirtschaftliche Attraktivität für den Endkunden. Dies ist mit dem anschließend beschriebenen Modell sichergestellt.

Das Modell fußt erneut auf dem Wärmeatlas und zieht weitere Parameter für die Simulation Abbildung der „individuellen“ Technologiewechsel hinzu. Diese Parameter sind:

- Heizungsalter
- Vorhandensein von Etagenheizungen
- Realisierungschance (vom LANUV, darin enthalten ist z. B. die statistische Kaufkraft der Baublöcke, welche indikativ Aufschluss über die „Investitionsbereitschaft“ der Bewohnerinnen und Bewohner bzw. Eigentümerinnen und Eigentümer gibt)
- Lage des Gebäudes in einem Wärmenetzgebiet
- Heizungswechselrate (hier wird angenommen, dass bis 2045 alle Heizungen gewechselt werden)
- Mindestalter für Heizung, damit ein Wechsel überhaupt berücksichtigt wird: 20 Jahre
- Durchschnittliches Alter für den Heizungswechsel: 30 Jahre
- Einhaltung der Vorgaben des GEG bei einem Technologiewechsel

Aus dem Wärmeatlas werden zunächst alle gebäudespezifischen Parameter zusammengetragen: Das jeweilige **Alter** der vorhandenen Heizungsanlage, die Frage, ob **Etagenheizungen** im Gebäude vorhanden sind oder nicht und die **Realisierungschance** ergeben eine individuelle Ausprägung jedes Gebäudes mit seinen jeweiligen Eigenschaften. In Kombination mit der jeweiligen Lage des Gebäudes mit Blick auf die Frage, ob es in einem **Wärmenetzneu- oder -ausbaubereich** bis 2045 liegt, sind alle relevanten Gebäudeparameter erfasst. Die Parameter werden jeweils normiert und gewichtet. Auch

hier wird über einen Zufallsalgorithmus die Unsicherheit simuliert, dass Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer selbst entscheiden und sich nicht rational voraussagen lässt, welches Gebäude wann die Heizung wechseln wird. Daraus ergibt sich die „**Heizungswechselaaffinität**“. Abhängig von der Anzahl der Gebäude, welche in dem Zeitintervall (z. B. 2025-2030) ihre Heizung wechseln, werden die Gebäude mit der höchsten Heizungswechselaaffinität ausgewählt.

Für die Entscheidung, zu welcher **Heizungstechnologie** gewechselt wird, werden folgende Parameter berücksichtigt:

- Eignung für Luft-Wärmepumpen (aus der Potenzialanalyse)
- Eignung für Hybridgeräte (analog zu Luft-Wärmepumpe nur mit kleinerem Außengerät)
- Eignung für Sole-Wärmepumpen (aus der Potenzialanalyse)
- Wärmenetzgebiete und dazugehörige, angenommene Baujahre
- Pelletkessel werden aufgrund des hohen Platzbedarfs für den Pelletbehälter nur dort eingebaut, wo heute bereits Heizöl verwendet wird.
- Neue Gaskessel und Hybridgeräte dürfen nur dort eingesetzt werden, wo heute schon Gas verwendet wird, damit keine neuen Gasanschlüsse verlegt werden müssen.
- Überall dort, wo industrielle Prozesswärme benötigt wird, wird von einer Umstellung auf grünes Methan im Jahr 2040 ausgegangen.

Bei den Technologien, die weiterhin – zumindest zum Teil – auf Gas basieren, wird ein Faktor von 0,5 zur Verringerung der Wechselrate aus Vorbehalten dem Energieträger gegenüber angesetzt. Somit wechselt nur die Hälfte der Kunden, die es aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten täten, zu den Technologien Gaskessel und Hybridgerät. Dies antizipiert gewisse Vorbehalte in der Bevölkerung wegen der Importabhängigkeit und der Unsicherheit bzgl. Verfügbarkeit und Preis.

- Wechselraten basierend auf den Preiszeitreihen der KuTeK: Dabei wird davon ausgegangen, dass die Endkundinnen und -kunden v. a. zur günstigsten Technologie wechseln, jedoch auch gewisse Mehrkosten tolerieren und sich subjektiv eher für die zweit- oder drittgünstigste Technologie entscheiden. Je günstiger die Technologie, desto höher ist die Wechselrate zu dieser.

Dabei wird aufgrund der verpflichtenden Energieberatung vor dem Einbau einer neuen Gasheizung davon ausgegangen, dass eine gewisse Vorausschau der Endkunden geschieht, d. h. es werden die preislichen Veränderungen der nächsten fünf Jahre bereits in die Heizungswahl einbezogen.

All diese Parameter, Faktoren und Bedingungen werden kombiniert und mit Zufallszahlen überlagert, um die „individuelle Entscheidung“ für eine Technologie zu treffen.

Treibhausgasemissionen

Der Pfad der technischen Entwicklung der Wärmeversorgung ist damit abgebildet. Die Wirkung der Transformation auf die **Treibhausgasemissionen** ist noch zu beschreiben. Hierfür wird (analog zur Bestandsanalyse) eine Umrechnung des Wärmebedarfs in Endenergieverbrauch mit technologiespezifischen Wirkungsgraden vorgenommen. Daraus werden sodann unter Zuhilfenahme von zukünftigen Emissionsfaktoren (aus dem KEA-BW-Leitfaden für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg) die Treibhausgas-Emissionen berechnet.

Die Emissionsfaktoren für 2045 wurden auf null gesetzt, unter der Annahme, dass in 2045 auch z. B. der Transport von Biomasse treibhausgasneutral vorgenommen wird. Die Werte für 2035 wurden aus 2030 und 2040 gemittelt, da sie nicht in dem Leitfaden enthalten sind.

Für die Treibhausgasemissionen der Wärmenetze wird zwischen Bestandsnetzen und neuen bzw. erweiterten Netzen unterschieden:

Treibhausgasemissionen in Abhängigkeit vom Errichtungszeitpunkt



Da bei den **Bestandsnetzen** nicht klar ist, wann diese dekarbonisiert werden, wird dort ein linearer Umbau des Erzeugungsparks angenommen. Die Potenziale in der Nähe der Bestandsnetze, welche nicht erweitert werden, sind begrenzt. Somit wird hier zunächst eine Umstellung auf Luft-Wärmepumpen und Gaskessel angenommen. Letztere werden sukzessive mit zunehmend grünem Methan betrieben.³⁶

Für die **neuen bzw. erweiterten Netze** wird der oben (Abschnitt 3.3.2.1.2) beschriebene Erzeugungsmix angesetzt.

Die Emissionen werden (analog zu den Emissionen der dezentralen Wärmeerzeuger) mit den oben genannten Emissionsfaktoren bewertet.

Ergebnisse

Diese Analysen dienen dem Zweck, die Anforderungen aus § 17 Abs. 1 WPG zu erfüllen:

„Im Zielszenario beschreibt die planungsverantwortliche Stelle **für das geplante Gebiet als Ganzes** anhand der Indikatoren nach Anlage 2 Abschnitt III die **langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung**, die im Einklang mit der Einteilung des

³⁶ Für Betreiber von Wärmenetzen gelten die Verpflichtungen nach WPG § 32.

beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18, der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19 und mit den Zielen dieses Gesetzes stehen muss.“

WPG, Anlage 2, Abschnitt III:

III. Zielszenario nach § 17

Das Zielszenario nach § 17 beschreibt anhand der nachfolgenden Indikatoren, wie das Ziel einer auf erneuerbaren Energien oder der Nutzung von unvermeidbarer Abwärme basierenden Wärmeversorgung erreicht werden soll. Die Indikatoren sind, soweit nicht im Folgenden etwas anderes bestimmt wird, für das beplante Gebiet als Ganzes und jeweils für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 anzugeben. Die Indikatoren sind:

1. der jährliche Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern,
2. die jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent,
3. der jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent,
4. der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent,
5. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent,
6. der jährliche Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent,
7. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent.

Durch die Bemühungen im Rahmen der Bedarfsreduktion und Effizienzsteigerung durch Heizungswechsel geht der **absolute Endenergieverbrauch für Wärme** in Bergisch Gladbach von heute ca. 1,3 TWh um ca. 40 % auf 0,8 TWh im Jahr 2045 zurück, siehe Abbildung 48.

Neben dieser absoluten Bedarfsreduktion ändert sich der **relative Energieträgereinsatz** radikal: Stammen heute noch über 90 % der Wärmeenergie aus fossilen Quellen, so sind diese bis zum Zieljahr 2045 vollständig durch erneuerbare Energieträger substituiert.

Umweltwärme und synthetisches Methan werden zu ca. je einem Drittel die beiden wichtigsten Quellen für die Rest-Wärmebedarfsdeckung sein. Das verbleibende Drittel entfällt – neben einem sehr geringen Anteil von oberflächennaher Geothermie – auf Strom (15 %) und Wärmenetze (13 %) zu etwa gleichen Teilen. Da Strom und Umweltwärme zusammen die Wärmepumpen repräsentieren, lässt sich daraus schließen, dass diese fast die Hälfte des Wärmebedarfs decken.

Außerdem fällt auf, dass sich die Entwicklung von Wärmebedarf (Abbildung 39) und Endenergieverbrauch annähern: Im Status quo ist der Endenergieverbrauch aufgrund der Wirkungsgradverluste, v. a. in den Gas- und Heizölkesseln, um 36 % höher als der

Wärmebedarf. Langfristig nähern sich die beiden Werte an, da v. a. Wärmepumpen sehr effizient arbeiten und auch die Wirkungsgrade der neuen Gaskessel über denen heutiger Bestandskessel liegen.

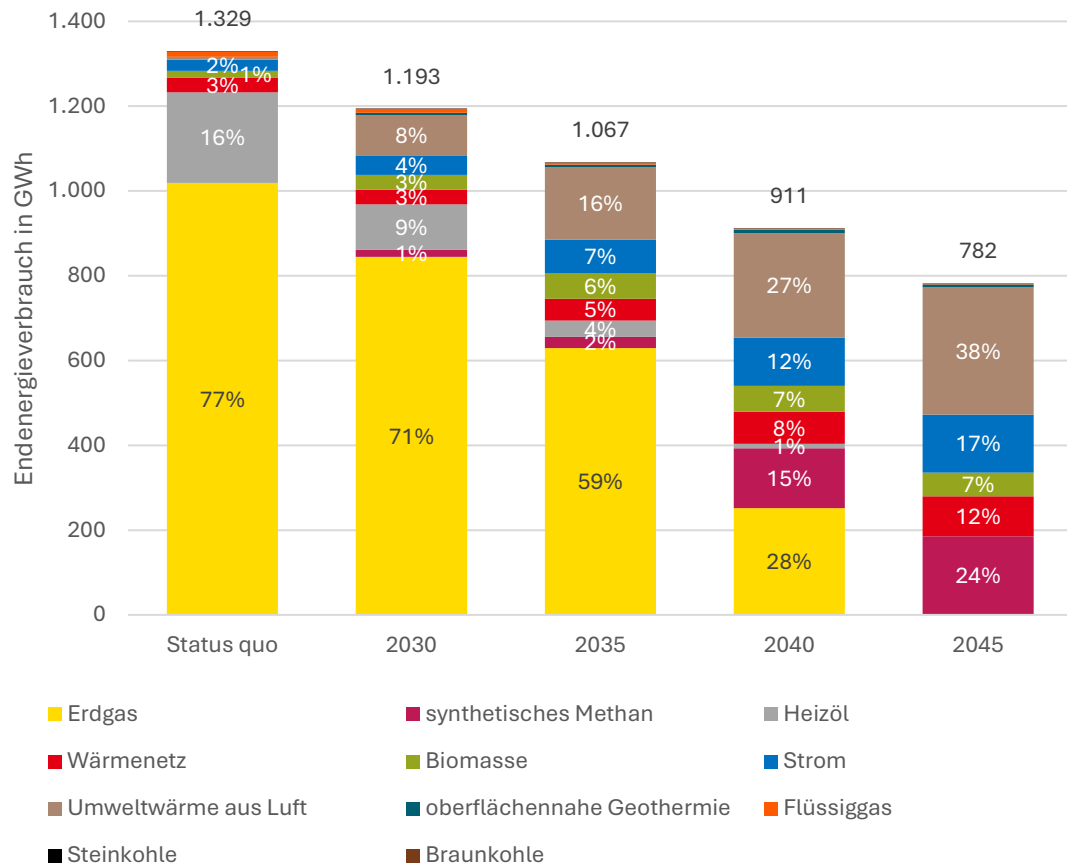


Abbildung 48: Endenergieverbrauch nach Energieträgern in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 1, 4 und 6)

Bei der Betrachtung der Entwicklung des Endenergiebedarfs in den einzelnen Sektoren findet eine Verlagerung nur marginal statt: ca. 4 Prozentpunkte verschieben sich von den privaten Haushalten zur Industrie, da bei den Haushalten aufgrund der Einsparungen durch Sanierung ein stärkerer Rückgang stattfindet als bei der Industrie, die v. a. von Prozesswärme dominiert wird.

Im Vergleich nimmt die Industrie mit aktuell 11 % gegenüber 40 % bundesweit eher eine untergeordnete Rolle ein. Haushalte und GHD nehmen mit über 60 bzw. 24 % eine größere Rolle als im bundesweiten Schnitt ein (41 und 19 %).³⁷

³⁷ Umweltbundesamt: Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren

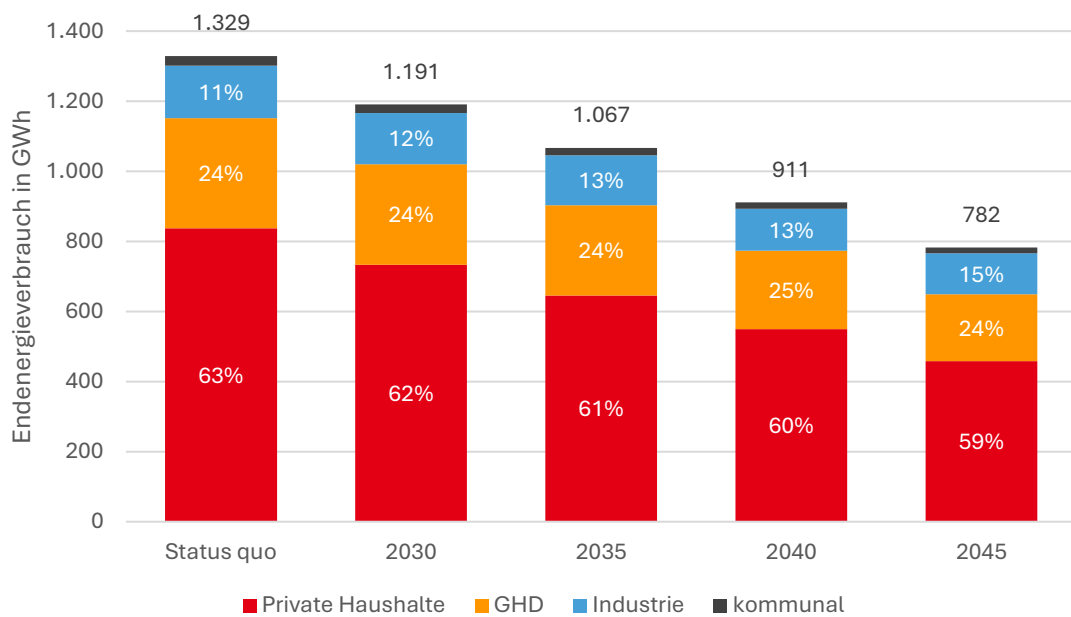


Abbildung 49: Endenergieverbrauch nach Sektoren in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 1)

Die korrespondierenden Treibhausgasemissionen sind durch die starke Dominanz von Gas und Öl in Bergisch Gladbach im Wesentlichen ein 1:1-Abbild des Ausstiegs aus diesen beiden Technologien.

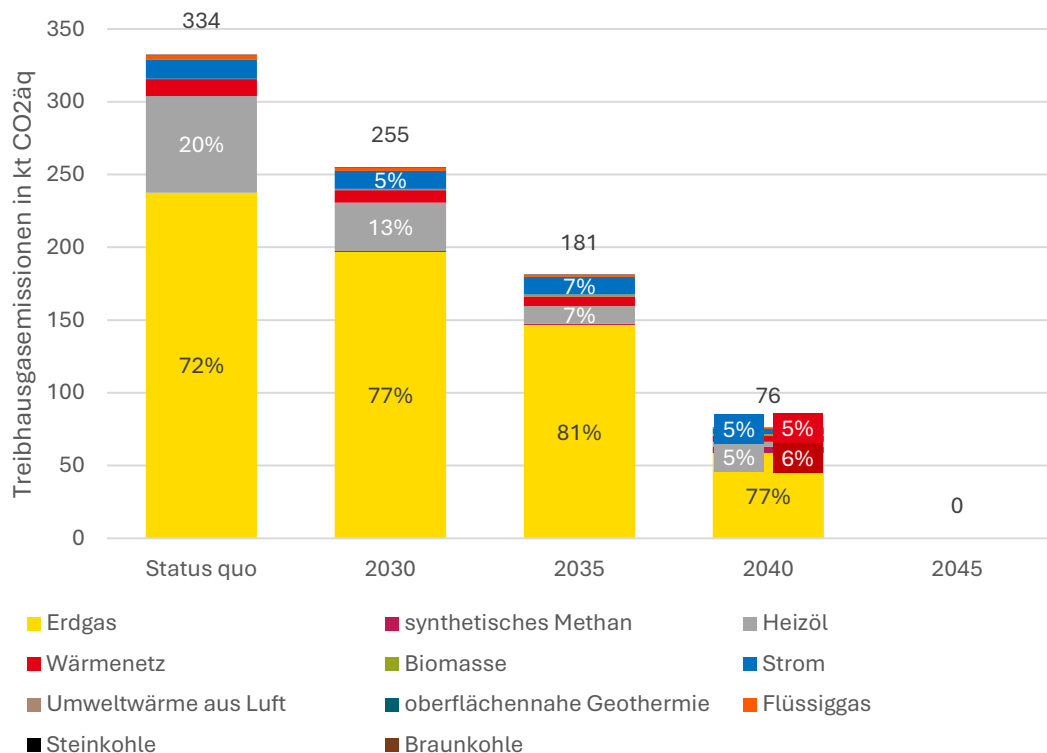


Abbildung 50: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 2)

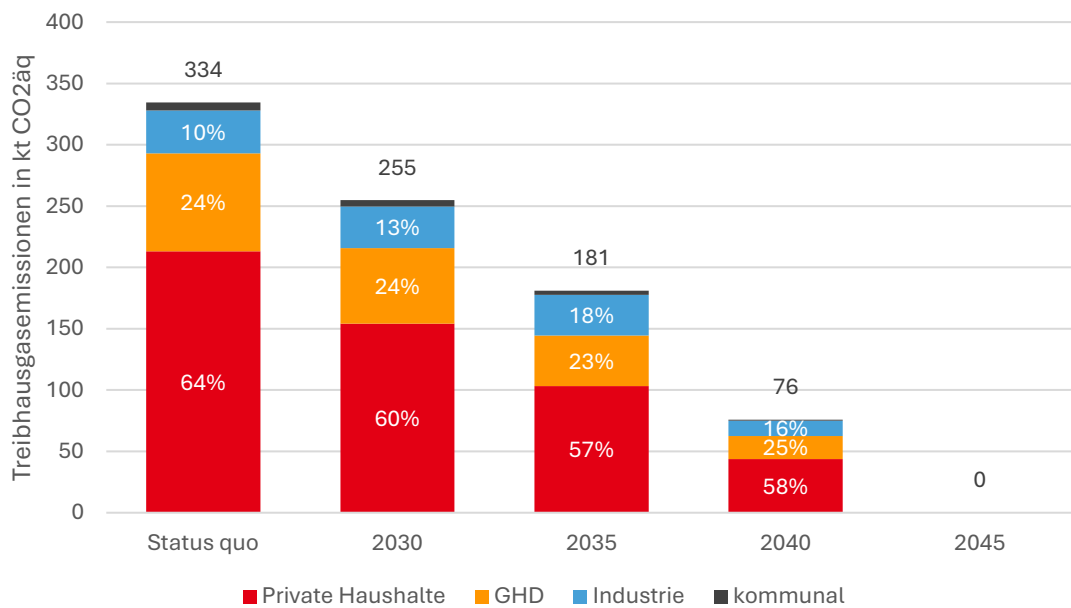


Abbildung 51: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 2)

Die Aufteilung der Energieträger für die Erzeugung der Wärme in den **Wärmenetzen** wird auch stark transformiert werden. Heute werden 40 GWh Energie benötigt, davon sind ca. 97 % Erdgas, der Rest Biomethan. Bereits 2030 müssen nach Anforderungen des WPG 30 % der Wärme erneuerbar erzeugt werden und 2045 100 %. Somit beginnt bereits vor 2030 die Transformation, die verschiedene Energieträger in die Wärmeerzeugung integriert, siehe Abbildung 52.

So verdrängen v. a. Strom, Umweltwärme aus Luft und oberflächennahe Geothermie (inkl. Grundwasserwärmenutzung) nach und nach mehr Erdgas. So sinkt der Anteil von Erdgas an der Wärmeerzeugung der Wärmenetze 2030 bereits auf 58 %, 2040 sogar auf 7 %.

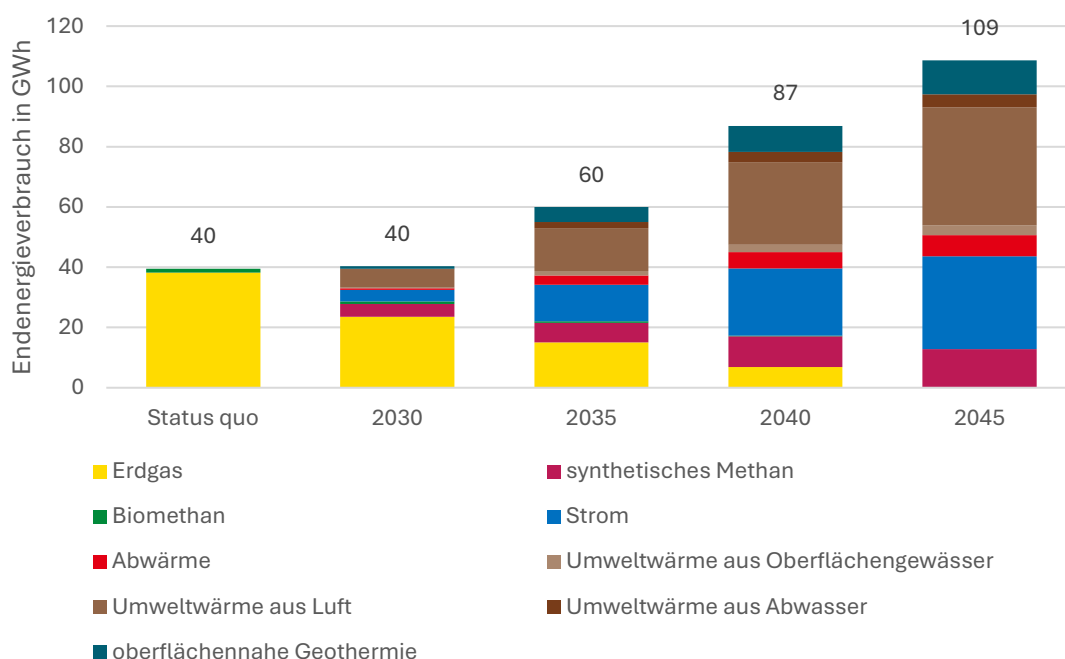


Abbildung 52: Energieträgereinsatz für Wärmenetze in Bergisch Gladbach (Nr. III. 3)

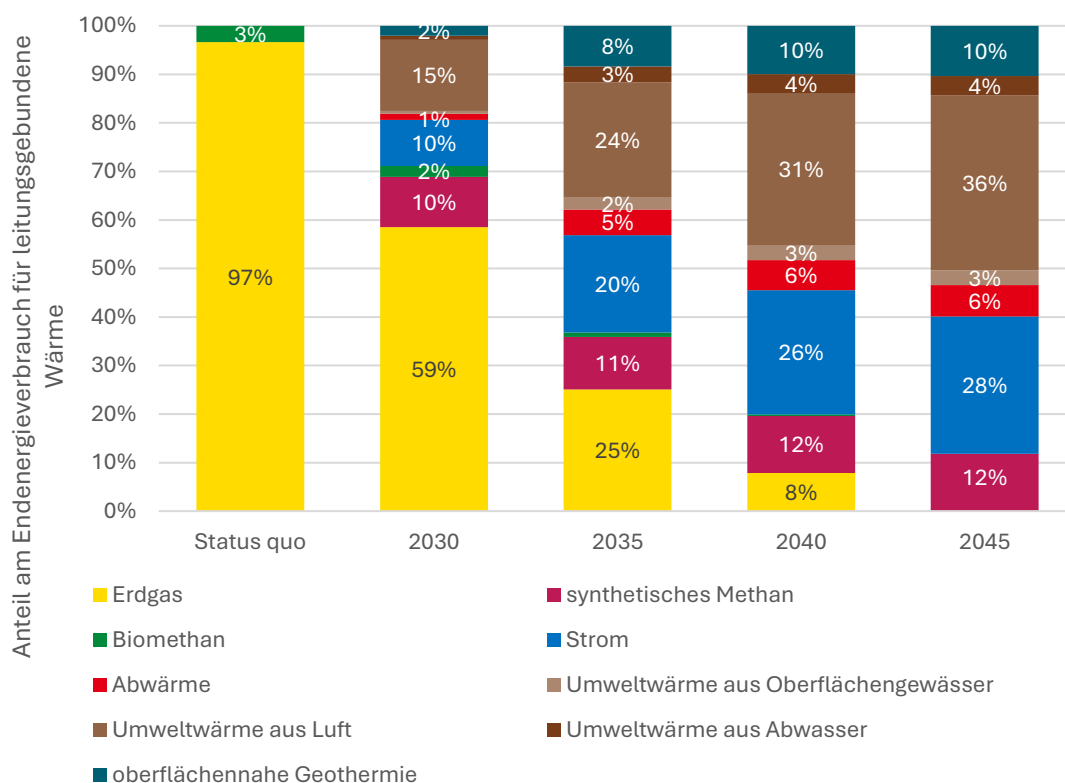


Abbildung 53: Anteil der Energieträger der alleine **leitungsgebundenen** Wärmeversorgung am Endenergieverbrauch in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 3)

Heute sind ca. 20.000 Gebäude an das (Erd-)Gasnetz angeschlossen. Dies entspricht ca. 71 % der gesamten Gebäude im Stadtgebiet. Der Wert wird der Berechnung nach bis 2045 auf ca. 11.000 Anschlüsse zurückgehen, die dann statt mit Erdgas durch synthetisches oder Biomethan beliefert werden. Dabei ist der Anteil der Anschlüsse im Vergleich zum Endenergieverbrauch recht hoch. Das lässt sich dadurch begründen, dass sehr viele Gebäude mit Hybridgeräten beheizt werden, wo dann nur ca. 10 % der Wärmemenge über Gas gedeckt werden.

Einen **Anschluss an das Wärmenetz** haben derzeit nur etwas mehr als 900 Gebäude, was einem Anteil von ca. 3 % sowohl bei den Gebäuden als auch am Endenergiebedarf für Wärme entspricht. Ihr Anteil wird bis 2045 weit mehr als **verdoppelt** werden auf über 2.100.

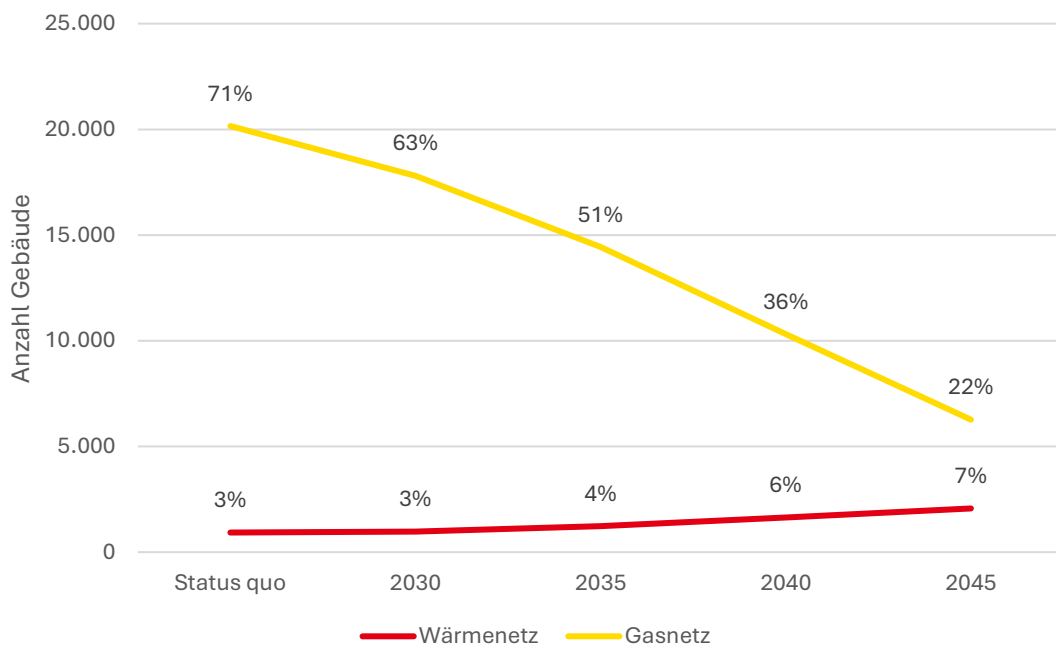


Abbildung 54: Anzahl und Anteil der Gebäude mit Anschluss an Wärmenetze bzw. an das Gasnetz in Bergisch Gladbach über die Zeit (Nr. III. 5 und 7)

Zusätzlich ist in Abbildung 55 dargestellt, wie sich die Anzahl der Gaskunden bzw. der Endenergieverbrauch synthetisches Methan im Jahr 2045 in industrielle Prozesswärme, Hybridgeräte und dezentrale Gaskessel aufteilt. Daraus ist ersichtlich, dass der Großteil des Gasverbrauchs durch drei industrielle Prozesswärme-Kunden verursacht werden. Im Gegensatz dazu verbrauchen 45 % der Kunden mit Hybridgeräten lediglich 8 % des synthetischen Methans.

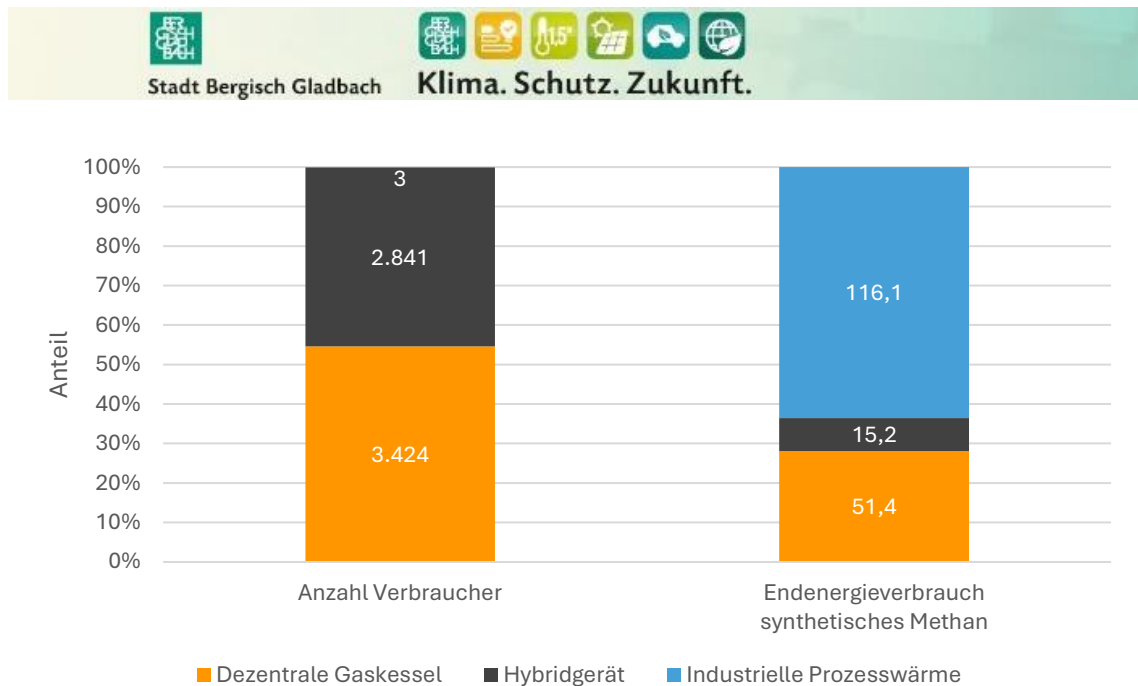


Abbildung 55: Aufteilung der Anzahl und des Endenergieverbrauchs des synthetischen Methans im Jahr 2045 in Bergisch Gladbach

3.3.4 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete und Wärmeversorgungsarten

Führt man die bisherigen Analysen zusammen, dann resultieren daraus die voraussichtlichen **Wärmeversorgungsgebiete** bzw. die **Wärmeversorgungsarten**.

Das „beplante Gebiet“, also das Stadtgebiet Bergisch Gladbach, wird dem § 18 WPG gemäß auf Grundlage der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete eingeteilt. Das Wärmeplanungsgesetz fordert dabei die Beachtung folgender Bedingungen:

- geringe Wärmegestehungskosten,
- geringe Realisierungsrisiken,
- ein hohes Maß an Versorgungssicherheit und
- geringe kumulierte Treibhausgasemissionen.

Dem Gebot der **Kostenminimierung** wird durch die Verwendung der Kunden-Technologie-Kombinationen und die darauf basierende Simulation der Technologiewechsel Rechnung getragen. Die erste Prüfung der Machbarkeit von Wärme- und Wasserstoffnetzen minimiert das **Realisierungsrisiko**. Die **Versorgungssicherheit** ist das erste Gebot jeder Netzplanung. Soweit möglich und sinnvoll, wird sie bei den Planungen hier mitgedacht, spielt jedoch dann in der konkretisierenden, technischen Planung eine größere Rolle. Die Minimierung der kumulierten **Treibhausgasemissionen** ist in den vorstehenden Überlegungen enthalten. Da die neuen Wärmenetze direkt mit treibhausgasneutraler Wärmeerzeugung aufgebaut werden, ist hier für eine Minimierung der Emissionen gesorgt. Die dezentralen Wärmeerzeuger werden außerdem ausschließlich durch erneuerbare Wärmeerzeuger ausgetauscht. Die einzige Ausnahme ist der Gaskessel,

welcher zu Beginn noch mit hohem Erdgasanteil beheizt wird. In der Praxis ist die Wahl der Technologie jedoch den Eigentümerinnen und Eigentümern selbst überlassen, wodurch hier nur eine begrenzte Einflussnahme bzgl. der Emissionsminimierung gegeben ist.

Zusätzlich zu den voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten sind geplante Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial darzustellen. Dafür werden jene Baublöcke im Stadtgebiet ausgewählt, die ein Sanierungspotenzial von über 200 MWh je Hektar Fläche aufweisen. Diese Flächen zeigt die nachfolgende Abbildung 56:

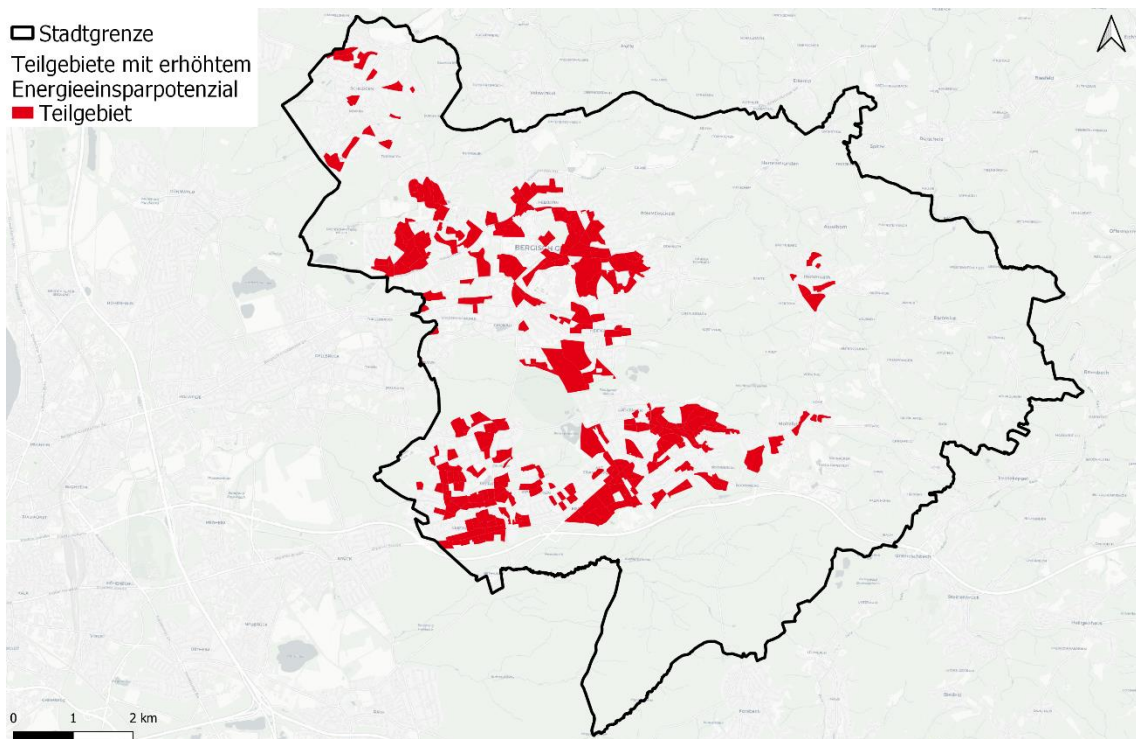


Abbildung 56: Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial in Bergisch Gladbach¹

Die folgenden Kartendarstellungen zeigen die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete für die überwiegende (vorrangige) Technologie – also für die dezentrale Versorgung (blau) und für Wärmenetze (rot). Auch die (noch) vorrangige Versorgung mit Gas ist eingetragen. Die nachfolgenden Karten bilden die Entwicklung vom Status quo über die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 (nach WPG § 18) ab. Es wird deutlich, wie die gelben erdgasversorgten Gebiete, die heute klar dominieren, sukzessive durch die roten Wärmenetze und die blauen Flächen, welche dezentrale Wärmelösungen anzeigen, verdrängt werden. Dort, wo „Gas“ augenscheinlich beständig Verwendung findet, erfolgt eine Substitution von Erdgas durch synthetisches oder Biomethan. **Wasserstoffnetzgebiete werden in Bergisch Gladbach unter den derzeitigen Voraussetzungen und Aussichten auch seitens der BELKAW nicht erwartet.** Aufgrund des Aufwands und der damit verbundenen Kosten – z. T. müssen Komponenten ausgetauscht werden, aber auch Parallelleitungen errichtet werden – wird eine Umwidmung des bestehenden

Erdgasnetzes auf Wasserstoff nicht in Betracht gezogen. Außerdem ist die unsichere, bereits in Kap. 3.3.2.2 thematisierte Verfügbarkeit von Wasserstoff zu berücksichtigen.

Die Darstellungen sind auf der Basis der Simulationen auf Gebäudeebene erstellt worden. Dabei sind die Energieträger in dem jeweiligen Jahr auf die zwei Baublockseiten jedes Straßenzugs aggregiert worden. Im Vergleich zu Baublöcken bieten diese eine detailliertere Darstellung, die eher der Versorgungsinfrastruktur (die i. d. R. in der Straße liegt) folgt. Die Farbgebung zeigt an, welcher Energieträger den größten Anteil am Endenergieverbrauch stellt. Für die dezentralen Lösungen sind alle nicht-gas- oder wärmenetzgebundenen Energieträger zusammengefasst, d. h. alle Wärmepumpen, Nachtspeicherheizungen, Biomasse, Heizöl etc.

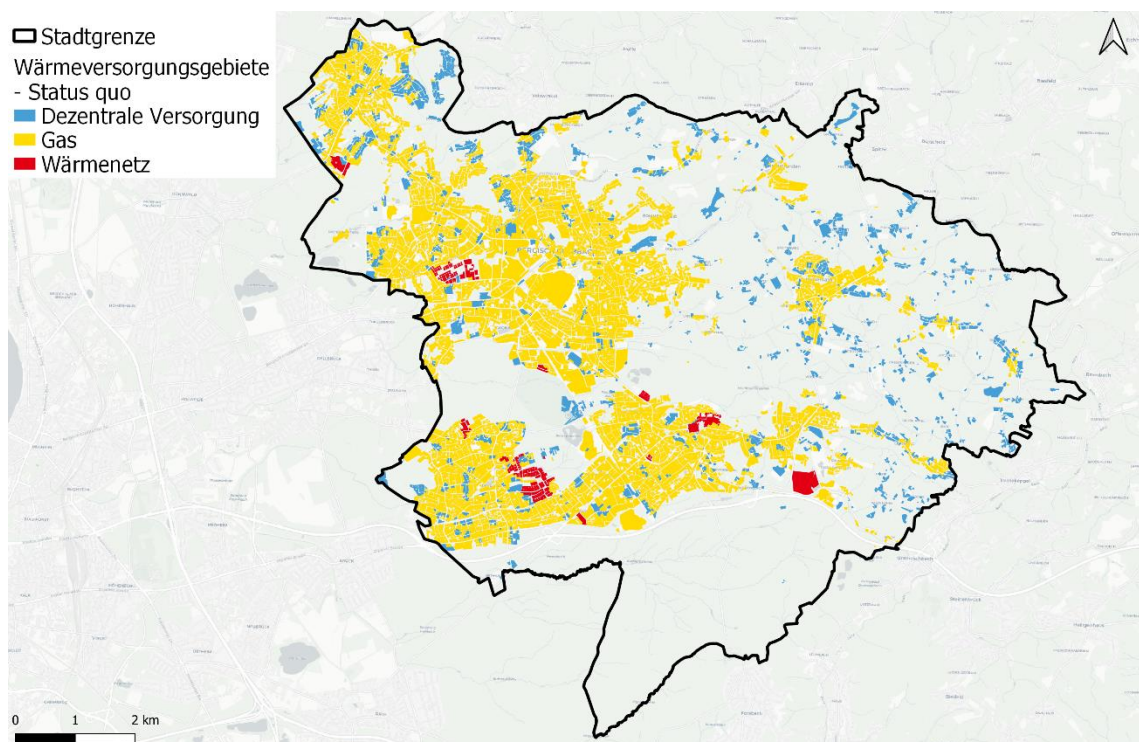


Abbildung 57: **Vorrangige** Wärmeversorgungsgebiete Status quo in Bergisch Gladbach¹

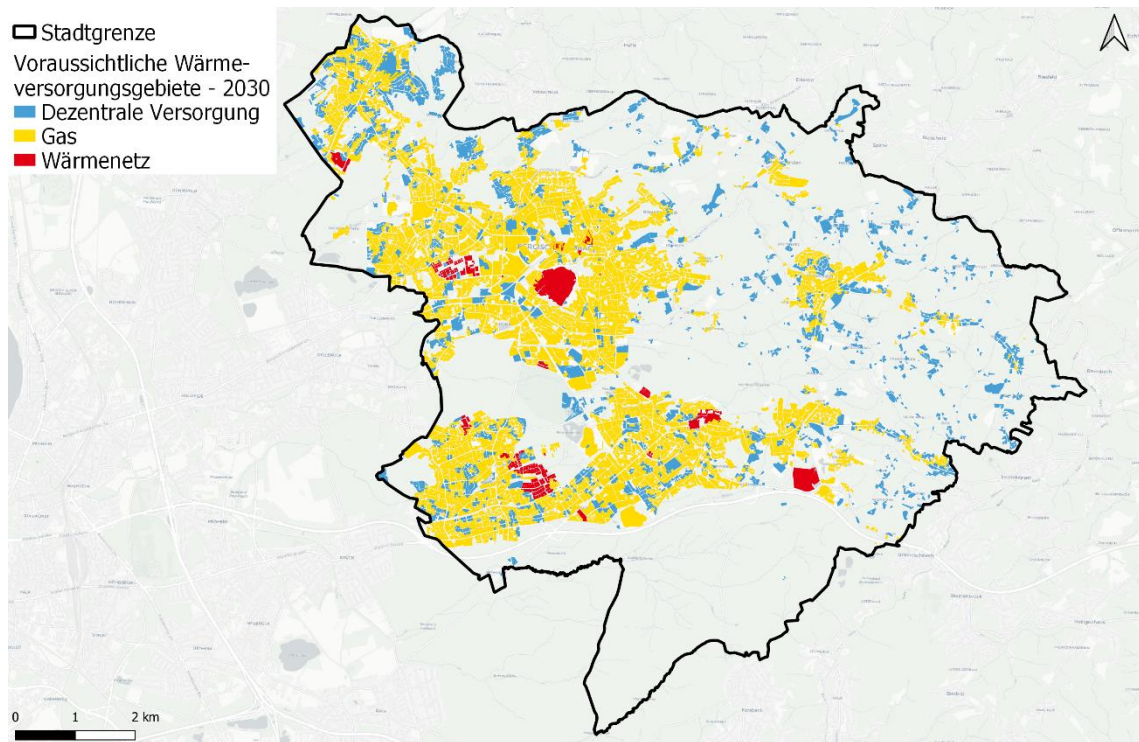


Abbildung 58: **Voraussichtliche, vorrangige** Wärmeversorgungsgebiete 2030 in Bergisch Gladbach¹

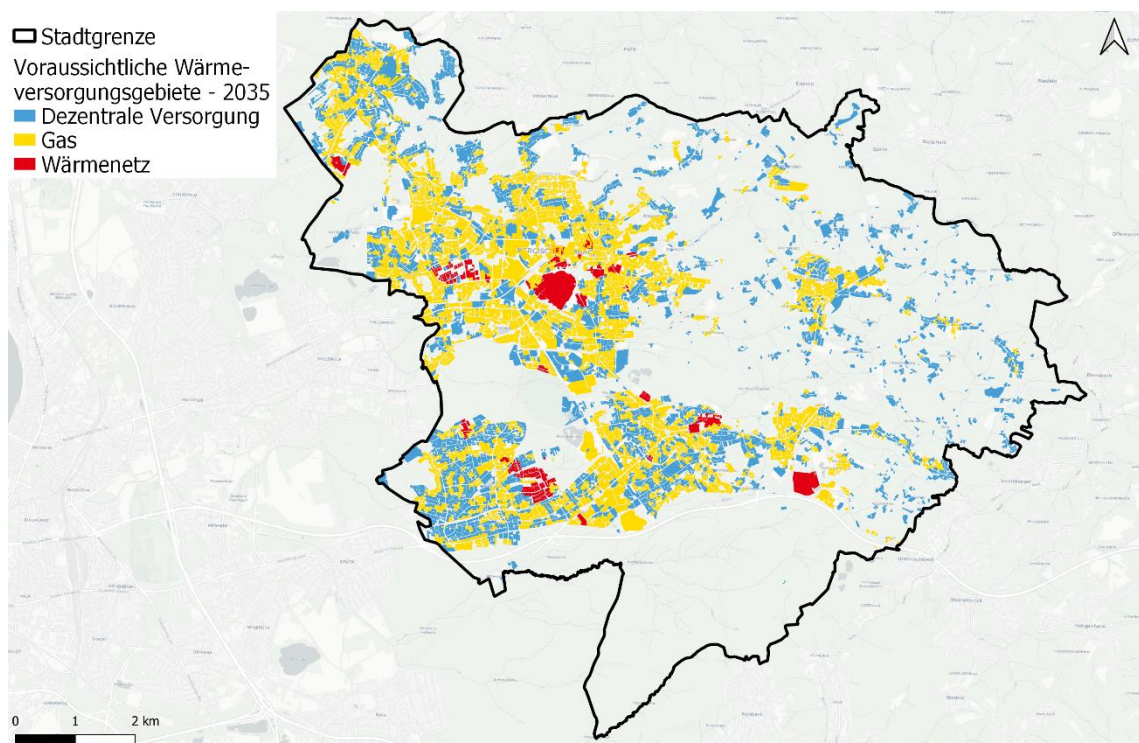


Abbildung 59: **Voraussichtliche, vorrangige** Wärmeversorgungsgebiete 2035 in Bergisch Gladbach¹

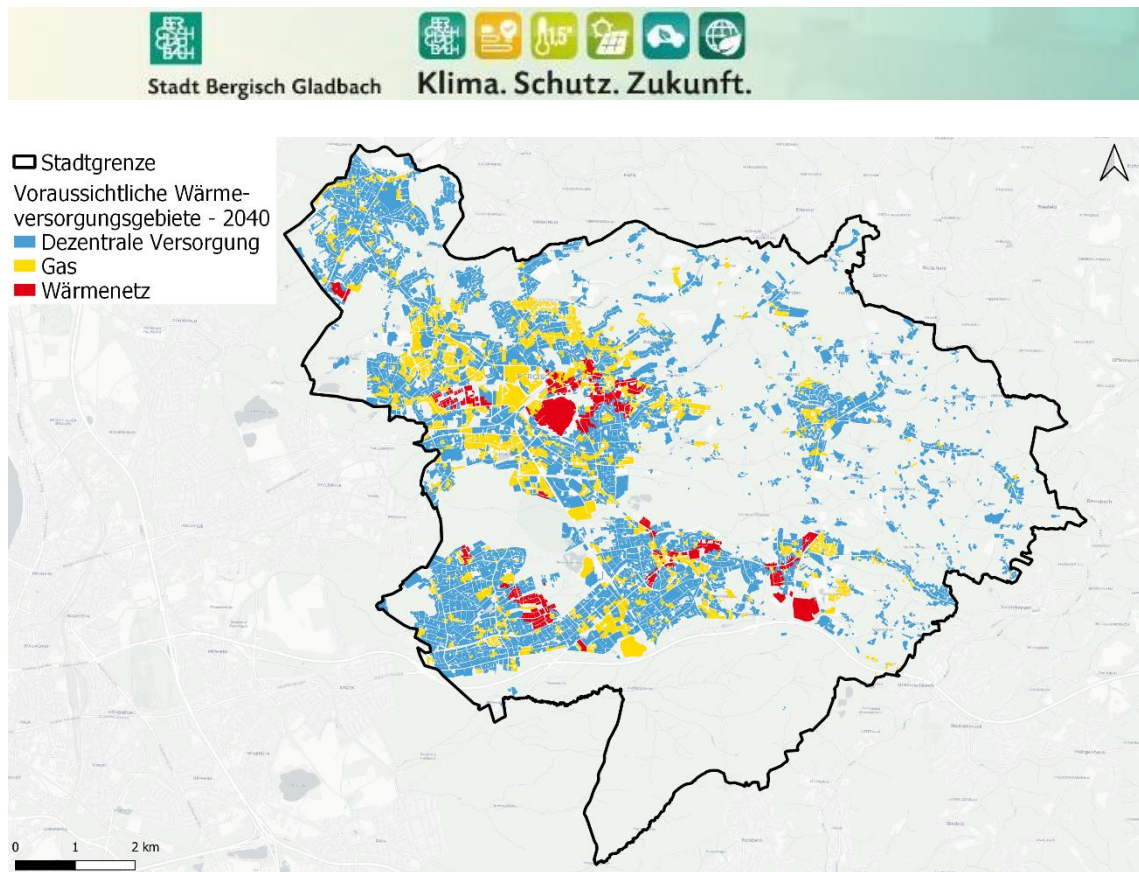


Abbildung 60: **Voraussichtliche, vorrangige** Wärmeversorgungsgebiete 2040 in Bergisch Gladbach¹

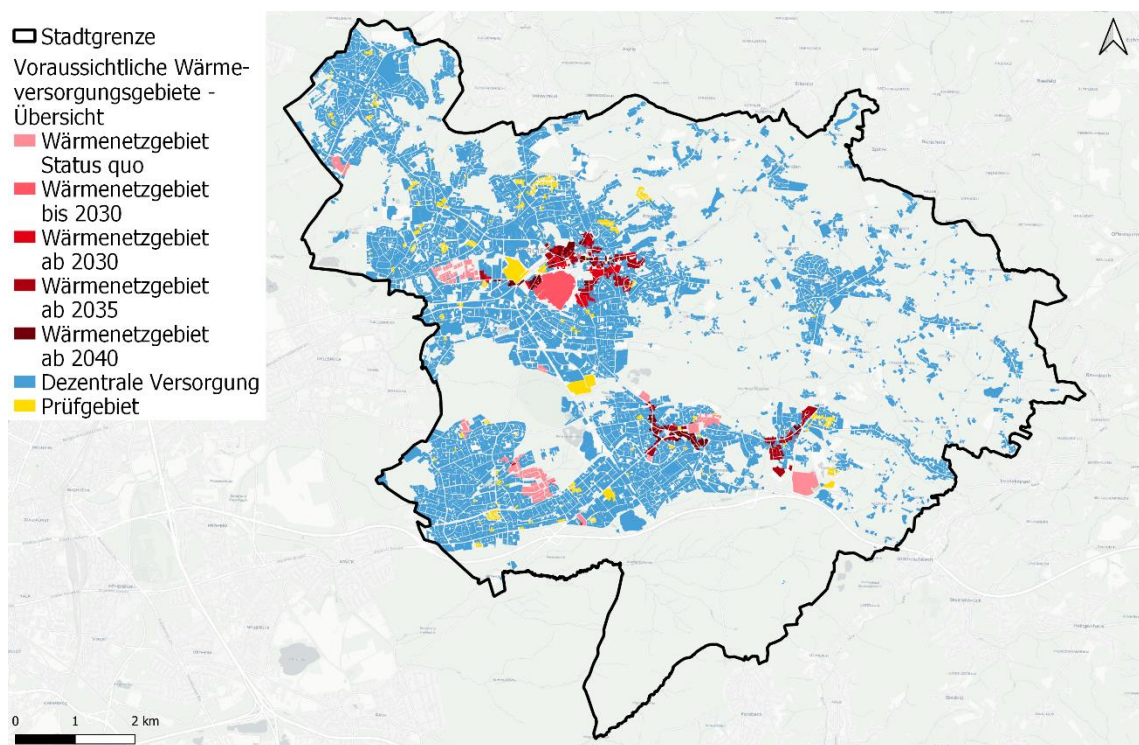


Abbildung 61: Übersicht über die **voraussichtlichen, vorrangigen** Wärmeversorgungsgebiete 2045 in Bergisch Gladbach¹

Im Jahr 2040 ist die dezentrale Wärmeversorgung recht dominierend im Stadtgebiet, Wärmenetze sind in mehreren Stadtteilen erkennbar. Dabei werden noch 22 % der Gebäude (inklusive Industrie) zumindest teilweise über synthetisches Methan versorgt. Dort, wo gelbe Flächen verbleiben (Baublöcke mit überwiegender Gasversorgung), kommen primär synthetisches oder Biomethan zum Einsatz. Dort liegen v. a. Verbraucher vor, für die Gas eine gute Lösung ist, da der Einsatz wirtschaftlich ist oder andere Alternativen nicht möglich sind, z. B. aufgrund der geforderten Temperaturen (Prozesswärme) oder der Platzverhältnisse.

Zur Interpretation ist anzumerken: Die Farbe, in welcher ein bestimmter Baublock eingefärbt ist, zeigt die für den jeweiligen Baublock **vorrangige** Heiztechnologie an. Das bedeutet nicht, dass diese Technik in jenem Baublock ausschließlich vorzufinden ist. Demnach können auch in einem rot gekennzeichneten Gebiet, in dem die Fernwärme die vorrangige Technologie stellt, vereinzelt oder auch in signifikantem Umfang Wärmepumpen vorzufinden sein. Auch in den blauen Gebieten können gasbasierte Lösungen oder Hybrid-Lösungen (also Gas-Spitzenlastkessel in Kombination mit einer Wärmepumpe) zum Einsatz kommen. Um dies zu veranschaulichen, zeigt Abbildung 62 die Teilgebiete, in denen im Jahr 2045 weiterhin Gas genutzt wird. Diese werden nach WPG als Prüfgebiet definiert. Dies macht klar, dass das Gasnetz aus Sicht der Endkundinnen und -kunden weiterhin in sehr weiten Teilen Bergisch Gladbachs gebraucht wird. Der Unterschied zum Status quo ist nur, dass eben in den allermeisten Fällen nicht das Gebäude ausschließlich mit Gas beheizt wird, sondern der Gaskessel nur an kalten Tagen die Wärmepumpe unterstützt. Außerdem sei hier nochmal darauf hingewiesen, dass sich hieraus nicht direkt das Gas-Zielnetz für 2045 ablesen lässt, sondern eine hierauf aufbauende Analyse der Wirtschaftlichkeit erfolgen muss. Analog muss eine weitere Prüfung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit der Wärmenetze erfolgen.

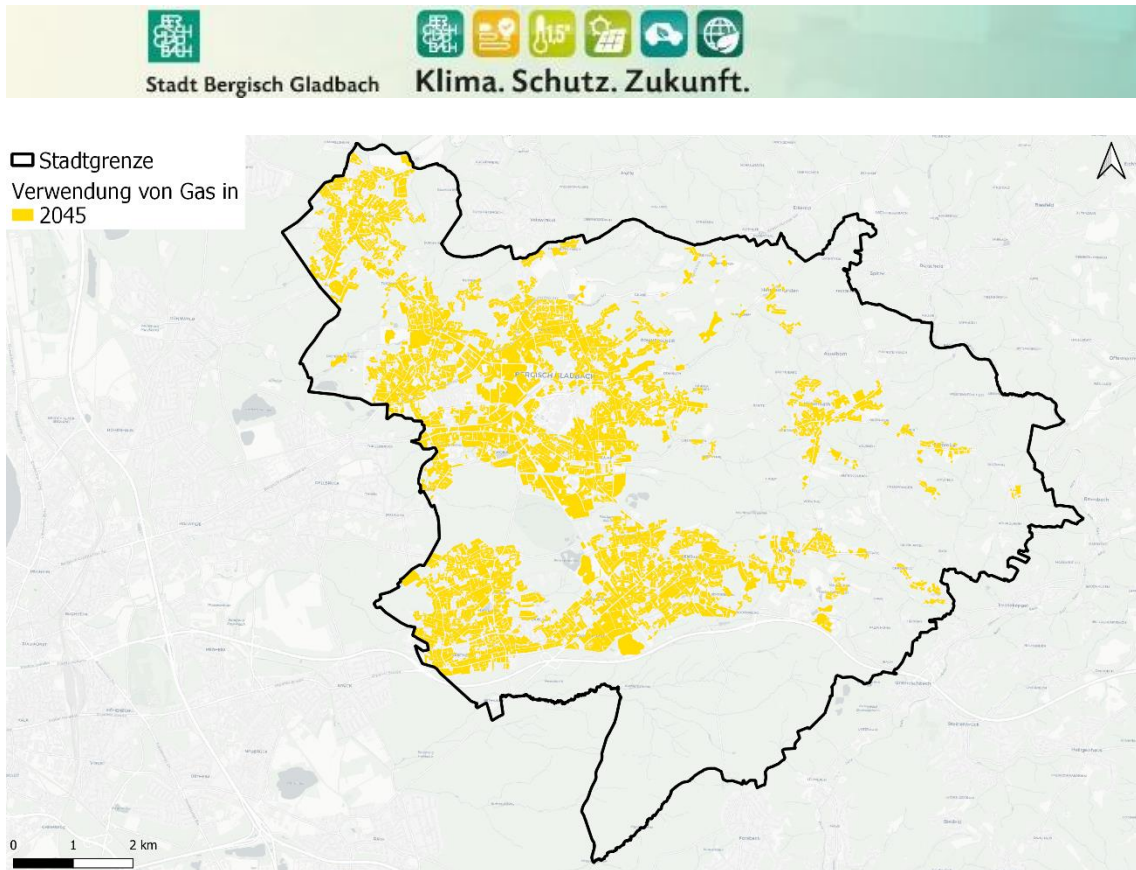


Abbildung 62: Teilgebiete mit **voraussichtlicher** Nutzung von grünem Methan im Jahr 2045 in Bergisch Gladbach¹

Wärmeversorgungsarten im Zieljahr

Die abschließende **Prognose der Wärmeversorgungsarten** im Jahre 2045 gemäß §§ 17, 18 und 19 WPG wurde unter folgenden Annahmen durchgeführt:

Wärmenetze

Gebiete, in denen heute bereits Bestandswärmenetze existieren oder in denen neue Wärmenetze als Ergebnis der vorherigen Analysen eine geeignete Lösung darstellen, gelten als „**sehr wahrscheinlich geeignet**“ für Standorte von Wärmenetzen im Jahr 2045.

Andere analysierte, aber vorerst verworfene Wärmenetze (siehe Abschnitt 3.3.2.1.2) gelten als „**wahrscheinlich geeignet**“.

Verbleibende Baublockseiten an Straßenzügen mit Wärmeliniendichten von weniger als 1.500 kWh/m werden als „**wahrscheinlich ungeeignet**“ klassifiziert.

Alle übrigen Gebiete sind als Wärmenetze „**sehr wahrscheinlich ungeeignet**“.

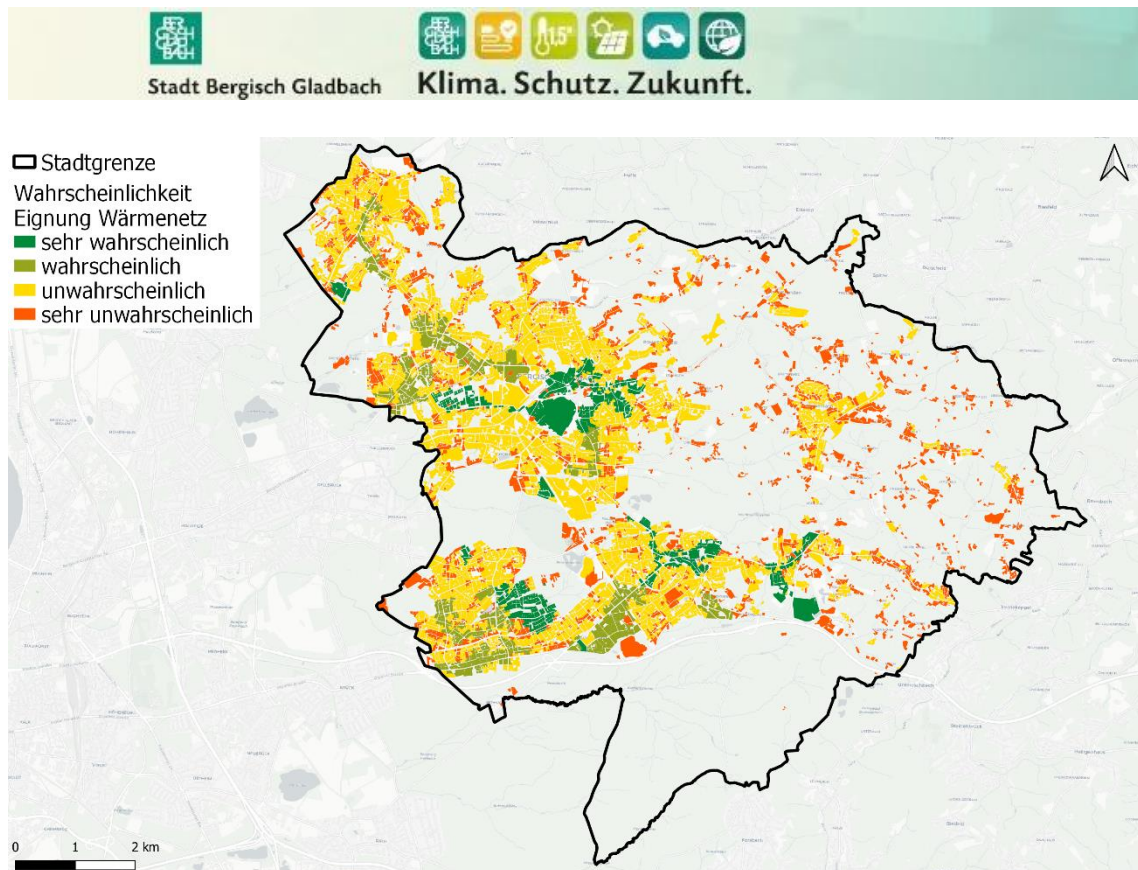


Abbildung 63: **Voraussichtliche** Eignung für eine Wärmeversorgung aus Wärmenetzen in Bergisch Gladbach im Jahr 2045¹

Es zeigt sich, dass im innerstädtischen Bereich wie auch in den Stadtteilen Moitzfeld, Bensberg, Frankenforst und Refrath sowie eingeschränkt in Schildgen gute Bedingungen für Wärmenetze vorliegen und Lösungen mit leitungsgebundener Wärme vorstellbar sind.

Dezentrale Heiztechnologien

Die Klassifizierung der Wahrscheinlichkeiten für den Einsatz von dezentralen Anlagen erfolgt prinzipiell wie die oben beschriebene Einteilung für Wärmenetze. Kriterium für die Einteilung ist hier der aktuelle Anteil dezentraler Technologien am Endenergieverbrauch im Jahr 2045. Maßstab ist die Bottom-up-Rechnung. Jede Heizung, die nicht als Wärmenetz oder über Gas versorgt wird, oder positiv formuliert jede Heizung, die mit Biomasse betrieben oder als Wärmepumpe etc. ausgestattet ist, wird gezählt. Der Anteil dieser Technologien am Endenergieverbrauch entscheidet über die Einteilung in die jeweilige Wahrscheinlichkeitsklasse.

Anteil Dezentrale	Eignung
>75 %	„sehr wahrscheinlich geeignet“
<75 %, >50 %	„wahrscheinlich geeignet“
<50 %, >25 %	„wahrscheinlich ungeeignet“
<25 %	„sehr wahrscheinlich ungeeignet“

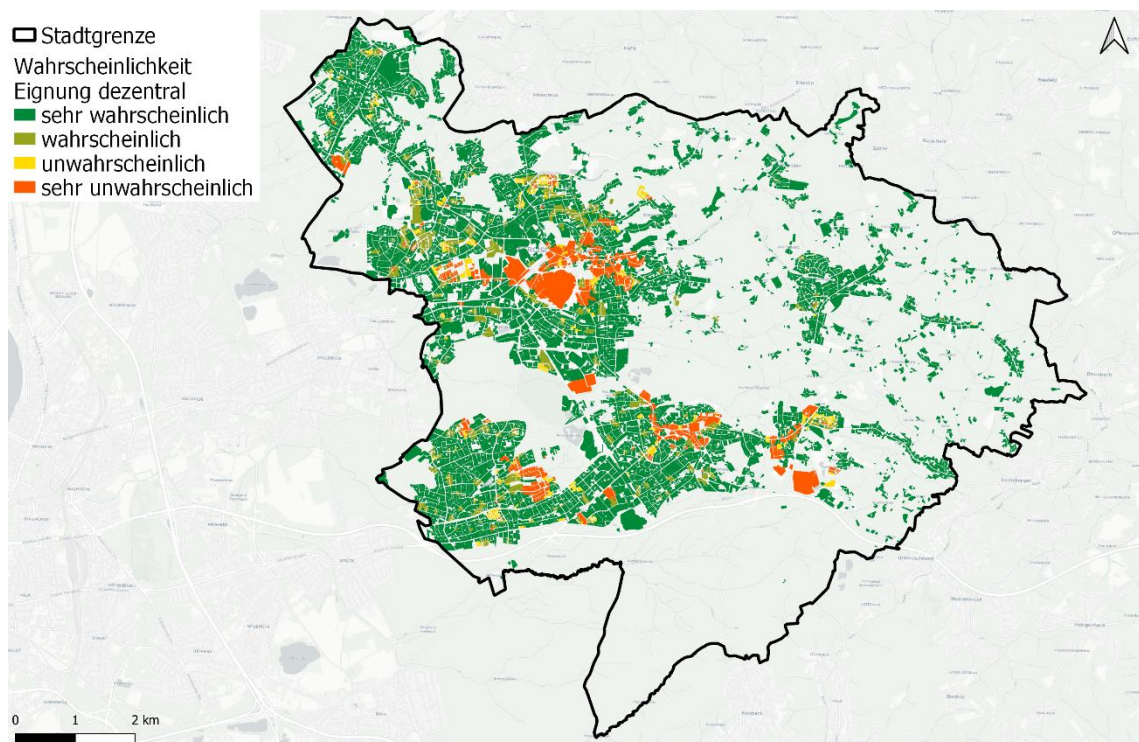


Abbildung 64: **Voraussichtliche** Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung in Bergisch Gladbach¹

Wasserstoff:

Generell: „sehr wahrscheinlich ungeeignet“

Wasserstoffnetzgebiete werden in Bergisch Gladbach unter den derzeitigen Voraussetzungen und Aussichten nicht erwartet. Aufgrund des Aufwands und der damit verbundenen Kosten – z. T. müssen Komponenten ausgetauscht werden, aber auch Parallelleitungen errichtet werden – wird eine Umwidmung des bestehenden Erdgasnetzes auf Wasserstoff nicht in Betracht gezogen. Alle Baublöcke im Stadtgebiet werden demnach als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ für die Versorgung mit Wasserstoff zur Gewinnung von Wärme eingestuft. Eine kartographische Darstellung erübrigt sich somit.

Grünes Methan:

Die erwartete Eignung für die zukünftige Versorgung mit Gas wird über den Gasanteil am Endenergieverbrauch abgeschätzt. Je nachdem, in welchem Quartil der Gasanteil am Endenergieverbrauch in einem betrachteten Gebiet in 2045 liegt, erfolgt eine Einteilung in Wahrscheinlichkeitsklassen:

Gasanteil	Eignung
>75 %	„sehr wahrscheinlich geeignet“
<75 %, >50 %	„wahrscheinlich geeignet“
<50 %, >25 %	„wahrscheinlich ungeeignet“
<25 %	„sehr wahrscheinlich ungeeignet“

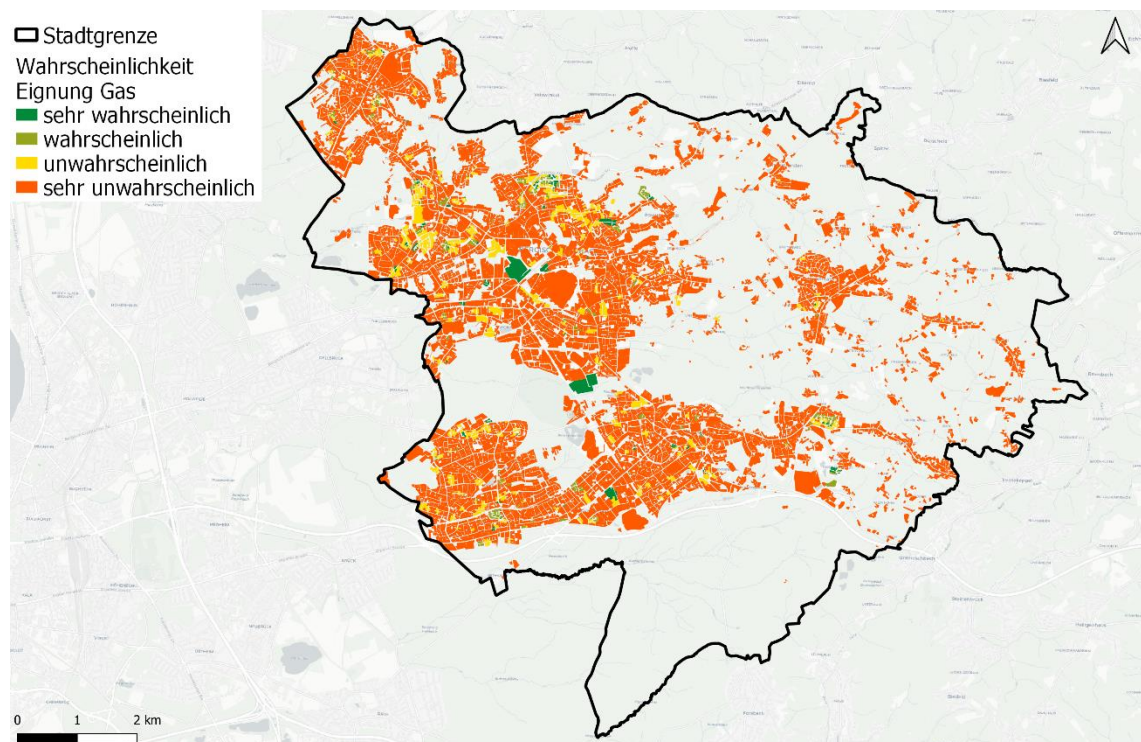


Abbildung 65: **Voraussichtliche** Eignung für die Wärmeversorgung mit grünem Methan in Bergisch Gladbach¹

Die Karte zeigt, dass viele Gebiete eher als (sehr) unwahrscheinlich geeignet eingeschätzt werden. Dies gilt für die **alleinige** oder hauptsächliche Wärmeversorgung mit grünem Methan.

In der Untersuchung wurde eine signifikante Anzahl von Endkundinnen und Endkunden ermittelt, die zukünftig geringe Mengen von grünem Methan als Teil eines Hybridsystems

aus Wärmepumpe und Gasspitzenkessel einsetzen, was bereits Abbildung 62 gezeigt hat. Diese Systeme sind gut geeignet auch in den Gebieten, die in der Abbildung 65 mit geringen Wahrscheinlichkeiten ausgewiesen sind. Dieser Einsatzfall führt nebenbei zusätzlich zu einer Reduktion wärmeinduzierter Stromlastspitzen im Stromnetz.

3.3.5 Zusammenfassung

Über die Analysen zur Wirtschaftlichkeit von Versorgungslösungen aus Sicht der Endkundinnen und Endkunden sowie Annahmen zur Sanierung und einer modellgestützten Simulation des Heizungswechsels wurde ein detailliertes Abbild einer möglichen treibhausgasneutralen Wärmeversorgung Bergisch Gladbachs aufgezeigt. Gut geeignete Wärmenetzgebiete wurden identifiziert inkl. der möglichen Bereitstellung der Wärme. Bei den dezentralen Wärmeerzeugern in Form von Wärmepumpenlösungen oder Pelletheizungen ergibt sich der größte Zuwachs. Gas wird stark zurückgedrängt, spielt jedoch als grünes Gas (synthetisches Gas, Biogas) weiterhin eine Rolle in bestimmten Bereichen, wo es aus wirtschaftlicher Sicht am günstigsten ist oder wo andere Technologien nur beschränkt einsetzbar sind.

Diese Ergebnisse bilden die Grundlagen für weitere detaillierte Betrachtungen, wie Machbarkeitsstudien für Wärmenetze und die dazugehörige Erzeugung oder auch weitere Untersuchungen bzgl. der Gasnetzstrategie. Auch die Auswirkungen des starken Zubaus von Wärmepumpen auf das Stromverteilnetz sollten untersucht werden.

Wichtig ist es an dieser Stelle, zu betonen, dass die obigen Darstellungen und Ausführungen einen möglichen Weg aufzeigen und weder eine Verpflichtung für die Nutzung einer bestimmten Technologie in einem Gebiet für die Endkundinnen und Endkunden darstellt, noch die Verbindlichkeit für einen Versorger, die entsprechende Infrastruktur (z. B. Wärme oder Gas) zu errichten oder zu betreiben. Die kommunale Wärmeplanung soll zunächst eine Orientierung für alle Beteiligten bieten.

4 AP4: Strategie und Maßnahmenkatalog (ENTWURF)

Dieses Kapitel dient als Grundgerüst, welches im weiteren Projektverlauf ausgearbeitet wird, und stellt den aktuellen Entwurfsstand dar. Die in Kap. 4.2 aufgeführten und fett markierten Maßnahmen werden in diesem Zwischenbericht bereits detailliert dargestellt, weitere Maßnahmen folgen im Rahmen der Erstellung des Endberichts.

4.1 Strategie für die Wärmewende in Bergisch Gladbach

Die Strategie für die Wärmewende in Bergisch Gladbach basiert auf dem zuvor erarbeiteten Zielszenario mit den beschriebenen Zielwerten für die Stützjahre 2030, 2035 2040.

Mit der Strategie soll die Grundlage gelegt werden, um die Ziele auch zu den entsprechenden Stützjahren zu erreichen. Wesentliche Handlungsfelder bestehen in der Reduktion des Wärmebedarfs, der Erschließung von Abwärmepotenzialen und Potenzialen der erneuerbaren Wärmeerzeugung sowie der Erschließung von neuen und Erweiterung vorhandener Wärmenetze. Darüber hinaus ist eine treibhausgasneutrale Gasversorgung, insbesondere auch im Bereich der industriellen Versorgung von Bedeutung.

Dazu werden im Folgenden Maßnahmenkatalog Maßnahmen aufgeführt, die sich in kommunikative, organisatorische oder technische Maßnahmen unterteilen lassen.

Weiterhin werden konkrete Maßnahmen aus der detaillierteren Untersuchung der Fokusgebiete abgeleitet. Als Fokusgebiete wurden drei Gebiete ausgewählt:

- Quirlsberg mit dem dort gelegenen evangelischen Krankenhaus (EVK),
- ein Teil der Gronauer Gartensiedlung mit dem Finanzamt sowie
- Frankenforst mit der Anbindung an das Gewerbe- und Industriegebiet.

Die Auswahl der Fokusgebiete wurde nach Auswahlkriterien getroffen, wie z. B. Blaupausefähigkeit und Übertragbarkeit der Untersuchungsgebiete auf andere Quartiere, Einflussmöglichkeit der Stadt, Größe bzw. Anzahl der Gebäude, durchschnittliches Gebäudealter mit hohem Reduktionspotenzial des Wärmebedarfs, kurz- bis mittelfristige Realisierbarkeit von möglichen Maßnahmen, Sozial- und Eigentümerstrukturen sowie Nähe zu Abwärme- oder erneuerbaren Wärmepotenzialen.

Nachfolgend sind die Gebiete dargestellt. Die weitere Ausarbeitung zu den Fokusgebieten erfolgt noch und wird im Endbericht ausgeführt.

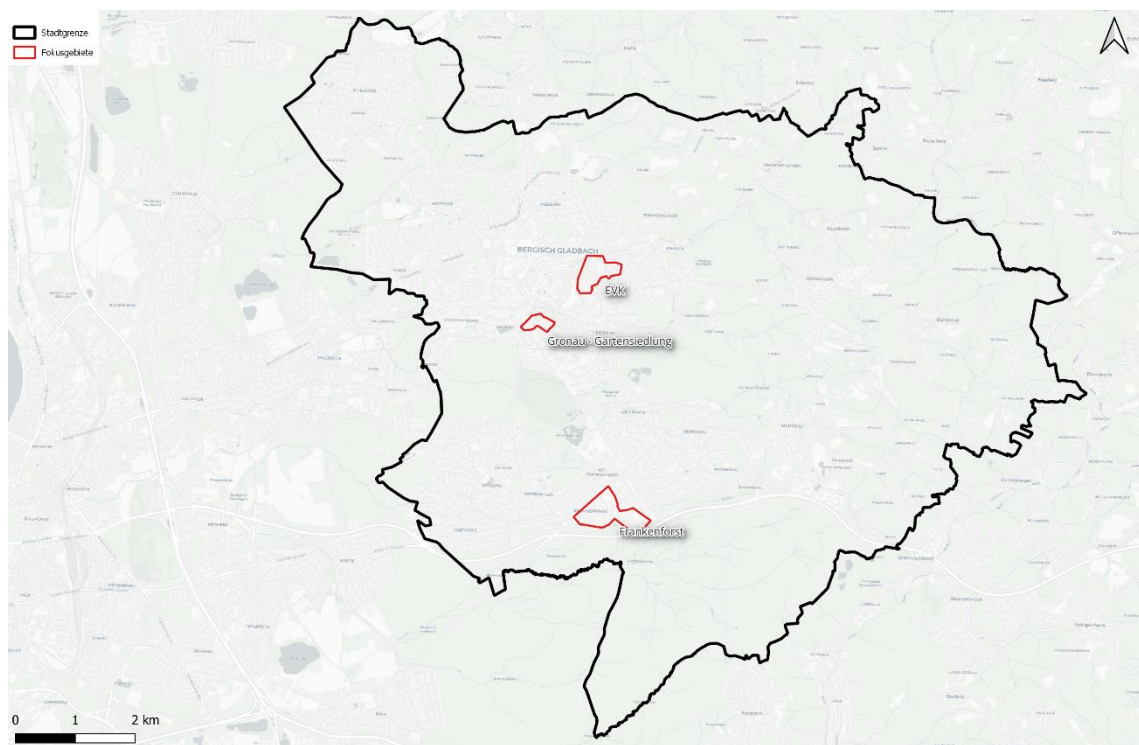


Abbildung 66: Übersicht der ausgewählten Fokusgebiete in Bergisch Gladbach¹

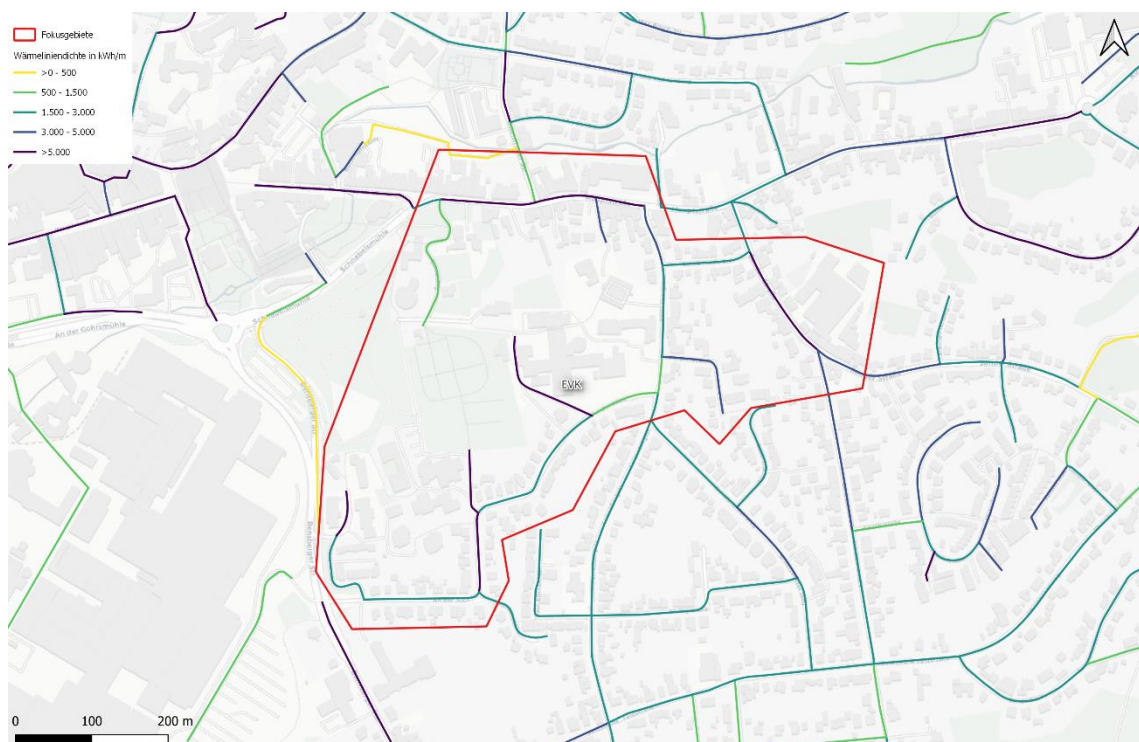


Abbildung 67: Fokusgebiet Quirlsberg / EVK, Innenstadt¹

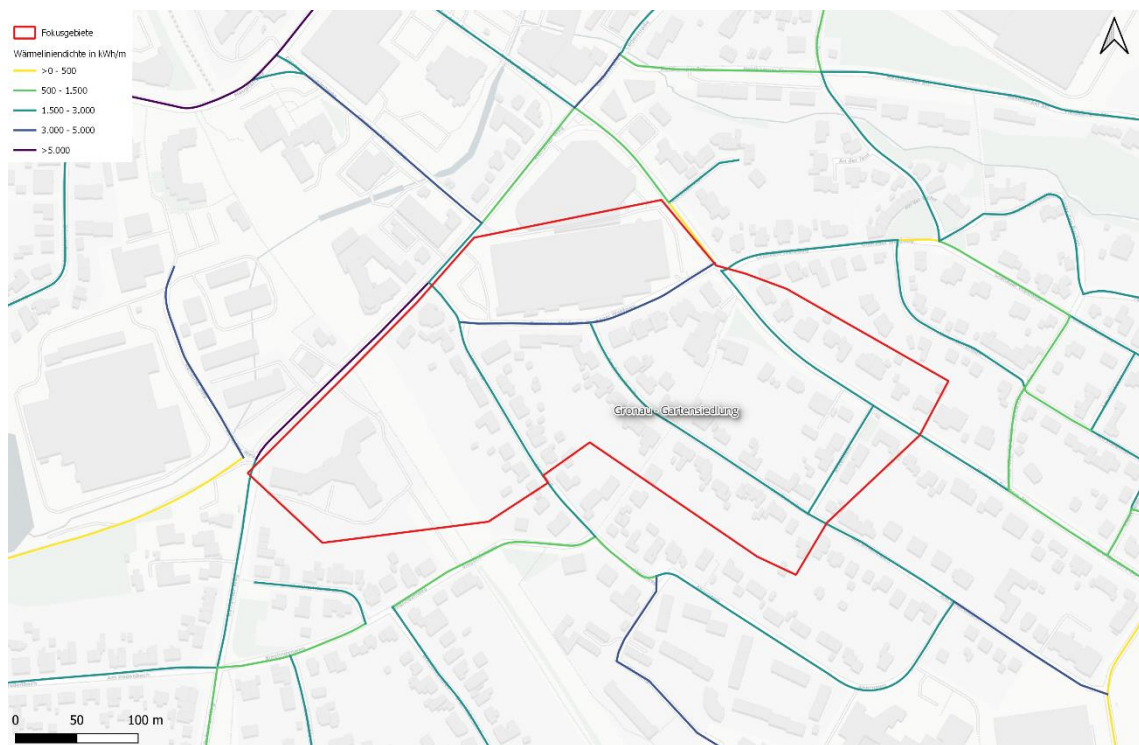


Abbildung 68: Fokusgebiet Gronauer Gartensiedlung / BLB, Innenstadt¹

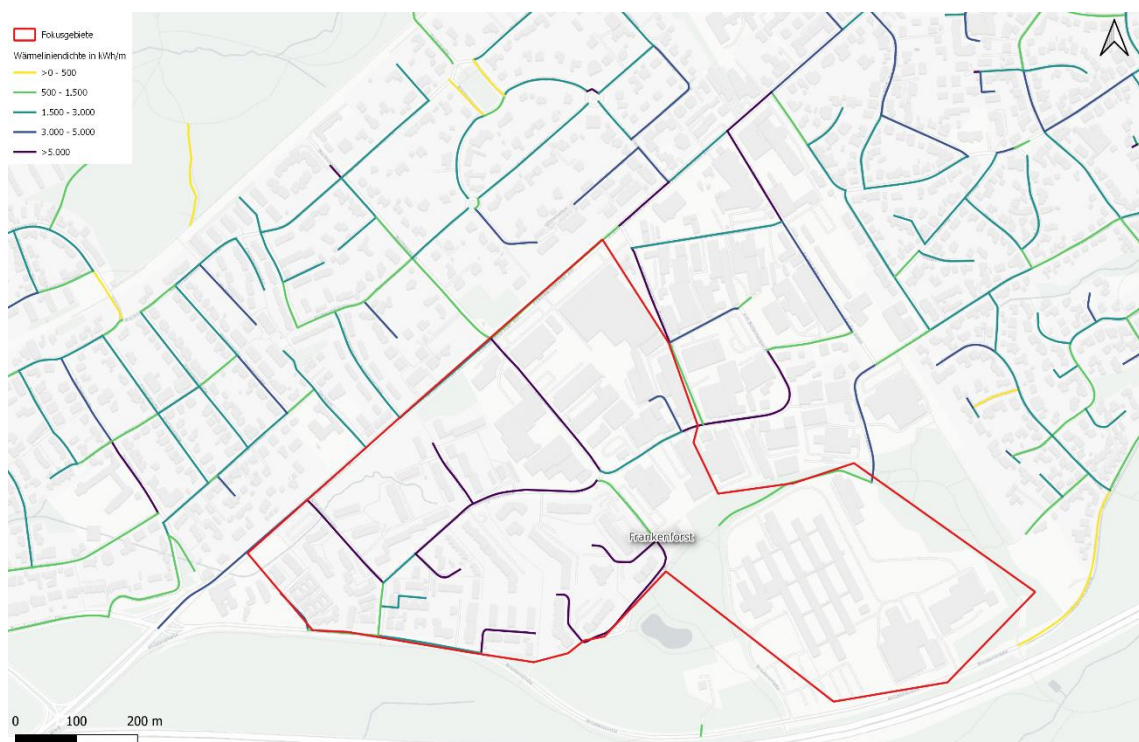


Abbildung 69: Fokusgebiet Frankenforst/ BAST, Frankenforst¹

4.2 Maßnahmenkatalog (ENTWURF)

Folgende Maßnahmen, die in Steckbriefform zusammengefasst sind, werden vorgeschlagen:

Kommunikative Maßnahmen

- **Implementierung von ALTBAUNEU**
- **Mitmachaktionen Wärmewende**
- **Energiekarawane**
-

Organisatorische Maßnahmen

- **Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung**
- **Aufsetzen eines Monitoringkonzeptes zur Steuerung der Umsetzung der identifizierten Maßnahmen**
- Implementierung lokaler Wärmewendegremien in den identifizierten Fokusgebieten
- Erfassung der Abwärmepotenziale der Industriebetrieb, die unter das EnEfG fallen
-

Technische Maßnahmen

- **Erstellung von Transformationsplänen für bestehende Wärmenetz, Förderung nach BEW**
- **Erstellung von Machbarkeitsstudien nach BEW für neue Wärmenetze**
- Detaillierte Planung und Umsetzung Wärmeerzeugung und -netze nach Durchführung von Trafoplänen und Machbarkeitsstudien
- Durchführung energetischer Sanierungsmaßnahmen bei öffentlichen (städtischen) Gebäuden – Leuchtturmprojekte
- Aufbau von Kooperationen zur Umsetzung technischer Maßnahmen
-

Implementierung von ALTBAUNEU

Nr. 1: Implementierung von ALTBAUNEU			
Handlungsfeld	Kommunikative Maßnahmen	Priorisierung	+++
Räumliche Verortung	Gesamtes Stadtgebiet		
Startjahr	2025	Zieljahr	Min. 2027
Zielsetzung	Steigerung der Sanierungsrate für private Wohngebäude		
Kurzbeschreibung	In Bergisch Gladbach sind über 60% der Wohngebäude älter als 40 Jahre, weisen eine niedrige Energieeffizienz auf und tragen insgesamt zu über 70 % zum Wärmebedarf bei. Besonders im Bereich Altbau liegt daher das größte Energieeinsparpotenzial. Das Projekt ALTBAUNEU unterstützt Kommunen, Vorteile einer energetischen Sanierung von Ein- und Zweifamilienhäusern zu vermitteln. Es wird im Auftrag des Landes von NRW.Energy4Climate umgesetzt und von PricewaterhouseCoopers GmbH WPG koordiniert. Es bietet für Kreise und Kommunen in NRW öffentlichkeitswirksame Aktionen, Informationen, ein Modernisierungsscheck für die energetische Sanierung und Leihmaterialien zur energetischen Gebäudemodernisierung, die Bürger*innen kostenfrei zur Verfügung gestellt werden können. Durch die Zusammenarbeit der Kommunen, Kreise und mit der Landesgesellschaft über ein gemeinsames Portal können die ALTBAUNEU-Beteiligten Geld und Personal sparen, da Vorlagen, Aktionen etc. geteilt werden. Auf dem Portal finden sich für jede Kommune ortsspezifische Informationen etwa eine Datenbank lokaler Handwerksbetriebe, Aktionen/ Veranstaltungen, Architekturbüros, Energieberatungen etc.). NRW.Energy4Climate und PWC liefern zusätzlich aktuelle fachliche Bau- und Förderinformationen. Im Gegensatz zur Energiekarawane handelt es sich um ein generelles Informationsangebot für alle Bürger*innen unabhängig von einem Quartiersansatz. Nähere Informationen unter: https://www.alt-bau-neu.de/		
Umsetzungsschritte & Meilensteine	1. Beauftragung des Projekts, ggf. in Kooperation mit dem Rheinisch-Bergischen-Kreis und weiteren kreisangehörigen Kommunen; M: Vertragsabschluss 2. Aufbau des kommunenspezifischen Portals (etwa Handwerkerdatenbank, aktuelle Beratungsangebote); M: Launch des Portals 3. Regelmäßige Öffentlichkeitsarbeit 4. Evaluation der Nutzung nach zwei Jahren und Entscheidung zur Fortführung		
Erfolgsindikatoren	• Zugriffsstatistik auf das Portal (Klickzahlen und Verweildauer) • Anzahl der Teilnehmenden an Aktionen und Veranstaltung		
Synergien (+) / Hemmnisse (-)	(+) Bewerbung / Einbindung bestehender (online- / Präsenz-) Beratungsangebote der Verbraucherzentrale, metabolon sowie der Stadt (Energieberatung in den Rathäusern) (+) Bekanntmachung lokaler Angebote, Handwerker, etc. → Förderung der lokalen Wertschöpfung (+) Verbindung zu verhaltensbasierten Energieeinsparung und Handlungsoptionen für Mieter*innen		



	(-) ./.		
Endenergieeinsparung (MWh/a)	Keine direkte Wirkung, da Informationsangebot	Minderung THG jährlich (t CO ₂ äq/a)	Nicht quantifizierbar
		Kumulierte THG-Einsparung (t CO ₂ äq)	Nicht quantifizierbar
Federführung/ Beteiligte	• VV III-2 Kommunale Wärmeplanung • VV III-3 Klimaschutzmanagement Weitere externe Akteure • Energieagenturen, Energieberatungsstellen • Handwerkskammer • Schornsteinfeger*innen • Architekt*innen und Bauingenieur*innen, Energieexpert*innen		
Personeller Aufwand	für VV III-2 Ca. 20 - 30 Fachtage in Jahr 1 für erst Einrichtung, Aufbau der Datenbank; Ca. 5 – 10 Fachtage in den Folgejahren		
Finanzieller Aufwand	Stand 2024: 2.400 € (netto) jährlich Teilnahmegebühr an ALTBAUNEU		
Finanzierungsmechanismen	Aktuell keine Förderoptionen für die Nutzung von ALTBAUNEU		
Referenzbeispiele	Stadt Kürten: https://www.alt-bau-neu.de/kuerten/ ; Blütenstadt Leichlingen: https://www.alt-bau-neu.de/leichlingen/ Stadt Solingen: https://www.alt-bau-neu.de/solingen/ Stadt Köln: https://www.alt-bau-neu.de/koeln/ Aktuell rund 35 Kommunen in NRW		

Mitmachaktionen Wärmewende:

Nr. 2: Mitmachaktionen Wärmewende			
Handlungsfeld	Kommunikative Maßnahmen	Priorisierung	++
Räumliche Verortung	Ausgewählte Quartiere		
Startjahr	2025	Zieljahr	2029
Zielsetzung	Sanierungsrate steigern Heizungswechsel fördern		
Kurzbeschreibung	Durch niedrigschwellige Aktionen sollen Bürger*innen für den Bedarf an energetischer Sanierung sensibilisiert und für einen Wechsel auf Heizungen mit min. 65 % Erneuerbare Energien gewonnen werden. Dazu sollen verschiedene Maßnahmen konzipiert werden, wie: a) Thermografiespaziergänge: Wärmebildaufnahmen von Gebäuden vermitteln anschaulich, an welchen Stellen Wärmeverluste auftreten. Im Herbst und Winter sollen daher an Aktionstagen Wärmebildspaziergänge von Häusern gemacht und damit für die energetische Gebäudesanierung sensibilisiert werden. Es geht dabei nicht um die präzise Analyse des etwaigen Wärmeverlustes eines Gebäudes, sondern vielmehr um eine Sensibilisierung für das Thema und eine Veranschaulichung getreu dem Motto „Bilder sagen mehr als tausend Worte“. Dieses Aha-Erlebnis kann durch eine fachkundige Begleitung mit dem passenden Fachwissen vor allem zu Sanierungsoptionen vertieft werden. Nähere Informationen unter: https://www.zukunft-zuhause.net/akteure-vor-ort/arbeitshilfen/thermografie-rundgang/ - dies kann gekoppelt werden mit einem Angebot für ein individuellen Thermografiescan b) „Wärmepumpenparty“ – analog zum Konzept der bisherigen Solarparties (https://packsdrauf.de/) sollen durch nachbarschaftliche Austauschformate niedrigschwellig über die Planung, Einbau und Nutzung von Wärmepumpen informiert werden. Gebäudeeigentümer*innen, die bereits eine Wärmepumpe in Betrieb haben und stellen hierzu Ihre Erfahrungen und Ihr Wohngebäude für einen Austausch, vor allem mit Personen aus dem eigenen Quartier bzw. der Nachbarschaft. Die Verwaltung unterstützt bei der Ansprache und Umsetzung. Flankiert wird dies, durch fachkundige externe Beratung, um über Kosten, Förderungen, technische Rahmenbedingungen von Wärmepumpen zu informieren. c) Planspiele zur Wärmewende in Quartieren / Nachbarschaften: Etwa anhand des Spiels „Team Wärme“ als Kartenset sollen Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung vereinfacht und spielerisch angegangen werden, um Ideen und Notwendigkeiten in verschiedenen Gruppen zu diskutieren. Das Spiel orientiert sich an Spieler*innen einer Fußballmannschaft. Diese verkörpern unterschiedliche Energiequellen und Technologien, die bisher und zukünftig die Wärmeversorgung einer Kommune sicherstellen. Dies entwickelt ein Grundverständnis der Thematik, mögliche Versorgungsoptionen können frei oder beispielhaft für bestehende Plangebiete getestet werden. Es eignet sich etwa als Format zur Beteiligung von Bürger*innen und lokalen Initiativen. Nähere Informationen		



	unter: https://www.zukunft-zuhause.net/akteure-vor-ort/workshops/kartenset-team-waerme/		
Umsetzungsschritte & Meilensteine (M)	1. Konzeption von Maßnahmen und Detailplanung; M: Detailkonzept liegt vor 2. Absprache mit externen Akteuren; M: Kooperationen vereinbart 3. Durchführung der Angebote: M: min. 1 Durchführung / Jahr und Angebot erfolgt 4. Evaluation		
Erfolgsindikatoren	• Anzahl der Teilnehmenden an den Angeboten • Wärmepumpenparty: Anzahl der im Nachgang installierten WP • Wärmebildspaziergänge: Anzahl danach durchgeführter individueller Thermografiescans		
Synergien (+) / Hemmnisse (-)	(+) Kombination mit Angebot ALTBAUNEU (-) hoher initialer Koordinations-/Bewerbungsaufwand		
Endenergieeinsparung (MWh/a)	Keine direkte Wirkung, da Informationsangebot	Minderung THG jährlich (t CO₂ äq/a)	Nicht quantifizierbar
		Kumulierte THG-Einsparung (t CO₂ äq)	Nicht quantifizierbar
Federführung/ Beteiligte	• VV III-2 Kommunale Wärmeplanung • VV III-3 Klimaschutzmanagement • Verbraucherzentrale / metabolen, externe Energieexpert*in zur Begleitung des Thermografiespaziergängen und Wärmepumpenparties • DUH / KWW bzw. ALTBAUNEU für Materialausleihe		
Personeller Aufwand	Ca. 10 - 15 Arbeitstage / Jahr für die Initiierung, Koordination und Nachbereitung von Aktionen		
Finanzieller Aufwand	Thermografiespaziergänge: Aktionspaket für Thermografie-Spaziergang kann kostenfrei bei der Deutschen Umwelthilfe oder ggf. über die Teilnahme an ALTBAUNEU ausgeliehen werden; ev. Kosten für eine fachkundige Begleitung ca. 500 € / 2 Spaziergänge. Je nach Resonanz Anschaffung einer Wärmebildkamera als Adapter für iOS® oder Android™ Smartphone (ca. 300 €) Wärmepumpenparty: Kosten für Öffentlichkeitsarbeit, Bewerbung der lokalen Veranstaltung, Honorar externe Fachbegleitung: ca. 500 € / Veranstaltung; Planspiel „Team Wärme“: Kosten für Öffentlichkeitsarbeit, Bewerbung der lokalen Veranstaltung, Honorar externe Fachbegleitung: ca. 500 € / Veranstaltung;		
Finanzierungsmechanismen	Aktuell keine Förderoptionen; Finanzierung in 2025 aus Budget VV III-2 möglich		
Referenzbeispiele	Thermografiespaziergänge • Ludwigsburg: https://www.ludwigsburg.de/start/leben+in+ludwigsburg/thermografie-aufnahmen+im+winter.html • Hamburg: https://www.hamburg.de/altona/klimaschutz/17555880/thermografie-spaziergang/ • Xanten: https://www.xanten.de/de/presse/thermografie-spaziergang-in-xanten/ • Osnabrück: https://os-klimaneutral.de/2023/02/12/07-02-2023-thermografieaktion-im-schinkel/		



- **Moers:** <https://www.moers.de/rathaus-politik/aktuelles/presse/thermografie-spaziergang-aha-effekt-mit-bunten-bildern>

Wärmepumpenparty

- Kreis Lauenburg <https://www.abendblatt.de/region/kreis-lauenburg/wentorf/article238094789/Waermepumpe-steht-im-Mittelpunkt-einer-Gartenparty.html>
- Osnabrück <https://os-klimaneutral.de/2023/11/07/03-11-2023-erste-solar-und-waermepumpen-party/>

Planspiel „Team Wärme“

- Osnabrück: <https://os-klimaneutral.de/2024/03/11/22-03-2024-planspiel-kommunale-waermeplanung-im-nettequartier/>; <https://os-klimaneutral.de/themen/>

Energiekarawane für Quartiere

Nr. 3: Energiekarawane für Quartiere			
Handlungsfeld	Kommunikative Maßnahmen	Priorisierung	++
Räumliche Verortung	Ausgewählte Quartiere mit hohem energetischen Sanierungsbedarf		
Startjahr	2025	Zieljahr	2028
Zielsetzung	Steigerung der Sanierungsrate für private Wohngebäude		
Kurzbeschreibung	Um die Sanierungsrate von Gebäuden zu steigern, eignet sich die als standardisierte Kampagne angelegte Energiekarawane. Sie ist eine aufsuchende Energieberatung. In ausgewählten Quartieren mit hohem Sanierungsbedarf und Anteil an Einfamilienhäusern werden Haushalte gezielt angesprochen. Ein Quartier kann zwischen 200 und 1.000 (Empfehlung 400) Haushalte umfassen. Sie erhalten eine kostenfreie gebäudeindividuelle Initialberatung direkt am Objekt durch neutrale, qualifizierte Energieberater*innen. Im Fokus stehen dabei die Aufklärung und Informationsvermittlung bei Immobilienbesitzer*innen, um Bewusstsein zu steigern, Sanierungsschritte zu priorisieren und Förderoptionen für eine energetische Sanierung zu besprechen. Die Kampagne soll Eigentümer*innen motivieren, Sanierungen umzusetzen. Betreut wird das Projekt vom gemeinnützigen Verein fesa e. V. und dem Klima-Bündnis. Nähere Informationen unter: www.fesa.de/projekte/klimaschutzkampagnen/energiekarawane		
Umsetzungsschritte & Meilensteine	1. Quartiersauswahl; M: Fahrplan zur Ansprache der Quartiere 2. Gewinnung von Energieexpert*innen aus DENA-/BAFA-Liste; M: Vertrag 3. Ansprache & Gewinnung der Haushalte im Quartier: Mailing, Öffentlichkeitsarbeit, lokale Plakatierung; Auftaktveranstaltung; M: 100 Beratungstermine vereinbart pro Quartier 4. Durchführung der Energiekarawane pro Quartier: M: 1 Karawane 2025, je 2 Karawanen in 2026 / 2027 5. Nach ca. 12 – 18 Monaten Befragung der Eigentümer*innen; M: Evaluation liegt vor		
Erfolgsindikatoren	• Min. 20 % der kontaktierten Eigentümer*innen nutzen das Beratungsangebot • Min. 40 % der beratenen Eigentümer*innen erstellen anschließend einen iSFP bzw. verschiedene energetische Sanierungsmaßnahmen sind begonnen / umgesetzt (s. Evaluation) • Min. 60 % der Eigentümer*innen sind für nutzerabhängige Energieeinsparung sensibilisiert		
Synergien (+) / Hemmnisse (-)	(+) Kombination mit InHK / StEK möglich (+) Mehraufträge lokales Handwerk durch Sanierungsmaßnahmen (+) Betriebskostensenkung für Eigentümer*innen v.a. beim Heizen (+) Eigentümer*innen unabhängig von Sanierungsmaßnahmen für nutzungsbedingte Energieeinsparung sensibilisiert (+) Beratungsangebote zu Klimaschutz / -anpassung kombinierbar		



	(-) Einfluss auf Wärmenetzplanung, wenn Nachfrageseite reduziert		
Endenergieeinsparung (MWh/a)	Abhängig von Sanierungstiefe zwischen 10 – 20 % Endenergieeinsparung / Maßnahme	Minderung THG jährlich (t CO ₂ äq/a)	Laut Energiekarawane: Einsparungen von ca. 50 % der THG-Emissionen pro Gebäude (im Schnitt 3,5 t CO ₂ äq/a) → 140 t CO ₂ äq/a / Quartier
		Kumulierte THG-Einsparung (t CO ₂ äq)	Im Projektzeitraum: 1.260 t CO ₂ äq
Federführung/ Beteiligte	• VV III-2 Kommunale Wärmeplanung • VV III-3 Klimaschutzmanagement • Externe Energieexpert*innen • Ggf. Verbraucherzentrale, weitere Multiplikator*innen		
Personeller Aufwand	Ca. 20 Fachtage / Jahr für VV III-2		
Finanzieller Aufwand	15.000 € (netto) Einmalgebühr zur Kampagnennutzung (unabhängig von Dauer / Anzahl der Quartiere) Ca. 8.000 € (netto) in 2025 und je ca. 16.000 € 2026/2027 für Beratungshonorare der Energieexpert*innen (Annahme: 500 durchgeführte Beratungen) Ca. 1.500 € Druck Flyer / Plakate Gesamtkosten über drei Jahre (2025 – 2027): 56.500 € (netto)		
Finanzierungsmechanismen	Aktuell keine Förderoptionen für die Durchführung der Energiekarawane Ggf. Reduktion des Beratungshonorars auf 3.000 € in Jahr 1 und 6.000 € für je Jahr 2 und 3 bei Kooperation mit der Verbraucherzentrale		
Referenzbeispiele	Gartenstadt Haan https://www.haan.de/Wirtschaft-Stadtentwicklung/Umwelt-Nachhaltigkeit/Klimaschutz-in-der-Gartenstadt/Aktuelle-Aktionen-und-Projekte/Energiekarawane/		

Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung

Nr. 4: Integration des Wärmeplans in die Bauleitplanung			
Handlungsfeld	Organisatorische Maßnahmen	Priorisierung	+
Räumliche Verortung	Gesamtes Stadtgebiet		
Startjahr	2024	Zieljahr	fortlfd.
Zielsetzung	Integration der Planungen zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung in Prozesse der Bauleitplanung		
Kurzbeschreibung	Der Wärmeplan ist laut Bundesgesetz (WPG §23) ein nach außen rechtlich unverbindliches Planungsinstrument. Er begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten. Er liefert aber die strategische Planungsgrundlage für eine kosteneffiziente und treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis spätestens 2045, so dass verwaltungsintern und bei relevanten Prozessen der Bauleitplanung der Wärmeplan zu berücksichtigen ist. Dabei sehen u. a. das Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2023) in § 2 allgemein für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen Erneuerbarer Energien sowie das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG 2023) in § 2 spezifisch für die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von Wärme aus Erneuerbaren Energien, die in ein Wärmenetz gespeist wird, vor, dass diese im überragenden öffentlichen Interesse liegen und der öffentlichen Sicherheit dienen. Entsprechend sind sie vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen einzubringen. Auch das Baugesetzbuch regelt seit Anfang 2024 in §1 Absatz 6, Nr. 7g, dass bei der Aufstellung der Bauleitpläne insbesondere die Darstellungen in Wärmeplänen zu berücksichtigen sind.		
Umsetzungsschritte & Meilensteine (M)	1. Fortführung der Beteiligung von VV III-2 an verwaltungsinternen Planungsrunden, Beteiligungen im Rahmen von B-Plänen, Veränderungen / Überarbeitungen Flächennutzungsplan und anderer städtebaulichen Planungen für das Stadtgebiet (etwa Satzungen) 2. Ggf. Beteiligung bei Vorlagen für politische Gremien 3. Fortführung der Beteiligung bei weiteren informellen Planungen wie InHK / StEK 4. Fortführung der Einbindung von VV III-2 in strategische Planungen (bspw. Leitlinien) kommunaler Liegenschaften		
Erfolgsindikatoren	• Belange und Projekte der Wärmeplanung sind in der Bauleitplanung berücksichtigt		
Synergien (+) / Hemmnisse (-)	(+) Belange des Klimaschutzes werden umgesetzt (s. Maßnahmen des IKSK im Band 2, M5.2, M5.3), Energieeinsparung und Treibhausgas-Minderung (-) begrenzte Ressourcen bei VV III-2		
Endenergieeinsparung (MWh/a)	Nicht quantifizierbar da abhängig vom Projekt	Minderung THG jährlich (t CO ₂ äq/a)	Nicht quantifizierbar
		Kumulierte THG-Einsparung (t CO ₂ äq)	Nicht quantifizierbar



Federführung/ Beteiligte	• VV III-2 Stabsstelle Kommunale Wärmeplanung • VV III-3 Stabsstelle Klimaschutzmanagement • FB 6, v.a. FB 6-60 Stadtentwicklung und FB 6-61 Stadtplanung • FB 7 Umwelt und Technik (u. a. Abwägung von Umweltbelangen) • FB 8 Immobilienbetrieb (für kommunale Liegenschaften)
Personeller Aufwand	Variabel, je nach Anzahl der Verfahren; Schätzung bis zu 20 FT / Jahr
Finanzieller Aufwand	keiner
Finanzierungsmechanismen	Nicht relevant
Referenzbeispiele	

Aufsetzen eines Monitoringkonzeptes zur Steuerung der Umsetzung der identifizierten Maßnahmen

Nr. 5: Aufsetzen eines Monitoringkonzeptes zur Steuerung der Umsetzung der identifizierten Maßnahmen			
Handlungsfeld	Organisatorische Maßnahmen	Priorisierung	+++
Räumliche Verortung	Gesamtes Stadtgebiet		
Startjahr	2025	Zieljahr	2045
Kurzbeschreibung	• Laufendes Monitoring der Zielerreichung der umsetzenden Maßnahmen, Aufsetzen und Controlling Zeitplanung • (Neu-)Priorisierung der identifizierten Maßnahmen		
Zielsetzung	Sicherstellung der Erreichung der definierten Maßnahmen		
Umsetzungsschritte & Meilensteine	1. Erststellung Zeitplan mit Zielen und Meilensteinen (bis 2025, dann fortlaufende Aktualisierung) 2. Bestimmung Verantwortlichkeiten (bis 2025, dann fortlaufende Aktualisierung) 3. Aufsetzen eines Steuerungsprozesses (bis 2025, dann fortlaufende Aktualisierung)		
Erfolgsindikatoren	Vorliegen und verbindliche Einhaltung des erstellten Monitoring-Konzeptes		
Synergien (+) / Hemmnisse (-)	(+) mögliche „Baupause“ aus bestehenden Monitoringkonzepten (Klimaschutzkonzepte o. ä.) nutzbar bzw. umgekehrt für diese nutzbar (-) keine		
Endenergieeinsparung (MWh/a)	Nicht quantifizierbar	Minderung THG jährlich (t CO ₂ äq/a)	Nicht quantifizierbar
		Kumulierte THG-Einsparung (t CO ₂ äq)	Nicht quantifizierbar
Einzubindende Akteure	• Stadt Bergisch Gladbach (Leitung) sowie u. a. FB 6-60 • EVU / BELKAW ggf. weitere Dienstleister (Berichterstatter) • Weitere Beteiligte (siehe alle genannten Akteure in übrigen Steckbriefen)		
Personeller Aufwand	noch abzuschätzen		

Finanzieller Aufwand	noch abzuschätzen
Flankierende Maßnahmen	keine
Finanzierungsmechanismen	nicht relevant
Referenzbeispiele	vergleichbare Projekte

Erstellung von Machbarkeitsstudien nach BEW für neue Wärmenetze

Nr. 6: Erstellung von Machbarkeitsstudien nach BEW für neue Wärmenetze			
Handlungsfeld	Technische Maßnahme	Priorisierung	+++
Räumliche Verortung	Vorzugsgebiete Wärmenetze (Innenstadt BG, Bensberg, Moitzfeld und ggf. Bockenberg)		
Startjahr	2025	Zieljahr	2029
Kurzbeschreibung	Die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) fördert die weitere technische und wirtschaftliche Untersuchung der Machbarkeit von neuen Wärmenetzen und der dazugehörigen Wärmeerzeuger Vorliegen einer BEW-Machbarkeitsstudie ist darüber hinaus auch Voraussetzung für Betriebskostenförderung (u. a. Solarthermie und Wärmepumpen) sowie Investitionskostenförderung nach BEW		
Zielsetzung	Zeigen des Pfads zur vollständigen Dekarbonisierung der Wärmenetze (und -erzeugung) bis 2045 Identifizierte Verdichtungspotenziale können für den weiteren Wärmenetzausbau genutzt werden.		
Umsetzungsschritte & Meilensteine	1. Erstellung Projektskizze je Netz und Beantragung von Fördermitteln (BAFA) 2. Ausschreibung und Durchführung Leistungen (12 bzw. 24 Monate nach Bewilligung durch BAFA) 3. Einreichung Machbarkeitsstudie BAFA		
Erfolgsindikatoren	Machbarkeitsstudie liegt vor		
Synergien (+) / Hemmnisse (-)	(+) Vorarbeiten der KWP nutzbar (u. a. zu Wärmenetzausbau und -verdichtung sowie Potenziale von erneuerbarer Wärme) (-) Verzögerung von Fördermittelvergabe durch BAFA aufgrund haushaltspolitischer Randbedingungen		
Endenergieeinsparung (MWh/a)	Nicht quantifizierbar, da abhängig vom jeweiligen Netz und aktueller Wärmeerzeugung	Minderung THG jährlich (t CO ₂ äq/a)	Nicht quantifizierbar
		Kumulierte THG-Einsparung (t CO ₂ äq)	Nicht quantifizierbar
Einzubindende Akteure	• Wärmenetzbetreiber (Leitung) • In der Regel externe/r Dienstleister • Interne (Verwaltung: u.a. VV III-2, FB 6-61, FB 6-60, Fachbereiche Straßenbau/Infrastruktur) • Weitere externe Akteure (Netzbetreiber, Energieinitiativen / -genossenschaften, benachbarte Kommunen, etc.)		

Personeller Aufwand	20 bis 40 PT beim Wärmenetzbetreiber (stark abhängig von Wärmenetzgröße, Synergien möglich)
Finanzieller Aufwand	Kosten stark abhängig von der Größe des Wärmenetzes und dem Untersuchungsfokus, Aufwand ca. 30 - 70 T€ je Wärmenetze (Durchführung Machbarkeitsstudie), Förderung zu 50 % durch BEW
Finanzierungsmechanismen	Wärmenetzbetreiber (nur nicht-geförderter Anteil), 50 % Förderung durch BAFA
Referenzbeispiele	Referenzprojekte (z. B. BET)

Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrpläne bzw. Transformationspläne

Nr. 7 Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrpläne bzw. Transformationspläne			
Handlungsfeld	Technische Maßnahme	Priorisierung	+++
Räumliche Verortung	Bestehende Wärmenetze (E.ON-Netz Refrath, Bensberg, Hermann-Löns-Str./ BELKAW), gesetzliche Vorgabe gemäß WPG		
Startjahr	2024	Zieljahr	2026
Kurzbeschreibung	§ 32 WPG schreibt die Verpflichtung zur Erstellung von Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplänen für Wärmenetzbetreiber (Wärmenetzlänge > 1 km und nicht vollständige Versorgung mit Erneuerbaren Energien) vor. In diesen das Erreichen der Klimaneutralität bis 2045 darzustellen. Vorliegen eines Trafoplanes ist darüber hinaus auch Voraussetzung für Betriebskostenförderung (u. a. Solarthermie und Wärmepumpen) sowie Investitionskostenförderung nach Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)		
Zielsetzung	Aufzeigen des Pfads zur vollständigen Dekarbonisierung der Wärmenetze (und -erzeugung) bis 2045 Identifizierte Verdichtungspotenziale können für den weiteren Wärmenetzausbau genutzt werden.		
Umsetzungsschritte & Meilensteine	1. Erstellung Projektskizze je Netz und Beantragung von Fördermitteln (BAFA) 2. Ausschreibung und Durchführung Leistungen (12 bzw. 24 Monate nach Bewilligung durch BAFA) 3. Einreichung Trafoplan BAFA		
Erfolgsindikatoren	Transformationsplan liegt firstgerecht (bis Ende 2026) vor		
Synergien (+) / Hemmnisse (-)	(+) Vorarbeiten der KWP nutzbar (u. a. zu Wärmenetzausbau und -verdichtung sowie Potenziale von erneuerbarer Wärme) (-) Verzögerung von Fördermittelvergabe durch BAFA teilweise verzögert aufgrund haushaltspolitischer Randbedingungen		
Endenergieeinsparung (MWh/a)	Nicht quantifizierbar, da abhängig vom jeweiligen Netz und aktueller Wärmerzeugung	Minderung THG jährlich (t CO ₂ äq/a)	Nicht quantifizierbar
		Kumulierte THG-Einsparung (t CO ₂ äq)	Nicht quantifizierbar
Positive Zusatzeffekte der Maßnahme	Substituierung der Untersuchung der KWP, Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für Wärmenetzbetreiber und Endkunden		
Einzubindende Akteure	• Wärmenetzbetreiber (Leitung) • In der Regel externe/r Dienstleister		



	• Interne (Verwaltung: u. a. VV III-2, FB 6-61, FB 6-60, Fachbereiche Straßenbau/Infrastruktur) • weitere externe Akteure (Netzbetreiber, Energieinitiativen / -genossenschaften, benachbarte Kommunen, etc.)
Flankierende Maßnahmen	ggf. frühzeitige Kundenansprache (Ankerkunden)
Personeller Aufwand	20 bis 40 PT beim Wärmenetzbetreiber (stark abhängig von Wärmenetzgröße, Synergien möglich)
Finanzieller Aufwand	Kosten stark abhängig von der Größe des Wärmenetzes und dem Untersuchungsfokus, Aufwand ca. 30 - 70 T€ je Wärmenetze (Durchführung Trafoplan Modul 1), Förderung zu 50 % durch BEW
Finanzierungsmechanismen	Wärmenetzbetreiber (nur nicht-geförderter Anteil), 50 % Förderung durch BAFA
Referenzbeispiele	Referenzprojekte, z. B. BET

5 Anhang

5.1 Anteil sonstiger Energieträger am Endenergieverbrauch

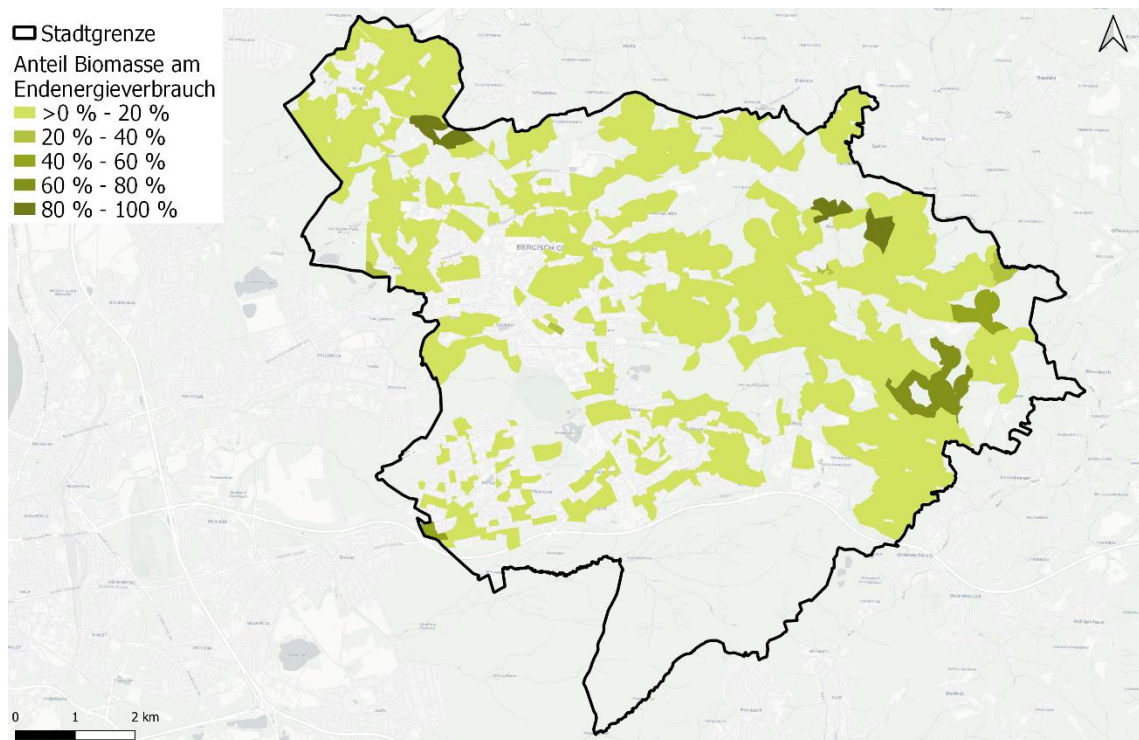


Abbildung 70: Anteil Biomasse am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)¹

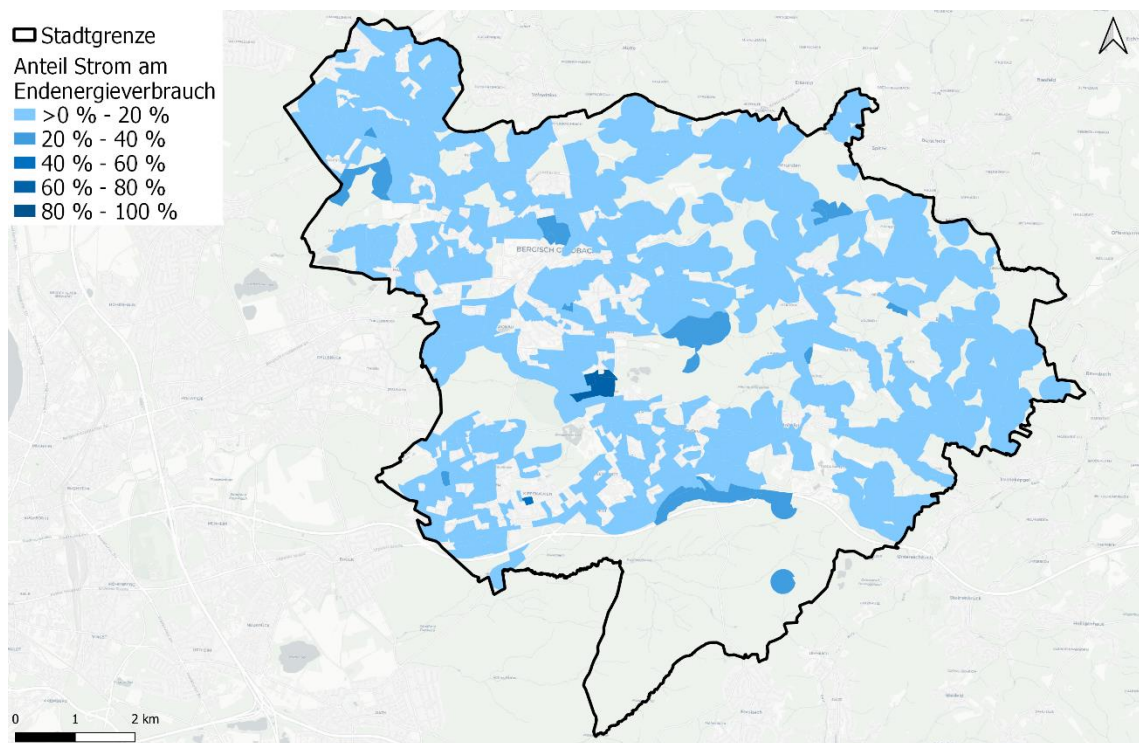


Abbildung 71: Anteil Strom am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)¹

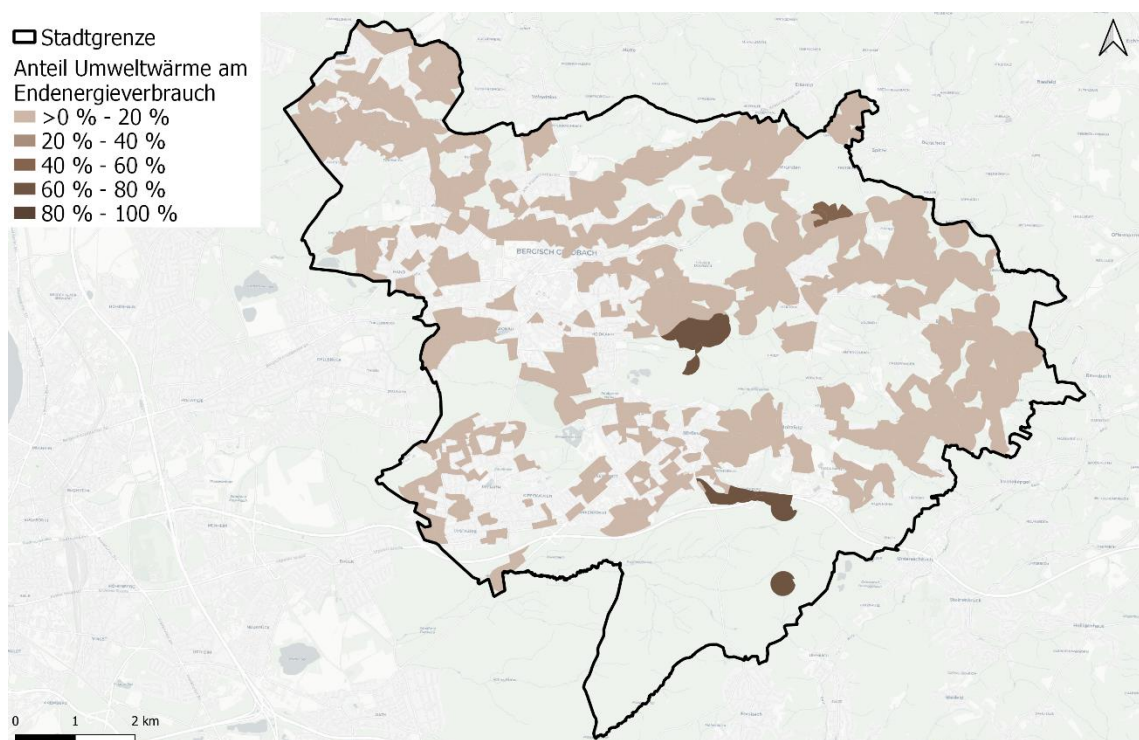


Abbildung 72: Anteil Umweltwärme am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)¹

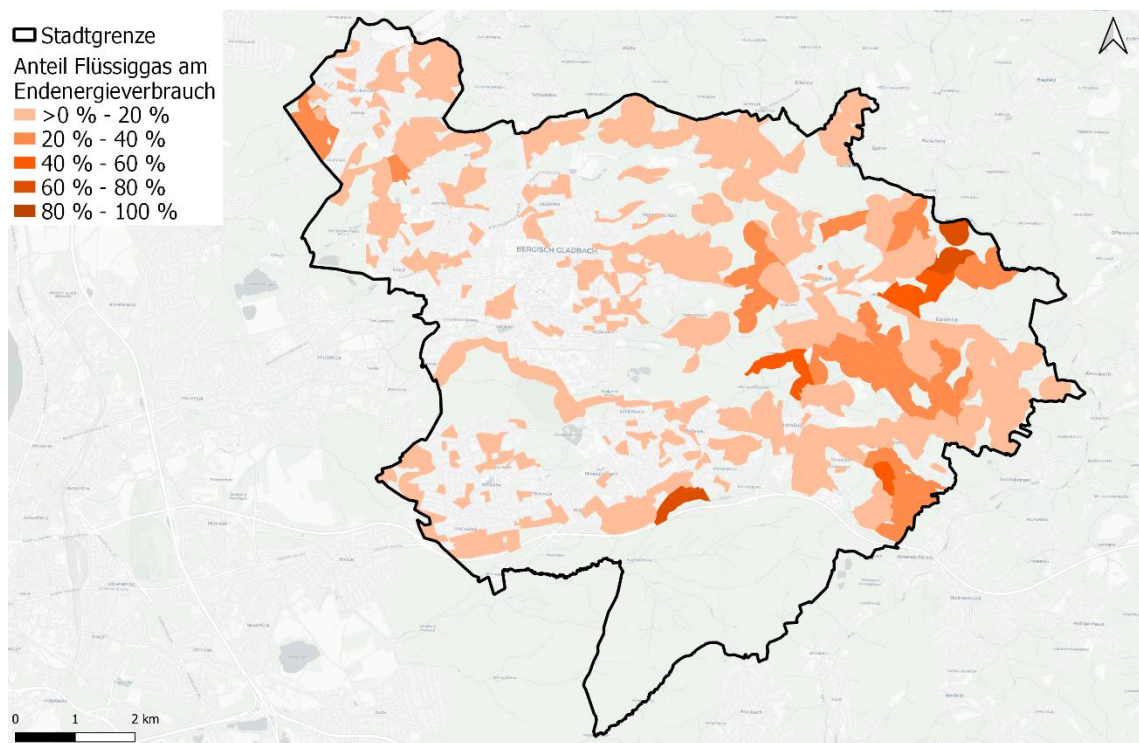


Abbildung 73: Anteil Flüssiggas am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)¹

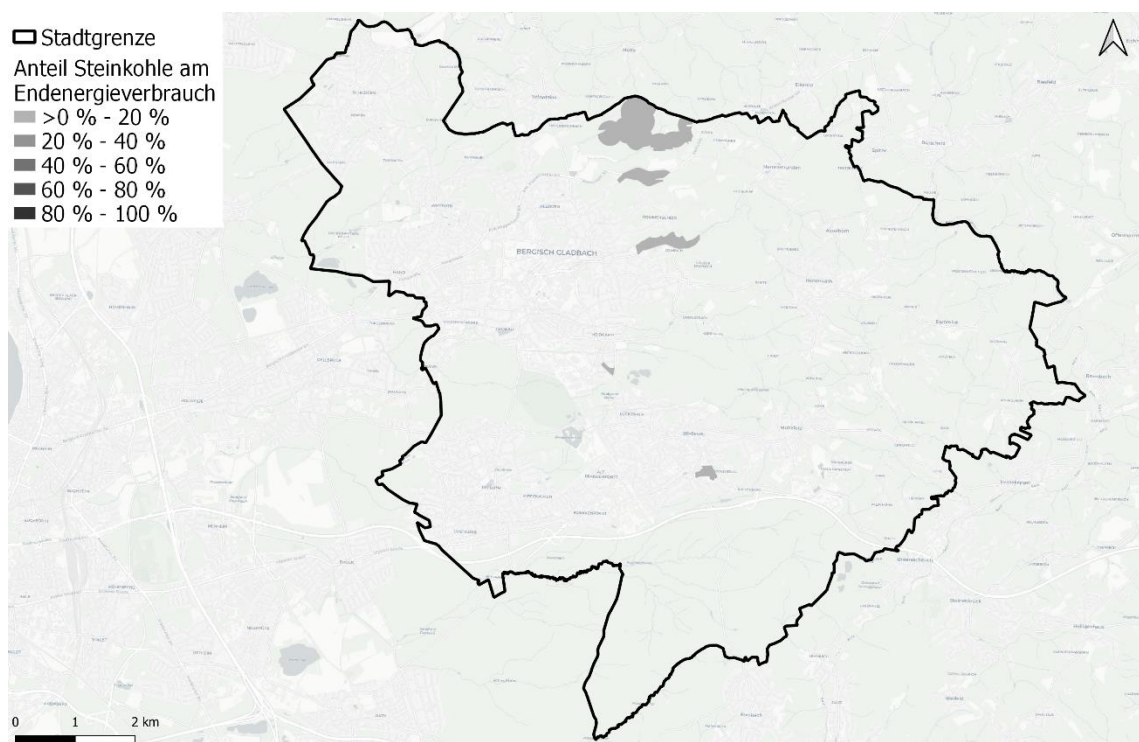


Abbildung 74: Anteil Steinkohle am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)¹



Abbildung 75: Anteil Braunkohle am Endenergieverbrauch (auf Baublöcke bezogen)¹

5.2 Anzahl sonstiger dezentraler Wärmeerzeuger

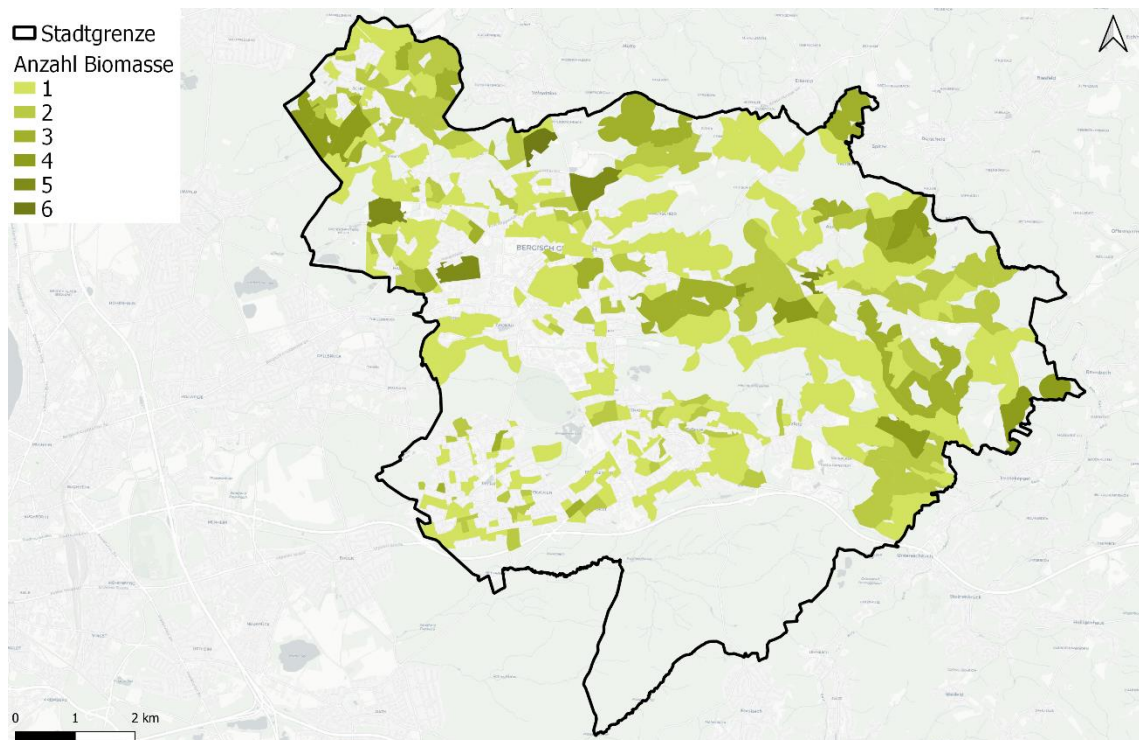


Abbildung 76: Anzahl Biomasse Wärmeerzeuger (auf Baublöcke bezogen)¹

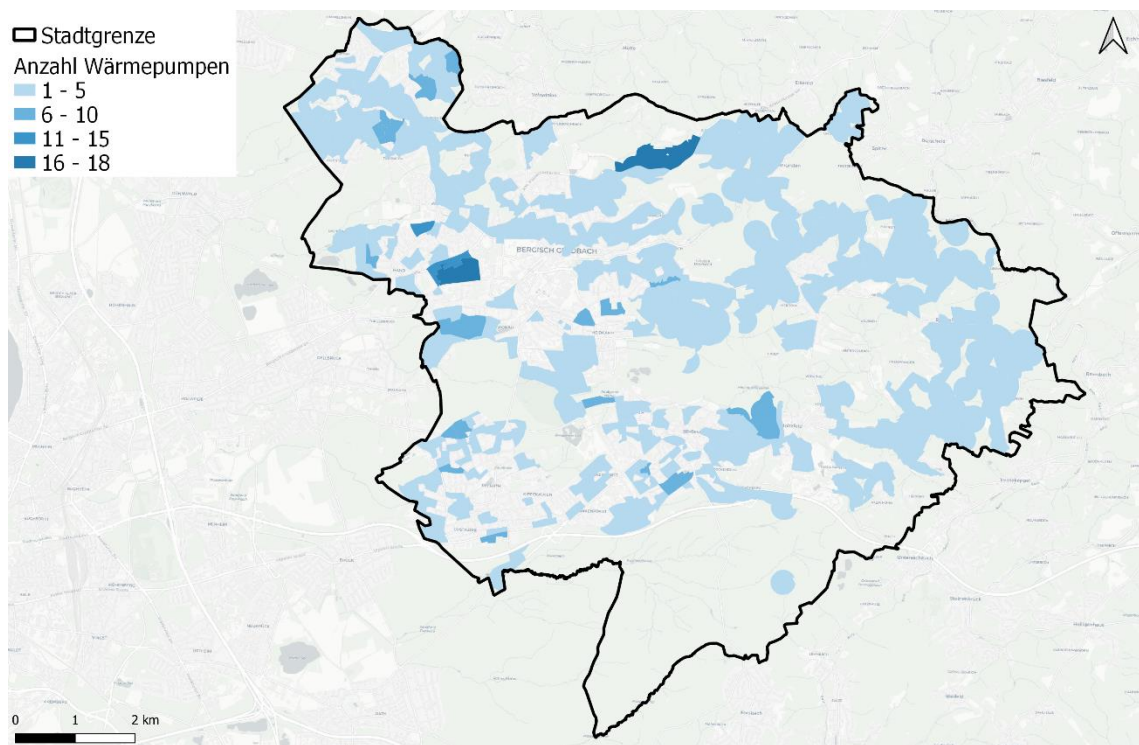


Abbildung 77: Anzahl Wärmepumpen (auf Baublöcke bezogen)¹

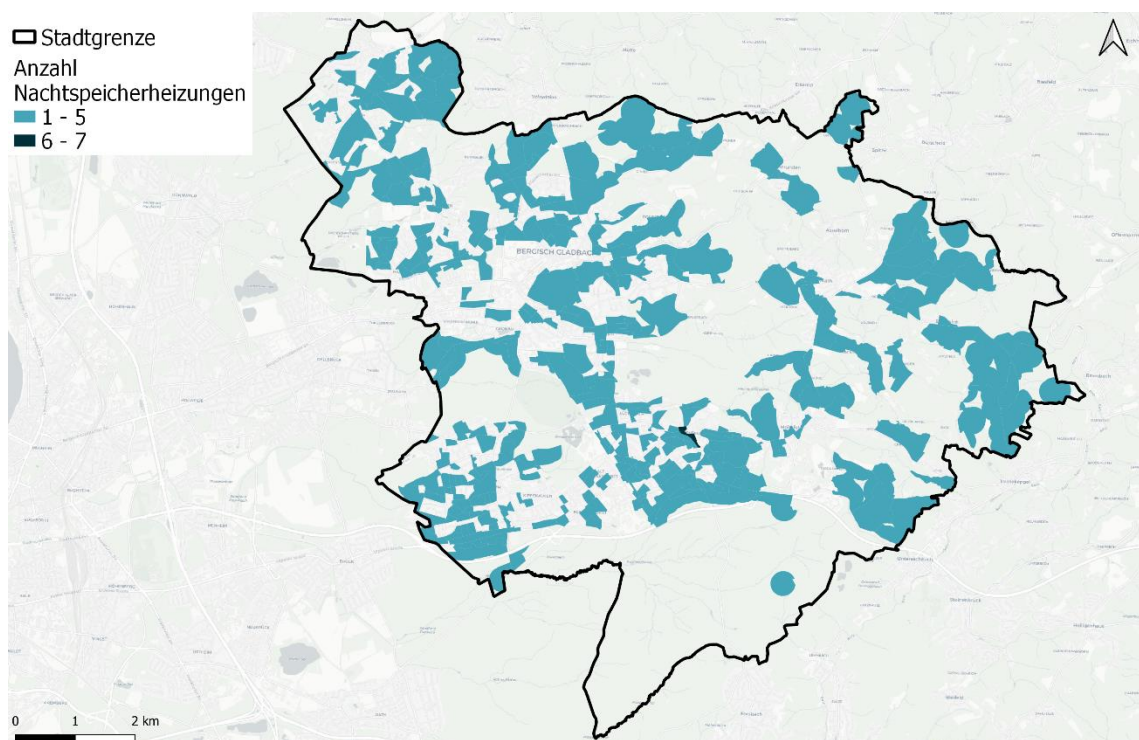


Abbildung 78: Anzahl Nachtspeicherheizungen (auf Baublöcke bezogen)¹

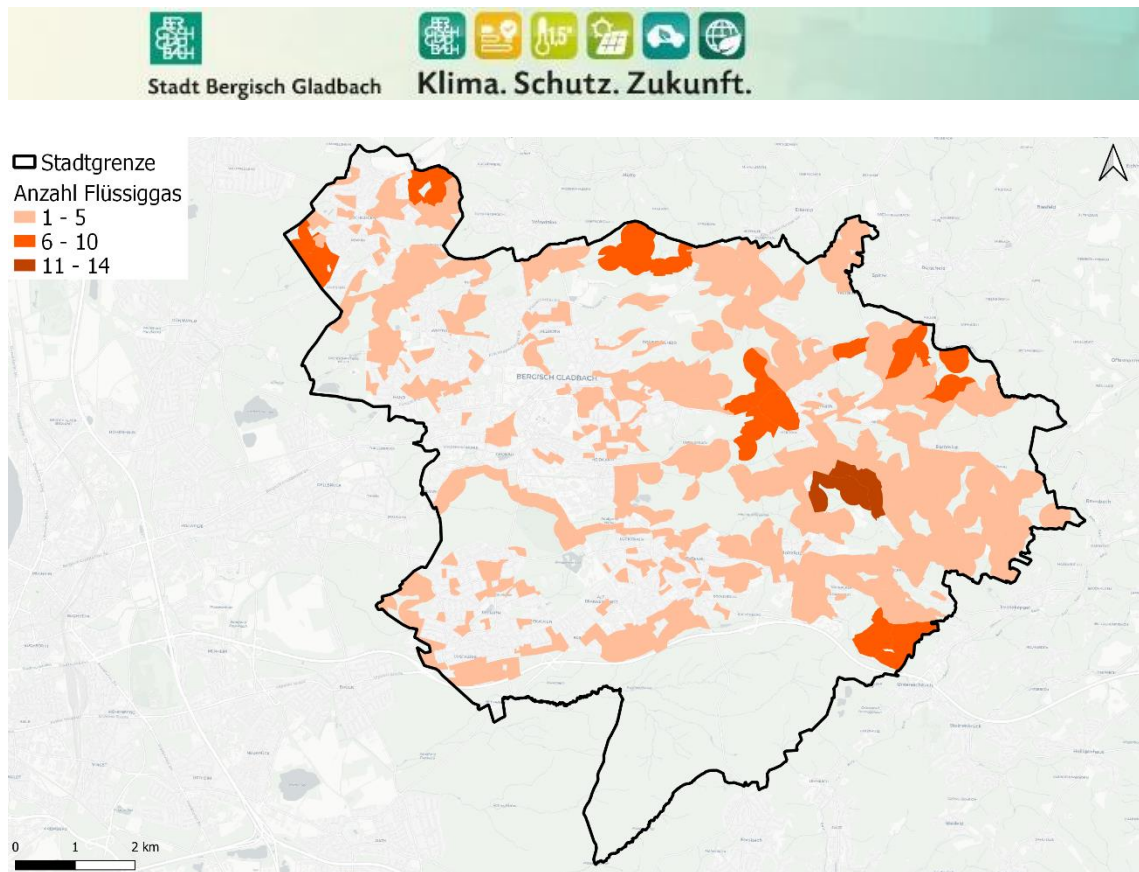


Abbildung 79: Anzahl Flüssiggas Wärmeerzeuger (auf Baublöcke bezogen)¹

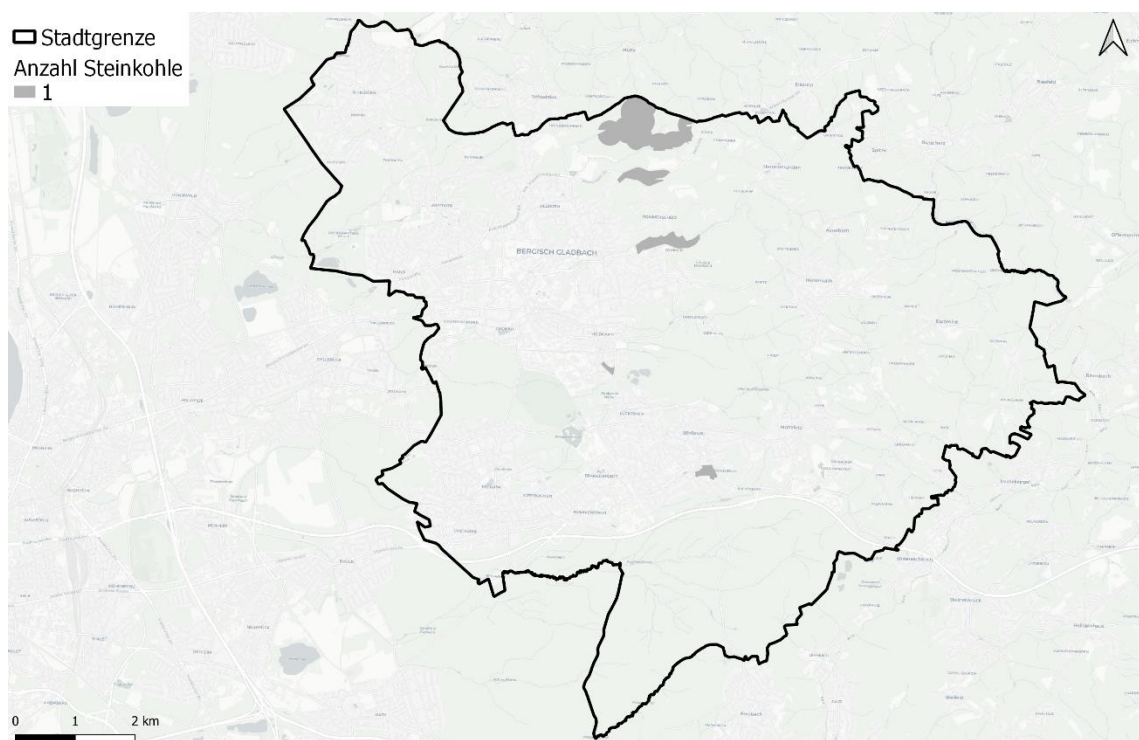


Abbildung 80: Anzahl Steinkohle Wärmeerzeuger (auf Baublöcke bezogen)¹

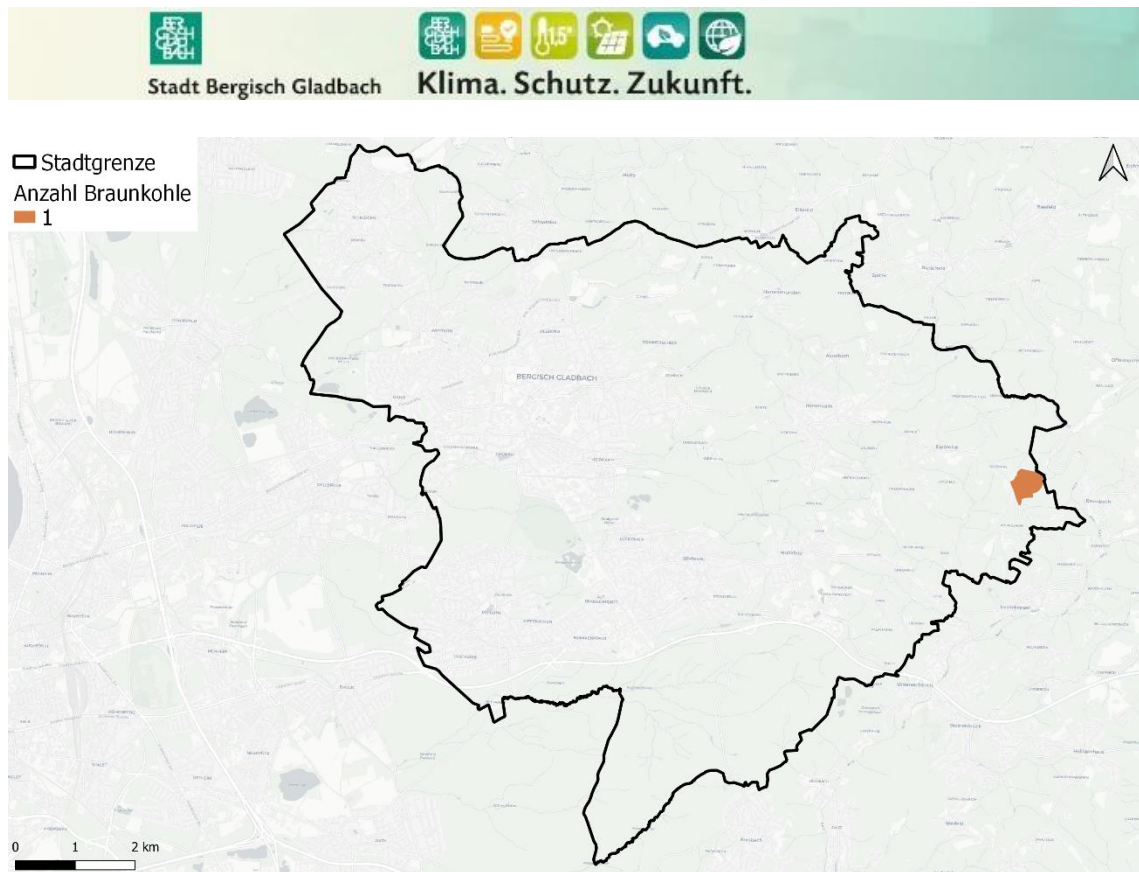


Abbildung 81: Anzahl Braunkohle Wärmeerzeuger (auf Baublöcke bezogen)¹

5.3 Ausschlussgebiete Freiflächenpotenziale

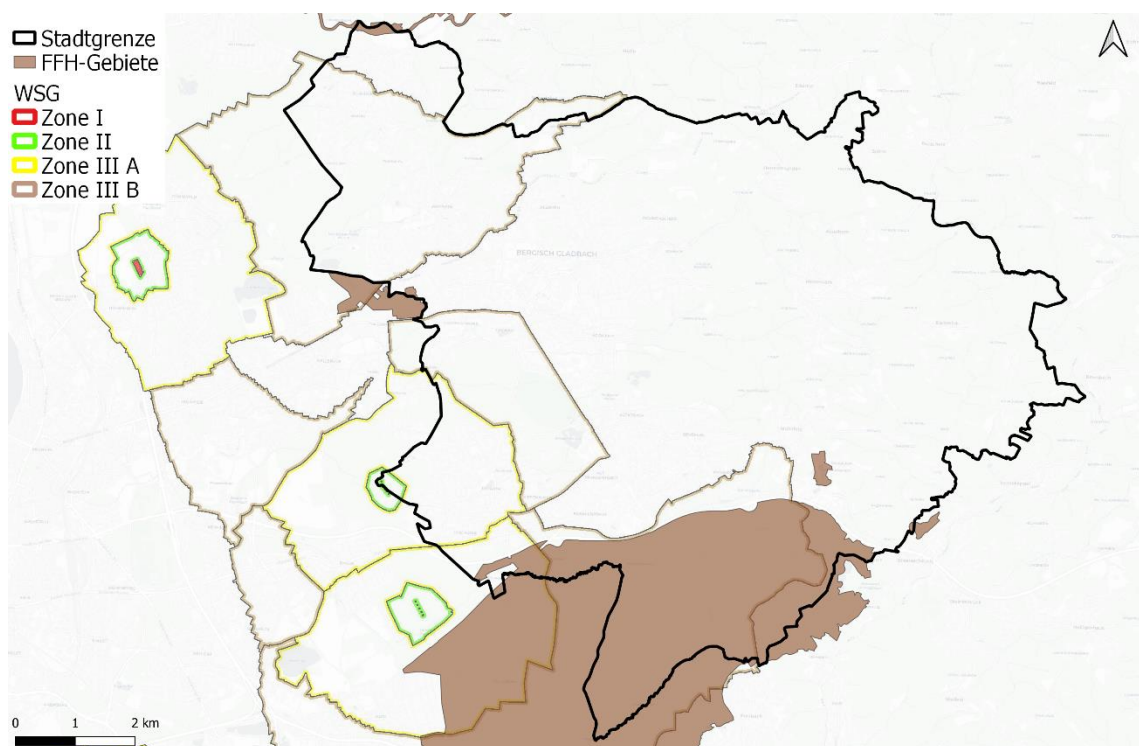


Abbildung 82: FFH und WSG Ausschlussgebiete der Freiflächenpotenziale¹

Die Abbildung 82 zeigt die bei der Potenzialermittlung auszuschließenden Flächen, Fauna-Flora-Habitat(FFH)- und Wasserschutzgebiete (WSG).

5.4 Detaillierte Darstellungen der Gebäudetypen der KuTeK:



Typ 1: Einfamilienhaus Neu-Bestand (EFH A+ - C)

Baualter: i.d.R. ab 2000

Allgemein

- Freistehend oder als Reihenhaushaus, teilweise unterkellert
- Oft Satteldach, seltener Flachdach, helle, glatte Fassade, teilweise aber auch verklindert
- Deckenhöhe beträgt in der Regel etwa 2,30 m.
- Gebäude erfüllen jeweilige WrmeschutzV oder EnEV (2-/3-Verglasung, Dämmung 5-10 cm)

Gebäudeparameter

- Beheizte Fläche: **175 m²**

Wärmebedarf

- Spezifisch Heizung [kWh/(m²a)]: **40**
- Gesamt Heizung [MWh/a]: **7,0**
- Spezifisch Warmwasser [kWh/(m²a)]: **6,75**
- Gesamt Warmwasser [MWh/a]: **1,18**
- Gesamtwärmebedarf [MWh/a]: **8,18**

Abbildung 83: Gebäudetyp 1 der KuTeK

**Typ 2: Einfamilienhaus Bestand, teilmodernisiert (EFH D - F)**

Baualter: i.d.R. 1970-2000

Allgemein

- Meist freistehend, teilweise unterkellert (unbeheizt)
- Überwiegend gedämmtes Mauerwerk, wenig ungedämmtes Mauerwerk, verklankert
- Deckenhöhe beträgt in der Regel etwa 2,5 m.
- Im Bestand teilweise schon saniert (Fenster, Heizungsanlage), meist Fassade in Originalzustand

Gebäudeparameter

- Gesamtwohnfläche: **147 m²**

Wärmebedarf

- Spezifisch Heizung [kWh/(m²a)]: **86**
- Gesamt Heizung [MWh/a]: **12,54**
- Spezifisch Warmwasser [kWh/(m²a)]: **8,8**
- Gesamt Warmwasser [MWh/a]: **1,29**
- Gesamtwärmebedarf [MWh/a]: **13,83**

Abbildung 84: Gebäudetyp 2 der KuTeK

**Typ 3: Einfamilienhaus Alt-Bestand, wenig modern. (EFH G - H)**

Baualter: i.d.R. vor 1970

Allgemein

- Teils Originalverglasung
- Deckenhöhe beträgt in der Regel etwa 2,30 m.
- Im Bestand nur wenig saniert (tw. Fenster, Heizungsanlage). Sanierungsoptionen aufgrund des Baualters aufwendig und/oder eingeschränkt

Gebäudeparameter

- Beheizte Fläche: **147 m²**

Wärmebedarf

- Spezifisch Heizung [kWh/(m²a)]: **153**
- Gesamt Heizung [MWh/a]: **22,5**
- Spezifisch Warmwasser [kWh/(m²a)]: **11,58**
- Gesamt Warmwasser [MWh/a]: **1,7**
- Gesamtwärmebedarf [MWh/a]: **24,2**

Abbildung 85: Gebäudetyp 3 der KuTeK

**Typ 4: Mehrfamilienhaus Neu-Bestand (MFH A+ - C)**

Baualter: i.d.R. ab 2000

Allgemein

- Freistehend oder als Reihenhaushaus, teilweise unterkellert
- Oft Satteldach, seltener Flachdach, helle, glatte Fassade, teilweise aber auch verklindert
- Deckenhöhe beträgt in der Regel etwa 2,30 m.
- Gebäude erfüllen jeweilige WarmeschutzV oder EnEV (2-/3-Verglasung, Dämmung 5-10 cm)

Gebäudeparameter

- Gesamtwohnfläche: **349/744/2.430 m² (klein/mittel/groß)**

Wärmebedarf

- Spezifisch Heizung [kWh/(m²a)]: **39/37/40**
- Gesamt Heizung [MWh/a]: **13,8/27,4/98**
- Spezifisch Warmwasser [kWh/(m²a)]: **6,75**
- Gesamt Warmwasser [MWh/a]: **2,4/5/16,4**
- Gesamtwärmebedarf [MWh/a]: **16,2/32,4/114,4**

Abbildung 86: Gebäudetyp 4 der KuTeK in klein/mittel/groß

**Typ 5: Mehrfamilienhaus Bestand, teilmodernisiert (MFH D - F)**

Baualter: i.d.R. 1970-2000

Allgemein

- In der Regel schlichte Fassaden, aber oft Balkone
- Deckenhöhe im Inneren meist weniger als 3 m.
- Im Bestand teilweise schon saniert (Fenster, Fassade, Heizungsanlage)

Gebäudeparameter

- Gesamtwohnfläche: **345/704/2.057 m² (klein/mittel/groß)**

Wärmebedarf

- Spezifisch Heizung [kWh/(m²a)]: **83/82/76**
- Gesamt Heizung [MWh/a]: **28,7/57,5/157**
- Spezifisch Warmwasser [kWh/(m²a)]: **9,73**
- Gesamt Warmwasser [MWh/a]: **3,4/6,9/20**
- Gesamtwärmebedarf [MWh/a]: **32,1/64,3/177**

Abbildung 87: Gebäudetyp 5 der KuTeK in klein/mittel/groß

**Typ 6: Mehrfamilienhaus Alt-Bestand, wenig modern. (MFH G - H)**

Baualter: i.d.R. vor 1970

Allgemein

- Teils Originalverglasung
- Deckenhöhe beträgt in der Regel etwa 2,30 m.
- Im Bestand nur wenig saniert (tw. Fenster, Heizungsanlage). Sanierungsoptionen aufgrund des Baualters aufwendig und/oder eingeschränkt

Gebäudeparameter

- Gesamtwohnfläche: **332/663/2.203m²** (klein/mittel/groß)

Wärmebedarf

- Spezifisch Heizung [kWh/(m²a)]: **155,8/180/220,6**
- Gesamt Heizung [MWh/a]: **51,7/119,6/486,3**
- Spezifisch Warmwasser [kWh/(m²a)]: **17,76**
- Gesamt Warmwasser [MWh/a]: **5,9/11,8/39,1**
- Gesamtwärmebedarf [MWh/a]: **57,6/131,4/525,4**

Abbildung 88: Gebäudetyp 6 der KuTeK in klein/mittel/groß

5.5 Wärmevervollkosten je Technologie für verschiedene Gebäudetypen

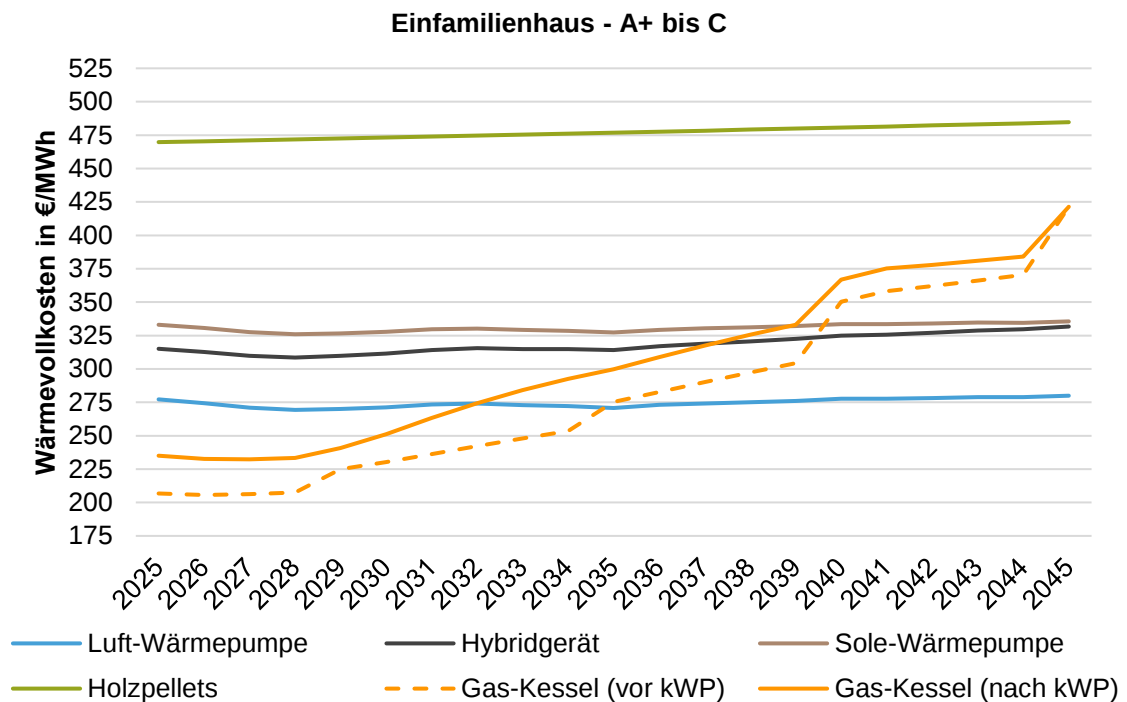


Abbildung 89: Wärmevervollkosten je Technologie für ein Einfamilienhaus A+-C

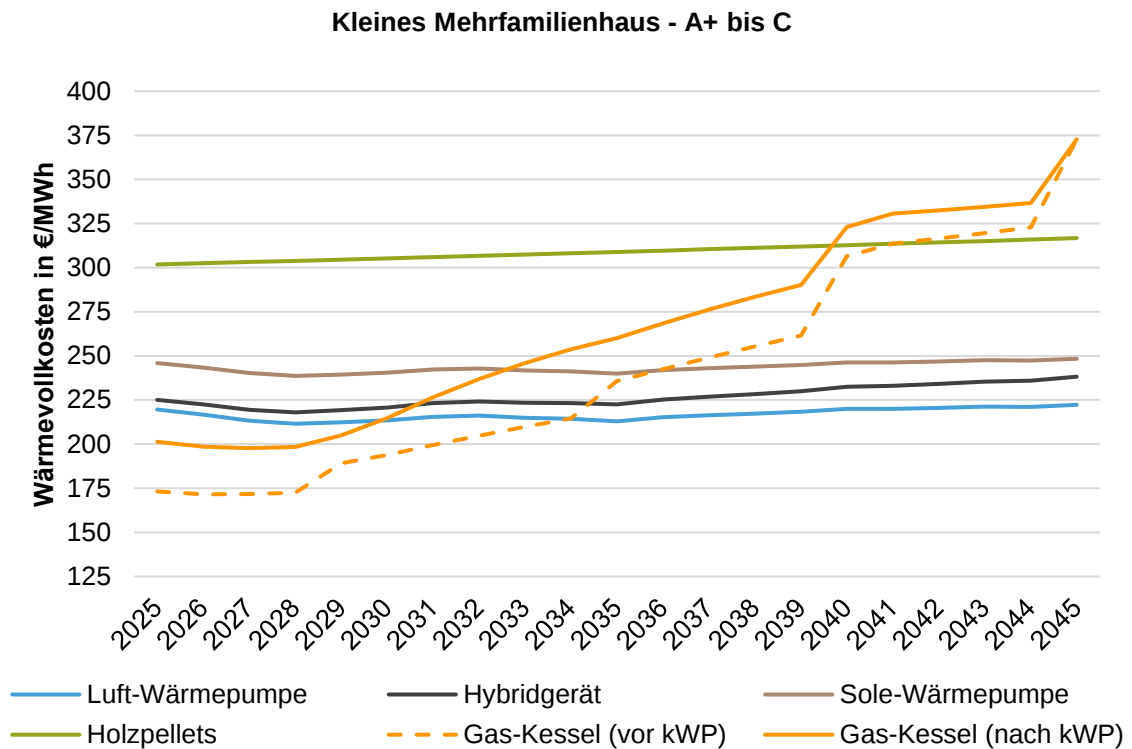


Abbildung 90: Wärmevollkosten je Technologie für ein kleines Mehrfamilienhaus A+-C

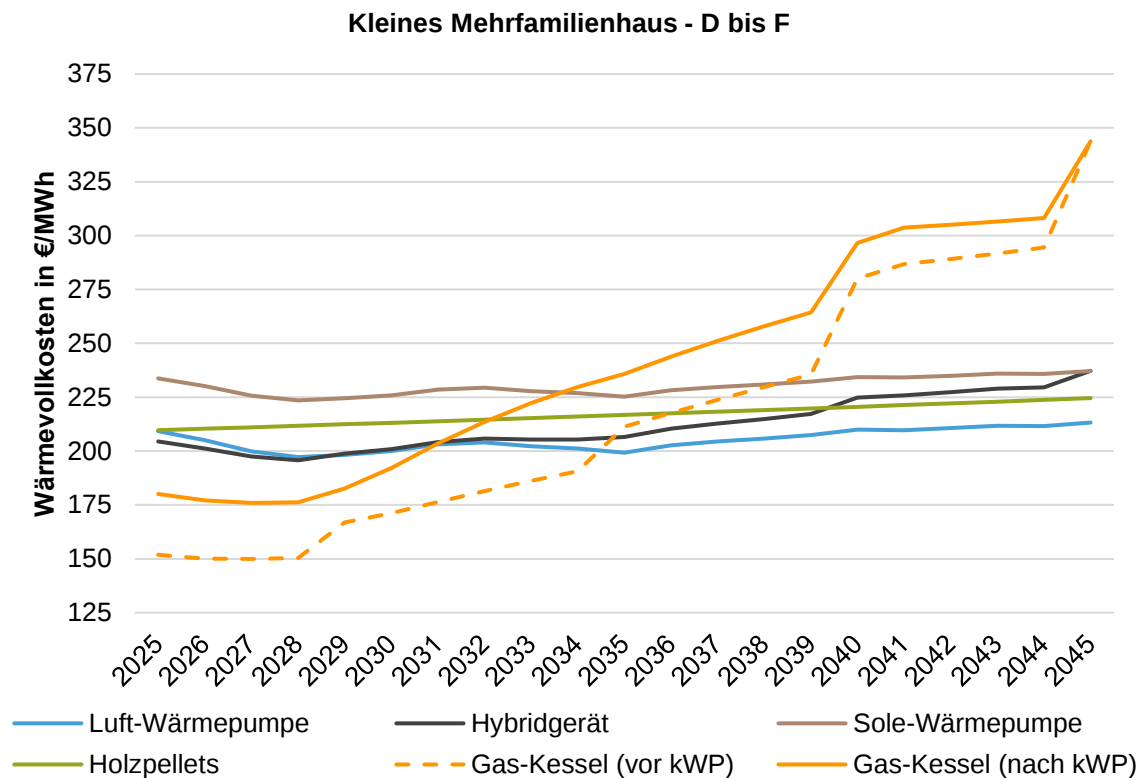


Abbildung 91: Wärmevollkosten je Technologie für ein kleines Mehrfamilienhaus D-F

Mittleres Mehrfamilienhaus - A+ bis C

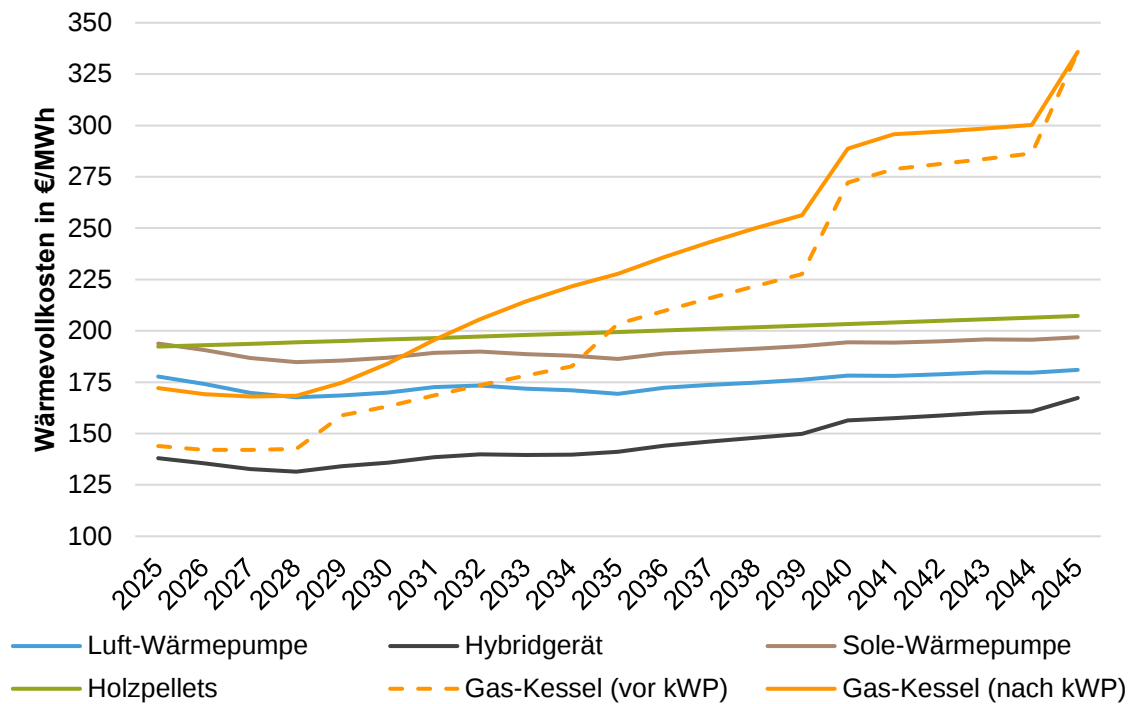


Abbildung 92: Wärmevervollkosten je Technologie für ein mittleres Mehrfamilienhaus A+-C

Mittleres Mehrfamilienhaus - G bis H

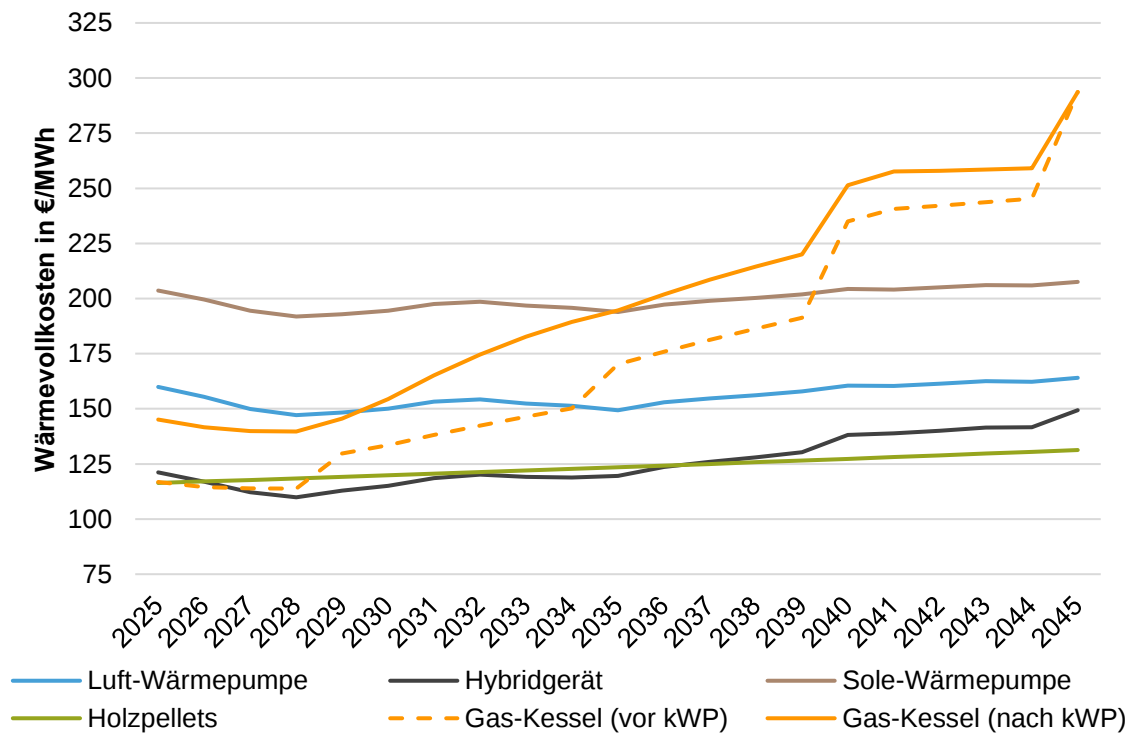


Abbildung 93: Wärmevervollkosten je Technologie für ein mittleres Mehrfamilienhaus G-H

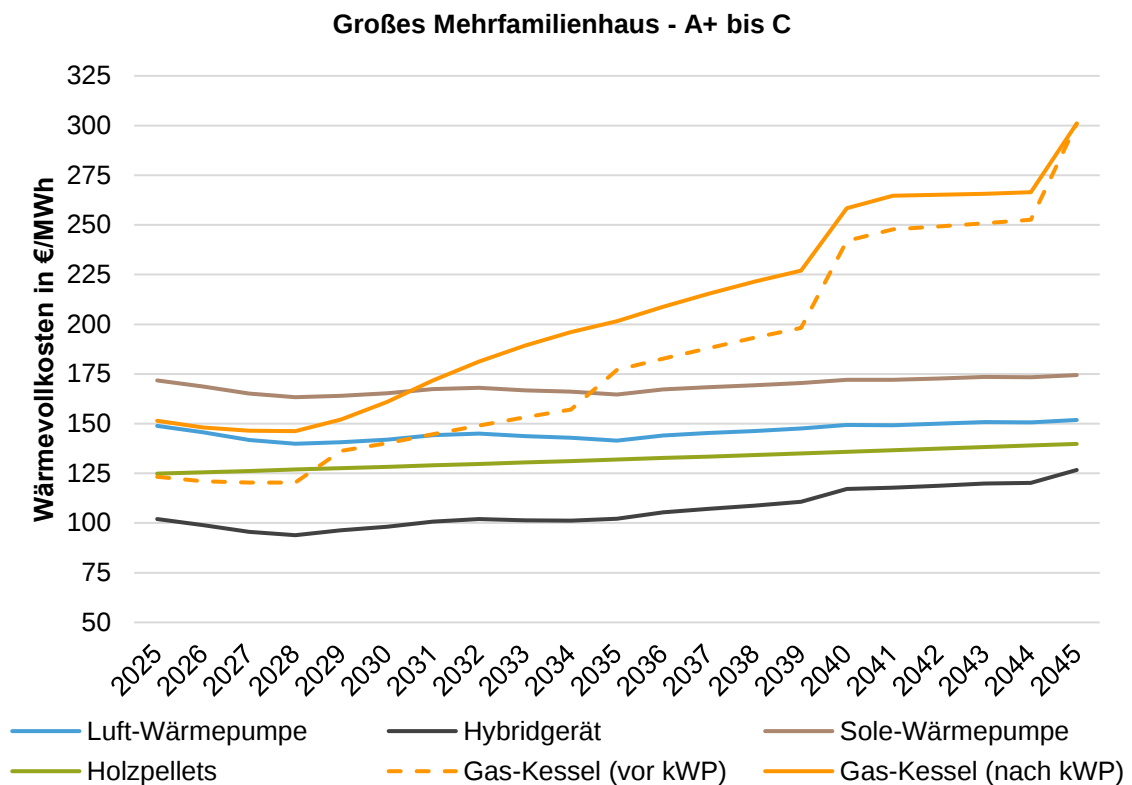


Abbildung 94: Wärmevervollkosten je Technologie für ein großes Mehrfamilienhaus A+-C

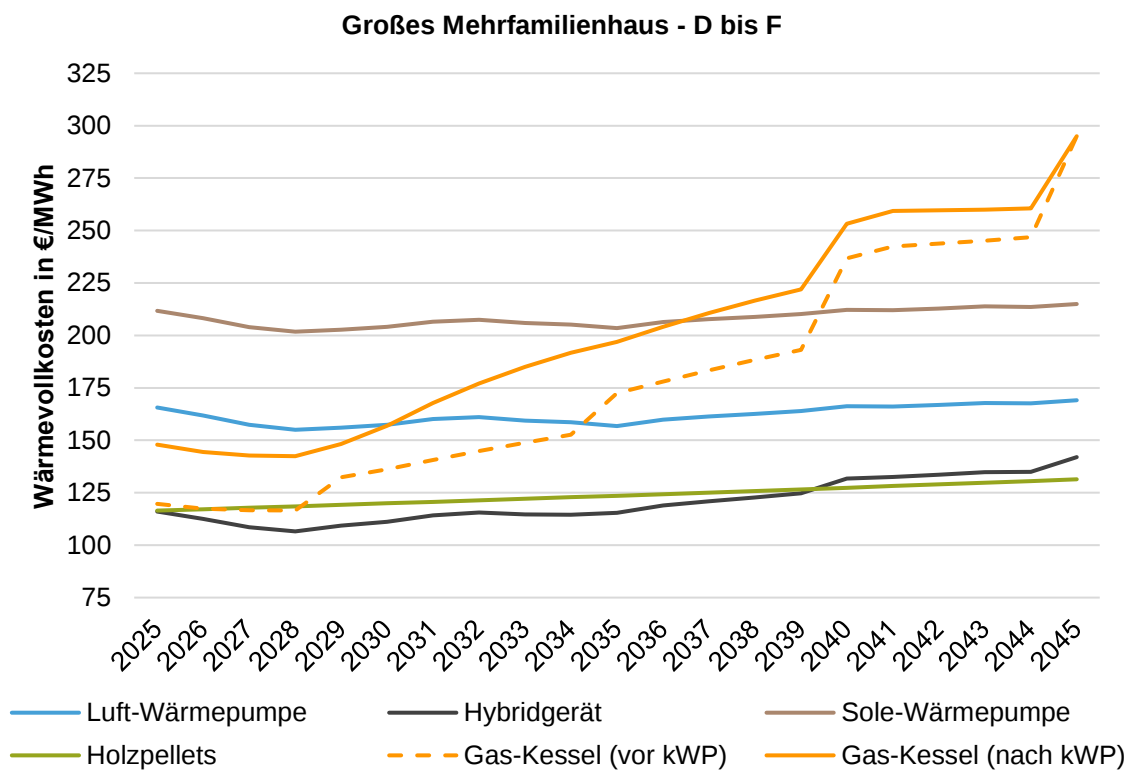


Abbildung 95: Wärmevervollkosten je Technologie für ein großes Mehrfamilienhaus D-F

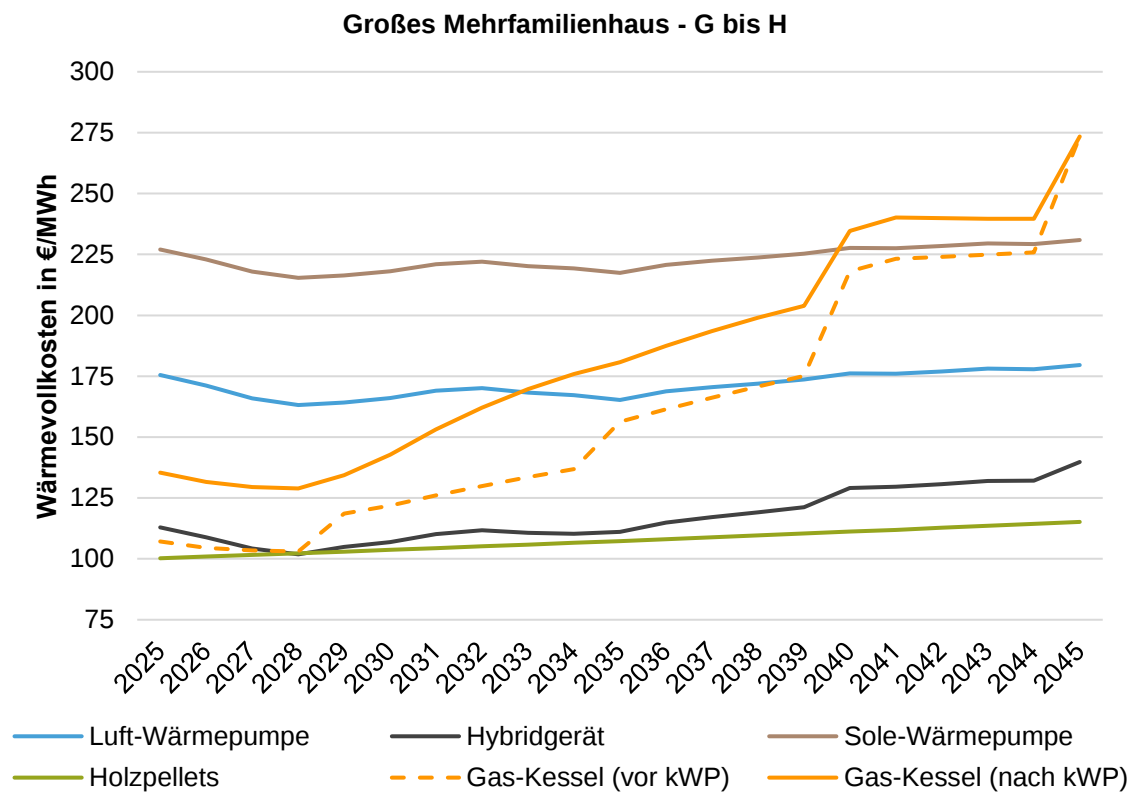


Abbildung 96: Wärmevollkosten je Technologie für ein großes Mehrfamilienhaus G-H