

Die Energiewende aktiv begleiten und gestalten. Ein Energiekonzept für Mönchengladbach

Gemeinsam. Vielfalt.
MÖNCHENGLADBACH



 **energielenker**
Für Klima und Zukunft

Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit der Stadt Mönchengladbach und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeber

Stadt Mönchengladbach
Dezernat Planen, Bauen, Mobilität, Umwelt
Technische Beigeordnete Dipl.-Ing. Claudia
Schwan-Schmitz


FB 64 Umwelt und Stabsstelle Strukturwandel
Rathaus Rheydt, Markt 9
41236 Mönchengladbach
Tel.: +49 2161 25-0
umwelt@moenchengladbach.de

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH
Ansprechpartner: Herr Frederic Hoogen

Hüttruper Heide 90
48268 Greven

Tel.: +49 2571 58866 10

Gemeinsam. Vielfalt.
MÖNCHENGLADBACH 

 **energielenker**

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	7
TABELLENVERZEICHNIS	9
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	10
1 Einleitung.....	12
1.1 Hintergrund und Motivation	12
1.2 EXKURS: Kommunale Wärmeplanung	13
1.3 Vorgehensweise und Methodik	14
1.4 Projektstruktur.....	16
2 Darstellung der Standortfaktoren.....	19
2.1 Datengrundlagen	19
2.2 Kommunale Basisdaten.....	21
2.2.1 Geographische Lage	21
2.2.2 Demografische Entwicklung	23
2.2.3 Energieversorgung	24
2.2.4 Wirtschaft.....	24
2.2.5 Verkehrliche Anbindung	25
2.3 Methodik der Datenauswertung.....	27
2.4 Energie- und TreibhausgasBilanz	28
2.4.1 Endenergieeinsatz zur Wärme- und Strombereitstellung Stadt Mönchengladbach.....	35
2.4.2 THG-Emissionen der Gebäude in der Stadt Mönchengladbach	36
2.5 Auswertung der Anlagentechnik.....	38
2.6 Gebäudebestand und Typologie	44
3 Wärmeversorgungsinfrastruktur, Wärmequellen und Technologien.....	47
3.1 Wärmeversorgungs-Infrastruktur.....	47
3.1.1 Zentrale Wärmeversorgung	48
3.1.2 Keimzellen der Wärmeversorgung	50
3.1.3 Dezentrale Wärmeversorgung.....	51
3.1.4 Wärmespeicher.....	51
3.1.5 Erdgasnetz.....	52

3.1.6	Stromnetz	53
3.2	Wärmeerzeugungs-Technologien	53
3.2.1	Lokale Biomasse	54
3.2.2	Solarthermie	56
3.2.3	Wärmepumpen	57
3.2.4	Geothermie	58
3.2.5	Abwasserwärme	60
3.2.6	Fluss-, See- und Grundwasserwärme	61
3.2.7	Abwärmenutzung aus Industrie und Gewerbe	62
3.2.8	Power-to-Heat.....	64
3.2.9	Power-to-Gas.....	65
3.2.10	Wasserstoff.....	65
3.3	Stromerzeugungs-Technologien	66
3.3.1	Windkraftanlagen.....	66
3.3.2	Photovoltaik	66
3.3.3	Wasserkraft.....	67
3.3.4	Wasserstoff.....	67
3.4	Verkehr	68
3.5	All electric - Sektorenkopplung	68
4	Potenzialanalyse Stadt Mönchengladbach	69
4.1	Eignungsgebiete für Wärmenetze in MG	69
4.2	Energieeinsparpotenzial der Wohngebäude und kommunalen Gebäude in MG	74
4.3	Energieeinsparpotenziale des Wirtschaftssektors IN MG	80
4.4	Erzeugungspotenzial Photovoltaik/Solarthermie in MG	82
4.4.1	Anforderungen Raumplanung und rechtliche Rahmenbedingungen Photovoltaik	83
4.4.2	Bewertungsmatrix für Freiflächen-PV.....	86
4.4.3	Priorisierung Photovoltaik-Ausbau	88
4.4.4	Ergebnisse Photovoltaik-Potenzial in MG	89
4.5	Erzeugungspotenzial Windenergie in MG	95
4.5.1	Anforderungen Raumplanung und rechtliche Rahmenbedingungen Windenergie.....	95
4.5.2	Bewertungsmatrix für Flächen für die Windenergienutzung	97
4.5.3	Ergebnisse Windenergie in MG.....	99
4.6	Erzeugungspotenzial Biomasse in MG.....	101
4.7	Erzeugungspotenzial Geothermie in MG	102

4.7.1	Erdwärmekollektoren	102
4.7.2	Erdwärmesonden.....	104
4.7.3	Thermische Nutzung von Oberflächengewässern	109
4.7.4	Hydrothermale Grundwassernutzung.....	110
4.8	Erzeugungspotenzial aus Abwärme in MG	112
4.8.1	Abwärmepotenzial	112
4.8.2	Abwasserwärme	114
4.9	Erzeugungspotenzial Wasserstoff in MG	116
4.10	Zusammenfassung Potenzialermittlung	118
5	Zukünftige Energie- und Wärmeversorgung der Stadt dargestellt am Beispiel von Fokusgebieten	120
5.1	Ermittlung Fokusgebiete	120
5.2	Darstellung der Untersuchungsmethodik der Fokusgebiete	125
5.3	Fokusgebiet Zentrum Gladbach	129
5.4	Fokusgebiet Eicken	140
5.5	Fokusgebiet Zentrum Rheydt	148
5.5.1	Zusammenfassung Zentrum Rheydt	155
5.6	Fokusgebiet Giesenkirchen	156
	Fokusgebiet Giesenkirchen nach Wärmeanschluss.....	163
	Wirtschaftlichkeitsberechnung für die ausgewählten Anschlussvarianten	165
	CO ₂ -Bilanz für die ausgewählten Anschlussvarianten	166
	Zusammenfassung	167
5.7	Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Untersuchung der Fokus-gebiete	168
6	Szenarienentwicklung.....	169
6.1	Differenzierung Trend- und Klimaschutzszenario	169
6.2	Trendszenario.....	170
6.3	Klimaschutzszenario.....	173
6.4	Fazit/ Vergleich der Szenarien	177
7	Massnahmen.....	180
7.1	Beteiligung „Energiewende aktiv gestalten“	182
7.2	Versorgung	186
7.3	Gebäudesanierung	193
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	196

Konformität Wärmeplanungsgesetz	199
9 Fördermöglichkeiten	199
9.1 BAFA: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).....	200
9.2 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	201
9.3 Progres.NRW.....	203
9.4 Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der wirtschaf (EEW)	205
9.5 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG).....	206
9.6 Erneuerbare Energien - Standard (270).....	208
9.7 KfW 430: Energieeffizient Sanieren.....	209
9.8 KfW 432: Energetische Stadtsanierung	210
9.9 IKK / IKU – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (201, 202)	211
9.10 Innovative KWK-Systeme	212
9.11 Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte	213
9.12 BMWK „Vom Plan zur Wende“	214
Literaturverzeichnis	215

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1: Zeitschiene [energielenker projects]	15
Abbildung 1-2: Projektorganisation Mönchengladbach	16
Abbildung 2-1: Übersichtskarte der Stadtteile der Stadt Mönchengladbach	22
Abbildung 2-2: Bevölkerungsentwicklung (Quelle: Stadt Mönchengladbach)	23
Abbildung 2-3: Hauptverkehrsanbindung der Stadt Mönchengladbach	26
Abbildung 2-4: Heatmap Energiebedarfe Mönchengladbach	29
Abbildung 2-5: Wärmeliniendichte Mönchengladbach	31
Abbildung 2-6: Wärmebedarfsdichte Mönchengladbach	32
Abbildung 2-7: Kanalnetz Mönchengladbach	33
Abbildung 2-8: Gasnetz Mönchengladbach	34
Abbildung 2-9: Anteile der Endenergie nach Energiequelle	35
Abbildung 2-10: THG-Emissionen Gebäude 2020	37
Abbildung 2-11: Verteilung der CO ₂ -Emissionen nach Sektoren Ausgangslage 2022 in Mönchengladbach	38
Abbildung 2-12: Anteile der Gas- und Ölheizungen	39
Abbildung 2-13: Bestand der Gas- und Ölheizungen nach Leistungsklasse	40
Abbildung 2-14: Bestand an Feststoffanlagen	41
Abbildung 2-15: Einzelfeuerungsanlagen im Stadtgebiet	41
Abbildung 2-16: Bestand an Blockheizkraftwerken	42
Abbildung 2-17: Prozentuale Verteilung der erfassten Energieträger	43
Abbildung 2-18: Anzahl der Öl- und Gasheizungen nach Altersklassen	44
Abbildung 2-19: Stadtgebiet Mönchengladbach nach überwiegendem Gebäudetyp	45
Abbildung 2-20: Überwiegende Baualtersklasse Mönchengladbach	46
Abbildung 3-1: Wärmeliniendichtekarte am Beispiel-Quartier Eicken	49
Abbildung 3-2: Struktur des Energiesystems der Zukunft mit 100 Prozent erneuerbaren Energien ..	52
Abbildung 3-3: Wärmespezifischer Urbanitätsgrad in Abhängigkeit von Wärmedichte und Siedlungstyp	54
Abbildung 3-4: Prinzip Wärmeerzeugung durch den Einsatz von Biomasse	55
Abbildung 3-5: Freiflächen-Solarthermieranlage in Crailsheim	56
Abbildung 3-6: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie	58
Abbildung 3-7: Nutzung von Abwasserwärme	60
Abbildung 3-8: Energieintensität verschiedener Branchen	62
Abbildung 3-9: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit vom Temperaturniveau	63
Abbildung 3-10: Funktionsweise Elektrodenheizkessel	64
Abbildung 4-1: Eignungsgebiete Mönchengladbach	70
Abbildung 4-2: Eignung zentraler Versorgung Mönchengladbach	72
Abbildung 4-3: Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr	73
Abbildung 4-2: Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial in Mönchengladbach	75
Abbildung 4-3: Altersstruktur der Wohngebäude - Mönchengladbach	76
Abbildung 4-4: Endenergiebedarf der Wohngebäude - Mönchengladbach	77
Abbildung 4-5: Einsparpotenzial bis zum Zieljahr - Mönchengladbach	78
Abbildung 4-6: Entwicklung Endenergiebedarf private Haushalte - Mönchengladbach	79
Abbildung 4-7: Entwicklung Endenergiebedarf in der Wirtschaft nach Anwendungsbereichen - Mönchengladbach	81
Abbildung 4-8: Prozentuale Entwicklung Endenergiebedarf in der Wirtschaft nach Anwendungsbereichen - Mönchengladbach	82

Abbildung 4-9: Raumordnung, Planungsebenen	83
Abbildung 4-10: PV-Potenziale auf Parkplätzen und Parkhäusern bei 45 % Belegung	91
Abbildung 4-11: PV-Potenziale auf Gewerbedachflächen bei 45 % Belegung.....	92
Abbildung 4-12: Freiflächen-PV Potenzial auf unversiegelten Flächen, 500m-Szenario.....	93
Abbildung 4-13: Freiflächen-PV Potenzial auf unversiegelten Flächen, 200m-Szenario.....	94
Abbildung 4-14: Windpotenziale Stadt Mönchengladbach.....	100
Abbildung 4-15: Berechnungsschema zur Bestimmung der Strom- und Wärmepotenziale über den Technologiepfad Biogas aus Anbaubiomasse	102
Abbildung 4-16: Eignung für Erdwärmekollektoren	103
Abbildung 4-17: Eignung für Erdwärmesonden.....	106
Abbildung 4-18: Wasserschutzgebiete und hydrogeologisch kritische Bereiche für die Genehmigung von Erdwärmesonden.....	108
Abbildung 4-19: Übersicht über Gebiete, die für eine tiefe hydrogeothermische Nutzung möglicherweise geeignet sind	110
Abbildung 4-20: Potenziale industrielle Abwärme und von Abwasserwärme	113
Abbildung 4-21: Potenziale für die Nutzung von Abwasserwärme	115
Abbildung 4-22: Potenziale Wasserstoff	117
Abbildung 5-1: Übersicht Vorauswahl potenzielle Fokusgebiete	121
Abbildung 5-2: Heatmap Energiebedarf Mönchengladbach inkl. Fokusgebiete	124
Abbildung 5-2: Wärmelinien- und -bedarfsdichte (eigene Darstellung).....	125
Abbildung 5-3: Verteilung der CO ₂ -Emissionen im Fokusgebiet Zentrum Gladbach.....	129
Abbildung 5-4: Absoluter Wärmebedarf der Gebäude im Fokusgebiet Zentrum Gladbach	131
Abbildung 5-5: Absoluter Wärmebedarf der Baublöcke im Fokusgebiet Zentrum Gladbach	133
Abbildung 5-6: Wärmelinienindichten im Fokusgebiet Zentrum Gladbach	135
Abbildung 5-7: Verteilung der THG-Emissionen im Fokusgebiet Eicken.....	140
Abbildung 5-9: Absoluter Wärmebedarf der Gebäude im Fokusgebiet Eicken.....	142
Abbildung 5-10: Absoluter Wärmebedarf der Baublöcke im Fokusgebiet Eicken.....	143
Abbildung 5-11: Wärmelinienindichten im Fokusgebiet Eicken	144
Abbildung 5-12: Verteilung der THG-Emissionen im Fokusgebiet Zentrum Rheydt.....	148
Abbildung 5-13: Absoluter Wärmebedarf der Gebäude im Fokusgebiet Zentrum Rheydt	150
Abbildung 5-14: Absoluter Wärmebedarf der Baublöcke im Fokusgebiet Zentrum Rheydt.....	151
Abbildung 5-15: Wärmelinienindichten im Fokusgebiet Zentrum Rheydt	152
Abbildung 5-16: Verteilung der THG-Emissionen im Fokusgebiet Giesenkirchen.....	156
Abbildung 5-17: Absoluter Wärmebedarf der Gebäude im Fokusgebiet Giesenkirchen	158
Abbildung 5-18: Absoluter Wärmebedarf der Baublöcke im Fokusgebiet Giesenkirchen	160
Abbildung 5-19: Wärmelinienindichten im Fokusgebiet Giesenkirchen	162
Abbildung 5-20: Fokusgebiet Giesenkirchen - Gebäude der WohnBau	164
Abbildung 6-1: Entwicklung des Wärmebedarfs im Trendszenario.....	170
Abbildung 6-2: Entwicklungen der THG-Emissionen im Trendszenario	171
Abbildung 6-3: Entwicklungen des Endenergiebedarfs im Trendszenario.....	172
Abbildung 6-4: Entwicklungen des Strombedarfs im Trendszenario.....	173
Abbildung 6-5: Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzszenario.....	174
Abbildung 6-6: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klimaschutzszenario.....	175
Abbildung 6-7: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Klimaschutzszenario.....	176
Abbildung 6-8: Entwicklung des Strombedarfs im Klimaschutzszenario.....	177

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1-1: Wesentliche Termine der Einbindung der Akteur*innen	18
Tabelle 2-1: Übersicht der Datengrundlage	20
Tabelle 2-1: Emissionsfaktoren der Energieträger	36
Tabelle 4-1: Einsparung des Wärmebedarfs durch verbesserte Anlageneffizienz [energielenker projects]	79
Tabelle 4-2: Grundlagendaten für Trendszenario [energielenker projects]	80
Tabelle 4-3: Bewertungsmatrix Freiflächen-PV	87
Tabelle 4-4: Priorisierung der Flächeneignung	89
Tabelle 4-5: Belegung der Potenzialflächen (eigene Darstellung)	90
Tabelle 4-6: Bewertungsmatrix für Windenergie	97
Tabelle 4-7: Potenziale der Erdwärmekollektoren	104
Tabelle 4-8: Übersicht Geothermiepotezial - Stadtgebiet Mönchengladbach	109
Tabelle 4-9: Gesamtpotenzial der Stromerzeugung in Abhängigkeit der Energieträger	118
Tabelle 4-10: Gesamtpotenzial der Wärmeerzeugung in Abhängigkeit der Energieträger	119
Tabelle 5-1: Darstellung der Fokusgebiete anhand definierender Kriterien	122
Tabelle 5-2: Rahmenbedingungen Wirtschaftlichkeit	126
Tabelle 5-3: Übersicht der Kostengruppen nach DIN 276	126
Tabelle 5-4: Übersicht der Verlege-Kosten von Wärmenetzen	127
Tabelle 5-5: Energie- und Brennstoffpreisbetrachtung	128
Tabelle 5-6: Übersicht der sektoralen Energieverbräuche 2020 im Fokusgebiet Abteiberg	130
Tabelle 5-7 Rohrdimensionierungen nach DN	137
Tabelle 5-8: Fokusgebiet Gladbach: Variantenbetrachtung der prozentualen Wärmebedarfe nach Energieträger, Gesamtwärmebedarf, Anschlussquote und Ausblick	138
Tabelle 5-9: Kostenübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Zentrum Gladbach	138
Tabelle 5-10: Emissionsübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Zentrum Gladbach	139
Tabelle 5-11: Übersicht der sektoralen Energieverbräuche im Fokusgebiet Eicken	140
Tabelle 5-12: Variantenbetrachtung der prozentualen Wärmebedarfe des Fokusgebietes Eicken nach Energieträger, Anschlussquote und Gesamtwärmebedarf	145
Tabelle 5-13: Kostenübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Eicken	147
Tabelle 5-14: Emissionsübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Eicken	147
Tabelle 5-15: Übersicht der sektoralen Energieverbräuche im Fokusgebiet Zentrum Rheydt	148
Tabelle 5-16: Variantenbetrachtung der prozentualen Wärmebedarfe Fokusgebiet Zentrum Rheydt nach Energieträger, Anschlussquote und Gesamtwärmebedarf	154
Tabelle 5-17: Kostenübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Zentrum Rheydt	155
Tabelle 5-18: Emissionsübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Zentrum Rheydt	155
Tabelle 5-19: Übersicht der sektoralen Energieverbräuche im Fokusgebiet Giesenkirchen	156
Tabelle 5-20: Variantenbetrachtung der prozentualen Wärmebedarfe Fokusgebiet Giesenkirchen	165
Tabelle 5-21: Kostenübersicht der Versorgungsvarianten 1 und 3 im Fokusgebiet Giesenkirchen	166
Tabelle 5-22: Übersicht Wärmeversorgungs-lösungen für Gebäude der WohnBau für Variante 2	166
Tabelle 5-23: Emissionsübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Giesenkirchen	167
Tabelle 6-1: Gegenüberstellung Potenziale und Bedarfe im Jahr 2045	178
Tabelle 7-1: Übersicht der geplanten Maßnahmen	181

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEG WG	Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
dena	Deutsche Energie Agentur
EH40	Effizienzhaus 40
EH55	Effizienzhaus 55
EHK	Elektrodenheizkessel
EM	Einzelmaßnahmen
EnEV	Energieeinsparverordnung
et al	et alli (und andere)
EU	Europäische Union
FF-PVA	Freiflächen-Photovoltaikanlagen
GEG	Gebäudeenergiegesetz
H ₂	Wasserstoff
H ₂ O	Wasser
i. S. d.	im Sinne des
IKK	Integriertes Klimaschutzkonzept
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IKU	Investitionskredit kommunale und soziale Unternehmen
KFN	Klimafreundlicher Neubau
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LEP	Landesentwicklungsplan
MSR	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
MWh	Megawattstunden
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
NWG	Nichtwohngebäude
O ₂	Sauerstoff
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
OVG	Oberverwaltungsgericht
PB	Programmbereich

PtG.....	Power-to-Gas
PtH.....	Power-to-Heat
ROG.....	Raumordnungsgesetz
SCOP.....	Seasonal Coefficient of Performance
THG.....	Treibhausgas
TWh.....	Terrawattstunden
UNB.....	untere Naturschutzbehörde
UVPG.....	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VDI.....	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
VG.....	Verwaltungsgericht
VGH.....	Volkgerichtshof
WE.....	Wohneinheit
WEG.....	Wohnungseigentümergeinschaften
WG.....	Wohngebäude

1 EINLEITUNG

1.1 HINTERGRUND UND MOTIVATION

Der Ausstieg aus den fossilen Energieträgern ist beschlossen. Das im Jahr 2021 beschlossene und im Jahr 2024 novellierte Klimaschutzgesetz fordert in Deutschland im Jahr 2045 Treibhausgasneutralität. Deshalb steht die Stadt Mönchengladbach ebenso wie alle anderen Kommunen vor der großen Herausforderung der Transformation des Energiesystems.

Spätestens mit der klimaschutzbedingten Vorverlagerung des Braunkohlenausstiegs auf die Jahre 2030/2033 und dem damit zusammenhängenden auch energetischen Strukturwandel, wurde in Verbindung mit dem Klimaschutzkonzept die Erstellung eines Energiekonzepts für einen nachhaltigen und sicheren energetischen Stadtumbau mit dem Ziel einer Versorgung mit Strom und Wärme aus regenerativen Quellen ein Muss. Als abgestimmte Maßnahme innerhalb der städtischen Teilnahme am European Energy Award und als Notwendigkeit innerhalb eines nachhaltigen Strukturwandelprozesses hinsichtlich des Braunkohlenausstiegs im Rheinischen Revier wurde die Erstellung des Energiekonzeptes beauftragt. Auch gehört die Stadt zum Rheinischen Braunkohlenrevier, das sich der Vision einer CO₂-neutralen Region verschrieben hat und gleichzeitig nicht weniger als europäische Modellregion für Energieversorgungs- und Ressourcensicherheit werden will.

In Zukunft soll alle Energie, die in Mönchengladbach verbraucht wird, erneuerbar erzeugt werden, bestenfalls aus der Region kommend. Dazu sind Antworten auf die Fragen zu finden, welche Strukturen Mönchengladbach zur Bewältigung der Energiewende braucht und wo diese auf welche Weise umgesetzt werden können.

Ziel des vorliegenden Konzepts ist eine integrierte kommunale Energiewendestrategie. Es soll einen Überblick über den momentanen und zukünftigen Energiebedarf sowie die Energieversorgungssituation der Stadt geben. Auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität Mönchengladbachs sollen hiermit kommunale Ziele für die Energiewende festgelegt und passende Umsetzungsstrategien inkl. konkreter Leitprojekte definiert werden.

In Mönchengladbach gibt es bereits zahlreiche gute strategische und konzeptionelle Ansätze für den energetischen Stadtumbau. Diese werden nun in das Energiekonzept übernommen und vervollständigt, sodass ein konkreter Pfad zur Bewältigung der anstehenden Energiewende aufgezeigt wird.

Die Stadt ist bei dieser umfassenden Transformationsaufgabe, welche die Gesamtgesellschaft, Industrie, Gewerbe, Gebäude und den Verkehr betrifft, Schlüsselakteurin. Es gibt Bereiche, wie eigene Liegenschaften und die Stadtplanung, auf welche die Stadt bezüglich der Reduzierung der Treibhausgasemissionen durch umsetzungsorientiertes Handeln direkten Einfluss nehmen kann. Das Ziel der Treibhausgasneutralität kann sie nicht alleine erreichen, jedoch besteht ihre Aufgabe auch darin auf andere treibhausgasemittierende Bereiche einzuwirken, beispielsweise durch die Information und Beratung der Bürgerschaft und von Unternehmen sowie die Schaffung von Rahmenbedingungen. Die Stadt sieht sich auch im Fall des energetischen Stadtumbaus als Anwältin der örtlichen Interessen, als Vorbild, Gestalterin, Dienstleisterin und Motivatorin. Durch den Wandel von zentraler auf dezentrale Energieerzeugung hat sie die Möglichkeit erneuerbare Energien flexibel zu nutzen. Die dezentrale Energieversorgung kann der Stadt mehr Gestaltungsmöglichkeiten geben, sorgt jedoch auch für neue Herausforderungen. Die beschlossene Dekarbonisierung des Energiesystems erfordert einen zügigen Transformationsprozess. So entsteht aus dem Energiekonzept ein informelles räumliches Planungsinstrument, auf dessen Basis die kommunale Energiewende strategisch zu strukturieren und koordinieren ist.

Die Federführung für die Konzepterarbeitung liegt in der Verwaltung beim Klimaschutzmanagement sowie bei der Stabsstelle Strukturwandel. Die Konzepterstellung erfolgte von Beginn an durch Integration aller relevanten Akteur*innen innerhalb wie außerhalb der Verwaltung. So besteht die größtmögliche Chance für eine erfolgreiche Etablierung und Umsetzung. Insbesondere die NEW AG war als Energieversorgerin während der Analysephase vor allem durch die Datenbereitstellung eine wesentliche Akteurin. Zur Sicherstellung der erfolgreichen Umsetzung der Maßnahmen ist nach Abschluss des Konzepts die Schaffung geeigneter Strukturen für Management und Umsetzung der Maßnahmen notwendig; das betrifft insbesondere eine ausreichende Personalausstattung innerhalb der Verwaltung. Während die Konzepterarbeitung über Haushaltsmittel finanziert wurde, ist die Umsetzung der Leitprojekte möglichst unter Verwendung öffentlicher Fördermittel vorgesehen. Aufgrund der Förderangebote von Land und Bund sowie im Speziellen aus den Strukturwandelfördermitteln des Rheinischen Reviers wird eine zügige Umsetzung von Schlüsselmaßnahmen angestrebt.

Während der Erarbeitung des Energiekonzeptes wurde das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze verabschiedet und ist am 01.01.2024 in Kraft getreten. Dies verpflichtet auch die Stadt Mönchengladbach eine kommunale Wärmeplanung vorzulegen. Das hier vorliegende Energiekonzept beinhaltet diese kommunale Wärmeplanung. Als „Pilotkommune Wärmeplanung in NRW“ erfüllt die Stadt Mönchengladbach die gesetzlichen Verpflichtungen zur Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung somit bereits 1,5 Jahre vor Fristende.

1.2 EXKURS: KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) ist ein strategisches Instrument, das den Kommunen ermöglicht, das Thema Wärme im Rahmen der nachhaltigen Stadtentwicklung zu gestalten. Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, den optimalen und kosteneffizientesten Weg zu einer umweltfreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung vor Ort zu finden. Vor dem Hintergrund der deutschen Treibhausgasneutralitätsziele ist zu berücksichtigen, dass die Wärmeversorgung einen erheblichen Anteil der deutschen Treibhausgasemissionen verursacht. Der Wärmebereich gilt als "schlafender Riese" der Energiewende. Die Bereitstellung von Warmwasser, Raum- und Prozesswärme macht zusammen etwa die Hälfte der benötigten Endenergie in Deutschland aus. Dabei fallen die Fortschritte im Wärmesektor bisher im Vergleich zum Stromsektor gering aus. Die langen Investitionszyklen bei baulichen und auch technischen Maßnahmen in der Wärmeinfrastruktur bedingen die Trägheit der Wärmewende. In Anbetracht der Tatsache, dass die heutigen Entscheidungen Auswirkungen bis weit in die Zukunft haben, ist der Handlungsbedarf im Wärmesektor für das Erreichen der Klimaschutzziele enorm. Da die deutsche Wärmeinfrastruktur überwiegend aus dezentralen und fossilen Heizanlagen besteht, ist die Klimabilanz der Wärmeerzeugung gravierend - ein schnelles und nachhaltiges Handeln bei der Wärmewende ist von hoher Priorität. Außerdem hat eine auf regenerativen Versorgungsmöglichkeiten beruhende Wärmeerzeugung das Potenzial, die Stadt weitestgehend unabhängig von exogenen Rohstoffpreisschocks (Gas, Öl, Kohle) zu machen. Eine klimaneutrale Wärmeversorgung bietet für die Kommune, Bürger*innen und Unternehmen eine finanzielle Planungssicherheit. Die Wärmeplanung bietet den Kommunen einen starken Hebel, um die Energiewende im Bereich Wärme sowohl schneller als auch effizienter voranzutreiben. Der konsequente Ansatz, der auf Treibhausgasneutralität ausgerichtet ist, gibt den kommunalen Entscheidungsträger*innen eine strategische Handlungsgrundlage und einen Fahrplan, der ihnen in den kommenden Jahren Orientierung und einen Handlungsrahmen bietet.

Ein Wärmeplan ersetzt jedoch niemals eine detaillierte Planung eines Wärmenetzes vor Ort. Die Bestimmungen zu seinem Umfang, seinem Inhalt und den damit verbundenen Befugnissen werden im

Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze („Wärmeplanungsgesetz“) für alle Kommunen festgelegt.

Während der Bearbeitung des vorliegenden Konzeptes wurde das Wärmeplanungsgesetz (WPG) am 17. November 2023 beschlossen (s. o.) und ist am 01. Januar 2024 in Kraft getreten. Das Wärmeplanungsgesetz verpflichtet jede Kommune im Bundesgebiet zur Erstellung eines kommunalen Wärmeplans, der einen realistischen Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 aufzeigt. Kommunen mit einer Einwohnergröße über 100.000 Einwohner*innen müssen bis zum 30. Juni 2026 einen Wärmeplan erstellt haben, Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohner*innen haben bis zum 30. Juni 2028 Zeit.

Im Wärmeplanungsgesetz werden Angaben getätigt, welche Inhalte eine Wärmeplanung erfüllen muss, um den Gesetzesvorgaben zu entsprechen. Mit diesem Vorgehen möchte die Bundesregierung einen bundesweit einheitlichen Standard schaffen, der die Planungs- und Investitionssicherheit erhöht sowie klare Zuständigkeiten benennt. Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist es, den vor Ort besten und kosteneffizientesten Weg zu einer klimafreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung zu ermitteln und so das übergeordnete Treibhausgasneutralitätsziel 2045 voranzutragen. Die Bundesgesetzgebung erfordert eine Umsetzung auf Landesebene. Hierzu hat das Land im Juli 2024 einen Entwurf für ein „Landeswärmeplanungsgesetz NRW“ (LWPG) vorgelegt. Das Gesetz soll noch im Jahr 2024 beschlossen werden und war somit zu Bearbeitungsende des vorliegenden Konzepts noch nicht verabschiedet.

Der Beschluss zur Erstellung des Energiekonzepts für Mönchengladbach wurde bereits vor der Diskussion um das Wärmeplanungsgesetz durch den Rat der Stadt gefasst, entsprechend startete auch die Erarbeitung des Konzepts bereits Anfang 2023. Das vorliegende Konzept entspricht jedoch inhaltlich den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes und stellt daher auch eine kommunale Wärmeplanung nach dem Wärmeplanungsgesetz dar. Inhaltlich orientiert sich das Konzept im Bereich der Wärmeversorgung an den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes, bereits vor dem rechtsgültigen Beschluss konnten Inhalte aus den Entwurfsfassungen entnommen werden. Der Gesetzgebungsprozess wurde im Projektverlauf verfolgt und abweichende Leistungspunkte, die in der Endfassung durch das Wärmeplanungsgesetz gefordert sind, wurden berücksichtigt und eingearbeitet.

1.3 VORGEHENSWEISE UND METHODIK

Die Konzepterstellung lässt sich grob in die nachfolgenden Bausteine gliedern:

1. Analyse & Bewertung der Ausgangslage
2. Darstellung der verfügbaren Technologien
3. Analyse der Potenziale
4. Betrachtung zukünftiger Wärmeversorgung am Beispiel von vier Fokusgebieten
5. Szenarioentwicklung

Die einzelnen Bausteine bauen aufeinander auf und sind nicht trennscharf abzugrenzen.

Die nachfolgende Abbildung visualisiert die Zeitschiene des Projektes. Diese lässt die gewählte Vorgehensweise sowie den zeitlichen Rahmen der Konzeptarbeit erkennen. Zur Prozessbegleitung fand eine regelmäßige Abstimmung mit der Auftraggeberin statt.

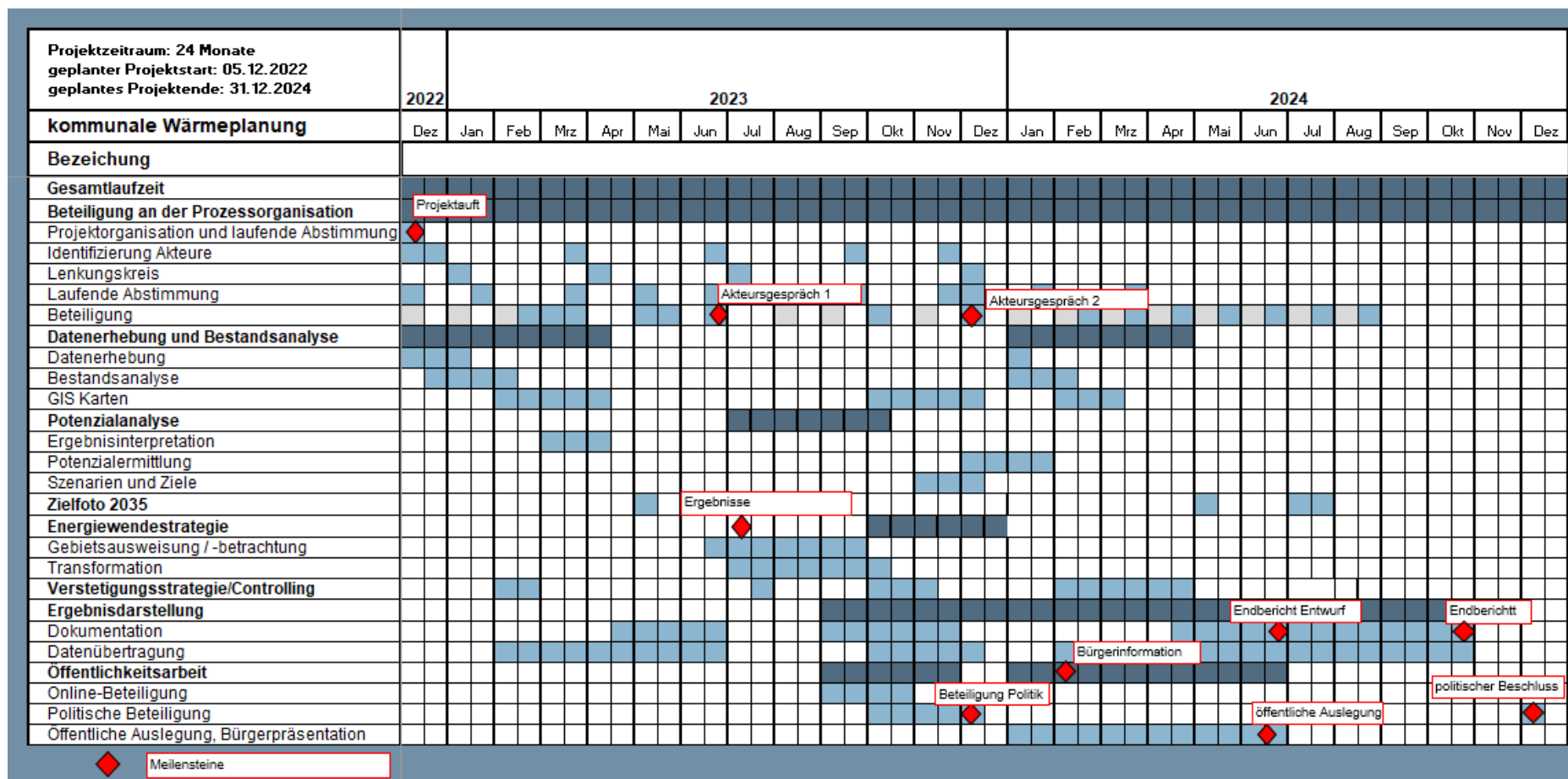


Abbildung 1-1: Zeitschiene [energielenker projects]

1.4 PROJEKTSTRUKTUR

Im Zuge der Bearbeitung des Konzeptes spielte die Einbeziehung von Stakeholdern eine zentrale Rolle.

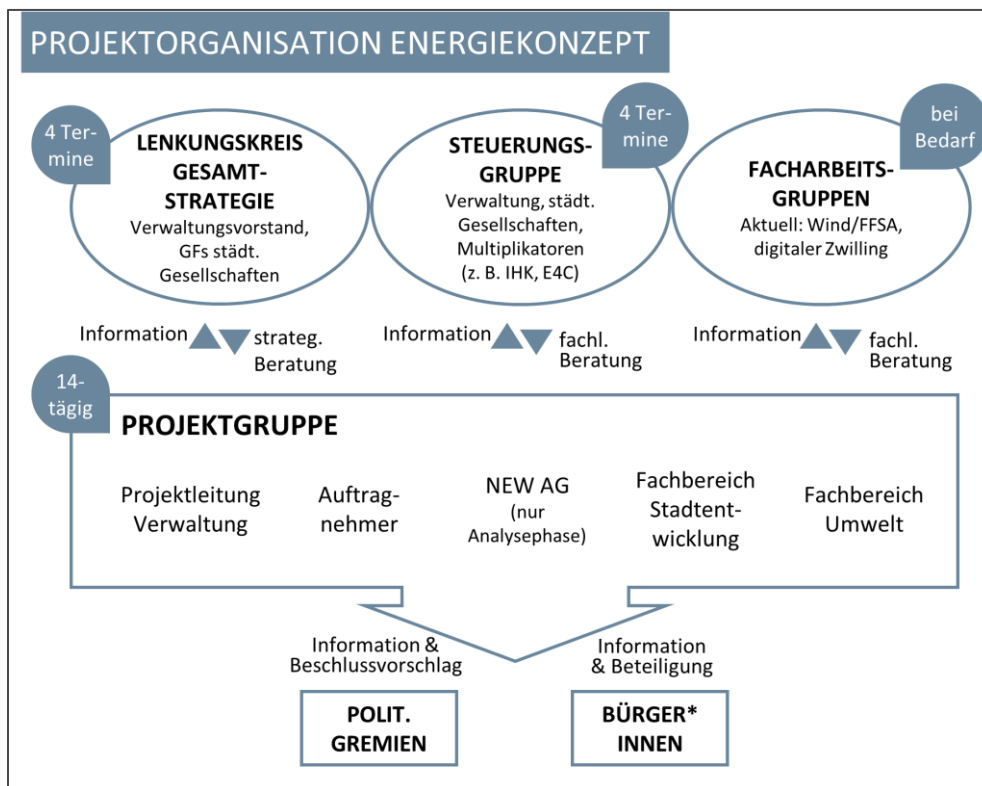


Abbildung 1-2: Projektorganisation Mönchengladbach

Abbildung 1-2 erläutert die Organisation der Begleitung der Konzepterarbeitung, und zwar bezogen auf die Akteur*innen, die Zuständigkeiten und die Entscheidungsstufen. Die Projektleitung lag gemeinsam beim Klimaschutzmanagement und der Stabsstelle Strukturwandel im Dezernat Planen, Bauen, Mobilität, Umwelt. Durch die Einbettung als strategische Maßnahme in die städtische Gesamtstrategie erfuhr das Projekt die Unterstützung des Verwaltungsvorstandes sowie eine hohe Sichtbarkeit innerhalb der Verwaltung.

Wesentlich für die datenbasierte Bearbeitung des Themas war die enge Zusammenarbeit mit der NEW AG während der Analysephase. Als städtische Energie- und Wärmeversorgerin besitzt die NEW AG die für die Analyse wesentlichen Datengrundlagen, ohne deren Zurverfügungstellung eine Bearbeitung des Projekts nicht möglich gewesen wäre.

Während der gesamten Projektlaufzeit gab es in einem 14-tägigen Rhythmus einen festen Jour Fixe der Projektgruppe mit dem Auftragnehmer. In der Gruppe waren neben der Projektleitung Vertreter*innen aus den Fachbereichen Stadtentwicklung und Umwelt eingebunden.

Als fachliches Arbeitsgremium wurde eine Steuerungsgruppe eingerichtet, mit der Aufgabe der fachlichen Beratung und Abstimmung über Meilensteine im Gesamtprozess. Die Steuerungsgruppe setzte sich aus Verwaltungsmitarbeiter*innen, Vertreter*innen städtischer Gesellschaften (WohnBau, WFMG, EWMG, mags AöR, ParkenMG GmbH) und weiteren Multiplikator*innen wie IHK, NRW.energy4climate GmbH, Kreishandwerkerschaft Mönchengladbach, NEW AG (nur während Analysephase), Zweckverband LANDFOLGE Garzweiler, Niersverband zusammen. Für spezifische

Themen, wie Potenzialermittlung von Wind- und Sonnenenergie, wurden zusätzliche Facharbeitsgruppen eingerichtet.

Über den Lenkungskreis der städtischen Gesamtstrategie, bestehend aus Verwaltungsvorstand und Geschäftsführer*innen der städtischen Gesellschaften, wurde regelmäßig der Projektfortschritt mitgeteilt und strategische Beratung eingeholt.

NRW.energy4climate GmbH hat den Prozess begleitet. Als eine von fünf „Pilotkommunen Wärmeplanung“ in NRW konnte Mönchengladbach von dem angebotenen Austausch, Erfahrungen und Blick von außen profitieren und selbst erste Erfahrungswerte für andere Kommunen, die später mit der Wärmeplanung begonnen haben, bereitstellen.

Ganz wesentlich war die frühzeitige Einbindung des Teams „Digitaler Zwilling“ der Verwaltung. So konnten sukzessive Ergebnisse in das städtische Geodatenmanagement übernommen werden und eine Weiterbearbeitung der Ergebnisse sowie ein Monitoring und eine Fortschreibung gewährleistet werden.

Die politischen Vertreter*innen der Stadt wurden über den regelmäßigen Klimaschutzbericht über den Projektfortschritt informiert. Im Februar 2024 wurde zudem eine Informationsveranstaltung für die energiepolitischen Vertreter*innen der Ratsfraktionen durchgeführt. Die Öffentlichkeitsbeteiligung zum Entwurf der kommunalen Wärmeplanung wurde am 13.06.2024 vom Ausschuss für Umwelt und Mobilität der Stadt Mönchengladbach beschlossen. Sie erfolgte vom 14.06.2024 bis zum 18.07.2024. Die eingegangenen Anregungen und Bedenken wurden abgewogen und das Ergebnis wurde in das Energiekonzept/ in die Kommunale Wärmeplanung eingearbeitet. Abschließend soll das vorliegende Konzept inkl. Maßnahmenpaket vom Rat beschlossen werden.

Die Bürger*innen wurden über verschiedene Pressemitteilungen und Social Media-Posts sowie über die Einrichtung einer städtischen Informationswebseite zur Wärmewende (www.stadt.mg/waerme) kontinuierlich informiert. Außerdem wurde am 04.07.2024 eine Informationsveranstaltung zur Veröffentlichung des Entwurfs der kommunalen Wärmeplanung durchgeführt; eine weitere Veranstaltung für Bürger*innen ist nach Beschluss des Konzepts geplant. Dabei ist die Beschlussfassung für das Energiekonzept inkl. der kommunalen Wärmeplanung für die Ratssitzung am 11.12.2024 vorgesehen.

Nachfolgend sind in Tabelle 1-1 die Termine der Akteurseinbindung sowie von Politik und Bürger*innen aufgelistet.

Tabelle 1-1: Wesentliche Termine der Einbindung der Akteur*innen

Akteurstreffen	Datum
1. Steuerungsgruppentreffen	19.04.2023
Lenkungskreis Gesamtstrategie	09.05.2023
Einbindung Fachaustausch WohnBau MG	16.05.2023
Fachaustausch Niersverband & Stadtentfalter GmbH	17.05.2023
Fachaustausch Smart City/Digitaler Zwilling	17.05.2023
2. Steuerungsgruppentreffen	22.05.2023
1. Verwaltungsworkshop PV und Wind	09.08.2023
APBS und AUM	22. & 24.08.2023
Hauptausschuss	06.09.2023
2. Verwaltungsworkshop PV und Wind	13.09.2023
Austausch ParkenMG GmbH	28.09.2023
Fachaustausch WohnBau MG	10.10.2023
Fachaustausch WFMG/EWMG	18.10.2023
Lenkungskreis Gesamtstrategie	14.11.2023
Fachaustausch Kreishandwerkerschaft und Innung Sanitär-Heizung-Klima	15.11.2023
Fachaustausch WohnBau MG	24.11.2023
3. Steuerungsgruppentreffen	05.12.2023
Ausschuss für Umwelt & Mobilität (AUM)	01.02.2024
Politikinformationsveranstaltung	27.02.2024
Lenkungskreis Gesamtstrategie	05.03.2024 und 09.04.2024
4. Steuerungsgruppentreffen	15.05.2024
AUM	13.06.2024
Bürger*innen-Informationsveranstaltung	04.07.2024
<i>geplant: Bezirksvertretungen, AUM, APBS, Hauptausschuss, Rat</i>	<i>geplant: 12.11.-11.12.2024</i>
<i>geplant: 2. Bürger*innen-Informationsveranstaltung</i>	<i>geplant: 23.01.2025</i>

2 DARSTELLUNG DER STANDORTFAKTOREN

2.1 DATENGRUNDLAGEN

Die verwendeten Datengrundlagen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet (Tabelle 2-1). Neben statistischen Daten wurden für die Bestandsanalyse Geodaten bereitgestellt, aufgearbeitet sowie in Teilen neu erarbeitet. In enger Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Fachbereichen der Stadt Mönchengladbach erfolgten fachliche Abstimmungsgespräche. Es wurde eine einheitliche Datenbasis ermittelt.

Tabelle 2-1: Übersicht der Datengrundlage

Datengrundlagen

Stadt Mönchengladbach	<ul style="list-style-type: none"> - Liegenschaftskataster MG ALKIS - Landschaftsplan - Flächennutzungsplan - Kompensationsflächen - Energiedaten zu städtischen Gebäuden - 3D-Stadmodell - Geodaten zur Siedlungsstruktur - Windkraftanlagen Bestand - Energie- und Treibhausgasbilanz - Kleinräumige Gebietsgliederung - Abbaugrenze Tagebau / Szenarien Böschung/Seespiegel - BImSchG-Anlagen in Zuständigkeit der Stadt 2021 - Nachhaltige Gewerbeflächenkonzept - Prioritätenliste Wohnungsbau 2023 - Sozialbericht 2022 - Stadtteilbeschreibungen 2021
Zensusdaten 2011	<ul style="list-style-type: none"> - Baualtersklasse - Gebäudetyp - Bevölkerungsdaten
Geobasisdaten NRW	<ul style="list-style-type: none"> - ATKIS Basis DLM
Geologische Daten NRW	<ul style="list-style-type: none"> - Wärmeleitfähigkeit unterschiedlicher Bohrtiefen
Daten NEW AG	<ul style="list-style-type: none"> - Gasnetz - Kanalnetz - Abwasserschächte - Wärmekataster NEW AG - Stromverbräuche 2022-2022 - Erdgasverbräuche 2022-2022 - Einspeisedaten Strom aus Erneuerbaren Energien 2018-2020
LANUV NRW	<ul style="list-style-type: none"> - Solarpotenziale Gebäude und Freifläche - Potenziale oberflächennahe Geothermie - Schutzgebiete - Industriestandorte mit Abwärmepotenzial
Schornsteinfegerinnung Düsseldorf	<ul style="list-style-type: none"> - Datenerhebung Feuerungsanlage Mönchengladbach 2019
Bezirksregierung Düsseldorf	<ul style="list-style-type: none"> - Regionalplan - Potenzialbereichsermittlung FFSA 2022
WohnBau MG	<ul style="list-style-type: none"> - Liegenschaften innerhalb der Fokusgebiete

2.2 KOMMUNALE BASISDATEN

Die Stadt Mönchengladbach ist eine Großstadt im Westen von Nordrhein-Westfalen im Regierungsbezirk Düsseldorf. 274.783 Einwohner*innen (Stand: 31.12.2023) leben im Stadtgebiet, das eine Gesamtfläche von 17.047 ha umfasst.

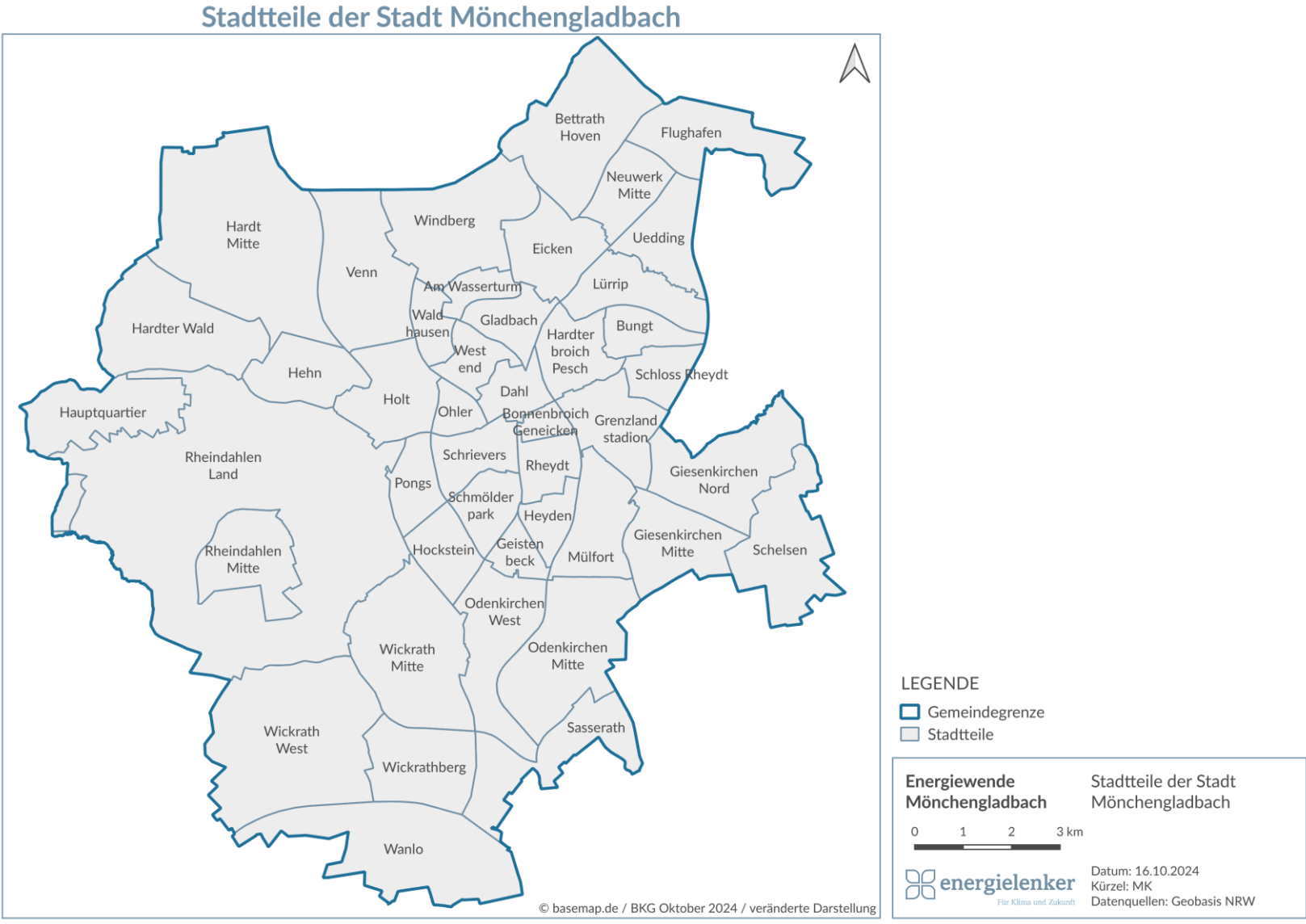
Mönchengladbach besteht mit den heutigen Grenzen seit der Gebietsreform 1975, bei der die kreisfreien Städte Mönchengladbach und Rheydt sowie die Gemeinde Wickrath zu einer neuen kreisfreien Stadt Mönchengladbach zusammengeschlossen wurden. Mit ihrer lebendigen Kulturlandschaft, mit Museen, Theater und Baudenkmälern und wichtigen öffentlichen Einrichtungen wie der Hochschule Niederrhein oder dem Landgericht, stellt die Stadt Mönchengladbach ein wichtiges Oberzentrum am linken Niederrhein dar.

Mönchengladbach ist in 4 Stadtbezirke (Nord, Ost, Süd und West), mit 44 Stadtteilen unterteilt (Abbildung 2-1).

2.2.1 Geographische Lage

Naturräumlich wird das Stadtgebiet von Mönchengladbach größtenteils dem Niederrheinischen Tiefland zugeordnet. Im Westen erstreckt sich die Schwalm-Nette-Platte, während im Osten die Kempen-Aldekerker-Platte liegt. Diese beiden Formationen grenzen im Süden an die Niederrheinische Bucht, die die Jülicher Börde umfasst [Pfaffen et al. 1963].

Die Landschaftsform wird hauptsächlich durch tektonische Gegebenheiten sowie Ablagerungen der Flussterrassen von Rhein und Maas geprägt. Die Hauptterrasse des Rheins dominiert das Gebiet und zeichnet sich durch ein sanftes, welliges Relief aus, das sich nach Nordwesten hin auf etwa 60 m über dem Meeresspiegel absenkt. Die höchste Erhebung, die Rheydter Höhe, erreicht 133 m über dem Meeresspiegel. Die Obere Mittelterrasse des Rheins ist in Mönchengladbach nicht vorhanden, und nur ein kleiner Teil des Stadtgebiets gehört zur unteren Mittelterrasse (im Bereich Kamphausener Höhe), die an die Krefelder Mittelterrasse angrenzt. Das Gebiet der Krefelder Mittelterrasse ist von wenig reliefierter Terrassenlandschaft geprägt, die von der Niers als Hauptvorfluter durchzogen wird. Diese und andere Bäche wie der Papier-, Triet-, Mühlen- und Knippertzbach haben während des Holozäns teilweise umfangreiche Talauensedimente abgelagert. Die Niers- und Nordkanalrinne formen die Niederterrasse, auf der sich bei Donk der tiefste Punkt des Stadtgebiets mit 35 m über dem Meeresspiegel befindet [Langer et al. 1978 & Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen 1990].



2.2.2 Demografische Entwicklung

Seit dem Jahr 2011 ist die Bevölkerung der Stadt Mönchengladbach um etwa 14.000 Einwohner*innen angestiegen. Die Bevölkerung Mönchengladbachs wächst also, sodass am 31.12.2023 274.783

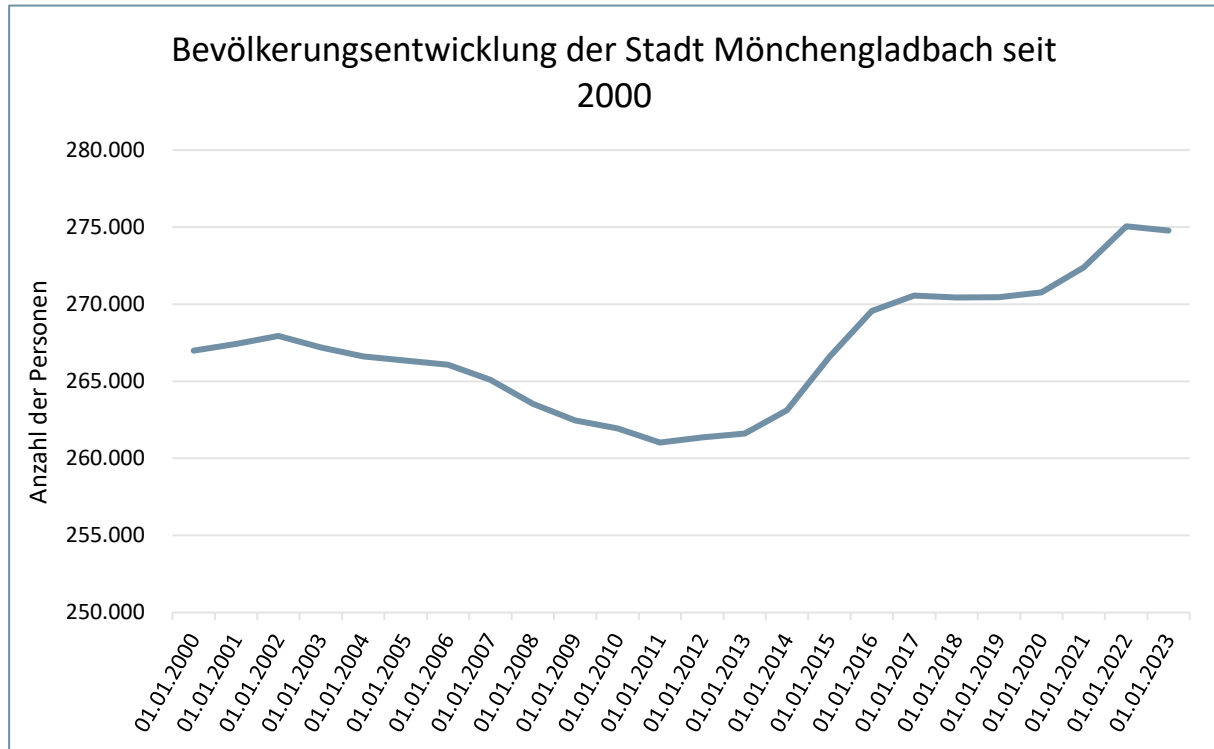


Abbildung 2-2: Bevölkerungsentwicklung (Quelle: Stadt Mönchengladbach)

Einwohner*innen in Mönchengladbach gemeldet waren (vgl. Abbildung 2-2).

Basierend auf den Berechnungen des Bundesinstitutes für Bau, Stadt- und Raumforschung von 2024, wird für die Stadt Mönchengladbach ein Bevölkerungswachstum vom Ausgangsjahr 2021 bis 2045 von 1,2 % prognostiziert.

Die Auswirkungen der Bevölkerungsentwicklung auf den Energiebedarf könnte bei Bevölkerungswachstum ebenfalls zu einem Anstieg des Strom- und Wärmebedarfs führen. Es werden deshalb voraussichtlich mehr Gebäude, Infrastrukturen und Dienstleistungen benötigt, um den Bedürfnissen der wachsenden Bevölkerung zu entsprechen. Allerdings muss auch berücksichtigt werden, dass der Energiebedarf ebenfalls durch Energieeffizienzverbesserungen und/ oder Verhaltensänderungen im Sinne der Suffizienz der Bürger*innen hin zu einem geringeren Energieverbrauch beeinflusst wird. Das Bevölkerungswachstum verläuft also nicht unbedingt proportional zur Entwicklung des Energiebedarfs., Steigender Strombedarf ist in Zukunft allerdings in Bezug auf die Elektrifizierung einiger Technologien zu erwarten, wie beim Einsatz von Elektroautos oder Wärmepumpen.

Es kann also trotz steigender Bevölkerungszahlen nicht mit einem gleichen Anstieg des Energieverbrauchs gerechnet werden. Diese Entwicklung wird von den o. g. Faktoren ebenfalls beeinflusst.

2.2.3 Energieversorgung

In der Stadt Mönchengladbach werden die Aufgaben der kommunalen Versorgungsleistungen im Bereich Energie im Wesentlichen von der NEW AG vorgenommen. Sie ist derzeit die größte Energieversorgerin im Stadtgebiet. Die NEW AG betreibt die Versorgungsnetze und liefert Strom sowie Erdgas.

2.2.4 Wirtschaft

Mönchengladbach ist mit rund 275.000 Einwohner*innen regionales Oberzentrum unweit des Ruhrgebietes sowie der Städte Köln und Düsseldorf. Seit den 1960er Jahren durchlebte die Stadt mehrere Strukturwandelprozesse, insbesondere durch den Niedergang der Textilindustrie und zuletzt durch die Auflösung des NATO-Standorts im Joint Headquarter. Sie ist auch betroffen vom Braunkohleabbau des Tagebaus Garzweiler II und damit Teil des Strukturwandelprozesses im Rheinischen Braunkohlenrevier.

Allerdings gibt es auch heute noch namenhafte Textilhersteller. Die Hochschule Niederrhein verfügt über renommierte Lehrstühle im Bereich der Textiltechnik, u. a. wurde 2018 die Textilakademie NRW in Mönchengladbach gegründet. Im Zuge des Textilstrukturwandels haben andere Branchen an Relevanz gewonnen. Aufgrund der sehr guten Verkehrsinfrastruktur haben einige Logistikunternehmen oder Unternehmen mit einer starken Fokussierung auf den Onlineversandhandel Standorte in Mönchengladbach. Die Stadt dient als Drehscheibe zwischen den Benelux-Ländern und dem Rhein-Ruhr-Raum und wurde 2017 als Logistikstandort des Jahres in Nordrhein-Westfalen gekürt [Stadt Mönchengladbach 2024].

Im Rahmen der Textilindustrie entstand in Mönchengladbach auch eine bedeutsame Maschinen- und Anlagenbaubranche, die wiederum Zulieferfirmen im Bereich der Metallverarbeitung und Elektrotechnik bedingt. Insgesamt ist die Wirtschaftsstruktur breit aufgebaut mit einem Schwerpunkt für Metall-, Elektro- und Stahlindustrie sowie Maschinenbau, zudem sind die Digital- und die Kreativwirtschaft sowie das Handwerk, der Handel und das Gesundheitswesen relevante Wirtschaftszweige in Mönchengladbach [Stadt Mönchengladbach 2021, Stadt Mönchengladbach 2024].

Die Branchenstruktur in Mönchengladbach bietet eine hohe Anzahl an Arbeitsplätzen im unteren Einkommensbereich, sodass es im Vergleich zum Bund im Zeitraum von 2009 bis 2017 zu einem unterdurchschnittlichen Bruttolohnanstieg je Arbeitnehmer*in kam.

Im Jahr 2021 wurde die „Städtische Gesamtstrategie: Eine Stadt. Gemeinsam Mönchengladbach.“ erstellt. Die umfassende Gesamtstrategie soll als Handlungsorientierung dienen, an der die Stadt Mönchengladbach und städtische Beteiligungen ihr Handeln ausrichten sollen. In der städtischen Gesamtstrategie wird das Hauptziel formuliert, die Wirtschaft am Standort Mönchengladbach auf wertschöpfungsstarke Branchen und die Wirtschaft 4.0 auszurichten.

Zur Erreichung dieses Ziel gehört auch eine sichere, günstige und klimafreundliche Energie- und Wärmeversorgungsinfrastruktur. Ebenso kann die standortnahe bzw. lokale Energie- und Wärmeerzeugung einen Beitrag zur lokalen Wertschöpfungskette liefern und für Unternehmen einen Standortvorteil darstellen. Lokale Lösungen können außerdem Arbeitsplätze schaffen, die mit dem Betrieb, der Wartung und der Kundenbetreuung verbunden sind [Stadt Mönchengladbach 2021, Stadt Mönchengladbach 2024].

2.2.5 Verkehrliche Anbindung

Die Stadt Mönchengladbach ist sehr gut in das Bundesautobahnnetz eingebunden. Die Autobahnen A52, A61, A46 und A44 führen durch Mönchengladbach, sind wichtige West-Ost und Nord-Süd-Verbindungen und ermöglichen eine schnelle Erreichbarkeit aus NRW sowie dem angrenzenden Benelux-Raum. Das Bahnnetz bindet Mönchengladbach an das Ruhrgebiet, Düsseldorf, Köln, die Region Aachen und Eindhoven in den Niederlanden an. Weiterhin verfügt Mönchengladbach über einen Regionalflughafen. Nicht weit von Mönchengladbach entfernt liegt der überregionale Flughafen Düsseldorf International.

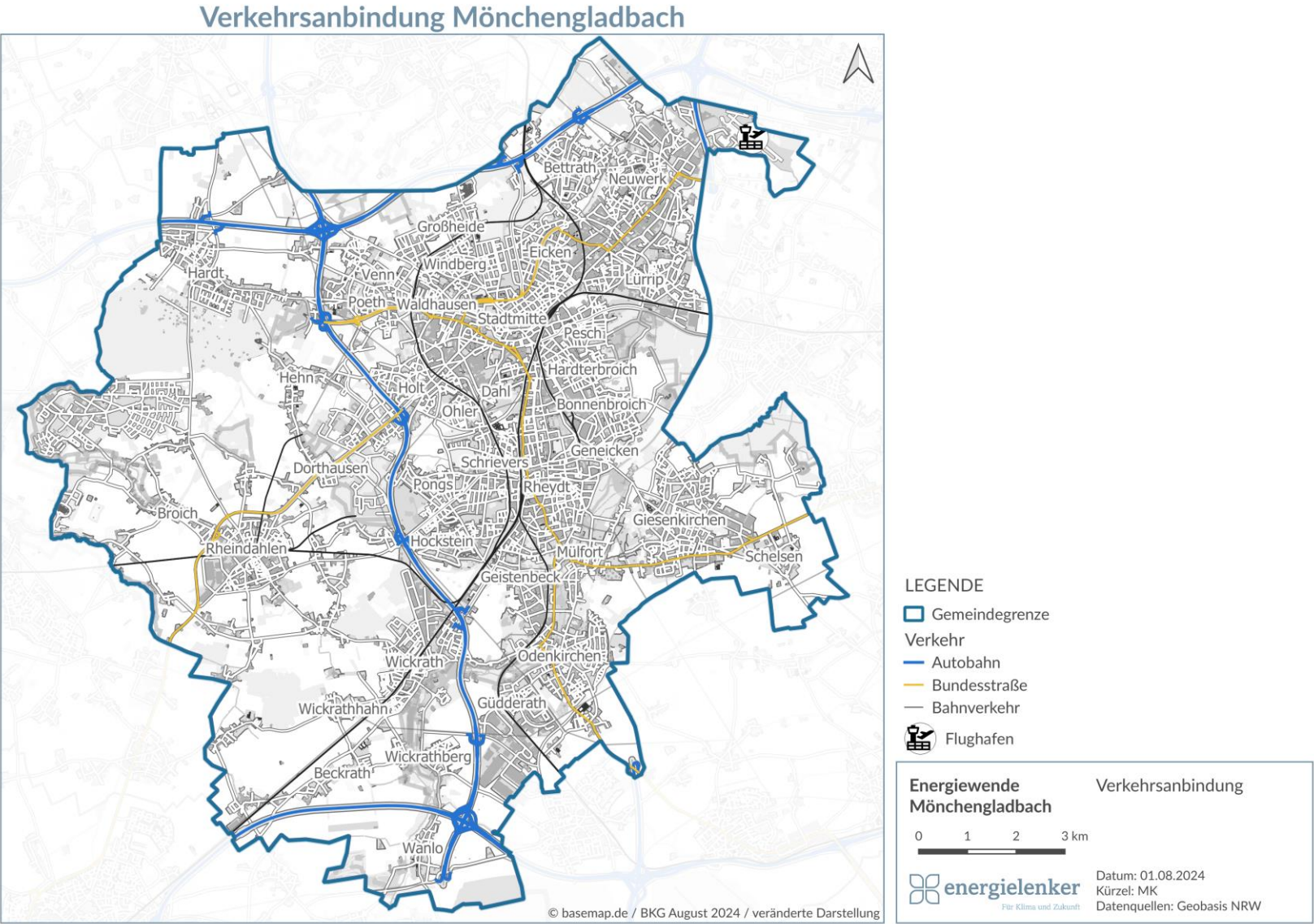


Abbildung 2-3: Hauptverkehrsanbindung der Stadt Mönchengladbach

2.3 METHODIK DER DATENAUSWERTUNG

Basis der Entwicklung einer zukunftsfähigen Energiewendestrategie ist die Analyse der Ist-Situation. Dazu wurden die Endenergieverbräuche aus Gas und Strom für Wärme auf Basis des Wärmekatasters der NEW AG ermittelt. Die Daten beinhalten auch die Endenergieverbräuche der kommunalen Gebäude der Stadt. Eine großflächige Fernwärmeversorgung ist bisher nicht vorhanden.

Von der Stadt Mönchengladbach wurden neben den Grundlagendaten wie statistische Daten und ALKIS-Daten weitere Fachdaten, wie Flächennutzungsplan, Landschaftsplan sowie relevante Konzepte und Strategiepapiere geliefert.

Darüber hinaus wurden frei verfügbare Daten für die Erarbeitung des Konzepts genutzt, wie z. B. Zensus 2011, Daten des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) sowie des Geologischen Dienstes NRW.

Neben den genannten Datensätzen wurden die Daten der Bezirksschornsteinfeger für das Stadtgebiet Mönchengladbach für das Jahr 2019 zur Verfügung gestellt. Die Daten der Schornsteinfeger enthalten sowohl die Anzahl der jeweiligen Anlagenarten nach Energieträger als auch eine Einteilung in Leistungs- sowie Altersklassen, jedoch keine Georeferenzierung. Durch die ergänzenden Daten konnte eine Abschätzung der Verteilung der nicht-leitungsgebundenen Energieträger erfolgen. In Verbindung mit Gebäudedaten konnten somit auch die Energiebedarfe dieser Gebäude geschätzt werden.

Um von der Anlagenleistung der Öl- bzw. Biomasseheizungen auf die eingesetzte Endenergiemenge schließen zu können, wurden die Volllaststunden der leitungsgebundenen Energieträger anhand der durch die Schornsteinfeger vorhandenen Leistungsdaten der Heizanlagen ermittelt und für die Berechnung der Wärmemenge zu den nicht-leitungsgebundenen Energieträgern herangezogen. Dazu war die Mittelung der Leistungsklassen erforderlich, die eine Annäherung an die tatsächlichen Endenergiewerte darstellen. Das Erfassungsschema der Daten der Schornsteinfeger umfasst keine Einteilung in Gebäudetypen oder Sektoren, sodass eine Abgrenzung anhand der Wärmeleistung vorgenommen wurde. Die Anlagen mit einer Leistung kleiner als 50 kW sind dem Privatsektor zugeordnet. Da die Daten der kommunalen Gebäude gebäudescharf vorliegen, konnten diese eindeutig zugeordnet werden. Durch diese Einordnung der Heizanlagen konnte die Differenz zur Gesamtanlagenzahl dem Wirtschaftssektor zugewiesen werden.

Zur Wärmebereitstellung durch Solarthermie und Umweltwärme liegen keine vollständigen Daten vor. Für Wärmepumpen und sonstige Elektroheizungen konnten Daten des Energieversorgers herangezogen werden, soweit ein spezieller Wärmestromtarif gewählt wurde. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die vorhandenen Daten den Großteil der eingesetzten Energieträger abbilden. Wenngleich erneuerbare Energien bereits einen entscheidenden Anteil am Strommix in Deutschland haben, so ist der Anteil im Wärmebereich derzeit weiterhin als gering einzuschätzen. Recherchearbeiten im Zuge der Erstellung des vorliegenden Konzepts lassen die Vermutung zu, dass dies auch auf die Wärmeversorgung auf dem Mönchengladbacher Stadtgebiet zutrifft.

Ergänzend zur Energiebilanz wurde eine Treibhausgasbilanz erstellt. Zur Erstellung der Treibhausgasemissionen wurden im Wesentlichen die CO₂-Faktoren des Gebäudeenergiegesetzes [GEG 2020] herangezogen. Ausnahmen davon wurden gekennzeichnet und beschrieben.

Diese Daten wurden genutzt, um aktuelle Versorgerdaten mit dem von der NEW AG erstellten Wärmekataster zu vergleichen und bei Bedarf zu verschneiden. Das weitere Vorgehen wird in Kapitel 2.4 erläutert.

2.4 ENERGIE- UND TREIBHAUSGASBILANZ

Für die Erstellung von Reduktionsszenarien ist die Definition einer Ausgangsbilanz erforderlich. Aufgrund der Daten aus verschiedenen Quellen und Jahren sowie notwendigen Hochrechnungen, ist sie als Annäherung an den tatsächlichen Endenergieeinsatz zu verstehen. Neben den Endenergien werden auch die Primärenergien erfasst.

Der Primärenergieverbrauch bezieht sich auf die gesamte Energie, die in der Natur verfügbar ist und der Energienutzung zugeführt wird, bevor sie in nutzbare Formen umgewandelt wird. Primärenergie umfasst alle natürlichen Energiequellen wie Kohle, Erdöl, Erdgas, erneuerbare Energien (Sonne, Wind, Wasser) oder Kernenergie.

Der Endenergieverbrauch bezeichnet die Menge an Energie, die den Endverbrauchern (Haushalten, Industrie, Verkehr etc.) tatsächlich zur Verfügung steht und direkt genutzt wird. Es handelt sich also um die Energie, die nach der Umwandlung und dem Transport bei den Verbraucher*innen ankommt, z. B. in Form von Elektrizität, Benzin, Erdgas oder Fernwärme.

Die Ausgangsbilanz dient als Grundlage, um nach der Bewertung verschiedener Einsparpotenziale in den Sektoren Privat, Wirtschaft und Kommune, den Endenergiebedarf im Jahr 2045 zu prognostizieren. Ein interkommunaler Vergleich dieser Bilanz ist häufig nicht zielführend, da regionale und strukturelle Unterschiede sehr hohen Einfluss auf die Energieverbräuche und Treibhausgas (THG)-Emissionen von Kommunen haben. Im Folgenden werden die Endenergieverbräuche sowie die THG-Emissionen der Stadt Mönchengladbach, aufgeschlüsselt nach Sektoren, dargestellt.

Im vorliegenden Konzept wurde die Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2020 auf Basis von abgefragten Schornsteinfegerdaten sowie Daten der jeweiligen Netzbetreiber für Strom und Gas in Zusammenarbeit mit der NEW AG ermittelt. Die NEW AG stellte hierbei ein von ihr bereits erstelltes Wärmekataster auf Grundlage der Daten aus dem Jahr 2020 zur Verfügung, welches ebenfalls auf den oben benannten Quellen beruhte, jedoch weitere Aspekte und Unterteilungen der Sektoren berücksichtigt. Mit der für dieses Konzept erstellten Energie- und THG-Bilanz sowie den Daten der NEW wurde, in Absprache mit der Auftraggeberin, das Wärmekataster der NEW AG als Grundlage für die weitere Planung verwendet, da dieses die vollständigere Datengrundlage bietet. Für eine passende Verteilung der nicht leitungsgebundenen Energieträger in Form von z. B. Biomasse und Kohle, wurden die Daten der NEW mit den Schornsteinfegerdaten verschnitten, da im Bereich dieser nicht-leitungsgebundenen Energieträger innerhalb der Daten der NEW AG keine weitere Differenzierung vorlag.

Nachfolgend wird die Heatmap für das Stadtgebiet Mönchengladbach dargestellt. Hieraus wird deutlich, dass speziell im dicht bebauten Innenstadtbereich hohe Wärmebedarfe vorliegen.

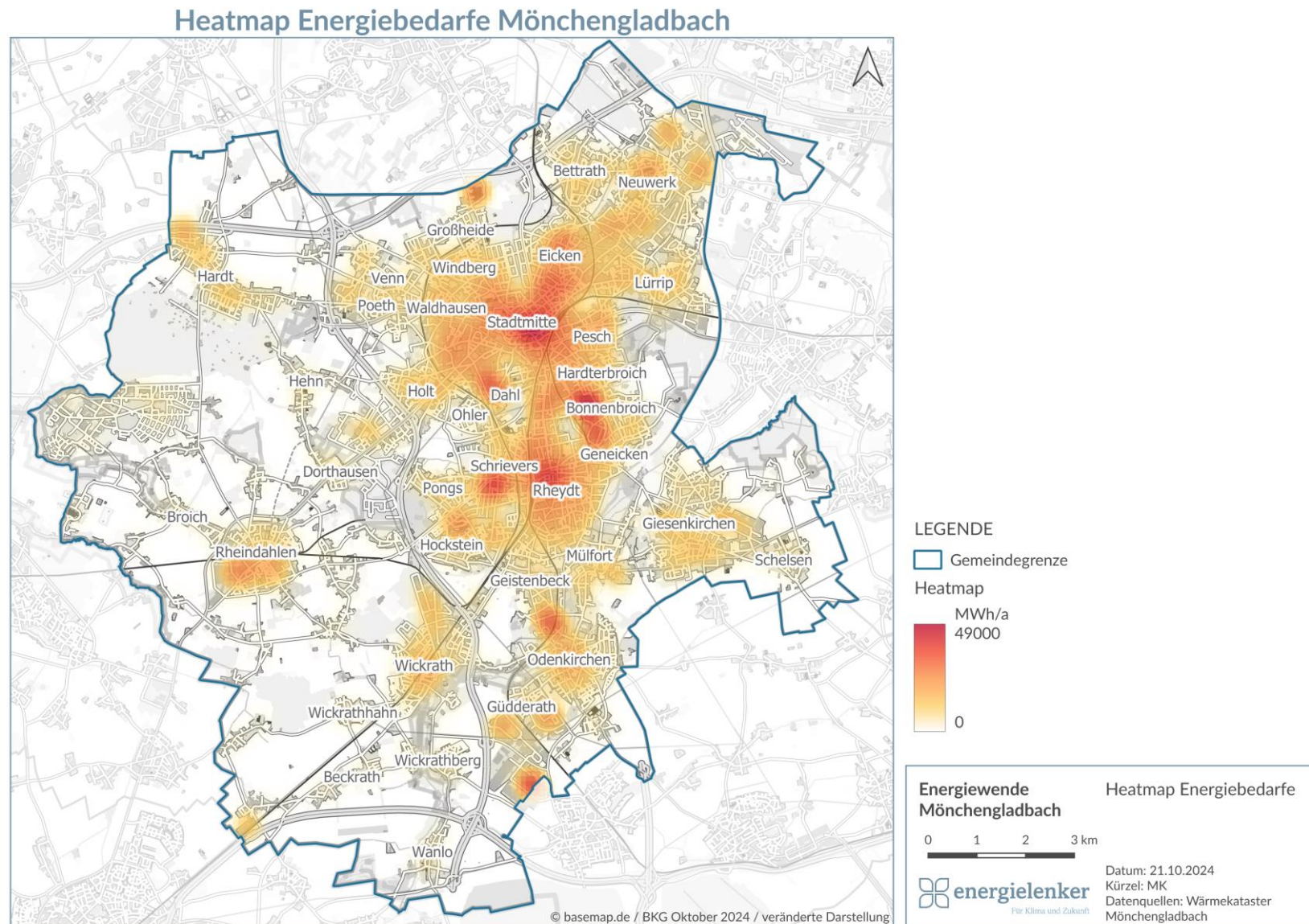


Abbildung 2-4: Heatmap Energiebedarfe Mönchengladbach

Abbildung 2-6 zeigt eine Karte mit einer baublockbezogenen Auswertung, der Wärmebedarfsdichte. Diese stellt die kartografische Darstellung der Bestandsanalyse dar. Ebenfalls wichtiger Bestandteil ist die Wärmelinien-dichte im Stadtgebiet, welche die Wärmemenge je Meter Straße beschreibt. Hierbei ergeben sich erkennbar hohe Bedarfs- und Liniendichten z. B. im Bereich der Zentren, insbesondere in Gladbach und Rheydt (vgl. Abbildung 2-5).

Für die weiteren Potenzialanalysen wurden zudem Daten des vorhandenen Gas- und Kanalnetzes (vgl. Abbildung 2-7 und Abbildung 2-8) untersucht und ausgewertet. Beide Netze erstrecken sich über einen Großteil des Stadtgebiets sowohl im städtischen als auch im ländlichen Bereich.

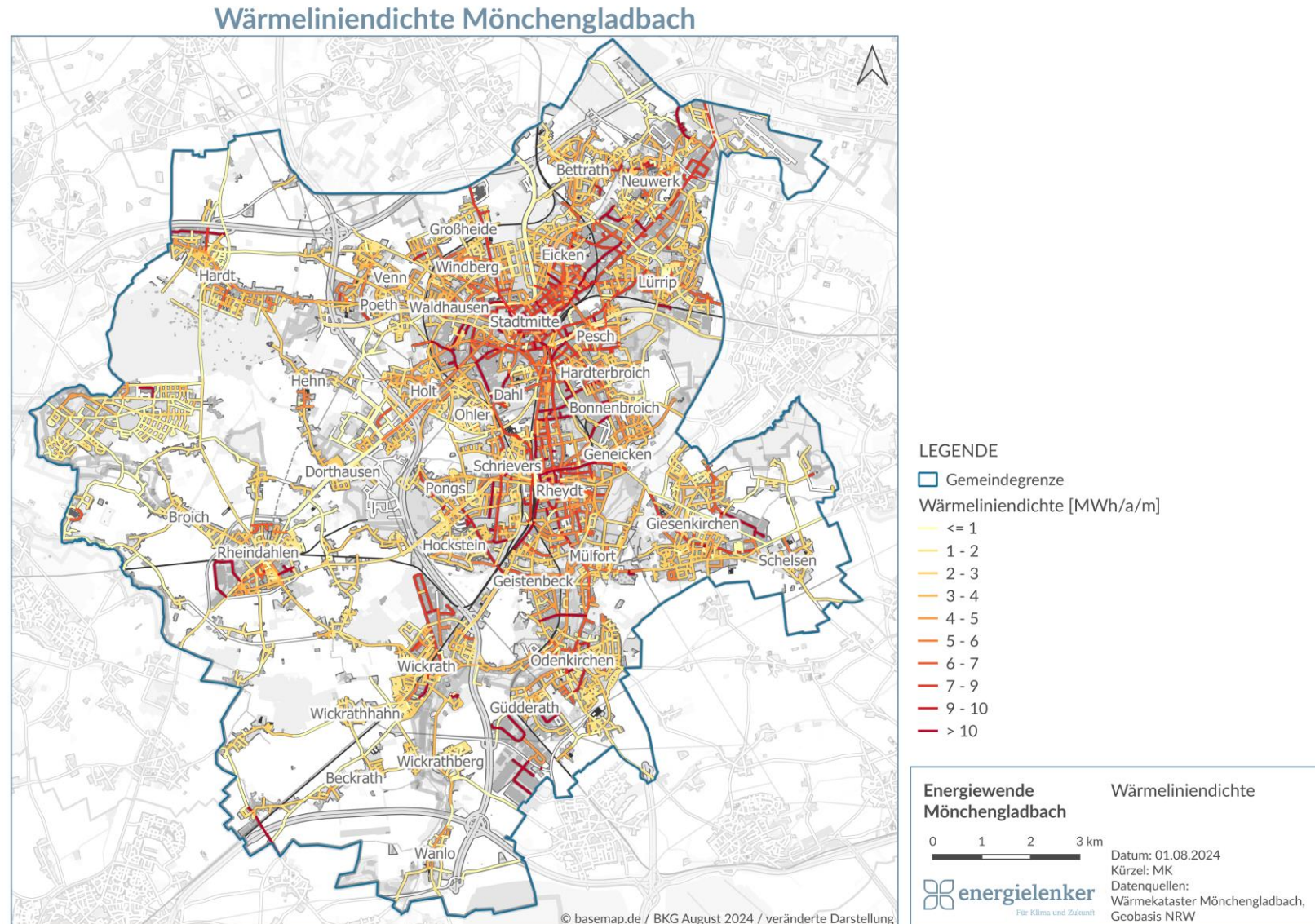


Abbildung 2-5: Wärmeliniendichte Mönchengladbach

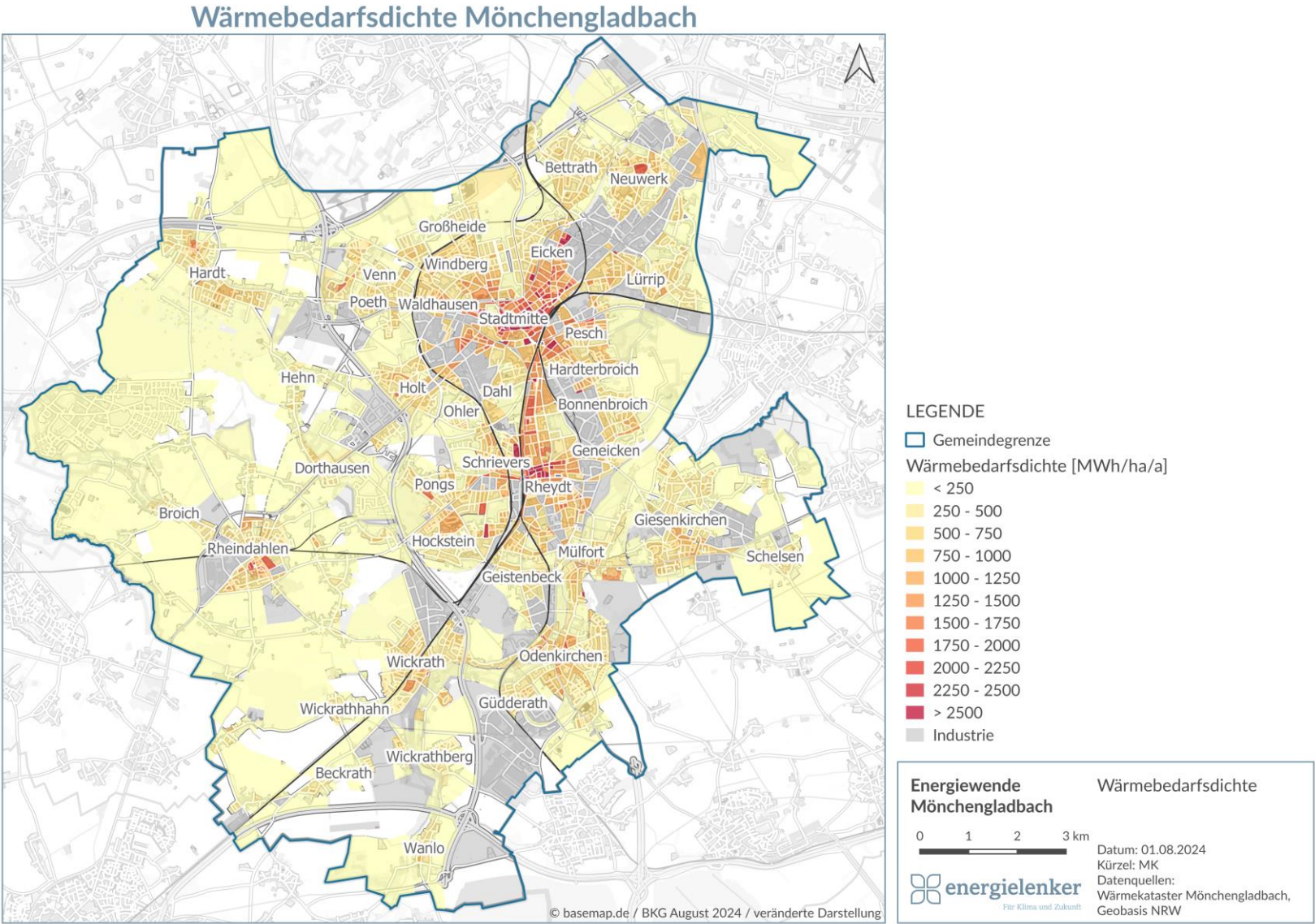


Abbildung 2-6: Wärmebedarfsdichte Mönchengladbach

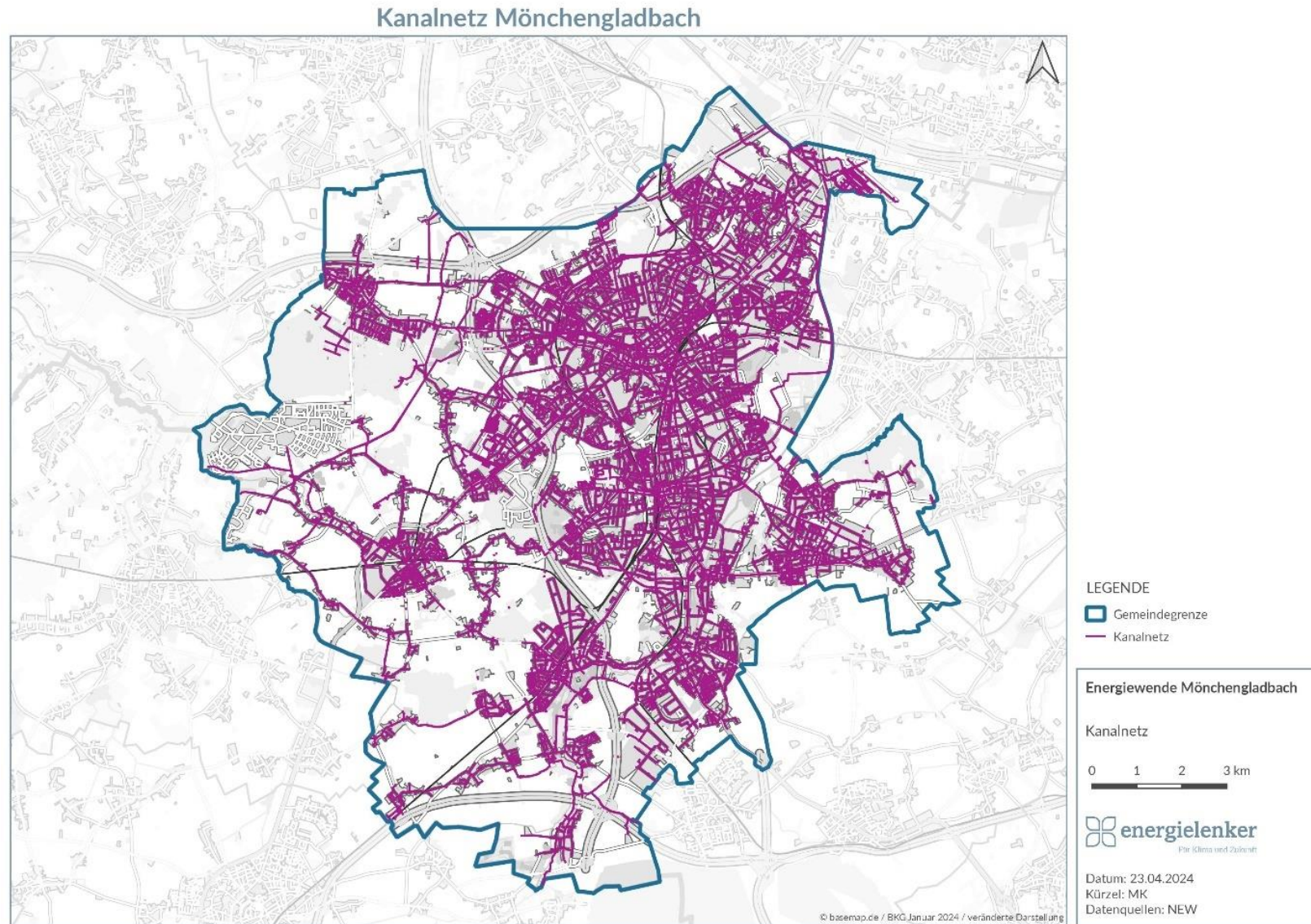


Abbildung 2-7: Kanalnetz Mönchengladbach

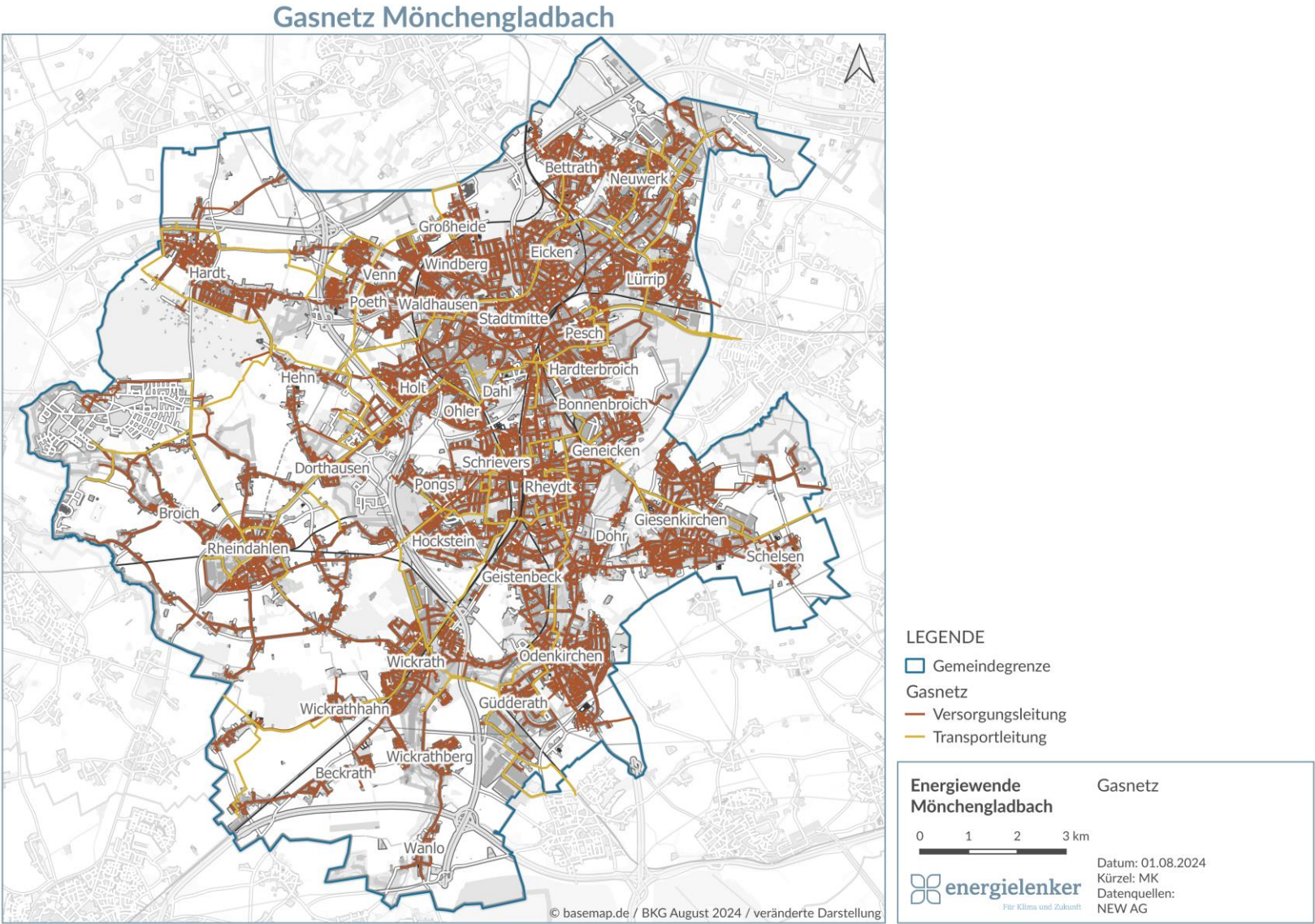


Abbildung 2-8: Gasnetz Mönchengladbach

2.4.1 Endenergieeinsatz zur Wärme- und Strombereitstellung Stadt Mönchengladbach

Die Stadt Mönchengladbach weist sektorenübergreifend für das Jahr 2020 einen Endenergiebedarf von rund 4.256.870 MWh/a auf, um die Gebäude mit Wärme und Strom zu versorgen.

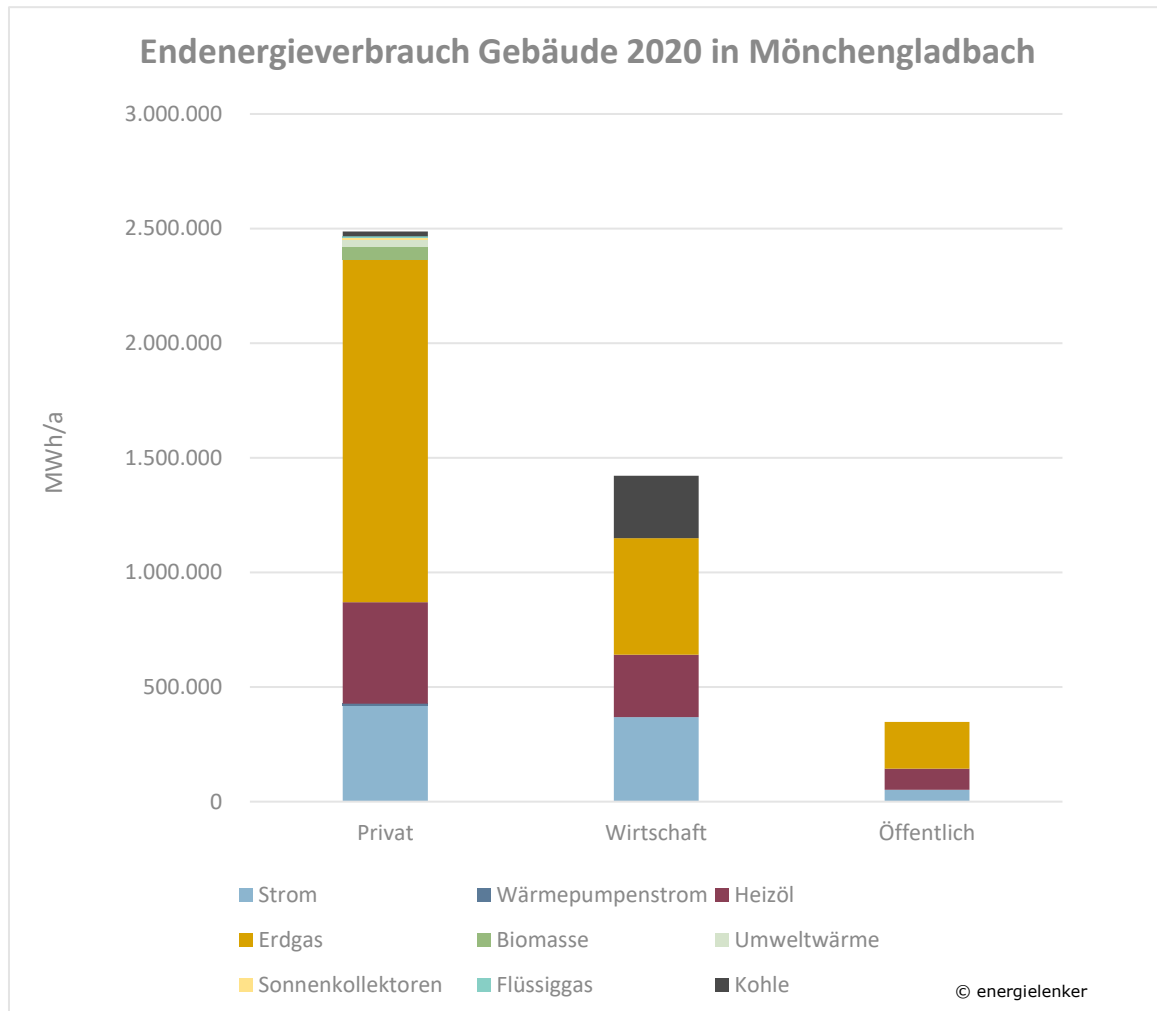


Abbildung 2-9: Anteile der Endenergie nach Energiequelle

Abbildung 2-9 stellt die prozentuale Verteilung der Endenergieeinsätze je Sektor dar. Demnach lässt sich anhand der Verteilung feststellen, dass der Sektor der privaten Haushalte mit 64 % den größten Anteil am Gesamtendenergieeinsatz ausmacht. Der Sektor Wirtschaft hat einen Anteil von 30 %, die kommunalen Gebäude von 6 %.

Das leitungsgebundene Erdgas ist in allen Sektoren der am häufigsten eingesetzte Energieträger und hat einen Anteil von rund 54 % an der Wärmeerzeugung.

Der Wirtschaftssektor setzt dabei prozentual mehr auf Erdgas zur Wärmebereitstellung als der Privatsektor. Die Unternehmen nutzen zu 90 % Erdgas, der Privatsektor hingegen etwa zu 64 %. Beides lässt sich auf ein gut ausgebautes Gasnetz zurückführen. Zukünftig kann dieses Netz zu einer nachhaltigen Energieversorgung beitragen, indem es zur Verteilung klimafreundlicher, leitungsgebundener Energieträger wie synthetischem Erdgas oder Wasserstoff genutzt wird.

Der Energieträger Öl weist über alle Sektoren hinweg einen Anteil von 15 % auf. Insgesamt stellen die Energieträger Gas und Öl somit 69 % der Energie zur Wärmebereitstellung.

2.4.2 THG-Emissionen der Gebäude in der Stadt Mönchengladbach

Die CO₂-Emissionsfaktoren sind durch den Gesetzgeber im Gebäudeenergiegesetz (GEG) bestimmt und werden nachfolgend zur Bilanzierung angewandt. Bei diesen Emissionsfaktoren handelt es sich um sogenannte LCA-Faktoren (life-cycle-analysis, engl. für Lebenszyklusanalyse), also Faktoren, welche die gesamten zur Produktion und Distribution benötigten Vorketten mit einbeziehen. Sie werden bemessen als CO₂-Äquivalent-Faktoren, also wurden neben CO₂-Emissionen die Wirkungen weiterer stärker klimawirksamer Treibhausgase wie Methan und Stickoxide im Prozess einbezogen. Deren Emissionen werden als Äquivalent in Bezug zu CO₂ gesetzt und mit in den Faktor einbezogen. Beispielsweise entspricht 1 kg Methan etwa 21 kg CO₂-Äquivalent.

Zur Vereinfachung wird im Bericht anstelle des Ausdrucks CO₂-Äquivalent nur von CO₂-Emissionen gesprochen. Eine Ausnahme stellt der Emissionsfaktor für Wärmenetze dar. Dieser wurde individuell ermittelt und beträgt für die Bestandsanalyse 168 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde. Zum Vergleich: Der Emissionsfaktor für ein allgemeines Wärmenetz, das mit gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen betrieben wird, beträgt nach GEG 2020 180 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde. In der nachfolgenden Tabelle 2-2 werden die CO₂-Emissionsfaktoren ausgewählter Energieträger in [g/kWh] aufgelistet.

*Tabelle 2-2: Emissionsfaktoren der Energieträger
(Quelle: energienker projects 2020 auf Grundlage des GEG 2020)*

Ausgewählte Energieträger	CO₂-Emissionsfaktor [g/kWh]
Heizöl	310
Erdgas	240
Biomasse	20
Umweltwärme	0
Sonnenkollektoren	0
Flüssiggas	270
Kohle	430
Strom (Netzbezug)	560

Entsprechend der aufgestellten Ausgangsbilanz fielen pro Jahr zur Versorgung von Gebäuden mit Strom und Wärme in der Stadt Mönchengladbach CO₂-Emissionen in Höhe von knapp 1.258.633 Tonnen an. Besonders ins Gewicht fällt der Energieträger Erdgas, der rund 40 % der THG-Emissionen der Stadt ausmacht (vgl. Abbildung 2-10).

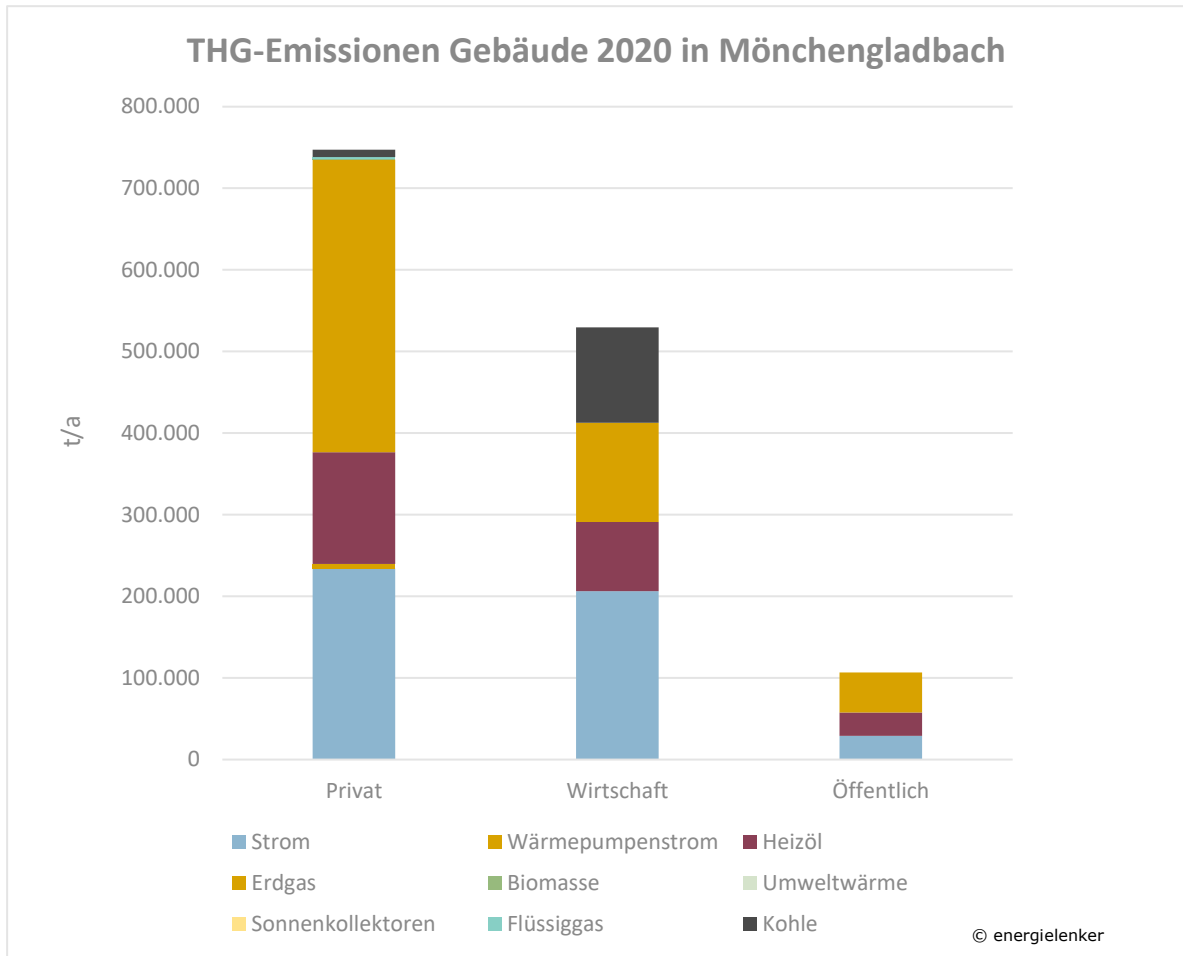


Abbildung 2-10: THG-Emissionen Gebäude 2020

Entsprechend dem Energieträgereinsatz sind die prozentualen Anteile der Sektoren an den stadtweiten CO₂-Emissionen ähnlich, mit einem leichten Übergewicht des Privatsektors. Dieser hat einen Anteil von fast 60 %. Der Wirtschaftssektor hat einen Anteil von 38 %. Die übrigen Emissionen entfallen auf die kommunalen Gebäude (vgl. Abbildung 2-11).

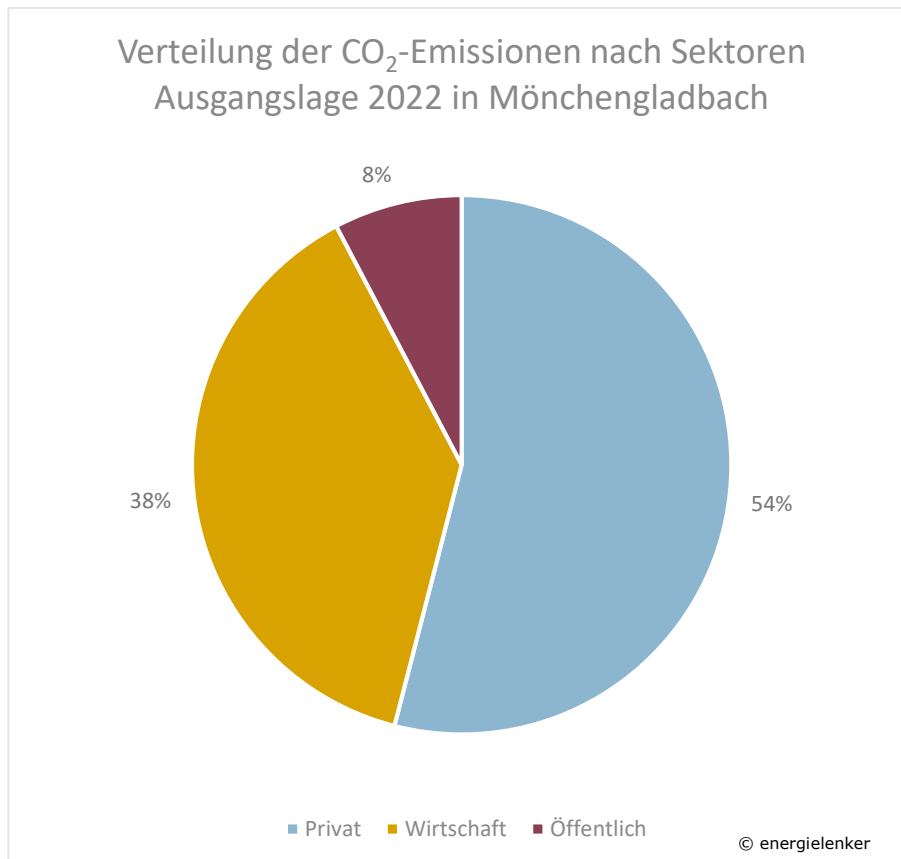


Abbildung 2-11: Verteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren Ausgangslage 2022 in Mönchengladbach

2.5 AUSWERTUNG DER ANLAGENTECHNIK

Die heiztechnischen Anlagen sind durch die Daten der Schornsteinfeger erfasst. Zur Darstellung der eingesetzten heiztechnischen Anlagen wurde die prozentuale Verteilung der Endenergie unabhängig von den Leistungsklassen summiert.

Den Großteil der Heiztechnik bilden die Gasfeuerungsanlagen mit rund 65 % erzeugter Endenergie. Fast 44.500 dieser Anlagen entfallen auf den Leistungsbereich zwischen 11-25 kW. Diese sind im Wesentlichen dem Wohngebäudebereich zuzuordnen.

Im Bereich der Feuerungsanlagen bis 25 kW, als auch bei allen Feuerungsanlagen, sind die Gasfeuerungsanlagen am häufigsten vertreten, wie in Abbildung 2-12 zu erkennen.

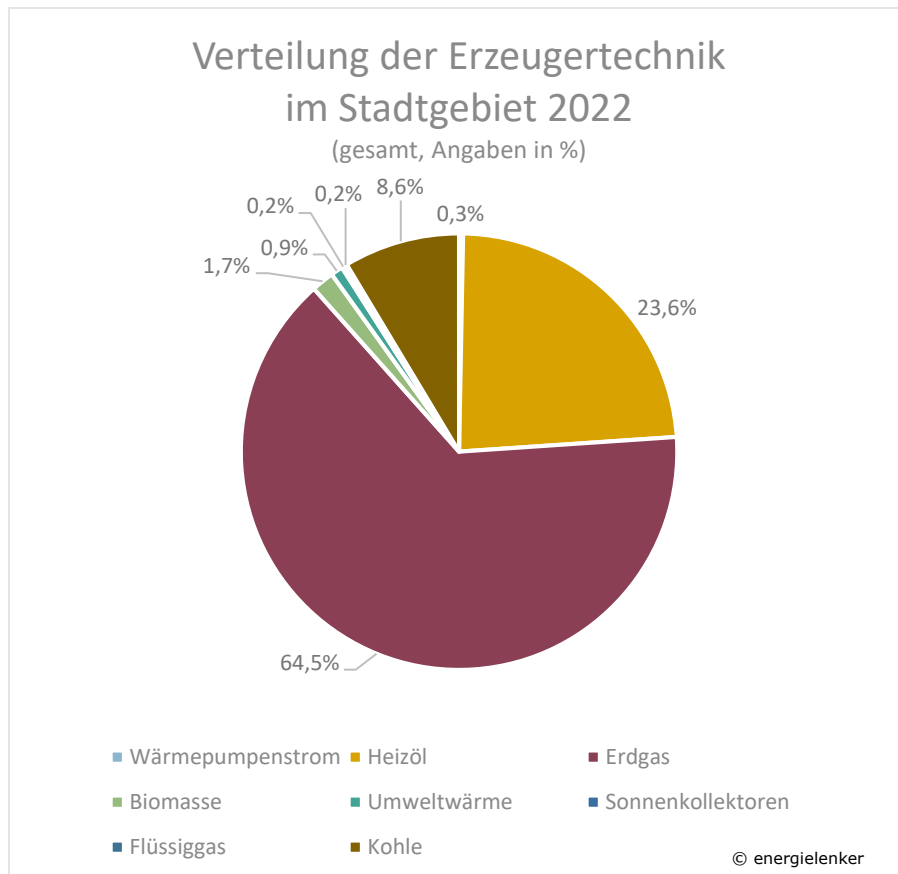


Abbildung 2-12: Anteile der Gas- und Ölheizungen

Die Anlagenart und insbesondere der eingesetzte Energieträger haben wesentlichen Einfluss auf die THG-Emissionen. Durch den Wechsel auf emissionsärmere Energieträger lassen sich die CO₂-Emissionen deutlich reduzieren. Die Umrüstung auf effizientere Anlagen verspricht zudem eine Steigerung des Wirkungsgrades und dadurch eine effizientere Nutzung des Energieträgers und damit einhergehend eine Reduktion der THG-Emissionen. Dementsprechend wurden die Gas- und Ölheizungen bezüglich des Alters aufgeschlüsselt.

Die nachfolgende Abbildung 2-13 zeigt den Bestand der Gas- und Ölheizungen nach Leistungsklasse für das Jahr 2019.

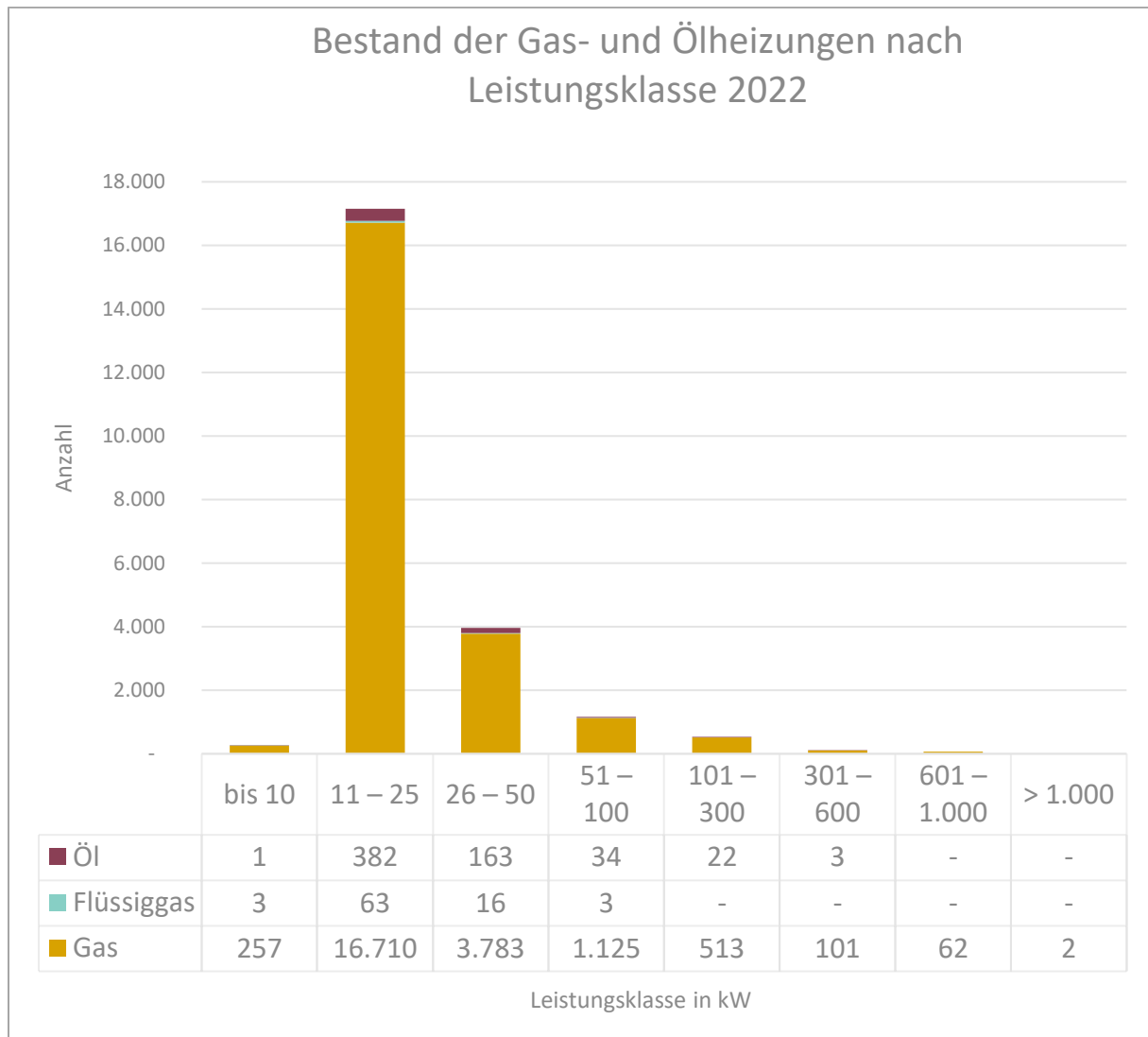


Abbildung 2-13: Bestand der Gas- und Ölheizungen nach Leistungsklasse

Die Anzahl der Feststoffanlagen ist Abbildung 2-14 zu entnehmen. Der wesentliche Anteil der Anlagen liegt im Leistungsbereich bis 25 kW. Die Feststoffanlagen teilen sich in Holz- und Kohleheizungen, wobei die Feststoff-Kohleheizungen keinen nennenswerten Anteil haben. Insgesamt gibt es nur neun Kohleheizungen, was nur rund 4 % der Feststoffanlagen entspricht.

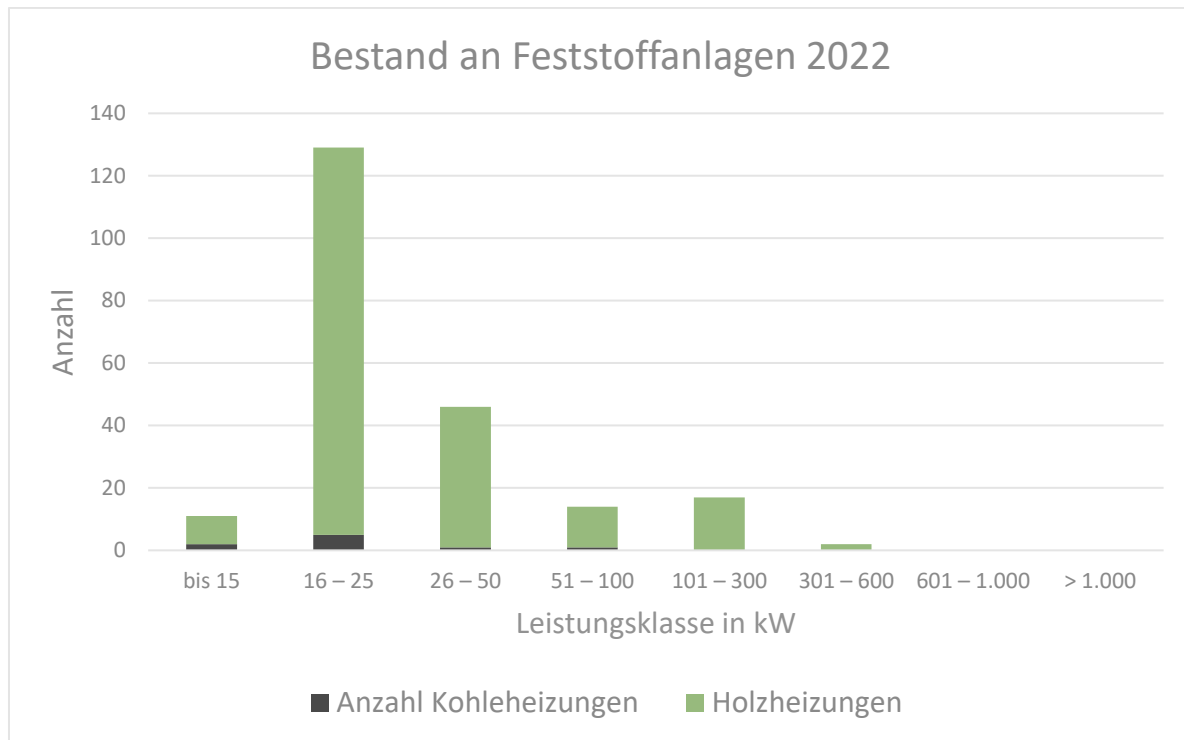


Abbildung 2-14: Bestand an Feststoffanlagen

Die Energieträger Holz und Kohle werden, neben dem Einsatz in den sogenannten Feststoffanlagen, auch in den Einzelraumfeuerstätten eingesetzt. Auch Öl und gasförmige Brennstoffe kommen in diesen Feuerstätten zum Einsatz. Der größte Anteil der Anlagen wird in der Kategorie *bis 15 kW* geführt. Hauptsächlich vertreten sind hier die Einzelraumfeuerungsanlagen, welche den Energieträger Holz zur Wärmeenergieerzeugung einsetzen. Insgesamt beläuft sich die Anzahl auf knapp 17.000 Anlagen. Fast 93 % der Anlagen nutzen zur Wärmeerzeugung Holz und rund 6% werden durch gasförmige Brennstoffe betrieben. Dementsprechend haben Kohle- beziehungsweise Heizölanlagen mit jeweils ca. 1 Prozent

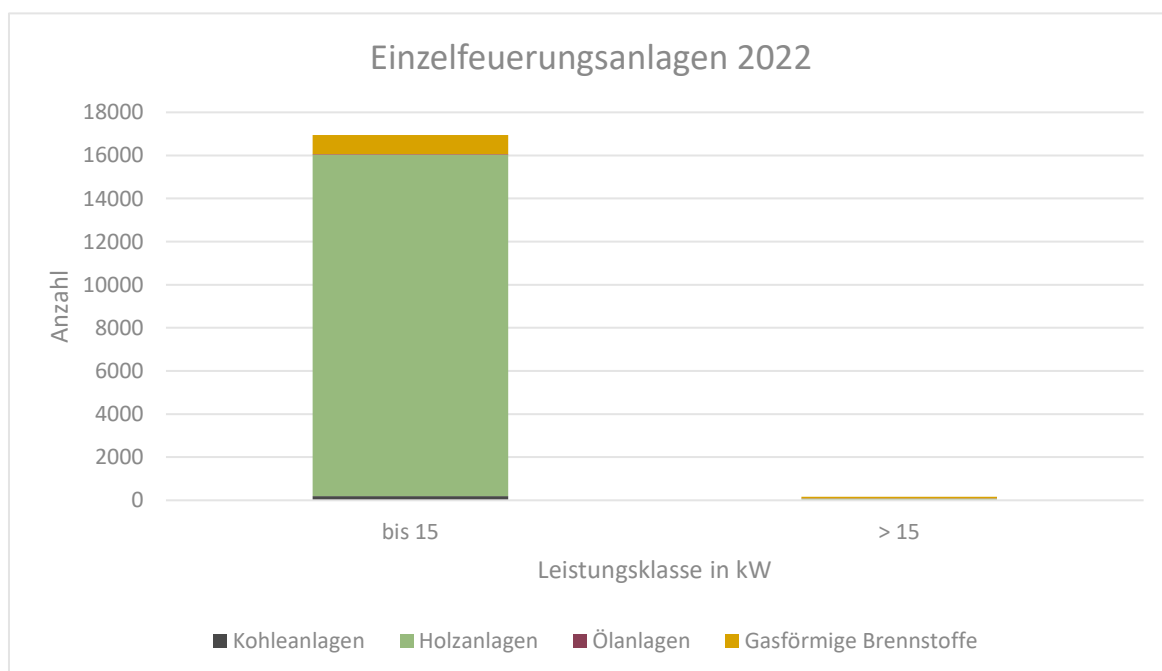


Abbildung 2-15: Einzelfeuerungsanlagen im Stadtgebiet

eine geringe Beteiligung am Gesamtanteil. Die Anzahl der verschiedenen Einzelfeuerungsanlagen im Stadtgebiet ist in Abbildung 2-15 dargestellt.

Im Stadtgebiet Mönchengladbach werden auch Anlagen zur Wärmeerzeugung eingesetzt, die nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsprinzip arbeiten. Die Daten weisen eine Anzahl von insgesamt 80 Blockheizkraftwerken auf. Diese sind in Abbildung 2-16, unterteilt in Leistungsklassen und verwendeten Energieträger, aufgeführt.

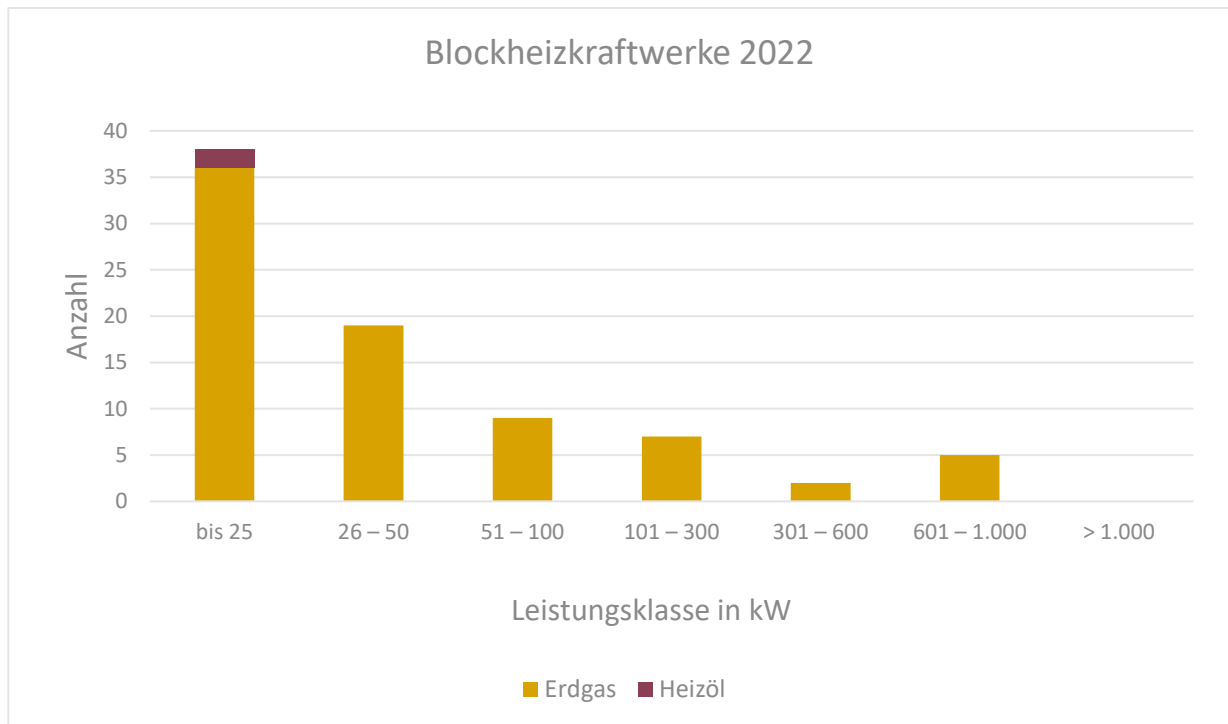


Abbildung 2-16: Bestand an Blockheizkraftwerken

Ölbetriebene Blockheizkraftwerke kommen lediglich im unteren Leistungsbereich bis 25 kW zum Einsatz. Alle übrigen Blockheizkraftwerke werden durch Erdgas betrieben.

Zur Darstellung der eingesetzten heiztechnischen Anlagen wurde die prozentuale Verteilung unabhängig von den Leistungsklassen summiert. Daraus hat sich die in Abbildung 2-17 dargestellte Verteilung ergeben.

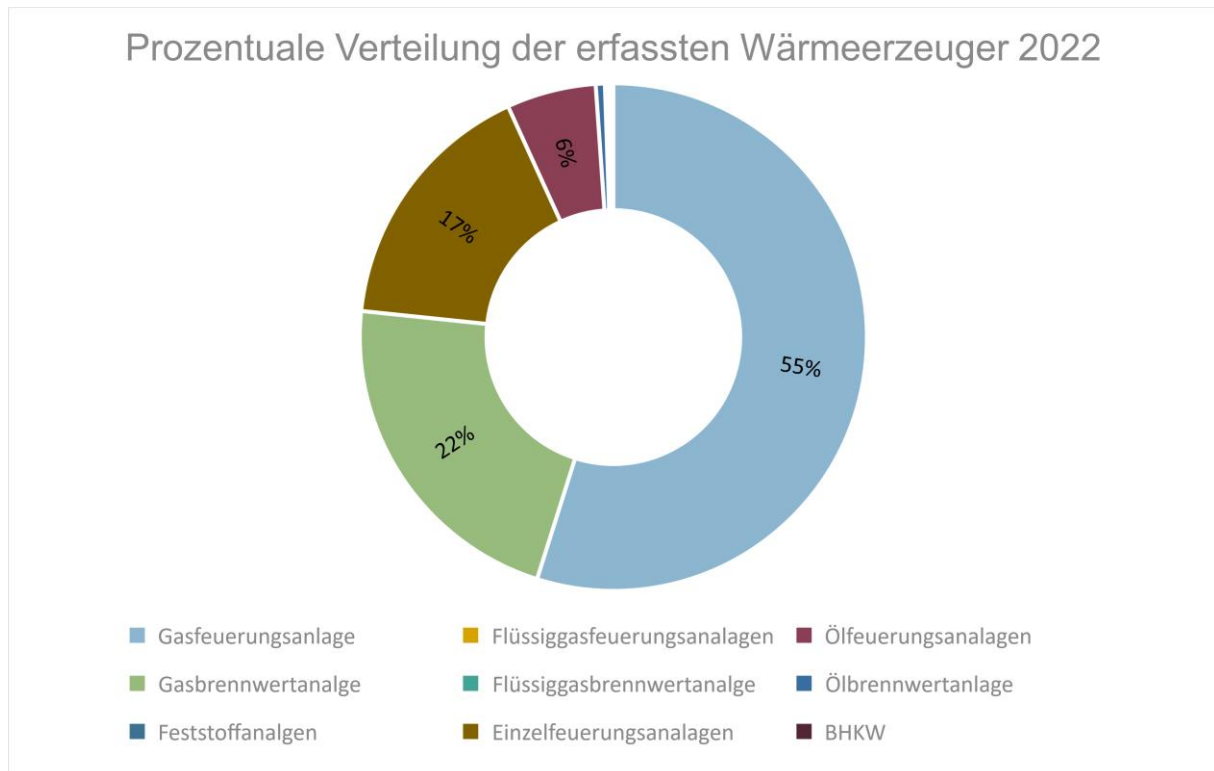


Abbildung 2-17: Prozentuale Verteilung der erfassten Energieträger

Da die Öl- und Gasheizungen, die Anlagen mit dem größten Anteil an der Energieerzeugung sind, werden diese in der folgenden Abbildung nach Altersklasse abgebildet. Bis zur Jahresspanne 1995-1999 spielten die Gasfeuerungsanlagen eine entscheidende Rolle und bestimmen die Energieerzeugung. In den darauffolgenden Jahren wurden diese nach und nach durch die effizienteren Gasbrennwertgeräte abgelöst, sodass ab dem Jahr 2015 mehr Gasbrennwertgeräte vorhanden sind als Gasfeuerungsanlagen.

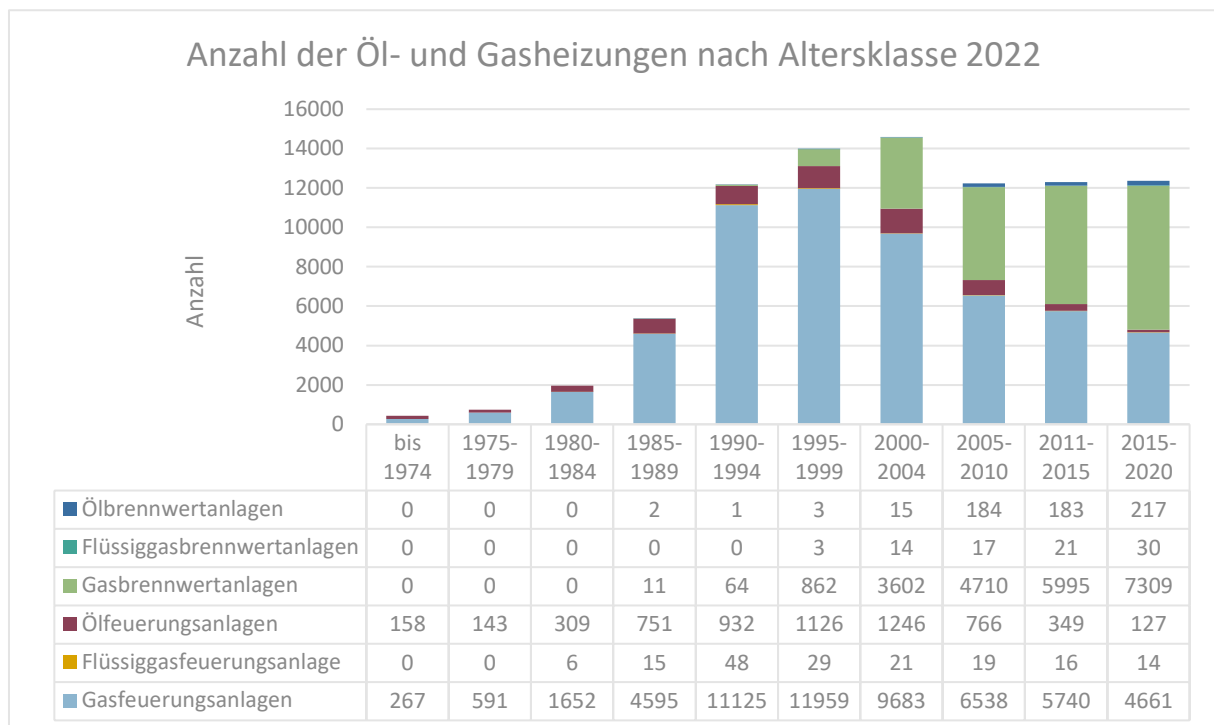


Abbildung 2-18: Anzahl der Öl- und Gasheizungen nach Altersklassen

2.6 GEBÄUDEBESTAND UND TYPOLOGIE

Wie in Abbildung 2-20 zu erkennen ist, ist ein Großteil (ca. 70 %) der Gebäude in Mönchengladbach vor 1978 (vor der ersten Wärmeschutzverordnung) gebaut worden. Es wird angenommen, dass ein Teil der Gebäude nach 2002 – also nach Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung (EnEV) – saniert wurde und mit, nach heutigem Standard, vergleichsweise akzeptablen Wärmeschutzmaßnahmen energetisch verbessert wurde. Allerdings können hierzu aufgrund einer unzureichenden Datengrundlage keine genauen Angaben gemacht werden.

Abbildung 2-19 gliedert das Stadtgebiet nach der Kategorie Gebäudetyp. Dabei wurde die Farbwahl der Flächen so vorgenommen, dass sie den in diesem Bereich vorwiegend gebauten Typ darstellt. Der Wohngebäudebestand in Mönchengladbach besteht hauptsächlich aus Gebäuden mit einer Wohneinheit, d. h. Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern. Vor allem die Zentren sind – typisch für eine Stadt dieser Größe – durch eine Bebauung mit kleineren Mehrfamilienhäusern mit 3 bis 6 Wohneinheiten geprägt. Gebäude mit bis zu 13 Wohneinheiten gibt es ebenfalls eher in den Zentren oder außerhalb in größeren Wohnanlagen. Vereinzelt gibt es Standorte von Wohnanlagen mit großen Gebäuden, die mehr als 13 Wohneinheiten umfassen. Die energetischen Standards variieren je nach Gebäudetyp bzw. Eigennutzung oder Vermietung. Dies gilt sowohl für die Sanierung der Gebäude als auch für die Umstellung auf Erneuerbare Energieträger.

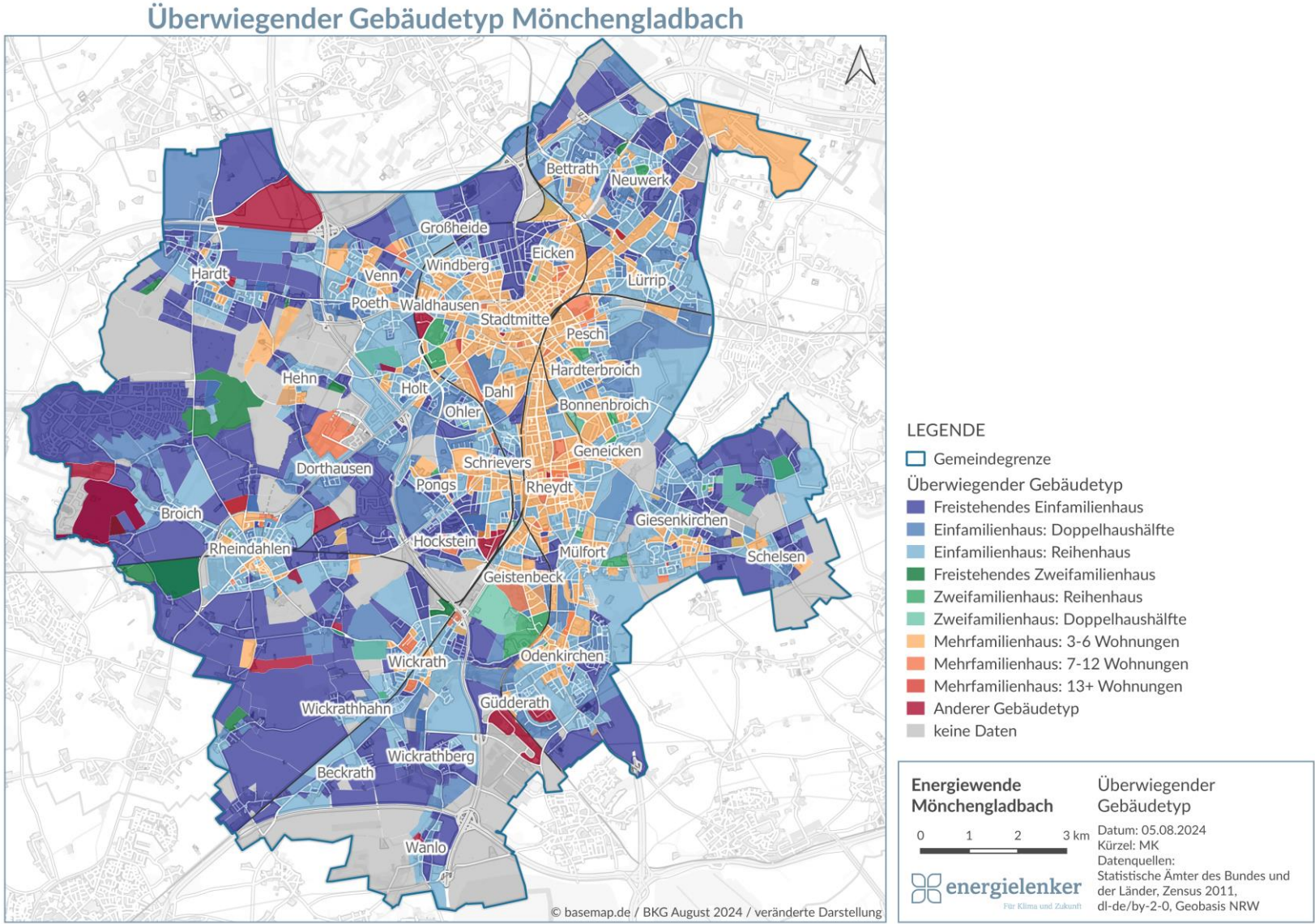


Abbildung 2-19: Stadtgebiet Mönchengladbach nach überwiegendem Gebäudetyp

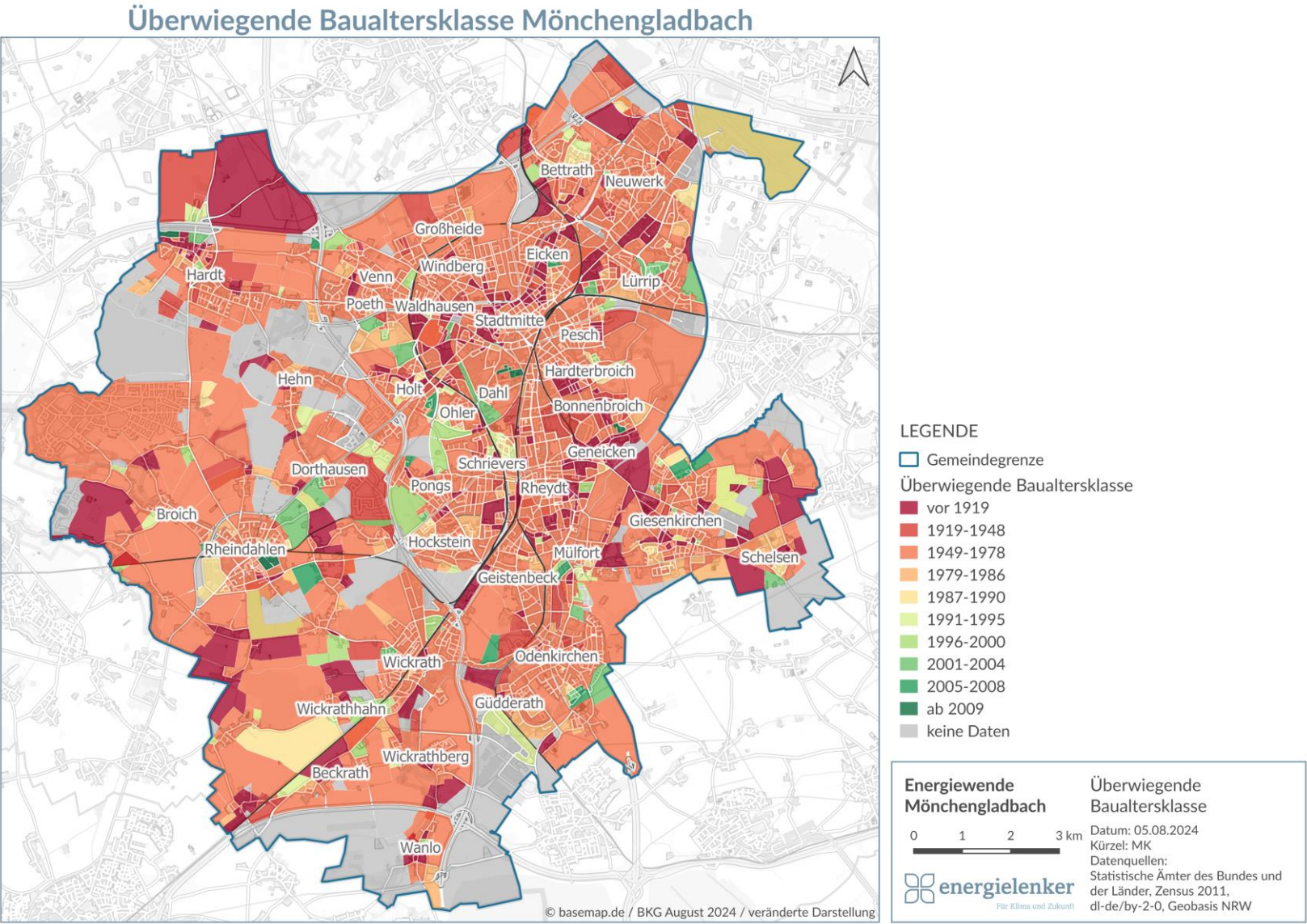


Abbildung 2-20: Überwiegende Baualtersklasse Mönchengladbach

3 WÄRMEVERSORGUNGSINFRASTRUKTUR, WÄRMEQUELLEN UND TECHNOLOGIEN

Zur Erreichung der Klimaschutzziele sind die regionalen Wärmequellen zu lokalisieren und zu nutzen. Dazu stehen unterschiedliche Technologien zur Verfügung, von denen einige bereits ausgereift und jahrzehntelang erprobt sind, während andere, neue Technologien aktuell noch nicht wirtschaftlich eingesetzt werden können.

Damit die zukünftige Rolle der Technologien am Energiemarkt bewerten werden kann, sind die Aspekte des Flächenbedarfs bzw. Flächenverbrauchs, der örtlichen Verfügbarkeit, des CO₂-Ausstoßes sowie ökonomische Aspekte wie Investitionskosten und Betriebskosten zu analysieren. Neben der Erzeugung werden auch infrastrukturelle Aspekte, wie die Verteilung der Wärme über Fernwärmenetze sowie die Speicherung thermischer Energie eine wesentliche Rolle spielen. Lokale Wärmequellen können Abwärme aus dem Gewerbe, Abwasserwärme, Flusswasserwärme, Erdwärme, Solarenergie, oder bislang ungenutzte Biomasse sein. An einem konkreten Standort sind die Potenziale an erneuerbarer Wärme und Abwärme allerdings häufig so groß, dass für ein einzelnes Gebäude nur ein Bruchteil des Potenzials nutzbar ist. Effektiver und kostengünstiger ist es, die Potenziale möglichst umfassend zu erschließen. Das geht meist nur mit einem gebäudeübergreifenden Ansatz (Keimzelle) oder über ein Fernwärmenetz. Eine weitere Möglichkeit bietet die Substitution von Erdgas im Erdgasnetz durch z.B. synthetische Gase oder Wasserstoff.

3.1 WÄRMEVERSORGUNGS-INFRASTRUKTUR

Für eine erfolgreiche Dekarbonisierung des Wärmesektors spielt nicht allein die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen eine wichtige Rolle. Ebenso wichtig ist die Rolle der Infrastrukturen, dazu gehören Wärmenetze, Wärmespeicher aber auch die Gebäude selbst. Es kann davon ausgegangen werden, dass in Zukunft die Wärmeversorgung diverser wird und es stärker darauf ankommt, alle Akteur*innen und Systembestandteile multivalent in das Versorgungssystem einzubeziehen. Das bedeutet, dass einzelne, in das Wärmenetz eingebundene Akteur*innen zu unterschiedlichen Zeiten Wärmeabnehmer und Wärmelieferant sein können. Nachfolgend werden mit den Begriffen Nah- als auch Fernwärmenetzen grundsätzlich zentrale Netzstrukturen beschrieben, welche sich von der Begrifflichkeit her lediglich in ihrer Ausdehnung unterscheiden.

Um niedrig temperierte Wärme, zum Beispiel aus erneuerbaren Wärmequellen und Abwärme, aufnehmen zu können und bei der Verteilung möglichst wenig Wärme an die Umwelt zu verlieren, werden bestehende Wärmenetze sukzessive umgebaut und in moderne Wärmenetze transformiert. Voraussetzung dafür ist, dass dies technisch und aus Sicht der Wärmekunden bedarfsgerecht möglich und für die Betreiber der Wärmenetze wirtschaftlich zumutbar ist (bauliche Voraussetzungen Gebäude).

Bei einer steigenden Bedeutung der Versorgung durch Wärmenetze stellt sich die Frage, welche Rolle die heute oft flächendeckend vorhandenen Gasnetze in Zukunft spielen werden. Da für den wirtschaftlichen Betrieb der Wärmenetze die Anschlussquote entscheidend ist, gilt es zu vermeiden, dass Wärmenetze und Gasnetze miteinander konkurrieren und sich „kannibalisieren“. Gasnetze können perspektivisch als Speichermedium genutzt werden, indem sie vermehrt biogene und synthetische Gase aufnehmen und transportieren oder Wasserstoff verteilen.

Die strombasierte Wärmeversorgung durch erneuerbare Energien spielt eine zentrale Rolle in der Dekarbonisierung des Heizsektors. Moderne elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zeichnen sich durch eine hohe Effizienz aus. Wärmepumpen beispielsweise nutzen die vorhandene Umgebungswärme und benötigen nur einen Bruchteil an elektrischer Energie, um ein Vielfaches dieser Energie als Wärme bereitzustellen. Diese Technologien verbessern nicht nur die Energieeffizienz,

sondern fördern auch die Integration erneuerbarer Energien in das Stromnetz. Da erneuerbare Energien naturgemäß Schwankungen unterliegen, ermöglicht die Kombination von Elektrifizierung der Wärme mit intelligenten Stromnetzen und Energiespeichersystemen eine flexible Anpassung an das Angebot. So kann überschüssiger Strom effizient zur Wärmegewinnung genutzt werden, was die Integration erneuerbarer Energien in das Gesamtenergiesystem fördert.

3.1.1 Zentrale Wärmeversorgung

Zentrale Wärmeversorgung bezeichnet die Versorgung mehrerer Gebäude über Wärmeleitungen. Wärmenetze bieten einen strategischen Vorteil zum Erreichen der Klimaschutzziele: Bei der Modernisierung von Erzeugungsanlagen oder der Umstellung auf erneuerbare Energien werden auf einem Schlag alle angeschlossenen Verbraucher*innen erreicht. Maßnahmen in diesem Bereich haben also im Vergleich zu objektbezogenen Maßnahmen einen großen Hebel. Auf diese Weise können in der Fernwärme durch den Ersatz von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Energien verhältnismäßig schnell größere Mengen CO₂-Emissionen vermieden werden.

Differenzieren lässt sich die zentrale Wärmeversorgung in Nah- und Fernwärmenetze. Der Unterschied dieser beiden Energienetze liegt auf der Hand. Während Nahwärmenetze typischerweise ein kleineres geografisches Gebiet wie Wohnsiedlungen, Industrieparks oder Gewerbegebiete versorgen, decken Fernwärmenetze ein geografisch großes Gebiet ab, welches ganze Stadtviertel oder gesamte Städte umfasst. Nahwärmenetze transportieren die Wärme über kurze Distanzen und können aufgrund der niedrigen Verbraucherzahl besser auf deren Bedürfnisse abgestimmt und flexibel angepasst werden. Fernwärmenetze hingegen transportieren die Wärme über viele Kilometer. Durch eine hohe Verbraucher*innenzahl und große Erzeugungsanlagen lassen sich Skaleneffekte nutzen, wodurch Fernwärmenetze effizient und kostengünstig betrieben werden können.

Potenziale für Wärmenetze finden sich in städtebaulichen Strukturen mit entsprechend hoher Wärmedichte. Die Wärmedichte ist dabei ein Indikator für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmeleitungen. Je höher die Wärmedichte, desto geringer fällt der Anteil der Leitungsverluste aus. Dies zeigt sich auch über die sogenannte Wärmeliniedichte, die in Abbildung 3-1 am Beispiel des Fokusgebiets Eicken dargestellt ist. Sie ist ein Maß für die Menge an Wärmeenergie, die pro Zeiteinheit und pro Längeneinheit über ein Wärmenetz transportiert wird. Die Wärmeliniedichte ist nicht nur ein Maß für die in einem Wärmenetz transportierte Energiemenge, sondern auch ein Indikator für die Dichte der Wärmenachfrage innerhalb des Versorgungsgebietes. Ein Netz mit hoher Wärmeliniedichte deutet auf ein dicht besiedeltes Gebiet oder eine Region mit hohem Wärmebedarf hin, wie es in städtischen Zentren oder industriellen Clustern der Fall sein kann. Solche Netze sind meist kosteneffizienter als Wärmenetze in Gebieten mit einer geringen Wärmeliniedichte. Dies spiegelt sich in geringeren Betriebskosten und potenziell niedrigeren Wärmepreisen für die Endverbraucher*innen wider. Investitionsentscheidungen können somit fundiert auf der Basis der Wärmeliniedichte getroffen werden.

Energiewende Mönchengladbach: Quartier Eicken

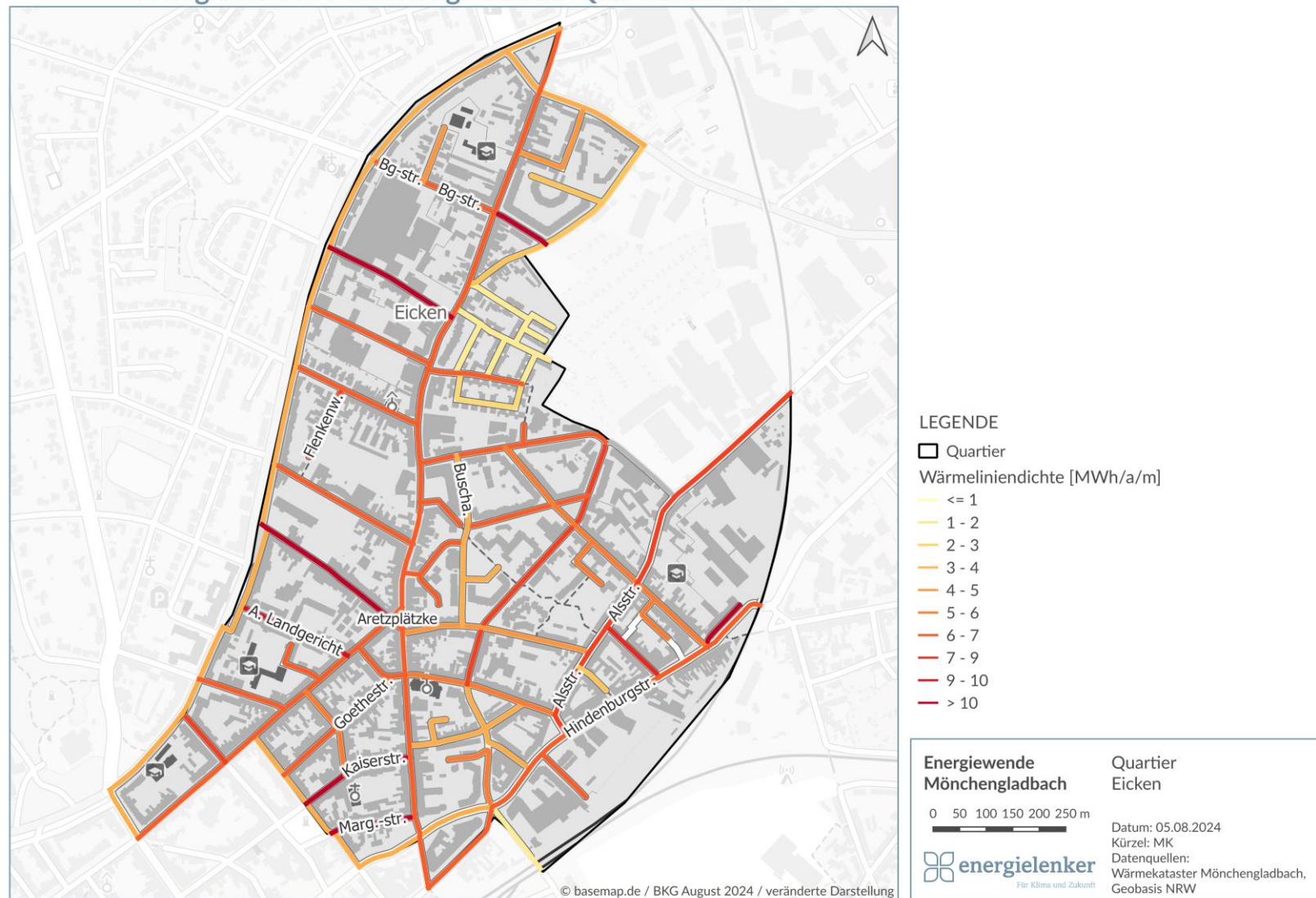


Abbildung 3-1: Wärmeliniendichtekarte am Beispiel-Quartier Eicken [energielenker projects]

Eine langfristig nachhaltige Fernwärmeversorgung weist ein niedrigeres Temperaturniveau auf und integriert lokale, erneuerbare Wärme und Abwärme. Für die Einbindung Erneuerbarer Energieträger ist eine niedrige Vorlauftemperatur essenziell. Die Möglichkeit der Wärmeversorgung älterer Gebäude mit niedrigem Temperaturniveau ist hier durch Maßnahmen der Gebäudesanierung und/oder den Einsatz moderner Heizungstechniken erreichbar. Dafür müssen schon heute durch geeignete Maßnahmen die Weichen für eine langfristige Transformation der Wärmeversorgung gestellt werden.

Insgesamt wird grundsätzlich zwischen mehreren Netztypen unterschieden. Die wichtigsten Netztypen stellen warme und kalte Nahwärmenetze dar.

Warme Wärmenetze, werden meistens mit einem Temperaturniveau von circa 70 bis 120 °C betrieben. Die Wärme kann dabei aus verschiedenen Quellen stammen, einschließlich Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, Biomassekraftwerken oder Müllverbrennungsanlagen. Warme Netze stellen eine stabile und zuverlässige Versorgung dar. Für Industrieunternehmen bedeutet dies eine erhöhte Betriebssicherheit, da die Abhängigkeit von individuellen Heizsystemen, die regelmäßige Wartung und das Risiko von Ausfällen bergen, verringert wird.

Die hohen Temperaturen in einem warmen Netz bieten zudem den Vorteil, dass das Wasser auch nach dem Transport über längere Strecken und eventuellen Wärmeverlusten mit einer ausreichend hohen Temperatur ankommt.

Unter einem kalten Wärmenetz wird ein Wärmenetz verstanden, das je nach Anwendungsfall mit einem geringen Temperaturniveau von rund 0 bis 25 °C betrieben wird. Niedrigtemperaturnetze, also kalte Nahwärmenetze auf Basis von beispielsweise Geothermie oder Grundwasserwärme, kommen aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus hauptsächlich im Neubau zum Einsatz. Neubauten können aufgrund aktueller Dämmstandards und modernen Heizungstechniken mit niedrigen Temperaturniveaus beheizt werden. Die niedrigen Temperaturen bieten den Vorteil, dass Wärmeverteilnetze kaum bis gar nicht gedämmt werden müssen. Die Temperatur des transportierten Mediums liegt im Durchschnitt nahe der des umgebenden Erdreichs, was den Isolationsbedarf minimiert.

Zur Anhebung der Temperaturen auf ein für die Gebäudenutzung geeignetes Niveau, kommen Wärmepumpen zum Einsatz. Ein weiterer Vorteil des kalten Netzes liegt in der Funktion der passiven Kühlung. Dabei entzieht das in den Gebäudeinstallationen zirkulierende Kühlmittel Wärme aus den Innenräumen und überträgt diese Energie mittels eines Wärmeübertragers auf einen sekundären Kreislauf. Dieser gibt die aufgenommene Wärme anschließend an die Umgebung ab, beispielsweise an das Erdreich. Hierfür ist im Vergleich zum aktiven Kühlen (Klimaanlagen) kein zusätzlicher Stromaufwand notwendig, lediglich für den Transport des Mediums wird Strom benötigt.

3.1.2 Keimzellen der Wärmeversorgung

Neben großen Fernwärmenetzen mit vielen Hausanschlüssen kann auch eine kleinere Gruppierung von Gebäuden über Wärmeleitungen von einer gemeinsamen Heizzentrale mit Wärme versorgt werden. Solche Nahwärmeinseln können als „Keimzellen“ Wärmeversorgungskonzepte im Quartier ermöglichen und nach und nach zu größeren Netzen zusammengeschlossen werden. Gute Voraussetzungen für Keimzellen bestehen für Gebäude, die einen großen Teil des Wärmeverbrauchs in einem Quartier ausmachen und durch einen Akteur verwaltet werden können, z. B. öffentliche Gebäude, Gebäude von Wohnungsbaugesellschaften oder -genossenschaften, Gewerbegebiete oder Neubauquartiere. Für die Wärmeerzeugung wird ein geeigneter Standort für die Heizzentrale benötigt.

Solche „Keimzellen“ für Nahwärmeinseln sind in Bezug auf die Wärmeerzeugung grundsätzlich technologieoffen. Zur Wärmeversorgung können Erdgas-BHKWs oder Biomassekessel als Brückentechnologie eingesetzt werden, die dann sukzessive durch erneuerbare Wärme ersetzt werden.

Eine weitere Möglichkeit bietet direkt die Umstellung auf eine strombasierte Wärmeversorgungslösung, wie große Luft-Wasser- oder Sole-Wärmepumpen.

3.1.3 Dezentrale Wärmeversorgung

Nicht alle Gebäude können sinnvollerweise über Wärmenetze versorgt werden. Liegt der Wärmebedarf in einem Bereich unter 100 MWh/(ha*a) oder die Wärmeliniedichte des jeweiligen Straßenabschnitts unter 2 MWh/(m*a), kann davon ausgegangen werden, dass ein Wärmenetz in diesem Bereich nicht wirtschaftlich ist und dass die Gebäude auch zukünftig durch dezentrale Einzelheizungsanlagen versorgt werden müssen.

Nur knapp ein Viertel der rund 20 Millionen Einzelheizungsanlagen in Deutschland sind auf dem aktuellen Stand der Technik, d. h. sie verfügen mindestens über Brennwerttechnologie oder nutzen erneuerbare Energien. Neben der Einsparung von Wärmeenergie durch Sanierungs- und Dämmmaßnahmen an der Gebäudesubstanz, stellt der Austausch von Öl- und Gas-Einzelheizungen ein großes Potenzial zum Erreichen der Klimaschutzziele dar.

Die hohen Investitionskosten und langen Produktzyklen von Heizungsanlagen erschweren dabei jedoch die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Die Kommune hat auf die Wahl der Heizungstechnologien auf der Ebene der Einzelgebäude nur geringen Einfluss. Dieser kann jedoch beispielsweise durch die Nutzung vertragsrechtlicher Instrumente wie durch Festlegungen in Kaufverträgen für kommunale Grundstücke oder Regelungen in Bebauungsplänen ausgeübt werden.

Für Gebäudeeigentümer*innen ergibt sich der konkrete Anlass eine klimafreundlichere Heiztechnik zu verwenden, wenn ein Heizungstausch ansteht. Fördermöglichkeiten von Land und Bund sowie neue gesetzliche Regelungen unterstützen solche Entscheidungen.

3.1.4 Wärmespeicher

Während Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis fossiler Energieträger genau dann Wärme produzieren, wenn diese benötigt wird, findet die Wärmeerzeugung durch erneuerbare Wärmequellen häufig zeitlich unabhängig vom Wärmebedarf statt. Wärmespeicher bieten je nach Speichertechnologie und Dimension die Möglichkeit die erzeugte Wärme über einen Zeitraum von einigen Stunden bis zu mehreren Monaten zu speichern, bis diese vom Wärmeabnehmer benötigt wird. Daher werden Wärmespeicher häufig in Kombination mit erneuerbaren Wärmequellen eingesetzt und finden sowohl auf der Ebene der Einzelgebäude als auch in Wärmenetzen Anwendung.

Folgende Wärmespeicher-Technologien kommen dabei zum Einsatz:

- Eisspeicher
- Behälter-Wärmespeicher
- Erdbecken-Wärmespeicher
- Erdsonden-Wärmespeicher
- Aquifer-Wärmespeicher

Kleinere Behälterwärmespeicher kommen hierbei zunehmend in privaten Haushalten zum Einsatz, während größere saisonale Speicher in Form von u. a. Aquifer-Wärmespeichern eher in großen Wärmenetzen verwendet werden.

3.1.5 Erdgasnetz

Eine Transformation des Wärmesektors hat Auswirkungen auf die Gestaltung der Strom- und Gasversorgungsnetze. Vor diesem Hintergrund stellt sich insbesondere für Betreiber und Eigentümer von Gasverteilnetzen die Frage, welche Funktion die Netze auf lange Sicht einnehmen werden und welche wirtschaftlichen Effekte damit verbunden sind.

Grundsätzlich kann die Gasinfrastruktur im Rahmen der Systemtransformation zukünftig eine wichtige Ergänzung zu den Erneuerbaren Energien darstellen. Dabei ist die Entwicklung der Gasverteilnetze insbesondere davon abhängig, inwieweit die bereits vorhandene Gasinfrastruktur zur Lösung der zunehmenden Flexibilitätsprobleme im Energiesystem beiträgt. Auch die sogenannten grünen Gase (Biogas, Biomethan, Wasserstoff oder synthetisches Methan) können bei der Veränderung des Energiesystems eine tragende Rolle spielen. Deren Nutzung muss zunächst in den Sektoren erfolgen, die aus technologischen Gründen auf die hohe Energiedichte des Brennstoffes angewiesen sind. Priorität werden zunächst die Sektoren Mobilität und Strombereitstellung haben, gefolgt von Power-to-Gas-Anlagen (PtG) für die Kopplung der Sektoren und Nutzung in KWK-Anlagen.

Stehen Verantwortliche in Zukunft also vor der Entscheidung, ob und wie die Gasnetze ausgebaut werden sollen, muss dies insbesondere in Einklang mit der Fernwärmestrategie und in Betrachtung des gesamten Energiesystems erfolgen. In den dicht besiedelten Gebieten wird es auf Dauer wirtschaftlich nicht möglich sein, eine doppelte Infrastruktur aufrechtzuerhalten.

Abbildung 3-2 veranschaulicht die komplexe Struktur des Energiesystems der Zukunft mit 100 Prozent erneuerbaren Energien.

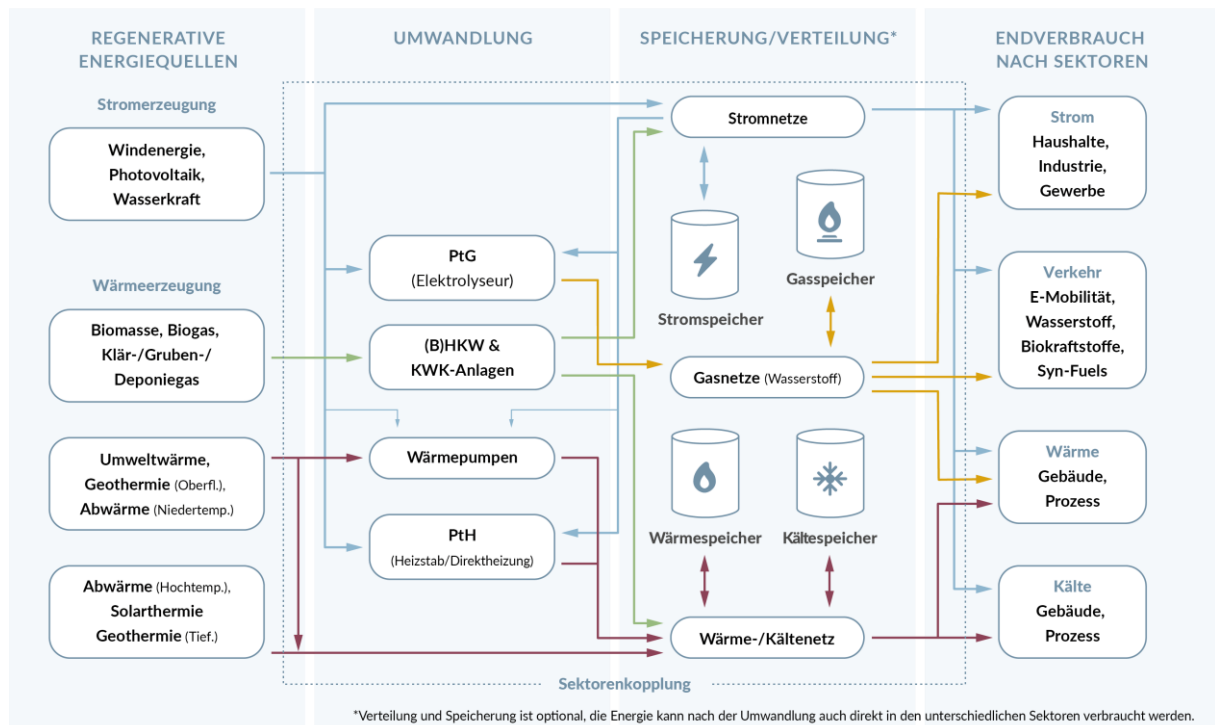


Abbildung 3-2: Struktur des Energiesystems der Zukunft mit 100 Prozent erneuerbaren Energien
(Quelle eigene Darstellung in Anlehnung an: KEA-BW, Grafik verändert nach Research Center 4DH, Universität Aalborg. Abkürzung WP: Wärmepumpe)

3.1.6 Stromnetz

Um die Anforderungen der Wärmewende und der Verstromung des Wärmesektors zu erfüllen, muss das deutsche Stromnetz flexibler und leistungsfähiger werden. Dazu sind hohe Investitionen in den Ausbau der Netzkapazitäten, insbesondere in den Verteilnetzen, notwendig. Hierdurch kann der steigende Stromverbrauch durch Wärmepumpen und elektrische Heizsysteme sowie die zunehmende Einspeisung erneuerbarer, fluktuierender, Energiequellen bewältigt werden. Zudem müssen intelligente Netze (Smart Grids) entwickelt werden, die eine bessere Steuerung und Integration von dezentralen Energiequellen und Verbrauchern ermöglichen. Auch die Verbesserung von Energiespeichern und Lastmanagementsystemen ist entscheidend, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, Lastspitzen auszugleichen und somit eine Transformation des Wärmesektors zu ermöglichen. Abbildung 3-2 stellt eine Übersicht über die Struktur des zukünftigen Energiesystems aus erneuerbaren Energien dar.

3.2 WÄRMEERZEUGUNGSTECHNOLOGIEN

Der Wärmebedarf lässt sich anhand des wärmespezifischen Urbanitätsgrads unterscheiden, der die Wärmedichte in einen Zusammenhang mit den Siedlungstypen stellt.

Dicht besiedelte Gebiete zeichnen sich durch eine hohe Wärmedichte aus und sind insbesondere in urbanen Ballungszentren anzutreffen. Dünn besiedelte Gebiete liegen schwerpunktmäßig am Stadtrand und in den ländlich gelegenen Stadtteilen. Mittel besiedelte Gebiete liegen im Wärmebedarf pro Fläche zwischen dünn und dicht besiedelten Flächen, wobei die Übergänge oft fließend sind.

Bei der Analyse dieser drei Bereiche zeigt sich, dass 30 Prozent des Wärmebedarfs auf nur 5 Prozent der Fläche in den dicht besiedelten Gebieten anfallen (vgl. Die Wärmezielscheibe, Roedel & Partner). Dabei gibt es unterschiedliche Wärmeerzeugungs-Technologien (Abb. 3-3). Alle haben ihre Daseinsberechtigung und ihre individuellen Vorzüge, was sie für eine erfolgreiche Wärmewende und zur Erreichung der Klimaziele unabdingbar macht. Zur Optimierung ihrer Anwendung sind die lokalen und strukturellen Gegebenheiten zu analysieren und die jeweils optimalen Technologien auszuwählen. Wichtig dabei ist, dass die Technologien nicht miteinander konkurrieren, sondern in den Urbanitätsgraden zum Einsatz kommen, die zum Anforderungsprofil der Technologie passen. Damit können für alle Technologien geeignete Marktsegmente mit jeweils ausreichendem Marktvolumen herausgearbeitet werden. Abbildung 3-3 stellt die verschiedenen Wärmeerzeugungs-Technologien in Abhängigkeit zum wärmespezifischen Urbanitätsgrad und dem Siedlungstyp dar.

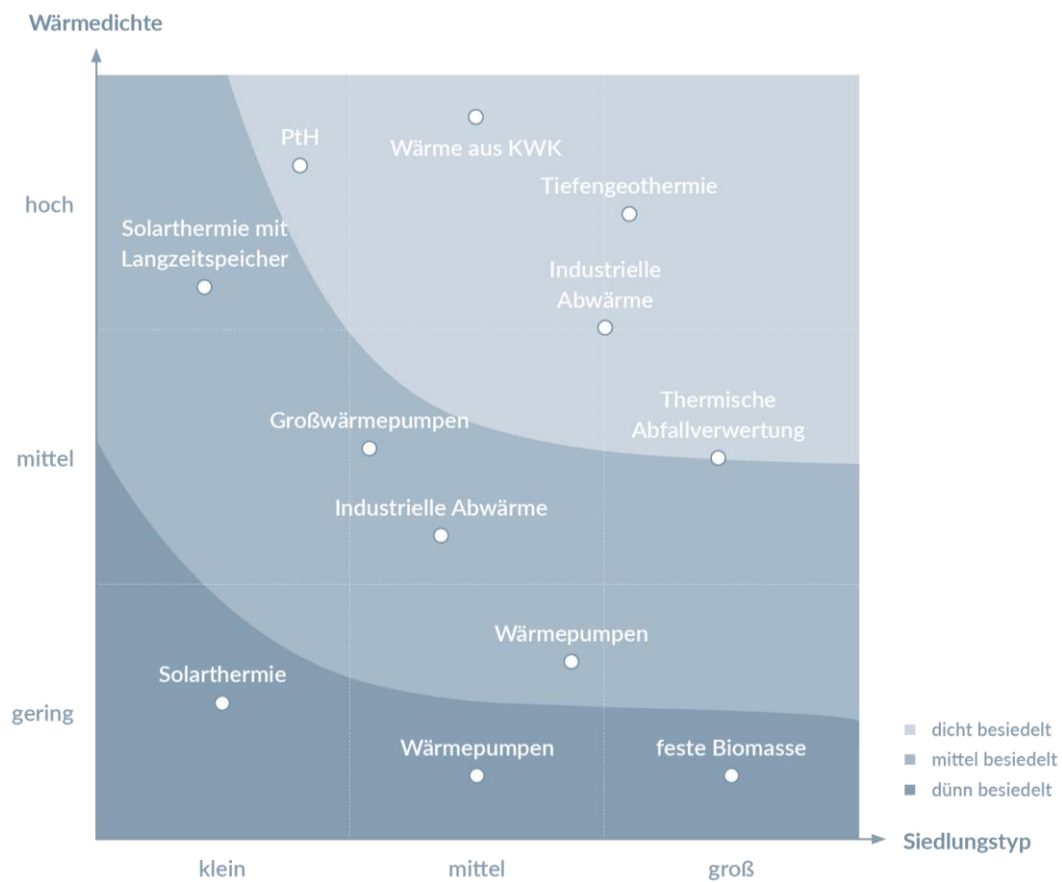


Abbildung 3-3: Wärmespezifischer Urbanitätsgrad in Abhängigkeit von Wärmedichte und Siedlungstyp (Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an [Roedel & Partner])

3.2.1 Lokale Biomasse

Der Einsatz von Bioenergie spielt im Rahmen der Energiewende eine wichtige Rolle, da Bioenergie polyvalent in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr nutzbar ist. Darüber hinaus ist Bioenergie transportierbar, lagerfähig und teilweise vor Ort einsetzbar.

Findet Biomasse Verwendung als Energieträger, so wird generell zwischen der primären und der sekundären Biomasse unterschieden. Primäre Biomasse bezeichnet dabei die direkt für die energetische Nutzung kultivierte Biomasse wie Raps oder Getreide. Sekundäre Biomasse, auch Abfall-Biomasse genannt, wird aus organischen Reststoffen wie beispielsweise Altpapier oder Sägereststoffen sowie Lebensmittelabfällen gebildet. Je nach Aufbereitungsweg zu festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen ergeben sich Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom, Treibstoffen und Wärme. In jüngster Zeit gewinnt vor allem die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung in das Erdgasnetz zunehmend an Bedeutung. Das zu Biomethan aufbereitete Biogas erweist sich als eine klimafreundliche Alternative zu Erdgas.

Ein wesentlicher Umweltvorteil liegt in der Vermeidung treibhausgaswirksamer Emissionen, zumal nur so viel CO₂ freigesetzt werden kann, wie zuvor durch die Biomasse gebunden wurde. Biomasse ist sowohl grundlastfähig als auch flexibel einsetzbar. Ein wesentlicher Vorteil liegt darin, dass Biomasse zur Erzeugung hoher Temperaturen im industriellen Bereich genutzt werden kann. Beispielsweise in

der Papier- und Zellstoffindustrie zur Dampferzeugung. Bioenergie kann aber auch in Haushalten für die Beheizung von Räumen und Warmwasserbereitung verwendet werden.

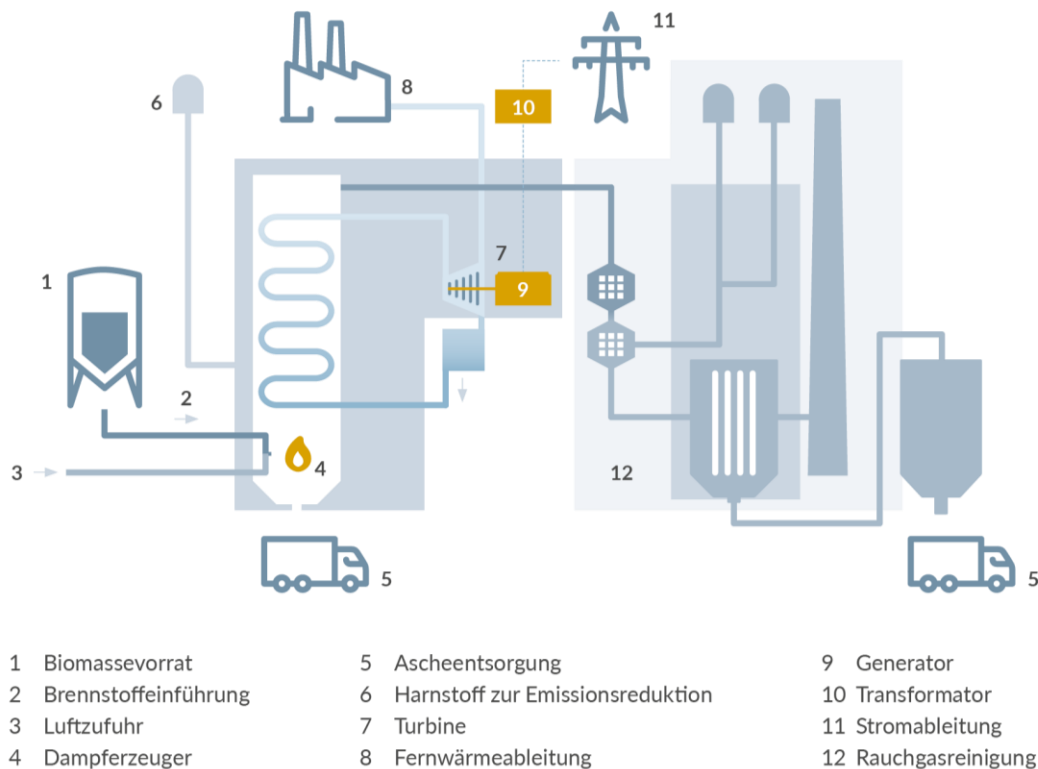


Abbildung 3-4: Prinzip Wärmeerzeugung durch den Einsatz von Biomasse
(Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an: [www.statkraft.de/stromerzeugung/biomasse])

Viele Altbauten haben Heizsysteme die für hohe Vorlauftemperaturen ausgelegt sind. Biomassebasierte Alternativen bieten hier den Vorteil, dass sie ebenfalls hohe Vorlauftemperaturen bereitstellen können und daher oft direkt kompatibel mit diesen sind.

In Wärmenetzen können biomassebasierte Versorgungslösungen als „Übergangslösung“ genutzt werden, um mit Hilfe einer nachträglichen Transformation des Wärmenetzes hin zu strombasierten Erzeugern eine nachhaltige zentrale Wärmeversorgungslösung zu schaffen. Aufgrund der meist hohen erforderlichen Netztemperaturen sind strombasierte Erzeuger wie die Wärmepumpe aktuell noch nicht in der Lage, dieses Temperaturniveau effizient zur Verfügung zu stellen. In den kommenden Jahren wird die Wärmepumpentechnologie weiterentwickelt, sodass diese Temperaturen künftig effizient und nachhaltig gewährleistet werden können. Bis dahin bietet Biomasse eine gute Alternative die benötigte Wärme nachhaltig bereit zu stellen.

Unter ethischen Gesichtspunkten ist die Problematik der Flächenkonkurrenz von konventionell angebauten Energiepflanzen zur Lebensmittelproduktion nicht außer Acht zu lassen. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist es demnach sinnvoll, auch die biogenen Reststoffe und Abfälle zu berücksichtigen und den Substratmix entsprechend zu gestalten und so den Aspekt der Flächenkonkurrenz zu reduzieren.

Der Einsatz von Bioenergie spielt im Rahmen der Energiewende eine wichtige Rolle, da Bioenergie polyvalent in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr nutzbar ist. Darüber hinaus ist Bioenergie

transportierbar, lagerfähig und teilweise vor Ort einsetzbar. Abbildung 3-4 zeigt das Prinzip der Wärmeerzeugung durch den Einsatz von Biomasse.

3.2.2 Solarthermie

Mittels Solarthermie lässt sich die Energie von Sonnenstrahlen direkt in nutzbare Wärme umwandeln. Die Funktionsweise basiert auf Solarthermie-Kollektoren, die auf Dächern oder freien Flächen installiert werden. Diese Kollektoren bestehen aus Absorberplatten, die mit speziellen, wärmeabsorbierenden Materialien beschichtet sind. Durch diese Beschichtung wird die Sonnenenergie effektiv aufgenommen und in Wärme umgewandelt. Innerhalb der Absorberplatten befinden sich Rohrleitungen, durch die ein Wärmeträgermedium fließt. Dieses Medium, typischerweise eine Mischung aus Wasser und Frostschutzmittel, zirkuliert durch die Kollektoren und nimmt die Wärme auf, welche anschließend weiter transportiert wird.

Solarthermie findet sowohl bei kleineren Dachanlagen im privaten Gebrauch Anwendung, in denen die aufgenommene Wärmeenergie in einem Wasserspeicher zwischengespeichert wird, als auch in größeren Zusammenschlüssen sogenannter solarer Wärmenetze.

Solarthermieranlagen können auch mit anderen Heizsystemen, wie Wärmepumpen, in einem hybriden Heizsystem kombiniert werden. Dadurch wird eine zuverlässige Wärmeversorgung sichergestellt, auch wenn die Sonneneinstrahlung nicht ausreicht.

Solare Wärmenetze sind großflächige Solarthermieranlagen, deren Wärme durch ein Wärmenetz verteilt wird. Die Installation der Kollektorfelder kann auf geeigneten Freiflächen oder integriert in Gebäudedachflächen stattfinden.

Lokale Wärmenetze sind eine sinnvolle Option für die Wärmeversorgung von Stadtgebieten, sowohl bei Neubau- als auch bei Sanierungsgebieten. Wird Solarthermie in solche Netze eingebunden, kann der solare Anteil bis zu 20 % der gesamten Wärmeversorgung betragen. Durch die Einbindung von saisonalen Wärmespeichern kann er bis auf 50 % erhöht werden.

Große Solaranlagen haben relevante Auswirkungen auf die Raumnutzung und stellen demzufolge raumbedeutsame Vorhaben dar. Noch stärker als Windkraft- oder Photovoltaik-Anlagen sind große Solarwärme-Anlagen an bestimmte Standortbedingungen geknüpft.



Abbildung 3-5: Freiflächen-Solarthermieranlage in Crailsheim
(Quelle: www.sonnewindwaerme.de/solarthermie/solare-waermenetze-baden-wuerttemberg)

Während Strom ohne erhebliche Verluste über große Entfernungen vom Erzeugungsort zum Verbraucher transportiert werden kann, ist die Transportfähigkeit von Wärmeenergie begrenzt – die hohen Kosten für den Bau und Betrieb der Wärmeleitung und höhere Energieverluste sprechen dafür, dass eine solarthermische Wärmeversorgung immer in der Nähe zu den Wärmeverbrauchern erfolgen muss, d. h. innerhalb weniger Kilometer zu Wärmeverteilnetzen und den Verbrauchern.

Häufig werden Solarthermie-Großanlagen in Wärmenetze integriert, die primär Biomasse als Brennstoff nutzen. Biomasse-befeuerte Wärmenetze arbeiten im Sommer oft im ineffizienten Teillast-Betrieb, was u. a. auch mit dem Nachteil von höheren Emissionen und Kosten verbunden ist. Durch die Installation einer Solarthermieanlage zur Deckung großer Teile der Sommerlast, können diese Anlagen sinnvoll ergänzt werden.

Diese Technologie ist ausgereift und erprobt und wird in Deutschland bereits erfolgreich angewendet, z. B. in Crailsheim und Ludwigsburg (vgl. Abbildung 3-5).

3.2.3 Wärmepumpen

Wärmepumpen bieten als strombasierte Wärmeerzeuger flexible Einsatzmöglichkeiten auf dem Wärmemarkt. Da Wärmepumpen Wärme aus der Umwelt (Luft-, Wasser- oder Erdwärme) nutzen, sind sie nicht auf die Verfügbarkeit von Brennstoffen angewiesen. Im Zusammenhang mit erneuerbarem Strom können Wärmepumpen einen Beitrag zur Dekarbonisierung besonders in dünn besiedelten Gebieten leisten. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind im Systemverbund mit anderen erneuerbaren Wärmeerzeugern in Wärmenetzen möglich sowie zur dezentralen Wärmeversorgung in den privaten Haushalten.

Wärmepumpen bestehen grundsätzlich aus vier Komponenten: Verdampfer, Verdichter, Kondensator und Expansionsventil. Im Verdampfer wird die aus der Umgebung gewonnene Wärme an das Kältemittel abgegeben, welches anschließend anfängt zu sieden und verdampft. Aufgrund des niedrigen Siedepunktes des Kältemittels können auch niedrige Temperaturen von wenigen Grad über Null zur Wärmebereitstellung verwendet werden. Der Kältemitteldampf wird anschließend in einen Verdichter geleitet und dort komprimiert. Im nächsten Schritt wird das Kältemittel im Kondensator wieder verflüssigt. Das flüssige Kältemittel wird mittels eines Expansionsventils entspannt und danach wieder dem Verdampfer zugeführt. Technische Voraussetzung für die Nutzung der Potenziale ist eine ausreichende Nähe zwischen der Wärmequelle und dem zu versorgenden Objekt oder einem Einspeisepunkt in ein Wärmenetz.

Wichtige Unterscheidungsmerkmale von Wärmepumpen sind das Abwärme- und das Arbeitsmedium: Luft-Luft-Wärmepumpen nutzen Luft als Wärmequelle und geben Warmluft an die Wärmesenke ab. Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen dient Luft als Wärmequelle, sie geben die Energie im Wärmetauscher an das Arbeitsfluid ab.

Sole-Wasser-Wärmepumpen nutzen Erdwärme als Wärmequelle. In einem Solekreislauf, der ein frostsicheres Fluid enthält, wird die Erdwärme aufgenommen und anschließend im Wärmetauscher an das Arbeitsfluid übergeben.

Bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen dient die Wärme aus Gewässern als Wärmequelle, sie geben die Energie im Wärmetauscher an das Arbeitsfluid ab.

Wärmepumpen kommen vor allem viel in gut isolierten Häusern wie Neubauten mit niedrigem Energiebedarf zum Einsatz. Besonders in Kombination mit Systemen wie Fußbodenheizungen oder Niedertemperatur-Heizkörpern entfalten Wärmepumpen ihre volle Effizienz, da diese Heizsysteme ideal

für die niedrigeren Betriebstemperaturen der Wärmepumpen geeignet sind. In diesen Umgebungen nutzen Wärmepumpen die Umweltwärme optimal.

Während die Anzahl der Wärmepumpen in Deutschland in den vergangenen Jahren im dezentralen Bereich stark gestiegen ist, sind Großwärmepumpen bisher eher ein Nischenprodukt.

Ein Nachteil bei der Nutzung von Wärmepumpen ist die häufige Verwendung von klimaschädlichen Kältemitteln. Inzwischen werden auch Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln (wie CO₂ oder Ammoniak) angeboten. Dies sind Stoffe, die direkt in der Natur vorkommen und somit besonders umweltverträglich sind.

Weitere Anwendungsfälle für Wärmepumpen in Bestandsquartieren werden in der Publikation „Vernetzte Wärmeversorgung in Bestandsquartieren. Handlungsstrategien und Anwendungsfälle für die Initiierung, Planung und Umsetzung vor Ort“ der Deutschen Energie Agentur (dena) aufgeführt. Hierbei werden Anwendungsfälle wie Abwärme, Grundwasser, Abwasser, Geothermie oder Umgebungsluft und kalte Nahwärme genauer beschrieben. Die dena beschreibt hierbei Angaben zu typischen Quellemperaturen, Flächenbedarfen und weiteren Informationen der Wärmequellen.

3.2.4 Geothermie

Als Geothermie wird sowohl die in der Erdkruste gespeicherte Wärmeenergie als auch deren ingenieurtechnische Nutzbarmachung bezeichnet. Die grundsätzliche geothermische Eignung hängt von der Beschaffenheit des Bodens bzw. der Temperaturen im Untergrund ab. Bei der Energiegewinnung aus Geothermie wird zwischen der Tiefengeothermie (petrothermale und hydrothermale Geothermie) und der oberflächennahen Geothermie und Erdwärmekollektoren differenziert (s. Abbildung 3-6).

Tiefengeothermie bezeichnet die Nutzung geothermischer Lagerstätten unter 400 m Tiefe zur Stromproduktion und/oder Wärmebereitstellung und bietet die Möglichkeit, größere Energieversorgungsprojekte umzusetzen.

Systeme zur Nutzung **oberflächennaher Geothermie** verwenden die thermische Energie des Untergrundes bis in eine Tiefe von 400 m zur Gebäudeklimatisierung (Heizen und/oder Kühlen). Hierbei

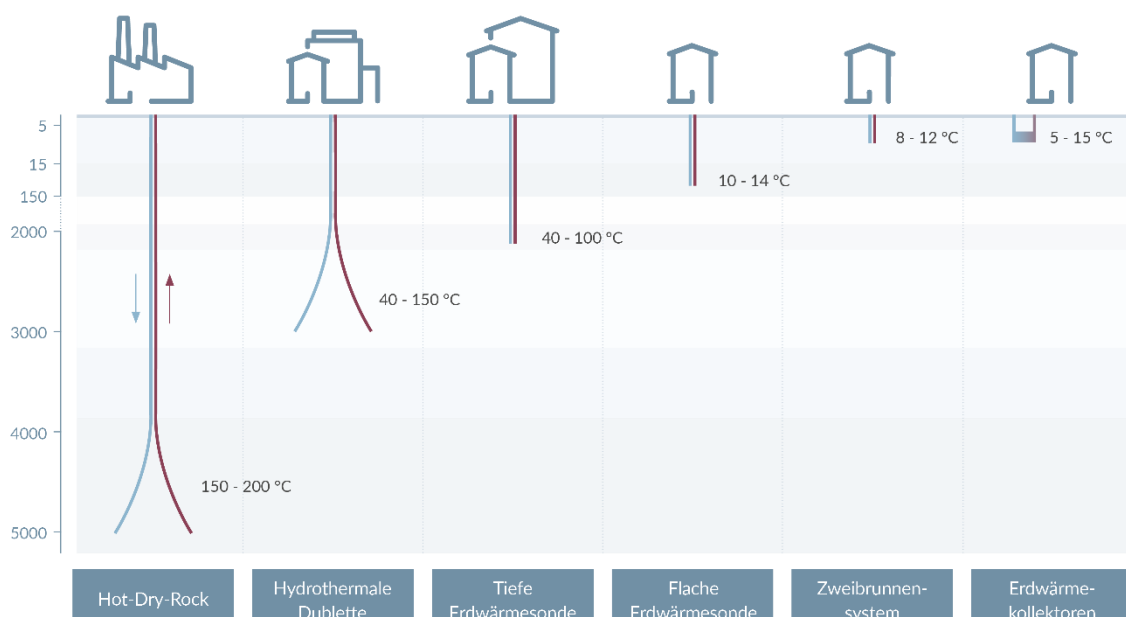


Abbildung 3-6: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie
(Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an: www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/index.htm)

werden sowohl im privaten Gebrauch als auch in kalten Nahwärmenetzen oftmals Erdwärmesonden eingesetzt.

Erdwärmekollektoren sind eine oberflächennahe Geothermie-Technik, bei der horizontale Rohrleitungen unterhalb der Frostgrenze bis zu einer Einbautiefe von 1,5 Metern in den Boden installiert werden. Die Wärme beziehen die Kollektoren aus der eingestrahlten Sonnenwärme und über versickerndes Niederschlagswasser. Diese Technik gefährdet das Grundwasser nicht und dementsprechend ist kein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren notwendig. Die genutzte Fläche muss jedoch das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche betragen.

Bei der Wärmeerzeugung mit Erdwärmesonden und -kollektoren stammt bis zu 75 % der Energie aus dem Untergrund, bei Grundwasserbrunnen bis zu 80 %. Die restliche, konventionell erzeugte Energie wird für den Betrieb der Wärmepumpen benötigt.

Bei guten geologischen Voraussetzungen kann die tiefe Geothermie für eine künftig treibhausgas-neutrale Wärmeversorgung in den Städten eine herausragende Rolle spielen.

Tiefengeothermie bezieht sich auf die Nutzung der natürlichen Wärme im Inneren der Erde ab 400 m, die in großen Tiefen unter der Oberfläche vorhanden ist. Diese Wärme entsteht hauptsächlich durch den Zerfall von radioaktiven Elementen im Erdinneren sowie durch die Restwärme aus der Erdentstehung.

Die Tiefengeothermie nutzt die natürliche Wärme, die mit zunehmender Tiefe unter der Erdoberfläche zunimmt. In der Regel steigt die Temperatur um etwa 25-30 °C pro Kilometer Tiefe an. Um die Erdwärme zu nutzen, werden Bohrlöcher in die Erdkruste abgeteuft. Durch diese Bohrlöcher wird Wasser oder eine wärmeleitende Flüssigkeit in das Gestein gepumpt, um die dortige Wärme aufzunehmen.

Die erhitzte Flüssigkeit wird an die Oberfläche gepumpt, wo ihre Wärmeenergie entweder direkt genutzt werden kann oder zur Stromerzeugung in einem Geothermiekraftwerk verwendet wird. In einigen Fällen wird der erzeugte Dampf auch zur Beheizung von Gebäuden oder zur industriellen Prozesswärme eingesetzt.

Geothermiekraftwerke können elektrische Energie erzeugen, indem sie den durch Tiefengeothermie gewonnenen Dampf verwenden, um Turbinen anzutreiben und Strom zu produzieren. Diese Energiequelle ist kontinuierlich verfügbar und kann eine zuverlässige Ergänzung zu anderen erneuerbaren Energien wie Wind und Sonne sein. Des Weiteren kann diese Technologie auch zur direkten Beheizung und Kühlung von Gebäuden genutzt werden. In Gebieten mit geeigneten geologischen Bedingungen können Wärmepumpen verwendet werden, um die Erdwärme für Heizzwecke im Winter und zur Kühlung im Sommer zu nutzen. Die konstante Temperatur der Tiefengeothermie kann auch für industrielle Prozesse genutzt werden, die eine kontinuierliche Wärmequelle erfordern, wie beispielsweise in der Lebensmittelverarbeitung oder in Gewächshäusern.

Insgesamt bietet Tiefengeothermie ein beträchtliches Potenzial als erneuerbare und nachhaltige Energiequelle. Mit weiteren Fortschritten in Technologie und Forschung könnte sie eine wichtige Rolle in der zukünftigen Energieversorgung spielen und zur Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen beitragen. Zum aktuellen Zeitpunkt bringen Umsetzungsvorhaben im Bereich der Tiefengeothermie beträchtliche Investitionen mit sich.

3.2.5 Abwasserwärme

Im Haushalt und in der Industrie wird Wasser täglich erwärmt. Nach dem Gebrauch wird das noch warme Wasser in die Abwasserkanäle geleitet. Diese Wärme kann durch moderne Wärmepumpentechnologie zum Heizen oder Kühlen größerer Gebäude und Quartiere genutzt werden. Das Potenzial für niedrig temperierte Wärme ist beträchtlich: Eine Studie von enervis energy advisors GmbH kam 2017 zu dem Ergebnis, dass zwischen 5 und 14 % aller deutschen Gebäude mit Wärme aus Abwasser versorgt werden könnten.

Die Energiemenge, die sich in Form von Abwärme aus dem Abwasser gewinnen lässt, ist riesig. Dies zeigt folgender Vergleich: Wenn Abwasser beim Wärmeentzug um lediglich 1 Kelvin abgekühlt wird, um den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage möglichst nicht zu beeinträchtigen, können aus 1 m³ Abwasser rund 1,5 Kilowattstunden Wärme gewonnen werden. Aus der gleichen Menge Abwasser kann in einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) etwa 0,05 m³ Klärgas erzeugt werden. Dies entspricht einem Energieinhalt von rund 0,3 Kilowattstunden. Mit anderen Worten: Das Potenzial an Abwärme im Abwasser ist um ein Vielfaches größer als das Potenzial an Klärgas aus den Abwasserreinigungsanlagen.

Es eignen sich jedoch nicht alle Abwasserkanäle für die Gewinnung von Abwärme. Unter Berücksichtigung der beiden grundlegenden Bedingungen, dass in einem Kanalisationsabschnitt ein genügendes Wärmeangebot für den Einsatz einer Wärmepumpe vorhanden und der Einbau von Wärmetauschern möglich ist, kommt die Nutzung von Abwasserwärme in der Regel für mittlere Trockenwetterabflussmengen ab 15 l/s, d. h. für Gemeinden ab 3.000 bis 5.000 Einwohnern und idealerweise in Kanälen mit einem Innendurchmesser von mindestens 800 mm in Frage.

Für die Extraktion von Wärme aus Abwasser müssen Wärmetauscher in dem Kanal angebracht werden, über die das Abwasser fließt und so die thermische Energie an das kältere Fluid geleitet wird. Hierfür stehen verschiedene Installationsmethoden der Wärmetauscher zur Verfügung. Eine praxisbewährte Methode ist die Platzierung des Wärmetauschers auf dem Grund des Kanalrohrs, wodurch das Abwasser den Wärmetauscher direkt überströmt und dabei Wärme abgibt. Diese Form der Erschließung ist auch für nicht begehbare Nennweitenbereiche möglich. Allerdings erfordert diese Anordnung eine sorgfältige Wartung, um Verschmutzungen zu entfernen und die Effizienz des Systems zu erhalten. Dies erfordert regelmäßige Kanalreinigungen oder Schwallspülungen.

Das Schaubild in Abbildung 3-7 zeigt vereinfacht die Nutzung von Abwasserwärme.

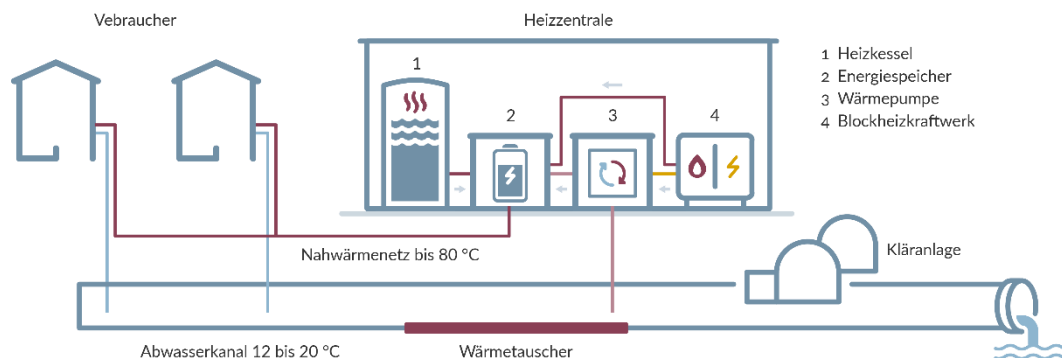


Abbildung 3-7: Nutzung von Abwasserwärme (Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an [www.um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/energieeffizienz/abwasserwaermenutzung/])

Eine alternative Methode ist die Integration des Wärmetauschers in die Kanalrohrwandung, was die direkte Übertragung der Abwasserwärme durch die Rohstruktur ermöglicht. Dies minimiert die Verschmutzung des Wärmetauschers und erhält dessen Leistungsfähigkeit ohne aufwendige Reinigungsprozesse. Allerdings ist diese Form der Installation nur für neue Abwasserkanäle möglich und kann nicht in bestehende Systeme nachgerüstet werden.

Ebenfalls möglich ist eine Installation des Abwasserwärmetauschers am Auslauf eines Klärwerks. Diese Option bietet ebenfalls den Vorteil der Freiheit von Verunreinigung, da das Bauteil ausschließlich mit dem gereinigten und klaren Wasser in Berührung kommt, bevor dieses in ein natürliches Gewässer abgeleitet wird.

Durch die ganzjährige konstant hohe Temperatur des Abwassers zwischen 10 und 20°C ermöglicht diese Form der Wärmequelle in Kombination mit der Wärmepumpe, die thermische Energie mit einem relativ niedrigen Energieaufwand zu generieren. Um die Kosten bei der Installation gering zu halten, bietet es sich an Abwasserwärmetauscher im Zuge einer Kanalsanierung einzubauen.

Die Abwasserwärmenutzung ist eine langfristig sichere und erneuerbare Energiequelle und leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Die in Deutschland betriebenen Abwasserwärmenutzungsanlagen sind zumeist kleinere Anlagen mit Heizleistungen im Kilowattbereich. In Skandinavien und der Schweiz ist diese Technik jedoch bereits deutlich weiterverbreitet und es werden dort auch größere Aggregate im Megawatt-Bereich eingesetzt.

Eine der größten Anlagen in Deutschland befindet sich im Quartier Neckarpark in Stuttgart und versorgt einen Gewerbepark, ein Sportbad und rund 850 Wohnungen mit Wärme.

3.2.6 Fluss-, See- und Grundwasserwärme

Aufgrund ihrer hohen Wärmekapazität ist in Oberflächengewässern, also Fließgewässern und Seen, aber auch im Grundwasser eine enorme Menge an Wärmeenergie gespeichert, die sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen genutzt werden kann. Oberflächengewässer sind Teil des natürlichen Wasserkreislaufs und zeichnen sich durch ihre unterschiedlichen naturräumlichen Eigenschaften, Tier- und Pflanzenarten sowie Gewässerstrukturen aus. Um dieses Potenzial zu erschließen, werden Wärmetauscher im Gewässer eingesetzt, die über Rohrleitungen mit Wärmepumpen verbunden sind. Die Wärmemenge, die einem Gewässer entnommen werden kann, hängt von der Wassertemperatur und der Fließgeschwindigkeit ab.

Mit konventionellen Wärmepumpen kann die Wärme aus diesen Gewässern genutzt und die Wärmeträgerflüssigkeit auf mehr als 60° C erhitzt werden, was beispielsweise zur Beheizung kommunaler Gebäude genutzt werden kann. In den Sommermonaten können Fließgewässer auch zur Kühlung verwendet werden, sofern die Wassertemperatur ausreichend niedrig ist.

Da Oberflächenwasser stärker von der Außentemperatur beeinflusst wird als Grundwasser, kann es im Winter bei hohem Wärmebedarf zu Einschränkungen durch Vereisung kommen, was die Wärmeentnahme verhindert.

Flusswasserwärmepumpen erfordern gemäß § 8 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) eine wasserrechtliche Erlaubnis. Ähnlich wie bei Abwasserwärmepumpen bestehen hier bestimmte Restriktionen, da die geringen Wassertemperaturen im Winter den Betrieb erschweren. Dies führt zu einer Diskrepanz zwischen der Verfügbarkeit von Wärme und dem tatsächlichen Wärmebedarf.

Obwohl bisher nur wenige großflächige Beispiele existieren hat die thermische Nutzung von Oberflächengewässern ein großes Potenzial zur Einsparung fossiler Brennstoffe und Elektrizität. Die

Effizienz dieser Systeme hängt stark von den Wassertemperaturen und dem Massenstrom im Wärmeüberträger ab.

3.2.7 Abwärmenutzung aus Industrie und Gewerbe

Das Einsparpotenzial für Primärenergie und CO₂-Emissionen durch die Nutzung von industrieller Abwärme in Nordrhein-Westfalen ist sehr groß. Eine Studie des LANUV kam 2019 zu dem Ergebnis, dass für NRW ein technisch verwendbares Abwärmepotenzial in Höhe von ca. 44 bis 48 TWh/a vorhanden ist, das entspricht möglichen CO₂-Einsparungen von 13 Mio. t CO₂/a und rund 20 % der CO₂-Emissionen der Industrie.

Abwärme kann über ein Wärmenetz zur Beheizung nahe gelegener Gebäude und Quartiere genutzt werden. Die Integration eines Wärmespeichers kann einen Ausgleich zwischen der zeitversetzten Wärmebereitstellung und dem Wärmebedarf schaffen.

Abwärme fällt insbesondere in energieintensiven Industrie- und Gewerbebetrieben bei verschiedensten Prozessen an (vgl. Abbildung).

Je nach Rahmenbedingungen kann sie durch unterschiedliche Technologien genutzt werden. Dabei ist das Temperaturniveau der vorhandenen Abwärmequelle einer der wichtigsten Faktoren bei der Auswahl der entsprechenden Technik zur industriellen Abwärmenutzung. Abbildung 3-8 stellt die Nutzungsmöglichkeiten der Abwärme in Abhängigkeit der Temperatur dar. Darüber hinaus bestimmen die Abwärmemenge, die chemische Zusammensetzung des Abwärmestroms, die Bündelung der Abwärmeströme am Standort und die räumliche Nähe von Wärmequellen- und Wärmesenken die Nutzungsmöglichkeiten der Abwärme.

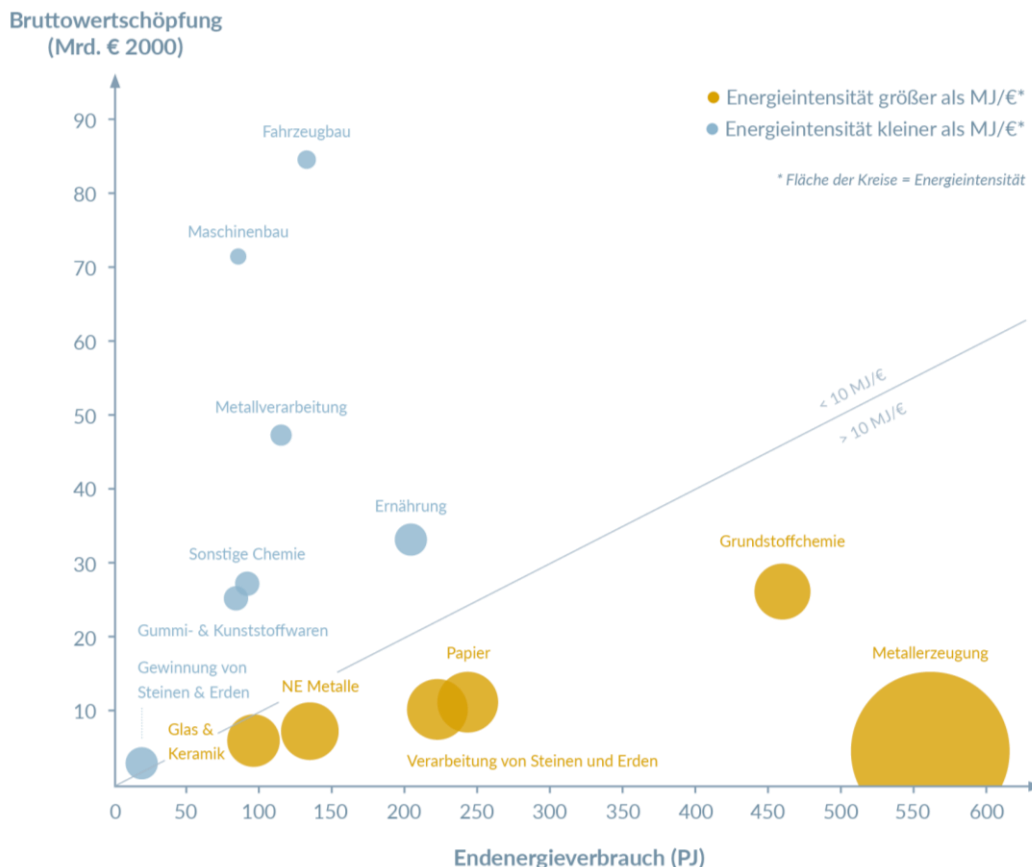


Abbildung 3-8: Energieintensität verschiedener Branchen (Quelle: eigene Darstellung: Hirtzel und Sonntag)

Folgende Technologien kommen für die Nutzung der Abwärme in Betracht:

- **Wärmerückgewinnung**

Hierbei handelt es sich um den effizientesten und zugleich einfachsten technologischen Ansatz zur Abwärmenutzung. Die Abwärme wird über einen Wärmetauscher beispielsweise aus einem Abgasstrom ausgekoppelt und an ein anderes Medium übertragen. Das Wärmeträgermedium kann dabei Heißwasser, Thermoöl, Dampf oder ein gasförmiges Fluid sein. Die übertragene Wärme wird über das Wärmeträgermedium zu vorhandenen Wärmesenken transportiert und dort weiter genutzt.

- **Kühlung und Klimatisierung durch Abwärmenutzung**

Mit Abwärme lässt sich auch die Kühlung oder Klimatisierung von Gebäuden oder Prozessschritten realisieren. Dazu wird diese ausgekoppelt, um Niedertemperaturwärme auf ein Wärmeträgermedium zu übertragen. Die nutzbar gemachte Niedertemperaturwärme kann dann in einer Sorptionskälteanlage zur Erzeugung von Kaltwasser genutzt werden.

In den Sorptionskälteanlagen wird über Absorption- oder Adsorptionsprozesse Kaltwasser erzeugt, welches für weitere Verwendungszwecke zur Verfügung steht. Somit lässt sich Kälte aus herkömmlichen Kompressionskälteanlagen und deren Strombedarf substituieren.

- **Abwärmenutzung durch Wärmepumpen**

Diese Form sieht vor, das Temperaturniveau der erzeugten Nutzwärme durch Zuführung höherwertiger Energie anzuheben, um diese nutzbar zu machen. Die höherwertige Energie kann dabei elektrischer Strom oder Wärme auf einem hohen Temperaturniveau sein, welches durch Kompressionswärmepumpen oder Sorptionswärmepumpen angehoben wird, um beispielsweise den Heizbedarf einer Liegenschaft zu decken oder der Produktion zuzuführen.



Abbildung 3-9: Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme in Abhängigkeit vom Temperaturniveau
(Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an dena)

Neben der thermischen Nutzung der Abwärme kommt auch eine Verstromung der Abwärme in Frage. Für eine Verstromung sind in der Regel höhere Abwärmemetemperaturen nötig als für die thermische Nutzung. Eine Verstromung kommt insbesondere dann in Frage, wenn lokal keine Wärmesenken oder Wärmenetze vorhanden sind.

Zu berücksichtigen ist bei der Nutzung industrieller Abwärme das Ausfallrisiko: ein Unternehmen kann den Standort aufgeben oder durch Umstellung der Produktion, z. B. Verringerung des Einsatzes fossiler Energieträger, Nutzung der Eigenwärme weniger bis keine Abwärme mehr produzieren.

3.2.8 Power-to-Heat

Power-to-Heat (PtH) beschreibt allgemein die Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme, die auch zur Einbindung in Wärmenetze genutzt werden kann. Hierfür werden sogenannte Elektroheizkessel genutzt (s. Abbildung 3-10). Power-to-Heat-Anlagen können sowohl im Niedertemperaturbereich als auch im Hochtemperaturbereich (Dampf) ihren Einsatz finden und sind daher für die Dekarbonisierung sowohl im Bereich der privaten Haushalte als auch der Industrie eine wichtige Option.

Im dezentralen Niedertemperaturbereich werden vor allem Heizstäbe oder Heizpatronen eingesetzt. Im Hochtemperaturbereich werden Elektrodenheizkessel (EHK) eingesetzt. Mit einem EHK ist eine Erzeugung von Prozessdampf von bis zu 30 bar technisch möglich. Der so erzeugte Sattedampf kann mit einem nachgeschalteten Elektrodendurchlauferhitzer auf höhere Temperaturen überhitzt und damit auch höheren Anforderungen an die Dampferzeugung gerecht werden.

Aufgrund der kompakten Größe der Module ist ein Einsatz auch in dicht besiedelten Gebieten optimal, wo kurzfristig hohe Wärmemengen bereitgestellt werden müssen.



Abbildung 3-10: Funktionsweise Elektrodenheizkessel
(Quelle: eigene Darstellung)

Sowohl Power-to-Heat, als auch Power-to-Gas spielen eine zunehmend wichtige Rolle in der Gestaltung einer nachhaltigen Energiezukunft. Aufgrund natürlicher Schwankungen in der Produktion, ist es notwendig Erzeuger von Verbrauchern zu entkoppeln. Aktuell ist es technologisch nicht machbar, Elektrizität über einen ausgedehnten Zeitraum hinweg zu speichern. Durch den Einsatz von Power-to-X Technologien kann jedoch überschüssige Energie beispielsweise aus Windkraft oder Photovoltaik in andere Energieformen transferiert werden. Die Umwandlung des Stroms stellt außerdem ein

Schlüsselement in der Sektorenkopplung dar, in dem es die Verbindung zwischen dem Strom- und dem Wärmesektor herstellt und somit eine ganzheitliche Nutzung erneuerbarer Energien fördert.

3.2.9 Power-to-Gas

Neben Power-to-Heat ist auch Power-to-Gas (PtG) eine wichtige Sektorenkopplungs-Technologie. PtG nutzt die Elektrolyse, um unter Einsatz von Strom Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff zu spalten. Danach kann der gewonnene Wasserstoff entweder bis zu einem Anteil von 10 % direkt in das Erdgasnetz eingespeist oder für die Synthetisierung von CO₂ zu Methan und Wasser genutzt werden. Das durch die Methanisierung entstandene synthetische Methan ähnelt Erdgas und kann komplett in das bestehende Erdgasnetz eingespeist werden. Wie Erdgas kann synthetisches Methan gespeichert oder als Brennstoff für die (erneute) Stromerzeugung oder Umwandlung in Wärme genutzt werden.

Die Nutzung von synthetischem Methan ist mit der vorhandenen Infrastruktur für Transport und Verteilung möglich. Dadurch kann es sowohl im Erdgasnetz transportiert als auch in den vorhandenen Speichern langfristig gelagert und je nach Bedarf in den unterschiedlichen Sektoren eingesetzt werden. Besonders im industriellen Umfeld und für ausgewählte Transportaufgaben wird auch zukünftig ein einfach verfügbarer, hochkalorischer Brennstoff benötigt werden.

Der Ersatz von Erdgas durch synthetisches Methan bietet den Vorteil einer geringeren Importabhängigkeit und der Unterstützung der lokalen Wertschöpfung.

Ein wesentlicher Nachteil besteht darin, dass die Umwandlungsverfahren (Elektrolyse und Methanisierung) keine ausreichenden Wirkungsgrade vorweisen. Die Elektrolyse erfolgt mit einem Wirkungsgrad von ca. 70 %, die Methanisierung erreicht rund 80 %. Somit beträgt der Energiegehalt des synthetischen Methans ca. 55 % der ursprünglich aufgewendeten elektrischen Energie. Je nach Einsatzsektor und Transportweg folgen weitere Verluste. Um die im Methan gebundene Energie dann wieder in Strom oder Wärme umzuwandeln, sind zusätzliche Umwandlungsverluste zu berücksichtigen.

3.2.10 Wasserstoff

Wasserstoff kann auf verschiedene Weise für die Wärmewende eingesetzt werden. Einerseits kann er direkt als Brennstoff in Brennstoffzellenheizgeräten oder industriellen Brennern verwendet werden, um Wärme für Gebäude und industrielle Prozesse zu erzeugen. Andererseits dient Wasserstoff als Speichermedium, um überschüssige Energie aus erneuerbaren Quellen wie Wind- und Solarenergie zu speichern. Diese gespeicherte Energie kann dann bei Bedarf wieder in Wärme umgewandelt werden.

Die Erzeugung von Wasserstoff kann durch verschiedene Verfahren erfolgen, wobei die Elektrolyse von Wasser unter Einsatz von erneuerbaren Energien eine der umweltfreundlichsten Methoden darstellt. Bei diesem Prozess wird Wasser (H₂O) mithilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂) aufgespalten. Dies ermöglicht die Produktion von sogenanntem "grünem Wasserstoff", der keine Treibhausgasemissionen verursacht. Es gibt jedoch auch andere Methoden, wie die Dampfreformierung von Erdgas, die zwar kostengünstiger, aber weniger umweltfreundlich ist, da hierbei CO₂ freigesetzt wird.

Eine weitere wichtige Rolle von Wasserstoff ist seine Fähigkeit, teilweise oder vollständig Erdgas in bestehenden Gasnetzen zu ersetzen. Dies kann entweder durch Beimischung von Wasserstoff zu Erdgas erfolgen oder durch die vollständige Umstellung von Gasnetzen auf Wasserstoff. Die Umstellung erfordert allerdings erhebliche Anpassungen an der Infrastruktur einschließlich der Umrüstung von Gasleitungen, Speichern und Endgeräten (H₂-Ready), um sie für Wasserstoff geeignet zu machen.

Die hohe Energiedichte von Wasserstoff macht diesen besonders attraktiv für industrielle Anwendungen, wo große Energiemengen erforderlich sind. Insbesondere in der Schwerindustrie, wie der Stahl-, Eisen- und Chemieindustrie, wird hohe Prozesswärme benötigt, die effektiv durch Wasserstoff bereitgestellt werden kann. Ebenso sind einige industrielle Prozesse schwer zu elektrifizieren oder mit direkten elektrischen Heizmethoden zu betreiben.

In privaten Haushalten sind die Energieeffizienz und die Kosten entscheidende Faktoren. Die Umwandlung von Elektrizität in Wasserstoff und zurück in Wärme ist mit Energieverlusten verbunden. Direktelektrische Lösungen, wie Wärmepumpen sind daher oft die effizientere und kostengünstigere Lösung für die Raumheizung und Warmwasserbereitung im Wohnbereich. Obwohl Wasserstoff das Potenzial hat, in bestimmten Nischenanwendungen auch in privaten Haushalten eingesetzt zu werden, etwa in Brennstoffzellenfahrzeugen oder als Teil von Energiegemeinschaften, liegt der Schwerpunkt seiner Nutzung wegen des hohen Aufwands seiner Gewinnung voraussichtlich in der Industrie.

3.3 STROMERZEUGUNGS-TECHNOLOGIEN

3.3.1 Windkraftanlagen

Windkraftanlagen sind eine Schlüsselkomponente in der Palette der erneuerbaren Energietechnologien und nutzen die kinetische Energie des Windes zur Stromerzeugung. Der Kern dieser Anlagen besteht aus den Rotorblättern und dem Rotor, deren aerodynamische Form für die effektive Umsetzung der Windenergie in mechanische Rotationsenergie entscheidend ist. An den Rotorblättern ist die Nabe angebracht, welche die Drehbewegung an das Getriebe weiterleitet. Dieses erhöht die Drehzahl und überträgt die Energie an den Generator, das Herzstück der Anlage, das die mechanische Energie in elektrischen Strom umwandelt. Der erzeugte Strom wird anschließend in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

Die Effizienz einer Windkraftanlage hängt stark von der Windgeschwindigkeit ab, wobei moderne Anlagen bereits bei geringen Windgeschwindigkeiten Strom erzeugen können. Um maximale Energie zu erzielen, sind die meisten Anlagen mit einem Windrichtungsnachführungssystem ausgestattet, das sicherstellt, dass die Rotorblätter stets optimal zum Wind ausgerichtet sind. Einige Anlagen verfügen auch über eine Blattwinkelverstellung, um die Effizienz bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten zu maximieren.

Onshore-Windkraftanlagen, also Anlagen an Land, sind weit verbreitet und tragen wesentlich zur Stromerzeugung bei. Sie können in ländlichen oder abgelegenen Gebieten installiert werden, wo sie oft in Form von Windparks gruppiert sind.

3.3.2 Photovoltaik

Photovoltaikanlagen nutzen die Sonnenenergie zur direkten Umwandlung in elektrische Energie. Diese Anlagen bestehen aus Photovoltaikmodulen, die Solarzellen enthalten, welche das Sonnenlicht mittels des photovoltaischen Effekts in Strom umwandeln. Die Solarzellen, meist aus Silizium, erzeugen bei Sonneneinstrahlung eine elektrische Spannung und somit einen Stromfluss.

Grundsätzlich werden Photovoltaikanlagen in zwei Aufstellungsbereiche untergliedert: Freiflächenanlagen und Dachanlagen. Freiflächenanlagen ermöglichen eine großflächige Stromerzeugung und sind in der Regel auf maximale Sonneneinstrahlung ausgerichtet. Dachanlagen hingegen werden auf

den Dächern von Wohn- oder Geschäftsgebäuden installiert und bieten den Vorteil direkt zur Stromversorgung des Gebäudes beizutragen.

Freiflächenanlagen werden zum einen auf ungenutzten bereits versiegelten Flächen, wie Industriebrachen, und zum anderen auf Wiesen und Äckern errichtet. Aufgrund des hohen Flächenverbrauchs dieser Anlagen kommt es zu Flächenkonkurrenz mit anderen Nutzungen.

Die technische Effizienz von Photovoltaikanlagen hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Ausrichtung der Module zur Sonne und die Intensität der Sonneneinstrahlung. Moderne Photovoltaikanlagen sind zunehmend effizienter und langlebiger, was sie zu einer immer attraktiveren Option für die umweltfreundliche Stromerzeugung macht.

Die Integration von Batteriespeichersystemen in dieses System, kann dessen Effizienz erheblich steigern. Insbesondere im Bereich der Dachflächenanlagen gewinnen dezentrale Speichersysteme zunehmend an Bedeutung. Die Speicher sind in der Lage, den während sonnenreichen Stunden erzeugten Strom zu konservieren, der anschließend zu Zeiten geringerer Sonneneinstrahlung oder in der Nacht genutzt werden kann. Dies führt zu einer deutlichen Erhöhung der Selbstversorgungsquote.

3.3.3 Wasserkraft

Wasserkraft basiert auf der Umwandlung der potenziellen Energie von Wasser in kinetische Energie und dann in elektrische Energie durch Turbinen und Generatoren. Diese Kraftwerke nutzen den natürlichen Fluss von Wasser in Flüssen, Bächen oder Kanälen, oder die Stauung von Wasser in Stauseen oder Talsperren. Es gibt zwei Haupttypen von Wasserkraftwerken: Laufwasserkraftwerke und Speicherwasserkraftwerke. Laufwasserkraftwerke nutzen den kontinuierlichen Fluss von Wasser, während Speicherwasserkraftwerke Wasser in einem Stausee speichern und bei Bedarf freisetzen, um Strom zu erzeugen.

Das Prinzip der Wasserkraft beruht auf dem Höhenunterschied zwischen dem Oberlauf und dem Unterlauf eines Flusses oder zwischen dem Stausee und dem Kraftwerk. Wenn das Wasser vom höheren zum tieferen Niveau fließt, wird seine potenzielle Energie in kinetische Energie umgewandelt. Diese kinetische Energie treibt Turbinen an, die mit Generatoren verbunden sind, die wiederum elektrischen Strom erzeugen.

Wasserkraft bietet eine zuverlässige und konstante Energiequelle, die im Einklang mit den natürlichen Wasserkreisläufen arbeitet. Sie produziert keine Luftverschmutzung oder Treibhausgasemissionen während des Betriebs und trägt somit zur Reduzierung der Umweltbelastung bei.

Obwohl Wasserkraft viele Vorteile bietet, gibt es auch Herausforderungen und Einschränkungen. Der Bau von Staudämmen kann ökologische Auswirkungen haben, wie die Unterbrechung von Fischwanderungen und die Veränderung des natürlichen Lebensraums. Außerdem sind Wasserkraftwerke standortspezifisch und erfordern ausreichende Wassermengen und topografische Bedingungen, um effizient zu funktionieren. Durch sehr hohe Investitionskosten für Entnahmebauwerke sowie die niedrigen bereitgestellten Temperaturen, stellt die Wasserkraft in Bestandsgebieten zudem eine eher nachrangige Lösung dar.

3.3.4 Wasserstoff

Neben dem Wärmesektor spielt Wasserstoff im Stromsektor eine entscheidende Rolle. Wasserstoff kann überschüssigen Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind- und Solarenergie speichern, indem er durch Elektrolyse aus Wasser hergestellt wird. Dies ermöglicht eine flexible Nutzung von

erneuerbaren Energien, auch wenn die Nachfrage die energetisch aufwendige Stromerzeugung aus Wasserstoff übersteigt.

Bei der Verbrennung von Wasserstoff entstehen keine CO₂-Emissionen, wenn er aus erneuerbaren Quellen hergestellt wird. Dadurch kann Wasserstoff als sauberer Brennstoff für Stromerzeugungsanlagen dienen und zur Dekarbonisierung des Stromsektors beitragen.

Wasserstoff kann als Bindeglied zwischen verschiedenen Sektoren wie Strom, Verkehr und Industrie fungieren. Durch die Nutzung von grünem Wasserstoff (aus erneuerbaren Quellen erzeugt) können diese Sektoren ihre Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringern und einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Insgesamt bietet Wasserstoff im Stromsektor vielfältige Möglichkeiten zur Dekarbonisierung, Speicherung erneuerbarer Energie und Integration verschiedener Sektoren. Mit zunehmender Entwicklung von Technologien und politischer Unterstützung könnte Wasserstoff eine zentrale Rolle in der zukünftigen Energieversorgung spielen. Zum aktuellen Zeitpunkt bedarf es allerdings erheblicher Investitionen in die Wasserstoffinfrastruktur, einschließlich Elektrolyseure, Pipelines, Tankstellen und Speichermöglichkeiten.

3.4 VERKEHR

Um die Klimaschutzziele im Sektor Verkehr zu erreichen, muss ein Technologiewechsel auf alternative Antriebskonzepte (z. B. E-Motoren und Brennstoffzellen) sowie eine Verkehrsverlagerung Richtung „Umweltverbund“ stattfinden. Unter Umweltverbund werden dabei alle umweltverträglichen Verkehrsmittel verstanden, darunter fallen der ÖPNV, Carsharing und Mitfahrzentralen sowie nicht motorisierte Verkehre, wie etwa das Bestreiten von Wegen zu Fuß oder mit dem Fahrrad. Des Weiteren ist eine Verlagerung des Gütertransports auf die Schiene anzustreben (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

3.5 ALL ELECTRIC - SEKTORENKOPPLUNG

„All Electric“ steht für ein Energieversorgungssystem, bei dem regenerativ gewonnener Strom die zentrale Energieform darstellt und darüber die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität koppelt. Sowohl die Wärmeversorgung als auch die Mobilität erfolgt elektrisch. Der hierfür notwendige Strom könnte zu einem Teil direkt aus der hauseigenen PV-Anlage stammen. Die Wärmeerzeugung erfolgt z. B. durch eine Wärmepumpe oder ein Wärmenetz, basierend auf strombasierten Wärmeerzeugern. Eine wichtige Grundlage bildet hierbei die Kopplung der Sektoren Wärme, Strom und Verkehr. Die Sektorenkopplung bildet im Rahmen der Energiewende eine Schlüsseltechnologie auf dem Weg zur Klimaneutralität. Mit zunehmender Elektrifizierung des Verkehr- sowie des Wärmesektors, gewinnt die regenerative Stromerzeugung weiter an Bedeutung. Aus diesem Grund sollte der Ausbau der in diesem Kapitel beschriebenen Technologien vorangetrieben werden.

4 POTENZIALANALYSE STADT MÖNCHENGLADBACH

Zur Erreichung der Klimaschutzziele sind die lokalen Wärmequellen zu identifizieren und zu nutzen. Wie in Kapitel 3 beschrieben, stehen dazu unterschiedliche Technologien zur Verfügung, von denen einige bereits ausgereift und jahrzehntelang erprobt sind, während andere neue Technologien aktuell noch nicht wirtschaftlich eingesetzt werden können.

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden zum einen verschiedene Möglichkeiten zur Endenergieeinsparung aufgezeigt und bewertet. Zum anderen werden Potenziale zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Bereich der Strom- und Wärmeversorgung beschrieben. Die daraus resultierenden Ergebnisse sind die Grundlage für die in Kapitel 6 aufgestellten Szenarien zur zukünftigen Wärmeversorgung in Mönchengladbach.

Für das Stadtgebiet werden zwei Ausbauschritte der erneuerbaren Wärmeversorgung betrachtet. Stufe eins deckt einen Zeithorizont bis 2030 ab und enthält die Zielvorgabe einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 75 % im Vergleich zur Ausgangsbilanz (vgl. Bestandsanalyse). Dieses Zwischenziel wird durch das Anstreben einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2045 fortgeschrieben. In einigen Kapiteln wurde bereits auf die Begriffe Trend- und Klimaschuttszenario eingegangen, da diese die Grundlage für die Szenarioentwicklung darstellt. Im Trendszenario wird das Vorgehen beschrieben, wenn keine bzw. gering klimaschutzfördernde Maßnahmen umgesetzt werden. Im Klimaschuttszenario hingegen werden vermehrt klimaschutzfördernde Maßnahmen mit einbezogen. Eine genauere Erläuterung erfolgt im Kapitel 6.1, in welchem die Maßnahmenentwicklung bis zum Jahr 2045 dargestellt wird.

Die Auswertung der Potenziale erfolgt in den folgenden Unterkapiteln.

4.1 EIGNUNGSGEBIETE FÜR WÄRMENETZE IN MG

Auf Basis der in der Bestandsanalyse ermittelten Wärmebedarfe (siehe Kapitel 2.4) wurden mögliche Wärmenetz-Eignungsgebiete für die Stadt Mönchengladbach ermittelt. Diese Untersuchung basiert auf mehreren Faktoren, wie der Wärmelinien- als auch der Wärmebedarfsdichte. Ein zentrales Kerngebiet zur Versorgung der umliegenden Gebäude mit Wärmenetzen befindet sich in Bereichen mit hoher Wärmeabnahme und ist in nachfolgender Abbildung 4-1 orange dargestellt. Diese Gebiete liegen innerhalb der zentralen Zentrumsbereiche. An diese Kerngebiete grenzen Erweiterungsgebiete an, die aufgrund ihrer Verortung und Eigenschaften das Potenzial zur Netzerweiterung haben. Kleinere Wärmeinseln mit umliegend allerdings geringen Wärmebedarfsdichten bieten sich aus wirtschaftlicher Sicht weniger als Wärmenetzgebiete an. Diese Gebiete wurden als potenzielle Keimzellen gekennzeichnet und sind in der Karte blau dargestellt. Der Großteil des Stadtgebietes Mönchengladbachs wird voraussichtlich auch in Zukunft nicht an ein Wärmenetz angeschlossen. Für diese Gebäude ist demnach im Zuge der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung die Umstellung auf eine dezentrale Wärmeversorgung erforderlich.

13.184 der insgesamt 61.467 Gebäude im gesamten Stadtgebiet liegen innerhalb von Wärmenetzeignungsgebieten. Bei einer angenommenen Anschlussquote von 60 % der möglichen Gebäude an ein potenzielles Wärmenetz würden mit 7.910 Gebäuden rund 13 % der Gebäude Mönchengladbachs bei einer Umsetzung der identifizierten Wärmenetzeignungsgebiete an ein Wärmenetz angeschlossen. Würden alle potenziell möglichen Gebäude angeschlossen (d. h. 100 %-Anschlussquote), läge der Anteil der durch ein Wärmenetz versorgten Gebäude bei rund 21 %.

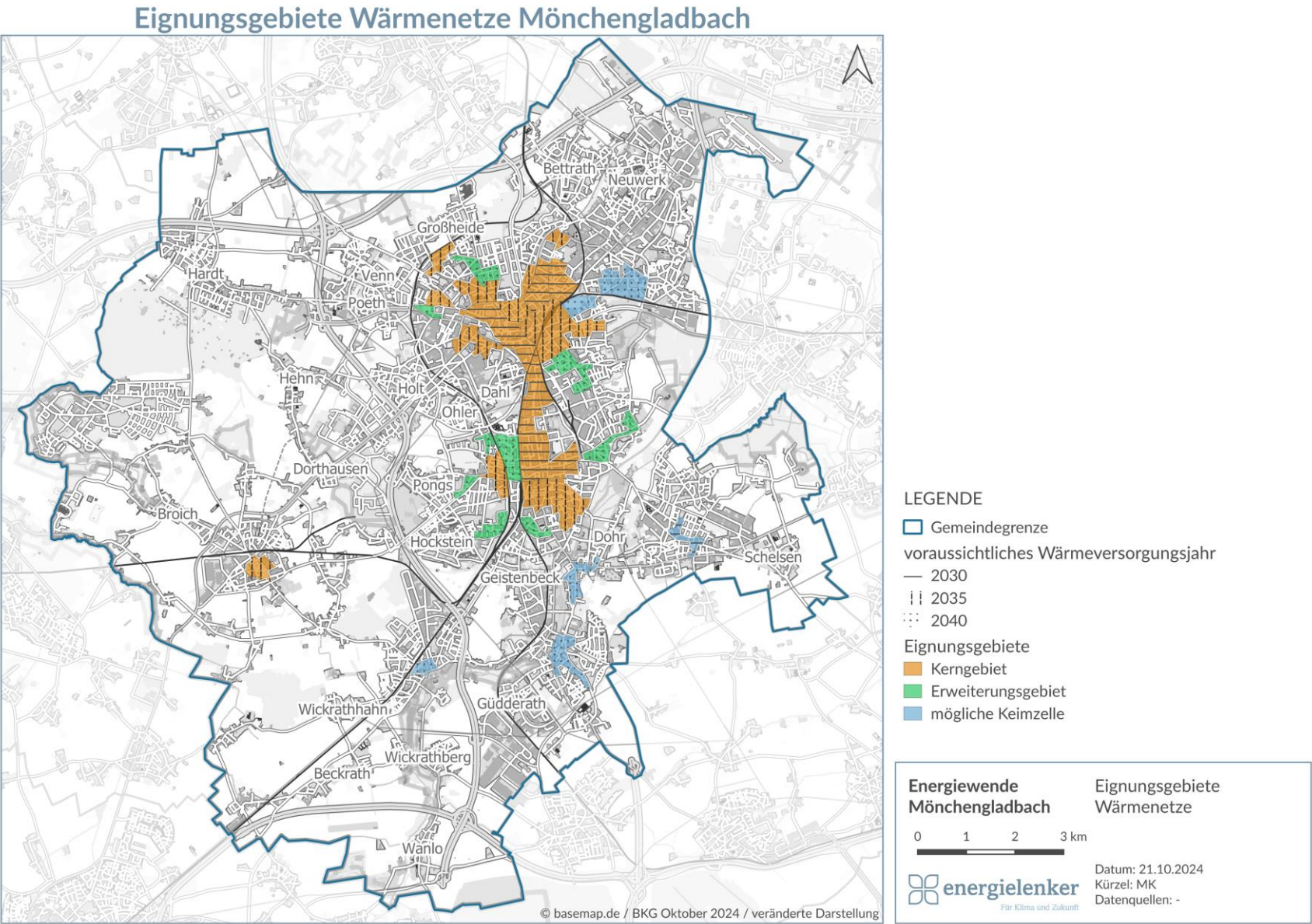


Abbildung 4-1: Eignungsgebiete Mönchengladbach

In Abbildung 4-3 werden potenzielle Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2045 dargestellt. Hierbei ist die Darstellung der Eignungsgebiete in Form von Kerngebieten mit einer hohen und mittleren Wahrscheinlichkeit auf eine Wärmenetzversorgung, die Darstellung potenzieller Nutzung von Abwasserwärme im Radius von Abwasserschächten. Zentral um einen Abwasserschacht besteht das größte Nutzungspotenzial, während mit zunehmendem Radius das Potenzial sinkt (Kategorisch abnehmend von 6 bis 1). Überschneidungsgebiete von Eignungsgebieten und Abwärmepotenzialen weisen hierbei auf eine mögliche Nutzung von Abwasserwärme hin.

Nachfolgend wird die Eignung für zentraler Wärmeversorgungslösungen in Mönchengladbach kartografisch dargestellt.

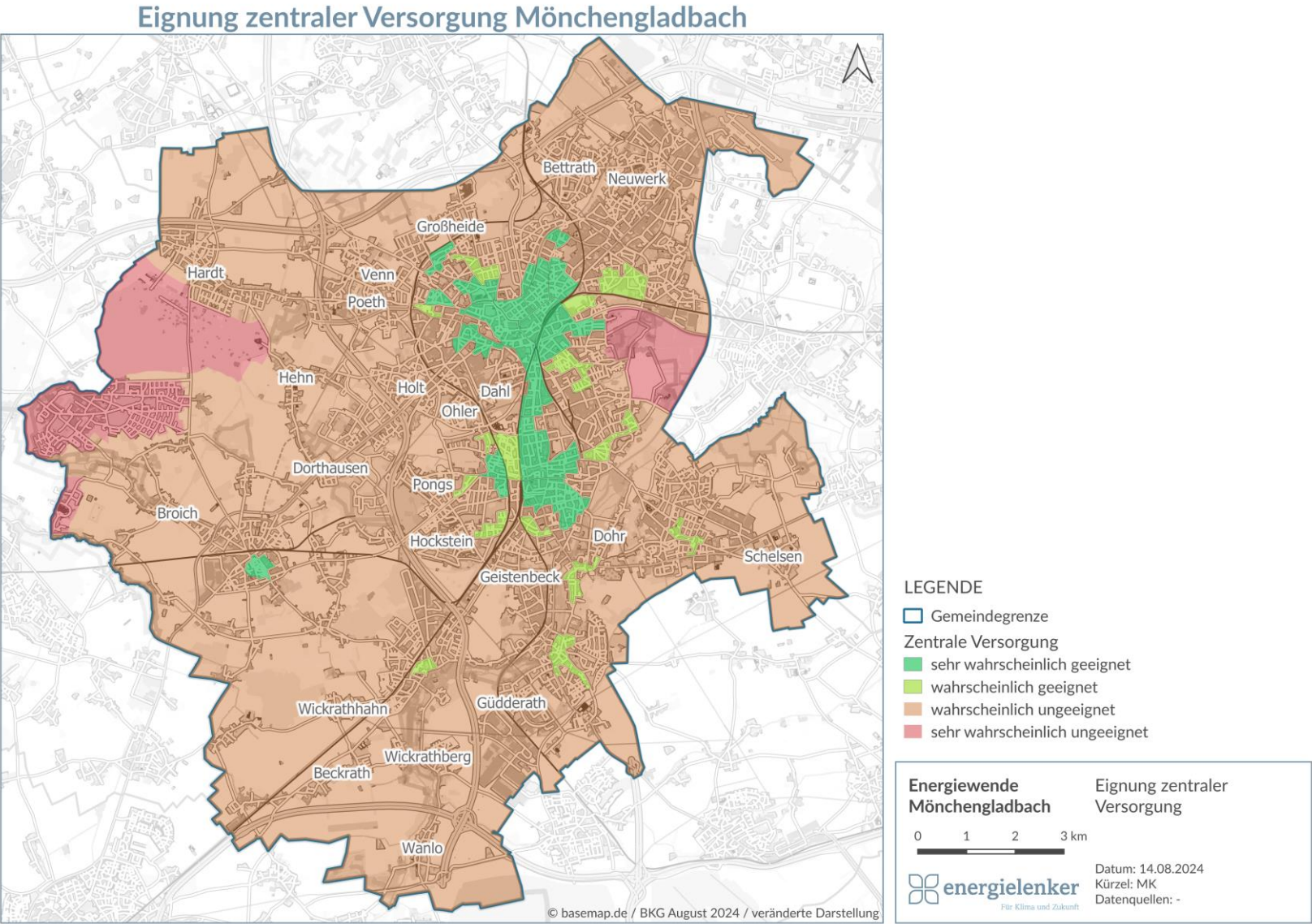


Abbildung 4-2:Eignung zentraler Versorgung Mönchengladbach

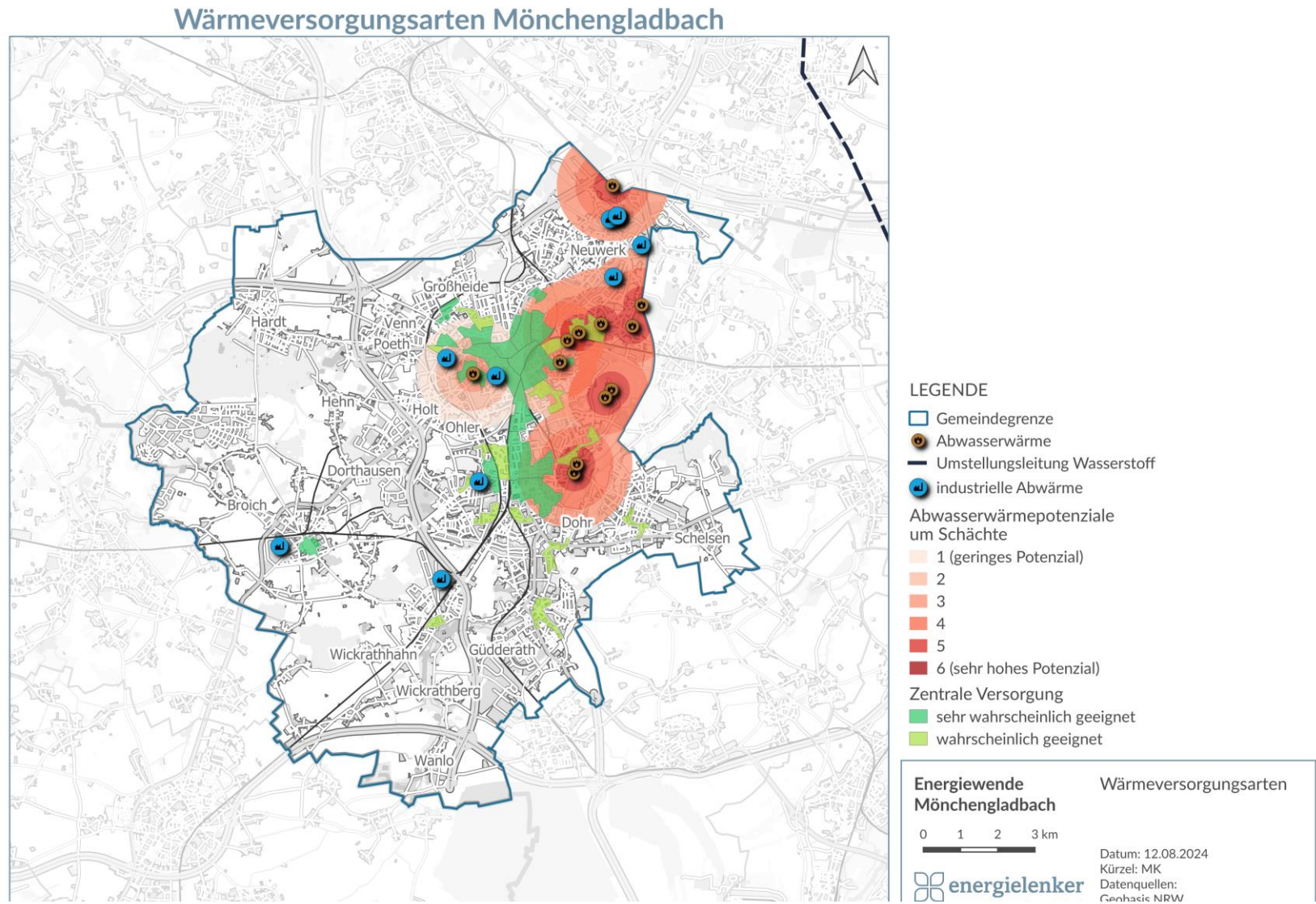


Abbildung 4-3: Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr

4.2 ENERGIEEINSPARPOTENZIAL DER WOHNGEBÄUDE UND KOMMUNALEN GEBÄUDE IN MG

Wichtiger Bestandteil bei der Bewältigung der Energiewende ist die energetische Sanierung der Bestandsgebäude. Durch eine hochwertige Wärmedämmung der Gebäudehülle können die Transmissionswärmeverluste und damit der Endenergiebedarf des Gebäudes erheblich reduziert werden. Ein geringerer Endenergiebedarf ist bereits unabhängig vom eingesetzten Energieträger mit einer Minderung der CO₂-Emissionen verbunden. Für die Umrüstung einer bestehenden fossilen Wärmeerzeugung (z. B. Erdgas- oder Heizölkessel) auf eine Anlage auf Basis erneuerbarer Energien (z. B. Wärmenetz oder Wärmepumpe) ist es von erheblichem Vorteil zunächst den Endenergiebedarf der Einzelgebäude zu reduzieren, um bei der Auslegung des neuen Erzeugers die benötigte Anschlussleistung zu verringern. Somit können materielle Ressourcen eingespart und Investitionskosten gesenkt werden.

Bei der energetischen Gebäudesanierung kommt den Synergieeffekten eine besondere Rolle zu. Neben der Einsparung von Endenergie, CO₂-Emissionen und Energiekosten, führen die Maßnahmen in Bestandsgebäuden zu einer Verbesserung der Behaglichkeit durch Vermeidung von Luftzug und des erhöhten Wärmeeintrags im Sommer. Außerdem ist eine Sanierung in der Regel mit einer Wertsteigerung der Immobilie und einer positiven Wirkung auf das Stadtbild verbunden. Die Attraktivität von Standorten kann dadurch gesteigert werden.

Die Potenzialbetrachtung für Sanierungsgebiete setzt den Fokus auf Wohngebäude und kommunale Gebäude. Der Endenergiebedarf für Gebäude aus dem Sektor Wirtschaft wird maßgeblich durch den Energieeinsatz für beispielsweise die Produktion und nicht für die Raumwärme (Gebäudebetrieb) bestimmt. Eine Sanierung der Gebäudehülle generiert für diese Gebäude eine vergleichsweise geringe Einsparung.

Nachfolgend wird kartografisch dargelegt, welche Teilgebiete im Stadtgebiet ein erhöhtes Energieeinsparpotenzial aufweisen. Dies basiert auf einer überdurchschnittlichen Wärmeliniendichte und dem sich daraus ergebenden Einsparpotenzial des Wärmebedarfs, sowie dem Baujahr und dem damit verbundenen Sanierungsstand.

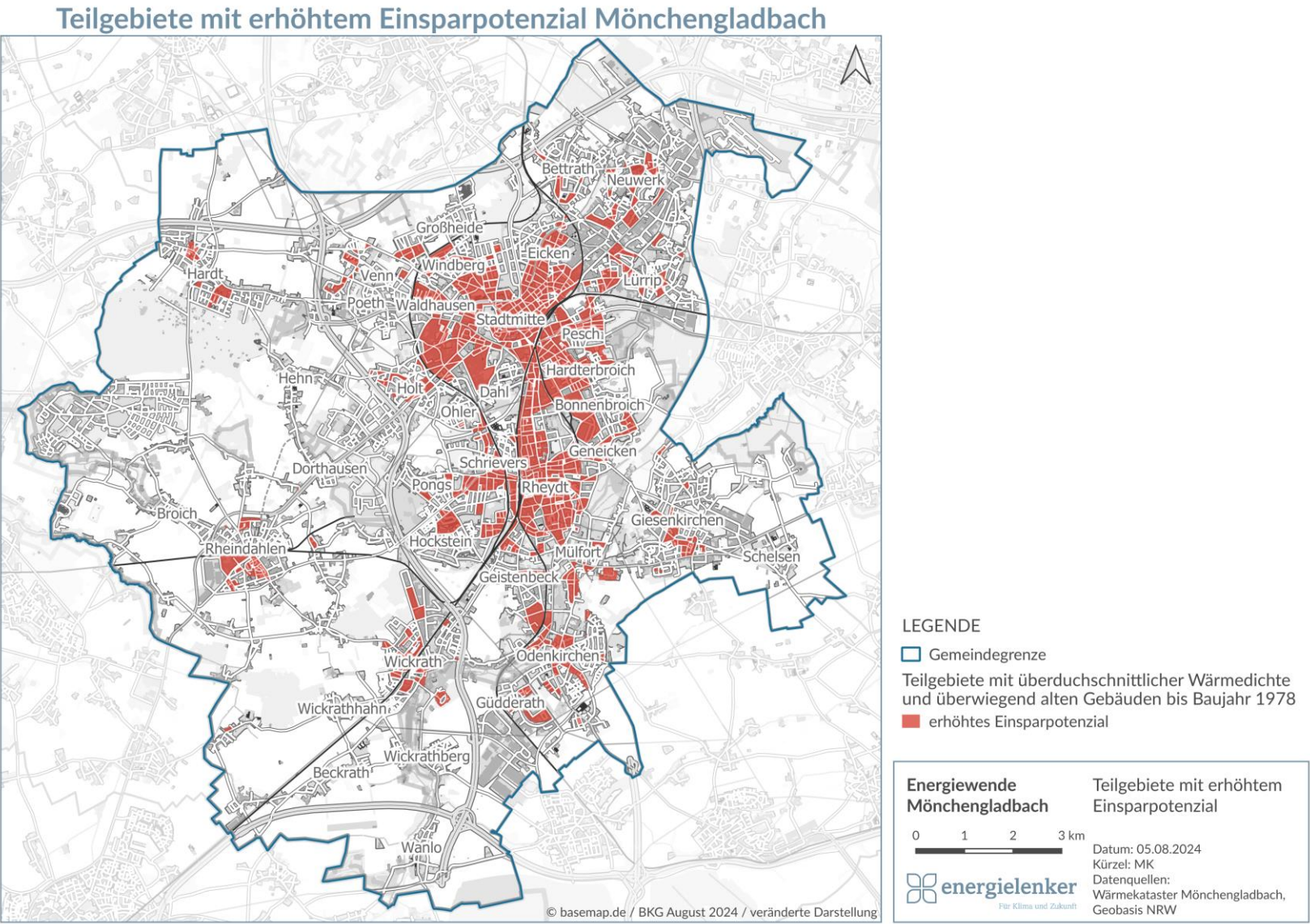


Abbildung 4-4: Teilgebiete mit erhöhtem Einsparpotenzial in Mönchengladbach

Zur Abschätzung der Höhe des Einsparpotenzials wurde zunächst die Altersstruktur der Gebäude im Stadtgebiet ermittelt (s. Abbildung 4-5).

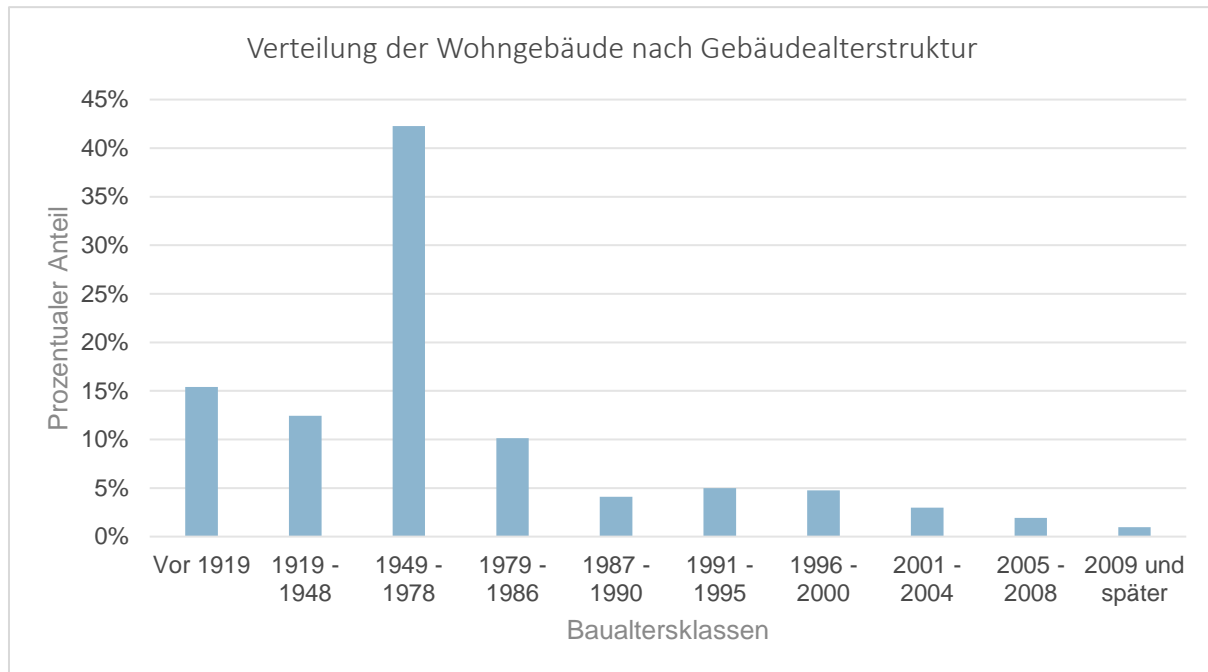


Abbildung 4-5: Altersstruktur der Wohngebäude - Mönchengladbach
(Quelle: energielenker projects; Datengrundlage Zensus 2011)

69 % der Wohngebäude in Mönchengladbach wurden vor 1978 errichtet, also vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung von 1978. Die Verordnung definierte erstmals Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden und legte fest, wie der Wärmeverlust durch die Gebäudehülle begrenzt werden sollte. Die Tatsache, dass der überwiegende Anteil vor der Wärmeschutzverordnung entstand, lässt auf ein erhebliches Potenzial zur Energieeinsparung durch energetische Sanierung der Gebäude im Sektor private Haushalte schließen. Folgende Abbildung 4-6 bekräftigt dieses Ergebnis. In dieser Abbildung ist der durchschnittliche Endenergiebedarf für Wohngebäude dargestellt. In dieser Abbildung ist der durchschnittliche Endenergiebedarf für Wohngebäude verschiedener Altersklassen aufgeführt. Der Durchschnittswert des Energiebedarfs beträgt für Mönchengladbach 177 kWh/m²a und liegt damit deutlich über dem Wert modernerer Gebäude.

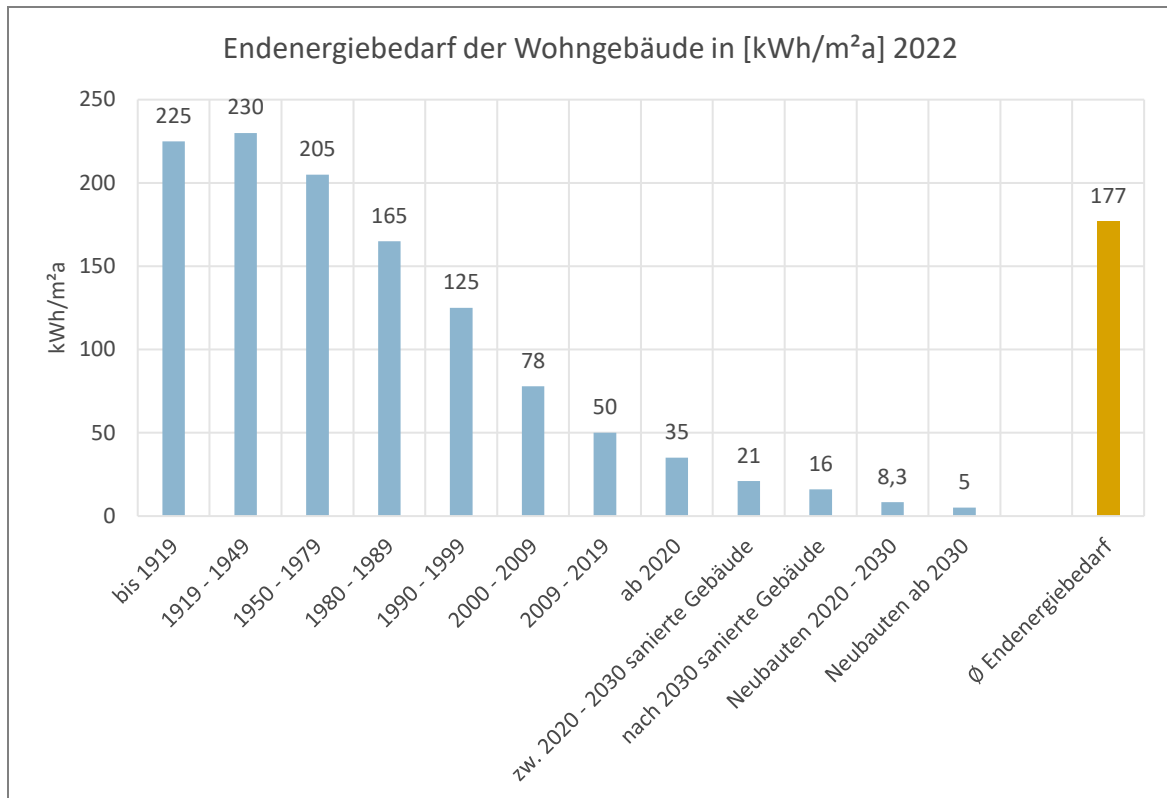


Abbildung 4-6: Endenergiebedarf der Wohngebäude - Mönchengladbach
(Quelle: energieleiker projects; Datengrundlage Handbuch Klimaschutz 2020)

Zur Ermittlung des Einsparpotenzials der Wohngebäude wurde die Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt [IWU Darmstadt 2015] herangezogen. Die Typologie hat für verschiedene Gebäudetypen und Altersklassen spezifische Endenergiebedarfe und Energiebezugsflächen bestimmt. Da die Altersklassen des Zensus 2011 nicht den Kategorien der maßgebenden IWU-Gebäudetypologie entsprechen, wurde die Aufteilung an diese angepasst. Die großen Mehrfamilienhäuser wurden der Gebäudeklasse der Mehrfamilienhäuser zugeordnet.

Zur Bewertung des Einsparpotenzials wurden die Referenzgebäudetypen aus der IWU-Gebäudetypologie mit verschiedenen Sanierungsraten und -tiefen simuliert. Die Differenz zwischen dem durchschnittlichen Endenergiebedarf nach IWU-Typologie und dem nach der simulierten Sanierung, ergibt das Einsparpotential. Die Sanierungsvariante auf KfW 55-Standard setzt die Maßgaben der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW-Bank) für die Förderung von Einzelmaßnahmen (Technischen Mindestanforderung des KfW-Programms 151/152/430, ab Juli 2021 BEG WG) als Sanierungsniveau an.

Für die Entwicklung der Sanierungen wurden zwei Szenarien entwickelt, im Folgenden als Trend- und Klimaschutzszenario bezeichnet (siehe Kapitel 6). Im Trendszenario wird von einer Sanierungsrate von 0,8 % pro Jahr ausgegangen und einer Sanierungstiefe auf das Niveau eines GEG-Effizienzhaus 70. Ein Effizienzhaus 70 benötigt im Vergleich zu einem Standard-Neubau (Effizienzhaus 100 definiert nach Gebäudeenergiegesetz) 30 % weniger Primärenergie. Durch diese Maßnahmen ergibt sich, wie aus Abbildung 4-7 entnommen werden kann, ein Einsparpotential von 13 % des Endenergiebedarfs. Im Klimaschutzszenario beträgt die Einsparung mit 57 % deutlich mehr. Erzielt wird dies durch eine jährliche Steigerung der Sanierungsrate um 0,1 %, sowie Sanierungstiefen, die dem EH55-Standard und EH40-Standard entsprechen. Das Klimaschutzszenario orientiert sich an der Studie „Handbuch Klimaschutz“ [2020] in dem die 1,5 °C Ziele für Deutschland definiert werden.

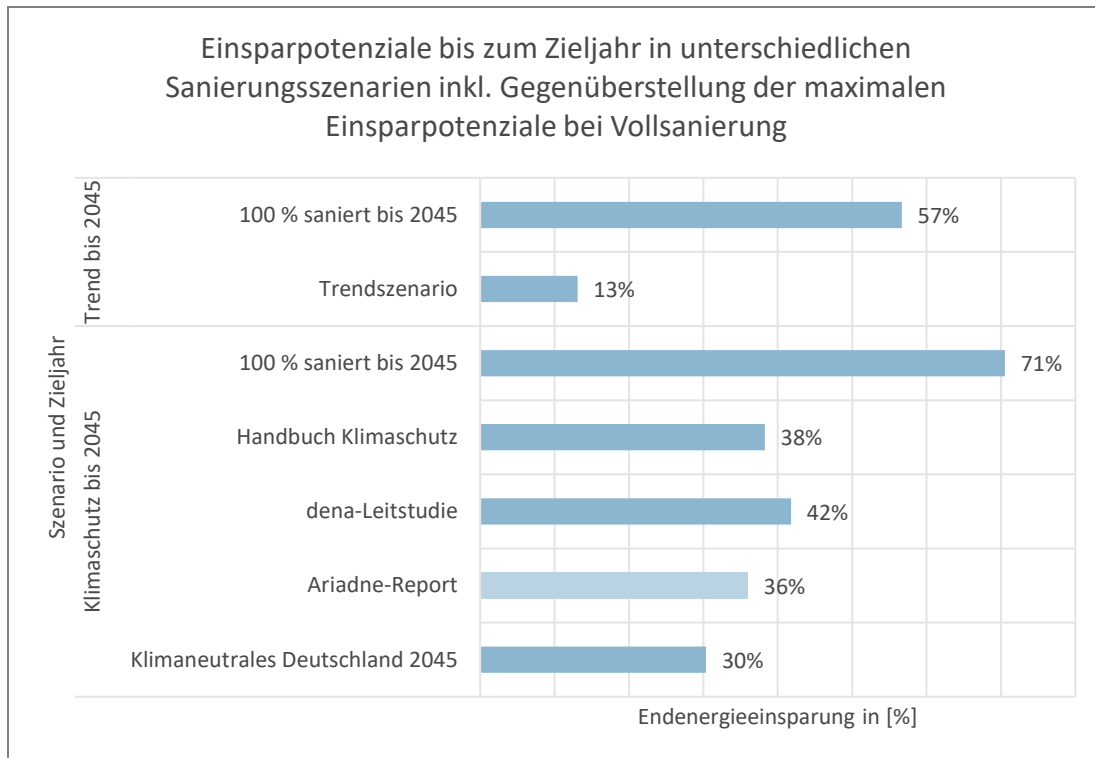


Abbildung 4-7: Einsparpotenzial bis zum Zieljahr - Mönchengladbach
(Quelle: energienker projects; Datengrundlage Handbuch Klimaschutz 2020)

Abbildung 4-8 stellt diese Einsparungen über den zeitlichen Verlauf bis zum angestrebten Zieljahr 2045 in absoluten Werten dar. Der Strombedarf ist hierbei mit inbegriffen. Im Zieljahr 2045 ergibt sich für das Klimaschuttszenario in Mönchengladbach eine um über 500.000 MWh/a höhere Einsparung im Vergleich zum Trendszenario. Konkret beträgt der Endenergiebedarf privater Haushalte für Strom und Wärme für dieses Szenario im Jahr 2045 1.626.000 MWh.

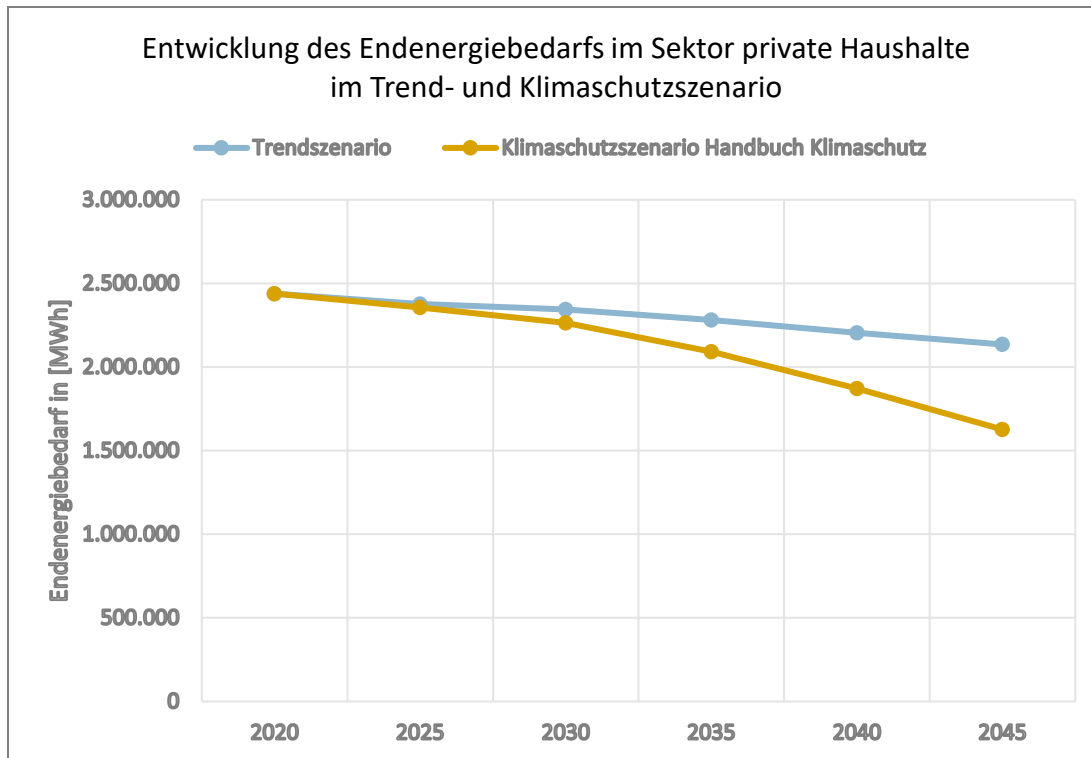


Abbildung 4-8: Entwicklung Endenergiebedarf private Haushalte - Mönchengladbach [energielenker projects; Datengrundlage Handbuch Klimaschutz 2020]

Neben der Sanierung der Gebäudehüllen kann der Endenergiebedarf durch einen Heizungstausch gesenkt werden. Dies begründet sich durch den höheren Wirkungsgrad moderner Anlagen, der es erlaubt, in den wärmeerzeugenden Anlagen weniger Energie bei gleichbleibendem Ertrag einzusetzen.

Zur Bestimmung des maximalen Einsparpotenzials wird angenommen, dass jede vorhandene Anlage bis 2045 saniert wird. Grundlage dieser Annahme ist zum einen die VDI-Richtlinie 2067 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“, wonach Heizungsanlagen im Gebäudesektor eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 18 Jahren aufweisen. Zum anderen das angestrebte Ziel der Stadt Mönchengladbach, Treibhausgasneutralität zu erreichen.

Für die quantitative Abschätzung der Endenergieeinsparungen beim Austausch von Heizungsanlagen, werden folgende prozentuale Einsparungen durch eine verbesserte Effizienz der Heizungsanlagen (z. B. Einsatz von Brennwerttechnik, verbesserte Anlagentechnik) gegenüber den bestehenden Anlagen zugrunde gelegt: Diese sind in der folgenden Tabelle nach den beiden Szenarien Trend- und Klimaschutzszenario unterteilt.

Tabelle 4-1: Einsparung des Wärmebedarfs durch verbesserte Anlageneffizienz [energielenker projects]

Szenarien zur Energieeinsparung	Prozentuale Einsparung des Wärmebedarfs
Trend Szenario	14 %
Klimaschutzszenario	31 %

Bei Betrachtung der beiden Szenarien entsteht eine Reduzierung des Wärmebedarfs im Trendszenario von 14 % und im Klimaschutzszenario von 31 %. Die Einsparungen durch Heizungstausch bzw. Energieträgerwechsel werden dabei sektorenübergreifend angesetzt. Nicht berücksichtigt sind hierbei die entstehenden Strombedarfe zur Wärmebereitstellung durch Wärmepumpen und synthetisches Methan.

4.3 ENERGIEEINSPARPOTENZIALE DES WIRTSCHAFTSSEKTORS IN MG

Im industriellen Bereich liegen die Einsparpotenziale vor allem im effizienteren Umgang mit Prozesswärme (Brennstoffe) und mechanischer Energie (Strom). Im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) wird dagegen ein großer Teil der Energie zur Bereitstellung von Raumwärme sowie zur Beleuchtung und Kommunikation eingesetzt.

Die Ermittlung der Einsparpotenziale von Industrie und GHD in den Bereichen Raumwärme, Warmwasser sowie Prozesswärme erfolgt auf Grundlage der Annahmen des „Handbuch Klimaschutz“.¹ Dieses weist in den zwei Szenarien Potenziale für die Entwicklung des Energiebedarfes in Industrie sowie GHD aus. Die Annahmen werden jeweils für das Trend- bzw. für das Klimaschutzszenario zugrunde gelegt.

Die nachfolgenden Tabellen stellen die Entwicklung der einzelnen Sektoren wie Prozesswärme, mechanische Energie etc. im Bereich des Wirtschaftssektors in Prozent dar.

Tabelle 4-2: Grundlagendaten für Trendszenario [energielenker projects]

Energiebedarfsszenario	Trendszenario 2045	Klimaschutzszenario 2045
Prozesswärme	88%	88%
Mechanische Energie	76%	67%
Informations- & Kommunikationstechnik (IKT)	101%	101%
Kälteerzeuger	79%	72%
Klimakälte	79%	72%
Beleuchtung	63%	63%
Warmwasser	96%	88%
Raumwärme	67%	56%

In den Szenarien ist kein Wirtschaftswachstum berücksichtigt. Es muss beachtet werden, dass bereits ein geringes Wirtschaftswachstum einen gravierenden Unterschied in der Energie- und THG-Bilanz ausmachen kann. Die Bedarfe für das Ausgangsjahr und die prognostizierten Werte für das Zieljahr des jeweiligen Szenarios können der Abbildung 4-9 entnommen werden.

¹ Quelle: Handbuch Klimaschutz, Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann. 2020

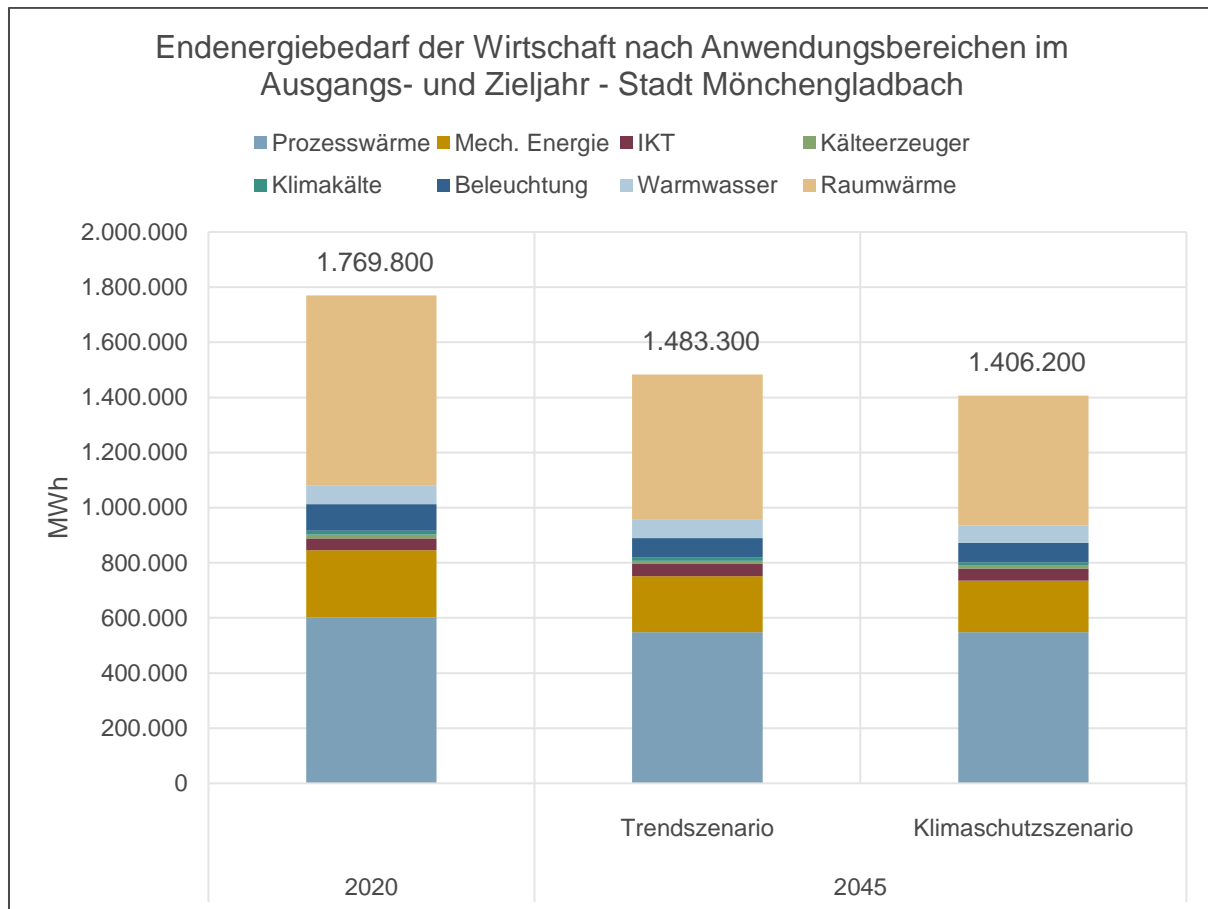


Abbildung 4-9: Entwicklung Endenergiebedarf in der Wirtschaft nach Anwendungsbereichen - Mönchengladbach
(Quelle: nergienker projects; Datengrundlage IREES GmbH Institut 2015)

Aus den Berechnungen resultieren Einsparpotenziale im Wirtschaftssektor von 16 % im Trendszenario und 21 % im Klimaschutzszenario. Abbildung 4-10 veranschaulicht die prozentuale Entwicklung im zeitlichen Verlauf. Für die Betriebe innerhalb des Gebiets der Stadt Mönchengladbach ist somit in beiden Szenarien von einer Reduktion der Energieverbräuche auszugehen. Besonders hohes Potenzial wird den Wirtschaftsbetrieben im Stadtgebiet bei Beleuchtung und Raumwärme zugeschrieben. In Zukunft sollte somit neben den anderen Sektoren private Haushalte und öffentliche Gebäude der Fokus auch auf die Reduktion des Energieverbrauchs der Wirtschaftsbetriebe im Stadtgebiet gelegt werden.

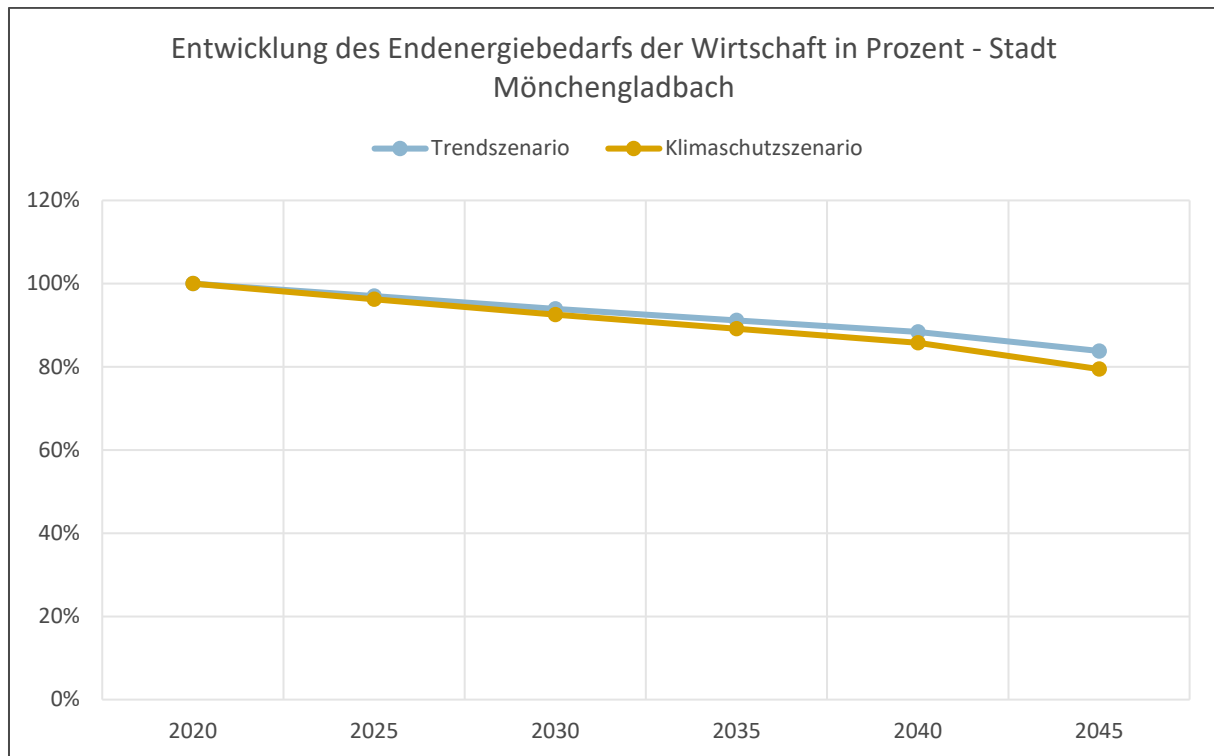


Abbildung 4-10: Prozentuale Entwicklung Endenergiebedarf in der Wirtschaft nach Anwendungsbereichen - Mönchengladbach [energielenker projects; Datengrundlage IREES GmbH Institut 2015]

4.4 ERZEUGUNGSPOTENZIAL PHOTOVOLTAIK/SOLARTHERMIE IN MG

Eine entscheidende Rolle bei der Energieerzeugung mittels Erneuerbarer Energien spielen Photovoltaik und Solarthermie. Die Errichtung von PV-Anlagen erzeugt Flächenbedarf. Damit ist sie raumwirksam und unterliegen (raum-)planerischen Voraussetzungen. Das theoretische Photovoltaikpotenzial für das gesamte Stadtgebiet Mönchengladbachs wurde unter Berücksichtigung des zum Ermittlungszeitpunkt geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen ermittelt. Grundlagen waren das Erneuerbare-Energien-Gesetz 2023 (EEG), das Baugesetzbuch (BauGB), der Landesentwicklungsplan NRW, der Regionalplan Düsseldorf, der Flächennutzungsplan sowie Bebauungspläne der Stadt Mönchengladbach.

Es besteht eine Flächenkonkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarthermie (vgl. Kapitel 3). Aufgrund der in der Regel besseren Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen und der vielfältigeren Nutzungsmöglichkeiten sowie der Speicherbarkeit der gewonnenen Energie wird davon ausgegangen, dass Solarthermieranlagen voraussichtlich eine geringere Bedeutung haben werden. Dennoch können die identifizierten Potenzialflächen gleichermaßen für Photovoltaik und Solarthermie genutzt werden.

4.4.1 Anforderungen Raumplanung und rechtliche Rahmenbedingungen Photovoltaik

Bundesraumordnung



Abbildung 4-11: Raumordnung, Planungsebenen (eigene Darstellung)

Aus raumordnerischer Perspektive spielt das Raumordnungsgesetz (ROG) eine allgemeine Rolle für die Errichtung und Inbetriebnahme von Freiflächen-Photovoltaikanlagen. § 2 (2) Nr. 6 ROG beschreibt, dass den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes Rechnung zu tragen ist, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen. Dabei sind die räumlichen Voraussetzungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien, für eine sparsame Energienutzung sowie für den Erhalt und die Entwicklung natürlicher Senken für klimaschädliche Stoffe und für die Einlagerung dieser Stoffe zu schaffen. Diese Festlegungen sind als Ziele und Grundsätze in Landes- und Regionalplänen verankert.

Die Abbildung 4-9 zeigt das Gegenstromprinzip der Bundesraumordnung mit seinen verschiedenen Planungsebenen.

Landesplanung

Der Landesentwicklungsplan (LEP) ist eines der wichtigsten Steuerungsinstrumente der Landesplanung. Er legt die Ziele und Grundsätze für die räumliche Entwicklung des gesamten Landes fest und dient als verbindliche Vorlage für die Regionalplanung. In ihm wird die angestrebte Entwicklung Nordrhein-Westfalens festgehalten. Grundsätze sind allgemeine Vorgaben und der Abwägung zugänglich, Ziele hingegen verbindliche Vorgaben für die nachfolgenden Abwägungs- und Ermessensentscheidung zur Entwicklung des Raums. Dabei beschreibt der LEP verschiedene Ziele und Grundsätze, die sowohl textlich als auch zeichnerisch festgelegt werden.

Für die Solarenergie setzt der LEP NRW Ziele voraus, welche verbindlich für die untergeordneten Planungsebenen einzuhalten sind. Hierzu sieht der LEP in Kapitel „10.2-5 Ziel Solarenergienutzung“ vor, dass die Inanspruchnahme von Flächen für raumbedeutsame Nutzung der Solarenergie möglich ist, wenn der Standort mit der Schutz- und Nutzungsfunktion der jeweiligen Festlegungen im Regionalplan vereinbar ist und es sich um

- die Wiedernutzung von gewerblichen, bergbaulichen, verkehrlichen oder wohnungsbaulichen Brachflächen oder baulich geprägten militärischen Konversionsflächen,

- Aufschüttungen oder
- Standorte entlang Bundesfernstraßen oder Schienenwege mit überregionaler Bedeutung handelt.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass diese Ziele sich ausschließlich auf raumbedeutsame Nutzungen der Solarenergie beschränken. D. h. Freiflächen-Photovoltaikanlagen (FF-PVA) können auch außerhalb der beschriebenen Fälle zulässig sein, solange sie nicht raumbedeutsam sind. Die Raumbedeutsamkeit i. S. d. § 3 (1) Nr. 6 ROG beinhaltet Planungen einschließlich der Raumordnungspläne, Vorhaben und sonstigen Maßnahmen, durch die Raum in Anspruch genommen oder die räumliche Entwicklung oder Funktion eines Gebiets beeinflusst wird. Mit dem *Erlass des Ministeriums für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes NRW zur Auslegung und Umsetzung von Festlegungen des LEPs*, wurde der Begriff der Raumbedeutsamkeit für Freiflächen-Photovoltaikanlagen am 28.12.2022 genauer definiert. Bei Freiflächen-Photovoltaikanlagen über 10 ha ist von einer Raumbedeutsamkeit i. S. d. Ziels 10.2-5 LEP auszugehen, wenn nicht Umstände des Einzelfalls der Raumbedeutsamkeit entgegenstehen. Bei Freiflächen-Photovoltaikanlagen zwischen 2 und 10 ha zur Raumbedeutsamkeit werden zur Orientierung die Größenklassen des UVPG herangezogen. Dementsprechend wird für die Freiflächen-Photovoltaikanlage von 2 ha bis weniger als 10 ha in der Regel eine Prüfung des Einzelfalls erforderlich sein, ob eine Raumbedeutsamkeit festgestellt werden kann. Bei Freiflächen-Photovoltaikanlagen kleiner als 2 ha kann, i. d. R. davon ausgegangen werden, dass diese Anlagen nicht raumbedeutsam sind und somit nicht unter die Festlegung des Ziels 10.2-5 LEP NRW fallen.

Änderungen LEP NRW

- Potenzial auf allen Flächen, sofern der jeweilige Standort mit der Schutz- und Nutzfunktion der jeweiligen Festlegung im Regionalplan vereinbar ist (Ziel).
- Raumbedeutsame Planung von Freiflächen-Solarenergieanlagen auf hochwertigen Ackerböden (BWZ > 55) darf nur für Agri-Photovoltaikanlagen erfolgen (Ziel).
- Die Inanspruchnahme von landwirtschaftlichen Kernräumen für raumbedeutsame Freiflächen-Solarenergieanlagen soll nur für Agri-PV-Anlagen erfolgen (Grundsatz).
- Der Grundsatz 10.2-17 legt im Falle der Abwägung fest, dass die Inanspruchnahme des Freiraums vorzugsweise auf folgenden Flächen geschehen soll:
 - ▶ geeignete Brachflächen,
 - ▶ geeignete Halden und Deponien,
 - ▶ geeignete Flächen in landwirtschaftlich benachteiligten Gebieten,
 - ▶ künstliche und erhebliche veränderte Oberflächengewässer oder
 - ▶ Windenergiebereiche, sofern diese mit der Vorrangfunktion dieser Bereiche vereinbar sind.
- Außerdem sollen vorzugsweise Flächen bis zu einer Entfernung von 500 m von Bundesfernstraßen, Landesstraßen und überregionalen Schienenwegen genutzt werden.
- Die Freiflächen-Solarenergienutzung im Siedlungsraum soll arrondierend als untergeordnete Nutzung die anderen gewerblichen und industriellen Nutzungen unterstützen.

Regionalplanung

Die Regionalplanung hat die Aufgabe, den Raum durch planerische Vorgaben (Ziele und Grundsätze), durch raumordnerische Zusammenarbeit und durch Abstimmung raumbedeutsamer Planungen und Maßnahmen zu entwickeln, zu ordnen und zu sichern.

Der Regionalplan Düsseldorf hat für den Klimaschutz und Klimaanpassungen folgende Grundsätze festgelegt:

„Den räumlichen Erfordernissen des Klimawandels soll bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen Rechnung getragen werden, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen.“

„Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken“ beziehen in diesem Zusammenhang auch den Ausbau von erneuerbaren Energien mit ein.

Außerdem beschreibt der Regionalplan Düsseldorf konkrete Ziele für Solarenergieanlagen. Im Z1 für Solarenergieanlagen ist festgesetzt, dass

- *„Standorte für raumbedeutsame und – wenn es sich um Standorte im Außenbereich handelt – zugleich nicht nach § 35 (1) BauGB privilegierte Solarenergieanlagen sind außerhalb der Gesamtheit der folgenden Bereiche nicht vorzusehen:*
- *Gewerbliche, industrielle, bergbauliche, verkehrliche und wohnungsbauliche Brachflächen,*
- *Baulich geprägte militärische Konversionsflächen,*
- *Aufschüttungen,*
- *Bereiche in einer Entfernung von bis zu 150 m zu bestehenden und zugleich jeweils im Regionalplan dargestellten Bundesfernstraßen und Schienenwege.“*

Nach Ziel 10.2-1 des LEP NRW zu sichernden Standorten bleiben von Z1 und Z2 unberührt.“

Ergänzend dazu schreibt der Regionalplan in Z2 vor:

„Nach Z1 mögliche Planungen oder Vorhaben dürfen nicht Bereichen mit besonders schutzwürdigen Böden liegen. Ausgenommen davon sind Vorhaben im Bereich von Halden, Aufschüttungen und Deponien, sofern die Anlagen die besonders schutzwürdigen Böden nicht berühren.“

Abschließend ist in Z3 festgesetzt:

„Vorgaben des Regionalplans in den Kapitel 3.1.1, 3.1.2, 3.3.1 und 4.5.1 gelten für solche Solarenergieanlagenplanungen und -vorhaben nicht, die mit den vorstehenden Z1 und Z2 vereinbar sind.“

Bauleitplanung

Die Bauleitplanung beschreibt die kommunale Maßstabsebene der räumlichen Planung. Neben dem EEG ist das Baugesetzbuch für den Bau von Freiflächen-Photovoltaikanlagen das einschlägige Gesetz. Das Baugesetzbuch übernimmt die Aufgabe „die bauliche und sonstige Nutzung der Grundstücke in der Gemeinde nach Maßgabe dieses Gesetzbuches vorzubereiten und zu leiten“ (§ 1 (1) BauGB). Mit Hilfe von Bauleitplänen (vorbereitender Bauleitplan: Flächennutzungsplan und verbindlicher Bauleitplan: Bebauungsplan) soll eine

„nachhaltige städtebauliche Entwicklung, die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt, und eine dem Wohl der Allgemeinheit dienenden sozialgerechten Bodennutzung unter Berücksichtigung der Wohnbedürfnisse gewährleisten. Sie soll dazu beitragen, eine menschwürdige Umwelt zu sichern, die

natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassungen, [...]“ (§ 1 (5) BauGB).

FF-PVA waren bislang im Gegensatz zu Windenergieanlagen und privilegierten energetischen Biomasseanlagen grundsätzlich nicht nach § 35 (1) BauGB im Außenbereich bauplanungsrechtlich privilegiert; ggf. können sie als Nebenanlagen einer sonstigen privilegierten Nutzung von dieser Privilegierung miteingezogen werden. Mit dem Gesetz zur sofortigen Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien im Städtebaurecht i. S. d. § 35 (1) Nr. 8b BauGB wurde eine Privilegierung von FF-PVA in bestimmten Gebietskulissen ab dem 01. Januar 2023 eingeführt. Im Außenbereich ist ein Vorhaben privilegiert zulässig, wenn es der Nutzung solarer Strahlungsenergie dient, auf einer Fläche längs von Autobahnen oder Schienenwegen des übergeordneten Netzes im Sinne des § 2b des Allgemeinen Eisenbahngesetzes mit mindestens zwei Hauptgleisen und in einer Entfernung zu diesen von bis zu 200 m, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn liegt. Für diese Vorhaben ist keine Bauleitplanung erforderlich. Der Planungsraum liegt außerhalb eines derartigen Korridors, weshalb eine Privilegierung nach § 35 (1) Nr. 8b BauGB für eine FF-PVA in diesem Fall nicht möglich ist.

Seit dem 06. Juli 2023 wurde im BauGB unter § 35 (1) Nr. 9 ein Zusatz eingepflegt, welcher die Privilegierung von besonderen Solaranlagen i. S. d. § 48 (1) Satz 1 Nummer 5 Buchstabe a, b oder c EEG beinhaltet. Dementsprechend ermöglicht das BauGB eine Privilegierung von Agri-PV Anlagen (vgl. Kapitel 2.1) unter folgenden Voraussetzungen:

- a) *„das Vorhaben steht in einem räumlichen-funktionalen Zusammenhang mit einem Betrieb nach Nummer 1 oder 2,*
- b) *die Grundfläche der besonderen Solaranlagen überschreitet nicht 25 000 Quadratmeter und*
- c) *es wird je Hofstelle oder Betriebsstandort nur eine Anlage betrieben.“ (§ 35 (1) Nr. 9 BauGB)*

Eine Ausnahme bildet die Festsetzung von Gewerbe- und Industriegebieten, wenn „Gewerbegebiete aller Art“ zulässig sind. In diesem Fall kann eine Freiflächen-Photovoltaikanlage auch ohne Bebauungsplanänderung genehmigt werden. Dies bestätigen aktuelle Rechtsprechungen des VGH München (Az.: 14 CS 10.2432), OVG Bautzen (Az.: 1 B 254/12) oder VG-Halle (Az.: 2B 217/19).

4.4.2 Bewertungsmatrix für Freiflächen-PV

Aus den rechtlichen Rahmenbedingungen wurde unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Faktoren eine Bewertungsmatrix erstellt. Die ermittelten Datengrundlagen haben für die Potenzialanalyse für Freiflächen-Photovoltaikanlagen (FF-PVA) eine unterschiedliche Gewichtung. So sind beispielweise Flächen, die innerhalb von Naturschutzgebieten liegen, gänzlich für die Planung einer FF-PVA ungeeignet, da hier eine Bebauung unzulässig ist. Auf der anderen Seite gibt es aber auch Parameter, die sich in mehrere Kategorien unterteilen lassen (z. B. die Bodenwertzahlen) und der Abwägung unterliegen. Bei dieser Bewertungsmatrix wurden die Kategorien Naturschutz, Wasserschutz, Bodenschutz, Flächennutzung, Topografie, Flächengröße und Flächen, die unter rechtlichen Rahmenbedingungen geeignet sind, betrachtet (s. Tabelle 4-3). Als Datengrundlage wurden hierfür raumplanerische Vorgaben, Flächennutzung, umwelt- und naturschutzfachliche Vorlagen (LANUV, Geologischer Dienst NRW) und andere Fachplanungen verwendet. In der nachfolgenden Tabelle ist die Bewertungsmatrix für Freiflächen-Photovoltaik aufgeführt.

Tabelle 4-3: Bewertungsmatrix Freiflächen-PV

Bewertungsmatrix für Freiflächen-Photovoltaik				
Flächenkategorie	Flächenpotenzial			Erläuterung
	Tabu	Mittel bis gering	Hoch	
Naturschutz				
EU-Vogelschutzgebiet	x			i.d.R. verboten, aufwändige Ausgleichsmaßnahmen
Flora-Fauna-Habitat (FFH) Gebiet	x			i.d.R. verboten, aufwändige Ausgleichsmaßnahmen
Naturschutzgebiet	x			Verboten
Gesetzlich geschütztes Biotop	x			Verboten
Landschaftsschutzgebiet		x		Potenzial vorhanden, Abstimmung mit UNB erforderlich
Geschützte Landschaftsbestandteile		x		Falls vorhanden
Biotopverbund	x			Konkurrierende Flächennutzung
Wasserschutz				
Fließgewässer	x			§ 38 WHG
Trinkwasserschutzgebiet		x		Abhängig von der Schutzzone
Hochwasserrisikogebiet	x			WHG §78b
Hochwasserschutzgebiet		x		Von jeglicher Bebauung freihalten – Nutzung nur mit aufwendigen Ausgleichsmaßnahmen möglich
Künstliches, stehendes Gewässer			x	Floating PV-Potentiale
Bodenschutz / Bodenwertzahlen				
Sehr gering (bis 18)			x	Nur für herkömmliche Freiflächenanlagen
Gering (18 bis 35)			x	
Mittel (35 bis 55)			x	
Hoch (55 bis 75)			x	Nur für Agri-PV-Anlagen
Sehr hoch (über 75)			x	
Flächennutzung				
Siedlung			x	Potenzial nur auf öffentlichen Parkplätzen (Einzelfallprüfung)
Landwirtschaft			x	
Wald	x			Waldumwandlungsverfahren
Gewerbe und Industrie			x	Erforderlich

Abgrabungen und Deponien		x		Abstimmung bzgl. Zwischennutzung/ Rekultivierungsaufgaben erforderlich
Flächen, die unter rechtlichen Rahmenbedingungen geeignet sind				
500 m Korridor von Autobahnen oder Schienen			x	Förderfähig nach § 37 EEG
200 m Korridor doppelgleisige Schienen und Autobahn			x	Privilegierung nach §35 (1) Nr. 8b BauGB und förderfähig nach § 37 EEG
Konversionsflächen			x	
Benachteiligte Gebiete			x	Bei Bodenwertzahlen <55
Topografie				
Hangneigung <5°			x	
Hangneigung >5° bei Südwest, Süd, Südost Ausrichtung			x	
Hangneigung >5° bei West, Nordwest, Nord, Nordost, Ost- Ausrichtung	x			Verschattung
Flächengröße				
Fläche kleiner als 1 ha	x			i.d.R. unwirtschaftlicher Betrieb
Fläche größer als 1 ha *			x	i.d.R. wirtschaftlicher Betrieb gegeben

* Anlagen, die kleiner als 2 ha sind, sind nicht raumbedeutsam und können somit unabhängig von Bundesfernstraßen, Schienen, Deponien etc. geplant werden.

4.4.3 Priorisierung Photovoltaik-Ausbau

Auf Basis der allgemeinen Bewertungsmatrix für Freiflächen-Photovoltaik (FFPV) erfolgte eine Priorisierung der grundsätzlichen Flächeneignung für Photovoltaik (PV)-Anlagen. Primäres Merkmal ist dabei der Aspekt der multifunktionalen Flächennutzung vor dem Hintergrund des sparsamen Umgangs mit Fläche. Die Stadt Mönchengladbach ist geprägt durch besonders fruchtbare Böden mit einer hohen Bodengüte. Angesichts des wachsenden Drucks auf die verfügbaren Flächen und der Notwendigkeit, eine nachhaltige Stadtentwicklung zu fördern, rückt die Vermeidung von Flächenverbrauch zunehmend in den Fokus. Da die Errichtung von PV-Anlagen auf bereits versiegelten Flächen keinen weiteren Flächenverbrauch bedeutet, werden alle versiegelten Flächen grundsätzlich höher bewertet als Freiflächen. Daraus entsteht folgende Priorisierung:

Tabelle 4-4: Priorisierung der Flächeneignung

Priorisierung	Art der Fläche	Bereits versiegelt?
1	Parkhäuser mit Dach (> 2.500 m ²)	ja
2	Gewerbedachflächen (> 1 ha)	ja
3	Parkplatzflächen (> 2.500 m ²)	ja
4	Freiflächenpotenziale neben Autobahn und Bahntrassen (> 1 ha)	nein
5	Agri-PV-Flächen	nein
6	Sonstige Freiflächen	nein
7	See (Tagebau)	nein

Die Priorisierung der Standorte für PV-Anlagen beruht neben dem flächenschonenden Ansatz auf verschiedenen weiteren Auswahl Faktoren. So wurden Parkhäuser mit Dächern und Gewerbedachflächen aufgrund ihrer Eignung für die Installation von PV-Modulen in den Prioritätsstufen 1 und 2 eingestuft (vgl. Tabelle 4-4: Priorisierung der Flächeneignung). Hinzu kommt, dass die Umsetzung von PV-Anlagen auf Dachflächen in der Regel technisch einfacher ist, sofern die statischen Anforderungen erfüllt sind. Zudem ist ihre Installation mit vergleichsweise geringerem finanziellem Aufwand verbunden.

Für Parkplatzflächen ist eine spezielle Konstruktion erforderlich, um PV-Anlagen zu installieren, weshalb sie hinter den Dachflächen, jedoch vor den Freiflächen, eingestuft werden.

Freiflächen entlang von Autobahnen und Bahntrassen nehmen in der Rangfolge Platz 4 ein, denn sie sind oft förderfähig und bieten ein hohes Potenzial. Überdies gibt es die Privilegierung eines 200 m-Korridors entlang doppelgleisiger Schienen und Autobahnen für FF-PVA gemäß Privilegierung nach §35 (1) Nr. 8b BauGB (vgl. Kapitel 4.4.1). Agri-PV, also die Integration von PV-Anlagen in landwirtschaftlich genutzte Flächen, wird an fünfter Stelle priorisiert, da die Fläche auf diese Weise doppelt genutzt werden kann. Andere Freiflächen haben die niedrigste Priorität für die Installation von PV-Anlagen, da zusätzlicher Flächenverbrauch stattfindet und diese Flächen für keine andere nachhaltige Nutzung zur Verfügung stehen.

4.4.4 Ergebnisse Photovoltaik-Potenzial in MG

Die nach den zuvor vorgestellten Kriterien erstellten Karten wurden in einem mehrstufigen Prozess gemeinsam mit Vertreter*innen der städtischen Fachabteilungen aus den Fachbereichen Umwelt, Stadtentwicklung und Planung sowie dem Dezernatsbüro analysiert und diskutiert. Hierzu wurden zwei Workshops durchgeführt, in denen die Vertreter*innen ihr Fachwissen einbrachten und auf relevante Planungen in Mönchengladbach hinwiesen. Darüber hinaus wurden den Fachabteilungen mehrere Feedback-Runden eingeräumt, in denen zusätzliche Anmerkungen gemacht werden konnten, um zu den folgenden Ergebnissen zu gelangen.

Die Ergebnisse sind auf vier Karten aufgeteilt, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen. Eine Karte zeigt das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Parkplätzen und Parkhäusern (s. Abbildung 4-10). Hier wurden Parkhäuser und Parkplätze mit einer Größe von mehr als 2.500 m² betrachtet. Auf der Karte für Gewerbedachflächen wurden alle Dachflächen mit einer Größe von mindestens 10.000 m²

berücksichtigt (s. Abbildung 4-11). Die anderen beiden Karten zeigen das Potenzial für Freiflächen-Photovoltaikanlagen innerhalb eines Korridors von 500 Metern (s. Abbildung 4-12) und von 200 Metern (s. Abbildung 4-13) entlang von Autobahnen und Bahntrassen.

Die Angaben auf diesen Karten stellen nicht die maximale Kapazität dar, sondern eine realistische Auslastung von 45 % der jeweiligen Flächen bei tatsächlicher Nutzung von 80 % dieser Flächen, von zusammenhängenden Flächenpotenzialen von mehr als 1 ha. Sie ergeben im Stadtgebiet Mönchengladbach eine theoretisch nutzbare Gesamtfläche von ca. 543 ha und einer potenziellen Leistung von ca. 1 GWp.

Hinweis: Zum Zeitpunkt der Erstellung des Konzepts war der Prozess der Restseeplanung Garzweiler II noch nicht abgeschlossen, so dass ggf. mögliche potenzielle Standorte im Bereich der Nordböschung auf Mönchengladbacher Stadtgebiet, sei es als temporäre Lösung während der Befüllung, als finaler Standort und/ oder Floating-PV auf der Seeoberfläche nur ungefähr geschätzt werden konnten.

Die folgende Tabelle bietet einen Überblick über das theoretische Potenzial der einzelnen Kategorien:

Tabelle 4-5: Belegung der Potenzialflächen (eigene Darstellung)

Art der Fläche	Maximalfläche (m²)	Potenzialfläche mit 45 % Belegung (m²)	Davon genutzt (%)	Theoretisch genutzte Fläche (m²)	Leistung (kWp)
Parkhäuser mit Dach	25.433	11.445	80	9.156	1.665
Gewerbedachflächen	1.329.840	598.428	80	478.742	87.044
Parkplatzflächen	337.473	151.863	80	121.490	22.089
Freiflächenpotenziale neben Autobahn und Bahntrassen	8.800.000	3.960.000	80	3.168.000	576.000
Sonstige Freiflächen	4.540.000	2.043.000	80	1.634.400	297.164
See (Tagebau)	20.000	-	-	20.000	

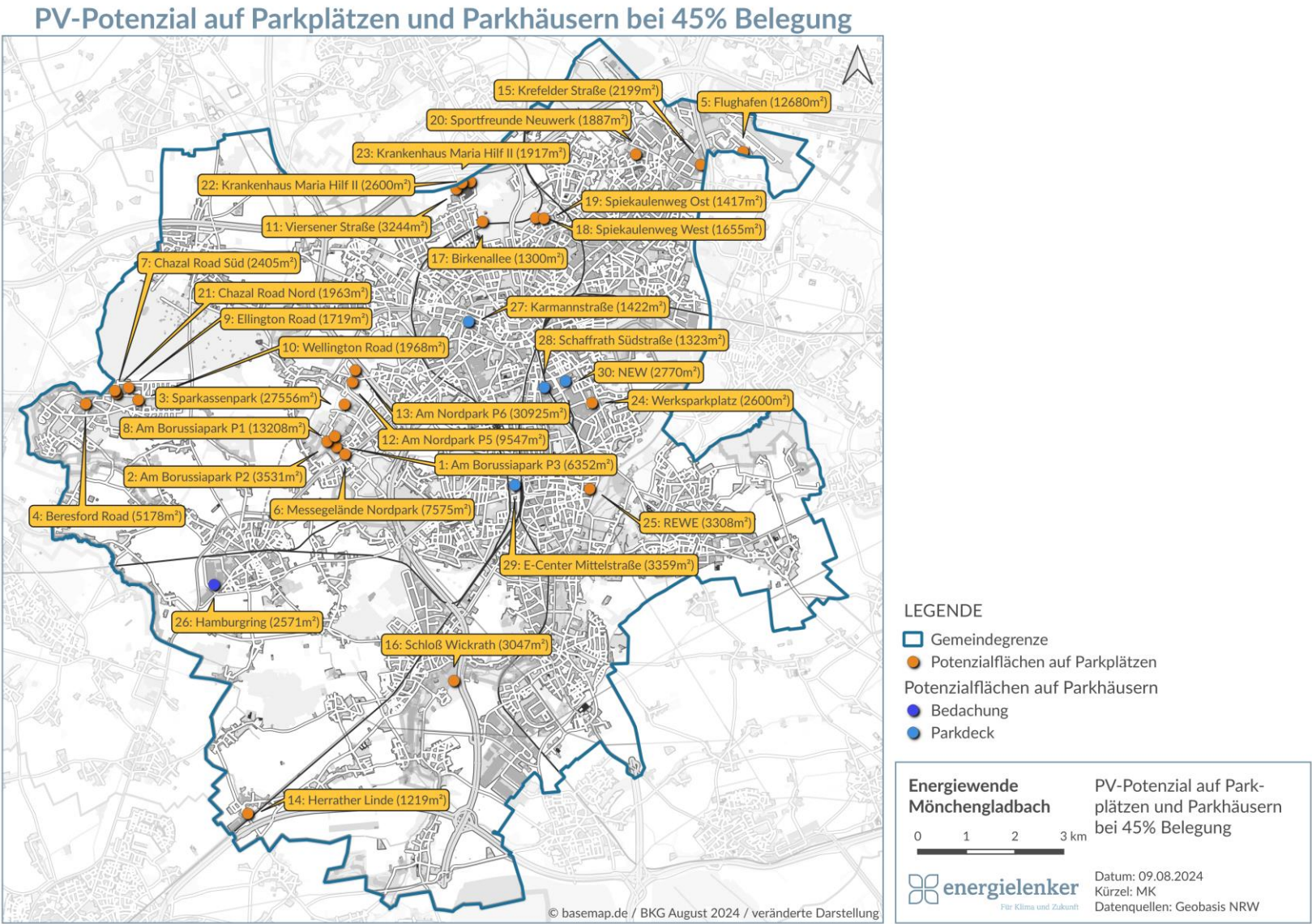


Abbildung 4-12: PV-Potenziale auf Parkplätzen und Parkhäusern bei 45 % Belegung (eigene Darstellung)

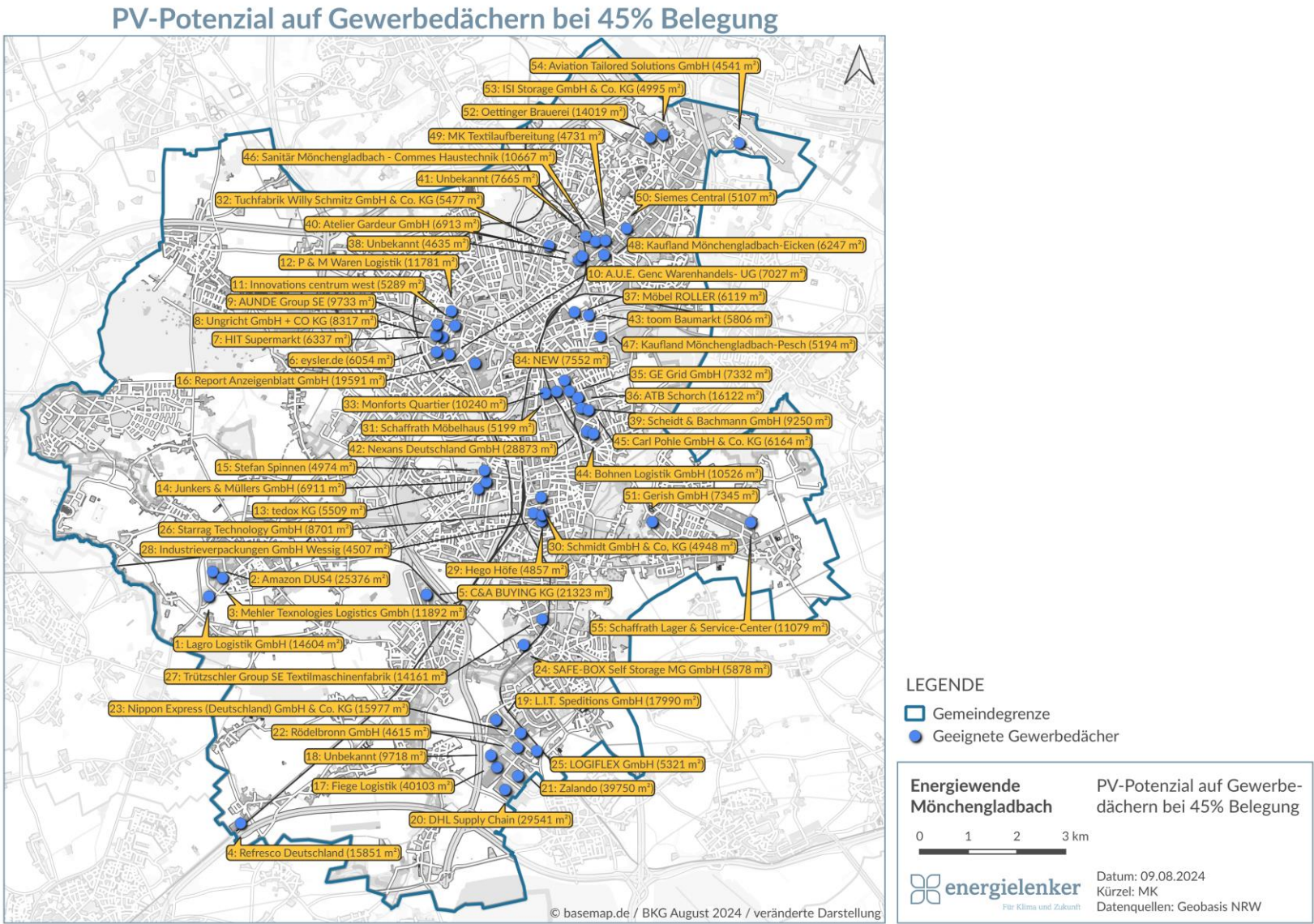


Abbildung 4-13: PV-Potenziale auf Gewerbedachflächen bei 45 % Belegung (eigene Darstellung)

Freiflächen-PV Potenzial auf unversiegelten Flächen, 500m - Szenario

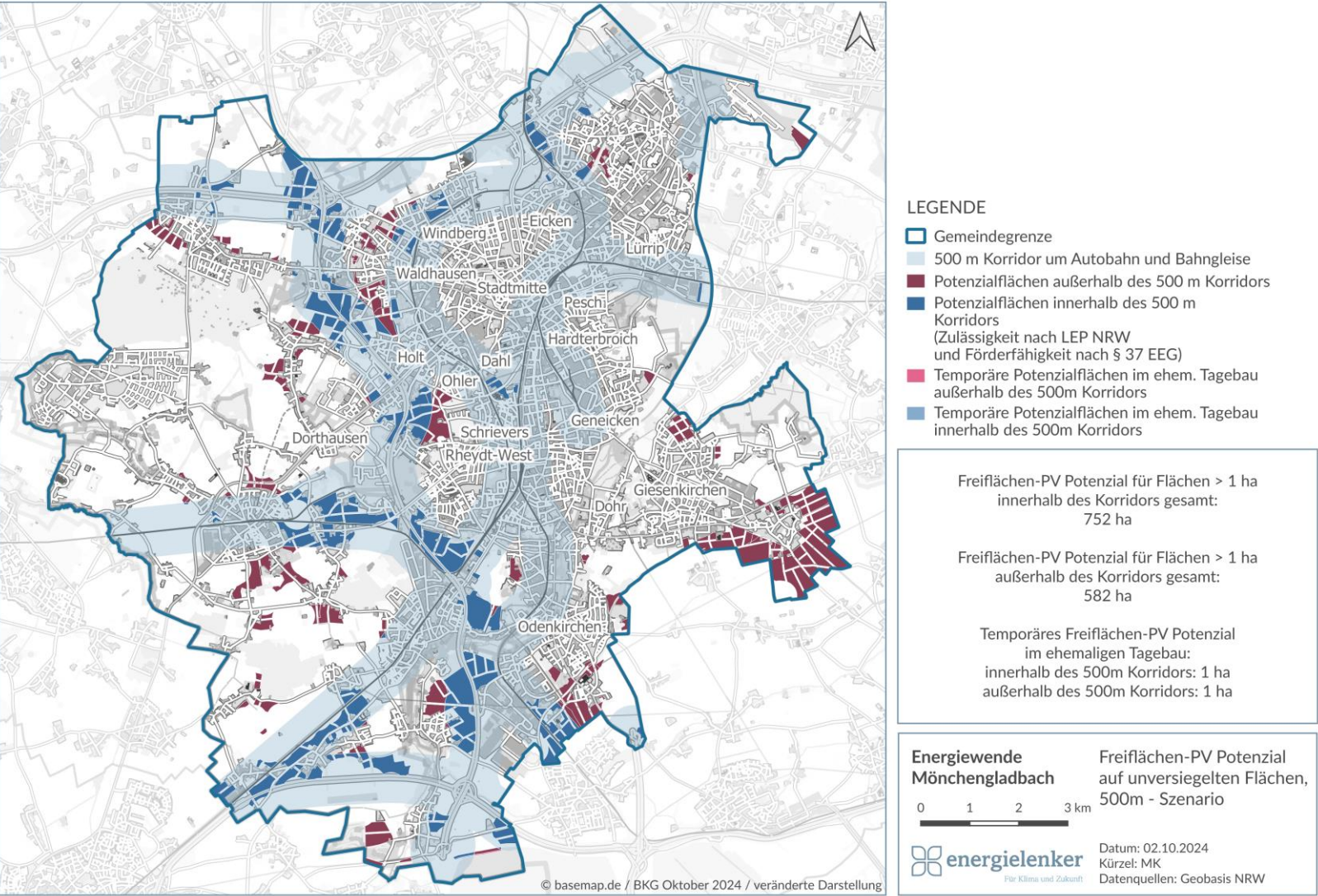


Abbildung 4-14: Freiflächen-PV Potenzial auf unversiegelten Flächen, 500m-Szenario (eigene Darstellung)

Freiflächen-PV Potenzial auf unversiegelten Flächen, 200m - Szenario

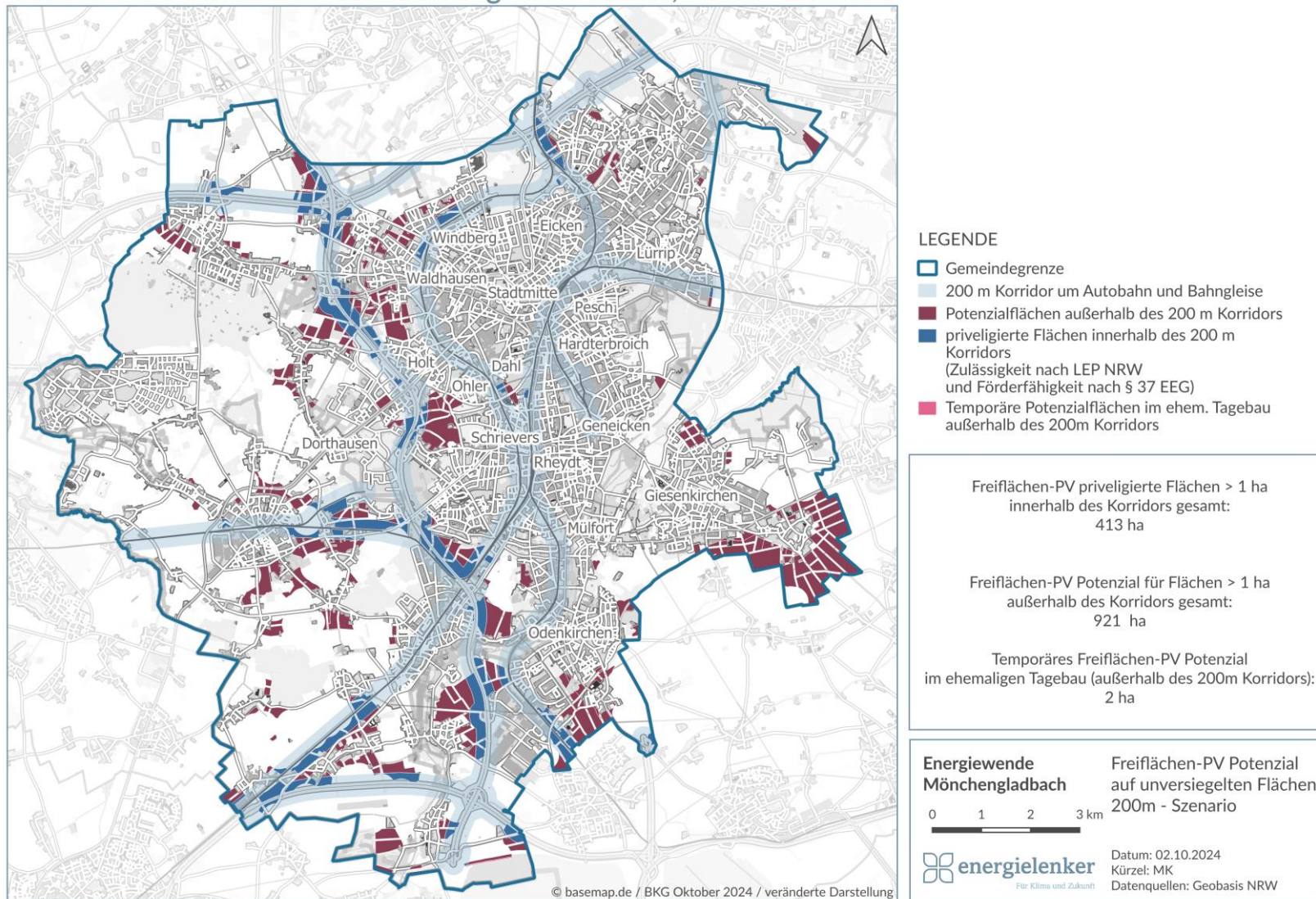


Abbildung 4-15: Freiflächen-PV Potenzial auf unversiegelten Flächen, 200m-Szenario (eigene Darstellung)

4.5 ERZEUGUNGSPOTENZIAL WINDENERGIE IN MG

Im Stadtgebiet Mönchengladbachs sind Stand August 2024 bereits 14 Windenergieanlagen in Betrieb, die zusammen eine Gesamtleistung von knapp 29 MW erzeugen. Damit liegt die Stadt im Regierungsbezirk Düsseldorf unter den Kreisen auf dem fünften Platz und sogar an erster Stelle unter den kreisfreien Städten.

Die bestehenden Konzentrationszonen für Windenergieanlagen (aktuell nördlich von Hardt und östlich von Wanlo) werden derzeit durch die Vorgaben des Gesetzes zur Festlegung von Flächenbedarfen für Windenergieanlagen an Land (WindBG) ihre Gültigkeit verlieren und durch neue Windenergiebereiche ersetzt. Aufgrund des WindBG und der daraus resultierenden Anforderung des Landesentwicklungsplans NRW läuft aktuell das 18. Änderungsverfahren des Regionalplans Düsseldorf (vgl. Kapitel 4.4.1).

4.5.1 Anforderungen Raumplanung und rechtliche Rahmenbedingungen Windenergie

Landesentwicklungsplan (LEP)

Der LEP-Erlass Erneuerbare Energien, verabschiedet im Dezember 2022, steht als gültige Richtlinie im Fokus der aktuellen Diskussionen. Die Landesregierung arbeitet aktiv an einer Neufassung des Landesentwicklungsplans (LEP) und an der Umsetzung des Wind-an-Land-Gesetz des Bundes, das seit Februar 2023 in Kraft ist. Ziel des Wind-an-Land-Gesetzes ist es, den Ausbau der Windenergie in Deutschland deutlich zu beschleunigen und den Ländern konkrete Flächenziele vorzugeben. Nordrhein-Westfalen strebt an, bereits bis 2025 1,8 Prozent seiner Landesfläche für die Windenergie auszuweisen. Dies entspricht dem Bundesgesetz.

Im Rahmen der geplanten LEP-Änderungen soll die Erzeugung von Windenergie künftig auch auf geeigneten Waldflächen ermöglicht werden, wobei der bisherige Abstand von 1500 Metern gestrichen werden soll. Die entsprechende Zielsetzung im LEP 7.3-1 legt fest, dass die Regionalplanung Waldgebiete ausweisen muss und eine Einzelfallprüfung für die Nutzung dieser Flächen für andere Zwecke vorsieht.

Momentan wird der LEP umfassend überarbeitet. Ziele und Grundsätze für die Windenergie lauten:

- Für das Erfüllen der 1,8% werden in den sechs Planungsregionen Bereiche für die Nutzung der Windenergie als Vorranggebiete in den Regionalplänen festgelegt. In der Planungsregion Düsseldorf sind es 4.151 ha (Ziel 10.2-2)
- Im Rahmen der Flächenstudie des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) wurde das Flächenpotenzial je Gemeinde auf maximal 15 % angesetzt
- Regionalplanerisch festgelegte Waldbereiche können für die Windenergienutzung in Anspruch genommen werden, sofern es sich um Nadelwald handelt, ausgenommen hiervon sind Naturschutzgebiete, Nationalparke, Nationale Naturmonumente, Naturwaldzellen, Wildnisentwicklungsgebiete sowie Natura 2000-Gebiete (Ziel 10.2-6)
- Abweichend von den Zielen 7.2-2 und 7.2-3 dürfen Vorranggebiete für die Windenergienutzung auch in Bereichen für den Schutz der Natur festgelegt werden, soweit es sich dabei nicht um Naturschutzgebiete, Nationalparke, Nationale Naturmonumente sowie Natura 2000-Gebiete handelt (Ziel 10.2-8)
- Die Windenergiebereiche sind im Hinblick auf technische Entwicklungen und die Nutzbarkeit zur Energieerzeugung turnusmäßig zu prüfen und fortzuschreiben (Ziel 10.2-10)

- In Industrie- und Gewerbegebieten ist die Inanspruchnahme von geeigneten Flächen für die Windenergienutzung zu prüfen. Dabei ist die Windenergienutzung als eine arrondierende, den anderen gewerblichen und industriellen Nutzungen untergeordnete Nutzung zu ermöglichen, um gleichzeitig eine möglichst effiziente Flächennutzung sicherzustellen und eine weitere Ausweisung von Bereichen für gewerbliche und industrielle Nutzungen zu vermeiden (Ziel 10.2-12)
- In Nordrhein-Westfalen wird der Ausbau von Windenergieanlagen künftig in speziell ausgewiesenen Windenergiebereichen gemäß Ziel 10.2-2 sowie auf Sonderbauflächen und vergleichbaren Gebieten in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen erfolgen. Gemäß Grundsatz 10.2-5 sind die Träger der Regionalplanung verpflichtet, diese Windenergiebereiche bis 2025 festzulegen. Während des Übergangszeitraums bis zur Anpassung der Regionalplanung gemäß dem aktualisierten Landesentwicklungsplan werden Windenergieanlagen auf den Flächen errichtet, die von den Regionalplanungsträgern in ihren aktuellen Planentwürfen vorgesehen sind.
- Bei der Festlegung von Windenergiebereichen gemäß Ziel 10.2-2 sollen geeignete Windenergiestandorte und geeignete Windenergieplanungen der Kommunen berücksichtigt werden (Grundsatz 10.2-9)
- Bei der regionalplanerischen Festlegung von Windenergiebereichen sind die Belange der betroffenen Kommunen besonders in den Blick zu nehmen (Grundsatz 10.2-11)

Regionalplanung

Die Erweiterung der Flächen für den Ausbau der Windenergie ist ein zentraler Schritt im Rahmen der aktuell laufenden 18. Änderung des Regionalplans Düsseldorf. Dabei steht die Umsetzung der Flächenbeitragswerte unter Federführung der Regionalinitiative Wind gemäß dem Gesetz zur Festlegung von Flächenbedarfen für Windenergieanlagen an Land im Fokus. Zentraler Anlass sind die Erfordernisse des Klimaschutzes und der Energiewende sowie geänderte rechtliche Rahmenbedingungen, die einen beschleunigten Ausbau der Erneuerbaren Energien, hier insbesondere der Windenergienutzung, vorsehen. Der Landesentwicklungsplan (LEP) sieht vor, dass künftig Mindestflächenwerte für Vorranggebiete, also Windenergiebereiche (WEB), für sämtliche Regionalpläne verbindlich festgelegt werden. Danach müssen in der Planungsregion Düsseldorf mindestens 4.151 ha als Vorranggebiete für die Windenergienutzung bzw. WEB bereitgestellt werden, was einem Anteil von 1,14 % der Gesamtfläche entspricht. Der aktuelle Regionalplan weist lediglich 200 Hektar Windenergievorbehaltsbereiche und 2.300 Hektar Windenergiebereiche aus. Um diese Vorgaben zu erfüllen, ist eine umfassende Überarbeitung im Rahmen der 18. Änderung des Regionalplans Düsseldorf unumgänglich, da gegenwärtig zu wenige Windenergiebereiche zur Verfügung stehen. Es ist zu erwarten, dass in größerem Umfang neue Windenergiebereiche festgelegt werden, wobei bestehende Windenergievorbehaltsbereiche möglicherweise ganz oder teilweise in diese Bereiche integriert werden. Es könnte auch dazu kommen, dass bereits bestehende Bereiche teilweise oder vollständig gestrichen werden. Zudem wird das Kapitel des Regionalplans, das sich mit Windenergieanlagen befasst, an die neuen Bundes- und Landesrechtvorschriften angepasst.

Die Erfüllung oder Nichterfüllung der Mindestflächenanforderungen hat weitreichende bauplanungsrechtliche Konsequenzen gemäß den §§245 e und 249 des Baugesetzbuchs (BauGB). Diese Änderung wird voraussichtlich in vielen Kommunen Auswirkungen auf bestehende bauplanungsrechtliche Konzepte zur Windenergienutzung haben und möglicherweise sogar die Möglichkeit zur Nutzung von Windenergie außerhalb der bisherigen Ausweisungen beeinflussen.

4.5.2 Bewertungsmatrix für Flächen für die Windenergienutzung

Auf Grundlage der zuvor dargestellten rechtlichen Rahmenbedingungen und durch Einbezug weiterer rechtlicher Grundlagen wurde die folgende Bewertungsmatrix entwickelt. Im Folgenden wurde diese für die Kategorien: Nutzungsflächen, Infrastruktur, Gewässer und Naturschutz zusammengefasst und tabellarisch aufgearbeitet. Wichtig zu erwähnen ist es, dass die Windenergieanlage zu keiner Zeit in geschützte Flächen hineinragen darf, weswegen vom LANUV zusätzlich noch der Rotorradius der Referenzanlage mitbetrachtet wurde.

Tabelle 4-6: Bewertungsmatrix für Windenergie

Bewertungsmatrix für Flächen für die Windenergienutzung		
Flächentyp	Regeln	Gesetzliche Grundlage
Wohngebäude (Allgemeine und Reine Wohngebiete)	2-fache Anlagenhöhe („2 H“)- Abstand = 480 m (Referenzanlage LANUV: 240 m insgesamt)	Abschaffung 1000 m-Regel. Abstandsregelung; im BauGB wird ab einer optischen Bedrängung von unter „2 H“ ausgegangen
Gewerbe- und Industriegebiete	„2 H“-Abstand = 480 m (Referenzanlage LANUV: 240 m insgesamt)	Im BauGB wird von einer optischen Bedrängung von unter 2 H ausgegangen. (Abgestimmt mit Fachverwaltung)
Konzentrationszonen	Umwandlung in „Positivplanung“ - Windenergiegebiete nach § 245e BauGB	Mit einer solchen „Positivplanung“ ist keine baurechtliche Ausschlusswirkung im restlichen Stadtgebiet verbunden; der gemeindliche Wille, Windenergie auf diesen Flächen zu ermöglichen, wird hierdurch zum Ausdruck gebracht und kann in die folgenden Regionalplanverfahren entsprechend einfließen, wenn sie in das regionale Plankonzept integriert werden können. (MWIKE NRW)
Infrastruktur		
Bundesautobahn	120 m (Anbauverbotszone 40 m + Rotorradius)	§ 9 Bundesfernstraßengesetz
Bundesstraße	100 m (Anbauverbotszone 20 m + Rotorradius)	§ 9 Bundesfernstraßengesetz
Landes- und Kreisstraßen	120 m (Anbaubeschränkungszone 40 m + Rotorradius)	§ 25 Straßen- und Wegegesetz NRW
Elektrifizierte Bahnstrecke	180 m (Schutzstreifen 100 m + Rotorradius)	

Freileitungen	180 m (Schutzstreifen 100 m + Rotorradius)	§§ 43 ff. Energiewirtschaftsgesetz
Flughäfen	1,5 km Tabu für Verkehrslandeplätze 4 km Einzelfallprüfung für Verkehrslandeplätze	§ 12 und 17 Luftverkehrsgesetz
Drehfunkfeuer	7 km	In Prüfung
Gewässer		
Stehgewässer < 50 m	Tabu	§ 61 WHG
Fließgewässer < 50 m	Tabu	§ 61 WHG
Hochwasserschutzgebiet/Hochwasserrisikogebiet	Potenziell TABU: Fehlende Kompensationsflächen im Niersbereich Einzelfall, mit Auflagen verbunden (wird so im LEP NRW formuliert)	§§ 50-53 WHG; §78/b WHG Standortabhängig: teilweise Bauverbot, oder hochwasserangepasste Bauweise erforderlich
Heilquellenschutzgebiete Zone I und II	Tabu	§ 53 WHG
Naturschutz		
FFH-Gebiet	380 m (300 m + Abstand Rotorradius)	§ 32 BNatSchG (abzustimmen, Differenzierung mit und ohne 300 m Puffer)
EU-Vogelschutzgebiet	380 m (300 m + Abstand Rotorradius)	§ 32 BNatSchG (abzustimmen, Differenzierung mit und ohne 300 m Puffer)
Naturschutzgebiet	80 m (Abstand Rotorradius)	§ 23 BNatSchG
Gesetzlich geschütztes Biotop	80 m (Abstand Rotorradius)	§ 30 BNatSchG
Landschaftsschutzgebiet Wertstufe	Einzelfallprüfung	§ 26 BNatSchG Darstellung, aber keine harte Restriktion (wenn das 1,8% Ziel nicht erreicht wird, sonst Privilegierung)
Waldflächen (ausgenommen: Kalamitätsflächen)	80 m (Abstand Rotorradius)	Ausschluss nach 18. RPD-Änderung in waldarmen Gebieten

4.5.3 Ergebnisse Windenergie in MG

Die Karten für die Windpotenzialflächen wurden ebenso wie zuvor bei den Photovoltaikanlagen gemäß den vorher festgelegten Kriterien erstellt. Anschließend wurden sie gemeinsam mit Vertreter*innen der städtischen Fachabteilungen aus den Fachbereichen Umwelt und Stadtentwicklung und Planung sowie dem Dezernatsbüro in einem mehrstufigen Prozess analysiert und diskutiert. Hierfür wurden zwei Workshops abgehalten, in denen die Vertreter ihr Fachwissen einbrachten und auf relevante Planungen in Mönchengladbach hinwiesen. Zusätzlich erhielten die Fachabteilungen mehrere Feedback-Runden, um zusätzliche Anmerkungen machen zu können, die zu den folgenden Ergebnissen führten.

Die Kapazität der derzeit 14 Windenergieanlagen auf Mönchengladbacher Stadtgebiet könnte durch den Bau von sieben neuen Anlagen verdoppelt werden (wobei der Abstand von 1.000 m und die Repowering-Technologie (mit 4,2 MW pro Anlage) berücksichtigt werden). Sogar eine Erweiterung auf 87 MW ist möglich, wenn die Abstände unter 1.000 m liegen und zusätzlich Waldgebiete (mit weiteren 5 Anlagen) für die Windenergie genutzt werden. Ein solcher Ausbau könnte rund 44.000 Haushalte in Mönchengladbach mit sauberer Energie versorgen. Im Rahmen dieses Konzepts wurden folgende Flächenpotenziale ermittelt: Als Potenzialflächen werden die Flächen bezeichnet, auf denen grundsätzlich Windkraftanlagen errichtet werden können. Insgesamt ergibt sich ein theoretisches Potenzial von 221,2 ha bei Maximalbelegung von einem Windrad pro Hektar mit 6,2 MW; davon haben 102,2 ha keine Einschränkungen und 119,0 ha unterliegen Einschränkungen. Die nachfolgende Karte zeigt die Windpotenzialflächen an, die keine Einschränkungen haben (grün), sowie solche, die beispielsweise in Landschaftsschutzgebieten liegen und daher einer Einzelfallprüfung unterliegen (rot). Die spezifischen Einschränkungen sind auf der Karte ersichtlich.

Gemäß dem aktuell vorliegenden Entwurf des 18. Änderungsverfahrens des Regionalplans Düsseldorf werden in größerem Umfang neue Windenergiebereiche festgelegt, wobei bestehende Windenergievorbehaltsbereiche evtl. ganz oder teilweise in diese integriert werden. Für die Stadt Mönchengladbach wurde hierbei eine Fläche von 132 ha ausgewiesen.

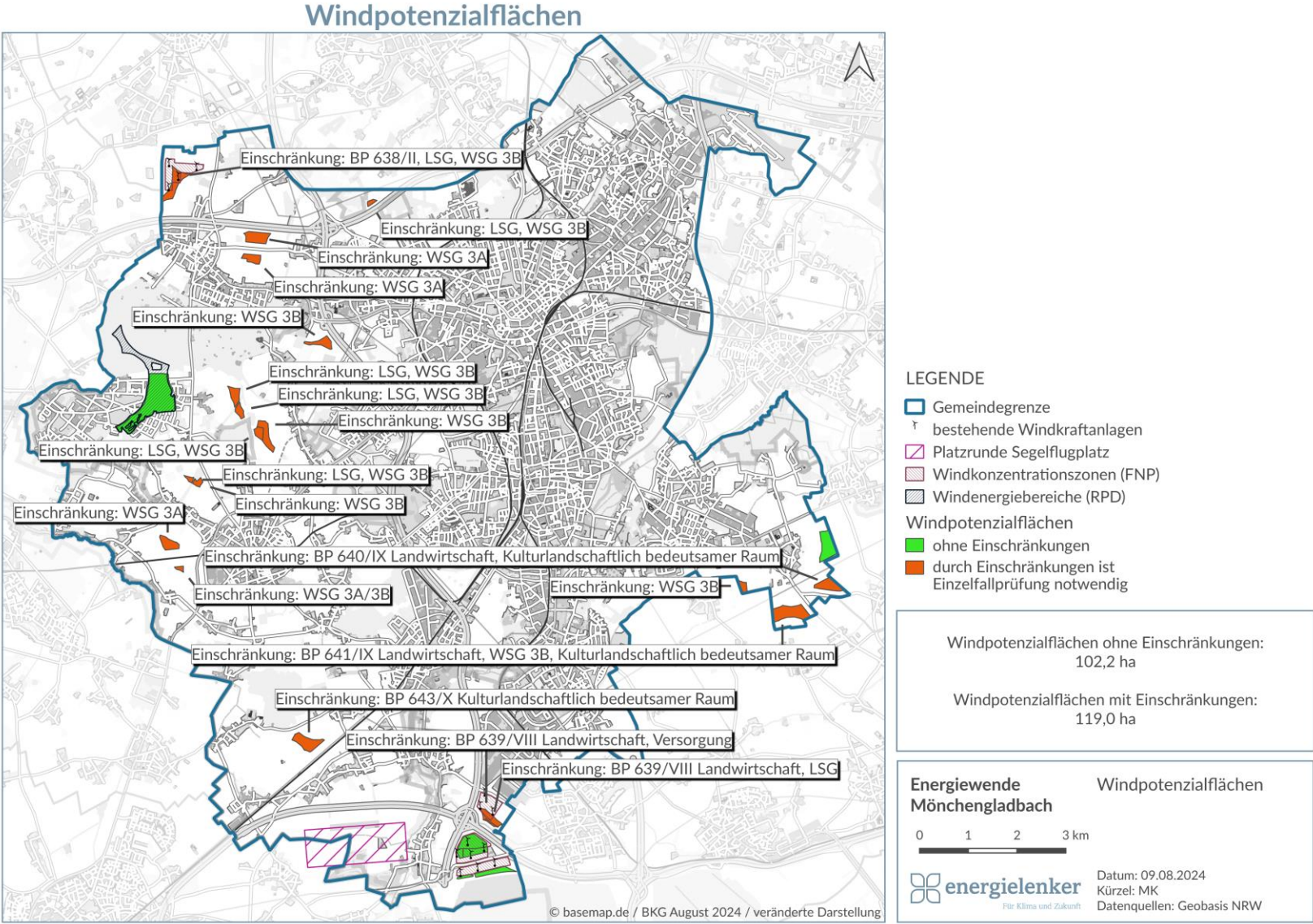


Abbildung 4-16: Windpotenziale Stadt Mönchengladbach

4.6 ERZEUGUNGSPOTENZIAL BIOMASSE IN MG

Die Biomasseversorgung in Deutschland und insbesondere in NRW basiert stark auf inländischen Quellen wie landwirtschaftlicher Biomasse oder Reststoffen, forstwirtschaftlicher Biomasse oder Biomasse aus der Abfallwirtschaft. Es gibt jedoch auch einen gewissen Importbedarf, vor allem bei Holzpellets und Biokraftstoffen. Der Großteil der Biomasse stammt jedoch aus regionalen Quellen, was eine nachhaltige Nutzung und kurze Transportwege ermöglicht.

Grundlage der Potenzialanalyse ist vor allem Teil 3 *Potenzialstudie Erneuerbare Energien [LANUV 2015]* zu dem Thema Biomasse-Energie. In der Studie wird das technische und machbare energetische Potenzial der Sektoren Land-, Forst- und Abfallwirtschaft ermittelt. Als technisches Potenzial wird dabei der mögliche Beitrag zur Energiebereitstellung, der sowohl zeit- als auch ortsabhängig aus technischer Sicht zur Verfügung gestellt werden kann, bezeichnet. Dem gegenüber umfasst das machbare Potenzial einen Anteil des technischen Potenzials, der unter Hinzunahme spezifischer Annahmen als mögliche Zielgröße für die tatsächliche, langfristige Realisierung aufgefasst werden kann. Weiterführend wird im Rahmen des machbaren Gesamtpotenzials zwischen bereits realisiertem (gebundenem) und noch verfügbarem Potenzial (Ausbaupotenzial) differenziert. Als gebundenes Potenzial wird dabei der Anteil bezeichnet, der ausgehend vom Anlagenbestand mit entsprechenden Kennziffern zur Anlagenleistung bereits erzeugt wird. Das gebundene Potenzial wird in einer Situationsanalyse ermittelt. Das Ausbaupotenzial hingegen wird in einer Szenarien-Betrachtung in Form von Spannweiten ausgewiesen. Die Szenarien beinhalten Variationen bzgl. Veränderungen u. a. in den Bereichen Düngeverordnung, Naturschutzanforderungen oder einer erhöhten Mengenmobilisierung. Die Kommune bildet die Bilanzgrenze der Potenzialermittlung. Bezüglich der Nährstoffbilanzen wird eine Kommune als einzelner Betrieb betrachtet und zusätzlich die Begriffe Flächenpotenzial (unter den jeweiligen Annahmen zur Verfügung stehende Fläche) und Substratpotenzial (Menge an Biomasse, die auf dieser Fläche unter den jeweiligen Annahmen erzeugt werden kann) verwendet.

Als Gesamtpotenzial nach NRW-Leitszenario auf dem Kreisgebiet Mönchengladbach werden 91 GWh Strom und 183 GWh Wärme aus landwirtschaftlicher Biomasse, Forst- und Abfallwirtschaft ausgewiesen. Diese abgeschätzten Potenziale sind jedoch wie die anderen betrachteten Analysen als Maximalpotenziale zu betrachten. Es ist nicht gesichert, dass die beschriebenen Potenziale wirklich ausgeschöpft werden können. Des Weiteren sind im Rahmen der Studie keine Effekte, wie die Flächenkonkurrenz o. ä. (s. Kapitel 3.2.1) betrachtet worden, die bei der Interpretation der Zahlen berücksichtigt werden müssen.

Unter landwirtschaftlicher Biomasse fallen, wie in Kapitel 3.2.1 bereits erwähnt, organische Rohstoffe und Nebenprodukte aus der Landwirtschaft, wie z.B. Gülle, Mist, Erntereste (Stroh, Maissilage) sowie gezielt angebaute Energiepflanzen (wie Mais oder Raps). Die Ernteflächen für Energiepflanzen können sowohl innerhalb des Kreisgebiets liegen als auch aus umliegenden Regionen bezogen werden. So auch bei der forstwirtschaftlichen Biomasse, deren direkter Bezug im Kreisgebiet von der Verfügbarkeit in nahegelegenen Wäldern oder Holzverarbeitungsbetrieben abhängen. Hierunter zählen Holz und Holzreste, Stammholz, Hackschnitzel, Holzspäne oder Sägemehl. Biomasse aus der Abfallwirtschaft wird meist direkt aus dem Kreisgebiet bezogen, wobei hierfür die Effizienz des Sammel- und Verwertungssystems in Mönchengladbach ein entscheidender Faktor ist.

Grundsätzlich kann Biomasse speziell in Nahwärmenetzen als Brückentechnologie hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung dienen. Hierbei werden zunächst Wärmenetze mit einem großen Anteil an Biomasse und kleine Anteile an strombasierten Wärmeerzeugern eingesetzt, welche im Laufe der Jahre Schritt-für-Schritt vollständig auf strombasierte Energieerzeuger umgestellt werden, um auf die Vorteile des in Zukunft regenerativen Stroms zurückgreifen zu können. Biomasse ist erforderlich, da

hiermit hohe Temperaturniveaus für die Wärmeversorgung unsanierter Bestandsquartiere erreicht werden können.

In der nachfolgenden Abbildung ist das Berechnungsschema zur Bestimmung der Strom- und Wärmepotenziale über den Technologiepfad Biogas aus Anbaubiomasse grafisch dargestellt.

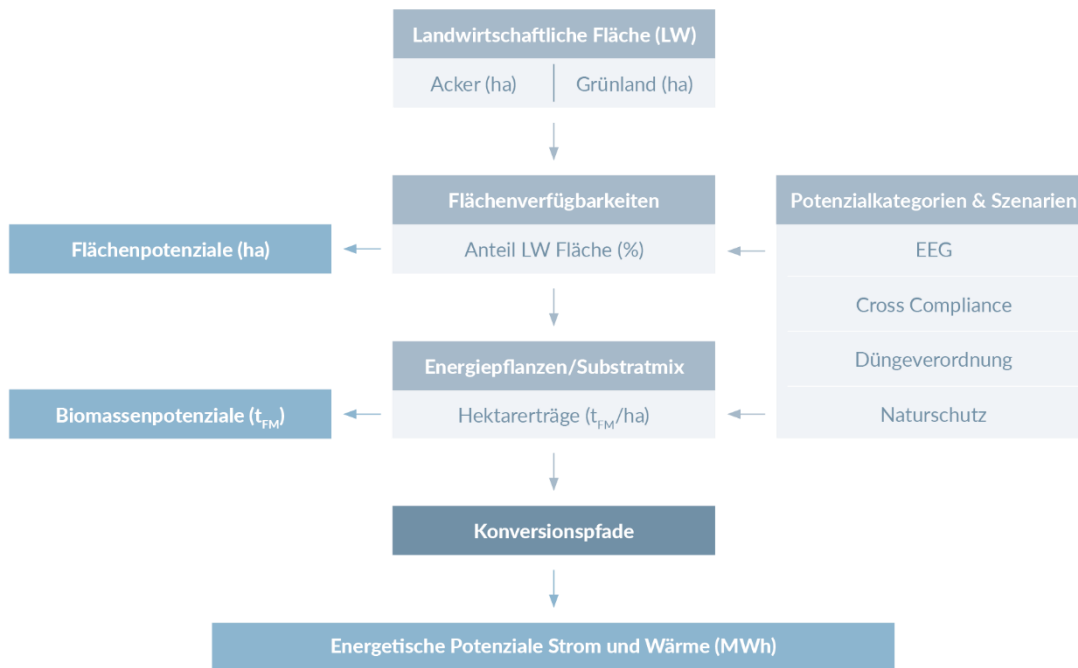


Abbildung 4-17: Berechnungsschema zur Bestimmung der Strom- und Wärmepotenziale über den Technologiepfad Biogas aus Anbaubiomasse
(Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an LANUV Potenzialstudie Erneuerbare Energien)

4.7 ERZEUGUNGSPOTENZIAL GEOTHERMIE IN MG

In den Unterkapiteln 4.7.1 und 4.7.2 werden die Potenziale für die oberflächennahe Nutzung von Erdwärme dargestellt. Diese Einschätzungen und dargestellte Abbildungen (Abbildung 4-16 und Abbildung 4-17) basieren auf Daten des Geologischen Dienstes NRW und dienen als erste Orientierung. Sie ersetzen keine spezifische Standortbeurteilung, die im Falle konkreter Umsetzungsplanungen als Einzelfallprüfung immer erfolgen muss. Des Weiteren sind die Potenziale nicht addierbar. Die angegebenen Potenziale von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren sind „Entweder-Oder-Potenziale“, da sich eine Flächenkonkurrenz ergibt.

4.7.1 Erdwärmekollektoren

Die geothermische Ergiebigkeit für Erdwärmekollektoren in Mönchengladbach ist fast durchweg als „mittel“ eingestuft. Nachfolgend wird in Abbildung 4-16 das Potenzial innerhalb des Stadtgebiets dargestellt. Die Flächen betragen bei den gering geeigneten Flächen 48.165 m², bei den geeigneten Flächen 22.221.174 m² und bei den gut geeigneten Flächen 33.956 m². In Tabelle 4-7 werden die Potenziale der verschiedenen Erdwärmekollektoren aufgezeigt.

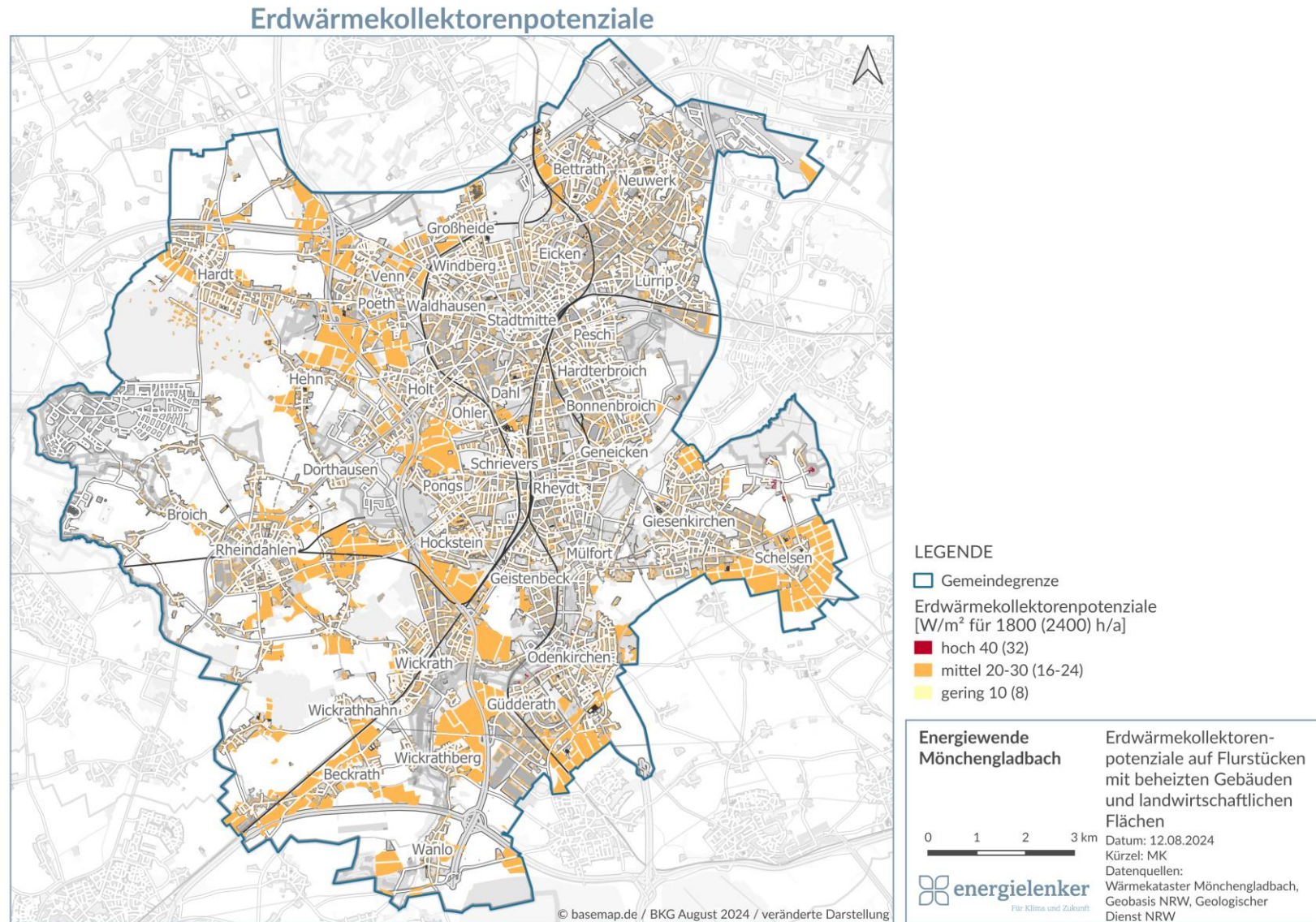


Abbildung 4-18: Eignung für Erdwärmekollektoren [energielenker auf Basis Geologischer Dienst NRW]

Tabelle 4-7: Potenziale der Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren Potenziale [TWh]	gering	mittel	hoch
Wohnen	0,66 (702)	302,35 (322,51)	2,44 (1,96)
Industrie	0,21 (0,22)	90,30 (96,33)	0 (0)
Landwirtschaftliche Fläche	0 (0)	607,3 (647,78)	0 (0)

Folgende Beispiele stehen für eine Einschränkung der Nutzung von Geothermie:

- Wirtschaftlichkeit
- technische Herausforderungen
- geologische Unsicherheiten, Grundwasser- und Trinkwasserschutz

Durch diese Faktoren kann die Installation einer Anlage ganz oder teilweise nicht genehmigungsfähig sein. Daher wurde für die weitere Betrachtung der möglichen Gewinnung von Wärme aus Geothermie nur ein Teil der ausgewiesenen Werte berücksichtigt (Mobilisierungsfaktor von 30 %).

Es wurden folgende Annahmen für die im Boden horizontal verlaufenden Erdwärmekollektoren getroffen:

- Jährliche Betriebsstunden: 1.800 h/a
- COP (Verhältnis von eingesetztem Strom zu nutzbarer Wärme): 4
- Entzugsleistung:
 - gering geeignet: 10 W/m²
 - geeignet: 25 W/m²
 - gut geeignet: 40 W/m²

Aus diesen Annahmen ergibt sich in Mönchengladbach für den Einsatz von Erdwärmekollektoren ein theoretisches Wärmebereitstellungspotenzial von rund 401.306 MWh/a.

Die in Erdwärmekollektoren eingesetzten Wärmeträgermedien und Kältemittel können in geringem Umfang toxisch sein. Daher gelten beim Bau und Betrieb der Anlagen insbesondere im Bereich von Grundwasserschutzgebieten spezifische Regeln, die mit der Unteren Wasserbehörde der Stadtverwaltung im Hinblick auf eine Genehmigungsfähigkeit abzuklären sind.

4.7.2 Erdwärmesonden

Bei der Potenzialuntersuchung für Erdwärmesonden wurde das gesamte Stadtgebiet analysiert. Hierbei wurde unter Zuhilfenahme der Daten des Geologischen Dienstes NRW das Potenzial im Bereich der Siedlungsgebiete für Erdwärmesonden berechnet. Berücksichtigt wurden hierbei analog zu der Potenzialanalyse der Erdwärmekollektoren Flächen mit beheizten Gebäuden in Nachbarschaft zu landwirtschaftlich genutzten Flächen. Somit wurden nur Flächen betrachtet, die in der Nähe von Gebäuden liegen (s. Abbildung 4-17). Zur Eingrenzung des Potenzials, wurden Mindestabstände zu benachbarten Grundstücken eingerechnet, welche verhindern, dass sich Erdwärmesonden untereinander thermisch beeinflussen. Als Abstand wurden hierbei 7 m angesetzt sowie ein Radius von

3 m um die Erdwärmesonde betrachtet, welcher als jeweiliges Einzugsgebiet der zu betrachtete Sonde dient.

Je nach Beschaffenheit des Untergrundes ist die geothermische Ergiebigkeit unterschiedlich. Die Ergiebigkeit wurde daher differenziert. Die geothermische Ergiebigkeit ist zudem wesentlich von der Tiefe der eingebrachten Sonde abhängig und kann beim Geologischen Dienst NRW abgefragt werden. In der folgenden Abbildung 4-17 werden die Sondenpotenziale im Stadtgebiet dargestellt, wobei eine Erdsondentiefe von 100 m angenommen wurde. Die Darstellung zeigt, dass die gleiche Bohrungstiefe unterschiedlich hohe Geothermiefpotenziale erschließt. Hierbei dürfte beim ausgewählten Beispiel auch das Relief eine Rolle spielen: die Höhenlage westlich des Rheydter Rings (mittleres Potenzial) beträgt beispielsweise bis zu > 25 m mehr als die Höhenlage im Bereich der Gracht.

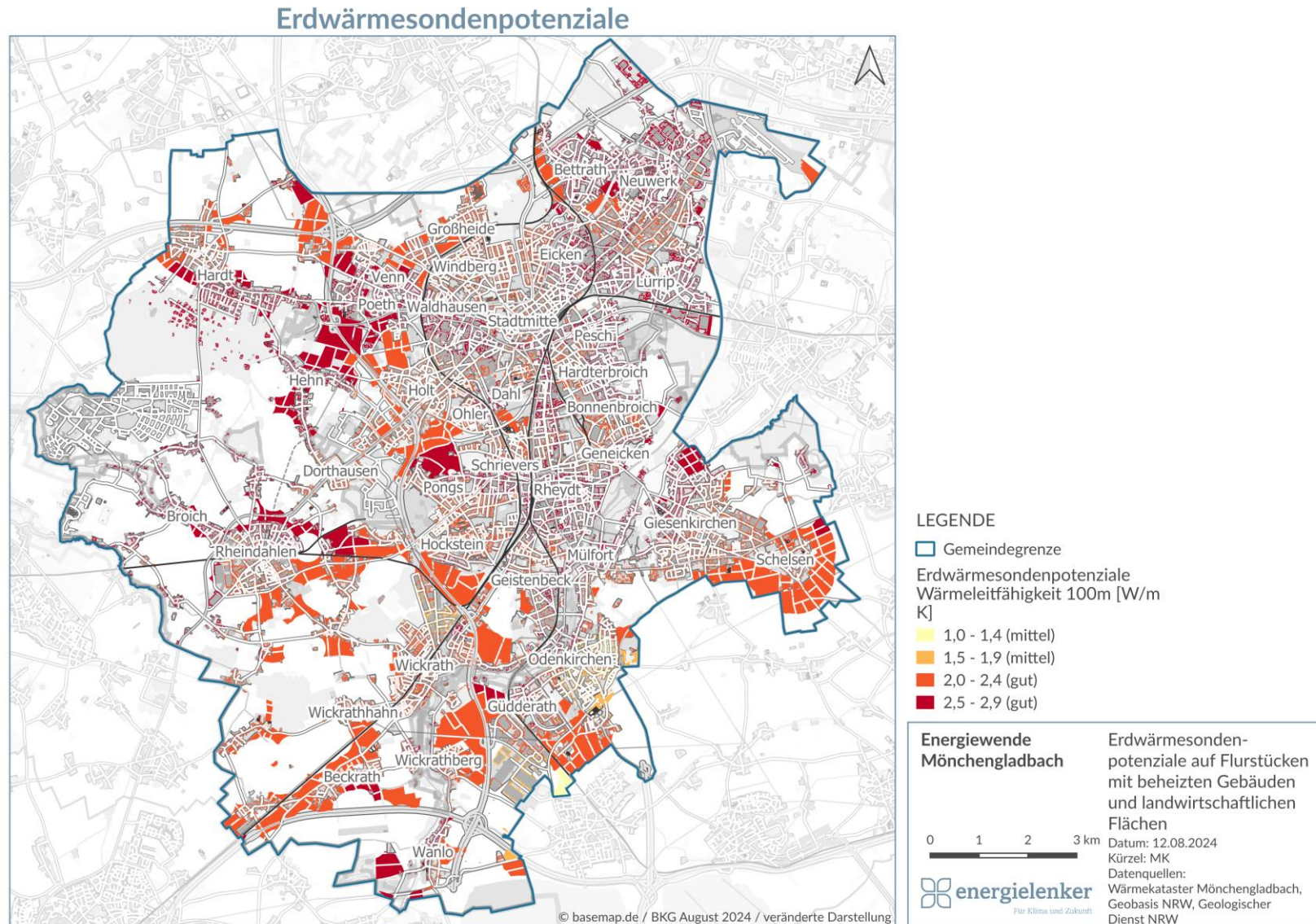


Abbildung 4-19: Eignung für Erdwärmesonden [energielenker auf Basis Geologischer Dienst NRW]

Für Erdwärmesonden mit einer Tiefe von bis zu 100 m stellt sich die Bewertung der geothermischen Ergiebigkeit in der Regel anders dar als für Sonden mit einer Tiefe von 40 m, da die geothermische Ergiebigkeit mit der Tiefe zunimmt. Insgesamt wird die geothermische Ergiebigkeit im Stadtgebiet Mönchengladbach für 626.616 m² (~ 0,626 km²) als „mittel“ und 21.919.519 m² (~ 21,9 km²) als „gut“ eingestuft. Dies bedeutet, dass bei 170,4 km² Gesamtfläche etwa 12,35 % gute geothermische Potenziale aufweisen und 0,35 % mittlere Potenziale.

In Bezug auf den energetischen Ertrag wurden für Erdwärmesonden folgende Annahmen getroffen:

- Jährliche Betriebsstunden: 1.800 h/a
- COP (Verhältnis von eingesetztem Strom zu nutzbarer Wärme): 4
- Entzugsleistung:
 - gering geeignet: 70 kWh/(m*a)
 - geeignet: 110 kWh/(m*a)
 - gut geeignet: 150 kWh/(m*a)

Mit diesen Annahmen ergibt sich in Mönchengladbach ein theoretisches Wärmebereitstellungspotenzial von rund 736.503 MWh/a durch Erdwärmesonden. Im Allgemeinen weist der Boden im Stadtgebiet eine gute Wärmeleitfähigkeit auf (2,0 – 2,4 sowie 2,5 – 2,9 W/K*m), was die Nutzung dieser geothermischen Energiequelle für die Wärmeversorgung zu einer sinnvollen Alternative macht. Lediglich in wenigen Teilen Mönchengladbachs gibt es Bereiche mit einer durchschnittlichen, etwas geringeren Wärmeleitfähigkeit. Trotzdem ist auch dort der Einsatz von Erdwärmesonden möglich. Vor der Nutzung dieser Energiequelle ist das Vorhaben allerdings bei der Unteren Wasserbehörde anzumelden und eine Genehmigung einzuholen.

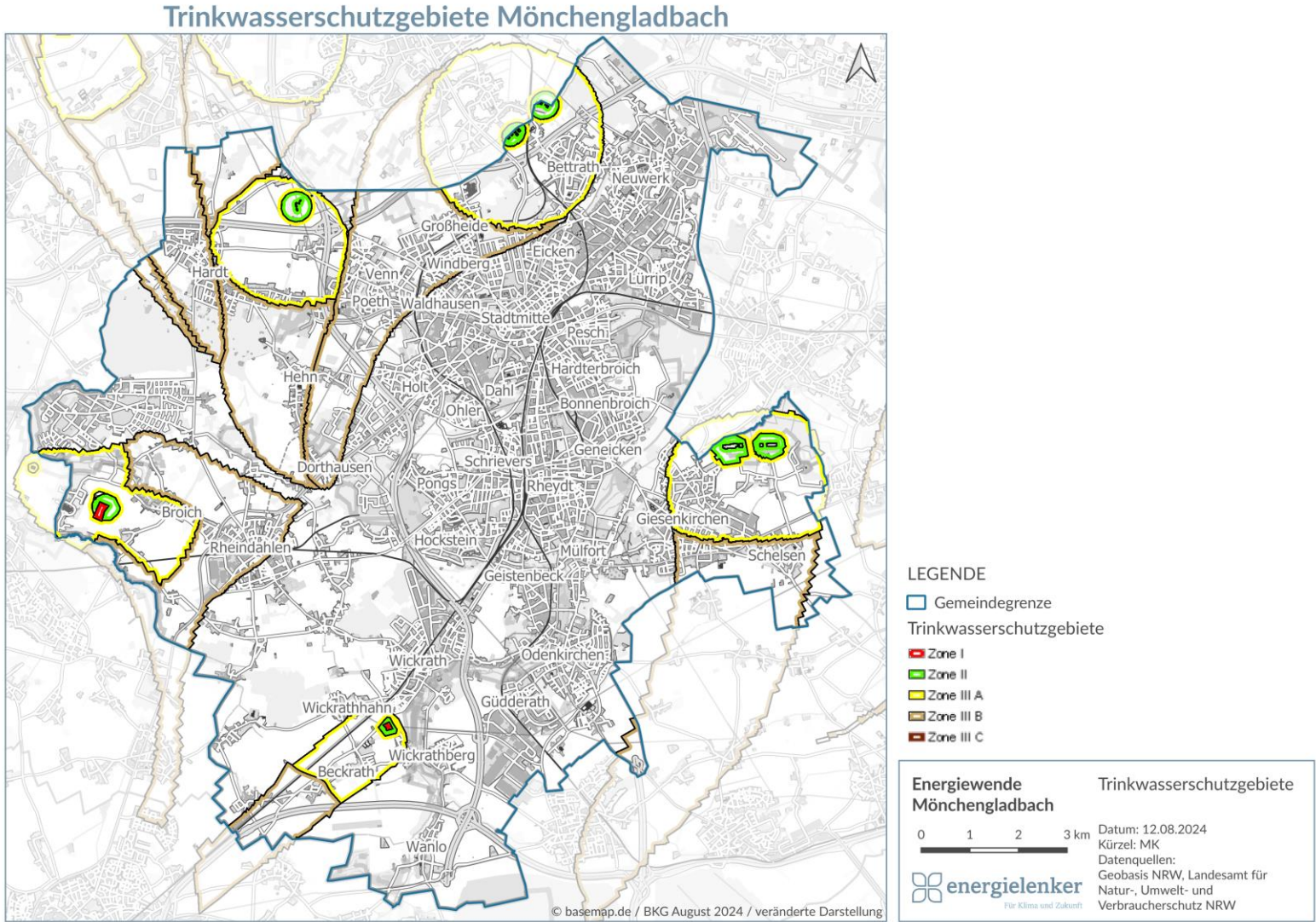


Abbildung 4-20: Wasserschutzgebiete und hydrogeologisch kritische Bereiche für die Genehmigung von Erdwärmesonden
(Quelle: energielenker auf Basis Geologischer Dienst NRW)

Das Kartenmaterial des Geologischen Dienstes NRW in Abbildung 4-18 zeigt, dass Teile des Gebiets von Mönchengladbach den Wasserschutzonen 3A und 3B der verschiedenen Trinkwassergewinnungsanlagen zuzuordnen sind. In diesen wird der Einsatz von Erdwärmesonden als wasserwirtschaftlich kritisch bewertet. Eine Einbringung von Erdwärmesonden in diesen Bereichen ist nicht grundsätzlich ausgeschlossen, eine Umsetzung jedoch genehmigungsrechtlich komplexer. So verlangt die Lage in einer Wasserschutzzone z. B., dass vom Einsatz eines in den Sonden eingesetzten Kältemittels keine Wassergefährdung ausgeht. In den als Zone 1 ausgewiesenen Bereichen, die sich im unmittelbaren Umfeld einer Trinkwassergewinnungsanlage befinden, sind Erdwärmesonden unzulässig. Bohrvorhaben für Erdwärmesonden müssen generell von der Unteren Wasserbehörde geprüft werden. Diese erteilt erst nach positiver Prüfung die für den Bau und Betrieb erforderliche wasserrechtliche Erlaubnis.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine effiziente Nutzung der oberflächennahen Geothermie in der Stadt Mönchengladbach durch den Einsatz von Erdwärmekollektoren und -sonden möglich ist. Zusätzlich wird die oberflächennahe Geothermie und die Anschaffung dazugehöriger Wärmepumpen durch umfassende Förderangebote unterstützt. Unter Berücksichtigung einer zunehmenden Nutzung regenerativer Energien, werden demzufolge beim Neubau von Einfamilienhäusern Ausbaupotenziale gesehen. Unter der Prämisse einer Sanierung, welche die Absenkung der Vorlauftemperaturen eines Bestandsgebäudes erlaubt, stellt das Potenzial der Umweltwärme auch für die Beheizung von Bestandsgebäude eine effiziente und sinnvolle Versorgungslösung dar.

Wie Tabelle 4-8 zeigt, ergibt sich bei einem Mobilisierungsfaktor von 30 % des Potenzials der Erdsonden und Erdkollektoren eine energetische Leistung von etwa 1,33 Mio. MWh, das sind ca. 67 % des Bedarfs von 2020.

Tabelle 4-8: Übersicht Geothermiepotezial - Stadtgebiet Mönchengladbach [energielenker projects]

Übersicht Geothermiepotezial

	Theoretisch nutzbare Fläche	Mobilisierungsfaktor	Nutzbare Fläche	Wärmebereitstellung
Erdwärmekollektoren	22.303.295 m ²	30 %	6.690.989 m ²	401.306 MWh
Erdwärmesonden	22.546.135 m ²	30 %	6.763.841 m ²	736.503 MWh

4.7.3 Thermische Nutzung von Oberflächengewässern

Für die Stadt Mönchengladbach bietet die Niers ein generelles Potenzial. Jedoch ist die thermische Nutzung von Oberflächengewässern mit hohen Investitionen in Form von einem Entnahmebauwerk, Wärmetauschern etc. verbunden. Zur expliziten Angabe eines Potenzials im Rahmen der thermischen Nutzung der Niers sollte eine spezifische Studie erstellt werden.

Zusätzlich entsteht im Süden der Stadt mit dem Restsee des Tagebaus Garzweiler II einer der größten Seen Deutschlands, die hinsichtlich der Wärmegewinnung in Zukunft z. B. für die Ortslage Wanlo eine Rolle spielen könnten.

4.7.4 Hydrothermale Grundwassernutzung

Auf dem Stadtgebiet Mönchengladbach ist das Potenzial noch unbekannt und müsste noch erforscht werden.

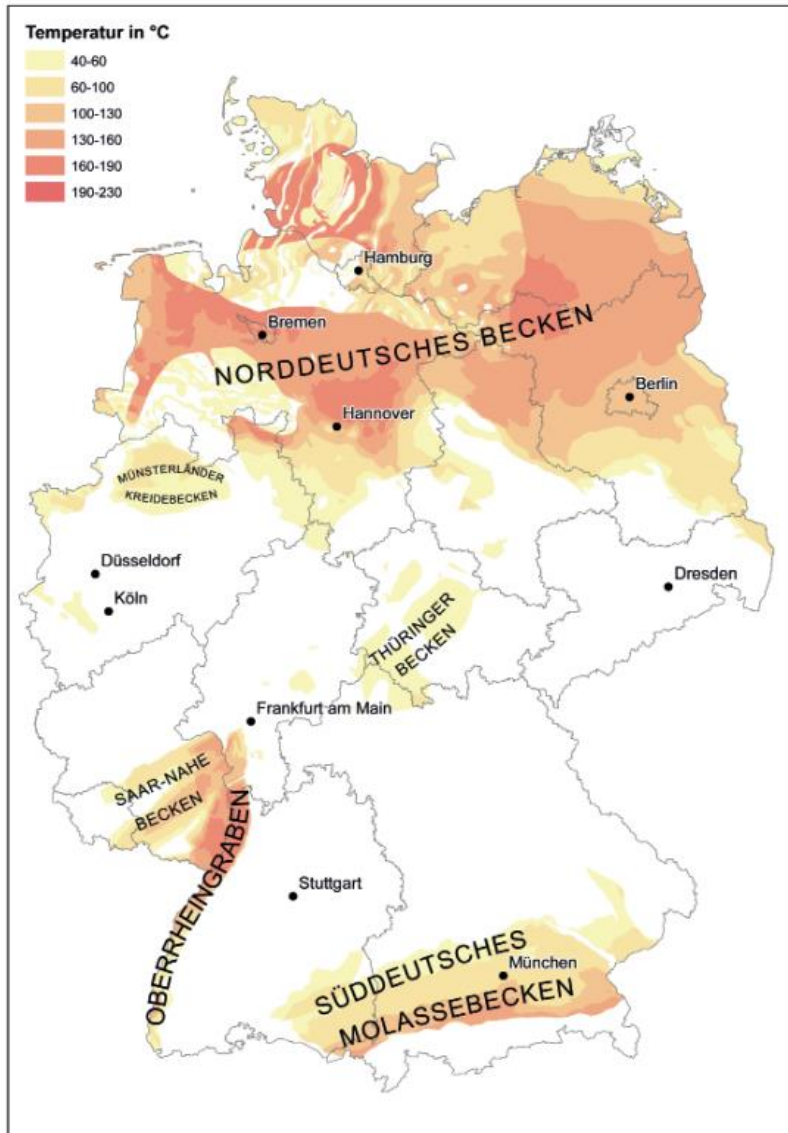


Abbildung 4-21: Übersicht über Gebiete, die für eine tiefe hydrogeothermische Nutzung möglicherweise geeignet sind [Karte nach Suchi et al. 2014]

Für Teile des Stadtgebietes scheinen die grundsätzlichen Voraussetzungen vorhanden, Tiefengeothermie für die Wärmeversorgung zu nutzen: Es existieren in den geologisch ähnlichen Nachbarregionen jenseits der Staatsgrenze bereits erfolgreiche hydrothermale Geothermie-Projekte (Venlo/NL und Beerse/B). Mit Blick auf die karbonzeitlichen und devonischen Kalksteingruppen am Standort lassen sich ähnliche Potenziale vermuten.

EXKURS: MUT – Mönchengladbach untersucht Tiefengeothermie: Potenziale und Bedarfe der Erdwärme zur Bewältigung des Strukturwandels im Oberzentrum des Reviers

Die Stadt Mönchengladbach bereitet mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft ein Projekt zu Untersuchung der Machbarkeit der Nutzung von Tiefengeothermie zur Wärmeversorgung vor. Ziel des Projektes ist es eine Machbarkeitsstudie mit einer Detailuntersuchung zum Thema Tiefengeothermie durchzuführen, um anhand von drei Großabnehmern von Geothermie (Wohnquartiere, Nahwärmenetz öffentlicher Gebäude und ein innovativer Industriepark für Firmen des Textil- und Bekleidungssektors) aufzuzeigen, wie ein klassisches Wärmeversorgungsgebiet in ein klimaschonendes Versorgungssystem transformiert wird bzw. wie die Wärmeversorgung neuer Strukturen klimaneutral entwickelt wird. Zusätzlich wird für jeden Standort ein Bedarfsprofil erstellt. Darüber hinaus werden anhand dieser Beispiele die technische Ausführung sowie die betriebswirtschaftliche, sozioökonomische und finanzielle Bewertung und die Evaluierung der Umsetzbarkeit sowie die Skalierbarkeit der Technologie der Tiefengeothermie untersucht.

Im Rahmen einer umfangreichen geothermischen Detailuntersuchung sollen die geowissenschaftlichen Daten und Ergebnisse, die vor allem aufgrund des erfolgreichen Californië-Projekts (Venlo) akquiriert werden konnten, auf den Untergrund des Stadtgebietes von Mönchengladbach erweitert werden. Basierend auf einer Datenanalyse soll ein 3D-Untergrundmodell erstellt werden. Mit entsprechenden Reservoirmodellierungsansätzen lassen sich dann die möglichen geothermischen Potenziale abschätzen. Zur Verifizierung des Untergrundmodells und somit als Grundstein zukünftiger Projektrealisierungen ist die Durchführung einer 2D-Seismik im Stadtgebiet Mönchengladbach mit Anbindung an die bestehende Bohrung in Schwalmtal vorgesehen. Diese ist Voraussetzung für die exakte Ermittlung der Tiefenlage und Mächtigkeit der Reservoirs und des Verlaufs der verschiedenen Störungssysteme im tiefen Untergrund sowie für weitere Erkundungsschritte in Folgeprojekten wie das Abteufen von Erkundungsbohrungen in die relevanten Karbonathorizonte. Das Projektvorhaben leistet einen entscheidenden Beitrag für die Wärmewende, indem in der Wohnungswirtschaft, in öffentlichen Gebäuden und in der Industrie anhand von Beispielstandorten demonstriert wird, wie ein klassisches Wärmeversorgungsgebiet in ein klima- und umweltschonendes Versorgungssystem transformiert werden kann und ein modernes Wärmenetz bei der Integration von Tiefengeothermie partizipiert. Damit werden drei potentielle Großabnehmer für Tiefengeothermie betrachtet, die aufgrund von unterschiedlichen Wärmebedarfsprofilen und den Temperaturniveaus von Grund auf verschiedene Anforderungen an die Technologie aufweisen, sodass hier ein breites Spektrum an potentiellen Anwendungsfällen abgedeckt wird.

Für die drei Anwendungsbereiche werden die lokalen Energieinfrastrukturen konzeptioniert und bewertet. Die Demonstration beinhaltet die technische Ausführung sowie die betriebswirtschaftliche, sozioökonomische und finanzielle Bewertung, die Evaluierung der Umsetzbarkeit sowie die Skalierbarkeit der Technologie der Tiefengeothermie. Zusätzlich wird der Grad der Klimafreundlichkeit bewertet und dokumentiert. In einer abschließenden obertägigen, techno-ökonomischen Standortanalyse werden unter Berücksichtigung der potentiellen Abnahmemengen Standorte identifiziert, die eine möglichst hohe Wirtschaftlichkeit gewährleisten. Die energiewirtschaftliche Einordnung der Technologie Tiefengeothermie wird von einem interdisziplinären Expertenteam aus den Bereichen Energieversorgung und Quartiersentwicklung durchgeführt und durch Wissenschaftler aus den Ingenieurs- und Wirtschaftswissenschaften begleitet. Außerdem wird der gesamte Prozess öffentlich durch ein Kommunikationskonzept begleitet.

4.8 ERZEUGUNGSPOTENZIAL AUS ABWÄRME IN MG

4.8.1 Abwärmepotenzial

Der Standort Mönchengladbach ist traditionell ein bedeutender Umschlagplatz und Standort zahlreicher Industrieunternehmen. Zur Ermittlung möglicher Abwärmequellen aus Industrie- und Gewerbeprozessen oder weiterer Abwärmelieferanten wie Kläranlagen wurde zum einen das Wärmekataster der NEW AG verwendet, zum anderen wurden die Gasverbrauchsdaten der Industrie- und Gewerbebetriebe analysiert. Die Unternehmen, in denen potenziell Abwärme anfällt, werden in Abbildung 4-20 dargestellt.

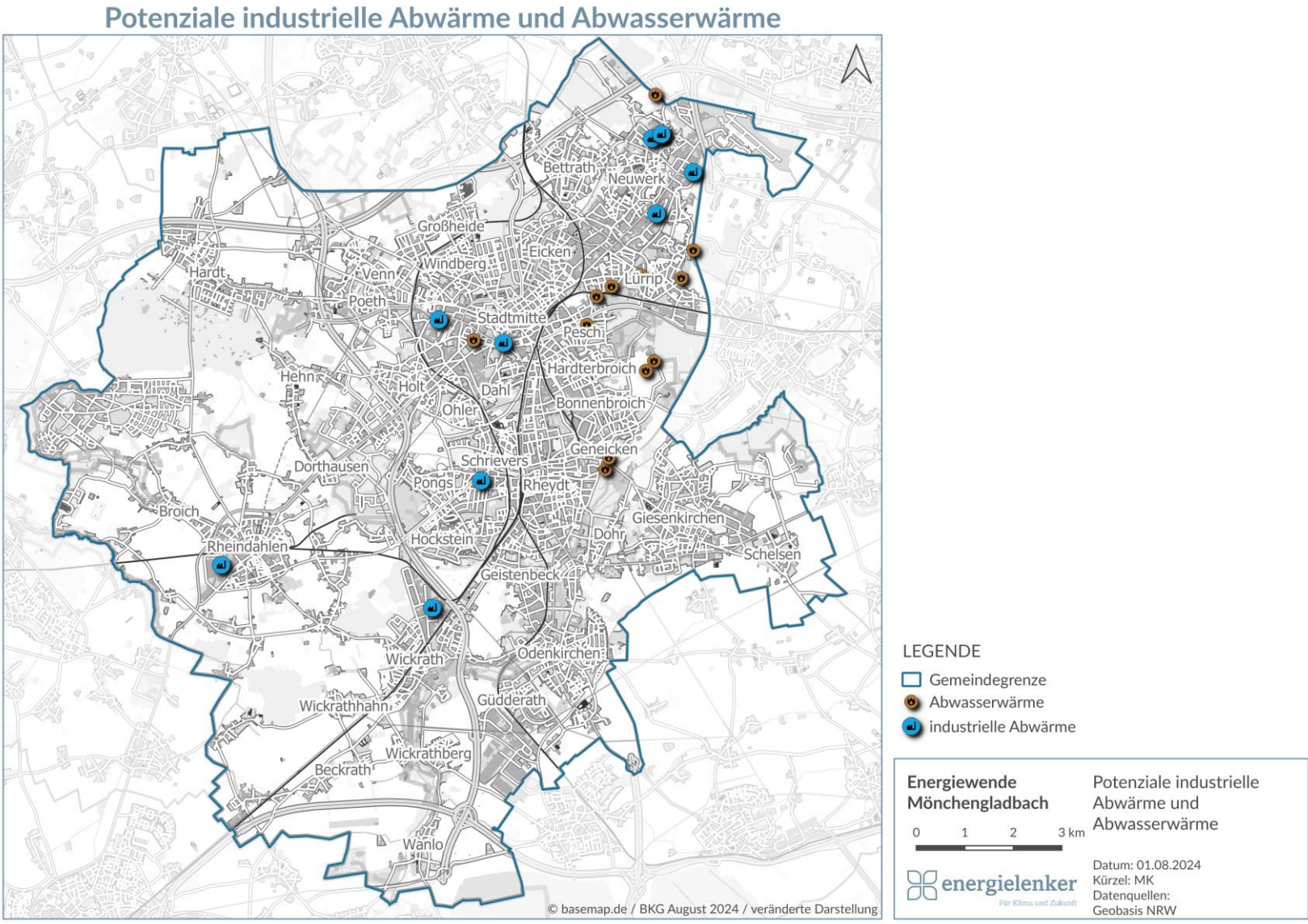


Abbildung 4-22: Potenziale industrielle Abwärme und von Abwasserwärme

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die untersuchten Unternehmen zwar z. T. hohe Energieverbräuche aufweisen, aber durch Effizienz-Maßnahmen und interne Abwärmenutzung keine größeren Potenziale zur Einspeisung von Abwärme in ein Fernwärmenetz hätten. Thermische Prozesse finden unregelmäßig statt, was eine mögliche Abwärmenutzung schwierig gestaltet.

Bei der Betrachtung des Strom- und Wärmebezugs stellt die langfristige Versorgungssicherheit die oberste Prämisse für die Unternehmen dar. Die Großkunden haben durch ihren hohen Energiebedarf eine zentrale Bedeutung für die zukünftige Strom- und Wärmeversorgung in Mönchengladbach. Eine enge Absprache mit diesen Akteur*innen ist für die Stadt daher in Zukunft notwendig, um ein hohes Maß an Versorgungssicherheit für die Unternehmen zu gewährleisten.

4.8.2 Abwasserwärme

In Abbildung 4-21 sind die Potenziale zur Nutzung von Abwasserwärme zur Wärmeversorgung im Stadtgebiet Mönchengladbach dargestellt. Diese befinden sich überwiegend im Nordosten der Stadt. Dort treffen dicht besiedelte Gebiete auf groß dimensionierte Kanäle mit ausreichendem Abwasservolumen.

Die Kläranlage in Mönchengladbach-Neuwerk ist eine der größten in Deutschland und weist Potenzial für die Nutzung von Abwasserwärme auf. Zurzeit nutzt der Niersverband das bei der Abwasserreinigung in der Kläranlage aus dem Faulschlamm entstehende Methan zur Wärme- und Stromgewinnung, wodurch ein großer Teil des Eigenbedarfs gedeckt werden kann. Wichtig ist hierbei jedoch zu beachten, dass eine Verminderung des Wärmeinhalts im Abwasserstrom der Zuleitung zur Kläranlage in Mönchengladbach-Neuwerk negative Auswirkungen auf die biologischen Reinigungsprozesse im Betrieb der Anlage haben kann. Eine niedrigere Abwassertemperatur führt zu einer verminderten biologischen Aktivität im Belebungsbecken, sodass größere Belebungsbeckenvolumina und damit einhergehend höhere Investitions- und Betriebskosten für die gleiche Reinigungsleistung erforderlich werden könnten.

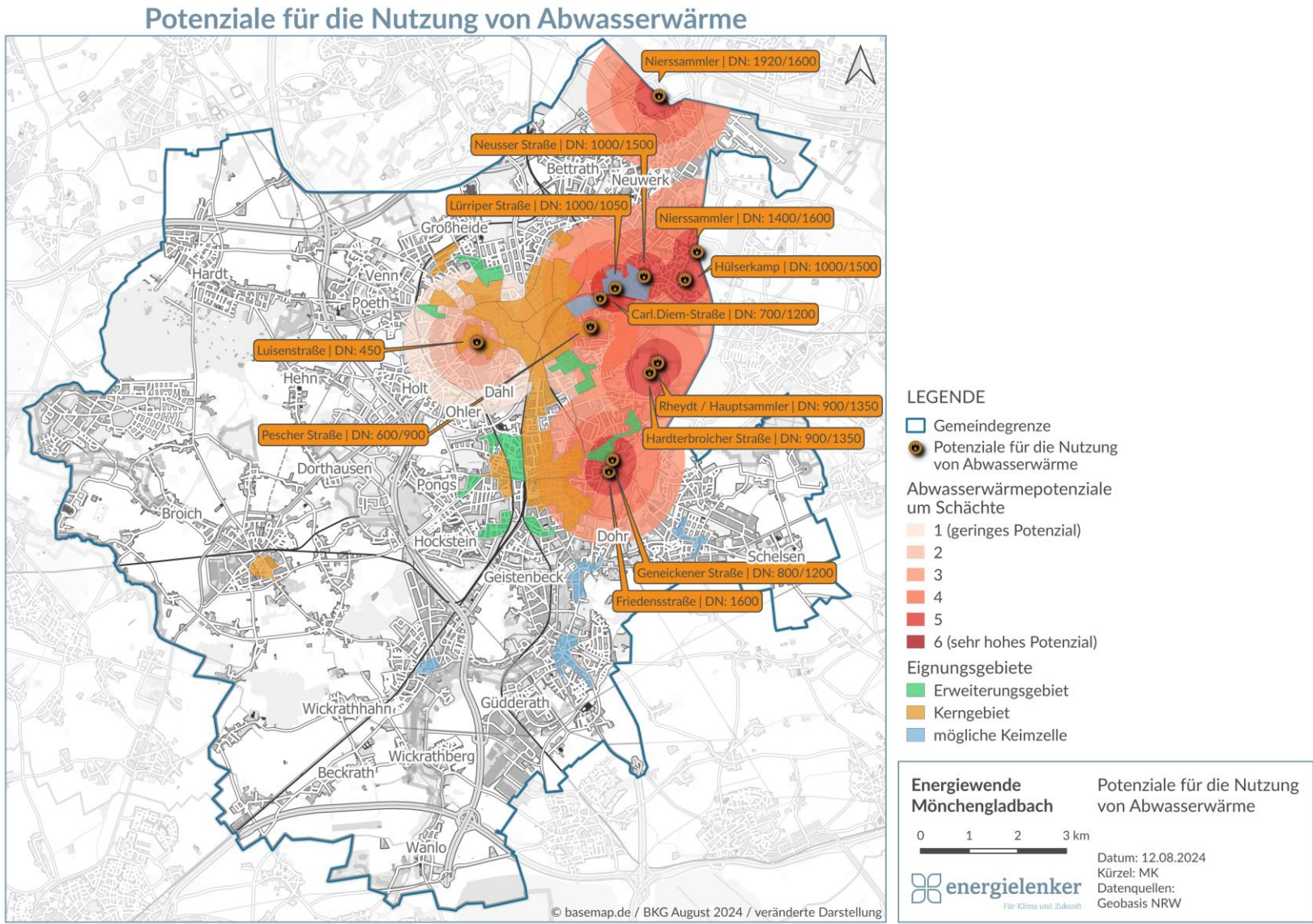


Abbildung 4-23: Potenziale für die Nutzung von Abwasserwärme

EXKURS: „Projekt Seestadt“

Im Projekt „Seestadt“ wird bereits Abwasserwärme zur Wärmeversorgung genutzt. Die „Seestadt“ ist ein innerstädtisches Quartier, das unterschiedliche Nutzungen vereint. Auf eine Gesamtfläche von 14 ha sollen bis zu 2.000 Wohneinheiten realisiert werden. Ein erster Bauabschnitt ist bereits realisiert worden. Schwerpunktnutzung Wohnen sowie öffentlich zugängliche Freiflächen sollen ein für. Neben der Schaffung bezahlbarer und attraktiver Wohnungen für all Alters- und Einkommensklassen (bis zu 2.000 Wohneinheiten bei Realisierung der Bebauung auf der Gesamtfläche von 14 ha) sollen Gastronomie- und Freizeiteinrichtungen, Einrichtungen der sozialen Infrastruktur wie z. B. Kindertagesstätten sowie Flächen für Dienstleistungen entstehen. Kern der Planung und zugleich das Alleinstellungsmerkmal des Quartiers ist die Schaffung eines neuen Sees. Dieser wird zum identitätsbildenden räumlichen und inhaltlichen Mittelpunkt und wird zur Adresse des ganzen Quartiers.

Die NEW AG hat über ihr Tochtergesellschaft Stadtentfalter GmbH das Energiekonzept für das Quartier entwickelt und umgesetzt:

- Wärmepumpe zur Abwärmenutzung aus dem Abwasser
- Kesselkaskade, um einen redundanten Betrieb zu ermöglichen
- Primär und Sekundärseitiger Speicher
- Nahwärmenetz mit gedämmten Rohrleitungen
- Die Netztemperatur liegt zwischen 28 °C und 43 °C
- Die Fußbodenheizungen können direkt versorgt werden, Trinkwarmwassererzeugung erfolgt mithilfe eines elektrischen Nacherhitzers
- Mit Hilfe des Wärmenetzes werden derzeit ca. 250 Wohneinheiten mit Wärme versorgt

4.9 ERZEUGUNGSPOTENZIAL WASSERSTOFF IN MG

Im Zuge der Potentialanalyse für die Nutzung von Wasserstoff in Mönchengladbach wurden spezifische Standorte hinsichtlich ihres Bedarfs an Prozesswärme, der Vorlauftemperatur und des Abwärmepotenzials evaluiert. Standorte, die in diesen Kriterien hohe Bedarfe beziehungsweise Potenziale aufweisen, deuten darauf hin, dass bei diesen der wirtschaftliche Einsatz von Wasserstoff in Zukunft möglich ist. Die in Abbildung 4-22 dargestellte Karte verzeichnet solche Unternehmen in Mönchengladbach, die potenziell für eine Wasserstoffnutzung infrage kommen. Potenzialstandorte befinden sich insbesondere nordöstlich im Stadtgebiet und in der Nähe des Stadtteils Neuwerk sowie in den Stadtteilen Waldhausen, Westend, Rheindahlen, Schmölderpark und Wickrath.

Wasserstoffpotenziale und Eignungsgebiete Mönchengladbach

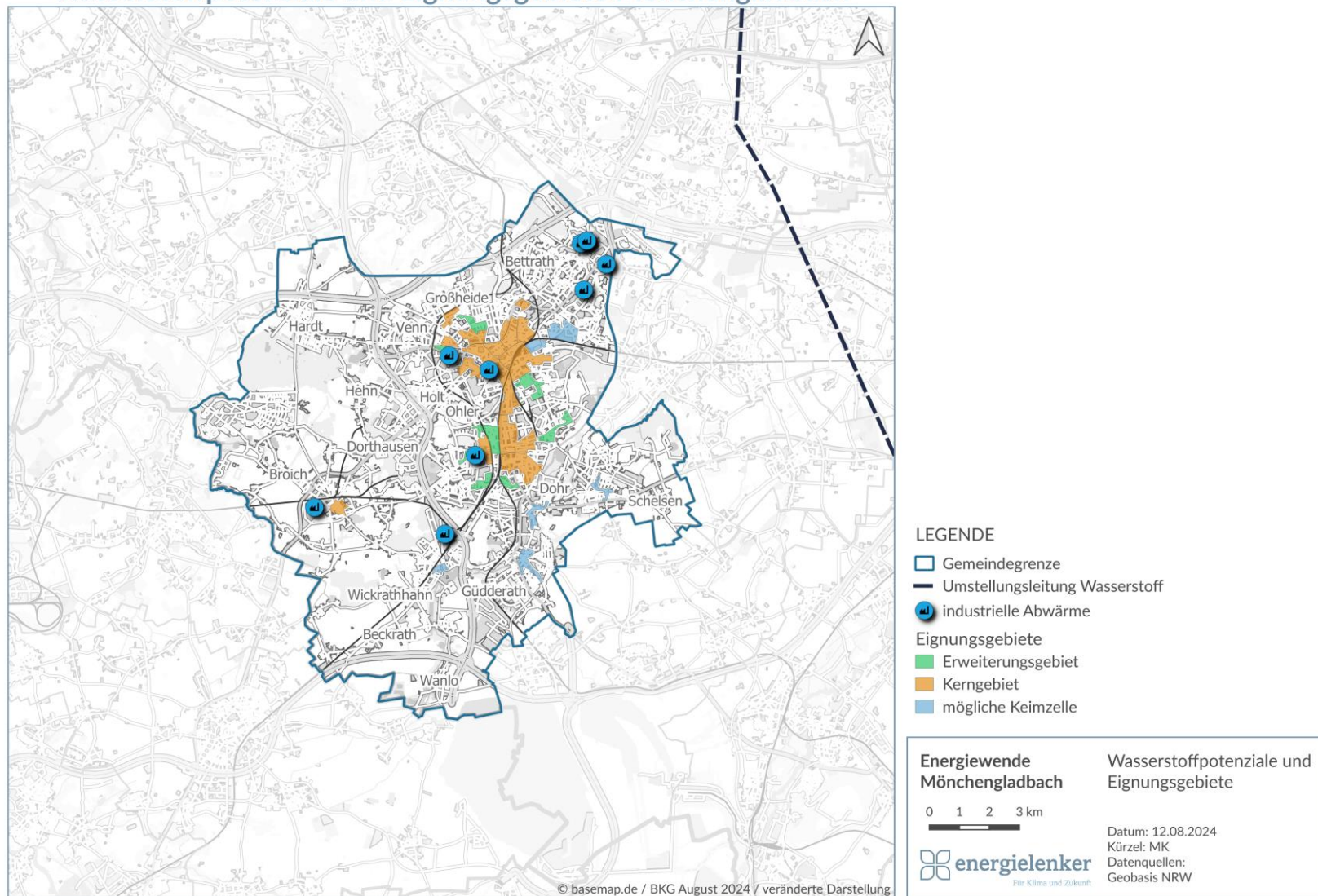


Abbildung 4-24: Potenziale Wasserstoff

Die Implementierung von Wasserstofftechnologien im Wohnsektor erscheint, wie bereits in der Technologiematrix erwähnt, indes weniger wahrscheinlich, da hier auch mit niedrigeren Vorlauftemperaturen gearbeitet werden kann und kosteneffizientere Alternativen zu Wasserstoff existieren. Bei der Anschaffung neuer Anlagen empfiehlt es sich dennoch, in H₂-Ready-Systeme zu investieren, um zukunftsfähig zu bleiben. Als Grundlage würde hierfür das im Kapitel 2.3 dargestellte Gasnetz dienen.

Perspektivisch ist eine Beimischung von Wasserstoff bis zu einem Anteil von circa 10 % ins Erdgasnetz technisch umsetzbar, ohne dass herkömmliche Brennsysteme angepasst werden müssen. Eine vollständige Einspeisung von Wasserstoff durch Methanisierung ist zwar technisch machbar, wird jedoch aufgrund der ineffizienten Energiebilanz in der Wasserstofferzeugung und Methanisierung als ökonomisch unvorteilhaft betrachtet.

Die Fernleitungsnetzbetreiber Gasunie und Thyssengas haben Pläne für eine rund 400 km lange Wasserstofftransportleitung von Wilhelmshaven bis Wesseling bei Köln vorgestellt, die bis 2028 realisiert werden soll. Diese Nord-Süd-Verbindung soll durch Umwidmung bestehender Leitungen und ergänzenden Neubau ermöglicht werden und ist darauf ausgelegt, Wasserstoff, der an der Nordseeküste produziert oder aus Norwegen importiert wird, direkt zu den industriellen Verbrauchszentren im Rhein-Ruhr-Gebiet zu transportieren. Dieses Vorhaben ist von strategischer Bedeutung, da es bestehende Wasserstoffprojekte vernetzt und maßgeblich zum Aufbau einer integrierten Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland beiträgt. Insbesondere für Mönchengladbach und umliegende Standorte könnte dies eine wichtige Anbindungsmöglichkeit bieten, da die Stadt in der Nähe der geplanten Route liegt. Dies eröffnet potenziell die Perspektive, dass einzelne Industriestandorte in der Region an das zukünftige Wasserstoffnetz angeschlossen werden könnten, um ihren Energiebedarf nachhaltig und effizient zu decken.

4.10 ZUSAMMENFASSUNG POTENZIALERMITTLUNG

In Kapitel 4 wurden die Potenziale für eine Strom- und Wärmeversorgung auf Basis unterschiedlicher erneuerbarer Energieträger ermittelt. In den folgenden Tabellen sind die Gesamtpotenziale für Wärme- und Stromerzeugung in Abhängigkeit der Energieträger dargestellt.

Tabelle 4-9: Gesamtpotenzial der Stromerzeugung in Abhängigkeit der Energieträger

Vergleich Stromerzeugung & -bedarf	Gesamterzeugungspotenzial in MWh/a
Photovoltaikanlagen	1.140.552
Windkraftanlagen	983.962
Stromerzeugung durch Biomasse	91.000
Summe	2.215.514

Für das Jahr 2045 wird für Mönchengladbach im Klimaschutzszenario ein Strombedarf von 2.150.200 MWh/a ermittelt, sodass die Erneuerbaren Energieträger den Strombedarf bilanziell zu 103 % decken können.

Tabelle 4-10: Gesamtpotenzial der Wärmeerzeugung in Abhängigkeit der Energieträger

Vergleich Wärmeerzeugung & -bedarf	Gesamterzeugungspotenzial in MWh/a
Wärmeerzeugung durch Biomasse	183.000
Erdwärmekollektoren	401.306
Erdwärmesonden	736.503
Summe	1.320.809

Für das Jahr 2045 wird für Mönchengladbach im Klimaschutzszenario ein Wärmebedarf von 2.315.956 MWh/a ermittelt, sodass die aufgeführten Erneuerbaren Energieträger den Wärmebedarf bilanziell zu 57 % decken können. Die Lücke zu einer vollständigen Wärmebereitstellung durch Erneuerbare Energien kann durch Luft-Wasser-Wärmepumpen gedeckt werden, sodass eine vollständige Deckung des Wärmebedarfs durch Erneuerbare Energien möglich ist. Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen die Umgebungsluft als Wärmequelle und weisen damit ein praktisch unerschöpfliches Wärmepotenzial auf.

5 ZUKÜNFTIGE ENERGIE- UND WÄRMEVERSORGUNG DER STADT DARGESTELLT AM BEISPIEL VON FOKUSGEBIETEN

Zur Entwicklung nachhaltiger Lösungsansätze für den energetischen Stadtumbau Mönchengladbachs wurden vier exemplarische Gebiete ausgewählt, um spezifische Strategien zur künftigen Energie- und Wärmeversorgung zu erarbeiten. Ausgewählt wurden in einem iterativen Prozess zum einen Gebiete mit hohem Handlungsdruck bei der Wärmeversorgung und zum anderen Gebiete, die jeweils ortstypische Quartiere repräsentieren und deren energetische Versorgung mit Strom und Wärme auf andere Stadtquartiere übertragbar ist. Hierbei spielten ebenfalls sowohl die Wärmeversorgungsstruktur als auch deren wirtschaftliche Umsetzung eine entscheidende Rolle.

Die Fokusgebiete wurden zunächst im Hinblick auf ihre aktuelle Bestandsversorgung, Wärmebedarfe etc. untersucht. Daraufgehend wurden u. a. auf Basis der Wärmeliniendichte mögliche Versorgungsstrukturen ermittelt, welche abgrenzend zur stadtweiten Betrachtung zusätzlich wirtschaftlich bewertet wurden.

Die gewählten Kriterien zur Auswahl der Fokusgebiete wurden nicht isoliert betrachtet, sondern in einem ganzheitlichen Kontext analysiert. Betrachtet wurden strukturelle Merkmale wie Gebäudealter, Lage im Stadtgebiet und andere relevante Faktoren (s. Kapitel 5.1). Der Abgleich erfolgte iterativ und in enger Zusammenarbeit mit den Mitgliedern der Steuerungsgruppe. Dies gewährleistete, dass die gewählten Fokusgebiete entsprechend der örtlichen Gegebenheiten und Bedürfnisse definiert wurden und den Überblick zum Bedarf an der Versorgung mit erneuerbaren Energien für Strom und Wärme sowie den Sanierungsbedarf und gleichzeitig die optimale Integration erneuerbarer Energien in die Wärmeversorgung ermöglichen.

5.1 ERMITTLUNG FOKUSGEBIETE

Nachfolgend werden die Bearbeitungsschritte zur Ermittlung der Fokusgebiete dargestellt:

1. Bearbeitungsschritt: Auswertung quantitativer Daten als Grundlage der Charakterisierung potenzieller Fokusgebiete:

- Schwerpunkt: Handlungsdruck aufgrund hoher Energiebedarfe
- Räumliche Einheit: Statistische Bezirke
- Rechnerische Ermittlung und Ranking durch Verknüpfung folgender Parameter mit Gewichtung:

- Wärmebedarf in MWh/a/ha	Gewichtung: 35 %
- Strombedarf in MWh/a/ha	Gewichtung: 25 %
- Anteil Gebäude bis Baujahr 1978 in %	Gewichtung: 20 %
- Anteil Gebäude mit nicht leitungsgebundenen Energieträgern in %	Gewichtung: 15 %
- Bevölkerungsdichte in Anzahl/ha	Gewichtung: 5 %

Die Parameter wurden rechnerisch ermittelt, nach Rängen sortiert und nachfolgend je Bezirk aufsummiert. Je größer der jeweilige Wert, desto höher stellt sich das Entwicklungspotenzial dar. Unter der Berücksichtigung von zusätzlich vorhandenen Potenzialen wie Abwärme oder Abwasser wurden die Parameter im Rahmen einer Gesamtkennziffer geordnet.

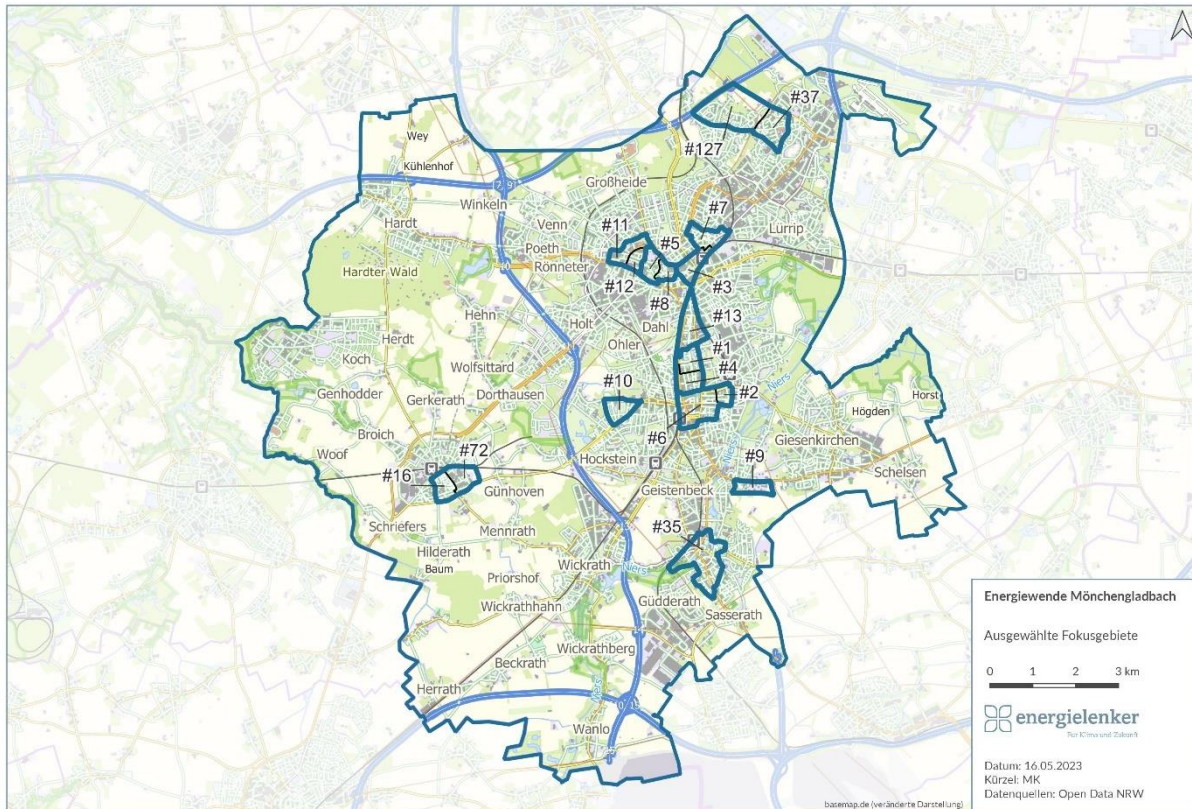


Abbildung 5-1: Übersicht Vorauswahl potenzielle Fokusgebiete

2. Bearbeitungsschritt: Erstellung eines vorläufigen Rankings in der Steuerungsgruppe mit Hilfe eines Abgleichs der Gegebenheiten vor Ort: geplante städtebauliche Vorhaben, Eigentumsverhältnisse, lokale Restriktionen.

3. Bearbeitungsschritt: Abgleich der quantitativen Kriterien mit lokalen Spezifika unter Berücksichtigung der Realisierbarkeit mit Teilen der Steuerungsgruppe unter Berücksichtigung folgender Kriterien:

- Vielfalt: Gebiete, die für unterschiedliche Lösungsansätze stehen
- Übertragbarkeit: Gebiete, die repräsentativ für MG sind und deren Lösungen auf andere Gebiete übertragbar sind
- Realisierbarkeit: Abgleich mit Gegebenheiten vor Ort mit hoher Umsetzungswahrscheinlichkeit (z. B. geplanten städtebaulichen Entwicklungen)
- Steuerungs- und Handlungsfähigkeit: Berücksichtigung von Quartieren mit Gebäuden im Eigentum von Stadt, EWMG oder WohnBau MG

4. Ergebnis: Definition von vier Fokusgebieten, davon zwei Gebiete in den Zentren Gladbach und Rheydt und zwei Gebiete, die verschiedene Ansätze abbilden und die Übertragbarkeit auf andere Quartiere ermöglichen.

In der nachfolgenden Tabelle 5-1 ist eine Übersicht der ausgewählten Fokusgebiete hinsichtlich deren Lage, Gebäudenutzung, potenziellen Keimzellen für energetische Maßnahmen sowie deren energetisches Profil dargestellt. Die vier untersuchten Gebiete weisen unterschiedliche städtebauliche und energetische Merkmale auf, die im Rahmen der Planung von Energie- und Wärmenetzstrategien relevant sind. Insgesamt zeigt die Tabelle, dass die energetischen Herausforderungen in den untersuchten Gebieten unterschiedlich sind, mit Schwerpunkten auf hohem Energiebedarf, Sanierungsbedarf sowie Potenzialen für Wärmenetze.

Tabelle 5-1: Darstellung der Fokusgebiete anhand definierender Kriterien

Darstellung der Fokusgebiete			
Charakter	Gebäudenutzung / Bebauung	Keimzellen	Energetisches Profil
Zentrums-lage: Zentrum Gladbach			
<ul style="list-style-type: none"> • Innerstädtisch • Zentrums-lage • Hoch verdichtet • Heterogene Bebauung und Nutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehr-geschossige Gebäude mit Wohn- und Gewerbenutzung • GHD • Wohnen • Öffentliche Gebäude 	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentliche Gebäude als mögl. Keimzellen: Museum Abteiberg, VHS, 2 Gymnasien, Rathaus Abtei, Verwaltungsgebäude, Musikschule, STEP • Maria Hilf-Terrassen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher spezifischer Energiebedarf • Wärmenetzzpotenzial
Stadtteillage verdichtet: Eicken			
<ul style="list-style-type: none"> • Innerstädtisch • Stadtteillage • verdichtet 	<ul style="list-style-type: none"> • Überwiegend Wohngebäude (EFH, MFH, DHH) • Alte Bausubstanz • Gründerzeit-viertel 	<ul style="list-style-type: none"> • Seestadt: ggf. Anbindung an Nahwärmenetz • Vitus-Bad 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher spezifischer Energiebedarf • Hohes Wärmenetzzpotenzial • Hoher Sanierungsbedarf
Zentrums-lage: Zentrum Rheydt			
<ul style="list-style-type: none"> • Innerstädtisch • Zentrums-lage • Hoch verdichtet • Heterogene Bebauung und Nutzung • Viele öffentliche Gebäude 	<ul style="list-style-type: none"> • GHD • Mehr-geschossige Gebäude mit Gewerbe- & Wohnnutzung • Denkmal-geschützte Stadthäuser • Selbstnutzer & Mieter • Öffentliche Gebäude 	<ul style="list-style-type: none"> • Hochschule Niederrhein • Schulen • Wissenscampus • Möbelhaus • Pahlkebad • 2 Gymnasien • Berufskolleg • Grundschulen und Kitas • Angrenzende Industrieunternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Höchster spezifischer Energiebedarf in Mönchengladbach • Mögliches Abwärmepotenzial in der Nähe • Hohes Wärmenetzzpotenzial
Stadttrandlage: Giesenkirchen			
<ul style="list-style-type: none"> • Stadttrandlage • Verdichtet 	<ul style="list-style-type: none"> • Überwiegend Wohngebäude • Mietwohnungsbau im niedrigen Preissegment 	<ul style="list-style-type: none"> • viele Gebäude im Eigentum der WohnBau MG 	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmenetz-Potenzial • Dezentrale Versorgung

- eigengenutzte
EFH & DHH

Zur Ermittlung des Wärmebedarfs der Stadt wurde eine Wärmebedarfskarte des Stadtgebiets erstellt, die sogenannte „Heatmap“. In der nachfolgenden Abbildung sind die vier ausgewählten Fokusgebiete verortet.

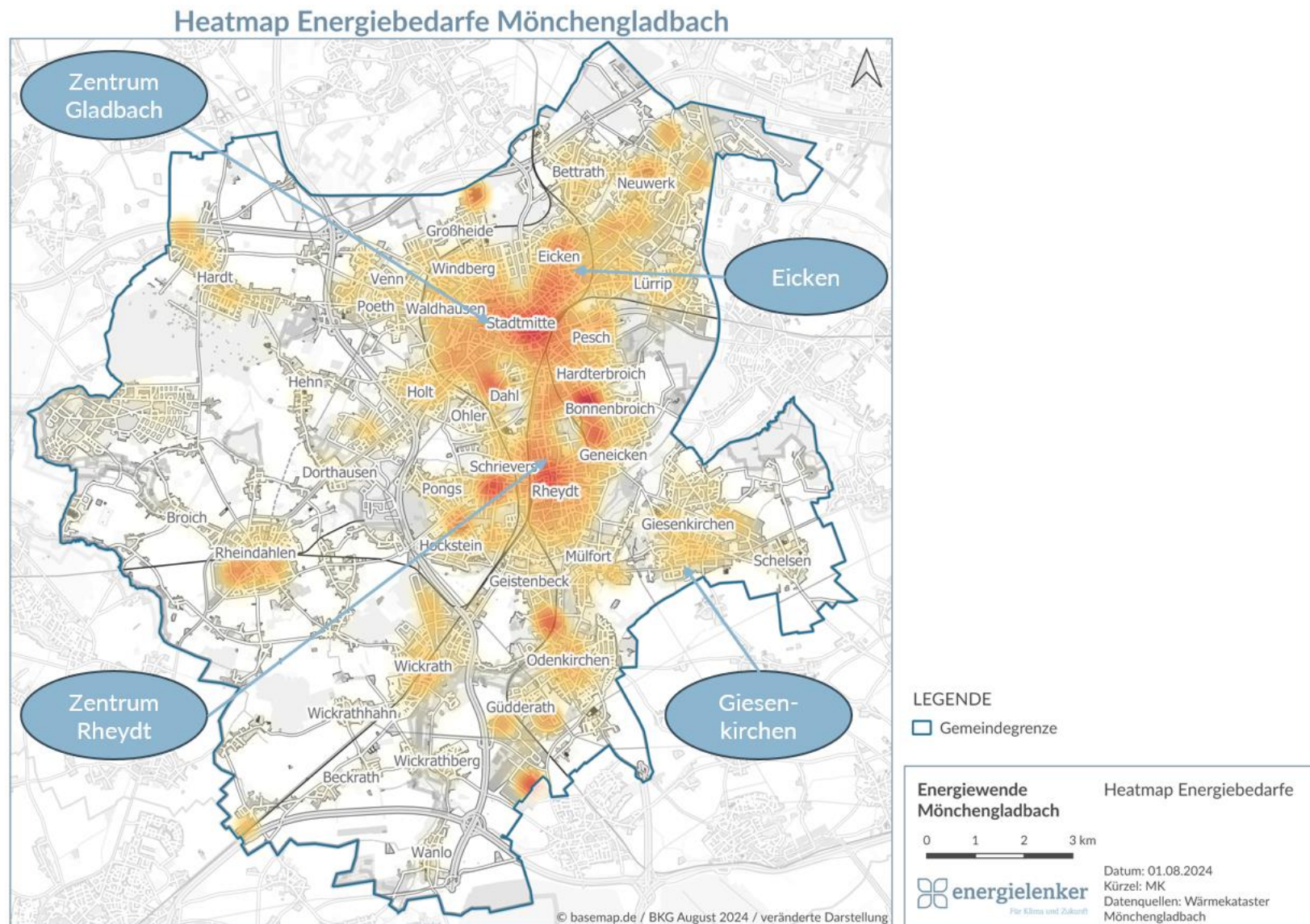


Abbildung 5-2: Heatmap Energiebedarf Mönchengladbach inkl. Fokusgebiete

5.2 DARSTELLUNG DER UNTERSUCHUNGSMETHODIK DER FOKUSGEBIETE

Für die vier ausgewählten Fokusgebiete fand eine tiefergehende Untersuchung statt. Hierfür wurden die zuvor ermittelten Energie- und Sanierungsdaten genutzt. Ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl der Wärmeversorgungsstruktur stellte die Wärmelinienichte dar. Hierbei wurden die Wärmeverbräuche der Liegenschaften straßenscharf aufsummiert und auf die jeweilige Straßenlänge aufgeteilt. Daraus resultierte für jede Straße im Quartier eine Wärmemenge je Straßenlänge. Sie definiert, wie gut ein jeweiliger Straßenabschnitt für die Nutzung eines Wärmenetzes geeignet ist.

Als Grenzwert zur Betrachtung von Wärmenetzen empfiehlt das „Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk“ (C.A.R.M.E.N. e.V.) eine Belegungsdichte von 1,5 MWh je Trassenmeter und Jahr (MWh/m*a). Ein weiteres Bewertungskriterium stellten baublockweise Wärmeverbräuche dar. Hierdurch können bei geringer Wärmelinienichte Aussagen zu Potenzialgebieten von Keimzellen getroffen werden.

Die nachfolgende Grafik (Abbildung 5-2) beschreibt die Unterteilung in Wärmeklassen, in Abhängigkeit von der Wärmebedarfsdichte je Fläche und der Wärmelinienichte je Straßenlänge. Je geringer die Wärmedichte, desto höher wird das jeweilige Gebiet im Rahmen der Wärmeklassen eingestuft und desto effizientere Wärmenetze können bei niedrigeren Temperaturen und angemessener Wärmeabnahme umgesetzt werden (z. B. kalte Nahwärme).



Abbildung 5-3: Wärmelinien- und -bedarfsdichte (eigene Darstellung)

Im Rahmen der Betrachtung der vier Fokusgebiete wurden verschiedene Wärmeversorgungsoptionen wirtschaftlich bewertet. Hierbei wurden unter Berücksichtigung der Wärmeversorgungsstruktur (zentrales Netz oder dezentrale Lösung) Investitions- sowie Betriebskosten ermittelt. Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit erfolgte über eine Netto-Vollkostenrechnung für 20 Jahre Betrieb nach der VDI-

Richtlinie 2067. Dabei wurden für die relevanten Kostenpositionen die Entwicklung in den nächsten 20 Jahren modelliert.

Die betrachteten Varianten wurden so gewählt, dass die Rahmenbedingungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) eingehalten wurden. Insbesondere die Vorgabe, eine Versorgung mit einem Anteil von mindestens 65 % Erneuerbaren Energien umzusetzen, war für die Wahl der Energieversorgungslösungen relevant. Grundsätzlich werden die in Kap. 3.2 erläuterten Wärmeerzeugertechnologien betrachtet (s. Tabelle 5-2).

Tabelle 5-2: Rahmenbedingungen Wirtschaftlichkeit

Rahmenbedingungen Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen	
Anschlussquote Wärmeabnehmer	60 - 100%
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Fremdkapitalzins	4,0%
Förderung	je nach Variante
Nutzungsdauer und Instandhaltungskosten nach	VDI 2067
Strompreis (Mischpreis inkl. Stromentwicklung).	30,5 ct/ kWh
Biomasse-Preis (Mischpreis inkl. Preisentwicklung)	390 EUR/t
Erdgas-Preis (Mischpreis inkl. Preisentwicklung)	10,5 ct/kWh
CO ₂ -Emissionsfaktor	Nach Anlage 9 - GEG
Primärenergiefaktor	Nach Anlage 4 - GEG

Die Investitionskosten wurden nach Kostengruppen der DIN 276 gegliedert und ermittelt. Unter die einmaligen Investitionskosten fallen Kosten für die Wärmeerzeuger, die Wärmequellenerschließung, das Rohrnetz inkl. Tiefbauarbeiten der Anbindung, die Heizzentrale sowie sonstige Anschluss- und Planungskosten des Projekts. Eine Übersicht über die berücksichtigten Kostengruppen der DIN 276 ist in Tabelle 5-3 dargestellt.

Tabelle 5-3: Übersicht der Kostengruppen nach DIN 276

Kostengruppen nach DIN 276	
Kostengruppen	Kostenbezeichnung
300	Bauwerk & Baukonstruktion
400	Bauwerk & Technische Anlagen
420	Wärmeversorgungsanlagen
421	Wärmeerzeugungsanlagen
422	Wärmeverteilnetz
429	Wärmeversorgungsanlagen, sonstiges

700	<i>Baunebenkosten</i>
710	<i>Bauherrenaufgaben</i>
730	<i>Architekten- & Ingenieursleistungen</i>
770	<i>Allgemeine Baunebenkosten</i>
771	<i>Prüfung, Genehmigung, Abnahmen</i>
779	<i>Allgemeine Baunebenkosten, sonstiges</i>

Die Gesamtkosten zur Verlegung des Wärmenetzes wurden in Tiefbaukosten und reine Rohrleitungskosten unterschieden. Weiter differenziert wurde in unterschiedliche Rohrleitungsdimensionierungen, da hierfür jeweils verschiedene Kosten anfallen. Für das Rohrleitungssystem wurden die Durchmesser nach DIN EN ISO 6708 angegeben. Die vorgeschriebene Schreibweise dieser Norm umfasst die Buchstaben DN (stehend für „Durchmesser nach Norm“) und einer gerundeten Zahl, wodurch ein bestimmter, normierter, Durchmesser zuzuordnen ist. Weiterhin zu beachten ist die Berücksichtigung von Vor- und Rücklaufkosten. Seitens der Tiefbaukosten fallen die Kosten nur einmalig an, da Vor- und Rücklauf parallel in einem Schacht verlegt werden. Bei den Rohrleitungskosten ist dieser Faktor bereits berücksichtigt. Eine Übersicht zu den Rohrleitungsdimensionen und den spezifischen zugehörigen Kosten wird in Tabelle 5-4 dargestellt.

Tabelle 5-4: Übersicht der Verlege-Kosten von Wärmenetzen

Verlege-Kosten von Wärmenetzen		
Rohrdimensionierung nach DN	Rohrleitungskosten in €/m	Tiefbaukosten in €/m
20	250	440
40	293	500
50	346	575
65	412	669
80	495	786
100	599	932
125	728	1.116
150	891	1.344
175	1.093	1.631
200	1.257	1.875
225	1.446	2.156
250	1.663	2.480

Für die jeweiligen Fokusgebiete wurden die Wärmenetze mittels STANET (einem Programmsystem zur stationären sowie dynamischen Berechnung von Versorgungssystemen) dimensioniert. Mittels dieser Software konnten sowohl die gesamte Netzlänge als auch Verbraucher*innen und Erzeuger*innen

simuliert werden. Weiterhin wurden durch die Simulationsdurchführung benötigte Rohrdurchmesser sowie der auftretende Druckverlust des gesamten Wärmenetzes ermittelt.

Die zukünftigen Preiserhöhungen der Energieträger sind besonders in der aktuellen Lage äußerst schwer zu prognostizieren. Bei der Betrachtung der Pellet- und Strompreise der letzten Jahre ist festzustellen, dass die Energiekosten im Allgemeinen gestiegen sind. Für die langfristige Zukunft wurde im vorliegenden Konzept von einem Anstieg der Strom- und Brennstoffpreise ausgegangen. Diese ist begründet in der Annahme, dass z. B. die EEG-Umlage wegfallen wird sowie Inflation und Kosten für den Netzausbau weiter ansteigen werden.

Die Strom- und Brennstoffpreise werden volatile Größen bleiben, sodass die Prognose für die mittel- und langfristigen Entwicklungen aus den vorgenannten Gründen ungewiss ist. Es wurde daher auch angenommen, dass ausgehend vom heutigen Preisniveau z. B. der Gaspreis in einem relativ höheren Maß steigen wird als der Strompreis. Da die Höhe des Anstiegs nicht quantifizierbar ist, wurde mit den in Tabelle 5-5 aufgeführten Energiepreisen gerechnet. Die in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verwendeten Werte ergaben sich aus folgenden Preisprognosen:

Tabelle 5-5: Energie- und Brennstoffpreisbetrachtung

Energie- und Brennstoffpreise für die Jahre 2025 und 2045	
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Strompreis 2025	26,0 ct/kWh
Preissteigerung pro Jahr	1,5 %
Strompreis 2045	35,0 ct/kWh
Angesetzter Strompreis für Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	30,5 ct/kWh
Erdgaspreis 2025	7,0 ct/kWh
Preissteigerung pro Jahr	3,5 %
Erdgaspreis 2045	13,9 ct/kWh
Angesetzter Erdgaspreis für Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	10,5 ct/kWh
Holzpelletpreis 2025	295 €/t
Preissteigerung pro Jahr	2,5 %
Holzpelletpreis 2045	485 €/t
Angesetzter Holzpelletpreis für Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	390 €/t

5.3 FOKUSGEBIET ZENTRUM GLADBACH

Das Fokusgebiet Zentrum Gladbach umfasst eine Fläche von rund 54 ha und gehört damit zu einem flächenmäßig kleineren Bereich der ausgewählten Untersuchungsgebiete. Auf dieser Fläche verteilen sich 675 Gebäude, in denen etwa 2.700 Einwohner*innen leben (ca. 1 % der Gesamtbevölkerung der Stadt Mönchengladbach). Das Gebiet Zentrum Gladbach ist innerstädtisch und somit hoch verdichtet bebaut. Zudem macht dieses Fokusgebiet die heterogene Bebauung sowie die vielen öffentlichen Gebäude aus. Diese umfassen das Museum Abteiberg, die VHS, zwei Gymnasien, das Rathaus Abtei, das Verwaltungsgebäude Oberstadt, die Musikschule und das STEP. Den größten Nutzungsanteil macht das Wohnen aus. Außerdem befinden sich viele Restaurants, Hotels, Büros, sowie Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsbetriebe im Quartier. Die prozentuale Verteilung des Energieverbrauchs wird als Treibhausgasemissionen in Abbildung 5-3 dargestellt. Das Gros, also 63 % der aktuellen CO₂-Emissionen wird durch private Haushalte emittiert, 25 % sind dem öffentlichen Sektor und 12 % der Wirtschaft zuzuordnen.

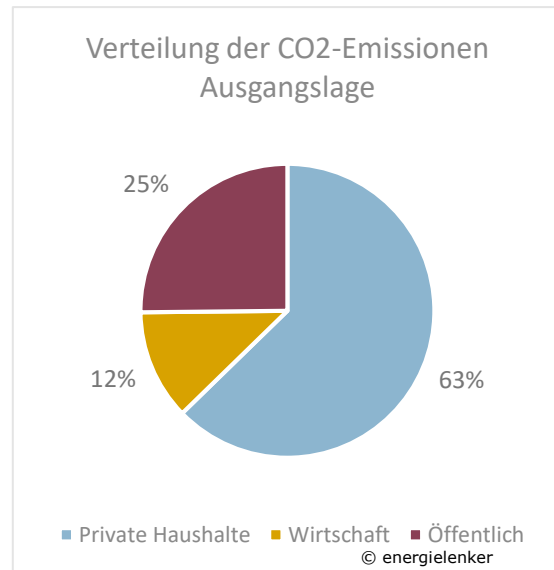


Abbildung 5-4: Verteilung der CO₂-Emissionen im Fokusgebiet Zentrum Gladbach (eigene Darstellung)

Die Energieverbräuche sowie die THG-Emissionen sind in der folgenden Tabelle 5-6 aufgelistet. Unterschieden wird auch hier nach den drei Gebäudenutzergruppen private Haushalte, wirtschaftlich genutzte Gebäude und öffentliche Gebäude. Außerdem werden Wärme- und Stromverbrauch separat betrachtet.

Tabelle 5-6: Übersicht der sektoralen Energieverbräuche 2020 im Fokusgebiet Abteiberg (eigene Darstellung)

Sektoren	Private Haushalte	Wirtschaftlich genutzte Gebäude	Öffentliche Gebäude
Endenergieverbrauch [MWh/a]			
Gebäude Wärme	42.005	7.285	20.548
Gebäude Strom	8.507	1.850	1.217
Primärenergieverbrauch [MWh/a]			
Gebäude Wärme	44.985	7.953	22.766
Gebäude Strom	15.312	3.331	2.190
Treibhausgasemissionen [t/a]			
Gebäude Wärme	10.123	1.843	5.292
Gebäude Strom	4.764	1.036	6.81

Die Berücksichtigung der Wärmebedarfe ist neben der Analyse des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Emissionen auf Quartiersebene entscheidend, um die Machbarkeit einer Wärmeversorgung über Wärmenetze abzuschätzen. Zu diesem Zweck wurden die jährlichen absoluten Wärmebedarfe der einzelnen Gebäude ermittelt und kategorisiert. Eine grafische Darstellung dieser absoluten Wärmebedarfe ist in Abbildung 5-4 zu finden.

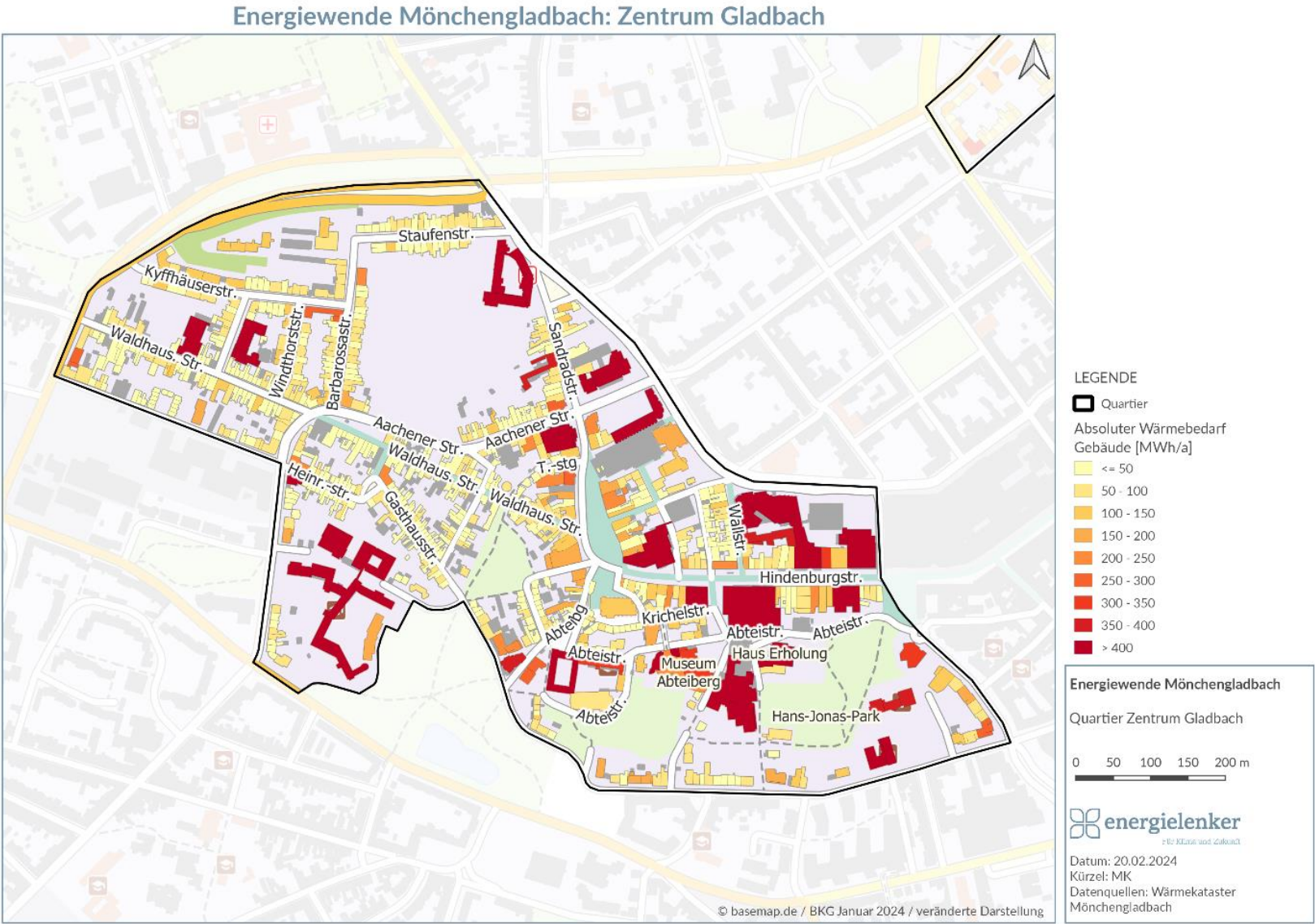


Abbildung 5-5: Absoluter Wärmebedarf der Gebäude im Fokusgebiet Zentrum Gladbach (eigene Darstellung)

Vor allem im südöstlichen Bereich des untersuchten Gebietes fallen einige rot-markierte Gebäudekomplexe mit einem sehr hohen Wärmebedarf ins Auge. Dies sind unter anderem Gebäude im Bereich der Hindenburg- und Abteistraße. Hierunter fallen beispielsweise das städtische Museum Abteiberg sowie die angrenzenden Gebäude des Stiftischen Humanistischen Gymnasiums. Ein weiteres Gebäude mit einem hohen Wärmebedarf ist das Gymnasium am Geroweier.

Für die Erstuntersuchung des Gebiets reicht zur Abschätzung des Wärmepotenzials statt der Betrachtung aller Einzelgebäude die Betrachtung von Baublöcken. Hierzu wurde das Fokusgebiet in 30 Baublöcke unterteilt.

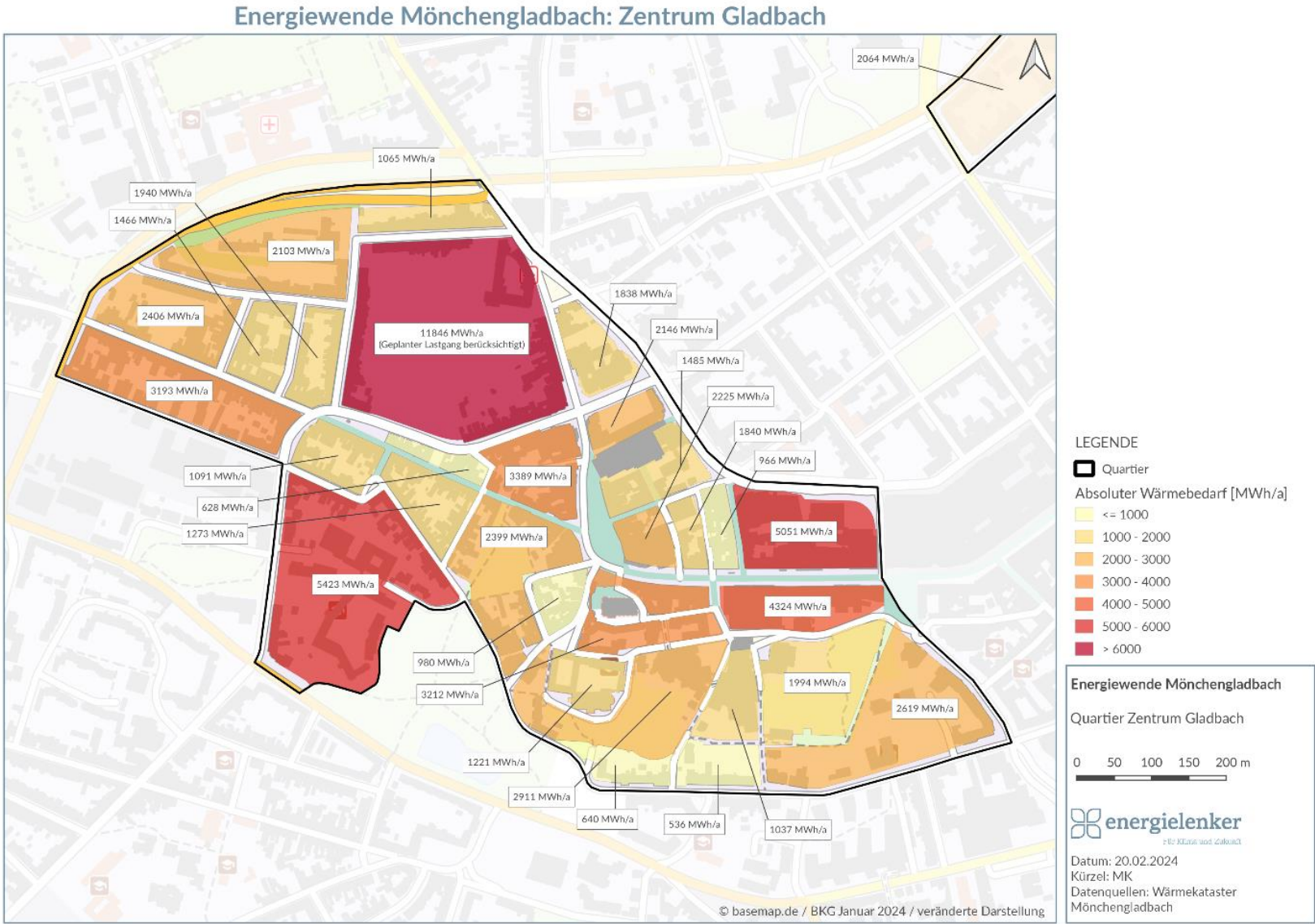


Abbildung 5-6: Absoluter Wärmebedarf der Baublöcke im Fokusgebiet Zentrum Gladbach (eigene Darstellung)

In Abbildung 5-5 wird das Fokusgebiet, eingeteilt in die jeweiligen Baublöcke, dargestellt. Die Baublöcke wurden nach der bestehenden Straßenbebauung zusammengefasst.

Wie bereits im Kapitel 5.2 erklärt, wurden verschiedene Szenarien mit Wärmenetz-Anschlussquoten von 60 bis 100 % untersucht.

Anhand der zuvor ermittelten Wärmebedarfe pro Baublock wurden die Wärmeliniendichten je Straßenzug berechnet. Dadurch wurde der jährliche Wärmebedarf pro Strecke (Meter) ermittelt. So konnte für jeden Straßenzug eine grobe Einschätzung der Machbarkeit eines Wärmenetzes ermöglicht werden. Diese Straße-spezifischen Wärmebedarfe wurden anschließend klassifiziert und in Wärmeliniendichten gegliedert (Abbildung 5-6).

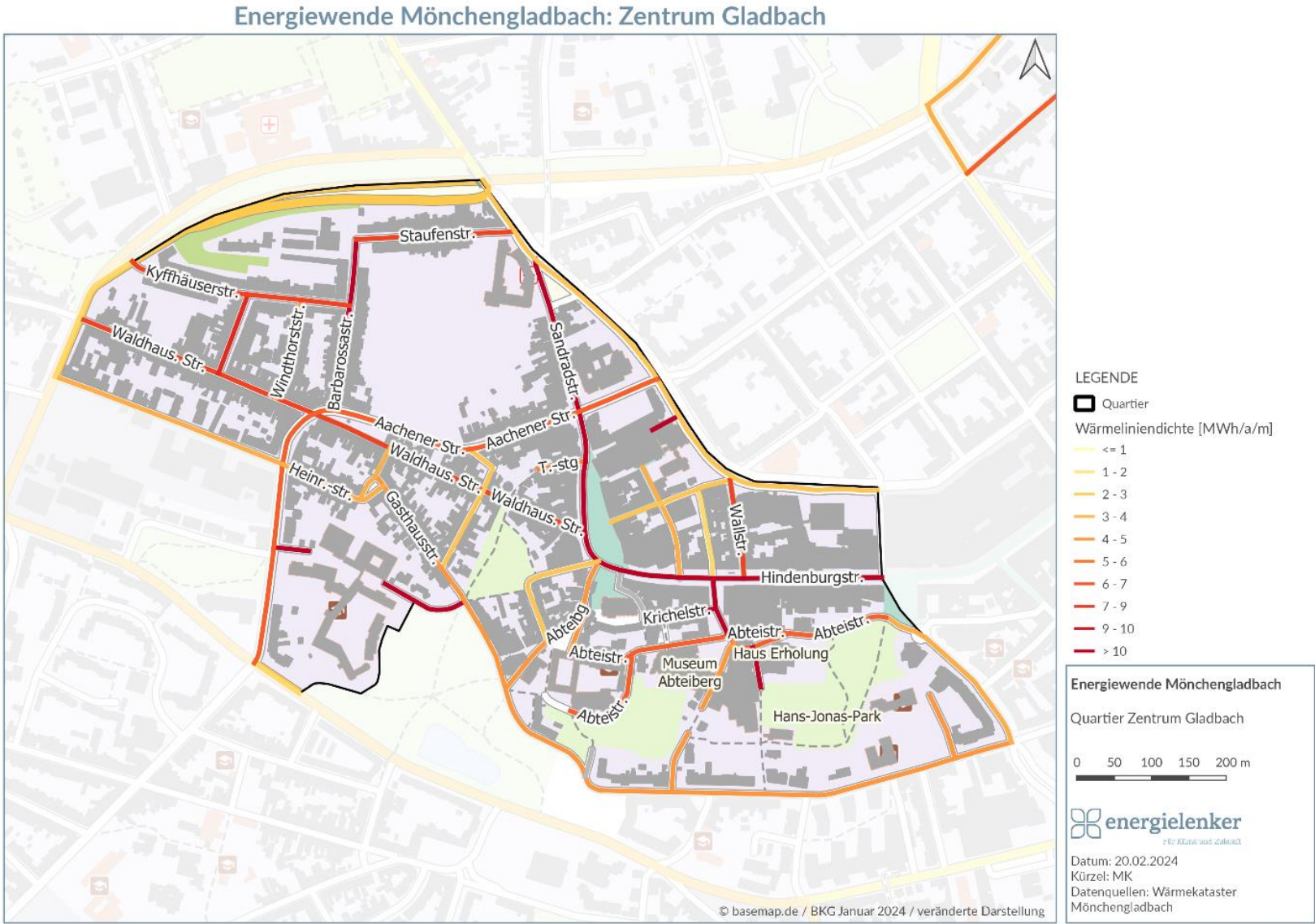


Abbildung 5-7: Wärmelinien-dichten im Fokusgebiet Zentrum Gladbach (eigene Darstellung)

Deutlich zu erkennen ist, dass im gesamten Fokusgebiet eine hohe Wärmelinien-dichte zu verzeichnen ist. Vor allem im nördlichen Teil ist eine sehr hohe Wärmelinien-dichte zu erkennen. Dies legt nahe, die Wärme-erzeugung in diesem Bereich zu betreiben, wodurch zum einen kurze Leitungswege zu größeren Verbrauchern realisiert und zum anderen dadurch Wärmeverluste reduziert werden können. Als Grenzwert zur Betrachtung von Wärmenetzen empfiehlt das „Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk“ (C.A.R.M.E.N. e.V.) eine Belegungs-dichte von 1,5 MWh je Trassenmeter und Jahr (MWh/m*a). Da dieser Grenzwert im gesamten Fokusgebiet nicht unterschritten wird, können unterschiedliche Varianten bis hin zur Vollversorgung zur Umsetzung von Wärmenetzen betrachtet werden.

Wie zuvor erwähnt, sollte der Standort zur Wärme-erzeugung nahe der hohen Wärmebedarfe im Gebiet liegen. Da sich die Bedarfe relativ gleichmäßig auf das Fokusgebiet aufteilen, sollte die Heizzentrale eines potenziellen Wärmenetzes möglichst mittig im Quartier verortet sein und so die Basis für moderate Leitungsdimensionen und -längen bilden.

Aufgrund der baulichen Eigenschaften des Gebäudebestandes im Fokusgebiet Zentrum Gladbach ist davon auszugehen, dass im gesamten Untersuchungsgebiet Vorlauftemperaturen von 75° C und höher notwendig sein werden, um eine Vollversorgung des Gebäudebestands zu gewährleisten. In der Umsetzungspraxis zeigt sich, dass ein großer Anteil (ca. 80 %) der Gebäude auch mit niedrigeren Vorlauftemperaturen von ca. 60° C eine ausreichende Wärmeversorgung ermöglichen, allerdings wird im betrachteten Gebiet eine Vollversorgung angestrebt, sodass mit Vorlauftemperaturen von 75° C gerechnet wurde.

Diese erhöhten Vorlauftemperaturen können grundsätzlich durch Biomasse, Wärmepumpen (mit eingeschränkter Effizienz (JAZ <2), Abwärme und Power-to-Heat bereitgestellt werden. Solarthermie, Geothermie, Abwasserwärme und Flusswärme stellen Wärme auf einem niedrigen Temperaturniveau bereit, sodass diese im Fokusgebiet nur eingeschränkt genutzt werden können.

Variante 1 – Anschlussquote 100 %

In Variante 1 wurde für das Fokusgebiet Zentrum Gladbach die Erschließung des gesamten Fokusgebietes angenommen, also eine Anschlussquote von 100 %.

Als Energieträger wird dabei aufgrund der Vorlauftemperaturen primär auf Biomasse (77 %) gesetzt. Strom (über Heizstab, 5 %) und Umweltwärme (über Luft-Wasser-Wärmepumpen (LW-WP), 17 %) sowie Abwärme (1 %) ergänzen die Biomassekessel.

Diese Kombination ermöglicht die effiziente Einbindung von Niedertemperaturwärmee-rzeugern in ein Netz mit hohen Vorlauftemperaturen. Zusätzlich wird durch diese Konstellation die spätere Erhöhung der Anteile der Niedertemperaturerzeuger ermöglicht, wenn im Laufe der nächsten Jahre durch fortschreitende Sanierung der Gebäude die Vorlauftemperatur mittel- bis langfristig gesenkt werden kann. Somit stellt dieses System eine Möglichkeit für eine im ersten Schritt CO₂-ärmere Wärmeversorgung mit langfristiger Umstellung auf strombasierte Wärmee-rzeuger und damit potenziell CO₂-freier Wärmeversorgung dar.

Die Abwärme kann potenziell aus naheliegenden Abwärmequellen bezogen werden (s. Kapitel 4.7). In dieser Variante verfügt das zu betrachtende Wärmenetz eine Länge von etwa 12,5 km. Um die Dimensionen des Wärmenetzes in dieser Variante zu erfassen und darzustellen, werden in der folgenden Tabelle die benötigten Rohrdimensionierungen des Leitungssystems sowie die dazugehörigen Kosten aufgeführt.

Tabelle 5-7 Rohrdimensionierungen nach DN

Rohrdimensionierung nach DN	Rohrleitungskosten in €/m		Tiefbaukosten in €/m	
	Rohrlänge [m]	Kosten [€]	Trassenlänge [m]	Kosten [€]
40	699	87.325	350	153.692
50	1.179	172.487	590	294.850
65	3.737	645.731	1.868	1.074.273
80	1.215	250.227	607	406.132
100	1.958	484.544	979	769.276
125	1.019	305.088	510	475.069
150	952	346.620	476	530.768
175	328	146.196	164	220.685
200	17	9.238	8	13.778
Sonstige Kosten [€]		1.223.728		900.000
Summe der Kosten [€]	3.671.184		4.838.521	
Gesamtsumme [€]	8.509.705			

Variante 2 – Anschlussquote 60 %

Variante 2 umfasst eine Anschlussquote von 60 % des Fokusgebietes und nutzt ebenfalls die zuvor genannten Energieträger und Erzeugungsanlagen. Eine solche Anschlussquote ist zu erwarten, wenn kein Anschluss- und Benutzungszwang durch die Kommune eingeführt wird. Da hier eine geringere Anschlussquote vorherrscht, reduziert sich die Gesamtlänge des Wärmenetzes im Vergleich zu Variante 1 auf etwa 9,5 km. Die restlichen 40 % der Gebäude werden unter der Betrachtung von Sanierungsmaßnahmen über dezentrale Wärmepumpen (WP) versorgt.

Variante 3 – Anschlussquote 60 %, ohne Abwärmenutzung

Diese Variante entspricht im Wesentlichen Variante 2 mit dem Unterschied, dass keine Abwärme und kein Heizstab bzw. Wasserstoff eingesetzt werden.

Ausblick auf 2045 anhand von Variante 1

In Variante 1 wird anfänglich ein hoher Anteil Biomasse eingesetzt. Durch verringerte Vorlauf-temperaturen durch Sanierungen und durch verbesserte Technologien kann der Anteil der Biomasse teilweise durch Luft-Wärmepumpen substituiert werden.

Darstellung der Versorgungsvarianten

In der folgenden Tabelle 5-8 werden die unterschiedlichen Varianten zur Deckung des Wärmebedarfs tabellarisch dargestellt.

Tabelle 5-8: Fokusgebiet Gladbach: Variantenbetrachtung der prozentualen Wärmebedarfe (eigene Darstellung) nach Energieträger, Gesamtwärmebedarf, Anschlussquote und Ausblick

Energieträger	Bestand	Variante 1 100 %-Anschluss- quote	Variante 2 60 %-Anschluss- quote + 40 % dezent. WP	Variante 3 wie V2, ohne Abwärme	V1 2045 100 %- Anschluss- quote 2045
Heizöl [%]	18	-	-	-	-
Erdgas [%]	80	-	-	-	-
Biomasse [%]	2	77	80	83	40
Luft-Wärmepumpe [%]	-	17	10	17	60
Abwärme [%]	-	1	5	-	-
Heizstab/Wasserst. o.ä. [%]	-	5	5	-	-
Gesamtwärmebedarf inkl. Netzverluste [MWh/a]	70.000	65.300	39.500	39.700	/

Wirtschaftlichkeitsberechnung für die ausgewählten Anschlussvarianten

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung der unterschiedlichen Varianten dargestellt. Hierzu wurden als Vergleichsindikator Wärmegestehungskosten ermittelt, die dazu dienen, die Wirtschaftlichkeit der Varianten einzuordnen, indem sie in einen Gesamtkontext mit anderen Technologien und Wärmeversorgungsvarianten gesetzt wurden. Wärmegestehungskosten umfassen alle Kosten des Wärmenetzes sowie der Erzeugungsanlagen. Der kostendeckende Betrieb ist von den Wärmeabnehmern zu zahlen.

In der folgenden Tabelle sind die Höhe der Investitionen und die sich ergebenden jährlichen Kapitalkosten aufgeführt. Dabei wurde die Entwicklung der nächsten 20 Jahre für die einzelnen Kostenpositionen modelliert, wie eingangs dieses Kapitels detailliert erläutert. Unter den Investitionskosten wurden sämtliche Investitionskosten der Wärmeerzeuger, von deren Verteilung sowie sonstiger zugehöriger Technik erfasst. Die jährlichen Kapitalkosten ergeben sich aus der Verrechnung der Investitionskosten mit Abschreibungszeiträumen. Des Weiteren gehören zu den jährlich anfallenden Kosten Betriebskosten (O&M-Kosten) und Energiekosten für Brennstoffe und Energieträger. Die entstehenden Gesamtkosten wurden auf die Menge der Wärmebereitstellung des gesamten Wärmeverbunds bezogen und so ein kostendeckender Wärmepreis in ct/kWh errechnet.

Tabelle 5-9: Kostenübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Zentrum Gladbach (eigene Darstellung)

Wirtschaftlichkeit (netto)	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Investitionskosten [€]	21.400.00	16.450.000	9.350.00
Förderung [€]	8.550.000	6.600.000	2.350.000
Investition nach Förderung [€]	12.850.000	9.850.000	7.000.000
Energiekosten [€]	6.400.000	3.750.000	1.500.000

Betriebskosten [€/a]	230.000	165.000	76.500
Gesamt-Jahresausgaben [€/a]	8.350.000	5.200.000	2.275.000
Wärmegestellungskosten [ct/kWh]	12,2	12,4	11,9
CO ₂ -Emissionen [t/a]	3.900	1.850	2.750

CO₂-Bilanz der ausgewählten Anschlussvarianten

Zur Quantifizierung der Treibhausgasemissionen und Ermittlung des CO₂-Einsparpotenzials im Vergleich zur Ausgangslage sind die Emissionswerte der verschiedenen Varianten in der nachfolgenden Tabelle 5-10 aufgeführt. Die Berechnung erfolgte auf Basis der Emissionsfaktoren der verwendeten Technologien und Energieträger.

Die CO₂-Bilanz der Variante 2 ist auf den zentralen Part (V. 2.1) und den dezentralen Part (V 2.2) aufgeteilt.

Tabelle 5-10: Emissionsübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Zentrum Gladbach (eigene Darstellung)

CO₂-Bilanz	Variante 1 100 %-Anschlussquote	Variante 2.1 nur 60%-Anteil Wärmenetz	Variante 2.2 nur 40 %-Anteil LW-WP
2023 [t/a]	4.481	4.878	6.218
2025	3.137	3.415	4.353
2030	2.196	2.390	3.047
2035	1.098	1.195	1.524
2040	549	598	762
2045 [t/a]	274	299	381

Zusammenfassung Fokusgebiet Zentrum Gladbach

Das Kapitel 5.3 bewertet die Möglichkeiten der zentralen Wärmeversorgung im Fokusgebiet Zentrum Gladbach. Auf Basis der Vorauslegung in drei Varianten werden technische, wirtschaftliche und ökologische Aspekte bewertet und verglichen. Die Analyse zeigt, dass die Ziele der Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien unter Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen und Technologien realistisch und erreichbar sind. Für das Fokusgebiet Zentrum Gladbach werden für die zentralen Versorgungsvarianten durchschnittliche Wärmegestellungskosten von ca. 12 ct/kWh netto ermittelt.

5.4 FOKUSGEBIET EICKEN

Das Fokusgebiet „Eicken“ umfasst eine Fläche von rund 102 ha und gehört damit zu den flächenmäßig größeren der vier Untersuchungsgebiete. Auf dieser Fläche verteilen sich 1.429 Gebäude, in denen etwa 8.060 Einwohner*innen angesiedelt sind (ca. 3 % der Gesamtbevölkerung der Stadt Mönchengladbach). Es ist somit stark verdichtet. Das Fokusgebiet „Eicken“ liegt innerstädtisch und umfasst hauptsächlich Wohngebiete älterer Bausubstanz, teilweise aus der Gründerzeit. Wirtschaft und GHD sind im Quartier ebenso vertreten wie einige öffentliche Gebäude mit sehr geringem Anteil am Endenergieverbrauch. Diese prozentuale Verteilung des Energieverbrauchs spiegelt sich auch in den Treibhausgasemissionen wider, die in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt sind.

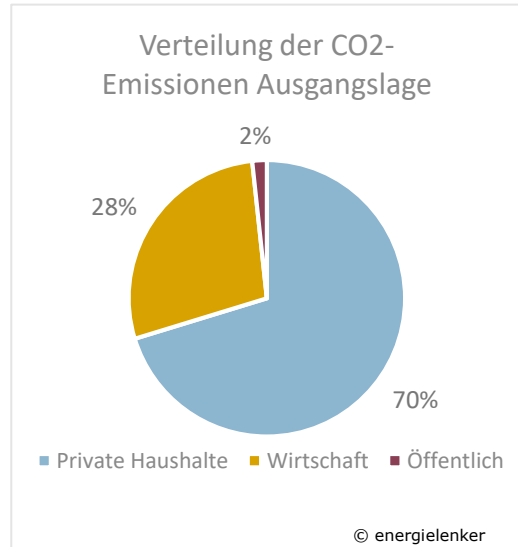


Abbildung 5-8: Verteilung der THG-Emissionen im Fokusgebiet Eicken (eigene Darstellung)

Eine genaue Darstellung der Energieverbräuche sowie der THG-Emissionen ist in der folgenden Tabelle aufgelistet. Unterschieden wird auch hier in die Gebäudenutzergruppen private Haushalte, wirtschaftlich genutzte Gebäude und öffentliche Gebäude. Weiterhin werden Wärme- und Stromverbrauch separat betrachtet. Dabei verbrauchen die öffentlichen Gebäude lediglich 2 % des gesamten Energieverbrauchs, mit 70 % entfällt der höchste Verbrauch auf die privaten Haushalte. Der Rest von 28 % ist wirtschaftlich genutzten Gebäuden zuzuordnen.

Tabelle 5-11: Übersicht der sektoralen Energieverbräuche im Fokusgebiet Eicken (eigene Darstellung)

Sektoren	Private Haushalte	Wirtschaftlich genutzte Gebäude	Öffentliche Gebäude
Endenergieverbrauch [MWh/a]			
Gebäude Wärme	79.442	28.161	2.092
Gebäude Strom	14.740	6.883	230
Primärenergieverbrauch [MWh/a]			
Gebäude Wärme	85.407	30.776	2.315
Gebäude Strom	26.531	12.390	414
Treibhausgasemissionen [t/a]			
Gebäude Wärme	19.133	7.070	533
Gebäude Strom	8.254	3.855	129

Neben der Analyse des Energieverbrauchs und der damit einhergehenden Emissionen auf Quartiers-ebene ist die Betrachtung der Wärmebedarfe zur Einschätzung der Realisierbarkeit einer Wärmeversorgung über Wärmenetze von entscheidender Bedeutung. Hierfür wurden die jährlichen absoluten Wärmebedarfe der einzelnen Gebäude erfasst und in Kategorien eingeteilt. Eine visuelle Darstellung dieser absoluten Wärmebedarfe ist in Abbildung 5-9 zu sehen.

Einige Gebäude fallen aufgrund ihrer dunkelroten Markierung, d. h. des hohen Wärmebedarfs direkt ins Auge. Im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes sind dies unter anderem die Gebäude einer Tuchfabrik, sowie der markant geformte Wohnkomplex an der Konzertstraße. Aber auch im östlichen Grenzbereich befinden sich einige Gebäude, die einen hohen Wärmebedarf besitzen. Hierunter zählen der Gebäudekomplex, in dem die NEW-Netz GmbH und das WLN Wasserlabor Niederrhein untergebracht sind sowie die Gebäude, in denen Teile der Stadtverwaltung sitzen.

Für die Erstuntersuchung des Gebiets reicht zur Abschätzung des Wärmepotenzials statt der Betrachtung aller Einzelgebäude die Betrachtung von Baublöcken aus. In Abbildung 5-10 wird das Fokusgebiet, eingeteilt in die jeweiligen Baublöcke, dargestellt.

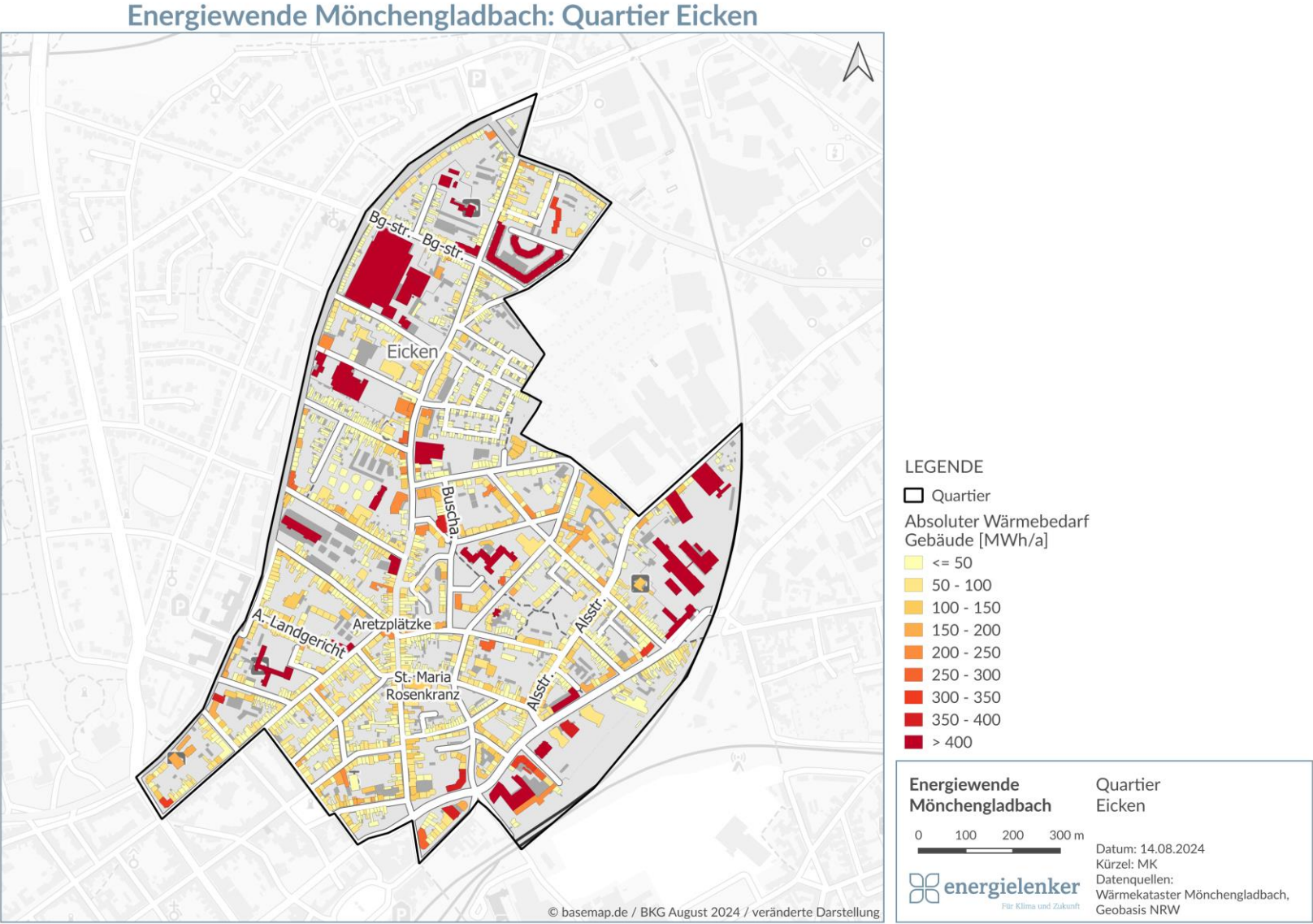


Abbildung 5-9: Absoluter Wärmebedarf der Gebäude im Fokusgebiet Eicken (eigene Darstellung)

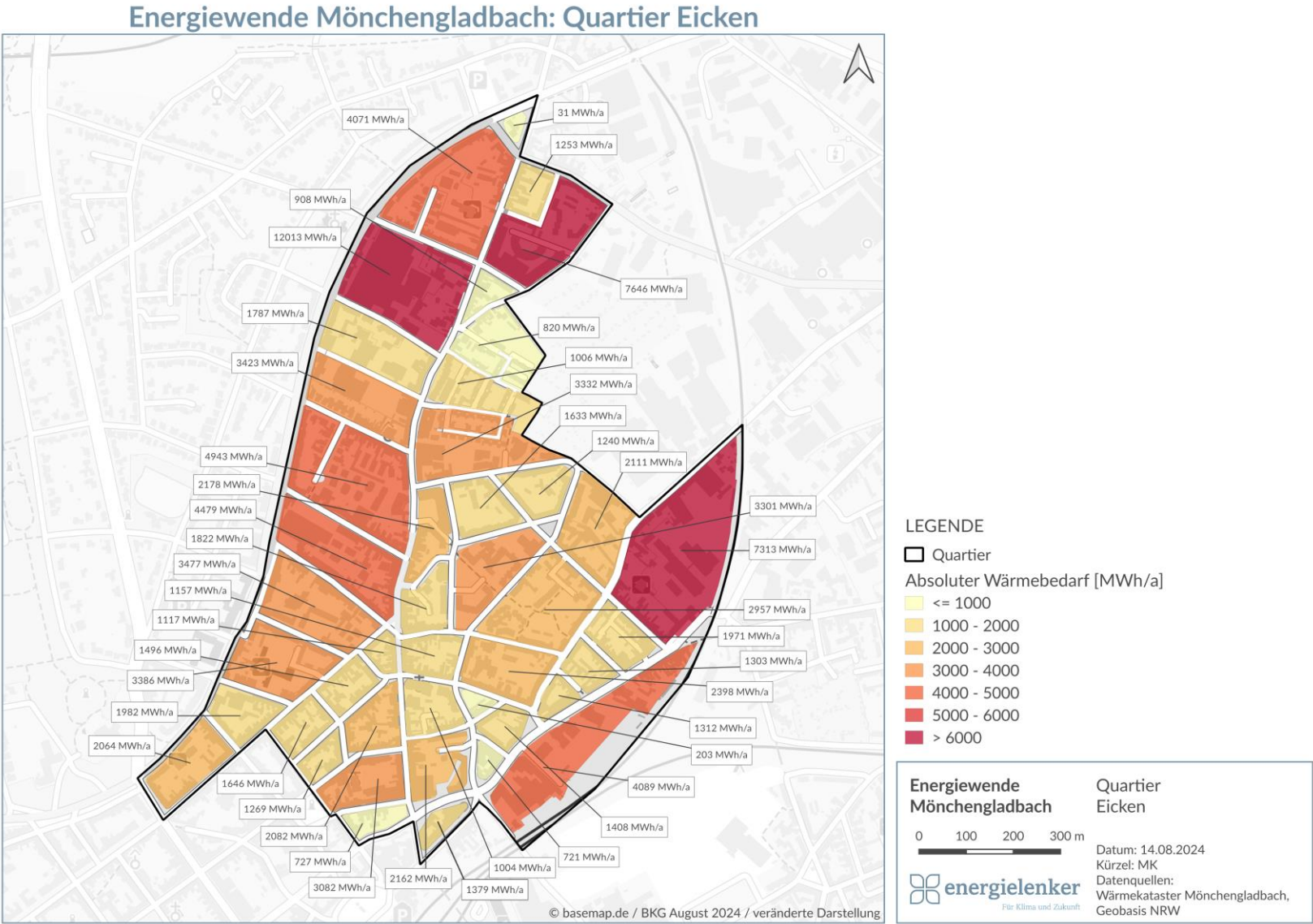


Abbildung 5-10: Absoluter Wärmebedarf der Baublöcke im Fokusgebiet Eicken (eigene Darstellung)

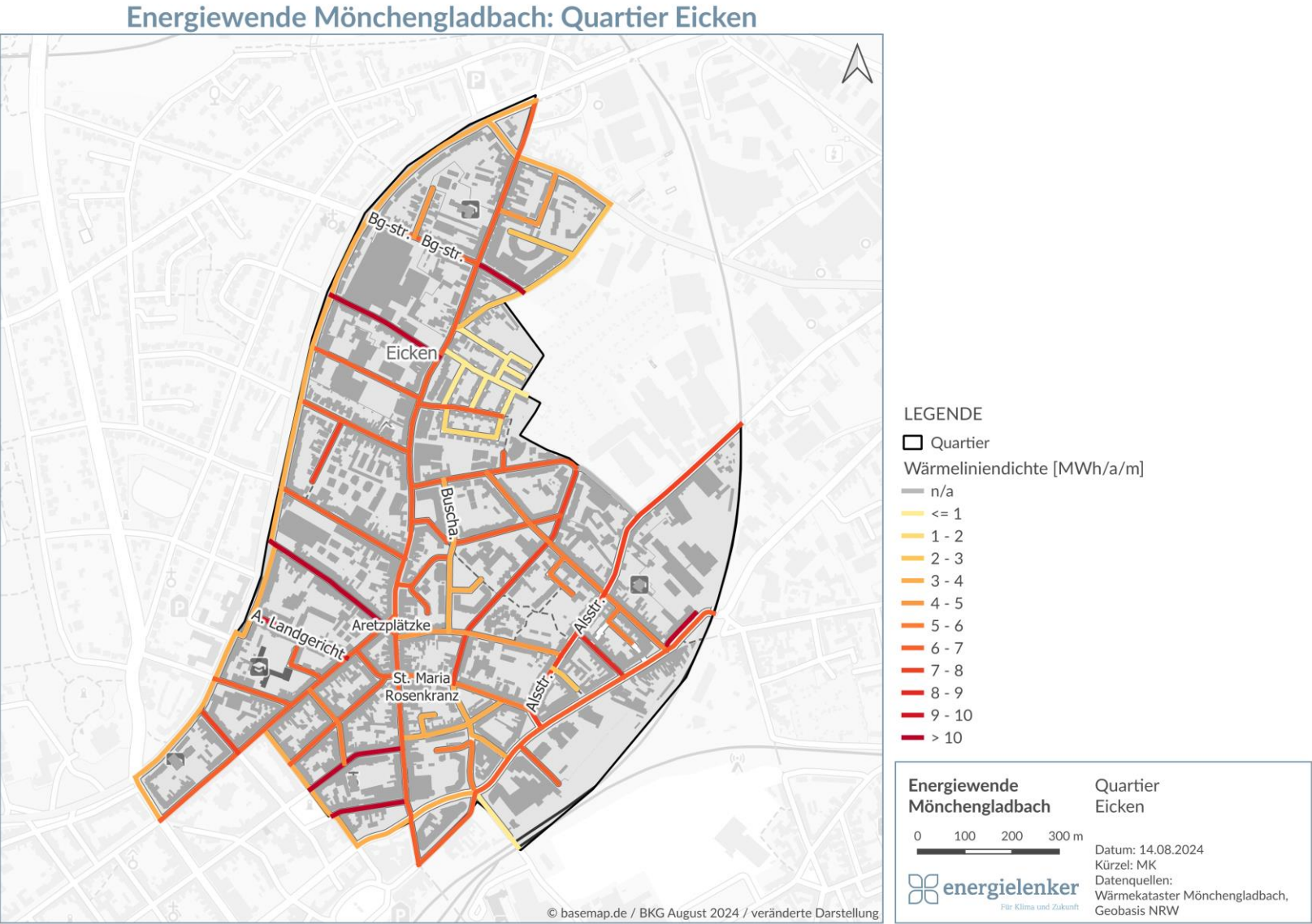


Abbildung 5-11: Wärmelinien-dichten im Fokusgebiet Eicken (eigene Darstellung)

Wie bereits in Abschnitt 5.2 erläutert, wurden auch für dieses Fokusgebiet zwei Varianten mit Anschlussquoten von 60 und 100 % untersucht. Um festzustellen, ob die Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes im gesamten Fokusgebiet erfüllt sind, bedarf es einer weiteren Analyse. Basierend auf den zuvor ermittelten Wärmebedarfen pro Baublock wurden nun Wärmelinienlängen je Straßenzug berechnet. Dadurch kann der jährliche Wärmebedarf pro Strecke (Meter) ermittelt werden, was eine grobe Einschätzung der Machbarkeit eines Wärmenetzes in jeder Straße ermöglicht. Diese Straßen-spezifischen Wärmebedarfe wurden dann klassifiziert und in Wärmelinienlängen gegliedert, wie in Abbildung 5-11 dargestellt.

Tabelle 5-12: Variantenbetrachtung der prozentualen Wärmebedarfe des Fokusgebietes Eicken nach Energieträger, Anschlussquote und Gesamtwärmebedarf (eigene Darstellung)

Energieträger Bestand		Variante 1 100 %- Anschlussquote	Variante 2.1 nur 60 %-Anteil Wärmenetz	Variante 2.2 nur 40 %- Anteil LW-WP	Variante 1.2045 Ausblick 2045
Heizöl [%]	15	-	-	-	-
Erdgas [%]	83	-	-	-	-
Biomasse [%]	2	73	76	-	30
Luft-Wärmepumpe (LW-WP) [%]	-	23	21	100	60
Abwärme [%]	-	-	-	-	-
Heizstab/ Wasserstoff o.ä. [%]	-	4	3	-	10
Gesamtwärmebedarf inkl. Netzverluste [MWh/a]	110.000	99.500	61.000	27.700	/

Variante 1 – Anschlussquote 100 %

Variante 1 umfasst für das Fokusgebiet „Eicken“ die Erschließung des gesamten Fokusgebietes, was eine Anschlussquote von 100 % bedeutet. Als Energieträger wird dabei auf Biomasse, Strom und Umweltwärme zurückgegriffen. Zur Grundwärmeversorgung dienen sowohl ein Biomassekessel als auch eine zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe und ein elektrischer Heizstab. Zur Spitzenlastdeckung wird zunächst weiterhin auf fossile Energieträger zurückgegriffen, die über einen Erdgaskessel zwischengespeichert werden. In dieser Variante verfügt das zu betrachtende Wärmenetz über eine Länge von etwa 25,3 km. In Variante 1 wird anfänglich ein hoher Anteil Biomasse eingesetzt. Durch verringerte Vorlauftemperaturen durch Sanierungen und durch verbesserte Technologien kann der Anteil der Biomasse teilweise durch Luft-Wärmepumpen und eine Power-to-Heat-Anlage oder Wasserstoffnutzung substituiert werden.

Ausblick auf 2045 anhand von Variante 1

In Variante 1 wird anfänglich ein hoher Anteil Biomasse eingesetzt. Durch verringerte Vorlauftemperaturen durch Sanierungen und durch verbesserte Technologien kann der Anteil der Biomasse teilweise durch Luft-Wärmepumpen substituiert werden.

Variante 2 – Anschlussquote 60 %

Variante 2 umfasst eine Anschlussquote von 60 % des Fokusgebietes. Sie nutzt ebenfalls die zuvor genannten Energieträger und Erzeugungsanlagen. Da hier eine geringere Anschlussquote vorherrscht, reduziert sich die Gesamtlänge des Wärmenetzes auf etwa 19,6 km. Die restlichen 40 % der Gebäude dieser Variante werden unter Betrachtung von Sanierungsmaßnahmen über dezentrale Wärmepumpen versorgt. In der folgenden Tabelle 5-12 werden die unterschiedlichen Varianten zur Deckung des Wärmebedarfs tabellarisch dargestellt.

Darstellung der Versorgungsvarianten

Analog zum Fokusgebiet Zentrum Gladbach wird die Versorgung im Fokusgebiet Eicken zunächst hauptsächlich über Biomasse und zentrale Wärmepumpen dargestellt, um den aktuellen GEG-Anforderungen sowie benötigten technischen Rahmenbedingungen wie Vorlauftemperatur etc. gerecht zu werden.

Wirtschaftlichkeitsberechnung für die ausgewählten Anschlussvarianten

Nachfolgend werden für das Fokusgebiet Eicken die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung in den unterschiedlichen Varianten dargestellt. Um eine Aussage über die Wirtschaftlichkeit der Varianten zu treffen, wurden Wärmegestehungskosten als Vergleichsindikator ermittelt. Diese helfen dabei die Wirtschaftlichkeit der Varianten einzuordnen und sie in einen Gesamtkontext mit anderen Technologien und Wärmeversorgungsvarianten setzen zu können. Dabei wurde die Entwicklung der nächsten 20 Jahre für die einzelnen Kostenpositionen modelliert, wie eingangs dieses Kapitels detailliert erläutert. Wärmegestehungskosten umfassen alle Kosten des Wärmenetzes sowie der Erzeugungsanlagen. Der kostendeckende Betrieb ist von den Wärmeabnehmern zu zahlen.

In der nachfolgenden Tabelle 5-13 sind die Höhe der Investitionen und die sich ergebenden jährlichen Kapitalkosten aufgeführt. Unter den Investitionskosten wurden sämtliche Investitionskosten der Wärmeerzeuger, von deren Verteilung sowie sonstiger zugehöriger Technik erfasst. Die jährlichen Kapitalkosten ergeben sich aus der Verrechnung der Investitionskosten mit Abschreibungszeiträumen. Des Weiteren gehören zu den jährlich anfallenden Kosten Betriebskosten (O&M-Kosten) und Energiekosten für Brennstoffe und Energieträger. Die entstehenden Gesamtkosten wurden auf die Menge der Wärmebereitstellung des gesamten Wärmeverbunds bezogen und so ein kostendeckender Wärmepreis in ct/kWh errechnet.

Tabelle 5-13: Kostenübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Eicken (eigene Darstellung)

Wirtschaftlichkeit (netto)	Variante 1	Variante 2.1	Variante 2.2
Investitionskosten [€]	30.450.000	23.250.000	19.700.000
Förderung [€]	12.200.000	9.300.000	4.950.000
Investition nach Förderung [€]	18.250.000	13.950.000	14.750.000
Energiekosten [€]	11.200.000	6.650.000	2.350.000
Betriebskosten [€/a]	350.000	230.000	160.000
Gesamt-Jahresausgaben [€/a]	13.900.000	8.700.000	4.000.000
Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	13,2	13,5	13,1
CO ₂ -Emissionen [t/a]	8.800	4.750	4.300

CO₂-Bilanz für die ausgewählten Anschlussvarianten

Um die Treibhausgasemissionen einzuordnen und das Einsparpotenzial im Vergleich zur Ausgangslage zu ermitteln, sind die Emissionswerte der verschiedenen Varianten in der nachfolgenden Tabelle 5-14 aufgeführt. Durch die Auswahl der Technologie und der verwendeten Energieträger können die Treibhausgase mithilfe ihres entsprechenden Emissionsfaktors berechnet werden.

Tabelle 5-14: Emissionsübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Eicken (eigene Darstellung)

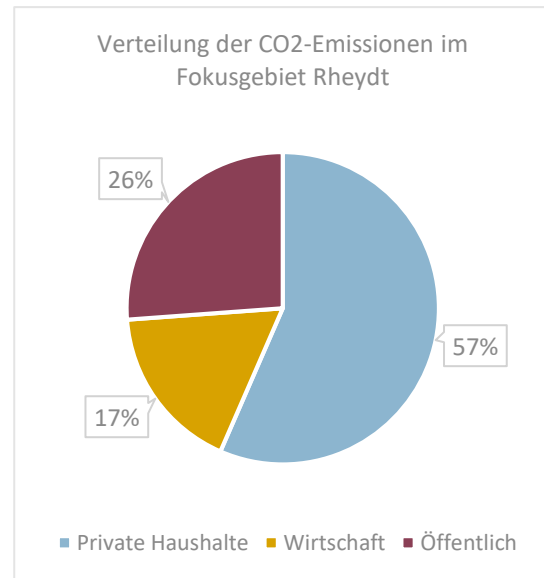
CO ₂ -Bilanz	Variante 1	Variante 2.1	Variante 2.2
	100 %- Anschlussquote	nur 60 %-Anteil Wärmenetz	nur 40 %-Anteil LW-WP
2023 [t/a]	9.562	5.228	4.300
2025	6.694	3.660	3.010
2030	4.686	2.562	2.107
2035	2.343	1.281	1.054
2040	1.171	640	527
2045 [t/a]	586	320	263

Zusammenfassung Fokusgebiet Eicken

Das Kapitel 5.4 bewertet die Möglichkeiten der zentralen Wärmeversorgung im Fokusgebiet Eicken. Auf Basis der Vorauslegung in zwei Varianten werden technische, wirtschaftliche und ökologische Aspekte bewertet und verglichen. Die Analyse zeigt, dass die Ziele der Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien unter Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen und Technologien realistisch und erreichbar sind. Für das Fokusgebiet Eicken werden für die zentralen Versorgungsvarianten Wärmegestehungskosten von ca. 13 ct/kWh netto ermittelt.

5.5 FOKUSGEBIET ZENTRUM RHEYDT

Das Fokusgebiet Zentrum Rheydt umfasst eine Fläche von rund 108 ha und ist damit das flächenmäßig größte der Untersuchungsgebiete. Auf dieser Fläche verteilen sich 993 Gebäude, in denen etwa 5.600 Einwohner*innen angesiedelt sind (ca. 2 % der Gesamtbevölkerung der Stadt Mönchengladbach). Weiterhin weist das Quartier eine hohe Anzahl an öffentlichen Gebäuden auf, die etwa ein Viertel des Endenergieverbrauchs im Quartier ausmachen. Diese umfassen den Campus der Hochschule Niederrhein, zwei Gymnasien, ein Berufskolleg, Grundschulen, Kitas sowie das Pahlkebad und das Gelände des Wissenscampus. Auch die Wirtschaft und der GHD sind im Quartier vertreten, welche aber einen geringeren Anteil des Endenergieverbrauchs beanspruchen.



Diese prozentuale Verteilung des Energieverbrauchs spiegelt sich auch in den Treibhausgasemissionen wieder, die in Abbildung 5-12 dargestellt werden. Die genauen Energieverbräuche sowie THG-Emissionen werden in der folgenden Tabelle aufgelistet. Unterschieden wird auch hier in die Gebäudenutzergruppen private Haushalte, wirtschaftlich genutzte Gebäude und öffentliche Gebäude. Weiterhin werden Wärme- und Stromverbrauch separat betrachtet.

Abbildung 5-12: Verteilung der THG-Emissionen im Fokusgebiet Zentrum Rheydt (eigene Darstellung)

Tabelle 5-15: Übersicht der sektoralen Energieverbräuche im Fokusgebiet Zentrum Rheydt (eigene Darstellung)

Sektoren	Private Haushalte	Wirtschaftlich genutzte Gebäude	Öffentliche Gebäude
Endenergieverbrauch [MWh/a]			
Gebäude Wärme	54.109	12.861	25.335
Gebäude Strom	10.954	4.640	4.122
Primärenergieverbrauch [MWh/a]			
Gebäude Wärme	57.798	14.029	28.089
Gebäude Strom	19.717	8.353	7.420
Treibhausgasemissionen [t/a]			
Gebäude Wärme	13.045	3.268	2.308
Gebäude Strom	6.134	2.599	2.308

Neben den Betrachtungen zum Energieverbrauch sowie den damit verbundenen Emissionen auf Quartiersebene, ist eine Betrachtung der Wärmebedarfe entscheidend für die Abschätzbarkeit einer Wärmeversorgung mittels Wärmenetzen. Hierzu wurde der jährliche, absolute Wärmebedarf der einzelnen Gebäude bestimmt und klassifiziert. Diese absoluten Wärmebedarfe sind in der folgenden Abbildung 5-13 dargestellt.

Vor allem im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes fallen einige rot-markierte Gebäude mit einem sehr hohen Wärmebedarf ins Auge. Dies sind unter anderem der Campus der Hochschule Niederrhein mit einigen Gebäuden sowie die Gebäude des heutigen Wissenscampus/ehemaligen Polizeipräsidiums.

Für die Erstuntersuchung des Gebiets reicht zur Abschätzung des Wärmenetzpotenzials statt der Betrachtung aller Einzelgebäude die Betrachtung von Baublöcken aus. Hierzu wurde das Gebiet in 37 Baublöcke eingeteilt. In Abbildung 5-14 wird das Fokusgebiet, eingeteilt in die jeweiligen Baublöcke, dargestellt.

Wie schon in Abschnitt 5.2 erläutert, wurden zwei Varianten mit einer Anschlussquote von 60 und 100 % betrachtet. Aus den zuvor dargestellten Wärmebedarfen je Baublock wurden Wärmelinien dichten je Straßenzug entwickelt. Hierdurch ergibt sich ein jährlicher Wärmebedarf je Strecke (Meter), wodurch eine weitere grobe Abschätzung zur Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes in dem jeweiligen Straßenzug erfolgen konnte. Diese straßenbezogenen Wärmebedarfe lassen sich nun klassifizieren und in Wärmelinien dichten einteilen. Sie werden in der Abbildung 5 15 dargestellt.

Energiewende Mönchengladbach: Quartier Rheydt

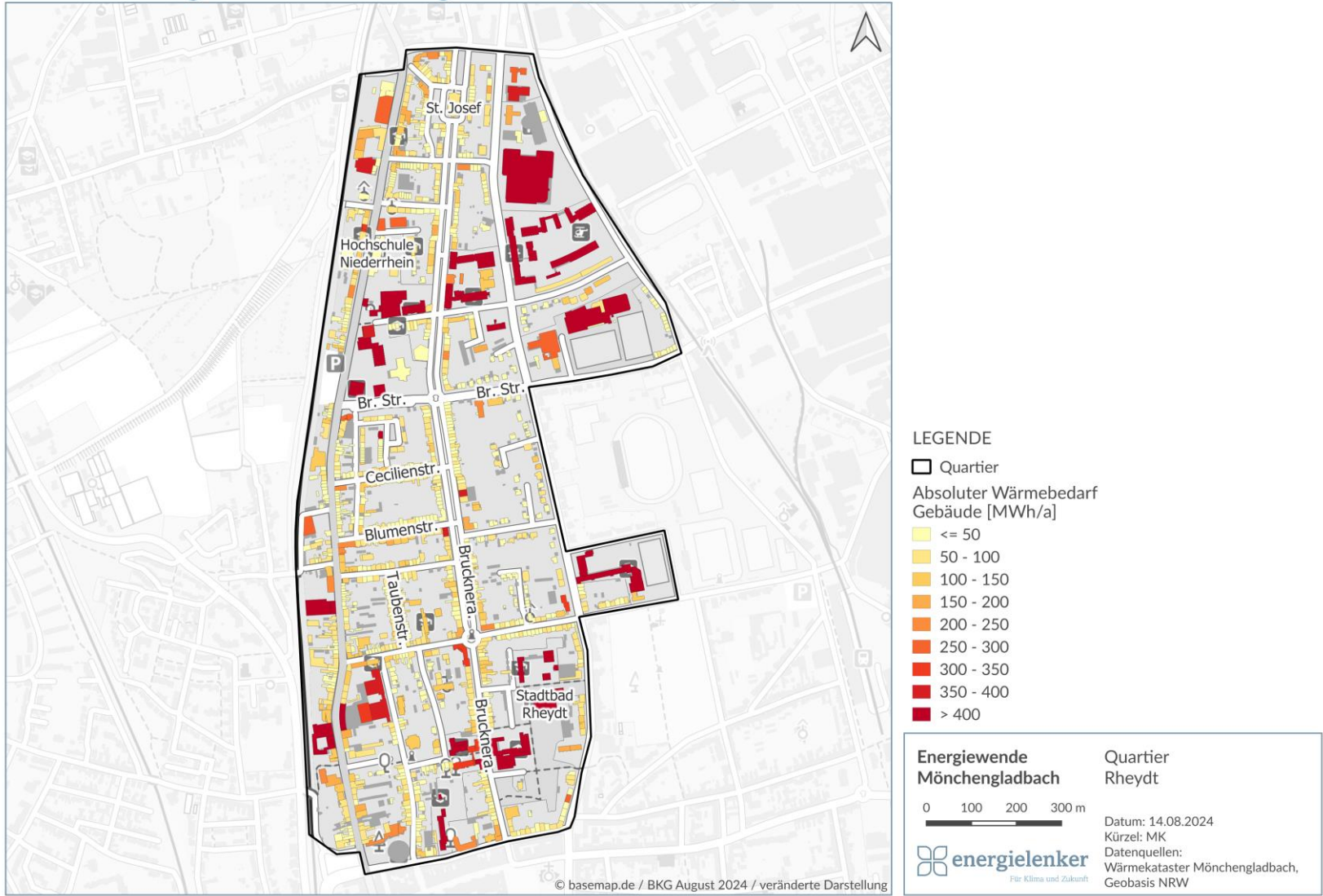


Abbildung 5-13: Absoluter Wärmebedarf der Gebäude im Fokusgebiet Zentrum Rheydt (eigene Darstellung)

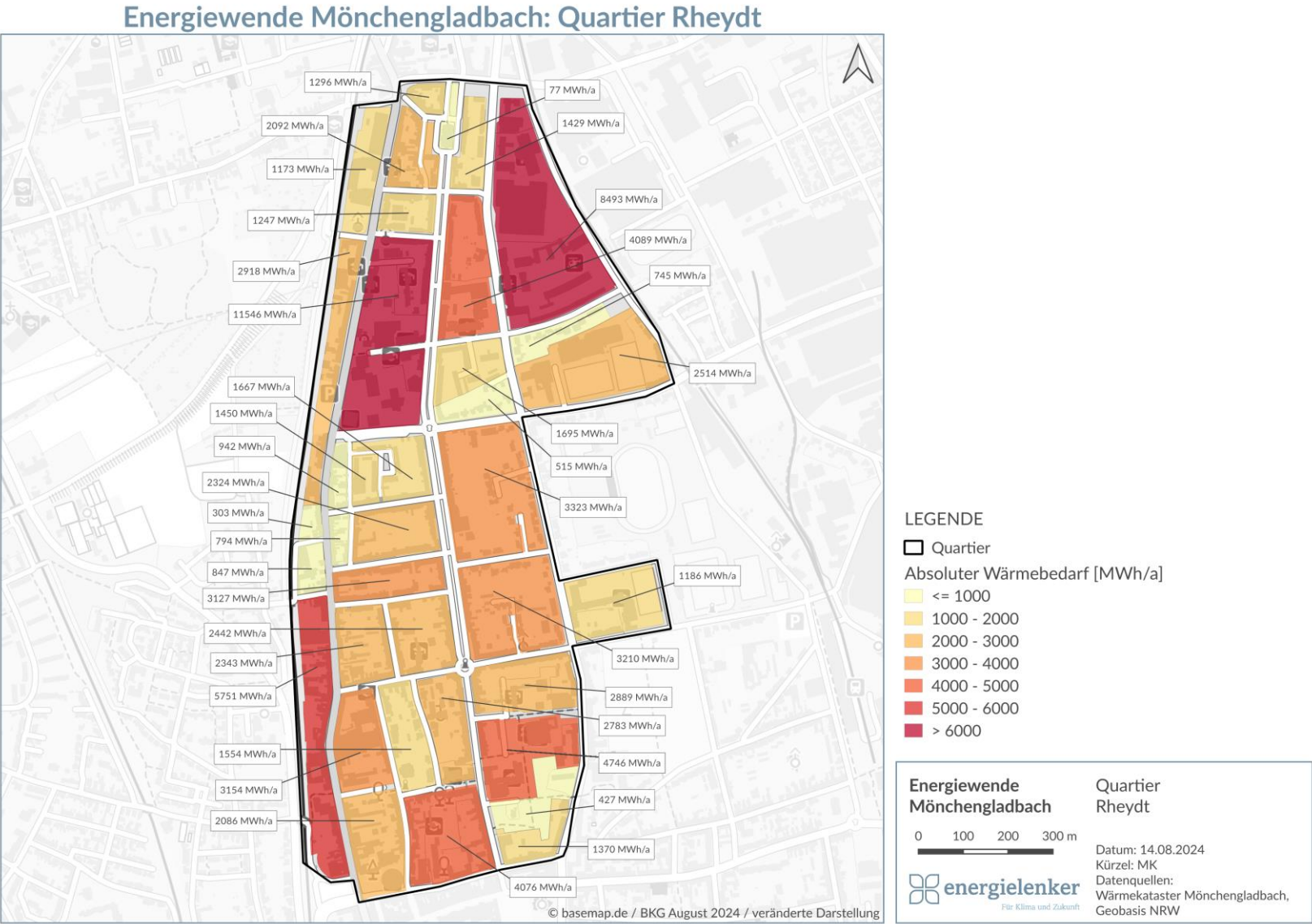


Abbildung 5-14: Absoluter Wärmebedarf der Baublöcke im Fokusgebiet Zentrum Rheydt (eigene Darstellung)

Energiewende Mönchengladbach: Quartier Rheydt

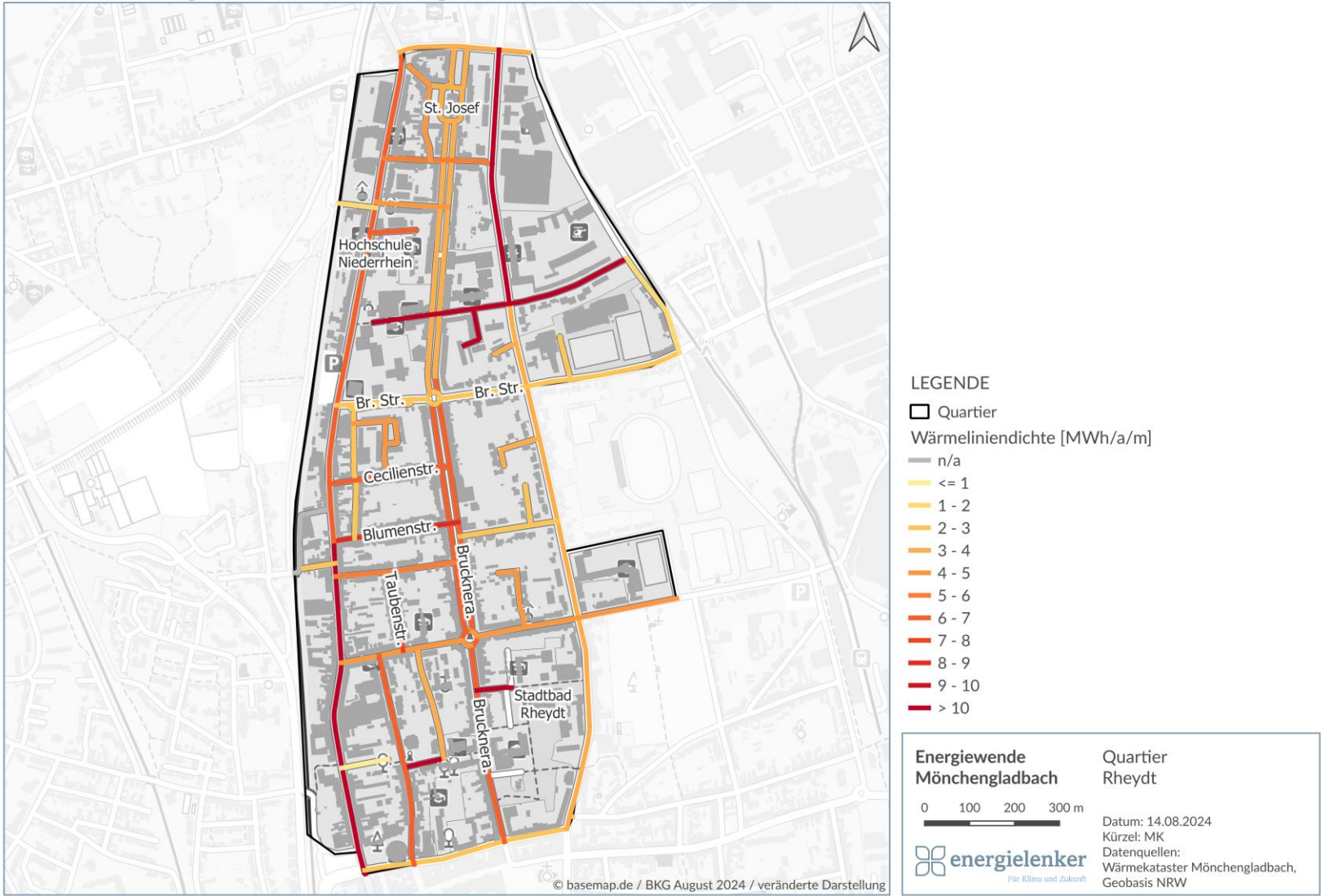


Abbildung 5-15: Wärmelinien-dichten im Fokusgebiet Zentrum Rheydt (eigene Darstellung)

Deutlich zu erkennen ist, dass im gesamten Fokusgebiet eine hohe Wärmelinien-dichte zu verzeichnen ist. Vor allem im nördlichen Teil ist eine sehr hohe Wärmelinien-dichte zu erkennen. Dies legt nahe, die Wärme-erzeugung in diesem Bereich zu verorten, wodurch kurze Leitungswege zu größeren Verbrauchern realisiert und dadurch Wärmeverluste reduziert werden können. Als Grenzwert zur Betrachtung von Wärmenetzen empfiehlt das „Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk“ (C.A.R.M.E.N. e.V.) eine Belegungs-dichte von 1,5 MWh je Trassenmeter und Jahr ($\text{MWh/m} \cdot \text{a}$). Da dieser Grenzwert im gesamten Fokusgebiet nicht unterschritten wird, können unterschiedliche Varianten bis hin zur Vollversorgung zur Umsetzung von Wärmenetzen betrachtet werden.

Wie zuvor erwähnt, sollte der Standort zur Wärme-erzeugung nahe der hohen Wärmebedarfe im Gebiet liegen. Daher wird im Fokusgebiet Zentrum Rheydt der Bereich des ehemaligen Polizeipräsidiums, heutigen Wissenscampus als potenzielle Wärmezentrale gewählt. Direkt in diesem Baublock sowie westlich angrenzend (s. Abbildung) in Richtung Hochschule Niederrhein befinden sich die höchsten Wärmebedarfe im Fokusgebiet. Bei weiteren, tiefgehenden Betrachtungen der Energie-erzeugung im Fokusgebiet sollten mögliche Flächen in unmittelbarer Umgebung zur Strom-erzeugung mittels Photovoltaikanlagen untersucht und in Betracht gezogen werden.

Variante 1 – Anschlussquote 100 %

Für das Fokusgebiet Zentrum Rheydt umfasst Variante 1 die Erschließung des gesamten Fokusgebietes, also eine Anschlussquote von 100 %. Als Energieträger wird dabei auf Biomasse, Strom, und Umweltwärme zurückgegriffen. Zur Grundwärmever-sorgung dienen sowohl ein Biomassekessel als auch eine zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe. Zur Spitzenlastdeckung wurde zunächst weiterhin auf fossile Energieträger zurückgegriffen, die aus einem Erdgaskessel gespeist wird. Weitere Komponenten der Wärmezentrale sind eine PV-Anlage und auch ein Wärmespeicher (Pufferspeicher). In dieser Variante verfügt das zu betrachtende Wärmenetz eine Länge von etwa 21 km.

Ausblick auf 2045 anhand von Variante 1

In Variante 1 wird anfänglich ein hoher Anteil Biomasse eingesetzt. Durch verringerte Vorlauftemperaturen durch Sanierungen und durch verbesserte Technologien kann der Anteil der Biomasse teilweise durch Luft-Wärmepumpen und eine Power-to-Heat-Anlage oder Wasserstoffnutzung substituiert werden.

Variante 2 – Anschlussquote 60 %

Variante 2 umfasst eine Anschlussquote von 60 % des Fokusgebietes und nutzt ebenfalls die zuvor genannten Energieträger und Erzeugungsanlagen. Da hier eine geringere Anschlussquote vorherrscht, reduziert sich die Gesamtlänge des Wärmenetzes auf etwa 17 km. Die restlichen 40 % der Gebäude dieser Variante werden unter der Betrachtung von Sanierungsmaßnahmen über dezentrale Wärmepumpen versorgt. In der folgenden Tabelle 5-16 werden die unterschiedlichen Varianten zur Deckung des Wärmebedarfs tabellarisch dargestellt.

Darstellung der Versorgungsvarianten

Analog zu den Fokusgebieten Zentrum Gladbach und Eicken wird die Versorgung im Fokusgebiet Zentrum Rheydt zunächst hauptsächlich über Biomasse und zentrale Wärmepumpen dargestellt, um den aktuellen GEG-Anforderungen sowie den benötigten technischen Rahmenbedingungen wie Vorlauftemperatur etc. gerecht zu werden.

Tabelle 5-16: Variantenbetrachtung der prozentualen Wärmebedarfe Fokusgebiet Zentrum Rheydt nach Energieträger, Anschlussquote und Gesamtwärmebedarf (eigene Darstellung)

Energieträger Bestand		Variante 1 100 %- Anschlussquote	Variante 2.1 nur 60 %-Anteil Wärmenetz	Variante 2.2 nur 40 %- Anteil LW-WP	Variante 1.2024 <i>Ausblick 2045</i>
Heizöl [%]	19	-	-	-	-
Erdgas [%]	77	-	-	-	-
Biomasse [%]	2	75	75	-	45
Luft-Wärmepumpe (LW-WP) [%]	2	18	24	100	45
Abwärme [%]	-	-	-	-	-
Heizstab/ Wasserstoff o.ä. [%]	-	7	1	-	10
Gesamtwärmebedarf inkl. Netzverluste [MWh/a]	92.500	87.500	53.500	23.500	/

Wirtschaftlichkeitsberechnung für die ausgewählten Anschlussvarianten

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung in den unterschiedlichen Varianten dargestellt. Um eine Aussage über die Wirtschaftlichkeit der Varianten zu treffen, werden Wärmegegestehungskosten als Vergleichsindikator ermittelt. Diese helfen dabei die Wirtschaftlichkeit der Varianten einzuordnen und sie in einen Gesamtkontext mit anderen Technologien und Wärmeversorgungsvarianten setzen zu können. Dabei wurde die Entwicklung der nächsten 20 Jahre für die einzelnen Kostenpositionen modelliert, wie eingangs dieses Kapitels detailliert erläutert. Wärmegegestehungskosten sind jene Kosten, die von den Abnehmern zu zahlen sind. Dies umfasst den kostendeckenden Betrieb des Wärmenetzes sowie der Erzeugungsanlagen.

In der folgenden Tabelle 5-17 sind die Höhe der Investitionen und die sich ergebenden jährlichen Kapitalkosten aufgeführt. Unter den Investitionskosten wurden sämtliche Investitionskosten der Wärmeerzeuger, deren Verteilung sowie sonstiger zugehöriger Technik erfasst. Die jährlichen Kapitalkosten ergeben sich aus der Verrechnung der Investitionskosten mit Abschreibungszeiträumen. Des Weiteren gehören zu den jährlich anfallenden Kosten Betriebskosten (O&M-Kosten) und Energiekosten für Brennstoffe und Energieträger. Die entstehenden Gesamtkosten wurden auf die Menge der Wärmebereitstellung des gesamten Wärmeverbunds bezogen und so ein kostendeckender Wärmepreis in ct/kWh errechnet.

Tabelle 5-17: Kostenübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Zentrum Rheydt (eigene Darstellung)

Wirtschaftlichkeit (netto)	Variante 1	Variante 2.1	Variante 2.2
Investitionskosten [€]	28.100.000	21.750.000	13.750.000
Förderung [€]	11.250.000	8.700.000	3.450.000
Investition nach Förderung [€]	16.850.000	13.050.000	10.300.000
Energiekosten [€]	9.250.000	5.700.000	2.000.000
Betriebskosten [€/a]	300.000	200.000	150.000
Gesamt-Jahresausgaben [€/a]	11.700.000	7.600.000	3.150.000
Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	12,5	13,0	12,3
CO ₂ -Emissionen [t/a]	6.000	3.500	3.600

CO₂-Bilanz für die ausgewählten Anschlussvarianten

Um die Treibhausgasemissionen einzuordnen und das Einsparpotenzial im Vergleich zur Ausgangslage zu ermitteln, sind die Emissionswerte der verschiedenen Varianten in der nachfolgenden Tabelle 5-18 aufgeführt. Durch die Auswahl der Technologie und der verwendeten Energieträger können die Treibhausgase mithilfe ihres entsprechenden Emissionsfaktors berechnet werden.

Tabelle 5-18: Emissionsübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Zentrum Rheydt (eigene Darstellung)

CO ₂ -Bilanz	Variante 1 100 %- Anschlussquote	Variante 2.1 nur 60 %- Anteil Wärmenetz	Variante 2.2 nur 40 %-Anteil LW-WP
2023 [t/a]	6.491	3.958	3.618
2025	4.543	2.770	2.533
2030	3.180	1.939	1.773
2035	1.590	970	886
2040	795	485	443
2045 [t/a]	398	242	222

5.5.1 Zusammenfassung Zentrum Rheydt

Das Kapitel 5.5 bewertet die Möglichkeiten der zentralen Wärmeversorgung im Fokusgebiet Zentrum Rheydt. Auf Basis der Vorauslegung in zwei Varianten werden technische, wirtschaftliche und ökologische Aspekte bewertet und verglichen. Die Analyse zeigt, dass die Ziele der Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien unter Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen und Technologien realistisch und erreichbar sind. Für das Fokusgebiet Zentrum Gladbach werden für die zentralen Versorgungsvarianten Wärmegestehungskosten von ca. 12 bis 13 ct/kWh netto ermittelt.

5.6 FOKUSGEBIET GIESENKIRCHEN

Das Fokusgebiet Giesenkirchen umfasst eine Fläche von rund 32 ha und ist damit das flächenmäßig kleinste der Untersuchungsgebiete. Auf dieser Fläche verteilen sich 502 Gebäude, in denen etwa 2.050 Einwohner*innen angesiedelt sind (ca. 0,7 % der Gesamtbevölkerung der Stadt Mönchengladbach). Es liegt am Stadtrand von Mönchengladbach. Neben klassischer Wohnbebauung mit Ein- und Zweifamilienhäusern gibt es im Quartier eine hohe Anzahl an Gebäuden der Wohnbau Mönchengladbach. Gebäude des wirtschaftlichen und GHD-Sektors machen nur einen geringeren Anteil des Endenergieverbrauchs im Quartier aus. Diese prozentuale Verteilung des Energieverbrauchs spiegelt sich auch in den Treibhausgas-emissionen wider. Diese werden in Abbildung 5-16 dargestellt.

Für eine genaue Darstellung der Energieverbräuche sowie der THG-Emissionen werden diese in der folgenden Tabelle 5-19 aufgelistet. Unterschieden wird auch hier in die Gebäudenutzergruppen private Haushalte, wirtschaftlich genutzte Gebäude und öffentliche Gebäude. Weiterhin werden Wärme- und Stromverbrauch separat betrachtet.

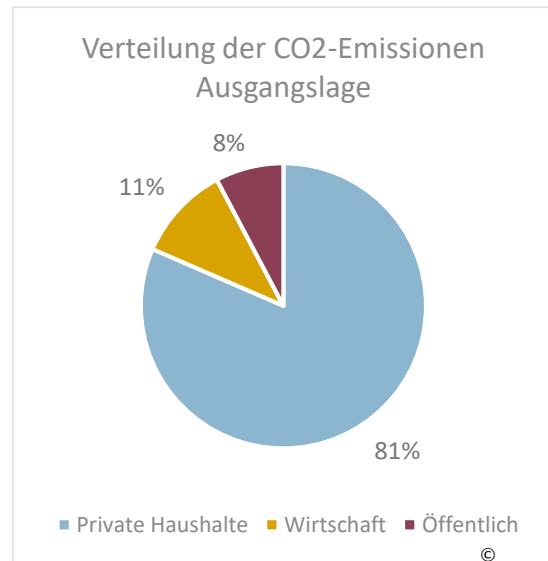


Abbildung 5-16: Verteilung der THG-Emissionen im Fokusgebiet Giesenkirchen (eigene Darstellung)

Tabelle 5-19: Übersicht der sektoralen Energieverbräuche im Fokusgebiet Giesenkirchen (eigene Darstellung)

Sektoren	Private Haushalte	Wirtschaftlich genutzte Gebäude	Öffentliche Gebäude
Endenergieverbrauch [MWh/a]			
Gebäude Wärme	16.622	482	585
Gebäude Strom	8.507	1.850	1.217
Primärenergieverbrauch [MWh/a]			
Gebäude Wärme	17.801	527	648
Gebäude Strom	15.312	3.331	2.190
Treibhausgasemissionen [t/a]			
Gebäude Wärme	4.006	122	151
Gebäude Strom	4.764	1.036	681

Zusätzlich zur Analyse des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Emissionen auf Quartiers-ebene ist es entscheidend, die Wärmebedarfe zu berücksichtigen, um die Machbarkeit einer Wärmeversorgung mittels Wärmenetzen abzuschätzen. Zu diesem Zweck wurde der jährliche absolute Wärmebedarf der einzelnen Gebäude ermittelt und entsprechend kategorisiert. Diese absoluten Wärmebedarfe sind in Abbildung 5-17 dargestellt.

Vor allem im nördlichen Teil des Gebiets besteht entlang der Mülforter Straße ein hoher Wärmebedarf, für den sich eine zentrale Wärmeversorgung anbietet. Die Mehrfamilienhäuser an der Straße Ahrener Feld bieten sich als Zusammenschluss ebenfalls für eine anteilig zentrale Versorgung an.

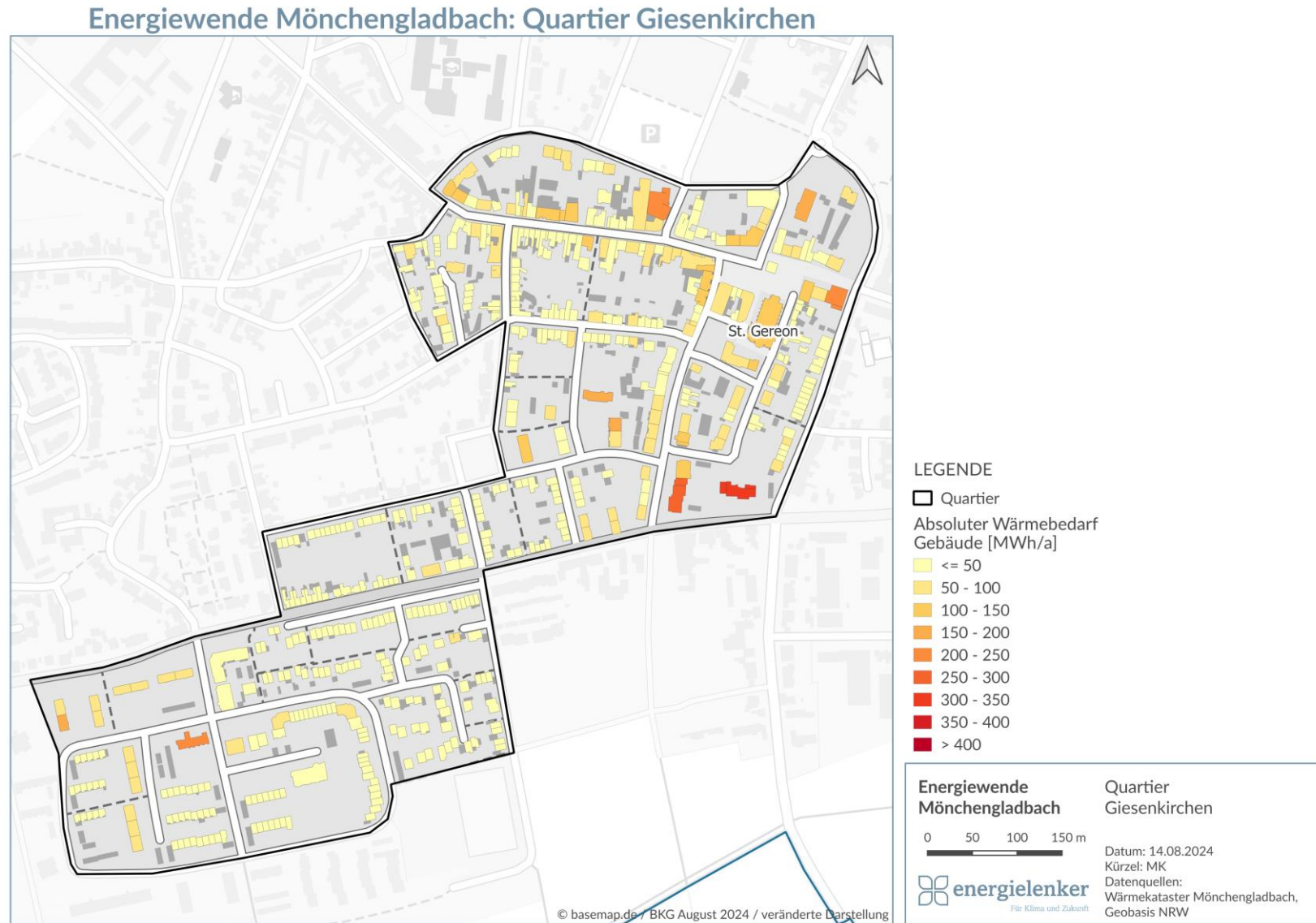


Abbildung 5-17: Absoluter Wärmebedarf der Gebäude im Fokusgebiet Giesenkirchen (eigene Darstellung)

Für die Erstuntersuchung des Gebiets reicht zur Abschätzung des Wärmenetzpotenzials statt der Betrachtung aller Einzelgebäude die Betrachtung von Baublöcken aus. Hierzu wurde das Gebiet in 32 Baublöcke eingeteilt. Es zeigte sich, dass die Baublöcke im Gebiet Giesenkirchen einen in Summe deutlich geringeren Wärmebedarf aufweisen als in den zuvor betrachteten Fokusgebieten.

In Abbildung 5-18 wird das Fokusgebiet, eingeteilt in die jeweiligen Baublöcke, dargestellt.

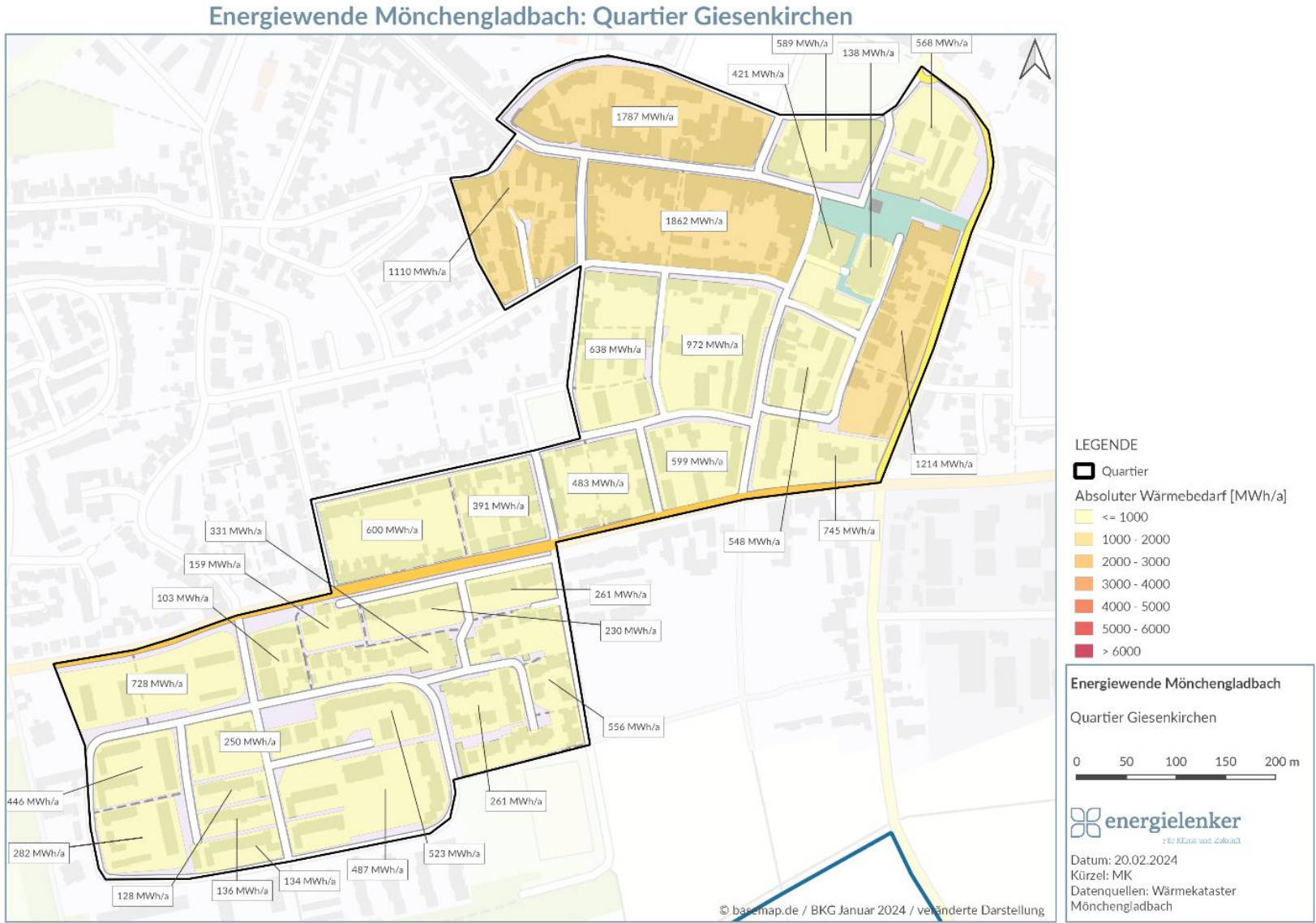


Abbildung 5-18: Absoluter Wärmebedarf der Baublöcke im Fokusgebiet Giesenkirchen (eigene Darstellung)

Wie bereits in Abschnitt 5.2 erläutert, wurden Varianten mit einer Anschlussquote von 60 und 100 % betrachtet. Anhand der zuvor dargestellten Wärmebedarfe pro Baublock wurden Wärmelinienindichten pro Straßenzug entwickelt. Daraus ergab sich ein jährlicher Wärmebedarf je Strecke (Meter), was eine weitere grobe Abschätzung zur Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes im jeweiligen Straßenzug ermöglichte. Diese straßenbezogenen Wärmebedarfe ließen sich nun klassifizieren und in Wärmelinienindichten einteilen, wie in Abbildung dargestellt.

Im Gebiet Giesenkirchen fallen die Wärmebedarfe geringer aus als bei den anderen betrachteten Fokusgebieten. Das spiegelt sich auch in der Wärmelinienindichte in Abbildung 5-19 wider. Durch geringe Wärmebedarfe im Quartier fällt die Wärmelinienindichte im Großteil des Gebiets entsprechend eher gering aus. Lediglich im nördlichen Bereich um die Konstantinstraße lässt sich eine hohe Wärmelinienindichte ausmachen.

Unter Betrachtung der Gebäude der WohnBau lässt sich für eine zentrale Wärmeversorgung dennoch ein gewisses Potenzial erkennen. Allerdings fällt dieses in den Bereich der Niedrigtemperaturnetze, sog. Wärmenetze 4.0, die sich auf einem deutlich geringeren Temperaturniveau bewegen als die Wärmenetze der anderen betrachteten Fokusgebiete. Die niedrigeren Betriebstemperaturen ermöglichen zwar den Einsatz verschiedener regenerativer Energien. Bei Bestandsgebäuden ist aber eine umfassende energetische Sanierung der Immobilien notwendig.

Aus diesem Grund wurde in Absprache mit der WohnBau eine Netzerschließung mittels kalter Nahwärme betrachtet. Das Einzugsgebiet bezog sich hierbei auf die Gebäude der WohnBau innerhalb des Quartiers und Gebäude, die sehr nah an der Quartiersgrenze liegen.

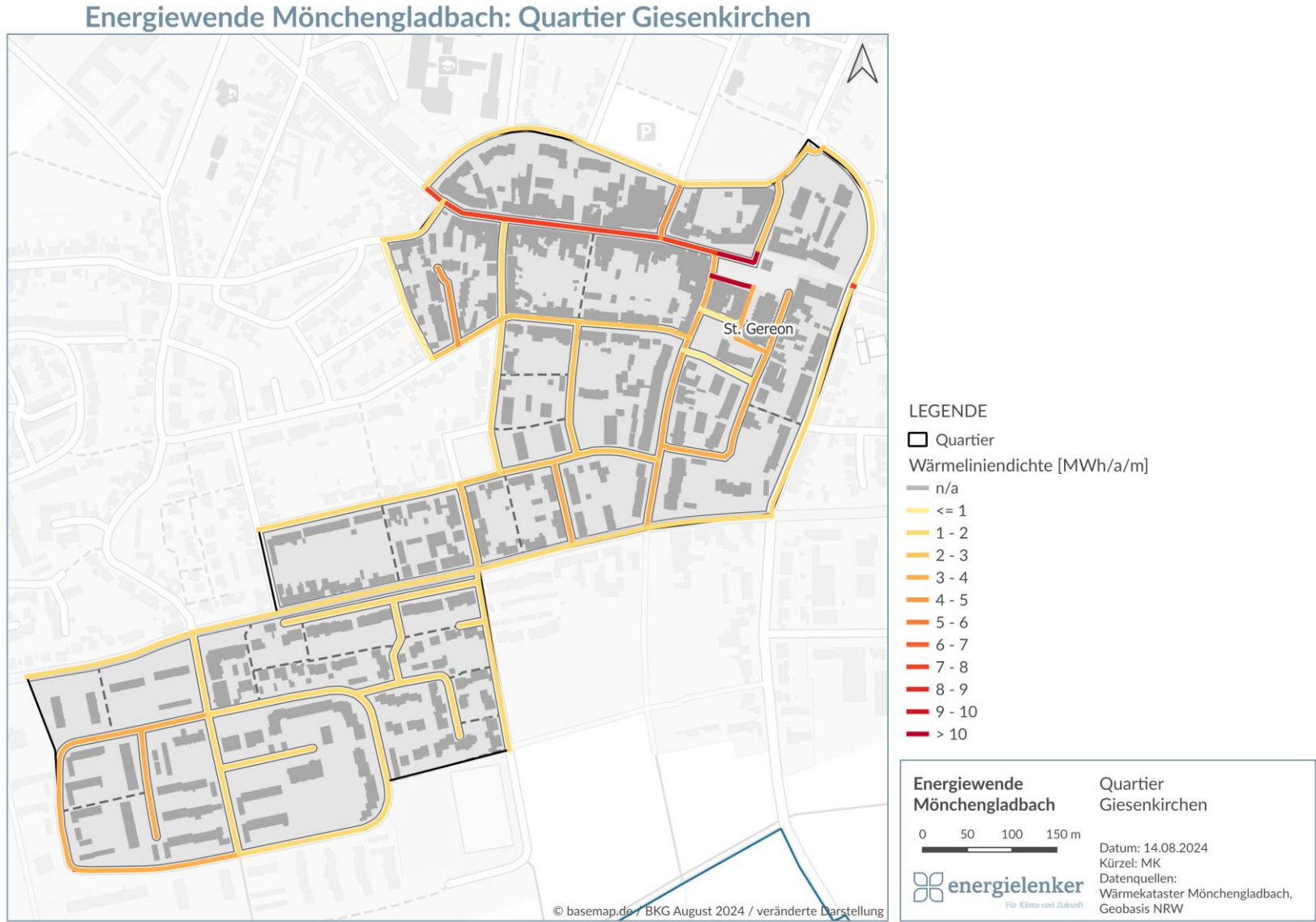


Abbildung 5-19: Wärmeliniedichten im Fokusgebiet Giesenkirchen (eigene Darstellung)

Die Gebäude der WohnBau befinden sich im Fokusgebiet Giesenkirchen verteilt z. T. auch in direkter Nachbarschaft liegend. Nach Abstimmung mit der Stadt Mönchengladbach und Vertretern der WohnBau wurden diese Gebäude tiefergehend untersucht.

Variante 1 umfasst den Anschluss der WohnBau-Gebäude unter Berücksichtigung einer Anschlussquote von 100 %. Eine zweite Option (Variante 2) stellt Insellösungen/Keimzellen dar, welche Gebäudeblöcke der WohnBau zu einer Energieversorgungseinheit zusammenfassen. Diese möglichen Keimzellen wurden nachfolgend blau umrahmt.

Tabelle 5-20 zeigt mögliche Versorgungslösungen für das Quartier Giesenkirchen. Die Varianten 1 und 2 beziehen sich dabei lediglich auf die WohnBau-Gebäude, während die Variante 3 das gesamte Quartier betrachtet.

Fokusgebiet Giesenkirchen nach Wärmeanschluss

Variante 1 – Kaltes Nahwärmenetz

Variante 1 für das Fokusgebiet Giesenkirchen umfasst die Erschließung der WohnBau-Gebäude in den Netzabschnitten Nord und Süd und unter Berücksichtigung einer Anschlussquote von 100 % in einem kalten Nahwärmenetz. Da hier ein kaltes Wärmenetz betrachtet wurde, wurden als Energieträger Strom und Umweltwärme verwendet, welche Wärme über Wärmepumpentechnologie erzeugen. Als Wärmequelle kann dafür ein südlich angrenzendes Gebiet durch Erdwärmesonden erschlossen werden. In dieser Variante verfügt das zu betrachtende Wärmenetz über eine Länge von etwa 1,5 km.

Variante 2 – Wärmenetzinseln

Variante 2 umfasst die beschriebenen Insellösungen unter Berücksichtigung von Wärmepumpen zur Wärmeversorgung. Durch eine Aufteilung des Gebiets in Wärmeinseln können für die Wärmebereitstellung unterschiedliche Wärmeerzeuger genutzt werden. Das bedeutet, dass in Abhängigkeit der Sanierungsmaßnahmen der Gebäude und damit der benötigten Vorlauftemperatur verschiedene Energieträger verwendet werden können. Für Variante 2 umfassen die untersuchten Energieträger ein kaltes Netz mit Erdsondenfeldern und Wärmepumpen, eine dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen-Versorgung und eine zentrale Versorgung durch ein warmes Nahwärmenetz, gespeist durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe. In Abbildung 5-20 werden die betrachteten Gebäude der WohnBau abgebildet.

Variante 3 – Dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen

In Variante 3 werden alle Gebäude des Quartiers dezentral über Luft-Wasser-Wärmepumpen erschlossen. Aufgrund des geringeren Wärmebedarfs wäre eine zentrale Wärmeversorgung nicht wirtschaftlich umsetzbar.

Energiewende Mönchengladbach: Quartier Giesenkirchen



Abbildung 5-20: Fokusgebiet Giesenkirchen - Gebäude der WohnBau

Tabelle 5-20: Variantenbetrachtung der prozentualen Wärmebedarfe Fokusgebiet Giesenkirchen (eigene Darstellung)

Energieträger Bestand		Variante 1 kaltes Nahwärmenetz	Variante 2 Insellösungen	Variante 3 dezentrale LW- Wärmepumpen
Heizöl [%]	17	-	-	-
Erdgas [%]	80	-	-	-
Biomasse [%]	3	-	-	-
Wärmepumpe/ Umweltwärme [%]	-	100	100	100
Abwärme [%]	-	-	-	-
Heizstab/ Wasserstoff o.ä. [%]	-	-	-	-

Wirtschaftlichkeitsberechnung für die ausgewählten Anschlussvarianten

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung in den unterschiedlichen Varianten dargestellt. Um eine Aussage über die Wirtschaftlichkeit der Varianten zu treffen, wurden Wärmegegostehungskosten als Vergleichsindikator ermittelt. Diese helfen die Wirtschaftlichkeit der Varianten einzuordnen und sie in einen Gesamtkontext mit anderen Technologien und Wärmeversorgungsvarianten setzen zu können. In der folgenden Tabelle 5-21 sind die Höhe der Investitionen und die sich ergebenden jährlichen Kapitalkosten aufgeführt. Unter den Investitionskosten wurden sämtliche Investitionskosten der Wärmeerzeuger, deren Verteilung sowie sonstiger zugehöriger Technik erfasst. Die jährlichen Kapitalkosten ergeben sich aus der Verrechnung der Investitionskosten mit Abschreibungszeiträumen und Fremdkapitalzinskosten. Des Weiteren gehören zu den jährlich anfallenden Kosten Betriebskosten (O&M-Kosten) und Energiekosten für Brennstoffe und Energieträger. Die entstehenden Gesamtkosten wurden auf die Menge der Wärmebereitstellung des gesamten Wärmeverbunds bezogen, sodass ein kostendeckender Wärmepreis in ct/kWh errechnet.

Die Variante 1 betrachtet ein kaltes Netz als Ganzes, für sämtliche Gebäude der WohnBau. In Variante 2 sind verschiedene Keimzellen/Insellösungen mit unterschiedlich vielen Gebäuden möglich. Eine Abschätzung der Wirtschaftlichkeit ist so nur mit Ungenauigkeiten möglich. Für Variante 2 wird daher eine Übersicht verschiedener Versorgungsvarianten in

Tabelle 5-22 dargestellt. Zu beachten ist, dass sich Variante 1 und 2 lediglich auf die Gebäude der WohnBau beziehen, während Variante 3 den kompletten Gebäudebestand im Quartier umfasst.

Tabelle 5-21: Kostenübersicht der Versorgungsvarianten 1 und 3 im Fokusgebiet Giesenkirchen (eigene Darstellung)

Wirtschaftlichkeit (netto)	Variante 1 Kaltes Nahwärmenetz	Variante 3 dezentrale LW- Wärmepumpe
Investitionskosten [€]	6.050.000	15.700.000
Förderung [€]	2.450.000	3.950.000
Investition nach Förderung [€]	3.600.000	11.750.000
Energiekosten [€]	120.000	1.050.000
Betriebskosten [€/a]	50.000	130.000
Gesamt-Jahresausgaben [€/a]	640.000	2.400.000
Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	29,5	16,8
CO ₂ -Emissionen [t/a]	213	2.000

Tabelle 5-22: Übersicht Wärmeversorgungslösungen für Gebäude der Wohnbau für Variante 2

	Zentrales kaltes Netz	Zentrale kalte Insellösung	Dezentrale LW-WP	Zentrales warmes Netz
Sanierungsbedarf	Ja, zeitgleich	Ja, nacheinander	Ja, nacheinander	Nicht erforderlich
Wärmebedarf	Ca. 50 kWh/m ²	Ca. 50 kWh/m ²	Ca. 50 kWh/m ²	Ca. 180 kWh/m ²
Spez. Wärmegestehungskosten	25-30 ct/kWh	20-25 ct/kWh	15-20 ct/kWh	13-15 ct/kWh
Spez. Heizkosten	1,2 €/m ² *Monat	1 €/m ² *Monat	0,8 €/m ² *Monat	2 €/m ² *Monat
Sonstiges	- Nachverdichtung mit sanierten privaten Wohnungen möglich - Einbindung sonstiger Erneuerbaren Energien nachträglich möglich	Einbindung sonstiger Erneuerbaren Energien nachträglich möglich	gebäudespezifische Betrachtung notwendig	- Sonst. private Wohngebäude eingerechnet - nachträgliche Sanierung möglich

CO₂-Bilanz für die ausgewählten Anschlussvarianten

Um die Treibhausgasemissionen einzuordnen und das Einsparpotenzial im Vergleich zur Ausgangslage zu ermitteln, sind die Emissionswerte der verschiedenen Varianten in der nachfolgenden Tabelle 5-23 aufgeführt. Durch die Auswahl der Technologie und der verwendeten Energieträger können die Treibhausgase mithilfe ihres entsprechenden Emissionsfaktors berechnet werden.

Tabelle 5-23: Emissionsübersicht der Versorgungsvarianten im Fokusgebiet Giesenkirchen (eigene Darstellung)

CO₂-Bilanz [t/a]	Variante 1 kaltes Nahwärmenetz	Variante 2 Insellösungen	Variante 3 dezentrale LW- Wärmepumpen
2023	213	/	1.910
2025	149	/	1.337
2030	104	/	936
2035	52	/	468
2040	26	/	234
2045	13	/	117

Zusammenfassung

Das Kapitel 5.6 bewertet die Möglichkeiten der zentralen Wärmeversorgung im Fokusgebiet Giesenkirchen. Auf Basis der Vorauslegung in drei Varianten werden technische, wirtschaftliche und ökologische Aspekte bewertet und verglichen. Im Quartier Giesenkirchen liegen viele Gebäude der WohnBau. Dies wurde bei den Ermittlungen potenzieller Versorgungsvarianten berücksichtigt. Die Analyse zeigt, dass die Ziele der Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien unter Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen und Technologien realistisch und erreichbar sind, dabei kann durch Nutzung von Geothermie auch heute schon eine strombasierte Versorgungsvariante mit niedrigen CO₂-Emissionen umgesetzt werden. Für das Fokusgebiet Giesenkirchen werden für die zentralen Versorgungsvarianten Wärmegestehungskosten von ca. 13 bis 30 ct/kWh netto ermittelt, in Abhängigkeit des Sanierungszustandes und des Temperaturniveaus des potenziellen Netzes.

5.7 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE AUS DER UNTERSUCHUNG DER FOKUS-GEBIETE

Aus der Betrachtung der Fokusgebiete ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- Die betrachteten Fokusgebiete bieten trotz ihrer unterschiedlichen lokalen Gegebenheiten jeweils sowohl ein hohes Energie- als auch CO₂-Einsparpotenzial im Vergleich zur Bestandsversorgung.
- Insgesamt stellen sich zentrale Versorgungslösungen in Form von Wärmenetzen als die wirtschaftlichsten Varianten dar. Zentrale Netzvarianten können durch höhere Anschlussquoten innerhalb des Netzgebiets wirtschaftlicher gestaltet werden. Aus diesem Grund ist eine hohe Anschlussdichte anzustreben.
- Im Variantenvergleich stellte sich heraus, dass zwar zum aktuellen Zeitpunkt Biomasse aufgrund der hohen benötigten Netztemperaturen in Kombination mit einem geringen Anteil an Umweltwärme sowohl ökologisch als auch ökonomisch die sinnvollste Variante darstellt. In Zukunft ist jedoch ein zunehmend höherer Anteil an strombasierten Wärmeerzeugern anzustreben. Strombasierte Lösungen auf Basis von Wärmepumpen im Rahmen von kalten Netzen, Insellösungen, und dezentralen Sole- oder Luft-Wasser-Wärmepumpen, sind in Zukunft potenziell preisstabiler und durch den zunehmend erneuerbaren Strommix emissionsärmer.
- Zentrale Netzvarianten sind in Zukunft zudem einfach erweiterbar durch Technologien wie Power-to-Heat oder Wasserstoff.
- Alle betrachteten Varianten erfüllen die GEG-Anforderungen (65 % EE-Anteil).
- Für zentrale Bereiche der Stadt Mönchengladbach stellen zentrale Versorgungslösungen eine gute Option für eine nachhaltige, emissionsarme und wirtschaftliche Versorgungsvariante dar.
- Nicht spezifisch für Mönchengladbach, aber dennoch eine besondere Herausforderung ist die große Anzahl vor 1977 erbaute Gebäude und deren energetische Umstellung².

² Vernetzte Wärmeversorgung in Bestandsquartieren. Handlungsstrategien und Anwendungsfälle für die Initiierung, Planung und Umsetzung vor Ort, Deutsche Energie Agentur (dena): Es werden unterschiedliche Wärmeversorgungsoptionen für Bestandsquartiere erläutert. Hierbei wird oftmals, aufgrund des hohen benötigten Temperaturniveaus, auf Energieträger wie Biomasse sowie weitere erneuerbare Energien zurückgegriffen.

6 SZENARIENENTWICKLUNG

Mit Hilfe zweier verschiedener Szenarien soll aufgezeigt werden, wie die im Klimaschutzgesetz angestrebte Erreichung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045 ermöglicht werden kann. Entscheidend für diese Zielerreichung ist die Entwicklung des Energiebedarfs in den Sektoren Private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Gebäude sowie die zukünftige Zusammensetzung der Energieerzeugung. Ein wichtiger Bestandteil der Energieversorgung wird hierbei die Sektorenkopplung zwischen Strom- und Wärmeerzeugung sein. Durch strombasierte Wärmeerzeuger, wie Wärmepumpen, gewinnt die Stromerzeugung über regenerative Energiequellen, wie Photovoltaik oder Windkraft, zunehmend an Relevanz. Neben dem Wärme- wird ebenfalls der Stromsektor im Rahmen der Szenarioentwicklung betrachtet.

6.1 DIFFERENZIERUNG TREND- UND KLIMASCHUTZSZENARIO

Die Szenarienentwicklung besteht bezüglich des Schwerpunktthemas Wärme jeweils aus einem Trend- und einem Klimaschutzszenario. Dabei werden mögliche zukünftige Entwicklungspfade für die Endenergieeinsparung und Reduktion der Treibhausgase in der Stadt Mönchengladbach aufgezeigt. Die Szenarien beziehen dabei die in Kapitel 3.4 berechneten Endenergieeinsparpotenziale sowie die Potenziale zur Nutzung Erneuerbarer Energien mit ein.

Dabei wird Umweltwärme als Endenergie bilanziert und beinhaltet in den Darstellungen bereits den notwendigen Endenergiebedarf an Strom. Dieser wird in der Zusammenfassung beziffert und in der Bilanzierung der Treibhausgase aufgrund des Emissionsfaktors einbezogen.

Im **Trendszenario** wird das Vorgehen beschrieben, wenn keine bzw. gering klimaschutzfördernde Maßnahmen umgesetzt werden. Die Effizienzpotenziale in den Sektoren Wirtschaft und private Haushalte werden hier nur in geringem Umfang gehoben. Die übrigen Sektoren erreichen auch bis 2045 keine hohen Einsparungen des Energieverbrauches, da Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung und Nutzer*innenverhalten nur eingeschränkt greifen. Effizienzpotenziale werden auch aufgrund fehlender Wirtschaftlichkeit nicht umgesetzt.

Im **Klimaschutzszenario** hingegen werden in über die Jahre steigendem Maße klimaschutzfördernde Maßnahmen mit einbezogen. Hier wird davon ausgegangen, dass Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung, Effizienztechnologien und Nutzer*innenverhalten erfolgreich umgesetzt werden und eine hohe Wirkung zeigen. Effizienzpotenziale können, aufgrund der guten Wirtschaftlichkeit, verstärkt umgesetzt werden. Im Verkehrssektor greifen die Marktanreizprogramme für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben. Zusätzlich wird das Nutzungsverhalten klimapositiv beeinflusst, wodurch die Fahrleistung des motorisierten Individualverkehrs sinkt und der Anteil der Nahmobilität am Verkehrssektor steigt. Auch Erneuerbare Energien-Anlagen, vor allem PV- und Solarthermie-Anlagen sowie Wärmepumpen mit hohen Zubauraten werden errichtet. Für das Klimaschutzszenario wird angenommen, dass das Stromsystem bis zum Jahr 2035 treibhausgasneutral wird (Agora Energiewende, Prognos, Consentec, 2022). Die Annahmen des Klimaschutzszenarios setzen dabei zum Teil Technologiesprünge und rechtliche Änderungen voraus. Die Abschätzung des Szenarios beruht auf dem Handbuch Klimaschutz.

Die Berechnung des Endenergiebedarfs erfolgt über die Sanierungsrate und die Sanierungstiefe³. Die Berechnung des Haushaltsstrombedarfs erfolgt über den Absenkpfad (Bundesdurchschnitt)⁴.

³ Quelle: Handbuch Klimaschutz, Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann.

⁴ Quelle: Klimaneutrales Deutschland 2045, Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

6.2 TRENDSZENARIO

Abbildung 6-1 zeigt den zukünftigen Brennstoff- bzw. Wärmebedarf der Stadt Mönchengladbach im Trendszenario, welches unter folgenden Grundbedingungen aufgestellt wurde:

- ▶ Jährliche Sanierungsrate: 0,8 %
- ▶ Sanierungstiefe nach GEG-Standard (50 kWh/m²)
- ▶ klimaneutrale Wärmeversorgung wird nicht erreicht

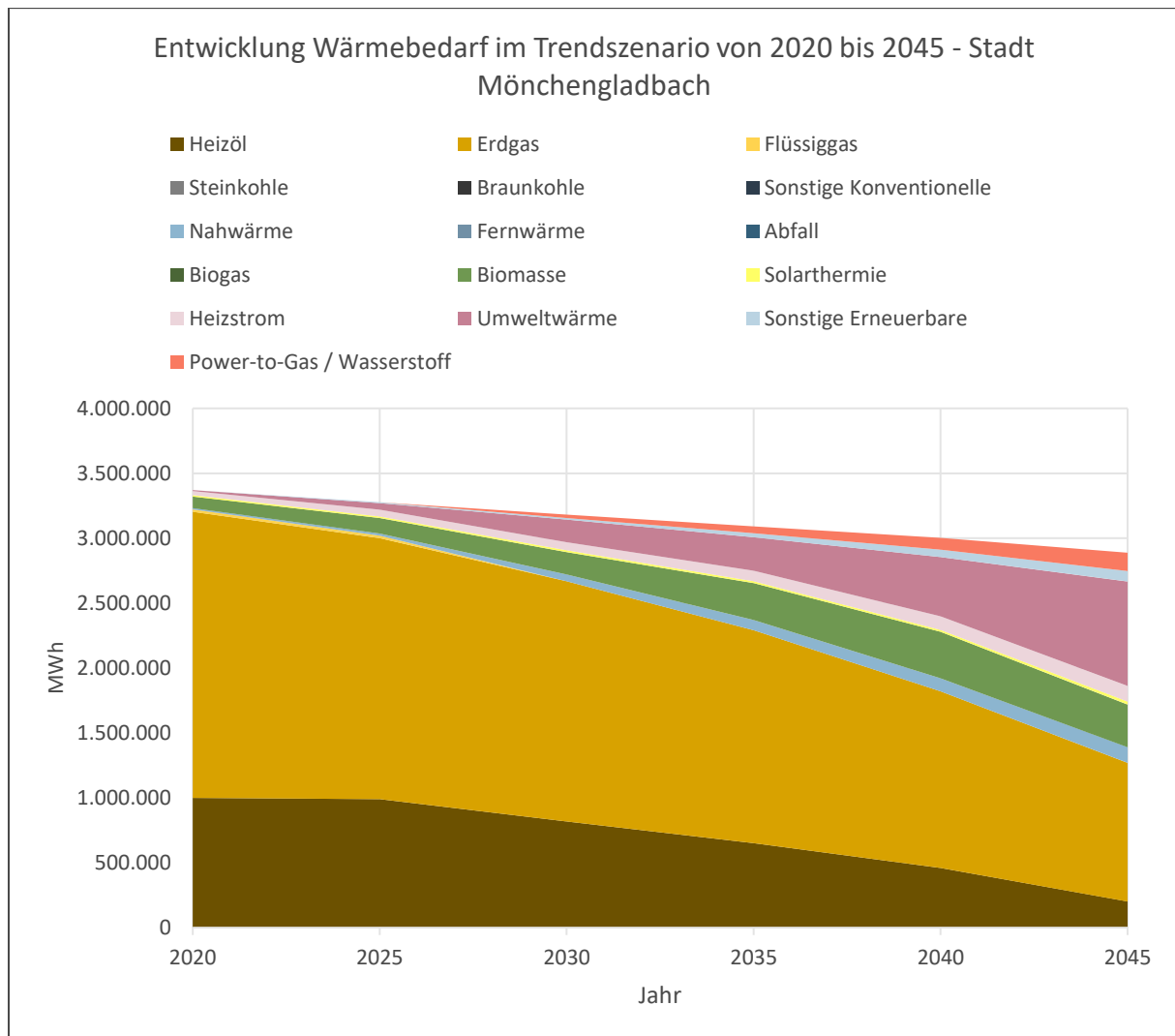


Abbildung 6-1: Entwicklung des Wärmebedarfs im Trendszenario (Quelle: energielenker projects GmbH)

Im Trendszenario nimmt der Wärmebedarf bis zum Jahr 2045 leicht ab. Dies resultiert aus einer angenommenen Effizienzsteigerung sowie der angenommenen Sanierungsrate und -tiefe im Bereich der privaten Haushalte.

Bis zum Jahr 2045 werden dabei die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl zwar in steigendem Maße, aber dennoch nur teilweise durch alternative Energieträger substituiert. Das Trendszenario unterliegt zudem der Annahme, dass der Energieträger Erdgas auch im Jahr 2045 einen großen Anteil ausmacht, da die Synthese von Methan aus Strom mit dem im Trendszenario hinterlegten Strommix zu einem höheren Emissionsfaktor als dem von Erdgas führt und damit keine Vorteile gegenüber dem Einsatz von Erdgas bestehen.⁵ Die wesentlichen Energieträger sind zukünftig die Umweltwärme mit rund 28 % und Erdgas mit einem Anteil von 37 % am Wärmebedarf. Ergänzt wird die Versorgung durch einen leicht ansteigenden Anteil von Wärme aus Biomasseanlagen.

Abbildung 6-2 zeigt die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2020, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Die THG-Emissionen sinken laut dem Trendszenario vom Ausgangsjahr 2020 bis 2045 um 50 %.

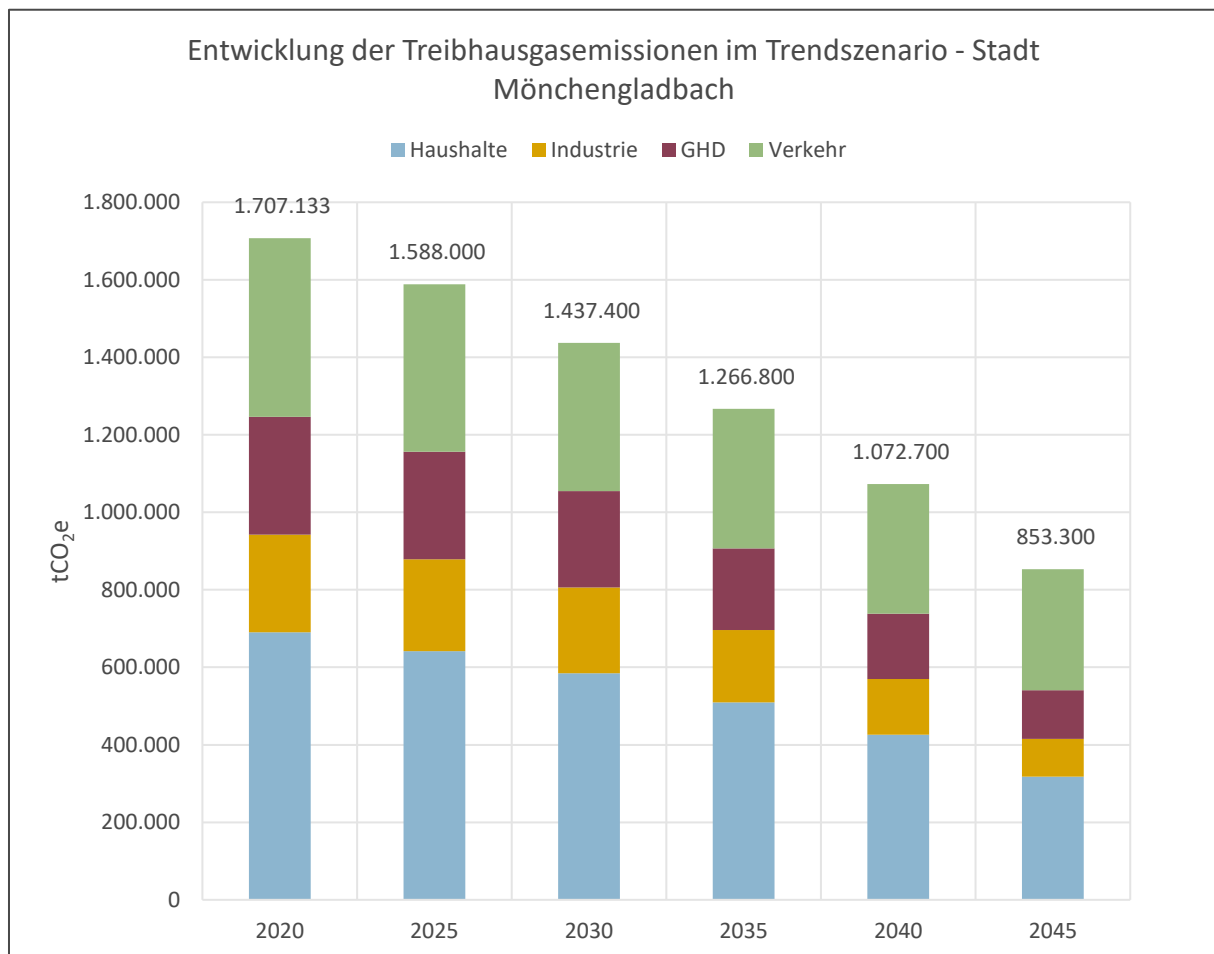


Abbildung 6-2: Entwicklungen der THG-Emissionen im Trendszenario (Quelle: energielenker projects GmbH)

Im Folgenden wird die Entwicklung des Endenergiebedarfs betrachtet. Im Gegensatz zu der Visualisierung der Treibhausgasemissionen stellt diese die Energie dar, die letztlich vom Endverbraucher genutzt wird und nicht mit weiteren Faktoren verrechnet ist.

⁵Der Emissionsfaktor von synthetischen Kraft-/Brennstoffen hängt vom eingesetzten Strommix ab. Da etwa zwei kWh Strom für die Synthese einer kWh Methan eingesetzt werden, hat synthetisches Methan in etwa einen doppelt so hohen Emissionsfaktor wie der des eingesetzten Stroms und liegt im Jahr 2040 bei 764 gCO₂e/kWh gegenüber 238 g CO₂e/kWh für Erdgas.

Wie in Abbildung 6-3 zu erkennen, wird in diesem Szenario der Gesamtbedarf über 25 Jahre von 2020 bis 2045 um 18 % von 5.669 GWh auf 4.667 GWh sinken. Besonders hohe Einsparungen können im Verkehrssektor erzielt werden. Greifen die Maßnahmen wie angenommen, ist ein Rückgang von 1.460 GWh auf 1.049 GWh erreicht, was circa 7 % der Gesamteinsparung entspricht. Dies veranschaulichen Bedeutung und Effektivität von Maßnahmen in diesem Bereich. Für die privaten Haushalte können, entsprechend der Szenarien aus der Potentialanalyse, mit 5 % ebenfalls signifikante Reduktionen erreicht werden.

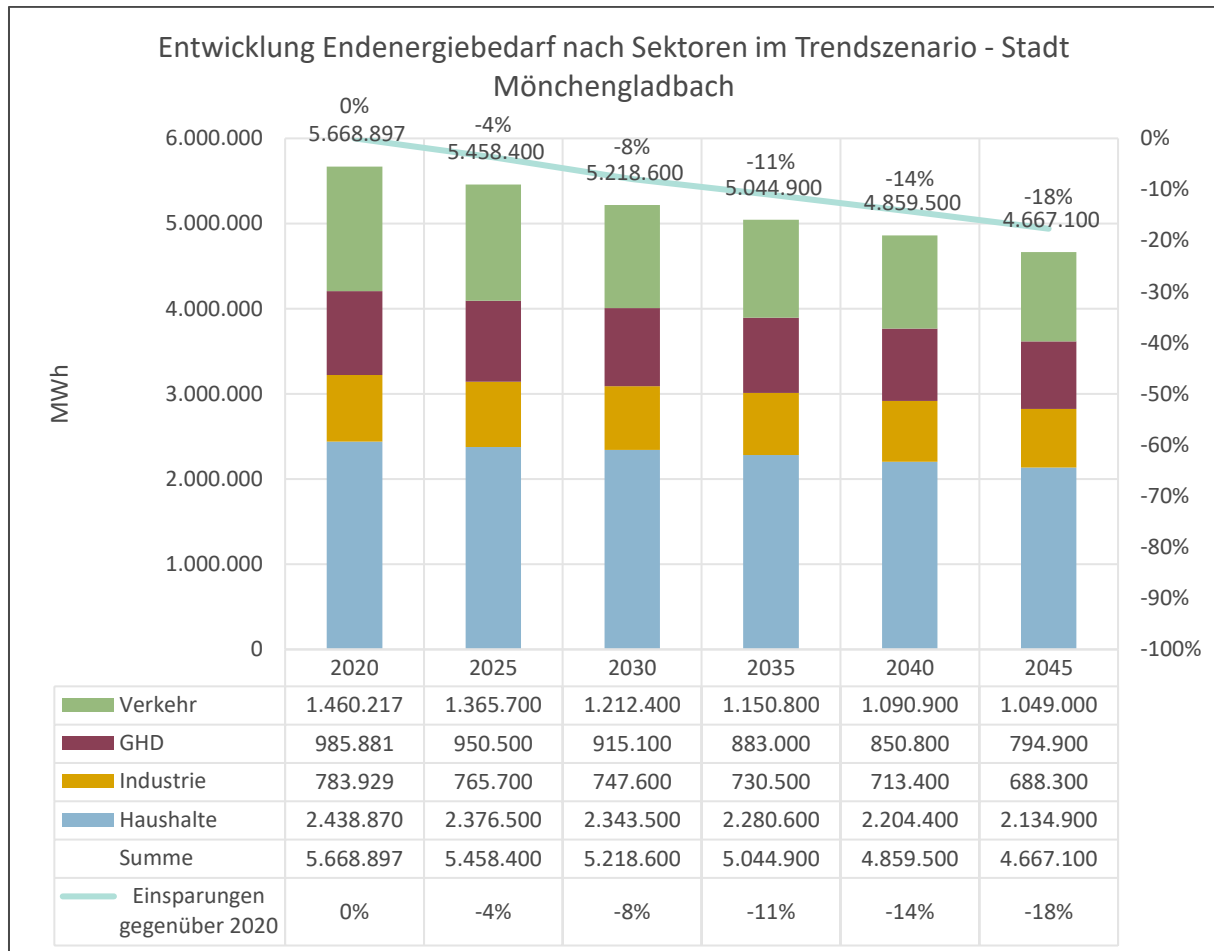


Abbildung 6-3: Entwicklungen des Endenergiebedarfs im Trendszenario (Quelle: energielenker projects GmbH)

In Gegensatz zum Wärmeenergiebedarf steigt der Strombedarf bis 2045 weiter an, wie die folgende Abbildung 6-4 zeigt. Die Zunahme beträgt in diesem Beispiel etwa 64 %. Mit 32 GWh (36 %) ist das Wachstum in der Industrie am stärksten ausgeprägt. Im Sektor Verkehr ist der Aufschwung durch eine fortschreitende Elektrifizierung hervorgerufen. Auch in den anderen Bereichen ist ein ähnlicher Aufwärtstrend zu beobachten, verursacht durch einen künftigen vermehrten Einsatz von elektrischen Geräten, insbesondere durch den Einsatz für die Wärmeerzeugung, wie Wärmepumpen oder Heizstäbe.

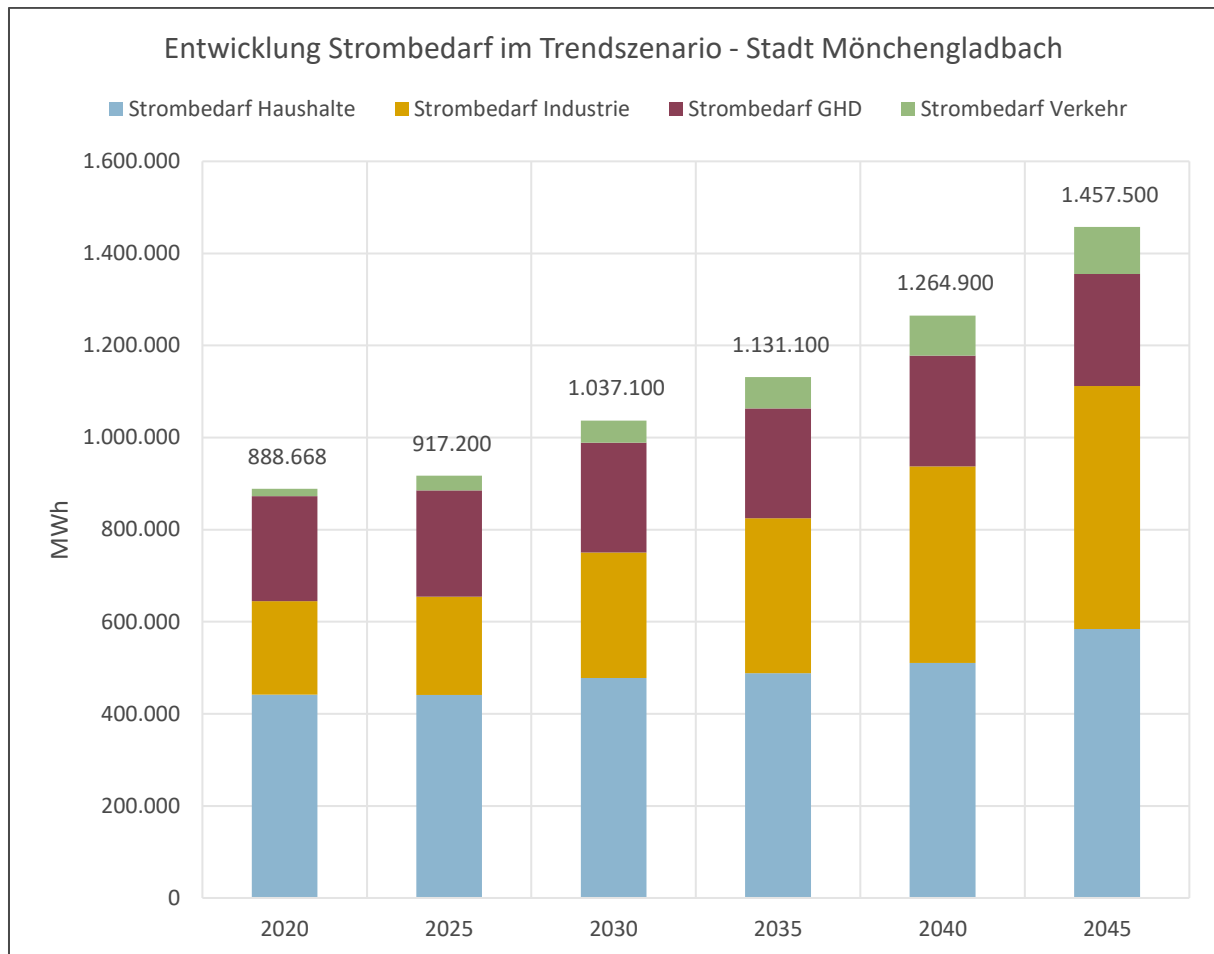


Abbildung 6-4: Entwicklungen des Strombedarfs im Trendszenario (Quelle: energielenker projects GmbH)

6.3 KLIMASCHUTZSZENARIO

Der Wärmebedarf im Klimaschutzszenario dagegen unterscheidet sich fundamental und ist in der nachfolgenden Abbildung 6-5 dargestellt. Das Szenario wird unter folgenden Bedingungen aufgestellt:

- Sanierungsquote: steigt jährlich um 0,1 auf 2,8 %
- Sanierungstiefe zwischen 2020 und 2030 liegt bei EH55-Standard (21 kWh/m²)
- Sanierungstiefe nach 2030 liegt bei EH40-Standard (16 kWh/m²)
- Erreichen einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis 2045

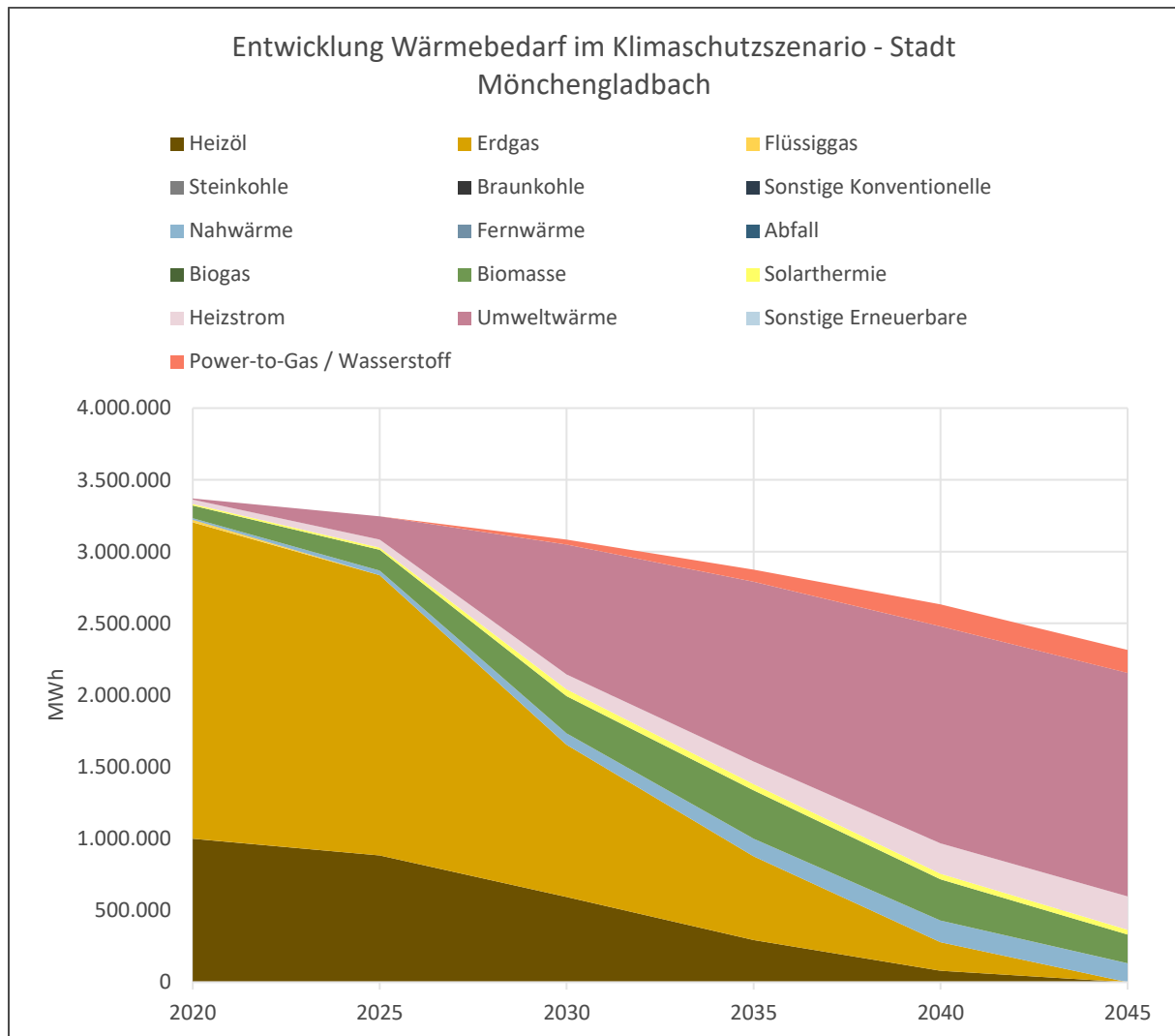


Abbildung 6-5: Entwicklung des Wärmebedarfs im Klimaschutzscenario (Quelle: energienker projects GmbH)

Im Vergleich zum Trendszenario sinken durch die höheren Effizienzgewinne in allen Sektoren sowie die deutlich höhere Sanierungsrate und -tiefe im Sektor private Haushalte die Energiebedarfe im Klimaschutzscenario deutlich stärker. Die Sanierungsrate von 2,8 % ist die ermittelte Sanierungsrate, die für ein Erreichen der Treibhausgasneutralität bis ins Jahr 2045 nötig wäre, um vollständig auf strombasierte Wärmebereitstellung umzustellen. Vor allem die konventionellen Energieträger nehmen stark ab, sodass der Wärmemix im Zieljahr 2045 nahezu ausschließlich aus erneuerbaren Energieträgern besteht. Die Reduzierung des Endenergiebedarfs basiert auf den Rahmenbedingungen des Szenarios. Bei einer Sanierungsrate von 2,8 % pro Jahr auf den KfW 55-Standard und Energieeinsparungen der Wirtschaft durch Effizienzvorteile von 10 %, errechnet sich eine Gesamtendenergieeinsparung von 31 % bzw. ca. 1.055 GWh. Im Zieljahr verbleibt kein Restbestand an fossilen Energieträgern an der Wärmeversorgung. Vorausgesetzt, die strombasierten Versorgungslösungen wie Wärmepumpen beziehen zu 100 % grünen Strom aus dem öffentlichen Stromnetz. Nach dieser Betrachtung sind die wesentlichen Energieträger zukünftig Umweltwärme mit rund 67 %, Biomasse mit 9 % und Heizstrom mit einem Anteil von 10 % am Wärmebedarf.

In der nachfolgenden Abbildung 6-6 ist die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2020, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Die THG-Emissionen sinken laut dem Klimaschutzscenario vom Ausgangsjahr 2020 um 95 % bis 2045.

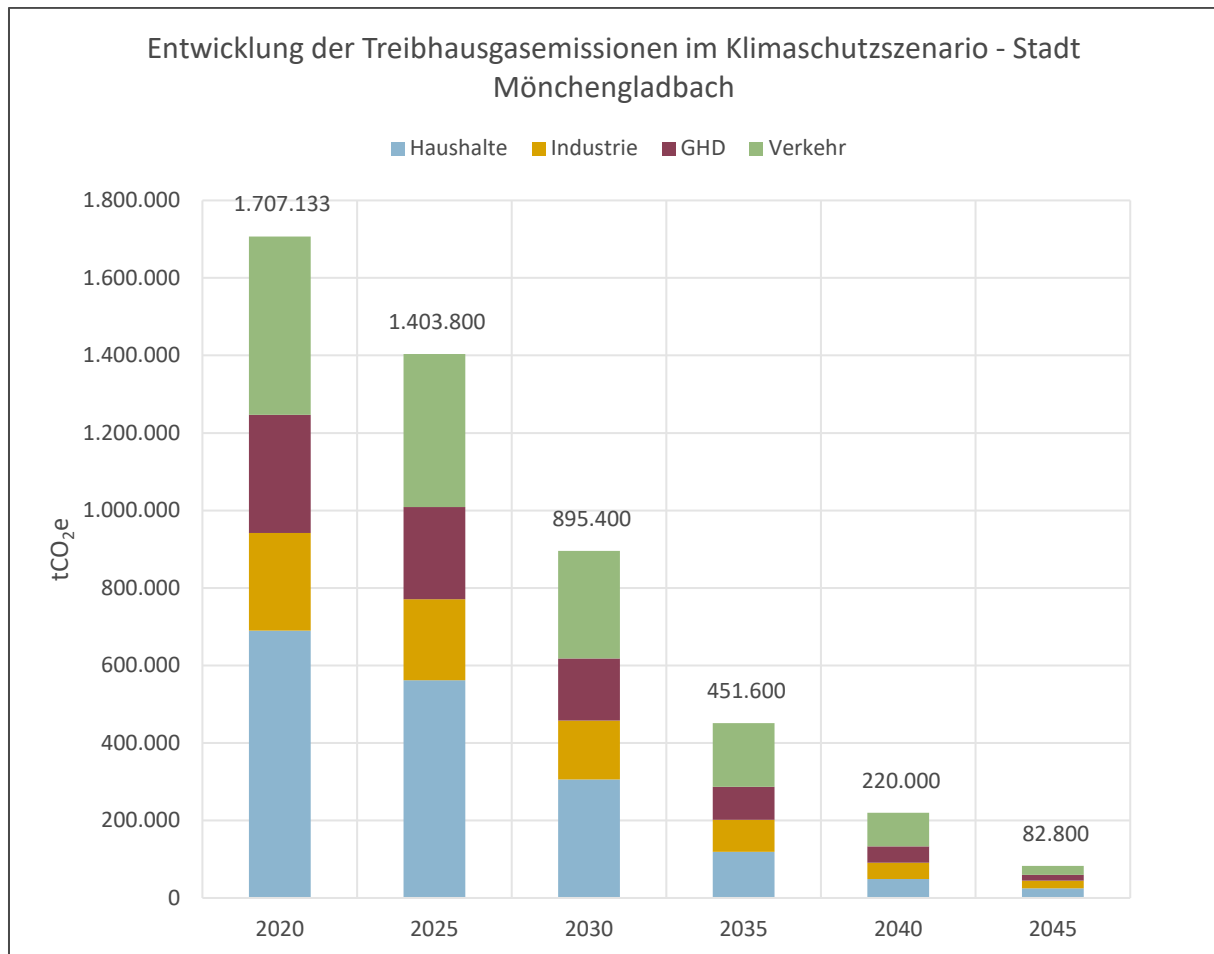


Abbildung 6-6: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klimaschutzscenario

Die Abbildung 6-7 der Entwicklung des Endenergiebedarfs zeigt wie bereits zuvor im Trendszenario den Energiebedarf der vom Endverbraucher bezogen bzw. benötigt wird. Der Endenergieverbrauch setzt sich hierbei aus dem Wärme-, Strom- als auch Verkehrssektor zusammen. Der Rückgang des Endenergiebedarfs ist bei diesem Szenario deutlich signifikanter aufgrund der höheren Sanierungsrate und Energieeffizienz. Von 5.669 GWh im Jahr 2020 auf 3.490 GWh im Jahr 2045. Das entspricht einer Reduktion von 38 %. Das sind 20 % mehr als im Trendszenario, was sich auf die höhere Sanierungsrate zurückführen lässt. Im Verkehrssektor ist der Energiebedarf ebenfalls geringer als im Trendszenario, aufgrund einer beschleunigten Adaption von Elektromobilität. Aufgeschlüsselt auf die einzelnen Bereiche beträgt der Anteil der Einsparung im Bereich private Haushalte 14 %, 2 % im Sektor Industrie, 4 % bei GHD und 18 % im Verkehr.

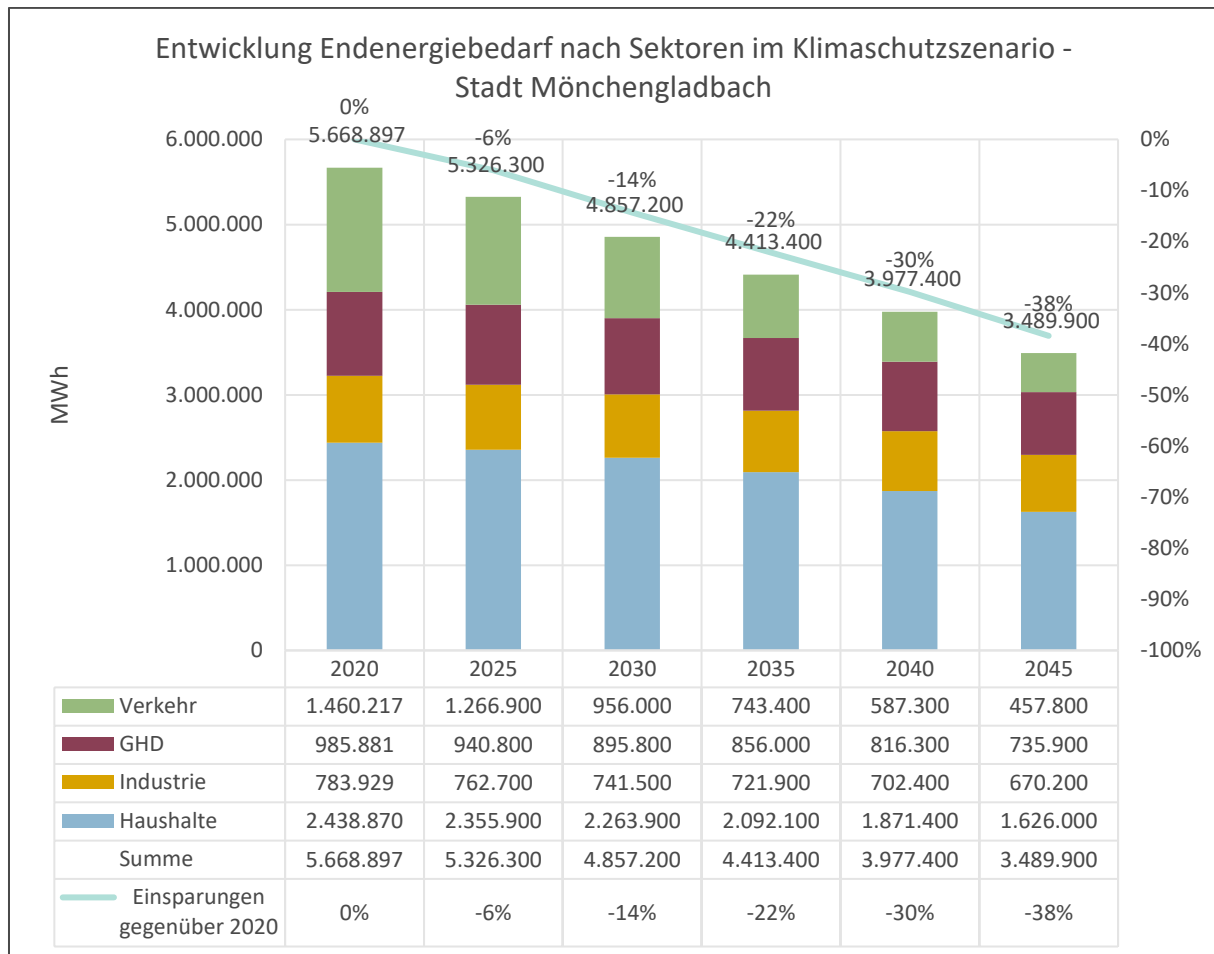


Abbildung 6-7: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Klimaschutzszenario

Im Klimaschutzszenario steigt der Strombedarf von 888.668 MWh im Jahr 2020, auf 2.150.200 MWh im Jahr 2045, vgl. Abbildung 6-8. Der Anstieg des Strombedarfs ist nochmal höher als im Trendszenario. Die Ursache liegt in stärkeren Bemühungen zur Reduktion des CO₂-Fußabdrucks und damit einhergehend der Umstellung auf strombasierte Lösungen sowohl zur Wärmeherzeugung als auch im Verkehr. Insbesondere zwischen 2035 und 2040 wird von einer verstärkten Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen ausgegangen (vgl. Abbildung 6-8).

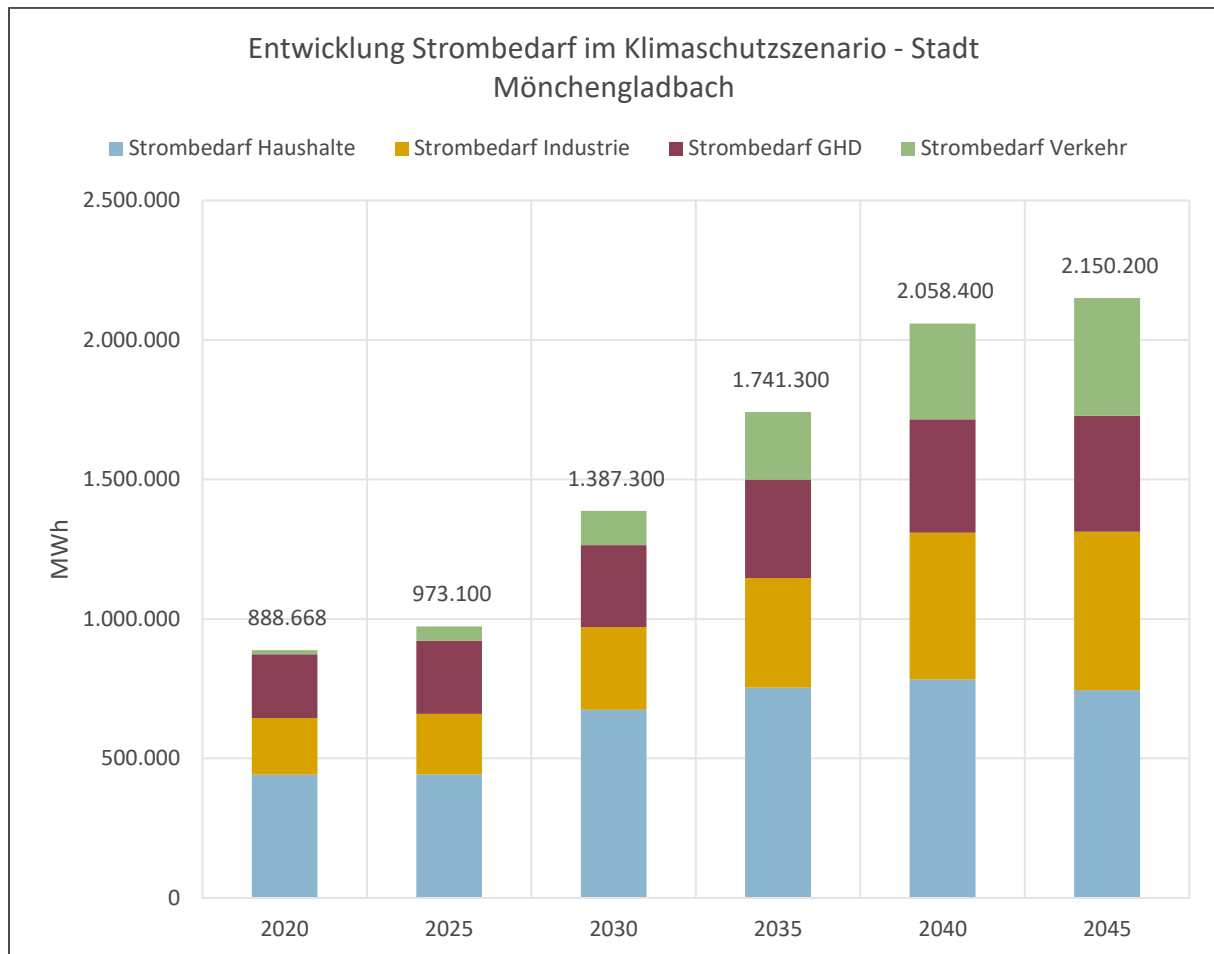


Abbildung 6-8: Entwicklung des Strombedarfs im Klimaschutzscenario

6.4 FAZIT/ VERGLEICH DER SZENARIEN

Bei der Betrachtung beider Szenarien lässt sich feststellen, dass mit zunehmendem Ambitionsniveau der Szenarien der Anteil von Erdgas und Heizöl abnimmt, während der Anteil von Umweltwärme zunimmt. Im Klimaschutzscenario steigt der Anteil an Umweltwärme sehr viel stärker an. Im Trendszenario sehen wir auch einen Anstieg an Umweltwärme. Gas wird hier aber weiterhin einen großen Anteil einnehmen. In beiden Szenarien nehmen die Anteile fossiler Energieträger ab und die Erneuerbarer Energien zu. Durch die zusätzliche Kopplung der Sektoren Wärme und Strom, durch z. B. den Einsatz von strombasierten Wärmeerzeugern wie Wärmepumpen als auch den potenziellen Anstieg der Nutzung von E-Mobilität ist in Zukunft mit einem stark steigenden Strombedarf zu rechnen. Dieser fällt durch die höheren Umsetzungsmaßnahmen im Klimaschutzscenario höher als im Trendszenario aus.

Die Energie- und Wärmewende ist ein drängendes Thema der Politik. Zur Erreichung der Klimaziele und zur Reduktion des CO₂-Ausstosses, sind zukünftige Entwicklungen und Maßnahmen auf Bundesebene von großer Bedeutung. Durch gezielte Maßnahmen und Förderprogramme sind Änderungen am Wärme- und Strommarkt zu erwarten. Ein tatsächliches „Weiter-wie-bisher“ ist vor diesem Hintergrund nicht vorstellbar.

Für die Umstellung der kommunalen Wärme- und Stromversorgung ist eine technologieoffene Herangehensweise notwendig. Es müssen verschiedene Energiequellen untersucht und genutzt

werden. Bestehende geeignete Infrastrukturen sollen erhalten bleiben, erweitert oder ausgebaut werden.

Für den Abgleich der Erzeugungspotenziale und des potenziellen Energieverbrauchs, werden die Potenziale der Biomasse im Wärme- sowie die PV- und Windpotenziale im Stromsektor mit den Verbräuchen im Jahr 2045 abgeglichen (vgl. Tabelle 6-1). Hierbei gilt zu beachten, dass es sich um Maximalpotenziale handelt. Die Grundlage der Berechnung bilden Potenzialflächen, die aufsummiert über alle Potenzialflächen im Stadtgebiet zusammengefasst wurden. Schnittmengen und Grenzgebiete der einzelnen Potenzialflächen sind hierbei nicht berücksichtigt, ebenso wie Flächen, die durch z. B. landwirtschaftliche Nutzung nicht zur Verfügung stehen.

Das Biomassepotenzial kann in beiden Szenarien einen Großteil des Biomassebedarfs abdecken. Jedoch ist man auf externe Zulieferungen angewiesen. Des Weiteren gilt das Biomassepotenzial mit Vorsicht zu betrachten, da hierdurch große Waldflächen weichen müssten. Es wird deutlich, dass speziell mit Windenergie ein großer Teil des Strombedarfs gedeckt werden kann. Selbst im ambitionierten und stromintensiven Klimaschutzszenario, könnte durch das große Windstrompotenzial in Kombination mit dem PV-Strompotenzial der Strombedarf im Stadtgebiet gedeckt werden.

Tabelle 6-1: Gegenüberstellung Potenziale und Bedarfe im Jahr 2045

Gegenüberstellung 2045

	Trendszenario		Klimaschutzszenario	
Biomasse	Anteil 2045		Anteil 2045	
Biomasse in 2045	329.027 MWh/a		199.505 MWh/a	
Maximalpotenzial	183.000 MWh/a	56 %	183.000 MWh/a	92 %
Stromsektor	Anteil 2045		Anteil 2045	
Strom in 2045	1.457.500 MWh/a		2.150.200 MWh/a	
Maximalpotenzial PV	602.118 MWh/a	41 %	602.118 MWh/a	28 %
Maximalpotenzial Wind	1.839.600 MWh/a	126 %	1.839.600 MWh/a	86 %
Maximalpotenzial gesamt	2.441.580 MWh/a	168 %	2.441.580 MWh/a	114 %

Im Trendszenario zeigt sich eine deutliche Diskrepanz zwischen dem Bedarf und dem Potenzial der Biomasse. Der Bedarf übersteigt das Potenzial um rd. 44 % (146.027 MWh/a), was bedeutet, dass eine vollständige Deckung durch lokale Biomasse nicht möglich ist. Externe Importe oder alternative Energiequellen müssten hier die Lücke schließen, was die Autarkie im Bereich Biomasse einschränkt. Im Klimaschutzszenario sinkt der Biomassebedarf, bleibt jedoch mit 8 % (16.505 MWh/a) über dem Potenzial. Auch hier besteht eine leichte Unterversorgung, aber die Abhängigkeit von externen Quellen wäre im Vergleich zum Trendszenario geringer.

Im Trendszenario des Stromsektors liegt der Gesamtstrombedarf bei 1.457.500 MWh/a. Das kombinierte Potenzial aus Photovoltaik (PV) und Windenergie beträgt 2.441.718 MWh/a, was den Bedarf um 68 % übersteigt. Eine hohe Autarkie wäre in diesem Szenario möglich, da die lokal verfügbaren erneuerbaren Energiequellen den Bedarf sogar überkompensieren könnten. Ein Überschuss an Strom könnte exportiert oder zur Speicherung genutzt werden, was wirtschaftliche Vorteile und Flexibilität für das Stromnetz bietet. Im Klimaschutzszenario steigt der Strombedarf auf 2.150.200 MWh/a aufgrund höherer Elektrifizierung von Sektoren wie Mobilität und Wärme. Das Potenzial aus PV und Wind bleibt unverändert bei 2.441.718 MWh/a. Auch hier wäre die Versorgung grundsätzlich sichergestellt, aber der Überschuss an Strom ist geringer. Autarkie ist möglich, erfordert jedoch eine optimale Integration und Nutzung des gesamten Potenzials. Ein Fokus auf Energiespeicherung und flexible Netze wird wichtig, um Herausforderungen durch Spitzenlasten und mögliche Netzengpässe zu bewältigen. In beiden Szenarien ist der Stromsektor in der Lage, den Bedarf zu decken, wobei im Klimaschutzszenario die Margen knapper sind. Eine Netzautarkie ist somit realisierbar, aber nur bei optimierter Nutzung der Erzeugungspotenziale und durch den Ausbau von intelligenten Stromnetzen und Speichertechnologien. Herausforderungen im Bereich des Netzausbaus, Speichertechnologien sowie im Bereich der intelligenten Steuerung von Erzeugung und Nachfrage sind zu bewältigen, um eine Autarkie zu erreichen und die Netzstabilität langfristig zu sichern.

Zusammenfassend zeigt sich, dass insbesondere im Klimaschutzszenario eine hohe Eigenversorgung im Stromsektor möglich ist, während der Biomassebedarf in beiden Szenarien zusätzliche Maßnahmen erfordert. Der Ausbau des Stromnetzes und die Integration von Speichersystemen sind dabei zentrale Faktoren für eine Autarkie und stabile Energieversorgung im Jahr 2045.

Eine autarke Versorgung ist bei weiterhin bestehenden überregionalen Energienetzstrukturen nicht notwendig. Ziel in Mönchengladbach ist der Ausbau Erneuerbarer Energieerzeugung bei gleichzeitiger Verträglichkeit mit anderen Flächennutzungsansprüchen, wie (Land-)Wirtschaft, Natur- und Artenschutz, Siedlungsentwicklung.

7 MASSNAHMEN

Auf Grundlage von Bestandsanalyse, Potenzialanalyse und dem entwickelten Zielszenario wurde eine erste Umsetzungsstrategie mit von der Verwaltung unmittelbar selbst zu realisierenden Umsetzungsmaßnahmen erarbeitet. Alle Maßnahmen zielen auf die Energieeinsparung und die Umstellung auf Erneuerbare Energieträger ab. Es wurden spezifische Handlungsschwerpunkte und Handlungsschritte festgelegt. Eine erste Übersicht darüber wird in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Differenziert wird nach Handlungsfeldern und Maßnahmenart. Es wurden Maßnahmen in den drei Handlungsfeldern Gebäudesanierung, Versorgung und Beteiligung entwickelt. Die Maßnahmen lassen sich in Maßnahmen zur Beratung bzw. Kommunikation, in strategische und konzeptionelle Maßnahmen sowie konkrete Umsetzungsprojekte unterteilen.

Durch eine Priorisierung wird eine mögliche Reihenfolge für die Umsetzung der Maßnahmen vorgeschlagen. Die Umsetzung hängt jedoch von der Verfügbarkeit personeller Kapazitäten in der Verwaltung und dem Angebot geeigneter Förderprogramme ab.

Die Maßnahmen sind in kurzfristige und mittelfristige Maßnahmen unterteilt. Als kurzfristig werden Projekte benannt, die in den nächsten ein bis zwei Jahren starten sollen. Mittelfristige Maßnahmen sollen erst in drei bis fünf Jahren beginnen und bauen z. T. auf Ergebnissen aus kurzfristig geplanten Projekten auf. Im „Ideenspeicher“ werden perspektivisch sinnvolle Maßnahmen skizziert. Dieses kurze Zeitfenster ist beabsichtigt, da nach fünf Jahren im Rahmen der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung ein neuer Maßnahmenplan erarbeitet wird.

Tabelle 7-1: Übersicht der geplanten Maßnahmen

Maßnahmenübersicht

Art der Maßnahme	Priorisierung	Handlungsfeld		
		1. Beteiligung "Energiewende aktiv gestalten"	2. Versorgung	3. Gebäudesanierung
Beratung / Kommunikation	kurzfristig	1.1 FB 64: Partizipation an der Energiewende für Bürger*innen		3.1 61.30 / 64.30: Energetische Bewertung von Gebäuden der potenziellen städtebaulichen Sanierungsgebiete „Zentrum Rheydt“ und „Obere Hindenburgstraße / Waldhausener Straße“
		1.2 64.30: Weiterführung Akteursbeteiligung und Etablierung „Energienetzwerk“		
Strategische und konzeptionelle Maßnahmen	kurzfristig	1.3 FB 64 & 62.40: Fortschreibung/Controlling/Monitoring	2.1 64.30: Machbarkeitsstudien Wärmenetze für die Fokusgebiete Zentrum Alt-Gladbach und Zentrum Rheydt	
		1.4 GMMG: Ausbau Energiemanagement GMMG	2.2 61.30: Planerische Bewertung der Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen	
			2.3 64.30: Nutzung von Gewerbedachflächen und großen Parkplatzflächen zur PV-Stromerzeugung: Identifikation von Hemmnissen und Lösungsansätzen	
	mittelfristig	1.5 GMMG: Überarbeitung der Leitlinien zum nachhaltigen Bauen und energetischen Sanieren für städtische Gebäude	2.4 64.30.: Vergabeverfahren Bau und Betrieb von Wärmenetzen (nach Abschluss Machbarkeitsstudien)	
			2.5 64.30: Machbarkeitsstudie Wärmenetz für das Fokusgebiet Eicken mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement	3.2 64.30: Fokusgebiet Giesenkirchen: Quartierskonzept mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement
	Ideen-speicher		1.1 64.30: Erschließung von Speicherpotenzialen zur Sektorenkopplung	
Umsetzungsmaßnahmen	kurzfristig		2.6 64.30: städt. Förderangebot für Bürger*innen	3.3 GMMG: Energetische Sanierung und nachhaltiger Neubau städtischer Gebäude
			2.7 Fb 64 / N. N.: MUT – Mönchengladbach untersucht Tiefengeothermie	
			2.8 GMMG: PV auf kommunalen Dächern	
	Ideen-speicher		1.2 64.30: Bürgerenergieprojekt	

7.1 BETEILIGUNG „ENERGIEWENDE AKTIV GESTALTEN“

Maßnahme 1.1 Partizipation an der Energiewende für Bürger*innen	
Kurzbeschreibung Information und Kommunikation sind integraler Bestandteil zur erfolgreichen Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung bzw. der Energiewende. Ein wichtiger Baustein ist die Zusammenarbeit und Einbindung der Bürger*innen. Die Maßnahme besteht aus zwei Bausteinen: <ul style="list-style-type: none"> - Kommunikations- und Beteiligungskonzept: Erarbeitung und Umsetzung - Schaffung eines Beratungsangebotes für Bürger*innen Im Rahmen regelmäßiger Öffentlichkeitsveranstaltungen soll den Bürger*innen die Möglichkeit der direkten Partizipation gegeben werden. Hierdurch wird eine hohe Akzeptanz der verschiedenen Maßnahmen in der Bevölkerung erreicht. Neben der Information können solche Formate auch zum Erfahrungsaustausch genutzt werden. Mögliche Themenbereiche sind Sanierungsmaßnahmen, Wärmeversorgungsoptionen, Bürgerenergiegenossenschaften. Wesentlich ist eine regelmäßige, transparente Information über den Planungsstand möglicher Wärmenetzversorgung. Außerdem soll ein Beratungsangebot aufgebaut werden. Die Bürger*innen sollen zu konkreten Anliegen von Ansprechpartner*innen der Verwaltung beraten werden.	
Handlungsfeld Beteiligung „Energiewende aktiv gestalten“	Maßnahmenart Beratung/Kommunikation
Ziel Öffentliche Informationsveranstaltungen zu aktuellen Themen der Energiewende	
Priorisierung / Zeithorizont Kurzfristig / dauerhaft angelegt	
Akteure FB 64.30	Weitere Beteiligte I/3, ggf. VHS, ggf. Verbraucherzentrale
Kosten und Finanzierung <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 unbefristete Beratungsstelle „Gebäudegrün und PVA, Klimaschutzmaßnahmen, Öffentlichkeitsmaßnahmen“ wird kurzfristig bei 64.30 besetzt (Auswahlverfahren läuft aktuell); übergangsweise ist zusätzlich bereits seit 01.07.2024 eine auf ein Jahr befristete halbe Stelle besetzt worden, um den Beratungsprozess vorzubereiten ▪ Für umfassendere individuelle Beratungsangebote der Bürger*innen und die Durchführung regelmäßiger Veranstaltungen für die Öffentlichkeit sind zwei weitere Personalstellen notwendig, die dauerhaft eingerichtet werden ▪ Budget für Veranstaltungen (Raummiete, Catering, Moderator*innen, Redner*innen etc.) von 10.000 € im Haushalt 2025/2026 	

Maßnahme 1.2 Weiterführung Akteursbeteiligung und Etablierung „Energienetzwerk“	
Kurzbeschreibung Die Kommune kann im Rahmen der anstehenden Transformationsaufgabe ganz zentral die Rahmenbedingungen beeinflussen und ist sicher eine Schlüsselakteurin. Die Energiewende vor Ort kann sie aber nicht alleine bewältigen. Diese Aufgabe betrifft jede*n Einzelne*n. Ganz wesentlich ist die Zusammenarbeit mit den lokalen Akteur*innen. Die Verwaltung kann hierbei die koordinierende Funktion einnehmen. Im Rahmen der Erarbeitung des Energiekonzepts wurden bereits die relevanten Akteur*innen identifiziert. Es soll über die Konzepterarbeitung hinaus ein gemeinsames Verständnis für die anstehende Transformation des Energiesystems erreicht werden. Dies kann von regelmäßige Netzwerkveranstaltungen zu relevanten Themen bis hin zur gemeinsamen Entwicklung und Umsetzung von Pilotprojekten reichen.	
Handlungsfeld Beteiligung „Energiewende aktiv gestalten“	Maßnahmenart Beratung/Kommunikation
Ziel Zusammenarbeit mit relevanten Akteuren der Energiewende.	
Priorisierung / Zeithorizont Kurzfristig / dauerhaft angelegt	
Akteure FB 64.30	Weitere Beteiligte Versch. Akteur*innen innerhalb und außerhalb der Verwaltung
Kosten und Finanzierung <ul style="list-style-type: none"> Budget für Veranstaltungen (Raummiete, Catering, Moderator*innen, Redner*innen etc.) notwendig 	

Maßnahme 1.3	
Controlling / Monitoring der Maßnahmen / Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung	
Kurzbeschreibung <p>Ein kontinuierliches Monitoring ist für die transparente, effiziente und zielgerichtete Umsetzung von Maßnahmen wesentlich. Ein Controllingkonzept inklusive regelmäßiger Berichterstattung in den städtischen politischen Gremien ermöglicht eine transparente Darstellung des Projektfortschritts. Außerdem können über die Anwendung des Geodatenmanagements – konkret des digitalen Zwillings – Simulationen geplanter Maßnahmen durchgeführt werden.</p> <p>Für die Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans nach fünf Jahren ist ein Controlling ein wesentliches Hilfsmittel.</p> <p>1. Definition der Indikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifikation von Daten und Indikatoren für die kommunale Wärmeplanung - Festlegung der für das Monitoring relevanten Indikatoren - Festlegung von Verantwortlichkeiten für Controlling und Monitoring <p>2. Rechtliche Verankerung für Erfassung und Nutzung relevanter Daten</p> <p>3. Datenerfassung und -auswertung: Weiterer Auf- und Ausbau des Datenmanagement-Systems und von Auswertungs- und Darstellungssystemen über den digitalen Zwilling der Stadt</p> <p>4. Kontinuierliches Monitoring: Koordination des Informationsflusses zwischen Kommune und relevanten Projektbeteiligten</p>	
Handlungsfeld Beteiligung „Energiewende aktiv gestalten“	Maßnahmenart Strategische und konzeptionelle Maßnahmen
Ziel Zielgerichtete Umsetzung von Maßnahmen und transparente Darstellung des Projektfortschritts	
Priorisierung / Zeithorizont Umsetzung kurzfristig / Betreuung dauerhaft	
Akteure 64.30 und 62.40	Weitere Beteiligte NEW, I/2, weitere Fachbereiche
Kosten und Finanzierung Abgedeckt über Personalkosten bei FB 64 und 62.40	

Maßnahme 1.4 Ausbau Energiemanagement GMMG	
Kurzbeschreibung Ein entscheidender Hebel zur Senkung des kommunalen Energieverbrauchs ist ein Energiemanagement, welches über die reine Beschaffung von Energieträgern für die kommunalen Gebäude hinausgeht. Durch verschiedene Schwerpunktsetzungen und Schnittstellen (Energietechnik, Gebäudeautomation etc.) kann die Energieeffizienz verbessert werden, wobei zeitgleich auch Kosten eingespart werden. Die Kommune kann durch ein funktionierendes Energiemanagement einen Vorbildcharakter einnehmen. Es sind erste Schritte zur Fortentwicklung unternommen worden. Diese müssen nun sukzessive umgesetzt werden. Perspektivisch ist es hierfür erforderlich neben Kapazitäten im Energiemanagement auch auf ausführender Seite (z. B. der TGA) neue Stellen zu schaffen	
Handlungsfeld Beteiligung „Energiewende aktiv gestalten“	Maßnahmenart Strategische und konzeptionelle Maßnahmen
Ziel Nachhaltiger, energieeffizienter und wirtschaftlicher Betrieb kommunaler Liegenschaften	
Priorisierung / Zeithorizont Kurzfristig (Stellenbesetzungsverfahren laufen bereits) / Einrichtung dauerhaft angelegt	
Akteure GMMG	Weitere Beteiligte -
Kosten und Finanzierung Personalstellen GMMG	

Maßnahme 1.5 Überarbeitung der Leitlinien zum nachhaltigen Bauen und energetischen Sanieren für städtische Gebäude	
Kurzbeschreibung Über die gesetzlichen Vorgaben hinaus helfen verbindliche Leitlinien bei Bau- und Sanierungsvorhaben nachhaltige Entscheidungen zu treffen, die im ersten Moment teurer erscheinen können, auf lange Sicht aber eine nachhaltige und durchaus auch kosteneffiziente Lösung darstellen. Dabei geht es u. a. darum, ein Bauprojekt nach dem cradle-to-cradle-Prinzip bis zum Rückbau durchzurechnen und somit die Kosten realistisch über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes zu betrachten. Die bestehende Leitlinie des GMMG für die städtischen Gebäude bedarf der Überarbeitung und Aktualisierung. Perspektivisch ist es hierfür erforderlich neben Kapazitäten im Energiemanagement auch auf ausführender Seite (z.B. der technischen Gebäudeausrüstung (TGA)) neue Stellen zu schaffen.	
Handlungsfeld Beteiligung „Energiewende aktiv gestalten“	Maßnahmenart Strategische und konzeptionelle Maßnahmen
Ziel Verbindliche Orientierungshilfe für kommunale Mitarbeitende hinsichtlich konkreter Bau- und Sanierungsprojekte	

Priorisierung / Zeithorizont mittelfristig	
Akteure GMMG	Weitere Beteiligte -
Kosten und Finanzierung keine	

7.2 VERSORGUNG

Maßnahme 2.1 Machbarkeitsstudien Wärmenetze für die Fokusgebiete Zentrum Gladbach und Zentrum Rheydt	
Kurzbeschreibung <p>Für die Fokusgebiete Zentrum Gladbach und Zentrum Rheydt soll im Rahmen von Machbarkeitsstudien die Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit sowie Effizienz von Wärmenetzen in diesen Gebieten untersucht werden. Hierzu wird ein Abgleich der lokalen Abwärmepotenziale und des Wärmebedarfs vorgenommen.</p> <p>Im Rahmen der Untersuchung können für die betreffenden Gebiete die Potenziale detailliert erfasst, die Realisierbarkeit von Trassen geprüft und verschiedene Versorgungsoptionen untersucht werden.</p> <p>Nach Vorliegen einer Eignung dieser Gebiete können Ausschreibungsverfahren für den Aufbau und Betrieb von Wärmenetzen durchgeführt werden. Die Studien können als Grundlage für Förderanträge dienen und die Umsetzung von gesetzlichen Vorgaben wie der Energieeinsparverordnung erleichtern.</p> <p>Handlungsschritte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Detailüberprüfung erneuerbarer Potenziale 2. Analyse von potenziellen Standorten von Heizzentralen 3. Variantenentwicklung 4. Detailüberprüfung der identifizierten Netztrasse auf Machbarkeit 5. Ermittlung des Anschlussinteresses der vorgesehenen Wärmeabnehmer 	
Handlungsfeld Versorgung	Maßnahmenart Strategische und konzeptionelle Maßnahmen
Ziel <p>Untersuchung der Machbarkeit von Wärmenetzen bei Betrachtung der Parameter technische Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz</p>	
Priorisierung / Zeithorizont Kurzfristig	
Akteure 64.30	Weitere Beteiligte -
Kosten und Finanzierung <p>ca. 120.000-180.000 € pro Gebiet</p> <p>➔ 50 %-Förderung aktuell möglich über Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)</p>	

→ Eigenanteil für 2 Gebiete im Haushalt 2025/2026

Maßnahme 2.2

Planerische Bewertung der Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen

Kurzbeschreibung

Die Bauleitplanung stellt ein zentrales Instrument der Kommune dar, den Ausbau von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie zu steuern.

Mit Ausnahme der gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 8 a und b privilegierten Flächen bedürfen Freiflächen-PV-Anlagen einer planerischen Steuerung durch Bauleitplanung. Konkret bedarf es Festlegungen für das gesamte Gemeindegebiet in Form sachlicher Flächennutzungsplanung oder Sonderbauflächen im FNP bzw. verbindlicher Festlegung im Bebauungsplan.

Künftig soll auf die vielfältigen Herausforderungen der Zukunft, Naturschutz, Energiewende, Extremwetterereignisse, nicht nur reagiert werden, sondern diese Themen sollen proaktiv mithilfe der vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung verankert werden.

Ebenso wie die Energie- und Wärmestrategie NRW setzt die Stadt Mönchengladbach den Schwerpunkt auf Gebäude und bereits versiegelte Flächen. FF-PV soll auf geeigneten Flächen zielführend ausgeweitet werden.

Ziel ist die planerische Bewertung aller (d. h. inkl. der privilegierten Standorte) Potenzialflächen für Freiflächen-PV-Anlagen vorzunehmen und eine Konzeption zur Umsetzung der Freiflächen-PV-Energie auf Basis der Potenziale und der Priorisierung der Flächennutzung zu erarbeiten. Die Überprüfung aller Potenzialflächen nach Nutzungsart und Planungsabsicht muss GIS-basiert erfolgen. Es soll eine Prioritätenliste analog zu den Prioritätenlisten Gewerbeflächen und Wohnbauflächen erfolgen. Eine regelmäßige Prüfung der aktuellen rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ist in diesem dynamischen Themenfeld selbstverständlich.

Handlungsfeld

Versorgung

Maßnahmenart

Strategische und konzeptionelle Maßnahmen

Ziel

Planerische Bewertung und Priorisierung der Potenzialflächen für eine strategische Standortsicherung und -steuerung für Freiflächen-Photovoltaikanlagen

Priorisierung / Zeithorizont

Kurzfristig

Akteure

61.30

Weitere Beteiligte

FB 64, 61.20, FB 63, FB 62

Kosten und Finanzierung

Keine zusätzlichen Kosten

Maßnahme 2.3

Nutzung von Gewerbedachflächen und großen Parkplatzflächen zur PV-Stromerzeugung:
Identifikation von Hemmnissen und Lösungsansätzen

Kurzbeschreibung

Gewerbedachflächen und große Parkplatzflächen bieten ein großes Potenzial für die Nutzung zur PV-Stromerzeugung. Die Stadt Mönchengladbach priorisiert die Mehrfachnutzung von bereits versiegelten Flächen vor der Inanspruchnahme von Freiflächen.

Für Gewerbebetriebe stellt die Kombination aus einem hohem Strombedarf während der Sonneneinstrahlung und vorhandener großer Dachflächen eigentlich ein großes Potenzial der Flächen für die Stromerzeugung dar. Auch für Parkplatzflächen würde eine Überdachung für die Stromerzeugung den zusätzlichen Vorteil des Wetterschutzes für die Autos bringen.

Der Umsetzung stehen jedoch rechtliche, bauliche, technische oder wirtschaftliche Hemmnisse entgegen, sowohl generell als auch standortspezifisch. Die Stadtverwaltung hat Interesse daran, dass diese Flächen zur Stromerzeugung genutzt werden, um so zum einen die Erzeugung erneuerbarer Energie auszubauen und zum anderen so wenige Freiflächen wie möglich dafür in Anspruch zu nehmen.

Diese Hemmnisse sollen sowohl übergeordnet als auch für die jeweiligen Standorte identifiziert werden und gemeinsam im Dialog mit Gewerbetreibenden, Eigentümern, Versorgungsunternehmen, Investoren eine Lösung gefunden werden.

Handlungsfeld Versorgung	Maßnahmenart Strategische und konzeptionelle Maßnahmen
Ziel Identifikation von Hemmnissen, die den PV-Ausbau auf Gewerbedächern und großen Parkplatzflächen verzögern und Erarbeitung von Lösungsansätzen zur Nutzung dieser priorisierten Flächen zur Stromgewinnung.	
Priorisierung / Zeithorizont ab 2026/2027	
Akteure 64.30	Weitere Beteiligte WFMG, Unternehmen, Grundstückseigentümer, NEW AG
Kosten und Finanzierung Personalkosten	

Maßnahme 2.4 Vergabeverfahren für den Bau und Betrieb von Wärmenetzen	
Kurzbeschreibung In der Stadt Mönchengladbach gibt es noch keine Wärmenetze und somit auch keine laufenden Konzessionen mit einem Versorgungsunternehmen. Bei Feststellung der Eignung für Wärmenetze durch vorangegangene Machbarkeitsstudien sollen Bau und Betrieb der Wärmenetze an geeignete Versorgungsunternehmen vergeben werden. Dies wird über ein öffentliches Ausschreibungsverfahren erfolgen.	
Handlungsfeld Versorgung	Maßnahmenart Strategische und konzeptionelle Maßnahmen
Ziel Vergabe von Bau und Betrieb von Wärmenetzen	

Priorisierung / Zeithorizont mittelfristig (nach Vorliegen Machbarkeitsstudien mit positivem Ergebnis)	
Akteure N. N.	Weitere Beteiligte FB 30, externe juristische Begleitung
Kosten und Finanzierung Juristische Begleitung	

Maßnahme 2.5 Machbarkeitsstudie Wärmenetz für das Fokusgebiet Eicken mit Schwerpunkt Sanierungsmanagement	
Kurzbeschreibung <p>Dieses Quartier hat aufgrund des Wärmebedarfs und der dichten Bebauung ein hohes Potential für die Errichtung eines Wärmenetzes zur Versorgung.</p> <p>Mehr als die Hälfte der Gebäude im Untersuchungsgebiet wurde bereits vor 1978 errichtet. Dies lässt einen hohen Bedarf energetischer Sanierungsmaßnahmen erwarten. Daher sollte der Schwerpunkt dieses Quartierskonzeptes auf dem Sanierungsmanagement liegen.</p> <p>Für das Fokusgebiet Eicken soll im Rahmen von Machbarkeitsstudien die Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit sowie Effizienz von Wärmenetzen in diesen Gebieten untersucht werden. Hierzu wird ein Abgleich der lokalen Abwärmepotenziale und des Wärmebedarfs vorgenommen.</p> <p>Im Rahmen der Untersuchung können für die betreffenden Gebiete die Potenziale detailliert erfasst, die Realisierbarkeit von Trassen geprüft und verschiedene Versorgungsoptionen untersucht werden.</p> <p>Nach Vorliegen einer Eignung dieser Gebiete können Ausschreibungsverfahren für den Aufbau und Betrieb von Wärmenetzen durchgeführt werden. Die Studien können als Grundlage für Förderanträge dienen und die Umsetzung von gesetzlichen Vorgaben wie der Energieeinsparverordnung erleichtern.</p> <p>Handlungsschritte Machbarkeitsstudie Wärmenetz:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Detailüberprüfung erneuerbarer Potenziale 2. Analyse von potenziellen Standorten von Heizzentralen 3. Variantenentwicklung 4. Detailüberprüfung der identifizierten Netztrasse auf Machbarkeit 5. Ermittlung des Anschlussinteresses der vorgesehenen Wärmeabnehmer 	
Handlungsfeld Gebäudesanierung	Maßnahmenart Strategische und konzeptionelle Maßnahmen
Ziel <p>Untersuchung der Machbarkeit für ein Wärmenetze bei Betrachtung der Parameter technische Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz sowie Etablierung eines energetischen Sanierungsmanagements</p>	
Priorisierung / Zeithorizont mittelfristig, ab 2026/2027; Dauer ca. 1 Jahr	
Akteure 64.30	Weitere Beteiligte -

Kosten und Finanzierung

ca. 120.000-180.000 €

- ➔ 50 %-Förderung aktuell möglich über Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)
- ➔ Budgetierung HH ab 2027 notwendig

Maßnahme 2.6

Städtisches Förderangebot für Bürger*innen

Kurzbeschreibung

Zur Erreichung der Treibhausgasneutralität Mönchengladbachs bis 2045 ist ein Beitrag nahezu aller Bürger*innen nötig. Die Stadt möchte die Bürger*innen dabei neben der fachlichen Beratung auch finanziell unterstützen und wird daher ein Förderangebot für Bürger*innen nach dem Vorbild der Lastenradförderung aus den Jahren 2021/2022 aufstellen.

Gegenstand dieser Maßnahme wird die Ausgestaltung des Förderangebotes und die Abwicklung des Förderaufrufs sein. Nach Bestimmung des Fördergegenstands werden die Fördermodalitäten im Rahmen einer Förderrichtlinie festgelegt.

Der Schwerpunkt soll auf dem energetischen Umbau von Wohngebäuden liegen. So können Maßnahmen zur energetischen Sanierung oder zur Umstellung auf erneuerbare Energieversorgung Gegenstand der Förderung sein: z. B. Förderung von Balkonsolaranlagen, Ladeinfrastruktur für Elektroautos, PV-Dachanlagen, Fenstertausch.

Handlungsfeld

Versorgung

Maßnahmenart

Umsetzungsmaßnahme

Ziel

Unterstützung der Bürger*innen beim energetischen Umbau der Wohngebäude in Mönchengladbach

Priorisierung / Zeithorizont

2025

Akteure

64.30

Weitere Beteiligte

FB 20

Kosten und Finanzierung

Budget 2025: 130.000 €

Maßnahme 2.7

MUT – Mönchengladbach untersucht Tiefengeothermie: Potenziale und Bedarfe der Erdwärme zur Bewältigung des Strukturwandels im Oberzentrum des Reviers

Kurzbeschreibung

Ziel des Projektes ist es eine Machbarkeitsstudie mit einer Detailuntersuchung zum Thema Tiefengeothermie durchzuführen, um anhand von drei Großabnehmern von Geothermie (Wohnquartiere, Nahwärmenetz öffentlicher Gebäude und ein innovativer Industriepark für Firmen des Textil- und Bekleidungssektors) aufzuzeigen, wie ein klassisches Wärmeversorgungsgebiet in ein klimaschonendes Versorgungssystem transformiert wird bzw. wie die Wärmeversorgung neuer Strukturen klimaneutral entwickelt wird. Zusätzlich wird für jeden Standort ein Bedarfsprofil erstellt. Darüber hinaus wird anhand dieser Beispiele die technische Ausführung sowie die

<p>betriebswirtschaftliche, sozioökonomische und finanzielle Bewertung und die Evaluierung der Umsetzbarkeit sowie die Skalierbarkeit der Technologie der Tiefengeothermie untersucht.</p> <p>Zwei Wohnquartiere, ein Nahwärmenetz öffentlicher Gebäude (Schulen, Rathaus, Hochschule) und ein innovativer Industriepark für Unternehmen des Textil- und Bekleidungssektors werden als Beispiele für potenzielle Großabnehmer im Rahmen einer Machbarkeitsstudie genauer untersucht. Es soll aufgezeigt werden, wie ein klassisches Wärmeversorgungsgebiet in ein klimaschonendes Versorgungssystem transformiert wird bzw. wie die Wärmeversorgung neuer Strukturen klimaneutral entwickelt wird. Die Beispiele decken ein breites Spektrum an potentiellen Anwendungsfällen ab, da sie aufgrund von unterschiedlichen Wärmebedarfsprofilen und Temperaturniveaus von Grund auf verschiedene Anforderungen an die Technologie aufweisen.</p>	
Handlungsfeld Versorgung	Maßnahmenart Umsetzungsmaßnahme
Ziel Untersuchung des Potenzials der Tiefengeothermie für die Wärmeversorgung in Mönchengladbach mitsamt seinen Chancen und Risiken	
Priorisierung / Zeithorizont Förderantrag in Erarbeitung / geplanter Umsetzungszeitraum 2025-2026	
Akteure FB 64 / N. N.	Weitere Beteiligte FB 64, Fraunhofer IEG, NEW AG, Hochschule Niederrhein, RWTH Aachen, BLB, WFMG
Kosten und Finanzierung 1,3 Mio. € (Förderzugang Rheinisches Revier: STARK-Richtlinie, min. 50 %-Förderquote), ➔ städtischer Anteil über Produkt VI/SW (2025/2026) im Haushalt 2025	

Maßnahme 2.8 PV auf kommunalen Dächern	
Kurzbeschreibung <p>Eine konkrete Umsetzungsmaßnahme ist bereits im Jahr 2024 angestoßen worden. Im Rheinischen Revier ist ein Förderprogramm für den Ausbau PV-Dachanlagen auf kommunalen Gebäuden inkl. der Förderung von Planungsleistungen zum PV-Ausbau aufgelegt worden. Die Stadt hat bereits frühzeitig erste Förderanträge für kommunale Liegenschaften eingereicht.</p> <p>Geplant sind PV-Anlagen auf 17 Liegenschaften mit einer Gesamtleistung von ca. 1.700 kWp.</p> <p>Mit der Installation von PV-Dachanlagen auf kommunalen Dächern und der Erzeugung Erneuerbarer Energie, kann die Stadt zum einen Schritt in Richtung Transformation der Strom- und Wärmeversorgung der eigenen Liegenschaften vorangehen und zum anderen ihrer Rolle als Vorbild bei der Gestaltung der Energiewende gerecht werden.</p>	
Handlungsfeld Versorgung	Maßnahmenart Umsetzungsmaßnahme
Ziel Erzeugung Erneuerbarer Energie auf Dächern kommunaler Gebäude	
Priorisierung / Zeithorizont	

Förderanträge gestellt / Umsetzung ab 2025 geplant	
Akteure GMMG	Weitere Beteiligte -
Kosten und Finanzierung Förderprogramm des Rheinischen Reviers für Photovoltaik-Dachanlagen auf kommunalen Gebäuden inkl. Förderung der Planungsleistungen zum PV-Ausbau (Förderquote 95 %) → GMMG geht in Vorleistung, Mittel für die Jahre 2024-2026 sind durch die Kämmerei sichergestellt, Abruf möglich bei Maßnahmenbeginn (auch Übertragung der Mittel von 2024 in 2025 möglich)	

Maßnahme I.1 Erschließung von Speicherpotenzialen zur Sektorenkopplung	
Kurzbeschreibung <p>Langfristig wird es auf Grund eines immer weiter ansteigenden Anteils volatiler erneuerbarer Energien zwingend notwendig sein, Flexibilität bei der Nutzung von Überschussstrom zu erlangen. Gleichzeitig ergibt sich über die Umwandlung und Speicherung von Strom die Möglichkeit zur Sektorenkopplung. Dies bedeutet, dass die Sektoren Strom, Mobilität und Wärme miteinander verknüpft werden. So kann Strom zum Betrieb von E-Fahrzeugen dienen, diese wiederum können als sekundäre Speicher von elektrischer Energie dienen. Die Umwandlung von Strom in Wärme wiederum ermöglicht dann die Kopplung von Strom- und Wärmesektor.</p> <p>Dezentrale Batteriespeicher leisten eine wesentliche Aufgabe für eine sichere und zuverlässige Versorgung mit Strom aus erneuerbaren Energien. Dadurch kann die Zuverlässigkeit des Stromnetzes angesichts schwankender Einspeisung von PV und Wind gehalten werden. Insbesondere für Kommunen bieten lokal und gemeinschaftlich nutzbare Speichersysteme vor dem Hintergrund steigender Energiepreise ökonomische und ökologische Einsparmöglichkeiten. Im Bereich Gewerbe und Industrie kann mit dezentralen Speicherlösungen zudem der Anteil der solaren Selbstverwaltung gesteigert werden.</p> <p>Quartierspeicheranlagen können in Stadtentwicklungsplänen mitgedacht und in Bebauungsplänen verankert werden.</p> <p>Trotz des Potentials für die Energiewende sind die rechtlichen Hürden für die Errichtung und Betreibung von Quartierspeichern immer noch hoch. Eine regelmäßige Prüfung der aktuellen rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ist notwendig.</p> <p>Damit die Energie auch dort ankommt, wo sie gebraucht wird, müssen Kommunen geeignete Wege für eine ausfallsichere Bereitstellung beschreiten.</p> <p>Er sollte ein Konzept für das Stadtgebiet erstellt werden, das die Möglichkeiten von Power-to-Heat sowie Speicheranlagen sinnvoll in die bestehende Infrastruktur einbindet. Geplante Wärmenetze, Wärmepumpen sowie die auszubauende Infrastruktur für Elektromobilität müssen dazu in ein Gesamtkonzept einbezogen und die Möglichkeit zur Einbindung verschiedener Akteur*innen untersucht werden.</p>	
Handlungsfeld Versorgung	Maßnahmenart Umsetzungsmaßnahme
Ziel Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien aller Sektoren durch Speicherung und Umwandlung überschüssigen Stroms zur Wärmebereitstellung und Mobilität	

Priorisierung / Zeithorizont Ideenspeicher	
Akteure 64.30	Weitere Beteiligte Versorgungsunternehmen
Kosten und Finanzierung -	

Maßnahme I.2 Bürgerenergieprojekt	
Kurzbeschreibung Mit Bürgerenergieprojekten nehmen die Menschen vor Ort die Energiewende selbst in die Hand und können sie aktiv mitgestalten. Das sorgt auch für ein tieferes Verständnis und mehr Akzeptanz vor Ort.	
Handlungsfeld Versorgung	Maßnahmenart Umsetzungsmaßnahme
Ziel Partizipation der Bürger*innen an der Energiewende	
Priorisierung / Zeithorizont Ideenspeicher	
Akteure 64.30	Weitere Beteiligte -
Kosten und Finanzierung -	

7.3 GEBÄUDESANIERUNG

Maßnahme 3.1 Energetische Bewertung von Gebäuden der potenziellen städtebaulichen Sanierungsgebiete „Zentrum Rheydt“ und „Obere Hindenburgstraße / Waldhausener Straße“
Kurzbeschreibung Bei einem Großteil der Gebäude im Stadtgebiet ist ein hoher Sanierungstau erkennbar. Ein schlechter energetischer Zustand und hoher spezifischer Energieverbrauch von Gebäuden kann als städtebaulicher Missstand gemäß BauGB definiert werden und somit deren Beseitigung von Kommunen im Wege städtebaulicher Sanierungsmaßnahmen nach § 136 BauGB veranlasst werden. In Mönchengladbach laufen derzeit für die Gebiete „Zentrum Rheydt“ und „Obere Hindenburgstraße / Waldhausener Straße“ die sog. vorbereitenden Untersuchungen zur Prüfung städtebaulicher Missstände. Deren Vorliegen würde den Erlass einer Sanierungssatzung ermöglichen. Sollte nach Abschluss der vorbereitenden Untersuchungen ein oder mehrere Gebiete als Sanierungsgebiete festgelegt werden, soll die folgende Maßnahme für die Gebäude der Gebiete durchgeführt werden:

Um Einsparpotentiale zu mobilisieren, soll in den Sanierungsgebieten eine vollumfängliche Gebäudesimulation nach DIN-EN 18599 durchgeführt werden.

Anhand der Simulation können Sanierungsmaßnahmen aufgezeigt und priorisiert werden. Dabei können die genauen Energie- und CO₂-Einsparpotenziale berechnet werden. Durch die Bestimmung detaillierter Sanierungskosten, kann eine ökologisch und ökonomisch beste Lösung gefunden werden. Die Ergebnisse können als Entscheidungsgrundlage für Eigentümer*innen genutzt werden. Begleitend können Beratungsangebote zum Thema energetische Gebäudesanierung durchgeführt werden, z. B. zu geringinvestiven Sanierungsmaßnahmen, die große Einspareffekte erzielen.

Handlungsschritte:

1. Beantragung von BAFA-Fördermitteln
2. Beauftragung eines externen Energieberaters
3. Erfassung des Ist-Zustands der Gebäude in Begehungen
4. Simulation des Gebäudes
5. Simulation von Sanierungsvarianten
6. Darstellung der Ergebnisse / Durchführung Sanierungsberatungen
7. Planungen für weiteres Vorgehen, z. B. Durchführung der Sanierungen

Handlungsfeld Gebäudesanierung	Maßnahmenart Beratung/Kommunikation
Ziel Ermittlung von konkreten Angriffspunkten zur energetischen Gebäudesanierung	
Priorisierung / Zeithorizont ab 2026/2027 (Voraussetzung Sanierungssatzung für min. ein Gebiet)	
Akteure 61.30	Weitere Beteiligte 64.30, GMMG, Gebäudeeigentümer*innen
Kosten und Finanzierung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Für Nichtwohngebäuden können aktuell Fördermittel vom BAFA genutzt werden. ▪ Förderung für Wohngebäude abhängig vom Förderangebot 2026 ▪ Budgetierung HH ab 2027 notwendig 	

Maßnahme 3.2

Machbarkeitsstudie Wärmenetz für das Fokusgebiet Giesenkirchen mit dem Schwerpunkt energetische Gebäudesanierung insbes. für die Gebäude der WohnBau MG

Kurzbeschreibung

Für das Fokusgebiet Giesenkirchen soll im Rahmen von Machbarkeitsstudien die Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit sowie Effizienz von Wärmenetzen in diesen Gebieten untersucht werden. Hierzu wird ein Abgleich der lokalen Abwärmepotenziale und des Wärmebedarfs vorgenommen.

Im Rahmen der Untersuchung können für die betreffenden Gebiete die Potenziale detailliert erfasst, die Realisierbarkeit von Trassen geprüft und verschiedene Versorgungsoptionen untersucht werden.

Nach Vorliegen einer Eignung dieser Gebiete können Ausschreibungsverfahren für den Aufbau und Betrieb von Wärmenetzen durchgeführt werden. Die Studien können als Grundlage für Förderanträge dienen und die Umsetzung von gesetzlichen Vorgaben wie der Energieeinsparverordnung erleichtern.

Handlungsschritte Machbarkeitsstudie Wärmenetz: <ol style="list-style-type: none"> 1. Detailüberprüfung erneuerbarer Potenziale 2. Analyse von potenziellen Standorten von Heizzentralen 3. Variantenentwicklung 4. Detailüberprüfung der identifizierten Netztrasse auf Machbarkeit 5. Ermittlung des Anschlussinteresses der vorgesehenen Wärmeabnehmer <p>Dieses Gebiet weist eine Besonderheit auf: Im südlichen Bereich befinden sich mehrere Gebäude, die sich im Eigentum der WohnBau MG befinden. Es ist bereits eine Vorauslegung für ein kaltes Nahwärmenetz durchgeführt worden. Für den Aufbau eines solchen Netzes wäre die energetische Sanierung der Gebäude der Wohnbau notwendig.</p>	
Handlungsfeld Gebäudesanierung	Maßnahmenart Strategische und konzeptionelle Maßnahmen
Ziel Untersuchung der Machbarkeit für ein Wärmenetze bei Betrachtung der Parameter technische Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Effizienz sowie Etablierung eines energetischen Sanierungsmanagements	
Priorisierung / Zeithorizont mittelfristig, ab 2026/27 / Dauer ca. 1 Jahr	
Akteure 64.30	Weitere Beteiligte WohnBau MG
Kosten und Finanzierung <ul style="list-style-type: none"> ▪ ca. 120.000-180.000 € <ul style="list-style-type: none"> ➔ 50 %-Förderung aktuell möglich über Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) ▪ Budgetierung im HH ab 2027 notwendig 	

Maßnahme 3.3 Energetische Sanierung und nachhaltiger Neubau für zukunftsfähige städtische Gebäude
Kurzbeschreibung <p>Die Stadt ist ebenso wie alle Gebäudeeigentümer gefordert ihre Gebäude auf erneuerbare Energieträger umzustellen sowie energetisch zu sanieren. In diesem Handlungsfeld kann die Stadt direkten Einfluss auf die Umsetzung der Energiewende nehmen und als Vorbild vorangehen. Die Stadt kann durch energetische Sanierung und nachhaltige Umstellung der Energieversorgung der städtischen Bestandsgebäude sowie Standards bei Neubauvorhaben ihren Beitrag zur Treibhausgasneutralität leisten. Um dieser Rolle gerecht zu werden, bedarf es einer weitsichtigeren Betrachtung des Wirtschaftlichkeitsbegriffs bei baulichen Maßnahmen. Es ist eine neue Betrachtung der Wirtschaftlichkeit über den gesamten Lebenszyklus der Immobilien notwendig. Das bedeutet z. B. die Berücksichtigung wirtschaftlicher und sozioökonomischer Kriterien sowie der voraussichtlichen Gas- & Strompreisentwicklung über den Lebenszyklus der Gebäude.</p> <p>Eine sukzessive Umstellung der Gebäude auf eine möglichst erneuerbare und nachhaltige Energieversorgung ist prioritär zu verfolgen. Hierfür ist es erforderlich sowohl im Neubau als auch bei der Sanierung von Bestandsgebäuden energieeffiziente Maßnahmen unter Berücksichtigung der</p>

Aspekte Nachhaltigkeit, technische Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit umzusetzen. Somit sind jeweils individuelle Lösungen zu finden, welche alle Aspekte bestmöglich vereinen.	
Handlungsfeld Gebäudesanierung	Maßnahmenart Umsetzungsmaßnahme
Ziel Energetische Sanierung öffentlicher Gebäude unter Betrachtung umfassender Wirtschaftlichkeit über den gesamten Lebenszyklus	
Priorisierung / Zeithorizont Kurzfristig / sukzessive Umsetzung, die auf Dauer angelegt ist	
Akteure GMMG	Weitere Beteiligte FB 20
Kosten und Finanzierung -	

8 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Stadt Mönchengladbach hat das vorliegende Energiekonzept erstellen lassen, um diese Aufgabe in Zukunft planvoll und zielorientiert anzugehen. Das Ziel des Konzeptes ist eine mittel- bis langfristige Strategie für die zukünftige Entwicklung des Strom- und Wärmesektors, um die Stadtentwicklung strategisch an den beschlossenen Klimaschutzzielen auszurichten und systematisch die dafür erforderlichen Weichenstellungen vornehmen zu können.

Im Rahmen des Projekts wurden folgende Inhalte erarbeitet:

- Darstellung der Ausgangssituation
- Potenzialanalyse
- Technologiematrix
- Identifikation von Fokusgebieten im Stadtgebiet
- Ermittlung von Eignungsgebieten
- Szenarien-Entwicklung bis 2045
- Abschätzung der Investitionskosten
- Entwicklung eines Wärmeplans für die kommunale Wärmeplanung
- Maßnahmenfahrplan inkl. Handlungsempfehlungen
- Akteursermittlung und -einbindung

Die Darstellung der Ausgangssituation inklusive Bestandsanalyse dient als Ausgangslage der zukünftigen Entwicklungen der Wärme- und Strombedarfe in Mönchengladbach. Die aktuellen CO₂-Emissionen für Wärme- und Stromerzeugung wurden mit ca. 1.258.633 Tonnen pro Jahr ermittelt. Für das Zieljahr 2045 wurden zwei Szenarien berechnet. Zum einen das Trendszenario, das heißt die Entwicklung vollzieht sich analog zum bisherigen Trend ohne verstärkende Klimaschutzmaßnahmen, zum anderen das Klimaschutzszenario, in dem das Maßnahmenpaket Klimaschutz eingerechnet wurde. Hieraus ergibt sich im Klimaschutzszenario ein Wärmebedarf von 2.315.956 MWh/a und ein Strombedarf von 2.150.200 MWh/a.

In die Potenzialanalyse sind verschiedene Arten der Wärme- und Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien und Abwärme eingeflossen. Um dem Anspruch der Stadt Mönchengladbach an

die Zielvision für das Jahr 2045 gerecht zu werden, sind neben bewährten Technologien auch Zukunftslösungen wie die Sektorenkopplung und Power-to-X berücksichtigt worden.

Die Stadt Mönchengladbach ist seit dem 01.01.2024 im Rahmen des „Gesetzes zur Wärmeplanung und Dekarbonisierung der Wärmenetze“ verpflichtet bis zum 30.06.2026 eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen. Mit der hier vorliegenden Planung erfüllt sie diese Verpflichtung frühzeitig.

Die simulierte Entwicklung des Strombedarfs und des Wärmemixes zeigt für Mönchengladbach im Jahr 2045, dass zukünftig trotz steigendem Strombedarfs unter den im Konzept formulierten Grundannahmen eine Deckung des Strom- und Wärmebedarfs durch Erneuerbare Energieträger erzielt werden kann. Erneuerbare Energien könnten zukünftig nach den Berechnungen im Stromsektor 2.215.514 MWh/a und im Wärmesektor 1.320.809 MWh/a bereitstellen. Die wichtigsten Energieträger im Strombereich werden zukünftig Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen sein. Das Stadtgebiet Mönchengladbach bietet den Berechnungen nach allein für diese beiden Energieträger ein **Gesamterzeugungspotenzial** von 2.124.514 MWh/a. Im Wärmebereich sind insbesondere die Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden mit einem Gesamtpotenzial von 1.137.809 MWh/a hervorzuheben.

Ziel für die zukünftige Energieversorgung in Mönchengladbach ist der Ausbau Erneuerbarer Energieerzeugung bei gleichzeitiger Verträglichkeit mit anderen Flächennutzungsansprüchen, wie (Land-) Wirtschaft, Natur- und Artenschutz, Siedlungsentwicklung. Zur Versorgung des Stadtgebietes ist auch überregional erzeugte Energie nötig. Über die Zugehörigkeit zum Zweckverband LANDFOLGE Garzweiler und des hohen Ausbaus Erneuerbarer Energieerzeugungskapazitäten im Bereich der Rekultivierung des Tagesbaus Garzweiler wird eine Partizipation an regional entstehenden Erzeugungskapazitäten angestrebt. Die Stadtverwaltung tauscht sich mit ihren Nachbarkommunen hinsichtlich möglicher Synergien im Bereich der Energieerzeugung und -versorgung aus. Eine autarke Versorgung ist bei weiterhin bestehenden überregionalen Energienetzstrukturen nicht notwendig.

Durch den konsequenten Ausbau der aufgezeigten Potenziale können die **Gesamtemissionen** im Stadtgebiet laut Klimaschutzszenario von 1.707.133 t/a im Jahr 2020 auf 82.800 t/a im Jahr 2045 gesenkt werden. Dies entspricht Einsparungen von 95 %.

Neben dem Ausbau von PV und Windkraft zur Stromerzeugung bedarf es v. a. auch der Transformation der Netzinfrastruktur und dem Ausbau von Speichersystemen. Als Basis für das Gelingen der Energiewende muss parallel der **Um- und Ausbau des Stromnetzes** erfolgen. So ist die Konzessionärin des Stromnetzes in Mönchengladbach, die NEW AG, aufgefordert das Stromnetz von einem Verteil- zu einem Einsammelnetz umzubauen. Die Herausforderung besteht in der Schaffung von ausreichend Kapazitäten zur Einspeisung großer PV-Dach- und Freiflächenanlagen, z. B. im Nordpark oder Regiopark. Voraussetzung zur Steuerung von PV-Dachflächen und FFPV-Ausbau ist neben ausreichender Kapazität des Stromnetzes, die Klärung von Standorten für Trafos, Anbindung, Speicher, Verteiler.

Im Ergebnis hat die vorliegende Untersuchung gezeigt, dass die **Fern- bzw. Nahwärme für die Deckung der Wärmebedarfe** der Stadt Mönchengladbach zukünftig eine Rolle spielen kann. Hierbei sind je nach Wärmeabnehmer unterschiedliche Temperaturniveaus und Wärmequellen zu nutzen. Die Nutzung von strombasierten Wärmeerzeugern spielt für die Transformation der Wärmeversorgung eine entscheidende Rolle. Andere klimafreundliche Wärmequellen, wie Umweltwärme und Abwärme werden zukünftig mit stetig steigenden Anteilen zum Wärmemix beitragen. Biomasse kann als hilfreiche Übergangstechnologie beispielsweise für Wärmenetze mit hoher Vorlauftemperatur eingesetzt und später, nach erfolgter Gebäudesanierung im versorgten Gebiet, durch umweltfreundlichere Wärmequellen ersetzt werden.

Der Untersuchung zufolge können in verdichteten Gebieten die Gebäude zukünftig zunehmend über Wärmenetze versorgt werden, obschon ein Großteil der Gebäude in Mönchengladbach nach heutigem Wissensstand auch in Zukunft nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden wird. Im übrigen Stadtgebiet ist auf Einzelgebäudelösungen auf Basis von Umweltwärme und Solarthermie zu setzen. Hier stellen Luft-Wasser-Wärmepumpen die geeignete Lösung zur Umstellung der Wärmeversorgung dar. Diese liefern aufgrund der Nutzung von Außenluft ein praktisch unlimitiertes Potenzial der Wärmebereitstellung. Für die vier untersuchten Fokusgebiete "Zentrum Gladbach, Eicken, Zentrum Rheydt und Giesenkirchen wurden detailliertere Betrachtungen inklusive der Grobdimensionierung der Anlagentechnik und Wirtschaftlichkeitsbewertung durchgeführt.

Produzierende Unternehmen werden auch weiterhin hochtemperierte Prozesswärme benötigen, die zukünftig aus Biomasse, Strom oder Wasserstoff bereitgestellt werden kann. Die entstehende Abwärme wiederum kann effizient über Wärmenetze verteilt werden. Aus heutiger Sicht bieten die Mönchengladbacher Unternehmen zwar einerseits ein relativ geringes Abwärmepotenzial, ihre Produktionsprozesse sind aber andererseits auch vergleichsweise wenig auf klimaneutrale Prozesswärme angewiesen.

Zur Erreichung der Klimaschutzziele liegt in Mönchengladbach in der **Steigerung der Gebäudeeffizienz durch Sanierungsmaßnahmen** neben der Wärme- und Stromerzeugung aus regenerativen Quellen ein sehr großes Potenzial. Damit ist die energetische Gebäudesanierung der zentrale Hebel für die Wärmewende in Mönchengladbach. Bis zum Jahr 2045 kann Treibhausgasneutralität in Mönchengladbach nur über einen deutlichen Anstieg der Sanierungsquote auf 2,8 % jährlich erreicht werden. Das Erreichen einer solchen Quote ist ein sehr ambitioniertes Ziel, das die Beteiligung aller Gebäudeeigentümer*innen erfordert, da ein Großteil der Bestandsgebäude in Privatbesitz ist.

Die Stadt sollte als Besitzerin der städtischen Gebäude vorbildhaft vorangehen. Dies erfordert ausreichende Finanzmittel, die Inanspruchnahme von Fördermitteln und eine Betrachtung der Kosten über den gesamten Lebenszyklus der Immobilien.

Die **Einflussmöglichkeiten der Verwaltung** auf die Energie- und Wärmewende bestehen neben der Vorbildrolle in der Schaffung von Rahmenbedingungen, z. B. im Bereich des Planungsrechts, Akteursnetzungen und Akteurszusammenarbeit sowie Beratungsleistungen für Private und der Erfolgskontrolle des energetischen Stadtumbaus.

Es ist zu beachten, dass das vorliegende Ergebnis eine Momentaufnahme in einem sehr dynamischen Themenfeld darstellt. Beispielhaft hierfür steht, dass seit Beginn der Bearbeitung des Energiekonzepts verschiedene Energie-Gesetze neu erlassen oder novelliert wurden.

Insgesamt hat die Stadt Mönchengladbach im Bereich der Wärme- und Stromversorgung das Potenzial einer Umstellung auf bilanziell 100 % erneuerbarer Energieversorgung. Zukünftig wird eine enge Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure und Interessensgruppen notwendig sein, um die im Konzept vorgeschlagenen Maßnahmen erfolgreich und zeitnah umzusetzen, um die bestehenden Klimaschutzziele zu erreichen.

Die Energie- und Wärmewende ist eine riesige Transformationsaufgabe, die langfristig angelegte Strukturen in der Verwaltung benötigt. Aufgrund der Dimension der Aufgabe und der damit verbundenen Fülle der zu bearbeitenden Themen braucht es zunehmende Personalkapazitäten und Finanzmittel.

Konformität Wärmeplanungsgesetz

Erst während des Erarbeitungsprozesses wurde die kommunale Wärmeplanung zum 01.01.2024 gesetzlich verpflichtend. Das Energiekonzept wurde so angepasst, dass Konformität mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) gewährleistet wird.

In der folgenden Tabelle werden die relevanten Anforderungen und Paragraphen des Gesetzes den entsprechenden Abschnitten im vorliegenden Bericht zugeordnet. Die erste Spalte der Tabelle bezeichnet die maßgebenden Paragraphen des WPG, die zweite benennt deren Anforderungen und die dritte ordnet die Paragraphen den entsprechenden Passagen des Berichts zu. Damit wird sichergestellt, dass die gesetzlichen Anforderungen erfüllt sind.

Paragraph	Forderungen	Zuordnung im Bericht
§ 14	Eignungsprüfung und verkürzte Wärmeplanung	In MG wurden in der Eignungsprüfung keine Gebiete zur verkürzten Wärmeplanung identifiziert
§ 15	Bestandsanalyse	Kapitel 2.3 - 2.6, S. 29-48
§ 16	Potenzialanalyse	Kapitel 4 - 4.9, S. 71-121
§ 17	Zielszenario	Kapitel 6 - 6.4, S. 171-181
§ 18	Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete	Kapitel 3.1-3.2, S. 49-68 Kapitel 5, S. 122-170
§ 19	Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr	Kapitel 6.3, S. 175-179
§ 20	Umsetzungsstrategie	Kapitel 7, S. 182-197

9 FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Zur Bewältigung der Energie- und Wärmewende gibt es aktuell verschiedene Förderprogramme sowohl auf Landes- als auch auf Bundesebene. Dieser umfassende Transformationsprozess ist ohne finanzielle Unterstützung sowohl auf kommunaler Ebene als auch von privaten Hauseigentümern und der Privatwirtschaft nicht zu leisten. Nachfolgend werden einige aktuelle Fördermöglichkeiten aufgezeigt. Es handelt sich lediglich um eine aktuelle Auswahl, die Angebote können sich kurzfristig ändern. Für die Zukunft ist aber auch davon auszugehen, dass es für die anstehenden Maßnahmen immer wieder Förderangebote geben wird.

Zur Finanzierung von Nahwärmenetzen (Leitungsnetz, Erzeuger, Speicher, Hausübergabestationen) gibt es aktuell z. B. folgende Fördermöglichkeiten (Auswahl):

1. BAFA: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
2. Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

3. Progres.NRW
4. Bundesförderung für Energie und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft
5. Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)
6. Erneuerbare Energien - Standard (270)
7. KfW 430: Energieeffizient Sanieren
8. KfW 432: Energetische Stadtsanierung
9. IKK / IKU – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (201, 202)
10. Innovative KWK-Systeme
11. Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte
12. BMWK „Vom Plan zur Wende“

9.1 BAFA: BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE WÄRMENETZE (BEW)

<i>Ansprech-Partner</i>	<i>Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz</i>
<i>Antragsberechtigt</i>	<i>Unternehmen, Kommunen, kommunale Eigenbetriebe, kommunale Unternehmen, kommunale Zweckverbände, eingetragene Vereine, eingetragene Genossenschaften, Contractoren</i>
<i>Förderungen</i>	<i>Modul I: Machbarkeitsstudien und Transformationspläne</i> <i>Modul II: Systemische Förderung zur Neuerrichtung von Wärmenetzen und Transformation von Bestandssystemen.</i> <i>Modul III: Schnell umsetzbare Einzelmaßnahmen.</i> <i>Modul IV: Betriebskostenförderung für Solarthermieranlagen und Wärmepumpen</i>
<i>Förderhöhe</i>	<i>Modul I. Zuschuss bis 50 %, max. 2 Mio. € pro Antrag</i> <i>Modul II: Zuschuss bis 40 %, max. 100 Mio. €</i> <i>Modul III: Zuschuss bis 40 %, max. 100 Mio. €</i> <i>Modul IV: Zuschuss bis 9,2 Cent max. pro Kilowattstunde für Solarthermieranlagen, max. 3 Cent pro Kilowattstunde für Wärmepumpen</i>
<i>Voraussetzungen</i>	<i>Modul I:</i> <i>- Ziel der Transformationspläne und Machbarkeitsstudien muss die Treibhausneutralität im Jahr 2045 sein</i> <i>Modul II: Neuerrichtung von Wärmenetzen und Transformation von Bestandssystemen:</i> <i>- Neuerrichtung: mind. 75 % EE- oder Abwärme-Einsatz über einen Zeitraum von 10 Jahren</i> <i>- Transformation der Bestandsnetze: bis 2045 treibhausgasneutral</i> <i>- Maßnahmen müssen einen Beitrag zur Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung des Wärmenetzes leisten</i> <i>- Entwurfs- und Genehmigungsplanungen überwiegend abgeschlossen</i> <i>Modul III: Schnell umsetzbare Einzelmaßnahmen:</i> <i>- Gilt nur für die Errichtung von Solarthermieranlagen, Wärmepumpen, Biomassekesseln und Wärmespeichern, deren Anschluss an das</i>

	<p>Wärmenetz, die Integration von Abwärme, die Erweiterung von Wärmenetzen und die Installation zusätzlicher Wärmeübergabestationen</p> <p>Modul IV:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kann ausschließlich für Solarthermieranlagen und strombetriebene Wärmepumpen beantragt werden, welche bereits investiv im Rahmen des Modul 2 oder 3 der BEW gefördert werden - für Wärmepumpen bis 400 kW muss ein SCOP von 2,5 eingehalten werden <p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wärmenetze mit mehr als 16 Gebäuden oder mehr als 100 Wohneinheiten gefördert. - kleinere Netze können im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) gefördert werden
Kumulierbarkeit	Keine Kumulierung mit anderen öffentlichen Mitteln von Bund und Ländern
Weitere Informationen	https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html
Frist	Die Richtlinie tritt am 15. September 2022 in Kraft. Ihre Geltungsdauer ist auf sechs Jahre begrenzt.

9.2 BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE GEBÄUDE (BEG)

Ansprechpartner	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
Antragsberechtigte	Alle Investoren (z.B. Hauseigentümer bzw. Wohnungseigentümergeinschaften [WEG], Contractoren, Unternehmen, gemeinnützige Organisationen, Kommunen)
Förderungen	<p>BEG WG (Wohngebäude) / NWG (Nichtwohngebäude): Sanierung und Ersterwerb von sanierten Bestandsgebäuden und die energetische Fachplanung und Baubegleitung im Zusammenhang mit der Umsetzung geförderte Maßnahme sowie Nachhaltigkeitszertifizierung</p> <p>BEG EM (Einzelmaßnahmen): Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle, Anlagentechnik, Anlagen zur Wärmeerzeugung, Heizungsoptimierung, Fachplanung und Baubegleitung Klimafreundlicher Neubau (KFN)</p>
Förderhöhe	<p>BEG WG: Darlehen max. 120.000 € pro Wohneinheit (WE), max. 150.000 € pro WE bei Erreichen einer „Effizienzhaus EE oder NH“-Klasse</p> <p>BEG NWG: Darlehen für Sanierung und Ersterwerb von sanierten Bestandsgebäuden max. 2.000 €/m² Nettogrundfläche, max. 10 Millionen pro Vorhaben</p>

	<p>für energetische Fachplanung und Baubegleitung max. 100 €/m², max. 40.000 € pro Vorhaben</p> <p>BEG EM:</p> <p>Zuschuss max. 70 % der förderfähigen Ausgaben</p> <p>Fördersätze pro EM</p> <ul style="list-style-type: none"> - 15 % für EM an der Gebäudehülle, für Anlagentechnik und Heizungsoptimierung zur Effizienzverbesserung - 30 % für solarthermische Anlagen, Biomasseheizungen, Wärmepumpen, Brennstoffzellenheizung, wasserstofffähige Heizungen, innovative Heizungstechnik, die Errichtung, Erweiterung und Umbau von Gebäudenetzen, den Anschluss an ein Gebäudenetz und den Anschluss an ein Wärmenetz - 50 % für Heizungsoptimierung zur Emissionsminderung sowie für Fachplanung und Baubegleitung <p>Heizungsoptimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> - für Wohngebäude max. 60.000 € pro WE - Für Nichtwohngebäude max. 500 €/m² Nettogrundfläche - Für Fachplanung und Baubegleitung max. 20.000 € pro Zusage <p>Anlagen zur Wärmeerzeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> - für Wohngebäude max. 30.000 € für die 1. WE, jeweils 15.000 € für die 2. bis 6. WE und jeweils 8.000 € ab der 7. WE - für Nichtwohngebäude 30.000 €/m² bis 150 m² Nettogrundfläche, 200 €/m² bis 150 bis 400 m² Nettogrundfläche, zusätzlich 120 €/m² bis 400 bis 1.000 m² Nettogrundfläche, zusätzlich 80 €/m² bei mehr als 1.000 m² Nettogrundfläche
Voraussetzungen	<p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investitionsvorhaben muss auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt werden - geförderte Maßnahme muss zu einer Verbesserung des energetischen Niveaus des Gebäudes beitragen <p>Für folgenden Maßnahmen ist ein Energieeffizienz-Experte hinzuzuziehen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einzelmaßnahme an der Gebäudehülle, Anlagentechnik, Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes und Fachplanung und Baubegleitung
Kumulierbarkeit	Die Kombination der Förderung mit anderen Fördermitteln ist grundsätzlich möglich.
Weitere Informationen	https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html
Frist	<p>BEG WG/NWG: Der Kredit wird nur befristet zugesagt. Der Kredit muss innerhalb von zwölf Monaten nach Kreditusage abgerufen werden.</p> <p>BEG EM: Die Zuschussförderung wird nur befristet zugesagt. Die Dauer der Befristung beträgt 36 Monate ab Zugang des Zuwendungsbescheids bzw. der Zuschusszusage</p>

9.3 PROGRES.NRW

<i>Ansprechpartner</i>	<p><i>Programmbereich (PB) Innovation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Innovationsförderagentur NRW (IN.NRW) <p><i>Programmbereich Wärme- und Kältenetze:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bezirksregierung Arnsberg <p><i>Programmbereich Energieeffiziente öffentliche Gebäude:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bezirksregierung Nordrhein-Westfalen <p><i>Programmbereich Klimaschutztechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bezirksregierung Arnsberg <p><i>Programmbereich Emissionsarme Mobilität:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bezirksregierung Arnsberg
<i>Antragsberechtigte</i>	<p><i>PB Innovation: Unternehmen, Forschungseinrichtung, Hochschule, Kommune, Öffentliche Einrichtung</i></p> <p><i>PB Wärme- und Kältenetz: Unternehmen</i></p> <p><i>PB Energie und Energiesparen: Kommune, Öffentliche Einrichtung, Unternehmen, Verband / Vereinigung</i></p> <p><i>PB Klimaschutztechnik: Kommune, Privatperson, Unternehmen, Öffentliche Einrichtung, Verband / Vereinigung</i></p> <p><i>PB Emissionsarme Mobilität: Unternehmen, Kommune, Privatperson, Verband / Vereinigung, Öffentliche Einrichtung</i></p>
<i>Förderungen</i>	<p><i>PB Innovation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorhaben der industriellen Forschung und experimentellen Entwicklung zur effizienten Energieumwandlung und -nutzung - Demonstrationsvorhaben und Pilotprojekte - Durchführbarkeitsstudien <p><i>PB Wärme- und Kältenetz:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Neubau und Verdichtung von energieeffizienten Wärme- und Kältenetzen zur Verteilung von Wärme oder Kälte - energieeffiziente Heiß und Warmwassernetze zur Erschließung industrieller Abwärme - thermische Speicher in Verbindung mit Wärme- und -kältenetzen - etc. <p><i>PB Energie und Energiesparen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - für investive Vorhaben zur Umsetzung eines Energiekonzepts, vor allem in den Bereichen, Gebäudehülle, Bautechnik, Gebäudetechnik, Gebäudesystemtechnik, Maßnahmen zum Erlangen einer Gebäudezertifizierung und Umfeldmaßnahmen - sowie für investive Vorhaben zur energetischen Sanierung - etc. <p><i>PB Klimaschutztechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - „Erneuerbare Energien“: Anlagen, Technik und Maßnahmen für die Transformation hin zu einem klimaneutralen Energiesystem - „Geothermie“: Anlagen, Technik und Maßnahmen zur Nutzung von EE auf Basis von Geothermie - „Energiesysteme für klimagerechte Gebäude“: Anlagen, Technik und Maßnahmen zum effizienten Energieeinsatz in Gebäuden sowie der Nutzung von EE zur Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom

	<ul style="list-style-type: none"> - NEU seit Oktober 2024: Freiflächen-PV-Anlagen, Floating- und Agri-PV-Anlagen, Beratungs- und Planungsleistungen - etc. <p><i>PB Emissionsarme Mobilität:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Umsetzungskonzepte Elektromobilität - Netzanschlüsse für Ladeinfrastruktur - Lastenfahrräder - etc.
<i>Förderhöhe</i>	<p><i>PB Innovation:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - abhängig von der Maßnahme und Unternehmensgröße - als De-Minimis-Beihilfe kann die Förderung bis zu 100 % betragen - Bagatellgrenze beträgt 25.000 € <p><i>PB Wärme- und Kältenetz:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kann bis zu 70 % der förderfähigen Ausgaben betragen - Bagatellgrenze beträgt 100.000 € <p><i>PB Energie und Energiesparen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kann bis zu 80 % der förderfähigen Ausgaben betragen - zuwendungsfähige Gesamtausgaben dürfen 8 Millionen Euro je Antrag nicht überschreiten und mehr als 200.000 € betragen <p><i>PB Klimaschutztechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Höhe des Zuschuss ist von Art und Umfang der Maßnahme abhängig - Ihre Kosten müssen mindesten 350 € betragen - Freiflächen-PV-Anlagen: Bis zu 20 % der Investitionskosten; Floating- und Agri-PV-Anlagen: Bis zu 25 % der Investitionskosten; Beratungs- und Planungsleistungen: Bis zu 70 % der Kosten, z. B. für Vorplanungsstudien oder Umweltgutachten <p><i>PB Emissionsarme Mobilität:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - abhängig von Art und Umfang des Vorhaben sowie der Art der Antragstellerin oder Antragstellers - max. 1 Millionen Euro pro Jahr pro Antragstellerin oder Antragsteller - Bagatellgrenze liegt bei 500 €
<i>Weitere Informationen</i>	<p><i>PB Innovation:</i> https://www.ptj.de/projektfoerderung/progres-nrw/progres-nrw-innovation</p> <p><i>PB Wärme- und Kältenetz:</i> https://www.bra.nrw.de/energie-bergbau/foerderinstrumente-fuer-die-energie-wende/foerderung-von-waerme-und-kaeltenetzen-zuwendungen-ab-100000-eur</p> <p><i>PB Energie und Energiesparen:</i> https://www.efre.nrw.de/wege-zur-foerderung/foerderungen-in-2021-2027/energieeffiziente-oeffentliche-gebäude/</p> <p><i>PB Klimaschutztechnik:</i> https://www.bra.nrw.de/energie-bergbau/foerderinstrumente-fuer-die-energie-wende</p> <p><i>PB Emissionsarme Mobilität:</i> https://www.elektromobilitaet.nrw/index/</p>

9.4 BUNDESFÖRDERUNG FÜR ENERGIE- UND RESSOURCENEFFIZIENZ IN DER WIRTSCHAFT (EEW)

<i>Ansprechpartner</i>	<i>Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle</i>
<i>Antragsberechtigte</i>	<i>Unternehmen</i>
<i>Förderungen</i>	<i>Modul I: Querschnittstechnologien</i> <i>Modul II: Prozesswärme aus Erneuerbare Energien</i> <i>Modul III: MSR, Sensorik und Energiemanagement-Software</i> <i>Modul IV: Energie- und ressourcenbezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen</i> <i>Modul V: Transformationskonzepte</i> <i>Modul VI: Elektrifizierungsmaßnahmen</i>
<i>Förderhöhe</i>	<i>Modul I: Zuschuss bis zu 50 %, max. 200.000 €</i> <i>Modul II: Zuschuss bis zu 65 %, max. 15 Millionen Euro</i> <i>Modul III: Zuschuss bis zu 50 %, max. 15 Millionen Euro</i> <i>Modul IV: Zuschuss bis zu 50 %, max. 15 Millionen Euro</i> <i>Modul V: Zuschuss bis zu 60%, max. 50.000 €</i> <i>Modul VI: Zuschuss bis zu 33 %, max. 200.000 €</i>
<i>Voraussetzungen</i>	<i>Über die Module 1 bis 4 und 6 geförderte Investitionsmaßnahmen müssen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland errichtet werden und mindestens 3 Jahre zweckentsprechend betrieben werden</i>
<i>Kumulierbarkeit</i>	<i>Die Förderung darf nicht mit staatlichen Beihilfen – einschließlich Zahlung/Vergütung nach dem EEG oder dem KWKG oder der De-minimis-Verordnung – für dieselbe Maßnahme kumuliert werden</i>
<i>Weitere Informationen</i>	<i>https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Energieeffizienz_und_Prozesswaerme/energieeffizienz_und_prozesswaerme_node.html</i>
<i>Frist</i>	<i>Maßnahmen für die eine Förderung beantragt wird müssen innerhalb des Bewilligungszeitraumes vollständig umgesetzt werden</i> <i>- Realisierung von Geothermie-Anlagen 48 Monate</i> <i>- Machbarkeitsstudien für die Errichtung von Geothermie-Anlagen 24 Monate</i> <i>- Transformationskonzepte 12 Monate</i> <i>- Alle anderen Maßnahmen 24 Monate</i>

9.5 KRAFT-WÄRME-KOPPLUNGSGESETZ (KWKG)

<i>Ansprechpartner</i>	<i>Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz</i>
<i>Antragsberechtigte</i>	<i>Betreiber von KWK-Anlagen</i> <i>Betreiber eines neuen oder ausgebauten Wärmenetzes</i>
<i>Förderungen</i>	<i>Zahlung von Zuschlägen durch die Netzbetreiber sowie die Vergütung für KWK-Strom (inkl. von Brennstoffzellen), der in ein Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist wird. Im Einzelnen Zuschlagszahlungen für</i> <i>1. KWK-Strom aus neuen, modernisierten und nachgerüsteten KWK-Anlagen, der auf Basis von Abfall, Abwärme, Biomasse, gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen gewonnen wird,</i> <i>3. KWK-Strom aus bestehenden KWK-Anlagen, der auf Basis von gasförmigen Brennstoffen gewonnen wird,</i> <i>4. den Neu- und Ausbau von Wärmenetzen sowie für den Neubau von Wärmespeichern, in die Wärme aus KWK-Anlagen eingespeist wird,</i> <i>5. den Neu- und Ausbau von Kältenetzen sowie für den Neubau von Kältespeichern, in die Kälte aus KWK-Anlagen eingespeist wird.</i>
<i>Förderhöhe</i>	<i>Zuschläge in Höhe von 3,1 Cent/kWh (ab 2 MW) bis 8 Cent/kWh (bis 50 kW) zzgl. 0,6 Cent/kWh bei Substitution von Braun- und Steinkohle-KWK-Anlagen</i> <i>Höhe des Zuschlags für den Neu- und Ausbau von Wärmenetzen:</i> <i>- bis DN 100 (Mittel über Gesamtnetz) 100 Euro je laufenden Meter der neu verlegten Wärmeleitung, höchstens aber 40 Prozent der Investitionskosten</i> <i>- bei mehr als DN 100 (Mittel über Gesamtnetz) 30 % der Investitionskosten</i> <i>- maximal 20 Mio. € je Projekt</i> <i>KWK-Anlagen:</i> <i>- bei neuen oder modernisierten KWK-Anlagen: elektrische Leistung bis einschließlich 0,5 oder mehr als 50 Megawatt. Sowie nachgerüsteten KWK-Anlagen.</i> <i>- ab 30. Juni 2023 werden neue KWK-Anlagen ab zehn Megawatt Leistung nur zugelassen, wenn sie technisch mit Wasserstoff betrieben werden können. Oder mit maximal 10 Prozent der Errichtungskosten ab dem 01.08.2028 auf eine leistungsgleiche wasserstoffbetriebene KWK-Anlage umrüsten.</i> <i>- Ab dem 1. Januar 2024 entfällt laut § 6 des KWKG 2023 die Förderung von Anlagen, die Strom auf Basis von Biomethan erzeugen.</i> <i>- die Anlagen gewinnen Strom auf Basis von Abfall, Abwärme, Biomasse, gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen.</i> <i>- die Anlagen sind hocheffizient</i> <i>- die Anlagen verdrängen keine bestehende Fernwärmeversorgung aus KWK-Anlagen</i> <i>- die Anlagen erfüllen die Anforderungen nach § 9 Absatz 1 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes erfüllen, soweit es sich um Anlagen mit einer installierten Leistung im Sinne von § 3 Nummer 31 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes von mehr als 100 Kilowatt handelt.</i>

Voraussetzungen	<p><i>Neu- und Ausbau von Wärmenetzen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - mindestens 75 % KWK-Wärme oder - mindestens 25 % KWK-Wärme, wenn 50 % oder mehr aus KWK, EE, oder Abwärme stammen - es handelt sich um ein öffentliches Netz (Optionen für weitere Anschlüsse) <p><i>Wärme- und Kältespeicher:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Zulassung gemäß § 24 - Wärme des Wärmespeichers überwiegend aus KWK-Anlagen, die an das Netz der allgemeinen Versorgung angeschlossen sind und die in dieses Netz einspeisen können. - mittlere Wärmeverluste entsprechend einer nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erstellten Berechnung weniger als 15 Watt je Quadratmeter Behälteroberfläche
Kumulierbarkeit	
Weitere Informationen	https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/
Frist	Keine Fristen

9.6 ERNEUERBARE ENERGIEN - STANDARD (270)

<i>Ansprechpartner</i>	<i>Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWi), KfW Bankengruppe</i>
<i>Antragsberechtigte</i>	<i>private und öffentliche Unternehmen, Contractoren, Körperschaften des öffentlichen Rechts, kommunale Zweckverbände, Genossenschaften, Stiftungen und Vereine, Privatpersonen und gemeinnützige Antragsteller, Freiberufler, Landwirte</i>
<i>Förderungen</i>	<p><i>Gefördert werden</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. die Errichtung, Erweiterung und Erwerb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien oder von Anlagen nur zur Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien,</i> <i>2. Wärme- und Kältenetze sowie Wärme- und Kältespeicher, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden und</i> <i>3. die Flexibilisierung von Stromnachfrage und -angebot bzw. die Digitalisierung der Energiewende mit dem Ziel, die erneuerbaren Energien systemverträglich in das Energiesystem zu integrieren.</i> <i>4. Contracting-Vorhaben und Modernisierungen mit Leistungssteigerung</i>
<i>Förderhöhe</i>	<i>Zinsgünstige Darlehen in Höhe von bis zu 50 Mio. € und max. 100 % der förderfähigen Investitionen</i>
<i>Voraussetzungen</i>	<p><i>Anlagen erfüllen die technischen Anforderungen des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - 2023), einschließlich der hierfür erforderlichen Planungs-, Projektierungs- und Installationsmaßnahmen.</i></p> <p><i>Vorhaben im Ausland:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- müssen die gesetzlich geltenden umwelt- und sozialrechtlichen Standards des Investitionslandes erfüllen</i> <i>- Vorhaben mit Investitionsort in Ländern, die weder EU</i> <i>-Mitglied noch Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung-Hocheinkommensland sind, werden von der KfW im Einzelfall geprüft</i> <p><i>Erwerb gebrauchter Anlagen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- die nicht länger als 12 Monate am Stromnetz angeschlossen sind</i> <i>- die nicht bereits von der KfW gefördert wurden und zeitgleich eine Modernisierung mit Leistungssteigerung erfolgt.</i>
<i>Kumulierbarkeit</i>	<i>Kombination: Eine Kombination mit anderen Förderprogrammen ist möglich, sofern diese keine Beihilfe enthalten. Wenn in dem Programm Investitionen finanziert werden, die keine Förderung nach dem im Einzelfall jeweils einschlägigen Erneuerbare-Energien-Gesetz erhalten, ist eine Kombination auch mit Förderprogrammen möglich, in denen Beihilfen enthalten sind, sofern die zulässigen Beihilfeobergrenzen eingehalten werden.</i>
<i>Weitere Informationen</i>	<i>https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Foerderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/</i>
<i>Frist</i>	<i>Keine Fristen</i>

9.7 KFW 430: ENERGIEEFFIZIENT SANIEREN

<i>Ansprechpartner</i>	<i>Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWi), KfW Bankengruppe</i>
<i>Antragsberechtigte</i>	<i>Natürliche Personen als Eigentümer/ Ersterwerber von Ein- und Zweifamilienhäusern mit maximal 2 Wohneinheiten oder Eigentumswohnungen in Wohnungseigentümergeinschaften</i>
<i>Förderungen</i>	<i>Energetische Sanierung von bestehenden Wohngebäuden, deren Bauantrag beziehungsweise Bauanzeige vor dem 01.02.2002 gestellt wurde; KfW-Effizienzhaus als auch Einzelmaßnahmen (unter anderem Erstanschluss an Nah- oder Fernwärme)</i>
<i>Förderhöhe</i>	<i>Geförderte Kosten je Wohneinheit bis zu 48.000 Euro für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus oder 10.000 Euro für Einzelmaßnahmen, Investitionszuschuss abhängig von Maßnahme und künftiger Energieeffizienz bis zu maximal 120.000 Euro</i>
<i>Voraussetzungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Einbindung eines anerkannten Experten für Energieeffizienz, wirtschaftlich unabhängige Beauftragung - Bauantrag (alternativ Bauanzeige) wurde vor dem 01.02.2002 gestellt - bestehende Wohngebäude nach § 2 EnEV, die nach ihrer Zweckbestimmung überwiegend dem Wohnen dienen - für die Sanierung gelten technische Mindestanforderungen (siehe Dokumente Anlage - Technische Mindestanforderungen und Infoblatt - Liste der Technischen FAQ) - Sanierung ist durch ein Fachunternehmen auszuführen
<i>Kumulierbarkeit</i>	<i>Kombinierbar mit weiteren Fördermitteln:</i> <i>Altersgerecht Umbauen – Kredit (159) oder Barrierereduzierung – Investitions-zuschuss (455)</i> <i>Alternativ: Kreditförderung im Produkt Energieeffizient Sanieren (Produktnummern 151/152)</i>
<i>Weitere Informationen</i>	<i>https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Foerderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/</i>
<i>Frist</i>	<i>Keine Fristen</i>

9.8 KFW 432: ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

<i>Ansprechpartner</i>	<i>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), KfW Bankengruppe</i>
<i>Antragsberechtigte</i>	<i>Es werden kommunale Gebietskörperschaften (Städte, Gemeinden und Landkreise) deren Eigenbetriebe</i>
<i>Förderungen</i>	<i>Mit dem Zuschuss „Energetische Stadtsanierung“ werden Maßnahmen, mit denen die Energieeffizienz im Quartier erhöht wird, gefördert. Es können sowohl Sach-als auch Personalkosten finanziert werden. Gefördert wird die Erstellung von integrierten Quartierskonzepten, sowie das Sanierungsmanagement</i>
<i>Förderhöhe</i>	<i>Die Förderung besteht aus einem Zuschuss, der bis zu 75% der förderfähigen Kosten enthält. Für das integrierte Konzept gibt es keinen Höchstbetrag des Zuschusses. Für ein Sanierungsmanagement liegt der Höchstbetrag bei bis zu 210.000 Euro je Quartier für 3 Jahre. Bei einer Verlängerung kann auf bis zu 350.000 Euro- aufgestockt werden. Zuschüsse unter 5.000 Euro werden nicht ausgezahlt.</i>
<i>Voraussetzungen</i>	<i>-Kein Quartierskonzepts im gleichen Gebiet vorhanden</i>
<i>Kumulierbarkeit</i>	<i>Eine Kombination mit anderen Förder-mitteln ist möglich. Außerdem möglich ist die weitere Förderung einer Person, die bereits für ein Vorhaben aus der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) als Klimaschutzmanager bezuschusst wurde.</i>
<i>Weitere Informationen</i>	<i>https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/</i>
<i>Frist</i>	<i>Keine Fristen</i>

9.9 IKK / IKU – ENERGETISCHE STADTSANIERUNG – QUARTIERSVERSORGUNG (201, 202)

<i>Ansprechpartner</i>	<i>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), KfW Bankengruppe</i>
<i>Antragsberechtigte</i>	<i>Kommunen, kommunale Eigenbetriebe und Zweckverbände (IKK), mehrheitlich kommunale Unternehmen (IKU), Körperschaften, Anstalten und Stiftungen des öffentlichen Rechts mit mehrheitlich kommunalem Hintergrund, gemeinnützige Organisationsformen und Kirchen, Unternehmen</i>
<i>Förderungen</i>	<i>KWK(K)-Anlagen, industrielle Abwärme, Wärme- und Kältespeicher, Wärme- und Kältenetze</i>
<i>Förderhöhe</i>	<i>Zinsgünstige Darlehen bis zu 100 % der förderfähigen Investitionen (Programm 202: max. 50 Mio. €), Tilgungszuschüsse bis zu 10 %</i>
<i>Voraussetzungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Quartiersbezogene Versorgung erstreckt sich über die Grundstücksgrenzen der einspeisenden Anlage - Mindestens ein Abnehmer muss an das Netz angeschlossen sein, der nicht gleichzeitig Eigentümer oder Betreiber der einspeisenden Anlage ist - Alle förderfähigen Investitionen müssen die Energieeffizienz verbessern <p><i>Modul A Wärme- und Kälteversorgung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Einhaltung der gesetzlichen Standards bzw. der anerkannten Regeln der Technik sind Voraussetzung für alle förderfähigen Maßnahmen - Hocheffiziente strom- oder thermisch geführte/ fuhrbare Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen auf Basis von Erd-/Biogas; nicht auf Basis von z. B. Kohle oder Öl. - Erzeugungsanlagen erfüllen "Hocheffizienz" gemäß Definition § 2 Absatz 8 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (2016) beziehungsweise der EU-Richtlinie 2012/27/EU Anhang II; ist bei Antragstellung zu bestätigen - Kälteversorgung überwiegend aus Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung - Mitförderung erforderlicher Anschlüsse und Übergabestationen, sofern sie Bestandteil des Investitionsvorhabens sind und keine Förderung der entsprechenden Kosten aus KfW-Programmen der energetischen Gebäudesanierung erfolgt.
<i>Kumulierbarkeit</i>	<p><i>Kombination: Die Kombination mit öffentlichen Fördermitteln ist zulässig, sofern die Summe aus Krediten, Zuschüssen und Zulagen die Summe der Aufwendungen nicht übersteigt. Die Inanspruchnahme anderer Förderprogramme des Bundes für dieselbe Maßnahme ist nicht zulässig.</i></p> <p><i>Eine Kombination mit der Wärme-/ Kältenetz- beziehungsweise Wärme-/ Kältespeicherförderung nach §§ 18 bis 21 beziehungsweise §§ 22 bis 25 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz ist möglich, sofern es sich um ein Vorhaben mit hohem Quartiersbezug handelt.</i></p>
<i>Weitere Informationen</i>	<p><i>https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Öffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Förderprodukte/Energieeffiziente-Quartiersversorgung-Kommunen-(201)/</i></p> <p><i>https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Öffentliche-Einrichtungen/Kommunale-Unternehmen/Förderprodukte/Energieeffiziente-Quartiersversorgung-kommunale-Unternehmen-(202)/</i></p>
<i>Frist</i>	<i>Keine Fristen</i>

9.10 INNOVATIVE KWK-SYSTEME

<i>Ansprechpartner</i>	<i>Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)</i>
<i>Antragsberechtigte</i>	<i>Betreiber innovativer KWK-Systeme</i>
<i>Förderungen</i>	<i>Innovative KWK-Systeme</i>
<i>Förderhöhe</i>	<ul style="list-style-type: none"> - 45.000 Vollbenutzungsstunden der Gebotsmenge für KWK-Strom in der Höhe des Zuschlagswertes - pro Kalenderjahr höchstens 3.500 Vollbenutzungsstunden der Gebotsmenge
<i>Voraussetzungen</i>	<p><i>Allgemein:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gebotsmenge muss mehr als 1.000 kW umfassen und darf 10.000 kW installierte KWK-Leistung nicht überschreiten - min. Komponenten: KWK- Anlage, Komponente zur Bereitstellung innovativer erneuerbarer Wärme, elektrischer Wärmeerzeuger - erfolgreiche Teilnahme am Ausschreibungsverfahren - gemeinsame Regelung und Steuerung der Komponenten - Anschluss der Komponenten am gleichen Wärmenetz - Komponenten verfügen über mess- und eichrechtskonforme Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Erfassung der eingesetzten Brennstoffe, der bereitgestellten Wärme sowie für jedes 15-Minuten-Intervall die eingesetzte und die erzeugte Strommenge - Eigenstromversorgungsgebot, Einspeisung des gesamten erzeugten Stroms in ein Netz der Allgemeinen Versorgung <p><i>hocheffiziente neue und modernisierte KWK-Anlage:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - elektrische Leistung mehr als 1 MW bis einschließlich 50 MW - Modernisierung min. 50 % der Kosten für Neuerrichtung KWK-Anlage mit gleicher Leistung nach aktuellem Stand der Technik <p><i>Komponente zur Bereitstellung innovativer erneuerbarer Wärme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fabrikneu - Min. Jahresarbeitszahl 1,25 - kann pro Kalenderjahr min. 30 % der Referenzwärme als innovative Wärme bereitstellen - nur einer KWK-Anlage zugeordnet <p><i>elektrischer Wärmeerzeuger:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kann jederzeit min. 30 % der maximal auskoppelbaren Wärme der KWK-Anlage bereitstellen - stromseitig und unmittelbar wärmeseitig mit der KWK-Anlage verbunden
<i>Kumulierbarkeit</i>	
<i>Weitere Informationen</i>	<p>https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/kwk_merkblatt_innovative_kwk-systeme.html</p> <p>https://www.kea-bw.de/news/innovative-kwk-systeme</p>
<i>Frist</i>	<i>keine Fristen; Ausschreibungen durch die Bundesnetzagentur jeweils zum 01.06 und 01.12 eines jeden Jahres</i>

9.11 KOMMUNALE KLIMASCHUTZ-MODELLPROJEKTE

<i>Ansprechpartner</i>	<i>Projekträger Jülich (PTJ)</i>
<i>Antragsberechtigte</i>	<i>Antragsberechtigt sind Kommunen (Städte, Gemeinden und Landkreise) und Zusammenschlüsse von Kommunen sowie Betriebe, Unternehmen und sonstige Einrichtungen mit mindestens 25 Prozent kommunaler Beteiligung</i>
<i>Förderungen</i>	<i>Investive Modellprojekte mit weitreichender Treibhausgasminderung und Beitrag zu den Klimaschutzzielen der Bundesregierung</i> <i>Besonders förderwürdig sind Modellprojekte aus den Handlungsfeldern</i> <i>- Abfallentsorgung; - Abwasserbeseitigung; - Energie- und Ressourceneffizienz; - Stärkung des Umweltverbunds, grüne City-Logistik und Treibhausgas-Reduktion im Wirtschaftsverkehr; sowie - Smart-City (Vernetzung, Integration und intelligente Steuerung verschiedener umwelttechnischer Infrastrukturen)</i>
<i>Förderhöhe</i>	<i>70% der förderfähigen Kosten; für Anträge, die zwischen dem 1.Aug. und dem 31. Dez. 2021 gestellt werden 80%; finanzschwache Kommunen bis 90%; Mindestzuwendung 200.000 Euro, max. 10 Mio. Euro</i>
<i>Voraussetzungen</i>	<i>Einreichen einer Projektskizze und Aufforderung zur Antragstellung</i> <i>Der Modellcharakter der Vorhaben soll sich auszeichnen durch hohe Treibhausgasminderung im Verhältnis zur Fördersumme; die Verfolgung der klimaschutzpolitischen Ziele des Bundes; einen besonderen und innovativen konzeptionellen Qualitätsanspruch; den Einsatz bester verfügbarer Techniken und Methoden; die Übertragbarkeit beziehungsweise Replizierbarkeit des Ansatzes; eine überregionale Bedeutung und deutliche Sichtbarkeit mit bundesweiter Ausstrahlung- stromseitig und unmittelbar wärmeseitig mit der KWK-Anlage verbunden</i>
<i>Kumulierbarkeit</i>	<i>Eine Kumulierung mit Drittmitteln, Zuschussförderungen und Förderkrediten ist vorbehaltlich entgegenstehender beihilferechtlicher Vorgaben zugelassen, sofern eine angemessene Eigenbeteiligung in Höhe von mindestens 15 Prozent des Gesamtvolumens der zuwendungsfähigen Ausgaben erfolgt, bei finanzschwachen Kommunen in Höhe von 10 Prozent.</i>
<i>Weitere Informationen</i>	https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative/modellprojekte https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMWi/foerderaufruf-kommunale-klimaschutz-modellprojekte.html
<i>Frist</i>	<i>Antragsfristen jeweils 01.Jan und 31.Dez. eines Jahres</i>

9.12 BMWK „VOM PLAN ZUR WENDE“

<i>Ansprechpartner</i>	<i>Projekträger Jülich (PTJ)</i>
<i>Antragsberechtigte</i>	<i>Antragsberechtigt sind Kommunen (Städte, Gemeinden und Landkreise) gemeinsam mit kommunalem Partnern (z. B. Kooperationen mit Forschungseinrichtungen, Unternehmen der freien Wirtschaft) und Angehörige freier Berufe mit einer Betriebsstätte oder Niederlassung in Deutschland (insbesondere Start-ups und KMU) sowie Einrichtungen für Forschung und Wissenschaft im Sinne von Artikel 2 Nummer 83 AGVO1, Vereine und Stiftungen mit FuE-Kapazitäten in Deutschland sowie Gebietskörperschaften und Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung</i>
<i>Förderungen</i>	<p><i>Forschungstransfer zur beschleunigten Wärmewende in der Kommune</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Modul 1 Quartier: Vorbereitung innovativer Umsetzungsprojekte auf Quartiersebene zur kommunalen Wärmewende. Kommunen soll zusammen mit lokalen Akteuren und Forschungseinrichtungen ermöglicht werden, aktuelle Lösungen und Forschungsergebnisse aus der kommunalen Wärmeplanung auf die praktische Umsetzung an einem Standort zu prüfen. Auch die Übertragung auf andere Standorte ist Gegenstand der Projekte. - Modul 2 Energiesystemanalyse: Schaffen von Orientierungswissen für die Wärmeplanung anhand (modellhafter) Lösungsansätze, welche eine sinnvolle und nachhaltige Einbettung der KWP in die übergeordnete Energieversorgungsinfrastruktur abbilden. - Modul 3 Synthese: Übergreifendes Monitoring und Querauswertung der geförderten Vorhaben unter Zuarbeit der beteiligten (kommunalen) Akteure.
<i>Förderhöhe</i>	<i>Unterschiedlich; in der Regel 50 bis zu 100% Förderung</i>
<i>Voraussetzungen</i>	<p><i>Forschungstransfer zur beschleunigten Wärmewende in der Kommune</i></p> <p><i>Die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans und Pflichtaufgaben aus dem Wärmeplanungsgesetz sind nicht Gegenstand des Förderaufrufs. Eingereichte Projektvorschläge müssen deutlich machen, inwieweit die geplanten Arbeiten über die auf Bundes- bzw. Landesebene festgesetzten Pflichtaufgaben hinausgehen und welche übergeordneten Forschungsfragen angesprochen werden.</i></p> <p><i>Bei einer Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen und Kommunen/kommunalen Akteuren (s. auch „Wer wird gefördert?“) sollte der Arbeits- und Verwertungsschwerpunkt bei den kommunalen Partnern liegen. Die Federführung in einem Konsortium durch einen kommunalen Partner wird begrüßt, ggf. ist eine Tandemkoordination mit einer wissenschaftlichen Einrichtung denkbar.</i></p> <p><i>Forschungsvorhaben mit Investitionsschwerpunkt, rein technologischem oder infrastrukturellem Fokus oder primärer Betrachtung sozialer Aspekte sind nicht Bestandteil des Förderaufrufs.</i></p>
<i>Kumulierbarkeit</i>	<i>Die Zulässigkeit einer Kumulierung mit anderen öffentlichen Förderprogrammen richtet sich nach Artikel 8 AGVO.</i>
<i>Weitere Informationen</i>	<p>https://www.energieforschung.de/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/0a46868b-7b3d-11ef-aa67-a0369fe1b534/current/document/BMWK_F%C3%B6rderaufruf_Vom_Plan_zur_Wende.pdf</p> <p>https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/20240531-energieforschung-im-rahmen-des-8-energieforschungsprogramms.html</p>
<i>Frist</i>	<i>Keine Frist</i>

Literaturverzeichnis

- [AGFW 2020] Nils Thamling et al., Hamburg Institut und Prognos AG im Auftrag des AGFW Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V., Gutachten Perspektive der Fernwärme, Maßnahmenprogramm 2030, November 2020. S. 63-72
- [Agora Energiewende, Prognos, Consentec, 2022] Klimaneutrale Stromsystem 2035, Wie der deutsche Stromsektor bis zum Jahr 2035 klimaneutral werden kann
- [Bundesverband Geothermie] Bundesverband Geothermie
- [C.A.R.M.E.N ev.] Centrale-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk: „Biomasseheizwerke erfolgreich planen und umsetzen – Beispiele aus Bayern“
- [dena] Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023): „Vernetzte Wärmeversorgung in Bestandsquartieren. Handlungsstrategien und Anwendungsfälle für die Initiierung, Planung und Umsetzung vor Ort“
- [Energieatlas NRW] Energieatlas NRW vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV),
- [enervis energy advisors GmbH] Energie aus Abwasser, Das bislang unentdeckte Potential für die Wärmewende, Dezember 2017
- [GEG 2020] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden, Anlage 9 (zu § 85 Absatz 6), Umrechnung in Treibhausgasemissionen
- [Geologischer Dienst NRW] Geologischer Dienst in Kooperation mit der Energieagentur.NRW, Geologische Karte der Stadt Mönchengladbach, Stand 2024
- [Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen 1990] Erläuterungen zu Blatt C5102 Mönchengladbach. Joh. V. Acken, Krefeld. S. 95
- [Handbuch Klimaschutz] Mehr Demokratie e.V. (2020). Handbuch Klimaschutz. Wie Deutschland das 1,5 Grad-Ziel einhalten kann. München: oekom Verlag.
- [IREES 2015] Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013, 2015, Karlsruhe, München, Nürnberg: Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien.
- [IWU 2015] *IWU - Institut Wohnen und Umwelt. Von TABULA – Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern,:*
- [Langer, H., Eberlei, B., Schneider, J 1978] Ökologische Planung Mönchengladbach. Bedingungen für eine ökologisch integrierte Flächennutzung. Gutachten des Institutes für Landschaftspflege und Naturschutz der Technischen Universität Hannover im Auftrag der Stadt Mönchengladbach. Band I. S. 121 + Anhang.

[LANUV 2013]	Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW Teil 2- Solarenergie. Fachbericht 40. Recklinghausen: NUV NRW Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
[LANUV 2015]	Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW Teil 3. Recklinghausen: NUV NRW Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
[LANUV 2019]	Potentialstudie industrielle Abwärme, Fachbericht 96, Recklinghausen: NUV NRW Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
[LANUVa]	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), Hydrologische Rohdaten Online,
[Pfaffen, K., Schüttler A., Müller-Miny, H. 1963]	Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 108/109 Düsseldorf - Erkelenz. – Herausgegeben vom Institut für Landeskunde. Selbstverlag, Bad Godesberg. 55 + Karte im Maßstab 1 : 200.000
[Roedel & Partner]	Die Wärmezielscheibe, Wärmewende in Deutschland erfolgreich gestalten, Mai 2029
[Stadt Mönchengladbach 2021]	Städtische Gesamtstrategie. Wirtschaft am Standort auf wertschöpfungsstarke Branchen & Wirtschaft 4.0 ausrichten.
[Stadt Mönchengladbach 2024]	Leben in MG. Wirtschaftsstruktur. Online, https://www.moenchengladbach.de/de/wirtschaft/wirtschaftsstruktur
[UBA 2008]	Studie zum Grundwasser in Deutschland, Umweltbundesamt, 2008, S. 29]
[Zensus 2011]	Statistischen Ämter des Bundes und der Länder 2021, Zensusdatenbank Gebäude Stand 2011, GENESIS-Tabelle: 3000G-2001