



KOMMUNALER WÄRMEPLAN STADT SELM

ZWISCHENBERICHT DER UTILITY PARTNERS GMBH & SMARTOPS GMBH

UTILITYPARTNERS



IM AUFTRAG VON

Stadt Selm

Solingen, den 19.12.2024

Autoren / Projektteam

Utility Partners GmbH:

Christoph Sommerfeldt
Hendrik Nabitz

smartOPS GmbH:

Marinus Schnitzlbaumer
Peter Ritter

1 INHALT

1	Inhalt.....	2
2	Abbildungsverzeichnis.....	4
3	Tabellenverzeichnis.....	9
4	Hauptergebnisse	11
5	Zusammenfassung	12
5.1	Ausgangssituation.....	12
5.2	Planungsinstrument Kommunale Wärmeplanung.....	12
5.3	Rahmenbedingungen & Kernthesen.....	15
6	Bestandsanalyse	16
6.1	Ziele und Methodik.....	16
6.2	Datengrundlagen.....	17
6.3	Ergebnisse: Grundlagen.....	17
6.4	Ergebnisse: Wärmebedarf.....	18
6.5	Ergebnisse: Wärmeerzeugung.....	25
6.6	Ergebnisse: Treibhausgasbilanz.....	32
6.7	Ergebnisse: Großverbraucher-Analyse.....	32
6.8	Ergebnisse: Infrastrukturen.....	33
7	Potenzialanalyse	37
7.1	Ziele und Methodik.....	37
7.2	Datengrundlagen.....	39
7.3	Ergebnisse: Erneuerbare Strom- und Wärmequellen.....	40
7.3.1	Flächenscreening.....	40
7.3.2	Geothermie.....	42
7.3.3	Solarthermie.....	49
7.3.4	Biomasse.....	50
7.3.5	Abfall- und Reststoffe.....	54
7.3.6	Wärmequellen.....	56
7.3.7	Grüner Wasserstoff.....	62
7.3.8	Photovoltaik.....	63
7.3.9	Windenergie.....	68
7.4	Ergebnisse: Potenziale unvermeidbarer Abwärme.....	74
7.5	Ergebnisse: Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs.....	75
7.6	Zusammenfassung und Diskussion.....	77

8	Zielszenarien	79
8.1	Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs	79
8.2	Wärmebedarfsdichte und Wärmelinien-dichte	79
8.3	Eignungsgebiete	84
8.4	Klimaneutrales Zielszenario 2045	86
9	Umsetzungsstrategie und Maßnahmen	99
9.1	Ziele und Methodik	99
9.2	Wärmewendestrategie	99
9.3	Maßnahmenkatalog	100
10	Anhang	105
10.1	Treibhausgas-Faktoren	105
11	Dienstleister	106

Abbildung 1: Überwiegende Baualtersklassen auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW)	18
Abbildung 2: Überwiegende Gebäudetypen auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW)	19
Abbildung 3: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme in kWh/a nach Gebiet in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	20
Abbildung 4: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme in kWh/a nach Endenergiesektoren in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	20
Abbildung 5: Wärmeverbrauchsdichte in MWh/ha·a auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	21
Abbildung 6: Wärmeverbrauchsdichte in Selm (Stadtgebiet).....	22
Abbildung 7: Wärmeverbrauchsdichte in Selm-Bork.....	22
Abbildung 8: Wärmeverbrauchsdichte in Selm-Cappenberg.....	22
Abbildung 9: Wärmelinienichten in kWh/m·a in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	23
Abbildung 10: Wärmelinienichten in kWh/m·a in Selm (Stadtgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	24
Abbildung 11: Wärmelinienichten in kWh/m·a in Selm-Bork (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	24
Abbildung 12: Wärmelinienichten in kWh/m·a in Selm-Cappenberg (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	25
Abbildung 13: Anteil der Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (%) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	25
Abbildung 14: Überwiegende Wärmeerzeugerart auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	26

Abbildung 15: Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	27
Abbildung 16: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach Art und eingesetzter Energieträger (eigene Darstellung unter Verwendung von: Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger).....	28
Abbildung 17: Anzahl der erfassten Wärmeerzeuger nach Baujahr (alle Wärmeerzeuger-Arten exklusive der 960 aus Wärmestromverbräuchen abgeleiteten Wärmepumpen/Direktheizungen) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Bezirksschornsteinfeger)	29
Abbildung 18: Anzahl der erfassten Wärmeerzeuger nach Baujahr (Erdgas-betriebene Wärmeerzeuger) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Bezirksschornsteinfeger)	29
Abbildung 19: Anzahl der erfassten Wärmeerzeuger nach Baujahr (Heizöl-betriebene Wärmeerzeuger) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Bezirksschornsteinfeger)	29
Abbildung 20: Anteil der Energieträger (Kreisdiagramme) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in MWh/a (rötliche Flächen) in Selm auf Baublock-Ebene in Selm (Stadtgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	30
Abbildung 21: Anteil der Energieträger (Kreisdiagramme) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in MWh/a (rötliche Flächen) auf Baublock-Ebene in Selm-Bork (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger).....	31
Abbildung 22: Anteil der Energieträger (Kreisdiagramme) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in MWh/a (rötliche Flächen) in Selm-Cappenberg auf Baublock-Ebene (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger).....	31
Abbildung 23: Jährliche Treibhausgasemissionen in Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (tCO ₂ äq/a) nach Energieträger (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger, RVR/Stadt Selm (Energie- und THG-Bilanz Selm 2012-2020), Statista 2024).....	32
Abbildung 24: Großverbraucher-Anzahl auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH) ..	33
Abbildung 25: Baublöcke mit Gasnetzanschluss in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH)	34
Abbildung 26: Verlege-/Inbetriebnahmejahr der Gasnetzleitungen auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Gelsenwasser Energienetze GmbH)	35
Abbildung 27: Abwasserleitungen für Trockenwetterabfluss >DN800.....	36

Abbildung 28: Übersicht Potenzialanalyse Selm (eigene Darstellung)	37
Abbildung 29: Potenzialebenen (eigene Darstellung).....	38
Abbildung 30: Bodenschätzung Stadt Selm (eigene Darstellung auf Basis von Daten der LWK).....	40
Abbildung 31: Flächenscreening Selm: Ausschlussflächen (grün gefärbt), Landschaftsschutzgebiete (grün gestrichelt) (eigene Darstellung)	41
Abbildung 32: Flächenscreening Selm: städtische Flurstücke (gelb) (eigene Darstellung).....	41
Abbildung 33: Veröffentlichte Geodaten für mitteltiefe Geothermie (www.geothermie.nrw.de).....	42
Abbildung 34: Veröffentlichte Geodaten für tiefe Geothermie (www.geothermie.nrw.de).....	42
Abbildung 35: Bodentemperaturen unterschiedlicher Tiefen (GeotIS)	43
Abbildung 36: Standardlastprofile mit geothermischer Erzeugung in drei Fällen (eigene Darstellung)	43
Abbildung 37: Zeche Hermann V: Position der Schächte in Selm Beifang (eigene Darstellung)	44
Abbildung 38: Potenziale für Erdwärmekollektoren. Auszug aus dem Kataster (www.geothermie.nrw.de).....	45
Abbildung 39: Potenziale für Erdwärmekollektoren. Importierte GIS-Daten (eigene Darstellung)	45
Abbildung 40: Potenziale für Erdwärmesonden. Auszug aus dem Kataster (www.geothermie.nrw.de)	47
Abbildung 41: Potenziale für Erdwärmesonden. Importierte GIS-Daten (eigene Darstellung).....	47
Abbildung 42: Landwirtschaftsflächen Selm (Eigene Darstellung).....	50
Abbildung 43: Aufteilung landwirtschaftliche Flächennutzung 2023 (eigene Darstellung)	50
Abbildung 44: Abwassernetz Stadt Selm (eigene Darstellung)	57
Abbildung 45: Klärwerke Selm und Selm-Bork mit Abstandsradien (eigene Darstellung).....	58
Abbildung 46: Abfluss- und Temperaturwerte KLA Selm und KLA Selm-Bork (eigene Darstellung).....	58
Abbildung 47: Fließgewässer im Stadtgebiet Selm (Elwas Web)	60
Abbildung 48: Flüsse im Stadtgebiet mit Entfernungen (eigene Darstellung)	60
Abbildung 49: Abflussmessungen Funne 2018-2020 (eigene Darstellung)	61
Abbildung 50: Grobplanung H2-Netz (eigene Darstellung).....	62
Abbildung 51: Gemeinden mit Wasserstoff-Verfügbarkeit 2050 (LANUV).....	62
Abbildung 52: Potenziale Dach-PV auf Baublockebene (eigene Darstellung)	63

Abbildung 53: Erläuterungskarte der 1. Änderung Regionalplan Ruhr Windenergie, (Quelle: Regionalplan Ruhr)	69
Abbildung 54: Windenergiegebiete nördlich von Selm, SEL_01 und SEL_02.....	70
Abbildung 55: Übersichtskarte zur Windenergienutzung in Selm (eigene Darstellung).....	71
Abbildung 56: Detailkarte zu den Windeignungsgebieten SEL_01, SEL_02, SEL_04; SEL_05 (eigene Darstellung)	72
Abbildung 57: Detailkarte zu den Windeignungsgebiet Dahler Holz (SEL_03) (eigene Darstellung)....	73
Abbildung 58: Detailkarte zu den Windeignungsgebiet westlich von Cappenberg (SEL_06) (eigene Darstellung)	73
Abbildung 59: Wärmeverbrauchsreduktion von 2025 bis 2045 in Selm auf Baublock-Ebene in % (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	76
Abbildung 60: Wärmeverbrauchsichten 2025 auf Baublock-Ebene (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	80
Abbildung 61: Wärmeverbrauchsichten 2030 bis 2045 auf Baublock-Ebene (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger).....	81
Abbildung 62: Wärmelinienichte Selm und Selm-Beifang 2025 (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	82
Abbildung 63: Wärmelinienichte Selm und Selm-Cappenberg 2025 (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)	83
Abbildung 64: Eignung dezentrale Wärmeversorgung	84
Abbildung 65: Eignung Wärmenetzgebiet	84
Abbildung 66: Arten der Wärmeversorgungsgebiete	85
Abbildung 67: Mögliche Wärmenetze (Endausbaustufe)	85
Abbildung 68: Mögliche Wärmenetz-Teilgebiete in Selm, Selm-Bork und Selm-Cappenberg (eigene Darstellung)	85
Abbildung 69: Entwicklung der Strom- und Gaspreise in den jeweiligen Szenarien (Quelle: Energy Brainpool, 2024)	88
Abbildung 70: Entwicklung der nominalen Strompreise in den jeweiligen Szenarien (Quelle: Energy Brainpool, 2024)	89

Abbildung 71: Prognostizierte Entwicklung der Strom- und Gasnetzentgelte	90
Abbildung 72: Erdgaspreisentwicklung 2024 – 2045 (inflationsbereinigt)	93
Abbildung 73: Preisentwicklung gasbetriebener Wärmeerzeuger	93
Abbildung 74: Stufen der voraussichtlichen Wärmenetzneubaugebiete 2030, 2035 und 2040 (eigene Darstellungen)	95
Abbildung 75: Geplante Wärmenetzneubaustufen bis zum Jahr 2030 (grün), 2035 (hellblau) und 2040 (dunkelblau) (eigene Darstellung)	97
Abbildung 76: Unterschiede zwischen konventionellen und kalten Nahwärmenetzen (Quelle: Leipziger Stadtwerke)	98
Abbildung 77: Merkmale Wärmenetzarten (Quelle: Leipziger Stadtwerke)	98
Abbildung 78: Maßnahmen-Steckbrief M1 – Anschluss Klärwerk Selm (eigene Darstellung)	101
Abbildung 79: Maßnahmen-Steckbrief M2 – Errichtung Großwärmepumpe (eigene Darstellung) ...	102
Abbildung 80: Maßnahmen-Steckbrief M3 – Stromanschluss Windpark (eigene Darstellung)	103
Abbildung 81: Maßnahmen-Steckbrief M4 – Wärmenetz Selm (eigene Darstellung)	104

Tabelle 1: Flächenverteilung Selm (eigene Berechnungen).....	41
Tabelle 2: Simulationsergebnisse Volllaststunden Geothermie in drei Fällen.....	43
Tabelle 3: Grubenschächte Zeche Hermann V.....	44
Tabelle 4: Potenzialermittlung Erdwärmekollektoren.....	46
Tabelle 5: Potenzialermittlung Erdwärmesonden.....	48
Tabelle 6: Potenzialermittlung Solarthermie Freifläche.....	49
Tabelle 7: Potenziale von Biomasse - landwirtschaftliche Erzeugnisse - energetische Nutzung.....	51
Tabelle 8: Potenziale von Biomasse - landwirtschaftliche Erzeugnisse - biologische Nutzung.....	51
Tabelle 9: Potenziale von Biomasse - tierische Exkrementen.....	52
Tabelle 10: Ergebnisse Potenzialanalyse holzartige Biomasse.....	53
Tabelle 11: Abfall- und Reststoffpotenziale – biologische Verwertung.....	54
Tabelle 12: Abfall- und Reststoffpotenziale – energetische Verwertung.....	55
Tabelle 13: Abwasserpotenziale Klärwerke.....	59
Tabelle 14: Ergebnisse Potenzialanalyse Flusswasser.....	61
Tabelle 15: Ergebnisse Potenzialanalyse Dach-PV.....	64
Tabelle 16: Ergebnisse Potenzialanalyse Freiflächen-PV.....	65
Tabelle 17: Ergebnisse Potenzialanalyse Agri-PV über dem Feld (theoretisch).....	66
Tabelle 18: Ergebnisse Potenzialanalyse Agri-PV Modulreihen (theoretisch).....	67
Tabelle 19: Ergebnisse Potenzialanalyse Parkplatz-PV (theoretisch).....	67
Tabelle 20: Ergebnisse Potenzialanalyse Wind.....	74
Tabelle 21: Ergebnisse Potenzialanalyse zur Senkung des Wärmebedarfes.....	75
Tabelle 22: Zusammenfassung Ergebnisse Potenzialstudie.....	77
Tabelle 23 : Wärmeverbrauchsdichten BMWK-Handlungsleitfaden.....	80
Tabelle 24: Einflussparameter bei der Erarbeitung des Zielszenarios.....	86
Tabelle 25: Gebäudetypen (eigene Berechnungen).....	91
Tabelle 26: Kennzahlen für Luftwärmepumpen nach Gebäudeart (Technikkatalog BMWI).....	91

Tabelle 27: Beispielhafter Vollkostenvergleich für Wärmeerzeugungsanlagen 2024 (Netto-Preise) (BDEW-Heizkostenvergleich).....	92
Tabelle 28: Entwicklung der Anteile der leitungsgebundenen Wärme nach Ortsteilen (eigene Berechnungen).....	95
Tabelle 29: Detailübersicht der einzelnen Teilnetze (eigene Berechnungen)	96
Tabelle 30: Treibhausgas-Faktoren (eigene Darstellung unter Verwendung von: RVR/Stadt Selm (Energie- und THG-Bilanz Selm 2012-2020), Statista 2024).....	105

Die Wärmeplanung in Selm wurde 2024 begonnen und wird voraussichtlich 2025 abgeschlossen. Sie zeigt zahlreiche Potenziale auf, wie die Wärmeversorgung der Zukunft gestaltet werden kann. In dieser Zusammenstellung der Hauptergebnisse werden die wichtigsten Erkenntnisse aus den Phasen der Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Zielszenario und Umsetzungsstrategie (Maßnahmen) aufgezeigt:

- Bei den Gebäuden überwiegen alte Bau- bzw. Energiestandards
- Es werden eher niedrige Sanierungsraten erwartet, sodass bis 2045 eine Reduktion des Gebäudewärmebedarfs durch Gebäudesanierung um etwa 17,8 % möglich ist
- Die Wärmeversorgung ist deutlich von Erdgas (64%) und Heizöl (21%) geprägt
- Flächenweise existieren hohe baublockbezogene Wärmeverbrauchsichten und hohe straßenlinienbezogene Wärmelinienichten
- Wärmenetze sind mit Versorgung aus sektorenübergreifenden erneuerbaren Wärme-erzeugung möglich; deren ein stufenweiser Aufbau ist wird empfohlen
- Es liegen unausgeschöpfte Potenziale von Erneuerbaren Energien vor, welche in einen möglichen neuen Aufbau von Wärmenetzen integriert werden können
- Die Nutzung der erneuerbaren Potenziale und der Wärmenetz-Neubau können als Chance verstanden werden, die Wärmeversorgung lokal, kosteneffizient, bezahlbar, resilient und unabhängig zu entwickeln; dies kann perspektiv die regionale Wertschöpfung steigern
- Wärmeversorgungsgebiete wurden Baublock-scharf ausgewiesen
- Die Akteure vor Ort haben gute Voraussetzungen gemeinsam eine in bestimmten Ortsteilen eine wärmenetzgebundene treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Selm zu entwickeln, wie es das Wärmeplanungsgesetz für 2045 als Zieljahr formuliert hat; demnach soll die Versorgung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme auf erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme basieren
- Für detaillierende Analysen und Konzepte sowie für die Umsetzung von Maßnahmen wurden mögliche Partner in folgenden Kontexten identifiziert:
 - Wärmenetz-Neubau und -Betrieb
 - Biomasse-Nutzung
 - Klärwerk-Abwärmenutzung
 - Wasserkraft-Nutzung
 - Windpark-Integration
- Es wird nahegelegt, die hergestellten Kontakte und die initiierte Zusammenarbeit zu pflegen und weiter auszubauen

5.1 AUSGANGSSITUATION

Der Energiesektor befindet sich in einem rapiden Umbruch: Die Energiewende führt zu einer zunehmenden Dezentralisierung von Stromerzeugung, Stromspeicherung sowie der Bereitstellung von lokalen Netzdienstleistungen und ist dabei, die Struktur des Energiesystems grundlegend zu ändern. Die Mobilitätswende führt zu einer Elektrifizierung der individuellen Mobilität und des Nahverkehrs. Die Wärmewende führt zum zunehmenden Aufbau von Wärmenetzen, einer Elektrifizierung des Heizungssektors, zu strukturellen Veränderungen des Gebäudebestands durch Sanierungsmaßnahmen und in einigen Gemeinden werden Konzepte für eine Wasserstoffinfrastruktur entwickelt.

Hinzu kommt, dass die Wärmewende auf infrastruktureller Ebene ganz wesentlich durch kommunale Entscheidungen, durch die kommunale Wärmeplanung sowie durch gesellschaftliche und politische Ziele mit einem zunehmenden Bestreben nach einer Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern geprägt ist.

Vor diesen enormen, die Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit betreffenden Herausforderungen ist es daher unerlässlich, eine umfassende und detaillierte Planungs- und Entscheidungsgrundlage für die zukünftige Strom- und Wärmeversorgung und die Auswirkungen auf die damit zusammenhängenden Strom-, Gas- und Wärmenetze zu erarbeiten.

Mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG), welches zum 1. Januar 2024 in Kraft getreten ist, soll eine flächendeckende Wärmeplanung in Deutschland erstellt werden, um Planungs- und Investitionssicherheit der Akteurinnen und Akteure vor Ort zu schaffen und die Entwicklung der Wärmeversorgung und der Energieinfrastrukturen in Richtung Klimaneutralität zu lenken. Mit Einführung des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) des Bundes werden alle Kommunen des Landes dazu verpflichtet, eine Form der kommunalen Wärmeplanung, abhängig von der Größe der Kommune, spätestens bis zum 30.06.2028 durchzuführen. Die Firmen Utility Partners GmbH aus Solingen und smartOPS GmbH aus Kassel wurden am 02.05.2024 mit den Arbeiten zur kommunalen Wärmeplanung in Selm beauftragt. Die Beschlussfassung des Wärmeplans ist voraussichtlich für Sommer 2025 geplant.

Bei dem vorliegenden Dokument handelt es sich um den Ergebnisbericht ebendieser Wärmeplanung für Selm. Selm ist eine ca. 60 km² große, dem Kreis Unna angehörige Stadt in NRW, die geprägt ist durch die Lage zwischen dem ländlich strukturierten südlichen Münsterland und dem nördlichen Ruhrgebiet. Sie fungiert als Mittelzentrum, das dem Regierungsbezirk Arnsberg zugeordnet ist. Als Planungsgebiet wird das Stadtgebiet Selm inklusive der Ortsteile Selm-Bork und Selm-Cappenberg mit knapp 27.000 Einwohnern definiert.

5.2 PLANUNGSINSTRUMENT KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Die kommunale Wärmeplanung ist ein Planungsinstrument, das die strategische Basis bildet für eine langfristig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung des Gebiets der Stadt Selm bis zum Jahr 2045. Es stellt damit eine umfassende und detaillierte Planungs- und Entscheidungsgrundlage für die zukünftige Strom- und Wärmeversorgung und die Auswirkungen auf die damit zusammenhängenden Strom-, Gas- und Wärmenetze dar. Es werden folgende Ziele und Mehrwerte angestrebt:

- Entwicklung eines Zielbildes; Aufbau einer Basis für Beratungsgespräche und die Akquise von Projekten
- Frühzeitige Identifikation von Gebieten für Wärmenetze, für dezentrale Maßnahmen und zur Bewertung zugehöriger Business-Cases
- Kopplung mit einer Strom-, Gas- und Wärmenetzplanung
- Spartenübergreifende Entscheidungsgrundlage für die Ausrichtung der zukünftigen Versorgungsstruktur, Produkte und Dienstleistungen
- Aktuelle Standortanalysen für die Erschließung von EE-Potenzialen
- Digitaler Zwilling auf Basis eines Geoinformationssystems (GIS) und EXCEL für die Wärmeplanung in Selm und für Folgeprojekte wie Machbarkeitsstudien, Quartierskonzepte und Transformationspläne
- GIS-Kartografie als Garant für selbstständige Aktualisierungen und für eine stakeholderübergreifende Kommunikation / Zusammenarbeit
- Eine nach Projektabschluss selbstständig fortschreibbare kommunale Wärmeplanung, die innerhalb eines bereits bekannten Softwareumfeldes bis 2045 selbstständig angepasst und fortgeführt werden kann

Ihre angestrebte Wärmeplanung wird somit eine umsetzungsorientierte, solide und strategische Planungsgrundlage für die Energiewende legen und bietet gleichzeitig die Chance, die relevanten lokalen Akteure für diesen Kurs zu gewinnen. Auf diesem Wege unterstützen wir die Stadt Selm bestmöglich, unabhängig, technologieoffen. Unser besonderes Augenmerk legen wir darauf, dass Sie in Ihren bereits vorhandenen Systemen die anzufertigende KWP abbilden und Ihre Anforderungen und Zielvorstellungen in die KWP einbringen können. Das Durchführungskonzept zur Erstellung der Wärmeplanung wird im Folgenden erläutert.

METHODIK

Gemäß des Wärmeplanungsgesetzes wird das Planungsgebiet den Analysen zum Bestand, zu den Potenzialen, zum möglichen Zielszenario und zu den Maßnahmen unterzogen. Das Planungsgebiet wurde gemäß §14 WPG auf Teilgebiete geprüft, in denen sich mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Versorgung durch ein Wärmenetz eignet. Im Rahmen der Bestandsanalyse werden die auf die Beheizungsstruktur bezogenen Grundlagen ermittelt. Bei der Potenzialanalyse rücken die Potenziale Erneuerbarer Energien in den Fokus der Grundlagenermittlung. In der Phase des Zielszenarios werden die Grundlagen genutzt, um

- Bestandsanalyse: der in Selm vorliegende Ist-Zustand der Energieversorgungsstruktur wird im Rahmen der Bestandsanalyse untersucht. Untersuchungsgegenstände sind die Gebäude- und Siedlungstypen unter anderem nach Baualtersklassen, die Beheizungsstruktur, die Wärme- und Kältestruktur, die Energieinfrastrukturen sowie die Erstellung einer Ist- und Energie- und Treibhausgasbilanz.

- **Potenziale:** In der Potenzialanalyse werden lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Strom- und Wärmequellen, Abwärmepotenziale sowie Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs ermittelt. Die Potenzialanalyse liefert einen Überblick, mit welchen Energiequellen in dem Zielszenario geplant werden kann.
- **Zielszenario und Entwicklungspfade,** mindestens unter Berücksichtigung der jeweils aktuell gültigen THG-Minderungsziele der Bundesregierung inklusive räumlich aufgelöster Beschreibung der dafür benötigten Energieeinsparungen und zukünftigen Versorgungsstruktur und damit verbundener Kostenprognosen in Form von Wärmevollkostenvergleichen für eine Anzahl typischer Versorgungsfälle, die die Versorgung in der Kommune umfassend abbilden, sowohl für die Einzelheizung als auch für die Versorgung mit Fernwärme: die Phase des Zielszenarios beleuchtet die gebietsbezogenen Gegebenheiten und Randbedingungen und klassifiziert das Planungsgebiet in Teilgebiete, für die sich entweder dezentrale oder zentrale Versorgungslösungen eignen. Es werden Wahrscheinlichkeiten je Teilgebiet ermittelt, mit welcher Art der Wärmeversorgung im Zieljahr 2045 sowie in Zwischenstufen davor (2030, 2035, 2040) gerechnet werden kann. Kernfrage ist, welche Teilgebiete sich für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung (Nah- oder Fernwärmenetze) eignen und mit welchen Mitteln, Erzeugungs- bzw. Speicherlösungen und Betreibermodellen sich diese realisieren lassen.
- **Wärmewendestrategie & Maßnahmen,** zur Umsetzung und zur Erreichung der Energie- und THG-Einsparung inklusive Identifikation von zwei bis drei Fokusgebieten, die bezüglich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung kurz- und mittelfristig prioritär zu behandeln sind; für diese Fokusgebiete sind zusätzlich konkrete, räumlich verortete Umsetzungspläne zu erarbeiten: die aus den vorherigen Phasen heraus erarbeiteten Möglichkeiten werden in eine Wärmewendestrategie überführt, die einen möglichen Weg zur Treibhausgasneutralität in Selm aufzeigt. Die Spezifizierung erfolgt in Form von Einzelmaßnahmen, die es darüber hinaus ermöglichen, dass der Fortschritt zur Zielerreichung in den Jahren bis 2045 gemessen werden kann.
- **Eine Verstetigungsstrategie** zur dauerhaften Fortschreibung und Implementierung des kommunalen Wärmeplans, wünschenswert ist dabei auch eine Darstellung der erforderlichen personellen Kapazitäten zur mittel- und langfristigen Bearbeitung der kommunalen Wärmeplanung
- **Beteiligung:** Beteiligung von Verwaltungseinheiten und allen weiteren relevanten Akteure, insbesondere relevanter Energieversorger (Wärme, Gas, Strom), an der Entwicklung der Zielszenarien und Entwicklungspfade sowie der umzusetzenden Maßnahmen (Nr. 1.11 des Technischen Annexes zur KRL, vgl. § 7 WPG). Ausarbeitung des Wärmeplans innerhalb einer Lenkungsebene. Teilnahme an Treffen des Steuerungskreises, regelmäßiges Reporting über Arbeitsstand, kontinuierliche Kommunikation und Abstimmung von wichtigen Eckdaten bzw. Bearbeitungsschritten mit dem Arbeitgeber, Bürgerinformationsveranstaltung, Teilnahme an Projektbesprechungen, politischen Gremien und Vorbereitung und Begleitung von Beteiligungsverfahren

5.3 RAHMENBEDINGUNGEN & KERNTHESEN

Für eine umsetzungsorientierte und fundierte Wärmeplanung ist die frühe Beteiligung von Verwaltungseinheiten und allen weiteren relevanten Akteuren, insbesondere relevanter Energieversorger, Netzbetreiber, Stadtwerke, kommunale Gremien unerlässlich. Entsprechend wird die Wärmeplanung für Selm von zahlreichen Akteurs-/Bürgerbeteiligungen und Öffentlichkeitsarbeit begleitet. Dazu zählen die Bürgerinformationsabende, Ausschusssitzungen, die Selmer Runde, die öffentliche Einsichtnahme und Stellungnahme zu den vorläufigen Ergebnissen im Rathaus und online auf www.selm.de/umwelt-klimaschutz/kommunale-waermeplanung.html sowie schließlich die dortige Veröffentlichung des finalen Wärmeplans. Dies soll den Grundstein für eine erfolgreiche Zusammenarbeit zur Umsetzung der Maßnahmen legen. Es gilt, auch zukünftig einen möglichst stetigen Abstimmungsprozess zwischen allen beteiligten Akteuren zu etablieren.

Die im Rahmen der Wärmeplanung erhobenen Daten und Informationen, die dem Datenschutz unterliegen (z. B. Energieverbrauchsdaten, Schornsteinfegerdaten, Lage von kritischen Infrastrukturen), wurden bei der Ergebniserzeugung auf gröbere Gebietseinheiten, wie Baublöcke, Straßenabschnitte und Stadtgebiete aggregiert, d. h. zusammengefasst. Es erfolgen keine gebäudescharfen Darstellungen derartiger Daten, wodurch die Anforderungen des Datenschutzes erfüllt werden.

Mit der wiederkehrenden Überarbeitung der Wärmeplanung können die heute für die Zukunft bestehenden Unschärfen ausgeglichen werden und strategische und Maßnahmen-bezogene Anpassungen erfolgen. Dennoch ist zu empfehlen, Chancen zu nutzen und sich den mit diesem Wärmeplan abgegebenen und heute umsetzbaren Maßnahmen anzunehmen.

6 BESTANDSANALYSE

Die Bestandsanalyse beleuchtet die heute vorliegende Wärmeverbrauchs- und Wärmeerzeugungsstruktur sowie die relevanten Infrastrukturen und ist damit eine zentrale Grundlage für die weiteren Phasen der Wärmeplanung. Die im Rahmen der Bedarfsanalyse über das Untersuchungsgebiet durchgeführte Wärmebedarfsanalyse zeigt den jährlichen Endenergiebedarf für die Beheizung der Gebäude sowie die zur Energiebedarfsdeckung eingesetzten Energieträger auf. Bezogen auf die Infrastrukturen wurden die Erdgas- und Abwassernetze erfasst.

6.1 ZIELE UND METHODIK

ZIEL

Das Ziel der Bestandsanalyse ist, eine qualifizierte Datenbasis und zahlreiche Grundlagenergebnisse zu ermitteln, die als Grundlage für die weiteren Phasen der Wärmeplanung dienen. Ermittelt werden:

- der derzeitige Wärmebedarf oder Wärmeverbrauch
- die zur Deckung des Wärmebedarfs eingesetzten Energieträger und Wärmeerzeuger (Heiztechniken)
- die für die Wärmeversorgung relevanten Energieinfrastrukturanlagen

Im Rahmen der Bestandsanalyse findet eine systematische und qualifizierte Erhebung zahlreicher Daten statt, mit denen die Gebäude und Infrastrukturen abgebildet und ausgewertet werden können. Ermittelt werden die Gebäudetypen, Energiestandards und Baualtersklassen des kompletten Gebäudebestandes inklusive der Wohn- und Nichtwohngebäude (Industrie, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, öffentliche/kommunale Gebäude). Aus der Beheizungsstruktur der Gebäude werden auch die an Energieträger und Heiztechnik geknüpften Treibhausgasemissionen für die Bereitstellung von Raumwärme, Prozesswärme und Warmwasser ermittelt.

VORGEHEN BEI DER BESTANDSANALYSE

Die erfassten Daten werden strukturiert, in einem Datenkatalog dokumentiert und verarbeitet. Dazu zählen nach der Datenerfassung die Prüfung und Bereinigung, die Anreicherung und die Transformation der Daten. Bei Datenlücken (v. a. fehlende Verbrauchsdaten oder fehlende Kehrdaten) ist es möglich Wärmebedarfe näherungsweise zu berechnen, indem Annahmen getroffen werden und die Gebäude zu Gebäude-Typologien zugeordnet werden. Entsprechend der Typologie werden Wärmebedarfe anhand spezifischer Gebäudeinformationen (u. a. Baualter, Energiestandard, Sanierungsstand, Nutzfläche, Nutzung) ermittelt, wodurch fehlende oder unplausible Verbrauchsdaten ersetzt werden. Alle im Datenkatalog zusätzlich hinzugezogenen Datenthemen werden dokumentiert und hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Validität beschrieben.

Die weitere Verarbeitung und Georeferenzierung (Verortung der Gebäude, Wärmeerzeuger, Verbrauchsdaten) findet in einem Geoinformationssystem (GIS) statt, und zwar mit Hilfe von Standardfunktionalitäten (Verknüpfungen, Feldberechnungen, Kartenvisualisierung, Layerebenen-Struktur). Weitergehende Grundlagen und Analysen werden ebenfalls mit GIS-Werkzeugen erstellt.

Dazu zählen die Vektorisierung von Planungsebenen (z. B. Baublöcke), die räumliche Zuordnung und Aggregation und die Erzeugung von Kennzahlen.

6.2 DATENGRUNDLAGEN

Zu den Datengrundlagen zählen Geodaten zu den Gebäuden, Infrastrukturen und Gebietsunterteilungen sowie die dazugehörigen Sachdaten.

DATENKATALOG

Im Datenkatalog wurden alle in die Wärmeplanung eingeflossenen Datenthemen, Datenlieferanten und Dateien aufgeführt:

- Gasverbräuche von Gelsenwasser Energienetze GmbH
- Stromnetzinfrastruktur und Wärmestromverbräuche von Westnetz GmbH
- Heiztechniken und verwendete Brennstoffe (Kehrdaten) von den Bezirksschornsteinfegern via Wirtschaftsserviceportal NRW (WSP.NRW)
- Gebäudeinformationen von der Stadt Selm, Regionalverband Rhein-Ruhr (RVR) (Raumwärmebedarfsmodell), dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) (opengeodata), dem Geoinformationszentrum NRW, dem Statistische Ämter des Bundes und der Länder (destatis) (Zensus 2011), der Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW) (Statistisches Landesamt des Landes NRW)
- Gasnetzinfrastruktur von Gelsenwasser Energienetze GmbH und Westnetz GmbH
- Abwasserinfrastrukturen von Gelsenwasser Energienetze GmbH und Kläranlageninformationen von den Stadtwerken Selm GmbH sowie der Emschergenossenschaft und dem Lippeverband
- FNP in der gültigen und überarbeiteten Version
- Geometrien zur Gemeinde, Baublöcke, Flure und Flurstücke von der Stadt Selm und dem LANUV (opengeodata)
- Hintergrundkarten von OpenStreetMap und der OpenStreetMap-Foundation (CC-BY-SA), <https://www.openstreetmap.org> und Beitragende sowie von Google Satellite

6.3 ERGEBNISSE: GRUNDLAGEN

Die Siedlungsstruktur ist dezentral strukturiert und gekennzeichnet durch die drei Ortsteile Selm, Selm-Bork und Selm-Cappenberg. Zwischen den drei Siedlungskörpern befinden sich meist landwirtschaftlich genutzte Freiräume. In dieser Siedlungsstruktur wird die charakteristische Lage Selms deutlich: Selm weist sowohl in der landwirtschaftlichen Prägung wie allgemein der Lage im ländlichen Raum Charakteristika des Münsterlandes, als auch des Ruhrgebiets in Form von Zechensiedlungen auf. Insgesamt leben knapp 27.226 Einwohner in Selm (Stand: 16.10.2024).

In Selm sind Analysen und Maßnahmen zur kommunalen Wärmeplanung bisher nicht erfolgt.

6.4 ERGEBNISSE: WÄRMEBEDARF

Grundlegend ist die Wärmebedarfsstruktur in Selm sehr heterogen bezogen auf die Gebäude eines Baublocks, weil die erreichten Energiestandards der Gebäude untereinander stark variieren. Der Energiestandard wird maßgeblich von dem Baualter bestimmt. Der Wärmebedarf ist zudem abhängig von der Nutzung.

BAUALTERSKLASSEN

Abbildung 1 stellt die überwiegenden Baualterklassen auf Baublock-Ebene dar.

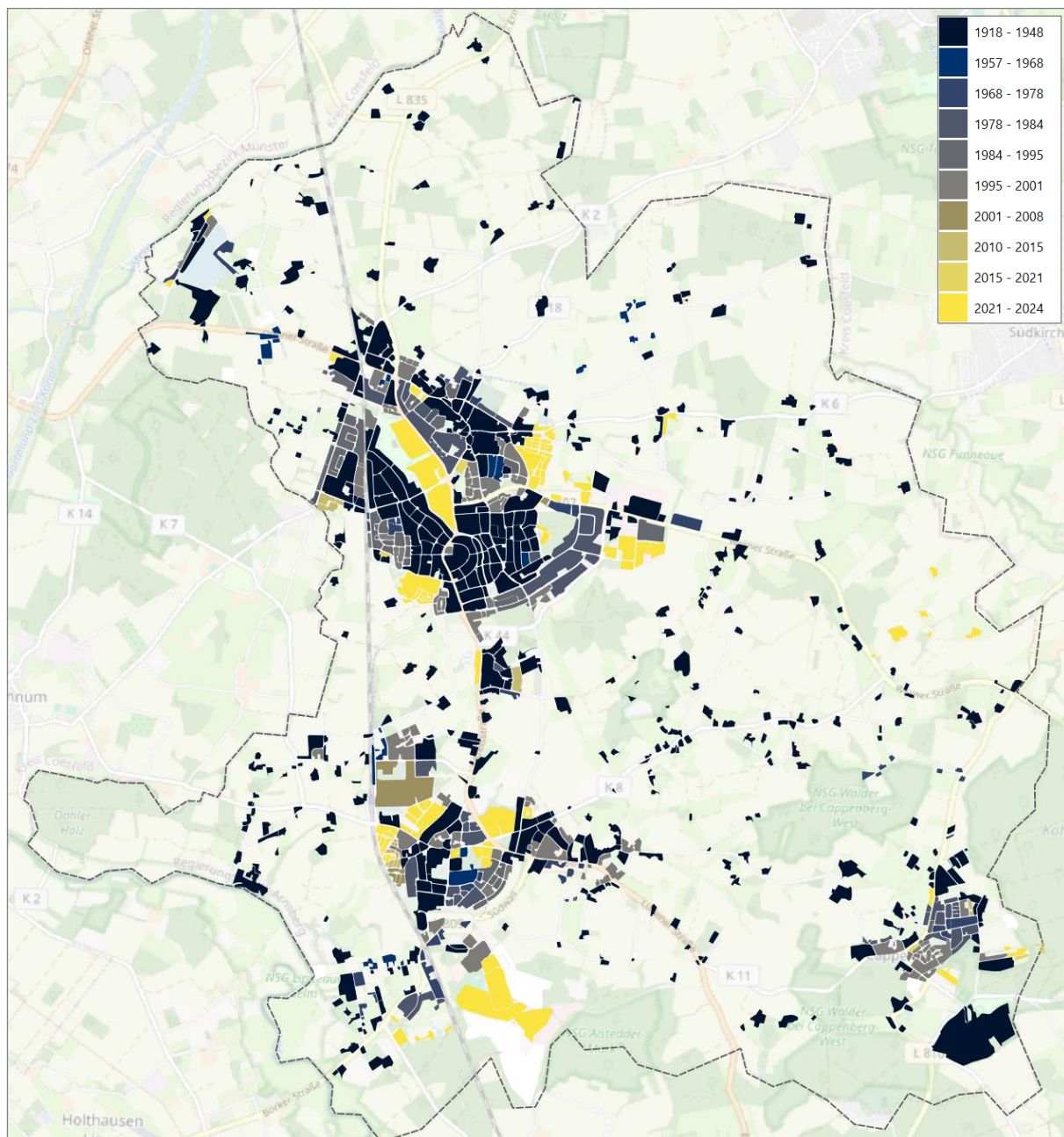


Abbildung 1: Überwiegende Baualterklassen auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW)

GEBÄUDETYPEN

Abbildung 2 stellt die überwiegenden Gebäudetypen auf Baublock-Ebene dar.

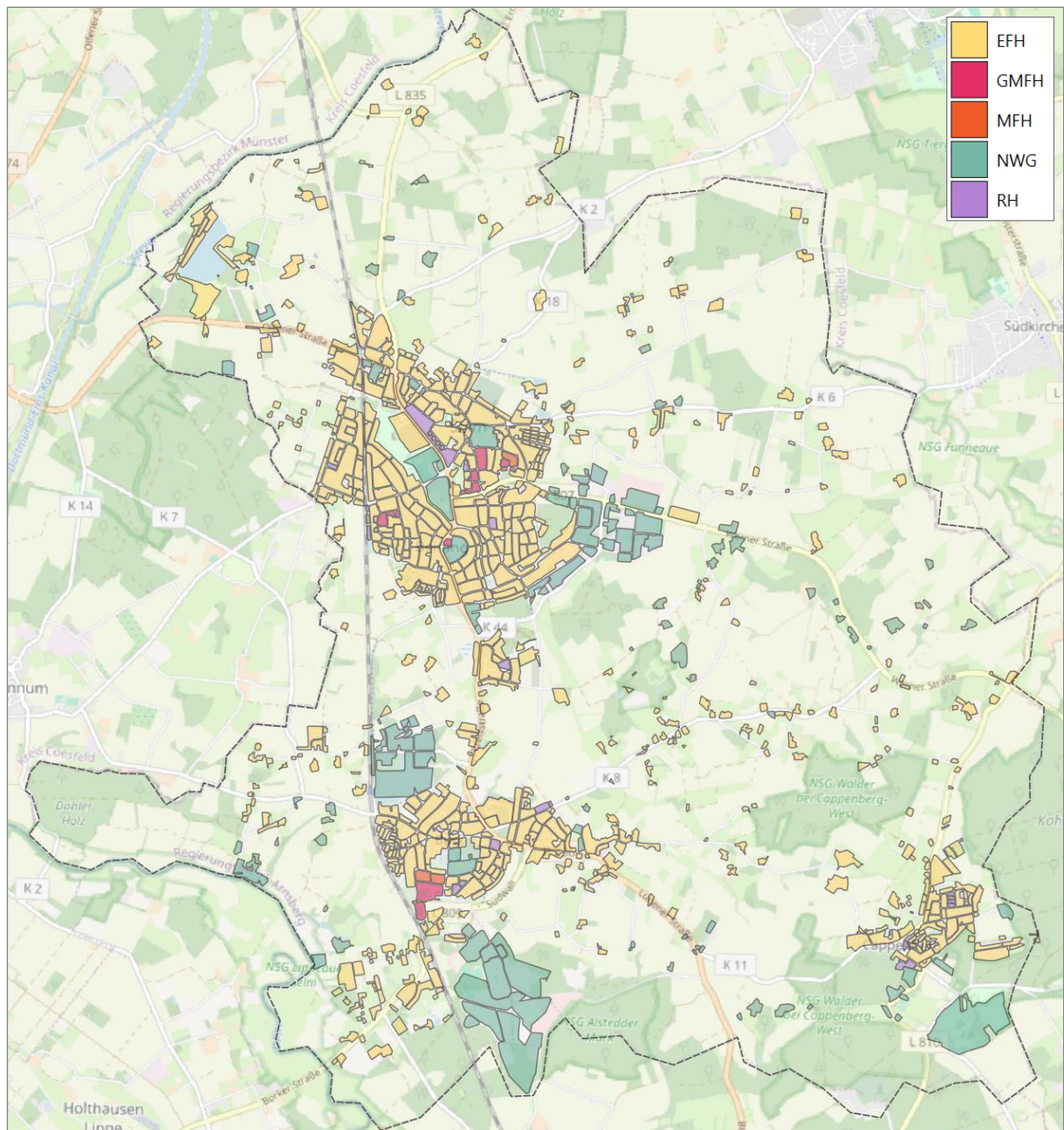


Abbildung 2: Überwiegende Gebäudetypen auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW)

WÄRMEBEDARF

Die gesamte im Planungsgebiet verbrauchte Wärmeendenergiemenge beträgt 275,45 GWh/a (entspricht 275.446.948 kWh/a). Wie in Abbildung 3 dargestellt, fällt mehr als die Hälfte und damit der größte Anteil fällt auf das Selmer Stadtgebiet (146,38 GWh/a). Fast ein Viertel der Wärme wird in Selm-Bork verbraucht (58,87 GWh/a). Das restliche Viertel teilt sich auf in einen kleineren Anteil für Selm-Cappenberg (18,45 GWh/a) und einen größeren Anteil für den Außenbereich (51,74 GWh/a), der Gebäude umfasst, die weder der Stadt Selm, Selm-Bork oder Selm-Cappenberg zugeordnet werden.

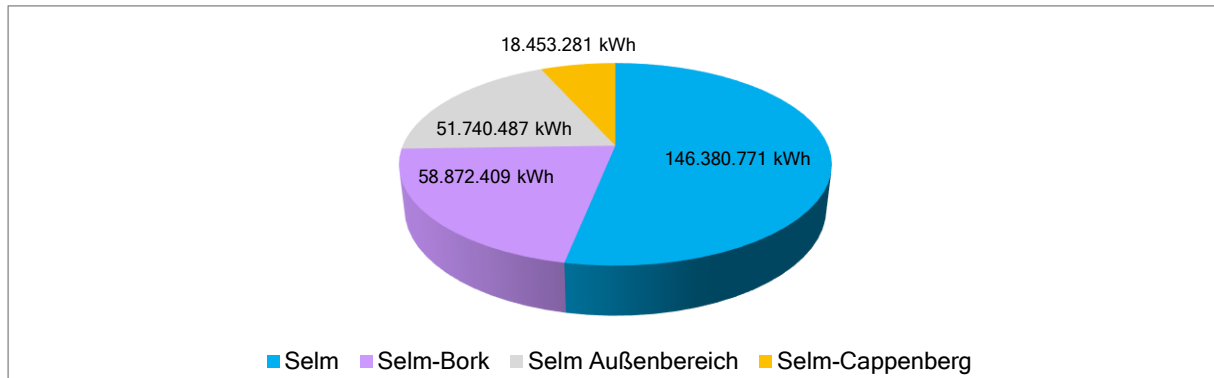


Abbildung 3: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme in kWh/a nach Gebiet in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

Mit 238,28 GWh/a dient der Großteil der Wärmeendenergiemenge der Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasserwärme der Wohnungen (Nutzung Wohnen oder Mischnutzung Wohnen) und ist demnach dem Endenergiesektor der Haushalte zuzuordnen. Lediglich 26,59 GWh/a werden dem Sektor Handel/Gewerbe/Industrie und 10,58 GWh/a werden dem Sektor kommunaler Gebäude zugeordnet, wie in Abbildung 4 ersichtlich.

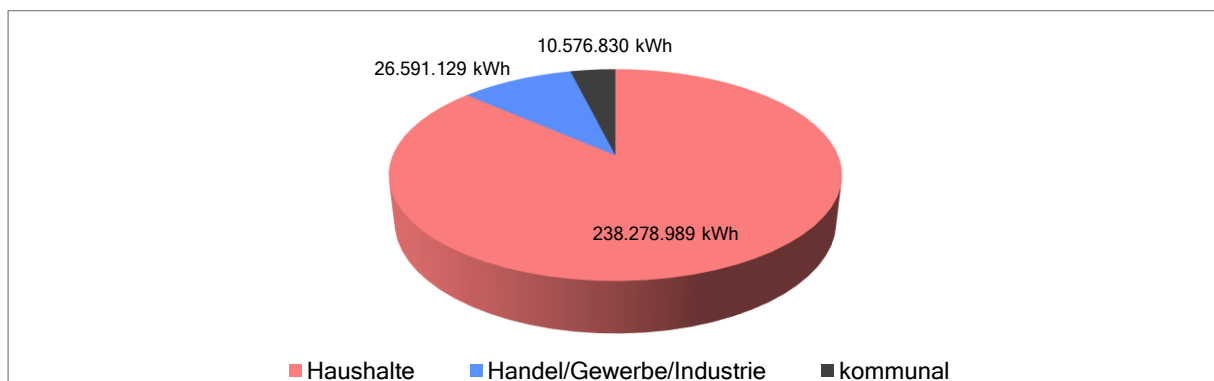


Abbildung 4: Jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme in kWh/a nach Endenergiesektoren in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

WÄRMEVERBRAUCHSDICHTE

Die Wärmeverbräuche sind in Abbildung 5 auf Ebene der Baublöcke zusammengefasst (aufsummiert) und damit als Wärmeverbrauchsichte in MWh/ha-a dargestellt. Die jährliche Wärmeendenergie-menge wird auf die Flächen der Baublöcke in Hektar ha bezogen (1 ha = 100 x 100 m = 10.000 m²).

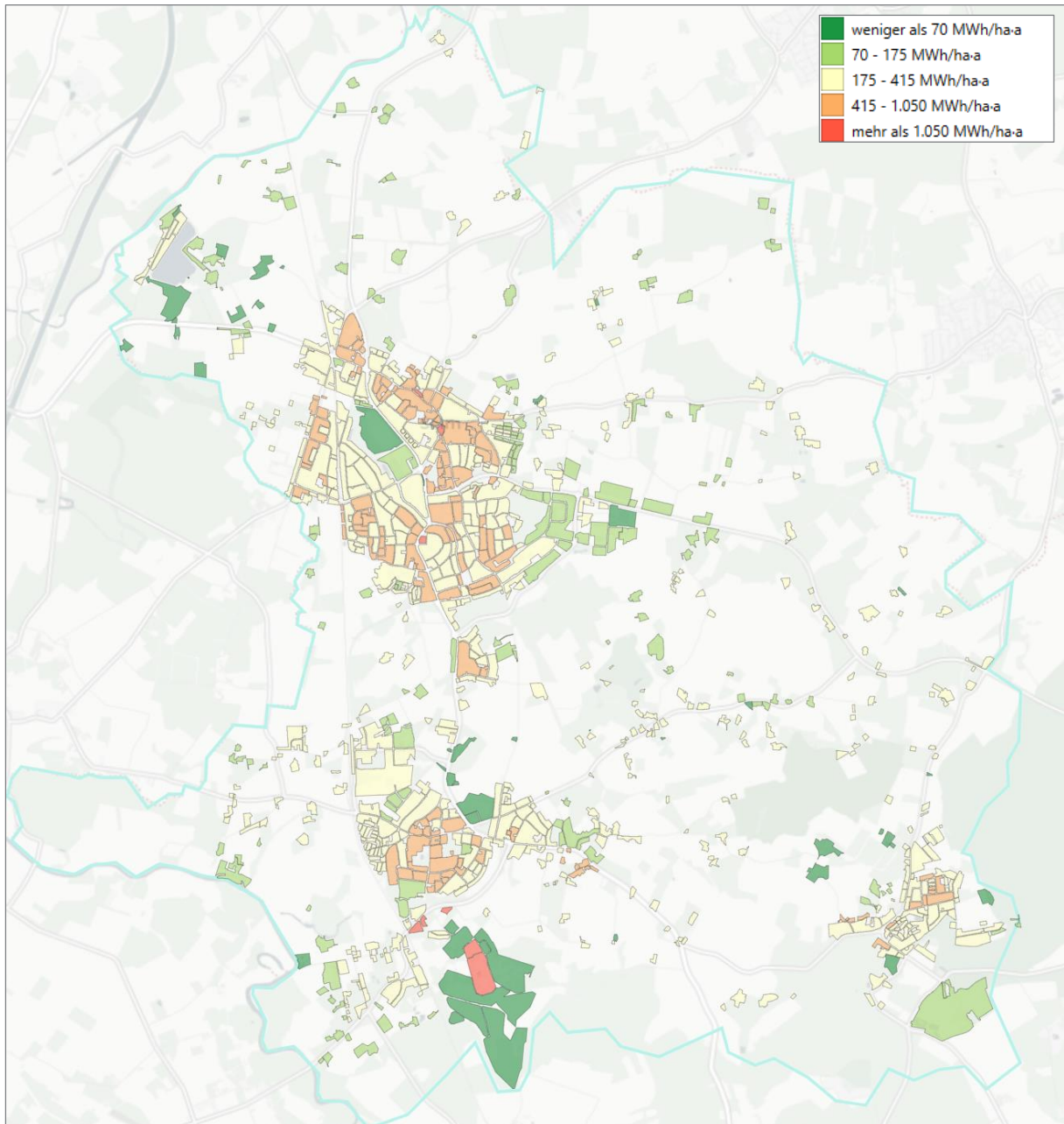


Abbildung 5: Wärmeverbrauchsichte in MWh/ha-a auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

Im Planungsgebiet liegen Flächen über 415 MWh/ha-a (orange) unregelmäßig verteilt neben Baublock-Flächen unter 415 MWh/ha-a (hellgelb und grün). Vereinzelt existieren insgesamt vier Baublöcke bzw. Baublockverbünde mit sehr hohen Wärmeverbrauchsichten von mehr als 1.050 MWh/ha-a (rot). Das Planungsgebiet ist zudem flächenhaft durchzogen von Wärmeverbrauchsichten zwischen 175 und 415 MWh/ha-a (hellgelb).

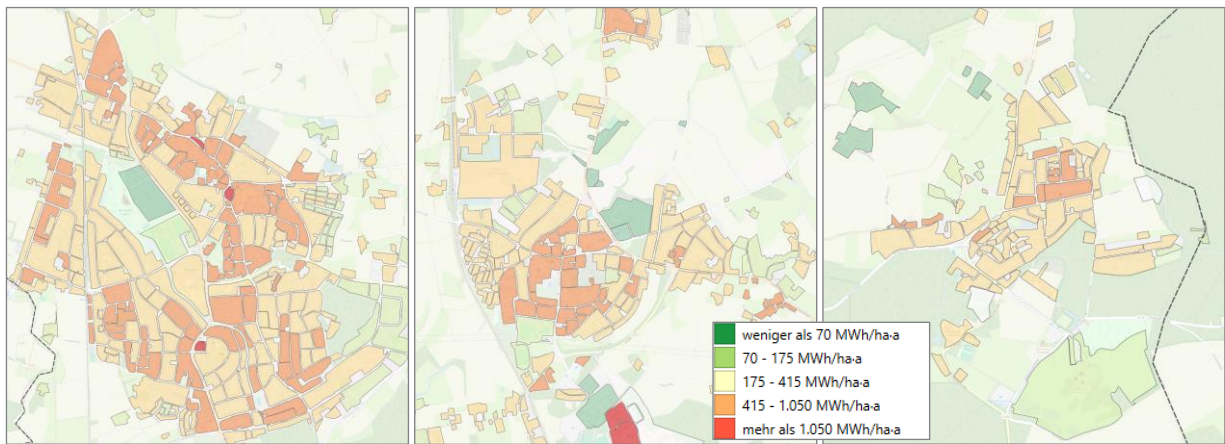


Abbildung 6: Wärmeverbrauchs-dichte in Selm (Stadtgebiet)

Abbildung 7: Wärmeverbrauchs-dichte in Selm-Bork

Abbildung 8: Wärmeverbrauchs-dichte in Selm-Cappenberg

(eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

Im Selmer Stadtgebiet konzentrieren sich hohe Wärmeverbrauchs-dichten von über 415 MWh/ha a im Norden auf Baublock-Flächen entlang der Breiten Straße, Ludgeristraße und beginnende Olfener Straße sowie daran angrenzend an die beginnende Südkirchener Straße und Werner Straße. Im Westen finden sich diese auch an der Römerstraße. Im Süden sind sie flächenhaft verteilt an den Straßen Kreisstraße, Brückenstraße, Teichstraße, Buchenstraße, Buddenbergstraße, Schillerstraße, Schmerlingstraße, Kurt-Schumacher-Straße und Jakob-Kaiser-Straße.

Das östliche Gewerbegebiet als auch die neuen oder neueren Baugebiete im Zentrum (Auenpark) und im Osten (Am Klockenberg/Mergelkamp) weisen größtenteils niedrige Wärmeverbrauchs-dichten mit weniger als 175 MWh/ha a auf. Abweichend weisen die neuen oder neueren Baugebiete im Süden (Am Kreuzkamp und Breede) größtenteils mittlere Wärmeverbrauchs-dichten zwischen 175 und 415 MWh/ha a auf.

In Selm-Bork sind hohe Wärmeverbrauchs-dichten von über 415 MWh/ha a in Form einer zusammenhängenden Fläche im Zentrum der Ortschaft zu finden. Durch das Gebiet verlaufen die Straßen Kreisstraße, beginnende Hauptstraße, beginnende Lünener Straße, Waltroper Straße, Wienacker, Kettelerstraße, Humboldtstraße und Am Haferkamp. Im Süden von Selm-Bork wurden sehr hohe Wärmeverbrauchs-dichten im Hauptteil des Landesamts für Ausbildung, Fortbildung und Personalangelegenheiten der Polizei NRW (LAFP NRW) identifiziert. Geringe Wärmeverbrauchs-dichten haben die neuen oder neueren Baugebiete im Westen (Dieselweg), im Osten (Wohnquartier Neuenkamp und Bernhard-Pröbsting-Straße). Die neuere Bebauung im Westen (Hans-Böckler-Weg) hat mittlere Wärmeverbrauchs-dichten zwischen 175 und 415 MWh/ha a.

In Selm-Cappenberg liegen Baublock-Flächen mit hoher Wärmeverbrauchs-dichte relativ weit auseinander und die einzige Konzentration findet sich im nordöstlichen Gebiet entlang der Straßen Rosenstraße, Töpferstraße, Am Wasserturm, Übbenhagen und Nebenstraßen.

Die sich im Außenbereich befindlichen Baublock-Flächenverbünde (Gebäude und Höfe werden zusammengefasst betrachtet) überwiegen geringe und mittlere Wärmeverbrauchs-dichten zwischen 70 und 415 MWh/ha a.

WÄRMELINIENDICHTE

Durch die Übertragung der Wärmeverbräuche auf die anliegenden Straßenlinien, erhält man die Wärmelinienindichten. Dementsprechend werden die Wärmeverbrauchsmengen auf die Länge der Straßenabschnitte bezogen und es ergibt sich eine Kennzahl mit der Einheit kWh/m·a. Die Wärmelinien dienen als Entscheidungsgrundlage, in welchen Straßen ein Neubau von Nah- oder Fernwärmeleitungen sinnvoll sein kann. Die Ableitung möglicher Wärmenetzgebiete befindet sich in Kapitel 8.

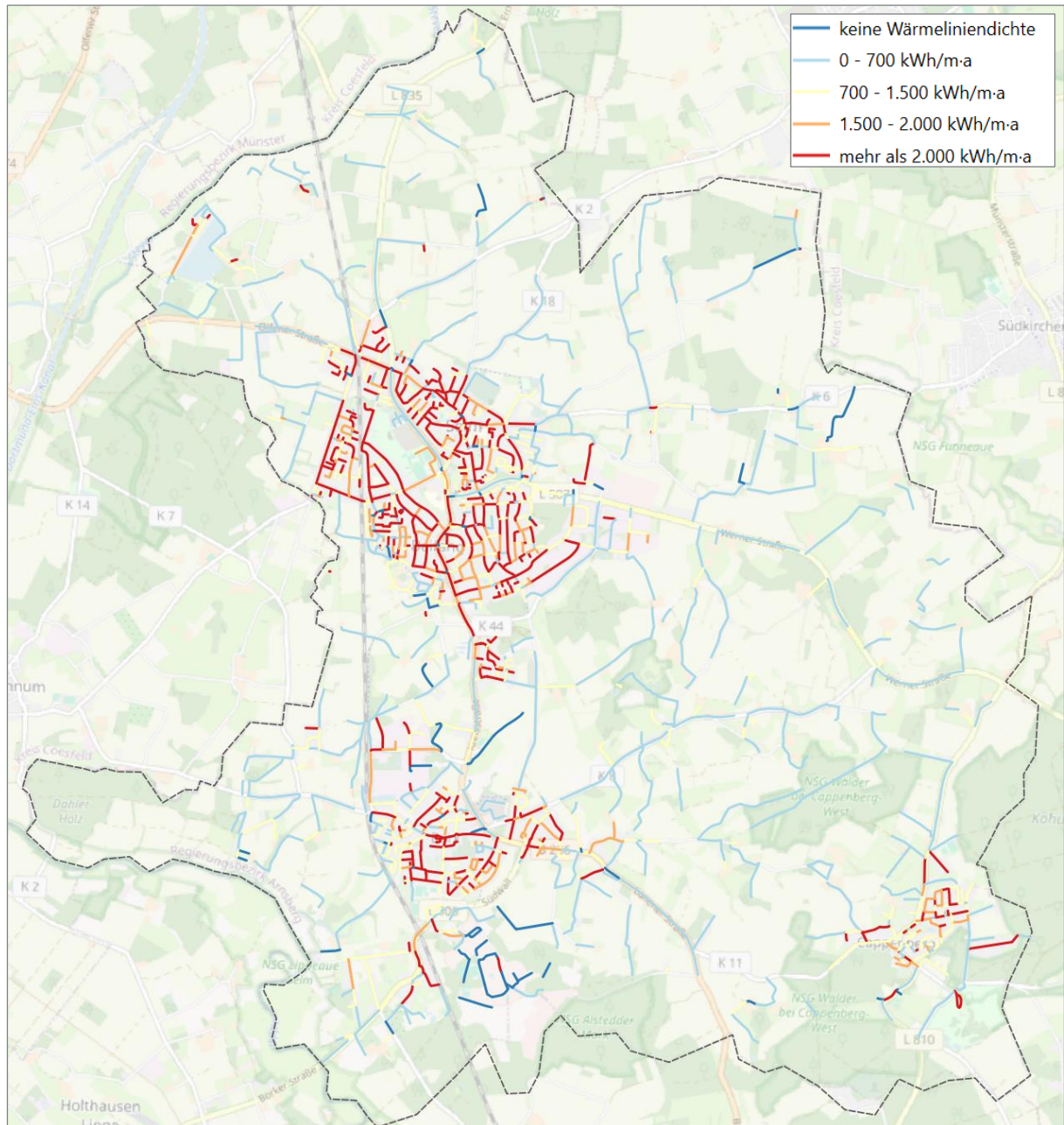


Abbildung 9: Wärmelinienindichten in kWh/m·a in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

Im Folgenden werden die Wärmelinienindichten für Selm (Abbildung 10), Selm-Bork (Abbildung 11) und Selm-Cappenberg (Abbildung 12) abgebildet.

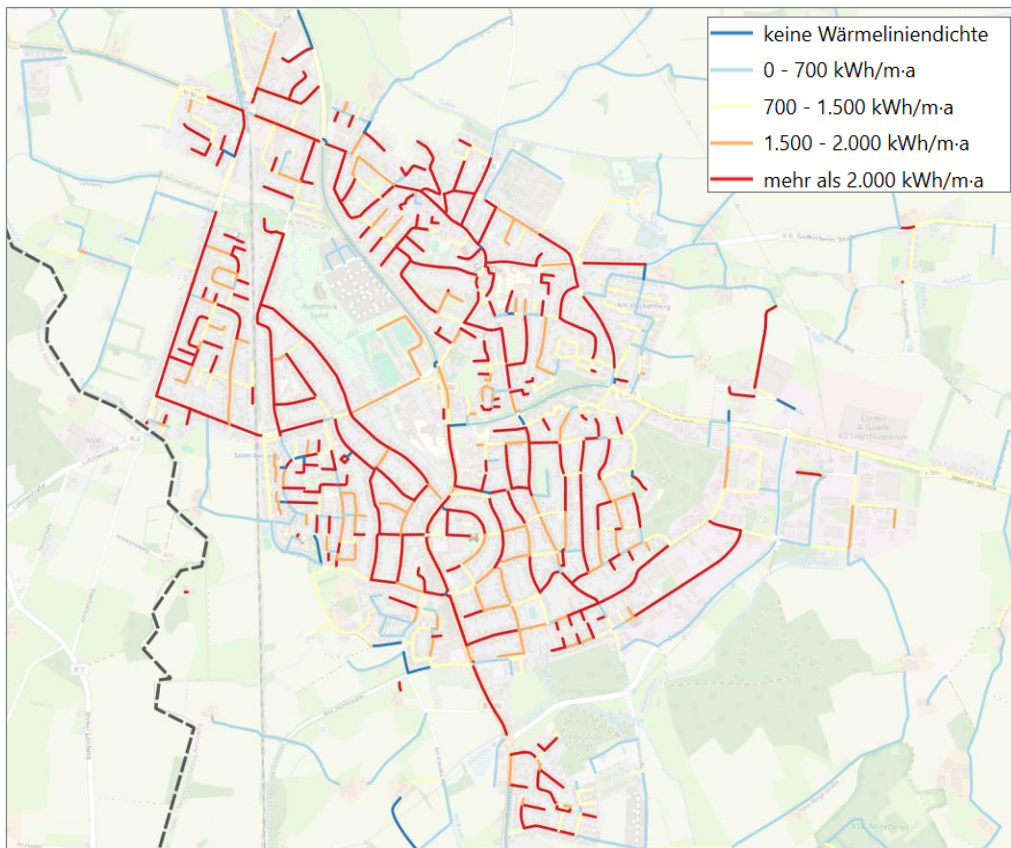


Abbildung 10: Wärmelinien-dichten in kWh/m-a in Selm (Stadtgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

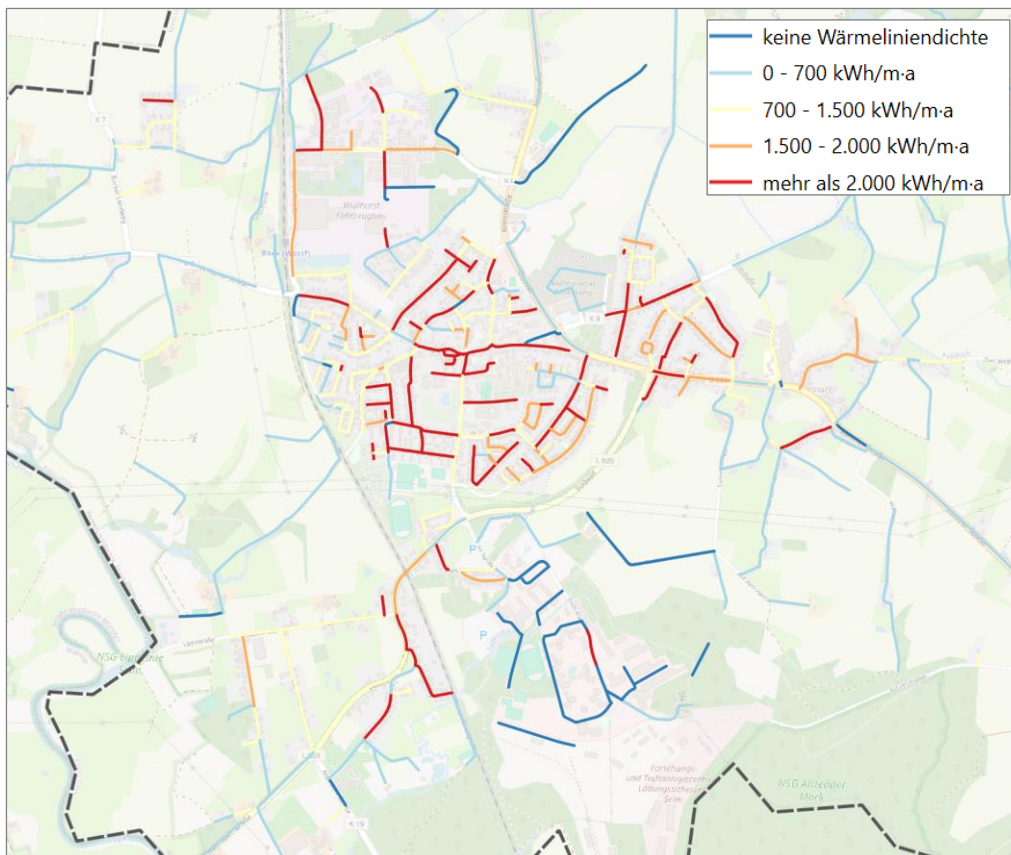


Abbildung 11: Wärmelinien-dichten in kWh/m-a in Selm-Bork (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

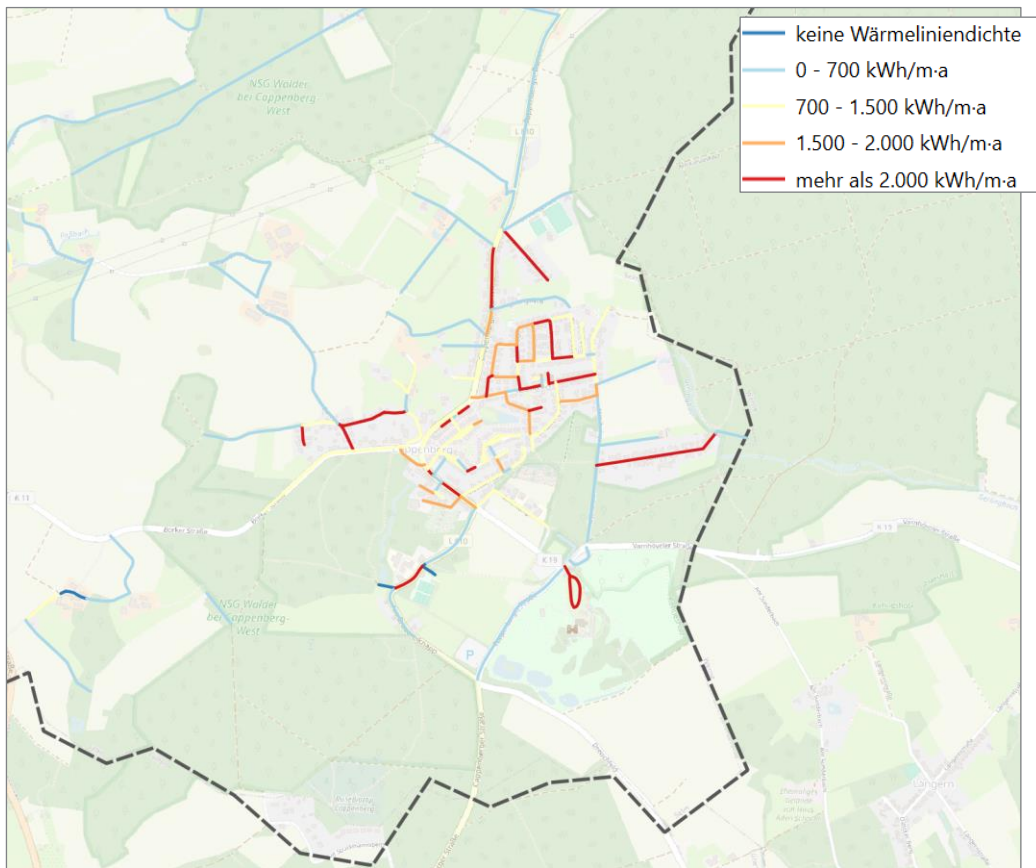


Abbildung 12: Wärmeliniedichten in kWh/m-a in Selm-Cappenberg (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

6.5 ERGEBNISSE: WÄRMEERZEUGUNG

Die zur Wärmeerzeugung dezentral eingesetzten Energieträger werden in Abbildung 13 abgebildet:

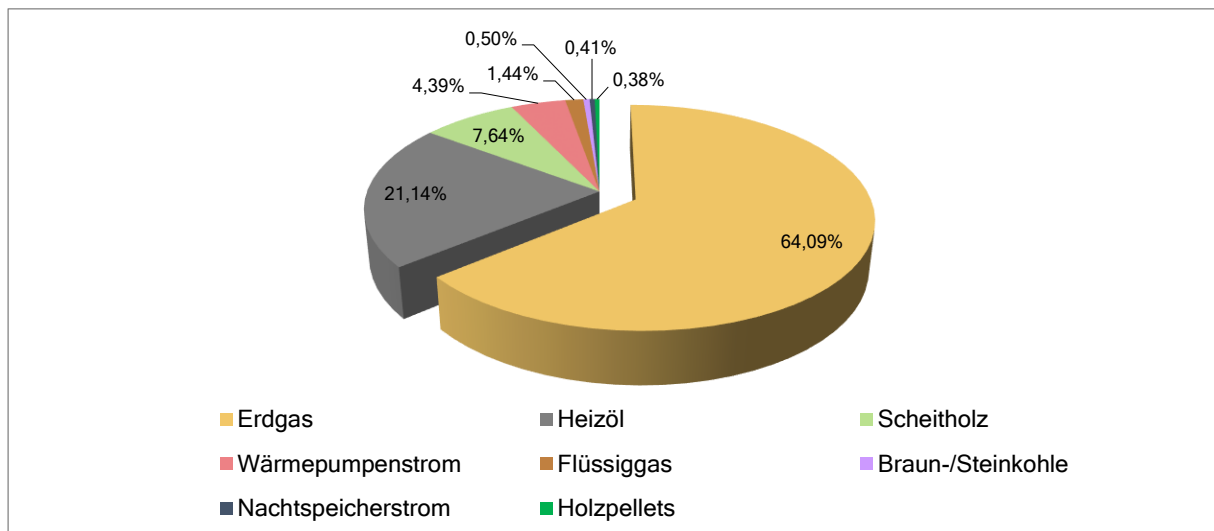


Abbildung 13: Anteil der Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (%) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

Bei der Verwendung der in Abbildung 13 dargestellten Energieträgerstruktur werden 275,45 GWh/a Endenergie benötigt, um die Wärmenutzenergiemenge in Höhe von 251,5 GWh/a bereit zu stellen.

Von den 275,45 GWh/a stammen 28,21 GWh/a (10,24 %) (entspricht 28.211.442 kWh/a) aus erneuerbaren Energiequellen. Dazu zählen die Energieträger Holzpellets, Scheitholz, anteilig Wärmepumpenstrom und anteilig Nachtspeicherstrom. Aus fossilen Energiequellen werden 247,24 GWh/a (89,76 %) bereitgestellt. Unvermeidbare Abwärme besitzt nach Datenlage keinen Anteil am jährlichen Endenergieverbrauch in Selm.

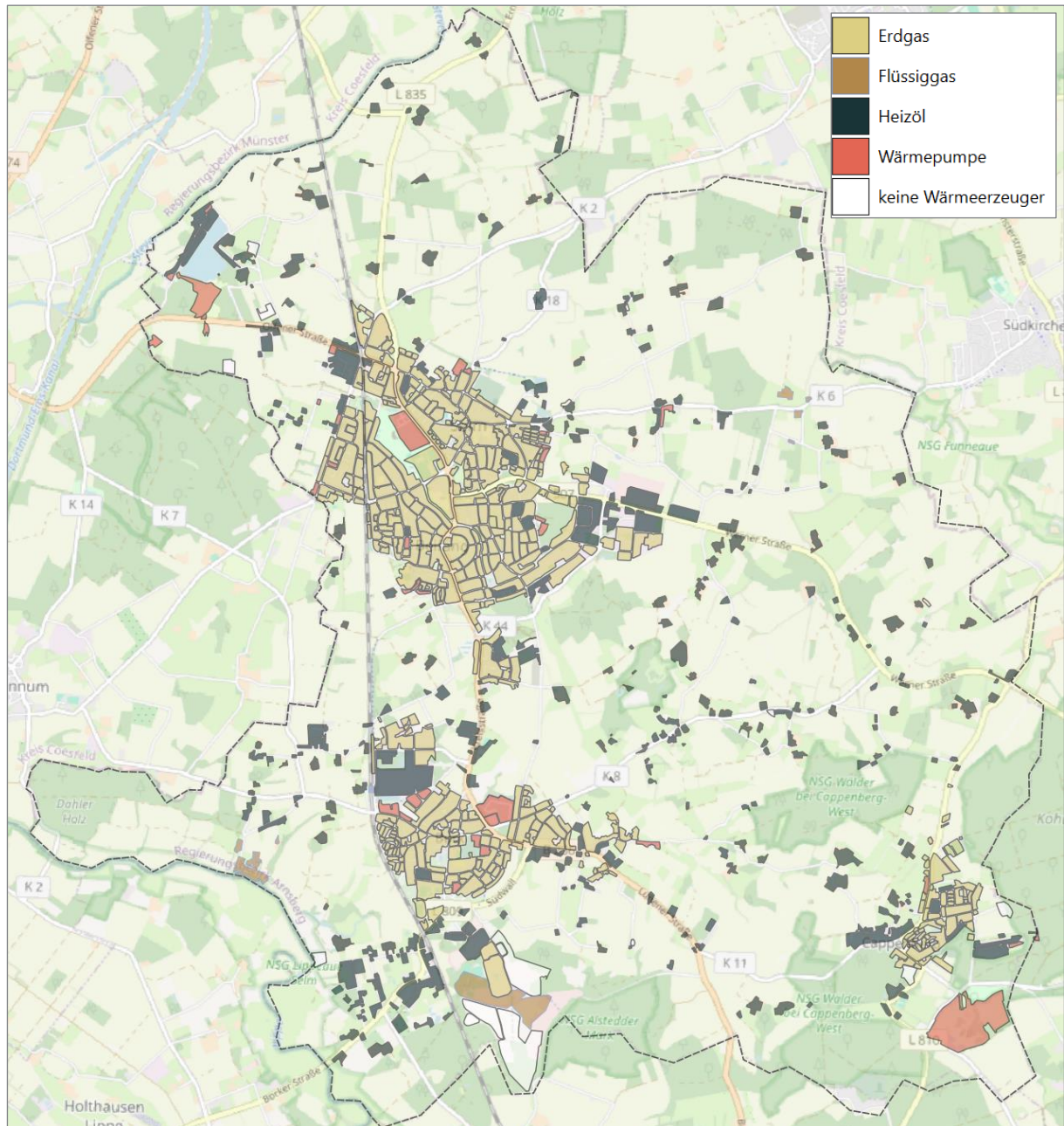


Abbildung 14: Überwiegende Wärmeerzeugerart auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

Wie Abbildung 14 zeigt, ist in den meisten Baublöcken Erdgas der überwiegende Energieträger gemessen an ihrem Beitrag zur Energiebereitstellung. In weiter außerhalb gelegenen Baublöcken, in denen kein Gasnetz vorhanden ist, stellt Heizöl der überwiegende Energieträger. In neu bebauten Gebieten am Stadtrand von Selm sowie im zentrumsnahen und nördlichen Selm-Bork überwiegen die Wärmepumpen, welche Strom aus dem öffentlichen Stromnetz oder lokal erzeugten Strom nutzen

und diesen mit Umweltwärme (Sole, Luft, Wasser, ...) kombinieren. In den Gewerbegebieten überwiegt Heizöl, gefolgt von Erdgas als Energieträger. Nur vereinzelt sind im Außenbereich Baublöcke mit Flüssiggas als Hauptenergieträger zu finden.

Nach Datenlage sind 12.717 dezentrale Wärmeerzeuger in den Selmer Gebäuden installiert. Abbildung 15 zeigt deren Verteilung über das Planungsgebiet.

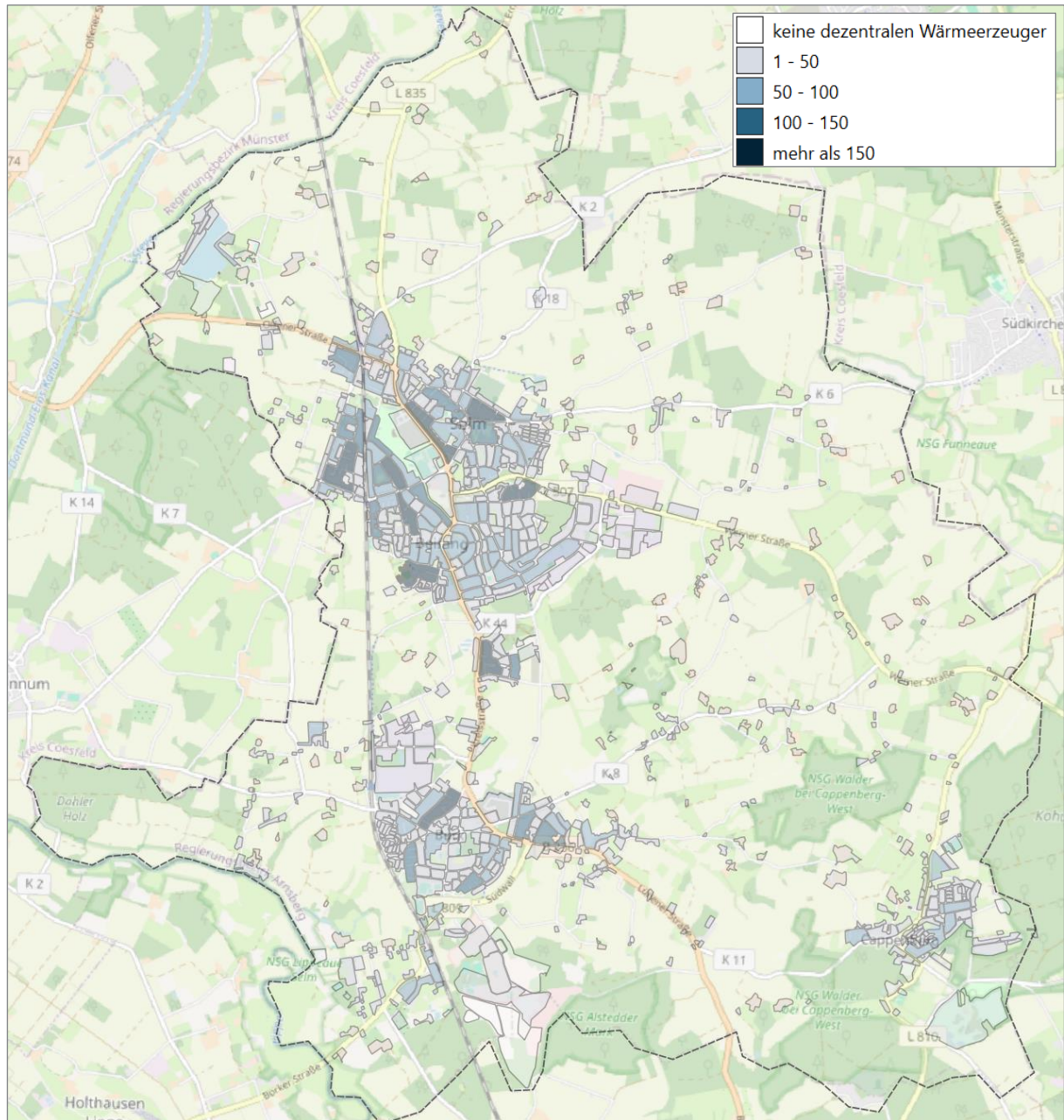


Abbildung 15: Anzahl der dezentralen Wärmeerzeuger auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

Die Wärmeerzeuger werden je nach Heiztechnik mit einem oder mehreren Energieträgern betrieben. Beispielsweise kann ein Heizkessel entweder mit Erdgas oder Heizöl oder anderen Brennstoffen befeuert werden. Einen Überblick über die in Selm installierten Wärmeerzeuger-Arten und ihre jeweiligen Energieträger bzw. Brennstoffe bietet die Abbildung 16. Wie darin ersichtlich wird, sind insgesamt 6.006 Erdgas-betriebene, 3.968 mit Scheitholz befeuerte, 1.144 Heizöl-betriebene und 963 Strom-betriebene Heiztechniken vorzufinden. Die restlichen Heiztechniken verteilen sich auf die Energieträger Flüssiggas, Braun-/Steinkohle, Holzpellets und Sonstige.

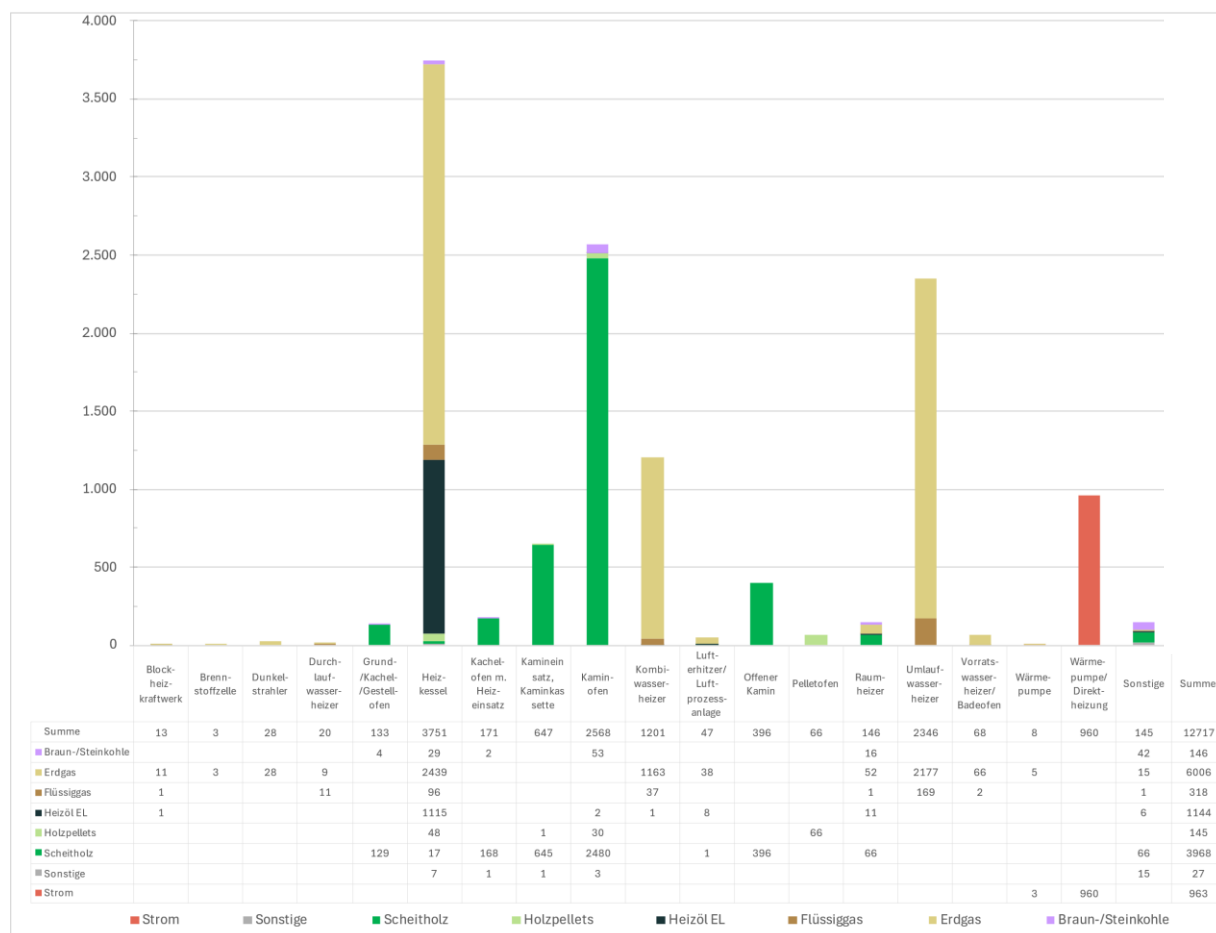


Abbildung 16: Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger nach Art und eingesetzter Energieträger (eigene Darstellung unter Verwendung von: Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Häufigkeitsverteilung der Wärmeerzeuger über die Heizungs-Baujahre, die vereinfacht mit dem Einbau- bzw. Inbetriebnahmejahr gleichgesetzt werden.

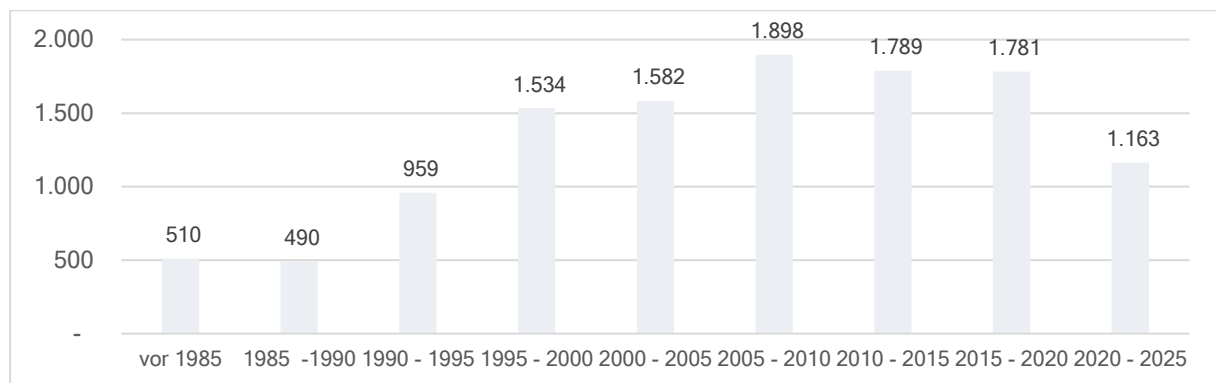


Abbildung 17: Anzahl der erfassten Wärmeerzeuger nach Baujahr (alle Wärmeerzeuger-Arten exklusive der 960 aus Wärmestromverbräuchen abgeleiteten Wärmepumpen/Direktheizungen) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Bezirksschornsteinfeger)

Die Häufigkeitsverteilung der Wärmeerzeuger über die Heizungs-Baujahre wird für Erdgas-betriebene Wärmeerzeuger in Abbildung 18 und für Heizöl-betriebene Wärmeerzeuger in Abbildung 19 spezifiziert.

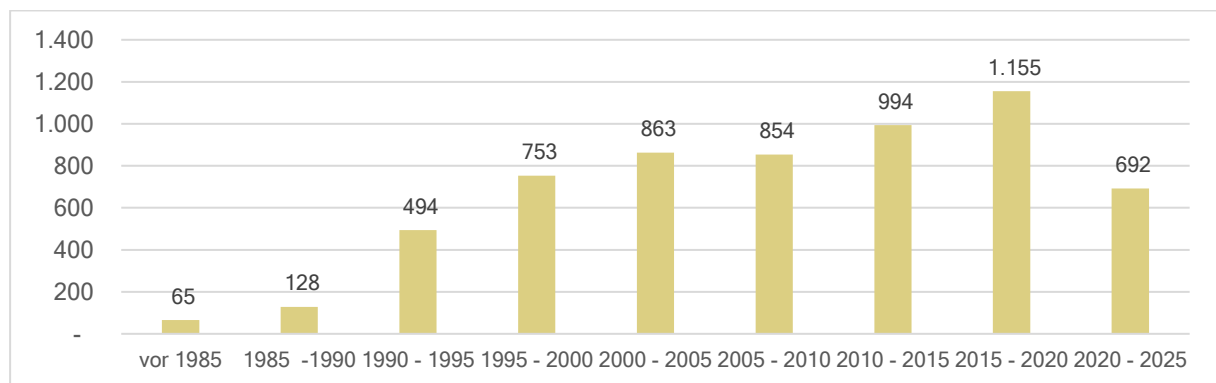


Abbildung 18: Anzahl der erfassten Wärmeerzeuger nach Baujahr (Erdgas-betriebene Wärmeerzeuger) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Bezirksschornsteinfeger)

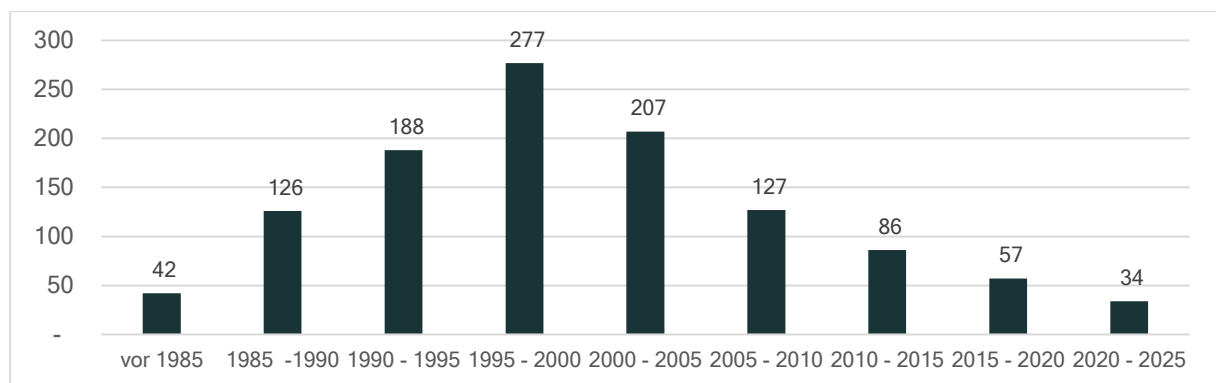


Abbildung 19: Anzahl der erfassten Wärmeerzeuger nach Baujahr (Heizöl-betriebene Wärmeerzeuger) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Bezirksschornsteinfeger)

Die Energieträger-Anteile werden in Abbildung 20, sowie in Abbildung 21 und in Abbildung 22 auf den nachfolgenden Seiten, in Form von Kreisdiagrammen auf Baublock-Ebene dargestellt. Die Kreisdiagramme der Energieträger-Anteile liegen in diesen Darstellungen über den je Baublock aufsummierten, absoluten Endenergieverbräuchen in MWh/a.



Abbildung 20: Anteil der Energieträger (Kreisdiagramme) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in MWh/a (rötliche Flächen) in Selm auf Baublock-Ebene in Selm (Stadtgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

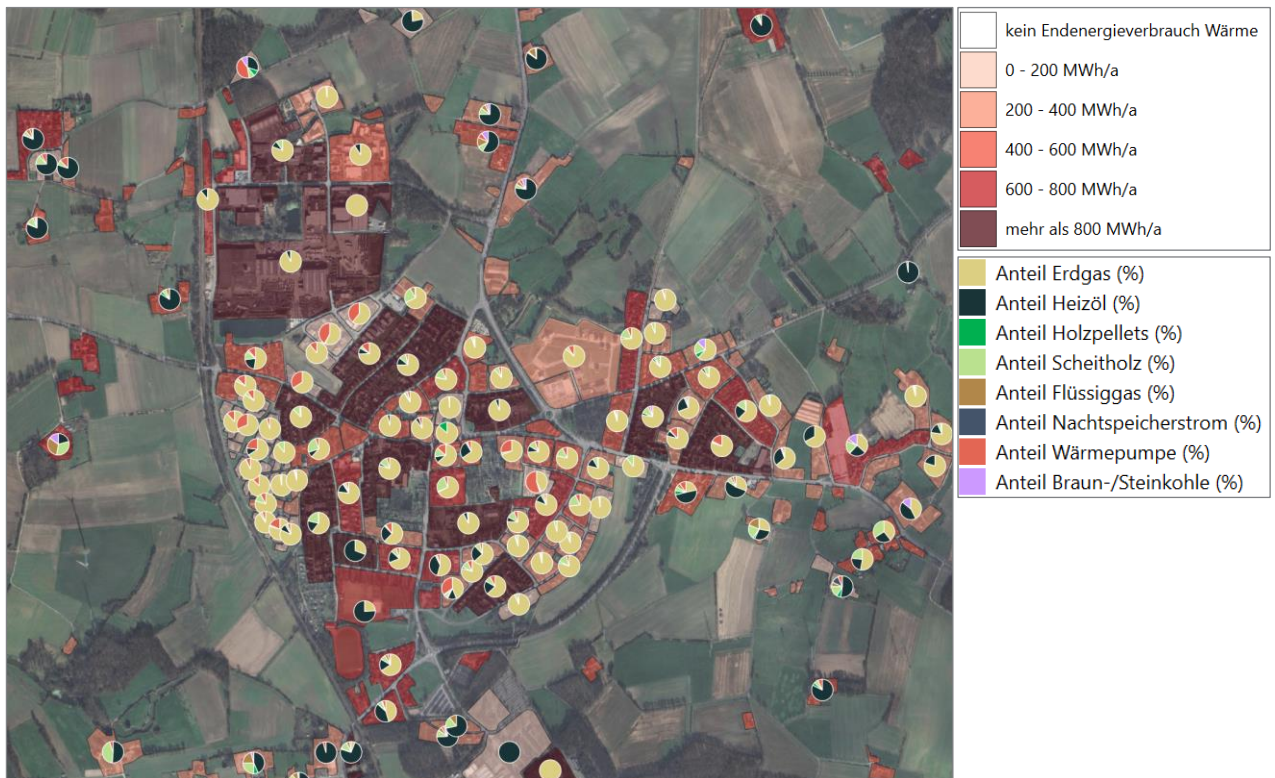


Abbildung 21: Anteil der Energieträger (Kreisdiagramme) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in MWh/a (rötliche Flächen) auf Baublock-Ebene in Selm-Bork (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

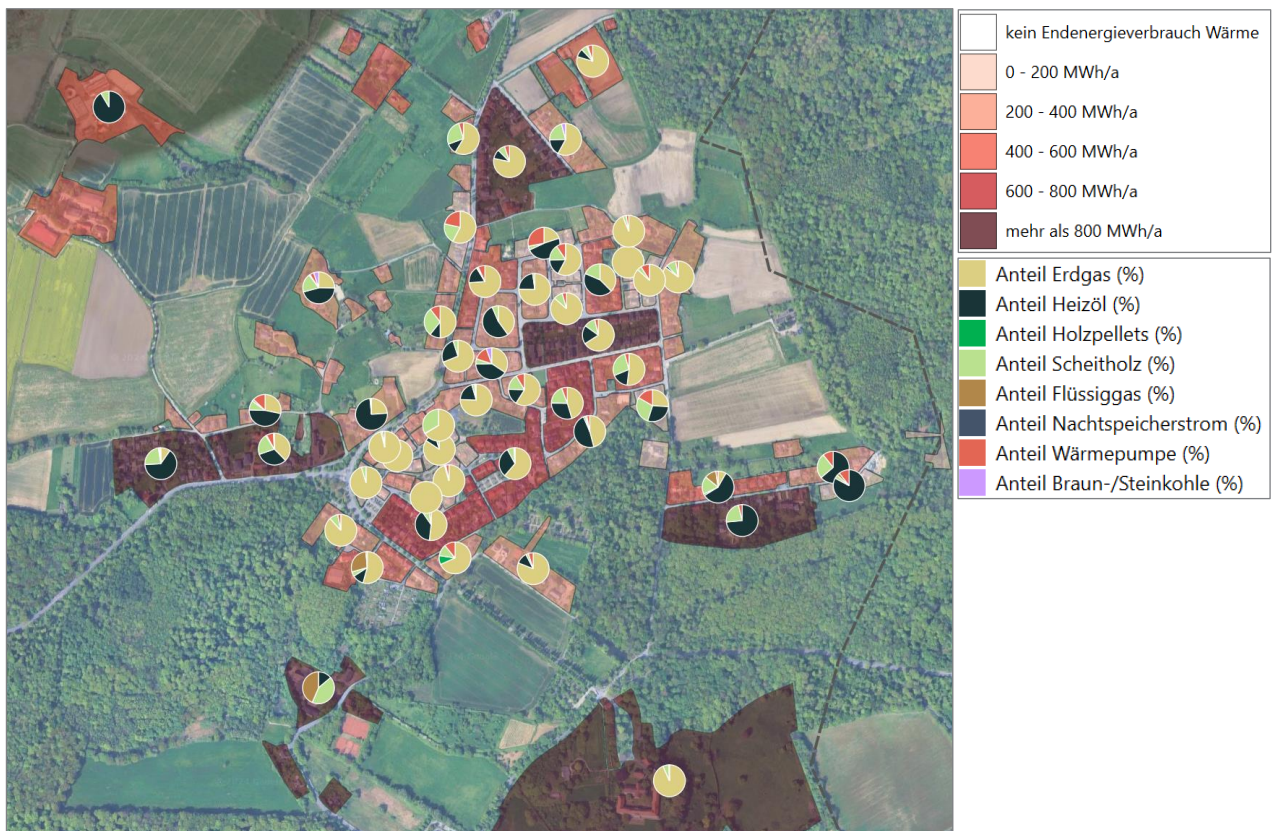


Abbildung 22: Anteil der Energieträger (Kreisdiagramme) am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in MWh/a (rötliche Flächen) in Selm-Cappenberg auf Baublock-Ebene (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

6.6 ERGEBNISSE: TREIBHAUSGASBILANZ

Da die Wärmeversorgung im Planungsgebiet bislang sehr stark von fossilen Energieträgern geprägt ist, werden in der Ausgangssituation noch große Mengen Treibhausgase emittiert. Insgesamt werden pro Jahr 69,45 Tausend Tonnen CO₂-Äquivalente (entspricht 69.448,27 tCO₂äq/a) ausgestoßen. Abbildung 23 zeigt, in welchem Maße die unterschiedlichen Energieträger an der Emission der Treibhausgase beteiligt sind.

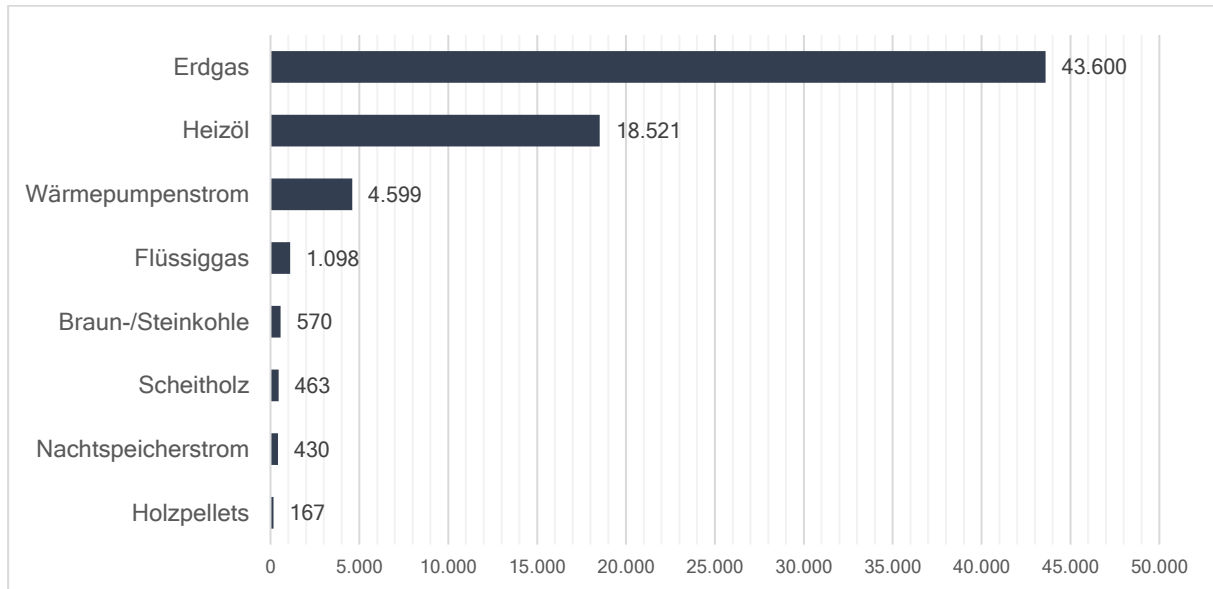


Abbildung 23: Jährliche Treibhausgasemissionen in Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (tCO₂äq/a) nach Energieträger (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger, RVR/Stadt Selm (Energie- und THG-Bilanz Selm 2012-2020), Statista 2024)

6.7 ERGEBNISSE: GROßVERBRAUCHER-ANALYSE

Als Großverbraucher gelten Wärmeabnehmer, die mindestens einen Verbrauch von 100.000 kWh/a besitzen. Im Planungsgebiet trifft dies für 153 Wärmeabnehmer zu, zu denen gesichert Gasverbräuche vorgelegen haben. Es handelt sich dabei entweder um Einzelgebäude oder um Gebäudegruppen, die als Mitversorgungsverbund zu sehen sind. Dabei gibt es meist ein Gebäude, welches wie eine Heizzentrale umliegende Gebäude oder Gebäudeteile mitbeheizt. Die Großverbraucher werden in Abbildung 24 baublockbezogen dargestellt. Baublöcke mit weniger als 5 Gebäuden oder Wohneinheiten wurden mit anderen Baublöcken zusammengefasst, damit keine Rückschlüsse auf einzelne Abnehmer möglich sind.

Weitere 125 Wärmeabnehmer sind potenzielle Großverbraucher, weil diese laut der angewendeten Wärmebedarfsberechnung (Gebäudetypologie-Methode) ebenfalls Wärmebedarfe von mehr als 100.000 kWh/a aufweisen dürften.

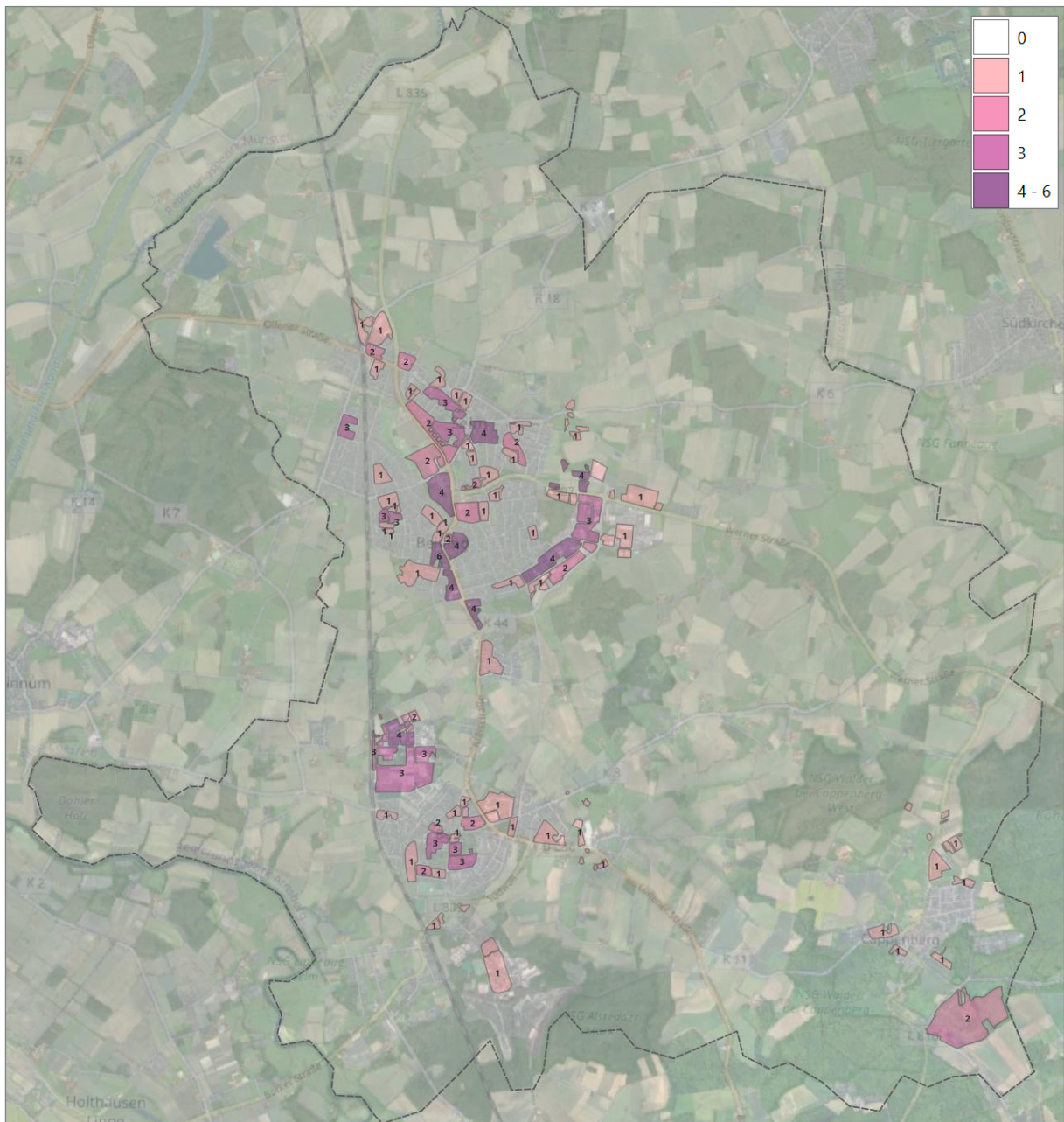


Abbildung 24: Großverbraucher-Anzahl auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH)

6.8 ERGEBNISSE: INFRASTRUKTUREN

WÄRMENETZE

Bisher werden im Planungsgebiet keine Wärmenetze betrieben oder entwickelt.

GASNETZE

Die Gasnetzinfrastruktur in Selm ist flächendeckend vorhanden. Abbildung 25 zeigt die Baublöcke, in denen sich Gebäude befinden, die an das Gasnetz angeschlossen sind. Zwischen und innerhalb der Baublöcke sind entsprechende Gasverteilnetze verlegt. Das Gasnetz umfasst inkl. der

Hausanschlussleitungen eine Gesamt-Trassenlänge von rund 166 km. Insgesamt gibt es 4.930 Gas-Hausanschlüsse.

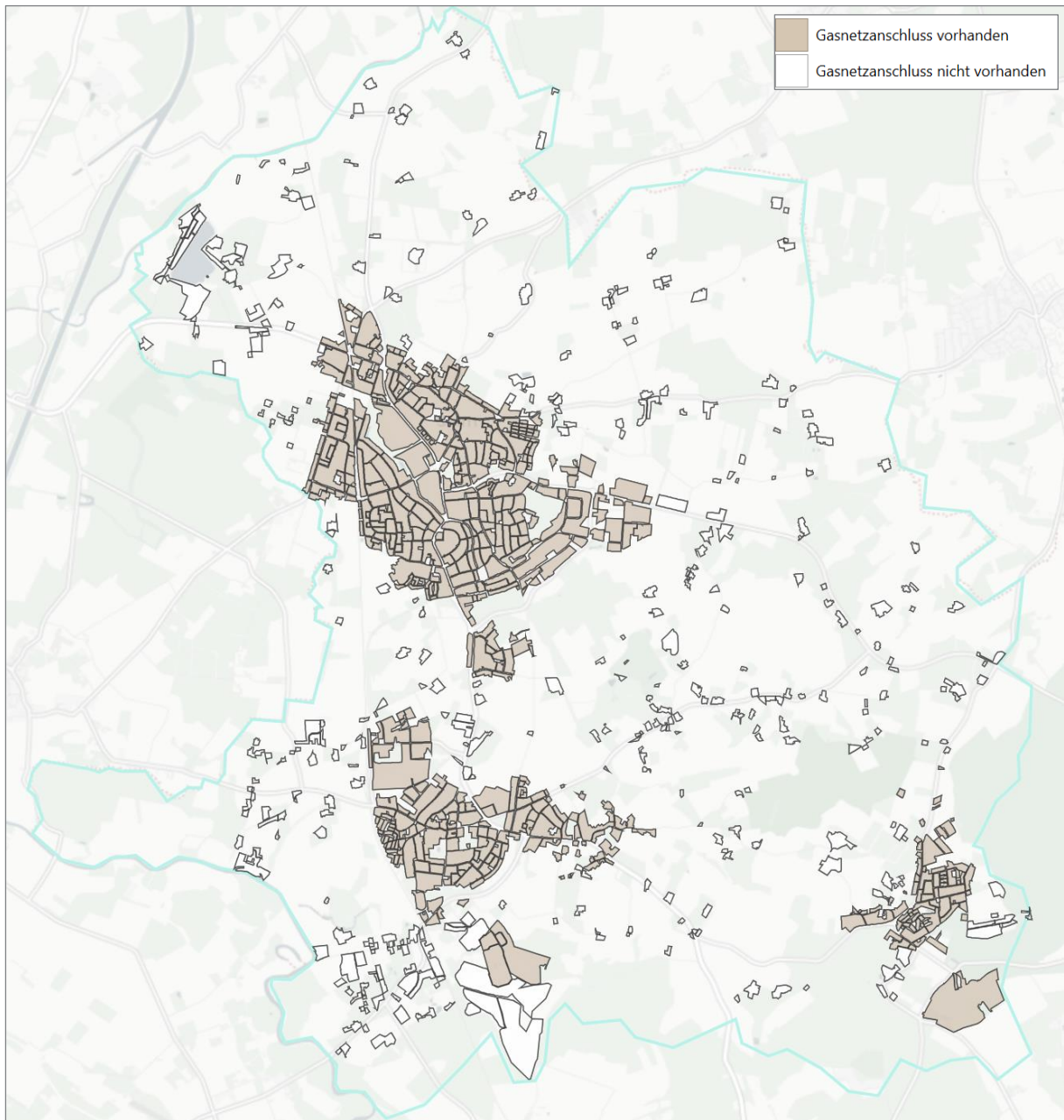


Abbildung 25: Baublöcke mit Gasnetzanschluss in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH)

Die Verlegung der Gasleitungen hat 1980 begonnen und die Mehrheit der Leitungen wurde 1990 verlegt (Median). Das Leitungsnetz wurde abschnittsweise erweitert (und ggf. erneuert), zuletzt im Jahr 2024. Der Median der nachträglichen Netzerweiterungen liegt bei 1996. Für die Auswertung wurde das in den Daten vorhandene Verlegejahr mit dem Jahr der Inbetriebnahme gleichgesetzt. Die Informationen sind im Detail der Abbildung 26 zu entnehmen.

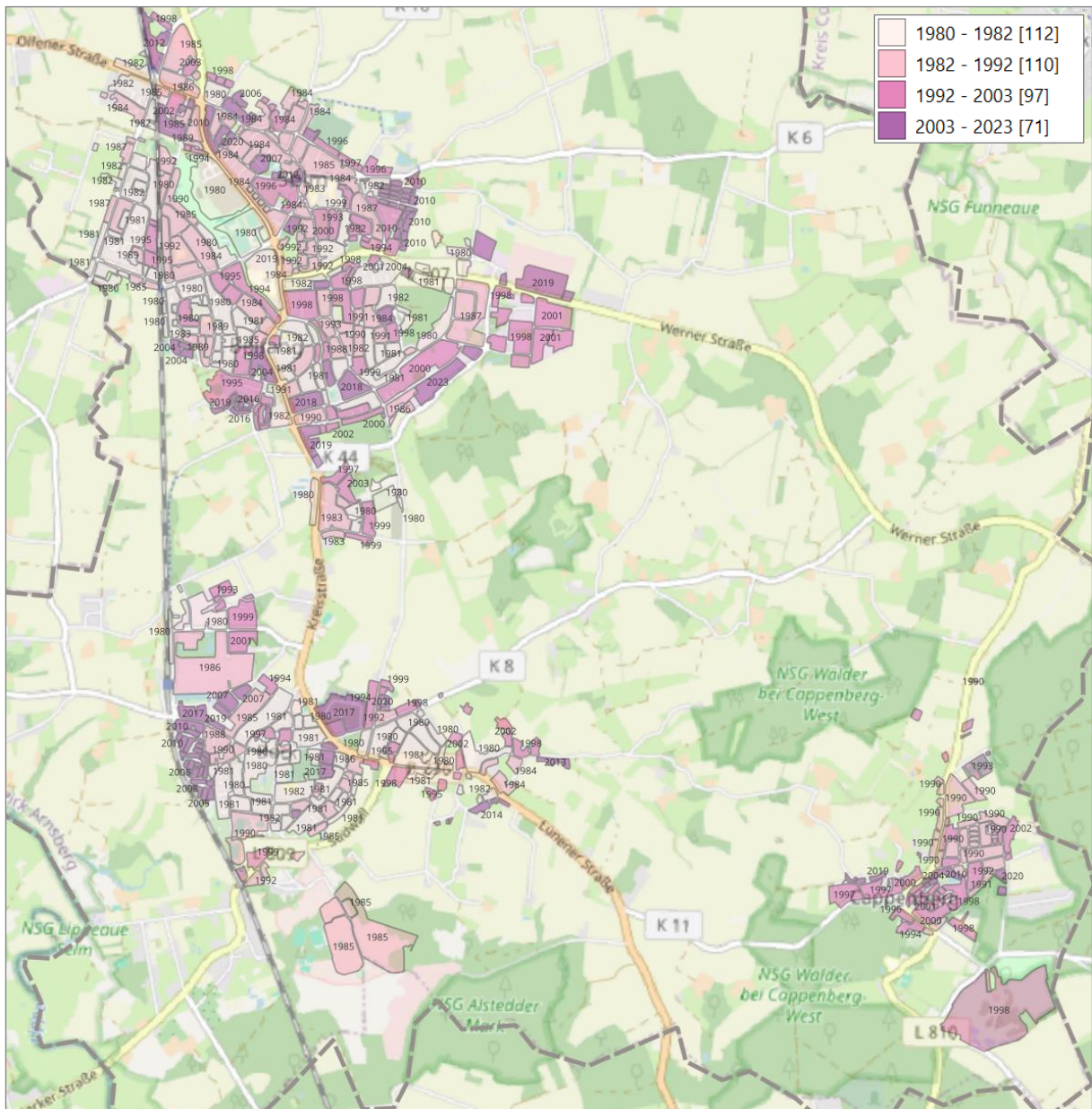


Abbildung 26: Verlege-/Inbetriebnahmejahr der Gasnetzleitungen auf Baublock-Ebene in Selm (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Darstellung unter Verwendung von: Gelsenwasser Energienetze GmbH)

ABWASSERNETZE

Abbildung 27 zeigt die Abwasserleitungen mit mindestens DN800, die Schmutzwasser abtransportieren. Diese geben Aufschluss über den Trockenwetterabfluss. Dementsprechend sind die vorhandenen Frisch- und Mischwasserleitungen sowie die Schmutzwasserleitungen mit weniger als DN800 nicht in der Karte abgebildet.

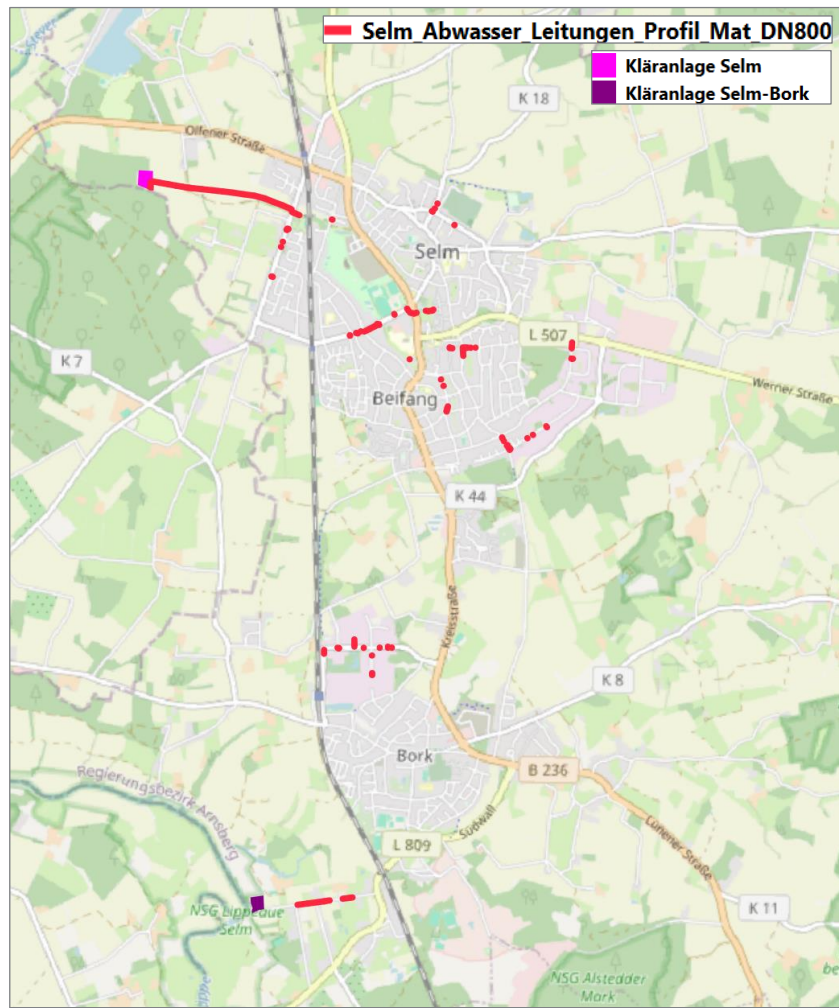


Abbildung 27: Abwasserleitungen für Trockenwetterabfluss >DN800

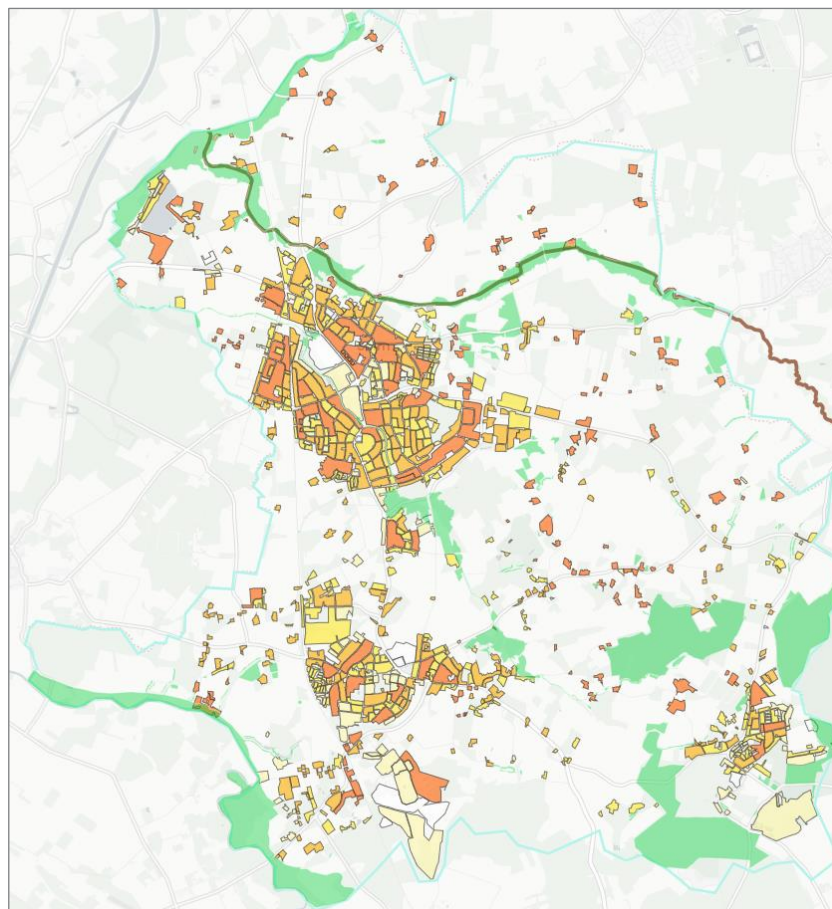


Abbildung 28: Übersicht Potenzialanalyse Selm (eigene Darstellung)

7.1 ZIELE UND METHODIK

ZIEL

In der Potenzialanalyse werden lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Strom- und Wärmequellen, Abwärmepotenziale sowie Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs ermittelt. Die Potenzialanalyse liefert einen Überblick, mit welchen Energiequellen in dem Zielszenario geplant werden kann. In Abhängigkeit der berücksichtigten Rahmenbedingungen der Analyse können ganz allgemein Potenziale vereinfacht in drei Kategorien eingeteilt werden: *Theoretisches Potenzial*, *Technisches Potenzial* und *Wirtschaftliches Potenzial* (vgl. Abbildung 29).

Das **theoretische Potenzial** beschreibt dabei, welche erneuerbaren Energien physikalisch vor Ort vorhanden sind und genutzt werden können und bildet somit ein theoretisches Maximum ab, das einerseits eine bessere Einordnung der untersuchten Potenziale erlaubt, andererseits auch gewährleisten soll, dass alle Potenziale in der Analyse untersucht werden, womit eine Vollständigkeit der Untersuchung gewährleistet wird. Beispielsweise umfasst das theoretische Biomassepotenzial Selms alle land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnisse des Stadtgebietes, ohne dabei zu berücksichtigen, dass ein großer Teil davon nicht zur Wärmeerzeugung genutzt werden kann oder sollte (vgl. VII 3. BIOMASSE).

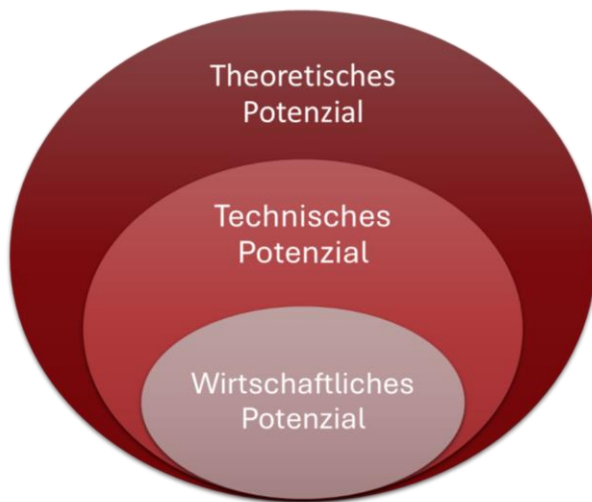


Abbildung 29: Potenzialebenen (eigene Darstellung)

Im **technischen Potenzial** sind dann noch die Potenziale enthalten, die so tatsächlich für eine erneuerbare Energieerzeugung vor Ort nutzbar wären. Dabei werden im Zuge dieser Analyse neben tatsächlichen technischen Restriktionen wie beispielsweise *nutzbaren Volumenströmen von Fließgewässern* auch andere Faktoren wie *Nähe zu einem potenziellen Wärmenetzgebiet* oder auch *Flächenkonkurrenz* berücksichtigt. Mit Ausweisen des technischen Potenzials kann die Potenzialanalyse der kommunalen Wärmeplanung als vollendet betrachtet werden. Die ausgegebenen Zahlenwerte der Potenzialanalyse sollten folgendermaßen interpretiert werden: Ist

das Potenzial einer bestimmten Quelle besonders hoch, so ist eine zukünftige Nutzung zur klimaneutralen Wärmeversorgung wahrscheinlicher bzw. sinnvoller, als wenn bereits im Vorfeld nur ein geringes oder eingeschränktes Potenzial ausgewiesen werden konnte. Das bedeutet, dass die dargestellten Werte in MWh/a nur eine Orientierung geben. Vielmehr sind die Größenordnungen sowie die -verhältnisse untereinander von Bedeutung.

Auf Grundlage der technisch verfügbaren Potenziale werden im Zielszenario die **wirtschaftlichen Potenziale** bestimmt. Diese stellen dar, welche Maßnahmen tatsächlich sinnvoll und finanzierbar sind.

Übergeordnet lässt sich die vorliegende Untersuchung in drei Kategorien einteilen. Die Untersuchung **erneuerbarer Strom- und Wärmequellen** bildet dabei ab, welche Möglichkeiten vorhanden sind, durch aktive Maßnahmen eine erneuerbare Erzeugung vor Ort umzusetzen. Diese Kategorie umfasst dabei den größten Teil der Potenzialanalyse, in der viele unterschiedliche Quellen untersucht werden. **Unvermeidbare Abwärme** beispielsweise aus Industrie oder Gewerbe vor Ort bildet die zweite Gruppe der untersuchten Potenziale. Diese Potenziale können, falls vorhanden, genutzt werden, ohne dass dafür andere Quellen erschlossen werden müssen. Die dritte Kategorie umfasst die **Senkung der Wärmebedarfe** vor Ort in Folge von Sanierungen. Diese Gruppe kann nicht direkt beeinflusst werden und kann daher nur einen Indikator liefern, welche zukünftigen Bedarfe zu erwarten sind.

VORGEHEN

Die vorliegende Analyse wurde primär anhand von Geodaten, Absprachen mit Stakeholdern vor Ort sowie technischen Kalkulationen durchgeführt.

- **Erneuerbare Strom- und Wärmequellen:** Die Bewertung der erneuerbaren Potenziale ist ein wesentlicher Baustein für eine realistische Wärmeplanung. Zunächst werden daher die Aktualität, Eignung und Datengüte vorhandener Potenzialkarten geprüft. Das umfasst aktuell vorhandene Klimaschutzkonzepte genauso wie bestehende Flächennutzungspläne und verfügbare Kataster. Auch vorhandene Projektpläne der Stadt Selm werden in dieser Phase aufgegriffen. Die Analyse findet dabei in Anlehnung an etablierte Leitfäden und Erfahrungswerten anhand aktueller Kriterien, Annahmen und Daten je nach Potenzial gebäude- bzw. flächenscharf statt. Simultan dazu findet bei den flächigen Potenzialen (PV-Freifläche, Windkraft, Biomasse etc.) eine Verschneidung zahlreicher Geodaten, u. a.

Landnutzung, Naturschutz- und weitere Ausschlussgebiete mit anderen einschränkenden Kriterien statt, die durch die jeweiligen Technologien gegeben sind. Im Anschluss werden Flächen durch anonymisierte Raster ersetzt und Gebäude zu Baublöcken zusammengefasst. Die ausgewiesenen Potenziale können damit Datenschutzkonform der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Folgende Elemente wurden dabei untersucht:

- Flächenscreening: Ausschlussflächen, städtische Flächen, Landwirtschaftsflächen
- Erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung: Geothermie, Solarthermie, Biomasse, Abfall- und Reststoffe, verschiedene Wärmequellen (für Wärmepumpen), Grüner Wasserstoff
- Erneuerbare Stromquellen für Wärmeanwendungen: Photovoltaik, Windkraft
- **Unvermeidbare Abwärmepotenziale:** Das Abwärmepotenzial in Gewerbe- und Industriebetrieben wurde in zwei Schritten untersucht. Im Rahmen einer Stakeholderanalyse unter Beteiligung der Stadt Selm wurden im ersten Schritt alle relevanten Unternehmen identifiziert, die mögliche Abwärmepotenziale besitzen. Über einen Fragebogen wurden diese dann kontaktiert und die Rückmeldungen entsprechend verarbeitet.
- **Senkung Wärmebedarf:** Das Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs durch Sanierung oder anderweitiger Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz wird unter Anwendung etablierter Studien und Verwendung der Gebäudemerkmale (Baujahr, Gebäudetyp etc.) gebäudescharf simuliert. Dabei werden Sanierungswahrscheinlichkeiten und -raten berücksichtigt und historische Untersuchungen in die Zukunft projiziert. Als Ergebnis können damit Wärmebedarfsentwicklungen und damit erwartete Wärmebedarfe für jedes Stützjahr ausgewiesen werden.

ERGEBNIS

Im Ergebnis werden sowohl die theoretischen als auch die technischen Potenziale quantifiziert, die durch die jeweiligen Teilaspekte der oben genannten Kategorien gegeben sind. An Stellen, an denen keine Potenziale identifiziert werden konnten, wird entsprechend darauf hingewiesen und eine Begründung in Textform vorgenommen. Dort wo Potenziale ausgewiesen werden konnten, werden diese (sofern möglich) räumlich differenziert in einem GIS-System dargestellt, in dem auch die entsprechend berechneten Zahlenwerte hinterlegt sind. Es wird dabei aus Datenschutzgründen darauf geachtet, dass sowohl bei privaten Gebäuden als auch bei Flächen keine direkte Zuordnung möglich ist. Ausschnitte aus dieser Darstellung werden zusammen mit der Berechnungsmethodik und den berechneten Werten im Rahmen dieses Berichts dargestellt.

7.2 DATENGRUNDLAGEN

Die Grundlage für die Analyse und die Identifikation von Potenzialen bilden verschiedene Datenquellen und Methoden. Dabei wurden unter anderem Katasterdaten und frei verfügbare Geodaten des Landes Nordrhein-Westfalen genutzt, wie das Solarkataster, das Geothermiekataster, das Wärmekataster sowie Daten zu landwirtschaftlichen Flächen und potenziellen Windenergieflächen. Diese Daten bieten die Grundlage, um bestehende und potenzielle Ressourcen systematisch zu erfassen. Zusätzlich wurden in persönlichen Gesprächen mit Expert*innen und Verantwortlichen der Stadt Selm spezifische oder vertiefende Informationen zu diversen Themenbereichen erlangt. Ein weiterer

Bestandteil der Analyse war ein Fragebogen, der sich auf die Erfassung unvermeidbarer Abwärmquellen konzentrierte. Die Ergebnisse aus der Bestandsanalyse lieferten eine detaillierte Grundlage zur Identifikation von Potenzialen, mit deren Hilfe der Energiebedarf gezielt gesenkt werden kann.

7.3 ERGEBNISSE: ERNEUERBARE STROM- UND WÄRMEQUELLEN

7.3.1 Flächenscreening

Dieser Prozess dient dazu, Flächen zu identifizieren, die für den Ausbau erneuerbarer Energien oder die Erschließung erneuerbarer Wärmequellen genutzt werden können. Dabei müssen verschiedenen Restriktionen und Nutzungskonflikte berücksichtigt werden. Eine Vielzahl von Flächen ist aufgrund gesetzlicher und naturschutzrechtlicher Vorgaben entweder **vollständig** oder **teilweise** für die Nutzung eingeschränkt.

Eine Nutzung ist vollständig ausgeschlossen, wenn es sich um Wasserschutzflächen, Naturschutzgebiete, Flora-Fauna-Habitate, Überschwemmungsgebiete oder Vergleichbare handelt. Auch nehmen Landschaftsschutzgebiete einen großen Teil des Stadtgebiets ein, wie in Abbildung 31 zu sehen ist. Hierbei besteht jedoch die Möglichkeit, dass diese durch die zuständigen Naturschutzbehörden für spezielle Nutzungen, wie Freiflächen-Photovoltaik oder Solarthermie, umgewidmet werden können. Hierbei sind bauplanerische Verfahren erforderlich, die eine genaue Abwägung der ökologischen und wirtschaftlichen Interessen beinhalten ([Quelle](#)). Für die vorliegende Untersuchung wird angenommen, dass vollständig geschützte Bereiche stets ausgeschlossen werden, Landschaftsschutzgebiete allerdings theoretisch verfügbar sind.

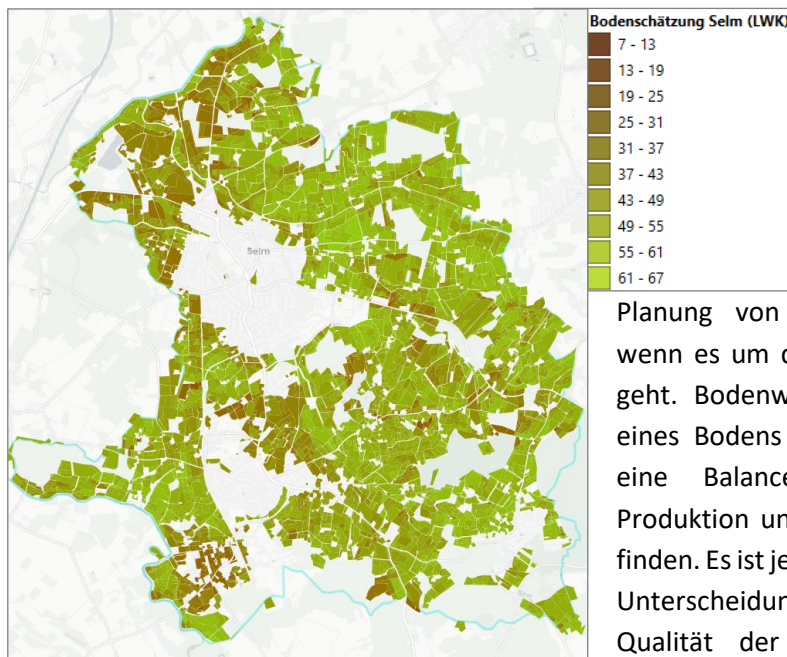


Abbildung 30: Bodenschätzung Stadt Selm (eigene Darstellung auf Basis von Daten der LWK)

Landwirtschaftlich genutzte Flächen bieten ebenfalls Potenziale, wobei der Bodenwert ein entscheidendes Kriterium für die Ertragsqualität ist. Die Berücksichtigung dieser ist ein wesentlicher Bestandteil bei der

Planung von Flächennutzungen, insbesondere wenn es um den Ausbau erneuerbarer Energien geht. Bodenwerte spiegeln die Ertragsfähigkeit eines Bodens wider und helfen, bei Planungen eine Balance zwischen landwirtschaftlicher Produktion und alternativen Nutzungsformen zu finden. Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass diese Unterscheidung keinesfalls die Bedeutung oder Qualität der landwirtschaftlichen Arbeit auf Flächen mit niedrigeren Bodenwerten mindern soll. Angelehnt an §2 Photovoltaik Freiflächenverordnung des Landes NRW ([Quelle](#))

wurden landwirtschaftliche Flächen mit einem Bodenwert **höher als 55** von einer Umnutzung im Vorfeld ausgeschlossen. Grundlage hierfür und auch für weitere Untersuchungen, bei denen der

Bodenwert von Interesse ist, ist die Bodenschätzung der Landwirtschaftskammer (LWK) der Stadt Selm, die uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde. In der Regel muss weiterhin die **Hangneigung** berücksichtigt werden, wenn man Freiflächenpotenziale bewerten möchte. Für die betrachteten Flächen wurden dabei keine Probleme aufgrund zu steiler Flächen identifiziert.

Ebenfalls Bestandteil des Flächenscreenings ist die Identifikation und Bewertung städtischer Flächen. Diese spielen in dem Kontext eine Rolle, da sie in der Regel einfacher zugänglich, rechtlich weniger restriktiv und mit einer erhöhten regionalen Wertschöpfung verbunden sind. Sie können etwa für zentrale Infrastrukturen wie Heizhäuser, Speicherlösungen oder auch kleinere Energieerzeugungsanlagen genutzt werden.

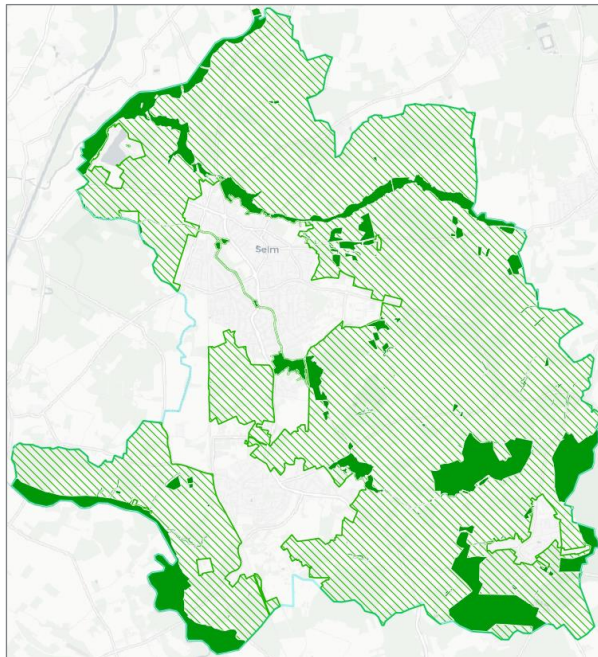


Abbildung 31: Flächenscreening Selm: Ausschlussflächen (grün gefärbt), Landschaftsschutzgebiete (grün gestrichelt) (eigene Darstellung)

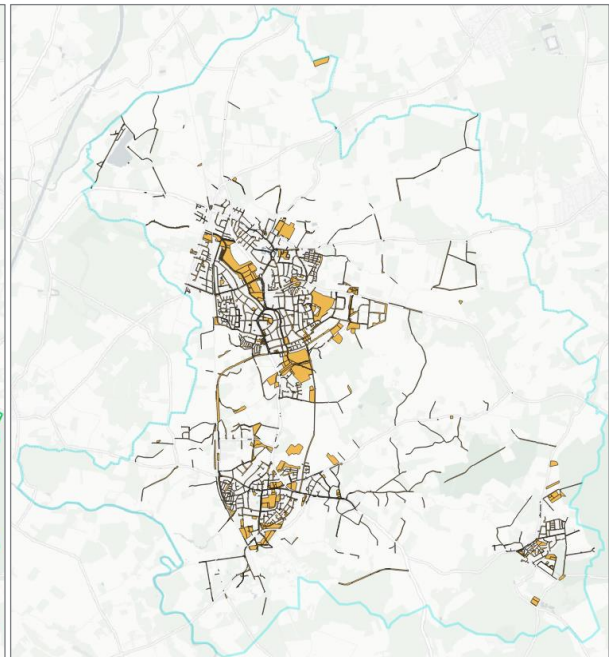
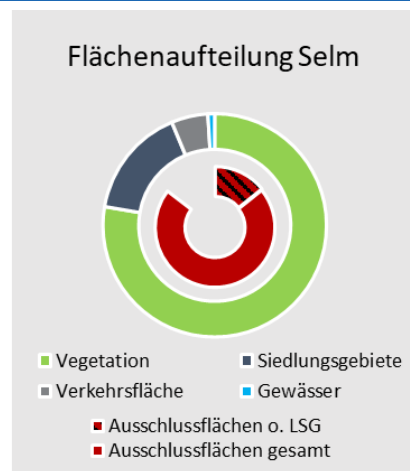


Abbildung 32: Flächenscreening Selm: städtische Flurstücke (gelb) (eigene Darstellung)

Die Aufteilung der Flächen ist nachfolgend nochmal im Detail aufgeschlüsselt:

Tabelle 1: Flächenverteilung Selm (eigene Berechnungen)

Position	Fläche km ²	in	Anteil	in
			%	%
Gemeindefläche gesamt	60,4 km ²		100 %	
Siedlungsgebiet	9,7 km ²		16 %	
Verkehrsflächen	3,2 km ²		5 %	
Gewässer	0,6 km ²		1 %	
Vegetation	47,0 km ²		78 %	
Ausschlussflächen gesamt	51,6 km ²		85 %	
Ausschlussflächen o. LSG	8,6 km ²		14 %	



7.3.2 Geothermie

Die Betrachtung der geothermischen Potenziale lässt sich für die Stadt Selm grob in mehrere Teilaspekte gliedern: Die tiefe und mitteltiefe Geothermie, die Nutzung von Grubenwasser, sowie die oberflächennahe Geothermie mit Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden.

TIEFE UND MITTELTIEFE GEOTHERMIE

Von mitteltiefer bis tiefer Geothermie wird in der Regel gesprochen, wenn eine Wärmequelle tiefer als etwa 400m erschlossen wird. Es handelt sich dabei um Erdbohrungen, die entweder als Sonden-Systeme (ein Bohrloch, aus dem Wärme entnommen und kältere Temperaturen wieder zurückgeführt werden) oder als Dubletten (zwei Bohrlöcher, in dem eines zur Entnahme und eines zur Rückführung genutzt wird) umgesetzt werden. Eine Abschätzung der vorhandenen Potenziale ist grundsätzlich nur möglich, wenn vor Ort bereits Untersuchungen angestellt wurden. Erste Abschätzungen könnten mithilfe von Vorerkundungen und Modellen vorgenommen werden, wie sie derzeit durch den geologischen Dienst NRW durchgeführt werden (<https://geowaerme.nrw.de/>). Für das Stadtgebiet Selm sind zum Zeitpunkt der Potenzialanalyse noch keine Ergebnisse veröffentlicht, was eine Bewertung der Potenziale im Rahmen der Wärmeplanung erheblich erschwert.

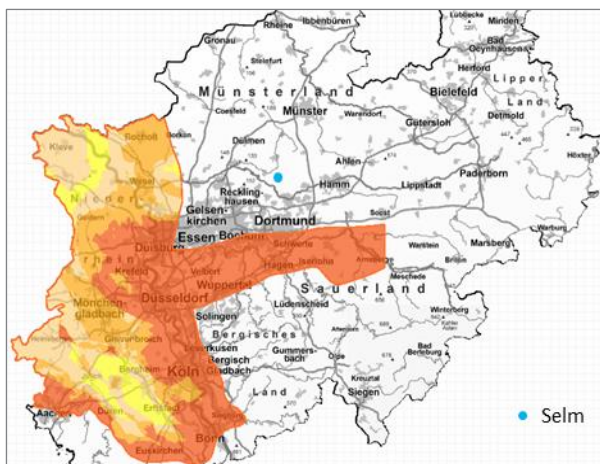


Abbildung 33: Veröffentlichte Geodaten für mitteltiefe Geothermie (www.geothermie.nrw.de)

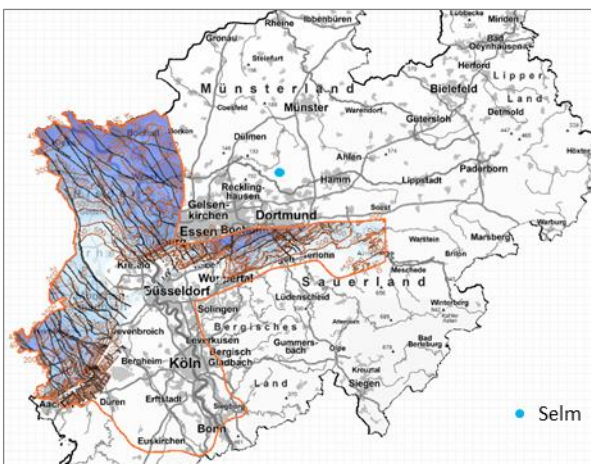


Abbildung 34: Veröffentlichte Geodaten für tiefe Geothermie (www.geothermie.nrw.de)

Ohne Daten, die alternativ zu den geologischen Erkundungen erst durch kostspielige Probebohrungen gewonnen werden können, können Potenziale nur abgeschätzt werden. Ein Indikator kann dabei die geschätzte Bodentemperatur sein, die über das geothermische Informationssystem [Geotis](https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php) (<https://www.geotis.de/geotisapp/geotis.php>) abgerufen werden kann:

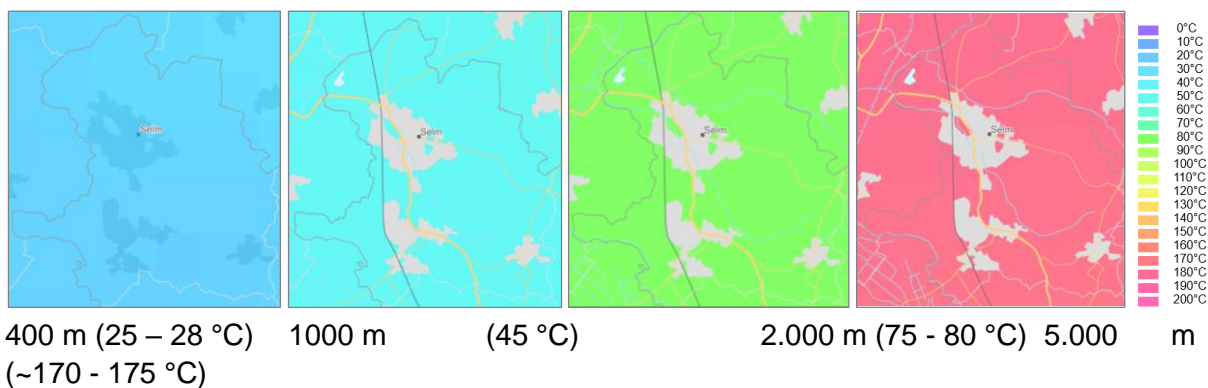


Abbildung 35: Bodentemperaturen unterschiedlicher Tiefen (GeotIS)

Auch wenn sich damit nun anhand der Temperaturen unter der Annahme gewisser Förderraten nun Potenziale ableiten lassen, sollte zuvor der tatsächliche Mehrwert einer solchen Untersuchung, die unter großen Unsicherheiten durchgeführt wird, hinterfragt werden.

Aus diesem Grund wurde eine vorausgehende Untersuchung anhand dem theoretischen Wärmenetzgebiet und den daraus resultierenden Wärmebedarfen (Bestandsanalyse) durchgeführt,

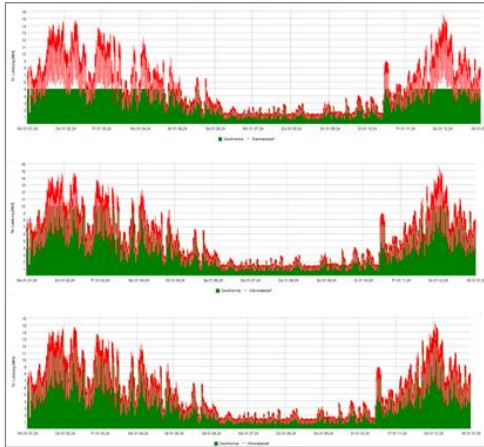


Abbildung 36: Standardlastprofile mit geothermischer Erzeugung in drei Fällen (eigene Darstellung)

ob eine Nutzung sinnvoll sein kann. Dabei werden drei Fälle betrachtet, die sich durch ihre Geothermie-Leistung unterscheiden: 5 MW, 10 MW und 15 MW. Typischerweise werden tiefengeothermische Anlagen ab 10-15 MW installiert, kleinere Anlagen sind ebenfalls möglich, jedoch schwerer wirtschaftlich abzubilden. Als Kriterium der Untersuchung wurden die theoretischen Volllaststunden ausgewertet, da (mittel-) tiefe Geothermie in der Regel zur Grundlastenergie genutzt werden: Wenn Anlagen weniger als 6.000 Stunden im Jahr laufen, ist das Projekt wirtschaftlich nicht darstellbar. Über Standardlastprofile, wie in Abbildung 36 gezeigt, konnte eine einfache Untersuchung mit dem Simulationstool energyPRO durchgeführt werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 gezeigt:

Tabelle 2: Simulationsergebnisse Volllaststunden Geothermie in drei Fällen

	Gesamt- bedarf	Geothermie- leistung	Ergebnis Volllast-Stunden	Einschätzung
Fall A	42 GWh	5 MW	6.025 h	Geringe Größe, knappe Zielerreichung
Fall B	42 GWh	10 MW	4.050 h	Nicht wirtschaftlich darstellbar
Fall C	42 GWh	15 MW	2.812 h	

Eine Nutzung würde sich nur unter besonderen Voraussetzungen wirtschaftlich abbilden lassen, was wiederum kostspielige vor-Ort Bohrungen zur Folge hätte. Für das untersuchte Gebiet wird davon abgeraten, da der voraussichtliche Wärmeabsatz nicht groß genug für typische Anwendungen ist. Daher wird für die Potenzialstudie weder ein theoretisches noch ein technisches Potenzial zur mittleren bzw. tiefen Geothermie ausgewiesen.

GRUBENWASSER

Grubenwasser, das in stillgelegten Bergwerken anfallende Wasser, besitzt aufgrund seiner Temperatur und Verfügbarkeit ein gutes Potenzial für die geothermische Nutzung. Je nach Tiefe und geologischen Bedingungen können Temperaturen zwischen 20 und 30 °C erreicht werden. Diese Wärme lässt sich mittels Wärmepumpen effizient für Heizzwecke nutzen. Beispielsweise wird in Bochum das

Grubenwasser der ehemaligen Zeche Dannenbaum aus etwa 800 Metern Tiefe gefördert und zur Wärmeversorgung eingesetzt ([Quelle](#), [Quelle](#))¹.

Mit der Zeche Hermann liegt im Stadtgebiet von Selm eine stillgelegte Zeche, in der von 1907 bis 1927 Kohle gefördert wurde. Somit liegt es nahe, eine mögliche Nutzung zu untersuchen. Einer Auskunft der Bezirksregierung Arnsberg zur Folge gibt es zwei Schächte (vgl. Abbildung 37). Im Jahr 2022 wurden die Schächte verfüllt, um potenzielle Gefährdungen zu beseitigen. Es wurde ein schwimmendes Widerlager aus Schaumglas eingebracht und darüber Füllsäulen aus kohäsivem Verfüllbaustoff hergestellt. In beiden Schächten wurden die oberen Baugrubenbereiche mit Bodenmaterial aufgefüllt. Die Schächte gelten nun als sicher, solange die Füllsäulen nicht abgegraben oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.

Tabelle 3: Grubenschächte Zeche Hermann V

	Schacht 1 (9308/TÖB)	Schacht 2 (9309/TÖB)
Position	Ost: 395075 Nord: 5727563	Ost: 395011 Nord: 5727520
Art Grubenbau	seigerer Schacht	seigerer Schacht
Abmessungen	rund, 6,5 m Durchmesser	rund, 6,5 m Durchmesser
Teufe	1078 m	954 m
Ausbau	Mauerwerk, 1,00 m Ausbaudicke	Mauerwerk, 1,00 m Ausbaudicke
Tiefe Widerlager	-292 m bis -211,5 m	-291 m bis -216 m
Tiefe Verfüllbaustoff	-211,5 m bis -1,7 m	-216 m bis -1,9 m

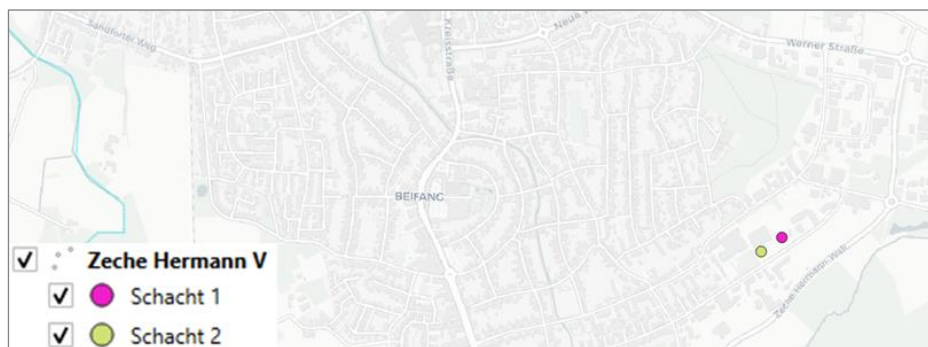


Abbildung 37: Zeche Hermann V: Position der Schächte in Selm Beifang (eigene Darstellung)

Da die Schächte vollständig verfüllt wurden, ist eine geothermische Nutzung des Grubenwassers theoretisch nicht ausgeschlossen, würde jedoch einen erheblichen technischen und finanziellen Aufwand erfordern. Eine Wiedererschließung der Schächte würde bedeuten, die Verfüllsäulen zu entfernen und den Zugang zum Grubenwassersystem neu herzustellen, was mit großen Unsicherheiten und Risiken verbunden wäre. Angesichts der umfangreichen Sicherungsmaßnahmen und der fehlenden praktischen Erfahrungen erscheint eine solche Nutzung in der Praxis jedoch äußerst

¹ Auch in den Umsetzungsbeispielen des Bundesverbands Geothermie ist die kleinste Grubenwasseranlage mit 15,7 MW_{th} angegeben, was die Betrachtung unterstreicht, dass solche Konzepte erst ab einer gewissen Größenordnung wirtschaftlich umgesetzt werden können.

unwahrscheinlich, weshalb das Potenzial für Grubenwasser sowohl theoretisch als auch technisch mit Null bewertet wurde.

OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE: ERDWÄRMEKOLLEKTOREN

Die Nutzung von Erdwärmekollektoren bietet eine Möglichkeit, oberflächennahe Geothermie für die Wärmeversorgung zu erschließen. Dabei wird die potenzielle Energiegewinnung stark durch die Bodenbeschaffenheit beeinflusst. Eine erste Abschätzung der möglichen Erträge erfolgte basierend auf Daten des Online-Katasters des geologischen Dienstes NRW ([Geothermie NRW](http://www.geothermie.nrw.de)). Hierbei wurden fünf unterschiedliche Bodenzonen identifiziert, von denen zwei (Abbildung 39: grau und blau) aufgrund ihrer Eigenschaften für eine Nutzung ausgeschlossen sind.

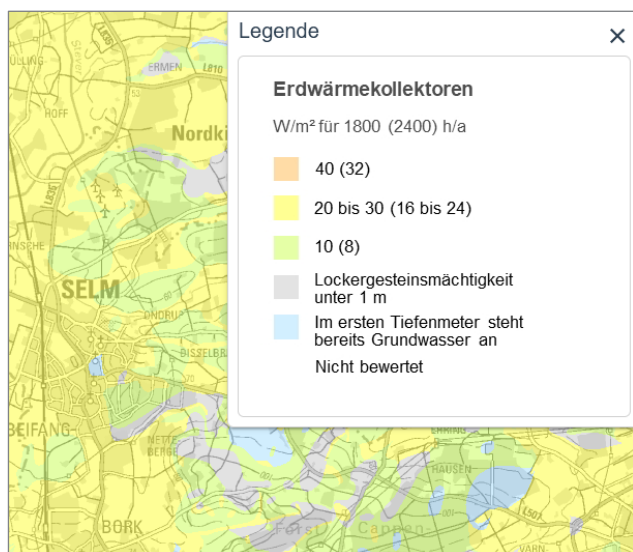


Abbildung 38: Potenziale für Erdwärmekollektoren. Auszug aus dem Kataster (www.geothermie.nrw.de)

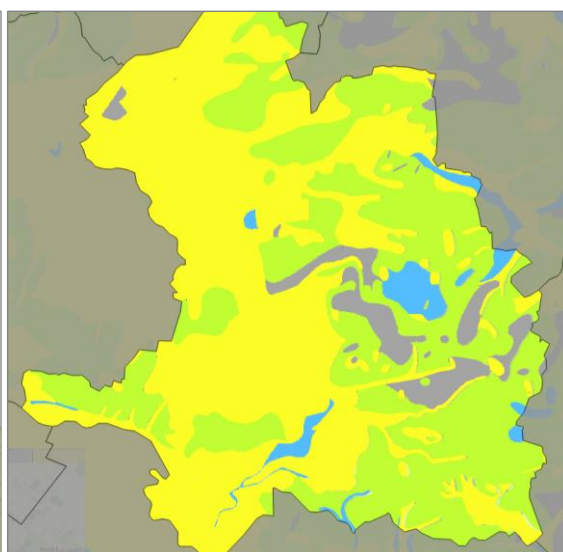


Abbildung 39: Potenziale für Erdwärmekollektoren. Importierte GIS-Daten (eigene Darstellung)

Für die Wärmeplanung wird empfohlen, sich bei der Flächensuche auf Grundstücke mit Garten (dezentrale Lösungen) oder Randgebiete von Siedlungen (zentrale Lösungen) zu konzentrieren. Dabei liegt der Fokus dieser Untersuchung primär auf Freiflächen, die sich für die Einbindung in ein Wärmenetz oder für Quartierslösungen bspw. für kalte Nahwärmenetze eignen. Individuelle Potenziale auf einzelnen Grundstücken werden als weniger priorisiert eingestuft, da einer Erschließung stets individuelle Entscheidungen zugrunde liegen.

Die Annahme, dass Erdwärmekollektoren in etwa 1,5 Meter Tiefe eingebracht werden, dient als Grundlage für die Potenzialabschätzung. Dabei können je nach Bodenbeschaffenheit Erträge zwischen 20 und 30 W/m² erzielt werden (vgl. Abbildung 38). Für die Bewertung der theoretisch und technisch verfügbaren Potenziale sollten die untersuchten Flächen maximal 1 km von bestehenden oder geplanten Netzgebieten entfernt liegen. Technisch macht eine Nutzung nur auf Böden Sinn, die einen Bodenwert von weniger als 35 aufweisen und als Grünflächen klassifiziert sind, da diese durch die Installation der Kollektoren nicht negativ beeinflusst werden. Mit weiteren Annahmen zu Belegungsfaktor, jährlichen Volllaststunden und Jahresarbeitszahl der verwendeten Wärmepumpe(n) können damit folgende Potenziale bestimmt werden:

Tabelle 4: Potenzialermittlung Erdwärmekollektoren

Parameter	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
	Wert Einheit	Wert Einheit
Verfügbare Fläche	813 ha	52ha
Belegungsfaktor	0,8 m ² /m ²	0,8m ² /m ²
tats. Verfügbare Fläche	650 ha	52ha
Möglicher Ertrag	23 W/m ²	26W/m ²
Umweltleistung	150 MW	11MW
Volllaststunden	2.400 h	2.400h
Umweltwärme	360.000 MWh	26.400MWh
JAZ-Wärmepumpe	3,5	3,5
Wärmearbeit	463.000 MWh	34.000 MWh

Mit einem technischen Potenzial von etwa 34 GWh im Jahr, ist der Einsatz von Erdwärmekollektoren in Selm grundsätzlich für Quartiersversorgungen zu empfehlen. Eine direkte Einbindung in ein Wärmenetz wäre dabei eine Möglichkeit, allerdings könnte diese Form der Wärmequelle insbesondere für Wohnquartiere an Randgebieten attraktiv sein, die sich beispielsweise über kalte Nahwärme und dezentrale Wärmepumpen versorgen. Auch für Cappenberg oder Bork wäre eine Nutzung von Vorteil, da hier die Wahrscheinlichkeit eines großen durchgehenden Wärmenetzes geringer ist und teilzentrale Lösungen (Quartierslösungen) ein Weg der klimaneutralen Wärmeversorgung sein könnten. Bei der Erschließung von flächengebundenen Wärmequellen spielt grundsätzlich die Nutzungskonkurrenz zu landwirtschaftlicher Nutzung eine große Rolle. Im Fall von Kollektoren ist dies allerdings untergeordnet, da Grünflächen (z. B. Weideland) nach dem Einbau weiter genutzt werden kann.

OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE: ERDWÄRMESONDEN

Erdwärmesonden bieten eine effiziente Möglichkeit, tieferliegende geothermische Energiequellen für die Wärmeversorgung zu erschließen. Die Berechnung ihres tatsächlichen Potenzials ist komplex und hängt von einer Vielzahl von Parametern ab, darunter die Anzahl der anderen Sonden in einem Gebiet, die spezifischen Boden- und Gesteinseigenschaften sowie die Bohr- und Installationsmöglichkeiten. Zur Vereinfachung wird häufig die Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds als Basis für die Potenzialabschätzung genutzt.

Gemäß den Vorgaben des LANUV müssen bei der Planung von Erdwärmesonden bestimmte Abstände eingehalten werden ([LANUV](#)). Zu Grundstücksgrenzen sollten diese in der Regel zwischen 3 und 5 Metern betragen, während der Abstand zwischen den Sonden mindestens 6 Meter, idealerweise jedoch 10 Meter, betragen sollte. Diese Vorgaben dienen dazu, mögliche thermische und mechanische Wechselwirkungen zu minimieren und die Effizienz der Systeme zu gewährleisten. Auch müssen bei der Planung von Erdwärmeeinrichtungen wasser- und bergrechtliche Vorgaben berücksichtigt werden. Eine wasserrechtliche Erlaubnis der zuständigen Unteren Wasserbehörde ist erforderlich, insbesondere bei Anlagen, die Erdwärme auf demselben Grundstück gewinnen und nutzen. Diese Behörde kann spezifische Auflagen erteilen, um den Schutz des Grundwassers zu gewährleisten. Bohrungen, die tiefer als 100 Meter reichen, müssen der Bergbehörde gemeldet werden. Für Anlagen, bei denen die

Erdwärme nicht auf demselben Grundstück genutzt wird, ist eine bergrechtliche Genehmigung erforderlich. Zuständig ist die Bezirksregierung Arnsberg, die dabei die Untere Wasserbehörde einbindet.

Die Berechnung dezentraler Potenziale, insbesondere in bebauten Gebieten, ist oft mit Unsicherheiten behaftet, da die tatsächliche Machbarkeit von Bohrungen und Installationen erst vor Ort geprüft werden kann. Daher liegt der Fokus bei der Analyse auf Freiflächenpotenzialen. Um die Erträge flächengenau abschätzen zu können, wurde auch für die Sonden auf die Daten des Online-Katasters des geologischen Dienstes NRW ([Geothermie NRW](http://www.geothermie.nrw.de)) zurückgegriffen. Für Sonden auf 100 Metern Tiefe zeigen die Katasterwerte Wärmeleitfähigkeiten zwischen 2,0 und 2,3 W/m·K (Abbildung 40). Das bedeutet bei einer Temperaturdifferenz von 10 K eine mittlere Leistung von etwa 2,3 kW pro Sonde. Es gibt bereits einzelne Gebäude in Selm, die mit Hilfe von lokalen Erdwärmesonden beheizt werden.

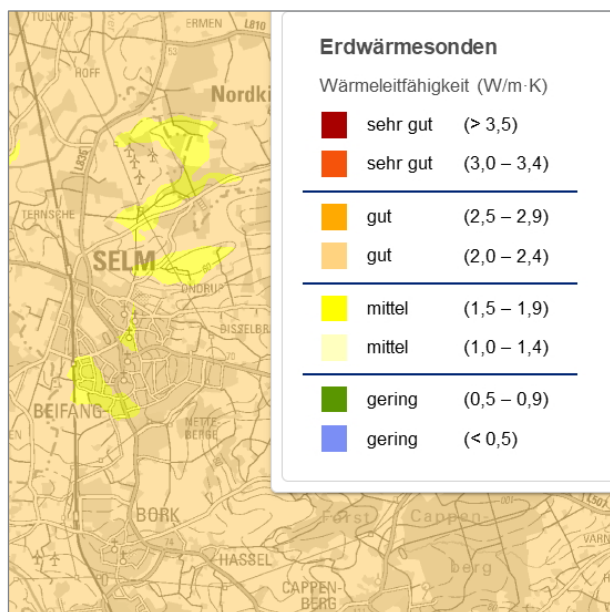


Abbildung 40: Potenziale für Erdwärmesonden. Auszug aus dem Kataster (www.geothermie.nrw.de)

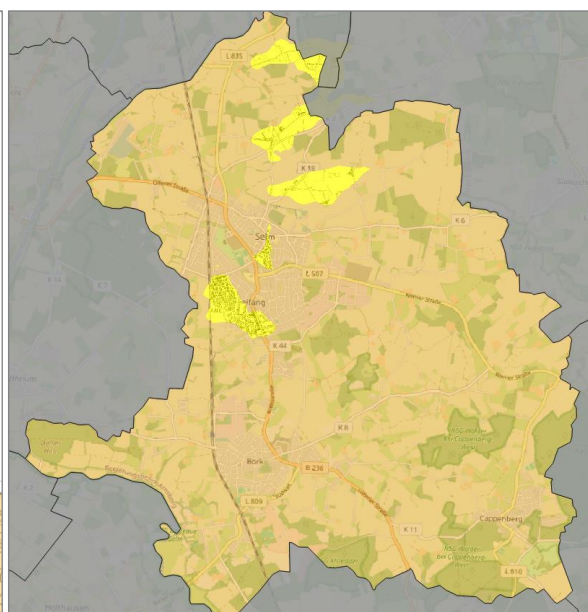


Abbildung 41: Potenziale für Erdwärmesonden. Importierte GIS-Daten (eigene Darstellung)

Die Kriterien zur Flächensuche von größeren Bereichen sind dann analog zu denen für Erdwärmekollektoren: Die theoretischen Potenzialflächen sollten maximal 1 Kilometer von bestehenden Netzgebieten entfernt sein. Für das technische Potenzial wird sich dann auf Flächen beschränkt, die einen Bodenwert unter 35 aufweisen und als Grünflächen klassifiziert sind. Weitere Ausschlusskriterien, die sich beispielsweise aus Gefährdungspotenzialen des Untergrundes ergeben (https://www.gdu.nrw.de/GDU_Buerger/) konnten nicht identifiziert werden.

Um mit diesen Kriterien den Aufbau von Sonden zu modellieren, wurde ein 10-Meter-Punktraster in GIS erstellt, das innerhalb der 1 km um potenzielle Netzgebiete liegt. Damit können vereinfacht die notwendigen 10 m Abstände zwischen den verschiedenen Sonden angenähert werden. Überschneidungen bei Grundstücksflächen und weitere Gründe, weshalb an bestimmten Stellen keine Sonden platziert werden könnten, werden pauschal über einen Abschlagsfaktor von 0,8 berücksichtigt. Analog zur Betrachtung der Erdwärmekollektorpotenziale können mit Annahmen zu jährlichen Volllaststunden und Jahresarbeitszahl der verwendeten Wärmepumpe(n) folgende Potenziale ermittelt werden:

Tabelle 5: Potenzialermittlung Erdwärmesonden

Parameter	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
	Wert Einheit	Wert Einheit
Anzahl möglicher Sonden	84.400 Sonden	5.700 Sonden
Abschlagsfaktor	0,8 m ² /m ²	0,8 m ² /m ²
Mögliche Sonden mit Abschlag	67.500 Sonden	4.500 Sonden
Entzugsleistung gesamt	155 MW	10,5 MW
Volllaststunden	2.400 h	2.400 h
Umweltwärme	372.700 MWh	25.200 MWh
JAZ-Wärmepumpe	4	4
Wärmearbeit	466.000 MWh	31.500 MWh

Analog zu Erdwärmekollektoren ist das Potenzial der Sonden als grundsätzlich nutzbar zu bewerten. Welche der beiden Technologien dabei bevorzugt werden sollte, ist stark von den Rahmenbedingungen vor Ort abhängig. Sonden könnten für einzelne Quartiere bereits mit einem geringeren Flächenaufwand eine gute Wärmeversorgung gewährleisten, insbesondere, da die Sondentiefe auch noch erhöht werden kann. Weiterhin sind die erwarteten Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen aufgrund der höheren Erdreichtemperaturen besser. Dem gegenüber steht der höhere technische und auch finanzielle Aufwand zur Erschließung dieser Wärmequelle: Falls ausreichende Flächen vorhanden sind, ist eine Erschließung durch Erdwärmekollektoren in der Regel einfacher und preisgünstiger. Es empfiehlt sich insgesamt also, beide dieser Themen weiter zu betrachten und Einzelfallprüfungen vorzunehmen, falls entsprechende Projekte umgesetzt werden sollen.

7.3.3 Solarthermie

Solarthermie spielt eine ergänzende Rolle in der Wärmeversorgung, steht jedoch häufig in direkter Konkurrenz zu Photovoltaikflächen, da beide Technologien ähnliche Anforderungen an die Standortbedingungen stellen ([Leitfaden Wärmeplanung](#)). Insbesondere auf Dächern sind PV-Anlagen in der Regel wirtschaftlicher, da sie eine flexiblere Nutzung ermöglichen. Daher ist für die kommunale Wärmeplanung die Nutzung der Solarthermie auf Dächer von großen Abnehmern mit Prozesswärmebedarf sowie auf Freiflächen beschränkt. Nach Kapitel 0, wurden im Stadtgebiet keine entsprechenden Unternehmen vor Ort identifiziert, weshalb nur Freiflächenpotenziale untersucht wurden.

Freiflächen-Solarthermie benötigt ähnlich zu Erdwärmekollektoren und -sonden eine räumliche Nähe zu theoretischen Netzgebieten, um die erzeugte Wärme effektiv nutzen zu können. Grundsätzlich könnte auch hier von einer Flächenkonkurrenz mit diesen Technologien oder PV-Anlagen ausgegangen werden, aufgrund der großen Menge an geeigneten Flächen ist hierbei allerdings von keiner Gefahr der Kanibalisierung auszugehen. Technisch geeignete Standorte werden mithilfe von GIS auf Basis spezifischer Kriterien ermittelt: Die Flächen sollten maximal 1 km vom theoretischen Netzgebiet entfernt sein, einen Bodenwert von weniger als 35 aufweisen und eine Mindestgröße von 500 m² haben. Theoretisch nutzbare Flächen können ohne eine Einschränkung des Bodenwertkriteriums untersucht werden. Zur Vermeidung von zu intensiver Verschattungen wurde als Verhältnis zwischen Boden- und Kollektorfläche das Verhältnis 1:3 angenommen, der spezifische Wärmeertrag kann für eine Mischbelegung aus Flach- und Vakkumröhrenkollektoren durchschnittlich mit 450 kWh/m²·a angenommen werden². Damit ergeben sich folgende Potenziale:

Tabelle 6: Potenzialermittlung Solarthermie Freifläche

Parameter	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
	Wert Einheit	Wert Einheit
Verfügbare Fläche	840 ha	260 ha
Faktor Bodenfläche/Kollektorfläche	0,33 m ² /m ²	0,33 m ² /m ²
Nutzbare Kollektorfläche	280 ha	87 ha
Spez. Wärmeertrag	450 kWh/m ²	450 kWh/m ²
Wärmearbeit	1.260.000 MWh	390.000 MWh

Es gibt also ein sehr hohes technisches Potenzial für die Nutzung von Solarthermie zur Wärmeerzeugung, mit dem bilanziell der gesamte Wärmebedarf von Selm gedeckt werden könnte. Aufgrund der saisonalen Verfügbarkeit dieser Wärmequelle muss allerdings beachtet werden, dass für eine sinnvolle Nutzung noch ein saisonaler Speicher benötigt wird, um die teilweise hohen Überschüsse im Sommer im Winter nutzbar zu machen. Aus Gründen des Eingriffs in das Landschaftsbild können nicht alle Flächen, die für eine solarthermische Nutzung in Frage kommen, dafür erschlossen bzw. umgenutzt werden. Die Analyse zeigt allerdings durchaus, dass Solarthermie für eine zukünftige Wärmeversorgung eine Rolle spielen könnte.

² Eine Simulation in energyPRO mit Satellitendaten zu Strahlung und Außentemperatur bei Selm für zwei verschiedene Kollektortypen zeigt im Ergebnis einen spez. Wärmeertrag von Flachkollektoren mit 317 kWh/m²·a und von Vakuurröhrenkollektoren mit 582 kWh/m²·a auf.

7.3.4 Biomasse

Bei der Betrachtung von Biomassepotenzialen wird zwischen landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Erzeugnissen unterschieden, da sich die Nutzungsarten und auch die Berechnungslogik dieser beiden Kategorien teilweise stark voneinander unterscheiden. In den landwirtschaftlichen Erzeugnissen wird dann zusätzlich zwischen pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen unterschieden.

LANDWIRTSCHAFTLICHE ERZEUGNISSE – PFANZLICHER URSPRUNG

Die Analyse landwirtschaftlicher Erzeugnisse als Biomassepotenzial basiert auf GIS-Daten des Landes NRW, die alle landwirtschaftlich genutzten Flächen ausweisen und hinsichtlich Fläche, Bodennutzung und Bewirtschaftungsart clustern (Abbildung 42). Der betrachtete Datensatz umfasst die Anbaujahre 2019 bis 2023, wobei für die Potenzialanalyse das Jahr 2023 als Referenz herangezogen wurde. Da teilweise die Bewirtschaftung in jedem Jahr unterschiedlich ist, wurden auch die potenziellen Erträge für die anderen Jahre betrachtet. Die erkennbaren Abweichungen in den Potenzialen liegen dabei in etwa bei 5 %. Flächen, die weniger als 0,5 % der Gesamtfläche ausmachen, wurden aus Vereinfachungsgründen von der Untersuchung ausgeschlossen. Dies entspricht einem Ausschlussanteil von etwa 4 bis 5 %. In Abbildung 43 ist die Aufteilung der landwirtschaftlich genutzten Flächen 2023 abzüglich den Ausgeschlossenen gezeigt.

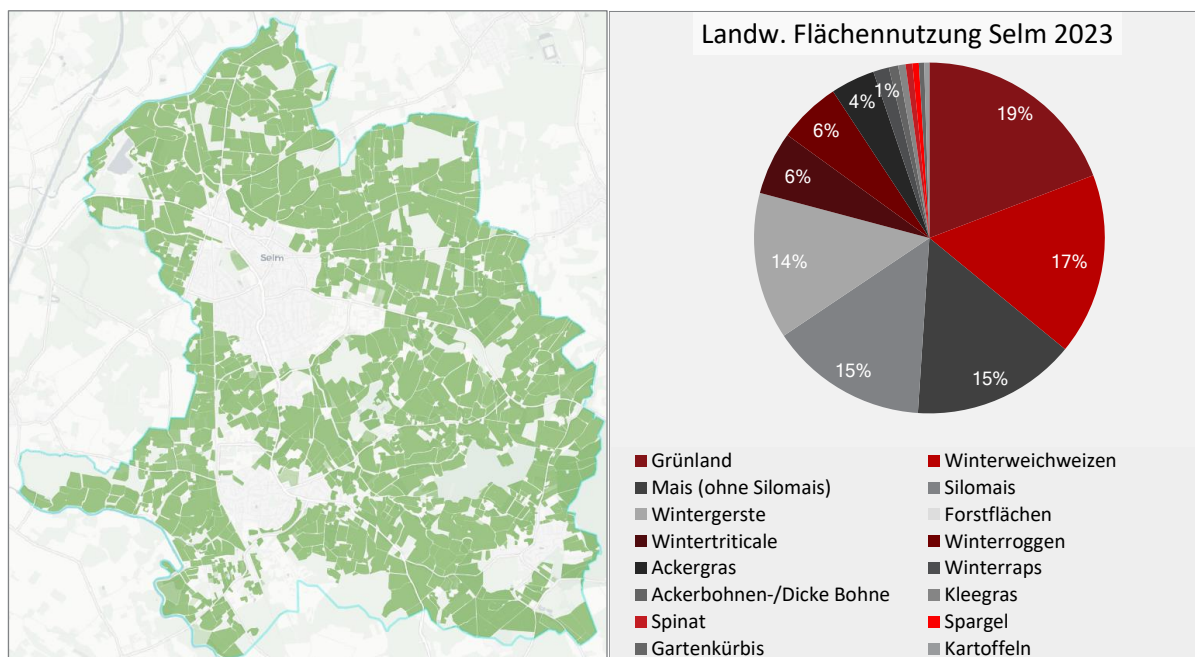


Abbildung 42: Landwirtschaftsflächen Selm (Eigene Darstellung)

Abbildung 43: Aufteilung landwirtschaftliche Flächennutzung 2023 (eigene Darstellung)

Ernterückstände aus dem Gemüseanbau, die meist auf den Feldern verbleiben, wurden gemäß der Methodik des Umweltbundesamtes ([Quelle](#)) bei der Bestimmung der Potenziale nicht berücksichtigt. Flächen, die für Agrarumweltmaßnahmen vorgesehen sind, wurden vollständig ausgeschlossen. Aus den Flächengrößen und Informationen zur Bodennutzung sowie typischen Ertragskennzahlen und Korn/Stroh Verhältnissen wurden im nächsten Schritt die theoretisch erzeugten Mengen an Feldfrüchten berechnet. Auf Grundlage dieser Daten fand im nächsten Schritt eine Unterscheidung zwischen einer energetischen Nutzung (z. B. Stroh) und biologischen Nutzung (z. B. Vergärung diverser

Stoffe) statt³, woraus sich theoretisch verfügbare Potenziale ergeben. Für die Bestimmung der technischen Potenziale wurden dann alle Erzeugnisse ausgeschlossen, für die ein anderer Nutzungspfad vorliegt, oder die aus anderen Gründen nicht für eine Wärmeerzeugung geeignet sind. Im Ergebnis wurden folgende Potenziale bestimmt:

Tabelle 7: Potenziale von Biomasse - landwirtschaftliche Erzeugnisse - energetische Nutzung

Energetische Nutzung							
Feldfrucht	Fläche	Ertrag spez.	Ertrag	Korn/ Stroh	Stroh-ertrag*	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
Winterweichweizen	548 ha	90 dt/ha	4.930 t	0,6	2.960 t	11.700 MWh	0 MWh
Wintergerste	443 ha	100 dt/ha	4.430 t	0,6	2.660 t	10.500 MWh	0 MWh
Winterroggen	189 ha	90 dt/ha	1.700 t	0,7	1.190 t	4.700 MWh	0 MWh
Winterraps	48 ha	<i>verbleibt auf dem Feld/andere Nutzung</i>					
Mais (ohne Silomais)	495 ha	<i>verbleibt auf dem Feld/andere Nutzung</i>					
Silomais	476 ha	<i>verbleibt auf dem Feld/andere Nutzung</i>					
Summe					6.800 t	26.900 MWh	0 MWh

*Heizwert von 3,96 kWh/kg (Annahme)

Der hohe Bedarf an Stroh als Einstreu für Tiere sowie die Notwendigkeit, einen Teil des Strohs auf dem Feld zu belassen, um die Humusbildung zu fördern, schränken eine energetische Nutzung erheblich ein. Zudem wurde in einem Experteninterview bestätigt, dass Landwirte bei geringem Eigenbedarf an Stroh bevorzugt kürzere Getreidesorten anbauen, anstatt überschüssiges Stroh zu verkaufen. Eine sinnvolle nachhaltige energetische Nutzung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse vor Ort ist daher nicht abzusehen.

Tabelle 8: Potenziale von Biomasse - landwirtschaftliche Erzeugnisse - biologische Nutzung

Biologische Nutzung							
Feldfrucht	Fläche	Ertrag spez.	Ertrag	Biogas-potenzial	Methan-gehalt	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
Grünland	628 ha	76 dt/ha	47.400 t	97 Nm ³ /t FM	53,9%	2.500 MWh	0 MWh
Silomais	476 ha	480 dt/ha	228.000 t	220 Nm ³ /t FM	52,0%	26.000 MWh	10.400 MWh
Ackergras	134 ha	115 dt/ha	15.200 t	97 Nm ³ /t FM	53,9%	800 MWh	0 MWh
Kleegras	22 ha	100 dt/ha	2.200 t	79 Nm ³ /t FM	54,7%	100 MWh	0 MWh
Wintertriticale	191 ha	95 dt/ha	1.800 t	177 Nm ³ /t FM	54,2%	200 MWh	0 MWh
Summe						29.700 MWh	10.400 MWh

³ In Abhängigkeit der Erzeugnisse, kann man teilweise sowohl eine energetische als auch eine biologische Verwertung annehmen. Diese Potenziale wurden in der theoretischen Betrachtung hierarchisch bewertet, wobei eine energetische Nutzung der biologischen vorgezogen wurde.

Für die technische Nutzbarkeit wurde der Einsatz als Tierfutter als priorisierte Maßnahme angenommen. Lediglich Silomais geht mit 40% in die Betrachtung der technischen Potenziale mit ein. Das entspricht statistisch den Mengen, die in etwa für Biogassubstrate verwendet werden ([Quelle](#)). Die Potenziale für biologische Nutzung von landwirtschaftlichen Erzeugnissen sind also beschränkt und würden in jedem Fall eine Nutzungsänderung der bestehenden Erträge voraussetzen. Auch müsste zur Vergärung und Nutzung dieser Potenziale eine Biogasanlage oder vergleichbare Infrastruktur aufgebaut werden. Für eine netzgebundene Wärmeversorgung der Stadt Selm wird dieser Weg allerdings nicht empfohlen, da andere Potenziale höher und einfacher zu erschließen sind.

LANDWIRTSCHAFTLICHE ERZEUGNISSE – TIERISCHER URSPRUNG

Neben den Feldfrüchten wurden auch tierische Exkrememente analysiert, insbesondere im Hinblick auf ihre Vergärungspotenziale. Dabei konnte mithilfe der Regionalstatistik (41141-03-02-4) der Tierbestand auf Landkreisebene ermittelt werden. Eine Nachfrage bei der Landwirtschaftskammer NRW hat ergeben, dass keine größere Detailtiefe der Tierbestände vorhanden sei, weshalb die Daten grob nach Flächenanteilen auf Gemeindeebene heruntergerechnet wurden. Über statistische Werte zu Wirtschaftsdüngermengen (Gülle und Festmist) wurde daraufhin ein theoretisches Potenzial ermittelt, wie viel über eine Vergärung der Exkrememente an Energie gewonnen werden kann. Das Technische Potenzial entspricht in dieser Betrachtung dem theoretischen, da Gülle typischerweise zum Düngen verwendet wird, was mit den Gärresten aus einer Biogasanlage ohne Einschränkung ebenfalls möglich wäre.

Tabelle 9: Potenziale von Biomasse - tierische Exkrememente

Tierart	Anzahl (Kreis Unna)	Gülle- aufkommen (Kreis Unna)	Anteil Selm (flächen- bezogen)	Gasertrag	Methan- gehalt	Theoretisches Potenzial*	Technisches Potenzial
Rinder	11.500	123.000 m ³ /a	14.000 m ³ /a	25 Nm ³ /t	60%	2.100 MWh/a	2.100 MWh/a
Schweine	140.000	234.000 m ³ /a	26.000 m ³ /a	20 Nm ³ /t	60%	3.100 MWh/a	3.100 MWh/a
Geflügel	252.000	5.000 t/a	600 t/a	80 Nm ³ /t	60%	300 MWh/a	300 MWh/a
Summe						5.500 MWh/a	5.500 MWh/a

Die Vergärung von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen ist grundsätzlich aus einem ökologischen Gesichtspunkt zu empfehlen. Häufig werden die Tierexkrememente unbehandelt gelagert oder auf das Feld gebracht, wodurch Methan in die Atmosphäre gelangt. Die behandelten Gärreste haben im Gegensatz dazu ein weitaus geringeres Treibhausgaspotenzial. Dazu kommt, dass wertvolle Energie aus Reststoffen gewonnen wird, was zusätzlich einen Kostenvorteil liefert, da in der Regel dann nur die Transportkosten für den Einsatz in eine Biogasanlage bezahlt werden müssten. Die Größenordnung der Potenziale deutet darauf hin, dass ein Einsatz beispielsweise in Cappenberg durchaus denkbar wäre, wo dieses Potenzial etwa 1/3 des Wärmebedarfes decken könnte. Die Errichtung einer neuen Biogasanlage ist aus wirtschaftlicher Sicht heute nur mit langfristig sichergestellten Substratlieferungen möglich und daher aktuell ein Unternehmen mit hohem Risiko.

FORSTWIRTSCHAFTLICHE ERZEUGNISSE

Die Region um Selm umfasst eine Mischung aus städtischen, privaten und kommunalen Waldflächen, die ca. 15 % der Gemeindefläche entsprechen. Im Vergleich zu walddreicheren Regionen, mit über 50 % Waldanteil, ist dieser Anteil also gering, was durch die überwiegend fruchtbaren Böden begründet ist. Für die Potenzialanalyse ist allerdings nicht nur die Waldfläche im Gemeindegebiet relevant, sondern das Einzugsgebiet der umliegenden Wälder entscheidend, da eine Abgrenzung nach Gemeindegrenzen nicht mit der Realität vereinbar wäre.

Die Wälder der Region werden überwiegend von Hartholzarten wie Eiche und Buche geprägt. Diese hochwertigen Holzarten finden in der Regel als Bauholz Verwendung und werden energetisch, wenn überhaupt, hauptsächlich als Scheitholz genutzt. Scheitholz wird für eine zentrale Wärmeversorgung typischerweise nicht verwendet. Dezentrale Heizkonzepte auf Quartiersebene mit Scheitholz sind allerdings denkbar. Neben den dominierenden Harthölzern kommen auch kleinere Bestände von Pappeln und Weiden vor, die zu den Weichhölzern zählen. Diese eignen sich für die Herstellung von Holzhackschnitzeln (HHS), was für leitungsgebundene Wärmeversorgung die bevorzugte Biomasse ist. Unabhängig von der Baumart wird Holz, das unterhalb der Derbholzgrenze von 7 cm Durchmesser liegt, auch zu HHS verarbeitet. Diese Biomasse stellt eine wichtige Grundlage für die energetische Nutzung dar, da sie in großen Mengen anfällt. Diese kann allerdings nicht quantitativ bewertet werden, da die Mengen nicht statistisch erfasst werden. Während die Spanplatten- und Holzwerkstoffindustrie traditionell ein wichtiger Abnehmer war, ist die direkte Verarbeitung zu HHS derzeit wirtschaftlich attraktiver. Allerdings können sich durch Preisentwicklungen die Nutzungspfade schnell ändern, sodass nicht gesichert gesagt werden kann, dass jedes Jahr die gleiche Menge an HHS verfügbar ist.

Für die Region Selm, Werne und Lünen wird in Rücksprache mit dem regionalen Forstamt überschlägig geschätzt, dass jährlich etwa 1.000 Schüttraummeter (SRM) HHS aus den lokalen Wäldern gewonnen werden könnten. Aus den angrenzenden Privatwäldern könnten möglicherweise weitere 500 – 1.000 SRM, bereitgestellt werden. Auch landwirtschaftlicher Grünschnitt stellt ein Potenzial für holzartige Biomasse dar, das allerdings nicht bewertet werden kann. Insgesamt kann sich damit ein lokales Potenzial aus den Wäldern von etwa 2.000 SRM pro Jahr ergeben. Ein Anbieter aus der Umgebung berichtet darüber hinaus von einer jährlichen Produktion und dem Vertrieb von ca. 6.000 Tonnen Holzhackschnitzeln, die theoretisch zur Verfügung stehen. Bei der Ermittlung der Potenziale wurde berücksichtigt, dass die Waldpotenziale nur theoretisch verfügbar sind. Damit ergeben sich folgende Potenziale:

Tabelle 10: Ergebnisse Potenzialanalyse holzartige Biomasse

Parameter	Theoretisches Potenzial		Technisches Potenzial	
	Wert	Einheit	Wert	Einheit
Verfügbare Menge HHS Wald	2.000	SRM	2.000	SRM
Anteilig verfügbar Selm (Schätzung)	31%		31%	
Tatsächlich verfügbare Menge HHS Wald	600	SRM	600	SRM
Umrechnungsfaktor*	650	kWh/SRM	650	kWh/SRM
Potenzial aus Wald	390	MWh	0	MWh
Verfügbare Menge HHS Handel	6.000	t	6.000	t
Umrechnungsfaktor	3,3	MWh/t	3,3	MWh/t
Potenzial HHS Handel	19.800	MWh	19.800	MWh
energetisches Biomassepotenzial	20.200	MWh	19.800	MWh

*bei einem Wassergehalt (WG) von 40% (nahezu waldfrisch)

Auch wenn es sich also schwierig gestaltet, die tatsächlichen Potenziale der umliegenden Wälder konkret zu beziffern, kann man durch die Zusage des HHS-Händlers dennoch davon ausgehen, dass holzartige Biomasse in der zukünftigen Wärmeversorgung von Selm durchaus eine Rolle spielen kann. Das könnte einerseits bedeuten, dass beispielsweise eine leitungsgebundene Wärmeversorgung in Cappenberg oder andere Teilgebiete vollständig damit versorgt werden könnte. Außerdem bietet Holz durch seine Lagerfähigkeit und flexiblen Einsatz auch die Möglichkeit zur Spitzenlastabdeckung in kalten Perioden eingesetzt zu werden.

7.3.5 Abfall- und Reststoffe

Ähnlich wie bei Biomasse kann bei der Untersuchung von Abfall- und Reststoffen grundsätzlich zwischen einer energetischen und einer biologischen Verwertung unterschieden werden. Siedlungsabfälle und Teile des Grünschnitts können durch Verbrennung thermisch nutzbar gemacht werden, weitere Teile des Grünschnittes sowie Bioabfälle sind entsprechend biologisch verwertbar. Grundlage der Untersuchung ist die Abfallerfassung des Kreises Unna ([Quelle](#)) für die Jahre 2015-2020, die anhand der Einwohnerzahl auf Gemeindeebene heruntergerechnet wurde. Durch das tatsächliche Biomüllaufkommen der Stadt Selm im Jahr 2023, das uns seitens der Stadtverwaltung bereitgestellt wurde, konnte dieser vereinfachte Ansatz noch einmal geschärft werden. Es zeigte sich, dass die Unterschiede in den Betrachtungsjahren nicht signifikant sind, weshalb die Daten von 2015-2020 i.V.m. den Biomülldaten von 2023 als aussagekräftig bewertet werden.

In Gesprächen konnte in Erfahrung gebracht werden, dass die Abfälle bereits zwei verschiedene Nutzungen erfahren: Siedlungsabfälle werden in der Regel in die Müllverbrennungsanlage in Hamm transportiert, biologische Abfälle werden der Kompostierungsanlage in Lünen bereitgestellt. Somit wird primär ein theoretisches Potenzial anhand der verwertbaren Menge und spezifischen Heizwerten bzw. Gaserträgen bestimmt. Da allerdings eine thermische Teilverwertung von Grünschnitt ohne Einfluss auf die Kompostierung möglich ist ([Quelle](#)), kann dafür ein technisches Potenzial ausgewiesen werden.

Tabelle 11: Abfall- und Reststoffpotenziale – biologische Verwertung

Biologische Verwertung							
Relevante Positionen	Ø Menge 2015-2020 (Kreis Unna)	Verwertungsanteil	Verwertbare Menge Selm	Gasertrag	mittl. Methan-gehalt	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
Bioabfälle	25.000 t	100%	1.950 t	110 Nm ³ /t	55%	1.200 MWh	0 MWh
Grünabfälle	27.000 t	70%	2.100 t	150 Nm ³ /t	55%	1.200 MWh	0 MWh
					Summe	2.000 MWh	0 MWh

Tabelle 12: Abfall- und Reststoffpotenziale – energetische Verwertung

Energetische Verwertung						
Relevante Positionen	Ø Menge 2015-2020 (Kreis Unna)	Verwertungsanteil	Verwertbare Menge Selm	Heizwert	Theoretisches Potenzial	Technisches Potenzial
Hausmüll	55.000 t	72%	3.080 t	2,78 kWh/kg	8.600 MWh	0 MWh
Sperrmüll	21.000 t	69%	1.130 t	4,45 kWh/kg	5.000 MWh	0 MWh
Marktabfälle	1.000 t	100%	80 t	3,34 kWh/kg	300 MWh	0 MWh
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle	10.000 t	37%	290 t	4,72 kWh/kg	1.400 MWh	0 MWh
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	7.000 t	61%	330 t	3,61 kWh/kg	1.200 MWh	0 MWh
Abfälle aus dem Gesundheitsdienst	2.000 t	100%	160 t	2,78 kWh/kg	400 MWh	0 MWh
sonstige Gewerbeabfälle	17.000 t	88%	1.160 t	2,78 kWh/kg	3.200 MWh	0 MWh
Abfälle aus biol. Behandlung	1.000 t	100%	80 t	2,78 kWh/kg	200 MWh	0 MWh
Abfälle aus der mech. Behandlung	7.000 t	91%	500 t	2,78 kWh/kg	1.400 MWh	0 MWh
Grünabfälle	27.000 t	30%	630 t	3,06 kWh/kg	1.900 MWh	1.900 MWh
Summe					23.600 MWh	1.900 MWh

Anhand der theoretischen Potenziale kann abgelesen werden, welchen Wert der Abfall in Selm aus energetischer Perspektive tatsächlich besitzt. Würde man diesen Rohstoff vor Ort thermisch verwerten, könnten damit näherungsweise knapp 10% des Gesamtbedarfes gedeckt werden. Selbstverständlich ist die thermische Nutzung in einer Müllverbrennungsanlage auch außerhalb des Stadtgebietes sinnvoll und nachvollziehbar.

Eine thermische Verwertung von Teilen des Grünschnittes würde keine negativen Effekte auf die Kompostierung haben. Gegebenenfalls können diese Überschüsse für eine Spitzenlastdeckung für eine Teilversorgung Relevanz besitzen.

7.3.6 Wärmequellen

Eine effiziente Möglichkeit der nachhaltigen Wärmeerzeugung ist es, Umweltwärme mittels Wärmepumpen nutzbar zu machen. Dabei kommen neben den bereits diskutierten geothermischen Quellen auch weitere in Betracht, deren Potenziale untersucht werden sollten. Kommunales Abwasser beispielsweise kann sich sehr gut als Wärmequelle eignen, da die Temperaturen typischerweise auch im Winter relativ hoch sind und die Effizienz der Wärmepumpe über den Temperaturunterschied zwischen Quelle und Zieltemperatur bestimmt wird. Oberflächengewässer wie Seen oder Flüsse können ebenfalls als Wärmequellen genutzt werden. Die Temperaturen sind hier zwar ein wenig geringer, dafür können je nach Gewässer zum Teil große Volumenströme verarbeitet werden, was wiederum die Potenziale zur Wärmeerzeugung steigert. Die geläufigste Wärmequelle für Wärmepumpen ist die Außenluft, die ebenfalls untersucht werden soll. Hier gibt es in der Regel keine Engpässe, was das Dargebot betrifft, dafür kann die Effizienz in den Heizzeiten durch niedrige Temperaturen stark sinken, außerdem sind weitere Einschränkungen wie Lärm bei der Nutzung von Luftwärmepumpen zu beachten. Nachfolgend werden diese Quellen hinsichtlich ihrer Potenziale und ihrer Eignung für eine zukünftige Wärmeversorgung untersucht.

ABWASSER

Für die Nutzung von kommunalem Abwasser gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten: Ein Wärmeentzug direkt aus den Abwasserkanälen, oder eine Entnahme des gereinigten Abwassers hinter den Kläranlagen.

Zunächst wurde das Kanalnetz untersucht, um die Einbindung dezentraler Abwärmetauscher zu analysieren. Da die vorliegenden Datensätze allerdings nicht in voll-digitaler Form vorlagen, war eine Zuordnung nach Abwassertyp (Mischwasser, Abwasser, Regenwasser) sowie eine Kategorisierung nach Rohrdurchmesser nicht automatisiert möglich. Es gilt die Annahme, dass erst Leitungen betrachtet werden, deren Rohrdurchmesser größer oder gleich DN800 sind, da darunter die Potenziale nicht ausreichen. Wie in Abbildung 44 zu erkennen, gibt es neben dem direkten Zuleitungsnetz zu den Klärwerken in Selm und Bork noch vereinzelte Abschnitte im Kanalnetz, die eine entsprechende Größenordnung besitzen und somit eine Abwassernutzung möglich machen könnten. Da in diesen Bereichen keine Messdaten vorliegen und trotz großer Rohrdurchmesser nur geringe Volumenströme fließen könnten, ist es nicht möglich die Potenziale an diesen Stellen zu quantifizieren. Für eventuelle Quartierslösungen sollten Messungen vor Ort durchgeführt werden, aus denen die tatsächlichen Potenziale geschlossen werden können. Wichtig ist dabei zu beachten, dass stets sichergestellt werden muss, dass die Temperatur des Abwassers bei Eintritt in die Kläranlagen nicht unter einen Grenzwert fällt (in der Regel ca. 12°C), um die Biologie nicht zu gefährden. Bei der Planung von Abwassernutzung aus dem Kanalnetz muss dieser Umstand dringend berücksichtigt werden. Auch ist zu berücksichtigen, dass Wärmetauscher in Kanalnetzen aufgrund von Verschmutzung einen erhöhten Wartungsaufwand und einen höheren Temperaturabfall besitzen.

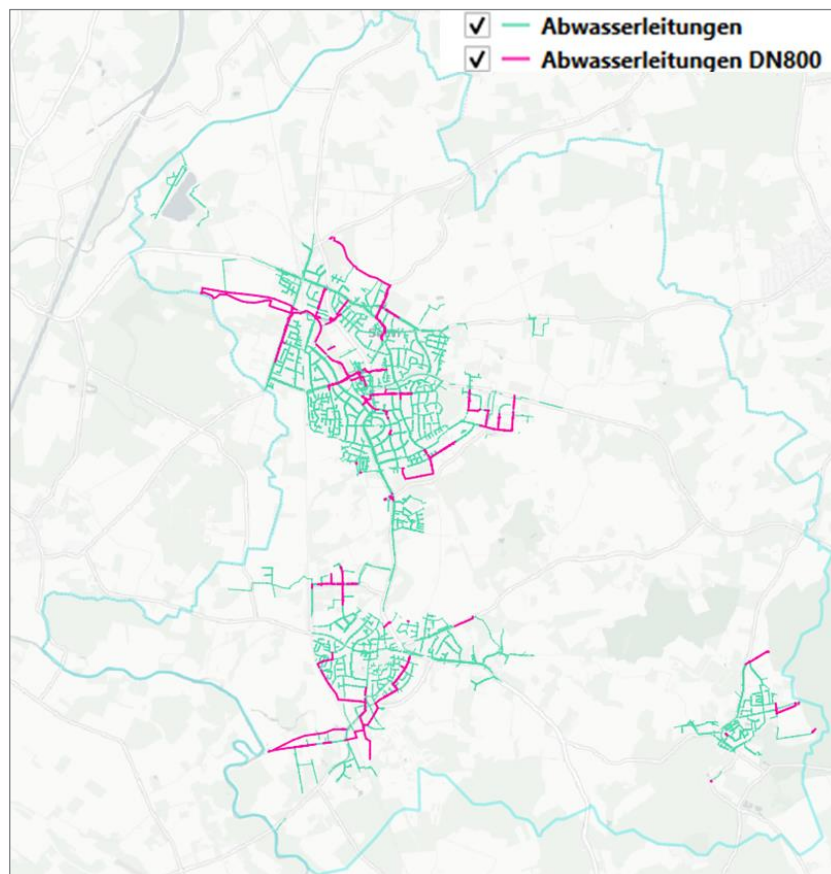


Abbildung 44: Abwassernetz Stadt Selm (eigene Darstellung)

Aus unserer Sicht ist eine Nutzung des geklärten Abwassers im Ablauf der Kläranlagen einer Nutzung des Abwassers aus den Kanälen vorzuziehen, da damit sowohl der Wartungsaufwand der Wärmetauscher als auch die Temperaturabsenkung geringere Probleme darstellen. Häufig ist der Abstand zu potenziellen Wärmenetzgebieten das größte Hemmnis bei der Nutzung von geklärtem Abwasser als Wärmequelle. Selm Stadt und Selm-Bork sind für ein solches Vorhaben dahingehend gut geeignet, da die beiden Klärwerke „KLA Selm“ und „KLA Selm-Bork“ vergleichbar nah an den besiedelten Gebieten liegen. Abbildung 30 zeigt, dass bereits in einem Abstand von 1,5km eine Überschneidung mit einem potenziellen Wärmenetzgebiet möglich ist. Das ist eine sehr gute Voraussetzung für die Nutzung von geklärtem Abwasser.

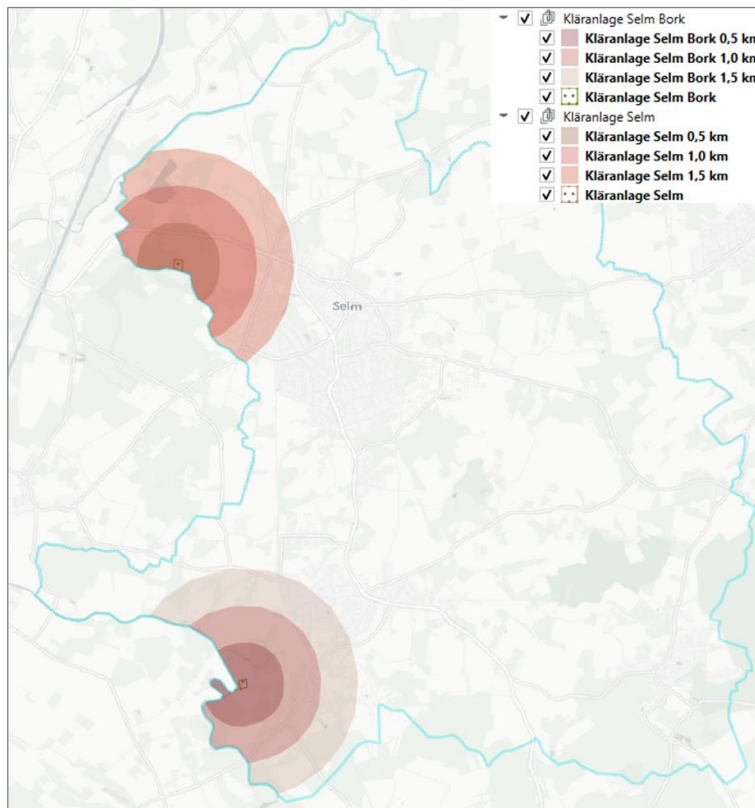


Abbildung 45: Klärwerke Selm und Selm-Bork mit Abstandsradien (eigene Darstellung)

Zu diesen Anlagen liegen uns Messwerte von 2022 und 2023 vor, in denen sowohl die täglichen (und monatlichen) Abflussmengen (in m³), mittlere Abflusstemperaturen sowie davon Min- und Max-Werte des geklärten Abwassers festgehalten sind (Abbildung 46). Anhand dieser Daten kann für die beiden Klärwerke ein theoretisches Potenzial ermittelt werden. Diese Untersuchung wurde dann um weitere Annahmen bezüglich der Auslegung von Wärmetauscher und Wärmepumpe ergänzt, um das technische Potenzial zu erhalten.

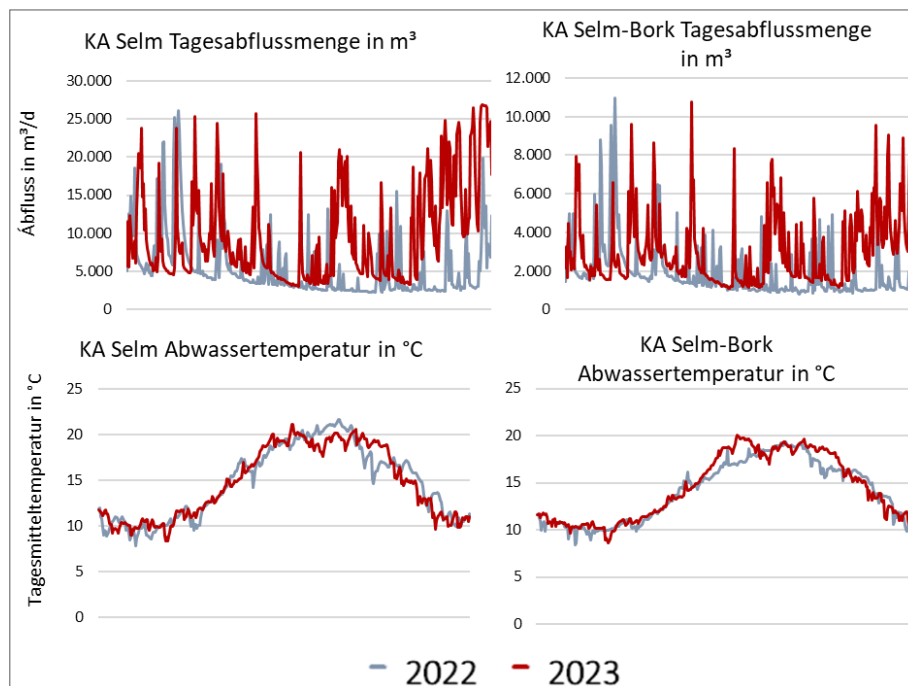


Abbildung 46: Abfluss- und Temperaturwerte KLA Selm und KLA Selm-Bork (eigene Darstellung)

Die Auslegung des Wärmeübertragers (WÜT) erfolgte anhand der maximalen Zuflussmenge, der erlaubten Auskühlung und der gewünschten Temperaturabnahme. Der maximale Zufluss definiert dabei die Wassermenge, die der WÜT pro Stunde aufnehmen kann, während die erlaubte Auskühlung durch eine Mindesttemperatur von 3 °C begrenzt ist, unterhalb der das Wasser nicht mehr in den Ablauf geleitet werden darf. Die gewünschte Abkühlung beschreibt die maximale Temperaturdifferenz, die der WÜT entziehen kann. Während bisher 5K (Kelvin) als konservative Annahme herangezogen wurde, wurde in einem Experteninterview bestätigt, dass bis zu 10K technisch möglich und sinnvoll sind. Die Wärmepumpe wird auf Basis der Temperaturentnahme am WÜT ausgelegt, wobei das Wärmepotenzial temperaturabhängig über die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe bestimmt wird. Diese Untersuchung wurde für beide Jahre 2022 und 2023 vorgenommen. Aus Gesprächen mit der Stadt ergab sich, dass die Abflussmengen perspektivisch ansteigen werden, weshalb die Werte für 2023, die ein größeres Potenzial ergeben, für die Analyse verwendet wurden:

Tabelle 13: Abwasserpotenziale Klärwerke

	Theoretisches Potenzial		Technisches Potenzial	
	Leistung	Arbeit	Leistung	Arbeit
KA Selm	16.600 kW	54.000 MWh	5.400 kW	36.800 MWh
KA Selm-Bork	7.500 kW	17.800 MWh	1.900 kW	12.700 MWh
Summe	24.100 kW	52.800 MWh	7.300 kW	49.500 MWh

Diese Potenziale zeigen, dass über geklärtes Abwasser mithilfe von Wärmepumpen bereits ein Großteil des Wärmebedarfes von Selm Stadt (29 %) und Selm Bork (20 %) abgedeckt werden könnten. Wenn eine netzgebundene Wärmeverteilung angestrebt wird, ist die Erschließung dieser Wärmequellen dringend zu empfehlen.

OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Für die Bewertung der Potenziale von Oberflächengewässer als mögliche Wärmequellen wurden die Fließgewässer *Selmer Bach*, *Funne*, *Steuer* und *Lippe* untersucht. Der Selmer Bach fließt direkt durch die Stadt Selm, die Funne entspringt im Osten des Kohuesholz bei Cappenberg und schleift sich Richtung Nord-Westen an Selm vorbei, bis es in die Steuer fließt. Die Steuer befindet sich im Nordwesten der Stadt Selm. Im Süd-Westen bei Bork fließt an der Gemeindegrenze die Lippe. Weitere, kleinere Bäche in der Region besitzen nach Aussagen der Wasserbauämter Unna und der Bezirksregierung Arnsberg zu geringe Abflüsse, um realistische Potenziale für eine Wärmeentnahme zu bieten. Der Ternscher See, als einziges stehendes Gewässer mit relevanter Größenordnung, wurde aufgrund seiner Rolle als Naherholungsgebiet aus der Betrachtung ausgenommen.

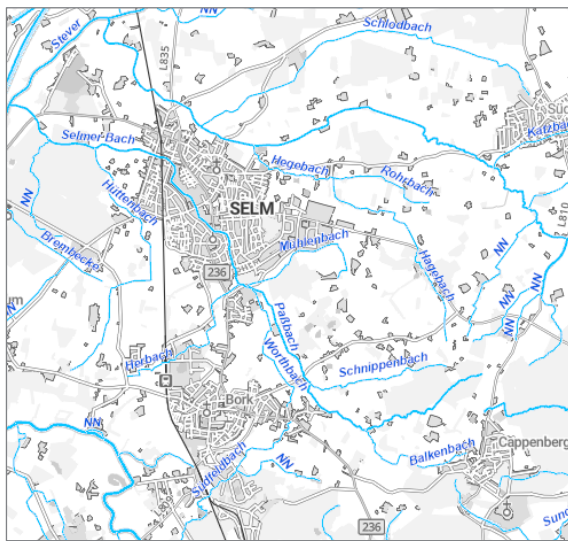


Abbildung 47: Fließgewässer im Stadtgebiet Selm ([Elwas Web](#))

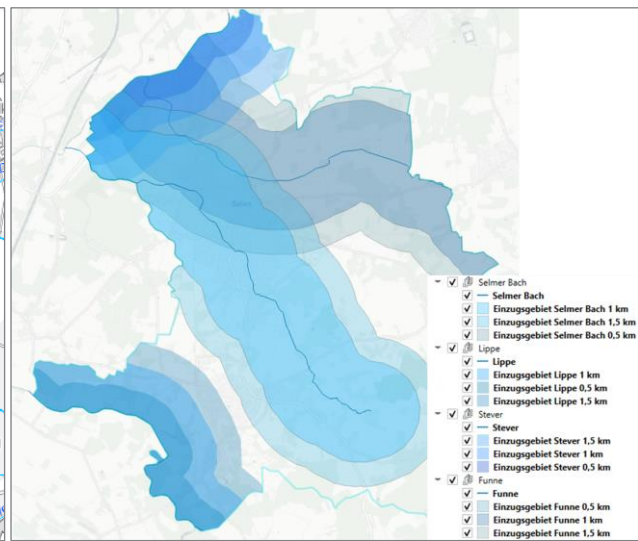


Abbildung 48: Flüsse im Stadtgebiet mit Entfernungen (eigene Darstellung)

Pegeldaten für die Funne, Steuer und Lippe sind über das Webtool *Elwas Web* ([Quelle](#)) verfügbar und konnten entsprechend erhoben werden. Für die Abflussmenge des Selmer Baches wurden über ein Niederschlagsmodell durch die Bezirksregierung Arnsberg Modelldaten bereitgestellt. Während Lippe und Steuer als größere Flüsse ein stabiles Abflussverhalten aufweisen, zeigen kleinere Gewässer wie die Funne und der Selmer Bach aufgrund ihrer Niederschlagsabhängigkeit Schwankungen im Abfluss. Da Temperaturmessungen nicht flächendeckend verfügbar sind, wurden anhand der Fluss- bzw. Bachgröße Annahmen getroffen. Für die Steuer liegen Messwerte vor, die vereinfacht auch für die Lippe angenommen wurden. Die Temperaturen von Funne und Selmer Bach, die in etwa dieselbe Größe haben, wurden anhand von Messdaten des Beckenbachs, einem vergleichbar großen Bach in Nordrhein-Westfalen, angenähert.

Die Potenzialanalyse orientiert sich an der Methode zur Wärmeentnahme aus Abwasser, verwendet jedoch angepasste Parameter: Die maximale Abkühlung wird auf 3 K begrenzt, und die Drosselung wird an den Mindestabfluss der Gewässer angepasst. Die theoretischen Potenziale wurden mithilfe von Mittelwerten der Jahre 2015 – 2020 berechnet. Da die Funne und der Selmer Bach aufgrund des stark niederschlagsabhängigen Abflusses einer jährlichen Schwankung ausgesetzt sind, ist eine Betrachtung der Mittelwerte fehlerhaft. Exemplarische Untersuchungen der Einzeljahre zeigen, dass keine konstante Entnahme möglich wäre, womit die technischen Potenziale dieser Bäche mit Null bewertet werden.

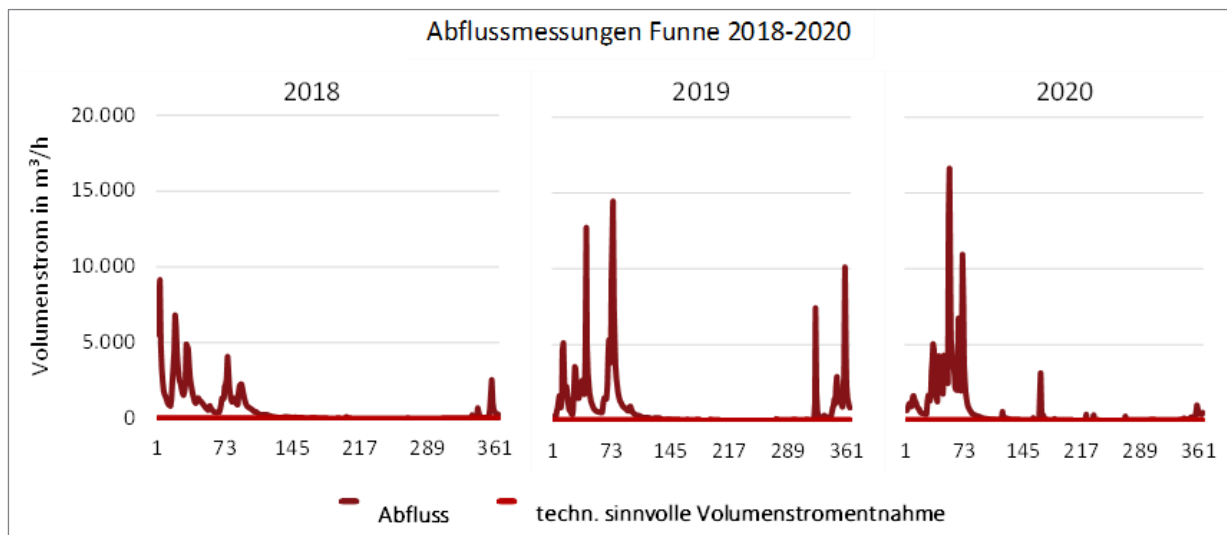


Abbildung 49: Abflussmessungen Funne 2018-2020 (eigene Darstellung)

Auch die Stever musste als technisch ungeeignet eingestuft werden, da die Entfernung zu einem potenziellen Wärmenetzgebiet zu groß ist, wie in Abbildung 48 gezeigt. Grundsätzlich könnten die Potenziale der Lippe aus technischer Sicht ohne wesentliche Beeinträchtigungen genutzt werden. In der Praxis kann allerdings nur ein Bruchteil davon genutzt werden. Bei der Betrachtung des technischen Potenzials der Lippe wurde daher angenommen, dass nur 5 % des Durchflusses genutzt werden können, wobei diese Größenordnung typischerweise eine Frage der Genehmigungsbedingungen ist. Damit ergeben sich folgende Ergebnisse der Potenzialanalyse:

Tabelle 14: Ergebnisse Potenzialanalyse Flusswasser

Gewässer	Mittlerer Abfluss (m³/s)	Theoretisches Potenzial		Technisches Potenzial	
		Leistung	Arbeit	Leistung	Arbeit
Lippe	22,89	294,5 MW	2.000.000 MWh	172,2 MW	1.400.000 MWh
Stever	1,15	10,2 MW	74.200 MWh	0 MW	0 MWh
Funne	0,26	1,4 MW	9.200 MWh	0 MW	0 MWh
Selmer Bach	0,20	1,0 MW	7.100 MWh	0 MW	0 MWh
Summe		254,8 MW	2.038.200 MWh	172 MW	1.400.000 MWh

Es fällt auf, dass bei der Lippe die Unterschiede zwischen theoretischem und technischem Potenzial nicht so groß ausfallen, wie die angenommene Reduktion des durchgeleiteten Wassers auf 5 %. Das liegt maßgeblich daran, dass in diesem Fall das ganze Jahr ein unverändertes Potenzial verfügbar ist, während bei größeren Entnahmemengen durch die Schwankungen im Abfluss keine andauernde Entnahme in der vollen Menge möglich ist. Die berechneten 1.400 GWh im Jahr müssen also auch vor dem Hintergrund interpretiert werden, dass dieses Dargebot im Gegensatz zum Wärmebedarf nicht saisonal, sondern jährlich konstant bestimmt wurde. Dennoch zeigt sich hier für die Nutzung der Lippe für eine Flusswärmepumpe ein immenses Potenzial, das auch bei geringen genehmigungsfähigen Volumenströmen zur Entnahme noch immer maßgeblich zur Wärmeversorgung von Selm-Bork beitragen könnte.

LUFT

Insbesondere für dezentrale Wärmeversorgung spielen Luft-Wärmepumpe eine große Rolle. Die Quantifizierung von Gesamtpotenzialen ist allerdings nicht möglich, da die Wärmequelle grundsätzlich überall verfügbar und innerhalb der Größenordnungen auch nicht begrenzt ist. Luft-Wärmepumpen können allerdings nicht an allen Orten beliebig aufgestellt werden, da insbesondere die Lärmbelastung problematisch sein. Für die Zielszenarien wird der Einsatz von Luft-Wärmepumpen grundsätzlich empfohlen, solange die zu beheizende Gebäude über ausreichend (Garten-)Fläche verfügen, wo die Lüfter ohne Einschränkungen durch Lärm aufgestellt werden können. Eine zentrale Wärmeversorgung kann auch durch Luft-Wärmepumpen ergänzt werden, falls der Bedarf besteht.

7.3.7 Grüner Wasserstoff

Nach aktuellem Kenntnisstand ist nicht davon auszugehen, dass Selm an das geplante Wasserstoff-Kernnetz angebunden wird, wie in Abbildung 50 und Abbildung 51 zu sehen ist. Importierter grüner Wasserstoff wird also absehbar nicht zur Wärmeversorgung zur Verfügung stehen. Eine Analyse des LANUV bekräftigt diese Annahme bestätigen, da in der Region keine Verfügbarkeit von Wasserstoff ausgegeben ist (Abbildung 51).

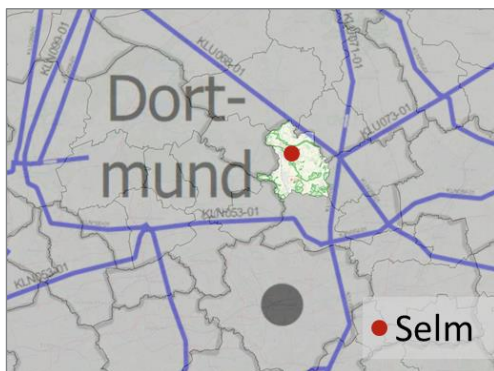


Abbildung 50: Grobplanung H2-Netz (eigene Darstellung)

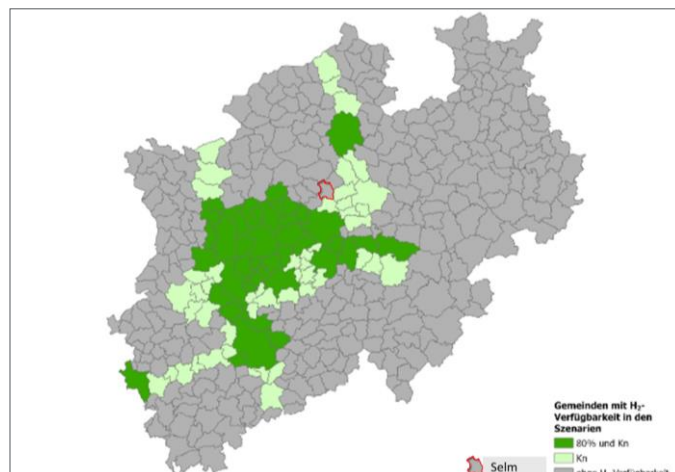


Abbildung 51: Gemeinden mit Wasserstoff-Verfügbarkeit 2050 ([LANUV](#))

Zwar wäre die Herstellung von grünem Wasserstoff vor Ort durch Elektrolyse mit einer entsprechenden Produktion erneuerbarer Energien technisch möglich, jedoch ist dies in kleinerem Maßstab derzeit wirtschaftlich nicht darstellbar. Aufgrund dieser Rahmenbedingungen wird für die Gemeinde Selm aktuell **kein grünes Wasserstoffpotenzial** ausgewiesen.

7.3.8 Photovoltaik

Bei der Untersuchung erneuerbarer Strompotenziale spielt die Photovoltaik (PV) eine wichtige Rolle. Neben klassischen Dachanlagen werden auch die Potenziale für Freiflächen-PV sowie besondere Solaranlagen nach §37 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023 untersucht.

DACH-PV

Die Bewertung der PV-Dachflächenpotenziale basiert auf einer bereits vorhandenen Untersuchung des LANUV aus dem Jahr 2013 ([Quelle](#)). Dabei wurden mehrere Kriterien definiert, um geeignete Dachflächen für die Installation von PV-Anlagen zu identifizieren. Verschattung wurde berücksichtigt, und für Flachdächer wurde standardmäßig eine Südausrichtung angenommen, wobei ein Korrekturfaktor von 0,456 für den Reihenabstand zur Reduzierung von Verschattungen eingerechnet wurde. Der Anteil der Flachdächer, einschließlich Garagendächer und ähnlicher Strukturen, macht etwa 31 % der gesamten Dachfläche aus. Dachflächen, die eine Mindestgröße von 20 m² unterschreiten, wurden aus der Bewertung ausgeschlossen. Ebenso wurden Dächer mit einem jährlichen Einstrahlungswert von weniger als 80 % des Referenzwertes (864 kWh/m²) als ungeeignet eingestuft und verworfen. Zur Ermittlung des technischen Potenzials erfolgte eine Umrechnung anhand festgelegter Faktoren. Diese Methodik wurde auf die aktuellen Katasterdaten angewendet, um das PV-Potenzial zu berechnen (vgl. Abbildung 52).

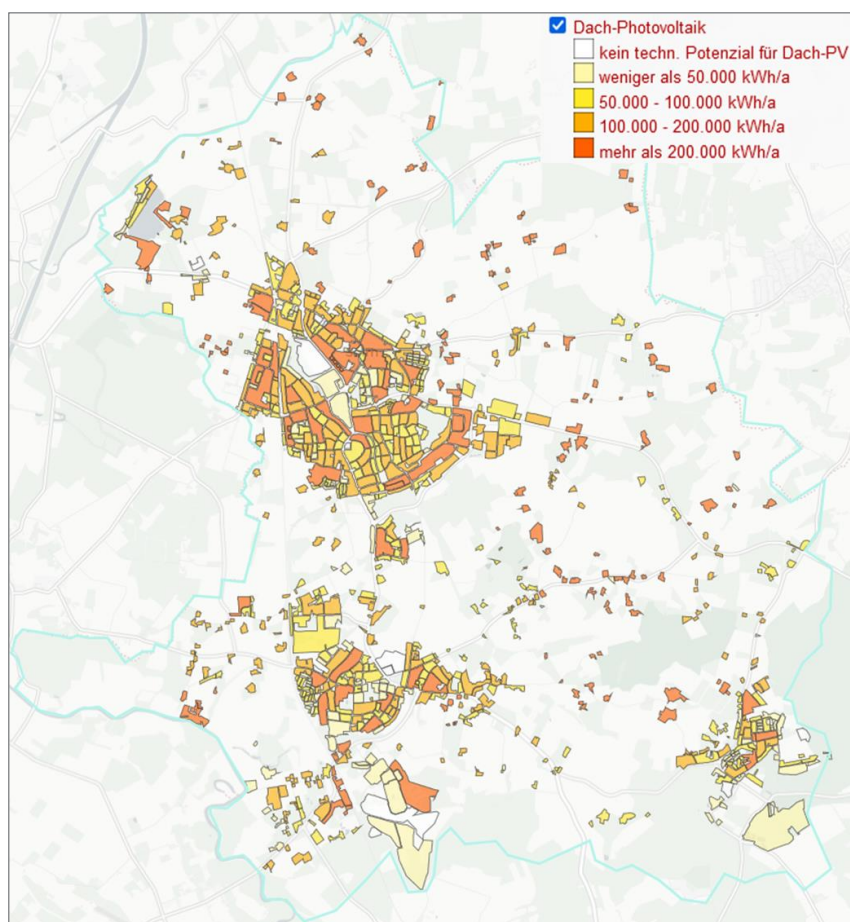


Abbildung 52: Potenziale Dach-PV auf Baublockebene (eigene Darstellung)

Das theoretische PV-Potenzial wird dabei bestimmt, indem alle Dachflächen berücksichtigt und bereits installierte Leistungen aus dem Marktstammdatenregister (MaStR) abgezogen werden. Das technische Potenzial geht über diese Methodik hinaus und schließt Mehrfamilienhäuser (MFH) aus, da deren Umsetzung erfahrungsgemäß schwieriger realisierbar ist. Folgende Potenziale wurden damit ermittelt:

Tabelle 15: Ergebnisse Potenzialanalyse Dach-PV

	Leistung	Arbeit
gesamt verfügbares Potenzial	192 MW	144.600 MWh/a
bereits installiert & geplant	20 MW	15.000 MWh/a
Theoretisches Potenzial	172 MW	129.800 MWh/a
Mischfaktor technisch	0,79	0,79
Potenzial o. MFH	120 MW	89.137 MWh/a
Technisches Potenzial	75 MW	56.000 MWh/a

Letztlich obliegt der Einsatz von Dach-PV typischerweise privaten Entscheidungen. Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung kann insbesondere in Gebieten ohne netzgebundene Wärmeversorgung eine direkte Stromerzeugung auf den Dächern einen positiven Beitrag leisten. Besonders bei Mehrfamilienhäusern mit mehreren Eigentümern bestehen noch große Potenziale, die aus Organisatorischen und Energierechtlichen Gründen aktuell schwer erschließbar sind.

FREIFLÄCHEN-PV

Das theoretische Potenzial für Freiflächen-Photovoltaik wurde durch eine systematische Analyse der verfügbaren Flächen ermittelt. Dazu wurden zunächst alle „landwirtschaftlichen Flächen“ mit Ausschlussflächen verschnitten, um alle theoretisch nutzbaren Freiflächen zu identifizieren. Anschließend wurden Flächen, die bereits bebaut sind oder einen Bebauungsplan (B-Plan) besitzen, manuell aus den Daten entfernt, um die Analyse weiter zu verfeinern. Zusätzlich wurden Flächen ausgeschlossen, die kleiner als 500 m² sind, da sich in der Regel Freiflächen-PV erst ab einer bestimmten Größe lohnt. Weiterhin wurden Flächen entfernt, deren Nutzung eine PV-Installation nicht zulässt, wie etwa Flächen mit Agrarumweltmaßnahmen (AUM), öffentlich-rechtlich geschützte Flächen (ÖR-Flächen) oder Flächen unter Vertragsnaturschutz. Das verbleibende Gesamtpotenzial wurde mit der Annahme einem PV-Bedeckungsgrad von 40%⁴, Südausrichtung sowie spezifische Werte für Modulleistung und Modulgröße berechnet. Auf dieser Grundlage kann ein theoretisches Potenzial für Freiflächen-Photovoltaik ausgewiesen werden.

⁴ Der PV-Bedeckungsgrad, auch Ground-Coverage-Ratio (GCR) bezeichnet das Verhältnis zwischen Grundfläche und Kollektorfläche. Da sich die Modulreihen gegenseitig verschatten, kann die verfügbare Fläche nicht vollständig mit PV bedeckt werden. Es ist stets individuelle Planungsaufgabe, das Optimale Verhältnis zwischen möglichst effizienter Flächennutzung und möglichst geringen Verschattungen zu finden. Dazu sind noch weitere Flächeneinschränkungen wie Wartungswege, Abstände zu Grundstücksgrenzen, Platz für Wechselrichter und Transformatoren zu beachten. Typische Bedeckungsgrade von PV-Freiflächenanlagen liegen zwischen 0,4 und 0,5, wobei mit 40% die konservativere Annahme getroffen wurde. (vgl. [Tonita et al. 2023](#))

Für die Berechnung des technischen Potenzials ist es notwendig, zusätzliche Kriterien zu definieren, die wertvolle Flächen berücksichtigen, welche nicht zwingend rechtlich geschützt sind. In der Potenzialanalyse wurden daher Flächen mit einem Bodenwert von mindestens 35 sowie solche, die direkt an Höfen liegen, automatisch ausgeschlossen. Aufgrund der methodischen Einschränkungen der Analyse kann jedoch keine Garantie auf Vollständigkeit gegeben werden. Damit ergeben sich folgende Potenziale für die Freiflächen-PV:

Tabelle 16: Ergebnisse Potenzialanalyse Freiflächen-PV

	theoretisch	technisch
Fläche	2.900 ha	787 ha
Ground Coverage Ratio	0,4	
nutzbare Fläche	1.160 ha	315 ha
Fläche/Modul	1,7 m ²	
Leistung/Modul	0,4 kW	
Leistung gesamt	2.730 MW	740 MW
Vollbenutzungsstunden		980 h
Jahresertrag	2.680 GWh	730 GWh

Nach der Photovoltaik-Freiflächenverordnung (PVFVO) des Landes NRW ([Quelle](#)) sind Photovoltaik Freiflächenanlagen, die nicht auf privilegierten Gebieten wie neben Autobahnen oder zweigleisigen Bahnschienen liegen, durch eine jährliche Gesamtleistung von 300 MW pro Jahr gedeckelt. Würde man dieses Kriterium flächenmäßig auf alle Kommunen verteilen, würde das für Selm bedeuten, dass in 20 Jahren maximal ca. 11 MW zugebaut werden dürften⁵. In der Praxis ist also nur ein Bruchteil des technischen Potenzials nutzbar. Dennoch zeigt sich aus der Analyse, dass auch größere PV-Freiflächenanlagen im Stadtgebiet zugebaut werden könnten.

BESONDERE SOLARANLAGEN

Die Bundesregierung hat im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) spezifische Regelungen und Förderprogramme für sogenannte besondere Solaranlagen eingeführt. Dieser Begriff umfasst innovative Photovoltaikanlagen, die durch spezielle Nutzungskonzepte gekennzeichnet sind und eine doppelte Flächennutzung ermöglichen. Ziel dieser Anlagen ist es, erneuerbare Energien noch vielfältiger zu integrieren und die Flächen effizienter zu nutzen.

Zu den besonderen Solaranlagen zählen **Agri-Photovoltaikanlagen**, die landwirtschaftliche Flächen doppelt nutzen, indem sie unterhalb der Solarmodule weiterhin landwirtschaftliche Produktion ermöglichen. **Floating-Photovoltaikanlagen**, die auf Wasserflächen wie Baggerseen oder Stauseen installiert werden, sind eine weitere Form. Auch **Moor-Photovoltaik**, bei der Anlagen auf

⁵ Bei einer Fläche von ca. 60 km² nimmt Selm etwa 0,18% der Gesamtfläche in NRW ein. In der dargestellten Näherung sind weitere Effekte außen vorgelassen, außerdem könnten nach PVFVO theoretisch auch 300 MW in einem Gebiet errichtet werden, wenn es sich dabei um das einzige Projekt im Jahr handelt. Die ausgewiesenen 11 MW sollen also mehr ein Gefühl der Größenordnungen liefern.

wiedervernässten Moorböden errichtet werden, zählen unter die besonderen Solaranlagen. **Parkplatz-Photovoltaikanlagen** wiederum integrieren Solarmodule über Parkplätzen und nutzen diese Flächen so doppelt, während gleichzeitig Fahrzeuge im Schatten geparkt werden können.

Die besonderen Solaranlagen werden von der Bundesregierung durch gezielte Förderprogramme unterstützt, um ihre Verbreitung zu beschleunigen und einen wichtigen Beitrag zur Energiewende zu leisten. Für die Stadt Selm wurden theoretische Potenziale für Agri-PV und Parkplatz-PV untersucht. Technisch sind diese Potenziale nicht bewertet, da ein Aufbau davon stets in Einzelfallentscheidungen entspringt, auf die die Kommune nur selten einen direkten Einfluss hat. Parkplätze liegen zwar häufiger in öffentlichem Besitz, allerdings lässt sich keine detaillierte Analyse aller möglichen Standorte machen, da Verschattungen und Baumbewuchs in diesem Bereich häufig eine Rolle spielen, womit keine flächendeckende Methodik möglich ist.

AGRI-PV

Die Nutzung von Agri-Photovoltaik (Agri-PV) bietet die Möglichkeit, landwirtschaftliche Flächen sowohl zur Lebensmittelproduktion als auch zur Stromerzeugung zu nutzen. Geförderte Agri-PV-Anlagen dürfen allerdings nur auf Ackerflächen errichtet werden und unterliegen strengen Regelungen. Gemäß der DIN SPEC 91434 darf die Fläche, die von den Photovoltaikmodulen bedeckt wird, höchstens 10 Prozent betragen, wenn die Module über den Feldern installiert werden. Wird die PV-Anlage hingegen in Form von Modulreihen aufgestellt, darf sie bis zu 15 Prozent der Fläche beanspruchen. Dabei ist die Gesamtfläche für eine geförderte Anlage auf maximal 2,5 Hektar begrenzt.

Um den Einsatz von Agri-PV zu optimieren, sollte die Aufteilung der landwirtschaftlichen Flächen nach Nutzungsarten erfolgen. Es gilt abzuwägen, ob es sinnvoller ist, die Module in erhöhter Position über den Feldern oder als Reihenstruktur zu installieren. Diese Entscheidung hängt von der Art der landwirtschaftlichen Nutzung und den spezifischen Gegebenheiten des Standorts ab. Die Ermittlung des theoretischen Potenzials erfolgt anhand der Daten zu landwirtschaftlichen Flächen des Stichjahres 2023:

Tabelle 17: Ergebnisse Potenzialanalyse Agri-PV über dem Feld (theoretisch)

PV über dem Feld	
Theoretisch verfügbare Fläche	50 ha
Max. belegbare Bodenfläche	10 %
Nutzfläche Boden	5 ha
genutzte Bodenfläche/Modulfläche	19 %
Ground Coverage Ratio	0,8
Verfügbare Modulfläche	21,1 ha
Leistung/Modul	0,4 kW
Gesamte Leistung	50 MW
Vollbenutzungsstunden	800 Vbh
Jahresertrag	39.700 MWh

Tabelle 18: Ergebnisse Potenzialanalyse Agri-PV Modulreihen (theoretisch)

Modulreihen	
Gesamtfläche	1.358 ha
Erlaubte Nutzung PV	15%
Nutzfläche	204 ha
Ground Coverage Ratio	0,25
Nutzbare Modulfläche	50,9 ha
Leistung/Modul	0,4 kW
Gesamte Leistung	102 MW
Vollbenutzungsstunden	800 Vbh
Jahresertrag	82.000 MWh

Die Installation von Agri-PV-Anlagen, die landwirtschaftliche Nutzung mit der Stromerzeugung kombinieren, bleibt trotz neuer Förderrichtlinien weiterhin vergleichsweise teuer. Für Einzelprojekte kann es jedoch schon heute lohnend sein, sich eingehend über diese Technologie zu informieren, da sie in spezifischen Anwendungen eine nachhaltige Option darstellen kann.

PARKPLATZ-PV

Das Potenzial von Parkplatz-PV kann mithilfe des Solarkatasters ausgewiesen werden, wobei eine GIS-basierte Auswertung erforderlich ist, um auch Parkplätze zu erfassen, die im Kataster nicht verzeichnet sind. Zur Ermittlung des Potenzials wird angenommen, dass Photovoltaik nur über den Stellplätzen installiert wird. Standardmäßig wird eine Fläche von etwa 12,5 m² pro Stellplatz veranschlagt (5 m Länge; 2,5 m Breite). Nach [Fraunhofer ISE](#) wird ein Schlüssel von etwa 0,04 Stellplätzen pro Quadratmeter Parkplatzfläche angenommen, der über eine Stichprobenanalyse verifiziert werden konnte. Übliche Module mit einer Leistung von etwa 360 W führen zu einer spezifischen Leistungsdichte von etwa 200 W/m². Basierend auf einem vereinfachten Ansatz wird ein Jahresertrag von rund 930 kWh pro kWp installierter Leistung angenommen. Daraus ergeben sich folgende theoretische Potenziale:

Tabelle 19: Ergebnisse Potenzialanalyse Parkplatz-PV (theoretisch)

	Stellplätze	Modulfläche	Leistung	Arbeit
Parkplätze Kataster	1.350	16.700 m ²	3.300 kWp	3.100 MWh
Parkplätze gewerblich	500	6.900 m ²	1.400 kWp	1.300 MWh
Parkplätze öffentlich	1.400	18.300 m ²	3.700 kWp	3.400 MWh
Parkplätze privat	2.200	27.500 m ²	5.500 kWp	5.100 MWh
Summe	5.450	69.400 m²	13,9 MWp	12.900 MWh

Es zeigt sich, dass im Stadtgebiet durchaus relevante Potenziale für den Aufbau von Parkplatz-PV vorhanden sind. Eine Prüfung möglicher Flächen zur Umsetzung kann dazu beitragen, dass diese Potenziale genutzt und beispielsweise direkt in Quartierslösungen integriert werden.

FLOATING-PV

Floating-PV-Anlagen, die auf Gewässerflächen installiert werden, könnten theoretisch eine beachtliche Leistung liefern. Eine vollständige Nutzung aller verfügbaren Wasserflächen im Gemeindegebiet würde etwa 17 MW an installierter Leistung ermöglichen. Die Analyse hat jedoch ergeben, dass im Stadtgebiet keine Gewässer vorhanden sind, die sich direkt für die Installation von Floating-PV eignen.

BALKON-PV

Laut Marktstammdatenregister sind bereits etwa 150 kWp Balkon-PV Anlagen in Selm installiert, was die zunehmende Verbreitung dieser Technologie verdeutlicht. Aktuell fehlen jedoch etablierte Methoden, um das vorhandene Potenzial dieser Anlagen systematisch auszuweisen. Mit Blick in die Zukunft kann die Balkon-PV jedoch einen Beitrag zur lokalen Stromerzeugung leisten und sensibilisiert die Bevölkerung zu der Technologie, was eine Ausweitung im privaten Bereich bewirken kann.

MOOR-PV

Moor-PV wurde nicht untersucht, da im Gemeindegebiet keine geeigneten Flächen bekannt sind.

7.3.9 Windenergie

In diesem Kapitel Windenergie werden im ersten Abschnitt auf die im Entwurf zur 1. Änderung des Regionalplans Ruhr durch den Regionalverband Ruhr (RVR) ausgewiesenen Flächen sowie bestehenden Bestandsanlagen eingegangen. Im zweiten Abschnitt werden die Ergebnisse aus der Potenzialanalyse des kommunalen Wärmeplans dargestellt.

1. ÄNDERUNG DES REGIONALPLANS RUHR

In den aktuell öffentlich zugänglichen Änderungsunterlagen zum Regionalplan Ruhr sind zwei Flächen im Gemeindegebiet der Stadt Selm für die Windenergienutzung ausgewiesen. Diese Änderungsunterlagen beziehen sich auf die Vorgaben des am 20. Juli 2022 in Kraft getretenen Gesetzes zur Erhöhung und Beschleunigung des Ausbaus von Windenergieanlagen an Land (Wind-an-Land-Gesetz (WaLGB) sowie des Windenergieflächenbedarfsgesetzes (WindBG). Die Umsetzung dieser Vorgaben erfolgt in NRW durch die 2. Änderung des Landesentwicklungsplanes (LEP) NRW, welche am 01.05.2024 in Kraft getreten ist. Sie sieht vor, dass in den Regionalplänen Bereiche für die Windenergie festzulegen sind. Für die Planungsregion des RVR wurde aufgrund einer vom Landesamt für Natur, Umwelt- und Verbraucherschutz (LANUV) ermittelten Potenzialflächenanalyse durch die zweite Änderung des LEP NRW ein Teilflächenziel von 2.036 ha vorgegeben. Ein Verfehlen dieses Teilflächenziels hätte gemäß § 249 Abs. 7 BauGB einen ungesteuerten Ausbau der Windenergie zur Folge. Zielsetzung des Landes NRW ist es, die landesweiten Flächenbeitragswerte bis 2025 zu erreichen und in den Regionalplänen als Windenergiebereiche festzulegen (siehe Grundsatz 10.2-5 LEP NRW).

Gemäß Ausschlussanalyse des Regionalverbands Ruhr ergeben sich nach Einhaltung der Ausschlusskriterien, wie z.B. der einzuhaltenden Abstände sowie einer Mindestgröße von 10 ha die folgenden zwei Flächen im Norden der Stadt Selm.

Die zwei Windenergiebereiche (SEL_01 und SEL_02) erreichen gemeinsam ca. 28,6 ha und befinden sich im Norden der Stadt Selm. Dabei handelt es sich um aktuell ausgewiesene Flächen des Regionalverbands Ruhr. Diese Flächen können der nachstehenden Erläuterungskarte der 1. Änderung des Regionalplanes Ruhr entnommen werden.

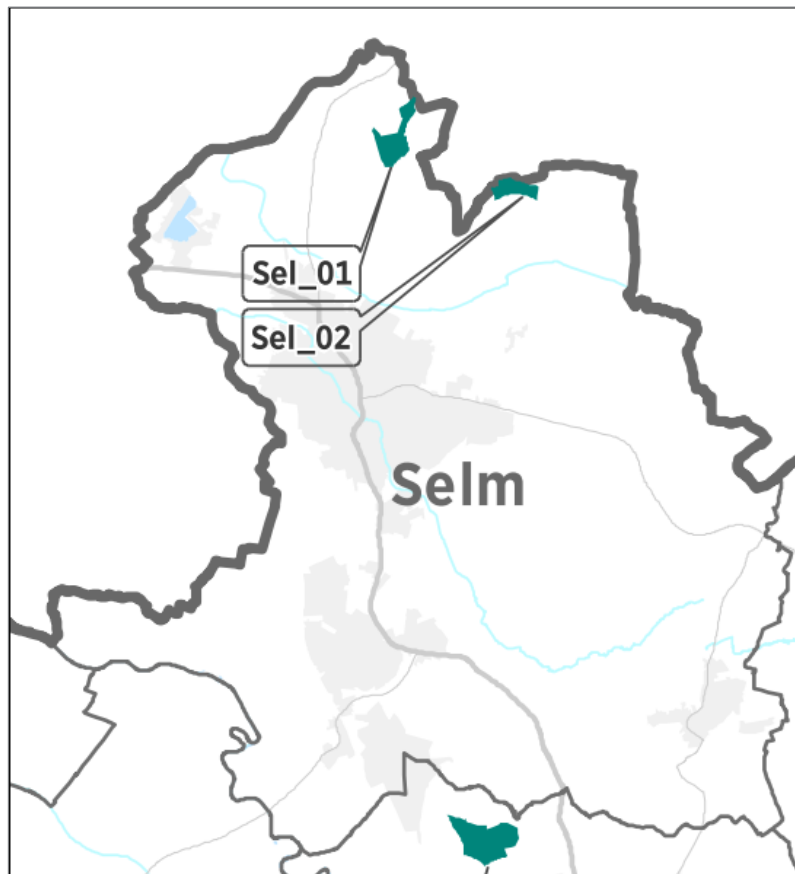


Abbildung 53: Erläuterungskarte der 1. Änderung Regionalplan Ruhr Windenergie, (Quelle: Regionalplan Ruhr)
Link: https://www.ruhrparlament.de/vorlagen_details.php?vid=50810102208

Auf der nordwestlichen Fläche mit ca. 18,4 ha (SEL_01) befinden sich bereits vier Windenergieanlagen (WEA) vom Typ Enercon E-70 E4 mit einer Leistung von 2,3 MW, einem Rotordurchmesser von 70 Metern und einer Nabhöhe von 113 Metern. Diese Fläche befindet sich zwischen der Lüdinghausener Straße und Neue Nordkirchener Straße zur Gemeindegrenze nach Nordkirchen. Diese Anlagen, die seit 2006 in Betrieb sind, erzeugen jährlich etwa 3.000 MWh/a bei rund 1.300 Vollbenutzungsstunden. Da sie im Jahr 2026 aus der Förderung nach dem EEG fallen, ist ein Repowering an diesem Standort möglich. Anstelle der bestehenden Anlagen könnten dort drei bis vier moderne WEA z. B. mit einem Rotordurchmesser von 170 m, einer Nabhöhe von 165 m und einer Leistung von 6 bis 7 MW errichtet werden. Jede dieser neuen Anlagen könnte jährlich in etwa 15.000 MWh erzeugen. Dies entspricht in etwa fünf- bis sechsmal so viel Energie wie eine der bestehenden Anlagen.

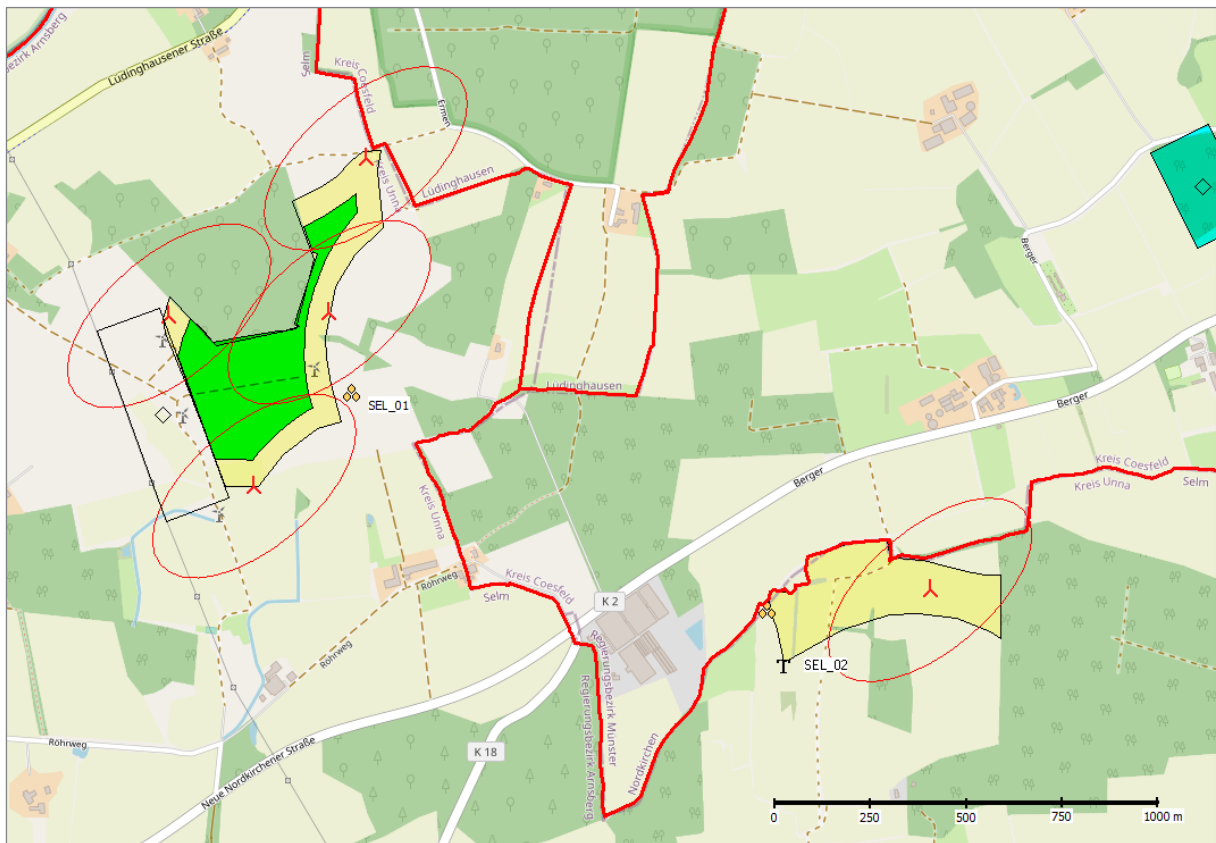


Abbildung 54: Windenergiegebiete nördlich von Selm, SEL_01 und SEL_02

An der nordöstlichen Windenergiefläche (SEL_02) könnte eine weitere Anlage auf der ca. 10,2 ha großen Fläche errichtet werden, sofern die geplante Anlage auf der Gemarkung Nordkirchen umgesetzt wird. Diese Fläche befindet sich nordöstlich von der Neuen Nordkirchener Straße und grenzt an die Gemeindegrenze zu Nordkirchen. Ohne diese Einschränkung wären dort zwei moderne WEA möglich.

Ferner sind weitere Flächen mit Bestandsanlagen westlich von Selm-Bork. Dort stehen zwei ältere Fuhrländer-Anlagen vom Typ MD 77 mit einer Leistung von 1.500 kW. Aufgrund der Nähe zur Wohnbebauung ist ein Repowering an diesem Standort schwierig, da die notwendigen Mindestabstände mit modernen Anlagen nicht eingehalten werden können. Weiterhin steht im Süden noch eine kleinere Windenergieanlage mit 600 kW.

2. ERGEBNISSE AUS DER POTENZIALANALYSE

Nachfolgend werden zu den bereits ausgewiesenen Flächen weitere Flächen innerhalb der Potenzialanalyse im Zuge der kommunalen Wärmeplanung dargestellt. Wie bereits im Kapitel 7.1 dargestellt, werden innerhalb der Potenzialanalyse (§16 WPG) theoretische und technische Potenzial lokal analysiert und abgeschätzt, sodass für die nachfolgenden Windenergiezonen lediglich die Abstandsflächen berücksichtigt wurden. Bei den Abstandsflächen wurden gemäß der ersten Änderung des Regionalplanes Ruhr vom Oktober 2024 Mindestabstände zu Eigenentwicklungsortlagen (EWO) von 550 m und zur Einzelhausbebauung von 440 m berücksichtigt. Die kommunale Wärmeplanung ist ein informelles, also rechtlich nicht bindendes Planungsinstrument. Während einer späteren Planungsphase müssen in einer detaillierten Einzelfallprüfung weitere Kriterien u. a. Umwelt- und Artenschutzprüfung, Prüfung von lokal vorherrschenden Einflüsse, wie z. B.

Überschwemmungsgebiete oder schutzbedürftige Wälder zur Ausweisung der Windenergieflächen beachtet werden.

In Abbildung 55 sind alle Windpotenzialflächen dargestellt. Gelbe Flächen stellen dabei mögliche Windeignungsflächen, dunkelblaue Flächen vorherige Windvorrangflächen dar. Die Ellipsen um die Anlagen zeigen die windenergiespezifischen empfohlenen Abstände um die Anlagen.

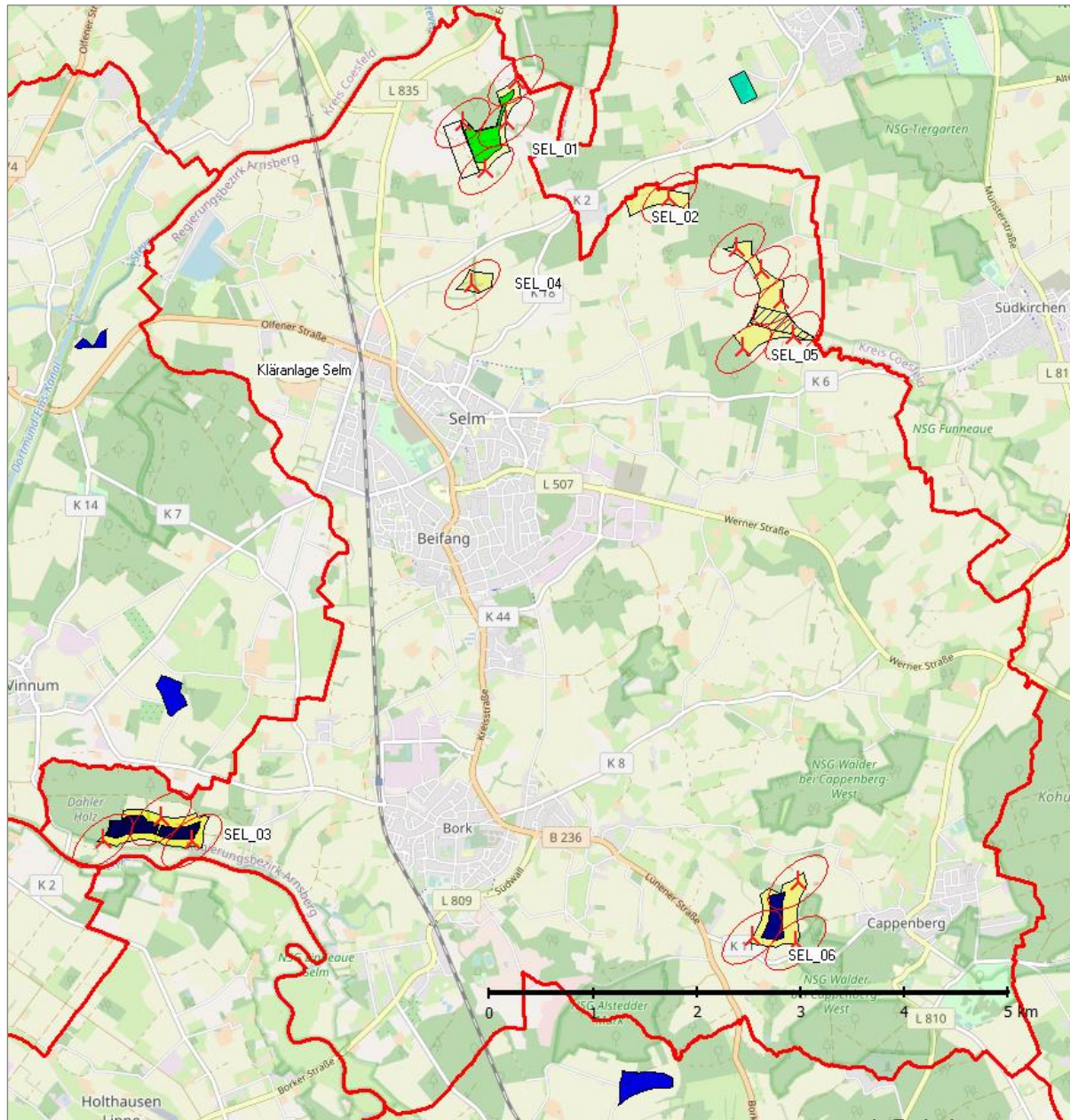


Abbildung 55: Übersichtskarte zur Windenergienutzung in Selm (eigene Darstellung)

Im Bereich SEL_06 westlich von Cappenberg könnten bei einer Erweiterung der in der Vergangenheit ausgewiesenen Fläche ebenfalls bis zu drei moderne Anlagen entstehen. Eine kleinere Fläche (kleiner 10 ha) nördlich von Selm (SEL_04) zwischen der K2 (Neue Nordkirchener Straße) und der K18 (Nordkirchener Straße) wäre aufgrund ihrer Größe für eine einzelne WEA geeignet. Eine gut geeignete Fläche (SEL_05) wurde nordöstlich von Selm an der Funne identifiziert, im umliegenden Gebiet des Buxforts und zur Gemeindegrenze nach Südkirchen. Diese Fläche könnte für bis zu fünf WEA genutzt

werden, wobei eine abschließende Prüfung zur Eignung aufgrund eines potenziellen Überschwemmungsgebiets erforderlich ist.

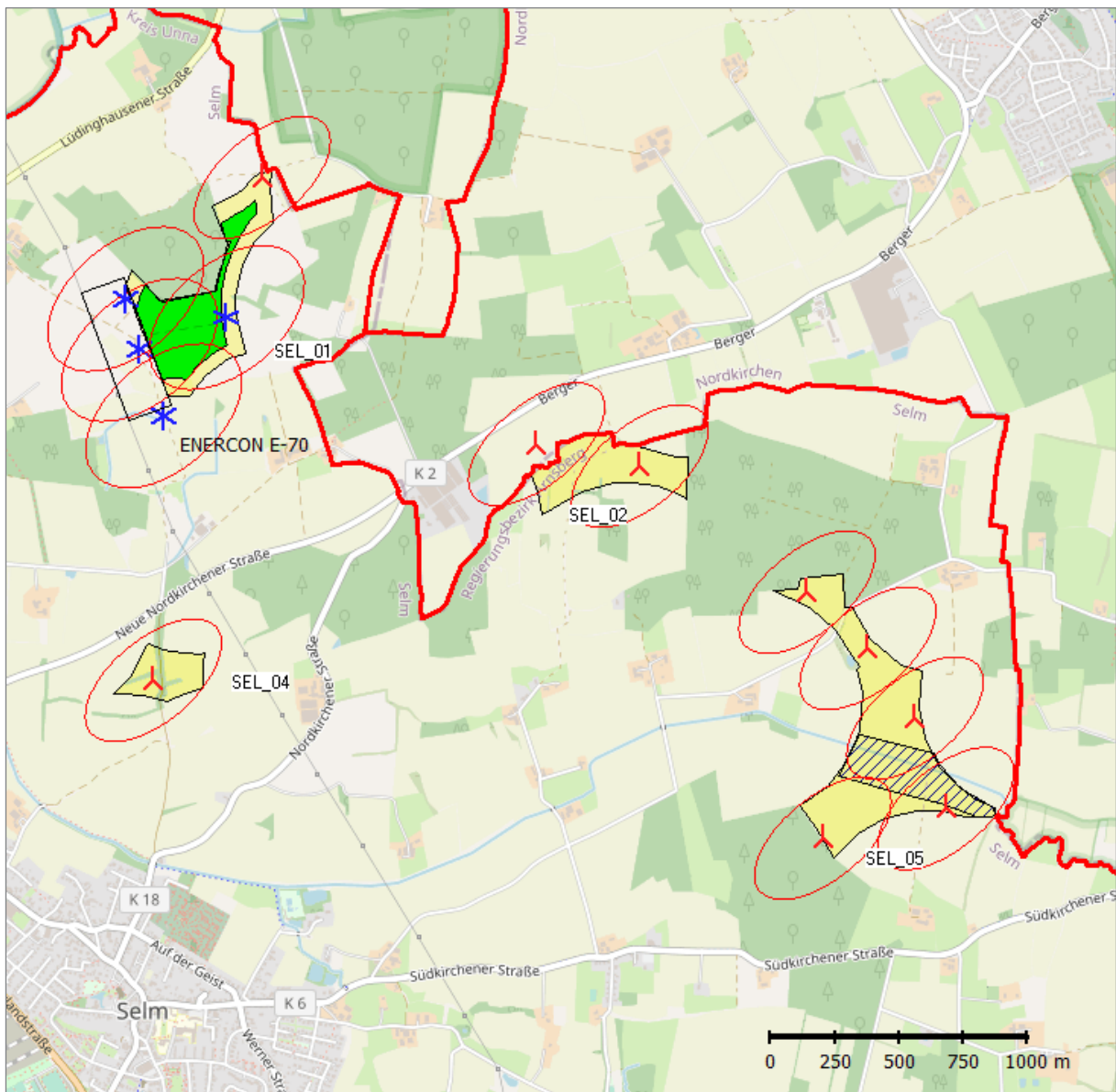


Abbildung 56: Detailkarte zu den Windeignungsgebieten SEL_01, SEL_02, SEL_04; SEL_05 (eigene Darstellung)

Die Analyse zeigte weiterhin, dass die Fläche SEL_03 mit einer Größe von ca. 26,5 ha westlich von Selm-Bork (Dahler Holz) ebenfalls geeignet ist. Diese Fläche grenzt an den Wald Dahler Holz an und befindet sich an der Stadtgrenze zu Lünen. Hier könnten bei Einhaltung eines Mindestabstands von 440 Metern zu einzelnen Wohngebäuden zwei bis drei moderne WEA errichtet werden (Abbildung 57).

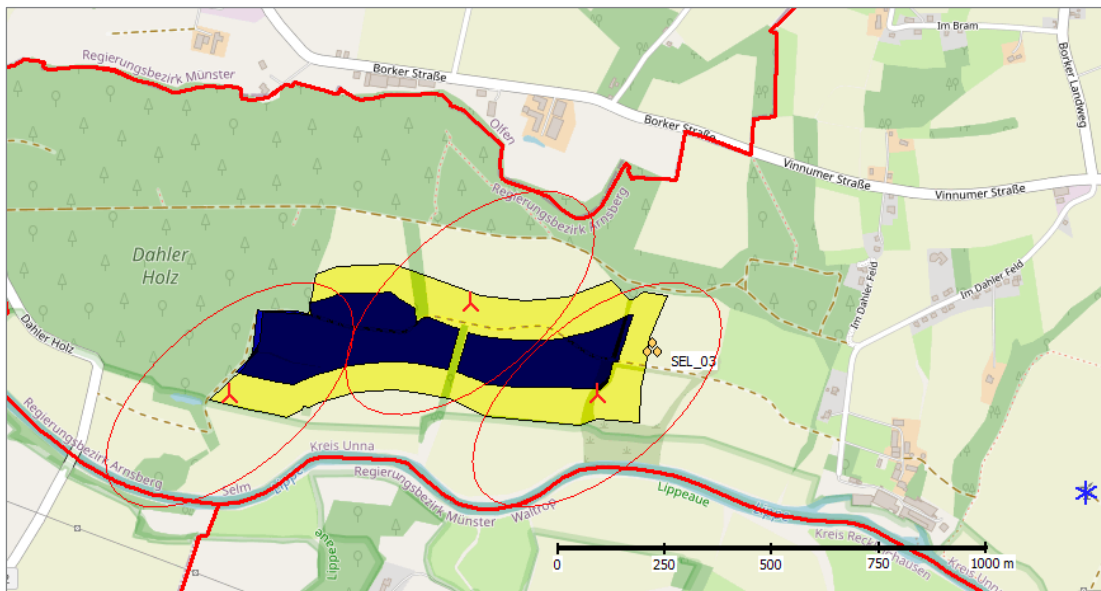


Abbildung 57: Detailkarte zu den Windeignungsgebiet Dahler Holz (SEL_03) (eigene Darstellung)

Neben den Vorgaben aus dem Regionalplan Ruhr sind bei der Planung ebenfalls die Abstände im Sinne der optisch bedrängenden Wirkung von mindestens 2x Bauwerkshöhe zu berücksichtigen, die bei modernen Anlagen mit 250 m Bauwerkshöhe bereits ca. 500 m betragen. Die Einhaltung der schallimmissionsrechtlichen Vorgaben stellt darüber hinaus eine zentrale Anforderung bei der Planung neuer WEA dar und beeinflusst ebenfalls den erforderlichen Abstand und die Anzahl der Anlagen. Während für Einzelhöfe und Außenbereichsgebäude meist ein Immissionsrichtwert von 45 dB(A) im Nachtzeitraum gilt, liegt dieser Wert in allgemeinen Wohngebieten wie westlich von Cappenberg zwischen der Borker Straße und Zum Birkenbaum (SEL_06, Abbildung 58) nachts bei 40 dB(A). Um diese Werte einzuhalten, können Anlagen bei geringen Abständen zu der Wohnbebauung im schallreduzierten Betrieb durch Drehzahlregulierung betrieben werden.

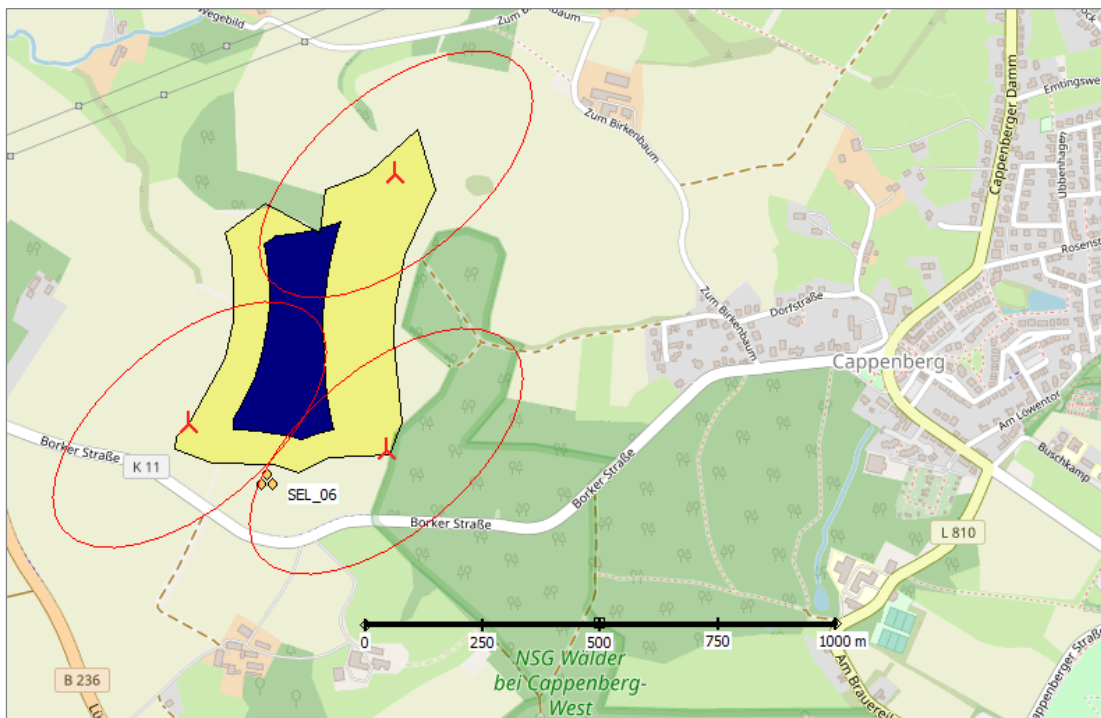


Abbildung 58: Detailkarte zu den Windeignungsgebiet westlich von Cappenberg (SEL_06) (eigene Darstellung)

Aufgrund der zersplitterten Siedlungsstruktur in Selm konnten keine weiteren Flächen identifiziert werden, die die geltenden Mindestabstände bei modernen Anlagen zur Wohnbebauung einhalten. Eine Möglichkeit zur Erweiterung von Windenergienutzung könnten kleine Windenergieanlagen bis 50 m Bauwerkshöhe in Gewerbegebieten errichtet werden. Diese Anlagen, die aufgrund ihrer geringen Größe keiner Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz bedürfen, eignen sich insbesondere zur Eigenstromversorgung. Allerdings sind sie mit spezifisch höheren Kosten verbunden und wirtschaftlich nur eingeschränkt sinnvoll. Für die Potenzialanalyse wird diese Art der Nutzung nicht untersucht. Die theoretischen und technischen Potenziale der Flächen sind anhand technischer Näherungsdaten aktueller Anlagentypen in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 20: Ergebnisse Potenzialanalyse Wind

Bezeichnung	Mög. WEA	Leistung (theoretisch)	Arbeit (theoretisch)	Leistung (technisch)	Arbeit (technisch)
SEL_01	3 WEA*	19,5 MW	45.000 MWh	19,5 MW	45.000 MWh
SEL_02	1 WEA	6,5 MW	15.000 MWh	6,5 MW	15.000 MWh
SEL_03	3 WEA	19,5 MW	45.000 MWh	19,5 MW	45.000 MWh
SEL_04	1 WEA	6,5 MW	15.000 MWh	6,5 MW	15.000 MWh
SEL_05	5 WEA	32,5 MW	75.000 MWh	32,5 MW	75.000 MWh
SEL_06	3 WEA	19,5 MW	45.000 MWh	19,5 MW	45.000 MWh
	Summe	104 MW	240.000 MWh	104 MW	240.000 MWh

*Bei Repowering

Es ist erkennbar, dass selbst, wenn nur wenige der identifizierten Flächen zu Vorrangflächen erklärt und erschlossen werden, bereits ein großes Dargebot an erneuerbarem Windstrom vorhanden ist. Es bietet sich an, den Einsatz davon zu prüfen und mit in die Zielszenarien aufzunehmen.

7.4 ERGEBNISSE: POTENZIALE UNVERMEIDBARER ABWÄRME

Für die Bewertung der Potenziale von unvermeidbarer Abwärme wurden zunächst alle relevanten Unternehmen erfasst und ein Fragebogen erstellt. Potenziell brauchbare Abwärmepotenziale wurden bei insgesamt fünf Unternehmen im Stadtgebiet vermutet und erfragt. Erfasst wurden Abwärmepotenziale in Form von Volumenströmen (Abluft/Abwasser), sowie die Häufigkeit der angegebenen Volumenströme und Kühlprozessen, die sich ebenfalls zur Erschließung von Abwärmepotenzialen eignen. Jedes der angefragten Unternehmen übermittelte uns die angefragten Größen, welche über alle Unternehmen hinweg folgende Charakteristik aufwiesen:

- Abwärme lag in nennenswerten Mengen (>100 kW), wenn, dann als Abluft in einem Temperaturbereich zwischen 30 °C und 80 °C vor
- Jedes, der durch uns angefragten Unternehmen bindet diese Abwärme entweder schon jetzt ein oder plant in Zukunft damit diese Abwärme zur Beheizung der eigenen Gebäude zu nutzen
- Außerhalb der Gebäude nutzbare Abwärme steht somit nur im Sommer zur Verfügung

- Eine potenzielle Abwärmequelle, welche aus Produktionsprozessen zurückgewonnen werden könnte, wird in der Regel in kaum kalkulierbar zeitlichen Abständen erzeugt, so dass eine sinnvolle Aufbereitung und Einspeisung nicht wirtschaftlich dargestellt werden kann
- Es konnten keine nennenswerten Kühlprozesse identifiziert werden

7.5 ERGEBNISSE: POTENZIALE ZUR SENKUNG DES WÄRMEBEDARFS

Zur Untersuchung der Einsparpotenziale durch Sanierung wurden die Daten der Bestandsanalyse sowie ein Datensatz von OpenGeodata NRW zur kommunalen Wärmeplanung genutzt, in dem für die Baublöcke eine Sanierungswahrscheinlichkeit ausgewiesen wurde ([Quelle](#)). Hintergründe und Methodik dieser Untersuchung sind in der Datensatzbeschreibung dieser Geodaten zu finden.

Für die Bestimmung des theoretischen Potenzials wird davon ausgegangen, dass alle Gebäude vollständig saniert und auf den aktuellen Energiestandard KfW 55 gebracht werden. Ein KfW-55-Haus gilt als moderner energetischer Standard und zeichnet sich durch einen spezifischen Gesamtverbrauch von etwa 45 bis 50 kWh pro Quadratmeter und Jahr aus. Um eine Abschätzung der Einsparpotenziale zu gewährleisten, wurden für die Berechnung folgende Werte angesetzt: Ein spezifischer Raumwärmebedarf von 35 kWh/m²a und ein spezifischer Warmwasserbedarf von 15 kWh/m²a.

Ein solches Vorgehen verlangt es, im Gegensatz zu den Untersuchungsergebnissen der Bestandsanalyse, in Nutz- statt in Endenergie zu rechnen. Das liegt darin begründet, dass der Betrachtungshorizont in diesem Fall nicht auf der Erzeuger- sondern auf der Verbraucherseite gelegt werden muss. Dies gilt es bei der Analyse der Zahlen zu beachten, da diese in Summe von den Zahlen der Bestandsanalyse abweichen. Die Kernaussagen bleiben dabei allerdings erhalten (insbesondere bezüglich der Reduktionspotenziale in Prozent).

Das technische Potenzial berücksichtigt dann die Gebäude in Abhängigkeit ihrer Sanierungswahrscheinlichkeit: Liegt diese zwischen 40% und 70% (durchschnittliche bis überdurchschnittliche Realisierungschance), wird von einer Teilsanierung auf 75 kWh/m²a ausgegangen. Alle, deren Wahrscheinlichkeit darüber liegt (überdurchschnittliche bis deutlich überdurchschnittlich) werden als voll saniert angenommen. Diese Grenzwerte sorgen für eine Sanierungsrate, die bis zum Jahr 2045 durchschnittlich etwa 0,9 % beträgt. Eine Aufteilung nach Stützjahren erfolgt im nächsten Schritt über eigens definierte Wahrscheinlichkeiten für Realisierungszeiträume, die eine wachsende Sanierungsquote beschreiben, die im Jahr 2040 mit ca. 1,2 % ihren Peak erreicht und dann wieder etwas abflacht. Damit können folgende Potenziale zur Einsparung durch Sanierung ausgewiesen werden:

Tabelle 21: Ergebnisse Potenzialanalyse zur Senkung des Wärmebedarfes

		Bedarf	Reduktion um	Sanierungsquote*
Theoretisches Potenzial	2045	79.000	68,8%	3,44%
	2025	251.300	0,7 %	0,7 %
Technisches Potenzial	2030	241.400	4,6 %	0,8 %
	2035	230.500	8,9 %	0,9 %
	2040	216.500	14,5 %	1,2 %
	2045	208.100	17,8 %	0,8 %

Gesamt 0,9 %

*In fett sind die durchschnittlichen Sanierungsquoten über den gesamten Zeitraum dargestellt. Die anderen Werte sind die Quoten zwischen den jeweiligen Stützjahren

Es ist also realistischerweise davon auszugehen, dass im Stadtgebiet etwa eine Reduktion des Gesamtbedarfes um bis zu 17,8 % möglich ist. Diese Entwicklung kann durch die Stadt nur passiv beeinflusst werden, beispielsweise über Informationsveranstaltungen, Best-Practices oder individuellen Förderprogrammen. Mögliche Sanierungsmaßnahmen in Gebäuden aus kommunaler Hand sollten bis zum Jahr 2045 zwingend umgesetzt werden.

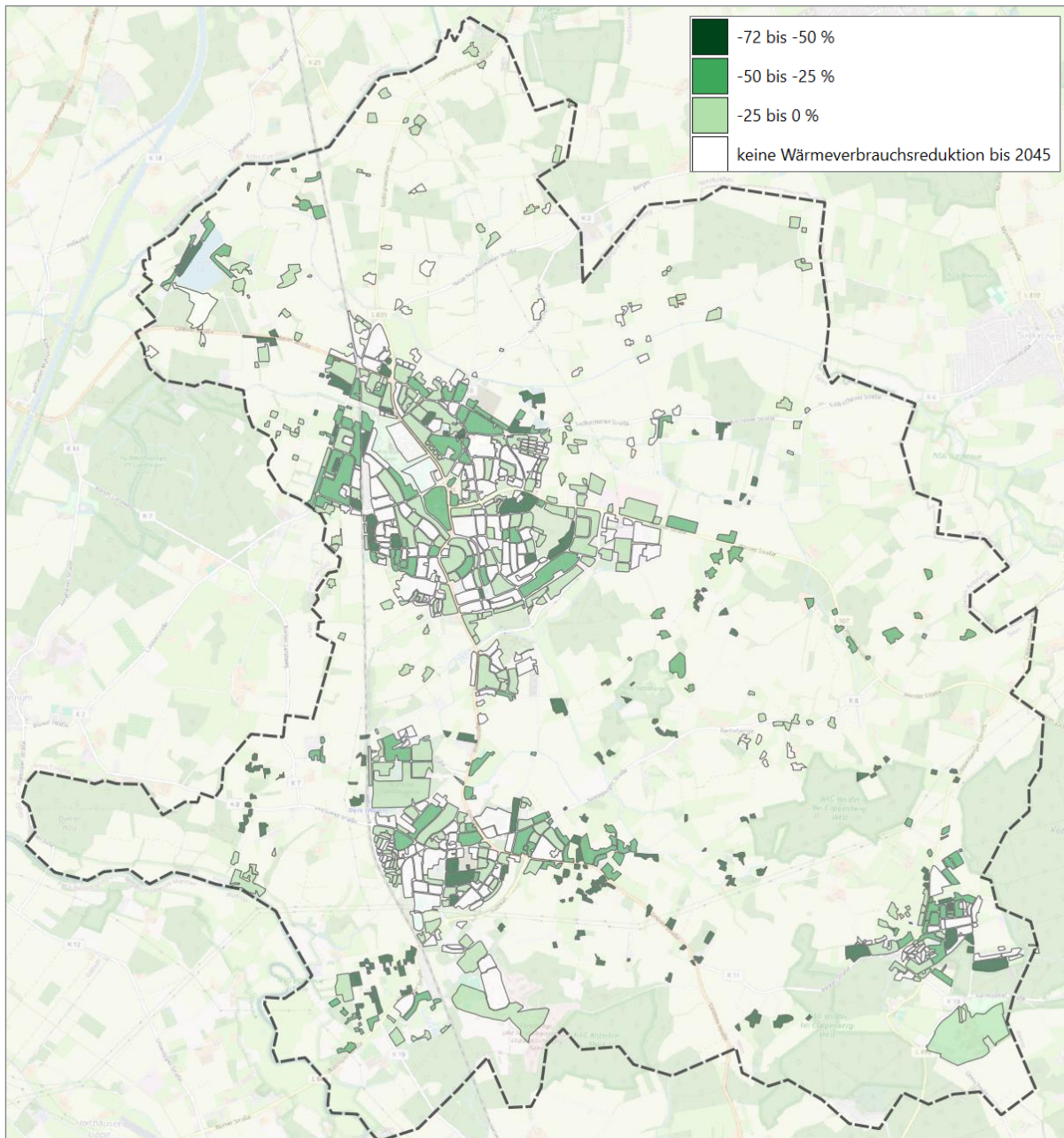


Abbildung 59: Wärmeverbrauchsreduktion von 2025 bis 2045 in Selm auf Baublock-Ebene in % (gesamtes Planungsgebiet) (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

7.6 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

Tabelle 22: Zusammenfassung Ergebnisse Potenzialstudie

Kategorie	Kommentar	theoretisches Potenzial		technisches Potenzial		Eignung für Zielszenario
		Leistung	Arbeit	Leistung	Arbeit	
Flächenscreening						
Ausschlussflächen	Ca. 14% des Gemeindegebietes					
Städtische Flächen	Größtenteils Infrastruktur					Zu prüfen
Geothermie						
Tiefe & mitteltiefe Geothermie	Wärmegesamtbedarf für die Nutzung zu gering	0 MW	0 MWh/a	0 MW	0 MWh/a	Nein
Grubenwasser	Zugang 2022 vollständig versiegelt	0 MW	0 MWh/a	0 MW	0 MWh/a	Nein
Erdwärmekollektoren	Für Quartierslösungen denkbar	150 MW	463.000 MWh/a	11 MW	34.000 MWh/a	Ja
Erdwärmesonden	Für Quartierslösungen denkbar	155 MW	466.000 MWh/a	11 MW	31.500 MWh/a	Ja
Solarthermie	Saisonale Verfügbarkeit als Hindernis	1.600 MW	1.260.000 MWh/a	500 MW	390.000 MWh/a	Zu prüfen
Biomasse						
Landwirtschaftl. Erzeugnisse pflanzlich	Biogasvergärung		56.600 MWh/a		10.400 MWh/a	Zu prüfen
Landwirtschaftl. Erzeugnisse tierisch	Biogasvergärung		5.500 MWh/a		5.500 MWh/a	Ja
Forstwirtschaftliche Erzeugnisse	Insb. HHS aus Handel vor Ort		20.200 MWh/a		19.800 MWh/a	Ja
Abfall- und Reststoffe	Holziger Grünschnitt ggf. nutzbar		25.600 MWh/a		1.900 MWh/a	Zu prüfen
Wärmequellen						
Abwasser	Beste Potenziale bei geklärtem Abwasser	24 MW	52.800 MWh/a	7 MW	49.500 MWh/a	Ja
Gewässer	Potenziale genehmigungsabhängig	255 MW	2.038.200 MWh/a	172 MW	1.400.000 MWh/a	Zu prüfen
Luft	Potenziale müssen individuell erschlossen werden					Zu prüfen
Grüner Wasserstoff	Keine Potenziale in absehbarer Zukunft	0 MW	0 MWh/a	0 MW	0 MWh/a	Nein
Photovoltaik						
PV-Dachfläche	Potenziale müssen individuell erschlossen werden	172 MW	129.800 MWh/a	75 MW	56.000 MWh/a	Nein
PV-Freifläche	Flächenfindung als Hindernis	2.730 MW	2.680.000 MWh/a	740 MW	730.000 MWh/a	Zu prüfen
Besondere Solaranlagen	Parkplatz-PV in Einzelfällen sinnvoll	166 MW	134.600 MWh/a	0 MW	0 MWh/a	Nein
Windenergieanlagen	Flächen teilweise bereits ausgewiesen	104 MW	291.200 MWh/a	104 MW	291.200 MWh/a	Ja
Unvermeidbare Abwärme	Keine nutzbaren Abwärmepotenziale	0 MW	0 MWh/a	0 MW	0 MWh/a	Nein
Senkung des Wärmebedarfs	Potenziale vorhanden					Ja

Tabelle 22 fasst alle untersuchten Elemente der Potenzialanalyse zusammen. Wo verfügbar, wurden die theoretische und technische Leistung mit angegeben, die Potenziale für die Arbeit ist für alle energetischen Potenziale dargestellt.

Im Bereich der **Geothermie** zeigen tiefe und mitteltiefe Geothermie kein Potenzial, da der Wärmebedarf vor Ort zu gering ist, um diese auszuschöpfen. Ebenfalls ohne Potenziale ist die Nutzung von **Grubenwasser**, da der Zugang in die Zeche vollständig versiegelt wurde. Dagegen bieten **Erdwärmekollektoren** und **Erdwärmesonden** gute Möglichkeiten für Quartierslösungen und werden als geeignete Optionen für das Zielszenario eingestuft. Die **Solarthermie** zeigt insgesamt große Potenziale, könnte aber durch die saisonale Verfügbarkeit limitiert sein, weshalb eine detaillierte Prüfung erforderlich ist. In der Kategorie **Biomasse** bietet die Vergärung tierischer landwirtschaftlicher Erzeugnisse eine vielversprechende Möglichkeit, um einen Beitrag zur Energieversorgung zu leisten. Die Nutzung pflanzlicher Erzeugnisse sowie holziger Grünschnitte ist noch zu prüfen, während forstwirtschaftliche Erzeugnisse eine zentrale Rolle einnehmen könnten.

Wärmequellen wie geklärtes Abwasser zeigen das größte Potenzial und gelten als hervorragend geeignet für das Zielszenario. Auch die Lippe könnte potenziell als Wärmequelle genutzt werden, allerdings hängt die Umsetzung stark von Genehmigungen ab.

Grüner Wasserstoff wird als keine realistische Option in absehbarer Zukunft eingeschätzt.

Im Bereich der **Photovoltaik** ist die Nutzung von Dachflächen zwar theoretisch möglich, setzt jedoch eine individuelle Erschließung voraus, was sie im Zielszenario als ungeeignet erscheinen lässt. Die Nutzung von Freiflächen ist durch die Herausforderung der Flächenfindung begrenzt und daher weiter zu prüfen. Besondere Solaranlagen wie Parkplatz-PV sind in Einzelfällen sinnvoll, bieten für das Zielszenario aktuell kein nutzbares Potenzial. **Windenergieanlagen** hingegen sind eine vielversprechende Stromquelle, da in der Gemeinde bereits teilweise geeignete Flächen ausgewiesen wurden. Dies macht sie zu einer geeigneten Option für das Zielszenario. Unvermeidbare Abwärme spielt aufgrund der geringen lokalen Potenziale keine bedeutende Rolle, während die Senkung des Wärmebedarfs als vielversprechend bewertet wird und wichtige Potenziale für die Zielerreichung bietet.

Insgesamt zeigt die Analyse, dass durch eine gezielte Prüfung und Nutzung der identifizierten Potenziale eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung in den Zielszenarios erreicht werden kann.

8 ZIELSZENARIEN

8.1 ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG DES WÄRMEBEDARFS

In Kapitel 7.5 wurde erläutert, wie die zukünftige Wärmebedarfsentwicklung in Selm unter Berücksichtigung einer prozentualen jährlichen Sanierungsquote im Sektor Wohnen abgebildet werden kann. Es wurde ein realistisches Szenario erarbeitet, in dem im Stadtgebiet etwa eine Reduktion des Gesamtbedarfes bis zu 17,8 % errechnet wurde. Um zukünftige Zielszenarien zu erarbeiten zu können, wird die Wärmebedarfsentwicklung innerhalb des Zielszenarios auf die einzelnen Stadtgebiete und Sektoren in Selm projiziert.

Tabelle 23: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfes nach Stadtbezirken

	Wärmebedarf [MWh]	2025 [MWh]	2030 [MWh]	2035 [MWh]	2040 [MWh]	2045 [MWh]
Selm-Cappenberg	16.919	16.809	15.480	14.466	13.350	12.747
Selm	134.499	133.876	129.809	126.557	120.255	117.097
Außenbereich	46.779	46.157	43.550	40.113	36.498	33.719
Selm-Bork	53.315	52.799	50.961	47.769	45.451	43.612

Tabelle 24: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfes nach Sektoren

	Wärmebedarf [MWh]	2025 [MWh]	2030 [MWh]	2035 [MWh]	2040 [MWh]	2045 [MWh]
Haushalte	225.811	224.298	215.541	206.595	195.256	187.876
Handel & Gewerbe	21.558	21.202	20.161	19.157	17.771	16.939
Kommunal	4.144	4.141	4.099	3.153	2.526	2.361

Für den Zubau an beheizten Wohn- und Nutzflächen werden Entwicklungsflächen im Gemeindegebiet für Wohn- und Gewerbegebiete mit einer durchschnittlichen Geschosskennzahl angenommen. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass der flächenspezifische Energieverbrauch von neuen Gebäuden maximal 30 kWh/m² beträgt. Eine Rechnung hierzu wird in der Endfassung enthalten sein. Für die Einteilung von Eignungsgebieten wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass Neubauten auf Grund der hohen Energiestandards und niedrigen Vorlauftemperaturen grundsätzlich vorzugsweise dezentral versorgt werden.

8.2 WÄRMEBEDARFSDICHTE UND WÄRMELINIENDICHTE

Die Wärmeverbrauchsdichten weisen in mehreren Abschnitten der drei Ortsteile Selm, Selm-Bork und Selm-Cappenberg eine Wärmeverbrauchsdichte von mindestens 415 MWh/ha-a auf. In einer solchen Größenordnung sieht der Handlungsleitfaden des BMWK für die kommunale Wärmeplanung einen Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand.

WÄRMEVERBRAUCHSDICHTEN 2025

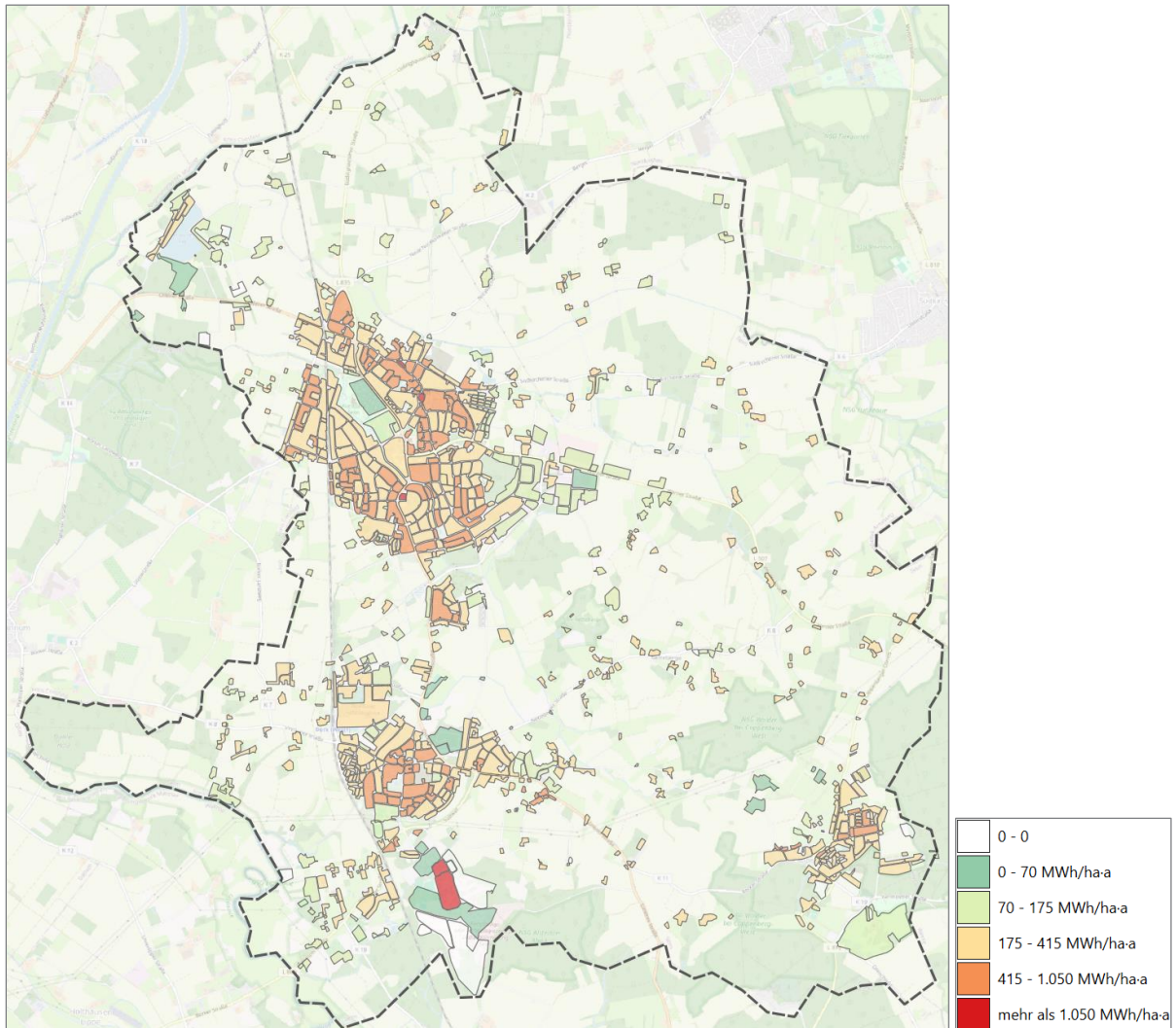


Abbildung 60: Wärmeverbrauchsichten 2025 auf Baublock-Ebene (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

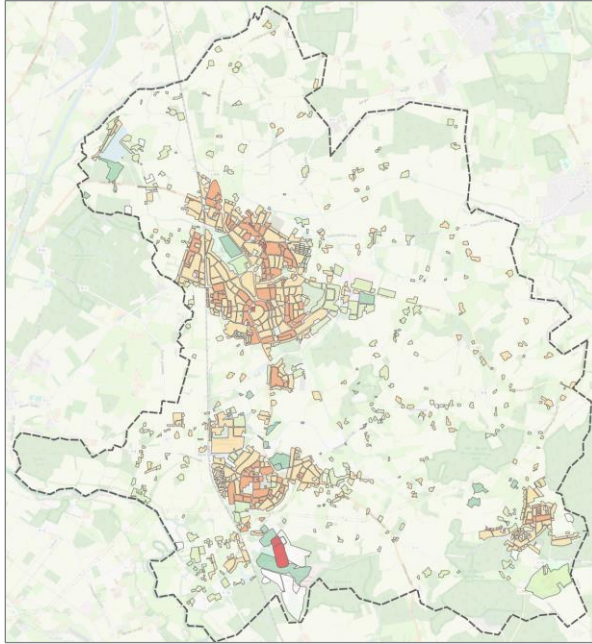
Basierend auf der im vorangegangenen Kapitel dargestellten Wärmebedarfsentwicklungen bis zum Jahr 2045 für die Stadt Selm, lässt sich die in Abbildung 60 dargestellte Wärmedichtekarte für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040 und 2045 fortschreiben.

Dies dient innerhalb dieses ersten Entwurfs zu zukünftigen Eignungsgebieten dazu, bei der Empfehlung von Wärmenetzeignungsgebieten sicherzustellen, dass diese auch in Zukunft bei sinkendem Wärmeverbrauch wirtschaftlich betrieben werden können. Mit Blick auf die „Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen“ des BMWK (Tabelle 23) kann festgestellt werden, dass die Wärmeverbrauchsichten in Selm für die Zieljahre 2030, 2035, 2040 und 2045, ein Wärmenetz möglich erscheinen lassen.

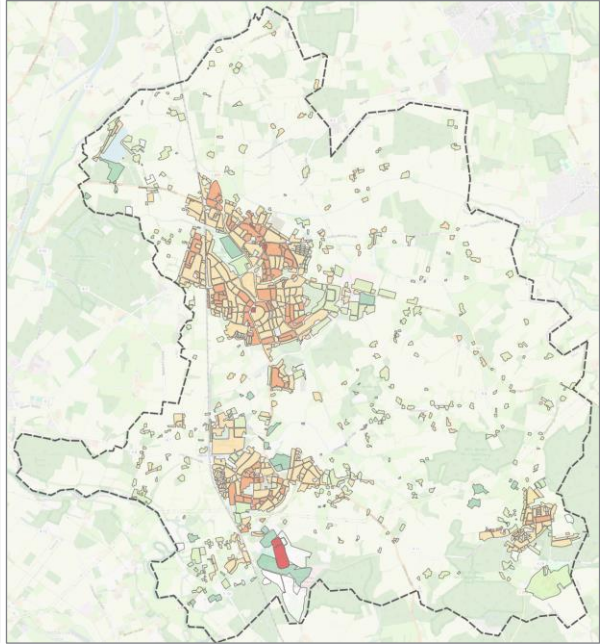
Tabelle 23 : Wärmeverbrauchsichten BMWK-Handlungsleitfaden

Wärmedichte [MWh/ha ^a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–70	Kein technisches Potenzial
70–175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175–415	Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand
415–1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

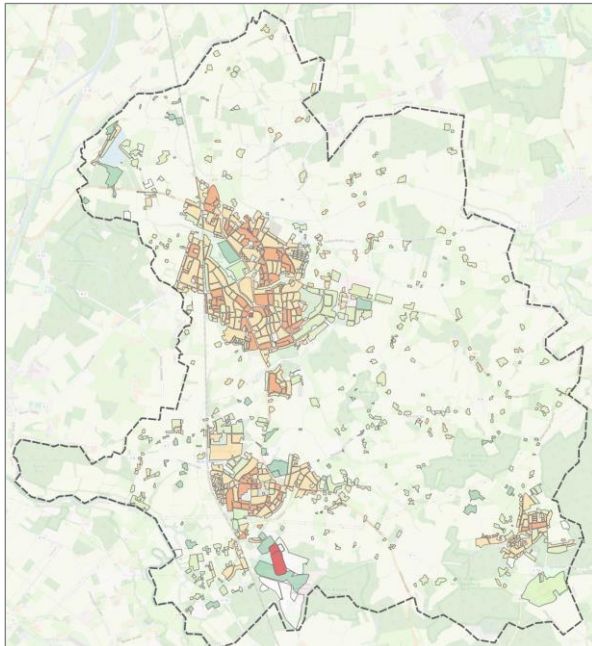
2030 (-4,6%)



2035 (-8,9%)



2040 (-14,5%)



2045 (-17,8%)

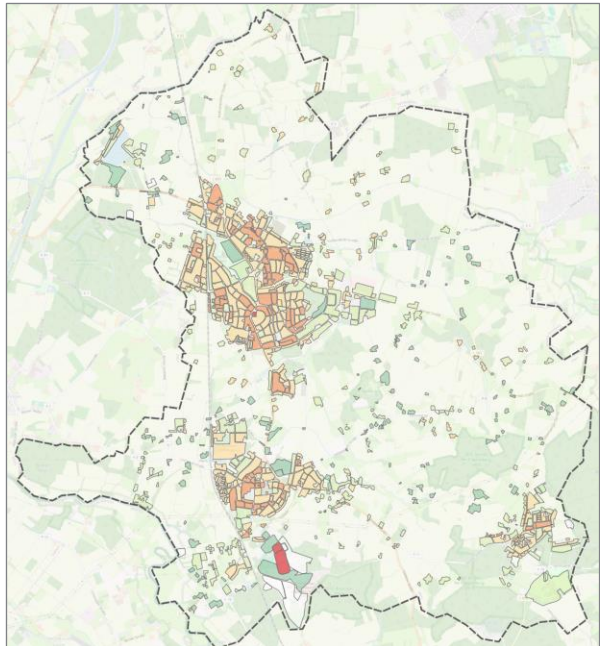
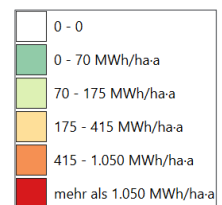


Abbildung 61: Wärmeverbrauchsichten 2030 bis 2045 auf Baublock-Ebene (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)



Zwar werden durch Sanierungen bis zum Jahr 2045 die Wärmeverbrauchsichten nach und nach im Schnitt um bis zu 17,8% sinken, jedoch wird die aktuell charakteristische Wärmeverbrauchsichte in den Ortskernen erhalten bleiben. Die erwartete Reduktion ist so gering, dass viele Baublöcke in derselben Verbrauchsdichte-Klasse bleiben. Die größte Differenz ist im Vergleich zwischen 2025 und 2045 zu erkennen, wie Abbildung 59 in Form einer Delta-Darstellung zeigt. Aus welchen Faktoren und Annahmen die Differenz resultiert, wird in Kapitel 7.5 erläutert.

WÄRMELINIENDICHTE

Um die Wirtschaftlichkeit eines möglichen Wärmenetzes abschätzen zu können, ist die Wärmelinien-
dichte neben der Wärmebedarfsdichte entscheidend.



Abbildung 62: Wärmelinien-dichte Selm und Selm-Beifang 2025 (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

Anders als in der Wärmebedarfsdichte, die in Ihrer Einheit den Wärmeverbrauch pro Jahr und Hektar angibt und somit, mit Blick auf ein mögliches Wärmenetz, nur einen relativ groben Anhaltspunkt für die mögliche Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes liefern kann, liefert die Wärmelinien-dichte einen konkreten Wert mit welcher maximalen Wärmeabnahmemenge entlang einer fiktiven Wärmetrasse gerechnet werden kann. Auch hierzu gibt das BMWK-Richtwerte an, die sich auf die mögliche Errichtung eines Wärmenetzes beziehen.

Tabelle 25: Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen (Quelle: BMWK, Handlungsleitfaden)

Wärmelinien- dichte [MWh/m*a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–0,7	Kein technisches Potenzial
0,7–1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5–2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

Mit Blick auf Abbildung 56 fällt auf, dass die errechneten Wärmelinien-dichten einen Wert aufweisen, bei der sogar die Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden empfohlen wird.

Für Selm und Selm-Beifang sehen wir innerhalb eines Gebietes in welchem ein Wärmenetz (von Nord nach Süd) verlegt werden könnte, eine Wärmelinien-dichte > 2,6 MWh/m-a.

Auch Selm-Bork und Selm-Cappenberg weisen in Teilen eine Wärmelinien-dichte auf, für die ein Wärmenetz vom BMWK empfohlen wird.



Abbildung 63: Wärmelinien-dichte Selm und Selm-Cappenberg 2025 (eigene Berechnungen unter Verwendung von: RVR, LANUV, destatis, IT.NRW, Gelsenwasser Energienetze GmbH, Westnetz GmbH, Bezirksschornsteinfeger)

Neben der bestehenden Wärmelinien-dichte, bzw. der erwarteten Wärmelinien-dichte in den Jahren bis 2045 ist zur Beurteilung darüber, ob ein Wärmenetz rentabel betrieben werden kann, eine weitere Größe entscheidend, die im kommenden Abschnitt genauer betrachtet wird: die Anschlussquote.

8.3 EIGNUNGSGEBIETE

Abgeleitet von den Wärmebedarfs- und Wärmeliniedichten wurden die zentralen und dezentralen Versorgungsgebiete in Anlehnung an § 19 des Wärmeplanungsgesetzes den vier Eignungsstufen „sehr wahrscheinlich geeignet“, „wahrscheinlich geeignet“, „wahrscheinlich ungeeignet“ und „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ zugewiesen (Abbildung 64 und Abbildung 65). Wasserstoffversorgungsgebiete wurden im gesamten Gebiet als „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ ausgewiesen, da eine Wasserstofftrasse innerhalb Plangebietes nicht vorgesehen ist und gleichzeitig davon ausgegangen wird, dass zur reinen Beheizung von Wohngebäuden der zukünftig zur Verfügung stehende Wasserstoff nicht zur Verfügung stehen wird.

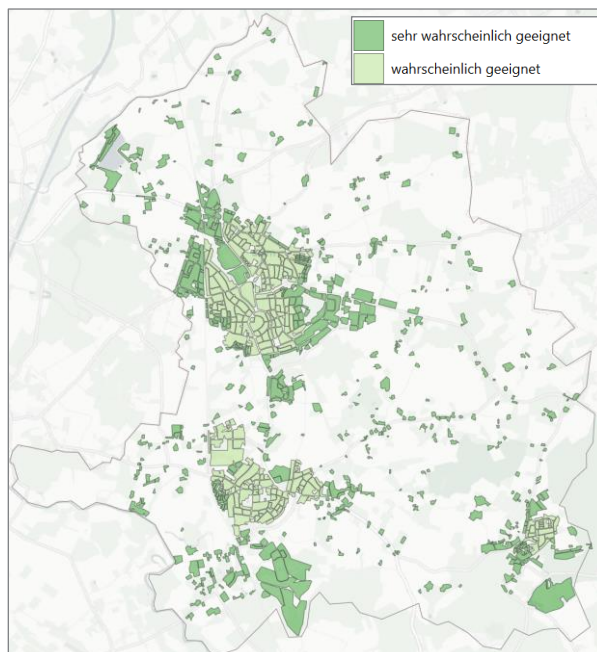


Abbildung 64: Eignung dezentrale Wärmeversorgung (eigene Darstellung)

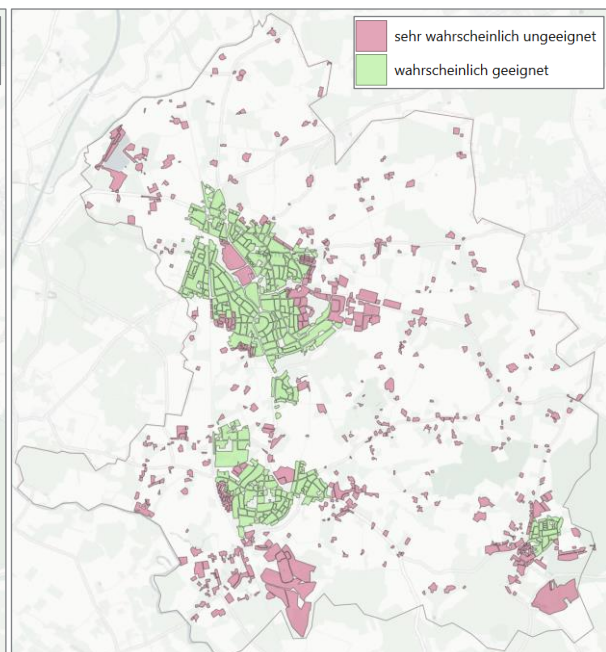


Abbildung 65: Eignung Wärmenetzgebiet (eigene Darstellung)

Unter Berücksichtigung der lokalen Rahmenbedingungen und Wärmeverbrauchsichten wurden innerhalb dieses Entwurfes für Selm 10 Gebiete definiert (siehe Abbildung 66, Abbildung 67 und Abbildung 68).

Für Selm (Selm und Selm-Beifang), Selm-Bork und Selm-Cappenberg wird innerhalb dieses Entwurfes ein Wärmenetz mit einer Anschlussquote in Höhe von 60% als Versorgungsgebiet untersucht und geprüft, wobei innerhalb dieser Gebietsausweisungen zwei Gebiete in Selm (Selm Nord-West und Selm Süd) für zwei Versorgungsoptionen (dezentrale Versorgungsgebiete und Wärmenetzneubaugebiet) infrage kommen.

Den anderen Teilgebieten wurde aufgrund der lokalen Gegebenheiten eine Eignung als dezentrale Versorgungsgebiete mit Potenzial für Insel-Wärmenetze bzw. als reine Einzelversorgungsgebiete zugewiesen.

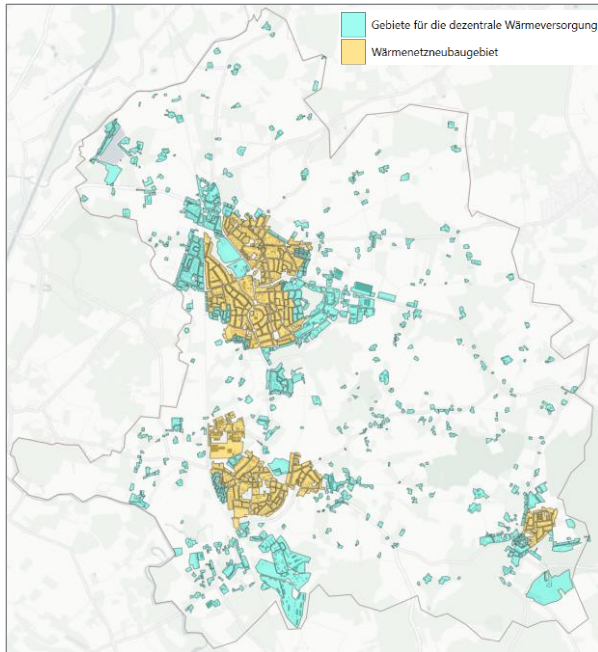


Abbildung 66: Arten der Wärmeversorgungsgebiete (eigene Darstellung)

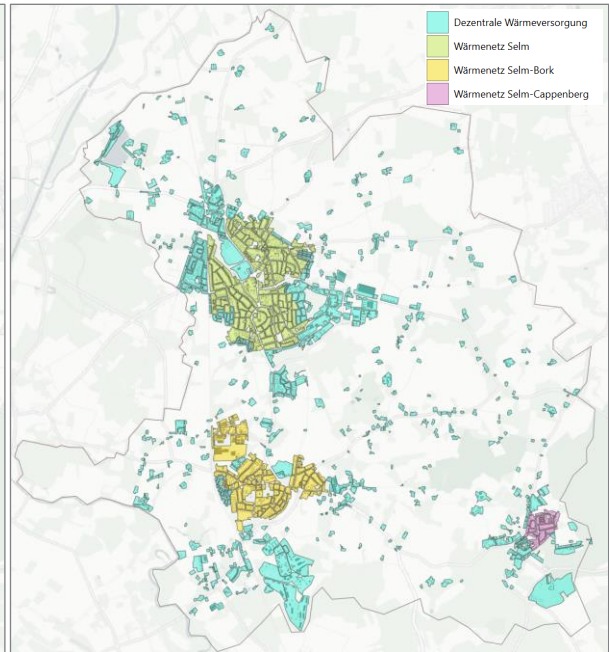


Abbildung 67: Mögliche Wärmenetze (Endausbaustufe) (eigene Darstellung)

Anhand dieser Gebietseinteilung erfolgte im nächsten Schritt eine Analyse gebietsnaher Potenziale unter dessen Nutzung mögliche Wärmenetze versorgt werden können. Gleichzeitig werden Wärmeverbrauchsprofile erstellt um benötigte Leistungsbezugsspitzen (min. Wärmeerzeugungsleistung) zu ermitteln. Mit Blick auf das zu entwickelnde Zielszenario dienen die festgelegten Eignungsgebiete dazu, unter den zukünftigen Technologieoptionen zur Wärmeerzeugung für jeden Baublock die theoretische Verfügbarkeit von Wärmenetzen anzuzeigen. Für die Gebiete mit Wärmenetzpotenzial wurde jeweils eine erreichbare Anschlussquote von 60 % aller Gebäude angenommen.

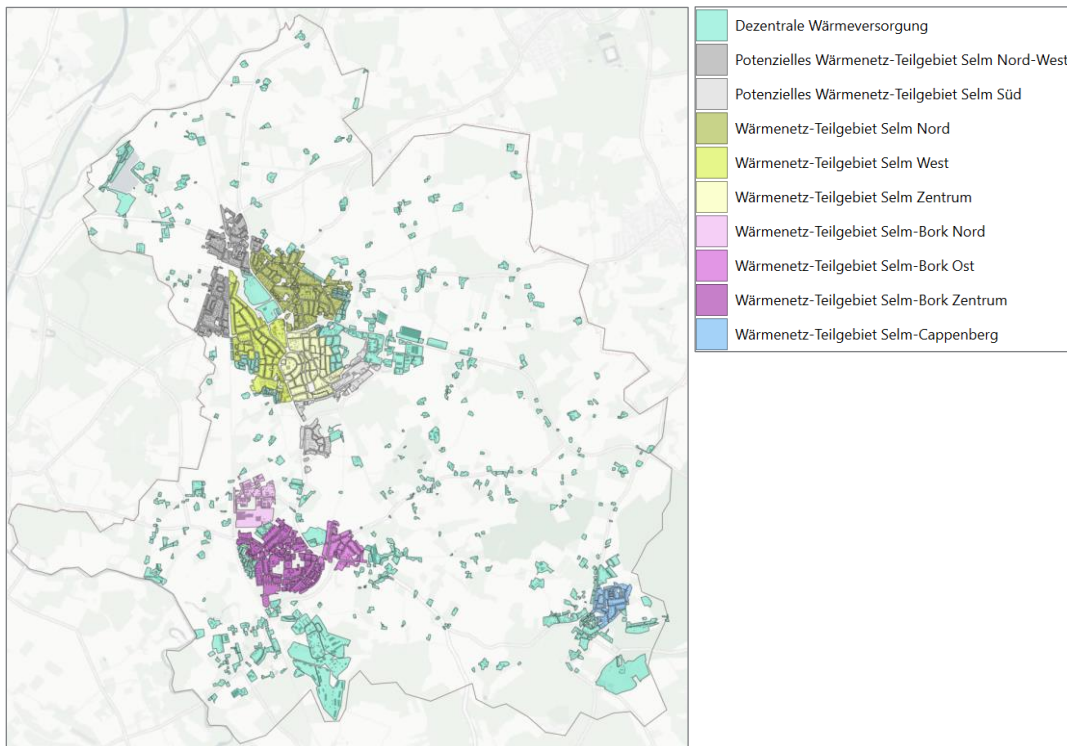


Abbildung 68: Mögliche Wärmenetz-Teilgebiete in Selm, Selm-Bork und Selm-Cappenberg (eigene Darstellung)

8.4 KLIMANEUTRALES ZIELSZENARIO 2045

EINFLUSSPARAMETER UND ZIELGRÖÙE KLIMANEUTRALITÄT

Auf dem Weg zur Klimaneutralität im Wärmesektor sind verschiedene Einflussgrößen in ihrem zeitlichen Verlauf bis 2045 zu berücksichtigen. Neben dem Bestand an Gebäuden und Heizungssystemen sind dies insbesondere:

- Sanierungs- und Wärmebedarfsreduktionsraten
- (zulässige) Betriebsdauern der Bestandsheizungen
- Verfügbare Endenergieträger und deren Preise bis 2045
- Verfügbare Technologien zur Wärmeerzeugung und deren Kosten
- Politische Rahmenbedingungen wie Verbote, Förderungen, Grenzwerte oder CO₂-Abgaben
- Zubau an beheizten Flächen bis 2045
- Hauptentscheidungskriterium bei Heizungswechsel

Tabelle 24: Einflussparameter bei der Erarbeitung des Zielszenarios

Eingabeparameter Zielszenario	Wertebereich / Festlegung
Techno- ökonomische Rahmenbedingungen	
Sanierungsrate / Reduktionsraten	0,7% - 1,2%
max. Betriebsdauern der Bestandsheizungen	30 Jahre
Verfügbare Endenergieträger und deren Preise bis 2040	siehe Abbildung 69 und Abbildung 70
Verfügbare Technologien zur Wärmeerzeugung und deren Kosten	siehe Tabelle 27
Politische Rahmenbedingungen wie Verbote, Förderungen, Grenzwerte oder CO₂-Abgaben	
zulässige Folgeheizungen	Erfüllung GEG / mind. 65 % erneuerbare Energien
durchschnittliche Fördersätze bei Heizungstausch CO ₂ - Abgaben	30% (bis 2030)
Hauptentscheidungskriterien bei Heizungswechsel je nach Sektor	
Wohnen	Wirtschaftlichkeit
Gewerbe und Industrie	Wirtschaftlichkeit
Kommunal	Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit

Diese Parameter bzw. deren Werte(bereiche) wurden zur Erarbeitung des klimaneutralen Zielszenarios mit den Akteuren der Stadt Selm diskutiert und festgelegt. Dabei wurden für die nachfolgende Annahmen zur Entwicklung der wichtigsten Parameter getroffen.

Um eine Techno-ökonomische Bewertung der einzelnen Technologien vornehmen zu können, ist es wichtig Strom-, Gas- und CO₂-Preis-Entwicklungen anzunehmen. Das Unternehmen Energy Brainpool liefert hierzu regelmäßige Einschätzungen, der wiederum verschiedene Szenarien zugrunde gelegt werden, die an dieser Stelle sollen zwei der vier Szenarien kurz erklärt werden:

Szenario „**Tensions**“: im Szenario „Tensions“ ist die zentrale Annahme, dass die aktuellen Spannungen zwischen Russland und dem Westen auch die kommenden Jahre prägen werden und sich verschärfen. Vor diesem Hintergrund beendet Europa den Import von russischem Pipeline-Gas so früh wie möglich. Anschließend richtet sich der Erdgaspreis nach dem Weltmarktpreis für LNG. Die Nachfrage nach LNG ist jedoch auch in Asien sehr hoch, sodass ein starker Wettbewerb entsteht. Auch mittelfristig liegt der Erdgaspreis daher auf einem hohen Niveau.

Zugleich übersteigen die CO₂-Preise in diesem Szenario die des „Central“-Szenarios. Mit diesen Kosten, wenn fossile Brennstoffe weiter zum Einsatz kommen, sollen zusätzliche Einnahmen in die Staatskassen fließen, um die Staatsschulden zu refinanzieren. Zudem sollen diese Gelder dabei helfen, die technologische Entwicklung beim Einsatz von Wasserstoff zu fördern.

Eine weitere Krise, die für dieses Szenario relevant ist, ist der Fachkräftemangel. Dieser zeigt sich zum Beispiel in Deutschland: Gerade wegen der fehlenden Fachkräfte, aber auch durch unzureichende politische Förderung geht der Ausbau von Erneuerbaren langsamer voran als im „Central“-Szenario.

Szenario „**Central**“: für das „Central“-Szenario ist einer der zentralen Ausgangspunkte, dass Europa als Folge der aktuellen Spannungen mit Russland den Import von russischem Pipeline-Gas bis spätestens 2027 vollständig beendet. Für den Handel mit Erdgas bestimmt als Folge davon der Weltmarktpreis für LNG den Handelspreis. Fossiles Erdgas wird langfristig weniger relevant am Markt, da es zunehmend von synthetischen Kraftstoffen und sogenanntem „grünem“ Wasserstoff verdrängt wird. Insofern Erdgas nach 2040 noch für die Stromerzeugung genutzt wird, muss der Preis bei steigendem CO₂-Preis entsprechend sinken, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

In diesem Szenario wird ein künftig stark dezentralisiertes Energiesystem modelliert. Demzufolge erlebt der Energiemarkt einen signifikanten Ausbau der Erneuerbaren, um die Importabhängigkeit Europas bei fossilen Energieträgern zu vermindern und letztendlich zu beenden. Gleichzeitig ist ein Anstieg der flexiblen Stromnachfrage zu beobachten, da sowohl Elektrolyseure, die Wasserstoff produzieren, als auch der Wärmesektor mit einer steigenden Anzahl von Wärmepumpen einen hohen Verbrauch verzeichnen. Darüber hinaus steigt der Anteil der Elektromobilität in Europa bei Personen- und Lastkraftwagen bis 2060 auf 95 Prozent.

GAS-, STROM- UND CO₂-PREISENTWICKLUNG (INFLATIONSBEREINIGT) IN VIER VERSCHIEDENEN SZENARIEN

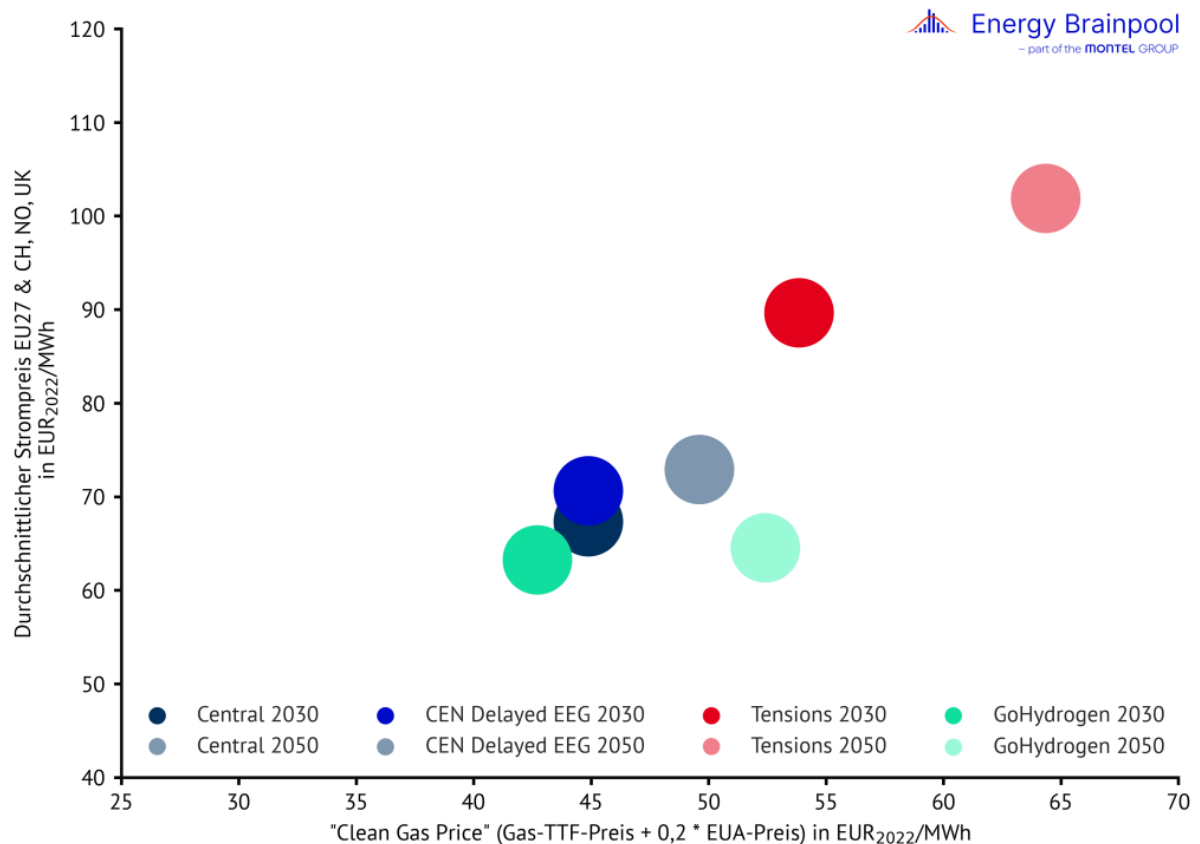


Abbildung 69: Entwicklung der Strom- und Gaspreise in den jeweiligen Szenarien (Quelle: Energy Brainpool, 2024)

Die Abbildung 69 zeigt den Preistrend der beiden wichtigsten Energieträger (Strom und Gas) auf. Strompreise sind durch die „Merit Order“ eng an den Gaspreis gebunden, was bedeutet, dass steigende Gas- und CO₂-Preise auch steigende Strompreise nach sich ziehen. Innerhalb der Prognose wurde auf Inflationsfaktoren verzichtet.

Zu sehen ist, dass innerhalb des Szenarios „Central“ kaum Änderung der Strom- und Gaspreise innerhalb der nächsten 25 Jahre mehr zu erwarten sind. Dies liegt nicht zuletzt in der Annahme begründet, dass ein weltweit massiver Zubau an erneuerbaren Energien die Nachfrage nach fossilem Erdgas sinken lässt und in der Folge keine nachfragebedingten Preissteigerungen mehr durchgesetzt werden können.

Im Gegensatz dazu geht das „Tensions“-Szenario davon aus, dass gerade in Europa ein massiver Fachkräftemangel dazu führt, dass der Ausbau der Erneuerbaren Energien nur eher schleppend vorankommt und die Nachfrage nach Erdgas entsprechend hoch bleibt.

Diese Annahme führt gemeinsam mit einer steigenden Nachfrage aus den asiatischen Ländern dazu, dass die Erdgaspreise und damit auch die Strompreise zukünftig noch weiter ansteigen.

Innerhalb der Szenarien-Entwicklung dieser kommunalen Wärmeplanung haben wir uns vorerst dazu entschieden das Szenario „Central“ zu unserer Grundlage zu machen.

STROMPREISENTWICKLUNG (INKL. INFLATION)

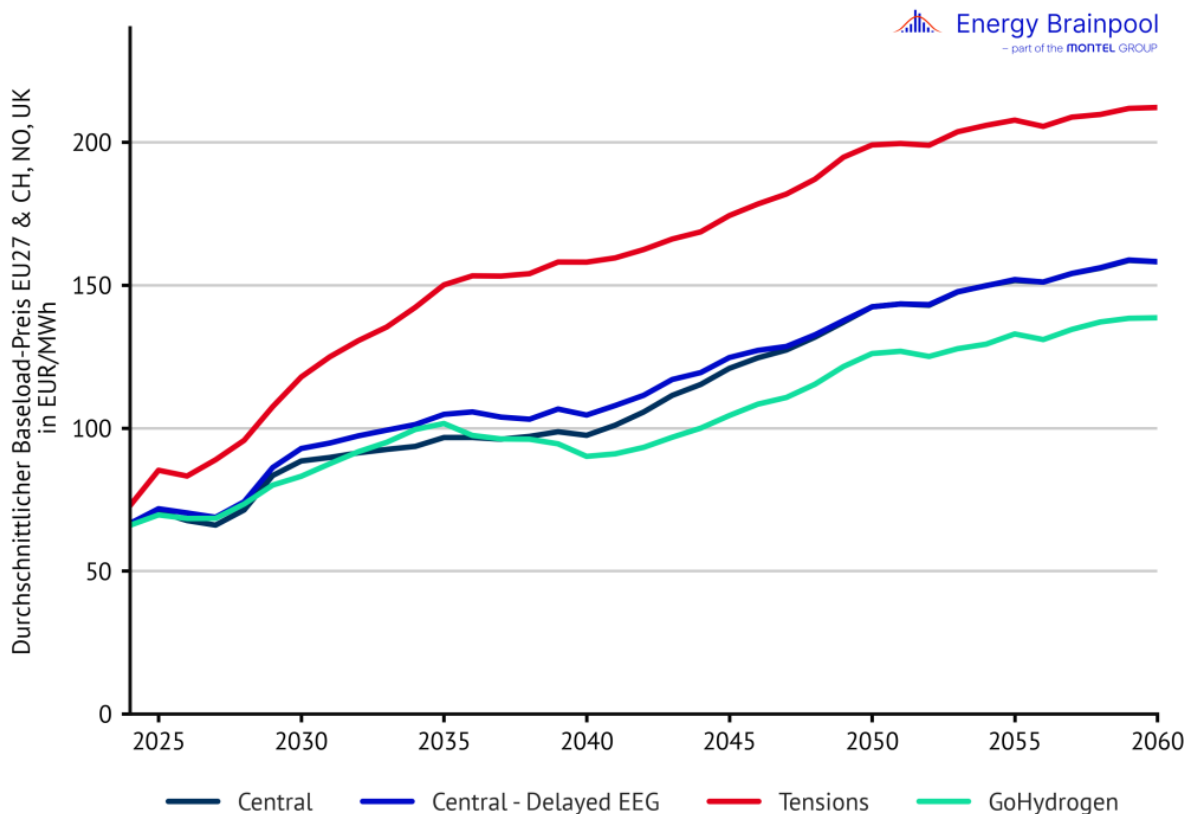


Abbildung 70: Entwicklung der nominalen Strompreise in den jeweiligen Szenarien (Quelle: Energy Brainpool, 2024)

Unterlegt man die vorgestellte Prognose (Abbildung 70) mit Inflationsfaktoren erhält man wiederum steigende Strom- und Gaspreise bis zum Jahr 2045. Da davon ausgegangen werden muss, dass auch Investitionskosten einer Inflation unterliegen, kann das Szenario „Central“ mit aktuell bekannten Strom- und Gaspreisen, sowie bekannten Investitionskosten für Energieerzeugungsanlagen gerechnet werden, um Wärmegestehungskosten im Vergleich zueinander zu ermitteln.

Wirtschaftliche Bewertungen, sowohl zentraler, als auch dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen im Vergleich zueinander werden nach dem ausgewählten Szenario „Central“ also nicht aus einer Veränderung der börsengehandelten Energiepreise heraus erwartet, sondern auf Grund anderer Faktoren, wie ...

- Technische Entwicklungen auf Grund neuartiger Kühlmittel im Wärmepumpenbereich
- Unterschiedlich steigende Netzentgelte im Strom und Gassektor
- Gesetzliche Veränderungen im Bereich Umlagen Strom- und Energiesteuern.

Auch hier gilt es Annahmen zu treffen, um zukünftige Anreizmechanismen abschätzen zu können.

ZUKÜNFTIGE NETZENTGELTENTWICKLUNG IM STROM- UND GASSEKTOR

Einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung der Erdgaspreise sollte die sog. KANU 2.0. ausüben (Festlegungsverfahren zur Anpassung von kalkulatorischen Nutzungsdauern und Abschreibungsmodalitäten von Erdgasleitungsinfrastrukturen).

„Anlass für das Verfahren ist die nach dem Bundes-Klimaschutzgesetz bis spätestens 2045 (nach Landesvorgaben teilweise auch früher) auch im Gassektor durchzuführende Dekarbonisierung. Teile des Erdgasnetzes auf Fernleiterebene und vereinzelt auf Verteilerebene werden künftig für den Transport von Wasserstoff genutzt. Ein erheblicher Teil des Erdgasnetzes wird über das Jahr 2045 hinaus jedoch nicht mehr genutzt und dann voraussichtlich stillgelegt... Schnellere Abschreibungen gehen allerdings grundsätzlich mit höheren Entgelten einher, wobei die konkreten Ausprägungen jeweils stark von der regionalen Umsetzung der Wärmewende abhängen werden. Bei den von der Bundesnetzagentur vorgeschlagenen Modellen ist jedoch von einem moderaten Entgeltanstieg auszugehen.“ (Quelle: BNetzA)

Schnellere Abschreibungen im Erdgasnetz, gehen also bis 2040 mit Netzentgeltanstiegen einher was wiederum den Brennstoff verteuert und Umstiege auf alternative Wärmeerzeuger anreizt. Nach 2040, so die Überlegung, wird ein Großteil des Netzes bereits abgeschrieben sein und die Preise sinken. Gleichwohl werden keine neuen Gasanschlüsse mehr verlegt und ein Ausstieg aus dem Erdgas rückt näher.

Im Strom ist zukünftig, gerade auf Verteilnetzebene, von einem erhöhten Verbrauch durch eine weitreichende Elektrifizierung im Verkehrs- und Wärmesektor auszugehen. Dieser Umstand kommt der Netzentgeltentwicklung grundsätzlich entgegen, sodass von immensen Steigerungen, wie im Gassektor nicht ausgegangen werden kann.

Unsere Prognose der vergleichsweisen Entwicklung für die Netzentgelte im Strom und Gasbereich ist aktuell noch als vorläufig zu sehen und beruht auf den Prognosen uns bereits bekannter Netzbetreiber. Wir befinden uns mit den aktuellen Netzbetreibern für Selm (Westenergie und Gelsenwasser) hierzu in Gesprächen.

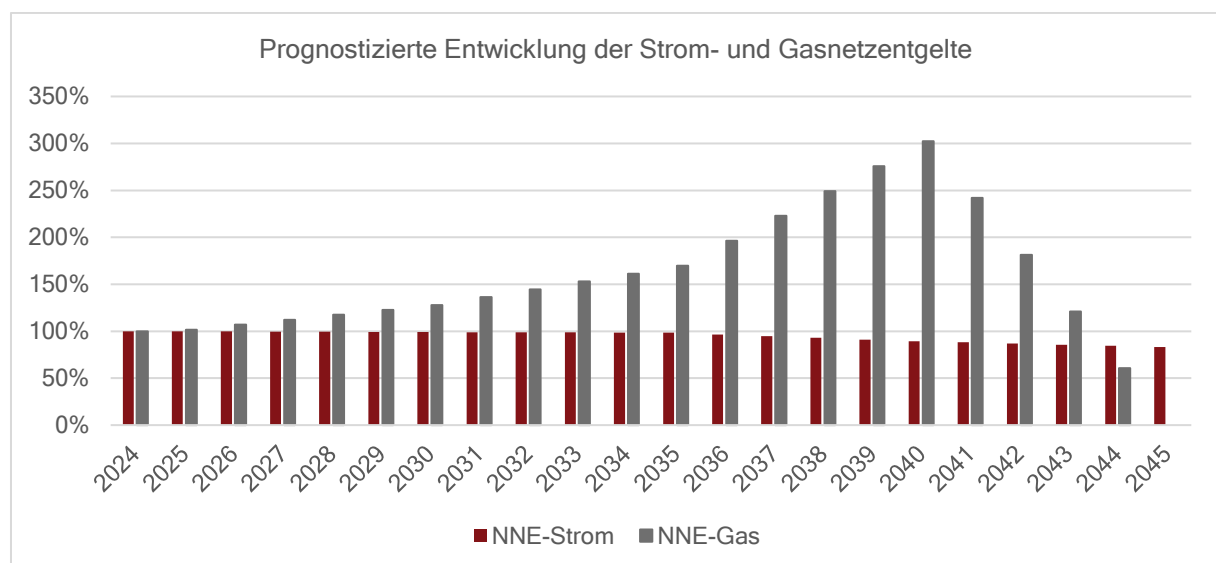


Abbildung 71: Prognostizierte Entwicklung der Strom- und Gasnetzentgelte

WÄRMEVERSORGUNG IM VERGLEICH

Um Wärmeerzeugungsanlagen bzw. eine netzgebundene Wärmeversorgung miteinander vergleichen zu können, ist es entscheidend, in welche Art von Gebäude die entsprechende Wärmeversorgung installiert werden soll. Im Folgenden sollen drei zentrale Gebäudearten innerhalb Selms miteinander verglichen werden:

Tabelle 25: Gebäudetypen (eigene Berechnungen)

Gebäudeart	Anteil am Gesamtbestand
Altbau vor 1948	40% aller Einfamilienhäuser
	30% aller Mehrfamilienhäuser
Gebäude nach WSVO 1995	15% aller Einfamilienhäuser
	13% aller Mehrfamilienhäuser
Gebäude nach GEG 2020	11% aller Einfamilienhäuser
	18% aller Mehrfamilienhäuser

Die ausgewählten Gebäudetypen bilden ca. zwei Drittel aller errichteten Gebäude in Selm ab und können somit für eine erste Berechnung innerhalb des Zielszenarios herangezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass die unterschiedlichen Baualtersklassen unterschiedliche Vorlauftemperaturen innerhalb der Heizkreise verlangen und zudem ein unterschiedliches Verhältnis zwischen der verbrauchten Heizenergie und jener Energie zur Warmwasseraufbereitung vorliegt. Dies hat zur Folge, dass pro beheiztem Quadratmeter nicht nur ein unterschiedlicher Jahresendenergieverbrauch ($\text{kWh/m}^2\cdot\text{a}$), sondern darüber hinaus auch ein unterschiedlicher Wärmeleistungsbedarf (W/m^2) für den jeweiligen Gebäudetypen beachtet werden muss, was wiederum unterschiedliche Investitionskosten (€/m^2) zur Errichtung eines neuen Heizsystems nach sich zieht.

Durch die relativ hohen Vorlauftemperaturen, die vor allem in unsanierten oder teilsanierten Altbauten vor 1948, benötigt werden, ist der Betrieb einer Wärmepumpe, sollte sie einen Altbau dezentral versorgen, nur mit einem relativ schlechten Wirkungsgrad ($\text{COP} < 3$) möglich. Der COP (Coefficient of Performance) gibt das Verhältnis der durch die Wärmepumpe erzeugten Wärme zu der dazu nötigen Antriebsenergie (Strom) an. Das heißt einfach ausgedrückt: Er misst, wie viele Einheiten Wärme eine Wärmepumpe aus einer Einheit Strom erzeugen und in den Heizkreislauf abgeben kann.

Tabelle 26: Kennzahlen für Luftwärmepumpen nach Gebäudeart (Technikkatalog BMWI)

Gebäudeart	Vorlauftemperatur im Heizkreis	spezifische Heizlast	spezifische Investitionskosten	COP Luftwärmepumpe
Altbau vor 1948 (unsaniert/teilsaniert)	70°C - 75°C	100 W/m^2	182 €/m^2	2,6
Gebäude nach WSVO 1995	50°C – 65°C	50 W/m^2	120 €/m^2	3,3
Gebäude nach GEG 2020	25°C – 40°C	20 W/m^2 - 30 W/m^2	87 €/m^2	3,7

Ausgehend von den errechneten Heizlasten und spezifischen Wärmeverbräuchen, wurde eine beheizte Fläche mit der Größenordnung 300 m² angenommen. Daraufhin wurden mit Hilfe des Technikkataloges spezifische Investitionskosten (€/kW), sowie Wartungskosten (€/kW·a) je nach Größenordnung ermittelt.

Während die jährlichen Vollkosten (€/a) je Gebäudeklasse relativ einfach zu erklären sind (weniger Verbrauch in neueren Gebäuden), sind die spezifischen Wärmegestehungskosten (ct./kWh) auf den ersten Blick erstaunlich. Da jedoch der investive Anteil im Rahmen der Vollkostenrechnung auf Grund des niedrigen Gesamtverbrauchs, viel mehr ins Gewicht fällt, als der Anteil, der für den Betrieb der Anlage kostenseitig anfällt, können die recht hohen Wärmegestehungskosten erklärt werden.

Tabelle 27: Beispielhafter Vollkostenvergleich für Wärmeerzeugungsanlagen 2024 (Netto-Preise) (BDEW-Heizkostenvergleich)

Jahr 2024	Luft-Wärmepumpe	Sole-Wärmepumpe	Gaskessel (Bestand)	Gaskessel (neu)	65% -Hybrid Wärmepumpe
Altbau vor 1948 (unsaniert/teilsaniert)	9.780 €/Jahr	10.298 €/Jahr	9.377 €/Jahr	9.310 €/Jahr	13.612 €/Jahr
<i>WB: 200 kWh/m²</i>	16,30 ct./kWh	17,16 ct./kWh	15,63 ct./kWh	15,52 ct./kWh	22,69 ct./kWh
Gebäude nach WSVO 1995	5.035 €/Jahr	5.355 €/Jahr	4.808 €/Jahr	5.104 €/Jahr	7.293 €/Jahr
<i>WB: 100 kWh/m²</i>	16,78 ct./kWh	17,85 ct./kWh	16,03 ct./kWh	17,01 ct./kWh	24,31 ct./kWh
Gebäude nach GEG 2020	3.073 €/Jahr	3.500 €/Jahr	2.043 €/Jahr	2.540 €/Jahr	4.027 €/Jahr
<i>WB: 40 kWh/m²</i>	25,61 ct./kWh	29,17 ct./kWh	17,03 ct./kWh	21,16 ct./kWh	33,56 ct./kWh

Erklärt werden können auch die hohen Hybrid-Wärmepumpen-Preise. Hier fallen vergleichsweise hohe Investitions- und Wartungskosten ins Gewicht, welche im BDEW-Heizkostenvergleich angesetzt werden. Im Rahmen der Fortschreibung dieser kommunalen Wärmeplanung, werden speziell diese Kosten noch einmal kritisch geprüft und aller Voraussicht nach, nach noch einmal nach unten korrigiert.

Weitere Annahmen im Rahmen dieser Vergleichsrechnung waren:

- Erdgaspreis: 11 ct./kWh (netto)
- Strompreis: 22 ct./kWh (netto)
- Zinssatz: 4%
- Wirkungsgrad Gaskessel (Bestand): 80%
- Wirkungsgrad Gaskessel (neu): 90%
- Abschreibungsdauern für Wärmepumpen und Kesselanlagen (18 – 20 Jahre)

Mit dem vorgestellten Gas- und Strompreisszenario werden nun Vergleichsvollkostenrechnungen für die Gaskessel (Bestand) und 65%-Hybrid-Wärmepumpen für die Jahre 2030, 2035 und 2040 erstellt. Zugrunde gelegt wird lediglich eine Erdgaspreisentwicklung, die durch die sich verändernde Netzentgeltentwicklung bestimmt wird. Eine Inflation wird vernachlässigt.

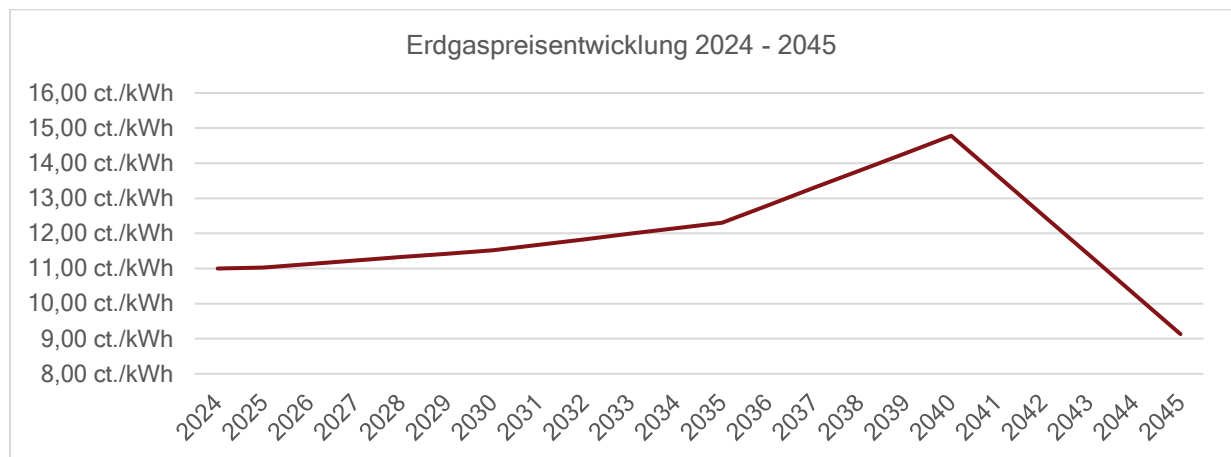


Abbildung 72: Erdgaspreisentwicklung 2024 – 2045 (inflationbereinigt)

Anmerkung: Während der Weltmarktpreis für Erdgas (aus LNG-Quellen) als recht stabil eingeschätzt wird, sehen wir in der KANU 2.0 den größten Preistreiber. Wie bereits erwähnt, sollten die vorzunehmenden Abschreibungen im Jahr 2040 ihren Höhepunkt erreicht haben, was nachfolgend zu sinkenden Netzentgelten im Zuge ausbleibender Investitionen führt.

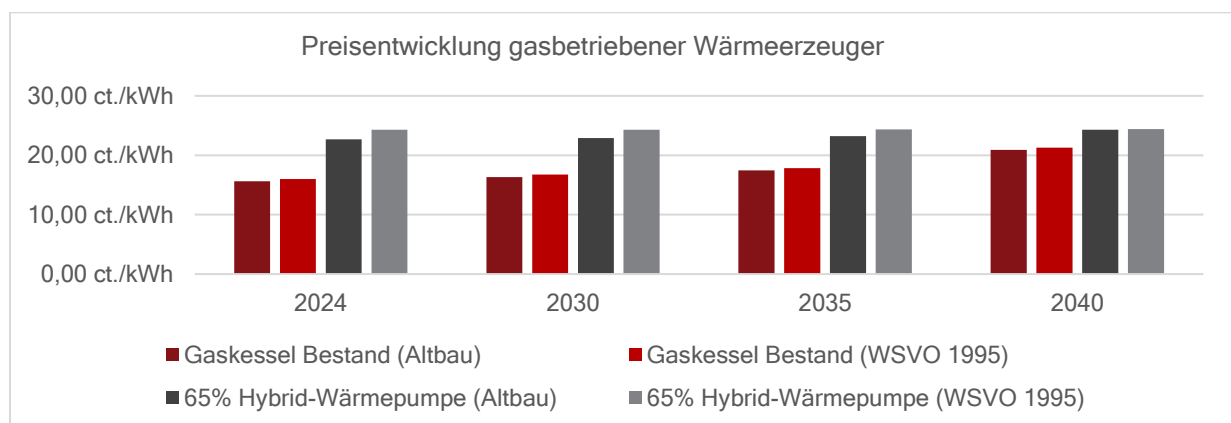


Abbildung 73: Preisentwicklung gasbetriebener Wärmeerzeuger

FERNWÄRMEERZEUGUNG IM ZIELSZENARIO 2045

Die prognostizierten Wärmegestehungskosten für Luft- und Sole-Wärmepumpen, aber auch für Erdgaskessel und Hybridsysteme (65% EE) liegen zwischen 15 ct./kWh bis 25 ct./kWh. Ein Wärmenetzsystem müsste demnach dazu in der Lage sein, Wärme mindestens innerhalb dieser Preisspanne und im besten Fall Wärme unterhalb von 15 ct./kWh zu liefern.

Dies kann in Selm gelingen, da im Planungsgebiet besondere Voraussetzungen gegeben sind, die eine zentrale Wärmeversorgung grundsätzlich begünstigen. Folgende Potenziale können für zentrale Wärmeerzeugungsanlagen in Selm (Selm-Beifang), Selm-Bork und Selm-Cappenberg von wichtiger Bedeutung sein:

- Windpotenziale (nördlich und nord-östlich der Stadt Selm, sowie süd-westlich von Bork, siehe Abschnitt 7.3.9)
- Abwärme-Potenziale aus den beiden Kläranlagen (westlich von Selm und südlich von Bork, siehe Abschnitt 7.3.6)
- Flusswärme (der Fluss Lippe, siehe Abschnitt 7.3.6)
- Hackschnitzel (siehe Abschnitt 7.3.4)
- Flächen an den Rändern der Orte Selm (Selm-Beifang, Bork und Cappenberg) für Freiflächen-PV-Anlagen (siehe Abschnitt 7.3.8)

Diese Potenziale, miteinander kombiniert, ergeben skalierbare zentrale Wärmeversorgungssysteme welche in der Grundlast Abwasser aus den Klärwerken oder Flusswasser aus der Lippe als ganzjährige Wärmequellen nutzen und mit effizienten, sowie platzsparenden Wasser-Wasser-Großwärmepumpen die benötigten Vorlauftemperaturen in den Wärmenetzen bereitstellen können. Gleichzeitig kann ein wesentlicher Anteil der benötigten elektrischen Energie entweder direkt aus den Windkraftanlagen oder den Freiflächen-PV-Anlagen genutzt werden. Ein Strombezug aus dem Netz sollte nur in einem begrenzten Umfang erfolgen, da dieser ca. dreimal so teuer sein wird, wie Strom aus einer direkten Belieferung. Im Fall einer besonders kalten Witterung und gleichzeitiger Dunkelflaute besteht die Möglichkeit Spitzenverbräuche über Hackschnitzelkessel abzudecken. Nach Neuregelungen im Wärmeplanungsgesetz 2023 ist für Netze mit bis zu 50 km Länge eine unbegrenzte Nutzung von Biomasse möglich.

Je nach Ausbaustufe, Wärmeliniendichte (min. 1.300 kWh/m-a) und Anschlussquote könnten mit einer solchen Konzeption Wärmepreise erreicht werden, welche mindestens innerhalb der Preisspanne für dezentrale Versorgungsvarianten (siehe Tabelle 27 bzw. Abbildung 73) liegen.

Ziel ist es nun Ausbaupfade zu entwickeln, die Preisvorteile gegenüber den dezentralen Versorgungsvarianten bieten.

WÄRMENETZAUSBAU IM ZIELSZENARIO 2045

Der vorliegende Entwurf zum klimaneutralen Zielszenario 2045 für das Prüfgebiet Selm beinhaltet die Entwicklung eines Szenarios zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis ins Jahr 2045 (mit Zwischenzielen 2030, 2035 und 2040).

Es wurde davon ausgegangen, dass der Aufbau der „wahrscheinlich geeigneten“ Wärmenetzneubaubereiche schrittweise erfolgt (siehe Abbildung 74).

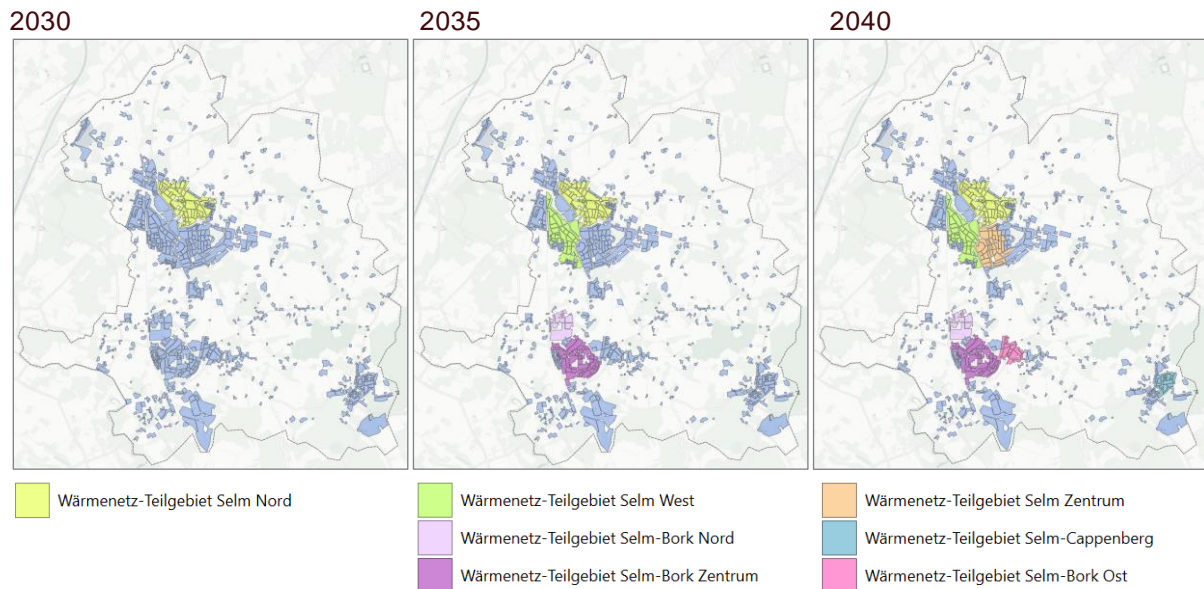


Abbildung 74: Stufen der voraussichtlichen Wärmenetzneubaubereiche 2030, 2035 und 2040 (eigene Darstellungen)

Auf Grundlage dieser Annahmen (stufenweiser Ausbau der Wärmenetze mit einer sich entwickelnden Anschlussquote auf bis zu 60%) und der Abschätzung zukünftiger Sanierungsraten lässt sich die Entwicklung der leitungsgebundenen, aber auch dezentralen Wärmeversorgungsarten in den einzelnen Versorgungsgebieten abbilden und berechnen. Die hierin angesetzten Planwerte sind innerhalb dieses Entwurfes von zentraler Bedeutung alle weiteren errechneten Kenngrößen.

Tabelle 28: Entwicklung der Anteile der leitungsgebundenen Wärme nach Ortsteilen (eigene Berechnungen)

Wärmebedarfsdeckung aus leitungsgebundener Wärme	Wärmebedarfs- deckung %	2025	2030	2035	2040	2045
Selm - Cappenberg	0%	0%	0%	0%	12%	18%
Selm und Selm - Beifang	0%	0%	7%	22%	39%	46%
Selm Außenbereich	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Selm – Bork	0%	0%	0%	19%	34%	47%

Mit Blick auf die jeweiligen Gebiete fällt auf, dass die Endausbaustufen der jeweiligen Wärmenetze unterschiedliche Prozentuale Anteile des jeweiligen Netzgebietes aufweisen. Dieser Umstand kann dadurch begründet werden, dass in den jeweiligen Ortsteilen unterschiedliche Wärmeverbrauchs- und Wärmelinienichten vorliegen. Während in Bork und Selm (Selm-Beifang) ähnlich hohe Wärmelinienichten erreicht werden, wird in Selm-Cappenberg davon ausgegangen, dass auf Grund der eher niedrigen Wärmelinienichte (siehe Abbildung 63) nur ein relativ kleines Wärmenetz wirtschaftlich betrieben und somit auch nur ein relativ kleines Wärmenetzversorgungsgebiet ausgewiesen werden kann.

Tabelle 29: Detailübersicht der einzelnen Teilnetze (eigene Berechnungen)

	Wärme- bedarf [MWh]	2025 [MWh]	2030 [MWh]	2035 [MWh]	2040 [MWh]	2045 [MWh]
Potenzielles Wärmenetz-Teilgebiet Selm Nord-West	0	0	0	6.348	8.958	8.468
<i>Anschlussquote</i>	0%	0%	0%	30%	45%	45%
Potenzielles Wärmenetz-Teilgebiet Selm Süd	0	0	0	0	2.730	4.041
<i>Anschlussquote</i>	0%	0%	0%	0%	30%	45%
Wärmenetz-Teilgebiet Selm Nord	0	0	9.589	13.827	17.417	17.038
<i>Anschlussquote</i>	0%	0%	30%	45%	60%	60%
Wärmenetz-Teilgebiet Selm West	0	0	0	8.112	11.475	14.963
<i>Anschlussquote</i>	0%	0%	0%	30%	45%	60%
Wärmenetz-Teilgebiet Selm Zentrum	0	0	0	0	6.197	9.161
<i>Anschlussquote</i>	0%	0%	0%	0%	30%	45%
Wärmenetz-Teilgebiet Selm-Bork Nord	0	0	0	1.897	2.783	3.701
<i>Anschlussquote</i>	0%	0%	0%	30%	45%	60%
Wärmenetz-Teilgebiet Selm-Bork Ost	0	0	0	0	1.983	2.792
<i>Anschlussquote</i>	0%	0%	0%	0%	30%	45%
Wärmenetz-Teilgebiet Selm-Bork Zentrum	0	0	0	7.401	10.747	14.025
<i>Anschlussquote</i>	0%	0%	0%	30%	45%	60%
Wärmenetz-Teilgebiet Selm-Cappenberg	0	0	0	0	1.582	2.249
<i>Anschlussquote</i>	0%	0%	0%	0%	30%	45%

Innerhalb des Zielszenarios wird davon ausgegangen, dass die Anschlussquoten bei Inbetriebnahme bei lediglich 30% des ausgewiesenen Netzgebietes liegen. Bis 2045 könnten bis zu 77.000 MWh/a über die drei Wärmenetze geliefert werden und damit fast 40% des gesamten Wärmebedarfes.

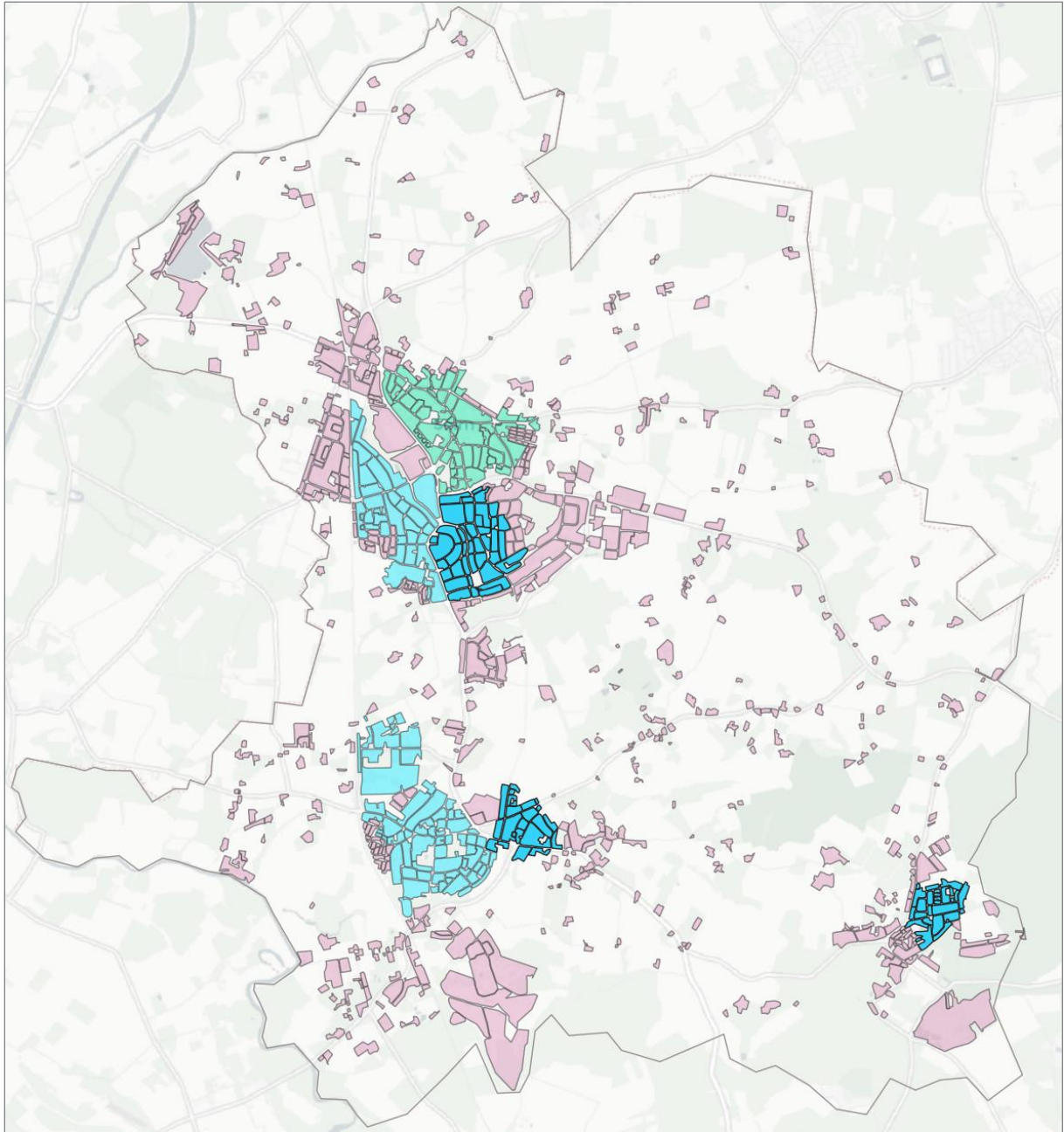


Abbildung 75: Geplante Wärmenetzneubaustufen bis zum Jahr 2030 (grün), 2035 (hellblau) und 2040 (dunkelblau) (eigene Darstellung)

DEZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG IM ZIELSZENARIO

Dezentrale Wärmeversorgungssituationen werden auch mit den drei vorgeschlagenen Wärmenetzen mehr als die Hälfte aller Versorgungssituationen abbilden. Wie in Abbildung 75 dargestellt, werden im Besonderen davon betroffen sein:

- Neubaugebiete, die insgesamt einen guten Energiestandard und damit niedrige Wärmeliniendichten aufweisen
- Alleinstehende Gebäude im Außenbereich
- Gebäude, die bereits GEG-konform wärmeversorgt sind

QUARTIERSKONZEPTE IM ZIELSZENARIO 2045

Grundsätzlich kommen für mehrere Gebäude, die in einem begrenzten Bereich errichtet wurden und einen gewissen Energiebedarf aufweisen auch für Quartierslösungen infrage. Dabei können ganze Stadtteile (auch Neubauten) mit ganzheitlichen Konzepten (inkl. E-Mobilität und Naherholung) geplant und neu ausgerichtet werden. Besonders oft im Fokus stehen dabei kalte Nahwärmenetze, die durch geringe Kosten für die Errichtung und niedrige Netzverluste auffallen.

In den einzelnen Häusern werden anschließend dezentrale Wasser-Wasser-Wärmepumpen errichtet, die auch mit Netztemperaturen von bis zu 10°C die jeweilig benötigte Heizwärme im Haus noch bereitstellen können (siehe Abbildung 77).

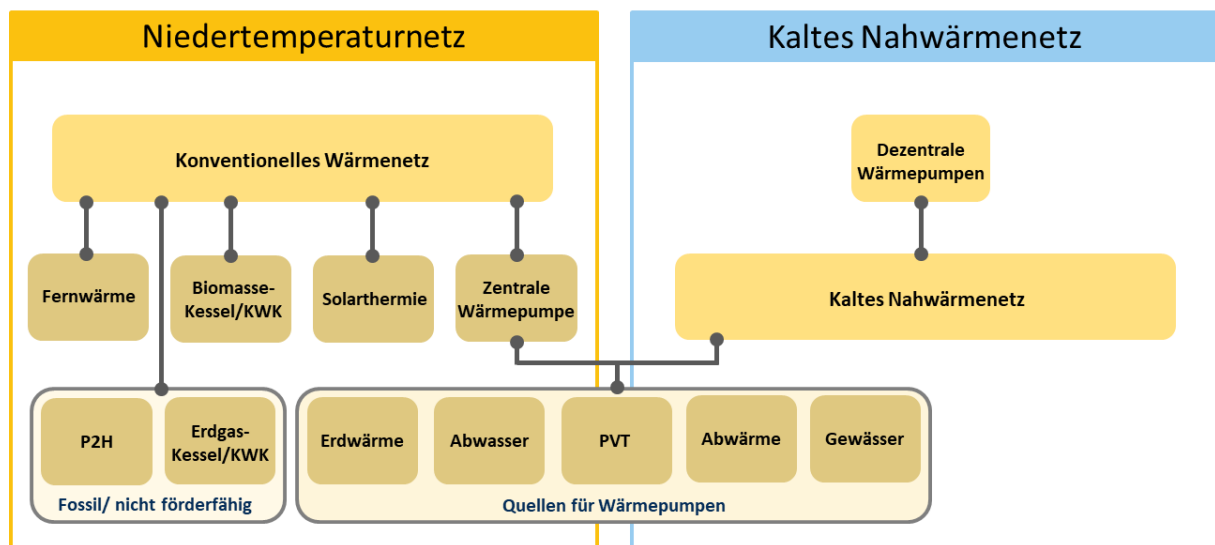


Abbildung 76: Unterschiede zwischen konventionellen und kalten Nahwärmenetzen (Quelle: Leipziger Stadtwerke)

Als Quellen kommen auch für diese Netze alle hier untersuchten und quantifizierten Potenziale infrage. Die smartOPS GmbH kann dabei auf einen reichen Erfahrungsschatz zurückgreifen und ist in der Lage auch derartige Quartiere fachmännisch zu planen zu begleiten.

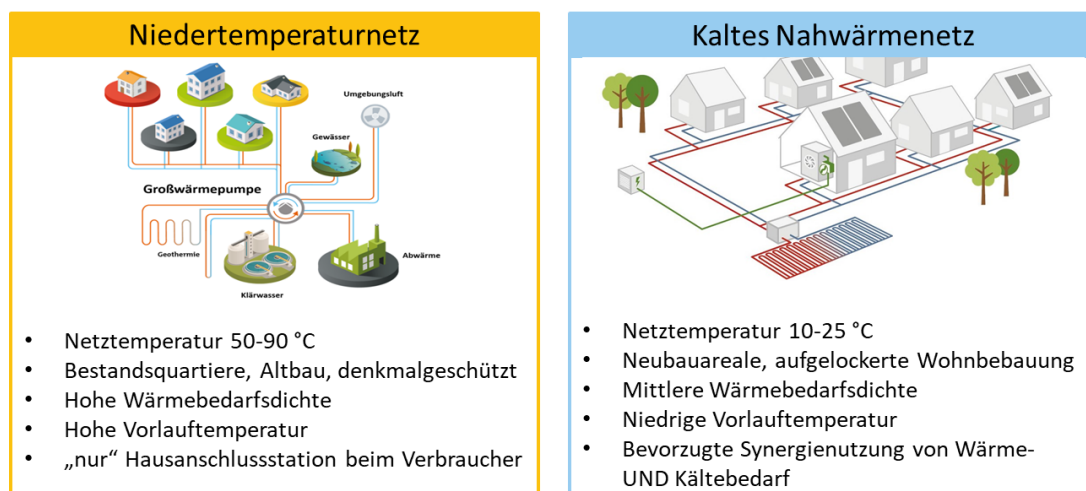


Abbildung 77: Merkmale Wärmenetzarten (Quelle: Leipziger Stadtwerke)

9.1 ZIELE UND METHODIK

Ein wesentlicher Bestandteil der Umsetzungsstrategie nach §20 WPG ist die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs. Nachfolgend werden die für Selm diskutierten und erarbeiteten Maßnahmen zusammengefasst. Dabei ist wichtig zu verstehen, dass es sich um eine Auswahl handelt, die mit potenziellen oder aktuellen Stakeholdern im Rahmen verschiedener Beteiligungsformate diskutiert wurde. Andere, übergeordnete Maßnahmen, die bspw. auf dezentrale Versorgungsgebiete abzielen, müssen noch ergänzt werden. Die beschriebenen Maßnahmen zielen dabei auf die klimaneutrale Wärmeversorgung der Stadt im Jahr 2045 ab und orientieren sich am beschriebenen klimaneutralen Szenario. Die Maßnahmen bestehen aktuell aus konkreten investiven Maßnahmen. Insbesondere der Auf- und Ausbau von Wärmenetzen und der Ausbau erneuerbarer Energieanlagen stehen dabei im Fokus.

Die kommunale Wärmeplanung und die daraus abgeleiteten Maßnahmen betreffen unterschiedliche Akteure innerhalb der Stadtverwaltung (bspw. Stadtplanung, Bauamt, Infrastruktur, Gebäudemanagement Klimaschutz, Grundstücksverkehr etc.) sowie weitere wesentliche Akteure der Energieversorgung (Stadtwerke, Netzbetreiber).

Die Maßnahmen werden nachfolgend zu folgenden Themenbereichen zusammengefasst:

- Anschluss an Klärwerk Selm
- Errichtung Großwärmepumpe
- Stromanschluss Windpark
- Wärmenetz Selm

9.2 WÄRMEWENDESTRATEGIE

Die Wärmewendestrategie zur Erreichung der Klimaneutralität fußt auf drei Säulen:

1. Der Wärmebedarf der untersuchten Gebäude wird durch geeignete energetische Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen gesenkt. In der Folge sinken damit auch die Investitionskosten für geeignete Wärmeerzeuger und der benötigte Energiebedarf.
2. In den ausgearbeiteten Eignungsgebieten für Wärmenetze findet ein schrittweiser, aber konsequenter Ausbau der Wärmenetze und erneuerbarer Wärmeerzeugungsanlagen in den Heizzentralen sowie eine kontinuierliche Nachverdichtung der Anschlussquote an den Netzen statt.
3. In den Einzelheizungsgebieten wird auf klimafreundliche, dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen umgestellt. Die jeweiligen Wärmeerzeugungspreise liegen im Rahmen einer Vollkostenrechnung im Bereich jener Preise, die für netzgebundene Wärme errechnet werden konnte.

9.3 MAßNAHMENKATALOG

Im Folgenden werden die zu entwickelnden Maßnahmen abgebildet.

Maßnahme: **Anschluss Klärwerk Selm**

Priorität: ★★★

M1



Abwasserleitung geklärter Abwasser aus der Kläranlage Selm

Hintergrund: Um das komplette Jahr über eine verlässliche Wärmequelle zur Versorgung des größten Wärmenetzes (Selm-Beifang) zur Verfügung gestellt zu bekommen, muss Abwärme vom Klärwerk in den Norden der Stadt geleitet werden. Nach Möglichkeit Einleitung der Abwässer in die Funne.

Akteure: N.N

Zeitraum: **Start:** 2027 **Kontext zum Zielszenario:**
Fertigstellung: 2028 zentrale Wärmequelle für das Wärmenetz Selm

Technik: DN: 320 / 2,5 km über meist unbefestigtes Terrain
Fließgeschwindigkeit: 2,5 m/sek

CO2-Reduktion: rund 3.000 t CO₂ pro Jahr (wenn es zur Wärmeerzeugung genutzt wird)

Kosten: in Bearbeitung

Kostenträger: N.N.

Finanzierung: Im Rahmen einer Wärmenetzerrichtung in Selm (Selm-Beifang)

Bürgerbeteiligung: - nur Träger öffentlicher Belange (Wasserbehörde, Umweltamt)

Nächste Schritte: - Prüfung unter welchen Bedingungen geklärtes Abwasser nutzbar gemacht werden kann
- Prüfung ob geklärtes Abwasser anstatt in den Selmer Bach in die Funne geleitet werden kann. Damit würde die Rückleitung entfallen

Maßnahme steht in Zusammenhang mit den weiteren Maßnahmen:

- M2: Errichtung Großwärmepumpe
- M3: Stromanschluss Windpark



Maßnahme im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Selm

Stand 12/2024

Abbildung 78: Maßnahmen-Steckbrief M1 – Anschluss Klärwerk Selm (eigene Darstellung)

Maßnahme: **Errichtung Großwärmepumpe**

Priorität: ★★★

M2

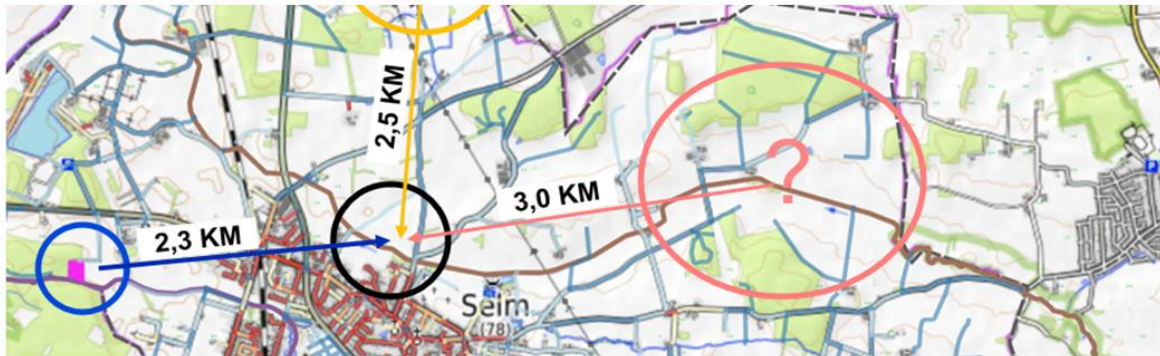


Abbildung: Standort Großwärmepumpe nördlich von Selm im Verbund

Hintergrund: Um Wärme aus der Kläranlage Selm zur zentralen Wärmeeinspeisung nutzen zu können, muss eine Wasser-Wasser-Großwärmepumpenanlage (Kaskade) errichtet werden.

Akteure: N.N.

Zeitraum: **Start:** 2028
Fertigstellung: 2030

Kontext zum Zielszenario:
zentral für das Wärmenetz Selm

Technik: Leistung: bis zu 3 x 5 MW(th)
Volllaststunden: ca. 3.000

CO2-Reduktion: rund 4.500 t CO₂ pro Jahr

Kosten: in Bearbeitung

Kostenträger: N.N.

Finanzierung: N.N.

Bürgerbeteiligung: - nur Träger öffentlicher Belange

Nächste Schritte: - Grundstückssuche zur Errichtung

Maßnahme steht in Zusammenhang mit den weiteren Maßnahmen:

- M1: Anschluss Klärwerk Selm
- M3: Stromanschluss Windpark

UTILITY PARTNERS



Maßnahme im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Selm

Stand 12/2024

Abbildung 79: Maßnahmen-Steckbrief M2 – Errichtung Großwärmepumpe (eigene Darstellung)

Maßnahme: **Stromanschluss Windpark**

Priorität: ★★★

M3



Abbildung: Stromanschluss Windpark an Großwärmepumpe

Hintergrund: Um die Großwärmepumpenanlage mit günstigem Strom zu versorgen muss eine direkte Verbindung vom Windpark bis zur Großwärmepumpenanlage gelegt werden

Akteure: N.N.

Zeitraum: **Start:** 2027 **Kontext zum Zielszenario:**
Fertigstellung: 2028 zentral für das Wärmenetz Selm

Technik: Leistung: bis zu 7 MW
Leitungslänge: ca. 3 km

CO2-Reduktion: rund 4.500 t CO₂ pro Jahr

Kosten: in Bearbeitung

Kostenträger: N.N.

Finanzierung: N.N.

Bürgerbeteiligung: - nur Träger öffentlicher Belange

Nächste Schritte: - Windvorranggebiet ausweisen - Windpark errichten
- Trassenverlauf bestimmen - rechtliche Rahmenbedingungen klären
- Leistung festlegen

Maßnahme steht in Zusammenhang mit den weiteren Maßnahmen:

- M1: Anschluss Klärwerk Selm
- M2: Errichtung Großwärmepumpe

UTILITY PARTNERS



Maßnahme im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Selm

Stand 12/2024

Abbildung 80: Maßnahmen-Steckbrief M3 – Stromanschluss Windpark (eigene Darstellung)

Maßnahme: **Wärmenetz Selm**

Priorität: ★★★★★

M4



Abbildung: Bauabschnitte Wärmenetz Selm

Hintergrund: Um die zentral erzeugte Wärme der Großwärmepumpen zu den einzelnen Verbrauchern zu transportieren muss ein Wärmenetz errichtet werden. Dies kann und wird nur schrittweise erfolgen können.

Akteure: N.N.

Zeitraum: **Start:** 2026 **Kontext zum Zielszenario:**
Fertigstellung: 2045 zentral für die Zielerreichung der Klimaziele

Technik: Leistung: bis zu 20 MW
Niedertemperaturnetz (Vorlauf max. 80°C / Rücklauf 60°C)

CO2-Reduktion: bis zu 10.000 t CO₂ pro Jahr

Kosten: in Bearbeitung

Kostenträger: N.N.

Finanzierung: N.N.

Bürgerbeteiligung: - Akzeptanz und Bedarf abfragen
- Interesse ermitteln

Nächste Schritte: - Akzeptanz in Politik und Stadt ermitteln - rechtl. Rahmenbedingungen definieren (Konzessionen)
- Betreibermodelle ermitteln
- Geschäftsmodelle ermitteln

Maßnahme steht in Zusammenhang mit den weiteren Maßnahmen:

- M2: Errichtung Großwärmepumpe

UTILITY PARTNERS



Maßnahme im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Selm

Stand 12/2024

Abbildung 81: Maßnahmen-Steckbrief M4 – Wärmenetz Selm (eigene Darstellung)

10.1 TREIBHAUSGAS-FAKTOREN

Tabelle 30: Treibhausgas-Faktoren (eigene Darstellung unter Verwendung von: RVR/Stadt Selm (Energie- und THG-Bilanz Selm 2012-2020), Statista 2024)

Technik	Primärenergieträger	Emissionsfaktor in gCO ₂ äq/kWh
Heizkessel, Öl	Heizöl	318
Heizkessel, Gas	Erdgas	247
Heizkessel, Flüssiggas	Flüssiggas	276
Nachtspeicherheizung	Nachtspeicherstrom	380
Wärmepumpe	Strommix, DE	380
Pelletheizung	Holzpellets	160
Heizkohleofen	Kohle	411
Kaminofen	Scheitholz	22
Strom	Strommix, DE	380
Heizkessel, Öl	Heizöl	318
Heizkessel, Gas	Erdgas	247

UTILITY PARTNERS ist eine Gruppe von spezialisierten Dienstleistungsunternehmen für die Energiewirtschaft. Wir unterstützen die Unternehmen der Branche bei der Bewältigung der regulatorischen und digitalen Herausforderungen. Wir liefern Mehrwert durch Branchenkompetenz, Methodenkenntnis und IT-Know-how in den Projekten unserer Kunden. Durch unsere Unterstützung und das breite Wissen bei UTILITY PARTNERS in den verschiedenen Geschäftsbereichen der Energiebranche können Sie mit unserer Hilfe die kommunale Wärmeplanung als eine Chance angehen und mit unserer Expertise nachhaltige und Geschäftsmodelle im Wärmemarkt der Zukunft etablieren.

Die smartOPS GmbH ist im Jahr 2020 als Spin-Off von Ingenieuren & Unternehmern gegründet worden, die seit mehr als 30 Jahren Projekte im Bereich der Erneuerbaren Energien (EE) aktiv begleiten und mitgestalten.