



Große Kreisstadt
Schwandorf



Kommunale Wärmeplanung der Stadt Schwandorf

Abschlussbericht

Auftraggeberin:

Stadt Schwandorf

Spitalgarten 1

92421 Schwandorf

Projektleitung: Dipl.-Ing. BD Reinhard Schade

Projektteam: M.Sc. Maria Pushkareva

Dr. Johannes Stapf

Kontakt: klimaschutz@schwandorf.de

Telefon: +49 (0) 9431 451 237

**Auftragnehmerin:**

zeitgeist engineering gmbh

Äußere Sulzbacher Straße 29

90491 Nürnberg

Ansprechperson: Herr Markus Rößler

Kontakt: markus.roessler@ib-zeitgeist.de

Telefon: +49 (0) 911 21707-410



Der Abschlussbericht zur kommunalen Wärmeplanung wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung unter dem Förderkennzeichen **67K28151** mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Laufzeit: 03.2025 – 08.2026

Veröffentlichungsdatum: 28.08.2026

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

Zusammenfassung.....	10
1. Eignung Wärmeversorgungsgebiete	12
1.1. Wärmenetzeignung (Inselnetz).....	13
1.1.1. Kriterien Wärmenetzeignung (Inselnetz).....	13
1.1.2. Ergebnis Wärmenetzeignung (Inselnetz).....	14
1.2. Eignung Fernwärmenetzerweiterung.....	15
1.2.1. Kriterien Fernwärmenetzerweiterung.....	15
1.2.2. Ergebnis Fernwärmenetzerweiterung.....	15
1.3. Eignung dezentrale Wärmeversorgung	16
1.3.1. Kriterien dezentrale Wärmeversorgung	16
1.3.2. Ergebnis dezentrale Wärmeversorgung	17
1.4. Biomethanetzeignung.....	18
1.5. Wasserstoffnetzeignung.....	19
1.5.1. Kriterien Wasserstoffnetzeignung.....	19
1.5.2. Ergebnis Wasserstoffnetzeignung.....	19
2. Fokusgebiet Rothlindenviertel	21
2.1. Ausgangssituation.....	21
2.2. Auswirkungen auf das bestehende Fernwärmenetz	23
3. Fokusgebiet Büchelkühn	25
3.1. Ausgangssituation.....	25
3.2. Auslegung Wärmenetz	27
3.3. Rahmenbedingungen Kostenschätzung / Berechnung	28
3.4. Potenzial geklärtes Abwasser	29
3.5. Ergebnisse Simulation Wärmenetz.....	30
3.6. Alternative Wärmeversorgung	32
3.7. Fazit Fokusgebiet Büchelkühn	32
4. Fokusgebiet Fronberg	34
4.1. Variante 1.....	34
4.1.1. Ausgangssituation.....	34
4.1.2. Auslegung Wärmenetz	36
4.1.3. Rahmenbedingungen Kostenschätzung / Berechnung	37
4.1.4. Ergebnisse Simulation Wärmenetz.....	38
4.2. Variante 2.....	41
4.2.1. Ausgangssituation.....	41

4.2.2.	Auslegung Wärmenetz	43
4.2.3.	Ergebnisse Simulation Wärmenetz.....	44
4.3.	Potenzial industrielle Abwärme	47
4.4.	Alternative Wärmeversorgung	47
4.5.	Fazit Fokusgebiet Fronberg.....	47
5.	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beispielhafter dezentraler Versorgungsfälle	49
6.	Zielszenario.....	51
6.1.	Entwicklung des Wärmeverbrauchs	51
6.2.	Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial	53
6.3.	Methodik Wärmeversorgung Zielszenario	54
6.4.	Szenario „ambitioniert“	56
6.4.1.	Wärmeverbrauch und Energieträgerverteilung bis 2040.....	57
6.4.2.	Energie- und Treibhausgasbilanz bis 2040.....	61
6.4.3.	Entwicklung Fern- und Nahwärme.....	62
6.4.4.	Gegenüberstellung Zielszenario und Potenzialanalyse	65
6.4.5.	Szenario ambitioniert.....	67
6.5.	Szenario „moderat“	68
6.5.1.	Wärmeverbrauch und Energieträgerverteilung bis 2040.....	68
6.5.2.	Energie- und Treibhausgasbilanz bis 2040.....	72
6.5.3.	Entwicklung Fern- und Nahwärme.....	73
6.5.4.	Gegenüberstellung Zielszenario und Potenzialanalyse	75
6.5.5.	Szenario moderat.....	77
6.6.	Szenario „Gas Hoch“	78
6.6.1.	Wärmeverbrauch und Energieträgerverteilung bis 2040.....	78
6.6.2.	Energie- und Treibhausgasbilanz bis 2040.....	82
6.6.3.	Entwicklung Fern- und Nahwärme.....	84
6.6.4.	Gegenüberstellung Zielszenario und Potenzialanalyse	84
6.6.5.	Szenario Gas Hoch	86
6.7.	Szenario „Gas Niedrig“	87
6.7.1.	Wärmeverbrauch und Energieträgerverteilung bis 2040.....	87
6.7.2.	Energie- und Treibhausgasbilanz bis 2040.....	91
6.7.3.	Entwicklung Fern- und Nahwärme.....	93
6.7.4.	Gegenüberstellung Zielszenario und Potenzialanalyse	95
6.7.5.	Szenario Gas Niedrig	96
6.8.	Vergleich der Szenarien	97

6.9.	Zielszenario 2040.....	98
6.9.1.	Wärmeverbrauch und Energieträgerverteilung bis 2040.....	98
6.9.2.	Energie- und Treibhausgasbilanz bis 2040.....	103
6.9.3.	Entwicklung Fern- und Nahwärme.....	105
6.9.4.	Gegenüberstellung Zielszenario und Potenzialanalyse	108
6.9.5.	Zielszenario 2040.....	110
6.10.	Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete.....	111
6.11.	Ausblick Fernwärmenetz.....	113
6.12.	Ausblick Gasnetz	114
6.13.	Ausblick Strom.....	117
6.14.	Ausblick Kältebedarf	118
6.15.	Sektorkopplung.....	118
6.16.	Energiegipfel Schwandorf	121
7.	Umsetzungsstrategie und Maßnahmen	123
7.1.	Maßnahmenkatalog.....	123
7.2.	Ortsteilsteckbriefe	123
7.3.	Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften	123
7.4.	Bewertung potenzieller Synergieeffekte weiterer Planungen	126
7.5.	Strategische Maßnahmen	127
8.	Maßnahmenkatalog kommunale Wärmeplanung	128
9.	Strategische Maßnahmen	173
9.1.	Zusammenfassung.....	173
9.2.	Strategische Maßnahmen	173
9.3.	Verstetigungsstrategie.....	173
9.4.	Controllingkonzept	177
9.5.	Kommunikationsstrategie	180
10.	Literaturverzeichnis.....	184
	Hinweise	189

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Kategorien und Kriterien zur Ermittlung der Eignung eines Wärme-, Biomethan- bzw. Wasserstoffnetzes sowie einer dezentralen Wärmeversorgung	12
Abbildung 2: Wärmenetzeignung (Inselnetze) der einzelnen Baublöcke.....	15
Abbildung 3: Eignung zur Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes anhand der Wärmeliniendichte	16
Abbildung 4: Eignung dezentrale Wärmeversorgung der einzelnen Baublöcke	18
Abbildung 5: Wasserstoffnetzeignung der einzelnen Baublöcke.....	20
Abbildung 6: Mögliche Fernwärmenetzerweiterung mit betrachteten Gebäuden und Leitungsverlauf.....	22
Abbildung 7: Benötigte Wärmeleistung (einschl. Verluste) des Quartiers in kW mit Jahresdauerlinie.....	23
Abbildung 8: Darstellung des Netzzustands im Auslegungsfall bei Auskopplung von 2,1 MW in der Werthstraße	24
Abbildung 9: Mögliches Wärmenetz Büchelkühn mit betrachteten Gebäuden und Leitungsverlauf (Abstufung anhand des Nenndurchmesser DN).	26
Abbildung 10: Benötigte Wärmeleistung (einschl. Verluste) des Quartiers in kW mit Jahresdauerlinie.....	27
Abbildung 11: Schematische Darstellung der Energieflüsse mit dem Simulationstool nPro [6]	28
Abbildung 12: Lastgang der Quelleistung des geklärten Abwassers.....	30
Abbildung 13: Bereitgestellte Wärme nach Energieträger und Monat.....	31
Abbildung 14: Wärmebedarf und CO ₂ -Äq. Emissionen für das betrachtete Netzgebiet bis zum Zieljahr 2040.	32
Abbildung 15: Mögliches Wärmenetz Fronberg V1 mit betrachteten Gebäuden und Leitungsverlauf.....	35
Abbildung 16: Benötigte Wärmeleistung (einschl. Verluste) des Quartiers in kW mit Jahresdauerlinie.....	36
Abbildung 17: Schematische Darstellung der Energieflüsse mit dem Simulationstool nPro [6]	37
Abbildung 18: Bereitgestellte Wärme nach Energieträger und Monat.....	39
Abbildung 19: Wärmebedarf und CO ₂ -Äq. Emissionen für das betrachtete Netzgebiet bis zum Zieljahr 2040.	40
Abbildung 20: Mögliches Wärmenetz Fronberg V2.....	42
Abbildung 21: Benötigte Wärmeleistung (einschl. Verluste) des Quartiers in kW mit Jahresdauerlinie.....	43
Abbildung 22: Schematische Darstellung der Energieflüsse mit dem Simulationstool nPro [6]	44
Abbildung 23: Bereitgestellte Wärme nach Energieträger und Monat.....	45
Abbildung 24: Bereitgestellte Strommengen durch PV-Freifläche und mittels Netzbezug für die Wärmebereitstellung im Wärmenetz.....	46
Abbildung 25: Wärmebedarf und CO ₂ -Äq. Emissionen für das betrachtete Netzgebiet bis zum Zieljahr.....	47
Abbildung 26: Vergleich Wärmegestehungskosten für verschiedene dezentrale Wärmeversorgungsvarianten	50
Abbildung 27: Entwicklung des Wärmeverbrauchs mit 2 % Sanierungsrate	52

Abbildung 28: Wärmebedarf auf Baublockebene für das Jahr 2040	53
Abbildung 29: Gebiete mit erhöhten Energieeinsparpotenzial und Sanierungsgebiete	54
Abbildung 30: Entwicklung des CO ₂ -Preises (Non-ETS) [10].....	55
Abbildung 31: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Wohnen & Kleinverbraucher.....	57
Abbildung 32: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Raumwärme und Warmwasser).....	59
Abbildung 33: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Prozesswärme).....	59
Abbildung 34: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Öffentliche Einrichtungen	60
Abbildung 35: Szenario ambitioniert: Treibhausgasbilanz Sektor Wärme der Verbrauchergruppen	61
Abbildung 36: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Heiz- und Prozesswärme alle Verbrauchergruppen im Jahr 2040	62
Abbildung 37: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Fernwärme.....	63
Abbildung 38: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Nahwärme	65
Abbildung 39: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Wohnen & Kleinverbraucher.....	68
Abbildung 40: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Raumwärme und Warmwasser).....	70
Abbildung 41: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Prozesswärme).....	70
Abbildung 42: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Öffentliche Einrichtungen	71
Abbildung 43: Szenario moderat: Treibhausgasbilanz Sektor Wärme der Verbrauchergruppen	72
Abbildung 44: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Heiz- und Prozesswärme alle Verbrauchergruppen im Jahr 2040.....	73
Abbildung 45: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Fernwärme	74
Abbildung 46: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Nahwärme.....	75
Abbildung 47: Szenario Gas Hoch: Energieträgerverteilung Wohnen & Kleinverbraucher	79
Abbildung 48: Szenario Gas Hoch: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Raumwärme und Warmwasser).....	80
Abbildung 49: Szenario Gas Hoch: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Prozesswärme).....	81
Abbildung 50: Szenario Gas Hoch: Energieträgerverteilung Öffentliche Einrichtungen.....	82
Abbildung 51: Szenario Gas Hoch: Treibhausgasbilanz Sektor Wärme der Verbrauchergruppen	83
Abbildung 52: Szenario Gas Hoch: Energieträgerverteilung Heiz- und Prozesswärme alle Verbrauchergruppen im Jahr 2040	84
Abbildung 53: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Wohnen & Kleinverbraucher.....	88
Abbildung 54: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Raumwärme und Warmwasser).....	89
Abbildung 55: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Prozesswärme).....	90
Abbildung 56: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Öffentliche Einrichtungen.....	91
Abbildung 57: Szenario Gas Niedrig: Treibhausgasbilanz Sektor Wärme der Verbrauchergruppen	92

Abbildung 58: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Heiz- und Prozesswärme alle Verbrauchergruppen im Jahr 2040	92
Abbildung 59: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Fernwärme	93
Abbildung 60: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Nahwärme	94
Abbildung 61: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Wohnen & Kleinverbraucher	99
Abbildung 62: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Raumwärme und Warmwasser)	101
Abbildung 63: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Prozesswärme)	102
Abbildung 64: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Öffentliche Einrichtungen	103
Abbildung 65: Zielszenario 2040: Treibhausgasbilanz Sektor Wärme der Verbrauchergruppen	104
Abbildung 66: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Heiz- und Prozesswärme alle Verbrauchergruppen im Jahr 2040	105
Abbildung 67: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Fernwärme	106
Abbildung 68: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Nahwärme	107
Abbildung 69: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für das Zielszenario 2040	112
Abbildung 70: Organisationsstruktur der kommunalen Wärmeplanung innerhalb der Stadtverwaltung	174
Abbildung 71: Grober Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung bis 2040	176
Abbildung 72: Akteure der kommunalen Wärmeplanung auf Grundlage der Akteursbeteiligung. Teilnehmende am Energiegipfel sind mit dicker Schrift markiert	177
Abbildung 73: Managementsystem der kommunalen Wärmeplanung in Anlehnung an [47]	178
Abbildung 74: Erfolgsindikatoren der kommunalen Wärmeplanung und deren Datengrundlagen	179
Abbildung 75: Kommunikationsstrategie innerhalb der Stadtverwaltung zur Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung	181
Abbildung 76: Ergebnis Akteursanalyse und Einteilung in Akteursgruppen für die kommunale Wärmeplanung nach [48, 49, 50]	181
Abbildung 77: Ebenen der Beteiligung und der zu involvierenden Akteursgruppen nach [51]	182
Abbildung 78: Kommunikationsstrategie mit den für die Wärmewende wichtigen Akteuren	183

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wärmebedarf und Anzahl Gebäude	22
Tabelle 2: Wärmebedarf und Anzahl Gebäude	27
Tabelle 3: Zentrale Annahmen Wirtschaftlichkeitsberechnung	29
Tabelle 4: Nachhaltigkeitsparameter zur Wärmenetzauslegung	29
Tabelle 5: Ergebnisse Simulation Wärmenetz Büchelkühn mit 100 % Anschlussquote	30
Tabelle 6: Wärmebedarf und Anzahl Gebäude	35
Tabelle 7: Zentrale Annahmen Wirtschaftlichkeitsberechnung	37
Tabelle 8: Nachhaltigkeitsparameter zur Wärmenetzauslegung	38
Tabelle 9: Ergebnisse Simulation Wärmenetz Fronberg V1 mit 80 % Anschlussquote	39
Tabelle 10: Wärmebedarf und Anzahl Gebäude	42
Tabelle 11: Ergebnisse Simulation Wärmenetz Fronberg V2 mit 80 % Anschlussquote	45
Tabelle 12: Vergleich Variante 1 und Variante 2	48
Tabelle 13: Entwicklung Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser sowie Prozesswärme aufgeteilt auf Verbrauchergruppen	52
Tabelle 14: Szenario ambitioniert: Gegenüberstellung Verbrauch 2040 und lokales Potenzial	65
Tabelle 15: Szenario moderat: Gegenüberstellung Verbrauch 2040 und lokales Potenzial	75
Tabelle 16: Szenario Gas Hoch: Gegenüberstellung Verbrauch 2040 und lokales Potenzial	84
Tabelle 17: Szenario Gas Niedrig: Gegenüberstellung Verbrauch 2040 und lokales Potenzial	95
Tabelle 18: Vergleich Szenarien "ambitioniert" und "moderat"	97
Tabelle 19: Vergleich Szenarien "Gas Hoch" und "Gas Niedrig"	98
Tabelle 20: Zielszenario 2040: Gegenüberstellung Verbrauch 2040 und lokales Potenzial	108
Tabelle 21: Energiebedarfe nach Sektoren	119
Tabelle 22: Strombedarf nach Verwendung	120
Tabelle 23: Strompotenzial ohne Biogas	120
Tabelle 24: Varianten von EEGs [28, 30, 31, 32, 33, 34, 35]	124
Tabelle 25: Umsetzungsmaßnahmen Stadt Schwandorf	129
Tabelle 26: Legende Maßnahmenkatalog	131



Zusammenfassung

Die **kommunale Wärmeplanung** ist ein informelles Planungsinstrument der Kommune zur Gestaltung der langfristigen Wärmeversorgung. Sie soll als Grundlage für weitere Schritte, wie Machbarkeitsstudien oder energetische Quartierskonzepte, dienen. Inhalt der Wärmeplanung ist eine Bestands- und Potenzialanalyse des Sektors Wärme und Strom, die Einteilung der Kommune in Wärmeversorgungsgebiete, eine schrittweise Zielsetzung hin zum Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2040 sowie die grobe Skizzierung von Umsetzungsmaßnahmen, welche der Wärmeplanung folgen sollen, inklusive der Bearbeitung von drei Fokusgebieten.

Die Eignungsprüfung der Teilgebiete, sowie Bestands- und Potenzialanalyse der Stadt Schwandorf werden in einem separaten Bericht aufgezeigt. Der vorliegende Abschlussbericht baut auf den dort erarbeiteten Ergebnissen auf und verwendet diese als Grundlage für die weiteren Untersuchungen. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden die entsprechenden Inhalte nur so weit dargestellt, wie sie für das Verständnis der nachfolgenden Ausführungen erforderlich sind. Für detaillierte Ergebnisse und die zugrunde liegende Methodik wird auf den separaten Bericht verwiesen.

Auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse wird die Stadt Schwandorf hinsichtlich der **Eignung** verschiedener **Wärmeversorgungsgebiete** untersucht, wobei für alle Baublöcke die Wahrscheinlichkeit einer Eignung für die Errichtung von Inselnetzen, eine Fernwärmenetzerweiterung, eine dezentrale Wärmeversorgung sowie eine Wasserstoffnetzeignung bewertet wird; eine Biomethanetzeignung konnte dabei nicht untersucht werden. In den Ortsteilen Fronberg, Büchelkühn, Kreith sowie Lindenlohe und Feihöls wird eine Eignung für Inselnetze ermittelt, wobei nach Rücksprache mit den Biogasanlagenbetreibern in Lindenlohe und Feihöls keine weitergehende Wärmenetzeignung besteht. Die Eignung für eine Fernwärmenetzerweiterung wird auf Basis der Wärmeliniendichte abgeschätzt, wobei insbesondere Ettmanskopf, das Rothlindenviertel und Kronstetten-West eine hohe Wärmeliniendichte aufweisen; nach Rücksprache mit dem Fernwärmenetzbetreiber wird ein Netzausbau jedoch nicht in Kronstetten, sondern im Hochrain angestrebt. Eine dezentrale Wärmeversorgung ist grundsätzlich in allen Gebieten und Gebäuden möglich, wenngleich die Altstadt und die alten Ortskerne eine geringere Eignung aufweisen. Eine Wasserstoffnetzeignung besteht ausschließlich in den Baublöcken der Firma Nabaltec AG sowie des Müllheizkraftwerks.

Im Zuge der **Fokusgebietsbetrachtung** werden im Rothlindenviertel eine Erweiterung des Fernwärmenetzes sowie in Fronberg und Büchelkühn der Neubau von Inselnetzen untersucht. In Fronberg ist vorgesehen, den Ortskern einschließlich des Schlosses sowie die kommunalen Liegenschaften durch eine Luft-Wärmepumpe mit Spitzenlastabdeckung über einen Hack-schnitzelkessel zu versorgen. In Büchelkühn soll das geklärte Abwasser der Kläranlage zur Wärmeversorgung des gesamten Ortsteils genutzt werden. Für alle drei Fokusgebiete wird eine vertiefende Machbarkeitsstudie empfohlen, da die ersten Analysen auf einen technisch umsetzbaren und wirtschaftlich tragfähigen Betrieb eines Inselnetzes beziehungsweise auf eine sinnvolle Erweiterung des bestehenden Fernwärmenetzes hinweisen.

Im Kapitel des **Zielszenarios** werden vier unterschiedliche Entwicklungspfade der Energieträgerverteilung im Wärmesektor bis zum Jahr 2040 untersucht und gegenübergestellt. Zunächst wird ein ambitioniertes Szenario mit hohem Ausbau erneuerbarer Energien und einer hohen Sanierungsquote einem moderaten Szenario mit heutiger Sanierungsrate und geringerem



Ausbau erneuerbarer Energien gegenübergestellt. Anschließend wird ein Entwicklungspfad mit Fokus auf eine fortgeführte Gasversorgung einem nahezu gasfreien Szenario gegenübergestellt. Auf Basis eines Abgleichs mit den verfügbaren Potenzialen sowie den Stellungnahmen der Energieversorger wird daraus ein Zielszenario für das Jahr 2040 abgeleitet, das eine realistische und zugleich zielkonforme Entwicklung der Wärmeversorgung abbildet. Abschließend erfolgt eine Einteilung des Stadtgebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete; ergänzend werden in separaten Kapiteln die zukünftige Entwicklung des Fernwärmenetzes sowie des Gas- und Stromnetzes diskutiert. Im Angang sind die Indikatoren der Szenarien aufgelistet.

In einem separaten **Maßnahmenkatalog** werden der Stadt Schwandorf aufbauend auf den Erkenntnissen der kommunalen Wärmeplanung insgesamt 18 Maßnahmen vorgeschlagen, die im Anschluss an die Wärmeplanung angestoßen werden sollten. Die Maßnahmen umfassen unter anderem Vorschläge zum Ausbau und zur Erweiterung von Wärmenetzen, zur energetischen Sanierung sowie strategische und organisatorische Handlungsansätze, die jeweils in Form von Steckbriefen näher erläutert werden.

Es wurden 39 **Ortsteilsteckbriefe** für das Stadtgebiet erstellt. Diese sind im Anhang zu finden. Hier werden die wesentlichen Erkenntnisse der kommunalen Wärmeplanung zusammengefasst dargestellt. Insbesondere der aktuelle Stand des Sektors Wärme sowie die für das jeweilige Gebiet sinnvollen Maßnahmen werden dabei übersichtlich, gebietsspezifisch und nachvollziehbar aufgezeigt.

Darüber hinaus wurden für die Stadt Schwandorf **strategische Maßnahmen** erarbeitet, die den gezielten Einsatz des kommunalen Wärmeplans unterstützen. Mithilfe einer Verstärkungsstrategie, eines Controlling-Konzepts sowie einer Kommunikationsstrategie wird aufgezeigt, wie der Wärmeplan innerhalb der Kommune zur Umsetzung und Bewertung der empfohlenen Maßnahmen genutzt werden kann. Spätestens nach fünf Jahren ist eine Fortschreibung des Wärmeplans erforderlich.

Die vorliegende Untersuchung wurde auf Grundlage des zum Bearbeitungszeitpunkt gültigen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) durchgeführt. Zum jetzigen Zeitpunkt (06/2026) befinden sich das Gebäudemodernisierungsgesetz (GModG) als Novelle des GEG, sowie eine Novelle des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) im Gesetzgebungsverfahren. Da diese Änderungen bislang nicht in Kraft getreten sind, erfolgen sämtliche Berechnungen, Bewertungen und Schlussfolgerungen auf Basis des derzeit geltenden Rechtsrahmens. Mögliche Anpassungen, die sich aus den zukünftigen gesetzlichen Änderungen ergeben, müssen bei weiteren Betrachtungen nach der Wärmeplanung berücksichtigt werden.

1. Eignung Wärmeversorgungsgebiete

Auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse wird die Stadt auf die Wahrscheinlichkeit einer Wärmeversorgung mittels Wärmenetz, Wasserstoffnetz, Biomethanetz und dezentraler Wärmeversorgung untersucht. Die Betrachtung erfolgt auf Baublockebene und für die aktuelle energetische und politische Situation. Bei Fortschreibung der Wärmeplanung muss diese Einteilung ggf. angepasst werden. In allen als Wärmenetzeignungsgebiet deklarierten Bereichen ist eine weitere Untersuchung zur möglichen Realisierung eines Wärmenetzes sinnvoll. Diese Einordnung ist eine Empfehlung an die Kommune und andere Akteure, entsprechende Gebiete eingehender zu betrachten und weitere Studien durchzuführen. In einem Gebiet, welchem eine Wärmenetzeignung zugesprochen wurde, ist der Bau eines Netzes jedoch nicht garantiert. Dafür sind zuerst weitere Studien und Bemühungen notwendig. In Gebieten mit Eignung einer dezentralen Wärmeversorgung und ohne Wärmenetzeignung wird eine dezentrale Wärmeversorgung empfohlen. Jedoch ist auch hier der Bau eines Wärmenetzes nicht ausgeschlossen. So kann, ggf. mit Sanierung der Bebauung, ein kaltes Nahwärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen die Effizienz der Wärmebereitstellung verbessern. Die Wasserstoffnetzeignung ist mit Vorsicht zu betrachten, da einige Kriterien noch nicht vorhersehbar sind. Die Eignung eines Gebiets zur Nutzung von Wasserstoff muss in Zukunft erneut betrachtet werden, wenn bestimmte Rahmenbedingungen (z.B. Verfügbarkeit von Wasserstoff) besser einzuschätzen sind. Das gleiche trifft für die Eignung zur Versorgung eines Gebietes mittels Biomethan zu.

Die Eignung eines Gebietes für eine bestimmte Wärmeversorgungsart wird anhand von drei Kategorien ermittelt. Je nach Versorgungsart haben die einzelnen Kategorien unterschiedliche Kriterien und Gewichtungen. Hierbei wird sich an die Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes und an den Leitfaden des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) [1] orientiert. Abbildung 1 zeigt schematisch die drei Kategorien mit deren Kriterien zur Ermittlung der Eignung einer Versorgungsart auf. Welche Kriterien jeweils verwendet werden, wird in den Unterkapiteln beschrieben. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung der Versorgungsarten ist qualitativ und basiert auf Indikatoren, welche die Wirtschaftlichkeit der Wärmequellen abbilden.

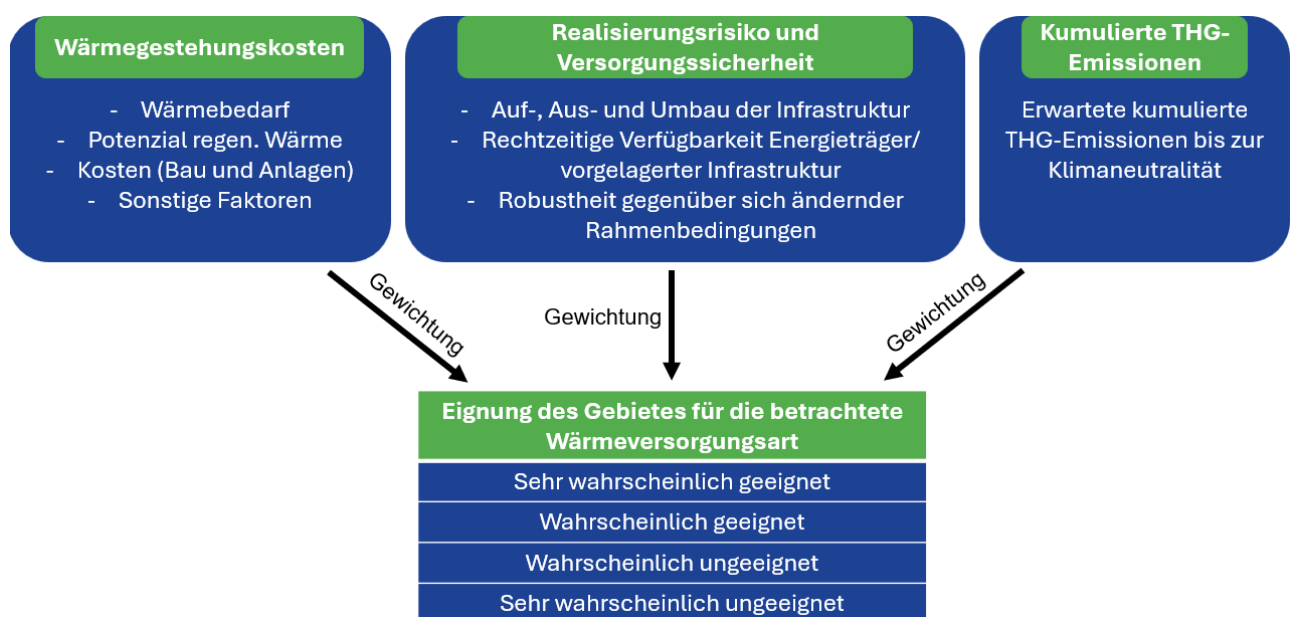


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Kategorien und Kriterien zur Ermittlung der Eignung eines Wärme-, Biomethan- bzw. Wasserstoffnetzes sowie einer dezentralen Wärmeversorgung

1.1. Wärmenetzeignung (Inselnetz)

Im Folgenden werden die Kriterien und die Ergebnisse der Prüfung der Gebiete auf eine Wärmenetzeignung durch ein separates Inselnetz beschrieben. Aufgrund der unterschiedlichen Ausgangslagen muss zwischen einer Eignung für ein Inselnetz und einer Eignung zur Fernwärmenetzerweiterung in den Gebieten unterschieden werden.

1.1.1. Kriterien Wärmenetzeignung (Inselnetz)

Im Zuge der Einteilung der Stadt in Wärmeversorgungsgebiete wird jeder Baublock nach dessen Wärmenetzeignung für ein Inselnetz anhand des vorhandenen Wärmebedarfs, der lokalen erneuerbaren Potenziale für Wärme, der Bau- und Anlagenkosten, der Risiken einzelner Versorgungsvarianten, der kumulierten Treibhausgasemissionen und sonstiger Faktoren ermittelt. Der Großteil der Gewichtung liegt hierbei auf den Wärmegestehungskosten und der Versorgungssicherheit. Folglich sind die einzelnen Kriterien aufgelistet und näher beschrieben.

- **Wärmegestehungskosten:**
 - o Wärmebedarf:
 - Wärmebedarfsdichte (bezogen auf die Baublockfläche)
 - Wärmelinien-dichte
 - Sanierungspotenzial auf Basis der Bausubstanz
 - o Vorhandenes Potenzial:
 - Bewertung der vorhandenen Wärmequellen nach ihrer Eignung für die Einspeisung in ein Wärmenetz und die damit verbundenen Kosten
 - o Bau- und Anlagenkosten:
 - Spezifische Investition für den Aus- oder Umbau des Wärmenetzes
 - Anschaffungskosten der Anlagentechnik
 - o Sonstige Faktoren:
 - Vorhandenes oder in unmittelbarer Umgebung befindliches Wärmenetz
 - Vorhandene Ankerkunden/ Großabnehmer (Kommune oder Firma/ Wohnungsgesellschaft mit bekanntem Anschlussinteresse)
 - Hohes bekundetes Anschlussinteresse (auf Basis der Befragung der Bürgerinnen und Bürger)
 - Alternative Wärmeversorgungsvarianten vorhanden
- **Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit:**
 - o Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur
 - o Rechtzeitige Verfügbarkeit vorgelagerter Infrastruktur
 - o Robustheit gegenüber sich ändernden Rahmenbedingungen
- **Kumulierte Treibhausgasemissionen:**
 - o Erwartete kumulierte THG-Emissionen bis zur Klimaneutralität

Zudem werden die Anmerkungen der relevanten Akteure (v.a. Energieversorger) in die Einteilung miteinbezogen. Die Abstufung der erreichten Punktzahlen innerhalb der einzelnen Einteilungskriterien wird anhand von Erfahrungswerten und Richtwerten aus der Literatur bestimmt [2, 3, 4, 5].

Bei der Entwicklung dieses Bewertungsverfahrens wurde darauf geachtet, dass Bedarf und Potenzial in gleichem Maße zur Eignung eines Gebietes für ein Wärmenetz mit einfließen. So wird sichergestellt, dass eine Wärmenetzeignung nicht allein anhand eines hohen Bedarfes ausgewiesen wird. Dadurch können lokale Potenziale besser eingesetzt werden und die Abhängigkeit von Energieimporten wird reduziert.

1.1.2. Ergebnis Wärmenetzeignung (Inselnetz)

Abbildung 2 zeigt die Stadt mit der jeweils ermittelten Eignung für ein Wärmenetz in Form eines separaten Inselnetzes. Je dunkler in Rot eingefärbt, desto wahrscheinlicher geeignet werden die Gebiete eingestuft für die Versorgung durch ein heißes als auch ein kaltes Nahwärmenetz. Die in Hellrot und Weiß eingefärbten Gebiete sind als für ein Wärmenetz (sehr) wahrscheinlich ungeeignet eingestuft. Dies wiederum bedeutet, dass in diesen Baublöcken eine dezentrale Wärmeversorgung wahrscheinlich geeigneter ist. Aber auch hier können unter bestimmten Gegebenheiten Inselnetze (z.B. fünf Häuser mit gemeinsamer Wärmeversorgung) oder kalte Nahwärmenetze realisiert werden. Eine netzgebundene Wärmeversorgung sollte also nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Gebiete mit einem Anschluss- oder Benutzungszwang für eine zentrale Wärmeversorgung liegen nicht vor.

Da es sich hierbei um die Eignung für ein Inselnetz handelt, werden in diesem Kapitel die außenliegenden Ortsteile betrachtet. In der Kernstadt wird im nächsten Kapitel die Erweiterung des bestehenden Fernwärmenetzes untersucht. Die Ortsteile Büchelkühn, Fronberg, Kreith sowie die Baublöcke im Nordosten der Stadt und das Gewerbegebiet im Osten weisen eine Inselnetzeignung auf. Hierbei handelt es sich um die reine Auswertung von den zur Verfügung stehenden Daten. Auf Basis von weiterführenden Energiekonzepten sowie Austauschformaten mit lokalen Akteuren kann die Realisierungswahrscheinlichkeit der Inselnetze weiter spezifiziert werden.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung hat sich herausgestellt, dass die Biogasanlagen im Nordosten der Stadt kein Interesse an der Beteiligung an einem Inselnetz haben. Daher werden im Zielszenario diese Gebiete mit einer dezentralen Wärmeversorgung ausgewiesen werden. Zudem wird auf Grundlage des vorliegenden Energiekonzeptes für das interkommunale Gewerbegebiet ein Wärmenetz in diesen Baublöcken gleichermaßen ausgeschlossen.

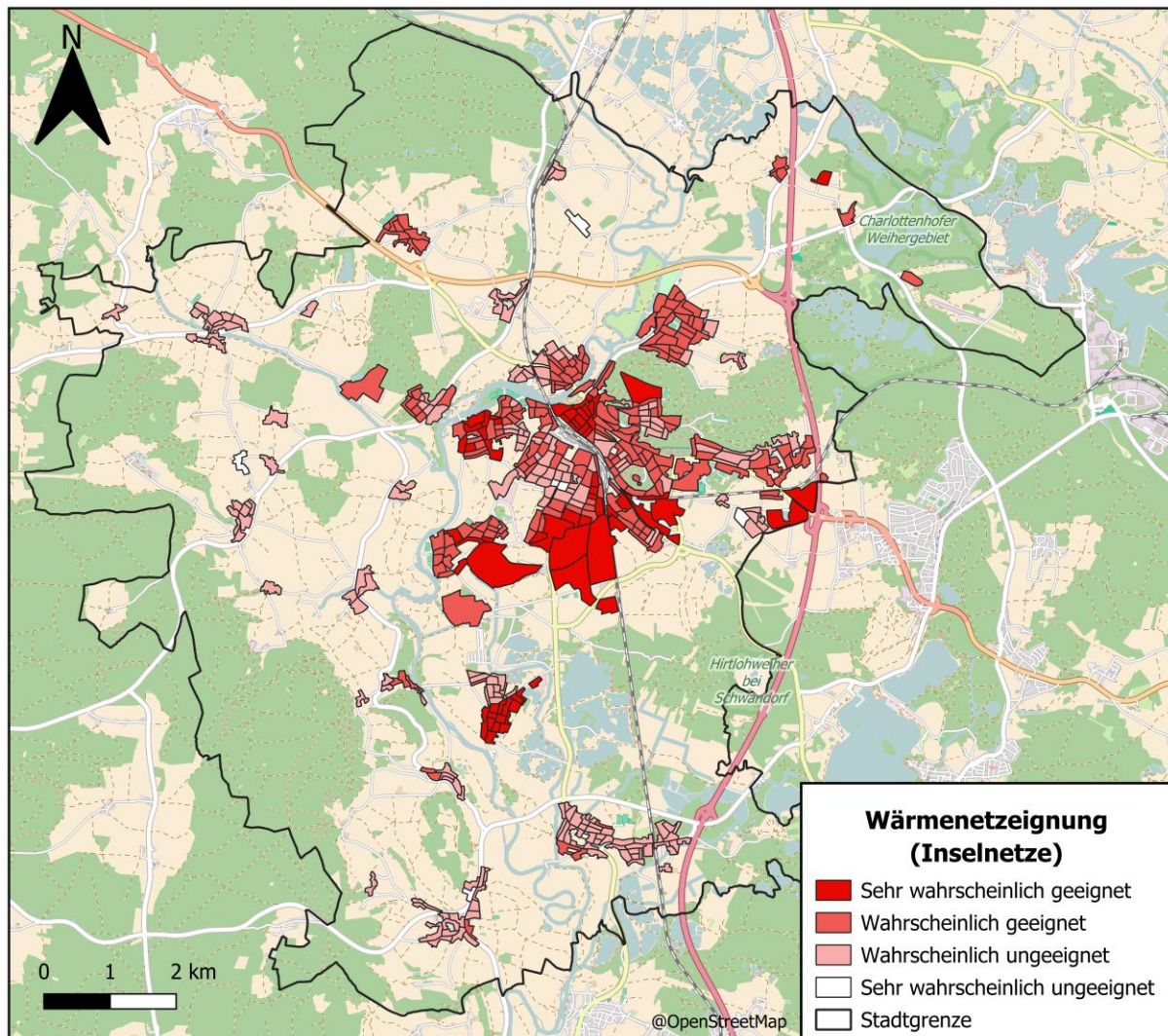


Abbildung 2: Wärmenetzeignung (Inselnetze) der einzelnen Baublöcke

1.2. Eignung Fernwärmenetzerweiterung

Aufgrund der unterschiedlichen Ausgangslagen muss zwischen einer Eignung für ein Inselnetz und einer Eignung zur Fernwärmenetzerweiterung in den Gebieten unterschieden werden. In diesem Unterkapitel wird die Eignung auf eine Fernwärmenetzerweiterung untersucht.

1.2.1. Kriterien Fernwärmenetzerweiterung

Da das bestehende Fernwärmenetz mit dem Müllheizkraftwerk bereits eine sehr hochwertige Quelle hat und einige weitere Quellen (v.a. Abwasser und Gewässerwärme) aufgrund der hohen Netztemperatur (125 °C) nicht attraktiv sind, wird die Wärmelinien-dichte als Kriterium zur Eignung einer Fernwärmenetzerweiterung herangezogen. Eine hohe Wärmelinien-dichte wirkt sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit des Netzes aus.

1.2.2. Ergebnis Fernwärmenetzerweiterung

In Abbildung 3 ist das Bestandsnetz sowie die Wärmelinien-dichte in den noch nicht erschlossenen Baublöcken dargestellt. Ettmannsdorf-Ost, das südliche Rothlindenviertel und Kronsteden-Ost weisen eine hohe Wärmelinien-dichte auf.

Durch Absprache mit dem Wärmenetzbetreiber, der Städtischen Wasser- und Fernwärmeversorgung Schwandorf, hat sich herausgestellt, dass ein Fernwärmenetzausbau im Stadtteil Kronstetten nicht vorgesehen ist. Dafür soll das Gebiet Hochrain perspektivisch erschlossen werden. Dies ist in dem Zielszenario berücksichtigt.

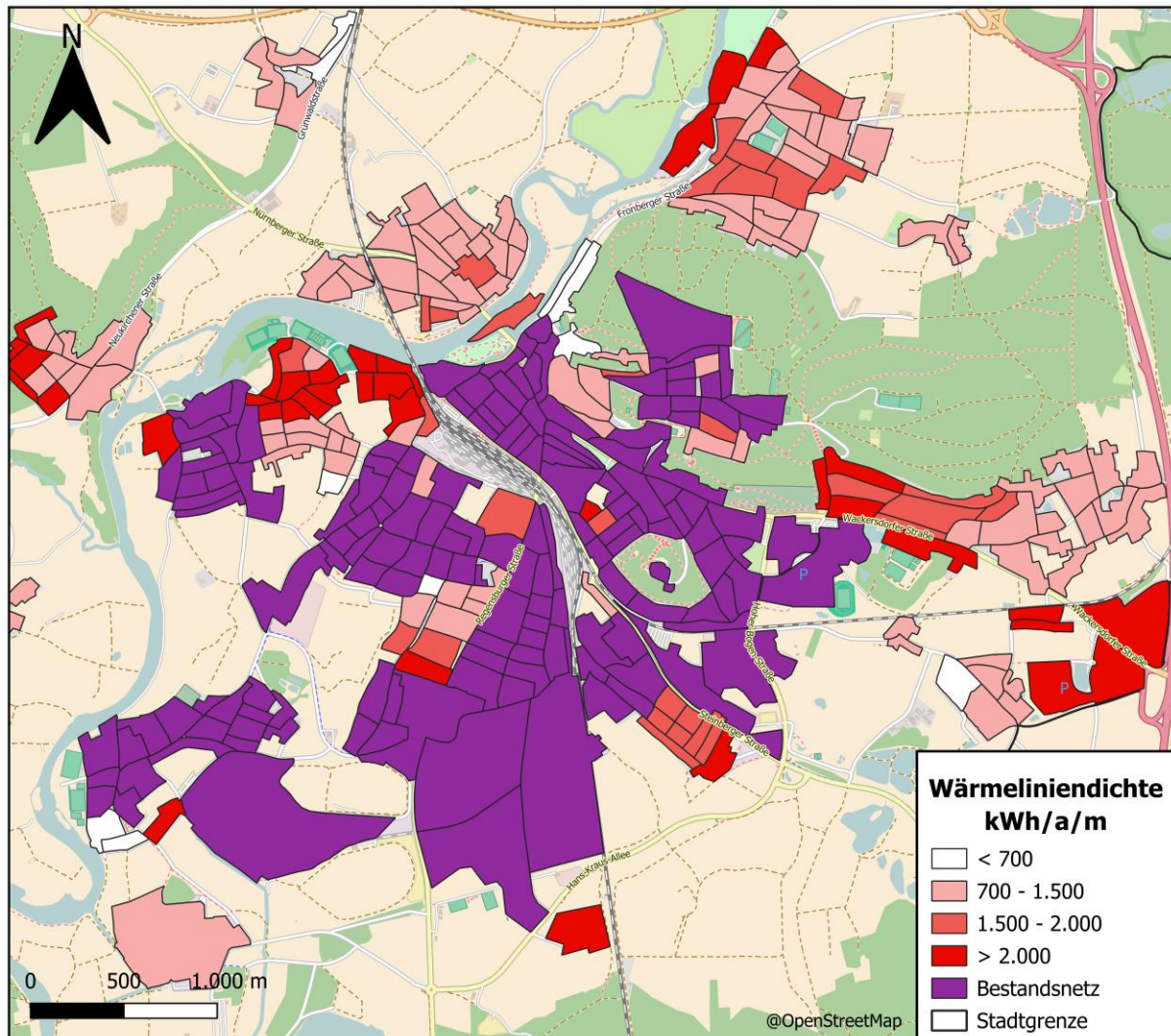


Abbildung 3: Eignung zur Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes anhand der Wärmelinien-dichte

1.3. Eignung dezentrale Wärmeversorgung

Im Folgenden werden die Kriterien und die Ergebnisse der Prüfung der Gebiete auf eine dezentrale Wärmeversorgung beschrieben.

1.3.1. Kriterien dezentrale Wärmeversorgung

Im Zuge der Einteilung der Stadt in Wärmeversorgungsgebiete wird zudem jeder Baublock nach dessen Eignung zur dezentralen Wärmeversorgung anhand der potenziellen Ankerkunden, der Eignung für eine Luft- oder Geothermie basierte Wärmeversorgung, der Anlagenkosten, der Risiken einzelner Versorgungsvarianten und der kumulierten Treibhausgasemissionen ermittelt. Der Großteil der Gewichtung liegt hierbei auf den

Wärmegestehungskosten und der Versorgungssicherheit. Im Gegensatz zur Untersuchung auf eine Wärmenetzeignung sind hier laut Leitfaden des BMWK weniger Kriterien von Gewicht. Folglich sind die einzelnen Kriterien aufgelistet und näher beschrieben.

- **Wärmegestehungskosten:**
 - o Potenzielle Ankerkunden und Großabnehmer
 - o Potenzial zur Nutzung von Luft- oder Geothermie-Wärmepumpen
 - o Anschaffungskosten der Anlagentechnik
- **Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit:**
 - o Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur
 - o Rechtzeitige Verfügbarkeit vorgelagerter Infrastruktur
 - o Robustheit gegenüber sich ändernden Rahmenbedingungen
- **Kumulierte Treibhausgasemissionen:**
 - o Erwartete kumulierte THG-Emissionen bis zur Klimaneutralität

Da die Kriterien nicht komplett mit denen der Wärmenetzeignung übereinstimmen, sind Gebiete mit einer Wärmenetzeignung nicht automatisch für eine dezentrale Wärmeversorgung ungeeignet. In einigen Gebieten stellen beide Varianten eine mögliche Wärmeversorgung dar. Zudem soll noch einmal betont werden, dass auch in dezentralen Gebieten eine netzgebundene Wärmeversorgung nicht endgültig ausgeschlossen wird. Vor allem eine Versorgung durch ein kaltes Nahwärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen in den Gebäuden stellt auch für Bestandsbebauung eine effektive Möglichkeit der Wärmebereitstellung dar. Dafür ggf. notwendige Maßnahmen an Gebäuden müssen in weiteren Studien betrachtet werden.

1.3.2. Ergebnis dezentrale Wärmeversorgung

Abbildung 4 zeigt das betrachtete Gebiet in Baublöcken mit der jeweiligen Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung. Da hierfür weniger Kriterien als zur Wärmenetzeignung betrachtet werden, sind lediglich zwei Stufen der Eignung vorhanden. Einige Kriterien sind zudem für alle Baublöcke als pauschal angesetzt. Es ist zu sehen, dass lediglich die Altstadt und Dorfkerne als nur wahrscheinlich geeignet eingestuft werden. Alle anderen Gebiete werden als sehr wahrscheinlich geeignet deklariert. Welche dezentrale Versorgungsvariante für ein Gebäude am sinnvollsten ist, muss in detaillierteren Untersuchungen (z.B. mittels Energieberatung) geklärt werden.

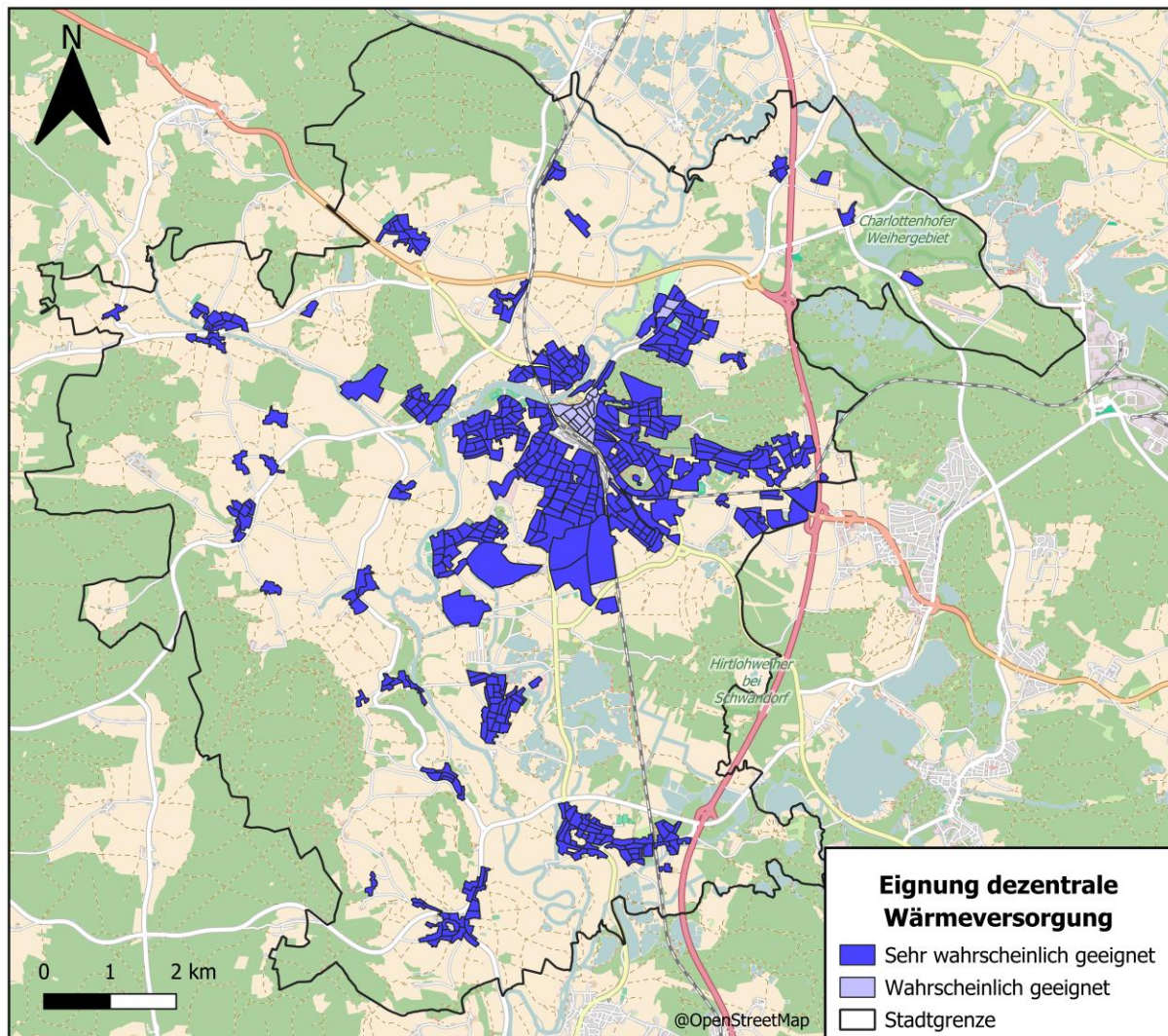


Abbildung 4: Eignung dezentrale Wärmeversorgung der einzelnen Baublöcke

1.4. BiomethanNetzeignung

Laut § 28 Wärmeplanungsgesetz muss für eine Ausweisung einer Biomethaneignung für Gebiete entweder betreffende Netzentwicklungspläne oder eine sichere Zusage des Gasverteilnetzbetreibers zur ausreichenden Verfügbarkeit von Biomethan vorhanden sein. Beides ist im Falle der Stadt Schwandorf zum aktuellen Stand (10/2025) nicht der Fall. Daher wird im Zuge der Wärmeplanung keine BiomethanNetzeignung ausgewiesen.

Dennoch sind im Zielszenario Gebiete als Prüfgebiet BiomethanNetz eingezeichnet. Dies bedeutet, dass bei einer Fortschreibung der Wärmeplanung diese Gebiete auf eine mögliche BiomethanNetzeignung untersucht werden sollen. Diese Gebiete wurden in Absprache mit der Bayernwerk Netz GmbH erarbeitet.

1.5. Wasserstoffnetzeignung

Im Folgenden werden die Kriterien und die Ergebnisse der Prüfung der Gebiete auf eine Wasserstoffnetzeignung beschrieben.

1.5.1. Kriterien Wasserstoffnetzeignung

Im Zuge der Einteilung der Stadt in Wärmeversorgungsgebiete wird jeder Baublock nach dessen Wasserstoffnetzeignung anhand des vorhandenen und potenziellen Wasserstoffbedarfs, der vorhandenen Gasinfrastruktur, der erwarteten Preisentwicklung des Wasserstoffs, der Anlagenkosten, der Risiken einzelner Versorgungsvarianten sowie der kumulierten Treibhausgasemissionen ermittelt. Den Großteil der Gewichtung teilen sich hierbei die Kategorien Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit sowie Wärmegestehungskosten. Folglich sind die einzelnen Kriterien aufgelistet und näher beschrieben.

- **Wärmegestehungskosten:**
 - o Wasserstoffbedarf:
 - Erwarteter Anschlussgrad an ein Wasserstoffnetz
 - Prozesswärmebedarf ($> 200\text{ °C}$ oder stofflicher Bedarf)
 - o Vorhandenes oder in unmittelbarer Umgebung befindliches Gasnetz
 - o Preisentwicklung Wasserstoff
 - o Anschaffungskosten der Anlagentechnik
- **Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit:**
 - o Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur
 - o Rechtzeitige Verfügbarkeit vorgelagerter Infrastruktur
 - o Rechtzeitige Verfügbarkeit Energieträger
 - o Robustheit gegenüber sich ändernden Rahmenbedingungen
- **Kumulierte Treibhausgasemissionen:**
 - o Erwartete kumulierte THG-Emissionen bis zur Klimaneutralität

Hierbei spielt der Prozesswärmebedarf eine wichtige Rolle, da hierfür der Einsatz von Wasserstoff eine gute Alternative zum Erdgas darstellt. Bei der Preisentwicklung von Wasserstoff wird aktuell, übereinstimmend mit dem Leitfaden des BMWK, von einem hohen Preispfad ausgegangen. In die Auswertung werden zudem die Antworten des Gasnetzbetreibers in Bezug auf die zukünftigen Entwicklungen des Gasnetzes und der Verfügbarkeit sowie des Einsatzes von Wasserstoff mit einbezogen.

1.5.2. Ergebnis Wasserstoffnetzeignung

Abbildung 5 zeigt die Baublöcke des betrachteten Gebietes mit der jeweils ermittelten Eignung für ein Wasserstoffnetz. Je dunkler das Gelb, desto wahrscheinlicher ist die Eignung für eine Wasserstoffversorgung. Gebiete mit hohem Prozesswärmebedarf und, laut Fragebogen, Interesse an der Nutzung von Wasserstoff haben eine höhere Eignungswahrscheinlichkeit. Dies ist lediglich im Baublock des Heizkraftwerks und der Firma Nabaltec der Fall. In Gebieten ohne Gasnetz ist die Wahrscheinlichkeit einer Versorgung mittels Wasserstoffnetz sehr gering.

Hier sei nochmals erwähnt, dass bei der Analyse der Wasserstoffnetzeignung einige Kriterien auf Prognosen und Annahmen basieren. In Bezug auf die Verfügbarkeit, die Preisentwicklung und den genauen Einsatz von Wasserstoff bestehen noch viele Unklarheiten, welche sich erst in den kommenden Jahren klären werden. Laut Leitfaden des BMWK wird es bis zur Phase

des Markthochlaufs, welche voraussichtlich erst um 2040 stattfinden wird, erhebliche Preisschwankungen und Fluktuationen in der Verfügbarkeit geben. Daher sind die Ergebnisse der Wasserstoffnetzplanung mit Vorsicht zu betrachten und bei der Weiterschreibung der Wärmeplanung noch einmal mit den aktuellen Entwicklungen und Annahmen zu korrigieren.

Wie bereits in der Eignungsprüfung erläutert, kann der Energieträger Wasserstoff unter den aktuellen Rahmenbedingungen nicht für die Raumwärme und Trinkwarmwasserbereitung vorgesehen werden. Für Prozesswärme ist Wasserstoff eine denkbare Alternative zum Erdgas.

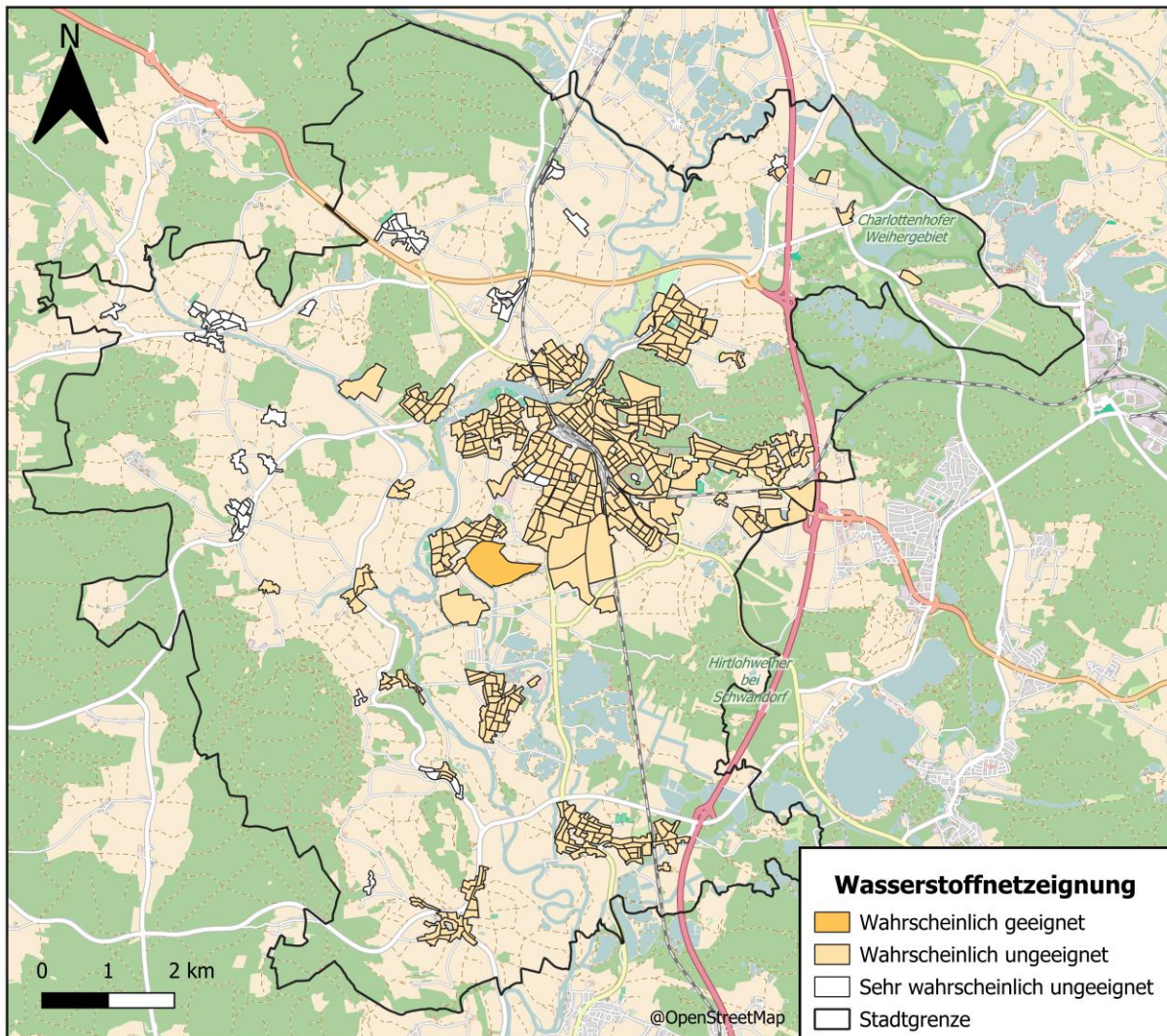


Abbildung 5: Wasserstoffnetzplanung der einzelnen Baublöcke

2. Fokusgebiet Rothlindenviertel

Im Rahmen der Kommunalrichtlinie sind zwei bis drei Fokusgebiete im Zuge der kommunalen Wärmeplanung zu erstellen. Fokusgebiete sind Projekte, welche aufgrund ihrer signifikanten Auswirkung auf dem Weg zur Klimaneutralität mit Priorität zu behandeln sind. Hierbei sind zusätzlich konkretere und räumlich verortete Umsetzungspläne zu erarbeiten. Für die Stadt Schwandorf werden mit Büchelkühn und Fronberg zwei potenzielle Nahwärmenetzgebiete sowie mit dem südlichen Rothlindenviertel ein potenzielles Fernwärmenetzerweiterungsgebiet untersucht.

Als erstes Fokusgebiet wird ein Fernwärmenetzausbau in das südliche Rothlindenviertel untersucht. Hierbei liegt der Fokus auf der Betrachtung von hydraulischen und druckseitigen Auswirkungen einer Netzerweiterung auf das bestehende Fernwärmenetz.

2.1. Ausgangssituation

Das betrachtete Gebiet besteht aus dem mit Fernwärme noch nicht erschlossenen Teil des Stadtgebietes Rothlindenviertel mit überwiegender Wohnbebauung aus Einfamilien- sowie teils Mehrfamilienhäusern der Jahre 1949 – 1978. Das Gewerbegebäude Steinberger Straße 26 wird mitbetrachtet. Das Neubaugebiet in der St.-Barbara-Straße wird nicht angeschlossen. Aktuell versorgt das Fernwärmenetz bereits den Städtischen Bauhof, das Krankenhaus St. Barbara sowie Teile der Flur- und Werthstraße. In dieser Betrachtung wird direkt an das bestehende Netzgebiet angeschlossen.

In Abbildung 6 ist die potenzielle Wärmenetzerweiterung mit allen betrachteten Gebäuden (dunkleres Grau) sowie der mögliche Leistungsverlauf (Grün bis Rot) dargestellt. Im Netzgebiet ist ein Höhenunterschied von max. 4 Metern vorhanden. In dunklem Rot ist der angenommene Anschluss an das bestehende Fernwärmenetz dargestellt. Für die Wärmenetzsimulation werden die an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude betrachtet.

Es handelt sich hierbei um eine erste theoretische Betrachtung des potenziellen Anschlussgebietes. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass alle Gebäude innerhalb des betrachteten Gebietes tatsächlich an das Wärmenetz angeschlossen werden. In der praktischen Umsetzung ist ebenso denkbar, dass lediglich einzelne Straßenzüge oder Teilbereiche erschlossen werden. Die tatsächliche Ausdehnung des Netzes hängt von weiteren Einflussfaktoren ab, die in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt werden konnten (z. B. Netzerweiterungen in anderen Gebieten) oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht feststehen (z. B. das konkrete Anschlussinteresse einzelner Gebäude).

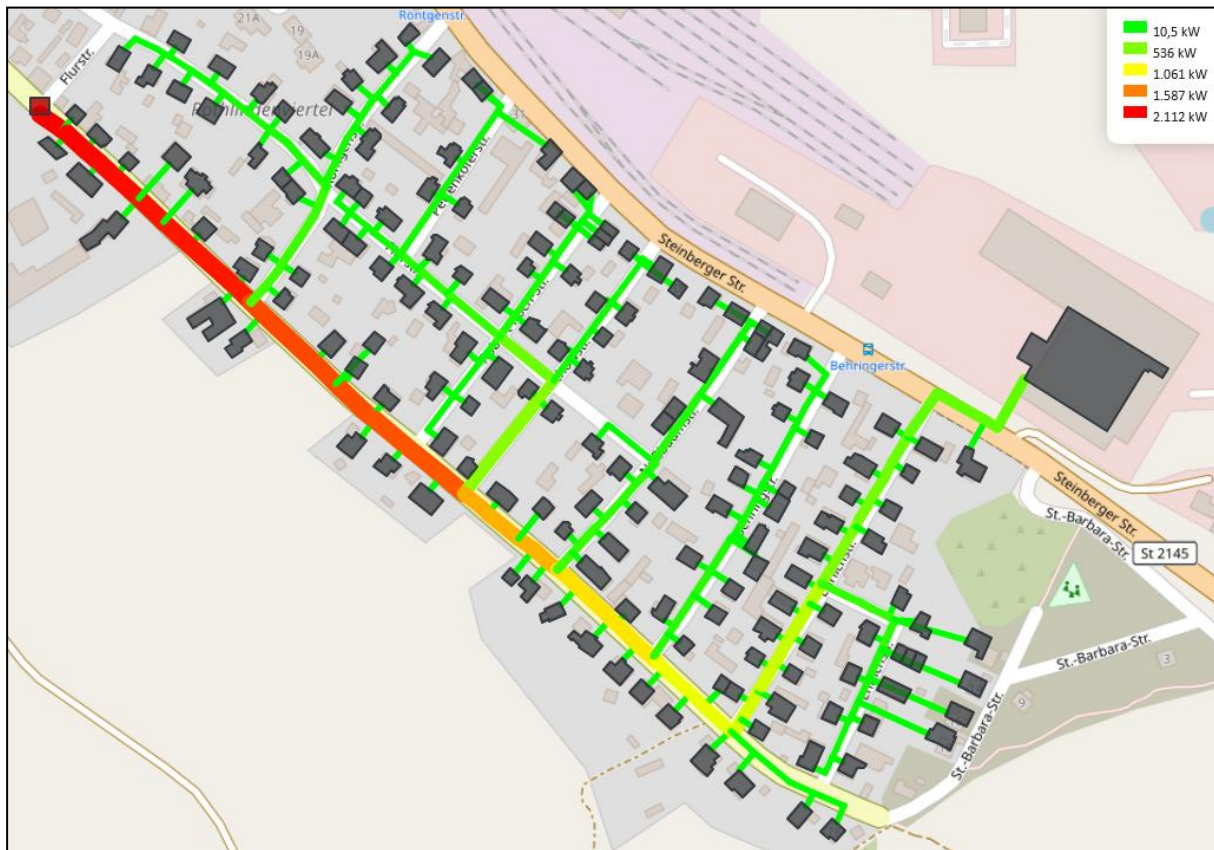


Abbildung 6: Mögliche Fernwärmenetzerweiterung mit betrachteten Gebäuden und Leitungsverlauf (Abstufung anhand der Auslegungsleistung). In Rot ist der Anschluss an das bestehende Wärmenetz an der Flur- / Werthstraße dargestellt. Graphik erstellt mittels Simulationssoftware nPro [6]

Tabelle 1 listet die Wärmebedarfe und Anzahl aller potenziellen Hausanschlüsse im Versorgungsgebiet Rothlindenviertel auf, um im Nachgang eine Aussage über eine ausreichende Leistungsreserve im bestehenden Fernwärmenetz treffen zu können. Die Länge der Verteilleitungen des Netzes beträgt ungefähr 2,5 Kilometer, hinzu kommen die Hausanschlussleitungen mit ca. 1,9 Kilometer Länge. Der Gesamtwärmebedarf summiert sich auf ungefähr 4,1 GWh/a. Insgesamt sind 171 Häuser an das Teilnetz angeschlossen. Die Wärmebedarfe basieren auf dem für die Wärmeplanung erstellten Wärmekataster. Tatsächliche Verbräuche der Wohngebäude aus den Rückläufern der Fragebogen sowie die Verbräuche der kommunalen Liegenschaften wurden eingepflegt.

Tabelle 1: Wärmebedarf und Anzahl Gebäude

Abnehmer	Anschlussquote 100 %	
	Anzahl Gebäude	Wärmebedarf [MWh/a]
< 16 kW	160	3.120
>= 16 kW	11	1.000
Gesamt	171	4.120

Für die erste Betrachtung wird von einer Anschlussquote von 100 % ausgegangen. In der Realität wird die tatsächliche Anschlussquote variieren. Abweichende Anschlussquoten und deren Auswirkung auf die benötigten Quelleistungen und dadurch resultierende Wärmegestehungskosten können durch den Wärmenetzbetreiber beurteilt werden.

Abbildung 7 zeigt die benötigte Wärmeleistung des Quartiers (hier einschließlich der Verluste in den Leitungen), ermittelt anhand von Standardprofilen. Wärme wird vor allem in den Wintermonaten zur Raumheizung benötigt. Die Spitzen stellen besonders kalte Tage dar. Dennoch ist auch in den Sommermonaten Wärme für Warmwasser erforderlich. Die Jahresdauerlinie gibt an, wie viele Stunden im Jahr eine bestimmte Leistung bereitgestellt werden muss.

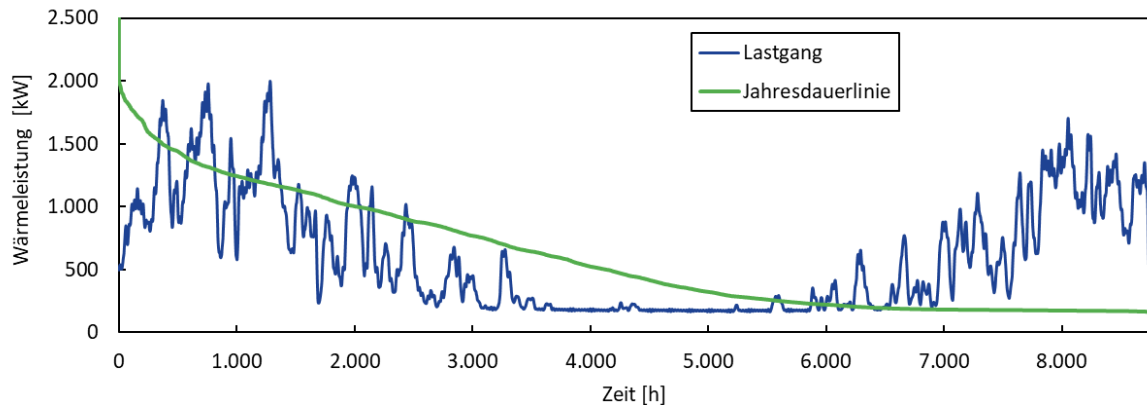


Abbildung 7: Benötigte Wärmeleistung (einschl. Verluste) des Quartiers in kW mit Jahresdauerlinie

2.2. Auswirkungen auf das bestehende Fernwärmenetz

Die Bereitstellung dieser Leistungen, speziell der möglichen Spitzenlast von bis zu 2,1 MW, durch einen Anschluss im Bereich der Flur- / Werthstraße hat Auswirkungen auf den laufenden Betrieb des bestehenden Netzes. Limitierend im Bereich der Netzzentrale ist hierbei der maximale Druck von 13 bar im Vorlauf sowie die maximal auskoppelbare Leistung von 36 MW. Im Bereich der einzelnen Trassen hin zu dieser zusätzlichen Versorgungsaufgabe Rothlindenviertel sind die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten der jeweiligen Dimensionen im Blick zu behalten.

In der im Zug der kommunalen Wärmeplanung durchgeführten detaillierten Simulation des Fernwärmenetzes konnte unter Berücksichtigung realer Betriebsdaten für den Ausbauzustand Ende 2026 eine freie Erzeugerkapazität von 2,7 MW identifiziert werden. Aufgrund der ausreichenden auskoppelbaren Wärmeleistung in der Netzzentrale, wird im Rahmen dieses Fokusgebiets zudem die Einhaltung hydraulischer Limitationen geprüft.

Hierfür wird das Netzmodell im Simulationstool STANET um einen Leistungsbedarf von 2,1 MW im Bereich der Flur- / Werthstraße erweitert. Bei den in Abbildung 8 dargestellten Simulationsergebnissen wird ersichtlich, dass in der Zuleitung über die Industriestraße in die Werthstraße durch die zusätzliche Abnahme im Auslegungsfall höhere Strömungsgeschwindigkeiten entstehen. Diese liegen mit einem Maximalwert von 1,52 m/s jedoch weiterhin im Kapazitätsbereich einer Fernwärmeleitung mit einem Rohrdurchmesser von DN 200. Auch der dadurch erhöhte Druck im Vorlauf der Hauptleitung des Wärmenetzes liegt mit 12,51 bar weiterhin im zulässigen Bereich.

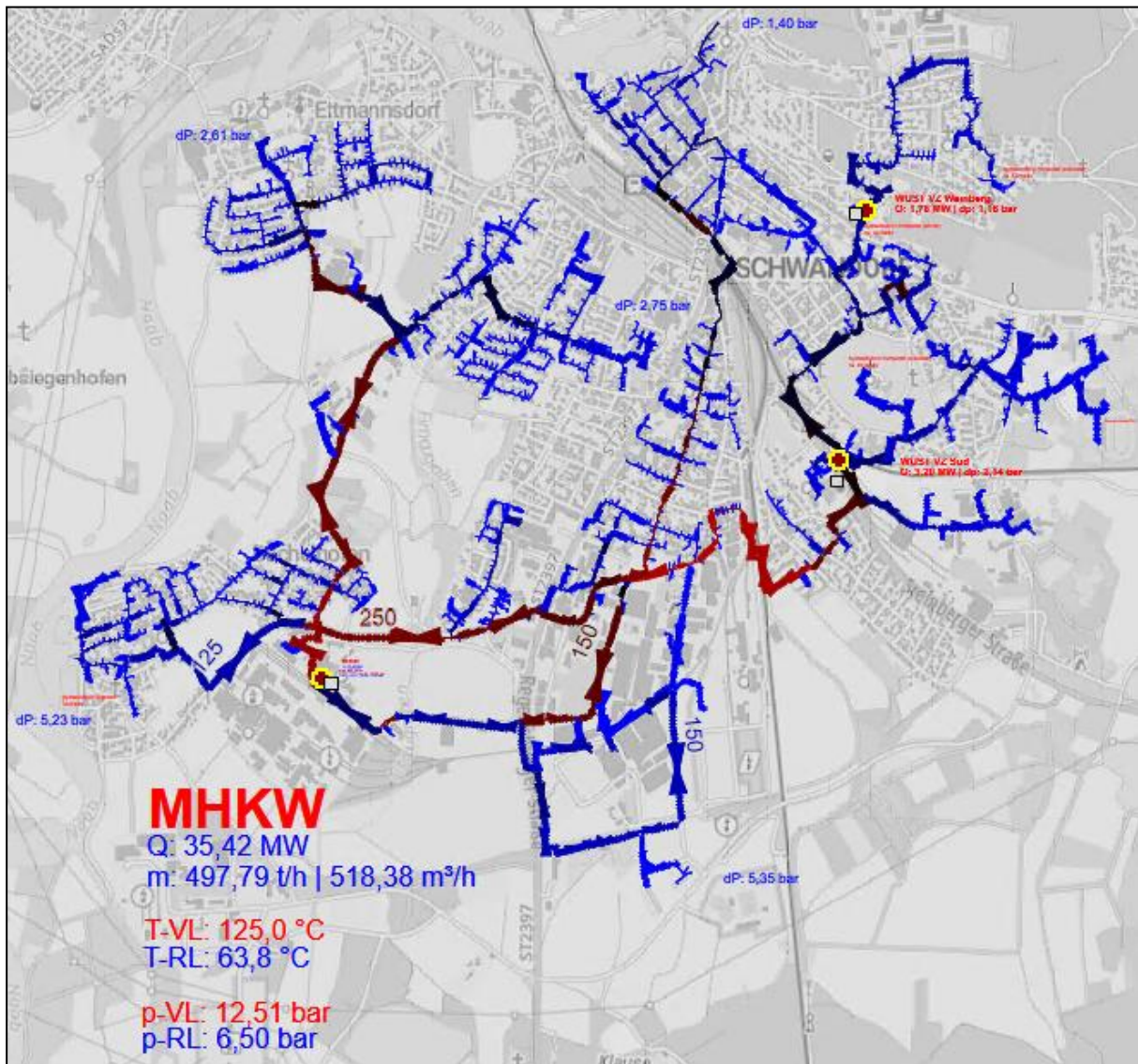


Abbildung 8: Darstellung des Netzzustands im Auslegungsfall bei Auskopplung von 2,1 MW in der Werthstraße

Dadurch besteht vor dem Hintergrund der hydraulischen Auswirkungen und der freien Erzeugerleistung im Auslegungsfall die Möglichkeit einen Großteil des Rothlindenviertels künftig mit Fernwärme zu versorgen. Die Kompetenz für die erforderliche Trassierung und Leitungsdimensionierung sowie die darauf basierende finale hydraulische Beurteilung liegt beim Wärmenetzbetreiber. Auf Basis dieser weiteren konkreten Schritte unter Berücksichtigung realer Verbräuche und Anschlussquoten kann schließlich auch die Preisgestaltung für die einzelnen Anschlussnehmer im Rothlindenviertel erfolgen.

An dieser Stelle wird nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich um eine theoretische Betrachtung des untersuchten Gebietes handelt. Es ist nicht davon auszugehen, dass das Gebiet in seiner Gesamtheit an das Fernwärmenetz angeschlossen wird; vielmehr ist es ebenso möglich, dass lediglich einzelne Straßenzüge oder Teilbereiche tatsächlich erschlossen werden.

3. Fokusgebiet Büchelkühn

Als zweites Fokusgebiet wird der überwiegend als Wohngebiet genutzte Stadtteil Büchelkühn aufgrund des hochwertigen vorliegenden Potenzials und dem großen Interesse der Anwohner an einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung untersucht.

3.1. Ausgangssituation

Das betrachtete Gebiet besteht aus dem gesamten Ortsteil Büchelkühn mit überwiegend Wohnbebauung aus Einfamilienhäusern aus den Jahren 1949 – 1994. Da vom Betreiber des aktuell schon vorhandenem Wärmenetzes in Schwandorf die Aussage getroffen wurde, dass Büchelkühn nicht an das Bestandsnetz angeschlossen werden soll, wird hierfür ein separates Wärmenetz untersucht.

In Abbildung 9 ist das potenzielle Wärmenetz mit allen betrachteten Gebäuden (dunkleres Grau) sowie der mögliche Leistungsverlauf (Grün bis Rot) dargestellt. Im Netzgebiet ist ein Höhenunterschied von max. zwei Metern vorhanden. In dunklem Rot ist die angenommene Energiezentrale zu sehen. Beige sind Gebäude ohne Wärmebedarf. In dieser ersten Betrachtung wird von einer Erschließung des kompletten Gebietes des Ortsteils Büchelkühn ausgegangen, um das grundsätzliche Potenzial der vorhandenen Wärmequelle in Verbindung mit einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung beurteilen zu können. Es ist nicht auszuschließen, dass sich in detaillierteren Studien aufgrund des realen Anschlussinteresses ein Teilgebiet von Büchelkühn als optimales Netzgebiet erweist.

Als geeignetes Potenzial hat sich in der Potenzialanalyse unter anderem die Nutzung des geklärten Abwassers herausgestellt, welches durch einen Kanal von der Kläranlage bis zur Naab geleitet wird. Der Standort der Energiezentrale liegt an dem Zufluss des geklärten Abwassers in den Fluss (rotes Gebäude).

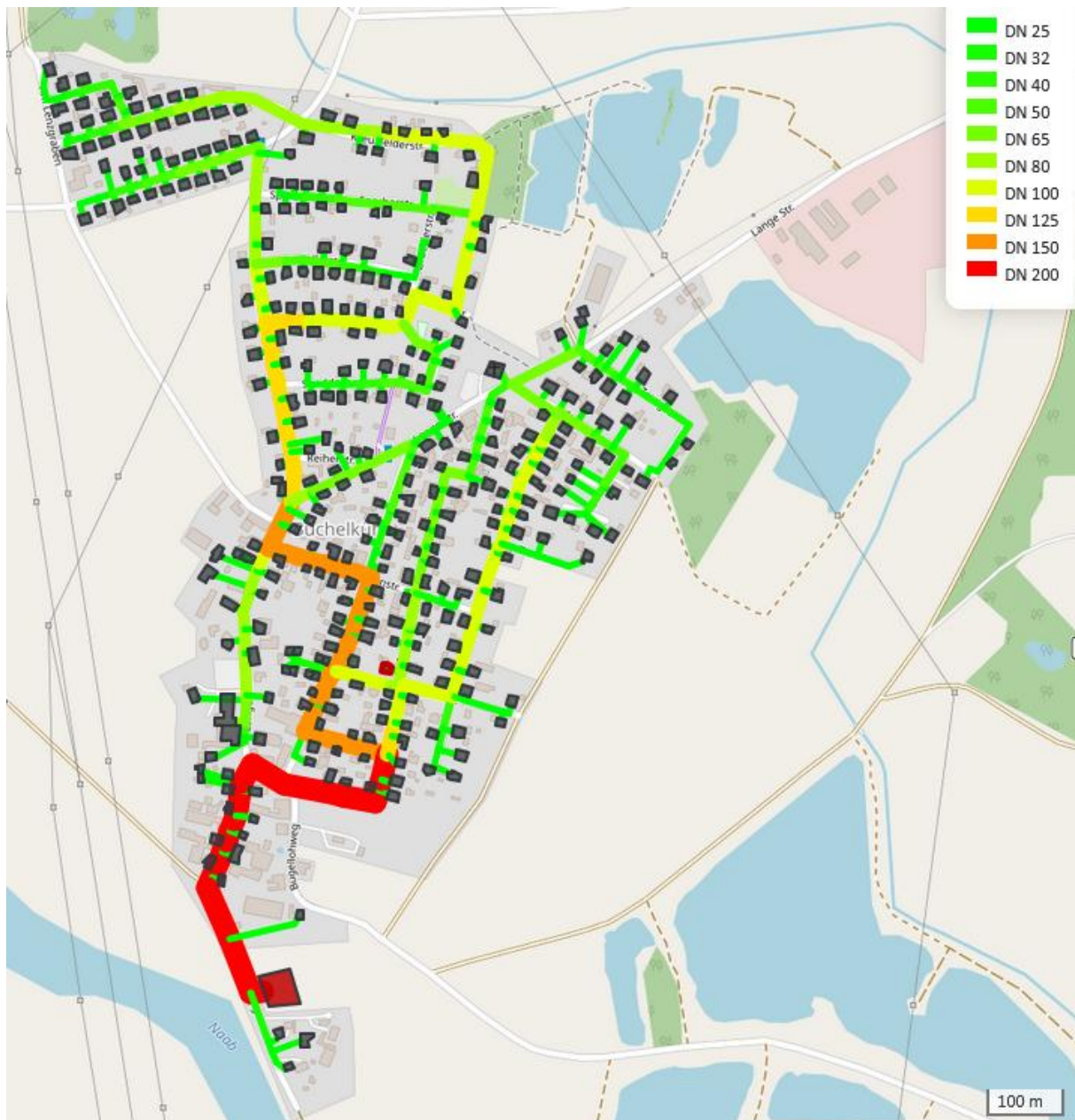


Abbildung 9: Mögliches Wärmenetz Büchelkühn mit betrachteten Gebäuden und Leitungsverlauf (Abstufung anhand des Nenndurchmesser DN). In Rot ist die mögliche Energiezentrale dargestellt. Graphik erstellt mit nPro [6]

Tabelle 2 listet die Wärmebedarfe und Anzahl der potenziellen Hausanschlüsse im Netzgebiet auf. Die Länge des Netzes beträgt ca. 6,6 Kilometer, hinzu kommen die Hausanschlussleitungen mit ca. 4,1 Kilometer Länge. Der Gesamtwärmebedarf summiert sich auf ca. 8,4 GWh/a. Insgesamt sind ca. 350 Häuser im Netzgebiet vorhanden. Die Wärmebedarfe basieren auf dem für die Wärmeplanung erstellten Wärmekataster. Tatsächliche Verbräuche der Wohngebäude aus den Rückläufern der Fragebögen sowie die Verbräuche der kommunalen Liegenschaften wurden eingepflegt.

Tabelle 2: Wärmebedarf und Anzahl Gebäude

Abnehmer	Wärmebedarf [MWh/a]	Anzahl Gebäude
< 25 MWh/a	3.500	199
25 – 60 MWh/a	4.300	141
> 60 MWh/a	600	3
Gesamt	8.400	343

Für die erste Betrachtung wird von einer Anschlussquote von 100 % ausgegangen. In der Realität wird die tatsächliche Anschlussquote geringer ausfallen, was einen Einfluss auf die spezifischen Wärmegestehungskosten hat. Für eine komplette Betrachtung des Gebietes und zur Veranschaulichung der vorhandenen Quellwärmepotenzials, wird ein Wärmenetz für alle Gebäude im Gebiet untersucht. Tatsächliche Anschlussquoten, deren Auswirkung auf die benötigten Quelleistungen und dadurch resultierende Wärmegestehungskosten müssen in tiefgreifenderen Studien untersucht werden.

Abbildung 10 zeigt die benötigte Wärmeleistung des Quartiers (hier einschließlich der Verluste in den Leitungen), ermittelt anhand von Standardprofilen. Wärme wird vor allem in den Wintermonaten zur Raumheizung benötigt. Die Spitzen stellen besonders kalte Tage dar. Dennoch ist auch in den Sommermonaten Wärme für Warmwasser erforderlich. Die Jahresdauerlinie gibt an, wie viele Stunden im Jahr eine bestimmte Leistung bereitgestellt werden muss.

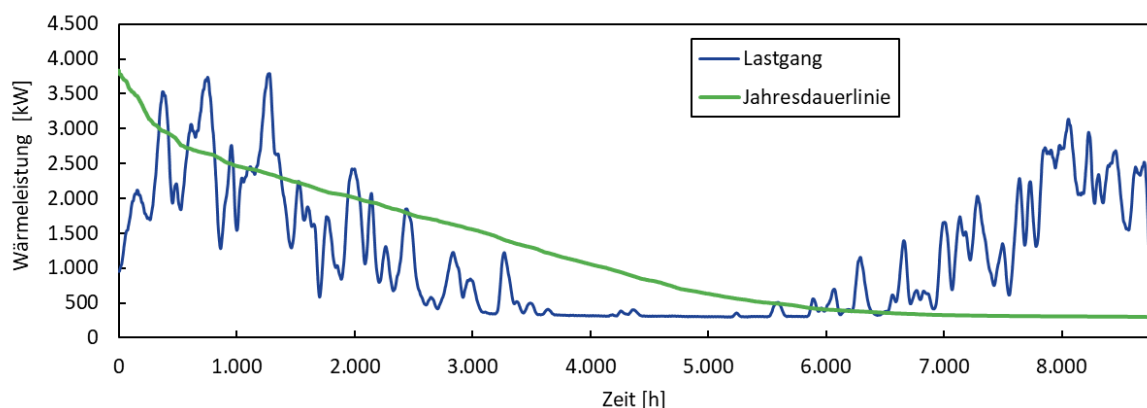


Abbildung 10: Benötigte Wärmeleistung (einschl. Verluste) des Quartiers in kW mit Jahresdauerlinie

3.2. Auslegung Wärmenetz

Zur Konzeptionierung der Wärmeversorgung des Fokusgebietes über ein Wärmenetz wird das Simulationsprogramm nPro [6] verwendet. Dieses Tool wurde speziell für die Planung und Simulation von Energieversorgungskonzepten entwickelt und bietet auf Grundlage vielfältiger Last- und Erzeugungsprofile eine ausführliche Systemsimulation mit verschiedenen Arten von Energieverbrauchern sowie -quellen.

Betrachtet wird eine Kombination folgender Wärmequellen:

- Wärme aus geklärtem Abwasser
- Biomethan zur Spitzenlastdeckung

Die optimale Kombination dieser Potenziale wird im Folgenden untersucht.

Da, wie in der Potentialanalyse dargelegt, das Biomassepotential der Stadt bereits weitestgehend ausgereizt ist, soll Gewässerwärme die Hauptquelle des Wärmenetzes darstellen. Nutzung von Biomasse in einem Verbrennungsprozess wird zur Spitzenlastdeckung und als Redundanz vorgesehen. Aus den möglichen Biomassequellen (Hackschnitzel, Pellets und Biomethan) wird in diesem Fall von einem Biomethankessel ausgegangen, da im betrachteten Gebiet ein flächendeckendes Gasnetz vorhanden ist. Übergangsweise kann Erdgas als Spitzenlastabdeckung verwendet werden, bis die Gasversorgung klimaneutral wird oder unter Umständen die Nutzung von Wasserstoff möglich ist. Alternativ kann auch Energieholz verwendet werden.

In Abbildung 11 ist schematisch der Versorgungsfall dargestellt. In den folgenden Auslegungen wird ausschließlich Strom (für die Energiezentrale), Abwärme in Form von Abwasserwärme sowie Biomethan zur Wärmebereitstellung betrachtet. Anfänglich kann, bis zur flächendeckenden Verfügbarkeit, Erdgas anstatt Biomethan zur Spitzenlastdeckung genutzt werden. Zusätzlich wird ein Wärmespeicher in das System integriert. Angesichts der ermittelten Wärmebedarfe und der verfügbaren Wärmequellen erfolgt die Dimensionierung der einzelnen Wärmeerzeuger unter Berücksichtigung der technisch und wirtschaftlich sinnvoll realisierbaren Größenordnungen. In dieser Untersuchung werden ausschließlich die Energiemengen zur Wärmebereitstellung betrachtet.

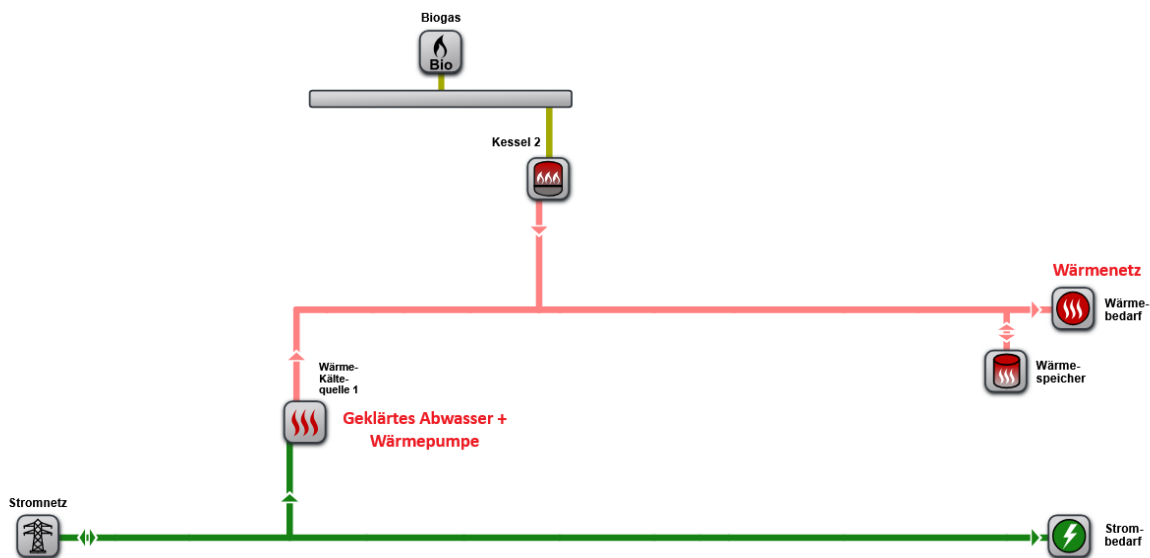


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Energieflüsse mit dem Simulationstool nPro [6]

3.3. Rahmenbedingungen Kostenschätzung / Berechnung

In diesem Unterkapitel sind die zentralen gesetzten Rahmenbedingungen zur Wärmenetauslegung und Kostenrechnung aufgelistet. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der verschiedenen Varianten wird in Anlehnung an das Kurzverfahren nach VDI 2067 [7] mit netto-Werten durchgeführt. Tabelle 3 zeigt die Parameter für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Wärmebereitstellung. Im Rahmen dieser wird angenommen, dass die aktuelle Bundesförderung effizienter Wärmenetze (BEW) für den Bau des Wärmenetzes mit einer Förderquote von 40 % der förderfähigen Kosten zum Tragen kommt [8].

Tabelle 3: Zentrale Annahmen Wirtschaftlichkeitsberechnung

Parameter	Wert
Betrachtungshorizont	20 Jahre
Kalkulatorischer Zinssatz	3 %
Förderung auf Investitionen und Betrieb (BEW)	40 %
Lebensdauer Komponenten	20 – 40 Jahre (je nach Technologie)
Wartungskosten	1 – 2,5 % der Investitionskosten (je nach Technologie)

Die anzusetzenden Größen für die Beurteilung der Nachhaltigkeit eines Wärmenetzes in Büchelkühn sind in Tabelle 4 aufgelistet. Die spezifischen CO₂-Emissionen der Energieträger stimmen mit den Werten aus der Potenzialanalyse überein.

Tabelle 4: Nachhaltigkeitsparameter zur Wärmenetzauslegung

Parameter	Wert
CO ₂ -Emissionen Strombezug	427 g/kWh [9]
CO ₂ -Emissionen Biogas (Biomethan)	137 g/kWh [10]

Ergebnis der Betrachtungen sind die Investitionskosten für das Wärmenetz. Diese stellen die Kosten für die Errichtung des gesamten beschriebenen Energiesystems dar (inklusive Hausanschlüsse). Neben der Anschaffung der Komponenten wird auch der Aufwand für Planung, Genehmigungen, Installation und Inbetriebnahme berücksichtigt. Nicht berücksichtigt werden Kosten für Komponenten, die unabhängig vom jeweiligen Energiesystem ohnehin erforderlich wären, darunter etwaige Anpassungen der Warmwasser-Bereitstellung. Die Gesamt-Investitionskosten werden per Annuitätenmethode auf Basis des zugrunde gelegten Kapitalzinses auf die Nutzungsdauer umgelegt, um die jährlichen kapitalgebundenen Kosten zu erhalten. Ein weiteres Ergebnis und wichtiger wirtschaftlicher Faktor sind die Wärmegestehungskosten. Unter diesen Kosten ist der Preis zu verstehen, der unter Berücksichtigung von Errichtung, Wartung, Betrieb und Verbrauch (Strom sowie Brennstoffe) für die Bereitstellung von einer kWh Nutzwärme entsteht. Angegeben werden die Wärmegestehungskosten als Preis pro Wärmemenge.

3.4. Potenzial geklärtes Abwasser

Die Daten zur Potenzialermittlung wurden vom Zweckverband Verbandskläranlage Schwandorf-Wackersdorf übermittelt. Angegeben sind für jeden Tag im Jahr der minimale und maximale Volumenstrom sowie die mittlere Temperatur des Wassers. Hierbei werden lediglich Tage ohne (bzw. mit nur geringem) Niederschlag betrachtet. Somit wird sichergestellt, dass die errechnete Leistung unabhängig von Wetterereignissen bereitsteht. Auf Basis eines typischen Lastgangs des Abwasserstroms für die gegebene Anlagengröße der Kläranlage wird ein stündliches Lastprofil erstellt. Somit kann für jeden Monat ein entsprechender Lastgang der Quelleistung errechnet werden. Zur Auslegung wird der Lastgang des Monats Januar als kältester Monat verwendet.

Abbildung 12 zeigt den für die Simulation verwendeten Lastgang der Wärmequelle. Für die Auslegung wird eine Leistung von 2 MW angesetzt. Dieser Verlauf unter Berücksichtigung der elektrischen Energie für den notwendigen Temperaturhub wird in der Simulation dem Wärmebedarf gegenübergestellt.

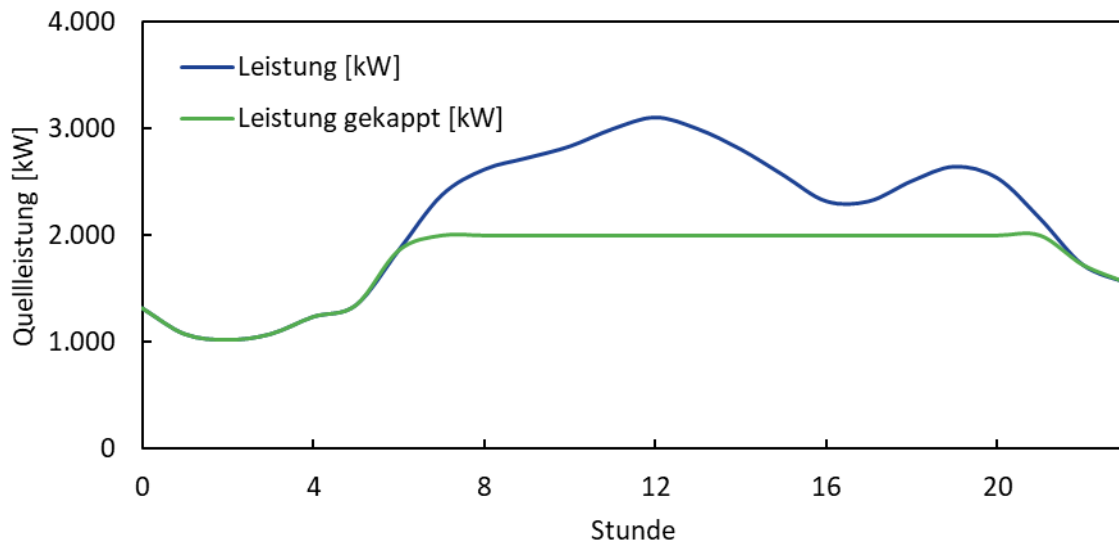


Abbildung 12: Lastgang der Quellleistung des geklärten Abwassers für den Monat Januar komplett und auf eine Leistung von 2 MW gekappt

3.5. Ergebnisse Simulation Wärmenetz

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse der Simulation des Wärmenetzes einschließlich der wichtigsten wirtschaftlichen Kennzahlen sowie der emittierten CO₂-Äquivalente dargestellt.

Tabelle 5 zeigt die wichtigsten Parameter des Netzes. Aus der Strommenge, welche zum Betreiben der Wärmepumpe benötigt wird, sowie dem Biomethanverbrauch lassen sich die Anteile der Wärmebereitstellung der einzelnen Energieträger errechnen. Zur optimierten Betriebsführung wird ein Wärmespeicher eingebaut, für den das laut Simulation dafür benötigte Volumen angegeben ist. Ebenfalls dargestellt werden die beim Betrieb anfallenden Treibhausgasemissionen sowie die wirtschaftlichen Kennzahlen, allen voran der Endpreis für den Kunden. Der beispielhafte Verbraucherpreis wird anhand der Wärmegegestehungskosten plus einer Pauschale für betriebswirtschaftliche Kosten des Betreibers (1 % der Investitionskosten) sowie einer Marge (10 % der Wärmegegestehungskosten) errechnet. Hierbei ist zu erwähnen, dass die Kosten lediglich eine Orientierung geben sollen und nach der tatsächlichen Realisierung dieses Netzes abweichen können.

Tabelle 5: Ergebnisse Simulation Wärmenetz Büchelkühn mit 100 % Anschlussquote

Parameter	Wert
Wärmeerzeugung in Energiezentrale [MWh/a]	10.500
Wärmebedarf der Abnehmer [MWh/a]	8.400
Netzverluste [%]	20
Spitzenlast (Netzzentrale) [kW]	3.800
Stromverbrauch (Wärme) [MWh/a]	3.200
Biogasverbrauch (Biomethan) [MWh/a]	1.100
Leistung Wärmepumpe (Abwasser) [kW _{th}]	2.200
Leistung Biomethankessel [kW _{th}]	1.600
Wärmespeicher [m ³]	76
Anteil Wärmebereitstellung Abwasser (mit Wärmepumpe) [%]	90
Anteil Wärmebereitstellung Biomethan [%]	10
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe [-]	2,95
CO ₂ - Äq. Emissionen spezifisch 2025 [g/kWh]	145
CO ₂ - Äq. Emissionen absolut 2025 [t/a]	1.500
Investitionskosten [Mio. €] (ohne Förderung; inkl. Übergabestationen)	14,1
Investitionskosten [Mio. €] (mit Förderung; inkl. Übergabestationen)	8,6
Wärmegestehungskosten [ct/kWh] (mit Förderung; ohne Marge, netto)	10,7
Verbraucherpreis (mit Förderung) [ct/kWh]	13,6

Der Anteil der bereitgestellten Wärme durch Abwasser liegt ca. bei 90 % und Biomethan bei 10 %. Abbildung 13 zeigt den monatlichen Einsatz bereitgestellter Wärme aufgeteilt nach Energieträgern. Trotz hoher Leistung des Kessels wird aufgrund der geringen Kosten die Wasserwärmepumpe bevorzugt. Da mehrere Wärmetauscher und Wärmepumpen in diesem System verbaut wären, wäre zudem auch ohne Gaskessel eine Redundanz gegeben. Ein detaillierter Vergleich dieser Varianten ist in einer tiefgreifenderen Studie zu betrachten. Die Wärmegestehungskosten liegen mit netto 10,7 ct pro kWh in einem wirtschaftlich sehr attraktiven Rahmen.

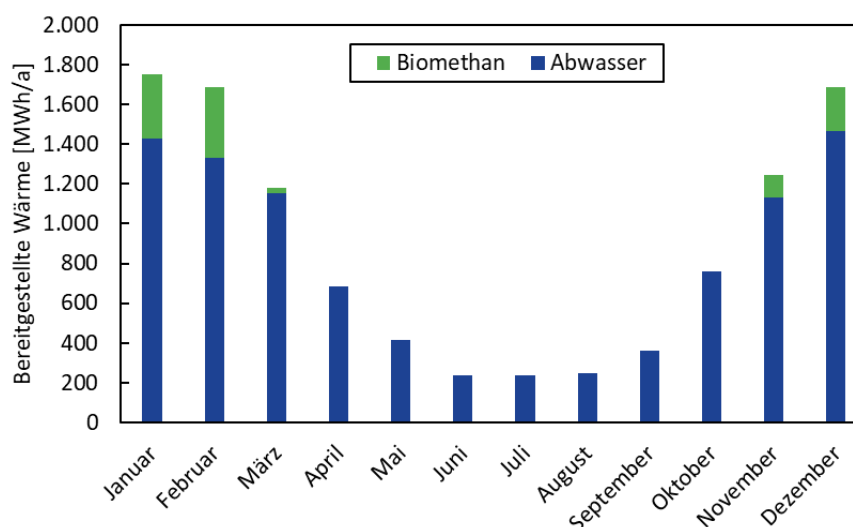


Abbildung 13: Bereitgestellte Wärme nach Energieträger und Monat

Die spezifischen CO₂-Äquivalente der netzgebundenen Wärmeversorgung liegen bei ca. 145 g/ kWh. Im Vergleich zur aktuellen Wärmeversorgung in Schwandorf, großteils gedeckt

durch Gas und Öl, mit spezifischen Emissionen von 190 g/kWh (mittlere Emissionen der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher nach Treibhausgasbilanz) sind die spezifischen Emissionen des betrachteten Wärmenetzes geringer. Abbildung 14 zeigt den Verlauf der Treibhausgas-Emissionen der aktuellen Wärmeversorgung im Vergleich mit dem simulierten Wärmenetz. Zudem ist der gesamte Wärmebedarf der Gebäude dargestellt. Dieser reduziert sich um circa 10 % aufgrund von Sanierungen (Annahme einer Sanierungsquote von 1 %) und steigenden Temperaturen im Winter bedingt durch den Klimawandel um durchschnittlich 0,52 % pro Jahr [11]. Dementsprechend nehmen die absoluten Emissionen der aktuellen Wärmeversorgung ab. Die CO₂-Äquivalente des Wärmenetzes verringern sich hingegen deutlich. Dies liegt an den sinkenden Emissionswerten des Energieträgers Strom. Der aktuelle Wert von 449 g/kWh (siehe THG-Bilanz) soll sich bis 2040 auf 32 g/kWh verringern [10]. Dagegen bleiben die spezifischen Emissionen der Energieträger Öl, Gas und Biomethan konstant [10]. Aufgrund der grauen Emissionen, die auch bei Biogas und unter Annahme eines regenerativen Strommixes 2040 noch anfallen, bleiben noch Restemissionen im Wärmenetz. Insgesamt könnte mit einem Wärmenetz bis 2040 im Vergleich zu aktuellen Wärmeversorgung 17.800 t CO₂-Äquivalente eingespart werden.

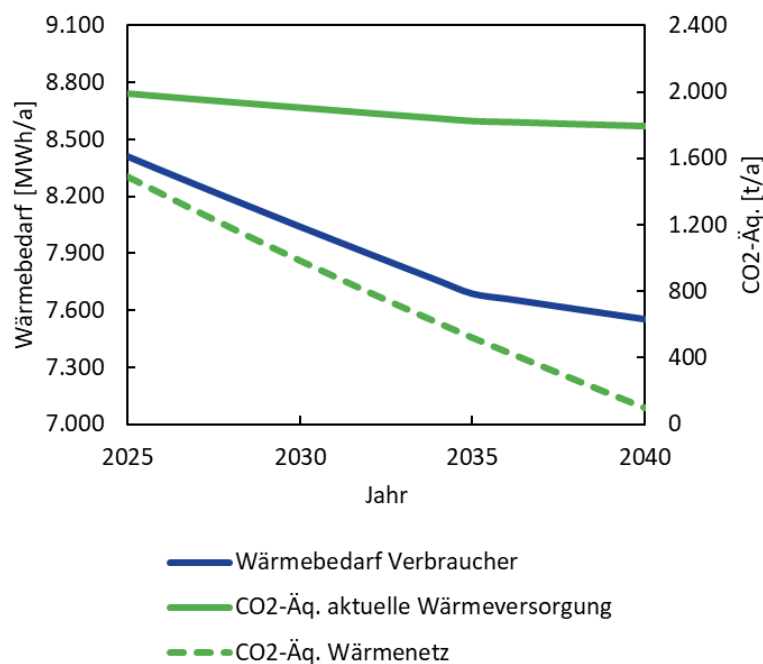


Abbildung 14: Wärmebedarf und CO₂-Äq. Emissionen für das betrachtete Netzgebiet bis zum Zieljahr 2040.

3.6. Alternative Wärmeversorgung

Neben der netzgebundenen Versorgung kann das betrachtete Gebiet auch dezentral versorgt werden. Gerade bei den nicht sanierten Wohnhäusern sollte jedoch das Heizsystem für eine Versorgung (z.B. mittels Luftwärmepumpe) optimiert werden (hydraulischer Abgleich, Heizkörpertausch). Auflagen des Denkmalschutzes müssen beachtet werden. Einzellösungen müssen individuell betrachtet werden. Hierfür sind Energieberatungen ein erster Schritt.

3.7. Fazit Fokusgebiet Büchelkühn

Die im Rahmen des Fokusgebiet erstellte erste Betrachtung eines möglichen Wärmenetzes im Ortsteil Büchelkühn lässt auf folgende Aussagen schließen:

- Das geklärte Abwasser stellt voraussichtlich genügend Potenzial für den gesamten Ortsteil dar
- Die Wärmegestehungskosten des Wärmenetzes liegen im wirtschaftlich sehr attraktiven Rahmen
- Eine detailliertere Studie bezüglich eines möglichen Wärmenetzes in Büchelkühn ist sehr zu empfehlen / notwendig für die Beantragung einer geförderten Umsetzung

Eine Optimierung der Größe des Netzgebietes hat zudem einen positiven Einfluss auf die Gestehungskosten. Zugleich wird eine realistische Anschlussquote von 60-80 % einen negativen Einfluss auf die Gestehungskosten haben.

Die Betrachtung des Fokusgebiets ermöglicht eine erste qualitative Einschätzung zur potenziellen Versorgung durch ein Wärmenetz. Die dargestellten Ergebnisse sind als Richtwerte zu verstehen und unterliegen einer gewissen Unsicherheit. Für eine belastbare Bewertung der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit ist eine detaillierte Machbarkeitsstudie erforderlich. Diese kann im Modul 1 der BEW mit einer Förderung von 50 % durchgeführt werden und auf Basis der für das Fokusgebiet Büchelkühn ermittelten Kennzahlen beantragt werden.

.

4. Fokusgebiet Fronberg

Das dritte Fokusgebiet stellt ein mögliches Wärmenetz im Ortsteil Fronberg dar. Aufbauend auf bereits vorhandenen Planungen einer Privatperson wird eine Wärmeversorgung des Ortskerns inklusive der kommunalen Liegenschaften und des Schlosses untersucht. Interessant ist das Gebiet aufgrund der diversen Potenziale (Hackschnitzel, Abwärme, Umweltwärme, etc.) sowie der bereits existierenden Initiativen zum Bau eines Wärmenetzes.

Die aktuellen Vorhaben sehen zwei mögliche Standorte der Energiezentrale vor. Zudem soll eine Hackschnitzelanlage die Wärmeversorgung bereitstellen. Im Zuge des Fokusgebietes werden diese zwei unterschiedlichen Standorte untersucht, wobei weitere Energiequellen (Abwärme der Industrie, Umweltwärme) mitbetrachtet werden.

4.1. Variante 1

In Variante 1 wird eine mögliche Netzzentrale in der St.-Andreas-Straße untersucht. Eine Einbindung der PV-Freifläche am Mitterweg ist hierbei nicht betrachtet.

4.1.1. Ausgangssituation

Das betrachtete Gebiet besteht aus dem Ortskern Fronbergs mit Wohnbebauung aus Einfamilienhäusern der Jahre 1949 – 1994, kommunalen Liegenschaften (Grundschule, Kebbel-Villa, Kinderhaus) sowie kirchlichen Einrichtungen. Da vom Betreiber des aktuell schon vorhandenen Fernwärmenetzes in Schwandorf die Aussage getroffen wurde, dass Fronberg nicht an das Bestandsnetz angeschlossen werden soll, wird hierfür ein separates Wärmenetz untersucht.

In Abbildung 15 ist das potenzielle Wärmenetz mit allen betrachteten Gebäuden (dunkleres Grau) sowie der mögliche Leistungsverlauf (Grün bis Rot) dargestellt. Im Netzgebiet ist ein Höhenunterschied von max. 22 Metern vorhanden. In dunklem Rot ist die angenommene Energiezentrale zu sehen. Beige sind Gebäude ohne Wärmebedarf. In dieser ersten Betrachtung wird von einer Anschlussquote von 80 % ausgegangen. Diese kann in der Realität variieren. Für die Wärmenetzsimulation werden lediglich die an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude (Grüne Linie) betrachtet.

Als geeignetes Potenzial hat sich in der Potenzialanalyse die bereits näher geplante Hackschnitzelanlage, industrielle Abwärme als auch Umweltwärme herausgestellt. Es liegt bereits eine Baugenehmigung einer Hackschnitzelanlage von max. 999 kW vor. Daher wird dieser Wert als obere Leistungsgrenze angenommen. Im Zuge der Erarbeitung der Wärmeplanung gab es einen Austausch mit der Firma Fronberg Guss GmbH bezüglich der Abwärmenutzung. Die Abwärmemengen liegen vor und werden im Kapitel zum Potenzial der industriellen Abwärme genauer beschrieben. Da die Integration von Abwärme in ein Wärmenetz komplexer ist, wird aus Zeitgründen im Zuge des Fokusgebietes nicht näher darauf eingegangen. In detaillierteren Studien muss dieses Potenzial genauer berücksichtigt werden. Da laut Potenzialanalyse Energieholz in der Stadt bereits stark ausgereizt ist, wird die Hackschnitzelanlage als Spitzenlast ausgelegt und der Rohstoffverbrauch begrenzt. Eine Luft-Wärmepumpe stellt, vor allem im Sommer und den Übergangszeiten, eine gute Wärmequelle dar.

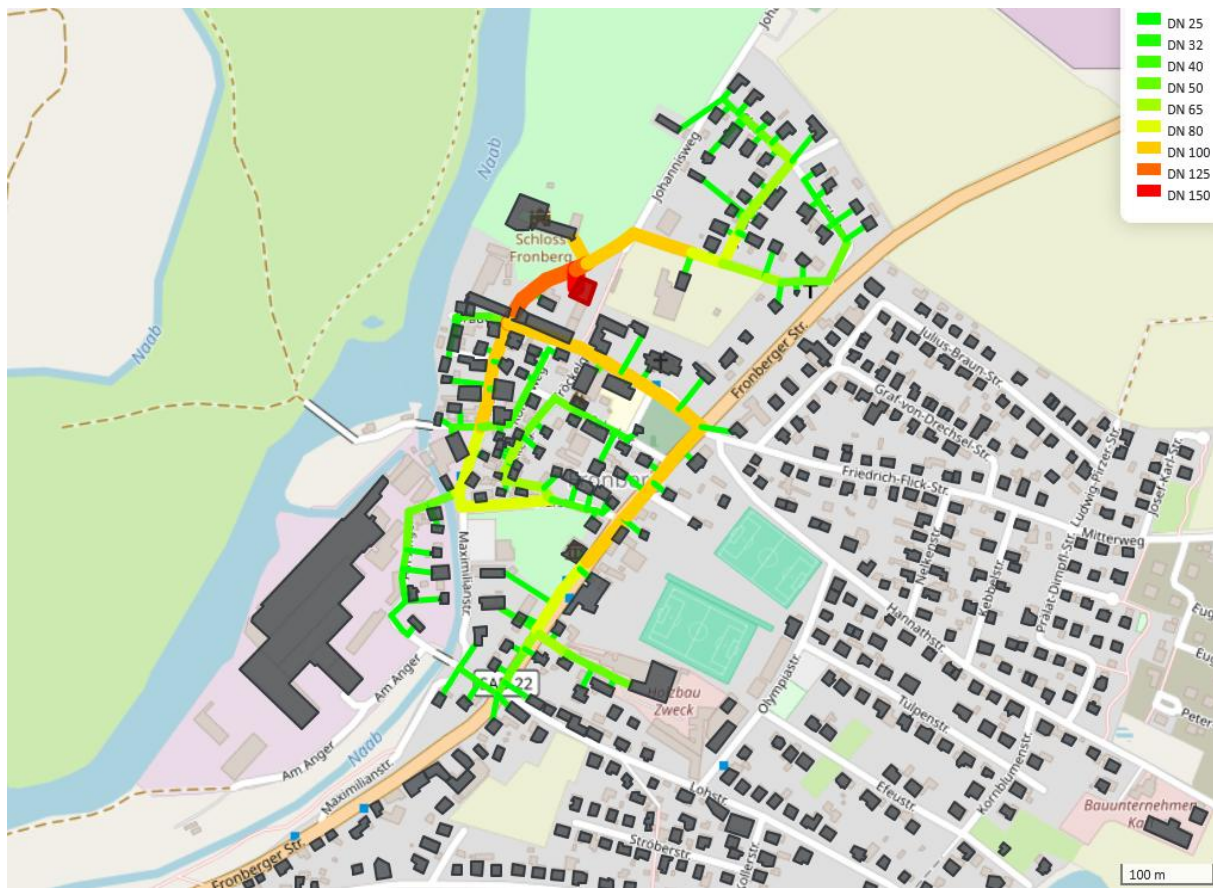


Abbildung 15: Mögliches Wärmenetz Fronberg V1 mit betrachteten Gebäuden und Leitungsverlauf (Abstufung anhand des Nenndurchmesser DN). In Rot ist die mögliche Energiezentrale dargestellt. Graphik erstellt mittels Simulationssoftware nPro [6]

Tabelle 6 listet die Wärmebedarfe und Anzahl der potenziellen Hausanschlüsse im kompletten Netzgebiet als auch für eine Anschlussquote von 80 % auf. Im Folgenden und der Simulation wird von einer Anschlussquote von 80 % ausgegangen. Die Länge des Netzes beträgt ca. 2,5 Kilometer, hinzu kommen die Hausanschlussleitungen mit ca. 1,4 Kilometer Länge. Der Gesamtwärmebedarf summiert sich auf ungefähr 4,3 GWh/a. Insgesamt sind 95 Häuser ans Wärmenetz angeschlossen. Die Wärmebedarfe basieren auf dem für die Wärmeplanung erstellten Wärmekataster. Tatsächliche Verbräuche der Wohngebäude aus den Rückläufern der Fragebögen sowie die Verbräuche der kommunalen Liegenschaften wurden eingepflegt.

Tabelle 6: Wärmebedarf und Anzahl Gebäude

Abnehmer	Anschlussquote 100 %		Anschlussquote 80 %	
	Anzahl Gebäude	Wärmebedarf [MWh/a]	Anzahl Gebäude	Wärmebedarf [MWh/a]
< 25 MWh/a	58	1.000	39	700
25 – 60 MWh/a	51	1.800	41	1.500
> 60 MWh/a	14	2.100	14	2.100
Gesamt	123	4.900	94	4.300

Für die erste Betrachtung wird von einer Anschlussquote von 80 % ausgegangen. In der Realität wird die tatsächliche Anschlussquote variieren, was einen Einfluss auf die spezifischen Wärmegestehungskosten hat. Abweichende Anschlussquoten und deren Auswirkung auf die

benötigten Quelleleistungen und dadurch resultierenden Wärmegestehungskosten müssen in tiefgreifenderen Studien untersucht werden.

Abbildung 16 zeigt die benötigte Wärmeleistung des Quartiers (hier einschließlich der Verluste in den Leitungen), ermittelt anhand von Standardprofilen. Wärme wird vor allem in den Wintermonaten zur Raumheizung benötigt. Die Spitzen stellen besonders kalte Tage dar. Dennoch ist auch in den Sommermonaten Wärme für Warmwasser erforderlich. Die Jahresdauerlinie gibt an, wie viele Stunden im Jahr eine bestimmte Leistung bereitgestellt werden muss.

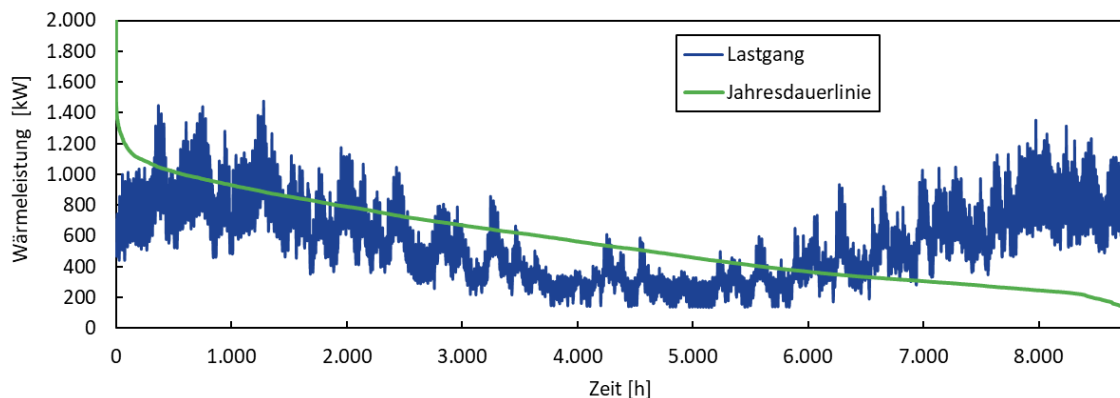


Abbildung 16: Benötigte Wärmeleistung (einschl. Verluste) des Quartiers in kW mit Jahresdauerlinie

4.1.2. Auslegung Wärmenetz

Zur Konzeptionierung der Wärmeversorgung des Fokusgebietes über ein Wärmenetz wird das Simulationsprogramm nPro [6] verwendet. Dieses Tool wurde speziell für die Planung und Simulation von Energieversorgungskonzepten entwickelt und bietet auf Grundlage vielfältiger Last- und Erzeugungsprofile eine ausführliche Systemsimulation mit verschiedenen Arten von Energieverbrauchern sowie -quellen.

Betrachtet wird eine Kombination folgender Wärmequellen:

- Luft-Wärmepumpe
- Hackschnitzelanlage zur Spitzenlastdeckung
- Evtl. Ergänzung industrielle Abwärme

Die optimale Kombination dieser Potenziale wird im Folgenden untersucht. Wie bereits erwähnt, wird im Zuge der Wärmeplanung die industrielle Abwärme nicht detaillierter betrachtet.

Da, wie in der Potentialanalyse dargelegt, das Biomassepotential der Stadt bereits weitestgehend ausgereizt ist, soll Umweltwärme die Hauptquelle des Wärmenetzes darstellen. Nutzung von Biomasse in einem Verbrennungsprozess wird zur Spitzenlastdeckung und als Redundanz vorgesehen.

In Abbildung 17 ist schematisch der Versorgungsfall dargestellt. In den folgenden Auslegungen wird ausschließlich Strom (für die Energiezentrale), Umweltwärme in Form von Luft sowie Energieholz zur Wärmebereitstellung betrachtet. Zusätzlich wird ein Wärmespeicher in das System integriert. Angesichts der ermittelten Wärmebedarfe und der verfügbaren Wärmequellen erfolgt die Dimensionierung der einzelnen Wärmeerzeuger unter Berücksichtigung der

technisch und wirtschaftlich sinnvoll realisierbaren Größenordnungen. In dieser Betrachtung werden lediglich die Energiemengen zur Wärmebereitstellung betrachtet.

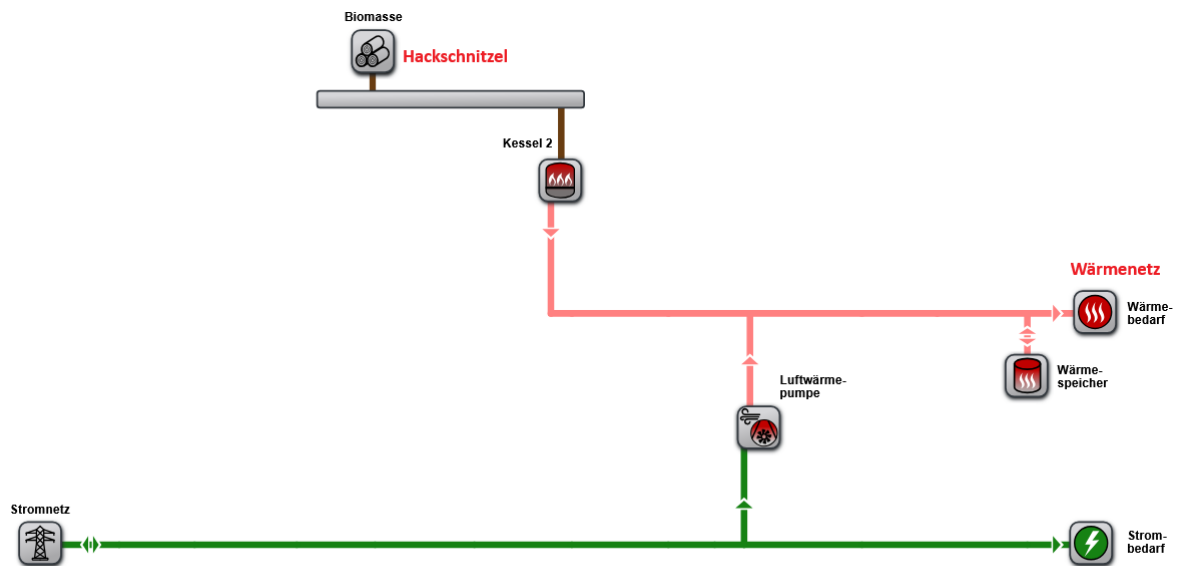


Abbildung 17: Schematische Darstellung der Energieflüsse mit dem Simulationstool nPro [6]

4.1.3. Rahmenbedingungen Kostenschätzung / Berechnung

In diesem Unterkapitel sind die zentralen gesetzten Rahmenbedingungen zur Wärmenetzauslegung und Kostenrechnung aufgelistet. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der verschiedenen Varianten wird in Anlehnung an das Kurzverfahren nach VDI 2067 [7] mit netto-Werten durchgeführt. Tabelle 7 zeigt die Parameter für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Wärmebereitstellung. Im Rahmen dieser wird angenommen, dass die aktuelle Bundesförderung effizienter Wärmenetze (BEW) für den Bau des Wärmenetzes mit einer Förderquote von 40 % der förderfähigen Kosten zum Tragen kommt [8].

Tabelle 7: Zentrale Annahmen Wirtschaftlichkeitsberechnung

Parameter	Wert
Betrachtungshorizont	20 Jahre
Kalkulatorischer Zinssatz	3 %
Förderung auf Investitionen (BEW)	40 %
Lebensdauer Komponenten	20 – 40 Jahre (je nach Technologie)
Wartungskosten	1 – 2,5 % der Investitionskosten (je nach Technologie)

Die anzusetzenden Größen für die Beurteilung der Nachhaltigkeit eines Wärmenetzes in Fronberg sind in Tabelle 8 aufgelistet. Die spezifischen CO₂-Emissionen der Energieträger stimmen mit den Werten aus der Potenzialanalyse überein. Auf Basis der Potenzialanalyse wird der Einsatz von Energieholz limitiert.

Tabelle 8: Nachhaltigkeitsparameter zur Wärmenetzauslegung

Parameter	Wert
CO ₂ -Emissionen Strombezug	427 g/kWh [9]
CO ₂ -Emissionen Brennholz (nachhaltig)	20 g/kWh [10]
Beschränkung Hackschnitzel	<= 20 % Anteil am Wärmebedarf

Ergebnis der Betrachtungen sind die Investitionskosten für das Wärmenetz. Diese stellen die Kosten für die Errichtung des gesamten beschriebenen Energiesystems dar (inklusive Hausanschlüsse). Neben der Anschaffung der Komponenten wird auch der Aufwand für Planung, Genehmigungen, Installation und Inbetriebnahme berücksichtigt. Nicht berücksichtigt werden Kosten für Komponenten, die unabhängig vom jeweiligen Energiesystem ohnehin erforderlich wären, darunter etwaige Anpassungen der Warmwasser-Bereitstellung. Die Gesamt-Investitionskosten werden per Annuitätenmethode auf Basis des zugrunde gelegten Kapitalzinses auf die Nutzungsdauer umgelegt, um die jährlichen kapitalgebundenen Kosten zu erhalten. Ein weiteres Ergebnis und wichtiger wirtschaftlicher Faktor sind die Wärmegestehungskosten. Unter diesen Kosten ist der Preis zu verstehen, der unter Berücksichtigung von Errichtung, Wartung, Betrieb und Verbrauch (Strom sowie Brennstoffe) für die Bereitstellung von einer kWh Nutzwärme entsteht. Angegeben werden die Wärmegestehungskosten als Preis pro Wärmemenge.

4.1.4. Ergebnisse Simulation Wärmenetz

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse der Simulation des Wärmenetzes einschließlich der wichtigsten wirtschaftlichen Kennzahlen sowie der emittierten CO₂-Äquivalente dargestellt.

Tabelle 9 zeigt die wichtigsten Parameter des Netzes. Aus der Strommenge, welche zum Betreiben der Wärmepumpe benötigt wird, sowie dem Hackschnitzelverbrauch lassen sich die Anteile der Wärmebereitstellung der einzelnen Energieträger errechnen. Zur optimierten Betriebsführung wird ein Wärmespeicher eingebaut, für welchen das laut Simulation dafür benötigte Volumen angegeben ist. Ebenfalls dargestellt werden die beim Betrieb anfallenden Treibhausgasemissionen sowie die wirtschaftlichen Kennzahlen, allen voran der Endpreis für den Kunden. Der beispielhafte Verbraucherpreis wird anhand der Wärmegestehungskosten plus einer Pauschale für betriebswirtschaftliche Kosten des Betreibers (1 % der Investitionskosten) sowie einer Marge (10 % der Wärmegestehungskosten) errechnet. Hierbei ist zu erwähnen, dass die Kosten lediglich eine Orientierung geben sollen und nach der tatsächlichen Realisierung dieses Netzes abweichen können.

Tabelle 9: Ergebnisse Simulation Wärmenetz Fronberg V1 mit 80 % Anschlussquote

Parameter	Wert
Wärmeerzeugung in Energiezentrale [MWh/a]	4.900
Wärmebedarf der Abnehmer [MWh/a]	4.300
Netzverluste [%]	12,3
Spitzenlast (Netzzentrale) [kW]	2.100
Stromverbrauch (Wärme) [MWh/a]	1.600
Verbrauch Hackschnitzel [MWh/a]	1.100
Leistung Wärmepumpe (Luft) [kW _{th}]	1.200
Leistung Hackschnitzelkessel [kW _{th}]	999
Wärmespeicher [m ³]	76
Anteil Wärmebereitstellung Luft-WP [%]	80
Anteil Wärmebereitstellung Biomethan [%]	20
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe [-]	2,45
CO ₂ - Äq. Emissionen spezifisch 2025 [g/kWh]	131
CO ₂ - Äq. Emissionen absolut 2025 [t/a]	670
Investitionskosten [Mio. €] (ohne Förderung; inkl. Übergabestationen)	5,8
Investitionskosten [Mio. €] (mit Förderung; inkl. Übergabestationen)	3,5
Wärmegestehungskosten [ct/kWh] (mit Förderung; ohne Marge, netto)	12,9
Verbraucherpreis (mit Förderung) [ct/kWh]	15,7

Der Anteil der bereitgestellten Wärme durch die Luft-WP liegt ungefähr bei 80 % und Hackschnitzel bei 20 %. Abbildung 18 zeigt den monatlichen Einsatz bereitgestellter Wärme aufgeteilt nach Energieträgern. Die Wärmegestehungskosten liegen mit netto 12,9 ct pro kWh in einem wirtschaftlich konkurrenzfähigen Rahmen.

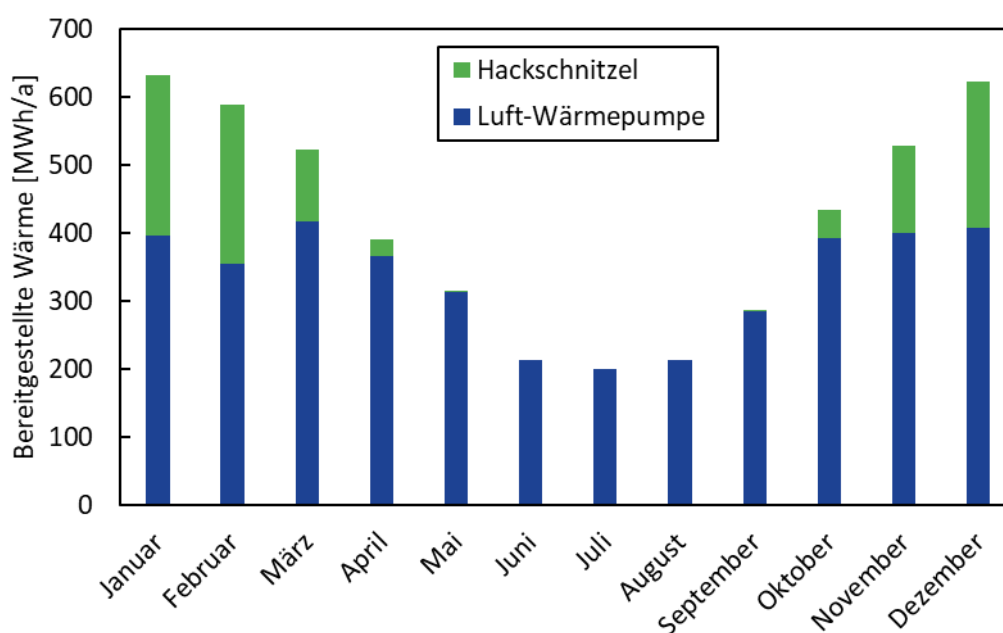


Abbildung 18: Bereitgestellte Wärme nach Energieträger und Monat

Die spezifischen CO₂-Äquivalente der netzgebundenen Wärmeversorgung liegen bei ca. 131 g/kWh. Im Vergleich zur aktuellen Wärmeversorgung in Schwandorf, größtenteils gedeckt durch Gas und Öl, mit spezifischen Emissionen von 190 g/kWh (mittlere Emissionen der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher nach Treibhausgasbilanz) sind die spezifischen Emissionen des betrachteten Wärmenetzes geringer. Abbildung 19 zeigt den Verlauf der Treibhausgas-Emissionen der aktuellen Wärmeversorgung im Vergleich mit dem simulierten Wärmenetz. Zudem ist der gesamte Wärmebedarf der Gebäude dargestellt. Dieser reduziert sich um circa 10 % aufgrund von Sanierungen (Annahme einer Sanierungsquote von 1 %) und steigenden Temperaturen im Winter bedingt durch den Klimawandel um durchschnittlich 0,52 % pro Jahr [11]. Dementsprechend nehmen die absoluten Emissionen der aktuellen Wärmeversorgung ab. Die CO₂-Äquivalente des Wärmenetzes verringern sich hingegen deutlich. Dies liegt an den sinkenden Emissionswerten des Energieträgers Strom. Der aktuelle Wert von 449 g/kWh (siehe THG-Bilanz) soll sich bis 2040 auf 32 g/kWh verringern [10]. Dagegen bleiben die spezifischen Emissionen der Energieträger Öl, Gas und Biomasse konstant [10]. Aufgrund der grauen Emissionen, die auch bei Hackschnitzel und unter Annahme eines regenerativen Strommixes 2040 noch anfallen, verbleiben Restemissionen im Wärmenetz. Insgesamt könnte mit einem Wärmenetz der Variante 1 bis 2040 im Vergleich zu aktuellen Wärmeversorgung 8.900 t CO₂-Äquivalente eingespart werden.

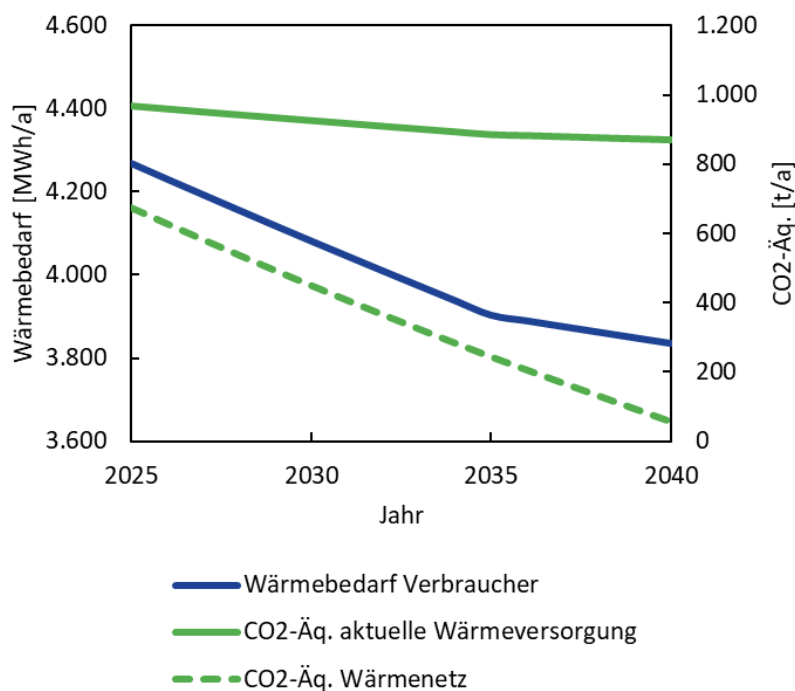


Abbildung 19: Wärmebedarf und CO₂-Äq. Emissionen für das betrachtete Netzgebiet bis zum Zieljahr 2040.

4.2. Variante 2

In Variante 2 wird eine mögliche Netzzentrale am Mitterweg nahe der kleineren PV-Freifläche am östlichen Ende von Fronberg untersucht. Hierbei wird von einer Erweiterung der PV-Freifläche von 100 auf 400 kW_p ausgegangen.

4.2.1. Ausgangssituation

Der Unterschied zur Ausgangssituation im Vergleich zur Variante 1 ist der geänderte Standort der Energiezentrale sowie die Integration einer Photovoltaik-Freifläche in die Wärmeversorgung. An der notwendigen Hauptleitung vom Standort der Energiezentrale bis zum Netzgebiet werden anliegende Häuser mitangeschlossen. Ansonsten wird das Netzgebiet in dieser Betrachtung nicht erweitert. Eine mögliche Erweiterung kann in detaillierteren Studien untersucht werden.

In Abbildung 20 ist das potenzielle Wärmenetz mit allen betrachteten Gebäuden (dunkleres Grau) sowie der mögliche Leistungsverlauf (Grün bis Rot) dargestellt. Im Netzgebiet ist ein Höhenunterschied von max. 24 Metern vorhanden. In dunklem Rot ist die angenommene Energiezentrale zu sehen. Beige sind Gebäude ohne Wärmebedarf. Auch in dieser Betrachtung wird von einer Anschlussquote von 80 % ausgegangen. Diese kann in der Realität variieren. Für die Wärmenetzsimulation werden lediglich die an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude (Grüne Linie) betrachtet.

Aktuell besteht bereits eine 100 kW PV-Freifläche, welche nach Angaben des Betreibers auf 400 kW ausgebaut werden kann. In dieser Betrachtung wird von einem Ausbau ausgegangen. Ansonsten werden die gleichen Annahmen wie in Variante 1 verwendet.

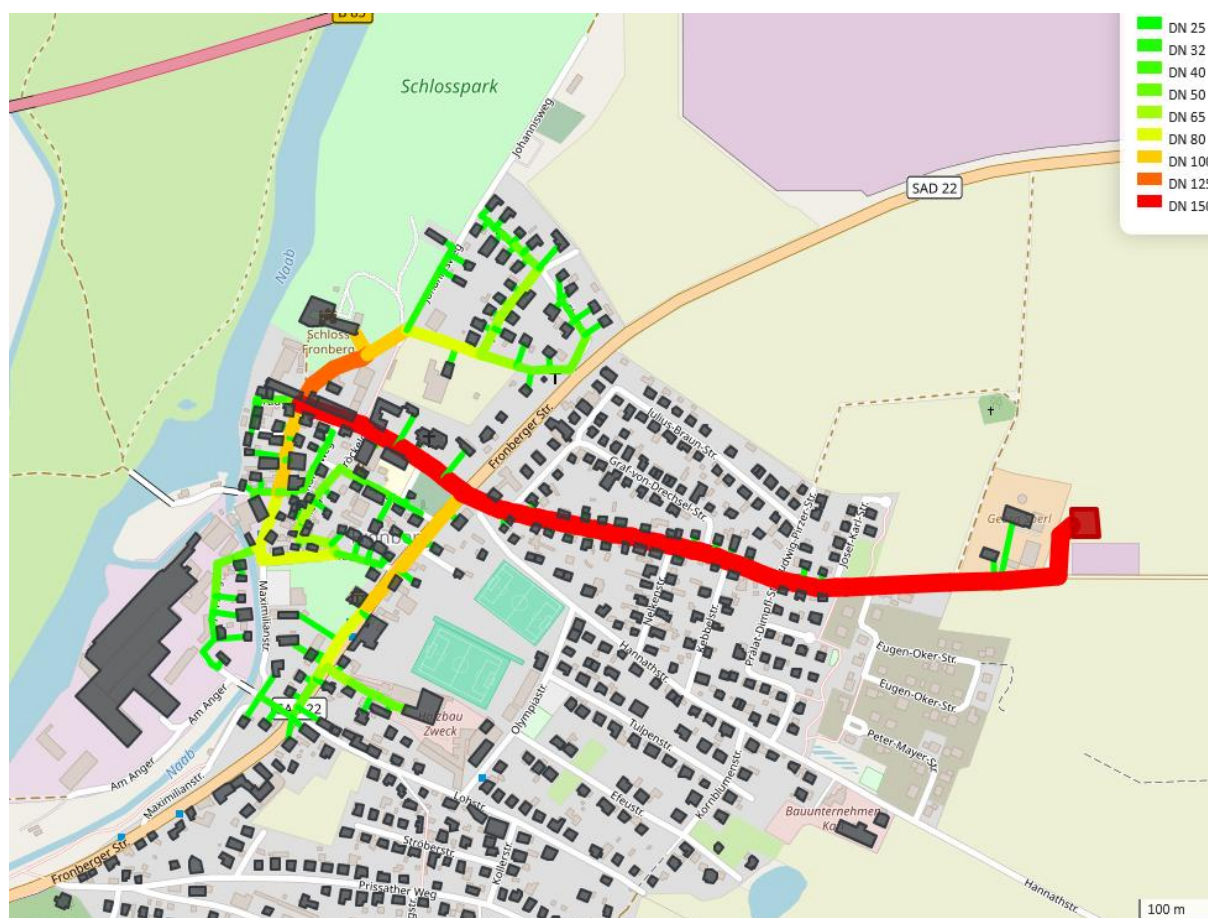


Abbildung 20: Mögliches Wärmenetz Fronberg V2 mit betrachteten Gebäuden und Leitungsverlauf (Abstufung anhand des Nenndurchmesser DN). In Rot ist die mögliche Energiezentrale dargestellt. Graphik erstellt mittels Simulationssoftware nPro [6]

Tabelle 10 listet die Wärmebedarfe und Anzahl der potenziellen Hausanschlüsse im kompletten Netzgebiet als auch für eine Anschlussquote von 80 % auf. Im Folgenden und der Simulation wird von einer Anschlussquote von 80 % ausgegangen. Die Länge des Netzes beträgt ca. 3,3 Kilometer, hinzu kommen die Hausanschlussleitungen mit ca. 1,9 Kilometer Länge. Der Gesamtwärmebedarf summiert sich auf ca. 4,7 GWh/a. Insgesamt sind 123 Häuser an das Wärmenetz angeschlossen. Die Wärmebedarfe basieren auf dem für die Wärmeplanung erstelltem Wärmekataster. Tatsächliche Verbräuche der Wohngebäude aus den Rückläufern der Fragebogen sowie die Verbräuche der kommunalen Liegenschaften wurden eingepflegt.

Tabelle 10: Wärmebedarf und Anzahl Gebäude

Abnehmer	Anschlussquote 100 %		Anschlussquote 80 %	
	Anzahl Gebäude	Wärmebedarf [MWh/a]	Anzahl Gebäude	Wärmebedarf [MWh/a]
< 25 MWh/a	82	1.400	63	1.100
25 – 60 MWh/a	58	2.000	47	1.600
> 60 MWh/a	14	2.100	13	2.000
Gesamt	154	5.500	123	4.700

Für die erste Betrachtung wird von einer Anschlussquote von 80 % ausgegangen. In der Realität wird die tatsächliche Anschlussquote variieren, was einen Einfluss auf die spezifischen Wärmegestehungskosten hat. Abweichende Anschlussquoten und deren Auswirkung auf die benötigten Quelleleistungen und dadurch resultierenden Wärmegestehungskosten müssen in tiefgreifenderen Studien untersucht werden.

Abbildung 21 zeigt die benötigte Wärmeleistung des Quartiers (hier einschließlich der Verluste in den Leitungen), ermittelt anhand von Standardprofilen. Wärme wird vor allem in den Wintermonaten zur Raumheizung benötigt. Die Spitzen stellen besonders kalte Tage dar. Dennoch ist auch in den Sommermonaten Wärme für Warmwasser erforderlich. Die Jahresdauerlinie gibt an, wie viele Stunden im Jahr eine bestimmte Leistung bereitgestellt werden muss.

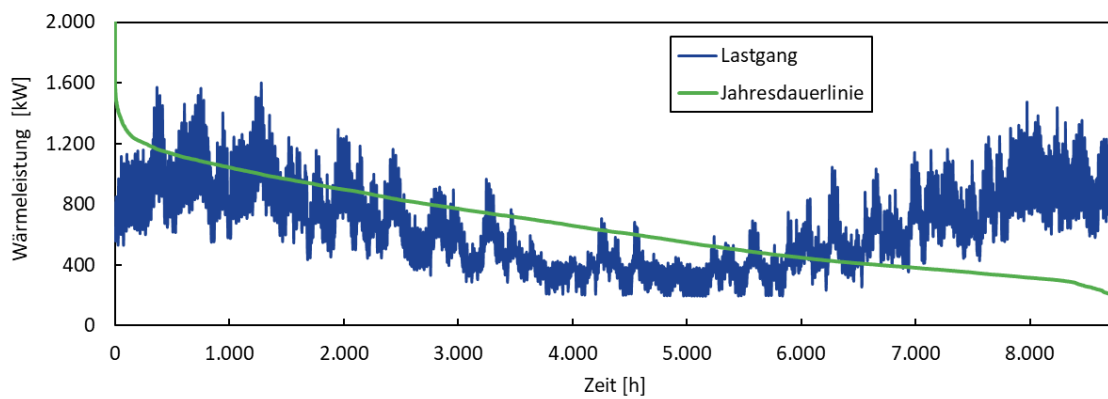


Abbildung 21: Benötigte Wärmeleistung (einschl. Verluste) des Quartiers in kW mit Jahresdauerlinie

4.2.2. Auslegung Wärmenetz

Betrachtet wird eine Kombination folgender Wärmequellen. Im Vergleich zur Variante 1 ist nun eine PV-Freifläche integriert. Ansonsten gelten die gleichen Annahmen.

- Luft-Wärmepumpe
- Hackschnitzelanlage für Spitzenlast
- PV-Freifläche
- Evtl. Ergänzung industrielle Abwärme

In Abbildung 22 ist schematisch der Versorgungsfall nun inklusive PV-Freifläche dargestellt.

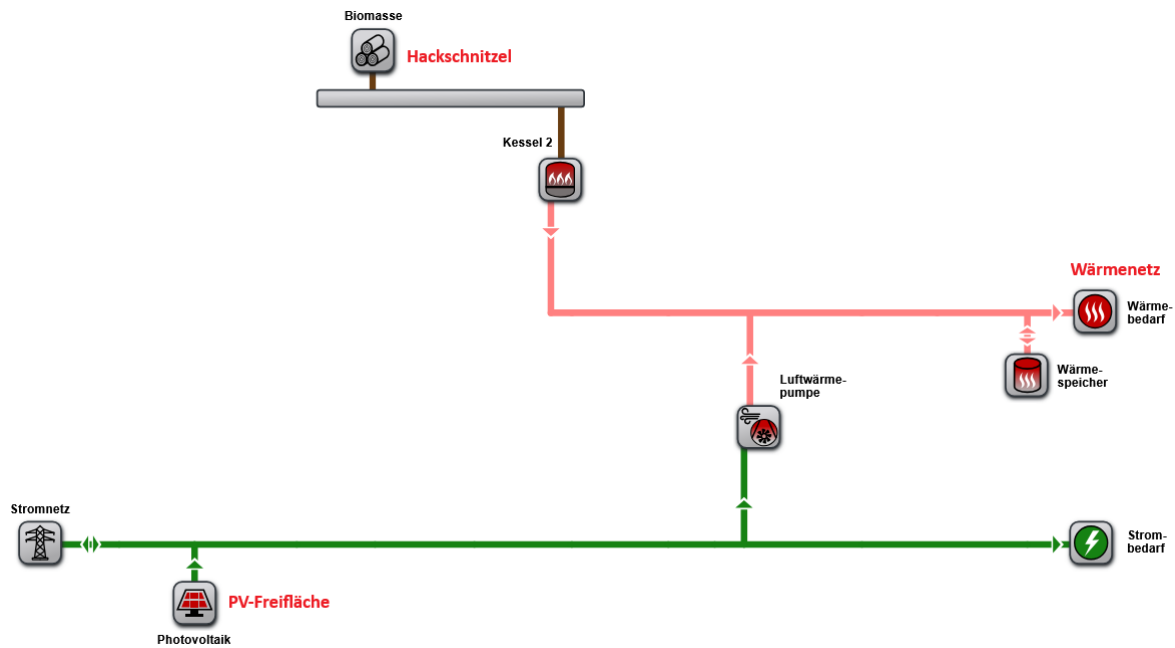


Abbildung 22: Schematische Darstellung der Energieflüsse mit dem Simulationstool nPro [6]

4.2.3. Ergebnisse Simulation Wärmenetz

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse der Simulation des Wärmenetzes einschließlich der wichtigsten wirtschaftlichen Kennzahlen sowie der emittierten CO₂-Äquivalente dargestellt.

Tabelle 11 zeigt die wichtigsten Parameter des Netzes. Aus der Strommenge, welche zum Betreiben der Wärmepumpe benötigt wird, sowie dem Hackschnitzelverbrauch lassen sich die Anteile der Wärmebereitstellung der einzelnen Energieträger errechnen. Zur optimierten Betriebsführung wird ein Wärmespeicher eingebaut, für welchen das laut Simulation dafür benötigte Volumen angegeben ist. Ebenfalls dargestellt werden die beim Betrieb anfallenden Treibhausgasemissionen sowie die wirtschaftlichen Kennzahlen, allen voran der Endpreis für den Kunden. Der beispielhafte Verbraucherpreis wird anhand der Wärmegegestehungskosten plus einer Pauschale für betriebswirtschaftliche Kosten des Betreibers (1 % der Investitionskosten) sowie einer Marge (10 % der Wärmegegestehungskosten) errechnet. Hierbei ist zu erwähnen, dass die Kosten lediglich eine Orientierung geben sollen und nach der tatsächlichen Realisierung dieses Netzes abweichen können.

Tabelle 11: Ergebnisse Simulation Wärmenetz Fronberg V2 mit 80 % Anschlussquote

Parameter	Wert
Wärmeerzeugung in Energiezentrale [MWh/a]	5.800
Wärmebedarf der Abnehmer [MWh/a]	4.700
Netzverluste [%]	18,9
Spitzenlast (Netzzentrale) [kW]	2.300
Stromverbrauch (Wärme) [MWh/a]	1.900
Verbrauch Hackschnitzel [MWh/a]	1.300
Leistung Wärmepumpe (Luft) [kW _{th}]	1.600
Leistung Hackschnitzelkessel [kW _{th}]	999
Wärmespeicher [m ³]	118
Anteil Wärmebereitstellung Luft-WP [%]	80
Anteil Wärmebereitstellung Hackschnitzel [%]	20
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe [-]	2,44
CO ₂ - Äq. Emissionen spezifisch 2025 [g/kWh]	113
CO ₂ - Äq. Emissionen absolut 2025 [t/a]	680
Investitionskosten [Mio. €] (ohne Förderung; inkl. Übergabestationen)	8,2
Investitionskosten [Mio. €] (mit Förderung; inkl. Übergabestationen)	5,1
Wärmegestehungskosten [ct/kWh] (mit Förderung; ohne Marge, netto)	13,4
Verbraucherpreis (mit Förderung) [ct/kWh]	16,6

Der Anteil der bereitgestellten Wärme durch die Luft-WP liegt bei ca. 80 % und Hackschnitzel bei 20 %. Abbildung 23 zeigt den monatlichen Einsatz bereitgestellter Wärme aufgeteilt nach Energieträgern. Die Wärmegestehungskosten liegen mit netto 16,6 ct pro kWh in einem wirtschaftlich konkurrenzfähigen Rahmen.

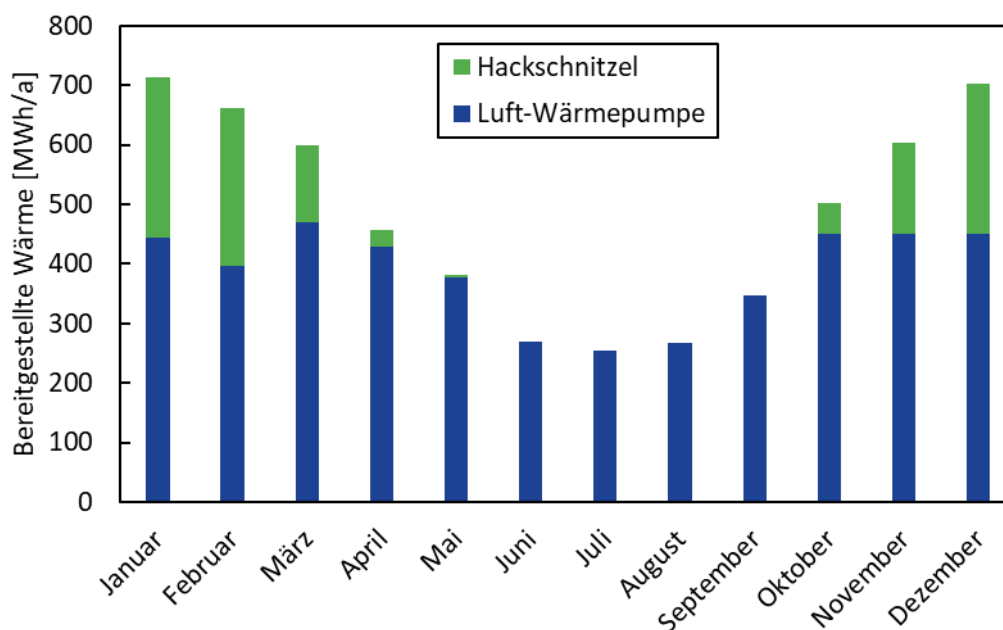


Abbildung 23: Bereitgestellte Wärme nach Energieträger und Monat

Abbildung 24 zeigt den für die Wärmeversorgung bereitgestellten Strom aus dem Stromnetz als auch durch die PV-Freifläche. Insgesamt hat die PV einen Anteil von 21 % am verwendeten Strom. Die Direktverbrauchsquote des erzeugten Stroms liegt bei 88 %. Das bedeutet, dass annähernd der komplette durch die PV-Freifläche erzeugte Strom im Quartier zur Wärmeversorgung genutzt wird.

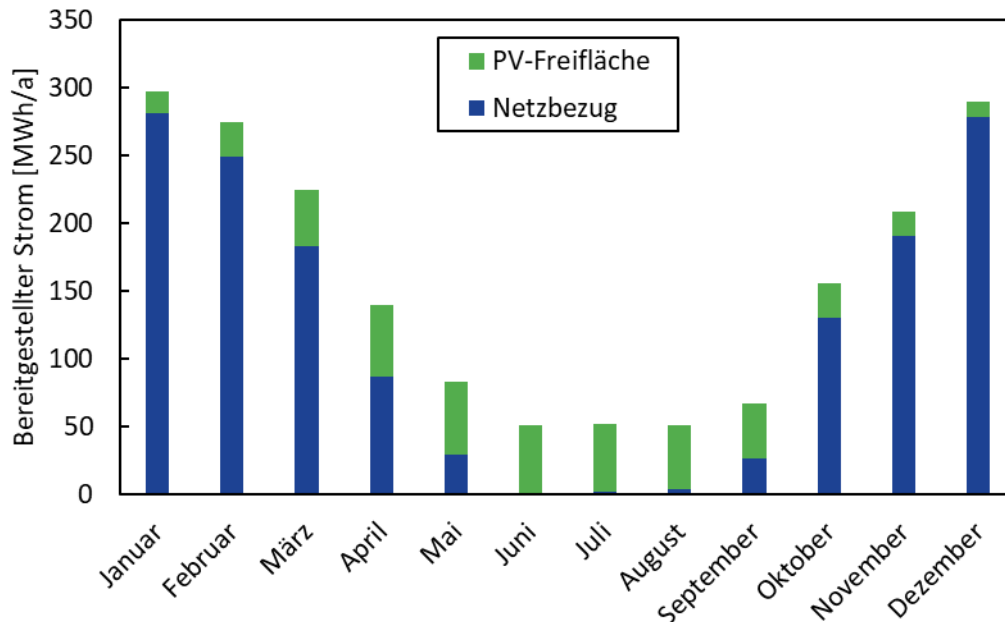


Abbildung 24: Bereitgestellte Strommengen durch PV-Freifläche und mittels Netzbezug für die Wärmebereitstellung im Wärmenetz

Die spezifischen CO₂-Äquivalente der netzgebundenen Wärmeversorgung liegen bei ca. 113 g/ kWh. Aufgrund der Nutzung regenerativ erzeugten Strom fallen die spezifischen THG-Emissionen in Variante 2 gegenüber Variante 1 geringer aus. Im Vergleich zur aktuellen Wärmeversorgung in Schwandorf, großteils gedeckt durch Gas und Öl, mit spezifischen Emissionen von 190 g/kWh (mittlere Emissionen der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher nach Treibhausgasbilanz) sind die spezifischen Emissionen des betrachteten Wärmenetzes geringer. Abbildung 25 zeigt den Verlauf der Treibhausgas-Emissionen der aktuellen Wärmeversorgung im Vergleich mit dem simulierten Wärmenetz. Zudem ist der gesamte Wärmebedarf der Gebäude dargestellt. Dieser reduziert sich um circa 10 % aufgrund von Sanierungen (Annahme einer Sanierungsquote von 1 %) und steigenden Temperaturen im Winter bedingt durch den Klimawandel um durchschnittlich 0,52 % pro Jahr [11]. Dementsprechend nehmen die absoluten Emissionen der aktuellen Wärmeversorgung ab. Die CO₂-Äquivalente des Wärmenetzes verringern sich hingegen deutlicher. Dies liegt an den sinkenden Emissionswerten des Energieträgers Strom. Der aktuelle Wert von 449 g/kWh (siehe THG-Bilanz) soll sich bis 2040 auf 32 g/kWh verringern [10]. Dahingegen bleiben die spezifischen Emissionen der Energieträger Öl, Gas und Biomasse konstant [10]. Aufgrund der grauen Emissionen, die auch bei Hackschnitzel und unter Annahme eines regenerativen Strommixes 2040 noch anfallen, verbleiben Restemissionen im Wärmenetz. Insgesamt könnte mit einem Wärmenetz der Variante 2 bis 2040 im Vergleich zu aktuellen Wärmeversorgung 12.100 t CO₂-Äquivalente eingespart werden.

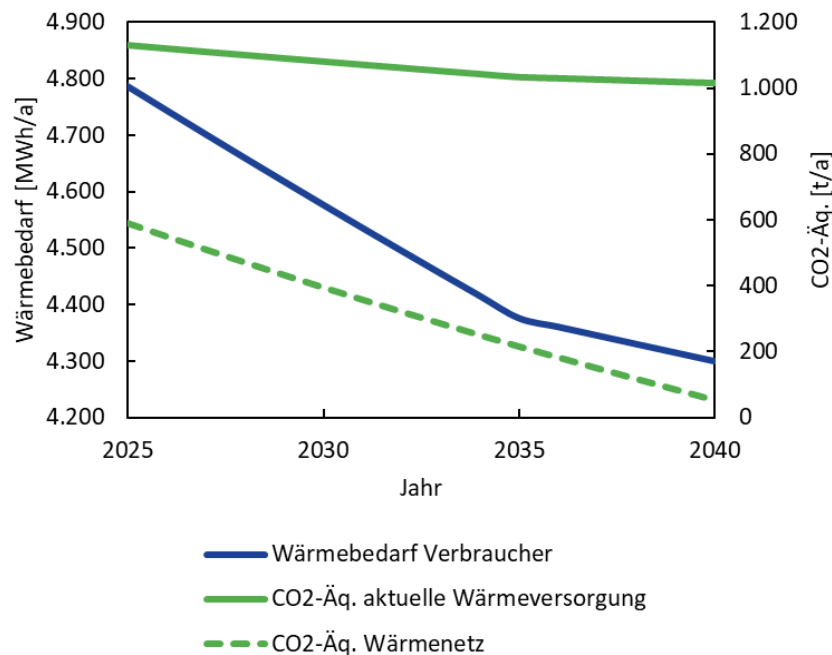


Abbildung 25: Wärmebedarf und CO₂-Äq. Emissionen für das betrachtete Netzgebiet bis zum Zieljahr

4.3. Potenzial industrielle Abwärme

Laut der Plattform für Abwärme des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle [12] sowie des im Zuge der kommunalen Wärmeplanung ausgefüllten Fragebogens fallen in Fronberg ca. 5,6 GWh pro Jahr aus industriellen Prozessen an, wovon 0,9 GWh pro Jahr eine Temperatur > 60 °C aufweist. Aktuell (Stand 11/2025) liegen keine genaueren Daten (Lastgänge, etc.) der Abwärme vor. Dieses Potenzial muss in detaillierteren Studien genauer betrachtet werden.

4.4. Alternative Wärmeversorgung

Neben der netzgebundenen Versorgung kann das betrachtete Gebiet auch dezentral versorgt werden. Gerade bei den nicht sanierten Wohnhäusern sollte jedoch das Heizsystem für eine Versorgung (z.B. mittels Luftwärmepumpe) optimiert werden (hydraulischer Abgleich, Heizkörpertausch). Auflagen des Denkmalschutzes müssen beachtet werden. Einzellösung müssen individuell betrachtet werden. Hierfür sind Energieberatungen ein erster Schritt.

4.5. Fazit Fokusgebiet Fronberg

In Tabelle 12 sind die wichtigsten Ergebnisse der Fokusgebietsbetrachtung für die zwei untersuchten Varianten dargestellt. Zwar sind die Wärmegestehungskosten bei Variante 2 um ca. 4 % höher, jedoch die anfallenden THG-Emissionen um 14 % und der Anteil an zu importierenden Energieträgern um 7 % geringer. Die höheren Wärmegestehungskosten fallen v.a. durch die größere Trassenlänge an. Die geringeren THG-Emissionen sowie der kleinere Anteil an externen Energiebezug sind auf die Integration der PV-Freifläche zurückzuführen.

Ein Anteil des externen Energiebezugs an der gesamten Energieerzeugung von 48 % bedeutet, dass 52 % der erzeugten Wärmemenge nicht zugekauft werden müssen. Diese werden entweder durch die Nutzung der Umweltwärme (Luft) oder durch die PV-Freifläche bereitgestellt. Die restlichen 45 % sind die verwendeten Hackschnitzel und der Strombezug aus dem Stromnetz. Falls die Hackschnitzel durch den Betreiber bereitgestellt werden können, ändert sich dieser Wert entsprechend.

Tabelle 12: Vergleich Variante 1 und Variante 2

Variante	Parameter	Wert
Variante 1	Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	12,9
	CO ₂ -Äquivalente [g/kWh]	131
	Anteil externer Energiebezug an Energieerzeugung [%]	55
Variante 2	Wärmegestehungskosten [ct/kWh]	13,4
	CO ₂ -Äquivalente [g/kWh]	113
	Anteil externer Energiebezug an Energieerzeugung [%]	48

Die Durchführung einer detaillierten Studie (z.B. Machbarkeitsstudie nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze) ist für das Gebiet Fronberg empfohlen / notwendig für die Beantragung einer geförderten Umsetzung.

Die Betrachtung des Fokusgebiets ermöglicht eine erste qualitative Einschätzung zur potenziellen Versorgung durch ein Wärmenetz. Die dargestellten Ergebnisse sind als Richtwerte zu verstehen und unterliegen einer gewissen Unsicherheit. Für eine belastbare Bewertung der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit ist eine detaillierte Machbarkeitsstudie erforderlich. Diese kann im Modul 1 der BEW mit einer Förderung von 50 % durchgeführt werden und auf Basis der für das Fokusgebiet Fronberg ermittelten Kennzahlen beantragt werden.

5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beispielhafter dezentraler Versorgungsfälle

Zur konkreten Betrachtung dezentraler Versorgungsfälle und zur differenzierteren Kostenentwicklung werden für den Heizungstausch in einem Referenzgebäude drei verschiedene Technologievarianten untersucht. Für das Gebäude wird die mittlere Leistung der Gasheizungen in der Stadt Schwandorf von ca. 15 kW angesetzt. Ausgegangen wird von einem Haus mit einer Wohneinheit und Radiator-Heizkörpern.

Als mögliche Heizungssysteme werden eine Luftwärmepumpe, eine Sole-Wasserwärmepumpe mit einem Erdwärmekollektor bzw. mit Erdsonde sowie eine Pelletheizung betrachtet, für die jeweils eine Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 2067 [7] durchgeführt wird. Die Investition umfasst neben der Heizungsanlage auch die notwendige Peripherie (wie z.B. Pufferspeicher, Pumpen etc.), Komponenten wie Pellet-Lager oder Erdwärmekollektoren und Installation.

Für die Berechnung wird eine Laufzeit von 20 Jahren und ein Kapitalzinssatz von 3 Prozent hinterlegt. Die Betriebskosten stammen aus dem Technikkatalog des Bundes [13], für die Kosten für Strom und Pellets werden aktuelle Marktpreise (Neukunden) angesetzt [14] [15]. Für den Energieträger Strom wird wie bei den Investitionskosten ein konstanter Preis angenommen. Aufgrund des zukünftig erhöhten Angebots erneuerbarer Energien mit verringerten Gestehungskosten, soll hier nicht von zunehmenden Kosten ausgegangen werden. Bei den Pellets ist aufgrund der steigenden Nachfrage bei gleichbleibendem Potenzial eine Preissteigerung von 1 % angesetzt. Für die Steigerung der Betriebskosten wird der Wert der Inflationsrate aus dem Technikkatalog des Bundes von einem Prozent angesetzt. Der jährliche Wärmeverbrauch wird aus dem Produkt der installierten Leistung und den jährlichen Vollbenutzungsstunden von 1.500 berechnet. Bei der Pelletheizung muss der Wert noch durch den Wirkungsgrad des Kessels dividiert werden, was zu einer größeren Wärmemenge führt als bei den anderen drei Varianten. Der Strombedarf der Wärmepumpen wird mittels der im Technikkatalog des Bundes angegebenen oder aus Erfahrungswerten abgeleiteten Jahresarbeitszahl ermittelt. Hierbei wird auf den Wert von 2030 zurückgegriffen, da der Großteil der Heizungstausche zwischen 2030 und 2040 stattfinden werden. Es wird stets der Mittelwert der angegebenen Wertspanne verwendet („Altbau saniert“). Damit ergibt sich für die Luft-Wärmepumpe eine Jahresarbeitszahl von 3,12 und für die Sole-Wärmepumpe Werte von 3,96 (Kollektor) und 4,5 (Sonde). Ebenfalls berücksichtigt werden muss die unterschiedliche Nutzungsdauer der einzelnen Komponenten (ebenfalls aus dem Technikkatalog des Bundes entnommen), die im Falle der Luft-Wärmepumpe 18 Jahre, der Sole-Wärmepumpe sowie des Pelletkessels 20 Jahre und des Kollektors 50 Jahre beträgt. Für das Pellet-Lager werden ebenfalls 20 Jahre angenommen.

Für den Austausch von Heizungsanlagen kann die Bundesförderung für effiziente Gebäude in Anspruch genommen werden [16]. Der Grundfördersatz für den Einbau neuer Heizungen in Bestandsgebäuden auf Basis erneuerbarer Energien beträgt derzeit 30 %. Für die Erdwärmepumpenvariante kann zusätzlich der Effizienzbonus von 5 % in Anspruch genommen werden, der für Wärmepumpen gilt, die ihre Wärme aus dem Erdreich oder (Ab-)Wasser beziehen. Bei Biomasseheizungen kann unter Einhaltung eines Emissionsgrenzwerts für Staub ein zusätzlicher pauschaler Zuschlag von 2.500 Euro erfolgen. Nicht alle auf dem Markt befindlichen Heizungen erfüllen diese Bedingung, daher wird dieser Zuschuss im Folgenden nicht weiter

berücksichtigt. Auch der Klimageschwindigkeitsbonus, der bis zu weitere 20 % Förderung gewährleisten kann, wird nicht weiter betrachtet, da der Bonus nach 2028 jährlich abnimmt und hier kein konkretes Jahr für den Austausch festgelegt werden soll. Außerdem ist dieser Bonus nur für selbstnutzende Eigentümer anwendbar. Ebenso nicht eingerechnet wird der Einkommensbonus von 30 %, der ebenfalls nur für selbstnutzende Eigentümer gilt und bei dem das zu versteuernde Haushaltseinkommen unter 40.000 Euro pro Jahr liegen muss. Die vorliegenden Fälle sollen eine möglichst breite Allgemeingültigkeit aufweisen, daher wird nur die Förderung betrachtet, die pauschal auf alle Häuser angewandt werden kann, unabhängig der konkreten Wohn- und Eigentumsverhältnisse. Es soll aber darauf hingewiesen werden, dass unter gegebenen Bedingungen erheblich höhere Fördersätze möglich sind. Insgesamt ist der Fördersatz auf 70 % bei max. förderfähigen Ausgaben von 30.000 Euro pro Einfamilienhaus oder die erste Einheit in einem Mehrfamilienhaus begrenzt. Bei Mehrfamilienhäusern erhöhen sich die maximal förderfähigen Kosten mit jeder weiteren Wohneinheit, erst um je 15.000 Euro und ab der siebten Einheit um je 8.000 Euro. Bei den förderfähigen Kosten handelt es sich um Bruttokosten.

Die Förderung wird in der Wirtschaftlichkeitsrechnung nach VDI 2067 berücksichtigt. Da das Referenzgebäude über eine Wohneinheit verfügt, beträgt die maximal förderfähige Summe 30.000 Euro brutto. Bei der Erdwärmepumpe beträgt der Fördersatz maximal 35 %, bei der Luftwärmepumpe und beim Pelletkessel 30 %. Abschließend können aus den jährlichen Gesamtkosten und dem jährlichen Wärmeverbrauch spezifische Wärmegestehungskosten ermittelt werden, welche in Abbildung 26 dargestellt sind.

Die Luftwärmepumpe hat im Rahmen dieser Betrachtung mit 16,0 ct/kWh die niedrigsten Wärmegestehungskosten. Der Pelletkessel mit 22,7 ct/kWh die höchsten Wärmegestehungskosten, was unter anderem auf die betreffenden Brennstoffkosten zurückzuführen ist. Da das Biomassepotential in der betrachteten Region jedoch bereits weitestgehend genutzt wird, ist im Sinne der Nachhaltigkeit ebenfalls eine Wärmepumpenlösung vorzuziehen. Sole-Wärmepumpen mit Kollektor bzw. Sonde verzeichnen Wärmegestehungskosten von 20,2 bzw. 21,4 ct/kWh.

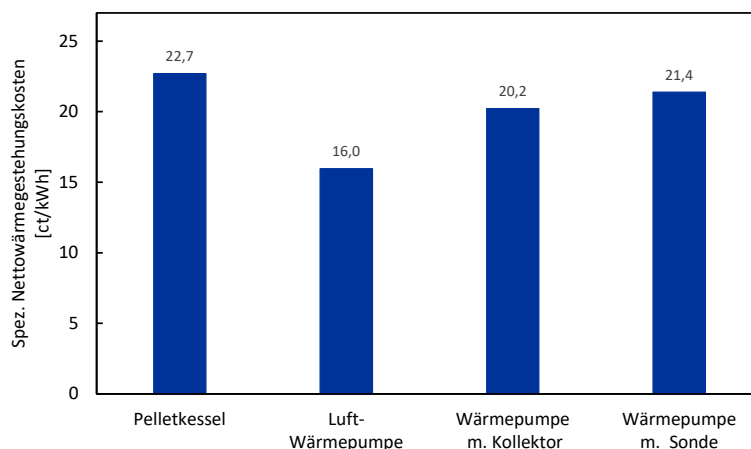


Abbildung 26: Vergleich Wärmegestehungskosten für verschiedene dezentrale Wärmeversorgungsvarianten

6. Zielszenario

Im Zielszenario wird die Entwicklung zentraler Aspekte der Wärmeversorgung in Fünfjahres-schritten bis zum Zieljahr 2040 dargestellt. Aufbauend auf der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Eignung der Wärmeversorgungsgebiete werden mögliche Entwicklungspfade aufgezeigt, wie sich die Wärmeversorgung in der Stadt Schwandorf künftig gestalten kann.

Dabei wird der Rückgang des Wärmebedarfs infolge energetischer Sanierungen sowie steigender Außentemperaturen durch den Klimawandel abgeschätzt und Teilgebiete mit besonders hohem Energieeinsparpotenzial identifiziert. Die Entwicklung der Wärmeerzeugung wird differenziert nach Verbrauchergruppen und Energieträgern in vier unterschiedlichen Szenarien analysiert. Für jedes Szenario erfolgt eine Energie- und Treibhausgasbilanzierung für die Jahre 2025, 2030, 2035 und 2040.

Im Rahmen der Szenarienbetrachtung wird zudem die Rolle und Entwicklung von Fern- und Nahwärme vertieft untersucht. Abschließend werden für jedes Szenario die für das Jahr 2040 prognostizierten Energiebedarfe den verfügbaren lokalen Potenzialen gegenübergestellt.

Die vier betrachteten Szenarien werden einander gegenübergestellt und kritisch diskutiert. Auf Grundlage dieser Analyse wird schließlich ein Zielszenario definiert, das eine realistische und zugleich zielgerichtete Entwicklung der Energieträgerverteilung abbildet. Aufbauend auf diesem Zielszenario sowie der Bewertung der Eignung einzelner Teilräume für unterschiedliche Wärmeversorgungsarten wird das Stadtgebiet in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gegliedert.

In gesonderten Kapiteln wird – unter anderem auf Basis der Akteursbeteiligung der Energieversorger – die zukünftige Entwicklung des Fernwärme-, Erdgas- und Stromnetzes diskutiert. Darüber hinaus werden die Entwicklung des Kältebedarfs sowie eine vertiefte Betrachtung der Sektorkopplung im Kontext des Zielszenarios dargestellt. Abschließend werden die zentralen Ergebnisse der Akteursbeteiligung, in Form des Energiegipfels, zusammengefasst.

6.1. Entwicklung des Wärmeverbrauchs

Für die Erarbeitung des Zielszenarios muss zunächst der zukünftige Wärmeverbrauch ermittelt werden. Dabei spielen für die Raumwärme zwei Faktoren eine wichtige Rolle: der Bedarfsrückgang in Folge von Sanierung und die Einflüsse steigender Temperaturen aufgrund des Klimawandels. Es wird angenommen, dass die Bevölkerung und die Industrie auf gleichem Niveau bleiben. Die Energieeinsparung der Prozesswärme wird anhand der Einschätzung der Industrieunternehmen zur Entwicklung des Prozesswärmebedarfs, angegeben im Fragebogen für die Industrie, abgeschätzt.

Für das Zielszenario wird auf die in der Potenzialanalyse errechneten zukünftigen Wärmebedarfe der einzelnen Verbrauchergruppen für Raumwärme und Warmwasser sowie der Entwicklung des Prozesswärmebedarfs zurückgegriffen. Zur besseren Verständlichkeit sind in Tabelle 13 diese Werte erneut aufgelistet. In Abbildung 27 ist der thermische Energieverbrauch aller Verbrauchergruppen in fünf Jahresschritten aufgezeigt.

Tabelle 13: Entwicklung Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser sowie Prozesswärme aufgeteilt auf Verbrauchergruppen

Verbraucher- gruppe/Jahr	Bedarf [MWh/a]				Einsparung [%]
	2025	2030	2035	2040	2025 – 2040
Wohnen & Kleinverbraucher (1 % Sanierungsrate)	292.800	278.600	265.100	259.100	11,5
Wohnen & Kleinverbraucher (2 % Sanierungsrate)	292.800	274.400	257.100	247.600	15,4
Industrie & Großgewerbe	32.300	29.900	27.800	25.700	20,4
Öffentliche Einrichtungen	13.400	12.400	11.600	10.800	19,4
Prozesswärme	503.600	453.200	407.900	367.100	27,1
Gesamt (1 % Sanierungsrate)	842.100	774.100	712.400	662.700	21,3
Gesamt (2 % Sanierungsrate)	842.100	769.900	704.400	651.200	22,7

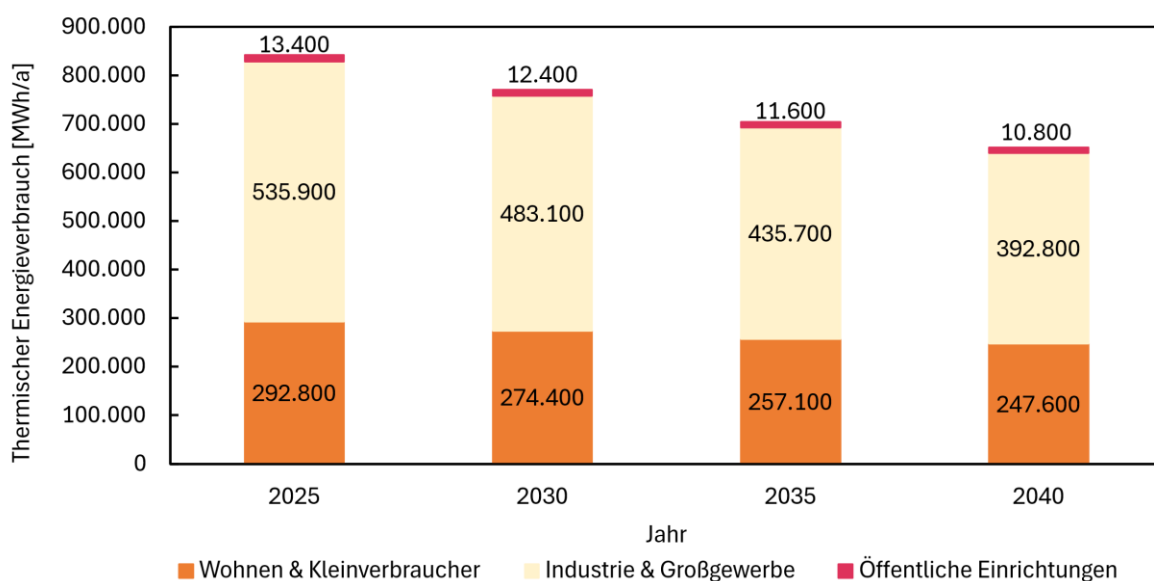


Abbildung 27: Entwicklung des Wärmeverbrauchs mit 2 % Sanierungsrate

Abbildung 28 zeigt den prognostizierten Wärmebedarf auf Baublockebene für das Jahr 2040 bei einer Sanierungsrate von 2 %. Diese Auswertung ist für alle Jahre bis zum Zieljahr vorhanden. Für Wohngebäude ist diese Schätzung realistischer darzustellen als für die Industrie. Da durch Prozessumstellung oder -verlagerung der benötigte Wärmebedarf sich stark verändern kann, sind Prognosen bis 2040 in diesem Bereich nur bedingt verlässlich. Wie in der Bestandsanalyse sind einige Baublöcke aufgrund des Datenschutzes in Grau dargestellt.

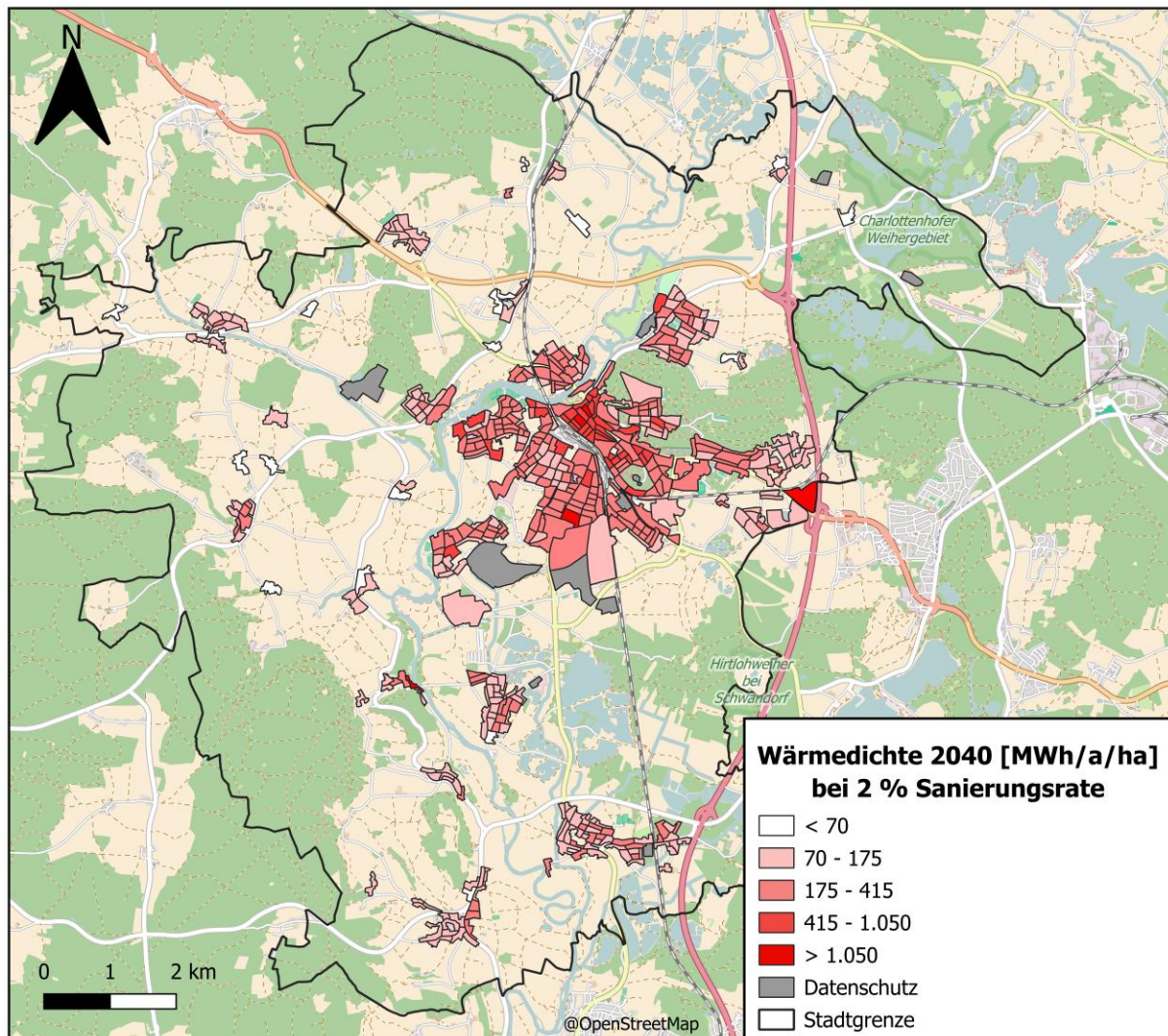


Abbildung 28: Wärmebedarf auf Baublockebene für das Jahr 2040

6.2. Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial

Abbildung 29 zeigt Teilgebiete, in denen ein erhöhtes Potenzial zur Reduktion des Wärmeverbrauchs durch energetische Sanierung und weitere Effizienzmaßnahmen besteht. Die Darstellung basiert auf den Ergebnissen der vorangegangenen Potenzialanalyse. Die Karte dient als erster Hinweis, in welchen Bereichen im Rahmen einer Heizungsumstellung eine Sanierung besonders empfehlenswert erscheint. Aktuell besteht in der Innenstadt ein Sanierungsgebiet und ist ebenfalls in Abbildung 29 dargestellt.

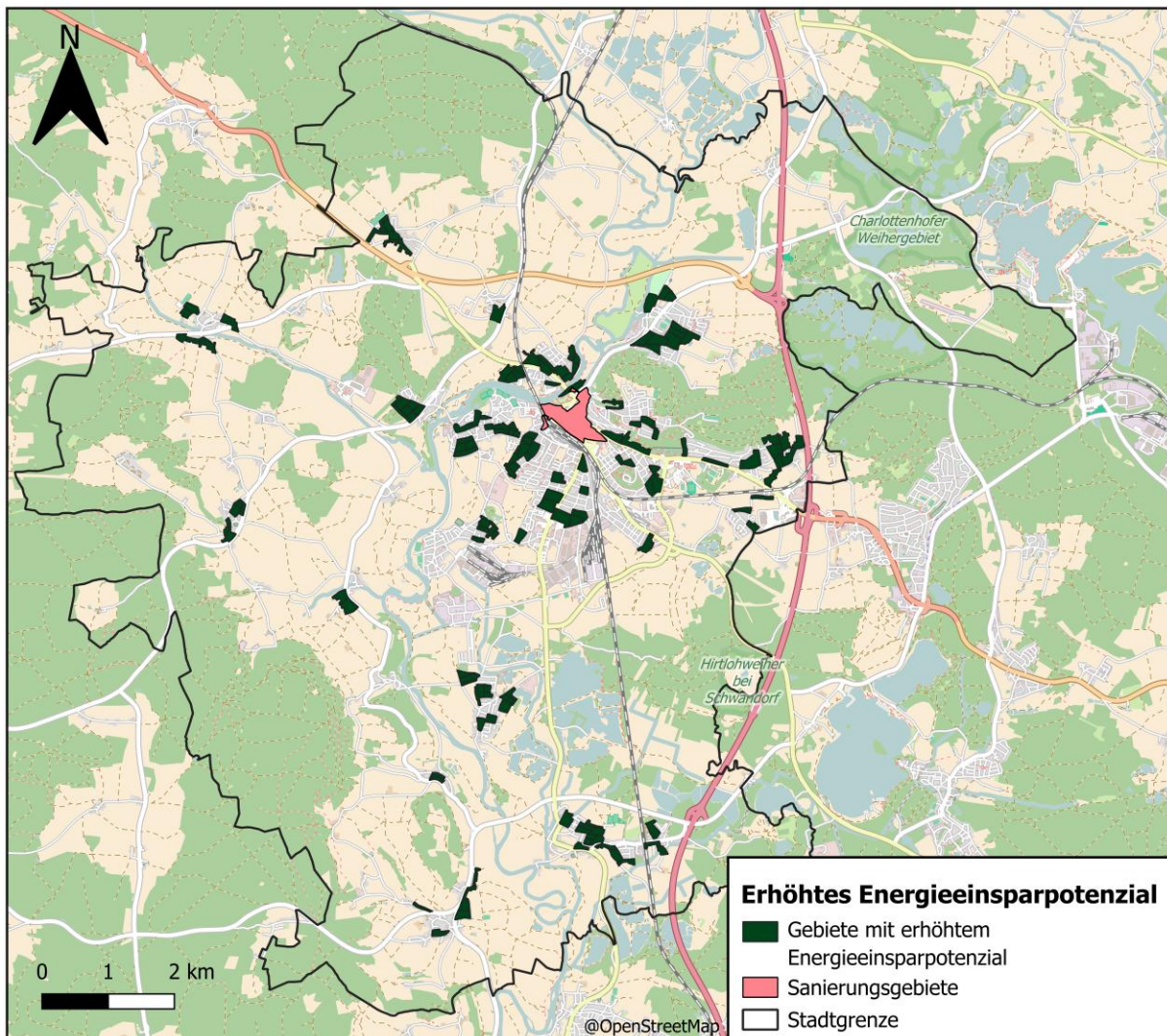


Abbildung 29: Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial und Sanierungsgebiete

6.3. Methodik Wärmeversorgung Zielszenario

Für die Entwicklung der Wärmeerzeugung der einzelnen Verbrauchergruppen bis zum Zieljahr 2040 aufgeteilt nach Energieträgern werden die Daten aus der Bestandsanalyse als Ausgangspunkt verwendet und anhand der Ergebnisse der Potenzialanalyse weiterentwickelt. Die geplanten Wärmeversorgungsgebiete aus Kapitel 0 werden berücksichtigt. Es werden zudem die Stellungnahmen der in der Stadt aktiven Energieversorger (v.a. Wärme- und Gasnetzbetreiber) berücksichtigt. Zusätzlich werden die Ergebnisse der Fokusgebiete miteinbezogen.

Unter dem Begriff „Grüne Gase“ werden Biomethan, Wasserstoff und synthetisches Methan zusammengefasst. Aufgrund ihrer derzeit noch eingeschränkten Verfügbarkeit und der unsicheren Kostenstruktur finden diese im Bereich der Raumwärme nur begrenzt Anwendung. Vorrangig kommen sie dort zum Einsatz, wo hohe Temperaturen für Prozesswärme benötigt werden. Gleichzeitig werden Grüne Gase als flexible und speicherbare Energieträger auch künftig für die Deckung von Spitzenlasten relevant bleiben. In den betrachteten Zielszenarien wird ihr Einsatz daher auch im Bereich der Raumwärme berücksichtigt – insbesondere in Situationen, in denen regenerative Spitzenlastdeckung erforderlich ist. Bei der Ausgestaltung

der zukünftigen Gasversorgung fließen die Hinweise des Gasverteilnetzbetreibers, der Bayernwerk Netz GmbH, mit ein.

Das Potential der festen Biomasse für eine dezentrale Wärmeversorgung ist im Stadtgebiet bereits vollständig ausgeschöpft. Daher ist ein Zubau von Wärmeerzeugern mit dem Energieträger Holz oder Pellets auf dezentraler Ebene nicht vorgesehen.

CO₂-Preis:

Da die Kosten der Energieträger maßgeblich deren Einsatz in der Wärmeversorgung beeinflussen, wird der CO₂-Preis bei der Entwicklung der zukünftigen Wärmeerzeugung berücksichtigt. Grundlage hierfür bildet der in Abbildung 30 dargestellte Preisverlauf. Der europäische Emissionshandel (EU-ETS) gilt bislang nur für emissionspflichtige Unternehmen, nicht jedoch für den Gebäudesektor. Daher werden aktuell die Preisprognosen des sogenannten Non-ETS-CO₂-Preises herangezogen. Ab dem Jahr 2027 soll mit dem EU-ETS 2 ein zweites europäisches Emissionshandelssystem eingeführt werden, das auch Gebäude, Verkehr und weitere bislang nicht erfasste Sektoren einschließt. Dieses wird den bisherigen nationalen Brennstoffemissionshandel ablösen [17]. Die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Wärmeerzeugungskosten sowie notwendige Anpassungen bei Technologien und Energieträgern sind bei der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung zwingend zu berücksichtigen.

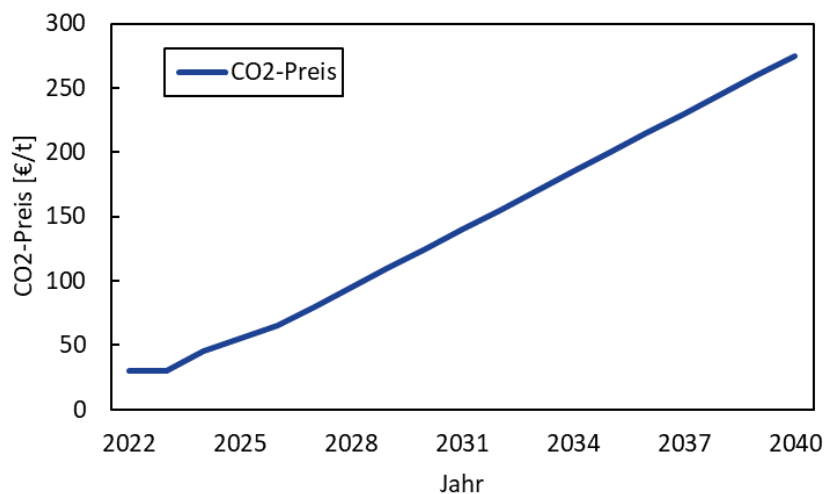


Abbildung 30: Entwicklung des CO₂-Preises (Non-ETS) [10]

Betrachtete Szenarien:

In den folgenden Zielszenarien werden die jeweils zugrunde gelegten Annahmen zur Entwicklung der Energieträger im Detail beschrieben. Ziel ist es, aufzuzeigen, wie sich unterschiedliche Rahmenbedingungen auf die zukünftige Wärmeversorgung insgesamt – und insbesondere auf die Entwicklung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung – auswirken können.

Im Zuge der Erarbeitung von Entwicklungspfaden der Wärmeversorgung bis zum Zieljahr 2040 werden für die Stadt vier Szenarien aufgezeigt.

1. Szenario: ambitioniert
2. Szenario: moderat
3. Szenario: Gas niedrig
4. Szenario: Gas hoch

Hiermit soll zum einen ein Entwicklungsverlauf betrachtet werden, der einen schnellen Übergang zu regenerativen Energieträgern vorsieht und zugleich die bestehenden Potenziale vollständig einhält, verbunden mit einem deutlichen Ausbau der Wärmenetze (ambitioniertes Szenario). Dem gegenüber steht ein Verlauf, der sich an der aktuellen Ausbaugeschwindigkeit orientiert und einzelne Potenziale möglicherweise überreizt werden (moderates Szenario).

Zum anderen werden zwei Entwicklungspfade mit dem Fokus auf die Gasversorgung verglichen. Da hierbei besonders viele Unsicherheiten hinsichtlich der künftigen Rolle des Energieträgers bestehen, wird ein Szenario mit weitgehender Reduzierung des Gasverbrauchs einem Szenario gegenübergestellt, das weiterhin stark auf Gas setzt.

Anhand der Variation von verschiedenen Parametern können unterschiedliche Szenarien entwickelt werden. Hauptparameter sind u.a. die Sanierungsrate von Wohngebäuden, der Fernwärmenetzausbau, der Nahwärmenetzneubau, der Ausbau der Energieträger Biomasse, Solarthermie und Grüne Gase sowie die Entwicklung der Energieträger für die Prozesswärme.

Bei allen betrachteten Szenarien handelt es sich um Prognosen, die aufgrund verschiedener Einflussfaktoren – wie Kostenentwicklungen, politischen Rahmenbedingungen sowie privaten und wirtschaftlichen Entscheidungen – von der tatsächlichen Entwicklung abweichen können. Im Rahmen zukünftiger Fortschreibungen der kommunalen Wärmeplanung sind diese Annahmen daher zu überprüfen.

6.4. Szenario „ambitioniert“

Für das erste Szenario „ambitioniert“ gelten folgende Rahmenbedingungen:

1. Deutlicher Ausbau des Fernwärmenetz (Umsetzung mehrerer Maßnahmen)
2. Ambitionierter Neubau von drei Inselnetzen (Fronberg, Büchelkühn und Kreith)
3. Sanierungsquote im Wohngebäudebestand von 2 %
4. Einhaltung aller lokalen Potenziale (insbesondere Biomasse)
5. Hoher Elektrifizierungsgrad in der Prozesswärme

In diesem Szenario werden sämtliche im Rahmen der Wärmeplanung identifizierten Maßnahmen zur Leistungssteigerung des Fernwärmenetzes umgesetzt. Die drei geeigneten Gebiete für Inselnetze werden – unter Berücksichtigung realistischer Anschlussquoten – aufgebaut. Es wird eine ambitionierte Sanierungsquote von 2 % unterstellt, die deutlich über dem heutigen Wert liegt und mit den aktuellen politischen Zielsetzungen übereinstimmt ist [18]. Alle in der Potenzialanalyse ausgewiesenen lokalen Ressourcen, insbesondere Energieholz und Biogas, werden eingehalten. Für die Prozesswärme wird ein hoher Elektrifizierungsgrad angenommen, der den Rückmeldungen aus der Industrie (Fragebögen) entspricht.

Dieses Szenario beschreibt einen Entwicklungspfad, der sowohl die Einhaltung der verfügbaren Potenziale als auch eine hohe Energieautarkie in den Mittelpunkt stellt. Gleichzeitig wird

ein zügiger Ausbau erneuerbarer Energien sowie der Fern- und Nahwärmeinfrastrukturen angenommen.

6.4.1. Wärmeverbrauch und Energieträgerverteilung bis 2040

Im Folgenden wird der Wärmeverbrauch aufgeteilt nach Energieträgern und Verbrauchergruppen bis zum Zieljahr 2040 aufgezeigt.

Wohnen & Kleinverbraucher

In Abbildung 31 ist die Entwicklung der Wärmeerzeugung der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher zu sehen. Die sinkenden Energieverbräuche sind anhand der Größe der Kreise verdeutlicht. Es wird von einer Sanierungsrate von 2 % ausgegangen.

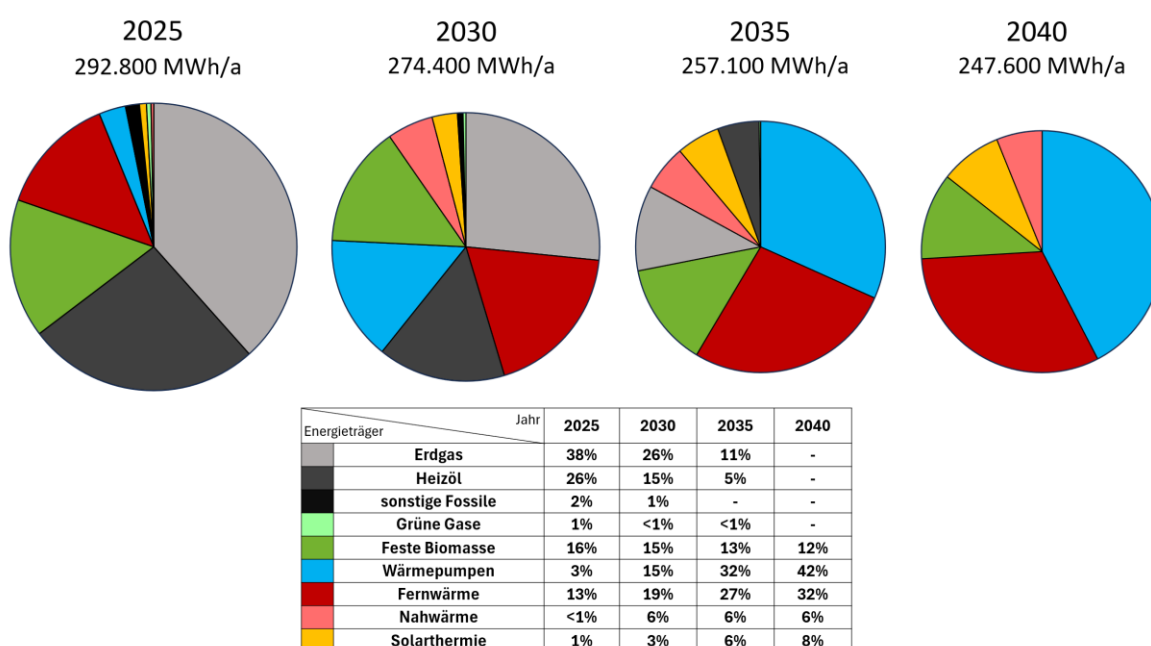


Abbildung 31: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Wohnen & Kleinverbraucher

Erdgas und Heizöl werden bis zum Jahr 2040 schrittweise aus dem Energiemix verdrängt. In den ersten Jahren ist lediglich ein leichter Rückgang zu erwarten, zurückzuführen auf altersbedingte Heizungsmodernisierungen. Sonstige fossile Energieträger, insbesondere Kohle, verschwinden voraussichtlich bereits bis 2030 nahezu vollständig. Ab 2029 ist ein deutlicher Rückgang fossiler Energien zu erwarten. Dies ist auf die dann wirksam werdende 65 %-Regelung des Gebäudeenergiegesetzes, steigende CO₂-Preise sowie den fortschreitenden Ausbau von Fern- und Nahwärmenetzen zurückzuführen.

Fernwärme entwickelt sich bis zum Zieljahr 2040 zu einem noch wichtigeren Bestandteil der Wärmeversorgung mit einem Anteil von rund 32 %. Grundlage hierfür ist ein starker Ausbau sowie eine umfangreiche Netzverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes. Die Erschließung der Fokusgebiete Büchelkühn und Fronberg sowie des Wärmenetzprüfgebietes Kreith mit einem Inselnetz lassen den Anteil an Nahwärme an der Wärmeversorgung der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher steigen. Im ambitionierten Szenario wird von einer

zeitigen Realisierung dieser Inselnetze bis 2030 ausgegangen. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.4.3 beschrieben.

Biomasse wird nur im Rahmen des lokal verfügbaren Potenzials genutzt. Entsprechend sinkt der Anteil am Energiemix bis 2040 stetig von aktuell 16 % auf 12 %. Der aktuelle Anteil an Grünen Gasen (hier ausschließlich Biomethan) an der Wärmeversorgung der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher wird aufgrund der bilanziellen Betrachtungsweise des Biomethanbezugs am deutschlandweiten Anteil von Biomethan am Gasverbrauch abgeschätzt (siehe betreffendes Kapitel in der Potenzialanalyse **Error! Reference source not found.**). Aufgrund der Unklarheiten bezüglich des Preises von Biomethan sowie der fehlenden Zusage zu einer sicheren Verfügbarkeit von Biomethan durch den Gasnetzbetreiber und der in Schwandorf existierenden Biomethaneinspeiseanlage (siehe Kapitel 6.12), wird in diesem Szenario das lokale Potenzial an Biomethan der Industrie (v.a. für Prozesswärme) gutgeschrieben. Somit sinkt der Anteil an Grünen Gasen auf 0 %.

Der Zubau an Solarthermie wird anhand des ausgewiesenen Potenzials begrenzt. Es wird optimistisch eine Ausschöpfung des realisierbaren Potenzials angenommen. Dafür wird das Potenzial um einen Faktor (0,72) reduziert, um Gebäude mit unzureichender Statik sowie denkmalgeschützte Gebäude miteinzubeziehen. Dennoch steigt der Anteil von Solarthermie am Energiemix von aktuell 1 % auf 8 % bis zum Jahr 2040.

Der verbleibende Wärmebedarf wird strombasiert gedeckt. Zum Einsatz kommen Wärmepumpen mit den Quellen Luft, Geothermie oder Wasser sowie Direktstromheizungen. Diese Technologien erreichen zusammen einen Anteil von etwa 42 % am Wärmeverbrauch von Wohnen & Kleingewerbe im Zieljahr 2040.

Industrie & Großgewerbe

Bei der Verbrauchergruppe Industrie & Großgewerbe muss zwischen Raumwärme und Warmwasser sowie Prozesswärme unterschieden werden. Dabei stellt Prozesswärme den Großteil des Wärmebedarfs dar.

In Abbildung 32 ist die Entwicklung der Raumwärme und des Warmwassers abgebildet.

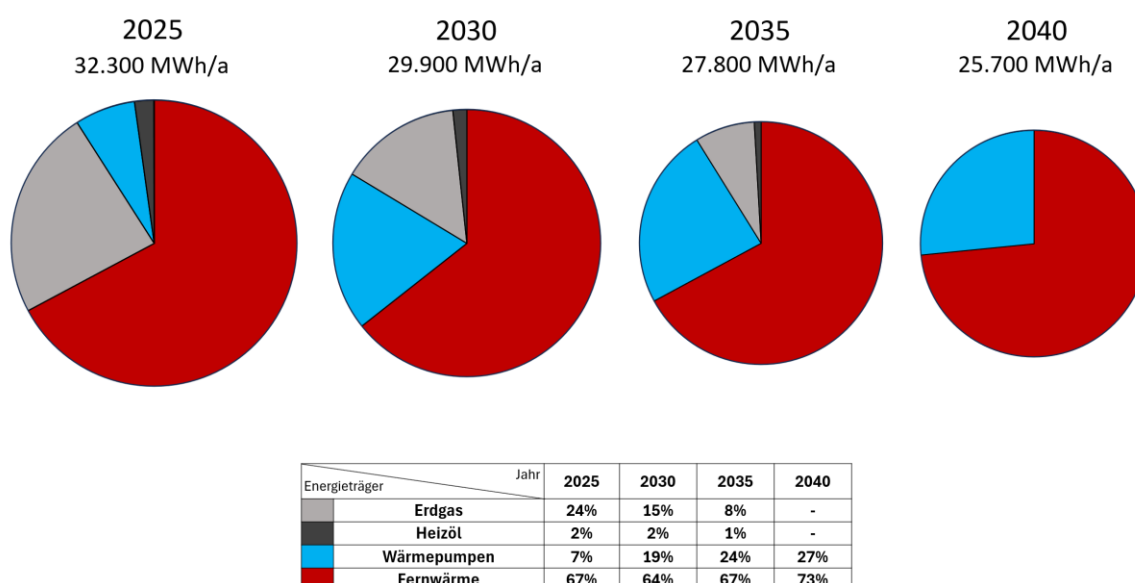


Abbildung 32: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Raumwärme und Warmwasser)

Der Anteil an fossilen Energieträgern (hier Erdgas und Heizöl) nimmt kontinuierlich ab. Im Zieljahr 2040 sind keine fossilen Energieträger mehr im Energiemix vorhanden. Der Anteil an Fernwärme nimmt leicht zu. Die restlichen Gebäude der Industrie & Großgewerbes sollen künftig durch Wärmepumpensysteme beheizt werden, da das gesamte Potenzial der Biomasse der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher zugeschrieben wird. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.4.3 beschrieben.

Abbildung 33 zeigt die Entwicklung des Prozesswärmebedarfs der Industrie auf. Dieser hat einen weitaus größeren Anteil (94 %) am Energiebedarf der Industrie im Vergleich zur Raumwärme und Warmwasser.

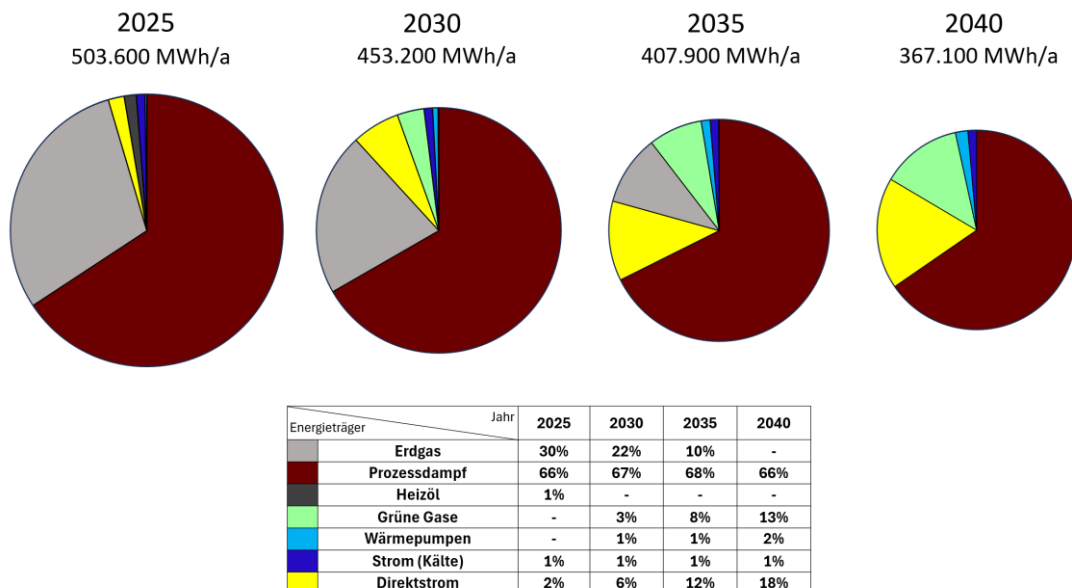


Abbildung 33: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Prozesswärme)

Prozessdampf aus dem Müllheizkraftwerk stellt bis 2040 den überwiegenden Anteil am Energiemix der Prozesswärme dar. Der relative Anteil bleibt annähernd konstant und schwankt lediglich leicht. Der absolute Wert des Prozessdampfbedarfs sinkt aufgrund der Optimierung der Prozesse.

Erdgas deckt derzeit rund 30 % des Energiebedarfs und spielt damit noch eine zentrale Rolle. Für die Zukunft wird jedoch von einer schrittweisen Ablösung durch Grüne Gase sowie einer verstärkten Elektrifizierung der Prozesswärme ausgegangen. Das zukünftige Verhältnis zwischen Grünen Gasen und Direktstrom bis 2040 wird auf Basis der Rückmeldungen aus den Fragebögen abgeschätzt. Unter der Annahme, dass die entsprechenden Prozesse elektrifizierbar sind, werden 75 % des Prozesswärmebedarfs dem Energieträger Direktstrom zugeordnet – dies bildet ein ambitioniertes Elektrifizierungsszenario ab. Rund 10 % dieser elektrifizierten Prozesse können voraussichtlich über Wärmepumpentechnologie abgedeckt werden. Deren Anteil bleibt bewusst niedrig, da viele industrielle Anwendungen weiterhin sehr hohe Temperaturen benötigen.

Der verbleibende Bedarf wird durch Grüne Gase gedeckt. Welche Prozesse künftig mit welchem Energieträger effizienter betrieben werden können, ist stark verfahrensabhängig und muss individuell bewertet werden. Die getroffenen Annahmen stellen daher bewusst grobe Schätzwerte dar.

Es wird ein konstanter industrieller Kältebedarf angenommen.

Öffentliche Einrichtungen

Die Entwicklung der Energieträgerverteilung der Öffentlichen Einrichtungen bis zum Zieljahr 2040 ist in Abbildung 34 dargestellt.

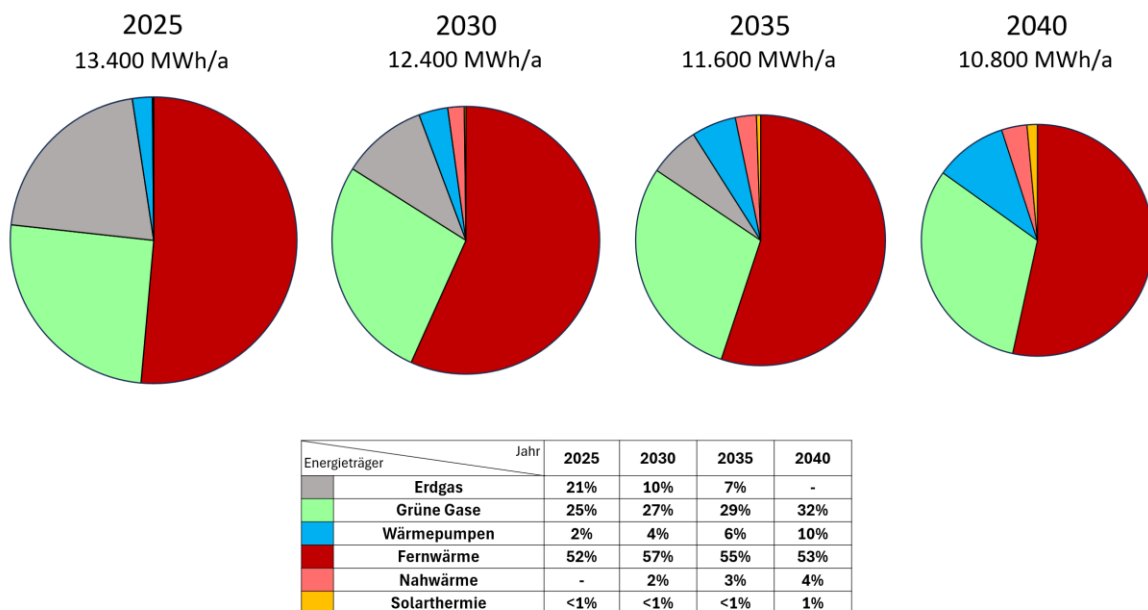


Abbildung 34: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Öffentliche Einrichtungen

Auch im Bereich der öffentlichen Einrichtungen stellt Erdgas derzeit einen großen Teil der Wärmeversorgungstechnologie dar. Dieser Anteil wird bis zum Jahr 2040 schrittweise auf null zurückgehen. In diesem Szenario wird Erdgas nicht durch Grüne Gase substituiert. Lediglich das Klärgas stellt den Anteil der Grünen Gase dar. Der absolute Klärgasverbrauch bleibt bis zum Zieljahr konstant. Aufgrund des sinkenden Raumwärmebedarfs steigt der relative Anteil des Klärgases am Energiemix.

Bereits heute hat Fernwärme einen Anteil von rund 52 % am Wärmeverbrauch kommunaler Liegenschaften. Da ein Großteil der kommunalen Liegenschaften bereits an das Fernwärmenetz angeschlossen sind, wird von einem geringen Ausbau ausgegangen. Zudem liegen einige Liegenschaften nicht im Fernwärmenetzgebiet. Daher steigt der Anteil der Fernwärme am Energiemix bis 2030. Aufgrund von Sanierung und dem konstanten Klärgasverbrauch sinkt der prozentuale Anteil der Fernwärme in den darauffolgenden Jahren leicht. Im Zuge der Realisierung des Inselnetzes Fronberg werden auch kommunale Liegenschaften an das Nahwärmenetz angebunden. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.4.3 beschrieben.

Für Solarthermie wird ein sehr geringer Zubau angenommen. Die restlichen Gebäude im kommunalen Bestand sollen künftig durch Wärmepumpensysteme beheizt werden, da das

gesamte Potenzial der Biomasse der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher zugeschrieben wird.

6.4.2. Energie- und Treibhausgasbilanz bis 2040

Für die Treibhausgasbilanz werden je Verbrauchergruppe die erzeugten Wärmemengen jedes Energieträgers mit den entsprechenden CO₂-Äquivalenten multipliziert und addiert. Dabei ist zu beachten, dass sich die Emissionen des Stroms sowie der Fern- und Nahwärme über den Betrachtungszeitraum verändern. Durch die Dekarbonisierung der Stromerzeugung sinken die vom Strommix verursachten Emissionen bis 2040 auf weniger als ein Zehntel des heutigen Wertes. Dies beeinflusst auch die Nahwärmeerzeugung durch den für die Wärmepumpen benötigten Strom. Synthetisches Methan und Wasserstoff, enthalten in der Kategorie Grüne Gase, haben, auch wenn sie mittels Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugt werden, höhere Treibhausgasemissionen als der Strommix, da ein entsprechender Energieeinsatz für die Gewinnung erforderlich ist und Umwandlungsverluste eintreten. Es ist zu beachten, dass jeder eingesetzte Energieträger aufgrund grauer Emissionen auch 2040 noch nicht vollständig treibhausgasneutral ist.

In Abbildung 35 ist die Entwicklung der Treibhausgasbilanz aus dem beschriebenen Szenario ambitioniert dargestellt. Dabei wird deutlich, dass zum heutigen Zeitpunkt die Bereiche Prozesswärme sowie Wohnen & Kleinverbraucher aufgrund der hohen erzeugten Wärmemengen die meisten Emissionen verursachen. Entsprechend bringen diese Verbrauchergruppen die größte absolute Reduktion an Emissionen mit sich.

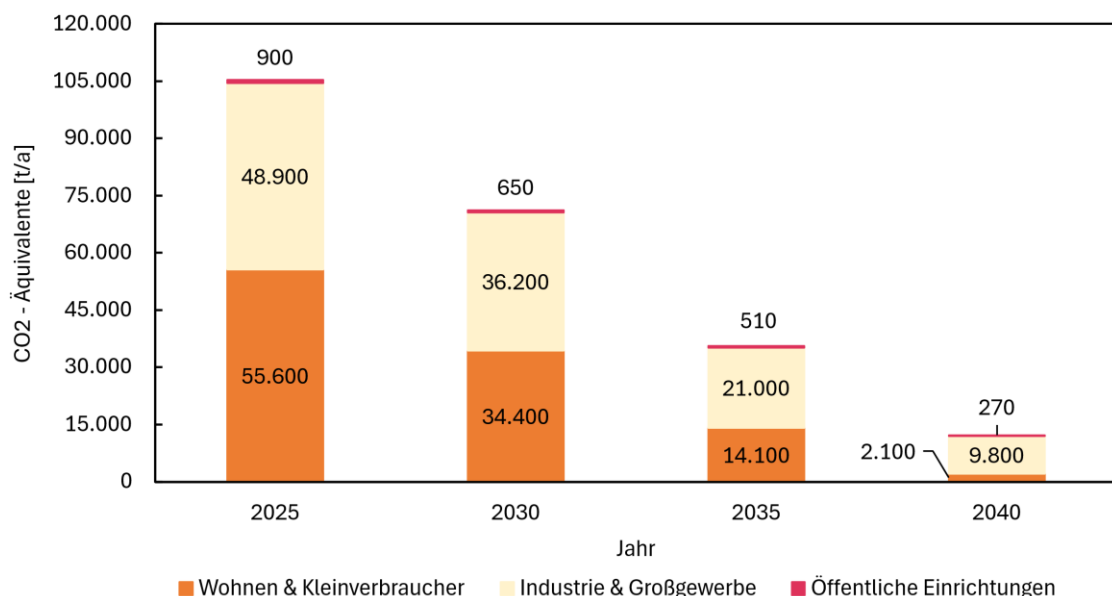


Abbildung 35: Szenario ambitioniert: Treibhausgasbilanz Sektor Wärme der Verbrauchergruppen

Abbildung 36 zeigt die Energieträgerverteilung für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen für das Jahr 2040 auf. Für dezentrale Gebiete werden Wärmepumpen in Zukunft die größte Rolle im Sektor Wärme darstellen. Dies stimmt mit dem Ziel der Sektorenkopplung überein. Aber auch in Wärmenetzen oder der Industrie sind Wärmepumpen eine Möglichkeit der Wärmebereitstellung. Da die Prozesswärme weiterhin den Großteil der benötigten Energie einnimmt, wird weiterhin eine hohe Menge an Prozessdampf sowie Grünen Gasen und Direktstrom benötigt. Die Fern- und Nahwärme wird umfangreich ausgebaut. Dies stimmt unter

anderem mit den Zielen der Bundesregierung überein. Die restliche Wärmemenge wird durch feste Biomasse und Solarthermie bereitgestellt.

Dieses Szenario stimmt mit dem Ziel der Wärmewende überein. Alle Energiequellen können regenerativ betrieben werden. Insgesamt fallen in diesem Szenario 2040 noch 12.170 t CO₂-Äquivalente an Emissionen an. Das sind 88 % weniger im Vergleich zur aktuellen Situation. Im Anhang sind die laut Wärmeplanungsgesetz anzugebenden Indikatoren der Wärmeversorgung für das Jahr 2040 angegeben.

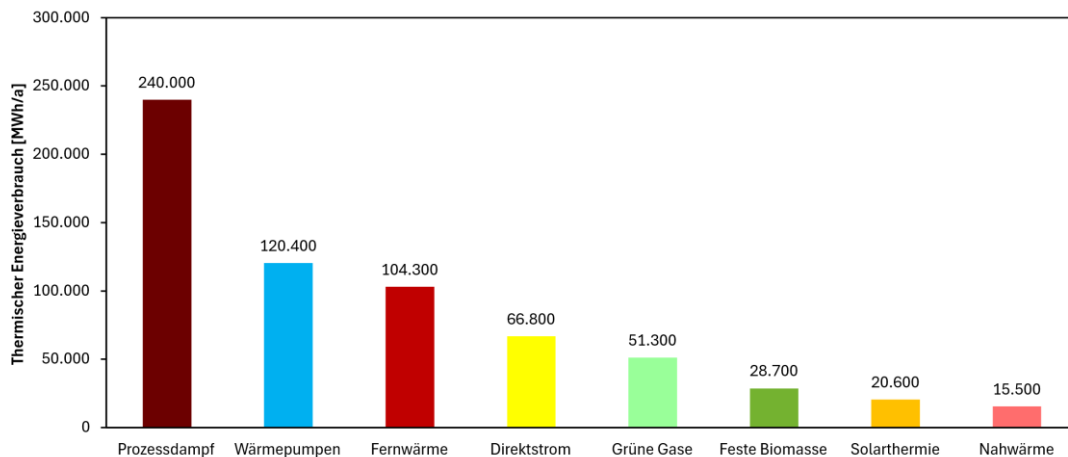


Abbildung 36: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Heiz- und Prozesswärme alle Verbrauchergruppen im Jahr 2040

6.4.3. Entwicklung Fern- und Nahwärme

Die Entwicklung der Fern- und Nahwärme im ambitionierten Szenario ist in Abbildung 37 und Abbildung 38 bis zum Zieljahr 2040 dargestellt. Hierbei werden die Pläne und Anmerkungen des Fernwärmenetzbetreibers und weiterer potenzieller Netzbetreiber, welche im Zuge der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet wurden, berücksichtigt. In diesem Kapitel geht es um die Szenarientwicklung mit dem Fokus auf Energiemengen. Weitere z.B. strategische Aspekte für die Fernwärme werden in Kapitel 6.11 diskutiert. Die Errichtung von Nahwärmenetzen (in Abgrenzung zur Fernwärme auch Inselnetze genannt) basiert überwiegend auf den Ergebnissen der Wärmeversorgungsgebietsbetrachtung (siehe Kapitel 0).

Fernwärme:

Für die Fernwärme werden folgende Maßnahmen angenommen. Anhand der exemplarischen benötigten Leistung (11 kW) sowie eines typischen Wärmeverbrauchs (20 MWh/a) eines Einfamilienhauses werden die potenziellen Leistungserweiterungen in eine Wärmemenge umgerechnet.

1. Weiterbetrieb Redundanz-Gaskessel: 6+2 MW (ca. 14.600 MWh/a)
2. Freiwerdende Kapazitäten durch Sanierung Abnehmer: 1,8 MW (ca. 3.300 MWh/a)
3. Integration Großwärmespeicher: 6 MW (10.900 MWh/a)
4. Erweiterung Auskoppelleistung Müllheizkraftwerk: 4 MW (ca. 7.300 MWh/a)

Die im Zuge des Triphönix-Projekts installierten Redundanz-Gaskessel bleiben auch nach Abschluss des Umbaus des Müllheizkraftwerks in Betrieb. Zu Beginn erfolgt ihre Nutzung weiterhin mit Erdgas, perspektivisch jedoch mit einer schrittweisen Umstellung auf Grüne Gase.

Obwohl die technische Leistungserweiterung selbst auf einen Schlag erfolgt, wird ein schrittweiser Ausbau der angeschlossenen Abnehmer angenommen.

Aufgrund von Sanierung und sinkenden Wärmebedarf in Folge steigender Außentemperaturen wurde im Zuge der Potenzialanalyse (siehe Bericht Potenzialanalyse) eine Einsparung von ca. 1,8 MW errechnet. Dieses freiwerdende Potenzial kann für den Anschluss weiterer Abnehmer genutzt werden. Es wird von einer kontinuierlichen Sanierung ausgegangen.

Auch die Integration eines Großspeichers wurde in der Potenzialanalyse untersucht. Hierbei wurde ein Potenzial von ca. 6 MW ausgewiesen. Der Wärmespeicher kann zur Reduzierung der Spitzenlast beitragen und somit zur Erweiterung des Fernwärmenetzes. Es wird von einer Integration des Großwärmespeichers zwischen den Jahren 2030-2035 ausgegangen.

Im Zuge des Energiegipfels (siehe Kapitel 6.15) wurde eine Erhöhung der Auskoppelleistung des Müllheizkraftwerkes in das Fernwärmenetz diskutiert. Solche Erweiterungen wurden in der Vergangenheit bereits durchgeführt. Die betreffenden Akteure (ZMS und SWFS) werden dies in vertieften Gesprächen in naher Zukunft abwägen. Im Zuge des ambitionierten Zielszenarios wird eine Erhöhung der Auskoppelleistung von 36 MW auf 40 MW angenommen. Dieser Wert ist nur für dieses Szenario exemplarisch gewählt worden. Welche Erhöhung seitens des Müllheizkraftwerkes realisierbar wäre, muss noch untersucht werden. Es wird von einer Erhöhung der Auskoppelleistung ab dem Jahr 2035 ausgegangen.

Unter Annahme dieser Maßnahmen erhöht sich die abgesetzte Energiemenge des Fernwärmenetzes von aktuell 68.200 MWh/a auf ca. 104.300 MWh/a bis zum Jahr 2040. Die Zunahme ist dabei, aufgrund der Vielzahl an Maßnahmen und einer Begrenzung an neuen Anschlüssen pro Jahr, kontinuierlich steigend. Prozessdampf stellt auch in Zukunft den Großteil der Energie für das Wärmenetz bereit. Lediglich die Redundanz-Gaskessel werden mit Erdgas bzw. Grünen Gasen betrieben.

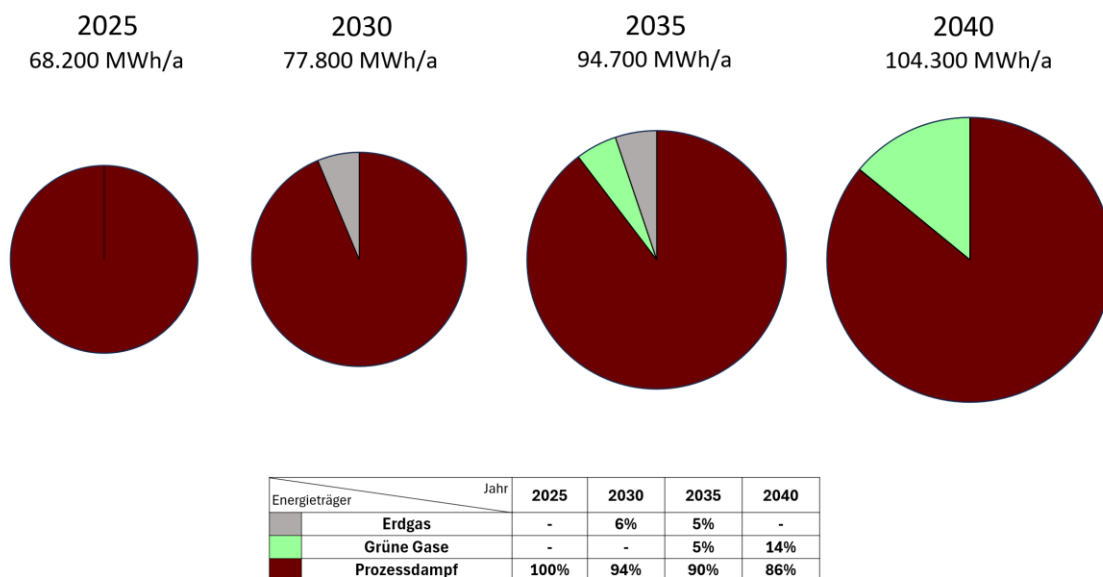


Abbildung 37: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Fernwärme

Nahwärme:

Für die Entwicklung der Nahwärme (separate Inselnetze) werden folgende Maßnahmen angenommen. Hierbei sind die Ergebnisse der Wärmeversorgungsgebiete sowie der Fokusgebiete von Bedeutung.

1. Gleichbleibender Bedarf aktuelle Nahwärmenetze
2. Realisierung Inselnetz Büchelkühn
3. Realisierung Inselnetz Fronberg
4. Realisierung Inselnetz Kreith

Nach Rücksprache mit den Wärmenetzbetreibern der aktuell in Betrieb befindlichen Nahwärmenetzen wird kein Aus- oder Rückbau dieser Netze angenommen. Es wurde mitgeteilt, dass für die Wärmenetze in Haselbach und Lindenlohe keine weiteren Kapazitäten vorhanden sind. Der Weiterbetrieb der Biogasanlage in der Bellstraße ist noch ungewiss. Diese speist aktuell die Kläranlage, jedoch mit sehr geringen Mengen. Daher hat die mögliche Stilllegung keinen großen Einfluss auf das Szenario.

Es wird angenommen, dass ein Inselnetz in Büchelkühn bis zum Jahr 2030 errichtet wird. Die Ergebnisse der Fokusgebietsbetrachtung des Ortsteils Büchelkühn (siehe Kapitel 3) werden mit einer Anschlussquote von 80 % versehen. Die Wärmequelle stellt hierbei fast ausschließlich das geklärte Abwasser dar. Zudem werden die Ergebnisse des Fokusgebietes Fronberg (siehe Kapitel 4) in Form der zweiten betrachteten Variante, aufgrund der möglichen Einbindung der PV-Freifläche, angenommen.

Für das mögliche Inselnetz Kreith wird für das gesamte Gebiet eine Anschlussquote von 60 % verwendet sowie die Sanierung mitbetrachtet. Der Energieträger ist hierbei Hackschnitzel.

Im ambitionierten Szenario wird angenommen, dass die drei Inselnetze zeitnah umgesetzt werden. In der Praxis kann dies jedoch herausfordernd sein, insbesondere wenn alle Netze von einem einzigen Betreiber realisiert und betrieben werden sollen. Ein Rückgang des Wärmebedarfs der Abnehmer aufgrund von Sanierung kann ggf. freie Kapazitäten für weitere Abnehmer schaffen.

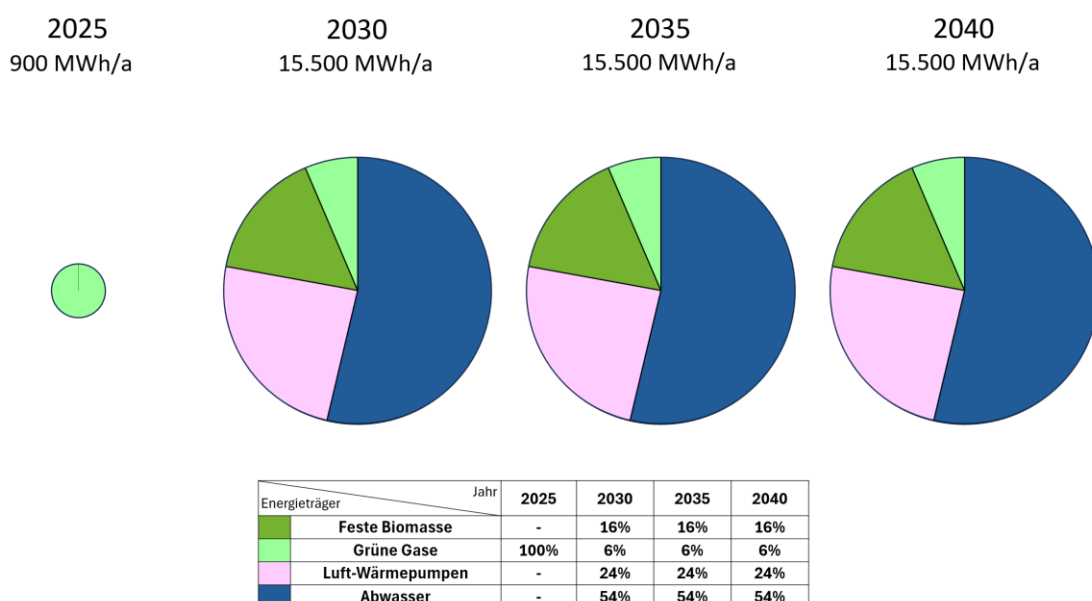


Abbildung 38: Szenario ambitioniert: Energieträgerverteilung Nahwärme

6.4.4. Gegenüberstellung Zielszenario und Potenzialanalyse

Um darzustellen, welche Energieträger im Jahr 2040 weiterhin nach Schwandorf importiert werden müssen, vergleicht Tabelle 14 den prognostizierten Verbrauch im Jahr 2040 mit dem jeweils verfügbaren lokalen Potenzial. Anders als in der vorhergehenden Potenzialanalyse wird hier das gesamte Potenzial herangezogen, nicht das noch ungenutzte ("übrige") Potenzial. Zusätzlich wird der Deckungsanteil berechnet – also das Verhältnis von Verbrauch zu lokalem Potenzial. Werte über 100 % weisen darauf hin, dass der Energiebedarf die lokal verfügbaren Potenziale übersteigt und somit Importe erforderlich sind. Da heute nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, welche Energieträger 2040 tatsächlich zum Einsatz kommen, dient diese Gegenüberstellung vor allem als Orientierungshilfe. Sie soll verdeutlichen, welche lokalen Potenziale in welcher Größenordnung zur Verfügung stehen und wo strukturelle Engpässe und Abhängigkeiten entstehen könnten.

Tabelle 14: Szenario ambitioniert: Gegenüberstellung Verbrauch 2040 und lokales Potenzial

Energieträger	Verbrauch 2040 [MWh/a]	Potenzial [MWh/a]	Anteil [%]
Grüne Gase (ohne Verstromung)	66.900	90.100	74
Grüne Gase Inkl. Power-to-X (H ₂)	66.900	285.100	23
Feste Biomasse	31.100	38.200	81
Umweltwärme	124.100	545.900	23
Solarthermie	20.600	211.700	10
Industrielle Abwärme und Abwasser	8.300	350.200	2
Strom (Prozesswärme)	66.800	705.500	9
Strom (Raumwärme)	44.000	705.500	6

Im ambitionierten Szenario wird darauf geachtet, sämtliche Potenziale einzuhalten. Die meisten Potenziale (außer Biomasse) werden lediglich zu maximal 25 % ausgeschöpft. Gründe dafür sind zum einen die breite Verfügbarkeit insbesondere von Umweltwärme, Abwärme und Strom, zum anderen die Präsenz des Müllheizkraftwerks, das unvermeidbare Abwärme in erheblichem Umfang bereitstellt. Das Potenzial Grüner Gase wird ohne die derzeitige Stromerzeugung aus Biogasanlagen bewertet. Einerseits ließe sich hier eine sinnvolle Kopplung mit der Wärmebereitstellung realisieren; andererseits ist der Weiterbetrieb vieler Anlagen bis 2040 nicht gesichert. Würde man die aktuelle Verstromung in die Betrachtung einbeziehen, würde das Potenzial an Grünen Gasen rechnerisch überstrapaziert.

Es sei betont, dass es sich hierbei um eine bilanzielle Betrachtung handelt. Aspekte wie zeitliche Verfügbarkeit und tatsächliche Nutzbarkeit der Energiequellen bleiben unberücksichtigt.

(außer im Falle der Fokusgebiete) und müssen vor allem bei der strombasierten Wärmeversorgung bei einer realen Auslegung betrachtet werden.

Um die Abhängigkeit von externen Energiequellen zu reduzieren und lokale Potenziale effizienter zu nutzen, bietet sich eine Zwischenspeicherung überschüssigen Stroms an. Dieser könnte zu Zeiten geringer Erzeugung wieder zur Verfügung gestellt oder alternativ in Grüne Gase umgewandelt werden, die insbesondere für den Einsatz in der Prozesswärme dienen. Mit Blick auf den hohen Biomasseeinsatz im Wärmenetz empfiehlt sich zudem eine strategische Entlastung durch strombasierte Wärmeherzeugung, insbesondere in den Sommermonaten und den Übergangszeiten. So könnte der Einsatz von Hackschnitzeln gezielt auf Spitzenlasten und kalte Wintertage konzentriert werden, um eine nachhaltigere und ressourcenschonendere Betriebsweise zu ermöglichen.



6.4.5. Szenario ambitioniert

Indikatoren nach WPG Anlage 2 III							
Nr.	Bezeichnung		2025	2030	2035	2040	2045
1	Jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in kWh/a, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträger	-	siehe Graphiken "thermischer Energieverbrauch" und "Energieträgerverteilung"				
2	Jährliche Emissionen von THG der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebietes in t-CO2-äq./a	-	siehe Graphik "CO2-Äquivalente"				
3	Jährlicher Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in kWh/a und Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent	Erdas [kWh/a]	273.018.000	176.513.794	73.060.904	0	-
		Erdas [%]	78,7%	62,5%	35,7%	0,0%	-
		Heizöl [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Heizöl [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Grüne Gase [kWh/a]	5.782.000	21.298.578	41.642.483	66.699.498	-
		Grüne Gase [%]	1,7%	7,3%	19,1%	39,3%	-
		Feste Biomasse [kWh/a]	0	2.440.000	2.440.000	2.440.000	-
		Feste Biomasse [%]	0,0%	0,8%	1,1%	1,4%	-
		Sole-Wärmepumpe [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Sole-Wärmepumpe [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Luft-Wärmepumpe [kWh/a]	0	3.760.000	3.760.000	3.760.000	-
		Luft-Wärmepumpe [%]	0,0%	1,3%	1,7%	2,2%	-
		Abwasser [kWh/a]	0	8.316.000	8.316.000	8.316.000	-
		Abwasser [%]	0,0%	2,9%	3,8%	4,9%	-
		Abwärme [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Abwärme [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Flusswasser [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Flusswasser [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Solarthermie [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Solarthermie [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Direktstrom [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Direktstrom [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Klärgas [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Klärgas [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Prozessdampf [kWh/a]	68.200.000	72.933.333	84.358.928	88.590.888	-
		Prozessdampf [%]	19,7%	25,1%	38,6%	52,2%	-
		...davon Gasleitung [kWh/a]	278.800.000	197.812.372	114.703.387	66.699.498	-
		...davon Gasleitung [%]	80,3%	68,2%	52,5%	39,3%	-
		...davon Fern- und Nahwärme [kWh/a]	68.200.000	87.449.333	98.874.928	103.106.888	-
		...davon Fern- und Nahwärme [%]	19,7%	30,1%	45,3%	60,7%	-
4	Anteil leitungsgebundener Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent	Gas, Fern- und Nahwärme	41,2%	37,1%	30,3%	26,1%	-
		Gas	33,1%	25,7%	16,3%	10,2%	-
		Fern- und Nahwärme	8,1%	11,4%	14,0%	15,8%	-
5	Anzahl Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	Anzahl Gebäude an Wärmenetz	1.138	1.983	2.828	3.673	-
		Prozentualer Anteil	12,3%	21,5%	30,6%	39,8%	-
6	Jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in kWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent	Erdsas [kWh/a]	273.018.000	176.513.794	73.060.904	0	-
		Erdsas [%]	97,9%	89,2%	63,7%	0,0%	-
		Grüne Gase [kWh/a]	5.782.000	21.298.578	41.642.483	66.699.498	-
		Grüne Gase [%]	2,1%	10,8%	36,3%	100,0%	-
7	Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	Anzahl Gebäude an Gasnetz	4.677	3.271	1.866	460	-
		Prozentualer Anteil	50,7%	35,4%	20,2%	5,0%	-

6.5. Szenario „moderat“

Für das zweite Szenario „moderat“ gelten folgende Rahmenbedingungen:

1. Moderater Ausbau des Fernwärmenetzes (Umsetzung einzelner Maßnahmen)
2. Neubau von einem Inselnetz (Fronberg)
3. Sanierungsquote im Wohngebäudebestand von 1 %
4. Ggf. Überschreitung einzelner lokaler Potenziale (insbesondere Biomasse)
5. Niedriger Elektrifizierungsgrad in der Prozesswärme

Dieses Szenario beschreibt einen Entwicklungspfad, welcher an die Trends der letzten Jahre der Energieversorgung angelehnt ist. Dennoch wird an dem Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 festgehalten. Der Wärmenetzausbau geht langsamer als im Szenario „ambitioniert“ voran. Eine Übersteigerung der lokalen Potenziale wird in diesem Szenario akzeptiert, was zu bestehenden Abhängigkeiten von Rohstoffimporten führen kann.

6.5.1. Wärmeverbrauch und Energieträgerverteilung bis 2040

Im Folgenden wird der Wärmeverbrauch aufgeteilt nach Energieträger und Verbrauchergruppen bis zum Zieljahr 2040 aufgezeigt.

Wohnen & Kleinverbraucher

In Abbildung 39 ist die Entwicklung der Wärmeerzeugung der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher zu sehen. Die sinkenden Energieverbräuche sind anhand der Größe der Kreise verdeutlicht. Es wird von einer Sanierungsrate von 1 % ausgegangen.

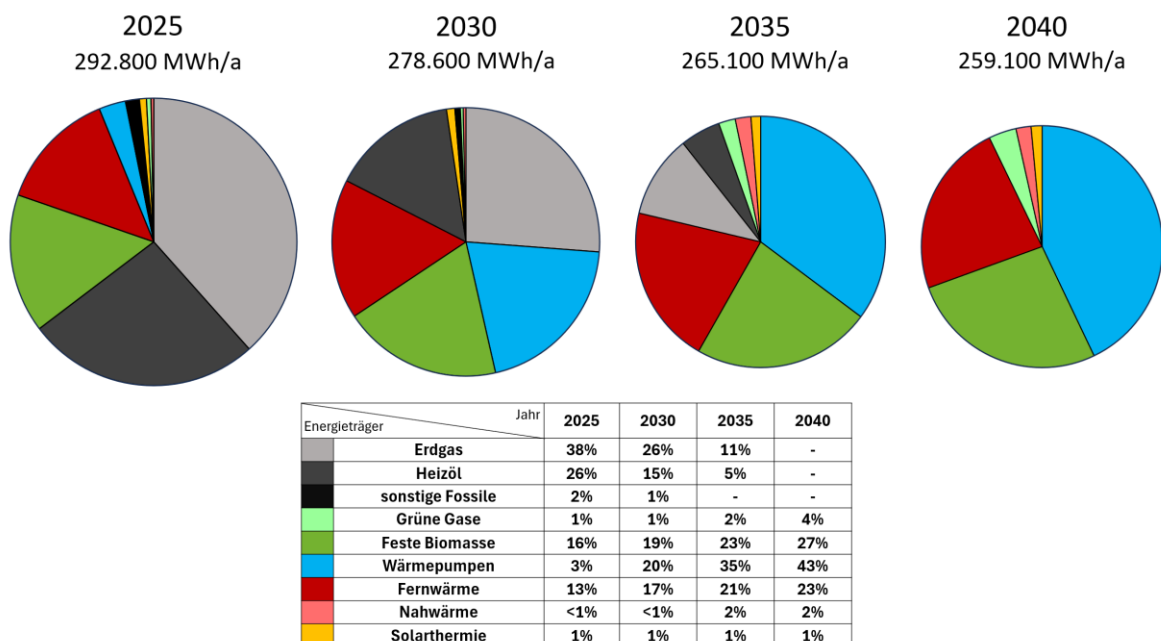


Abbildung 39: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Wohnen & Kleinverbraucher

Erdgas und Heizöl werden bis zum Jahr 2040 schrittweise aus dem Energiemix verdrängt. In den ersten Jahren ist lediglich ein leichter Rückgang zu erwarten, zurückzuführen auf altersbedingte Heizungsmodernisierungen. Sonstige fossile Energieträger, insbesondere Kohle,

verschwinden voraussichtlich bereits bis 2030 nahezu vollständig. Ab 2029 ist ein deutlicher Rückgang fossiler Energien zu erwarten. Dies ist auf die dann wirksam werdende 65 %-Regelung des Gebäudeenergiegesetzes, steigende CO₂-Preise sowie den fortschreitenden Ausbau von Fern- und Nahwärmenetzen zurückzuführen.

Der Anteil der Fernwärme vergrößert sich bis zum Zieljahr 2040 auf 23 %. Dies sind 10 % weniger als im ambitionierten Szenario. Grundlage hierfür ist ein reduzierter Ausbau sowie Netzverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes aufgrund geringerer Leistungserhöhung. Die Erschließung des Fokusgebietes mit einem Inselnetz lassen den Anteil an Nahwärme an der Wärmeversorgung der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher leicht steigen. Im moderaten Szenario wird von einer Realisierung eines Inselnetzes bis 2035 ausgegangen. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.5.3 beschrieben.

Aufgrund u.a. des geringeren Wärmenetzausbaus steigt der Anteil an fester Biomasse am Energiemix von 16 % auf 27 %. Es wird von einer relativen Steigerung von 50 % ausgegangen. Dies ist ein entscheidender Unterschied zum ambitionierten Szenario, in welchem der Anteil fester Biomasse aufgrund der Begrenzung auf das Verfügbare Potenzial sinkt. Da die Entwicklung synthetischer Gase derzeit nicht absehbar ist, erfolgt eine Abschätzung des Verbrauchs Grüner Gase auf Basis des mittleren Szenarios „mild“ der Analyse zum Biomethanbedarf gemäß Gebäudeenergiegesetz der Deutschen Energie-Agentur [19]. Daraus ergibt sich ein Anteil von rund 4 % im Jahr 2040. Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass der Großteil der Grünen Gase durch die Industrie verbraucht wird.

Der Zubau an Solarthermie wird anhand der deutschlandweiten Ausbauzahlen von 2016 bis 2022 auf die Stadt Schwandorf heruntergerechnet [20]. Der Ausbau ist weiterhin auf das ermittelte Potenzial begrenzt. Im Jahr 2040 liegt der Anteil der Solarthermie am Gesamtwärmebedarf konstant bei etwa 1 %.

Der verbleibende Wärmebedarf wird auch in diesem Szenario strombasiert gedeckt. Zum Einsatz kommen Wärmepumpen mit den Quellen Luft, Geothermie oder Wasser sowie Direktstromheizungen. Diese Technologien erreichen zusammen einen Anteil von etwa 43 % am Wärmeverbrauch von Wohnen & Kleingewerbe im Zieljahr 2040.

Industrie & Großgewerbe

Bei der Verbrauchergruppe Industrie & Großgewerbe muss zwischen Raumwärme und Warmwasser sowie Prozesswärme unterschieden werden. Dabei stellt Prozesswärme den Großteil des Wärmebedarfs dar.

In Abbildung 40 ist die Entwicklung der Raumwärme und des Warmwassers abgebildet.

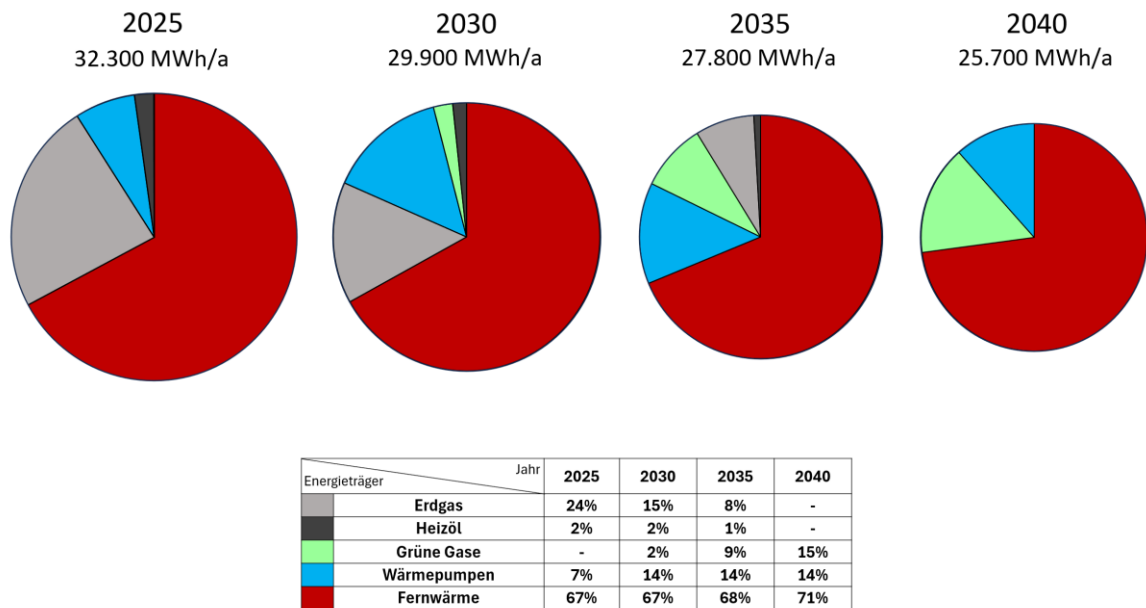


Abbildung 40: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Raumwärme und Warmwasser)

Der Anteil an fossilen Energieträgern (hier Erdgas und Heizöl) nimmt kontinuierlich ab. Im Zieljahr 2040 sind keine fossilen Energieträger mehr im Energiemix vorhanden. Der Anteil an Fernwärme nimmt leicht zu. In diesem Szenario wird ein Anteil an Grünen Gasen für Raumwärme und Warmwasser von bis zu 15 % angenommen. Die restlichen Gebäude der Industrie & Großgewerbes sollen künftig durch Wärmepumpensysteme beheizt werden. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.5.3 beschrieben.

Abbildung 41 zeigt die Entwicklung des Prozesswärmebedarfs der Industrie auf. Dieser hat einen weitaus größeren Anteil (94 %) am Energiebedarf der Industrie im Vergleich zur Raumwärme und Warmwasser.

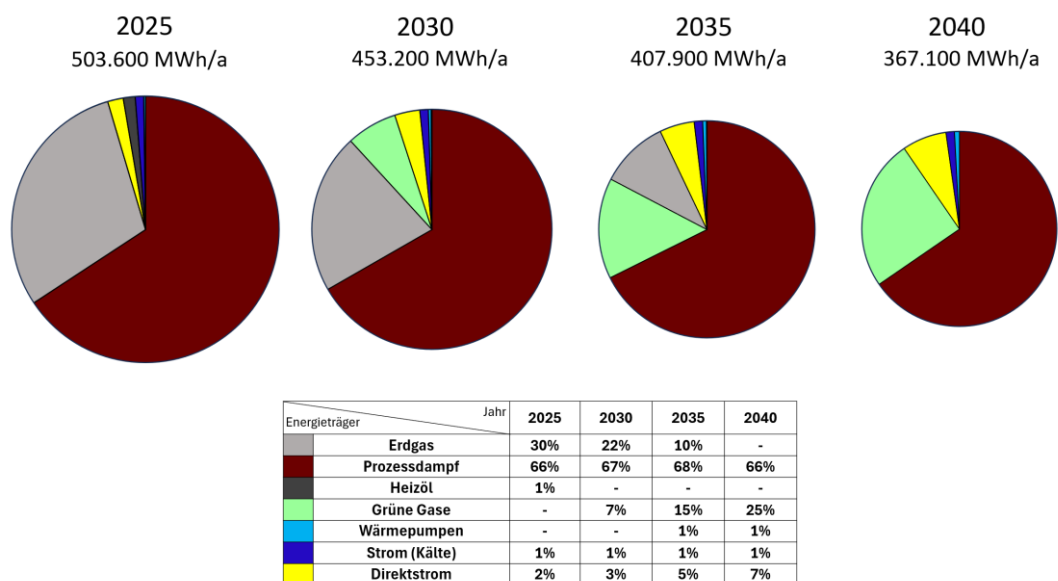


Abbildung 41: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Prozesswärme)

Prozessdampf aus dem Müllheizkraftwerk stellt weiterhin bis 2040 den überwiegenden Anteil am Energiemix der Prozesswärme dar. Der relative Anteil bleibt annähernd konstant und schwankt lediglich leicht. Der absolute Wert des Prozessdampfbedarfs sinkt aufgrund der Optimierung der Prozesse. Hierfür ändert sich im Vergleich zum ambitionierten Szenario nichts.

Erdgas deckt derzeit rund 30 % des Energiebedarfs und spielt damit noch eine zentrale Rolle. Für die Zukunft wird jedoch von einer schrittweisen Ablösung durch Grüne Gase sowie einer verstärkten Elektrifizierung der Prozesswärme ausgegangen. Das zukünftige Verhältnis zwischen Grünen Gasen und Direktstrom bis 2040 wird auf Basis der Rückmeldungen aus den Fragebögen abgeschätzt. Unter der Annahme, dass die entsprechenden Prozesse elektrifizierbar sind, werden 25 % des Prozesswärmebedarfs dem Energieträger Direktstrom zugeordnet – dies bildet ein zurückhaltendes Elektrifizierungsszenario ab. Rund 10 % dieser elektrifizierten Prozesse können voraussichtlich über Wärmepumpentechnologie abgedeckt werden. Deren Anteil bleibt bewusst niedrig, da viele industrielle Anwendungen weiterhin sehr hohe Temperaturen benötigen. Der verbleibende Bedarf wird durch Grüne Gase gedeckt. Deren Anteil ist in diesem Szenario mit 25 % anstatt 13 % deutlich größer als im ambitionierten Szenario.

Welche Prozesse künftig mit welchem Energieträger effizienter betrieben werden können, ist stark verfahrensabhängig und muss individuell bewertet werden. Die getroffenen Annahmen stellen daher bewusst grobe Schätzwerte dar.

Es wird ein konstanter industrieller Kältebedarf angenommen.

Öffentliche Einrichtungen

Die Entwicklung der Energieträgerverteilung der Öffentlichen Einrichtungen bis zum Zieljahr 2040 ist in Abbildung 42 dargestellt.

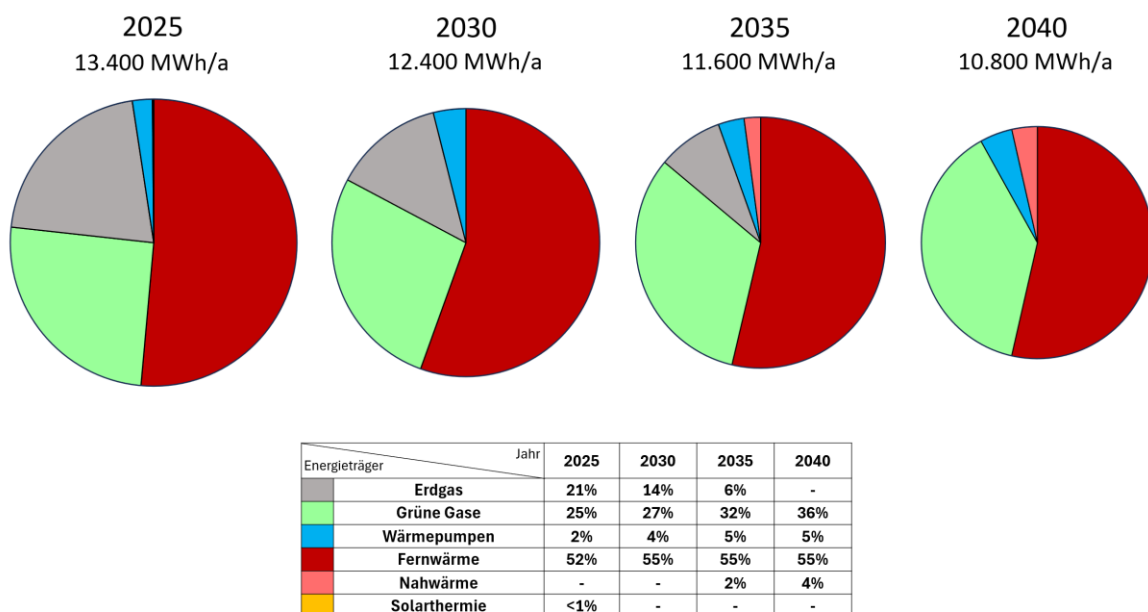


Abbildung 42: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Öffentliche Einrichtungen

Auch im Bereich der öffentlichen Einrichtungen stellt Erdgas derzeit einen großen Teil der Wärmeversorgungs-technologie dar. Dieser Anteil wird bis zum Jahr 2040 schrittweise auf null

zurückgehen. In diesem Szenario wird Erdgas teilweise durch Grüne Gase substituiert. Somit steigt der Anteil an Grünen Gasen im Jahr 2040 im Vergleich zum ambitionierten Szenario um 4 %. Der Klärgasverbrauch bleibt weiterhin konstant.

Bereits heute hat Fernwärme einen Anteil von rund 52 % am Wärmeverbrauch kommunaler Liegenschaften. Da ein Großteil der kommunalen Liegenschaften bereits an das Fernwärmenetz angeschlossen sind, wird von einem geringen Ausbau ausgegangen. Zudem liegen einige Liegenschaften nicht im Fernwärmenetzgebiet. Im Zuge der Realisierung des Inselnetzes Fronberg werden auch kommunale Liegenschaften an das Nahwärmenetz angebunden. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.5.3 beschrieben.

Solarthermie spielt in diesem Szenario keine Rolle. Die restlichen Gebäude im kommunalen Bestand sollen künftig durch Wärmepumpensysteme beheizt werden.

6.5.2. Energie- und Treibhausgasbilanz bis 2040

In Abbildung 43 ist die Entwicklung der Treibhausgasbilanz aus dem beschriebenen Szenario moderat, in analoger Weise zu den anderen Szenarien, dargestellt. Für weitere Anmerkungen siehe Kapitel 6.4.2. Dabei wird deutlich, dass zum heutigen Zeitpunkt die Bereiche Prozesswärme sowie Wohnen & Kleinverbraucher aufgrund der hohen erzeugten Wärmemengen die meisten Emissionen verursachen. Entsprechend bringen diese Verbrauchergruppen die größte absolute Reduktion an Emissionen mit sich.

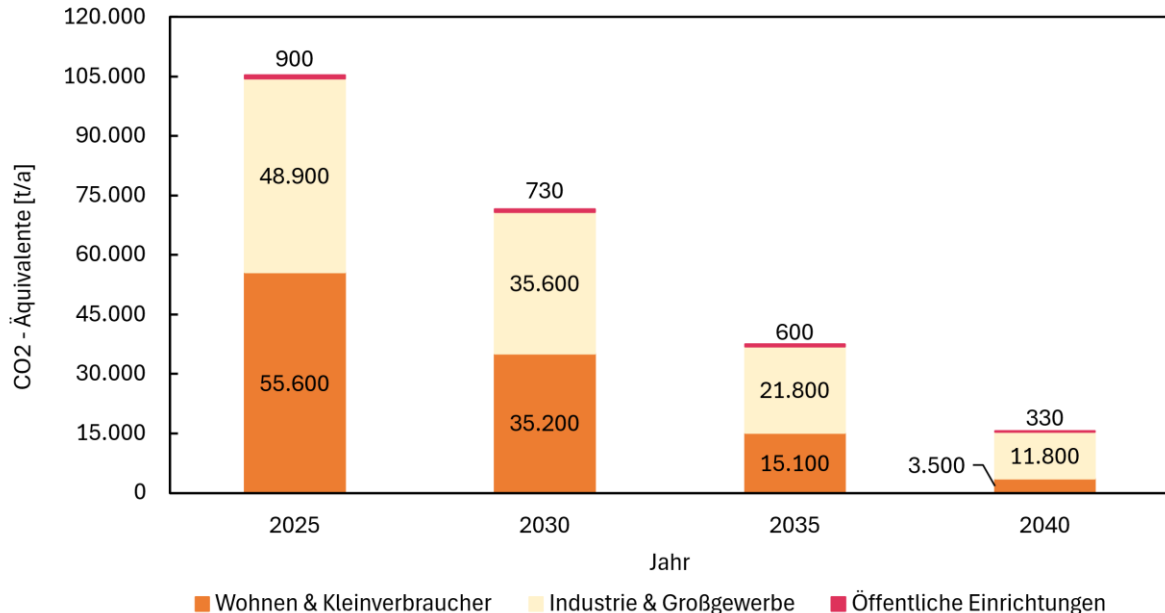


Abbildung 43: Szenario moderat: Treibhausgasbilanz Sektor Wärme der Verbrauchergruppen

Abbildung 44 zeigt die Energieträgerverteilung für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen für das Jahr 2040 auf. Für dezentrale Gebiete werden Wärmepumpen in Zukunft die größte Rolle im Sektor Wärme darstellen. Dies stimmt mit dem Ziel der Sektorenkopplung überein. Aber auch in Wärmenetzen oder der Industrie sind Wärmepumpen eine Möglichkeit der Wärmebereitstellung. Da die Prozesswärme weiterhin den Großteil der benötigten Energie einnimmt, wird weiterhin eine hohe Menge an Prozessdampf sowie Grünen Gasen und

Direktstrom benötigt. In diesem Szenario spielen dabei Grüne Gase eine entschiedenere Rolle. Der Anteil an Direktstrom ist im Vergleich zum ambitionierten Szenario kleiner. Die Fern- und Nahwärme wird in geringerem Maße ausgebaut. Der absolute Verbrauch an fester Biomasse ist um knapp 60 % höher als im ambitionierten Szenario, in welchem das Potenzial an fester Biomasse eingehalten wird. Solarthermie und Nahwärme haben im Jahr 2040 lediglich einen geringen Anteil am Gesamtwärmeverbrauch.

Dieses Szenario stimmt weiterhin mit dem Ziel der Wärmewende überein. Alle Energiequellen können regenerativ betrieben werden, sind aber gegebenenfalls nicht lokal als Potenzial vorhanden. Dies schafft Abhängigkeiten von Energieimporten. Insgesamt fallen in diesem Szenario 2040 noch 15.630 t CO₂-Äquivalente an Emissionen an. Das sind 85 % weniger im Vergleich zur aktuellen Situation. Im Anhang sind die laut Wärmeplanungsgesetz anzugebenden Indikatoren der Wärmeversorgung für das Jahr 2040 angegeben.

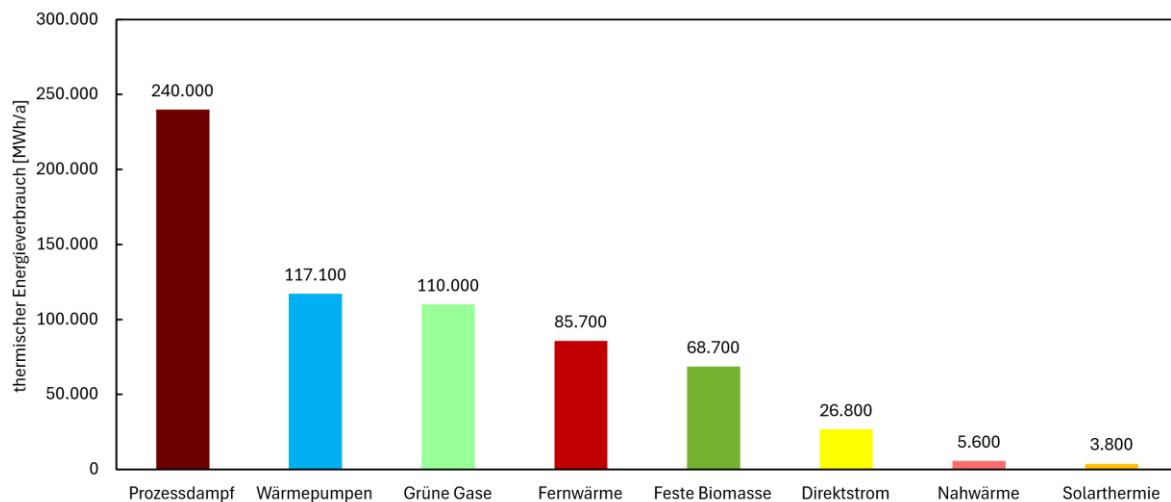


Abbildung 44: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Heiz- und Prozesswärme alle Verbrauchergruppen im Jahr 2040

6.5.3. Entwicklung Fern- und Nahwärme

Die Entwicklung der Fern- und Nahwärme im moderaten Szenario ist in Abbildung 45 und Abbildung 46 bis zum Zieljahr 2040 dargestellt. Hierbei werden die Pläne und Anmerkungen des Fernwärmenetzbetreibers und weiterer potenzieller Netzbetreiber, welche im Zuge der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet wurden, mitberücksichtigt. In diesem Kapitel geht es um die Szenarienentwicklung mit dem Fokus auf Energiemengen. Weitere z.B. strategische Aspekte für die Fernwärme werden in Kapitel 6.11 diskutiert. Die Errichtung von Nahwärmenetzen (in Abgrenzung zur Fernwärme auch Inselnetze genannt) basiert überwiegend auf den Ergebnissen der Wärmeversorgungsgebietsbetrachtung (siehe Kapitel 0). Für die detaillierte Beschreibung der einzelnen Maßnahmen siehe Kapitel 6.4.3.

Fernwärme:

Für die Fernwärme werden folgende Maßnahmen angenommen:

1. Weiterbetrieb Redundanz-Gaskessel: 6+2 MW (ca. 14.600 MWh/a)
2. Freiwerdende Kapazitäten durch Sanierung Abnehmer: 1,8 MW (ca. 3.300 MWh/a)

Im Vergleich zum ambitionierten Szenario wird in dieser Betrachtung die Integration eines Großwärmespeichers sowie eine Erhöhung der Auskoppelleistung des Müllheizkraftwerkes nicht realisiert. Daher steigt die abgesetzte Energiemenge des Fernwärmenetzes von aktuell 68.200 MWh/a auf lediglich ca. 85.700 MWh/a bis zum Jahr 2040.

Die Zunahme ist dabei, aufgrund der Begrenzung an neuen Anschlüssen pro Jahr, kontinuierlich steigend. Prozessdampf stellt auch in Zukunft den Großteil der Energie für das Wärmenetz bereit. Lediglich die Redundanz-Gaskessel werden mit Erdgas bzw. Grünen Gasen betrieben.

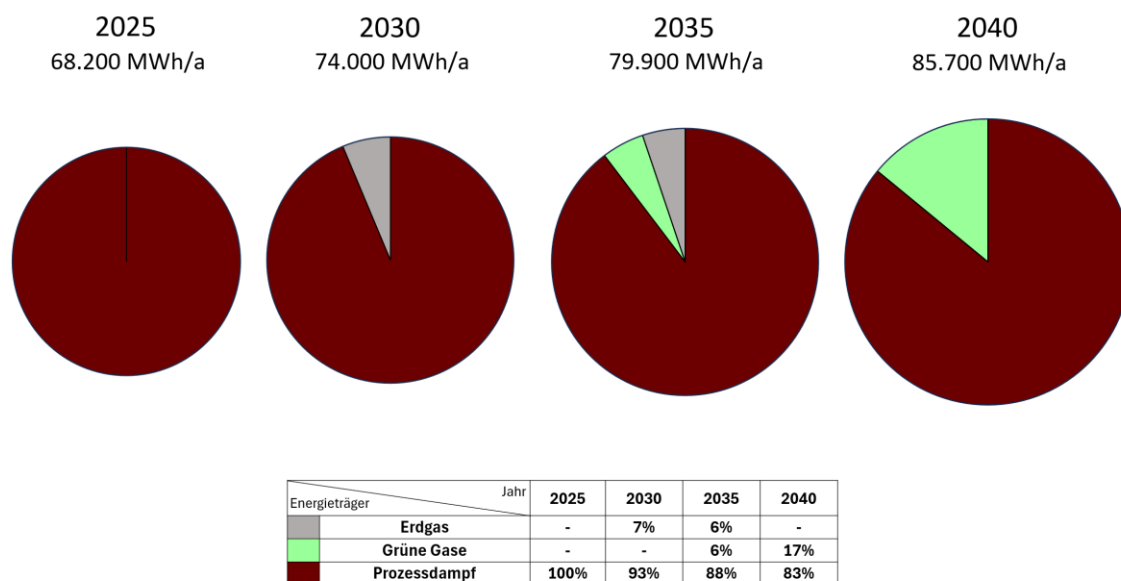


Abbildung 45: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Fernwärme

Nahwärme:

Für die Entwicklung der Nahwärme (separate Inselnetze) werden folgende Maßnahmen angenommen. Hierbei sind die Ergebnisse der Wärmeversorgungsgebiete sowie der Fokusgebiete von Bedeutung.

1. Gleichbleibender Bedarf aktuelle Nahwärmenetze
2. Realisierung Inselnetz Fronberg

In diesem Szenario wird von der Realisierung eines Inselnetzes bis zum Jahr 2035 ausgegangen. Es werden beispielhaft die Ergebnisse des Fokusgebietes Fronberg (siehe Kapitel 4) in Form der zweiten betrachteten Variante verwendet.

Im moderaten Szenario wird ein geringer Neubau an Nahwärmenetzen betrachtet. Die technische Machbarkeit sowie die Wirtschaftlichkeit eines Inselnetzes führen nicht automatisch zur

Realisierung. Falls z.B. sich kein Betreiber findet oder die Anschlussquote zu gering ist, wird das Wärmenetz unter Umständen nicht gebaut werden.

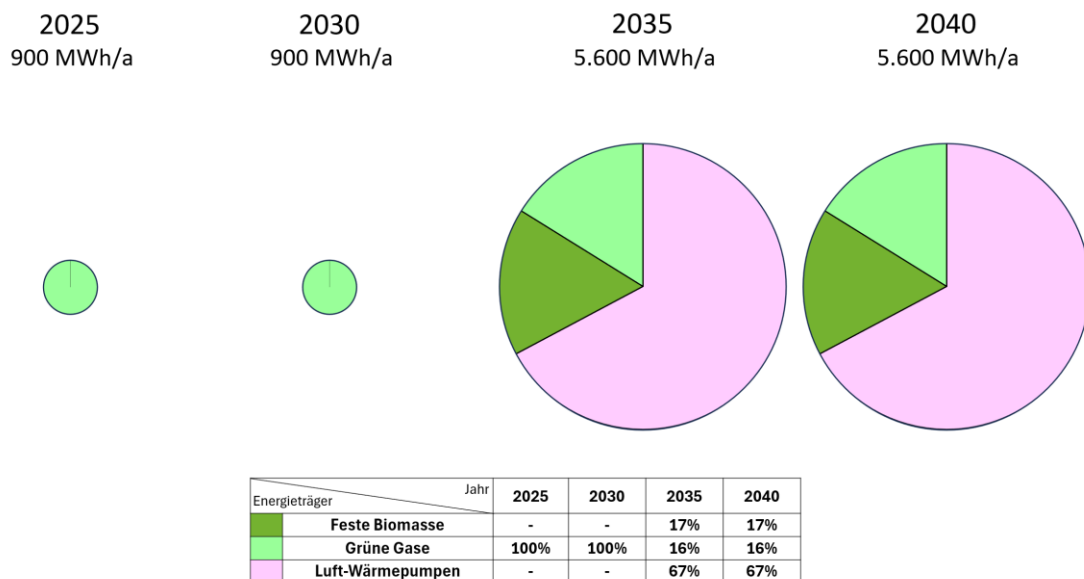


Abbildung 46: Szenario moderat: Energieträgerverteilung Nahwärme

6.5.4. Gegenüberstellung Zielszenario und Potenzialanalyse

Um darzustellen, welche Energieträger im Jahr 2040 weiterhin nach Schwandorf importiert werden müssen, vergleicht Tabelle 15 den prognostizierten Verbrauch im Jahr 2040 mit dem jeweils verfügbaren lokalen Potenzial für dieses Szenario. Weitere Anmerkungen zu dieser Betrachtung sind in Kapitel 6.4.4 zu finden.

Tabelle 15: Szenario moderat: Gegenüberstellung Verbrauch 2040 und lokales Potenzial

Energieträger	Verbrauch 2040 [MWh/a]	Potenzial [MWh/a]	Anteil [%]
Grüne Gase (ohne Verstromung)	125.500	90.100	139
Grüne Gase Inkl. Power-to-X (H ₂)	125.500	285.100	44
Feste Biomasse	69.600	38.200	182
Umweltwärme	120.900	545.900	22
Solarthermie	3.800	211.700	2
Industrielle Abwärme und Abwasser	0	350.200	0
Strom (Prozesswärme)	26.800	705.500	4
Strom (Raumwärme)	40.300	705.500	6

Die meisten Potenziale (außer Biomasse) werden weiterhin lediglich zu maximal 25 % ausgeschöpft. Gründe dafür sind zum einen die breite Verfügbarkeit insbesondere von Umweltwärme, Abwärme und Strom, zum anderen die Präsenz des Müllheizkraftwerks, das unvermeidbare Abwärme in erheblichem Umfang bereitstellt.

Die Potenziale an fester Biomasse sowie Grünen Gasen (ohne Betrachtung von Power-to-X Potenzialen) werden in diesem Szenario überschritten. Dies bedeutet, dass Energie nach

Schwandorf importiert werden muss. Energieimport macht ein Energiesystem von unbeeinflussbaren Faktoren abhängig und kann ein wirtschaftliches Risiko darstellen.

Das Potenzial Grüner Gase wird ohne die derzeitige Stromerzeugung aus Biogasanlagen bewertet. Einerseits ließe sich hier eine sinnvolle Kopplung mit der Wärmebereitstellung realisieren; andererseits ist der Weiterbetrieb vieler Anlagen bis 2040 nicht gesichert. Würde man die aktuelle Verstromung in die Betrachtung einbeziehen, würde das Potenzial an Grünen Gasen rechnerisch in größeren Maßen überstrapaziert.



6.5.5. Szenario moderat

Indikatoren nach WPG Anlage 2 III							
Nr.	Bezeichnung		2025	2030	2035	2040	2045
1	Jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in kWh/a, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträger	-	siehe Graphiken "thermischer Energieverbrauch" und "Energieträgerverteilung"				
2	Jährliche Emissionen von THG der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebietes in t-CO2-äq./a	-	siehe Graphik "CO2-Äquivalente"				
3	Jährlicher Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in kWh/a und Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent	Erdgas [kWh/a]	273.018.000	176.881.210	73.277.859	0	-
		Erdgas [%]	78,7%	63,2%	33,6%	0,0%	-
		Heizöl [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Heizöl [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Grüne Gase [kWh/a]	5.782.000	36.703.103	79.250.564	125.487.815	-
		Grüne Gase [%]	1,7%	12,8%	34,1%	62,3%	-
		Feste Biomasse [kWh/a]	0	0	940.000	940.000	-
		Feste Biomasse [%]	0,0%	0,0%	0,4%	0,5%	-
		Sole-Wärmepumpe [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Sole-Wärmepumpe [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Luft-Wärmepumpe [kWh/a]	0	0	3.760.000	3.760.000	-
		Luft-Wärmepumpe [%]	0,0%	0,0%	1,6%	1,9%	-
		Abwasser [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Abwasser [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Abwärme [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Abwärme [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Flusswasser [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Flusswasser [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Solarthermie [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Solarthermie [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Direktstrom [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Direktstrom [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Klärgas [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Klärgas [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Prozessdampf [kWh/a]	68.200.000	69.166.667	70.133.333	71.100.000	-
		Prozessdampf [%]	19,7%	24,0%	30,2%	35,3%	-
		...davon Gasleitung [kWh/a]	278.800.000	213.584.313	152.528.424	125.487.815	-
		...davon Gasleitung [%]	80,3%	74,3%	65,7%	62,3%	-
		...davon Fern- und Nahwärme [kWh/a]	68.200.000	69.166.667	74.833.333	75.800.000	-
		...davon Fern- und Nahwärme [%]	19,7%	24,0%	32,2%	37,7%	-
4	Anteil leitungsgebundener Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent	Gas, Fern- und Nahwärme	41,2%	36,5%	31,9%	30,4%	-
		Gas	33,1%	27,6%	21,4%	18,9%	-
		Fern- und Nahwärme	8,1%	8,9%	10,5%	11,4%	-
5	Anzahl Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	Anzahl Gebäude an Wärmenetz	1.138	1.508	1.878	2.248	-
		Prozentualer Anteil	12,3%	16,3%	20,3%	24,4%	-
6	Jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in kWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent	Erdgas [kWh/a]	273.018.000	176.881.210	73.277.859	0	-
		Erdgas [%]	97,9%	82,8%	48,0%	0,0%	-
		Grüne Gase [kWh/a]	5.782.000	36.703.103	79.250.564	125.487.815	-
		Grüne Gase [%]	2,1%	17,2%	52,0%	100,0%	-
7	Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	Anzahl Gebäude an Gasnetz	4.677	3.396	2.114	833	-
		Prozentualer Anteil	50,7%	36,8%	22,9%	9,0%	-

6.6. Szenario „Gas Hoch“

Im dritten und vierten Szenario liegt der Fokus auf dem Energieträger Gas. Es soll untersucht werden, wie eine Entwicklung der Energieträgerverteilung in der Stadt Schwandorf mit einem hohen bzw. niedrigen Anteil an Gas aussehen könnte. Daher sind diese zwei Entwicklungspfade gegenüberzustellen. Eine Vergleichbarkeit mit dem Szenario ambitioniert bzw. moderat ist nur bedingt möglich.

Für das dritte Szenario „Gas hoch“ gelten folgende Rahmenbedingungen:

1. Moderater Ausbau des Fernwärmenetzes (Umsetzung einzelner Maßnahmen)
2. Kein Neubau von Inselnetzen
3. Sanierungsquote im Wohngebäudebestand von 1 %
4. Ggf. Überschreitung einzelner lokaler Potenziale (insbesondere Biomasse)
5. Niedriger Elektrifizierungsgrad in der Prozesswärme
6. Hoher Anteil von Grünen Gasen an Raumwärme und Warmwasser
7. Hoher Anteil von Grünen Gasen an Prozesswärme

In diesem Szenario wird eine Fernwärmenetzerweiterung auf Basis der verfügbaren Leistungserhöhung durch die Redundanz-Gaskessel sowie durch Energieeinsparungen der Abnehmer angenommen. Keines der vorgeschlagenen Inselnetze wird auf dem Stadtgebiet realisiert. Es wird eine erwartbare Sanierungsquote von 1 % unterstellt. Die vollständige Einhaltung aller lokalen Potenziale wird nicht als gesetzt angenommen. Für die Prozesswärme wird mit einem niedrigen Elektrifizierungsgrad gerechnet. Grüne Gase haben einen hohen Anteil an der Raumwärme und dem Warmwasser vergleichbar mit dem Energieträger Erdgas an der aktuellen Wärmeversorgung.

Dieses Szenario beschreibt einen Entwicklungspfad, welcher stark auf den Energieträger Grüne Gase setzt. Dennoch wird an dem Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 festgehalten. Der Wärmenetzausbau geht moderat voran. Die Einhaltung der lokalen Potenziale ist in diesem Szenario nicht gegeben, was zu bestehenden Abhängigkeiten von Rohstoffimporten führen kann. Ein Großteil des aktuellen Erdgasverbrauchs wird durch Grüne Gase ersetzt werden.

6.6.1. Wärmeverbrauch und Energieträgerverteilung bis 2040

Im Folgenden wird der Wärmeverbrauch aufgeteilt nach Energieträger und Verbrauchergruppen bis zum Zieljahr 2040 aufgezeigt.

Wohnen & Kleinverbraucher

In Abbildung 47 ist die Entwicklung der Wärmeerzeugung der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher zu sehen. Die sinkenden Energieverbräuche sind anhand der Größe der Kreise verdeutlicht. Es wird von einer Sanierungsrate von 1 % ausgegangen.

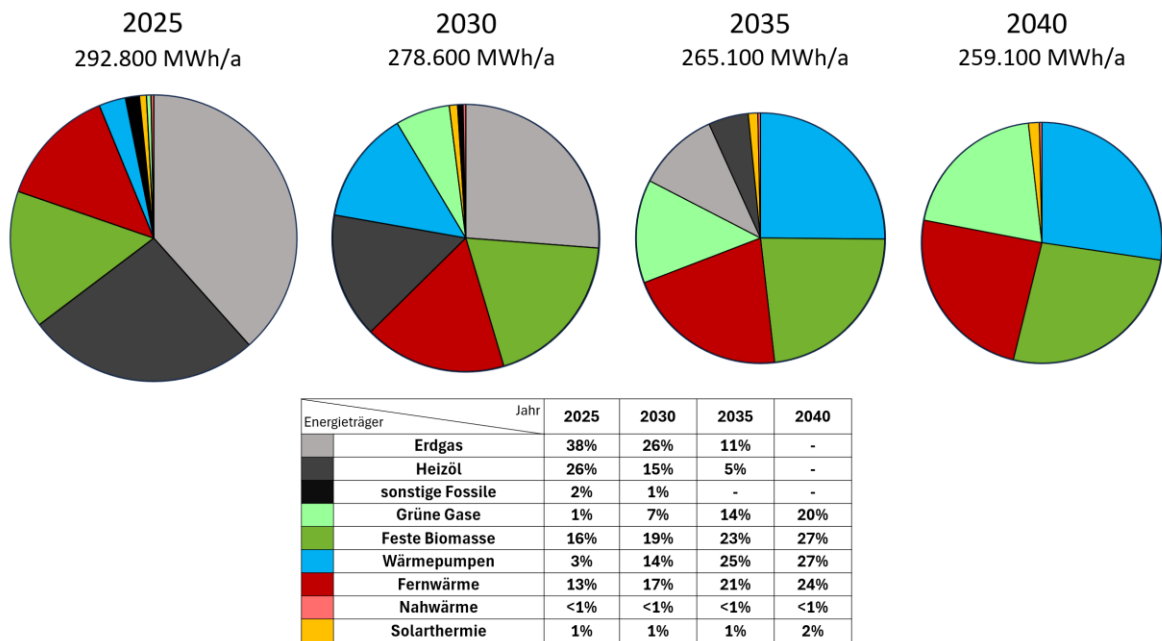


Abbildung 47: Szenario Gas Hoch: Energieträgerverteilung Wohnen & Kleinverbraucher

Erdgas und Heizöl werden bis zum Jahr 2040 schrittweise aus dem Energiemix verdrängt. In den ersten Jahren ist lediglich ein leichter Rückgang zu erwarten, zurückzuführen auf altersbedingte Heizungsmodernisierungen. Sonstige fossile Energieträger, insbesondere Kohle, verschwinden voraussichtlich bereits bis 2030 nahezu vollständig. Ab 2029 ist ein deutlicher Rückgang fossiler Energien zu erwarten. Dies ist auf die dann wirksam werdende 65 %-Regelung des Gebäudeenergiegesetzes, steigende CO₂-Preise sowie den fortschreitenden Ausbau von Fern- und Nahwärmenetzen zurückzuführen.

Der Anteil der Fernwärme vergrößert sich bis zum Zieljahr 2040 auf 24 %. Grundlage hierfür ist ein moderater Ausbau sowie Netzverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes. Die Nahwärme wird nicht weiter ausgebaut. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.6.3 beschrieben.

Aufgrund u.a. des geringeren Wärmenetzausbaus steigt der Anteil an fester Biomasse am Energiemix von 16 % auf 27 %. Es wird von einer relativen Steigerung von 50 % ausgegangen. Der Zubau an Solarthermie wird anhand der deutschlandweiten Ausbauzahlen von 2016 bis 2022 auf die Stadt Schwandorf heruntergerechnet [20]. Der Ausbau ist weiterhin auf das ermittelte Potenzial begrenzt. Im Jahr 2040 liegt der Anteil der Solarthermie am Gesamtwärmebedarf bei etwa 2 %.

Kennzeichnend für dieses Szenario ist der hohe Anteil Grüner Gase an der Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung im Jahr 2040. Für Haushalte mit bestehender Gasheizung stellt der Weiterbetrieb mit Biomethan oder synthetischem Methan beziehungsweise eine Umrüstung auf Wasserstoff eine vergleichsweise komfortable Lösung dar, da das bestehende Heizsystem weitgehend unverändert bleiben kann. Für die Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher wird der Bedarf an Grünen Gasen im Jahr 2040 in allen als Biomethan-Prüfgebiet ausgewiesenen Baublocken (siehe Kapitel 6.9) mit einer Anschlussquote von 60 % angesetzt.

Der verbleibende Wärmebedarf wird auch in diesem Szenario strombasiert gedeckt. Zum Einsatz kommen Wärmepumpen mit den Quellen Luft, Geothermie oder Wasser sowie Direktstromheizungen. Diese Technologien erreichen nun zusammen einen Anteil von lediglich etwa 27 % am Wärmeverbrauch von Wohnen & Kleingewerbe im Zieljahr 2040. Dies stellt den geringsten Anteil an Wärmepumpensystemen der betrachteten Szenarien dar.

Industrie & Großgewerbe

Bei der Verbraucherguppe Industrie & Großgewerbe muss zwischen Raumwärme und Warmwasser sowie Prozesswärme unterschieden werden. Dabei stellt Prozesswärme den Großteil des Wärmebedarfs dar.

In Abbildung 48 ist die Entwicklung der Raumwärme und des Warmwassers abgebildet.

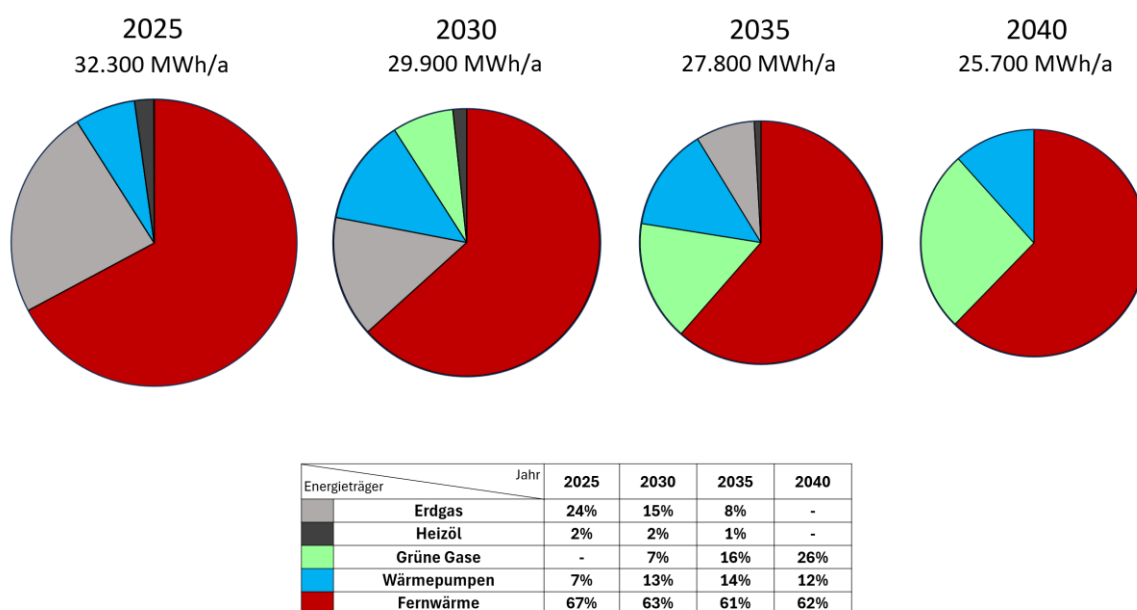


Abbildung 48: Szenario Gas Hoch: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Raumwärme und Warmwasser)

Der Anteil an fossilen Energieträgern (hier Erdgas und Heizöl) nimmt kontinuierlich ab. Im Zieljahr 2040 sind keine fossilen Energieträger mehr im Energiemix vorhanden. Der relative Anteil an Fernwärme nimmt leicht ab. Dies liegt an der Energieeinsparung durch Sanierung sowie leichten Abweichungen in dieser Betrachtung. In diesem Szenario wird ein höherer Anteil an Grünen Gasen für Raumwärme und Warmwasser von bis zu 26 % angenommen. Die restlichen Gebäude der Industrie & Großgewerbes sollen künftig durch Wärmepumpensysteme beheizt werden. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.6.3 beschrieben.

Abbildung 49 zeigt die Entwicklung des Prozesswärmebedarfs der Industrie auf. Dieser hat einen weitaus größeren Anteil (94 %) am Energiebedarf der Industrie im Vergleich zur Raumwärme und Warmwasser.

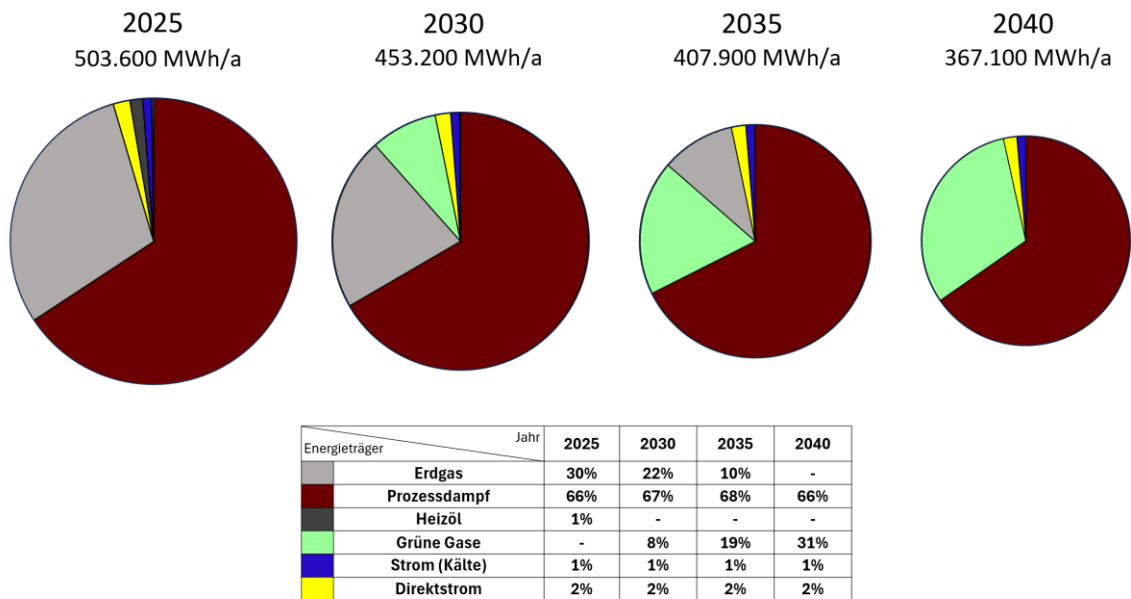


Abbildung 49: Szenario Gas Hoch: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Prozesswärme)

Prozessdampf aus dem Müllheizkraftwerk stellt weiterhin bis 2040 den überwiegenden Anteil am Energiemix der Prozesswärme dar. Der relative Anteil bleibt annähernd konstant und schwankt lediglich leicht. Der absolute Wert des Prozessdampfbedarfs sinkt aufgrund der Optimierung der Prozesse. Hierfür ändert sich im Vergleich zu den weiteren Szenarien nichts.

Erdgas deckt derzeit rund 30 % des Energiebedarfs und spielt damit noch eine zentrale Rolle. Für die Zukunft wird jedoch von einer schrittweisen Ablösung durch Grüne Gase sowie einer verstärkten Elektrifizierung der Prozesswärme ausgegangen. In diesem Szenario mit Fokus auf eine gasbasierte Wärmeversorgung wird von keiner weiteren Elektrifizierung der Prozesswärme ausgegangen. Somit wird der heutige Anteil an Erdgas vollständig durch Grüne Gase ersetzt.

Welche Prozesse künftig mit welchem Energieträger effizienter betrieben werden können, ist stark verfahrensabhängig und muss individuell bewertet werden. Die getroffenen Annahmen stellen daher bewusst grobe Schätzwerte dar.

Es wird ein konstanter industrieller Kältebedarf sowie Bedarf an Direktstrom angenommen. Wärmepumpentechnologien kommen nicht zum Einsatz.

Öffentliche Einrichtungen

Die Entwicklung der Energieträgerverteilung der Öffentlichen Einrichtungen bis zum Zieljahr 2040 ist in Abbildung 50 dargestellt.

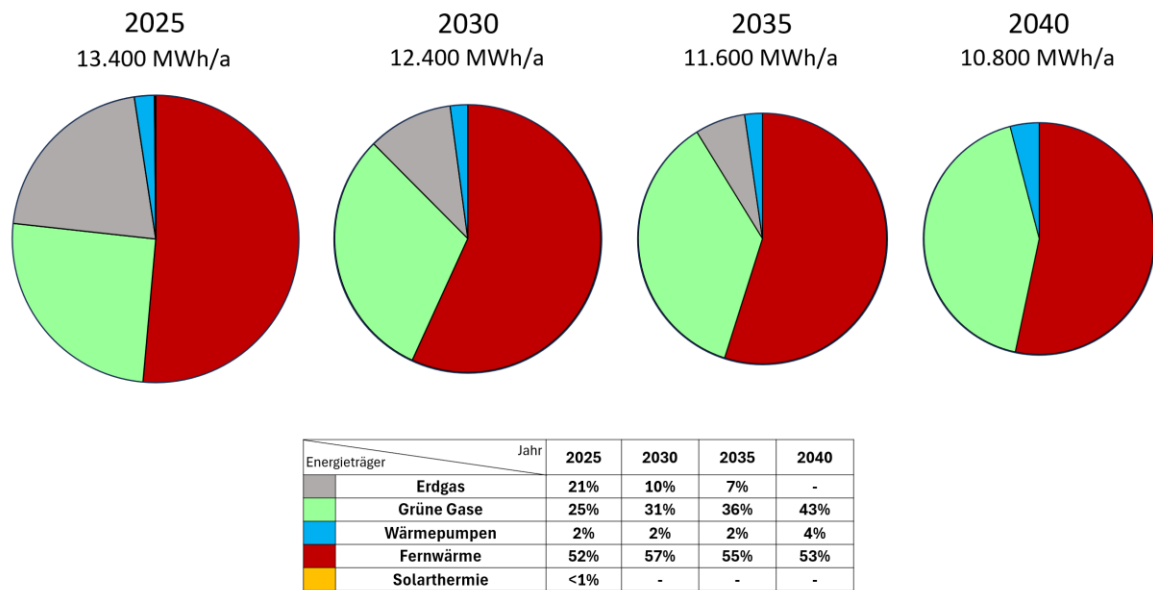


Abbildung 50: Szenario Gas Hoch: Energieträgerverteilung Öffentliche Einrichtungen

Auch im Bereich der öffentlichen Einrichtungen stellt Erdgas derzeit einen großen Teil der Wärmeversorgungstechnologie dar. Dieser Anteil wird bis zum Jahr 2040 schrittweise auf null zurückgehen. In diesem Szenario wird Erdgas vollständig durch Grüne Gase substituiert. Somit steigt der Anteil an Grünen Gasen im Jahr 2040 um 18 %. Der Klärgasverbrauch bleibt weiterhin konstant.

Bereits heute hat Fernwärme einen Anteil von rund 52 % am Wärmeverbrauch kommunaler Liegenschaften. Da ein Großteil der kommunalen Liegenschaften bereits an das Fernwärmenetz angeschlossen sind, wird von einem geringen Ausbau ausgegangen. Zudem liegen einige Liegenschaften nicht im Fernwärmenetzgebiet. Da keine weiteren Nahwärmenetze realisiert werden, wird weiterhin keine kommunale Liegenschaft damit versorgt. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.6.3 beschrieben.

Solarthermie spielt in diesem Szenario keine Rolle. Die restlichen Gebäude im kommunalen Bestand sollen künftig durch Wärmepumpensysteme beheizt werden.

6.6.2. Energie- und Treibhausgasbilanz bis 2040

In Abbildung 51 ist die Entwicklung der Treibhausgasbilanz aus dem beschriebenen Szenario moderat, in analoger Weise zu den anderen Szenarien, dargestellt. Für weitere Anmerkungen siehe Kapitel 6.4.2. Dabei wird deutlich, dass zum heutigen Zeitpunkt die Bereiche Prozesswärme sowie Wohnen & Kleinverbraucher aufgrund der hohen erzeugten Wärmemengen die meisten Emissionen verursachen. Entsprechend bringen diese Verbrauchergruppen die größte absolute Reduktion an Emissionen mit sich.

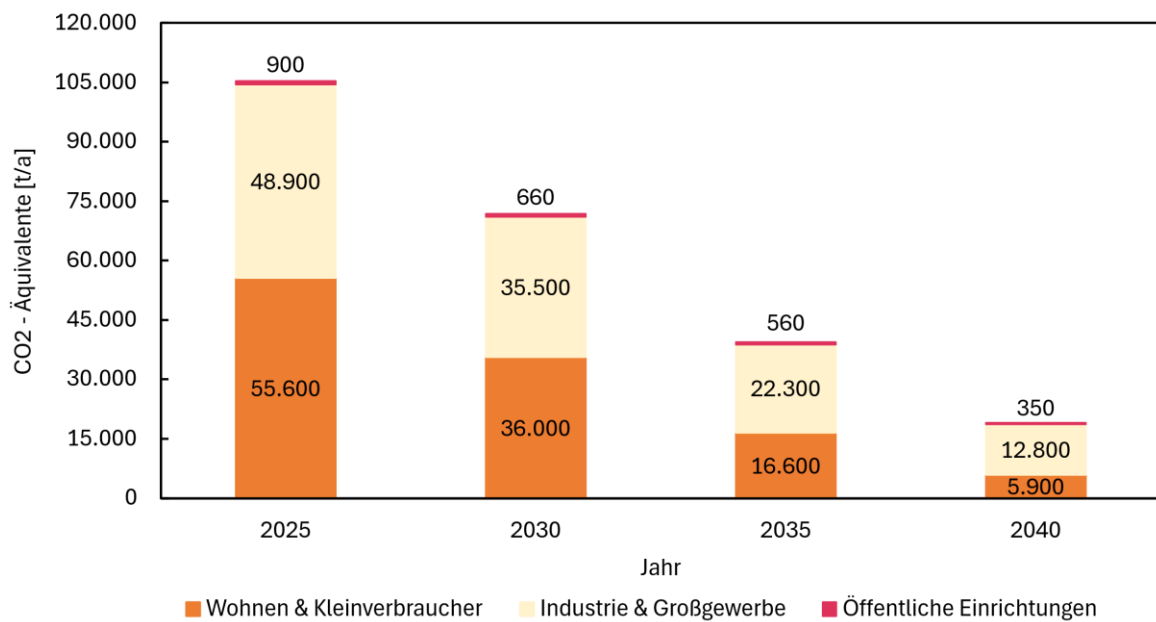


Abbildung 51: Szenario Gas Hoch: Treibhausgasbilanz Sektor Wärme der Verbrauchergruppen

Abbildung 52 zeigt die Energieträgerverteilung für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen für das Jahr 2040 auf. Für dezentrale Gebiete werden Wärmepumpen sowie feste Biomasse und Grüne Gase in diesem Szenario die größte Rolle im Sektor Wärme darstellen. Da die Prozesswärme weiterhin den Großteil der benötigten Energie einnimmt, wird weiterhin eine hohe Menge an Prozessdampf sowie Grünen Gasen benötigt. In diesem Szenario liegt der Fokus dabei auf den Grünen Gasen. Der Anteil an Direktstrom ist weiterhin sehr gering. Die Fernwärme wird in moderatem Maße ausgebaut. Die Nahwärme bleibt konstant. Solarthermie und Nahwärme haben im Jahr 2040 lediglich einen geringen Anteil am Gesamtwärmeverbrauch.

Dieses Szenario stimmt weiterhin mit dem Ziel der Wärmewende überein. Alle Energiequellen können regenerativ betrieben werden, sind aber gegebenenfalls nicht lokal als Potenzial vorhanden. Dies schafft Abhängigkeiten von Energieimporten. Insgesamt fallen in diesem Szenario 2040 noch 19.000 t CO₂-Äquivalente an Emissionen an. Das sind 82 % weniger im Vergleich zur aktuellen Situation. Im Anhang sind die laut Wärmeplanungsgesetz anzugebenden Indikatoren der Wärmeversorgung für das Jahr 2040 angegeben.

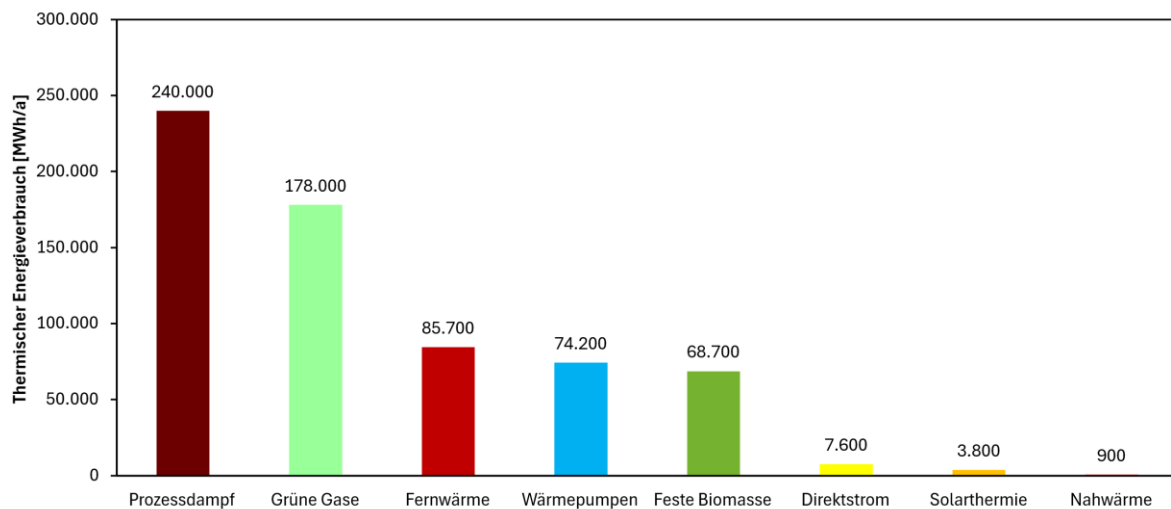


Abbildung 52: Szenario Gas Hoch: Energieträgerverteilung Heiz- und Prozesswärme alle Verbrauchergruppen im Jahr 2040

6.6.3. Entwicklung Fern- und Nahwärme

Fernwärme:

Für die Fernwärme werden die gleichen Maßnahmen wie im Szenario „moderat“ angenommen, da diese als sehr wahrscheinlich realisierbar eingestuft werden.

Nahwärme:

Im Bereich der Nahwärme wird keine Realisierung eines Inselnetzes angenommen. Lediglich die aktuell durch Nahwärme versorgten Gebiete werden bis zum Jahr 2040 weiterhin versorgt.

6.6.4. Gegenüberstellung Zielszenario und Potenzialanalyse

Um darzustellen, welche Energieträger im Jahr 2040 weiterhin nach Schwandorf importiert werden müssen, vergleicht Tabelle 16 den prognostizierten Verbrauch im Jahr 2040 mit dem jeweils verfügbaren lokalen Potenzial für dieses Szenario. Weitere Anmerkungen zu dieser Betrachtung sind in Kapitel 6.4.4 zu finden.

Tabelle 16: Szenario Gas Hoch: Gegenüberstellung Verbrauch 2040 und lokales Potenzial

Energieträger	Verbrauch 2040 [MWh/a]	Potenzial [MWh/a]	Anteil [%]
Grüne Gase (ohne Verstromung)	193.500	90.100	215
Grüne Gase Inkl. Power-to-X (H ₂)	193.500	285.100	68
Feste Biomasse	68.700	38.200	180
Umweltwärme	74.200	545.900	14
Solarthermie	3.800	211.700	2
Industrielle Abwärme und Abwasser	0	350.200	0
Strom (Prozesswärme)	7.600	705.500	1
Strom (Raumwärme)	24.700	705.500	4

Die meisten Potenziale (außer Biomasse) werden weiterhin lediglich zu maximal 15 % ausgeschöpft. Gründe dafür sind zum einen die breite Verfügbarkeit insbesondere von Umweltwärme, Abwärme und Strom, zum anderen die Präsenz des Müllheizkraftwerks, das unvermeidbare Abwärme in erheblichem Umfang bereitstellt.

Die Potenziale an fester Biomasse sowie Grünen Gasen (ohne Betrachtung von Power-to-X Potenzialen) werden in diesem Szenario überschritten. Dies bedeutet, dass Energie nach Schwandorf importiert werden muss. Energieimport macht ein Energiesystem von unbeeinflussbaren Faktoren abhängig und kann ein wirtschaftliches Risiko darstellen.

Das Potenzial Grüner Gase wird ohne die derzeitige Stromerzeugung aus Biogasanlagen bewertet. Einerseits ließe sich hier eine sinnvolle Kopplung mit der Wärmebereitstellung realisieren; andererseits ist der Weiterbetrieb vieler Anlagen bis 2040 nicht gesichert. Würde man die aktuelle Verstromung in die Betrachtung einbeziehen, würde das Potenzial an Grünen Gasen rechnerisch in größeren Maßen überstrapaziert.

Falls alle in der Wärmeplanung ausgewiesenen Potenziale zur Erzeugung von Strom realisiert werden und deren Überschusserzeugung in Form von Power-to-X gespeichert wird, könnte selbst in diesem Szenario mit Annahme eines hohen Gasverbrauchs im Jahr 2040 die benötigte gasbasierte Energie lokal bereitgestellt werden. Dies trifft bei alleiniger Nutzung von Biomethan nicht zu. Synthetisches Methan oder Wasserstoff müssten mittels Überschussstrom erzeugt werden.



6.6.5. Szenario Gas Hoch

Indikatoren nach WPG Anlage 2 III							
Nr.	Bezeichnung		2025	2030	2035	2040	2045
1	Jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in kWh/a, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträger	-	siehe Graphiken "thermischer Energieverbrauch" und "Energieträgerverteilung"				
2	Jährliche Emissionen von THG der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebietes in t-CO2-äq./a	-	siehe Graphik "CO2-Äquivalente"				
3	Jährlicher Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in kWh/a und Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent	Erdsas [kWh/a]	273.018.000	177.213.794	73.410.904	0	-
		Erdsas [%]	78,7%	57,9%	28,6%	0,0%	-
		Heizöl [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Heizöl [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Grüne Gase [kWh/a]	5.782.000	63.493.905	126.031.202	193.298.010	-
		Grüne Gase [%]	1,7%	20,2%	46,0%	73,4%	-
		Feste Biomasse [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Feste Biomasse [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Sole-Wärmepumpe [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Sole-Wärmepumpe [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Luft-Wärmepumpe [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Luft-Wärmepumpe [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Abwasser [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Abwasser [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Abwärme [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Abwärme [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Flusswasser [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Flusswasser [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Solarthermie [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Solarthermie [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Direktstrom [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Direktstrom [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Klärgas [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Klärgas [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Prozessdampf [kWh/a]	68.200.000	69.166.667	69.538.524	70.030.068	-
		Prozessdampf [%]	19,7%	22,0%	25,4%	26,6%	-
		...davon Gasleitung [kWh/a]	278.800.000	240.707.699	199.442.106	193.298.010	-
		...davon Gasleitung [%]	80,3%	76,5%	72,8%	73,4%	-
		...davon Fern- und Nahwärme [kWh/a]	68.200.000	69.166.667	69.538.524	70.030.068	-
		...davon Fern- und Nahwärme [%]	19,7%	22,0%	25,4%	26,6%	-
4	Anteil leitungsgebundener Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent	Gas, Fern- und Nahwärme	41,2%	40,0%	37,8%	39,7%	-
		Gas	33,1%	31,1%	28,0%	29,2%	-
		Fern- und Nahwärme	8,1%	8,9%	9,8%	10,6%	-
5	Anzahl Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	Anzahl Gebäude an Wärmenetz	1.138	1.430	1.721	2.013	-
		Prozentualer Anteil	12,3%	15,5%	18,6%	21,8%	-
6	Jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in kWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent	Erdsas [kWh/a]	273.018.000	177.213.794	73.410.904	0	-
		Erdgas [%]	97,9%	73,6%	36,8%	0,0%	-
		Grüne Gase [kWh/a]	5.782.000	63.493.905	126.031.202	193.298.010	-
		Grüne Gase [%]	2,1%	26,4%	63,2%	100,0%	-
7	Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	Anzahl Gebäude an Gasnetz	4.677	3.915	3.153	2.391	-
		Prozentualer Anteil	50,7%	42,4%	34,2%	25,9%	-

6.7. Szenario „Gas Niedrig“

Für das vierte Szenario „Gas Niedrig“ gelten folgende Rahmenbedingungen:

1. Deutlicher Ausbau des Fernwärmenetz (Umsetzung mehrerer Maßnahmen)
2. Schrittweiser Neubau von drei Inselnetze (Fronberg, Büchelkühn und Kreith)
3. Sanierungsquote im Wohngebäudebestand von 1 %
4. Ggf. Überschreitung einzelner lokaler Potenziale (insbesondere Biomasse)
5. Hoher Elektrifizierungsgrad in der Prozesswärme
6. Kein Anteil von Grünen Gasen an Raumwärme und Warmwasser
7. Geringer Anteil von Grünen Gasen an Prozesswärme

In diesem Szenario wird eine Fernwärmenetzerweiterung auf Basis der verfügbaren Leistungserhöhung durch die Energieeinsparungen der Abnehmer, Integration eines Großwärmespeichers sowie die Erhöhung der Auskoppelleistung angenommen. Die Redundanz-Gaskessel werden hier aufgrund deren Energieträger nicht weiter betrachtet. Alle drei identifizierten Inselnetze werden schrittweise realisiert. Es wird eine erwartbare Sanierungsquote von 1 % unterstellt. Die vollständige Einhaltung aller lokalen Potenziale wird nicht als gesetzt angenommen. Für die Prozesswärme wird mit einem hohen Elektrifizierungsgrad gerechnet. Grüne Gase haben lediglich bei der energieintensiven Industrie einen geringen Anteil.

Dieses Szenario beschreibt einen Entwicklungspfad, welcher nahezu komplett auf den Energieträger Grüne Gase verzichtet. Es wird an dem Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 festgehalten. Der Wärmenetzausbau geht deutlich voran. Die Einhaltung der lokalen Potenziale ist in diesem Szenario nicht gegeben, was zu bestehenden Abhängigkeiten von Rohstoffimporten führen kann.

6.7.1. Wärmeverbrauch und Energieträgerverteilung bis 2040

Im Folgenden wird der Wärmeverbrauch aufgeteilt nach Energieträger und Verbrauchergruppen bis zum Zieljahr 2040 aufgezeigt.

Wohnen & Kleinverbraucher

In Abbildung 53 ist die Entwicklung der Wärmeerzeugung der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher zu sehen. Die sinkenden Energieverbräuche sind anhand der Größe der Kreise verdeutlicht. Es wird von einer Sanierungsrate von 1 % ausgegangen.

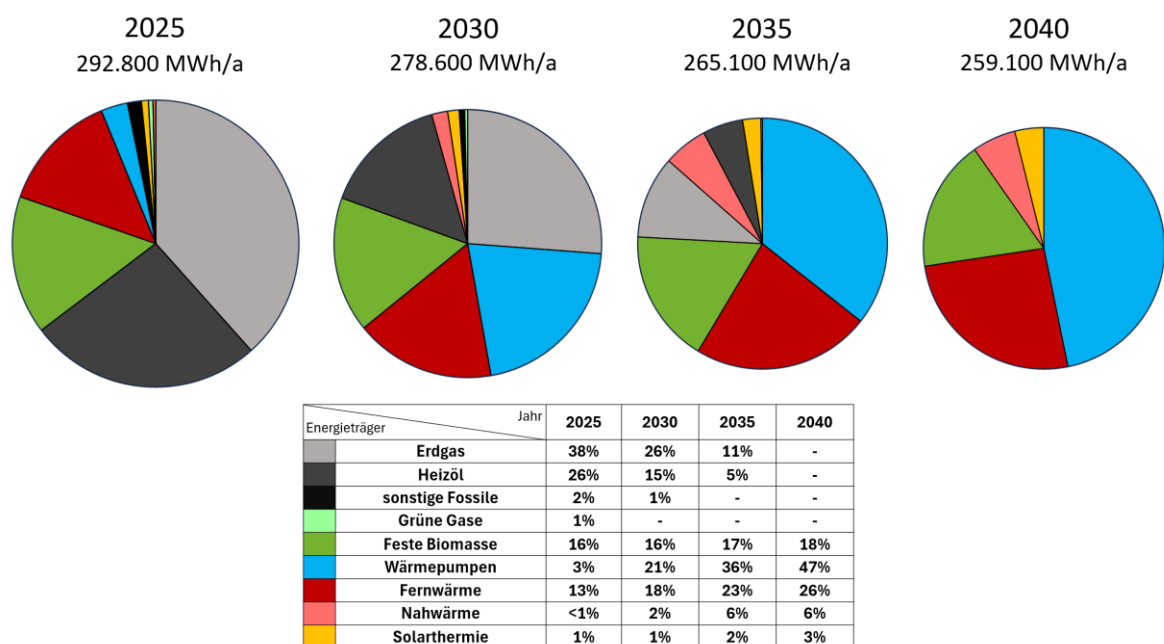


Abbildung 53: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Wohnen & Kleinverbraucher

Erdgas und Heizöl werden bis zum Jahr 2040 schrittweise aus dem Energiemix verdrängt. In den ersten Jahren ist lediglich ein leichter Rückgang zu erwarten, zurückzuführen auf altersbedingte Heizungsmodernisierungen. Sonstige fossile Energieträger, insbesondere Kohle, verschwinden voraussichtlich bereits bis 2030 nahezu vollständig. Ab 2029 ist ein deutlicher Rückgang fossiler Energien zu erwarten. Dies ist auf die dann wirksam werdende 65 %-Regelung des Gebäudeenergiegesetzes, steigende CO₂-Preise sowie den fortschreitenden Ausbau von Fern- und Nahwärmenetzen zurückzuführen.

Der Anteil der Fernwärme vergrößert sich bis zum Zieljahr 2040 auf 26 %. Grundlage hierfür ist ein moderater Ausbau sowie Netzverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes. Die Nahwärme wird schrittweise ausgebaut. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.7.3 beschrieben.

Es wird ein konstanter absoluter Verbrauch an fester Biomasse angenommen, da das lokale Potenzial bereits überschritten ist, eine Abnahme des Verbrauchs dennoch als eher unwahrscheinlicher eingestuft wird.

Der Zubau an Solarthermie wird anhand der deutschlandweiten Ausbauraten von 2016 bis 2022 auf die Stadt Schwandorf heruntergerechnet [20]. Der Ausbau ist weiterhin auf das ermittelte Potenzial begrenzt. Zudem wird eine leichte Steigerung der Ausbaupotenziale aufgrund von einsetzenden CO₂-Preisen sowie der greifenden GEG-Regelung angenommen. Im Jahr 2040 liegt der Anteil der Solarthermie am Gesamtwärmebedarf bei etwa 2 %.

Kennzeichnend für dieses Szenario ist der nicht vorhandene Anteil Grüner Gase an der Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung im Jahr 2040. Aufgrund des aktuellen geringen deutschlandweiten Biomethananteils im Gasnetz (siehe Potenzialanalyse) sowie der Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Verfügbarkeit ist dieses Szenario zu betrachten.

Der verbleibende Wärmebedarf wird auch in diesem Szenario strombasiert gedeckt. Zum Einsatz kommen Wärmepumpen mit den Quellen Luft, Geothermie oder Wasser sowie

Direktstromheizungen. Diese Technologien erreichen nun zusammen einen Anteil von etwa 47 % am Wärmeverbrauch von Wohnen & Kleingewerbe im Zieljahr 2040. Dies stellt den höchsten Anteil an Wärmepumpensystemen der betrachteten Szenarien dar.

Industrie & Großgewerbe

Bei der Verbrauchergruppe Industrie & Großgewerbe muss zwischen Raumwärme und Warmwasser sowie Prozesswärme unterschieden werden. Dabei stellt Prozesswärme den Großteil des Wärmebedarfs dar.

In Abbildung 54 ist die Entwicklung der Raumwärme und des Warmwassers abgebildet.

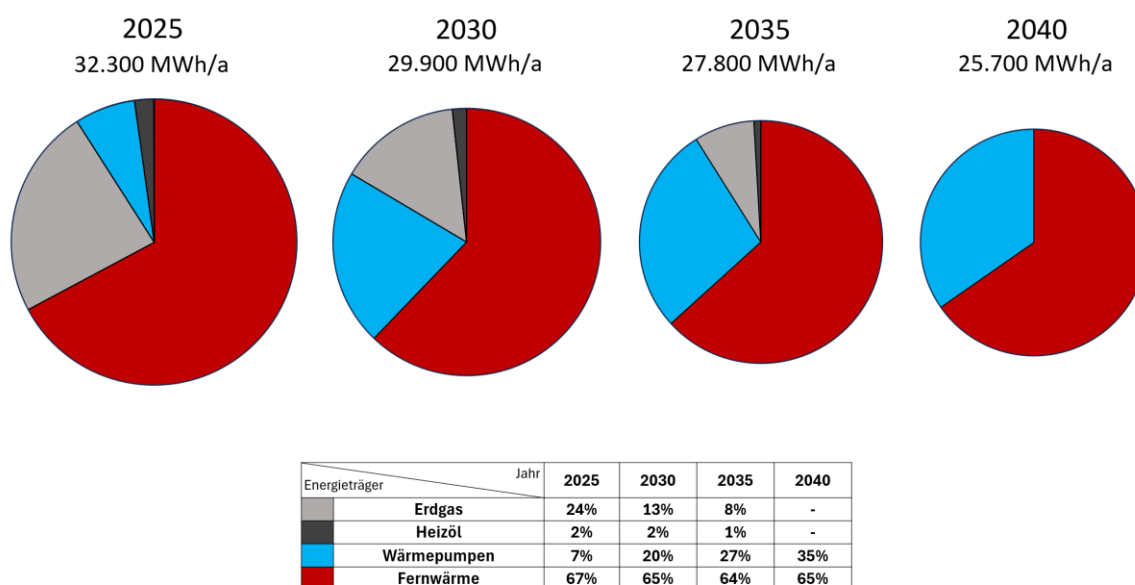


Abbildung 54: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Raumwärme und Warmwasser)

Der Anteil an fossilen Energieträgern (hier Erdgas und Heizöl) nimmt kontinuierlich ab. Im Zieljahr 2040 sind keine fossilen Energieträger mehr im Energiemix vorhanden. Der relative Anteil an Fernwärme nimmt leicht ab. Dies liegt an der Energieeinsparung durch Sanierung sowie leichten Abweichungen in dieser Betrachtung. In diesem Szenario wird kein Anteil an Grünen Gasen für Raumwärme und Warmwasser angenommen. Die restlichen Gebäude der Industrie & Großgewerbes sollen künftig durch Wärmepumpensysteme beheizt werden. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.7.3 beschrieben.

Abbildung 55 zeigt die Entwicklung des Prozesswärmebedarfs der Industrie auf. Dieser hat einen weitaus größeren Anteil (94 %) am Energiebedarf der Industrie im Vergleich zur Raumwärme und Warmwasser.

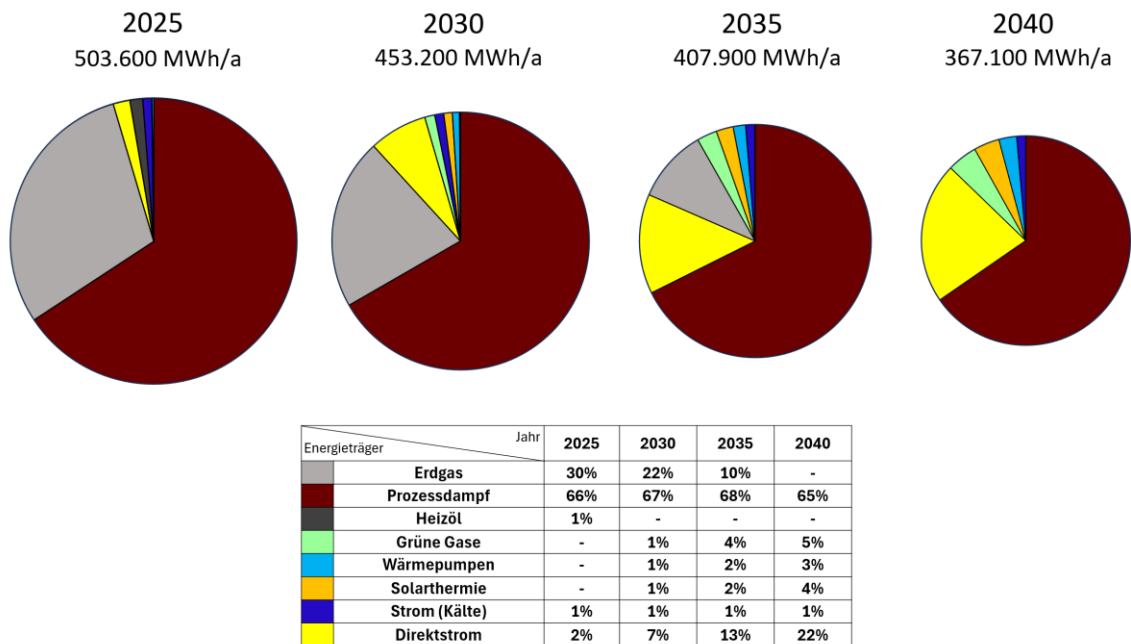


Abbildung 55: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Prozesswärme)

Prozessdampf aus dem Müllheizkraftwerk stellt weiterhin bis 2040 den überwiegenden Anteil am Energiemix der Prozesswärme dar. Der relative Anteil bleibt annähernd konstant und schwankt lediglich leicht. Der absolute Wert des Prozessdampfbedarfs sinkt aufgrund der Optimierung der Prozesse. Hierfür ändert sich im Vergleich zu den weiteren Szenarien nichts.

Erdgas deckt derzeit rund 30 % des Energiebedarfs und spielt damit noch eine zentrale Rolle. Für die Zukunft wird jedoch von einer schrittweisen Ablösung durch eine verstärkte Elektrifizierung der Prozesswärme, Solarthermie sowie ein kleiner Anteil an Grünen Gasen ausgegangen. In diesem Szenario mit Fokus auf einer Wärmeversorgung mit niedrigem Gasanteil wird von einer hohen Elektrifizierung der Prozess ausgingen.

Ein geringer Anteil an Grünen Gasen wird wahrscheinlich in Zukunft nicht durch andere Technologien ersetzt werden können. Diese wird auf 5 % des Prozesswärmebedarfs geschätzt. Zudem wird ein Anteil von 4 % durch Solarthermie gedeckt. Laut Studien kann Solarthermie eine wirtschaftliche Alternative zur Prozesswärmebereitstellung darstellen [21]. Die restliche Prozesswärme wird durch Direktstrom und Wärmepumpentechnologien bereitgestellt.

Welche Prozesse künftig mit welchem Energieträger effizienter betrieben werden können, ist stark verfahrensabhängig und muss individuell bewertet werden. Die getroffenen Annahmen stellen daher bewusst grobe Schätzwerte dar.

Es wird ein konstanter industrieller Kältebedarf angenommen.

Öffentliche Einrichtungen

Die Entwicklung der Energieträgerverteilung der Öffentlichen Einrichtungen bis zum Zieljahr 2040 ist in Abbildung 56 dargestellt.

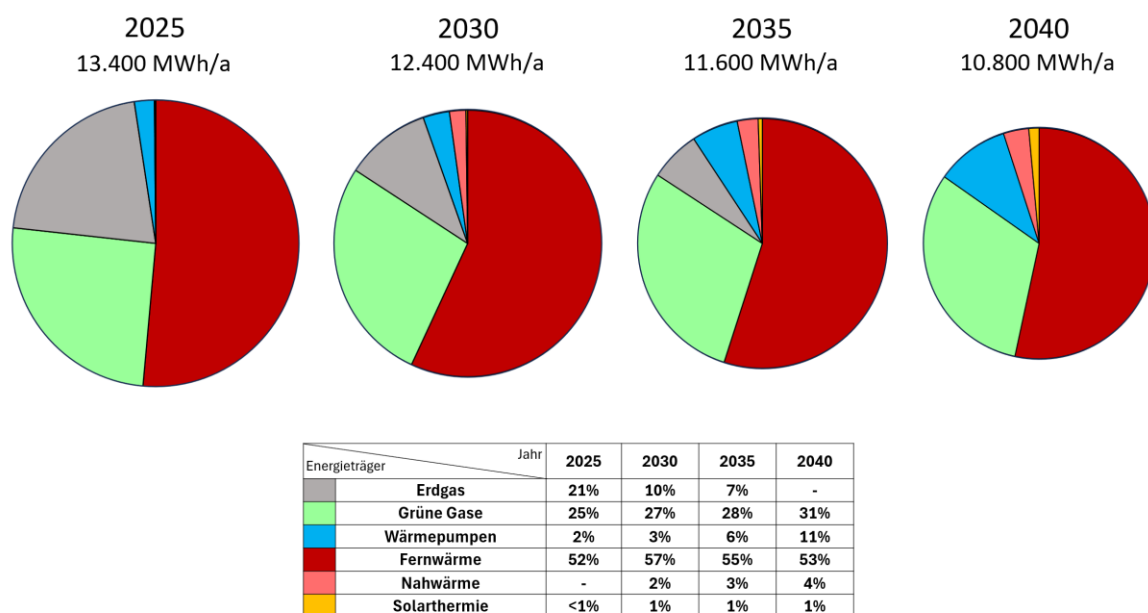


Abbildung 56: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Öffentliche Einrichtungen

Auch im Bereich der öffentlichen Einrichtungen stellt Erdgas derzeit einen großen Teil der Wärmeversorgungstechnologie dar. Dieser Anteil wird bis zum Jahr 2040 schrittweise auf null zurückgehen. In diesem Szenario wird Erdgas vollständig durch Wärmepumpen, Nahwärme und Solarthermie substituiert. Somit liegt der Anteil an Grünen Gasen im Jahr 2040 bei 31 %, was dem konstanten Klärgasverbrauch entspricht.

Bereits heute hat Fernwärme einen Anteil von rund 52 % am Wärmeverbrauch kommunaler Liegenschaften. Da ein Großteil der kommunalen Liegenschaften bereits an das Fernwärmenetz angeschlossen sind, wird von einem geringen Ausbau ausgegangen. Zudem liegen einige Liegenschaften nicht im Fernwärmenetzgebiet. Im Zuge der Realisierung des Inselnetzes Fronberg werden auch kommunale Liegenschaften an das Nahwärmenetz angebunden. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.7.3 beschrieben.

6.7.2. Energie- und Treibhausgasbilanz bis 2040

In Abbildung 57 ist die Entwicklung der Treibhausgasbilanz aus dem beschriebenen Szenario moderat, in analoger Weise zu den anderen Szenarien, dargestellt. Für weitere Anmerkungen siehe Kapitel 6.4.2. Dabei wird deutlich, dass zum heutigen Zeitpunkt die Bereiche Prozesswärme sowie Wohnen & Kleinverbraucher aufgrund der hohen erzeugten Wärmemengen die meisten Emissionen verursachen. Entsprechend bringen diese Verbrauchergruppen die größte absolute Reduktion an Emissionen mit sich.

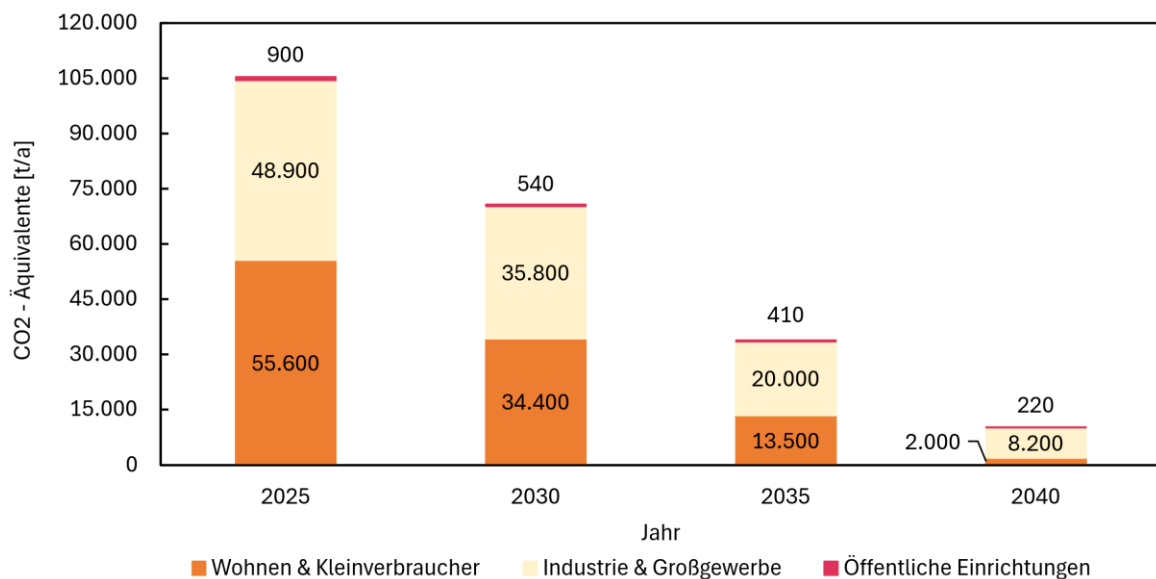


Abbildung 57: Szenario Gas Niedrig: Treibhausgasbilanz Sektor Wärme der Verbrauchergruppen

Abbildung 58 zeigt die Energieträgerverteilung für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen für das Jahr 2040 auf. Für dezentrale Gebiete werden Wärmepumpen sowie feste Biomasse in diesem Szenario die größte Rolle im Sektor Wärme darstellen. Da die Prozesswärme weiterhin den Großteil der benötigten Energie einnimmt, wird weiterhin eine hohe Menge an Prozessdampf sowie Direktstrom benötigt. Die Fernwärme wird in deutlichem Maße ausgebaut. Die Nahwärme steigt stark. Solarthermie hat aufgrund des Prozesswärmeanteils in diesem Szenario einen vergleichsweise hohen Anteil.

Dieses Szenario stimmt weiterhin mit dem Ziel der Wärmewende überein. Alle Energiequellen können regenerativ betrieben werden, sind aber gegebenenfalls nicht lokal als Potenzial vorhanden. Dies schafft Abhängigkeiten von Energieimporten. Insgesamt fallen in diesem Szenario 2040 noch 10.400 t CO₂-Äquivalente an Emissionen an. Das sind 90 % weniger im Vergleich zur aktuellen Situation. Im Anhang sind die laut Wärmeplanungsgesetz anzugebenden Indikatoren der Wärmeversorgung für das Jahr 2040 angegeben.

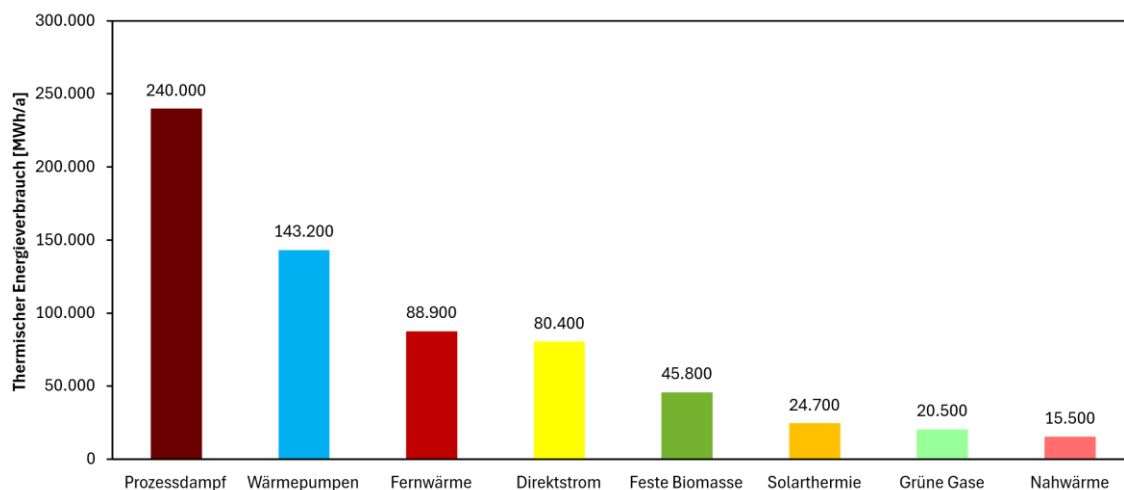


Abbildung 58: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Heiz- und Prozesswärme alle Verbrauchergruppen im Jahr 2040

6.7.3. Entwicklung Fern- und Nahwärme

Die Entwicklung der Fern- und Nahwärme im ambitionierten Szenario ist in Abbildung 59 und Abbildung 60 bis zum Zieljahr 2040 dargestellt. Hierbei werden die Pläne und Anmerkungen des Fernwärmenetzbetreibers und weiterer potenzieller Netzbetreiber, welche im Zuge der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet wurden, mitberücksichtigt. In diesem Kapitel geht es um die Szenarienentwicklung mit dem Fokus auf Energiemengen. Weitere z.B. strategische Aspekte für die Fernwärme werden in Kapitel 6.11 diskutiert. Die Errichtung von Nahwärmenetzen (in Abgrenzung zur Fernwärme auch Inselnetze genannt) basiert überwiegend auf den Ergebnissen der Wärmeversorgungsgebietsbetrachtung (siehe Kapitel 0). Für die detaillierte Beschreibung der einzelnen Maßnahmen siehe Kapitel 6.4.3.

Fernwärme:

Für die Fernwärme werden folgende Maßnahmen angenommen:

1. Freiwerdende Kapazitäten durch Sanierung Abnehmer: 1,8 MW (ca. 3.300 MWh/a)
2. Integration Großwärmespeicher: 6 MW (10.900 MWh/a)
3. Erweiterung Auskoppelleistung Müllheizkraftwerk: 4 MW (ca. 7.300 MWh/a)

Da in diesem Szenario von einem sehr geringen Anteil an Grünen Gasen am Gesamtwärmebedarf ausgegangen wird, wird eine weitere Nutzung der Redundanz-Gaskessel nicht betrachtet. Diese würden spätestens ab 2040 vollständig mit Grünen Gasen betrieben werden.

Unter Annahme dieser Maßnahmen erhöht sich die abgesetzte Energiemenge des Fernwärmenetzes von aktuell 68.200 MWh/a auf ca. 88.900 MWh/a bis zum Jahr 2040. Die Zunahme ist dabei, aufgrund der Vielzahl an Maßnahmen und einer Begrenzung an neuen Anschlüssen pro Jahr, kontinuierlich steigend. Prozessdampf stellt auch in Zukunft den Großteil der Energie für das Wärmenetz bereit.

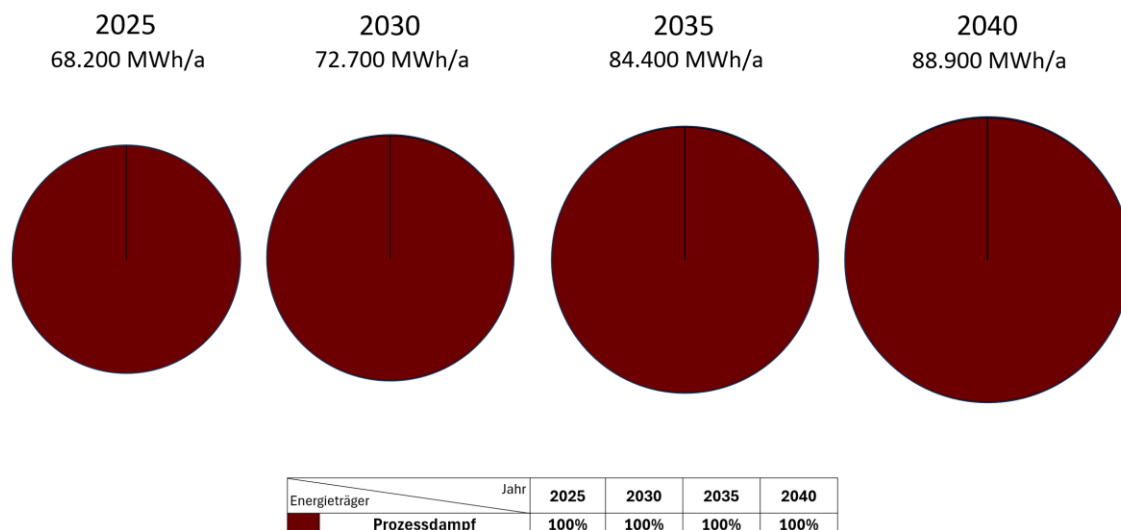


Abbildung 59: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Fernwärme

Nahwärme:

Für die Entwicklung der Nahwärme (separate Inselnetze) werden folgende Maßnahmen angenommen. Hierbei sind die Ergebnisse der Wärmeversorgungsgebiete sowie der Fokusgebiete von Bedeutung.

1. Gleichbleibender Bedarf aktuelle Nahwärmenetze
2. Realisierung Inselnetz Büchelkühn
3. Realisierung Inselnetz Fronberg
4. Realisierung Inselnetz Kreith

Es wird angenommen, dass ein Inselnetz in Büchelkühn bis zum Jahr 2030 errichtet wird. Die Ergebnisse der Fokusgebietsbetrachtung des Ortsteils Büchelkühn (siehe Kapitel 3) werden mit einer Anschlussquote von 80 % versehen. Die Wärmequelle stellt hierbei fast ausschließlich das geklärte Abwasser dar. Zudem werden die Ergebnisse des Fokusgebietes Fronberg (siehe Kapitel 4) in Form der zweiten betrachteten Variante angenommen. Dieses Inselnetz wird bis zum Jahr 2035 in Betrieb genommen.

Für das mögliche Inselnetz Kreith wird für das gesamte Gebiet eine Anschlussquote von 60 % verwendet sowie die Sanierung mitbetrachtet. Der Energieträger ist hierbei Hackschnitzel. Auch dieses Inselnetz soll bis zum Jahr 2035 in Betrieb genommen werden.

Im Szenario Gas Niedrig wird angenommen, dass die drei Inselnetze schrittweise umgesetzt werden. Ein Rückgang des Wärmebedarfs der Abnehmer aufgrund von Sanierung kann ggf. freie Kapazitäten für weitere Abnehmer schaffen.

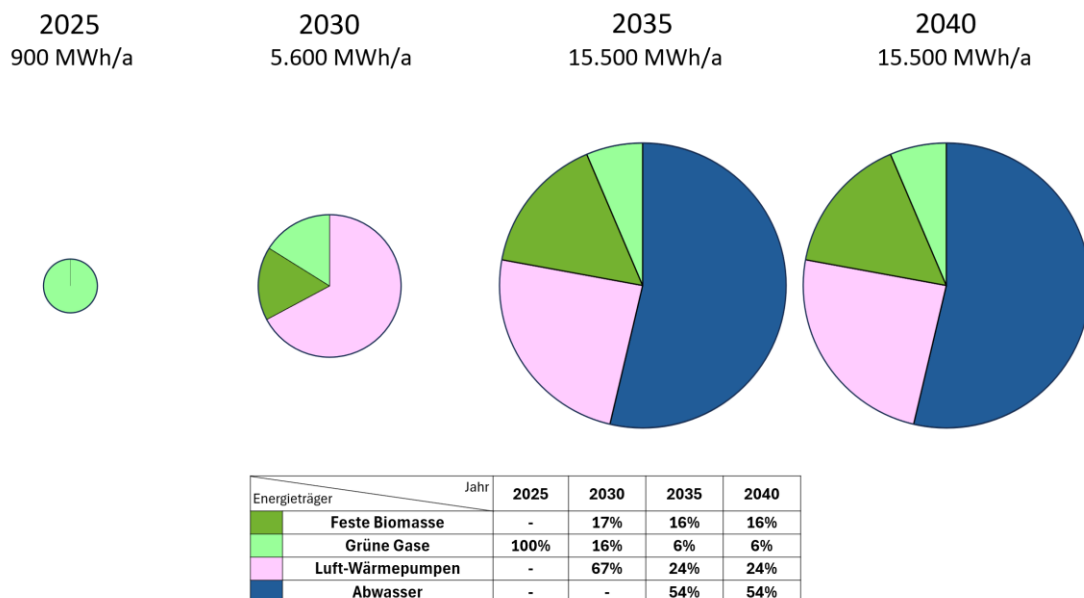


Abbildung 60: Szenario Gas Niedrig: Energieträgerverteilung Nahwärme

6.7.4. Gegenüberstellung Zielszenario und Potenzialanalyse

Um darzustellen, welche Energieträger im Jahr 2040 weiterhin nach Schwandorf importiert werden müssen, vergleicht Tabelle 17 den prognostizierten Verbrauch im Jahr 2040 mit dem jeweils verfügbaren lokalen Potenzial für dieses Szenario. Weitere Anmerkungen zu dieser Betrachtung sind in Kapitel 6.4.4 zu finden.

Tabelle 17: Szenario Gas Niedrig: Gegenüberstellung Verbrauch 2040 und lokales Potenzial

Energieträger	Verbrauch 2040 [MWh/a]	Potenzial [MWh/a]	Anteil [%]
Grüne Gase (ohne Verstromung)	21.500	90.100	24
Grüne Gase Inkl. Power-to-X (H ₂)	21.500	285.100	8
Feste Biomasse	48.200	38.200	126
Umweltwärme	146.900	545.900	27
Solarthermie	24.700	211.700	12
Industrielle Abwärme und Abwasser	8.300	350.200	2
Strom (Prozesswärme)	80.400	705.500	11
Strom (Raumwärme)	51.600	705.500	7

Die meisten Potenziale (außer Biomasse) werden weiterhin lediglich zu maximal 27 % ausgeschöpft. Gründe dafür sind zum einen die breite Verfügbarkeit insbesondere von Umweltwärme, Abwärme und Strom, zum anderen die Präsenz des Müllheizkraftwerks, das unvermeidbare Abwärme in erheblichem Umfang bereitstellt.

Das Potenzial an fester Biomasse wird in diesem Szenario überschritten. Dies bedeutet, dass Energie nach Schwandorf importiert werden muss. Energieimport macht ein Energiesystem von unbeeinflussbaren Faktoren abhängig und kann ein wirtschaftliches Risiko darstellen.

Das Potenzial Grüner Gase wird ohne die derzeitige Stromerzeugung aus Biogasanlagen bewertet. Einerseits ließe sich hier eine sinnvolle Kopplung mit der Wärmebereitstellung realisieren; andererseits ist der Weiterbetrieb vieler Anlagen bis 2040 nicht gesichert. Würde man die aktuelle Verstromung in die Betrachtung einbeziehen, würde in diesem Szenario das Potenzial weiterhin eingehalten werden. Zieht man zusätzlich die aktuell in Schwandorf in das Gasnetz eingespeiste Biomethanmenge ab, wäre das Potenzial negativ und somit ausgereizt.



6.7.5. Szenario Gas Niedrig

Indikatoren nach WPG Anlage 2 III							
Nr.	Bezeichnung		2025	2030	2035	2040	2045
1	Jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in kWh/a, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträger	-	siehe Graphiken "thermischer Energieverbrauch" und "Energieträgerverteilung"				
2	Jährliche Emissionen von THG der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebietes in t-CO2-äq./a	-	siehe Graphik "CO2-Äquivalente"				
3	Jährlicher Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in kWh/a und Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent	Erdgas [kWh/a]	273.018.000	176.513.754	73.060.823	0	-
		Erdgas [%]	78,7%	66,7%	38,9%	0,0%	-
		Heizöl [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Heizöl [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Grüne Gase [kWh/a]	5.782.000	10.950.367	16.282.204	21.487.390	-
		Grüne Gase [%]	1,7%	4,1%	8,7%	17,4%	-
		Feste Biomasse [kWh/a]	0	940.000	2.440.000	2.440.000	-
		Feste Biomasse [%]	0,0%	0,4%	1,3%	2,0%	-
		Sole-Wärmepumpe [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Sole-Wärmepumpe [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Luft-Wärmepumpe [kWh/a]	0	3.760.000	3.760.000	3.760.000	-
		Luft-Wärmepumpe [%]	0,0%	1,4%	2,0%	3,0%	-
		Abwasser [kWh/a]	0	0	8.316.000	8.316.000	-
		Abwasser [%]	0,0%	0,0%	4,4%	6,7%	-
		Abwärme [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Abwärme [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Flusswasser [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Flusswasser [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Solarthermie [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Solarthermie [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Direktstrom [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Direktstrom [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Klärgas [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Klärgas [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Prozessdampf [kWh/a]	68.200.000	72.666.667	83.755.975	87.610.363	-
		Prozessdampf [%]	19,7%	27,4%	44,6%	70,9%	-
		...davon Gasleitung [kWh/a]	278.800.000	187.464.121	89.343.027	21.487.390	-
		...davon Gasleitung [%]	80,3%	70,8%	47,6%	17,4%	-
		...davon Fern- und Nahwärme [kWh/a]	68.200.000	77.366.667	98.271.975	102.126.363	-
		...davon Fern- und Nahwärme [%]	19,7%	29,2%	52,4%	82,6%	-
4	Anteil leitungsgebundener Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent	Gas, Fern- und Nahwärme	41,2%	34,2%	26,3%	18,7%	-
		Gas	33,1%	24,2%	12,5%	3,2%	-
		Fern- und Nahwärme	8,1%	10,0%	13,8%	15,4%	-
5	Anzahl Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	Anzahl Gebäude an Wärmenetz	1.138	1.558	1.978	2.398	-
		Prozentualer Anteil	12,3%	16,9%	21,4%	26,0%	-
6	Jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in kWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent	Erdgas [kWh/a]	273.018.000	176.513.754	73.060.823	0	-
		Erdgas [%]	97,9%	94,2%	81,8%	0,0%	-
		Grüne Gase [kWh/a]	5.782.000	10.950.367	16.282.204	21.487.390	-
		Grüne Gase [%]	2,1%	5,8%	18,2%	100,0%	-
7	Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	Anzahl Gebäude an Gasnetz	4.677	3.271	1.866	460	-
		Prozentualer Anteil	50,7%	35,4%	20,2%	5,0%	-

6.8. Vergleich der Szenarien

Aus den oben betrachteten vier Szenarien wird das Zielszenario in Kapitel 6.9 abgeleitet. Dafür müssen die Szenarien miteinander verglichen sowie Vor- und Nachteile verschiedener Entwicklungspfade diskutiert werden. Als erstes werden in diesem Kapitel die wichtigsten Kennwerte der Szenarien miteinander verglichen.

In Tabelle 18 sind die wichtigsten Werte der Szenarien „ambitioniert“ und „moderat“ gegenübergestellt. Der hohe Prozesswärmebedarf führt dazu, dass die Sanierungsrate der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher den Gesamtwärmebedarf der Stadt nur gering beeinflusst. Deutlich ausgeprägter sind die Unterschiede beim Stromverbrauch für die Wärmeerzeugung: Je nachdem, in welchem Umfang auf eine wärmepumpenbasierte Versorgung gesetzt wird, schwankt der Strombedarf erheblich. Im ambitionierten Szenario liegt er um rund 65 % höher.

Auch bei den Treibhausgasemissionen ergeben sich Unterschiede in Abhängigkeit der eingesetzten Energieträger. Da die spezifischen Emissionen des Stroms bis 2040 voraussichtlich deutlich sinken, während jene von Biomasse und dem Müllheizkraftwerk weitgehend konstant bleiben, verursachen strombasierte Wärmelösungen insgesamt geringere Emissionen. Die Wärmeversorgung des ambitionierten Szenarios führt zu etwa 22 % weniger THG-Emissionen. Allerdings bleibt der absolute Unterschied zwischen beiden Szenarien gering im Vergleich zum heutigen Emissionsniveau.

Die vollständige Einhaltung aller in der Potenzialanalyse ausgewiesenen erneuerbaren Potenziale gelingt ausschließlich im ambitionierten Szenario. In allen anderen Varianten wird mindestens das Potenzial der festen Biomasse überschritten. Der Fernwärmeanteil unterscheidet sich zwischen den Szenarien nur um etwa fünf Prozentpunkte – ein scheinbar kleiner Wert, der jedoch auf den sehr hohen Anteil der Prozesswärme am Gesamtbedarf zurückzuführen ist. Der Bedarf an Grünen Gasen liegt im moderaten Szenario rund 2,1-mal höher, was insbesondere am geringeren Anteil strombasierter Wärmeversorgung liegt.

Tabelle 18: Vergleich Szenarien "ambitioniert" und "moderat"

Szenario	ambitioniert	moderat
Wärmeverbrauch 2040 [MWh/a]	651.200	662.700
Stromverbrauch (Wärme) 2040 [MWh/a]	110.700	67.200
THG-Emissionen 2040 [t CO ₂ -äq./a]	12.170	15.630
Einhaltung Potenziale	Ja	Nein
Anteil Fern- und Nahwärme (Gesamtwärmebedarf) [%]	18,4	13,8
Verbrauch Grüne Gase [MWh/a]	51.300	110.000

In Tabelle 19 sind die betrachteten Szenarien „Gas Hoch“ und „Gas Niedrig“ gegenübergestellt. Da in beiden Szenarien die gleiche Sanierungsrate unterstellt wird, bleibt der Gesamtwärmeverbrauch identisch. In einer stark gasbasierten Wärmeversorgung steigt der Bedarf an Grünen Gasen im Jahr 2040 entsprechend an, während der Anteil strombasierter Wärme deutlich geringer ausfällt. Im Szenario Gas Niedrig zeigt sich das umgekehrte Bild: Der Bedarf an Grünen Gasen sinkt, dafür nimmt die strombasierte Wärmeerzeugung zu.

Eine strombasierte Wärmeversorgung verursacht im Jahr 2040 deutlich geringere THG-Emissionen als eine gasbasierte. Der Anteil von Fern- und Nahwärme am Gesamtwärmebedarf unterscheidet sich zwischen den Szenarien geringfügig.

Tabelle 19: Vergleich Szenarien "Gas Hoch" und "Gas Niedrig"

Szenario	Gas Hoch	Gas Niedrig
Wärmeverbrauch 2040 [MWh/a]	662.700	662.700
Stromverbrauch (Wärme) 2040 [MWh/a]	32.300	132.000
THG-Emissionen 2040 [t CO ₂ -äq./a]	19.050	10.420
Einhaltung Potenziale	Nein	Nein
Anteil Fern- und Nahwärme (Gesamtwärmebedarf) [%]	13,1	15,8
Verbrauch Grüne Gase [MWh/a]	178.000	20.500

6.9. Zielszenario 2040

Auf Grundlage der vier betrachteten Szenarien und deren Gegenüberstellung wird ein Zielszenario entwickelt. Hierbei geht es darum den realistischsten, aber dennoch zielgerichteten, Entwicklungspfad der Wärmeversorgung aufzuzeigen. Auch hierbei handelt es sich um Prognosen, die aufgrund verschiedener Einflussfaktoren – wie Kostenentwicklungen, politischen Rahmenbedingungen sowie privaten und wirtschaftlichen Entscheidungen – von der tatsächlichen Entwicklung abweichen können. Im Rahmen zukünftiger Fortschreibungen der kommunalen Wärmeplanung sind diese Annahmen daher zu überprüfen.

Für das Zielszenario 2040 werden folgende Rahmenbedingungen angenommen:

1. Deutlicher Ausbau des Fernwärmenetz, ohne weitere Nutzung der Gaskessel
2. Ambitionierter, aber schrittweiser Neubau der drei Inselnetze
3. Realistische Sanierungsquote im Wohngebäudebestand von 1 %
4. Überschreitung der lokalen Potenziale für feste Biomasse
5. Mittlerer Elektrifizierungsgrad in der Prozesswärme

Im Zielszenario werden sämtliche im Rahmen der Wärmeplanung identifizierten Maßnahmen zur Leistungssteigerung des Fernwärmenetzes umgesetzt. Jedoch werden die Redundanz-Gaskessel lediglich übergangsweise eingesetzt. Die drei geeigneten Gebiete für Inselnetze werden – unter Berücksichtigung realistischer Anschlussquoten – schrittweise aufgebaut. Es wird eine realistische Sanierungsquote von 1 % unterstellt. Die lokalen Potenziale von fester Biomasse laut Potenzialanalyse werden nicht als gesetzt angenommen. Für die Prozesswärme wird ein mittlerer Elektrifizierungsgrad gewählt, der den Rückmeldungen aus der Industrie (Fragebögen) entspricht.

Das Zielszenario soll möglichst realistisch, aber dennoch unter Einhaltung der Klimaschutzziele definiert werden. In den jeweiligen Unterkapiteln wird die Wahl bestimmter Parameter und Entwicklungspfad aus den zuvor gegenübergestellten Szenarien diskutiert.

6.9.1. Wärmeverbrauch und Energieträgerverteilung bis 2040

Im Folgenden wird der Wärmeverbrauch aufgeteilt nach Energieträgern und Verbrauchergruppen bis zum Zieljahr 2040 aufgezeigt.

Wohnen & Kleinverbraucher

In Abbildung 61 ist die Entwicklung der Wärmeerzeugung der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher zu sehen. Die sinkenden Energieverbräuche sind anhand der Größe der Kreise verdeutlicht. Es wird von einer realistischen Sanierungsrate von 1 % ausgegangen.

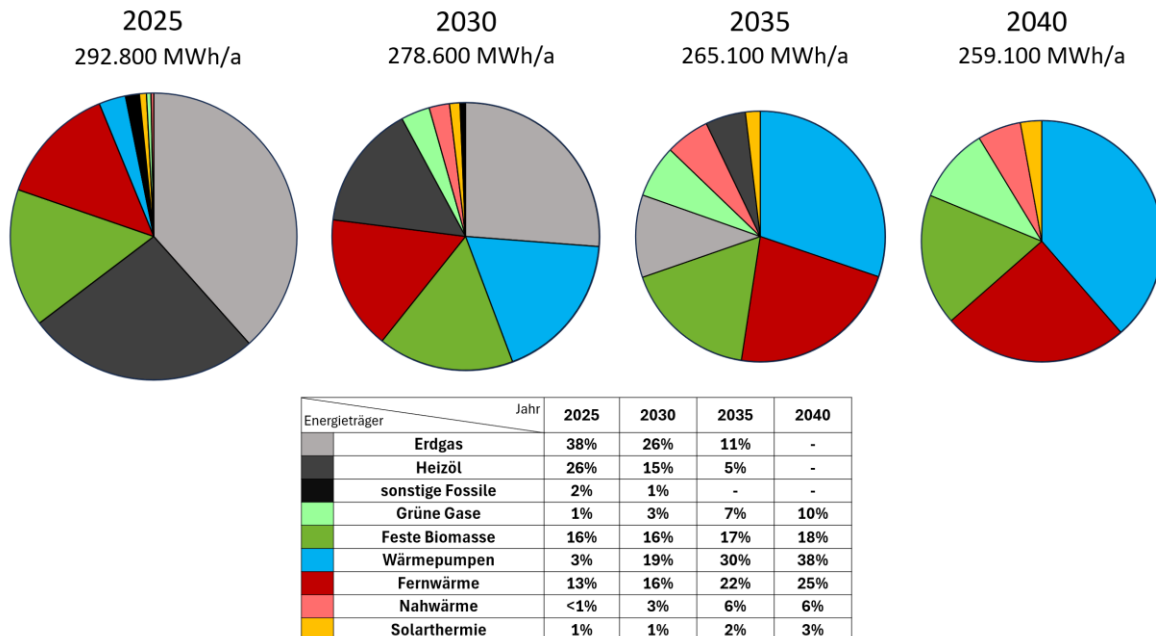


Abbildung 61: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Wohnen & Kleinverbraucher

Erdgas und Heizöl werden bis zum Jahr 2040 schrittweise aus dem Energiemix verdrängt. In den ersten Jahren ist lediglich ein leichter Rückgang zu erwarten, zurückzuführen auf altersbedingte Heizungsmodernisierungen. Sonstige fossile Energieträger, insbesondere Kohle, verschwinden voraussichtlich bereits bis 2030 nahezu vollständig. Ab 2029 ist ein deutlicher Rückgang fossiler Energien zu erwarten. Dies ist auf die dann wirksam werdende 65 %-Regelung des Gebäudeenergiegesetzes, steigende CO₂-Preise sowie den fortschreitenden Ausbau von Fern- und Nahwärmenetzen zurückzuführen.

Fernwärme entwickelt sich bis zum Zieljahr 2040 zu einem noch wichtigeren Bestandteil der Wärmeversorgung mit einem Anteil von rund 25 %. Grundlage hierfür ist ein starker Ausbau sowie eine umfangreiche Netzverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes. Die Erschließung der Fokusgebiete Büchelkühn und Fronberg sowie des Wärmenetzprüfgebietes Kreith mit einem Inselnetz lassen den Anteil an Nahwärme an der Wärmeversorgung der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher steigen. Im Zielszenario wird von einer schrittweisen Realisierung dieser Inselnetze bis 2035 ausgegangen. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.9.3 beschrieben.

Der Verbrauch an fester Biomasse zur Wärmeerzeugung ist aktuell bereits über dem lokal verfügbarem Potenzial. Da eine Verbrauchsreduktion nicht realistisch ist, wird im Zielszenario von einem konstanten absoluten Wert ausgegangen. Eine Erhöhung des Verbrauchs ist in Realität eventuell wahrscheinlicher, soll aber im Zuge eines Zielszenarios nicht ausgewiesen werden. Der relative Anteil fester Biomasse steigt leicht auf 18 %.

Der derzeitige Anteil Grüner Gase – hier ausschließlich Biomethan – an der Wärmeversorgung der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher wird aufgrund der bilanziellen Betrachtungsweise anhand des deutschlandweiten Anteils von Biomethan am Gasverbrauch abgeschätzt (siehe Bericht Potenzialanalyse). Aufgrund der bestehenden Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen Preisentwicklung von Biomethan sowie der fehlenden verbindlichen Zusage zur langfristig gesicherten Verfügbarkeit durch den Gasnetzbetreiber und die in Schwandorf vorhandene Biomethaneinspeiseanlage (siehe Kapitel 6.12) ist eine flächendeckende Versorgung des Stadtgebiets mit Biomethan derzeit nicht zu empfehlen. Darüber hinaus ist das lokal verfügbare Biomethanpotenzial bereits weitgehend ausgeschöpft. Die Bayernwerk Netz GmbH verfolgen eine Strategie zur verstärkten Einspeisung und Nutzung von Biomethan im bestehenden Gasnetz. Vor diesem Hintergrund werden sämtliche in Abstimmung mit dem Gasnetzbetreiber identifizierten Biomethan-Prüfgebiete ohne Wärmenetzeignung als potenziell mit Biomethan versorgt betrachtet. Für diese Gebiete wird eine Anschlussquote von 60 % angenommen. Dies entspricht einem Anteil von 10 % am Gesamtwärmebedarf für das Zieljahr.

Der Zubau an Solarthermie wird anhand der deutschlandweiten Ausbauzahlen von 2016 bis 2022 auf die Stadt Schwandorf heruntergerechnet [20]. Der Ausbau ist weiterhin auf das ermittelte Potenzial begrenzt. Es wird zudem von einem leichten Anstieg des Ausbaus aufgrund steigender CO₂-Preise und notwendiger Heizungsumstellungen ausgegangen. Im Jahr 2040 liegt der Anteil der Solarthermie am Gesamtwärmebedarf bei etwa 3 %.

Der verbleibende Wärmebedarf wird strombasiert gedeckt. Zum Einsatz kommen Wärmepumpen mit den Quellen Luft, Geothermie oder Wasser sowie Direktstromheizungen. Diese Technologien erreichen zusammen einen Anteil von etwa 38 % am Wärmeverbrauch von Wohnen & Kleingewerbe im Zieljahr 2040.

Industrie & Großgewerbe

Bei der Verbrauchergruppe Industrie & Großgewerbe muss zwischen Raumwärme und Warmwasser sowie Prozesswärme unterschieden werden. Dabei stellt Prozesswärme den Großteil des Wärmebedarfs dar.

In Abbildung 62 ist die Entwicklung der Raumwärme und des Warmwassers abgebildet.

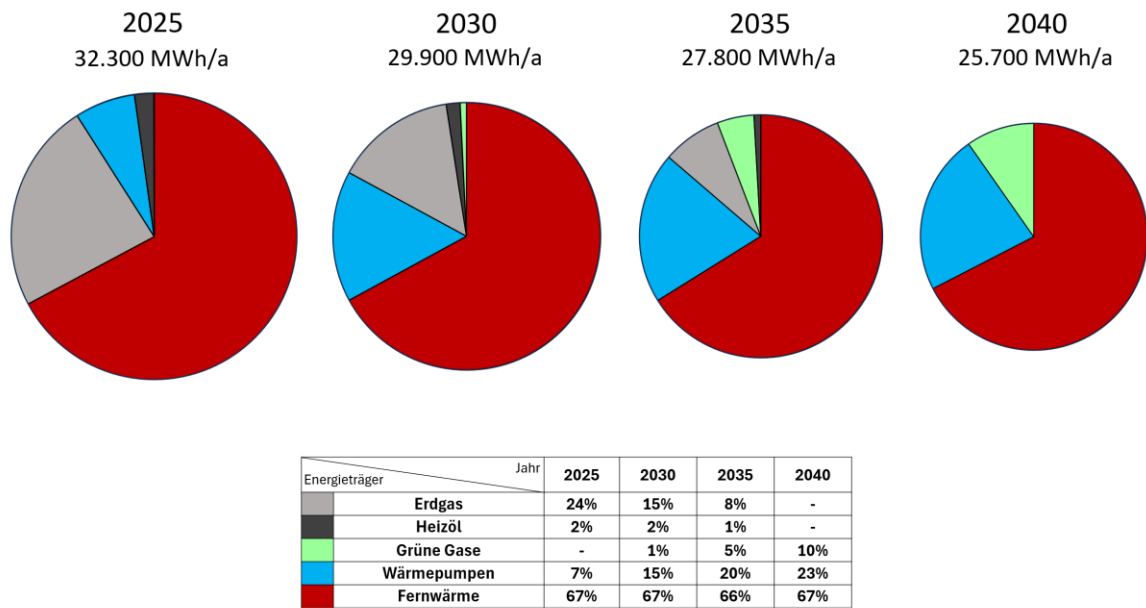


Abbildung 62: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe
(Raumwärme und Warmwasser)

Der Anteil an fossilen Energieträgern (hier Erdgas und Heizöl) nimmt kontinuierlich ab. Im Zieljahr 2040 sind keine fossilen Energieträger mehr im Energiemix vorhanden. Der Anteil an Fernwärme bleibt konstant. Mögliche Wärmenetzerweiterungen gleichen sich mit der Energieeinsparung aus. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.9.3 beschrieben.

Aufgrund des Einsatzes in industriellen Prozessen ist die Nutzung Grüner Gase für Raumwärme und Warmwasser eine realistische Möglichkeit. Daher wird ein kleiner Anteil von 10 % am Raumwärmebedarf angenommen.

Die restlichen Gebäude der Industrie & des Großgewerbes sollen künftig durch Wärmepumpensysteme beheizt werden, da das Potenzial der Biomasse der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher zugeschrieben wird und Schallschutzauflagen im Industriebereich geringer sind.

Abbildung 63 zeigt die Entwicklung des Prozesswärmebedarfs der Industrie auf. Dieser hat einen weitaus größeren Anteil (94 %) am Energiebedarf der Industrie im Vergleich zur Raumwärme und Warmwasser.

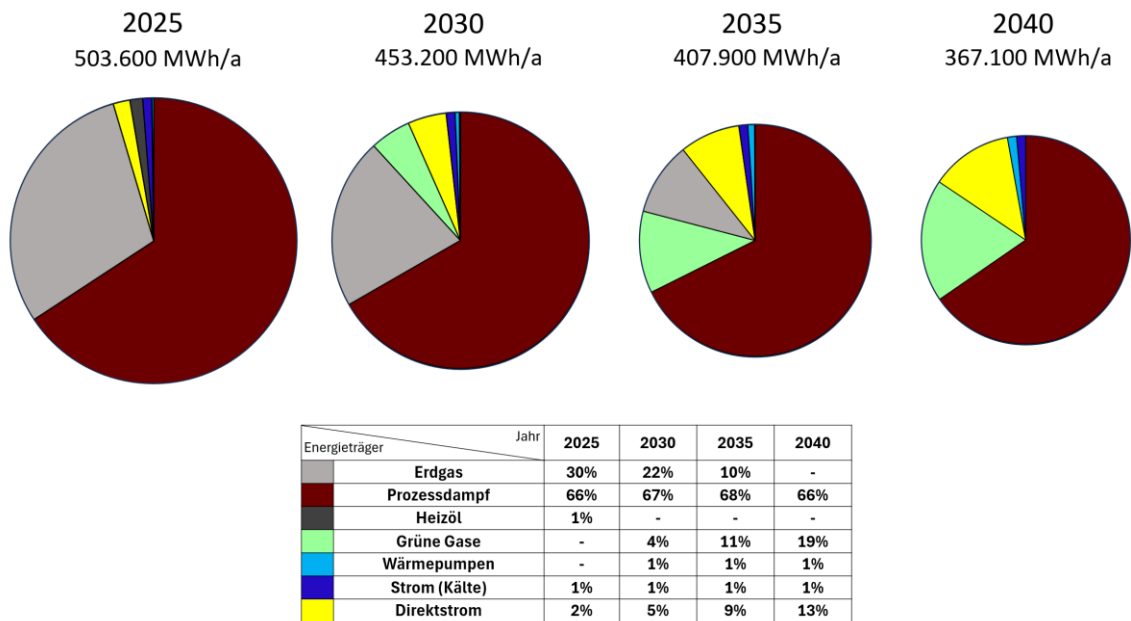


Abbildung 63: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Industrie & Großgewerbe (Prozesswärme)

Prozessdampf aus dem Müllheizkraftwerk stellt bis 2040 den überwiegenden Anteil am Energiemix der Prozesswärme dar. Der relative Anteil bleibt annähernd konstant und schwankt prozessbedingt leicht.

Erdgas deckt derzeit rund 30 % des Energiebedarfs und spielt damit noch eine zentrale Rolle. Für die Zukunft wird jedoch von einer schrittweisen Ablösung durch Grüne Gase sowie einer verstärkten Elektrifizierung der Prozesswärme ausgegangen. Das zukünftige Verhältnis zwischen Grünen Gasen und Direktstrom bis 2040 wird auf Basis der Rückmeldungen aus den Fragebögen abgeschätzt. Unter der Annahme, dass die entsprechenden Prozesse elektrifizierbar sind, werden 50 % des Prozesswärmebedarfs dem Energieträger Direktstrom zugeordnet – dies bildet ein mittleres Elektrifizierungsszenario ab. Rund 10 % dieser elektrifizierten Prozesse können voraussichtlich über Wärmepumpentechnologie abgedeckt werden. Deren Anteil bleibt bewusst niedrig, da viele industrielle Anwendungen weiterhin sehr hohe Temperaturen benötigen.

Der verbleibende Bedarf wird durch Grüne Gase gedeckt. Im Zielszenario ist der Anteil an Grünen Gasen im Zieljahr höher als der Anteil an Direktstrom. Welche Prozesse künftig mit welchem Energieträger effizienter betrieben werden können, ist stark verfahrensabhängig und muss individuell bewertet werden. Die getroffenen Annahmen stellen daher bewusst grobe Schätzwerte dar.

Es wird ein konstanter industrieller Kältebedarf angenommen.

Öffentliche Einrichtungen

Die Entwicklung der Energieträgerverteilung der Öffentlichen Einrichtungen bis zum Zieljahr 2040 ist in Abbildung 64 dargestellt.

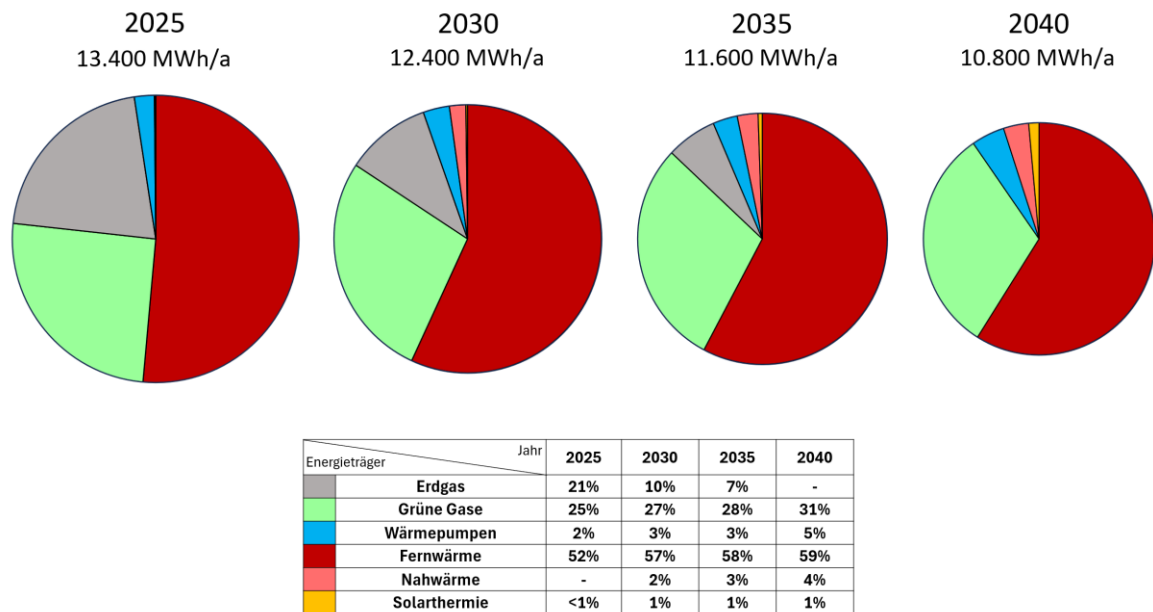


Abbildung 64: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Öffentliche Einrichtungen

Auch im Bereich der öffentlichen Einrichtungen stellt Erdgas derzeit eine wichtige Wärmeversorgungstechnologie dar. Dieser Anteil wird bis zum Jahr 2040 schrittweise auf null zurückgehen. In diesem Szenario wird Erdgas nicht durch Grüne Gase substituiert. Lediglich das Klärgas stellt den Anteil der Grünen Gase dar. Der absolute Klärgasverbrauch bleibt bis zum Zieljahr konstant. Aufgrund des sinkenden Raumwärmebedarfs steigt der relative Anteil des Klärgases am Energiemix.

Bereits heute hat Fernwärme einen Anteil von rund 52 % am Wärmeverbrauch kommunaler Liegenschaften. Da ein Großteil der kommunalen Liegenschaften bereits an das Fernwärmenetz angeschlossen ist, wird von einem geringen Ausbau ausgegangen. Zudem liegen einige Liegenschaften nicht im Fernwärmenetzgebiet. Im Zuge der Realisierung des Inselnetzes Fronberg werden auch kommunale Liegenschaften an das Nahwärmenetz angebunden. Die detaillierten Betrachtungen der Fern- und Nahwärme dieses Szenarios sind im Kapitel 6.9.3 beschrieben.

Für Solarthermie wird ein geringer Zubau angenommen. Die restlichen Gebäude im kommunalen Bestand sollen künftig durch Wärmepumpensysteme beheizt werden, da das gesamte Potenzial der Biomasse der Verbrauchergruppe Wohnen & Kleinverbraucher zugeschrieben wird.

6.9.2. Energie- und Treibhausgasbilanz bis 2040

In Abbildung 65 ist die Entwicklung der Treibhausgasbilanz aus dem beschriebenen Szenario moderat, in analoger Weise zu den anderen Szenarien, dargestellt. Für weitere Anmerkungen siehe Kapitel 6.4.2. Dabei wird deutlich, dass zum heutigen Zeitpunkt die Bereiche Prozesswärme sowie Wohnen & Kleinverbraucher aufgrund der hohen erzeugten Wärmemengen die meisten Emissionen verursachen. Entsprechend bringen diese Verbrauchergruppen die größte absolute Reduktion an Emissionen mit sich.

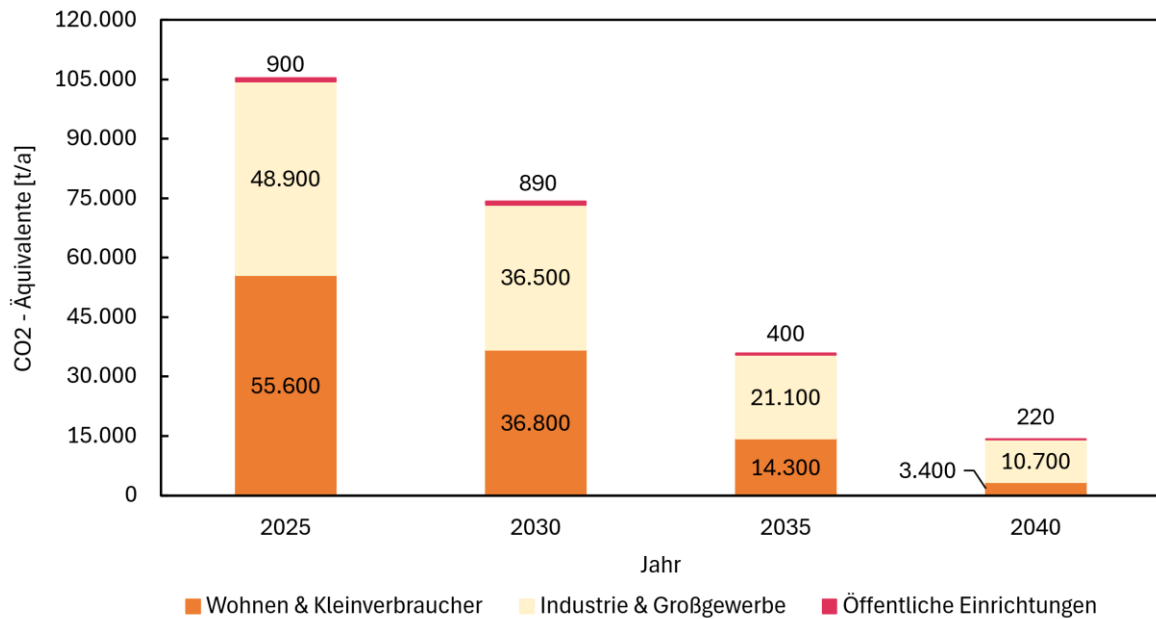


Abbildung 65: Zielszenario 2040: Treibhausgasbilanz Sektor Wärme der Verbrauchergruppen

Abbildung 66 zeigt die Energieträgerverteilung für Heiz- und Prozesswärme aller Verbrauchergruppen für das Jahr 2040 auf. Für dezentrale Gebiete werden Wärmepumpen in Zukunft die größte Rolle im Sektor Wärme darstellen. Dies stimmt mit dem Ziel der Sektorenkopplung überein. Aber auch in Wärmenetzen oder der Industrie sind Wärmepumpen eine Möglichkeit der Wärmebereitstellung. Da die Prozesswärme weiterhin den Großteil der benötigten Energie einnimmt, wird weiterhin eine hohe Menge an Prozessdampf sowie Grünen Gasen und Direktstrom benötigt. Die Fern- und Nahwärme wird umfangreich ausgebaut. Dies stimmt unter anderem mit den Zielen der Bundesregierung überein. Die restliche Wärmemenge wird durch feste Biomasse und Solarthermie bereitgestellt.

Dieses Szenario stimmt mit dem Ziel der Wärmewende überein. Alle Energiequellen können regenerativ betrieben werden, müssen jedoch im Falle der festen Biomasse zum Teil importiert werden. Insgesamt fallen im Zielszenario 2040 noch 14.320 t CO₂-Äquivalente an Emissionen an. Das sind 86 % weniger im Vergleich zur aktuellen Situation. Im Anhang sind die laut Wärmeplanungsgesetz anzugebenden Indikatoren der Wärmeversorgung für das Jahr 2040 angegeben.

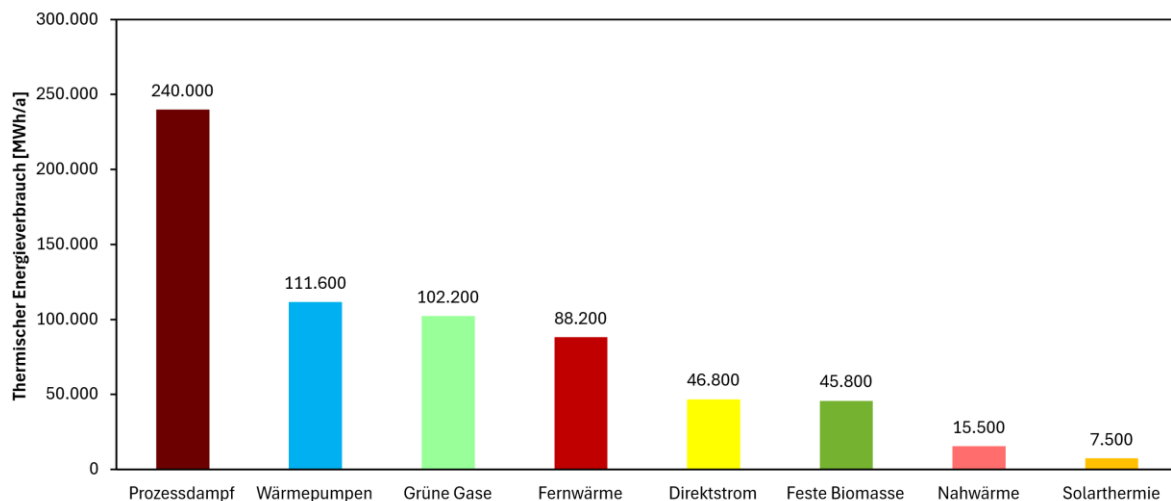


Abbildung 66: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Heiz- und Prozesswärme alle Verbrauchergruppen im Jahr 2040

6.9.3. Entwicklung Fern- und Nahwärme

Die Entwicklung der Fern- und Nahwärme im Zielszenario ist in Abbildung 67 und Abbildung 68 bis zum Zieljahr 2040 dargestellt. Hierbei werden die Pläne und Anmerkungen des Fernwärmenetzbetreibers und weiterer potenzieller Netzbetreiber, welche im Zuge der kommunalen Wärmeplanung erarbeitet wurden, mitberücksichtigt. In diesem Kapitel geht es um die Szenarien-entwicklung mit dem Fokus auf Energiemengen. Weitere z.B. strategische Aspekte für die Fernwärme werden in Kapitel 6.11 diskutiert. Die Errichtung von Nahwärmenetzen (in Abgrenzung zur Fernwärme auch Inselnetze genannt) basiert überwiegend auf den Ergebnissen der Wärmeversorgungsgebietsbetrachtung (siehe Kapitel 0).

Fernwärme:

Für die Fernwärme werden folgende Maßnahmen angenommen. Anhand der exemplarischen benötigten Leistung (11 kW) sowie eines typischen Wärmeverbrauchs (20 MWh/a) eines Einfamilienhauses werden die potenziellen Leistungserweiterungen in eine Wärmemenge umgerechnet.

1. Kein Weiterbetrieb Redundanz-Gaskessel: 6+2 MW (ca. 14.600 MWh/a)
2. Freiwerdende Kapazitäten durch Sanierung Abnehmer: 1,8 MW (ca. 3.300 MWh/a)
3. Integration Großwärmespeicher: 6 MW (10.900 MWh/a)
4. Erweiterung Auskoppelleistung Müllheizkraftwerk: 4 MW (ca. 7.300 MWh/a)

Die im Rahmen des Triphönlx-Projekts installierten Redundanz-Gaskessel sind ausschließlich für den Übergangsbetrieb während der Umbauphase des Müllheizkraftwerks vorgesehen. Perspektivisch wäre für deren weiteren Einsatz ein Betrieb mit Grünen Gasen erforderlich. Sowohl die langfristige Verfügbarkeit als auch die Kosten dieser Energieträger sind derzeit jedoch nicht verlässlich abschätzbar. Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, die bestehende und vergleichsweise kostengünstige Abwärme des Müllheizkraftwerks künftig in größerem Umfang zu nutzen und den Einsatz der Gaskessel auf die Umbauzeit zu begrenzen.

Aufgrund von Sanierungsmaßnahmen sowie eines infolge steigender Außentemperaturen sinkenden Wärmebedarfs wurde im Rahmen der Potenzialanalyse (siehe Bericht

Potenzialanalyse) eine Einsparung von rund 1,8 MW ermittelt. Dieses freiwerdende Leistungspotenzial kann im Zielszenario teilweise für den Anschluss zusätzlicher Abnehmer genutzt werden. Da der Potenzialanalyse eine Sanierungsrate von 2 % zugrunde liegt, wird das zusätzliche Anschlusspotenzial in der vorliegenden Betrachtung bei einer reduzierten Sanierungsrate von 1 % auf 1 MW begrenzt. Dabei wird von einer kontinuierlichen, gleichmäßigen Sanierung über den Betrachtungszeitraum ausgegangen.

Auch die Integration eines Großspeichers wurde in der Potenzialanalyse untersucht. Hierbei wurde ein Potenzial von ca. 6 MW ausgewiesen. Der Wärmespeicher kann zur Reduzierung der Spitzenlast beitragen und somit zur Erweiterung des Fernwärmenetzes. Es wird von einer Integration des Großwärmespeichers zwischen den Jahren 2030-2035 ausgegangen.

Im Zuge des Energiegipfels (siehe Kapitel 6.15) wurde eine Erhöhung der Auskoppelleistung des Müllheizkraftwerkes in das Fernwärmenetz diskutiert. Solche Erweiterungen wurden in der Vergangenheit bereits durchgeführt. Die betreffenden Akteure (ZMS und SWFS) werden dies in vertieften Gesprächen in naher Zukunft abwägen. Im Zuge des Zielszenarios wird eine Erhöhung der Auskoppelleistung von 36 MW auf 40 MW angenommen. Dieser Wert ist nur für dieses Szenario exemplarisch gewählt worden. Welche Erhöhung seitens des Müllheizkraftwerkes realisierbar wäre, muss noch untersucht werden. Es wird von einer Erhöhung der Auskoppelleistung ab dem Jahr 2035 ausgegangen.

Unter Annahme dieser Maßnahmen erhöht sich die abgesetzte Energiemenge des Fernwärmenetzes von aktuell 68.200 MWh/a auf ca. 88.200 MWh/a bis zum Jahr 2040. Die Zunahme ist dabei, aufgrund der Vielzahl an Maßnahmen und einer Begrenzung an neuen Anschlüssen pro Jahr, kontinuierlich steigend. Prozessdampf stellt auch in Zukunft den Großteil der Energie für das Wärmenetz bereit.

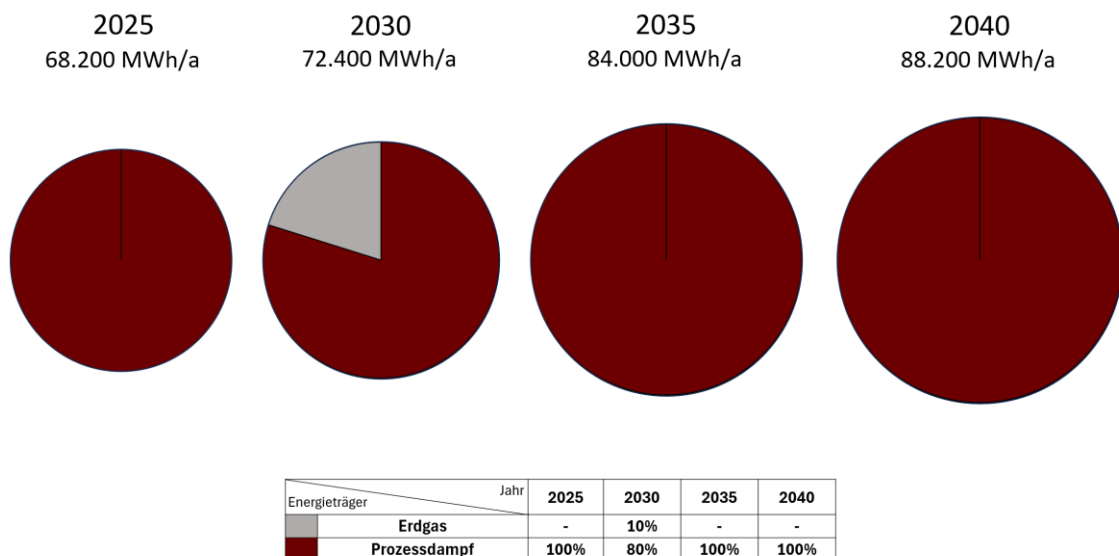


Abbildung 67: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Fernwärme

Nahwärme:

Für die Entwicklung der Nahwärme (separate Inselnetze) werden folgende Maßnahmen angenommen. Hierbei sind die Ergebnisse der Wärmeversorgungsgebiete sowie der Fokusgebiete von Bedeutung.

1. Gleichbleibender Bedarf aktuelle Nahwärmenetze
2. Realisierung Inselnetz Büchelkühn
3. Realisierung Inselnetz Fronberg
4. Realisierung Inselnetz Kreith

Nach Rücksprache mit den Wärmenetzbetreibern der aktuell in Betrieb befindlichen Nahwärmenetzen wird kein Aus- oder Rückbau dieser Netze angenommen. Es wurde mitgeteilt, dass für die Wärmenetze in Haselbach und Lindenlohe keine weiteren Kapazitäten vorhanden sind. Der Weiterbetrieb der Biogasanlage in der Bellstraße ist noch ungewiss. Diese speist aktuell die Kläranlage, jedoch mit sehr geringen Mengen. Daher hat die mögliche Stilllegung keinen großen Einfluss auf das Szenario.

Es wird angenommen, dass ein Inselnetz in Büchelkühn bis zum Jahr 2035 errichtet wird. Die Ergebnisse der Fokusgebietsbetrachtung des Ortsteils Büchelkühn (siehe Kapitel 3) werden mit einer Anschlussquote von 80 % versehen. Die Wärmequelle stellt hierbei fast ausschließlich das geklärte Abwasser dar. Zudem werden die Ergebnisse des Fokusgebietes Fronberg (siehe Kapitel 4) in Form der zweiten betrachteten Variante angenommen.

Für das mögliche Inselnetz Kreith wird für das gesamte Gebiet eine Anschlussquote von 60 % verwendet sowie die Sanierung mitbetrachtet. Der Energieträger ist hierbei Hackschnitzel.

Im Zielszenario wird angenommen, dass die drei Inselnetze schrittweise umgesetzt werden. Die Inselnetze in Fronberg und Kreith werden in den nächsten Jahren realisiert. Bis zum Jahr 2035 ist auch das Netz in Büchelkühn in Betrieb. Ein Rückgang des Wärmebedarfs der Abnehmer aufgrund von Sanierung kann ggf. freie Kapazitäten für weitere Abnehmer schaffen.

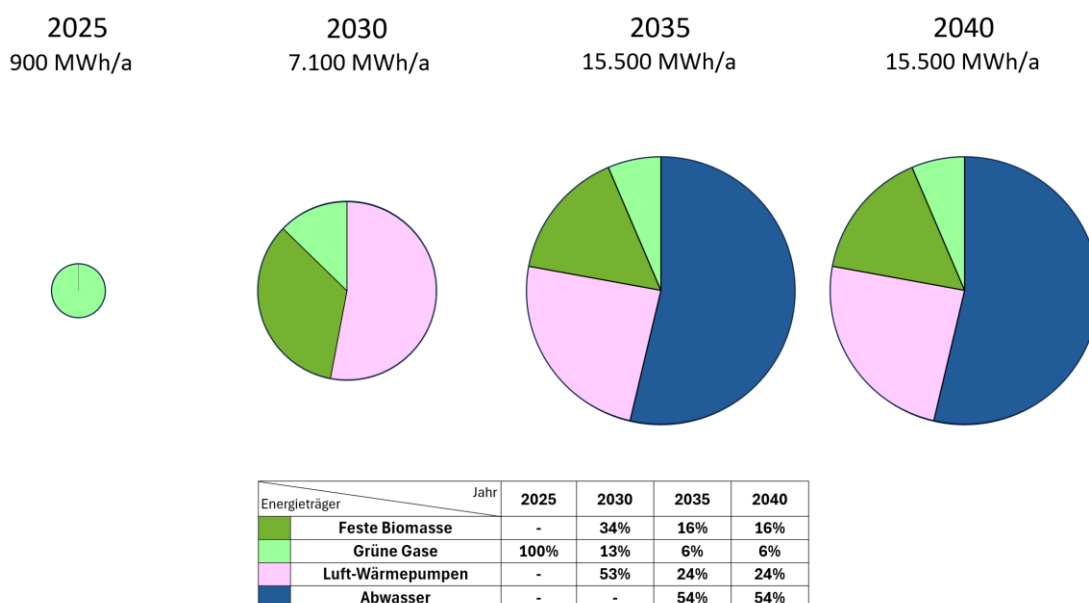


Abbildung 68: Zielszenario 2040: Energieträgerverteilung Nahwärme

6.9.4. Gegenüberstellung Zielszenario und Potenzialanalyse

Um darzustellen, welche Energieträger im Jahr 2040 weiterhin nach Schwandorf importiert werden müssen, vergleicht Tabelle 20 den prognostizierten Verbrauch im Jahr 2040 mit dem jeweils verfügbaren lokalen Potenzial. Anders als in der vorhergehenden Potenzialanalyse wird hier das gesamte Potenzial herangezogen, nicht das noch ungenutzte ("übrige") Potenzial. Zusätzlich wird der Deckungsanteil berechnet – also das Verhältnis von Verbrauch zu lokalem Potenzial. Werte über 100 % weisen darauf hin, dass der Energiebedarf die lokal verfügbaren Potenziale übersteigt und somit Importe erforderlich sind. Da heute nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, welche Energieträger 2040 tatsächlich zum Einsatz kommen, dient diese Gegenüberstellung vor allem als Orientierungshilfe. Sie soll verdeutlichen, welche lokalen Potenziale in welcher Größenordnung zur Verfügung stehen und wo strukturelle Engpässe und Abhängigkeiten entstehen könnten.

Tabelle 20: Zielszenario 2040: Gegenüberstellung Verbrauch 2040 und lokales Potenzial

Energieträger	Verbrauch 2040 [MWh/a]	Potenzial [MWh/a]	Anteil [%]
Grüne Gase (ohne Verstromung)	103.200	90.100	115
Grüne Gase Inkl. Power-to-X (H ₂)	103.200	285.100	36
Feste Biomasse	48.200	38.200	126
Umweltwärme	115.400	545.900	21
Solarthermie	7.500	211.700	4
Industrielle Abwärme und Abwasser	8.300	350.200	2
Strom (Prozesswärme)	46.800	705.500	7
Strom (Raumwärme)	41.100	705.500	6

Im Zielszenario wird eine realistische Nutzung der Potenziale betrachtet. Die meisten Potenziale (außer Biomasse) werden lediglich zu maximal 21 % ausgeschöpft. Gründe dafür sind zum einen die breite Verfügbarkeit insbesondere von Umweltwärme, Abwärme und Strom, zum anderen die Präsenz des Müllheizkraftwerks, das unvermeidbare Abwärme in erheblichem Umfang bereitstellt.

Die Potenziale an fester Biomasse sowie Grünen Gasen (ohne Betrachtung von Power-to-X Potenzialen) werden in diesem Szenario überschritten. Dies bedeutet, dass Energie nach Schwandorf importiert werden muss. Energieimport macht ein Energiesystem von unbeeinflussbaren Faktoren abhängig und kann ein wirtschaftliches Risiko darstellen.

Das Potenzial Grüner Gase wird ohne die derzeitige Stromerzeugung aus Biogasanlagen bewertet. Einerseits ließe sich hier eine sinnvolle Kopplung mit der Wärmebereitstellung realisieren; andererseits ist der Weiterbetrieb vieler Anlagen bis 2040 nicht gesichert. Würde man die aktuelle Verstromung in die Betrachtung einbeziehen, würde das Potenzial an Grünen Gasen rechnerisch überstrapaziert.

Falls alle in der Wärmeplanung ausgewiesenen Potenziale zur Erzeugung von Strom realisiert werden und deren Überschusserzeugung in Form von Power-to-X gespeichert wird, könnte im

Zielszenario 2040 die benötigte gasbasierte Energie lokal bereitgestellt werden. Dies trifft bei alleiniger Nutzung von Biomethan nicht zu. Synthetisches Methan oder Wasserstoff müssen mittels Überschussstrom erzeugt werden.

Es sei betont, dass es sich hierbei um eine bilanzielle Betrachtung handelt. Aspekte wie zeitliche Verfügbarkeit und tatsächliche Nutzbarkeit der Energiequellen bleiben unberücksichtigt (außer im Falle der Fokusgebiete) und müssen vor allem bei der strombasierten Wärmeversorgung bei einer realen Auslegung betrachtet werden.

Um die Abhängigkeit von externen Energiequellen zu reduzieren und lokale Potenziale effizienter zu nutzen, bietet sich eine Zwischenspeicherung überschüssigen Stroms an. Dieser könnte zu Zeiten geringer Erzeugung wieder zur Verfügung gestellt oder alternativ in Grüne Gase umgewandelt werden, die insbesondere für den Einsatz in der Prozesswärme dienen. Mit Blick auf den hohen Biomasseeinsatz im Wärmenetz empfiehlt sich zudem eine strategische Entlastung durch strombasierte Wärmeherzeugung, insbesondere in den Sommermonaten und den Übergangszeiten. So könnte der Einsatz von Hackschnitzeln gezielt auf Spitzenlasten und kalte Wintertage konzentriert werden, um eine nachhaltige und ressourcenschonende Betriebsweise zu ermöglichen.



6.9.5. Zielszenario 2040

Indikatoren nach WPG Anlage 2 III							
Nr.	Bezeichnung		2025	2030	2035	2040	2045
1	Jährlicher Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in kWh/a, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträger	-	siehe Graphiken "thermischer Energieverbrauch" und "Energieträgerverteilung"				
2	Jährliche Emissionen von THG der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebietes in t-CO2-äq./a	-	siehe Graphik "CO2-Äquivalente"				
3	Jährlicher Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in kWh/a und Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent	Erdas [kWh/a]	273.018.000	176.513.794	73.060.904	0	-
		Erdas [%]	78,7%	65,3%	30,2%	0,0%	-
		Heizöl [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Heizöl [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Grüne Gase [kWh/a]	5.782.000	37.609.243	70.429.577	103.165.910	-
		Grüne Gase [%]	1,7%	12,8%	29,1%	50,1%	-
		Feste Biomasse [kWh/a]	0	2.440.000	2.440.000	2.440.000	-
		Feste Biomasse [%]	0,0%	0,8%	1,0%	1,2%	-
		Sole-Wärmepumpe [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Sole-Wärmepumpe [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Luft-Wärmepumpe [kWh/a]	0	3.760.000	3.760.000	3.760.000	-
		Luft-Wärmepumpe [%]	0,0%	1,3%	1,6%	1,8%	-
		Abwasser [kWh/a]	0	0	8.316.000	8.316.000	-
		Abwasser [%]	0,0%	0,0%	3,4%	4,0%	-
		Abwärme [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Abwärme [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Flusswasser [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Flusswasser [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Solarthermie [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Solarthermie [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Direktstrom [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Direktstrom [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Klärgas [kWh/a]	0	0	0	0	-
		Klärgas [%]	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
		Prozessdampf [kWh/a]	68.200.000	57.842.333	83.984.667	88.227.000	-
		Prozessdampf [%]	19,7%	19,8%	34,7%	42,8%	-
		...davon Gasleitung [kWh/a]	278.800.000	214.123.037	143.490.481	103.165.910	-
		...davon Gasleitung [%]	80,3%	73,1%	59,3%	50,1%	-
...davon Fern- und Nahwärme [kWh/a]	68.200.000	64.042.333	98.500.667	102.743.000	-		
...davon Fern- und Nahwärme [%]	19,7%	21,9%	40,7%	49,9%	-		
4	Anteil leitungsgebundener Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent	Gas, Fern- und Nahwärme	41,2%	35,9%	34,0%	31,1%	-
		Gas	33,1%	27,7%	20,1%	15,6%	-
		Fern- und Nahwärme	8,1%	8,3%	13,8%	15,5%	-
5	Anzahl Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	Anzahl Gebäude an Wärmenetz	1.138	1.715	2.292	2.869	-
		Prozentualer Anteil	12,3%	18,6%	24,8%	31,1%	-
6	Jährlicher Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in kWh/a und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent	Erdgas [kWh/a]	273.018.000	176.513.794	73.060.904	0	-
		Erdgas [%]	97,9%	82,4%	50,9%	0,0%	-
		Grüne Gase [kWh/a]	5.782.000	37.609.243	70.429.577	103.165.910	-
		Grüne Gase [%]	2,1%	17,6%	49,1%	100,0%	-
7	Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent	Anzahl Gebäude an Gasnetz	4.677	3.587	2.496	1.406	-
		Prozentualer Anteil	50,7%	38,8%	27,0%	15,2%	-

6.10. Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Auf Grundlage der Analyse zur Wärme- und Wasserstoffnetzsignung und der Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung sowie unter Einbezug der Ausbaupläne des bestehenden Wärmenetzes, der Pläne und Anmerkungen des Gasnetzbetreibers sowie der Ergebnisse aus den Fokusgebieten wird in Abbildung 69 ein mögliches Wärmeversorgungsszenario für die Stadt Schwandorf im Zieljahr 2040 dargestellt. Gesteift dargestellt sind Gebiete mit mehreren Hauptversorgungsvarianten.

In Blau dargestellt sind Gebiete mit einer hohen Wahrscheinlichkeit für eine dezentrale Wärmeversorgung. Wie bereits in Kapitel 1.3 beschrieben, kann trotzdem eine leitungsgebundene Wärmeversorgung v.a. in Form von kalter Nahwärme oder Gebäudenetzen nicht komplett ausgeschlossen werden. Generell ist in jedem Gebiet der Stadt weiterhin eine dezentrale Wärmeversorgung möglich. Es gibt aktuell (Stand 12/2025) keine Bestandsgebiete mit Anschlusszwang an ein Wärmenetz. Jedoch kann in bestimmten Gebieten ein Anschluss an das Wärmenetz wirtschaftlicher sein als eine Einzelversorgung. Dies ist für jedes Gebäude separat zu prüfen.

In Gebieten mit hellerem Rot ist das Fernwärmenetz bereits vorhanden und es wird vom Fernwärmenetzbetreiber eine Netzverdichtung angestrebt. Dunkel Rot eingezeichnet sind mögliche Fernwärmenetzerweiterungsgebiete, welche in naher Zukunft vom Netzbetreiber auf eine Erschließung untersucht werden.

Violett eingezeichnet sind Wärmenetzsignungsgebiete, bei welchen ein Anschluss an das bestehende Fernwärmenetz ausgeschlossen ist. Hierfür sind separate Machbarkeitsstudien durchzuführen unter Betrachtung der in der Wärmeplanung erarbeiteten Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der Fokusgebietenbetrachtung. Eine genauere Prüfung und eventuelle Realisierung der Inselnetze sollen zeitnah vonstattengehen. Dies betrifft die Ortsteile Fronberg, Büchelkühn und Kreith.

In Rosa eingefärbt sind bestehende Nahwärmenetzgebiete. Laut Abfragen im Zuge der Wärmeplanung bei den Netzbetreibern besteht kein Ausbaupotenzial dieser Netze. Nicht angeschlossene Gebäude in diesen Gebieten müssen somit in Zukunft wahrscheinlich weiter dezentral versorgt werden.

Aufgrund des fehlenden Wasserstofffahrplans gemäß § 71k Abs. 1 Gebäudeenergiegesetz sowie der bislang ausstehenden Zusage der Energieversorger bzw. des Gasnetzbetreibers zur zukünftigen Biomethanbereitstellung nach § 28 Wärmeplanungsgesetz kann derzeit kein Gebiet als Wasserstoff- oder Biomethanetzsignungsgebiet ausgewiesen werden. Gebiete, in denen laut Fragebogen ein hoher Bedarf und ein deutliches Interesse an Wasserstoff für Prozesswärme besteht, sowie vom Gasnetzbetreiber benannte Bereiche mit potenzieller Biomethanversorgung werden in diesem Zielszenario als Prüfgebiete eingeordnet und sind im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung erneut zu bewerten. Dennoch sind hier Gebiete aufgezeigt, welche der Gasnetzbetreiber Bayernwerk Netz GmbH als mögliche zukünftige Biomethangebiete deklariert. Gebäude in diesen Gebieten müssen bei einem Heizungstausch individuell abwägen, ob auf eine Biomethanversorgung gesetzt wird oder nicht. Es ist ausdrücklich zu betonen, dass eine zukünftige Versorgung mit Wasserstoff oder Biomethan zum aktuellen Zeitpunkt nicht gesichert ist.

Bezüglich der zeitlichen Entwicklung der Wärmeversorgungsgebiete sollte der Fernwärmenetzausbau sowie die Nachverdichtung im Bestandsgebiet sofort initiiert und während der nächsten Jahre geplant und durchgeführt werden. Gleiches gilt für die Inselnetzgebiete. Hierbei sollte zuerst Fokus auf die Ortsteile Fronberg und Büchelkühn, aufgrund des hohen Potenzials und der bestehenden Initiativen, gelegt werden. Die als Prüfgebiete deklarierten Baublöcke werden in den nächsten Jahren wahrscheinlich nicht realisiert werden. Daher ist deren Eignung bei der Fortschreibung der Wärmeplanung erneut zu ermitteln. Mit Wasserstoff als großflächiger Energieträger kann nach aktuellem Stand (12/2025) frühestens ab ca. 2035 gerechnet werden. Biomethan ist aktuell schon verfügbar und wird in Schwandorf in das Gasnetz eingespeist. Dennoch ist die aktuelle Verfügbarkeit von Biomethan im Vergleich zum Erdgasbedarf sehr gering. Eine flächendeckende, deutschlandweite Biomethanversorgung ist aktuell nicht gegeben und muss in Zukunft erneut geprüft werden. Eine dezentrale Wärmeversorgung ist jederzeit möglich sowie aufgrund von finanziellen Förderungen (siehe Kapitel 5) aktuell möglicherweise sehr lukrativ.

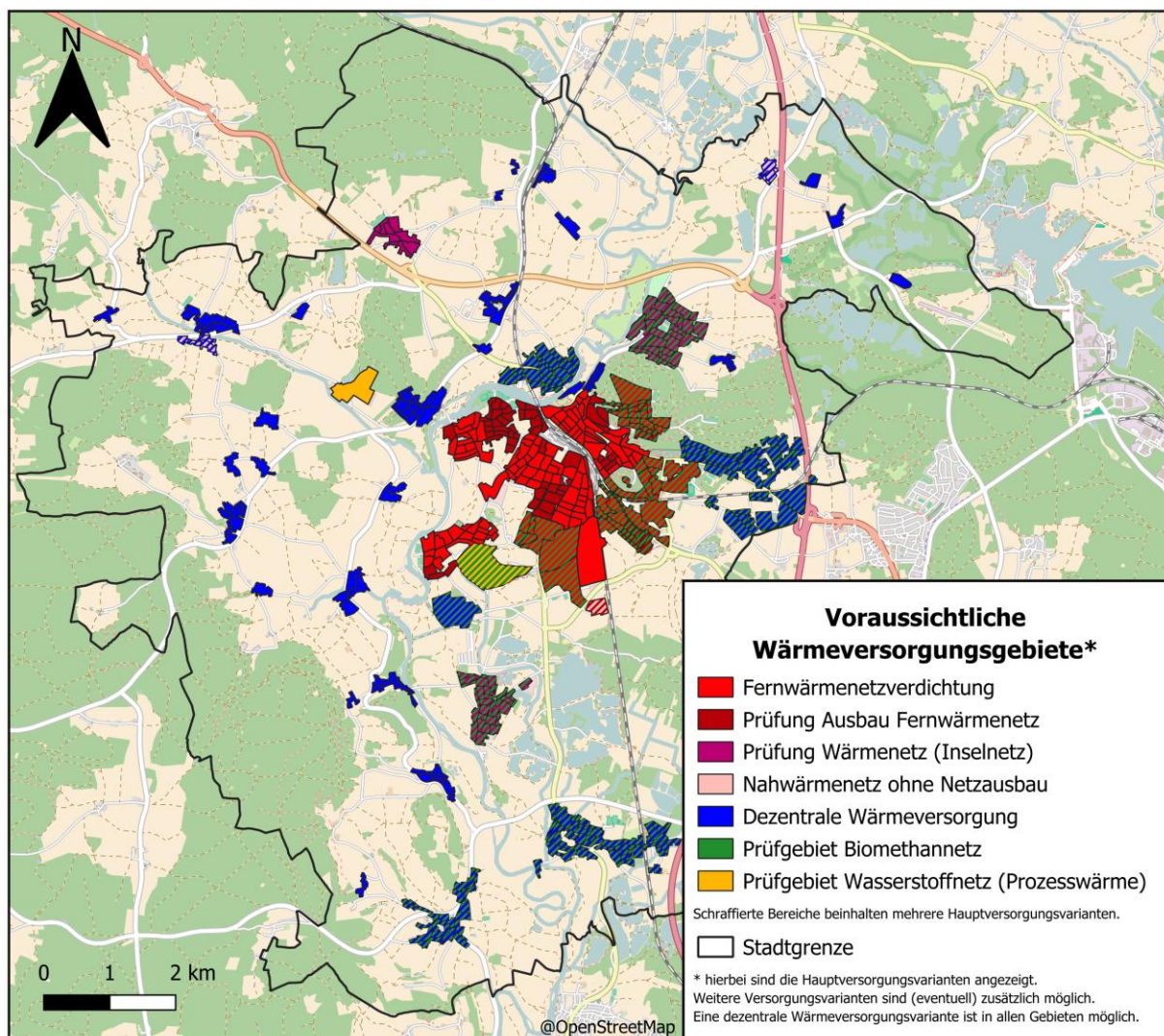


Abbildung 69: Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für das Zielszenario 2040

6.11. Ausblick Fernwärmenetz

Im Rahmen der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Schwandorf fand ein intensiver Austausch mit dem Fernwärmenetzbetreiber „Städtische Wasser- und Fernwärmeversorgung Schwandorf“ (SWFS) statt – insbesondere hinsichtlich der angestrebten Zielzustände sowie des geplanten Ausbaus des bestehenden Fernwärmenetzes in Schwandorf.

Das bestehende Fernwärmenetz wird vollständig durch unvermeidbare Abwärme des Müllheizkraftwerks (MHKW) versorgt und erfüllt damit bereits heute die Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) sowie – für die Wärmeabnehmer relevant – die Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Aufgrund des hohen regenerativen Deckungsanteils wird aktuell weder ein Transformationsplan noch ein Dekarbonisierungs- oder Ausbaupfad im Sinne des WPG benötigt.

Gleichzeitig verfolgen die SWFS klare strategische Weiterentwicklungen. Dazu gehören u.a. die Prüfung einer höheren Auskoppelleistung aus dem Müllheizkraftwerks sowie die Integration eines Großwärmespeichers. Zu diesen Themen befindet man sich in vertieftem Austausch mit dem Zweckverband Müllverwertung Schwandorf (ZMS). Die im Zuge des Triphöix-Projekts (Umbau des MHKWs) beschafften Heizersatzanlagen von insgesamt 8 MW stehen auch nach Abschluss des Umbaus des MHKWs potenziell für zukünftige Spitzenlasten zur Verfügung.

Ab 2028 liegt der Schwerpunkt insbesondere auf Netzoptimierung und Nachverdichtung, auch um mögliche Unsicherheiten während des Triphöix-Programms abzufedern. Vorrangig sollen die hydraulischen Engstellen reduziert, Rücklauftemperatur-Sünder identifiziert und die Betriebsführung mittels Echtzeitdaten weiter verbessert werden. Alle Abnehmer sind bereits mit Ultraschallzählern ausgestattet, sodass perspektivisch eine laufende Betriebsdatenauswertung möglich wird. Auch Überlegungen zur teilweisen Entkopplung von Industriebetrieben oder zur separaten Versorgung des Industriegebiets nahe des Müllkraftwerks werden betrachtet. Separat entkoppelte Teilnetze bestehen bereits und sind im hydraulischen Modell hinterlegt.

Die Netzstrukturen bieten grundsätzlich Potenziale für zusätzliche Anschlussnehmer. Durch die historisch sehr großzügige Rohrdimensionierung besteht Spielraum für Erweiterungen; abseits der Haupttrassen sind jedoch schlankere Dimensionierungen sowie eine standortbezogene Prüfung des verfügbaren Druckniveaus (max. 13 bar) erforderlich. Hierzu werden individuelle hydraulische Berechnungen im Netzmodell durchgeführt. Das maximal mögliche Potenzial einer Rücklauftemperaturabsenkung liegt bei rund 1,6 °C, was etwa 1,8 MW hydraulischer Entlastung entspricht. Die Integration eines Großwärmespeichers könnte darüber hinaus bis zu 6 MW Spitzenlast reduzieren und wäre gegenüber dem langfristigen Weiterbetrieb von Gas-Spitzenlastkesseln deutlich vorteilhafter. Die erforderliche Speicherkapazität hängt direkt von der hydraulisch möglichen Anschlussausrüstung ab.

Die Einbindung von Umweltwärmequellen wie Kläranlagenabwasser oder Flusswasser wird aufgrund der hohen Netztemperaturen als nicht wirtschaftlich bzw. nicht systemgerecht eingestuft. Eine Kälteinfrastruktur ist nicht geplant.

Die möglichen Ausbaugebiete des Fernwärmenetzes sind in dem Zielszenario für das Jahr 2040 aufgezeigt und beschrieben. Kronstetten wird aus hydraulischer Sicht als weniger

geeignet für einen Netzanschluss bewertet. In Ettmannsdorf ist ein Ausbau vorgesehen. Das Rothlindenviertel wurde im Zuge des Fokusgebietes als potenzielles Ausbaugbiet betrachtet.

Zum 1. Januar 2026 wird für das Fernwärmenetz ein neues Preissystem eingeführt: Für Leistungen zwischen 0–15 kW gilt künftig ein geringerer Grundpreis als für 16–30 kW. Die Kunden entscheiden selbst, ob sie ihre vertraglich vereinbarte Anschlussleistung reduzieren möchten – müssen jedoch eigenständig prüfen (bzw. prüfen lassen), welche Auswirkungen dies auf ihren Heizbetrieb hat.

Abschließend besteht seitens der SWFS ausgeprägtes Interesse, künftig zusätzliche Inselnetze auf dem Stadtgebiet zu betreiben, auch in Kombination mit anderen Akteuren oder potenziellen Energielieferanten.

6.12. Ausblick Gasnetz

Im Rahmen der Akteursbeteiligung wurden detaillierte Gespräche mit der „Bayernwerk Netz GmbH“, dem in Schwandorf tätigen Gasnetzbetreiber, geführt. Ziel war es, insbesondere zu den Entwicklungen im Bereich Erdgas und zur Zukunft des Gasnetzes Stellungnahmen einzuholen und die Einschätzungen des Netzbetreibers in den erarbeiteten Zielszenarien zu berücksichtigen. Die nachfolgende Darstellung fasst die zentralen Aussagen der Bayernwerk Netz GmbH zusammen und gibt einen Einblick in die erwartete Entwicklung der Gasinfrastruktur im Stadtgebiet aus Sicht des Netzbetreibers.

Entwicklung Gasnetz

Das seit 1978 bestehende Gasnetz wird derzeit sowohl mit fossilem Methan als auch mit Biomethan betrieben. Die jüngst veröffentlichte Wärmestrategie der Bayerischen Staatsregierung betont ausdrücklich die Bedeutung klimaneutraler Gase – insbesondere Wasserstoff und Biomethan – als unverzichtbare Energieträger der zukünftigen Wärmeversorgung. Vor diesem Hintergrund richten die Bayernwerk Netz GmbH ihre strategische Ausrichtung auf eine langfristige Transformationsfähigkeit des bestehenden Netzes aus.

Nachverdichtungen innerhalb bestehender Gasnetze, sowie Gasnetzausbau für Industrie- und Gewerbekunden, werden weiterhin durchgeführt. Neubaugebiete mit reiner Wohnbebauung werden in der Regel nicht mehr berücksichtigt. Zur Bewertung des eigenen Infrastrukturzustands hat der Netzbetreiber ein spezifisches Analysewerkzeug entwickelt; vorzeitige Stilllegungen des Gasnetzes im Stadtgebiet Schwandorf sind aktuell nicht vorgesehen. Zudem sind keine Projekte bekannt, die den Bau neuer Gasspeicher in oder um Schwandorf zum Ziel haben. Für die langfristige Entwicklung des Gasnetzes gelten mehrere strategische Eckpunkte: Die bestehenden Netze sollen mindestens bis 2045 betrieben werden. Pläne zur Stilllegung größerer Netzbereiche bestehen derzeit nicht; im Fokus bleibt die Sicherstellung einer verlässlichen Versorgungssicherheit in allen Netzgebieten.

Im Rahmen der europäischen Vorgaben zur Gasbinnenmarktrichtlinie bereitet sich der Netzbetreiber zudem darauf vor, das Gasnetz gezielt auf klimaneutrale Gase umzurüsten und langfristig kompatibel zu machen. Dies beinhaltet sowohl die Entwicklung von Transformations- und Umrüstungsplänen als auch die Erstellung möglicher Teil-Stilllegungskonzepte für einzelne Netzabschnitte, falls dies regulatorisch oder technisch erforderlich werden sollte.

Genaue Pläne und Zahlen zum zukünftigen Betrieb des Gasnetzes liegen zur Einarbeitung in die kommunale Wärmeplanung aktuell (Stand 11/2025) nicht vor. Die Entwicklung der Gasanschlüsse im Gebäudesektor in der Stadt Schwandorf, wie sie in den Indikatoren der Zielszenarien („moderat“) abgebildet ist, basiert auf überregionalen Studien und Modellanalysen und sind keine Angaben der Bayernwerk Netz GmbH. Diese Abschätzung basieren unabhängig von den Aussagen des Gasnetzbetreibers und werden lediglich im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung verwendet. Eine zentrale Referenz bildet dabei eine Untersuchung des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln (EWI) [22]. Diese kommt zu dem Ergebnis, dass der Gasbedarf im Gebäudesektor – sowohl für methanbasierte Gase als auch für Wasserstoff – bis zum Jahr 2040 um etwa 61 % zurückgehen wird. Dieser Rückgang wird in den Szenarien vereinfachend auf die Anzahl der Gasanschlüsse übertragen. Es handelt sich dabei ausdrücklich um eine grobe Abschätzung, da die künftige Entwicklung des Gasnetzes auf lokaler Ebene derzeit nicht sicher prognostizierbar ist. Eine konkrete räumliche Verteilung der Gasanschlüsse im Stadtgebiet für das Jahr 2040 lässt sich vor diesem Hintergrund nicht belastbar darstellen.

Energieträger Biomethan

In der Region – darunter auch im Stadtgebiet Schwandorf – wird derzeit an drei Standorten Biomethan in das Gasnetz eingespeist. Mittelfristig ist geplant, die eingespeiste Biomethanmenge deutlich zu erhöhen, um eine zunehmend klimaneutrale Gasversorgung zu ermöglichen. Perspektivisch wird dabei laut Bayernwerk Netz GmbH von einer möglichen Jahresenergiemenge von rund 240 GWh ausgegangen. Hierbei ist auf eine nachhaltige Erzeugung des Biomethans zu achten.

Im Umfeld von Schwandorf befinden sich mehrere Biogasanlagen, die bislang vor allem Strom erzeugen. Da deren EEG-Förderung in den kommenden Jahren sukzessive ausläuft, könnte eine Umstellung der Betriebsweise der Biogasanlagen hin zur Veredelung des Rohbiogases in Biomethan stattfinden. Diese Umstellung kann dazu beitragen, die Wirtschaftlichkeit und den Weiterbetrieb der Biogasanlagen nach dem Ende der EEG-Förderung zu sichern.

Eine verbindliche Zusage zur sicheren Verfügbarkeit von Biomethan ab Mitte 2028 gemäß § 71f GEG (Stand 06/2026 Änderungen vorbehalten: Novellierung durch das GModG in Vorbereitung) kann seitens des Gasnetzbetreibers nicht gegeben werden. Die Bereitstellung von Biomethan hängt vollständig von Marktmechanismen, Produzenten und Lieferanten ab und liegt somit außerhalb des Einflussbereichs des Verteilnetzbetreibers. Dieser stellt lediglich die notwendige Infrastruktur für Einspeisung und Transport bereit, kann jedoch keine Gewähr für künftige Mengen, Qualitäten oder Quoten übernehmen.

Entsprechend kann der Gasnetzbetreiber auch keine belastbare Prognose zur Erreichbarkeit der gesetzlich geforderten Biomethananteile gemäß § 71 Abs. 9 GEG (ab 2029: 15 %, ab 2035: 30 %, ab 2040: 60 %) (Stand 06/2026 Änderungen vorbehalten: Novellierung durch das GModG in Vorbereitung) abgeben. Diese Verantwortung liegt nicht bei den Netzbetreibern, sondern bei den Marktteilnehmern entlang der Erzeugungs- und Lieferkette. Eine rechtliche Klärung der Zuständigkeiten wurde angestoßen. Darüber hinaus wurde die Bioerdgas Schwandorf GmbH, Betreiberin der Biomethan-Einspeiseanlage in Schwandorf, im Rahmen des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) gemäß § 28 um entsprechende Auskünfte zur Versorgung mit Grünem Methan gebeten. Auch von Seiten des Anlagenbetreibers wurden keine verbindlichen Zusicherungen im Sinne des WPG mitgeteilt.

Aus diesen Gründen kann nach Wärmeplanungsgesetz keine Eignung von Teilgebieten der Stadt für ein Biomethanetz ermittelt werden. Alle in Absprache mit der Bayernwerk Netz GmbH möglichen Biomethangebiete des Zielszenarios 2040 sind somit als Prüfgebiete deklariert.

Energieträger Wasserstoff

Die Bayernwerke Netz GmbH bereitet sich (Stand 11/2025) darauf vor, zukünftig auch Wasserstoff großflächig in Bayern transportieren und verteilen zu können. Grundlage der strategischen Ausrichtung sind die Planungen zum deutschen Wasserstoffkernnetz sowie die integrierte Netzentwicklungsplanung für Strom, Gas und Wasserstoff. Diese dienen als Leitlinie, um die bestehende Gasinfrastruktur schrittweise an die Anforderungen einer künftigen Wasserstoffwirtschaft anzupassen.

In einem der nächsten Schritte müssen insbesondere die Rahmenbedingungen für das Anschlussnetz geschaffen werden. Dazu zählen die notwendigen Verbindungsleitungen zu potenziellen Wasserstoffabnehmern. Die bestehende Infrastruktur wird perspektivisch so transformiert und ertüchtigt, dass eine sichere und effiziente Verteilung von Wasserstoff möglich wird. Parallel führt der Netzbetreiber grundlegende Analysen durch, um geeignete Standorte für netzdienliche Elektrolyseure im eigenen Netzgebiet zu identifizieren.

Die vorhandenen Gasleitungen eignen sich grundsätzlich für eine Umrüstung auf Wasserstoff und bieten daher Potenzial insbesondere für die Versorgung von Industrie- und Gewerbekunden. Aufgrund der Nähe des Stadtgebiets Schwandorf zum geplanten Wasserstoffkernnetz finden bereits Abstimmungen mit potenziellen Großverbrauchern statt, die künftig eine maßgebliche Rolle für die Transformation des Gasnetzes spielen werden.

Eine konkrete Detailplanung zur vollständigen Umstellung des Netzes auf Wasserstoff befindet sich derzeit noch nicht in Bearbeitung. Ebenso ist es dem Netzbetreiber aufgrund der geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen – insbesondere, da er ein Verteilnetzbetreiber und kein Energieversorger ist – nicht möglich, eigenständig verbindliche Wasserstofffahrpläne zu erstellen. Nach § 71k Abs. 1 GEG (Stand 06/2026 Änderungen vorbehalten: Novellierung durch das GModG in Vorbereitung) sind solche Fahrpläne jedoch Voraussetzung für die Ausweisung von Gebieten, die künftig mit Wasserstoff für Raumwärme versorgt werden könnten. Da ein solcher verbindlicher Fahrplan aktuell nicht vorliegt, dürfen nach Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) (Stand 06/2026 Änderungen vorbehalten: Novellierung durch WPG in Vorbereitung) keine Gebiete mit Wasserstoffnetzeignung für die Wärmeversorgung ausgewiesen werden. Entsprechend werden in den Zielszenarien der Kommunalen Wärmeplanung keine Wasserstoffversorgungsgebiete für Raumwärme dargestellt.

Vor dem Hintergrund der laufenden Planungen und der noch ausstehenden Abstimmungen zur Wasserstoffversorgung ist zu betonen, dass die in dieser Wärmeplanung dargestellten Zielszenarien – insbesondere hinsichtlich der Entwicklung der Energieträger Erdgas und Grüne Gase – als erste Abschätzungen zu verstehen sind. Für die zukünftige Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung wird es entscheidend sein, die konkreten Ergebnisse und Aussagen der Netzbetreiber – insbesondere zur Netztransformation, Versorgungssicherheit und zur Rolle alternativer Gase – stärker in die Szenarienentwicklung zu integrieren. Nur so kann eine belastbare und strategisch tragfähige Planung erfolgen, die den tatsächlichen infrastrukturellen Entwicklungen gerecht wird.

6.13. Ausblick Strom

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung hat der in der Stadt Schwandorf ansässige Stromnetzbetreiber „Bayernwerk Netz GmbH“ eine Stellungnahme zur aktuellen und zukünftigen Entwicklung des Stromnetzes abgegeben. Für die Bewertung der zukünftigen Netzbelastung ist eine differenzierte Betrachtung von Bezugs- und Einspeisefällen erforderlich. Der steigende Strombedarf durch Wärmepumpen und Power-to-Heat-Anwendungen muss getrennt von der zunehmenden Einspeisung durch PV-Anlagen analysiert werden, um Netzengpässe und Investitionserfordernisse realistisch einschätzen zu können.

Die Leistungsfähigkeit der Verteilnetze kann nicht pauschal bewertet werden, da jede Netzsituation individuell ist. Netzbetreiber sind jedoch gesetzlich verpflichtet, jeden Anschlusswilligen an das Energieversorgungsnetz anzuschließen (§§ 17, 18 EnWG, § 1 NAV). Haushaltsübliche Wärmepumpen und Ladeeinrichtungen werden in der Regel über den bestehenden Hausanschluss im Niederspannungsnetz versorgt, der standardmäßig für eine maximale Anschlussleistung von 30 kW für Bezug und Einspeisung ausgelegt ist. Höhere Leistungen – etwa im Rahmen von Quartierslösungen – müssen gesondert angemeldet und technisch geprüft werden. Zudem bittet die Bayernwerk Netz GmbH um möglichst frühzeitige Einbindung in die Planung von Heizzentralen und insbesondere die Mitteilung von Anschlussleistungen für z.B. Hochleistungswärmepumpen oder Power-to-Heat-Anlagen, da diese erfahrungsgemäß einen individuellen Netzanschluss bzw. eine separat für die Anlage zu errichtende Transformatorstation erfordern.

Für die langfristige Planung orientiert sich die Bayernwerk Netz GmbH am sogenannten „Flow-Szenario“. Dieses modelliert die wahrscheinliche Entwicklung der Energielandschaft bis 2040, einschließlich steigender Einspeisung aus Photovoltaik und Wind sowie stark wachsender Nachfrage durch Wärmepumpen, E-Mobilität und Batteriespeicher. Die Erkenntnisse fließen direkt in die Zielnetzplanung ein und wurden auch in der Kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt. Auf Basis dieser Prognosen sind erhebliche Steigerungen im Stromverbrauch und in der Einspeisung zu erwarten, weshalb die Bayernwerk Netz GmbH in den kommenden Jahren größere Investitionen zum Ausbau des Verteilnetzes plant. Synergien, etwa im Zuge von Straßenerneuerungen, werden genutzt, um das Netz frühzeitig auf den künftigen Zielzustand auszurichten.

Bei dezentralen Erzeugungsanlagen bis 30 kW gilt der bestehende Netzanschlusspunkt als günstigster Verknüpfungspunkt. Nach Anmeldung erfolgt eine Netzverträglichkeitsprüfung, deren Ergebnis von zahlreichen lokalen Faktoren abhängt, sodass keine pauschalen Aussagen möglich sind. In der Niederspannung wird der Netzausbau überwiegend anlassbezogen und kurzfristig umgesetzt, während in den höheren Spannungsebenen der Bedarf zentral ermittelt und im Rahmen von „Netzplanergesprächen“ weitergegeben wird.

Stromspeicher können einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung der Netze und zur Reduzierung von Netzeingriffen leisten – allerdings nur, wenn sie so positioniert und betrieben werden, dass sie dem Netz tatsächlich nutzen. Daher unterscheidet der Netzbetreiber Speicher nach ihrer netztechnischen Wirkung (netzbelastend, netzneutral oder netzdienlich) und bewertet sie entsprechend ihrer Systemrelevanz.

6.14. Ausblick Kältebedarf

Aufgrund der steigenden Durchschnittstemperaturen und erhöhten Maximaltemperaturen im Sommer wird sich der Kältebedarf im Bereich Klimakälte voraussichtlich erhöhen.

Laut des Fraunhofer Instituts beträgt der aktuelle Gesamtnutzenergiebedarf des deutschen Kältesektors rund 92,7 TWh pro Jahr (Stand Januar 2021) [23] [24]. Generell sind Angaben im Bereich „Kälte“ (Prozesskälte, Klimatisierung, etc.) uneinheitlich oder nur begrenzt verfügbar [25]. Die Diffusion von Kälteanwendungen, unterschiedliche Temperaturniveaus, sektorale Abgrenzungen und fehlende Messdaten führen zu Unsicherheiten bei der Ermittlung des Bedarfs [25]. Das Umweltbundesamt kommt nach eigener Berechnung auf einen Gesamtendenergiebedarf von 26,5 TWh pro Jahr und nach Einbeziehung ergänzender Informationen aus Parallelvorhaben auf einen Gesamtnutzenergiebedarf von 74 TWh pro Jahr (Stand 2018) [25]. Im Jahr 2008 lag der Gesamtnutzenergiebedarf bei 70,7 TWh pro Jahr was einen Anteil von 13,5 % am deutschen Strombedarf ausmacht [26]. Der größte Verbraucher mit 34 % sind die Haushaltskühl- und gefriergeräte (Stand 2008) [26].

Ein konkretes Wachstum des Kältebedarfs konnte nicht ermittelt werden. Durch die Daten aus den Jahren 2008, 2018 und 2021 ist jedoch bereits ein exponentielles Wachstum zu erkennen, dass vor allem im Bereich Klimakälte deutlich steigen wird. So wird das Wachstum der installierten Klimakälteanlagen mit 3,5 – 5 % pro Jahr angegeben [27]. Allerdings wird das Wachstum nicht allein durch die Klimakälte bestimmt und kann auch durch Effizienzsteigerungen oder Sanierungen gebremst werden. Hochgerechnet bei einer Steigerung von 3,5 % pro Jahr würde sich der Kältebedarf in den nächsten 20 Jahren verdoppeln. Daher liegt eine Erhöhung von 30 – 100 % in den nächsten 10 – 20 Jahren im Bereich des Möglichen.

Aufgrund der begrenzten Datenlage und der geringen Zahl verfügbarer Studien lässt sich der Bedarf an Klimakälte derzeit nicht belastbar quantifizieren. Qualitativ ist jedoch mit hoher Sicherheit davon auszugehen, dass der Bedarf an Raumkühlung in den kommenden Jahren deutlich zunehmen wird.

6.15. Sektorkopplung

Auch wenn im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Sektor Wärme im Fokus steht, dürfen die Sektoren Strom und Mobilität nicht unbeachtet bleiben, da auch dort die Klimaneutralität angestrebt wird. Durch die zunehmende Elektrifizierung im Wärme- und Mobilitätssektor greifen die drei Sektoren immer stärker ineinander und können nicht mehr isoliert betrachtet werden.

Die Verbindung dieser drei Energiesektoren Strom, Wärme und Mobilität wird unter dem Begriff „Sektorkopplung“ zusammengefasst. Ziel ist es, überschüssigen Strom aus erneuerbaren Quellen - insbesondere PV- und Windkraftanlagen - durch Umwandlung oder Speichertechnologien auch in anderen Sektoren nutzbar zu machen und so fossile Energieträger zu substituieren. Entsprechende Entwicklungen sind bereits in den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung erkennbar – etwa im vermehrten Einsatz von Wärmepumpen sowie im in der Potenzialanalyse identifizierten Power-to-X-Potenzial.

Ziel dieses Kapitels ist es, die aus dem Zielszenario 2040 resultierenden zukünftigen Energiebedarfe im Kontext der Sektorkopplung einzuordnen. Als Ausgangsbasis werden hierzu die Endenergiebedarfe der relevanten Sektoren in Tabelle 21 gegenübergestellt. Diese

Darstellung dient der Einordnung der Größenordnungen und verdeutlicht, in welchen Bereichen künftig wesentliche Umstellungen der Energieträger erfolgen.

Die Verbrauchsdaten von Wärme und Strom basieren auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse, während der Energiebedarf des Mobilitätssektors mithilfe der Software „Klimaschutz-Planer“ ermittelt wurde. Der für das Jahr 2040 angesetzte Wärme- und Kältebedarf entspricht der Summe der Bedarfe des Zielszenarios aus Kapitel 6.9.1 – der Kältebedarf wurde dabei konstant gehalten, da – wie in Kapitel 6.14 beschrieben – keine belastbare Prognose erstellt werden kann. Die Anteile von Direktstrom, Wärmepumpenstrom sowie der Wärmemenge aus grünen Gasen sind aus Tabelle 20 entnommen. Letztere beschreibt die aus gasförmigen erneuerbaren Energieträgern bereitgestellte Wärmemenge, die sowohl durch Biogas / Biomethan als auch durch Wasserstoff oder synthetischen Gasen gedeckt werden kann und nicht mit dem für die Wasserstoffherstellung erforderlichen Strombedarf gleichzusetzen ist.

Der Energiebedarf des Sektors Mobilität wurde dem Integrierten Klimaschutzkonzept (IKSK) entnommen. Der unter dem Sektor „Strom“ aufgeführte Energiebedarf („sonstiger“ Strombedarf für Beleuchtung, Haushaltsgeräte, Informations- und Kommunikationstechnik sowie weitere Anwendungen) entspricht dem Verbrauchsniveau des Jahres 2023.

Für diesen Strombedarf wurde ein konstanter Wert angesetzt. Zwar ist infolge zunehmender Effizienzanforderungen und technologischer Weiterentwicklungen tendenziell von einem Rückgang des spezifischen Stromverbrauchs auszugehen; gleichzeitig ist jedoch mit einer steigenden Nutzung strombasierter Anwendungen, beispielsweise Klimageräte oder zusätzliche digitale Infrastruktur, zu rechnen. Aufgrund dieser gegenläufigen Entwicklungen sowie der hohen Unsicherheiten hinsichtlich zukünftiger Nutzungsgrade wurde ein gleichbleibender Strombedarf angenommen.

Tabelle 21: Energiebedarfe nach Sektoren

Sektor	Verbrauch 2023 in MWh	Bedarf 2040 in MWh
Wärme und Kälte	842.100	662.700
Davon Direktstrom und Wärmepumpen-Strom	26.900	87.900
Davon Wärmemenge aus Grünen Gasen	900	103.200
Strom	242.200	242.200
Mobilität	302.800	134.400
Davon elektrisch	k. A.	95.400
Summe	1.387.100	1.034.200

Die zur Erzeugung von Wasserstoff benötigte Strommenge ergibt sich aus den Wirkungsgraden der Umwandlungskette. Bei konservativ angesetzten Wirkungsgraden von 65% für die Elektrolyse (ohne die Abwärme zu nutzen) und 90% für die anschließende Wärmeherzeugung werden zur Bereitstellung von 103.200 MWh Wärme rund 176.400 MWh Strom benötigt. Durch zukünftige Effizienzsteigerungen könnte diese Menge noch reduziert werden.

Der Einsatz von Wasserstoff ist vor diesem Hintergrund differenziert zu bewerten. Wie die Umwandlungsrechnung zeigt, ist die Herstellung von Wasserstoff mit erheblichen energetischen Verlusten verbunden. Aus energetischer Sicht ist die direkte Nutzung von Strom zur

Wärmebereitstellung, zum Beispiel über Direktstromanwendungen oder Wärmepumpen, grundsätzlich effizienter. Wasserstoff spielt jedoch dort eine wichtige Rolle, wo eine direkte Elektrifizierung nicht oder nur eingeschränkt möglich ist. Dies betrifft insbesondere industrielle Prozesswärmeanwendungen mit hohen Temperaturanforderungen, die Abdeckung von Spitzenlasten sowie die saisonale Speicherung zur zeitlichen Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch. Da ein wesentlicher Teil des in Tabelle 20 dargestellten Wärmebedarfs aus Grünen Gasen auf die Substitution von Erdgas in industriellen Prozessanwendungen zurückzuführen ist, stellt Wasserstoff - neben Biomethan - eine der wenigen realistisch verfügbaren Optionen zur Dekarbonisierung dieser Bedarfe dar.

Wie in Tabelle 20 dargestellt, kann ein Teil der Wärmemenge aus Grünen Gasen alternativ durch Biogas gedeckt werden. Das identifizierte Biogaspotenzial beträgt 90.100 MWh, wovon die derzeit in das Gasnetz einspeisende Biomethananlage bereits 91% (82.000 MWh) nutzt. Zudem werden aktuell bereits 54.700 MWh/a an Biomethan verstromt. Die zukünftige Verwendung des Biogaspotenzials ist mit Unsicherheiten behaftet; denkbar sind unter anderem eine Ausweitung der Biomethaneinspeisung, eine weitere dezentrale Nutzung zur Wärme- und Stromerzeugung in Biogasanlagen oder eine Stilllegung solcher dezentraler Anlagen. Da die Nutzung des Biogaspotenzials maßgeblich Einfluss auf die benötigte Wasserstoffmenge hat, wird der Strombedarf für die Wasserstofferzeugung als Bandbreite ausgewiesen.

Die resultierenden Strombedarfe aller drei Sektoren sind in Tabelle 22 zusammengefasst und verdeutlichen die durch Sektorkopplung verursachte Verlagerung der Endenergiebedarfe hin zum Stromsektor.

Tabelle 22: Strombedarf nach Verwendung

Stromverwendung	Strombedarf in MWh
Elektromobilität	95.400
Heizstrom	87.900
Strom für die Herstellung von Wasserstoff	22.400– 176.400
Strom für Beleuchtung, Haushaltsgeräte, etc.	242.200
Summe	447.900 – 601.900

Das Gesamtpotenzial der Stromerzeugung im Stadtgebiet ist in Tabelle 23 dargestellt. Die Stromerzeugung aus Biogas wird aufgrund obiger Diskussion an dieser Stelle nicht berücksichtigt. Rein bilanziell kann der für das Jahr 2040 ermittelte Strombedarf von 447.900 MWh bis 601.900 MWh - selbst bei vollständiger Deckung des Wärmebedarfs aus Grünen Gasen durch Wasserstoff – durch die lokal erzeugbare Strommenge gedeckt werden. Aussagen zur zeitlichen Deckung und Netzbilanz sind damit jedoch nicht verbunden.

Tabelle 23: Strompotenzial ohne Biogas

Energieträger	Gesamtpotenzial in MWh
Abfall (MHKW)	180.000
Windkraft	135.000
PV	301.400
Wasser	4.400

Summe	620.800
--------------	----------------

Für den Fall einer vollständigen Nutzung des Biogaspotenzials zur Wärmeerzeugung würde der Strombedarf für die Wasserstoffherzeugung auf rund 22.400 MWh sinken. In diesem Szenario verblieben etwa 172.900 MWh Strom ungenutzt; vom ausgewiesenen PV-Restpotenzial von 252.000 MWh müssten entsprechend nur 32% realisiert werden.

Die Gegenüberstellung verdeutlicht die zentrale Bedeutung der Sektorkopplung und somit den Ausbau von PV- und Windenergie für die Energiewende. Der steigende Strombedarf ist eine unmittelbare Folge der Substitution fossiler Energieträger und Ausdruck der zunehmenden Verzahnung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität.

6.16. Energiegipfel Schwandorf

Im Rahmen der Akteursbeteiligung zur kommunalen Wärmeplanung fand ein „Energiegipfel“ statt. Ziel war es, gemeinsam mit den zentralen Akteuren der Stadt Schwandorf über die zukünftige Entwicklung des Wärmesektors zu sprechen. Im Fokus stand das Energiesystem aus dem Zweckverband Müllverwertung Schwandorf (ZMS) als Betreiber des Müllheizkraftwerks, der Nabaltec AG, als energieintensives Unternehmen, sowie der Städtischen Wasser- und Fernwärmeversorgung Schwandorf (SWFS), dem Fernwärmenetzbetreiber. Die Stadt Schwandorf war durch den Oberbürgermeister und das Amt für Planen und Bauen vertreten.

Zu den zentralen Diskussionsthemen zählten unter anderem:

- eine mögliche Erhöhung der Auskoppelleistung des Müllheizkraftwerks (MHKW) in Richtung Fernwärmenetz
- die Integration eines Großwärmespeichers
- Alternativen zu fossilen Energieträgern sowie die Entwicklung der zukünftigen Wärmebedarfe
- Power-to-X-Technologien und der Einsatz von Wasserstoff
- die Nutzung von CCS/CCU im MHKW
- die Planung einer Monoverbrennungsanlage
- eine mögliche Bioabfallvergärungsanlage
- Abwärmenutzung
- potenzielle Inselnetze innerhalb des Stadtgebiets

Nachfolgend eine Zusammenfassung der Rückmeldungen und Stellungnahmen der beteiligten Akteure zu den betreffenden Themen:

Der Zweckverband Müllverwertung Schwandorf (ZMS) sieht grundsätzlich Potenzial für eine Erhöhung der thermischen Auskoppelleistung des Müllheizkraftwerks, wie es bereits in der Vergangenheit umgesetzt wurde. Aktuell begrenzen jedoch der laufende Triphoenix-Umbau sowie die künftigen Unsicherheiten im Zusammenhang mit möglichen CCS/CCU-Technologien die Planungssicherheit, zumal gegenwärtige Verfahren zur CO₂-Abscheidung einen sehr hohen Energiebedarf aufweisen. Die Realisierung eines Großwärmespeichers wurde früher bereits diskutiert; hierfür müsste die Initiative jedoch von der SWFS ausgehen. Im Bereich Power-to-X verweist der ZMS auf frühere Planungen einer Methanisierungsanlage gemeinsam mit der Firma Schmack, die jedoch aufgrund einer doppelten Strom- und EEG-Abgabenlast nicht realisiert werden konnte. Zur Monoverbrennungsanlage laufen aktuell erste

Kostenanfragen, wobei der entstehende Dampf in das interne 6-bar-Netz eingespeist werden soll. Der Bau einer Bioabfallvergärungsanlage wird weiterhin nicht verfolgt, da die Hürden aus der Vergangenheit bestehen bleiben und die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sich verschlechtert haben.

Die Nabaltec AG weist auf die erheblichen Herausforderungen hin, vor denen energieintensive Unternehmen derzeit stehen. Häufig wechselnde und komplexe regulatorische Rahmenbedingungen erschweren langfristige Investitionsentscheidungen erheblich und führen zu einer geringen Planungssicherheit im Bereich nachhaltiger Energielösungen. Nabaltec betont, dass stabile, verlässliche und wirtschaftlich tragfähige gesetzliche Vorgaben notwendig sind, um die Transformation der Energieversorgung erfolgreich zu gestalten – sowohl im Sinne des Klimaschutzes als auch der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie.

Die Städtische Wasser- und Fernwärmeversorgung Schwandorf (SWFS) plant derzeit keine Nutzung der Abwärme der Nabaltec AG. Auch die Integration zusätzlicher Energieerzeuger in das Fernwärmenetz ist aktuell nicht vorgesehen. Nach Abschluss des Triphoenix-Projekts sollen die bestehenden Heizersatzanlagen zunächst weiterbetrieben werden, um Lastspitzen zu dämpfen; alternativ wird auch ein Verkauf dieser Anlagen in Erwägung gezogen. Die früheren Planungen eines Großwärmespeichers sollen fortgeführt werden, parallel dazu wird gemeinsam mit dem ZMS angestrebt, die Auskoppelleistung des Müllheizkraftwerks zu erhöhen. Der mögliche Aufbau von Inselnetzen erfordert einen politischen Auftrag im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Vor einer Umsetzung müssten zudem die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, rechtliche Fragen sowie die Zusammenarbeit mit potenziellen Energielieferanten wie Biogasanlagen geklärt werden.

Alle Beteiligten betonen die Bedeutung verlässlicher politischer Rahmenbedingungen, um langfristige Investitionen sicher planen und umsetzen zu können. Häufige Änderungen gesetzlicher Vorgaben und Leitlinien erschweren derzeit die Entscheidungsfindung und mindern die Planungssicherheit für Unternehmen wie für öffentliche Akteure. Ob es um Technologien wie CCS/CCU, den Einsatz von Wasserstoff oder die Entwicklung der Strompreise geht – für die erfolgreiche Transformation des Wärme- und Stromsektors sind klare, stabile und konsistente regulatorische Vorgaben unerlässlich.

7. Umsetzungsstrategie und Maßnahmen

Im Maßnahmenkatalog sind die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung entwickelten Umsetzungsmaßnahmen systematisch zusammengefasst. Darüber hinaus werden in diesem Kapitel die Rolle von Erneuerbare-Energien-Gemeinschaften sowie potenzielle Synergien mit weiteren kommunalen und regionalen Planungen aufgezeigt.

7.1. Maßnahmenkatalog

Die Maßnahmen richten sich entweder unmittelbar an die Kommune oder an externe Akteure und sind so ausgestaltet, dass sie kurzfristig realisierbar sind und einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung der Wärmeplanung sowie zum Gelingen der Wärmewende leisten.

Für jede Maßnahme wird ein strukturierter Steckbrief erstellt. Dieser enthält eine Projektbeschreibung einschließlich der verantwortlichen Stellen und der jeweiligen Zielgruppen. Darüber hinaus werden die Rolle der Kommune, das Potenzial zur Energie- und CO₂-Einsparung sowie der Bedarf an Öffentlichkeitsarbeit dargestellt. Ergänzend erfolgt eine Abschätzung der finanziellen Aufwände, der Umsetzungsdauer und der erforderlichen Verwaltungsressourcen. Zudem werden geeignete Förderprogramme benannt und ein grober Zeitplan mit den nächsten Umsetzungsschritten definiert.

Die Maßnahmen sind thematischen Handlungsfeldern zugeordnet; besonders relevante Maßnahmen sind als priorisiert gekennzeichnet und bilden den Einstieg in die Umsetzung der Wärmeplanung.

Die detaillierte Beschreibung aller Maßnahmen sind in Kapitel 9 aufgelistet.

7.2. Ortsteilsteckbriefe

Für die Stadt Schwandorf wurden insgesamt 39 Ortsteilsteckbriefe erstellt. Diese enthalten die wichtigsten Ergebnisse der Bestandsanalyse, wie z.B. die Verteilung der Wärmeerzeuger, einen Ausblick für das Zielszenario 2040, die voraussichtliche Wärmeversorgungsart im Gebiet sowie lokal relevante Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog. Die Steckbriefe sind im Anhang zu finden.

7.3. Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften

Eine Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft (kurz EEG) ist ein Zusammenschluss mehrerer natürlicher oder juristischer Personen mit dem gemeinsamen Ziel, ihre lokale Energieversorgung (z. B. Strom oder Wärme) aus erneuerbaren Energien sicherzustellen. Mitglieder dieser Gemeinschaften können neben Privat- und Rechtspersonen auch Gemeinden, Behörden sowie kleine und mittlere Unternehmen sein. [28, 29]

Im Rahmen der Energiewende kann eine EEG ein Mittel für Bürgerinnen und Bürger sein, sich in die Planung der eigenen Energieversorgung einzubringen. Sie stellen eine ernst zu nehmende Alternative z. B. gegenüber klassischen Wärmenetzen, welche durch Stadtwerke oder private Firmen betrieben werden, dar. [28, 29]

Eine EEG kann dabei verschiedene Rechtsformen einnehmen, die bekannteste unter Ihnen ist die Genossenschaft. In Tabelle 24 werden einige Varianten von EEGs gegenübergestellt. Danach wird grob beschrieben, wie der Weg zur Errichtung einer Energie-Genossenschaft

aussieht und welche Aufgaben bzw. Kosten auf die Bürgerinnen und Bürger zukommen können. [28, 29]

Tabelle 24: Varianten von EEGs [28, 30, 31, 32, 33, 34, 35]

Bezeichnung	Beteiligt	Rechtsform	Vorteile	Nachteile
Bürgerbetriebene Energieversorgung	Bürgerschaft	eG, GbR	Hohe Akzeptanz, demokratische Kontrolle, regionale Wertschöpfung	Abhängigkeit vom Engagement der Bürgerinnen und Bürger, Kapitalbeschaffung schwierig
Kommunales Energieprojekt	Kommune	Kommunaler Eigenbetrieb, GmbH	Kommunale Kontrolle, integrierbar in Gemeindeentwicklung	Verwaltungsaufwand, politische Abhängigkeit
Privatbetriebene Versorgung	Privatperson / Firma	GmbH, Einzelunternehmen	Schnelle Entscheidungswege, unternehmerisches Know-how	Keine Mitsprache der Bürgerschaft oder Kommune, Gewinnorientierung
Bioenergie-dorf	Bürgerschaft + Kommune + evtl. Privatperson	eG, GmbH mit kommunaler Beteiligung	Vereint kommunale Unterstützung mit hoher Bürgerakzeptanz – stabiler als rein bürger- oder kommunengetragen	Höherer Abstimmungsbedarf, Planung komplexer als bei rein kommunaler oder rein privater Lösung
Eigenständige Dorfversorgung	Bürgerschaft + Firma	GmbH, eG	Bessere Finanzierung und technisches Know-how als bei rein bürgergetragenen Projekten	Weniger demokratische Kontrolle als bei rein bürgerlicher Lösung, weniger Gemeinwohl-orientierung
Private Kooperation	Bürgerschaft + Privatperson/ Firma	GmbH, KG, eG	Flexibler und unternehmerischer als rein bürger- oder kommunal getragene Projekte	Abhängigkeit von privaten Interessen – geringere Transparenz und mögliche Interessenskonflikte
Energieautarke Gemeinschaft	Bürgerschaft + Kommune + Firmen	GmbH, eG, e.V.	Maximale Kombination: Bürgerakzeptanz, kommunale Stabilität, technologische Umsetzungskraft der Firmen	Sehr hoher Aufwand bei Planung, Organisation und Finanzierung – deutlich komplexer als jede Einzelstruktur

Kommunales Contracting-Modell	Kommune + Firma	GmbH, Vertragliche Bindung	Kommune kann professionelle Umsetzung beauftragen – einfacher als bei rein kommunalem Eigenbetrieb	Geringere direkte Kontrolle als bei rein kommunalem Betrieb, kein bürgerliches Mitspracherecht
Öffentlich-Private Partnerschaft (ÖPP)	Kommune + Bürgerschaft + Firma	GmbH, Zweckverband + PPP (Public-Private Partnership)	Starke Ressourcenbündelung: politische Legitimation, bürger-nahe Entscheidungen, wirtschaftliche Umsetzung	Hohe Koordinationskosten, Gefahr von Interessenskonflikten zwischen Partnern

Eine Energiegenossenschaft ist ein Zusammenschluss von Bürgerinnen und Bürgern mit dem Ziel, gemeinschaftlich Strom oder Wärme aus erneuerbaren Energien zu erzeugen – typischerweise für das eigene Dorf, die Kommune oder ein Quartier. Im Vordergrund stehen die Förderung der lokalen Energiewende, die Stärkung der regionalen Wertschöpfung sowie eine größere Unabhängigkeit von externen Energieversorgern und kein größtmöglicher Gewinn. Gleichzeitig ermöglicht das Modell den direkten Einfluss der Mitglieder auf Entscheidungen und schafft eine transparente, demokratische Organisationsstruktur. [28, 29, 35, 36, 37]

Zur Gründung einer Energiegenossenschaft sind mindestens drei Mitglieder erforderlich. Neben einem gemeinsamen Ziel – etwa dem Aufbau eines Nahwärmenetzes oder einer Photovoltaikanlage – ist die Zusammenarbeit mit Kommunen, regionalem Handwerk und Stadtwerken oft ein entscheidender Erfolgsfaktor. Herausforderungen ergeben sich insbesondere bei begrenzten personellen Ressourcen im Ehrenamt sowie bei der Weiterentwicklung des Geschäftsmodells, etwa durch Erweiterung auf neue Technologien oder Geschäftsbereiche. Unterschiedliche Erwartungen und Vorstellungen innerhalb der Mitgliedschaft können die Entscheidungsprozesse zudem erschweren. [29, 35]

Die Beteiligung an einer Energiegenossenschaft bietet vielfältige Vorteile: Mitglieder profitieren von Mitbestimmung (ein Mitglied = eine Stimme), günstigen Energiepreisen, transparenter Entscheidungsfindung und einer ökologischen Geldanlage mit regionalem Bezug. Eine Dividende von 2-4 % ist bei wirtschaftlichem Erfolg möglich. [38, 39, 40, 41, 42, 43]

Finanziell fallen üblicherweise einmalige Genossenschaftsanteile von 100–1.000 € pro Anteil an (häufig 1–3 Anteile pro Person als Voraussetzung). Zusätzlich kann eine freiwillige Eigenkapitalbeteiligung über Nachrangdarlehen (z. B. 500–5.000 €) erfolgen. Laufende Wärmekosten liegen meist zwischen 10–17,5 ct/kWh (z. B. bei Biomasse- oder Solar-Nahwärmenetzen), was mit fossilen Heizsystemen vergleichbar oder günstiger ist. Die Strompreise bewegen sich in der Regel zwischen 26,4–29,9 ct/kWh, oft unterhalb des deutschlandweiten Durchschnitts (>30 ct/kWh), insbesondere bei Direktversorgung. Betriebs- und Wartungskosten sind häufig bereits in den Arbeitspreisen enthalten. [38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45]

Der zeitliche Aufwand innerhalb einer Genossenschaft variiert stark je nach Phase und Rolle. Besonders die Gründung erweist sich als ressourcenintensiv, da konzeptionelle, rechtliche und organisatorische Grundlagen geschaffen werden müssen. Auch im laufenden Betrieb ist ein kontinuierliches Engagement erforderlich: Vorstand und Aufsichtsrat übernehmen strategische und kontrollierende Aufgaben, während technische Betreuung, Finanzverwaltung, Öffentlichkeitsarbeit sowie rechtliche und fördertechnische Themen eine verlässliche Mitarbeit erfordern.

Grundsätzlich gilt, dass funktionierende Genossenschaften auf eine aktive Kerngruppe angewiesen sind, die operative Verantwortung übernimmt. Mit zunehmender Mitgliederzahl steigt in der Regel die Komplexität der Abläufe, sodass ab einer gewissen Größenordnung eine professionelle, hauptamtliche Koordination üblich und oft notwendig wird, um den Betrieb dauerhaft sicherzustellen.

In Tabelle 24 ist zudem zu sehen, dass auch für die Kommune es verschiedene Modelle zur Beteiligung an einem Wärmenetz vorhanden sind. Je nach finanziellen und personellen Kapazitäten sowie des vorhandenen Knowhows sind verschiedene Modelle denkbar. Daher gilt es für die Kommune schon während der Wärmeplanung zu überlegen, welche Mittel bezüglich der Errichtung und des Betriebes eines Wärmenetzes vorhanden sind bzw. welche Ambitionen die Kommune im Wärmesektor (z.B. Daseinsvorsorge) pflegt. Je eher diese Fragen geklärt sind, desto früher können mögliche Betreibermodelle für potenzielle Wärmenetzgebiete ausgearbeitet werden. Einen detaillierteren Überblick bezüglich möglicher Betreibermodelle findet man es auf der Webseite des Kompetenzzentrum-Kommunaler-Wärmewende Halle (KWW-Halle) [46].

7.4. Bewertung potenzieller Synergieeffekte weiterer Planungen

Parallel zur eigenen kommunalen Wärmeplanung entstehen derzeit weitere Studien, die die zukünftige Wärmeversorgung der Stadt Schwandorf beeinflussen können. Mitte 2025 wurden die Ergebnisse des Energiekonzepts für das geplante interkommunale Gewerbegebiet an der A93 zwischen Schwandorf und Wackersdorf vorgestellt. Gleichzeitig erstellt die VG Wackersdorf eine eigene kommunale Wärmeplanung.

Dieses Kapitel beleuchtet die möglichen Synergien zwischen den verschiedenen Planungen sowie deren potenzielle Auswirkungen auf die Wärmeplanung der Stadt Schwandorf.

Energiekonzept interkommunales Gewerbegebiet

Die Betrachtung des geplanten interkommunalen Gewerbegebietes zwischen Schwandorf und Wackersdorf bezüglich der Energieversorgung ergab folgende Punkte:

Eine genaue Einschätzung des zukünftigen Wärmebedarfs ist aktuell nicht möglich, da noch offen ist, welche Unternehmen sich ansiedeln werden und welche energetischen Standards, Größen und Nutzungen die geplanten Gebäude aufweisen.

Grundsätzlich bestehen verschiedene Potenziale zur Wärmeversorgung: Das Gebiet liegt am Erdgasnetz und verfügt damit prinzipiell über die Möglichkeit des Einsatzes Grüner Gase. Darüber hinaus kommen Luft- und Erdwärmekollektoren in Verbindung mit PV-Eigenstromnutzung sowie Biomasse als weitere Optionen in Betracht. Für das Gewerbegebiet ergaben sich keine nutzbaren Abwärmepotenziale der Firma Wolf Essgenuss GmbH.

Wärmepumpen eignen sich insbesondere für Neubauten ohne Prozesswärmebedarf. Pelletkessel zeigen sich hinsichtlich der Wärmegestehungskosten als wirtschaftlichste Variante. Auf Basis der Analyse wurden Steckbriefe für unterschiedliche Gewerbetypen erstellt, in denen verschiedene Versorgungsvarianten gegenübergestellt und bewertet werden.

Da die künftigen Energiebedarfe und Leistungsanforderungen des erweiterten Gewerbegebietes noch unbekannt sind, lässt sich die Energieversorgung derzeit nicht detaillierter planen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde das bestehende Gewerbegebiet an der A93 als dezentrales Wärmeversorgungsgebiet mit dem Status Prüfgebiet Biomethan ausgewiesen. Damit sind die im Energiekonzept betrachteten Versorgungsvarianten abgedeckt.

Aktuell ergibt sich somit kein zusätzlicher Einfluss des Energiekonzepts auf die Wärmeplanung der Stadt Schwandorf. Sobald feststeht, welche Unternehmen sich ansiedeln und welche Bedarfe damit verbunden sind, sollten mögliche Synergien erneut geprüft werden.

Kommunale Wärmeplanung Wackersdorf

Folgende Punkte aus dem Zielszenario der Wärmeplanung der Gemeinde Wackersdorf sind eventuell für die Wärmeplanung der Stadt Schwandorf von Interesse.

Der Gewerbepark Alberndorf in der Gemeinde Wackersdorf ist als Prüfgebiet ausgewiesen, wodurch der mögliche Einsatz Grüner Gase in Zukunft näher betrachtet werden sollte. Das interkommunale Gewerbegebiet wurde als dezentrales Wärmeversorgungsgebiet eingestuft.

Diese Einordnungen entsprechen den in der kommunalen Wärmeplanung Schwandorf vorgesehenen Wärmeversorgungsarten für das Gewerbegebiet an der A93. Bei einer vertieften Betrachtung des gesamten Gewerbegebiets – sowohl der Bestands- als auch der Neubauf Flächen – sollte daher insbesondere auf eine interkommunale Lösung geachtet werden.

7.5. Strategische Maßnahmen

In Kapitel 9 werden für die Stadt Schwandorf strategische Maßnahmen erarbeitet, die den gezielten Einsatz des kommunalen Wärmeplans unterstützen. Mithilfe einer Verstetigungsstrategie, eines Controlling-Konzepts sowie einer Kommunikationsstrategie wird aufgezeigt, wie der Wärmeplan innerhalb der Kommune zur Umsetzung und Bewertung der empfohlenen Maßnahmen genutzt werden kann.

8. Maßnahmenkatalog kommunale Wärmeplanung

Um die beschriebenen Zielszenarien möglichst effizient und kostengünstig zu erreichen, müssen Maßnahmen in verschiedenen Bereichen ergriffen werden. Grundlage der Umsetzungsstrategie sind gemäß dem Leitfaden des Bundes [5] unter anderem folgende Kriterien:

Einordnung der Maßnahmen in thematische Strategiefelder:

1. Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien (P)
2. Wärmenetzausbau und -transformation (W)
3. Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden (M)
4. Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren (H)
5. Verbrauchsverhalten und Suffizienz (V)

Kommunale Einflussmöglichkeiten benennen (folgende Rollen sind möglich):

1. **Verbraucherin** (weitere Akteure meist nicht nötig)
2. **Versorgerin** (Aufbau geeigneter Wärmeversorgungsarten, (künftige) Wärmenetzbetreiber sind mit einzubeziehen)
3. **Reguliererin** (setzt Rahmenbedingungen; ermöglicht und verpflichtet durch Vorgaben)
4. **Motiviererin** (informiert andere Akteure)

Im Weiteren sind konkrete Maßnahmen ausgearbeitet, die zeitnah von der Stadt Schwandorf und den betroffenen Akteuren umgesetzt werden können und sollen. Für jede Maßnahme wird ein Projektsteckbrief erstellt.

Die Steckbriefe enthalten neben einer Kurzbeschreibung und dem Ziel der Maßnahme auch die betroffene Ziel- und Verbrauchergruppe. Die Maßnahmen werden außerdem nach ihrem Potential Energie und/ oder CO₂ einzusparen, nach ihrer Außenwirkung und ihrem finanziellen, zeitlichen und ressourcenmäßigen Aufwand für die Stadt bewertet. Ebenso wurde ein Zeitplan, Kriterien zur Erfolgskontrolle und nächste Schritte festgelegt. In Tabelle 25 sind die geplanten Maßnahmen aufgelistet. Aufgrund ihrer zentralen Bedeutung für die Wärmeversorgung der Stadt Schwandorf werden zu priorisierende Maßnahmen markiert.

Die Einordnung der Maßnahmen, v.a. CO₂-Minderungspotenzial sowie Energieeinsparung sind erste Schätzungen, welche von den tatsächlichen Auswirkungen der Maßnahme abweichen können. Diese Einteilung soll ein grobes Gefühl geben, welche Maßnahme in welchem Bereich Effekt haben könnte.

Tabelle 25: Umsetzungsmaßnahmen Stadt Schwandorf

Kürzel	Maßnahme	Zeit-horizont	Bewertung Stadt Schwandorf	CO ₂ -Minde-rungs-po-tenzial	Energie-einsparung /Effizienz-steigerung
P1	Messung von Volumenstrom und Temperaturen in Kanälen und Sammelbecken	Mittelfristig	8.000 – 15.000 € pro Messstelle ⬇️ ⬇️ 7 %	↑↑	-
P2	Prüfung von intelligenten und energieautarken Insellösungen	Langfristig	30.000 – 40.000 € pro Energiekonzept ⬇️ ⬇️ keine	↑↑↑	↑↑↑
P3	Ermittlung Großwärmespeicherpotenzial	Mittelfristig	70.000 – 80.000 € ⬇️ ⬇️ keine	↑↑↑	↑↑↑
P4	Prüfung von PV-Anlagen für alle neuen und sanierten kommunale Liegenschaften	Mittelfristig	1.000 – 1.500 € pro Gebäude (Vorkonzept) ⬇️ ⬇️ 2 %	↑↑	↑↑
P5	Fundierte Analyse des Energiesystems MHKW, SWFS und Nabaltec AG	Langfristig	70.000 – 80.000 € ⬇️ ⬇️ keine	↑↑↑	↑↑↑
W1 Prio	Machbarkeitsstudie Wärmenetz Fronberg	Kurzfristig	55.000 – 65.000 € (Machbarkeitsstudie) ⬇️ ⬇️ 5 %	↑↑↑	-
W2 Prio	Machbarkeitsstudie Wärmenetz Büchelkühn	Kurzfristig	65.000 – 75.000 € (Machbarkeitsstudie) ⬇️ ⬇️ 5 %	↑↑↑	-
W3 Prio	Fernwärmenetzerweiterung Rothlindenviertel	Kurzfristig	90.000 – 100.000 € ⬇️ ⬇️ Keine	↑↑↑	-
W4	Machbarkeitsstudie Wärmenetz Kreith	Kurzfristig	45.000 – 55.000 € (Machbarkeitsstudie) ⬇️ ⬇️ 5 %	↑↑↑	-
W5	Erarbeitung eines Informationsangebots für die Verfügbarkeit/Ausbaupläne des Fernwärmenetzes	Kurzfristig	6.000 – 18.000 € ⬇️ 2 %	-	-

Kürzel	Maßnahme	Zeit-horizont	Bewertung Stadt Schwandorf	CO ₂ -Minde-rungs-po-tenzial	Energie-einsparung /Effizienz-steigerung
W6 Prio	Nachverdichtung des Fernwärmenetzes	Mittelfristig	1.000 – 1.500 € pro Me-ter Fernwärmeleitung ⬇ ⬇ ⬇ keine	↑↑↑	-
W7	Prüfung Fernwärme-anschluss der Kläran-lage	Mittelfristig	20.000 – 30.000 € ⬇ ⬇ keine	↑↑	-
M1	Erstellung und Um-setzung eines Sanie-rungs- und Energie-sparkonzept für kom-munale Liegenschaf-ten	Mittelfristig	30.000 € ⬇ ⬇ ⬇ 7 %	↑	↑↑
M2	Thermographie & Energieberatung	Mittelfristig	Thermographie: 200 – 250 € pro Gebäude Energieberatung 40 € pro Gebäude ⬇ ⬇ ⬇ 5 % (für 80 Gebäude im Jahr)	↑	↑↑
H1	Weiterentwicklung des kommunalen Energiemanagement nach ISO 50001	Sofort	1.500 €/a (Software) + 20 €/a pro Stromzähler ⬇ ⬇ ⬇ 12 %	↑↑	↑↑
H2	Prüfung eines Pro-grammes zur Hei-zungsvermietung	Kurzfristig	keine ⬇ 3 %	-	-
V1	Jährlicher Energiebe-richt der kommuna-len Liegenschaften	Sofort	1.300 €/a (Software) ⬇ 4 %	-	-
V2	Information der Bür-gerinnen und Bürger über Energiegegensenschaften	Mittelfristig	3.000 – 7.000 € ⬇ 7 %	-	-
V3	Integration der Um-setzung der kommu-nalen Wärmeplanung in der Stadtverwaltung	Sofort	keine ⬇ ⬇ ⬇ 5 %	-	-

Um die Bewertung zu systematisieren, wird eine Legende erarbeitet, in der für die jeweiligen Kategorien drei Abstufungen getroffen werden. Dabei wird bei konkreten Maßnahmen die Bedeutung des CO₂-Minderungspotenzials und der Energieeinsparung auf die vollständige Durchführung des mit der Maßnahme verknüpften Projekts bezogen, auch wenn der erste in den Steckbriefen dargestellte Umsetzungsschritt selbst noch keinen oder nur wenig Effekt hat (z.B. Durchführung einer Machbarkeitsstudie). Energieeinsparung bezieht sich hier auf die

tatsächliche Reduktion des Energieverbrauchs, eine Substitution des Brennstoffs wirkt sich also in dieser Darstellung nur in Form des CO₂-Minderungspotentials aus.

Beim finanziellen Aufwand, Dauer und Ressourcenaufwand wird nur der in der Maßnahme beschriebene konkrete Projektschritt und der Aufwand, der seitens der Stadt Schwandorf erfolgt, betrachtet. Der Verwaltungsaufwand der Stadt ist in Prozent einer Vollzeitäquivalente angegeben. Der finanzielle Aufwand bezieht sich auf Ausgaben für externe Dienstleister, Material etc. Kosten, die durch internen Personaleinsatz entstehen, sind der Kategorie Ressourcenaufwand zugeordnet. Diese Schätzungen wurden nach eigenen Erfahrungswerten, Online-Recherchen und durch Absprache mit der Stadt aufgestellt. Falls die Durchführung der Maßnahme einem anderen Akteur als der Stadt zusteht, werden keine Kosten und Zeitaufwände angegeben.

Zeitlich werden die Maßnahmen nach Vorbild des Leitfadens Wärmeplanung des Bundes in vier Zeitschritte eingeteilt: sofort, kurzfristig, mittelfristig, langfristig. Dabei sind sofort Maßnahmen bestenfalls sofort anzustoßen, kurzfristig innerhalb des nächsten Jahres und mittelfristig innerhalb der nächsten zwei bis drei Jahre.

Maßnahmen, die den Faktor „Öffentlichkeitsarbeit“ beinhalten, tragen zur Information der Öffentlichkeit zum Thema Energie- und Klimaschutz bei. Maßnahmen, die in die Kategorie „Beratung“ fallen, klären die Bürgerinnen und Bürger gezielt zu Themen der Energieeinsparung, alternative Erzeugungstechnologien etc. auf. Tabelle 26 zeigt die Legende zum Maßnahmenkatalog auf.

Tabelle 26: Legende Maßnahmenkatalog

Symbol	Bedeutung	Quantitativ
↑	Wirkung: gering	< 100 t CO ₂ / a
↑↑	Wirkung: mittel	< 500 t CO ₂ / a und > 100 t CO ₂ / a
↑↑↑	Wirkung: hoch	> 500 t CO ₂ / a

Symbol	Bedeutung	Quantitativ
↑	gering	< 50 MWh/ a
↑↑	mittel	< 1.000 MWh/ a und > 50 MWh/ a
↑↑↑	hoch	> 1.000 MWh/ a

Symbol	Bedeutung	Quantitativ
⌚	kurz	< 1 Jahr
⌚ ⌚	mittel	> 1 Jahr und < 3 Jahre
⌚ ⌚ ⌚	Lang	> 3 Jahre

P1

Messung von Volumenstrom und Temperaturen in Kanälen und Sammelbecken

Projektdefinition

Kurzbeschreibung

Im kommunalen Abwassernetz bestehen bislang ungenutzte Wärmequellen. In Schwandorf wird Abwasserwärme derzeit nicht genutzt, an einzelnen Standorten besteht jedoch grundsätzlich Potenzial (siehe Karte auf der nächsten Seite).

Zur Bewertung ist eine Untersuchung der Durchfluss- und Temperaturverhältnisse in ausgewählten Kanälen und insbesondere Sammelbecken erforderlich. Ziel ist die Identifikation geeigneter Standorte zur Wärmeentnahme. Die Abwasserwärme kann über Wärmetauscher ausgekoppelt und zur lokalen Versorgung angrenzender Gebäude oder Gebäudenetze genutzt werden.

Eine Potenzialuntersuchung ist insbesondere für Sammelbecken weit entfernt der Kläranlage und außerhalb des Fernwärmenetzgebiets sinnvoll, etwa in Krondorf und Klardorf.

Ziel der Maßnahme

Mögliche Feststellung Abwärmepotenziale

Verantwortung und Kostenträger

Stadt Schwandorf

Ziel-/ Verbrauchergruppe

Gruppenübergreifend

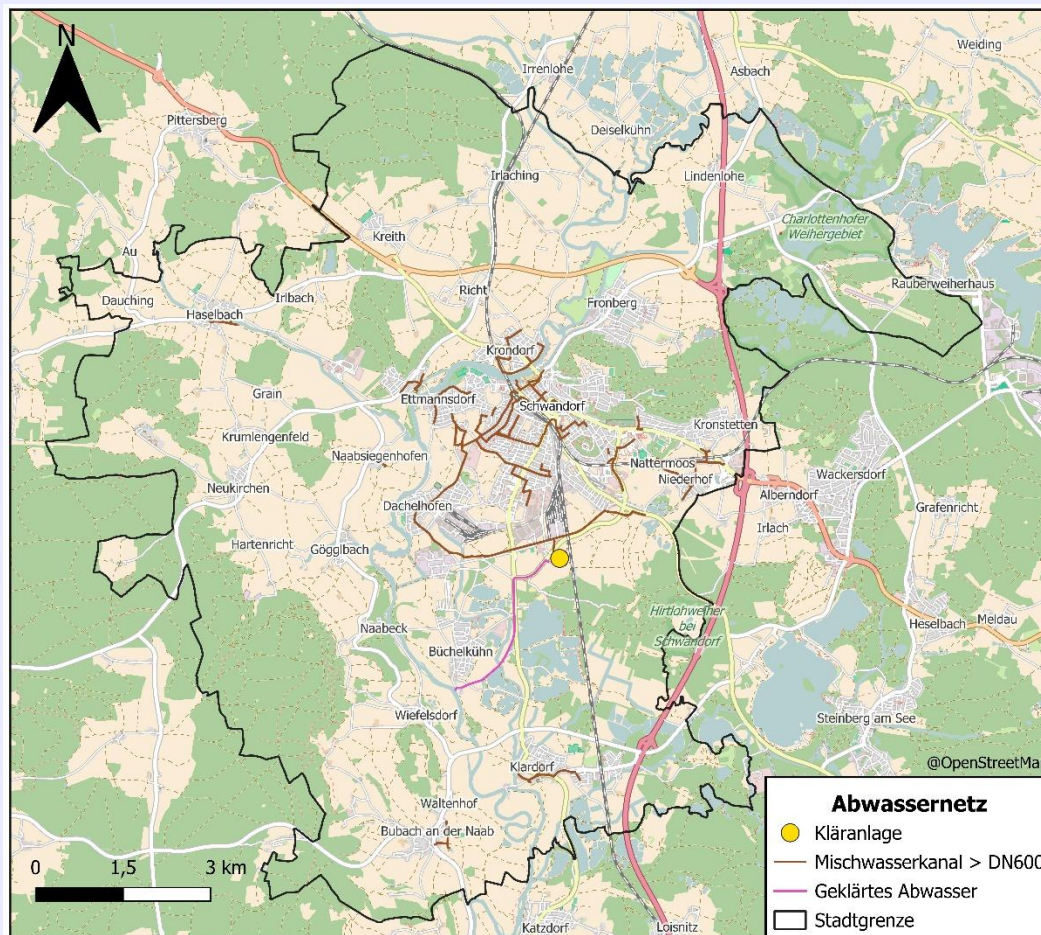
Kommunale Einflussmöglichkeiten

Motiviererin/Versorgerin

Getroffene Vereinbarungen

-

Lageplan



Potenzial

CO₂-Minderungspotenzial ↑↑

Energieeinsparung/Effizienzsteigerung -

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit ✕

Beratung ✕

Bewertung

Finanziell 8.000 – 15.000 € pro Messstelle

Dauer der Umsetzung ⌚ ⌚

Ressourcen (Verwaltung) 7 %

Förderprogramme -



Umsetzung

Zeitplan	Mittelfristig
Maßnahme abgeschlossen bis	Ende 2028
Monitoring/Erfolgskontrolle	Definition von standortspezifischer und potenzieller Abwärme aus Abwasser
Nächste Schritte	Potentialanalyse Abwasserkanäle und Sammelbecken

P2 Prüfung von intelligenten und energieautarken Insellösungen

Projektdefinition	Kurzbeschreibung	Bei der Entwicklung neuer und bestehender Quartiere wird geprüft, ob smarte Energielösungen technisch und wirtschaftlich sinnvoll umsetzbar sind. Dazu zählen lokale Erzeugung, Speicher- und Lastmanagement sowie Mikro- und Inselnetze, mit dem Ziel, Energiebedarfe möglichst vor Ort zu decken, Netze zu entlasten und resiliente Versorgungslösungen zu schaffen. Diese Maßnahme ergänzt Punkt SB 03 des Klimaschutzkonzepts. In enger Zusammenarbeit mit den betreffenden Akteuren werden gemeinsame Sanierungsstrategien für Quartiere entwickelt und deren Umsetzung unterstützt, auch durch serielle Sanierungsansätze zur effizienten und skalierbaren Modernisierung.
	Ziel der Maßnahme	Ermittlung von potenziellen Bereichen von intelligenten und energieautarken Insellösungen
	Verantwortung und Kostenträger	Energieversorger
	Ziel-/ Verbrauchergruppe	Gruppenübergreifend
	Kommunale Einflussmöglichkeiten	Motiviererin/Reguliererin
	Getroffene Vereinbarungen	-
Potenzial	CO ₂ -Minderungspotenzial	↑↑↑
	Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	↑↑↑
Außenwirkung	Öffentlichkeitsarbeit	✗
	Beratung	✗

Bewertung	Finanziell	30.000 – 40.000 € pro Energiekonzept
	Dauer der Umsetzung	⌚ ⌚
	Ressourcen (Verwaltung)	keine
	Förderprogramme	KfW Erneuerbare Energien- Standard (270) https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/ KfW Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM, BEG Kommunen KfW 464 und 264, BEG NWG KfW 263, BEG WG KfW 261) https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude/ KfW Energetische Stadtsanierung – Zuschuss (432) (aktuell Förderstopp; ggf. Vorsetzung) https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energie-Versorgung-und-Netze/Energetische-Stadtsanierung-(432)/?redirect=791872
Umsetzung	Zeitplan	Langfristig
	Maßnahme abgeschlossen bis	Ende 2040
	Monitoring/Erfolgskontrolle	Lokalisierung potenzieller Quartiere und Beachtung bei Ausweisung neuer Quartiere bzw. Baugebiete
	Nächste Schritte	Erschließung möglicher Standorte von smarten und energieautarken Insellösungen

P3 Ermittlung Großwärmespeicherpotenzial

Projektdefinition	Kurzbeschreibung	Durch die Integration eines Großwärmespeichers kann die Abwärme des Müllheizkraftwerks effizienter genutzt und Spitzenlasten im Wärmenetz reduziert werden. Im Zuge der Potenzialanalyse hat sich eine zusätzliche Kapazität von 6 MW für das Fernwärmenetz durch die Integration eines Großwärmespeichers herausgestellt. Dieses Potenzial könnte ohne Erhöhung der Auskoppelleistung des MHKWs genutzt werden.
	Ziel der Maßnahme	Effizientere Nutzung von Wärmequellen in der Region
	Verantwortung und Kostenträger	SWFS, ZMS
	Ziel-/ Verbrauchergruppe	Gruppenübergreifend
	Kommunale Einflussmöglichkeiten	Motiviererin/Reguliererin
	Getroffene Vereinbarungen	-
Potenzial	CO ₂ -Minderungspotenzial	↑↑↑
	Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	↑↑↑
Außenwirkung	Öffentlichkeitsarbeit	✗
	Beratung	✗



Bewertung	Finanziell	70.000 – 80.000 €
	Dauer der Umsetzung	⌚ ⌚
	Ressourcen (Verwaltung)	keine
	Förderprogramme	Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW): https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html KfW Erneuerbare Energien- Standard (270) https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/ Zulassung von Wärme- und Kältespeichern https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft_Waerme_Kopplung/Waerme_Kaeltespeicher/waerme_kaeltespeicher_node.html
Umsetzung	Zeitplan	Mittelfristig
	Maßnahme abgeschlossen bis	Ende 2030
	Monitoring/Erfolgskontrolle	Erhöhung der Nutzungseffizienz von erneuerbaren Wärmequellen bzw. unvermeidbarer Abwärme
	Nächste Schritte	Untersuchung möglicher Standorte von Großwärmespeichern und deren Integration in das Wärmenetz zusammen mit dem ZMS

P4

Prüfung von PV-Anlagen für alle neuen und sanierten kommunalen Liegenschaften

Projektdefinition

Kurzbeschreibung	Bei kommunalen Liegenschaften sollen gezielt Standorte für PV-Anlagen identifiziert und der Ausbau der Eigenstromerzeugung vorangetrieben werden. Ziel ist die systematische Erhöhung der lokal verfügbaren erneuerbaren Stromerzeugung auf kommunalen Liegenschaften zur Deckung des steigenden Strombedarfs aus Wärmepumpen, Elektromobilität und weiteren Elementen der Sektorenkopplung. Dadurch übernimmt die Stadt eine Vorbildfunktion, stärkt den Klimaschutz, senkt langfristig Energiekosten und erschließt zusätzliche wirtschaftliche Potenziale. Diese Maßnahme ergänzt Punkt EL 04 des Klimaschutzkonzeptes.
Ziel der Maßnahme	Ausbau PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften
Verantwortung und Kostenträger	Stadt Schwandorf
Ziel-/ Verbrauchergruppe	Stadt Schwandorf
Kommunale Einflussmöglichkeiten	Verbraucherin
Getroffene Vereinbarungen	-

Potenzial

CO ₂ -Minderungspotenzial	↑↑
Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	↑↑

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit	✗
Beratung	✗



Bewertung

Finanziell	1.000 – 1.500 € pro Gebäude (Vorkonzept)
Dauer der Umsetzung	⌚ ⌚
Ressourcen (Verwaltung)	2 %
Förderprogramme	-

Umsetzung

Zeitplan	Mittelfristig
Maßnahme abgeschlossen bis	Ende 2028
Monitoring/Erfolgskontrolle	Zubau von PV-Anlagen
Nächste Schritte	Genauere Untersuchung möglicher Standorte und Versteigung in kommunalen Bauvorhaben. Einplanung einer festen Haushaltsstelle

P5 Fundierte Analyse des Energiesystems MHKW, SWFS und Nabaltec

Projektdefinition

Kurzbeschreibung

Aufgrund der Bedeutsamkeit für die Wärmeversorgung der Stadt Schwandorf soll das Energiesystem Müllheizkraftwerks (MHKW), Stadtwerke Schwandorf (SWFS) und das Unternehmens Nabaltec AG umfassend auf deren energetisches Zusammenspiel untersucht werden. Dabei stehen sowohl bestehende Abwärmeströme als auch zusätzliche Potenziale durch Prozessoptimierungen im Fokus. Hierbei soll aufgrund des hohen Anteils an der Wärmeversorgung besonders die Firma Nabaltec AG betrachtet werden.

Parallel ist zu prüfen, inwieweit überschüssiger oder günstig verfügbarer Strom, insbesondere aus dem MHKW, zur erzeugungsseitigen Stärkung des Wärmesystems genutzt werden kann, etwa durch elektrische Wärmeerzeuger, Wärmepumpen oder Power-to-X-Technologien. Die Analyse soll aufzeigen, welche technischen Optionen zur Effizienzsteigerung, Dekarbonisierung und Flexibilisierung der künftigen Wärmeerzeugung, sowie zur Speicherung von Überschussstrom beitragen können. Dazu sollen mögliche Synergien und Beiträge zur zukünftigen Wärmversorgung erkannt und bewertet werden.

Ziel der Maßnahme

Wärme- und Strompotenziale der drei Akteure identifizieren und auf Nutzbarkeit für Wärme und Power-to-X prüfen

Verantwortung und Kostenträger

ZMS, SWFS, Nabaltec AG

Ziel-/ Verbrauchergruppe

Gewerbe und Industrie

Kommunale Einflussmöglichkeiten

-

Getroffene Vereinbarungen

-

Potenzial

CO₂-Minderungspotenzial

↑↑↑

Energieeinsparung/Effizienzsteigerung

↑↑↑



Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit x

Beratung x

Bewertung

Finanziell 70.000 – 80.000 €

Dauer der Umsetzung ⌚ ⌚

Ressourcen (Verwaltung) keine

Förderprogramme -

Umsetzung

Zeitplan langfristig (nach Umbau MHKW)

Maßnahme abgeschlossen bis 2032

Monitoring/Erfolgskontrolle Ermittlung sämtlicher Energiepotenziale und deren zukünftig optimierte Möglichkeiten

Nächste Schritte Gemeinsame Potenzialanalyse zu Abwärme, Strom und technischen Schnittstellen

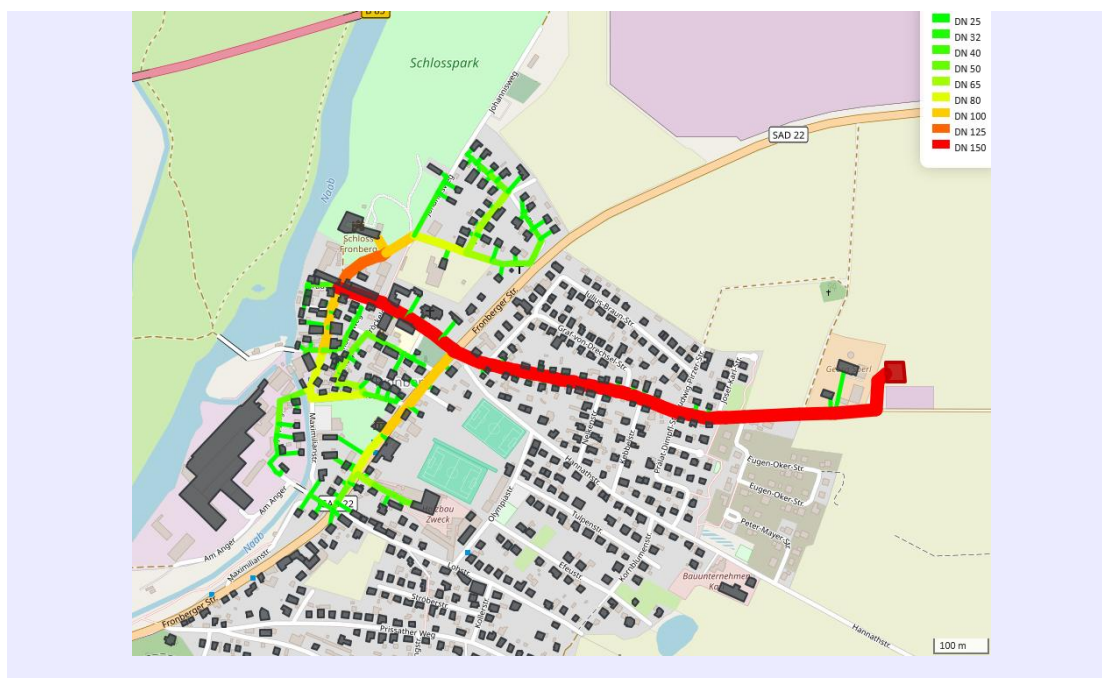
W1
Prio

Machbarkeitsstudie Wärmenetz Fronberg

Projektdefinition

Kurzbeschreibung	Für das Fokusgebiet Fronberg soll eine BEW-Machbarkeitsstudie durchgeführt werden, um die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Potenziale eines Wärmenetzes zu bewerten. Das bestehende Interesse an einem Hackschnitzelnetz sowie die mögliche Einbindung der SWFS sind dabei zu berücksichtigen. Eine Betrachtung stellt dabei die mögliche Nutzung der Abwärme der Fronberg Guss GmbH dar. Ergänzend ist eine Abfrage des Anschlussinteresses in dem Betrachtungsgebiet vorgesehen.
Ziel der Maßnahme	Konzept für Netzgebundene Wärmeversorgung
Verantwortung und Kostenträger	Privater Betreiber, ggf. Industrie
Ziel-/ Verbrauchergruppe	Gruppenübergreifend
Kommunale Einflussmöglichkeiten	Versorgerin
Getroffene Vereinbarungen	Weitere Zusammenarbeit mit potenziellen privaten Netzbetreiber

Lageplan





Potenzial	CO ₂ -Minderungspotenzial	↑↑↑ (bis 2040)
	Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	-
Außenwirkung	Öffentlichkeitsarbeit	✓
	Beratung	✓
Bewertung	Finanziell	55.000 – 65.000 € (Machbarkeitsstudie)
	Dauer der Umsetzung	⌚ ⌚
	Ressourcen (Verwaltung)	5 %
	Förderprogramme	Bei mehr als 16 Gebäuden oder 100 Wohneinheiten: Machbarkeitsstudie und Errichtung: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html
Umsetzung	Zeitplan	Kurzfristig
	Maßnahme abgeschlossen bis	2028
	Monitoring/Erfolgskontrolle	Abschluss der Machbarkeitsstudie
	Nächste Schritte	Beantragung von Fördermitteln für die Machbarkeitsstudie; Schaffung eines Projektteams mit der Stadt Schwandorf, SWFS und Privatperson

W2
Prio

Machbarkeitsstudie Wärmenetz Büchelkühn

Projektdefinition

Kurzbeschreibung

Für das im Rahmen des Fokusgebiets Büchelkühn betrachtete Wärmenetz soll eine Machbarkeitsstudie (Bundesförderung Effiziente Wärmenetze) durchgeführt werden. Ziel der Studie ist es, die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Potenziale eines zukunftsfähigen Wärmenetzes systematisch zu bewerten. Als potenzielle Wärmequelle bietet sich das geklärte Abwasser an. Die Fokusgebietsbetrachtung hat gezeigt, dass detailliertere Untersuchungen bezüglich eines Wärmenetzes sehr zu empfehlen sind.

Zu prüfen ist zudem, inwiefern die städtische Wasser- und Fernwärmeversorgung Schwandorf (SWFS) das Projekt fachlich begleiten und bei Planung und Umsetzung unterstützen kann. Zusätzlich soll eine detaillierte Abfrage über das Interesse an einer Netzanbindung zur Wärmeversorgung erfolgen. Diese Maßnahme baut auf Punkt AA 03 des Klimaschutzkonzeptes auf.

Ziel der Maßnahme

Konzept für Netzgebundene Wärmeversorgung

Verantwortung und Kostenträger

Privater Betreiber

Ziel-/ Verbrauchergruppe

Gruppenübergreifend

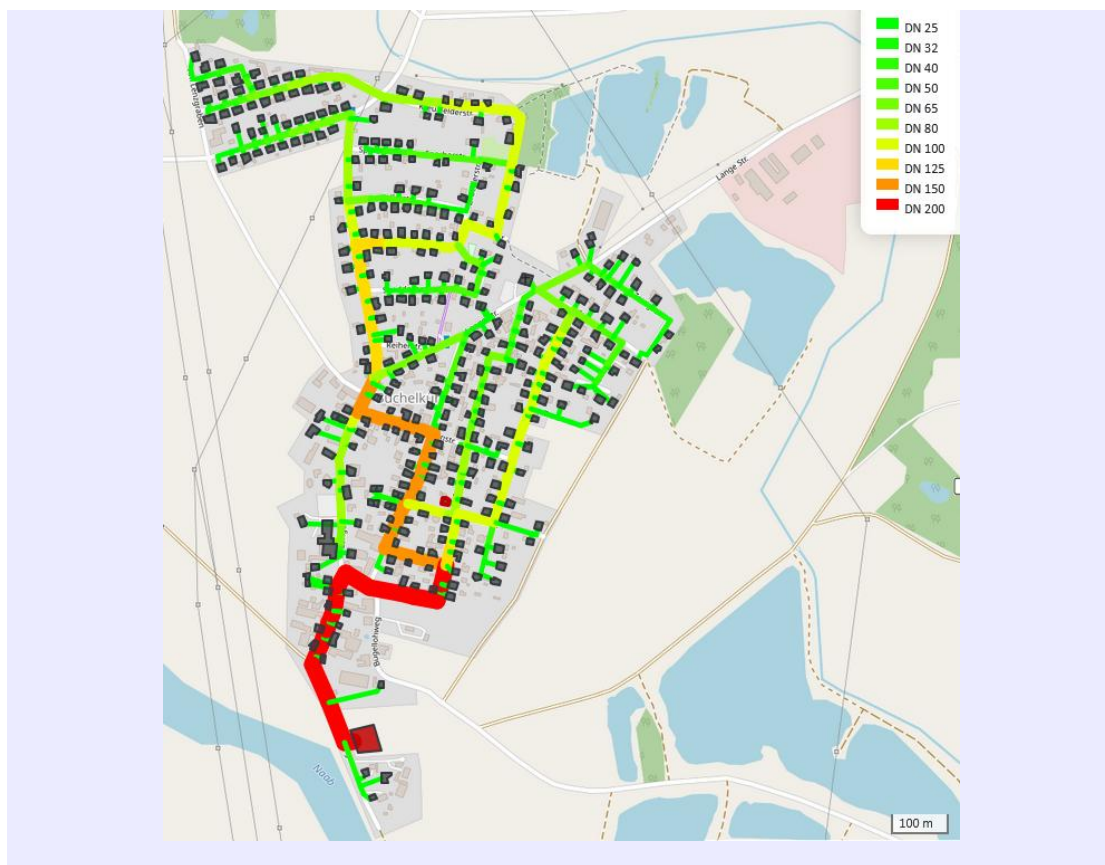
Kommunale Einflussmöglichkeiten

Versorgerin

Getroffene Vereinbarungen

-

Lageplan



Potenzial

CO₂-Minderungspotenzial ↑↑↑

Energieeinsparung/Effizienzsteigerung -

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit ✓

Beratung ✓

Bewertung

Finanziell 65.000 – 75.000 € (Machbarkeitsstudie)

Dauer der Umsetzung ⌚ ⌚

Ressourcen (Verwaltung) 5 %

Förderprogramme *Bei mehr als 16 Gebäuden oder 100 Wohneinheiten:*

Machbarkeitsstudie und Errichtung: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze:

https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html



Umsetzung

Zeitplan	Kurzfristig
Maßnahme abgeschlossen bis	2028
Monitoring/Erfolgskontrolle	Abschluss der Machbarkeitsstudie
Nächste Schritte	Beantragung von Fördermitteln für die Machbarkeitsstudie

W3
Prio

Fernwärmenetzerweiterung Rothlindenviertel

Projektdefinition

Kurzbeschreibung

Für das Wärmenetzausbaubereich Rothlindenviertel sollen auf Basis der Fokusgebietsbetrachtung weitere Schritte zum Ausbau des Wärmenetzes eingeleitet werden. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass vertiefende Untersuchungen sinnvoll sind.

Aufbauend darauf soll die SWFS zeitnah weiterführende Planungsleistungen übernehmen, insbesondere zur Anschlussakquise sowie zur detaillierten Netzsimulation und -dimensionierung, um eine zügige Anbindung an das bestehende Netz zu ermöglichen. Die Stadt kann diesen Prozess unterstützend durch Öffentlichkeitsarbeit begleiten.

Ziel der Maßnahme

Ausbau Fernwärmenetz

Verantwortung und Kostenträger

SWFS

Ziel-/ Verbrauchergruppe

Private Haushalte

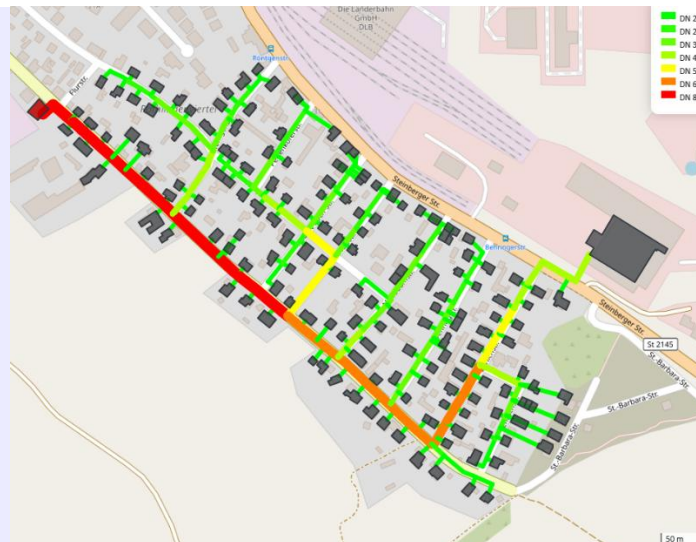
Kommunale Einflussmöglichkeiten

Versorgerin

Getroffene Vereinbarungen

-

Lageplan





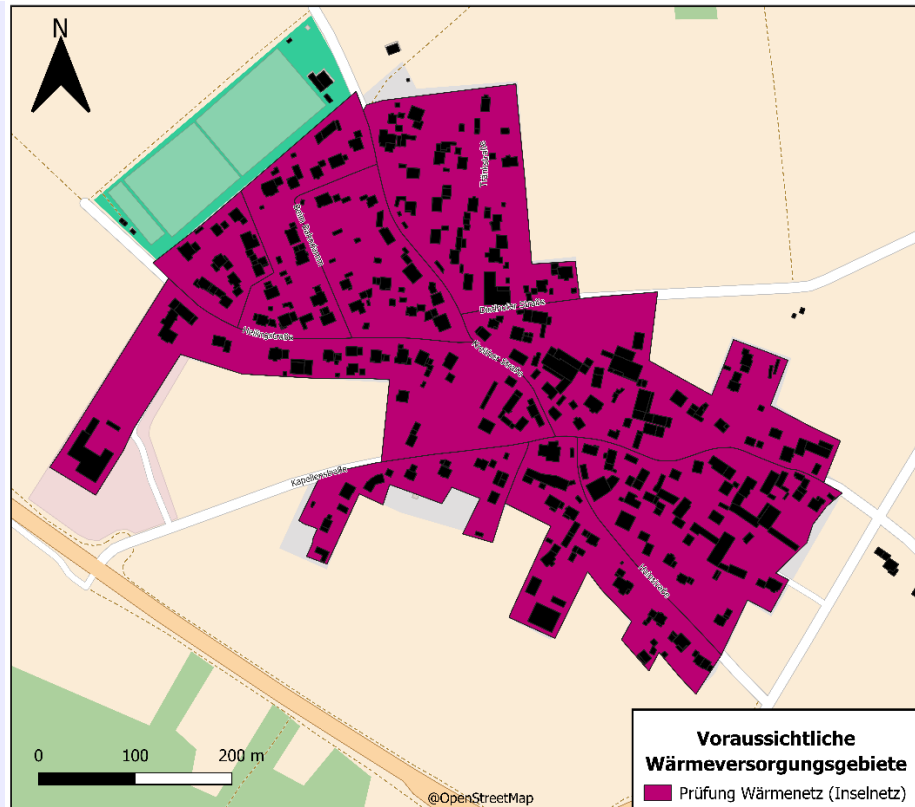
Potenzial	CO ₂ -Minderungspotenzial	↑↑↑ (bis 2040)
	Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	-
Außenwirkung	Öffentlichkeitsarbeit	✓
	Beratung	✓
Bewertung	Finanziell	90.000 – 100.000 €
	Dauer der Umsetzung	🕒 🕒
	Ressourcen (Verwaltung)	Keine
	Förderprogramme	-
Umsetzung	Zeitplan	Kurzfristig
	Maßnahme abgeschlossen bis	2028
	Monitoring/Erfolgskontrolle	Ausbau Fernwärmenetz
	Nächste Schritte	Akquise von Abnehmern und detaillierte Netzdimensionierung

W4 Machbarkeitsstudie Wärmenetz Kreith

Projektdefinition

Kurzbeschreibung	Für den Ortsteil Kreith soll eine Machbarkeitsstudie nach den Richtlinien der Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) zur Prüfung eines potenziellen Wärmenetzes durchgeführt werden. Dabei sind mögliche Synergien mit weiteren Studien zu berücksichtigen. Ziel ist die systematische Bewertung der technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Potenziale eines zukunftsfähigen Wärmenetzes. Es besteht bereits das Interesse einer Privatperson, ein Wärmenetz auf Basis von Hackschnitzeln zu realisieren. Dabei sind die in der Potenzialanalyse ermittelten Biomassepotenziale zu berücksichtigen. Ergänzend soll eine detaillierte Abfrage zum Interesse an einer Anbindung an ein mögliches Wärmenetz durchgeführt werden.
Ziel der Maßnahme	Konzept für Netzgebundene Wärmeversorgung
Verantwortung und Kostenträger	Privater Betreiber
Ziel-/ Verbrauchergruppe	Private Haushalte
Kommunale Einflussmöglichkeiten	Motiviererin
Getroffene Vereinbarungen	-

Lageplan



Potenzial

CO₂-Minderungspotenzial ↑↑↑

Energieeinsparung/Effizienzsteigerung -

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit ✓

Beratung ✓



Bewertung

Finanziell	45.000 – 55.000 € (Machbarkeitsstudie)
Dauer der Umsetzung	⌚ ⌚
Ressourcen (Verwaltung)	5 %
Förderprogramme	<i>Bei mehr als 16 Gebäuden oder 100 Wohneinheiten:</i> Machbarkeitsstudie und Errichtung: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html

Umsetzung

Zeitplan	Kurzfristig
Maßnahme abgeschlossen bis	2030
Monitoring/Erfolgskontrolle	Abschluss der Machbarkeitsstudie
Nächste Schritte	Beantragung der Machbarkeitsstudie

W5

Erarbeitung eines Informationsangebots für die Verfügbarkeit/ Ausbaupläne des Fernwärmenetzes

Projektdefinition

Kurzbeschreibung	Zur besseren Orientierung der Bürgerinnen und Bürger soll ein verständliches Informationsangebot zur aktuellen Verfügbarkeit, zu geplanten Ausbaugebieten sowie zu mittel- und langfristigen Entwicklungsperspektiven des Fernwärmenetzes erstellt werden („Fernwärmeerwartungsland“). Dieses dient Haushalten, Gewerbe und Planenden als verlässliche Grundlage für Investitions- und Sanierungsentscheidungen und trägt durch transparente Darstellung der Netzplanung zur Reduzierung von Unsicherheiten sowie zur Erhöhung der Akzeptanz und Anschlussbereitschaft bei. Dabei ist insbesondere auf die Stadtteile Rothlindenviertel, Hochrain und Ettmanskorf einzugehen, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als Netzausbaugebiete ausgewiesen wurden. Die Maßnahme ergänzt die Maßnahme WK 03 des integrierten Klimaschutzkonzepts.
Ziel der Maßnahme	Informierung der Bürger und Bürgerinnen
Verantwortung und Kostenträger	SWFS
Ziel-/ Verbrauchergruppe	Gruppenübergreifend
Kommunale Einflussmöglichkeiten	Motiviererin
Getroffene Vereinbarungen	-

Potenzial

CO ₂ -Minderungspotenzial	-
Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	-

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit	✓
Beratung	✓



Bewertung

Finanziell	6.000 – 18.000 €
Dauer der Umsetzung	🕒
Ressourcen (Verwaltung)	2 %
Förderprogramme	-

Umsetzung

Zeitplan	kurzfristig
Maßnahme abgeschlossen bis	2027
Monitoring/Erfolgskontrolle	Erhöhtes Interesse an der Anschlussbereitschaft
Nächste Schritte	Erstellung von Infomaterial und Organisation der Informationsveranstaltung

W6
Prio

Nachverdichtung des Fernwärmenetzes

Projektdefinition

Kurzbeschreibung

Zur Optimierung der bestehenden Fernwärmeversorgung wird das Netz bis voraussichtlich 2027/28 gezielt nachverdichtet, um zusätzliche Anschlussmöglichkeiten zu schaffen und die Auslastung der Infrastruktur zu erhöhen. Parallel erfolgt die Prüfung einer langfristigen Steigerung der verfügbaren Wärmeleistung, um zukünftige Bedarfszuwächse abzudecken. Dies verbessert die Nutzung der Erzeugungsanlage und stärkt die Versorgungssicherheit im gesamten Netzgebiet. Die Maßnahme ergänzt die Maßnahme WK 05 des integrierten Klimaschutzkonzepts.

Insbesondere in der Altstadt und in dicht bebauten Bereichen ist eine Nachverdichtung sinnvoll. Der Anschluss an das Fernwärmenetz stellt für die einzelnen Abnehmer eine wirtschaftlich attraktive Möglichkeit zur Umstellung auf eine GEG-konforme Heiztechnologie dar und wird gezielt vorangetrieben. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden alle bestehenden Fernwärmenetzgebiete als Verdichtungsgebiete ausgewiesen.

Ziel der Maßnahme

Langfristige Steigerung der Wärmeleistung im Fernwärmenetz

Verantwortung und Kostenträger

SWFS

Ziel-/ Verbrauchergruppe

Gruppenübergreifend

Kommunale Einflussmöglichkeiten

Versorgerin

Getroffene Vereinbarungen

-

Potenzial

CO₂-Minderungspotenzial

↑↑↑

Energieeinsparung/Effizienzsteigerung

-

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit

✓

Beratung

✗



Bewertung

Finanziell	1.000 – 1.500 € pro Meter Fernwärmeleitung
Dauer der Umsetzung	⌚ ⌚ ⌚
Ressourcen (Verwaltung)	Keine
Förderprogramme	-

Umsetzung

Zeitplan	mittelfristig
Maßnahme abgeschlossen bis	2040
Monitoring/Erfolgskontrolle	Ausbau des bestehenden Fernwärmenetzes
Nächste Schritte	Weiteres Nachverdichten in anderen Stadtteilen

W7 Prüfung Fernwärmeanschluss der Kläranlage

Projektdefinition

Kurzbeschreibung	Durch die mögliche Stilllegung der örtlichen Biogasanlage infolge auslaufender Bundesförderungen entsteht Handlungsbedarf, alternative erneuerbare Wärmequellen für die Wärmeversorgung der Kläranlage zu sichern. In diesem Zusammenhang soll geprüft werden, ob die Kläranlage an das Fernwärmenetz angeschlossen werden kann und welches energetische Potenzial, insbesondere aus Klärgas- oder Abwärmenutzung, für eine zukünftige Wärmebereitstellung zur Verfügung steht. Die Analyse umfasst die technische Machbarkeit, wirtschaftliche Rahmenbedingungen, potenzielle Ausbauoptionen sowie die Auswirkungen auf die langfristige Versorgungssicherheit des Fernwärmenetzes.
Ziel der Maßnahme	Prüfung Anschluss Kläranlage
Verantwortung und Kostenträger	SWFS, Zweckverband Verbandskläranlage Schwandorf – Wackersdorf (ZVSW)
Ziel-/ Verbrauchergruppe	Kläranlage
Kommunale Einflussmöglichkeiten	Motivatorin
Getroffene Vereinbarungen	-

Potenzial

CO ₂ -Minderungspotenzial	↑↑
Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	-

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit	✗
Beratung	✗



Bewertung

Finanziell	20.000 – 30.000 €
Dauer der Umsetzung	⌚ ⌚
Ressourcen (Verwaltung)	Keine
Förderprogramme	-

Umsetzung

Zeitplan	mittelfristig
Maßnahme abgeschlossen bis	Ende 2028
Monitoring/Erfolgskontrolle	Zukunft der Wärmeversorgung der Kläranlage ermittelt
Nächste Schritte	Schaffung eines Projektteams (SWFS; Stadt Schwandorf; ZVSW) und Klärung Ziele, sowie nächster Schritte

M1

Erstellung und Umsetzung eines Sanierungs- und Energiesparkonzepts für kommunale Liegenschaften

Projektdefinition

Kurzbeschreibung

Für die kommunalen Liegenschaften wird ein Sanierungs- und Energiesparkonzept erarbeitet. Im Fokus stehen gas-beheizte kommunale Gebäude, die derzeit rund 30 % des Raumwärmeverbrauchs ausmachen. Diese werden schrittweise an die Anforderungen der aktuell gesetzlichen Vorgaben angepasst. Dazu gehören die Prüfung der technischen Restlaufzeiten, die Bewertung der Wirtschaftlichkeit, die Einhaltung gesetzlicher Austauschfristen sowie die Entwicklung eines Transformationspfads hin zu erneuerbaren Wärmeerzeugern.

Auf Basis der Bestandsaufnahme der kommunalen Liegenschaften wird eine konkrete Maßnahmen- und Umsetzungsplanung erstellt. Darauf aufbauend arbeitet die Stadt Schwandorf mit lokalen Energieberatern zusammen, um die Umsetzung für die einzelnen Gebäude festzulegen. Ein fundiertes Sanierungs- und Energiesparkonzept ist häufig Voraussetzung für die Inanspruchnahme staatlicher Fördermittel. Die Maßnahme ist im Integrierten Klimaschutzkonzept unter EL 02 verankert.

Ziel der Maßnahme

Reduktion des Wärmebedarfs in kommunalen Liegenschaften inkl. Schaffung gesetzlicher Standards

Verantwortung und Kostenträger

Stadt Schwandorf

Ziel-/ Verbrauchergruppe

Stadt Schwandorf

Kommunale Einflussmöglichkeiten

Verbraucherin

Getroffene Vereinbarungen

-

Potenzial

CO₂-Minderungspotenzial

↑

Energieeinsparung/Effizienzsteigerung

↑↑



Außenwirkung	Öffentlichkeitsarbeit	x
	Beratung	x
Bewertung	Finanziell	30.000 €
	Dauer der Umsetzung	⌚ ⌚ ⌚
	Ressourcen (Verwaltung)	7 %
	Förderprogramme	Sanierung Wohngebäude: Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG EM) https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Nichtwohngebaeude/Gebaeudehuelle/gebaeudehuelle_node.html Bundesförderung Energieberatung für Nichtwohngebäude: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Nichtwohngebaeude_Anlagen_Systeme/nichtwohngebaeude_anlagen_systeme_node.html Bundesförderung für effiziente Gebäude Kommunen - Zuschuss 464: https://www.kfw.de/partner/KfW-Partnerportal/Multiplikatoren/F%C3%B6rderprodukte/Kommunen-Zuschuss-(464)/index.jsp
Umsetzung	Zeitplan	Mittelfristig
	Maßnahme abgeschlossen bis	2030
	Monitoring/Erfolgskontrolle	Sanierungsrate öffentlicher Gebäude
	Nächste Schritte	-

M2 Thermographie & Energieberatung

Projektdefinition	Kurzbeschreibung	Mittels einer thermographischen Untersuchung können Wärmebrücken und undichte Stellen in Gebäuden entdeckt werden. Dadurch können Sanierungsmaßnahmen gezielt geplant und umgesetzt werden. Die Stadt Schwandorf fördert diese Untersuchungen sowie Energieberatungen durch die Übernahme eines Kostenanteils. Diese Maßnahme wird in das kommunale Klimaschutzförderprogramm aufgenommen.
	Ziel der Maßnahme	Notwendige Sanierungen erkennen
	Verantwortung und Kostenträger	Stadt Schwandorf
	Ziel-/ Verbrauchergruppe	Gruppenübergreifend
	Kommunale Einflussmöglichkeiten	Motiviererin, Reguliererin
	Getroffene Vereinbarungen	-
Potenzial	CO ₂ -Minderungspotenzial	↑
	Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	↑↑
Außenwirkung	Öffentlichkeitsarbeit	✓
	Beratung	✓



Bewertung	Finanziell	Thermographie: 200 – 250 € pro Gebäude Energieberatung 40 € pro Gebäude (Verbraucherzentrale)
	Dauer der Umsetzung	⌚ ⌚ ⌚
	Ressourcen (Verwaltung)	5 % (für 80 Gebäude im Jahr)
	Förderprogramme	-
Umsetzung	Zeitplan	Mittelfristig
	Maßnahme abgeschlossen bis	fortlaufend
	Monitoring/Erfolgskontrolle	Anzahl durchgeführter thermographischer Untersuchungen
	Nächste Schritte	Aufnahme der Förderprogramme

H1

Weiterentwicklung des kommunalen Energiemanagement nach ISO 50001

Projektdefinition	Kurzbeschreibung	Im Rahmen des Energiemanagements nach ISO 50001 sollen die Energieverbräuche und -flüsse der kommunalen Liegenschaften vertieft analysiert und ausgewertet werden. Ziel ist es, Einsparpotenziale gezielt zu identifizieren, Effizienzmaßnahmen abzuleiten und die laufende energetische Bewertung zu verbessern. Durch den Ausbau von Monitoring und Datengrundlagen sowie die regelmäßige Wirksamkeitskontrolle kann das Energiemanagement langfristig optimiert und stärker an der kommunalen Wärme- und Klimastrategie ausgerichtet werden. Die Maßnahme ist bereits im Klimaschutzkonzept (EL 09) verankert.
	Ziel der Maßnahme	Effizienzsteigerung und Beitrag zum Klimaschutz
	Verantwortung und Kostenträger	Stadt Schwandorf
	Ziel-/ Verbrauchergruppe	Stadt Schwandorf
	Kommunale Einflussmöglichkeiten	Verbraucherin
	Getroffene Vereinbarungen	-
Potenzial	CO ₂ -Minderungspotenzial	↑↑
	Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	↑↑
Außenwirkung	Öffentlichkeitsarbeit	x
	Beratung	x



Bewertung

Finanziell 1.500 €/a (Software) + 20 €/a pro Stromzähler

Dauer der Umsetzung ⌚ ⌚ ⌚

Ressourcen (Verwaltung) 12 %

Förderprogramme Förderung läuft bereits

Umsetzung

Zeitplan sofort

Maßnahme abgeschlossen bis Ende 2028

Monitoring/Erfolgskontrolle Energetische und umweltfreundlichere Optimierungen der kommunalen Liegenschaften

Nächste Schritte Umsetzung

H2 Prüfung eines Programmes zur Heizungsvermietetung

Projektdefinition

Kurzbeschreibung	Das Gebäudeenergiegesetz erlaubt nach dem 30. Juni 2028 den Einbau von Öl- oder Gasheizungen nur noch als Übergangslösung bei Defekt der alten Heizung. Um Bürgerinnen und Bürger finanziell zu entlasten, prüft die Stadt Schwandorf die Möglichkeit eines Programms zur Heizungsvermietetung durch örtliche Heiz- und Sanitärbetriebe.
Ziel der Maßnahme	Entlastung der Bürgerinnen und Bürger bei Übergangsphase des Heizungstausches
Verantwortung und Kostenträger	Stadt Schwandorf, Heizungsgewerbe, Privat
Ziel-/ Verbrauchergruppe	Private Haushalte
Kommunale Einflussmöglichkeiten	Motiviererin
Getroffene Vereinbarungen	-

Potenzial

CO ₂ -Minderungspotenzial	-
Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	-

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit	x
Beratung	x



Bewertung

Finanziell	keine
Dauer der Umsetzung	⌚
Ressourcen (Verwaltung)	3 %
Förderprogramme	-

Umsetzung

Zeitplan	kurzfristig
Maßnahme abgeschlossen bis	Ende 2029
Monitoring/Erfolgskontrolle	Vermittelte Heizungen sowie Kostenersparnis für die Bürgerinnen und Bürger
Nächste Schritte	Abstimmung und Abklärung mit Heizungsbau

V1 Jährlicher Energiebericht der kommunalen Liegenschaften

Projektdefinition

Kurzbeschreibung	Ein jährlicher Energiebericht schafft Transparenz über Energieverbräuche, Betriebskosten und CO ₂ -Emissionen der kommunalen Gebäude. Die systematische Auswertung der Daten ermöglicht es, ineffiziente Liegenschaften zu identifizieren, Entwicklungen nachzuvollziehen und gezielte Sanierungs- oder Optimierungsmaßnahmen abzuleiten. Der Bericht bildet eine zentrale Grundlage für das kontinuierliche Energiemanagement, unterstützt die Priorisierung von Investitionen und macht Fortschritte bei der Erreichung der Klimaschutzziele nachvollziehbar. Die Maßnahme ist im Klimaschutzkonzept (EL 10) verankert und befindet sich in Umsetzung.
Ziel der Maßnahme	Erfassung und Auswertung von Verbrauchsdaten
Verantwortung und Kostenträger	Stadt Schwandorf
Ziel-/ Verbrauchergruppe	Stadt Schwandorf
Kommunale Einflussmöglichkeiten	Verbraucherin
Getroffene Vereinbarungen	-

Potenzial

CO ₂ -Minderungspotenzial	-
Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	-

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit	✘
Beratung	✘



Bewertung

Finanziell	1.300 €/a (Software)
Dauer der Umsetzung	🕒
Ressourcen (Verwaltung)	4 %
Förderprogramme	-

Umsetzung

Zeitplan	Sofort
Maßnahme abgeschlossen bis	fortlaufend
Monitoring/Erfolgskontrolle	Jährliche Erfassung aller kommunalen Liegenschaften
Nächste Schritte	Notwendige Sanierungs- oder Optimierungsmaßnahmen einleiten

V2

Informierung der Bürgerinnen und Bürger über Energie-Genossenschaften

Projektdefinition

Kurzbeschreibung	Es werden bei Bedarf Informationsveranstaltungen durchgeführt Diese informiert über Funktionsweise, Gründung, rechtliche Rahmenbedingungen sowie Vor- und Nachteile von Erneuerbaren-Energie-Gemeinschaften in den Sektoren Strom und Wärme.
Ziel der Maßnahme	Motivation zu eigenständigen Energiezusammen-schlüssen unter den Bürgerinnen und Bürgern
Verantwortung und Kosten-träger	Stadt Schwandorf
Ziel-/ Verbrauchergruppe	private Haushalte
Kommunale Einflussmöglichkeiten	Motiviererin
Getroffene Vereinbarungen	-

Potenzial

CO ₂ -Minderungspotenzial	-
Energieeinsparung/Effizienz-steigerung	-

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit	✓
Beratung	✓

Bewertung

Finanziell	3.000 – 7.000 €
Dauer der Umsetzung	⌚
Ressourcen (Verwaltung)	7 %
Förderprogramme	-



Umsetzung

Zeitplan	Mittelfristig
Maßnahme abgeschlossen bis	fortlaufend
Monitoring/Erfolgskontrolle	Interesse der Bürgerinnen und Bürger, gegründete Genossenschaften
Nächste Schritte	Planung der Informationsveranstaltung

V3

Integration der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in der Stadtverwaltung

Projektdefinition

Kurzbeschreibung	Der Beschluss der kommunalen Wärmeplanung markiert den Beginn der lokalen Wärmewende. Für Anstoß, Umsetzung und kontinuierliches Monitoring der Maßnahmen stellt die Stadt Schwandorf die erforderlichen personellen und finanziellen Ressourcen bereit. Dazu gehören ausreichende Kapazitäten in der zuständigen Stelle in der Stadtverwaltung sowie die dauerhafte Sicherstellung der notwendigen Mittel, um die Wärmeplanung wirksam umzusetzen.
Ziel der Maßnahme	Implementierung und Umsetzung der Wärmeplanung
Verantwortung und Kostenträger	Stadt Schwandorf
Ziel-/ Verbrauchergruppe	Stadt Schwandorf
Kommunale Einflussmöglichkeiten	-
Getroffene Vereinbarungen	Maßnahmen beschlossen durch den Stadtrat

Potenzial

CO ₂ -Minderungspotenzial	-
Energieeinsparung/Effizienzsteigerung	-

Außenwirkung

Öffentlichkeitsarbeit	x
Beratung	x



Bewertung

Finanziell	keine
Dauer der Umsetzung	⌚ ⌚ ⌚
Ressourcen (Verwaltung)	5 %
Förderprogramme	-

Umsetzung

Zeitplan	Sofort
Maßnahme abgeschlossen bis	-
Monitoring/Erfolgskontrolle	Kapazitäten geschaffen; Wärmeplanung wird verstetigt
Nächste Schritte	-

9. Strategische Maßnahmen

9.1. Zusammenfassung

Damit die Erkenntnisse der kommunalen Wärmeplanung weiterverfolgt und letztendlich umgesetzt werden, sind im Folgenden strategische Maßnahmen für die Stadt Schwandorf dargestellt. Diese beinhalten eine Verstetigungsstrategie, ein Controllingkonzept sowie eine interne und externe Kommunikationsstrategie.

Mit einer Verstetigungsstrategie soll sichergestellt werden, dass die kommunale Wärmeplanung weiterhin innerhalb der Kommune berücksichtigt wird. Die Aufgaben der verantwortlichen Stelle zur Sicherstellung der Umsetzung der Wärmeplanung und somit zum Voranschreiten der Wärmewenden werden definiert. Eine Einordnung der Wärmeplanung in die Verwaltungsstruktur soll gewährleisten, dass die Wärmeplanung bei Maßnahmen der Stadt, auch in anderen Ämtern bzw. Fachgebieten, berücksichtigt wird.

Zur Überprüfung des Fortschrittes der Wärmewende in der Kommune sowie zum Vergleich des Ist-Standes zu den gesetzten Zielszenario, wird ein Controlling-Konzept vorgestellt. Anhand eines Top-Down Ansatzes und der Definition von Erfolgsindikatoren wird ein Monitoring der Wärmewende vorgenommen.

Da an der Umsetzung des Wärmeplans zahlreiche und verschiedene Akteure beteiligt sind, wird eine interne und externe Kommunikationsstrategie erarbeitet. Durch die Beteiligung aller wichtigen Akteure von Beginn an ist die Realisierung der Maßnahmen hin zur klimaneutralen Wärmeversorgung wahrscheinlicher.

9.2. Strategische Maßnahmen

Um die in der kommunalen Wärmeplanung ausgearbeiteten Ziele zu erreichen und die Umsetzung der Maßnahmen zu gewährleisten, ist eine durchdachte Verstetigungsstrategie sowie ein Controllingkonzept essenziell. Aufgaben und Zugehörigkeiten müssen innerhalb der Kommune klar festgelegt sein. Der Erfolg der bisherigen Strategie muss anhand definierter Kriterien bewertet sowie Maßnahmen regelmäßig aktualisiert und erweitert werden. Zur erfolgreichen Verwirklichung der Maßnahmen ist eine interne und externe Kommunikationsstrategie wesentlich.

9.3. Verstetigungsstrategie

Um die Umsetzung des Transformationsprozesses der Wärmeversorgung in der Stadt Schwandorf zu gewährleisten, muss innerhalb der Kommune eine Verwaltungsstruktur zur fortlaufenden Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung eingerichtet werden. Aufgaben und Zugehörigkeiten der durch die Wärmeplanung festgelegten Maßnahmen sind verwaltungsintern klar zu definieren.

In der Stadt Schwandorf ist die kommunale Wärmeplanung innerhalb des Amtes für Planen und Bauen angesiedelt. Das Amt ist direkt dem Oberbürgermeister unterstellt. Abbildung 70 zeigt die Organisationsstruktur der kommunalen Wärmeplanung innerhalb der Stadtverwaltung. Im Zuge der Umsetzung der Wärmeplanung sollten auch andere Ämter bzw. Stabsstellen (z.B. Wirtschaftsförderung und Stadtmanagement oder die Wasser- und Fernwärmeversorgung) mit in die Planung einbezogen werden. Daher ist es wichtig, wie die Zusammenarbeit

innerhalb der Stadtverwaltung organisiert und kommuniziert wird. Eine interne Kommunikationsstrategie der Stadtverwaltung ist in Kapitel 9.5 zu sehen.

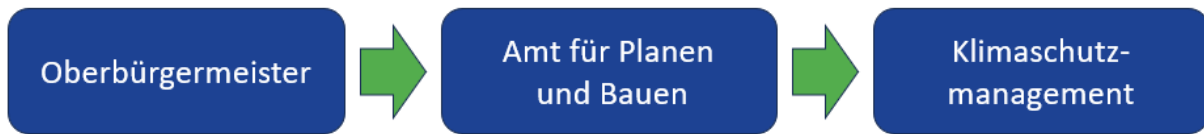


Abbildung 70: Organisationsstruktur der kommunalen Wärmeplanung innerhalb der Stadtverwaltung

Da die für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung zuständige Person für zahlreiche Aufgaben verantwortlich ist, sollte bei einer Stadt mit circa 30.000 Einwohnern eine 30 % Stelle dafür eingerechnet werden. Zudem sollten der zuständigen Person entsprechende Haushaltsmittel zur Verfügung gestellt werden, um ggf. Daten oder Programme für das Monitoring sowie zur erfolgreichen Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung einzukaufen. Im Folgenden sind einige Aufgaben der verantwortlichen Person in Anlehnung an [47] aufgelistet:

- Sicherstellen der fortführenden Untersuchung der Fokusgebiete
- Informierung der Öffentlichkeit zum Fortschritt der Wärmewende und Beteiligung der Öffentlichkeit an Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung
- Beratung der Bürgerinnen und Bürger zum Thema Wärmewende
- Organisation, Moderation und Projektmanagement von Projekten zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung (Maßnahmenkatalog)
- Beantragung von Fördermittel und Förderprogrammen zur Umsetzung der Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung
- Organisation und Durchführung von Arbeitskreisen zur Umsetzung der Wärmewende sowohl verwaltungsintern als auch mit den wichtigen externen Akteuren
- Ermöglichung von Erfahrungsaustauschen zwischen verschiedenen Akteuren
- Sicherstellen der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung
- Sicherstellung von finanziellen Mitteln für die Umsetzung der Wärmeplanung durch politische Beschlüsse
- Kontrolle des Fortschrittes der Wärmewende anhand von Erfolgsindikatoren (siehe Controlling-Konzept)
- Berichterstattung an die zuständigen politischen Gremien zum Stand der Wärmewende
- Koordination von ämterübergreifender Zusammenarbeit zur Umsetzung der Maßnahmen der kommunalen Wärmeplanung
- Sicherstellen der Berücksichtigung der kommunalen Wärmeplanung in anderen kommunalen Vorhaben
- Verfolgung von Maßnahmen aller Akteure, welche die kommunale Wärmeplanung beeinflussen können
- Untersuchung von Projekten anderer kommunaler Verwaltungen auf Synergien zur kommunalen Wärmeplanung
- Vernetzung der Stadtverwaltung mit für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung wichtigen externen Akteuren (siehe Kommunikationsstrategie)
- Vernetzung mit umliegenden Kommunen und auf Landkreisebene zur Entwicklung von Synergien und zum gegenseitigen Austausch
- Förderkulisse im Auge behalten; ggf. neue Förderprogramme in Betracht ziehen
- Besuch von Fortbildungen, welche die Wärmeplanung betreffen (z.B. Online-Seminare und Konferenz des KWW-Halle, BVS, LfU)



Eine wichtige Aufgabe zur Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung ist die Erstellung eines jährlichen Kurzberichts, in dem der aktuelle Stand der Umsetzung dargestellt sowie bereits abgeschlossene Maßnahmen evaluiert werden. In diesen Berichten wird der Fortschritt der Wärmewende anhand von umgesetzten Maßnahmen und klar definierten Erfolgsindikatoren untersucht. Die aktuelle Situation der Wärmeversorgung wird mit dem vergangenen Untersuchungszeitpunkt und den Zielszenarien verglichen. Daraus ergebend können Empfehlungen ausgesprochen werden, die in der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt werden. Dieser Bericht sollte jährlich der Amtsleitung, dem Oberbürgermeister und dem Stadtrat sowie allen wichtigen Akteuren der Stadtverwaltung vorgestellt werden. Inhalt des Berichts sind unter anderem Antworten auf folgende Fragen:

- Wie ist der aktuelle Stand der Wärmewende (Erfolgsindikatoren)?
- Wie kommt die Wärmewende voran (Vergleich mit Zielszenarien)?
- Welche Maßnahmen wurden bisher durchgeführt oder begonnen?
- Welchen Effekt haben diese Maßnahmen (wirtschaftlich und umwelttechnisch)?
- Wo gab es bei der Umsetzung Problem oder Komplikationen?
- Wie können diese Komplikationen beim nächsten Mal vermieden werden?
- Welche Maßnahmen sind als nächstes geplant und was wird dafür benötigt (finanzieller und personeller Aufwand; Zusammenarbeit verschiedener Ämter bzw. Sachgebiete)?

Laut Wärmeplanungsgesetz ist eine Aktualisierung der kommunalen Wärmeplanung spätestens alle fünf Jahre vorgeschrieben. Hierbei findet, wie bei der Erstellung dieses Wärmeplans, eine detaillierte Untersuchung der Wärmeversorgung statt. Es empfiehlt sich jedoch zusätzlich zwischen diesen Zeitabschnitten ein kontinuierliches Monitoring zu betreiben. Abbildung 71 zeigt den groben Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung bis zum Zieljahr 2040 auf. Ab Mitte des Jahres 2027 sollte abwechselnd der Fortschritt der Wärmewende anhand der Erfolgsindikatoren und der umgesetzten Maßnahmen überprüft werden. Nach der ersten Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung (spätestens 2031) sollte dieser Zeitplan überarbeitet werden, vor allem in Bezug auf die Kontrollfortschritte der Maßnahmen, da diese eventuell neu definiert werden. Zudem sind die ungefähren Zeitpunkte des Umsetzungsbeginns und der Fertigstellung erster strategischer und operativer Maßnahmen eingezeichnet. Dies sind lediglich Anhaltspunkte, an welchen sich jedoch orientiert werden sollte. Hierbei ist es sinnvoll, jeweils zwei bis drei Aufgaben bzw. Maßnahmen in jedem Betrachtungsschritt zu priorisieren. Ausgangspunkt sollten die im kommunalen Wärmeplan festgelegten Fokusgebiete sein. Laut gesetzlichen Vorgaben ist die Wärmewende bis zum Jahr 2040 fertigzustellen. Die vorgeschriebene Fortschreibung der Wärmeplanung alle fünf Jahre ist im Zeitplan festgeschrieben.

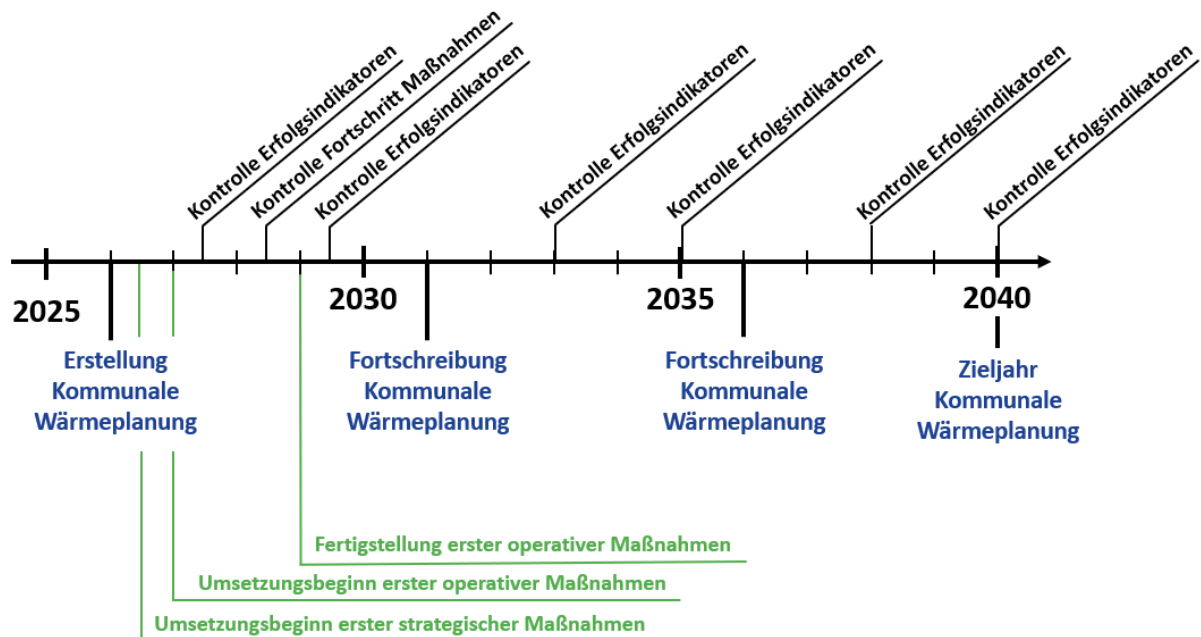


Abbildung 71: Grober Zeitplan der kommunalen Wärmeplanung bis 2040

Ein weiterer Teil der Verstetigungsstrategie ist, die bisher erarbeiteten Strukturen zu erhalten. Dies trifft vor allem auf die Akteursbeteiligung zu. Im Zuge der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung ist die Gründung eines Arbeitskreises bestehend aus den wichtigen Bereichen der Stadtverwaltung und externen Akteuren wie z.B. Energieversorgern, Vertretern aus Industrie und Gewerbe sowie Wohnungsunternehmen, welche an der Akteursbeteiligung im Zuge der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung teilgenommen haben, sinnvoll. In diesem Arbeitskreis werden in regelmäßigen Abständen der Stand des Fortschritts der kommunalen Wärmeplanung besprochen sowie Maßnahmen, welche die Akteure betreffen, gemeinsam erarbeitet und/oder vorgestellt. Durch ein frühes Einbeziehen der für die Umsetzung des Projekts relevanten Akteure ist eine Realisierung der Maßnahmen wahrscheinlicher. In Abbildung 72 sind die wichtigsten Akteure der kommunalen Wärmeplanung auf Grundlage der Akteursbeteiligung aufgelistet. Im Falle Schwandorfs spielen die teilnehmenden Akteure des Energiegipfels eine besonders wichtige Rolle für die Energieversorgung der Stadt.



Abbildung 72: Akteure der kommunalen Wärmeplanung auf Grundlage der Akteursbeteiligung.
Teilnehmende am Energiegipfel sind mit dicker Schrift markiert.

Das Einbinden von externen Akteuren ist signifikant für die Umsetzung der Wärmeplanung. Aber auch verwaltungsintern ist eine beständige Zusammenarbeit notwendig, um Maßnahmen zur Wärmewende zu realisieren. Daher ist die Integration der kommunalen Wärmeplanung in alle Verwaltungsbereiche der Stadt notwendig, so dass diese in allen weiteren kommunalen Entscheidungen und Planungsverfahren berücksichtigt werden kann. Häufig ergeben sich Synergien bei verschiedenen Baumaßnahmen (z.B. Sanierung oder Neuverlegung von Versorgungsleitungen, Straßenbau), so dass der Auf- und Ausbau einer zukünftigen Wärme- (und Strom-) Versorgungsinfrastruktur möglichst reibungslos ablaufen kann. Jede Verwaltungseinheit sollte die Wärmeplanung mitbedenken.

9.4. Controllingkonzept

In der Bestandsanalyse wird der IST-Zustand hinsichtlich des Energiebedarfs, Treibhausgasemissionen, Energieträgereinsatzes und Sanierungsstandes erfasst. Die Zielsetzung und die notwendige zukünftige Entwicklung werden in späteren Kapiteln dieser Untersuchung dargestellt. Anhand der objektiv messbaren Indikatoren der Bestandsanalyse und der regelmäßigen Aktualisierung dieser Werte kann der Fortschritt auf dem Weg zur Zielerreichung klar gemessen werden. Dabei sind die Prozesse der Verstetigung und der Überwachung der Maßnahmen eng miteinander verknüpft und müssen stets gemeinsam betrachtet werden. Abbildung 73 zeigt schematisch das Managementsystem der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung auf. Nach Fertigstellung der ersten Wärmeplanung müssen von der verantwortlichen Stelle Vorbereitungen für die Umsetzung erster Maßnahmen getroffen sowie diese initiiert werden. Nach bestimmter Zeit (siehe Abbildung 71) wird der Fortschritt und Erfolg der Maßnahmen sowie deren Auswirkungen auf die gesetzten Ziele untersucht. Dies geschieht, indem ein Soll-Ist-Abgleich des aktuellen Standes zu den Zielszenarien stattfindet. Zudem kann anhand der Erfolgsindikatoren die Entwicklung der Wärmewende als Ganzes gemessen werden.

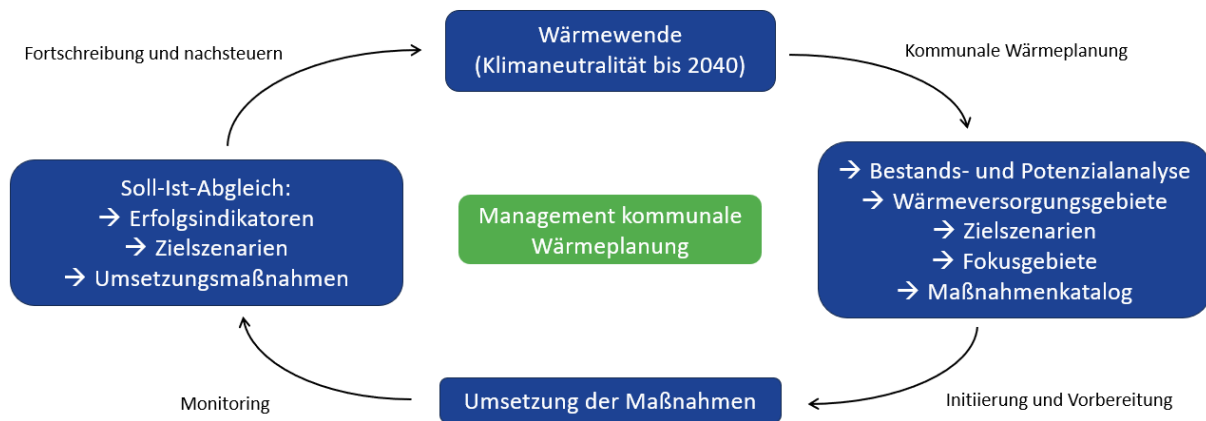


Abbildung 73: Managementsystem der kommunalen Wärmeplanung in Anlehnung an [47]

Je nachdem, ob ein Top-Down oder Bottom-Up Ansatz verfolgt werden soll, liegt die Planungsverantwortung entweder hauptsächlich bei einer zentralen Stelle oder aber diese wird stärker auf verschiedene Bereiche aufgeteilt. Entweder eine zuständige Person koordiniert die anderen Bereiche hinsichtlich der die Wärmeplanung betreffenden Themenfelder oder diese arbeiten eigenständig an den Umsetzungsmaßnahmen. Unabhängig davon empfiehlt es sich, eine eigene Stelle für diesen Aufgabenbereich zu schaffen und das Personal in den betroffenen Verwaltungseinheiten entsprechend zu qualifizieren, um die kommunale Wärmeplanung als dauerhafte Aufgabe in der Kommunalverwaltung zu integrieren. Je nach gewähltem Ansatz kann der Aufgabenumfang und Verantwortungsbereich der Stelle eingestuft werden. Im Falle des Bottom-Up Modells übernimmt diese nur die Koordination zwischen den Verwaltungseinheiten. Im Falle des Top-Down Ansatzes obliegt ihr die zentrale Verantwortung zur Überwachung und Fortschreibung der Maßnahmen. Für die Stadt Schwandorf empfiehlt sich ein Top-Down Modell, da die Erstellung der Wärmeplanung in enger Kooperation mit dem Klimaschutzmanagement bzw. dem Amt für Planen und Bauen verlief.

Aufgaben der zuständigen Person im Bereich Controlling sind unter anderem:

- Verfassung und Präsentation eines Monitoring-Berichtes
- Berechnung und Auswertung der Erfolgsindikatoren
- Abgleich des IST-Zustandes mit den Zielszenarien
- Kontrolle der umgesetzten Maßnahmen auf deren Erfolg und deren Beitrag zum Erreichen der Ziele
- Betrachtung geänderter gesetzlicher, förder technischer, wirtschaftlicher, stadtplanerischer sowie technologischer Rahmenbedingungen und deren Auswirkung auf die geplanten Maßnahmen
- Evaluation der Zusammenarbeit externer und interner Akteure sowie ggf. Anpassung der Kommunikationsstrategie (v.a. in Bezug auf den Arbeitskreis mit den wichtigsten Akteuren der kommunalen Wärmeplanung)

Ein wichtiger Parameter zur Kontrolle der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung sind die Erfolgsindikatoren. Hierbei wird der aktuelle Stand der Wärmeversorgung anhand einfacher Betrachtungen dargestellt. Die Bereiche Wärme- und Stromversorgung, Prozesswärme der Industrie, energetische Gebäudesanierung als auch der Ausbau von Wärmenetzen werden dabei betrachtet. In Abbildung 74 sind auf der linken Seite die Datengrundlagen zu den

auf der rechten Seite aufgelisteten Erfolgsindikatoren dargestellt. Die Berechnung der Indikatoren wird von der zuständigen Stelle vorgenommen. Ziel ist es diese Indikatoren mit den Berechnungen des vorherigen Zeitraums und den Zielszenarien zu vergleichen. Somit kann überprüft werden, ob die umgesetzten Maßnahmen erfolgreich sind und die Wärmewende voranschreitet. Gegebenenfalls können auf Grundlage der Erfolgsindikatoren weitere Maßnahmen initiiert oder bestehende umstrukturiert werden, um deren Erfolg zu gewährleisten.

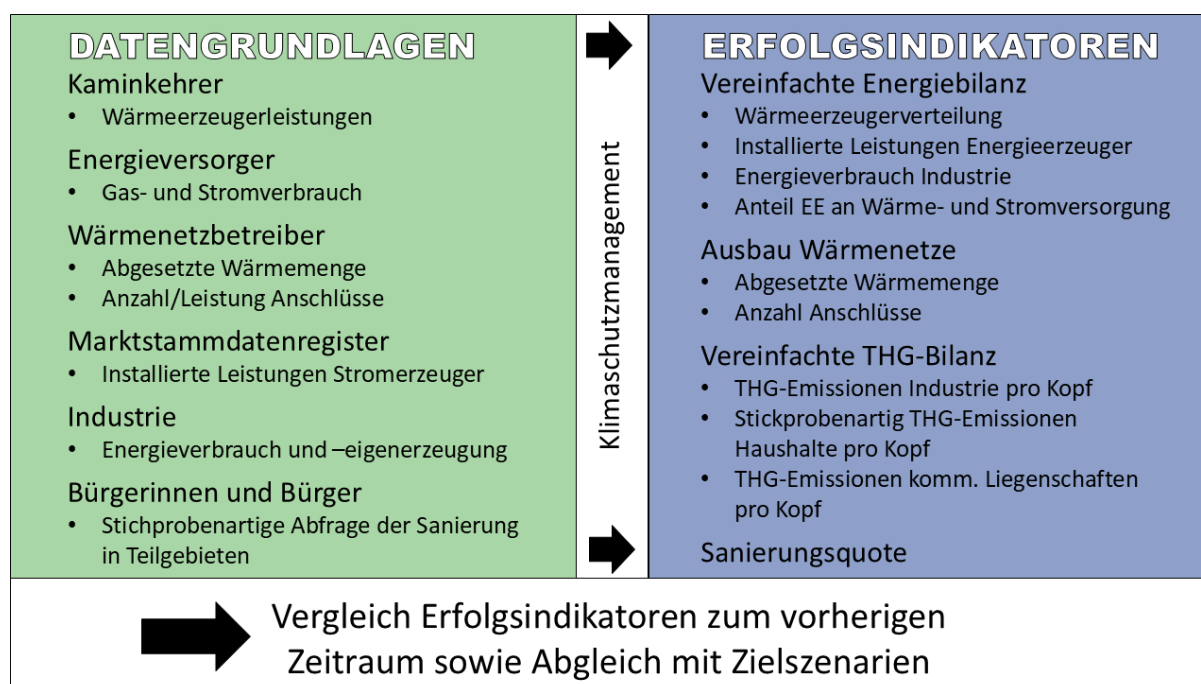


Abbildung 74: Erfolgsindikatoren der kommunalen Wärmeplanung und deren Datengrundlagen

Da die Bestands- und Treibhausgasanalyse im Zuge der kommunalen Wärmeplanung zeitaufwendig ist, werden für das Controlling vereinfachte Verfahren hergenommen. Die Datengrundlagen müssen zum Großteil von externen Akteuren angefragt werden. Daher sollte ein Vorlauf von circa 2 Monaten zur Datensammlung eingerechnet werden.

Die Daten der Wärmeerzeugerleistungen aufgeteilt nach Energieträger können beim Landesamt für Statistik abgefragt werden. Hiermit lässt sich die Verteilung der Energieträger zur Gewinnung von Raumwärme und Warmwasser in der Stadt darstellen. Mit der Abfrage des gemeindeweiten Gasverbrauch kann die Entwicklung des fossilen Energieträgers analysiert werden. Gleiches trifft auch für den Stromverbrauch zu. Zusätzlich kann mit Hilfe des Marktstammdatenregisters näherungsweise auf den Anteil erneuerbaren Stroms in der Stadt Schwandorf geschlossen werden. Mit der Abfrage der abgesetzten Wärmemengen und der Anzahl der Anschlüsse bei allen in der Stadt tätigen Wärmenetzbetreibern können Rückschlüsse auf den Ausbau der Fernwärme gezogen werden. Um den Energieverbrauch und -erzeugung der Industrie zu monitoren, müssen diese direkt angeschrieben und ein Fragebogen ausgehändigt werden. Des Weiteren kann eine einfache Treibhausgasbilanz erstellt werden. Kennwerte wie die THG-Emissionen der Industrie oder der kommunalen Liegenschaften pro Kopf werden durch die Multiplikation der entsprechenden Energiemengen mit den spezifischen CO₂-Äquivalenten geteilt durch die aktuelle Einwohnerzahl der Stadt Schwandorf berechnet. Die Verbräuche der kommunalen Liegenschaften sollten verwaltungsintern

bereitgestellt werden. Falls das nicht der Fall ist, ist die Ausgabe von Fragebögen notwendig. Für den Kennwert der THG-Emissionen der Haushalte pro Kopf empfiehlt es sich ein exemplarisches Gebiet zu untersuchen. Die Sanierungsquote kann ungefähr mit einer stichprobenartigen Umfrage der Bürgerinnen und Bürger über den Sanierungsstand der Gebäude oder anhand der Betrachtung des veränderten Nutzwärmebedarfs in bestimmten Gebieten ermittelt werden. Da zweiteres eine detaillierte Energiebilanz benötigt, wird ersteres empfohlen. Zu beachten ist, dass eine Veränderung der Bevölkerungszahl sowie der industriellen Prozesse einen großen Einfluss auf diese Werte haben kann.

Einige dieser Werte spiegeln sich in den Indikatoren, welche im Rahmen der Zielszenarien entwickelt wurden wider. Vor allem Werte bezüglich des Gas- und Fernwärmeverbrauchs lassen sich einfach zu den vorherigen Jahren vergleichen. Die Energieträgerverteilung bedarf einer genaueren Energiebilanz. Daher sollten diese Werte bei der nächsten Fortschreibung der Wärmeplanung verglichen werden.

9.5. Kommunikationsstrategie

Für eine erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung ist eine funktionierende Kommunikation zwischen den Akteuren wesentlich. Um dies zu gewährleisten, wird eine sorgfältig ausgearbeitete Kommunikationsstrategie benötigt. Die Kommunikationswege als auch die zu übermittelnden Informationen müssen sowohl verwaltungsintern als auch nach außen definiert werden.

In Abbildung 75 ist die Kommunikationsstrategie innerhalb der Stadtverwaltung zur Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung dargestellt. Auch hier steht die verantwortliche Person des Klimaschutzmanagements im Mittelpunkt. Dennoch sollten alle internen Akteure mit Entscheidungsbefugnissen sich untereinander über die Umsetzung der Maßnahmen der Wärmeplanung austauschen. Es ist wichtig, dass bei Projekten anderer Ämter bzw. Sachgebiete die kommunale Wärmeplanung mitberücksichtigt wird. Der Monitoringbericht mit den Erfolgsindikatoren sowie Informationen zu umgesetzten und geplanten Maßnahmen wird dem Stadtrat bzw. dem Planungs- und Umweltausschuss vorgestellt. Hier werden geplante Maßnahmen initiiert und konkretisiert sowie Anliegen, Meinungen und Fragen der Beteiligten geklärt. Die gesamte Stadtverwaltung sollte zudem immer auf dem aktuellen Stand der Wärmewende gehalten werden und Möglichkeit zur Stellungnahme haben. Verbrauchsdaten der zur Stadt gehörenden Gebäude werden bei dem infrastrukturellem Gebäudemanagement abgefragt.

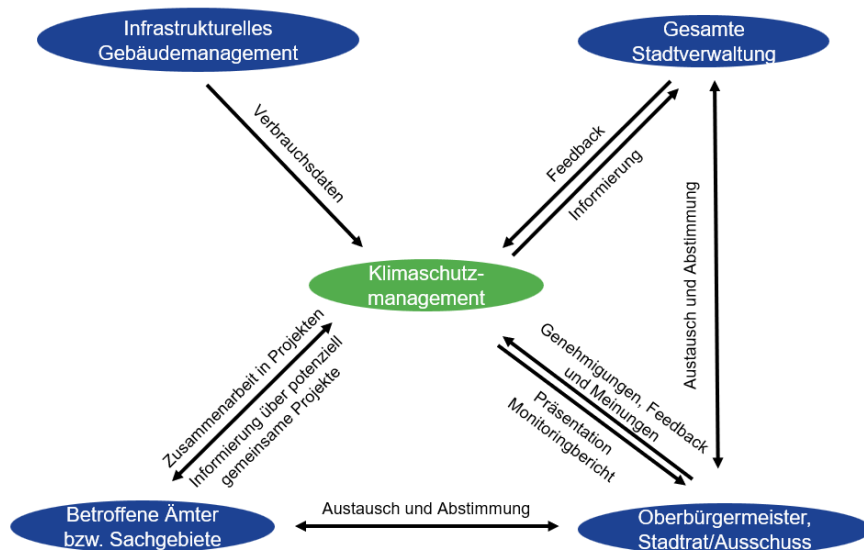


Abbildung 75: Kommunikationsstrategie innerhalb der Stadtverwaltung zur Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung

Im Rahmen einer detaillierten Akteursanalyse der kommunalen Wärmeplanung wurden die zu beteiligenden Akteure bestimmt. Abbildung 76 listet alle für die Wärmeplanung wichtigen Akteure aufgeteilt in drei Akteursgruppen auf. Je nach Art und Umfang der Maßnahmen kann diese Einteilung variieren. Eng einzubinden in den Planungsprozess sind neben den betroffenen Ämtern bzw. Sachgebieten der Stadt, und ggf. einem externen Dienstleister, die in der Stadt tätigen Energieversorger sowie die Wohnungswirtschaft und Hausverwaltungen. Energieversorger sind sowohl die Wärme-, Strom- und Gasnetzbetreiber als auch Betreiber von Energieerzeugungsanlagen. Da in manchen Gebieten Wohnungsunternehmen eine Vielzahl an Gebäuden besitzen, sollten diese von Anfang an miteingebunden werden. Wenn eine Maßnahme in einem Gebiet mit Industrie, öffentlicher Großverbraucher oder Gewerbe geplant ist, sollten diese zur Beteiligung motiviert werden. Über den Stand der Wärmewende wird die Öffentlichkeit stets informiert.

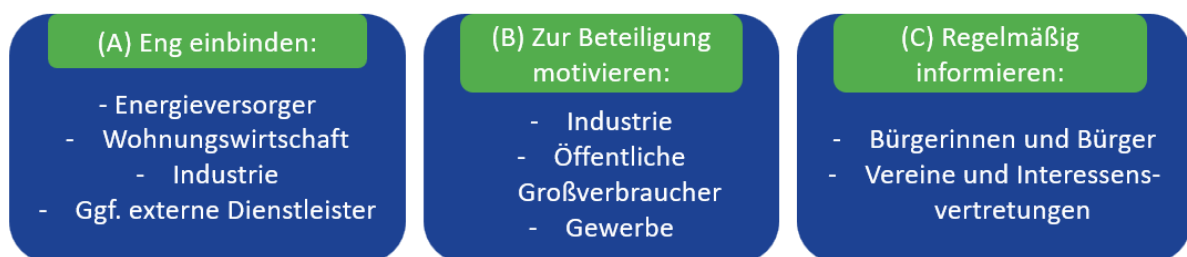


Abbildung 76: Ergebnis Akteursanalyse und Einteilung in Akteursgruppen für die kommunale Wärmeplanung nach [48, 49, 50]

Je nachdem welcher Akteursgruppe die einzelnen Akteure zugeordnet sind, werden diese in unterschiedlichen Ebenen der Planung beteiligt. Abbildung 77 zeigt die Ebenen der Beteiligung und der in jeder Ebene zu involvierenden Akteursgruppen. Die regelmäßig zu informierenden Akteure, meistens die Öffentlichkeit, wird im ersten Schritt über das Projekt informiert und hat die Möglichkeit Fragen und Anregungen zu äußern. Mit der Akteursgruppe, welche zur Beteiligung motiviert wird, werden darüber hinaus Projekte detaillierter besprochen und grobe

Ergebnisse definiert. Da diese Akteure oft die zur Umsetzung und Detailplanung notwendigen Daten liefern sowie selbst von den Maßnahmen betroffen sind, ist eine Beteiligung wichtig. Mit den eng einzubindenden Akteuren werden zudem die Durchführung und Realisierung des Projektes geplant, da diese die Umsetzung, wie Baumaßnahmen oder Betrieb, ausführen oder wesentliche Kunden des abgeschlossenen Projektes sein werden.

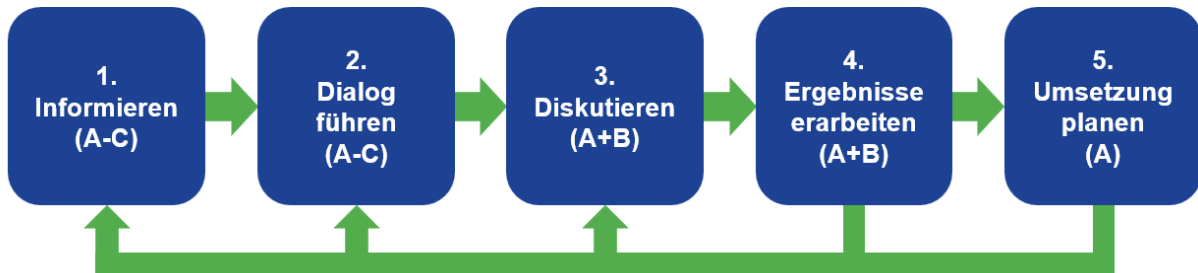


Abbildung 77: Ebenen der Beteiligung und der zu involvierenden Akteursgruppen nach [51]

Nachdem alle für das Projekt wichtigen Akteure definiert, in Akteursgruppen eingeordnet sowie die Ebenen der Beteiligung zugewiesen wurden, wird eine Kommunikationsstrategie erstellt. Abbildung 78 zeigt exemplarisch eine für die Umsetzung von Maßnahmen erstellte Kommunikationsstrategie mit allen wichtigen Akteuren. Auch hier sei erwähnt, dass diese für jedes Projekt individuell ist und angepasst werden muss. Im Zentrum steht die Stadt Schwandorf, welche sich ggf. kontinuierlich mit einem externen Dienstleister über den Fortschritt des Projektes und Neuigkeiten austauscht.

Anhand von informativen Veranstaltungen wird die Öffentlichkeit über den Fortschritt der Wärmewende und die umgesetzten Projekte auf dem Laufenden gehalten. Auch über Medien wie die Tageszeitung oder das Internet sowie Social-Media können Bürgerinnen und Bürger informiert werden. Eine kontinuierliche Fortführung der Öffentlichkeitsarbeit und jährliche Bürgerveranstaltungen zum Thema Wärmewende werden empfohlen. Hierbei ist das Ziel die Bürgerschaft aufzuklären, Transparenz und Akzeptanz zu schaffen aber auch zur Teilnahme und zum Mitmachen zu motivieren sowie ggf. Anregungen zur Verhaltensveränderung zu geben. Dafür sollte die Kommunikation positiv sein sowie die Vorteile einer Maßnahme betonen und nicht zu komplex beschrieben werden.

Je nachdem wie wichtig einzelne Akteure für ein Projekt sind, werden ihre Meinungen eingeholt, ihre Verbrauchsdaten mit Fragebögen abgefragt oder diese eng in die Planung mit einbezogen. In individuellen Akteursveranstaltungen können Anliegen, Meinungen und Bedenken der betroffenen Akteure gehört werden. Zudem wird die Gründung eines Arbeitskreises bestehend aus den wichtigen Bereichen der Stadtverwaltung und externen Akteuren empfohlen, in dem in regelmäßigen Abständen der Fortschritt der kommunalen Wärmeplanung besprochen und auftretende Probleme gemeinsam diskutiert werden können. In Abbildung 72 sind die wichtigsten Akteure, welche an der Akteursbeteiligung im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung teilnahmen, aufgelistet. Diese Akteure bieten sich für einen Arbeitskreis an. Zudem sollten die energieintensiven Unternehmen bzw. Energieversorger im Rahmen weiterer Energiegipfel stetig in den Prozess der Wärmeplanung miteinbezogen werden.

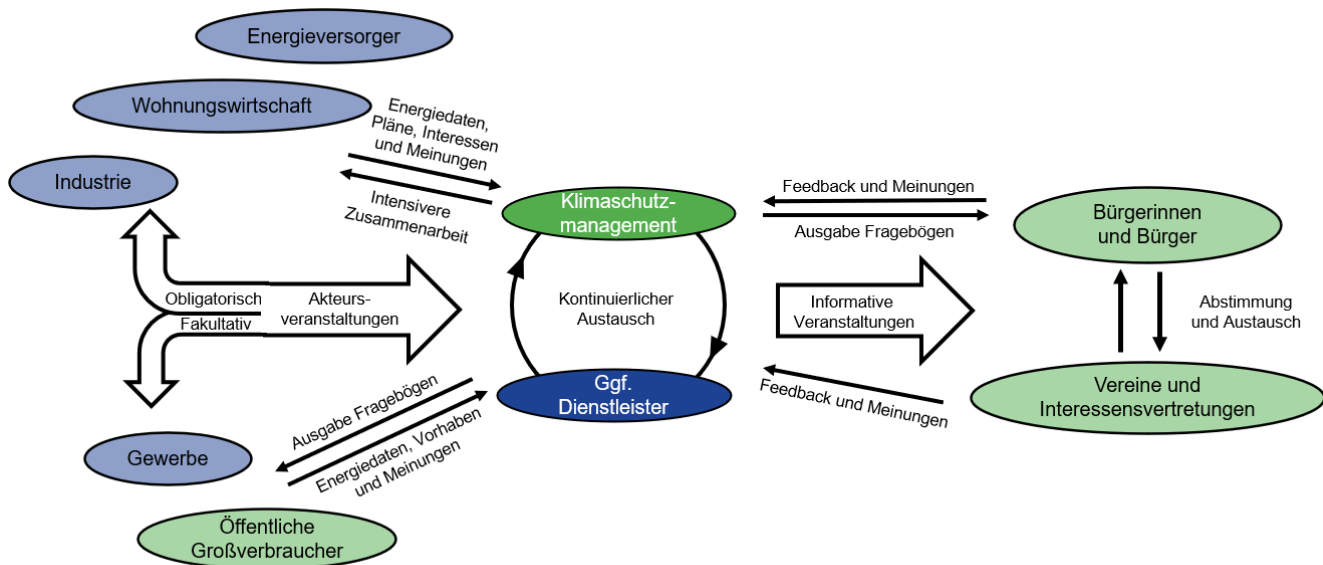


Abbildung 78: Kommunikationsstrategie mit den für die Wärmewende wichtigen Akteuren

Wie bereits erwähnt zeigen Abbildung 76 und Abbildung 78 eine beispielhafte, aber oft anwendbare, Einteilung der Akteure in Akteursgruppen und die dazugehörige Kommunikationsstrategie. Für individuelle Maßnahmen müssen diese angepasst werden. Ein Leitfaden zur Erstellung eines individuellen Kommunikationskonzepts für einzelne Maßnahmen ist in der Literatur aufgeführt [47]. Im Folgenden sind acht Schritte zur Erstellung eines Kommunikationskonzepts aufgelistet [47]:

1. Ausgangssituation analysieren
2. Kommunikationsziele definieren
3. Zielgruppen kennen
4. Botschaften formulieren
5. Kanäle zur Kommunikation auswählen
6. Zeitplan aufstellen
7. Verfügbareres Budget kennen
8. Erfolg messen

Je nach Art (strategisch oder operativ), Umfang (zeitlich, monetär, Anzahl einzubindender Akteure) und Dringlichkeit (priorisiert oder hintangestellt) der Maßnahmen ändert sich das Kommunikationskonzept. Die Einteilung der Akteure in Akteursgruppen und deren Zuordnung in Ebenen der Beteiligung sowie die Erstellung der Kommunikationsstrategie sollte bei jedem Projekt zur Umsetzung der Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung durchgeführt werden. Somit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Realisierung der Projekte.

10. Literaturverzeichnis

- [1] Prognos AG, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Universität Stuttgart - Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, „Technikkatalog Wärmeplanung,“ im Auftrag: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz; Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.
- [2] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, „Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden,“ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart, 2020.
- [3] C.A.R.M.E.N. e.V., QM Holzheizwerke - Planungshandbuch, Straubing, 2022.
- [4] Energie Schweiz, Bundesamt für Energie BFE, Planungshandbuch Fernwärme, Ittigen, CH, 2021.
- [5] ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Öko-Institut e.V., Universität Stuttgart, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer-Institut für System- und Energieforschung ISI, „Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche,“ im Auftrag: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz; Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, 2024.
- [6] nPro Energy GmbH, „App - nPro Energy,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.npro.energy/main/de/>.
- [7] VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG), „VDI 2067 - Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen,“ Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 2012.
- [8] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Bundesförderung Effiziente Wärmenetze. Modul 2: Antragstellung und Verwendungsnachweise,“ 14 Februar 2023. [Online]. Available: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/bew_merkblatt_antragstellung_m2.pdf?__blob=publicationFile&v=2. [Zugriff am 04 April 2025].
- [9] Statista GmbH, „Entwicklung des Emissionsfaktors der Stromerzeugung in Deutschland und Frankreich im Zeitraum 2000 bis 2024,“ 2025. [Online]. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1421117/umfrage/emissionen-strom-deutschland-und-frankreich/>. [Zugriff am 01 2025].
- [10] Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, „Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung,“ 01 2024. [Online]. Available: <https://www.kea->

bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikcatalog. [Zugriff am 09.04.2024].

- [11] A. M. U. G. H. K. A. Herrmann, „Auswirkungen des Klimawandels auf den Energiebedarf von Gebäuden und den Ertrag erneuerbarer Energien,“ in *14. Symposium Energieinnovation*, Graz, 2016.
- [12] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Plattform für Abwärme,“ [Online]. Available: https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html.
- [13] BMWK und BMWSB, „Technikkatalog Wärmeplanung V 1.1,“ Berlin, 2024.
- [14] Carmen e.V., „Marktpreise Pellets. Preisentwicklung bei Holzpellets,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreise-pellets/>. [Zugriff am 30. Januar 2025].
- [15] Wirtschaftswoche, „Strompreis aktuell. Das kostet die Kilowattstunde in Deutschland im Jahr 2025,“ Dezember 2025. [Online]. Available: <https://www.wiwo.de/unternehmen/strompreis-aktuell-das-kostet-die-kilowattstunde-in-deutschland-im-jahr-2025/29558224.html>. [Zugriff am 23. Januar 2025].
- [16] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Auf einen Blick: Die neue Förderung für den Heizungstausch,“ November 2024. [Online]. Available: https://www.energiewechsel.de/KAENEf/Redaktion/DE/Downloads/foerderung-heizungstausch-beg.pdf?__blob=publicationFile&v=25. [Zugriff am 10. März 2025].
- [17] Europäische Kommission, „ETS2: buildings, road transport and additional sectors,“ [Online]. Available: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/ets2-buildings-road-transport-and-additional-sectors_en. [Zugriff am 05.2025].
- [18] Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V., „Sanierungsquote,“ [Online]. Available: <https://buveg.de/sanierungsquote/>. [Zugriff am 05.2025].
- [19] Deutsche Energie-Agentur (dena) (Hrsg.), „Wie entwickelt sich der Biomethanbedarf auf Basis des Gebäudeenergiegesetzes?,“ Berlin, 2024.
- [20] Solarbranche.de, „Solarthermiemarkt Deutschland,“ [Online]. Available: <https://www.solarbranche.de/ausbau/deutschland/solarthermie>. [Zugriff am 05.2025].
- [21] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE und Bundesverband Solarwirtschaft e. V., „Solare Prozesswärme für die deutsche Industrie - Ertrag und Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konventioneller Wärmeversorgung,“ Freiburg, 2025.
- [22] Energiewirtschaftliches Institut zu Köln, „dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität,“ Köln, 2022.

- [23] Fraunhofer Umsicht, „Durch die Flexibilisierung von Kälteversorgungssystemen CO₂-Emissionen minimieren und Stromkosten sparen,“ 08 02 2024. [Online]. Available: <https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen/2024/kaelteversorgung-energieausgleich.html>. [Zugriff am 25 11 2025].
- [24] Fraunhofer Umsicht, „FLX Kälte,“ 01 2021. [Online]. Available: https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/referenzen/flexkaelte/K%C3%A4ltechtechnik_in_Deutschland-Metastudie_K%C3%A4ltebedarf_Deutschland.pdf. [Zugriff am 25 11 2025].
- [25] Umweltbundesamt, „Analyse des wirtschaftlichen Potentials für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung,“ 05 08 2021. [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2021-08-05_cc_54-2021_effiziente_waerme-kaelteversorgung.pdf. [Zugriff am 25 11 2025].
- [26] Umweltbundesamt, „Nachhaltige Kälteversorgung in Deutschland an den Beispielen Gebäudeklimatisierung und Industrie,“ 01 01 2014. [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_25_2014_nachhaltige_kaelteversorgung_in_deutschland_1.pdf. [Zugriff am 25 11 2025].
- [27] Umweltbundesamt, „Klimaschonende Klimatisierung (Heizen und Kühlen) mit natürlichen Kältemitteln – Konzepte für Nichtwohngebäude mit Serverräumen/Rechenzentren,“ 01 04 2016. [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_18_2016_klimaschonende_klimatisierung_0.pdf. [Zugriff am 25 11 2025].
- [28] BMW, „Bürgerenergie,“ [Online]. Available: <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Standardartikel/buergerenergie.html>. [Zugriff am 03 12 2025].
- [29] Wikipedia, „Bürgerenergiegenossenschaft,“ [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/B%C3%BCrgerenergiegenossenschaft>. [Zugriff am 03 12 2025].
- [30] D. H. Klemisch, „Bürgerenergiegenossenschaften als Promotoren der Energiewende,“ 2021 05 01. [Online]. Available: https://www.wilabonn.de/images/PDFs/Genossenschaften/Brgerenergiegenossenschaften_als_Promotoren_der_Energiewende_GESAMT_EPaper_kompr_RV.pdf. [Zugriff am 03 12 2025].
- [31] Kommunale Energieversorgung GmbH, „Die Kommunale Energieversorgung GmbH Eisenhüttenstadt (KEV),“ [Online]. Available: <https://kev-ehst.de/>. [Zugriff am 03 12 2025].

- [32] Deutschen Energie-Agentur GmbH, „Wärmenetz in einer öffentlich-privaten Partnerschaft betreiben,“ [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/fokusthemen/waermenetze-betreibermodelle-finanzierung/oeffentlich-private-partnerschaft>. [Zugriff am 03 12 2025].
- [33] Deutschen Energie-Agentur GmbH, „Wärmenetze durch die Kommune umsetzen,“ [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/fokusthemen/waermenetze-betreibermodelle-finanzierung/kommunaler-betrieb>. [Zugriff am 03 12 2025].
- [34] Deutschen Energie-Agentur GmbH, „Wärmenetze durch ein privates Energieversorgungsunternehmen betreiben,“ [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/fokusthemen/waermenetze-betreibermodelle-finanzierung/privates-energieversorgungsunternehmen>. [Zugriff am 03 12 2025].
- [35] Deutschen Energie-Agentur GmbH, „Wärmenetze durch eine Wärmegenossenschaft umsetzen,“ [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/fokusthemen/waermenetze-betreibermodelle-finanzierung/waermegenossenschaft>. [Zugriff am 03 12 2025].
- [36] BMWK, „Was ist eigentlich Bürgerenergie?,“ [Online]. Available: <https://energiewende.bundeswirtschaftsministerium.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2024/07/Meldung/direkt-erklaert.html>. [Zugriff am 03 12 2025].
- [37] Netzwerk Energiewende Jetzt e. V., „Was sind Energiegenossenschaften?,“ [Online]. Available: <https://netzwerk-energiewende-jetzt.de/genossenschaften/was-sind-energiegenossenschaften>. [Zugriff am 03 12 2025].
- [38] EG-Gussenstadt, „Informationsbroschüre,“ [Online]. Available: <https://www.eg-gussenstadt.de/wp-content/uploads/2023/07/Informationsbroschuere-final-2023.pdf>. [Zugriff am 11 11 2025].
- [39] Bürger-Energie Erdbach, [Online]. Available: <https://energie.erdbach.eu/konzept/die-kosten>. [Zugriff am 11 11 2025].
- [40] Bürger Energie Genossenschaft - Freisinger Land eG, „Bürger-Strom,“ [Online]. Available: <https://beg-fs.de/buerger-strom>. [Zugriff am 11 11 2025].
- [41] Statista, „Wie setzt sich der Strompreis zusammen?,“ [Online]. Available: <https://de.statista.com/infografik/34734/zusammensetzung-des-strompreises-fuer-haushaltskunden/#:~:text=Laut%20einer%20Analyse%20des%20Bundesverbands%20der%20Energie%2D,kWh%20im%20Schnitt%2039%2C7%20Cent%20pro%20Kilowattstunde..> [Zugriff am 11 11 2025].
- [42] Bürger Energiegenossenschaft eG, „Unsere Anlagen,“ [Online]. Available: <https://buerger-energiegenossenschaft.de/unsere-anlagen>. [Zugriff am 11 11 2025].
- [43] BENEG, „Nachrangdarlehen,“ [Online]. Available: <https://beneg.de/gemeinsam-investieren/nachrangdarlehen>. [Zugriff am 11 11 2025].



- [44] EG-Oberland, „EG-Oberland,“ [Online]. Available: <https://mitgliedschaft.eg-oberland.de>. [Zugriff am 11.11.2025].
- [45] Bürger Energiegenossenschaft eG, „Mitgliedschaft & Infoservice,“ [Online]. Available: <https://buerger-energiegenossenschaft.de/mitgliedschaft-infoservice/>. [Zugriff am 11.11.2025].
- [46] Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW), „Wärmenetze errichten & betreiben,“ [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/fokusthemen/waermenetze-betreibermodelle-finanzierung>. [Zugriff am 12.2025].
- [47] Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, „Klimaschutz in Kommunen,“ Berlin, 2023.
- [48] Deutsche Energie-Agentur GmbH, „Erste Schritte in der Kommunalen Wärmeplanung: Die Vorbereitungsphase,“ Berlin, 2023.
- [49] IZES gGmbH - Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme, „Erhebung der Akteursstrukturen - Methodenbeschreibung,“ Berlin, 2022.
- [50] Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, „Akteure im kommunalen Klimaschutz erfolgreich beteiligen,“ Berlin, 2017.
- [51] Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, „Beteiligung und Mitwirkung im kommunalen Klimaschutz,“ Berlin, 2020.

Hinweise

zeitgeist engineering trifft keine verbindlichen rechts- und steuerberaterlichen Auskünfte, deren Hoheitsgebiete einschlägigen Berufsgruppen obliegen.

Alle im Rahmen dieser Arbeit angenommenen oder vorausgesetzten Rahmenbedingungen basieren auf der Sichtweise von zeitgeist engineering auf die aktuell vorliegenden Gesetzestexte und anderen Unterlagen. Die Betrachtung erfolgt grundsätzlich auf einer ingenieurtechnischen Perspektive. Aufgrund der komplexen Thematik und teils unterschiedlichen Auslegungen der Rechtslage kann keine Gewährleistung für die Richtigkeit dieser Annahmen übernommen werden.

Konkrete Rechtsfragen zu der Thematik dürfen ausschließlich durch zugelassene Anwälte und Experten beantwortet werden. Ebenso können steuerliche Fragen ausschließlich durch einen Steuerberater rechtssicher geklärt werden. Die hier getroffenen Annahmen können nicht als belastbare Steuerberatung oder Rechtsberatung angesehen werden.



Markus Rößler