

Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt



Impressum

Abschlussbericht

KWP Zerbst

Erstellung eines kommunalen
Wärmeplans für die Stadt Zerbst/Anhalt
(Sachsen-Anhalt)

Erstellt im Auftrag von

Stadt Zerbst/Anhalt

Vertreten durch den Bürgermeister
Andreas Dittmann
Schloßfreiheit 12
39261 Zerbst/Anhalt

T +49 3923 754-0

F +49 3923 754-100

info@stadt-zerbst.de

www.stadt-zerbst.de

Durchführung

Projektleitung

Energie Mittelsachsen GmbH

Frank Sieweck

Dirk Bischoff

Hannes Jan Krüger

Am Druschplatz 14

39443 Staßfurt-Brumby

Tel 03925 9882-0

E-Mail kwp@e-ms.de

www.e-ms.de

Projektpartner

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

Nico Steyer, M.Sc., Dipl. Wi.-Ing. Thomas
Wenzel, Patrick Heinrich, B.Sc., Dipl.-Ing.
Mareike Bleidießel

VIONTA GmbH & Co. KG

Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Martin Günther,
Peter Paul Matthes, M.Sc., Jana
Schippmann, B.Eng.

Intelligent Energy System Services GmbH

Swenja Braun, M.Sc., Dipl.-Geogr. Tobias
Gorges



Laufzeit

08.07.2024 bis 30.06.2025

Das diesem Forschungsbericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter dem Förderkennzeichen 67K26570 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kurzfassung

Die **kommunale Wärmeplanung (KWP) für die Stadt Zerbst/Anhalt** verfolgt das Ziel, eine langfristig klimaverträgliche, sozial akzeptierte und wirtschaftlich tragfähige Wärmeversorgung zu entwickeln. Das Untersuchungsgebiet umfasst die Stadt Zerbst/Anhalt mit ihren 24 Ortschaften und 56 Ortsteilen mit ca. 22.500 Einwohnern auf einer Gesamtfläche von 467 km². Im Fokus stehen die Transformation des bestehenden Wärmesystems, die Nutzung erneuerbarer Energien und die Reduktion der Treibhausgasemissionen gemäß Bundes-Klimazielen.

Im ersten Schritt erfolgt die **Eignungsprüfung**. Diese entscheidet über den Planungsumfang je Teilgebiet. Dazu wurde das Untersuchungsgebiet in acht Cluster aufgeteilt. Die Teilgebiete Kernstadt Zerbst, West, Süd-Ost, Ost, Nord-Ost und Süd sind demzufolge für die Durchführung einer vollständigen Wärmeplanung vorgesehen, da leitungsgebundene Infrastrukturen (Wärme- bzw. Erdgasnetze) sowie mittlere bis hohe Wärmebedarfsdichten vorliegen bzw. große Biogasanlagen existent sind. Konträr dazu bilden die Teilgebiete Nord-West und Süd-West die Grundlage für eine verkürzte Wärmeplanung mit vereinfachter Bestandsanalyse, da sowohl Wärmenetze als auch Wasserstoffnetze als sehr unwahrscheinlich einzustufen sind und die Siedlungsstruktur stark dezentral geprägt ist.

Der zweite Schritt der **Bestandsanalyse** erfasst den Status quo von Gebäuden, Siedlungsstruktur, Infrastrukturen, Wärmebedarfen, Energieträgern und Emissionen. Der jährliche Nutzwärmebedarf beträgt ca. 314 GWh/a, dominiert von der Raumwärmebereitstellung im Kontext privater Haushalte. Mit 69 % Anteil an der Wärmeversorgung ist Erdgas der mit Abstand bedeutsamste Energieträger in der Gemeinde und in der Hälfte der Cluster verfügbar. Das Cluster 1 Kernstadt Zerbst wird vorrangig durch Fernwärme respektive Erdgas versorgt. Der EE-Anteil an der Wärmeversorgung liegt bei 27 %, hauptsächlich durch Biomasse und Biogas.

Im Rahmen der sich anschließenden **Potenzialanalyse** werden die Einsparpotenziale auf Wärmebedarfsseite ermittelt und mit dem potenziellen erneuerbaren Energiedargebot für Wärmezwecke gespiegelt. In Rücksprache mit der Kommune ist auf Bedarfsseite ein jährlicher Degressionspfad von -1 % p.a. maßgeblich. Der Nutzwärmebedarf der Stadt Zerbst/Anhalt beträgt daher im Zieljahr 2045 rund 249 GWh/a. Hohes Potenzial besteht im Bereich der Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen, Windkraft und durch Energiegewinnung in zahlreichen, existierenden Biogasanlagen (Strom/Wärme) und Biogaseinspeiseanlagen (Biomethan).

Die konkrete Ausgestaltung möglicher Zielpfade für die Wärmeversorgung ist Bestandteil der **Zielszenarienanalyse**. Zwei Zielszenarien sind für die Stadt Zerbst/Anhalt maßgeblich: 1. Technologiemic, 2. Biomethan. Die Zielszenarien werden u.a. mit Blick auf die Kategorien Technik, Wirtschaft, Ökologie, Politik und Resilienz gegenübergestellt. Daraus resultierend wird der Fokus in Absprache mit dem Auftraggeber auf das Zielszenario „Biomethan“ gelegt, wobei ein Ausbau des Wärmenetzes in der Zerbster Kernstadt vorgesehen ist. Das Zielszenario Biomethan fokussiert sich auf bereits bestehende leitungsgebundene Technologien/ Energieträger.

Die Erkenntnisse der vorherigen Phasen münden schließlich in der **Umsetzungsstrategie**. Ein konkreter Maßnahmenkatalog liefert Empfehlungen für die prioritär anzugehenden Schritte. So wird die Durchführung einer Studie gemäß Bundesprogramm effiziente Wärmenetze (BEW) dringend empfohlen, um die planerische Grundlage für eine Fernwärmenetzerweiterung im östlichen Cluster zu schaffen und zu diesem Zweck auch anteilig Fördermittel einwerben zu können. Ebenso sollten zusätzliche Potenziale von Biomethan im Netz der EMS außerhalb des Untersuchungsgebietes für die KWP Zerbst ermittelt werden.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	X
Formelzeichen-, Index- und Abkürzungsverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Zielstellung	1
1.2 Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet	3
2 Eignungsprüfung	4
2.1 Ziele und gesetzliche Anforderungen	4
2.2 Methodischer Ansatz und Datenbasis	4
2.3 Diskussion der Ergebnisse	9
2.3.1 Cluster 1: Stadt Zerbst	9
2.3.2 Cluster 3: Nord-West	10
2.3.3 Cluster 4: Süd-West	11
2.3.4 Cluster 2, 5, 6, 7 und 8	12
2.3.5 Zusammenfassung	12
3 Bestandsanalyse	14
3.1 Ziele und gesetzliche Anforderungen	14
3.2 Methodischer Ansatz und Datenbasis	14
3.2.1 Übergeordnete Hinweise	14
3.2.2 Exkurs: Baublöcke nach WPG	16
3.2.3 Analyse der Gebäude- und Siedlungstypen	17
3.2.4 Analyse der leitungsgebundenen Infrastrukturen (Bestand)	17
3.2.4.1 Wärmenetz	17
3.2.4.2 Erdgasverteilnetz	18
3.2.4.3 Stromverteilnetz	19
3.2.5 Analyse des Wärmebedarfs (Status quo)	20
3.2.6 Bestandsanlagen erneuerbare Energien	22
3.2.7 Analyse der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung (Status quo)	23
3.3 Diskussion der Ergebnisse	25
3.3.1 Gebäude- und Siedlungstypen	25
3.3.2 Leitungsgebundene Infrastrukturen (Bestand)	27
3.3.2.1 Wärmenetz	27
3.3.2.2 Erdgasverteilnetz	28
3.3.2.3 Stromverteilnetz	31
3.3.3 Wärmebedarf (Status quo)	31
3.3.4 Bestandsanlagen erneuerbare Energien	46

Inhalt

3.3.5	Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung (Status quo)	49
4	Potenzialanalyse	51
4.1	Ziele und gesetzliche Anforderungen	51
4.2	Methodischer Ansatz und Datenbasis	52
4.2.1	Abschätzung der Wärmeeinsparpotenziale	52
4.2.2	Analyse und Verortung der Potenziale erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmeerzeugung	54
4.3	Diskussion der Ergebnisse	55
4.3.1	Potenziale zur Energieeinsparung infolge Wärmebedarfsreduktion	55
4.3.2	Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung inkl. Abwärme	58
4.3.2.1	Solarthermie (Dachflächen)	58
4.3.2.2	Solarthermie (Freiflächen)	61
4.3.2.3	Biomasse/Abwärme	65
4.3.2.4	Geothermie	67
4.3.2.5	Sonstige (Abwasser)	67
4.3.3	Potenziale erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung für Wärme	69
4.3.3.1	Windkraftanlagen	69
4.3.3.2	Photovoltaikanlagen (Dachflächen)	71
4.3.3.3	Photovoltaikanlagen (Freiflächen)	73
4.3.4	Zusammenfassung	75
4.3.4.1	Erneuerbares Wärmepotenzial	75
4.3.4.2	Erneuerbares Strompotenzial für Wärmezwecke	76
4.3.4.3	Erneuerbares Biomethanpotenzial	77
5	Zielszenario, Wärmeversorgungsgebiete und Wirtschaftlichkeit	79
5.1	Ziele und gesetzliche Anforderungen	79
5.2	Methodischer Ansatz und Datenbasis	80
5.2.1	Definition möglicher Entwicklungspfade	80
5.2.2	Entwicklung des Endenergiebedarfs der Wärmebereitstellung	87
5.2.3	Entwicklung der Treibhausgasemissionen	88
5.2.4	Einführung Wirtschaftliche Bewertung	92
5.2.5	Ableitung des favorisierten Zielbildes	92
5.2.6	Einteilung des Untersuchungsgebiets in Wärmeversorgungsgebiete	93
5.3	Diskussion der Ergebnisse	95
5.3.1	Entwicklung des Nutzenergiebedarfs der Wärmebereitstellung	95
5.3.2	Entwicklung des Endenergiebedarfs der Wärmebereitstellung	99
5.3.2.1	Szenario 1: Mix	99
5.3.2.2	Szenario 2: Biomethan	104
5.3.3	Entwicklung der Treibhausgasemissionen	109
5.3.3.1	Szenario 1: Mix	109

Inhalt

5.3.3.2	Szenario 2: Biomethan	110
5.3.3.3	Zusammenfassung und Kompensation verbleibender Emissionen	111
5.3.4	Ergebnisse der wirtschaftlichen Bewertung	113
5.3.5	Ableitung des favorisierten Zielbildes	118
5.3.6	Eignungsstufen und Wärmeversorgungsgebiete	122
5.3.6.1	Eignungsstufen Cluster Stadt Zerbst	122
5.3.6.2	Eignungsstufen Cluster West	125
5.3.6.3	Eignungsstufen Cluster Nord-West und Süd-West	128
5.3.6.4	Eignungsstufe Cluster Süd-Ost	128
5.3.6.5	Eignungsstufe Cluster Ost	131
5.3.6.6	Eignungsstufe Cluster Nord-Ost	133
5.3.6.7	Eignungsstufe Cluster Süd	135
5.3.6.8	Zusammenfassung der resultierenden Wärmeversorgungsgebiete	138
6	Umsetzungsstrategie	147
6.1	Ziele und gesetzliche Anforderungen	147
6.2	Methodischer Ansatz und Datenbasis	148
6.3	Diskussion der Ergebnisse	152
6.3.1	Long list	152
6.3.2	Maßnahmenblätter für prioritäre Handlungsfelder	155
6.3.3	Verstetigungsstrategie	165
6.3.4	Controllingkonzept	167
7	Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung	169
7.1	Ziele und gesetzliche Anforderungen	169
7.2	Überblick zu durchgeführten Beteiligungsprozessen und Veranstaltungen	170
8	Disclaimer: Stellungnahmen der Verteilnetzbetreiber	173
8.1	Stellungnahme Betreiber Erdgasverteilnetz	173
8.2	Stellungnahme Betreiber Stromverteilnetz	174
8.3	Stellungnahme Betreiber Wärmenetz	175
9	Zusammenfassung und Ausblick	177
10	Literatur	181
Anhang		185

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme aus erneuerbaren Energien [3].....	1
Abbildung 1-2:	Abgrenzung des Untersuchungsgebiets der Stadt Zerbst/Anhalt in Sachsen-Anhalt	3
Abbildung 2-1:	Prüfschema zur Entscheidungsfindung hinsichtlich der Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung [7].....	5
Abbildung 2-2:	Bewertungsmatrix zur Eignungsprüfung für die Stadt Zerbst/Anhalt	6
Abbildung 2-3:	Ausgangspunkt [8] und Zwischenergebnis der Defintion von repräsentativen Teilgebieten	6
Abbildung 2-4:	Erster Entwurf der Clusterung des Gemeindegebiets Zerbst/Anhalt.....	7
Abbildung 2-5:	Finale Fassung der Gebietsclusterung	8
Abbildung 2-6:	Ausgefülltes Prüfschema der Eignungsprüfung (Cluster 1, Zerbst)	9
Abbildung 2-7:	Ausgefülltes Prüfschema der Eignungsprüfung (Cluster 3, Nord-West)	10
Abbildung 2-8:	Ausgefülltes Prüfschema der Eignungsprüfung (Cluster 4, Süd-West).....	11
Abbildung 3-1:	Vereinfachte Prinzipskizze für das Vorgehen zur Ermittlung WPG-konformer Baublöcke	16
Abbildung 3-2:	Vereinfachte Abfolge der Schritte zum Realdatenabgleich	21
Abbildung 3-3:	Energiewandlungskette von der Primär- zur Nutzenergie [26]	23
Abbildung 3-4:	Treibhausgasintensität verschiedener Energieträger zum Status quo, eigene Darstellung nach [17, 26, 27]	24
Abbildung 3-5:	Verteilung der Anzahl Adresspunkte je Cluster und Gebäudetyp	25
Abbildung 3-6:	Siedlungsstruktur und Flächennutzung in der Stadt Zerbst/Anhalt	26
Abbildung 3-7:	Trassenverlauf des Zerbster Wärmenetzes; eigene Darstellung auf der Basis von [15]	28
Abbildung 3-8:	Jährliche Entwicklung der Errichtungstätigkeit bei Erdgasverteilungen in der Stadt Zerbst/Anhalt; eigene Darstellung auf der Basis von [17]	29
Abbildung 3-9:	Spezifische Längen des Erdgasverteilstetzes auf Baublockebene; oben links: Cluster 1 (Stadt Zerbst); oben rechts: Cluster 2 (West); unten links: Cluster 5 (Süd-Ost); unten rechts: Cluster 7 (Nord-Ost); eigene Auswertung auf der Basis von [17]	30
Abbildung 3-10:	Über das Stromnetz bereitgestellte elektrische Energiemengen für elektrische Nachtspeicher und Wärmepumpen; eigene Darstellung auf der Basis von [18]	31
Abbildung 3-11:	Regionale Verteilung des absoluten Nutzwärmebedarfs in der Stadt Zerbst/Anhalt.....	32
Abbildung 3-12:	Anteilige Aufschlüsselung des gesamten Nutzwärmebedarfs auf die betrachteten Cluster	33

Abbildung 3-13:	Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene zum Status quo in der Gemeinde (oben links: Cluster 1; oben rechts: Cluster 2; unten links: Cluster 3; unten rechts: Cluster 4)	34
Abbildung 3-14:	Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene zum Status quo in der Gemeinde (oben links: Cluster 5; oben rechts: Cluster 6; unten links: Cluster 7; unten rechts: Cluster 8)	35
Abbildung 3-15:	Wärmelinienindichten auf Straßenzugsebene zum Status quo in der Gemeinde (oben links: Cluster 1; oben rechts: Cluster 2; unten links: Cluster 3; unten rechts: Cluster 4)	37
Abbildung 3-16:	Wärmelinienindichten auf Straßenzugsebene zum Status quo in der Gemeinde (oben links: Cluster 5; oben rechts: Cluster 6; unten links: Cluster 7; unten rechts: Cluster 8)	38
Abbildung 3-17:	Baublockscharfe Verteilung der für Wärmezwecke eingesetzten Energieträger. Oben links: Cluster 1 (Stadt Zerbst), oben rechts: Cluster 2 (West), unten links: Cluster 3 (Nord-West), unten rechts: Cluster 4 (Süd-West)	41
Abbildung 3-18:	Baublockscharfe Verteilung der für Wärmezwecke eingesetzten Energieträger. Oben links: Cluster 5 (Süd-Ost), oben rechts: Cluster 6 (Ost), unten links: Cluster 7 (Nord-Ost), unten rechts: Cluster 8 (Süd)	42
Abbildung 3-19:	Differenzierung des Endenergiebedarfs für Wärmezwecke nach Sektor und Energieträger	43
Abbildung 3-20:	Differenzierung des Endenergiebedarfs für Wärme nach Art der Bereitstellung	44
Abbildung 3-21:	Differenzierung des Wärmebedarfs nach Anwendungszweck	44
Abbildung 3-22:	Anteile erneuerbarer sowie fossiler Energieträger an der Wärmeversorgung	45
Abbildung 3-23:	Art, Leistung und Standort bestehender EE-Anlagen zur Stromerzeugung/KWK in der Stadt Zerbst/Anhalt; eigene Analysen auf der Basis von [19]	46
Abbildung 3-24:	Installierte Nennleistung (elektrisch) bestehender EE-Anlagen zur Stromerzeugung/KWK in der Stadt Zerbst/Anhalt	47
Abbildung 3-25:	Standorte (links) und installierte Kapazität bzw. Einspeisemengen (rechts) von BGEA; eigene Analysen auf der Basis von [24]	48
Abbildung 3-26:	Treibhausgasemissionen infolge der Wärmebereitstellung; Differenzierung nach Energieträger (Status quo)	49
Abbildung 3-27:	Treibhausgasemissionen infolge der Wärmebereitstellung; Differenzierung nach Sektoren (Status quo)	50
Abbildung 4-1:	Modellhafter Ansatz zur Fortschreibung der Wärmebedarfe (Beispiel Wohngebäude)	53
Abbildung 4-2:	Vereinfachtes Vorgehen zur Ermittlung von Potenzialen erneuerbarer Energien	54
Abbildung 4-3:	Erwartete Entwicklung des Wärmebedarfs: Aufschlüsselung nach Clustern	55

Abbildung 4-4:	Erwartete Entwicklung des Wärmebedarfs: Aufschlüsselung nach Sektoren	56
Abbildung 4-5:	Entwicklung des Wärmebedarfs auf Baublockebene im Zeitraum 2030 (links) bis 2045 (rechts)	57
Abbildung 4-6:	Hypothetische Jahreserträge erneuerbarer Wärme durch Nutzung von Solarthermie-Aufdachanlagen.....	58
Abbildung 4-7:	Dachflächenpotenziale für Solarthermie in Form der generierbaren Wärmeerträge in Cluster 1	60
Abbildung 4-8:	Hypothetische Jahreserträge erneuerbarer Wärme durch Nutzung von Solarthermie-Freiflächenanlagen (Flächentyp: EEG-konform)	61
Abbildung 4-9:	Hypothetische Jahreserträge erneuerbarer Wärme durch Nutzung von Solarthermie-Freiflächenanlagen (Flächentyp: Weideflächen)	62
Abbildung 4-10:	Regionale Verteilung der hypothetischen Jahreserträge erneuerbarer Wärme durch Nutzung von Solarthermie-Freiflächenanlagen (links: EEG-Flächen im 200 m Korridor um Straßen, rechts: EEG-Flächen mit Benachteiligung).....	63
Abbildung 4-11:	Regionale Verteilung der hypothetischen Jahreserträge erneuerbarer Wärme durch Nutzung von Solarthermie-Freiflächenanlagen (Weideflächen)	64
Abbildung 4-12:	Abwärmepotenziale aus bestehenden Biogasanlagen in der Stadt Zerbst/Anhalt.....	66
Abbildung 4-13:	Regionale Verteilung der Biogasverstromungsanlagen und ihrer bilanziellen Abwärmepotenziale in der Stadt Zerbst/Anhalt; eigene Auswertung anhand [19]	66
Abbildung 4-14:	Potenzielle Stromerträge aus Windkraftanlagen in der Gemeinde (ohne Waldflächen)	69
Abbildung 4-15:	Hypothetische Jahreserträge erneuerbaren Stroms sowie installierbare elektrische Leistung durch Nutzung von PV-Aufdachanlagen.....	71
Abbildung 4-16:	PV-Dachflächenpotenziale in Form der generierbaren Stromerträge in der Kernstadt Zerbst (Cluster 1)	72
Abbildung 4-17:	Hypothetische Jahreserträge erneuerbaren Stroms durch Nutzung von PV-Freiflächenanlagen (Flächentyp: EEG-konform)	73
Abbildung 4-18:	Hypothetische Jahreserträge erneuerbaren Stroms durch Nutzung von PV-Freiflächenanlagen (Flächentyp: Weideflächen)	74
Abbildung 4-19:	Regionale Verteilung der hypothetischen Jahreserträge erneuerbaren Stroms durch Nutzung von PV-Freiflächenanlagen (Flächentyp: Weideflächen)	75
Abbildung 4-20:	Zusammenfassung der EE-Wärmepotenziale und Gegenüberstellung zum aktuellen Wärmebedarf der Stadt Zerbst/Anhalt	76
Abbildung 4-21:	Zusammenfassung der EE-Strompotenziale und Gegenüberstellung zum aktuellen Strombedarf für Wärmezwecke in der Stadt Zerbst/Anhalt	77
Abbildung 5-1:	Sektorale Verteilung der Endenergiebedarfe im Betrachtungszeitraum 2030 bis 2045	87
Abbildung 5-2:	Annahmen zu den anteiligen Herkunftsarten für den künftigen deutschen Wasserstoffmix.....	90

Abbildung 5-3:	Überblick zur Entwicklung der spezifischen Treibhausgasemissionen je Technologie/Energieträger [26, 27].....	91
Abbildung 5-4:	Vergleich der Emissionsfaktoren für den Fernwärmemix in den betrachteten Zielszenarien.....	91
Abbildung 5-5:	Bewertungsmatrix zum Vergleich der Zielszenarien (links) und resultierendes Netzdiagramm (rechts).....	93
Abbildung 5-6:	Energiemix Wärme Clusters Zerbst von 2030 bis 2045.....	96
Abbildung 5-7:	Energiemix Wärme Clusters Zerbst von 2030 bis 2045.....	97
Abbildung 5-8:	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärmezwecke, differenziert nach Energieträger (S1)	100
Abbildung 5-9:	Entwicklung der Energieträgeranteile am Wärmemix (S1)	101
Abbildung 5-10:	Differenzierung der Versorgungsarten (S1)	102
Abbildung 5-11:	Fernwärmemix Cluster Zerbst (S1)	103
Abbildung 5-12:	Fernwärmemix Cluster Ost (S1)	104
Abbildung 5-13:	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärmezwecke, differenziert nach Energieträger (S2)	105
Abbildung 5-14:	Entwicklung der Energieträgeranteile am Wärmemix (S2).....	105
Abbildung 5-15:	Differenzierung der Versorgungsarten (S2)	106
Abbildung 5-16:	Fernwärmemix Cluster Zerbst (S2)	108
Abbildung 5-17:	Fernwärmemix Cluster Ost (S2)	108
Abbildung 5-18:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis 2045 (S1)	110
Abbildung 5-19:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis 2045 (S2)	111
Abbildung 5-20:	Gegenüberstellung der fortgeschriebenen THG-Emissionen in den betrachteten Szenarien.....	112
Abbildung 5-21:	Gesamtinvestitionskosten neu zu install. Erzeugungsleistungen - Wärme & Strom – nach Technologie & Zielszenario bis 2045 (inkl. Inflation)	114
Abbildung 5-22:	Vergleich der Investitionskosten für Strom und Wärme – nach Technologie und Zielszenario bis 2045 (mit Inflation).....	115
Abbildung 5-23:	Kumulierte Betriebskosten der neu zu installierenden Leistungen in der Kommune – nach Technologie und Zielszenario bis 2045 (mit Inflation) ..	116
Abbildung 5-24:	Vergleich der %-Verteilung der Investitionskosten neu zu installierender Erzeugungsleistung nach Sektor bis 2045	117
Abbildung 5-25:	Wärmegestehungskosten der Zielszenarien im Betrachtungszeitraum 2030-2045 (inklusive +/-20% Kostenvarianz)	117
Abbildung 5-26:	Netzdiagramm der nach fünf Kategorien bewerteten Zielszenarien.....	122
Abbildung 5-27:	Eignungsstufen im Cluster Stadt Zerbst für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)	123
Abbildung 5-28:	Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster Stadt Zerbst anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44].....	124

Abbildung 5-29:	Eignungsstufen in Cluster West für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)	126
Abbildung 5-30:	Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster West anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]	127
Abbildung 5-31:	Wärmenetzeignung in Cluster Nord-West (links) und Cluster Süd-West (rechts)	128
Abbildung 5-32:	Eignungsstufen in Cluster Süd-Ost für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)	129
Abbildung 5-33:	Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster Süd-Ost anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]	130
Abbildung 5-34:	Eignungsstufen in Cluster Ost für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)	131
Abbildung 5-35:	Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster Ost anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]	132
Abbildung 5-36:	Eignungsstufen in Cluster Nord-Ost für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)	133
Abbildung 5-37:	Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster Nord-Ost anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]	134
Abbildung 5-38:	Eignungsstufen in Cluster Süd für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)	136
Abbildung 5-39:	Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster Süd anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]	137
Abbildung 5-40:	Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Stadt Zerbst.	139
Abbildung 5-41:	Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster West	140
Abbildung 5-42:	Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Nord-West ...	141
Abbildung 5-43:	Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Süd-West	141
Abbildung 5-44:	Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Süd-Ost.....	142
Abbildung 5-45:	Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Ost	143
Abbildung 5-46:	Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Nord-Ost	144
Abbildung 5-47:	Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Süd	145
Abbildung 5-48:	Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan alle Cluster.....	146
Abbildung 6-1:	Zielzyklus bei der Bewertung von Maßnahmen zur klimagerechten Transformation der kommunalen Wärmeversorgung.	151
Abbildung 6-2:	Aufbau des Merkblattes zur Beschreibung prioritärer Maßnahmen der Wärmetransformation	152
Abbildung 7-1:	Hannes Jan Krüger vom KWP-Team der EMS bei seinem Vortrag im Rahmen der Bürgerversammlung in der Zerbster Stadthalle	171
Abbildung 7-2:	Justhien Cedric Kliem, der sich bei der EMS intensiv mit den Thema „Erneuerbare Gase“ beschäftigt, berichtete bei der Bürgerversammlung	

in Lindau über eine Biomethan-Studie und sich daraus ergebende Chancen zur Transformation des Gasnetzes	172
--	-----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Bezeichnung der finalen Cluster	8
Tabelle 2-2: Kernergebnisse der Eignungsprüfung für die Cluster 1 bis 4 der Stadt Zerbst/Anhalt	13
Tabelle 2-3: Kernergebnisse der Eignungsprüfung für die Cluster 5 bis 8 der Stadt Zerbst/Anhalt	13
Tabelle 3-1: Kenndaten des bestehenden Wärmenetzes in der Stadt Zerbst/Anhalt	27
Tabelle 3-2: Kenndaten des bestehenden Erdgasverteilnetzes in der Stadt Zerbst/Anhalt	28
Tabelle 5-1: Qualitative Beschreibung der Technologieschwerpunkte von Zielszenario eins, Mix	83
Tabelle 5-2: Qualitative Beschreibung der Technologieschwerpunkte von Zielszenario zwei, Biomethan	85
Tabelle 5-3: Empfehlungen zur Wärmenetzeignung anhand der Wärmeflächendichte [7]	94
Tabelle 5-4: Empfehlungen zur Wärmenetzeignung anhand der Wärmeliniendichte [7]	94
Tabelle 5-5: Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung bzw. der gasförmigen Energieträger ..	102
Tabelle 5-6: Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung bzw. der gasförmigen Energieträger ..	107
Tabelle 5-7: Treibhausgasemissionen je Stützjahr im Zielszenario Mix	109
Tabelle 5-8: Treibhausgasemissionen je Stützjahr im Zielszenario Biomethan	111
Tabelle 5-9: Bewertungsmatrix zum Vergleich der beiden Zielszenarien	119
Tabelle 5-10: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Zerbst/Anhalt)	125
Tabelle 5-11: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Cluster West)	127
Tabelle 5-12: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Cluster Süd-Ost).	130
Tabelle 5-13: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Cluster Ost)	132
Tabelle 5-14: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Cluster Nord-Ost)	135
Tabelle 5-15: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Cluster Süd)	137
Tabelle 6-1: Überblick zu möglichen Strategiefeldern und kommunalen Rollen bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Wärmetransformation [7].	150
Tabelle 6-2: Ausführliche Liste mit Maßnahmen und Handlungsfeldern für die Wärmetransformation in Zerbst/Anhalt	154

Formelzeichen-, Index- und Abkürzungsverzeichnis

Gleichung 1: Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen.	23
--	----

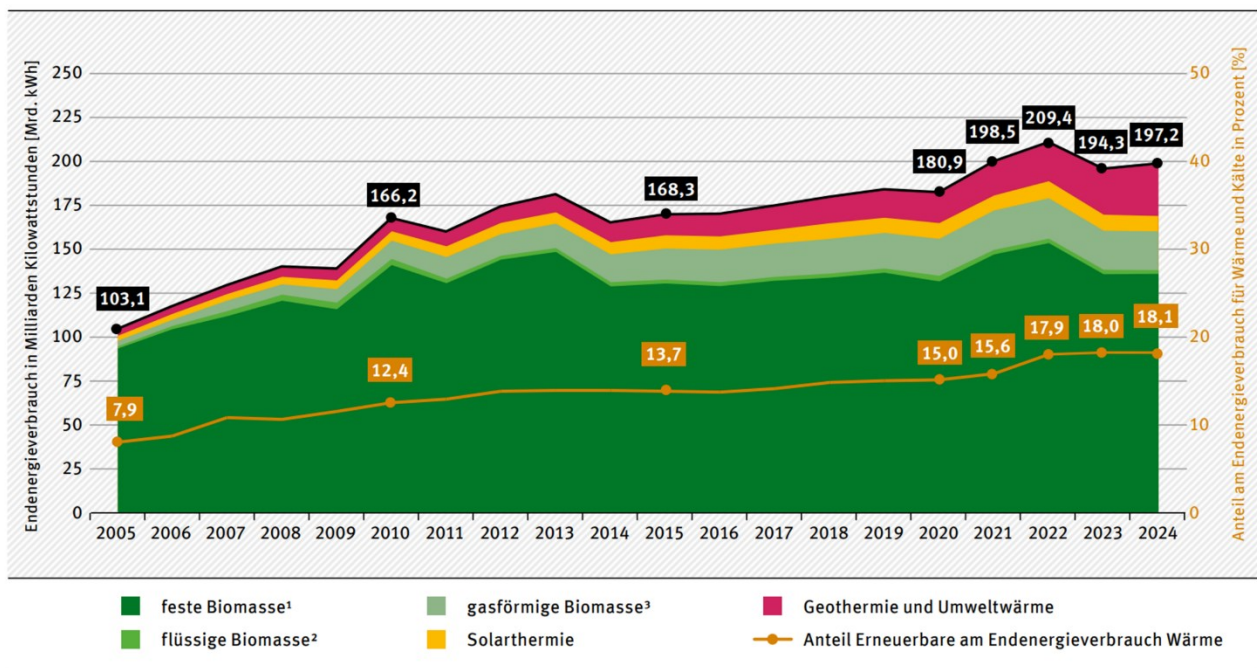
1 Einleitung

Das nachfolgende Einleitungskapitel bietet einen Überblick zum Hintergrund kommunaler Wärmepläne allgemein und der konkret für die Stadt Zerbst/Anhalt maßgeblichen Aufgabenstellung.

1.1 Motivation und Zielstellung

Deutschland steht vor dem Hintergrund des anthropogenen Klimawandels vor der Herausforderung zur signifikanten Reduktion seiner Treibhausgasemissionen. Gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz sind bis 2030 die Treibhausgasemissionen um 65 Prozent (mit Referenz 1990) zu reduzieren. Bis 2045 ist die Netto-Treibhausgasneutralität zu erreichen [1, 2]. Hierbei müssen alle energieverbrauchenden Sektoren ihren Beitrag leisten. Folgerichtig sind Maßnahmen der Energiewende auf Bundes-, Landes- und Gemeindeebene notwendig, was letztlich Anstrengungen auf Bürgerseite erfordert.

Insbesondere der Wärmesektor ist von zentralem Interesse. In den Jahren 2022 bis 2024 entfielen jeweils lediglich rund 18 Prozent der Wärmebereitstellung auf die Nutzung erneuerbarer Energieträger, siehe nachfolgende Abbildung 1-1 [3].



¹ inkl. Klärschlamm und biogenem Anteil des Abfalls

² inkl. Biokraftstoffverbrauch in der Land- und Forstwirtschaft, im Baugewerbe und beim Militär

³ Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas

Abbildung 1-1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme aus erneuerbaren Energien [3]

Daher wurden Ende 2023 das Wärmeplanungsgesetz (WPG) erlassen [4] und die Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) verabschiedet [5]. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen zielen darauf ab, eine klimaverträgliche Wärmeversorgung von Gebäuden zu erreichen. Dies ist eine große Herausforderung und wird erhebliche Anstrengungen bewirken. Die kommunale Wärmeplanung (KWP) ist demnach ein Baustein der Wärmewende, der auf Gemeindeebene

implementiert werden muss. Das übergeordnete Ziel ist, eine aus Sicht der Kommune sichere, bezahlbare, sozial akzeptierte und klimaverträgliche Wärmeversorgung für die mittel- und langfristige Zukunft aufzuzeigen. Hierbei wird ein großer Fokus auf die lokal vorhandenen Rahmenbedingungen gelegt.

Konkret verschafft sich die planungsverantwortliche Stelle zunächst einen Überblick über die kommunalen Infrastrukturen (Gas-, Wärme- sowie Stromnetze), die aktuellen Wärmebedarfe im Untersuchungsgebiet und die individuellen Anforderungen der lokalen Akteure. Anschließend werden die regional vorhandenen Potenziale der Kommune zum Aufbau einer auf erneuerbaren Energien basierenden Wärmeversorgung untersucht. Auf dieser Basis sollen anschließend die Handlungsoptionen für den schrittweisen Umbau der kommunal eingesetzten Wärmetechnologien unter wirtschaftlichen, technischen sowie ökologischen Gesichtspunkten abgewogen werden. Hierbei ist die kommunale Wärmeplanung grundsätzlich als „rollierendes Instrument“ zu verstehen, das nach seiner erstmaligen Erstellung in regelmäßigen Zeitschritten (z.B. aller fünf Jahre) fortzuschreiben respektive zu aktualisieren ist. Parallel zur konsequenten Einbindung zentraler Akteure (Wohnungswirtschaft, Energieversorger/Netzbetreiber, Bürgerinnen und Bürger) soll dies die Zukunftsfähigkeit des Konzeptes sicherstellen.

Abzugrenzen ist die KWP hingegen von weiterführenden Detailplanungen, wie etwa der technoökonomischen Bewertung des Ausbaus der leitungsgebundenen Wärmeversorgung vor Ort. Diese müssen von den jeweils zuständigen Institutionen bzw. Unternehmen im Nachgang entwickelt werden, wobei die Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans einen zentralen Ausgangspunkt bilden können. Erwähnungsbedürftig ist an dieser Stelle auch der Umstand, dass ein Wärmeplan einen empfehlenden Charakter aufweist. Demzufolge ist der Wärmeplan rechtlich nicht bindend und entfaltet weder Rechte noch Pflichten für Private (siehe §23 Absatz 4 WPG) [4].

1.2 Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet

Der vorliegende Abschlussbericht hat den kommunalen Wärmeplan für die Stadt Zerbst/Anhalt in Sachsen-Anhalt im Fokus. Abbildung 1-2 zeigt das für die nachfolgenden Ausführungen relevante Untersuchungsgebiet. Hierbei unterteilt sich die Stadt in 24 Ortschaften und 56 Ortsteile mit einer Gesamtfläche von ca. 467 km². Damit bildet Zerbst/Anhalt die flächenmäßig fünftgrößte Gemeinde in Deutschland. Derzeit leben ca. 22.500 Einwohner im Gemeindegebiet. [6]

Die Gemeinde ist ländlich mit einem zentralen städtischen Gebiet geprägt. Im Süden und Westen wird sie durch die Elbe begrenzt und im Norden sowie Osten durch die benachbarten Gemeinden.

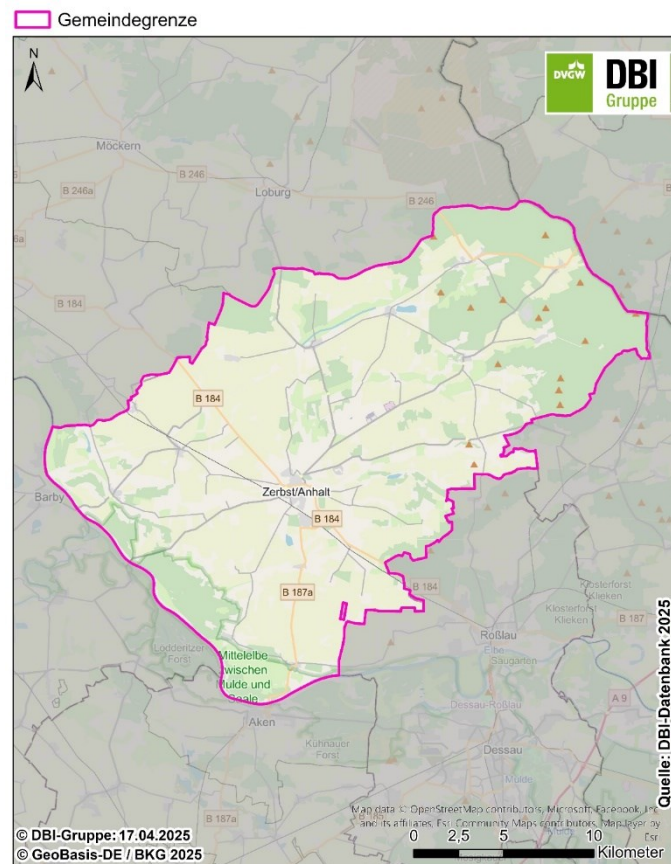


Abbildung 1-2: Abgrenzung des Untersuchungsgebiets der Stadt Zerbst/Anhalt in Sachsen-Anhalt

2 Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung ist dem eigentlichen Prozess der Wärmeplanung vorangestellt. Sie hat die Entscheidung über die Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung bzw. der ausführlichen Wärmeplanung zum Ziel. Diese Entscheidung wird auf Grundlage verschiedener Eingangsdaten und in Rücksprache mit den lokalen Akteuren in der Kommune getroffen. Hierzu wird das Untersuchungsgebiet in klar voneinander abgrenzbare Teilgebiete untergliedert und die Eignungsprüfung separat für jedes Teilgebiet durchgeführt.

2.1 Ziele und gesetzliche Anforderungen

Der BMWK-Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung [7] formuliert zusammenfassend als Hintergrund der Eignungsprüfung:

„Das WPG sieht in § 14 vor, dass für das gesamte beplante Gebiet oder Teilgebiete eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden kann. Voraussetzung für die verkürzte Wärmeplanung ist, dass das beplante Gebiet oder Teilgebiet sich mit hoher Wahrscheinlichkeit weder für die Versorgung mittels Wärmenetz noch für eine Versorgung über ein Wasserstoffnetz eignet (§ 14 Absatz 4 WPG). Im Rahmen einer verkürzten Wärmeplanung kann insbesondere auf die Erhebung bestimmter Daten verzichtet werden.

Daneben kann in Teilgebieten, die derzeit bereits vollständig oder nahezu vollständig mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme versorgt werden, gänzlich auf eine Wärmeplanung verzichtet werden (§ 14 Absatz 6 WPG).“

Die Eignungsprüfung soll demnach eine fokussierte und zeiteffiziente Wärmeplanung ermöglichen. Für Gebiete mit ausführlicher Wärmeplanung sind alle technisch möglichen, ökonomisch sinnvollen und mit den deutschen Klimazielen zu vereinbarenden Wärmeversorgungsoptionen maßgeblich. In Teilgebieten mit verkürzter Wärmeplanung stehen hingegen dezentrale Versorgungsoptionen im Vordergrund.

2.2 Methodischer Ansatz und Datenbasis

Die Eignungsprüfung bedingt, dass bereits im Vorfeld der eigentlichen Bestands- und Potenzialanalysen verschiedene Charakteristika der Kommune quantitativ bzw. qualitativ einer ersten indikativen Analyse unterzogen werden. Hierzu zählen beispielsweise die vorhandenen leitungsgebundenen Infrastrukturen (Erdgas- sowie Wärmenetze), Kennzahlen zur Bevölkerungsdichte, Flächennutzung, vorhandene EE-Anlagen und weitere Merkmale. Die Teilaspekte müssen systematisch erfasst und aufbereitet werden. Hierzu bietet sich ein festes Prüfschema an, das konform zum WPG die Einzelaspekte einheitlich bewertet und in einer Entscheidung über die Durchführung einer (nicht) verkürzten Wärmeplanung mündet. Die Abbildung 2-1 zeigt das empfohlene Prüfschema seitens BMWK/BMWSB. Klar zu erkennen ist die Zweiteilung mit der Bezugnahme auf (vorhandene) Wärmenetze einerseits und der Diskussion (potenzieller) Wasserstoffnetze andererseits. Die Teilfragen sind entsprechend mit den Operatoren „und“ bzw. „oder“ verknüpft. Die schrittweise Beantwortung der Fragen führt

schließlich zu vier möglichen Fällen:

1. Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung (mit vereinfachter Bestandsanalyse).
2. Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung (nur Potenzialanalyse).
3. Durchführung einer vollständigen Wärmeplanung.
4. Keine Durchführung einer Wärmeplanung infolge einer auf überwiegender EE-Nutzung (>75 %) beruhenden Versorgungsstruktur.



Abbildung 2-1: Prüfschema zur Entscheidungsfindung hinsichtlich der Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung [7]

Zur plausiblen Beantwortung und Analyse der Teilaspekte sind verschiedene Bewertungskriterien erforderlich. Diese Kriterien wurden für die KWP Zerbst/Anhalt in Anlehnung an Vorschläge aus gängiger Literatur definiert und in einer Bewertungsmatrix zusammengeführt. Ein Auszug aus der Bewertungsmatrix ist der Abbildung 2-2 zu entnehmen.

Teilgebiet		Teilgebiet 1
leitungsgebundene Infrastrukturen (Bestand)	Erdgasnetze vorh.?	
	Wärmenetz vorh.?	
leitungsgebundene Infrastrukturen (Zukunft)	H ₂ Netz geplant?	
	H ₂ -Versorgung durch übergeordnete Netzebenen mgl.? H ₂ -Versorgung durch dezentrale Erzeugung (Elektrolyse)	
Siedlungsstruktur	Fläche in qm	
	Hauptflächennutzung	
	Anteil Wohn- an Gesamtfl.	
	Einwohner (2020) EW je km ²	
Industrie	Industriegebiet(e)	
	Ankerkunden	
Potenziale erneuerbarer Energien/Abwärme	Plangebiete für Wind/PV vorhanden?	
	sonstige relevante EE-Wärmequellen (Biogas, Kläranlage, Geothermie) hebbare Abwärmequellen (z.B. Industrie) vorhanden?	
	bestehende Wärmeversorgung bereits überw. (>75%) EE?	
Gebäude u. Wohnbebauung	Anzahl Gebäude bzw. Adresspunkte	
	Wohngebäude/private Haushalte	
	Anteil 1 Wohnung	
	Anteil 2 Wohnungen	
	Anteil mehr als 2 Wohnungen	
Wärmedichte (modelliert, Status quo)	Prägung / räumliche Verteilung	
	Altersstruktur Gebäude / Sanierungszustand	
	Wärmebedarfsdichte (mittleres Wetterjahr) in MWh/ha*a	
	Wärmenetznutzung anhand Wärmedichte	

Abbildung 2-2: Bewertungsmatrix zur Eignungsprüfung für die Stadt Zerbst/Anhalt

Die gezeigte Bewertungsmatrix ist auf alle identifizierten Teilgebiete innerhalb der Stadt Zerbst/Anhalt anzuwenden. Als Teilgebiete werden insgesamt acht Cluster aus 27 Ortschaften bzw. Ortsteilen gebildet. Als Grundlage der Clusterung dienen eine Kartendarstellung zu gasversorgten Ortsteilen innerhalb der Gemeinde [8] und OSM-Geodaten [9] zu administrativen Grenzen der Ortschaften. Eine Ortschaft wird als „gasversorgt“ klassifiziert, sofern mindestens ein Ortsteil innerhalb der Ortschaft ein Erdgasverteilnetz aufweist. Sind hingegen in allen Ortsteilen einer Ortschaft keine Erdgasverteilungen verfügbar, so wird die übergeordnete Ortschaft als „nicht gasversorgt“ definiert.

Als Zwischenergebnis ist eine Differenzierung zwischen „gasversorgten“ und „nicht gasversorgten“ Gemeindeteilen verfügbar. Diese ist der Abbildung 2-3 zu entnehmen.

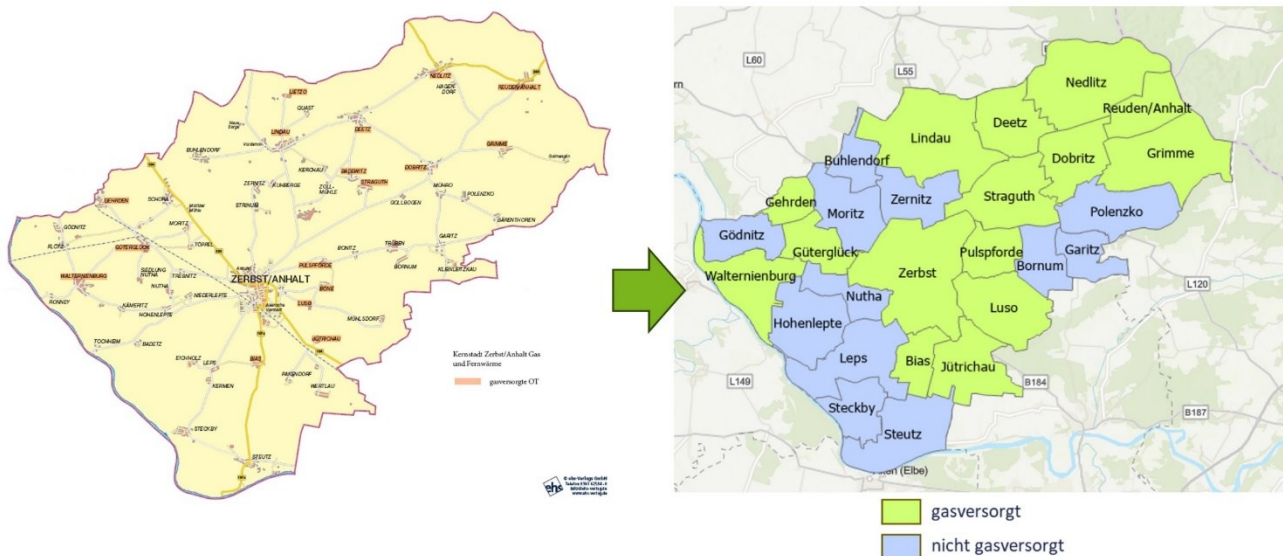


Abbildung 2-3: Ausgangspunkt [8] und Zwischenergebnis der Defintion von repräsentativen Teilgebieten

Gemäß der nach Gasnetzverfügbarkeit erfolgten Untergliederung sind zunächst sieben Cluster im Entwurf erkennbar, siehe Abbildung 2-4.

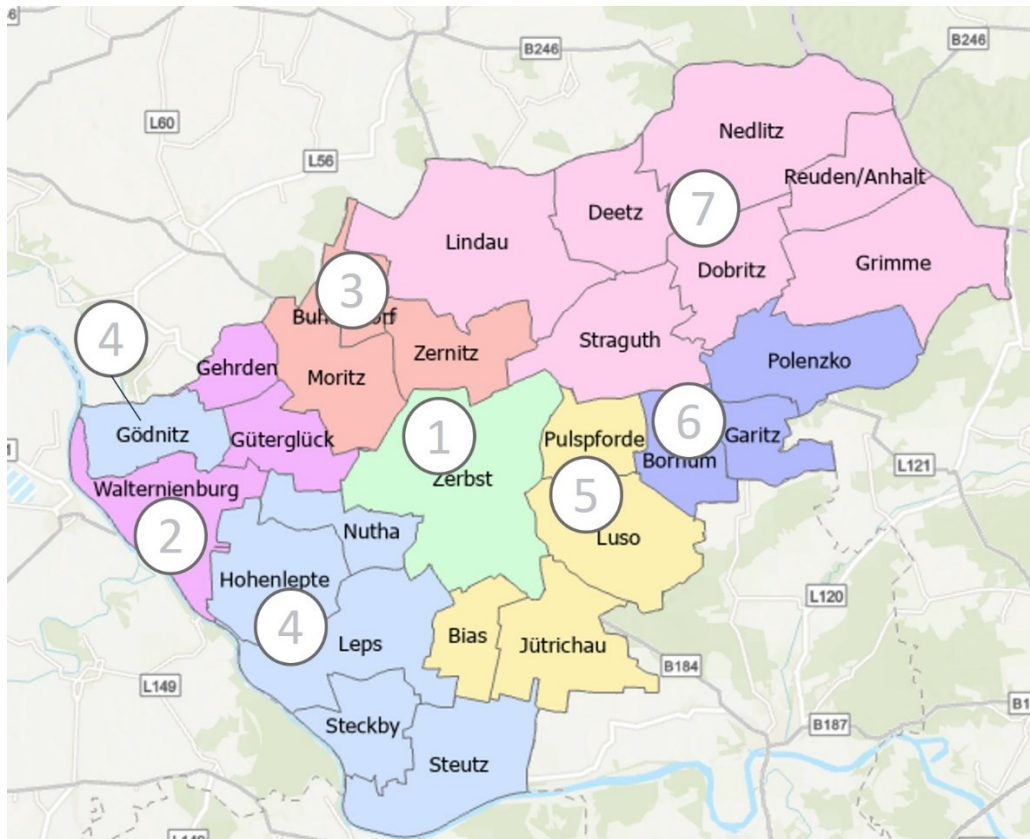


Abbildung 2-4: Erster Entwurf der Clustering des Gemeindegebiets Zerbst/Anhalt

Nach Rücksprache mit der Kommune fiel die Entscheidung, dass Gödnitz aufgrund des geplanten Anschlusses an die zentrale Abwasserentsorgung und der möglichen Erweiterung des Gasnetzes aus umliegenden Ortschaften dem gasversorgten Cluster 2 zugeordnet werden soll. Darüber hinaus wurde es als wichtig erachtet, die Ortschaften Steutz und Steckby als separates Cluster zu berücksichtigen. Dies begründet sich vorrangig aus der vorhandenen Biogasanlage mit möglichen Abwärmepotenzialen.

Die finale Untergliederung der Stadt Zerbst/Anhalt weist acht Cluster auf. Die räumliche Abgrenzung der Cluster visualisiert die Abbildung 2-5 und die Benennung dieser Teilgebiete ist in Tabelle 2-1 hinterlegt.

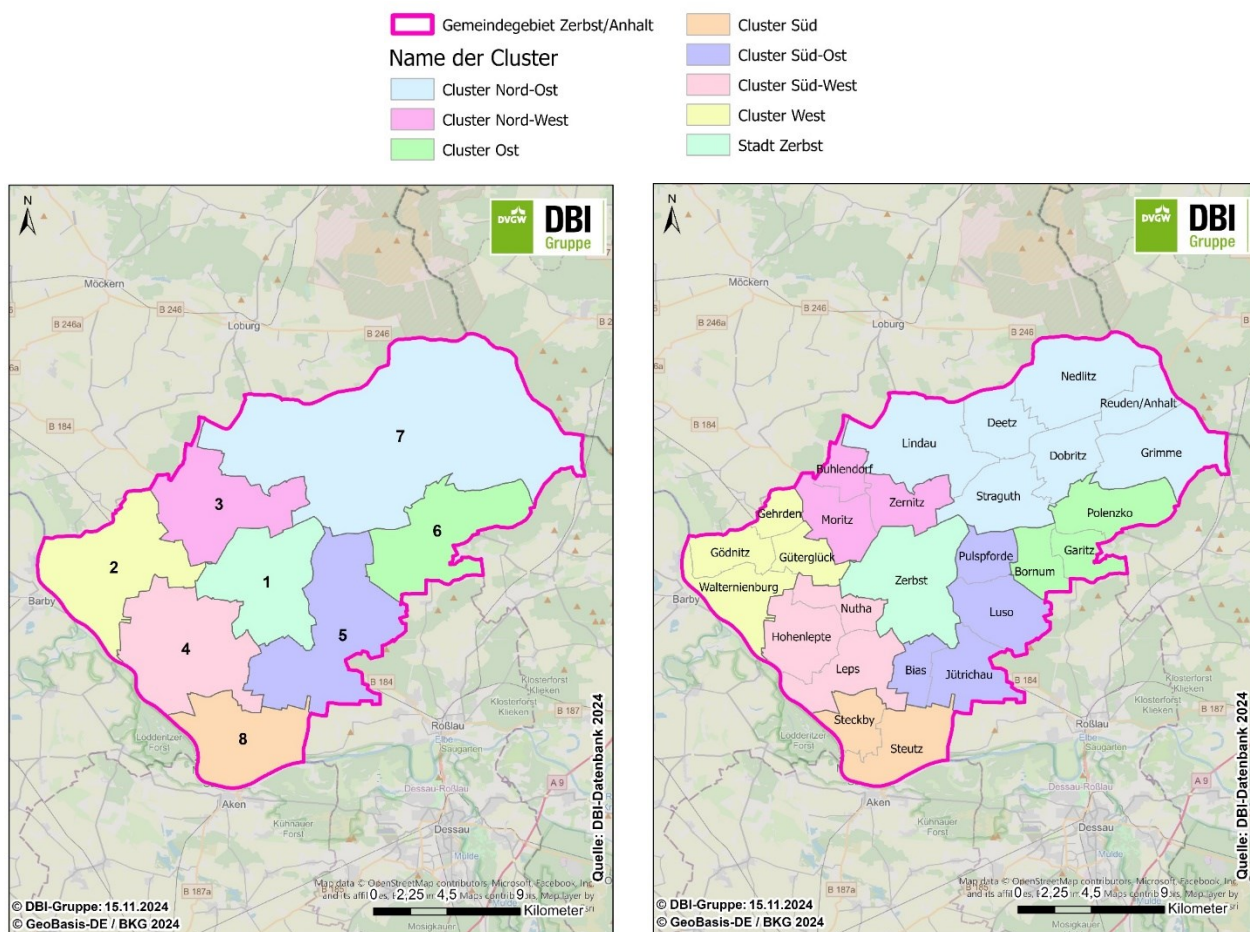


Abbildung 2-5: Finale Fassung der Gebietsclustering

Tabelle 2-1: Bezeichnung der finalen Cluster

Nr.	Bezeichnung
1	Stadt Zerbst
2	Cluster West
3	Cluster Nord-West
4	Cluster Süd-West
5	Cluster Süd-Ost
6	Cluster Ost
7	Cluster Nord-Ost
8	Cluster Süd

Die eingangs diskutierte Bewertungsmatrix ist demnach für die acht Teilgebiete auszufüllen. An dieser Stelle ist erwähnenswert, dass für die Voraufgabe der Eignungsprüfung ein Rückgriff auf modellierte Daten (z.B. für Wärmebedarfe) bzw. öffentlich zugängliche Daten ausreichend ist. Die Implementierung von detaillierten Realdaten, beispielsweise zu den tatsächlichen Erdgasverbräuchen vor Ort, ist in dieser Phase nicht notwendig. Daher werden insbesondere folgende Datenquellen herangezogen:

- Zensus 2022: Bevölkerungsstruktur [10], Gebäudestatistiken [11]
- Open-Source-Kartenmaterial (z.B. OSM): Flächennutzung, räumlich-strukturelle Prägung [9]
- DBI-Datenbank (Energieatlas): modellierte Wärmebedarfsdaten [12]

2.3 Diskussion der Ergebnisse

Nachfolgend werden die acht Teilgebiete der Stadt Zerbst/Anhalt anhand des Prüfungsschemas aus Abbildung 2-1 bewertet. Als Grundlage dient die ausgefüllte Bewertungsmatrix mit den hinterlegten Kennzahlen und Informationen.

2.3.1 Cluster 1: Stadt Zerbst

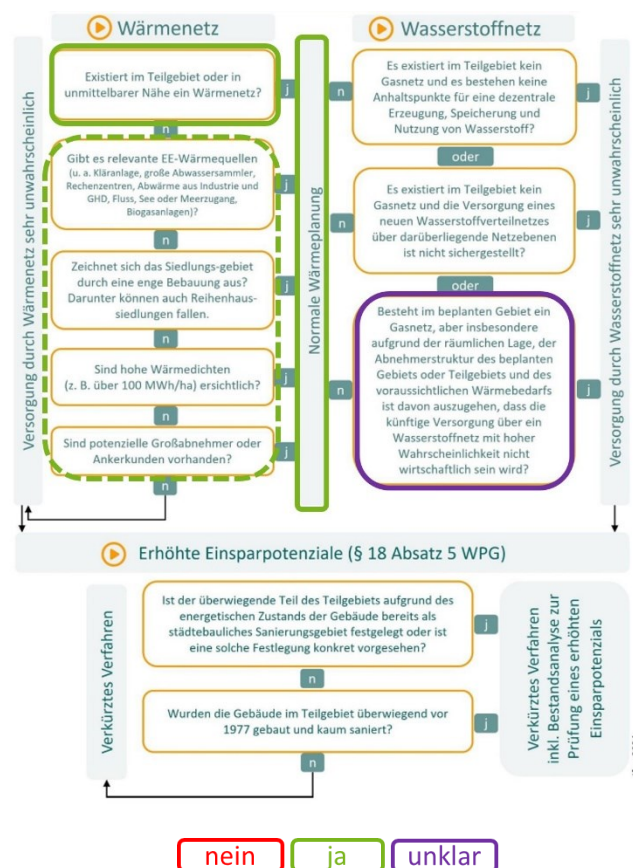


Abbildung 2-6: Ausgefülltes Prüfschema der Eignungsprüfung (Cluster 1, Zerbst)

Das Ergebnis des auf die Stadt Zerbst angewendeten Prüfungsschemas zeigt die Abbildung 2-6. Zusammenfassend ist im Cluster 1 sowohl ein Wärmenetz als auch ein Erdgasverteilnetz verfügbar. Das Wärmenetz wird durch die Stadtwerke Zerbst GmbH betrieben. Die Energie Mittelsachsen GmbH zeichnet für den Betrieb des Erdgasverteilnetzes verantwortlich. Der

überwiegende Anteil des Clusters wird für Agrarflächen genutzt, dennoch entfallen 11 % der Gesamtfläche auf Wohnzwecke. Die Bevölkerungsdichte ist mit 351,3 Einwohnern je km² sehr hoch und untermauert die städtische Prägung. Im Bereich der geplanten EE-Anlagen sind für die Stadt Zerbst Planungsgebiete für Wind/PV maßgeblich. Der weit überwiegende Anteil der Wohngebäude (71 %) weist mehr als zwei Wohnungen auf. Ein- und Zweifamilienhäuser sind weniger stark vertreten (29 % Anteil). Die zentrale Bebauungsstruktur äußert sich auch in einer hohen Wärmebedarfsdichte von rund 253 MWh/(ha*a)¹. Erwähnenswert ist weiterhin, dass Pläne zur Errichtung eines Elektrolyseurs existieren [13]. Die Anwendung des Prüfschemas führt damit zur Notwendigkeit für eine vollständige Wärmeplanung im Teilgebiet 1.

2.3.2 Cluster 3: Nord-West

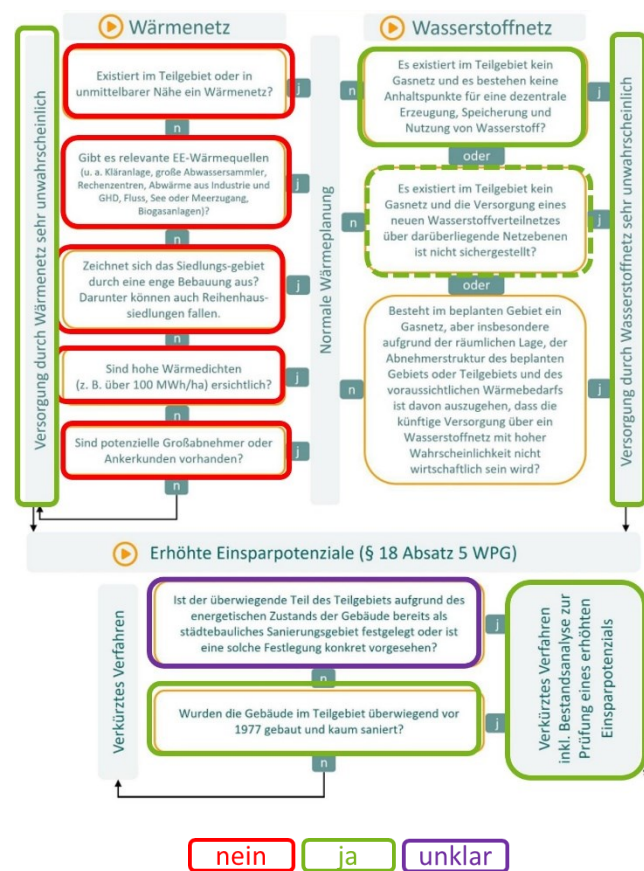


Abbildung 2-7: Ausgefülltes Prüfschema der Eignungsprüfung (Cluster 3, Nord-West)

Abbildung 2-7 fasst die schrittweise Beantwortung der Teilfragen zur Eignungsprüfung für das Cluster Nord-West zusammen. Konträr zur Stadt Zerbst (Cluster 1) sind im Cluster 3 (Nord-West) weder ein Wärmenetz noch ein Erdgasverteilnetz vorhanden. Allgemein weist das Cluster 3 (Nord-West) einen ländlichen Charakter auf, was unter anderem die geringe Bevölkerungsdichte (17,6 Einwohner je km²), der Anteil von Ein- und Zweifamilienhäusern am Gesamtbestand (70 %) und die im Vergleich zu anderen Clustern geringe Verbreitung von Industrie respektive verarbeitendem Gewerbe belegen. Diese Ausgangsbedingungen führen im Vergleich zu Cluster 1 zu einer bedeutend geringeren durchschnittlichen Wärmebedarfsdichte

¹ An dieser Stelle beruht die Berechnung der Wärmebedarfsdichte nur auf modellierten DBI-Daten (Rasterebene).

(rund 58 MWh/ha*a bzw. -77 %). Die vorhandenen Biogas-BHKW weisen geringe elektrische Leistungen auf, was eine weitere Wärmeauskopplung abseits der Eigenversorgung erschwert. Daher wurde die Entscheidung zur Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung getroffen. Aufgrund der möglicherweise vorhandenen erhöhten Wärmebedarfseinsparpotenziale ist die verkürzte Wärmeplanung jedoch inklusive einer vereinfachten Bestandsanalyse durchzuführen.

2.3.3 Cluster 4: Süd-West

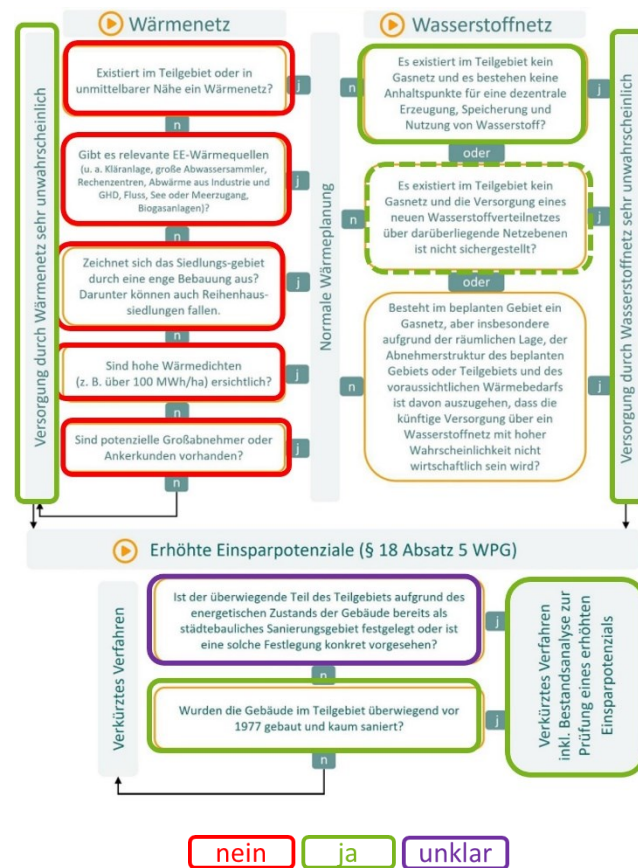


Abbildung 2-8: Ausgefülltes Prüfschema der Eignungsprüfung (Cluster 4, Süd-West)

Die Ergebnisse der Anwendung des Prüfschemas auf das 4. Cluster sind in der Abbildung 2-8 hinterlegt. Das Cluster Süd-West weist unter Beachtung der definierten Bewertungskriterien zahlreiche Ähnlichkeiten zum Cluster 3 (Nord-West) auf. Im Teilgebiet sind demnach weder Erdgas- noch Wärmenetzanschlüsse verfügbar. Die Bebauungsstruktur ist indes noch stärker dezentral geprägt mit einer geringeren Einwohnerdichte (13,7 statt 17,6 Einwohner je km²). Überwiegend sind Ein- und Zweifamilienhäuser im Teilgebiet anzutreffen, wobei die durchschnittliche Wärmebedarfsdichte rund 60 MWh/ha*a ergibt. Gemäß Literaturwerten führt dies zu der Feststellung, dass auch perspektivisch kein technisches Potenzial für ein Wärmenetz gegeben ist. Der Aufbau eines Wasserstoffverteilnetzes erscheint vor den gegebenen Randbedingungen äußerst unwahrscheinlich. Für Cluster 4 ist entsprechend eine verkürzte Wärmeplanung maßgeblich. Zum Zeitpunkt der Eignungsprüfung sind die Einsparpotenziale im Wärmekontext nicht seriös abschätzbar. Daher ist analog zum Cluster 3 die verkürzte Wärmeplanung inklusive einer vereinfachten Bestandsanalyse durchzuführen.

2.3.4 Cluster 2, 5, 6, 7 und 8

Die verbliebenen Cluster weisen zumeist eine Erdgasversorgung auf, Ausnahmen bilden Cluster 6 und Cluster 8. Zudem sind bisweilen hohe Biogas- respektive Biomethanpotenziale gegeben. Beispielsweise sind im Cluster 6 sowie im Cluster 8 Biogas-BHKW mit einer elektrischen Nennleistung von jeweils über 500 kW verfügbar. Dies begünstigt mögliche Pläne zur Wärmeauskopplung für die Versorgung von Abnehmern. Das Cluster 5 weist ein PV-Plangebiet auf. Zudem findet sich im Cluster 5 ein Industriegebiet mit möglichen Ankerkunden für Wärme. Im Cluster 7 sind sowohl ein Plangebiet für PV-Anlagen als auch die Erweiterung eines bestehenden Windenergieparks avisiert. Die über die verbliebenen Cluster gemittelte Wärmebedarfsdichte beträgt 86 MWh/(ha*a), was zur Empfehlung für Wärmenetze in Neubaugebieten führt. Aufgrund der untersuchten Randbedingungen sind für die Cluster 2 (West), 5 (Süd-Ost), 6 (Ost), 7 (Nord-Ost) und 8 (Süd) jeweils vollständige Wärmeplanungen einzuhalten.

2.3.5 Zusammenfassung

Der Anhang 1 sowie der Anhang 2 fassen die Ergebnisse der Eignungsprüfung für die Teilgebiete der Stadt Zerbst/Anhalt inklusive aller eingeflossenen Kriterien im Detail zusammen. Das übergeordnete Resultat der Eignungsprüfung mit Begründung ist dagegen in Tabelle 2-2 (für die Cluster 1 bis 4) und in Tabelle 2-3 (für die Cluster 5 bis 8) eingetragen. Im Einklang mit den vorherigen Ausführungen wird für sechs Cluster (1, 2, 5, 6, 7, 8) eine vollständige Wärmeplanung durchgeführt. Für das Cluster Nord-West (Nr. 3) und das Cluster Süd-West (Nr. 4) ist hingegen die verkürzte Wärmeplanung maßgeblich, wobei diese jeweils inklusive vereinfachter Bestandsanalyse erfolgt. Grundsätzlich resultiert daraus für die Cluster 3 und 4 eine Fokussierung auf dezentrale Versorgungsoptionen, da die Verfügbarkeit eines Wärmenetzes weder im Bestand gegeben ist noch in Zukunft als plausible Option erscheint. Analog ist die Wahrscheinlichkeit für die Errichtung eines Wasserstoffverteilnetzes in den genannten Clustern als äußerst gering einzustufen.

Tabelle 2-2: Kernergebnisse der Eignungsprüfung für die Cluster 1 bis 4 der Stadt Zerbst/Anhalt

	Cluster 1 Stadt Zerbst	Cluster 2 West	Cluster 3 Nord-West	Cluster 4 Süd-West
Fazit verkürzte Wärmeplanung	nein	nein	ja	ja
Vereinfachte Bestandsanalyse	-	-	ja	ja
Begründung	- Gasnetz und Wärmenetz vorhanden - höchste Wärmedichte im Untersuchungsgebiet - EE-Quellen (BGEA) - Elektrolyseur geplant	- Gasnetz vorhanden - EE-Quellen (BGEA) - Erneuerung Abwassersystem geplant, ggf. gasseitige Erschließung Gödnitz	- keine Erschließung durch Gasnetz - weder Bestands-Wärmenetz noch technisches Potenzial für Wärmenetz (sehr niedrige Wärmedichte) - keine konkreten Anhaltspunkte H₂-Netz	- keine Erschließung durch Gasnetz - kein Bestands-Wärmenetz - keine konkreten Anhaltspunkte H₂-Netz

Tabelle 2-3: Kernergebnisse der Eignungsprüfung für die Cluster 5 bis 8 der Stadt Zerbst/Anhalt

	Cluster 5 Süd-Ost	Cluster 6 Cluster Ost	Cluster 7 Nord-Ost	Cluster 8 Süd
Fazit verkürzte Wärmeplanung	nein	nein	nein	nein
Vereinfachte Bestandsanalyse	-	-	-	-
Begründung	- Gasnetz vorhanden - kein Wärmenetz im Bestand, Potenzial nicht vorh. (sehr geringe Wärmedichte) - Industrie vorhanden	- keine Gasnetzversorgung - eine große Biogasanlage mit 1.500 kW	- Gasnetz vorhanden - kein Bestands-Wärmenetz, aber Eignung für Wärmenetz im Neubaugebiet: >100 MWh/(ha*a) erfüllt	- kein Gasnetz - kein Wärmenetz - große BGA (Abwärmepotenzial) - Wärmenetz in Neubaugebieten anhand Wärmedichte

3 Bestandsanalyse

Nachfolgend finden sich der methodische Ansatz, die berücksichtigten Daten sowie die resultierenden Ergebnisse der Bestandsanalyse. Diese Phase des kommunalen Wärmeplans legt den Fokus auf die gegenwärtig anzusetzenden Wärmebedarfe sowie die vorhandenen Infrastrukturen. Auf dieser Basis erfolgt auch die Berechnung der mit der aktuellen Wärmeversorgung einhergehenden Treibhausgasemissionen.

3.1 Ziele und gesetzliche Anforderungen

Der BMWK-Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung [7] formuliert zusammenfassend als Hintergrund der Bestandsanalyse:

„Eine wichtige Grundlage für die Erstellung des Wärmeplans ist die Bestandsanalyse nach § 15 WPG. Die Bestandsanalyse umfasst demnach die Ermittlung der aktuellen Wärmeversorgung des beplanten Gebiets, d. h. des derzeitigen Wärmebedarfs oder Wärmeverbrauchs, vorhandener Wärmeerzeugungsanlagen und für die Wärmeversorgung relevanter Energieinfrastrukturanlagen. Anlage 1 des WPG regelt, welche Daten in welcher Form erhoben werden dürfen. In Anlage 2 des WPG ist festgelegt, welche Informationen der Bestandsanalyse im Wärmeplan darzustellen sind.“

Im Zuge der Bestandsanalyse sind demnach die folgenden Teilaufgaben maßgeblich.

1. Ermittlung des gegenwärtigen Wärmebedarfs bzw. der Wärmeverbräuche und Differenzierung nach Energieträgern.
2. Analyse des aktuellen Bestands an Wärmeerzeugungsanlagen inklusive der Unterscheidung zwischen zentraler und dezentraler Versorgungstechnik.
3. Abbildung des Bestands an leitungsgebundenen Infrastrukturen für die Wärmeversorgung, insbesondere in Form von Erdgasverteiler- und Wärmenetzen.
4. Ableitung der Treibhausgasemissionen, die infolge der gegenwärtigen Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme entstehen.

3.2 Methodischer Ansatz und Datenbasis

3.2.1 Übergeordnete Hinweise

Im Vorfeld der eigentlichen Bestandsanalyse ist zwingend die Erstellung eines einheitlichen und konsistenten Datensatzes erforderlich. Dieser kombiniert aus Messungen bzw. Abrechnungsvorgängen ermittelte Realdaten (z.B. aktuelle Erdgasverbräuche) mit modellierten und öffentlich zugänglichen Daten. Vor dem Hintergrund der Realdaten ist die planungsverantwortliche Stelle im Einklang mit § 10 Absatz 1 WPG befugt, die zur Aufgabenerfüllung notwendigen Daten abzufragen. Hierzu werden an die betroffenen Energieversorgungsunternehmen respektive die Betreiber lokaler Versorgungsinfrastrukturen (Strom-, Gas- und Wärmenetze) jeweils gesondert Anfragen gestellt. Die Anlage 1 zu § 15 WPG listet die zur Durchführung der Bestandsanalyse erhebbaren Daten auf. Die für die einzelnen

Teilschritte der Bestandsanalyse benötigten Informationen werden in den nachfolgenden Unterkapiteln einleitend beschrieben. Mit Blick auf die kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt wurden sämtliche Datenabfragen über bzw. in Rücksprache mit dem lokalen Gasverteilnetzbetreiber EMS abgewickelt.

Im Anschluss an die Datenlieferungen ist eine Plausibilitätsprüfung vorzunehmen. Die Daten sind auf Vollständigkeit zu sichten, unplausible Informationen sind durch Rückfrage beim Datenlieferanten einzuordnen. Ebenso ist die Dokumentation der einzelnen Datensätze zu prüfen, sodass keine Unklarheiten zu wichtigen Aspekten (beispielsweise die genutzten Einheiten sowie die Zeitbezüge) offenbleiben. Generell gilt zu bedenken, dass kein fest verbindlicher und standardisierter Pfad zur Realisierung der Datenübergabe in der Praxis seitens WPG vorgeschrieben ist. Demzufolge können die Informationen in Tabellenform (z.B. als Excel- oder CSV-Datei), in Geodatenformaten (z.B. shapefile) oder als sonstige Dokumente (Scans, Word- oder PDF-Dateien) geliefert werden. Im Zweifel ist als Zwischenschritt daher die Digitalisierung bzw. computerlesbare Aufbereitung der Eingangsdaten seitens der planungsverantwortlichen Stelle oder nachgeschalteter Dienstleister erforderlich.

Sobald die Eingangsdaten als computerlesbare Rohdaten zur Verfügung stehen, kann die eigentliche Analyse der übermittelten Informationen erfolgen. Hierbei sind typischerweise die Informationen auf verschiedenen Aggregationsebenen bzw. als unterschiedliche Geometrien verfügbar. Das Erdgasverteilnetz wird beispielsweise in der Regel als Polylinie bereitgestellt, die Erdgasverbräuche müssen aus Datenschutzgründen jedoch in aggregierter Form (z.B. auf Rasterebene oder als Baublöcke) von den verantwortlichen Unternehmen geliefert werden. Dies hat zur Folge, dass die planungsverantwortliche Stelle oder der Dienstleister die Eingangsdaten in geeigneter Weise miteinander verschneiden muss. Ein konkreter Anwendungsfall könnten etwa die auf Rasterebene vorliegenden Erdgasverbräuche sein, die im Zuge der KWP-Erstellung auf Gebäudestandorte heruntergebrochen werden.

Aufgrund dieser spezifischen Anforderungen zur Datenaufbereitung ist der Einsatz spezieller Software unerlässlich. Gemeinhin kommen für die kommunale Wärmeplanung entsprechende Geoinformationssysteme (GIS) zum Einsatz. Das an der KWP Zerbst/Anhalt mitwirkende Konsortium KWP⁴ verwendet ArcGIS Pro der Firma ESRI sowie das kostenfreie Open Source Tool QGIS. Mithilfe dieser Systeme ist die Sammlung der Informationen in übergreifenden Datenbanken, die Durchführung von Berechnungen und Modellierungen sowie die Visualisierung der Ergebnisse in Form aussagekräftiger Kartendarstellungen möglich.

3.2.2 Exkurs: Baublöcke nach WPG

Gemäß WPG sind aggregierte Kartendarstellungen im Rahmen der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans essenziell. Somit kann einerseits Datenschutzanforderungen als auch Zwecken der besseren Verständlichkeit und Auswertbarkeit Rechnung getragen werden. Für auf die KWP nachfolgende Planungs- bzw. Umsetzungsvorhaben bietet sich die Nutzung von Baublöcken an und wird daher seitens WPG gefordert. WPG-konforme Baublöcke definieren sich wie folgt [4]:

Baublock:

„[...] Ist ein Gebäude oder eine Mehrzahl von Gebäuden oder Liegenschaften,

- das/die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und
- für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten ist/sind.

Die Entscheidung darüber, was zum Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten ist, steht im pflichtgemäßen Ermessen der planungsverantwortlichen Stelle.“

Die aufgeführte Definition lässt einen gewissen Entscheidungsspielraum hinsichtlich der konkreten Konzeption von Baublöcken zu. KWP⁴ greift daher auf einen eigens erstellten Datensatz zurück. Hierbei wurden Baublöcke für das gesamte Bundesgebiet generiert. Zur Anwendung auf eine konkrete KWP werden nur jene Baublöcke verarbeitet, die im Untersuchungsgebiet liegen. Zur Berechnung dienten folgende Eingangsdaten:

- Flächennutzung der Liegenschaften [9]
- Straßen- und Schienennetz, Gewässer [9]
- Administrative Daten, z.B. Gemeinde-Grenzen [14]

Das prinzipielle Vorgehen kann über die in der Abbildung 3-1 skizzierte (jedoch vereinfachte) Schrittfolge nachvollzogen werden. Mit Blick auf die Stadt Zerbst/Anhalt sind auf Basis des beschriebenen Vorgehens rund 6.200 Baublöcke verfügbar.

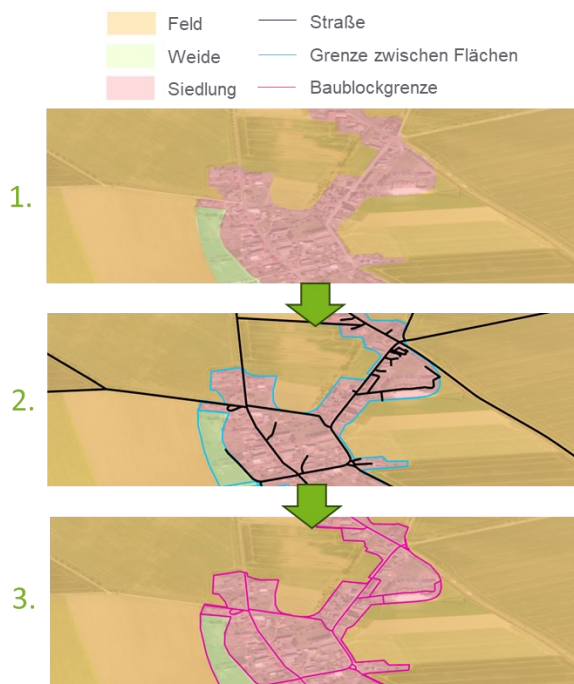


Abbildung 3-1: Vereinfachte Prinzipskizze für das Vorgehen zur Ermittlung WPG-konformer Baublöcke

3.2.3 Analyse der Gebäude- und Siedlungstypen

In Abhängigkeit der Größe (Fläche, Einwohnerzahl) einer Kommune variiert zwangsläufig die Gebäudeanzahl. Darüber hinaus weist jede Kommune einen individuellen Mix an Gebäudetypen auf. Eine grundlegende Klassifizierung ermöglicht zunächst die Zuordnung eines Gebäudes zu den Kategorien "Wohngebäude" und "Nicht-Wohngebäude". Eine genauere Spezifizierung der Wohngebäude ist beispielsweise durch Auswertung der Wohnungsanzahl im Gebäude realisierbar, was im Ergebnis eine Einstufung in "Ein-/Zweifamilienhaus" und "Mehrfamilienhaus" bewirkt. Auch innerhalb der Kategorie Nicht-Wohngebäude ist eine weitere Untergliederung möglich. Im Kern handelt es sich dann um kommunale Gebäude (z.B. Schulen), gewerblich genutzte Gebäude (z.B. Bäckerei, Einzelhandel) oder industrielle Gebäude. Denkbar ist zudem auch eine Mischnutzung von Gebäuden, etwa dann, wenn eine Wohnung in einem ebenfalls gewerblich genutzten Gebäude vorhanden ist. Die Zuordnung zu einem der vorgenannten Gebäudetypen kann in derartigen Fällen nach dem vorrangigen Nutzungszweck erfolgen oder über eine separate Kategorie (z.B. "Sonstige Gebäude") abgebildet werden. Im Zuge der vorliegenden Analysen nutzt der Auftragnehmer eine kommerzielle, deutschlandweite Gebäudedatenbank, die abseits der eigentlichen Gebäudestandorte (X-/Y-Koordinaten) auch den Gebäudetyp enthält [12]. In Ergänzung zu Gebäudestatistiken ist eine Analyse der Siedlungsstruktur zur Vorbereitung nachfolgender Arbeiten bedeutsam. Die Siedlungsstruktur wird typischerweise durch Auswertung der anteiligen Flächennutzung in der Kommune veranschaulicht. Zu diesem Zweck bieten sich öffentliche Daten an. Für die vorliegende Arbeit sind deutschlandweite Flächennutzungsdaten aus der sogenannten Open Street Map Database maßgeblich [9].

3.2.4 Analyse der leitungsgebundenen Infrastrukturen (Bestand)

Leitungsgebundenen Infrastrukturen in Form von Gas- und Wärmenetzen kommt eine hohe Bedeutung zur gegenwärtigen Wärmeversorgung in Deutschland zu. Auch für die zukünftige Transformation der kommunalen Wärmeversorgungssysteme ist es entscheidend, gezielt über den Ausbau-, die Umstellung bzw. Modernisierung und ggf. den bedarfsgerechten Rückbau von Teilinfrastrukturen strategisch zu entscheiden. Daher sind gleichlautend mit den WPG-Anforderungen die bestehenden Infrastrukturen (Wärmenetze, Gasnetze, Stromnetze) anhand verschiedener Kennwerte zu erfassen und in Kartendarstellungen zu visualisieren. Die geforderten Inhalte und das gewählte Vorgehen sowie die genutzte Datenbasis beschreiben die folgenden Unterkapitel.

3.2.4.1 Wärmenetz

Gemäß WPG (siehe Anlage 2 zu § 23) sind verschiedene Informationen zu bestehenden Wärmenetzen zu erheben und parallel zu einer verbalen Einordnung sowohl textlich als auch grafisch und kartografisch auszuwerten. Konkret werden die nachfolgend aufgelisteten Informationen gefordert [4].

1. Textliche/grafische Darstellungen

- a) Der aktuelle jährliche Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Energieträgern in Kilowattstunden.
- b) Der aktuelle Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme nach Energieträgern in

Prozent.

2. Kartografische Darstellungen
 - a) Lage/Trassenverlauf
 - b) Art: Wasser oder Dampf
 - c) Jahr der Inbetriebnahme
 - d) Temperatur
 - e) gesamte Trassenlänge
 - f) Gesamtanzahl an Anschlüssen

Zur Abbildung der Trassenverläufe des bestehenden Fernwärmenetzes wird auf die Datenbeistellungen seitens der Stadtwerke Zerbst GmbH (SWZ) zurückgegriffen [15]. Diese wurden vorab bereits durch Mitarbeitende der Energie Mittelsachsen GmbH geprüft. Die Identifikation der tatsächlich an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude stützt sich auf einen weiteren Excel-basierten Datensatz der SWZ, welcher die Abnehmerstrukturen adressiert. Darüber hinaus existiert eine Bescheinigung des Primärenergie- und CO₂-Faktors für das Fernwärmenetz in Zerbst/Anhalt, ausgestellt durch die ETL Energietechnik Leipzig GmbH [16]. Zusätzliche bilaterale Abstimmungen komplettieren das Set an notwendigen Informationen. Die Auswertung erfolgt Excel-basiert und unter Nutzung eines Geoinformationssystems, wobei vor der Implementierung in das GIS eine Datenaufbereitung und Plausibilitätsprüfung notwendig sind.

3.2.4.2 Erdgasverteilnetz

Ähnlich zur Situation bei den Wärmenetzen sind auf Basis des WPG (siehe Anlage 2 zu § 23) ebenfalls verschiedene Informationen zu bestehenden Erdgasverteilnetzen zu erheben und parallel zu einer verbalen Einordnung sowohl textlich als auch grafisch und kartografisch auszuwerten. Konkret werden die nachfolgend aufgelisteten Informationen gefordert [4].

1. Textliche/grafische Darstellungen
 - a) Der aktuelle jährliche Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern und Endenergiesektoren in Kilowattstunden.
Der aktuelle Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern in Prozent.
2. Kartografische Darstellungen
 - a) flächenhafte Lage, also *baublock*- und nicht leitungsbezogen
 - b) Art: Methan, Wasserstoff
 - c) Jahr der Inbetriebnahme
 - d) gesamte Trassenlänge
 - e) Gesamtanzahl an Anschlüssen

Als entscheidender Unterschied zur kartografischen Auswertung bestehender Wärmenetze ist die aggregierte Darstellung zu erwähnen (siehe 2.a). Demzufolge dürfen die Erdgasverteilungen nicht trassen- bzw. leitungsscharf dargestellt werden. Vielmehr ist die Visualisierung unter der Nutzung WPG-konformer Baublöcke zu realisieren.

Als Datengrundlage der geforderten Auswertungen und Inhalte dienen die Datenbeistellungen seitens des zuständigen Verteilnetzbetreibers Energie Mittelsachsen GmbH [17]. Konkret wurden

übermittelt²:

- Gasverbräuche im Untersuchungsgebiet auf der Ebene von Straßenzügen bzw. anonymisierten Adresspunkten.
- Lastgänge der RLM-Kunden.
- Gesamtlastgänge inklusive Biomethananteil im Netz.
- Daten zu Anschlusspunkten, sofern Anonymisierung WPG-konform möglich war.
- Geografische Leitungsverläufe des Erdgasverteilnetzes (Verteilleitungen sowie Hausanschlussleitungen), differenziert nach Druckebenen unter Angabe des Inbetriebnahmejahres der jeweiligen Leitungsabschnitte.

Analog zum Vorgehen beim Wärmenetz wurden auch die Daten des Erdgasverteilnetzes gesichtet, auf Plausibilität geprüft und in das GIS eingelesen.

3.2.4.3 Stromverteilnetz

Im Zuge der Aufstellung einer Gesamtbilanz der Wärmebereitstellung sowie der dafür eingesetzten Energieträger ist die Berücksichtigung stromseitiger Daten erforderlich³. Dies betrifft insbesondere strombasierte Heizungstechnologien (direktelektrisch bzw. elektrische Wärmepumpen). Die zuständigen Stromverteilnetzbetreiber Stromversorgung Zerbst GmbH (SVZ) und Avacon Netz GmbH haben hierzu folgende Daten bereitgestellt [18]:

- Installierte Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen inklusive Angabe der in den Jahren 2021 bis 2023 bezogenen elektrischen Arbeit.

Die Daten liegen nicht als geokodierte bzw. GIS-Daten vor. Daher erfolgt die Auswertung auf der Basis von Excel bzw. werden, sofern nötig, Kennwerte in das GIS überführt.

² Der zuständige Verteilnetzbetreiber hat im Rahmen des iterativen Feedbackprozesses und mit Blick auf die Datenbeistellungen eine Stellungnahme der von ihm vertretenen Rechtsauffassung, den technischen Hintergründen und der Dateninterpretation bereitgestellt. Diese Stellungnahme befindet sich im Kapitel 8.1.

³ Der zuständige Verteilnetzbetreiber hat im Rahmen des iterativen Feedbackprozesses und mit Blick auf die Datenbeistellungen eine Stellungnahme der von ihm vertretenen Rechtsauffassung, den technischen Hintergründen und der Dateninterpretation bereitgestellt. Diese Stellungnahme befindet sich im Kapitel 8.2.

3.2.5 Analyse des Wärmebedarfs (Status quo)

Im Vorfeld der Ermittlung der Wärmebilanz ist eine Differenzierung zwischen den Begrifflichkeiten „Wärmebedarf“ und „Wärmeverbrauch“ notwendig. In der Literatur [7] findet sich beispielsweise folgende Abgrenzung.

Wärmebedarf: „Unter dem Raumwärmebedarf versteht man die rechnerisch ermittelte Wärmemenge, die sich aus der vorgesehenen Innenraumtemperatur, den äußeren klimatischen Bedingungen sowie den Wärmegewinnen und -verlusten des Gebäudes ergibt. Zusätzlich umfasst der Wärmebedarf jenen, der für die Warmwasserbereitung und für die Herstellung oder Umwandlung von Produkten erforderlich ist (Prozesswärme). Auf Basis von Gebäudetypologie bzw. Abnehmerstruktur lässt sich der Wärmebedarf anhand spezifischer Kennwerte abschätzen und bildet somit eine gute Grundlage für eine erste Einordnung bzw. das Schließen von Datenlücken.“	Wärmeverbrauch: „Beim Wärmeverbrauch handelt es um die tatsächlich verbrauchte (= gemessene) Energiemenge. Bei der Darstellung des Verbrauchs werden daher im Gegensatz zum Bedarf auch die Auswirkungen von Witterung, Nutzerverhalten und Produktionsänderungen abgebildet. Die Verwendung realer Wärmeverbrauchswerte bietet grundsätzlich den Vorteil einer realistischen Momentaufnahme für den entsprechenden Erfassungszeitraum, die Werte sind jedoch auch von verschiedenen Einflussgrößen abhängig, wie dem Einsatz der Wärmeversorgungsanlage, dem individuellen Nutzerverhalten, den Produktionsabläufen sowie den jährlichen Witterungsschwankungen [...].“
---	--

Im Zuge der KWP sind zwangsläufig beide Kenngrößen von Bedeutung. So erfolgt einerseits der Rückgriff auf Modelldaten, was vorrangig für Gebiete mit verkürzter Wärmeplanung und gleichzeitig die Schließung von etwaigen Datenlücken erforderlich ist. Andererseits wird insbesondere für die Bestandsanalyse in großem Umfang auf Realdaten Bezug genommen. Konkret sind folgende Realdatensätze zur Ermittlung der Wärmebilanz sowie der aktuellen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) in die Berechnungen eingeflossen:

- Wärmenetzseitige Verbräuche (Stadtwerke Zerbst GmbH) [15].
- Erdgasverteilnetzseitige Verbräuche (Energie Mittelsachsen GmbH) [17].
- Elektroenergiebedarf für Wärmepumpen bzw. direktelektrische Heizungssysteme (Stromversorgung Zerbst GmbH, Avacon Netz GmbH) [18].

Zur Vereinfachung des Sprachgebrauchs im Bericht wird nachfolgend einheitlich von Wärmebedarfen gesprochen, da auch für die Potenzialanalyse entsprechende Modelldaten zu nutzen sind. Zur sachgerechten Verschneidung von auf Realdaten basierenden Wärmeverbräuchen und modellhaften Wärmebedarfen findet ein mehrstufiger Algorithmus seine Anwendung. Eine stark vereinfachte Prinzipskizze zum Vorgehen ist der Abbildung 3-2 zu entnehmen.

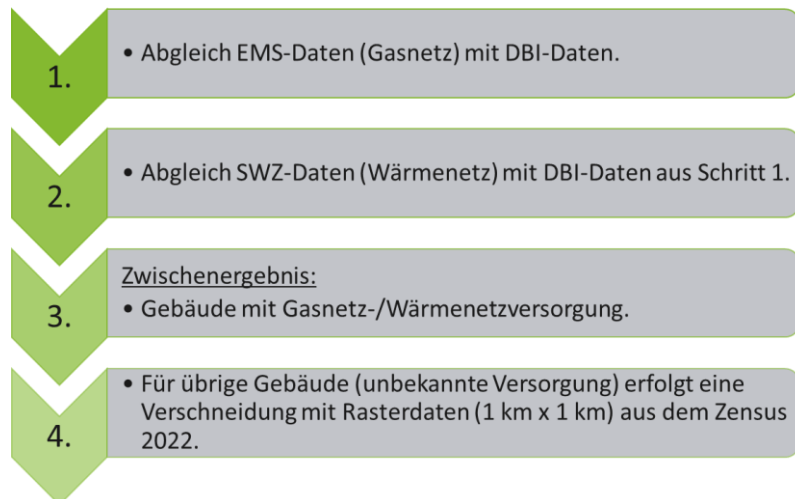


Abbildung 3-2: Vereinfachte Abfolge der Schritte zum Realdatenabgleich

Im Ergebnis liegt ein einheitlicher und in sich konsistenter Datensatz vor. Sofern Realdaten verfügbar sind, werden diese im Rahmen des Abgleichs prioritär berücksichtigt. Datenlücken werden über öffentliche Quellen (insbesondere den Zensus 2022 [11]) geschlossen, sodass jeder Gebäudestandort mit Informationen zum Nutzwärmebedarf, der eingesetzten Heizungstechnologie und den resultierenden Endenergiebedarfen ausgestattet ist.

3.2.6 Bestandsanlagen erneuerbare Energien

Um bestehende Erneuerbare-Energien-Anlagen (EE-Anlagen) zu erfassen, ist der Rückgriff auf verschiedene Datenquellen erforderlich. Die wichtigste Informationsquelle ist hierbei im sogenannten Marktstammdatenregister (MaStR) zu identifizieren [19]. Dieses Register wird durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) verwaltet und umfasst mehrere Millionen energietechnische Anlagen. Es dient der Erfassung und Organisation von Stammdaten aller Akteure und Anlagen im Bereich Strom und Gas.

Im MaStR sind unter anderem folgende Anlagenarten registrierungspflichtig:

- Stromerzeugungsanlagen (z. B. Photovoltaik, Windenergie, Biomasse, Wasserkraft, Kraft-Wärme-Kopplung)
- Speichereinrichtungen (z.B. Batteriespeicher)
- Gasversorgungsanlagen (z.B. Biogasanlagen, Power-to-Gas-Anlagen)
- Verbrauchsanlagen bestimmter Markttrollen (z. B. größere Industrieanlagen)

Zudem müssen Marktakteure wie Netzbetreiber, Stromlieferanten und Direktvermarkter ihre Daten hinterlegen. Die rechtliche Basis für das MaStR ist im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) [20] und der Marktstammdatenregisterverordnung (MaStRV) [21] geregelt. Weitere relevante Gesetze sind das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) [22] und das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) [23].

Das Register bietet verschiedene Informationen, etwa zum Anlagentyp, der installierten Leistung (z.B. in kW elektrisch) und dem Inbetriebnahmedatum. Je nach Eigentümerart bzw. Anlagenkapazität weisen die zugehörigen Standortinformationen unterschiedliche Detailgrade auf. So gibt es einerseits exakte Adressen oder Koordinaten und andererseits wird aus Datenschutzgründen zum Teil nur der Ort benannt, in dem die Anlage installiert ist.

Das Register wurde seitens DBI aufbereitet und in eine Geodatenbank überführt, sodass für alle Kommunen in Deutschland ein Großteil der EE-Anlagen abgebildet werden kann. Die nicht im Register enthaltenen Anlagentypen wurden als separate Recherchen ermittelt und liegen demnach ebenfalls mit genauen Standortinformationen und Kennwerten vor. Hierzu zählen beispielsweise Biomethan-Einspeiseanlagen [24]. In Summe ist somit der Bestand für EE-Anlagen je Kommune individuell bewertbar.

3.2.7 Analyse der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung (Status quo)

Um zukünftig mögliche Treibhausgaseinsparungen infolge der Transformation der kommunalen Wärmeversorgung zu quantifizieren, ist zunächst die Kenntnis über den Ausgangszustand notwendig. Auf Basis des Energieträgereinsatzes zur Bereitstellung von Raumwärme, Prozesswärme und Trinkwarmwasser in den einzelnen Sektoren ist daher eine Treibhausgasbilanz abzuleiten. Diese hat zum Ziel, die mit der Wärmeversorgung verbundenen Emissionen klimawirksamer Gase (insbesondere CO₂) zu quantifizieren. Die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgt differenziert nach Sektoren und Energieträgern anhand der Gleichung 1.

$$\text{CO}_2\text{-Emissionen (kg CO}_2\text{-Äq. p.a.)} = \text{Endenergiebedarf}_{\text{Energieträger}} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right) * \text{Emissionsfaktor} \left(\frac{\text{kg CO}_2\text{ Äq.}}{\text{kWh}} \right)$$

Gleichung 1: Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen

Auf Basis der Gleichung 1 ist ersichtlich, dass die eingesetzte Endenergiemenge stets die erste maßgebliche Bezugsgröße bildet. Die Abgrenzung der Energieformen entlang der einzelnen Umwandlungsschritte ist in Abbildung 3-3 dargestellt. Der sogenannte Emissionsfaktor entspricht dem zweiten Einflussfaktor. Dieser spiegelt die Treibhausgasintensität bei Verwendung unterschiedlicher Energieträger wider. Gemeinhin liegt der Emissionsfaktor in Kilogramm oder Tonnen CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq.) je Kilowattstunde oder Megawattstunde Energieträgereinsatz vor. In diesem Kontext werden zudem die entsprechenden Vorketten (z.B. die Förderung des Erdöls) einbezogen. Die CO₂-äquivalente Darstellung berücksichtigt implizit die Emission weiterer klimawirksamer Gase neben CO₂ (z.B. Methan, kurz CH₄). Diese weiteren klimaschädlichen Gase haben zum Teil bei gleicher emittierter Menge stärkere Auswirkungen auf das Klima als CO₂. So bewirkt die Emission von einer Tonne Methan in die Erdatmosphäre den gleichen negativen Effekt (Erwärmung) auf das Klima wie die Emission von 25 Tonnen Kohlendioxid⁴ [25].

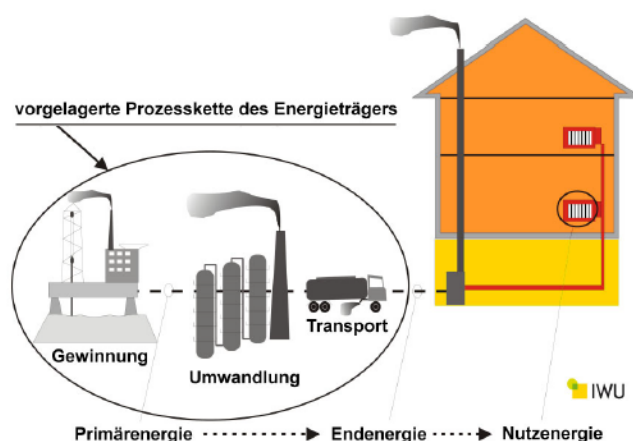


Abbildung 3-3: Energiewandlungskette von der Primär- zur Nutzenergie [26]

⁴ Der zugehörige dimensionslose Äquivalenzfaktor wird als Global Warming Potentials (GWP) bezeichnet und beträgt bei Methan unter Annahme eines Bezugszeitraumes von 100 Jahren rund 25.

Die für die Berechnung benötigten Emissionsfaktoren sind gängiger Literatur zu entnehmen. Im Zuge der Berechnung der Treibhausgasbilanz des Status quo wird im vorliegenden Wärmeplan vorwiegend auf Tabellenwerke [27] der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH (KEA) sowie des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) Köln [26] zurückgegriffen, siehe Abbildung 3-4. Beim Vergleich der Emissionsfaktoren von Erdgas (H) mit Heizöl (L) lässt sich so zum Beispiel ein deutlicher Emissionsvorteil von Erdgas feststellen (233 g CO₂-Äq./kWh Erdgas gegenüber 311 g CO₂-Äq./kWh Heizöl bzw. 25 % Vorteil für Erdgas) [27]. Für die vorliegende Wärmeplanung gilt weiterhin zu beachten, dass im Erdgasverteilnetz ein bilanzieller Biomethananteil von 31 % maßgeblich ist, was die Emissionsintensität des Zerbster Erdgasmixes auf rund 190 g CO₂-Äq./kWh Erdgas herabsetzt [17]. Gemäß der Bescheinigung der Energietechnik Leipzig GmbH ist das Fernwärmenetz der Stadt Zerbst als bilanziell CO₂-neutral zu bewerten – dies liegt in der genutzten Kraft-Wärme-Kopplung und den dadurch verdrängten (fossilen) Strommengen begründet [16].

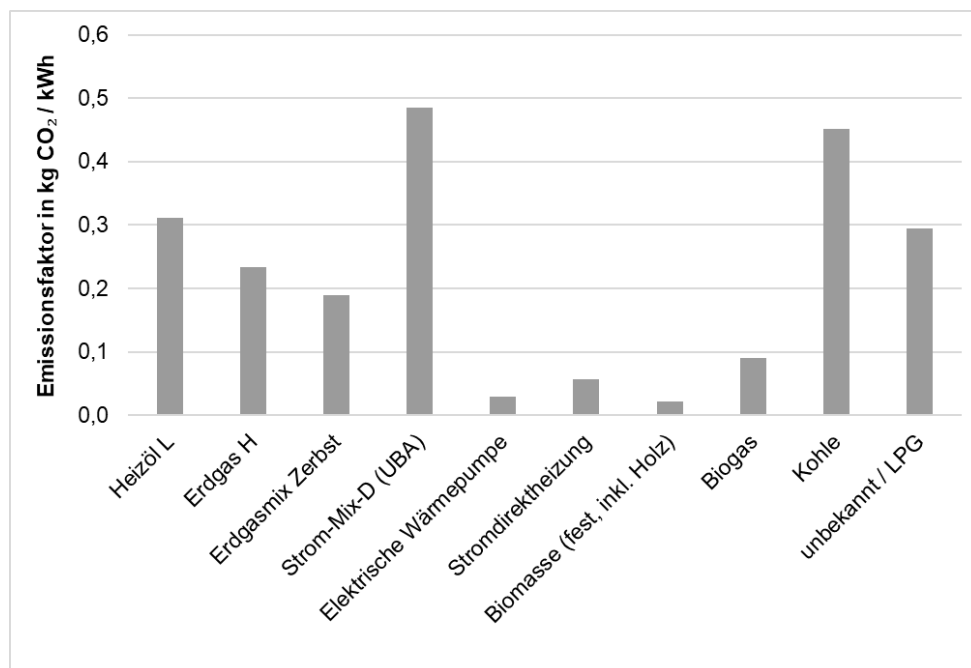


Abbildung 3-4: Treibhausgasintensität verschiedener Energieträger zum Status quo, eigene Darstellung nach [17, 26, 27]

3.3 Diskussion der Ergebnisse

Im Abschnitt 3.2 erfolgte die Beschreibung des methodischen Vorgehens sowie der für die Bestandsanalyse verwendeten Eingangsdaten. Das nachfolgende Kapitel 3.3 fasst die Ergebnisse zu den einzelnen Analyseschwerpunkten (Siedlungsstruktur, Infrastrukturen, Bedarfe und resultierende Treibhausgasemissionen) zusammen.

3.3.1 Gebäude- und Siedlungstypen

Die Abbildung 3-5 zeigt die Verteilung der Adresspunkteanzahl auf die Cluster und Gebäudetypen in der Stadt Zerbst/Anhalt. Hierbei gilt zu beachten, dass ein Gebäude mehrere Adresspunkte aufweisen kann, z.B. in Gestalt mehrerer Hauseingänge. Folglich ist die Anzahl an Adresspunkten stets mindestens gleich oder größer der Gebäudeanzahl. Die meisten Adresspunkte (rund 3.490) entfallen auf die Kernstadt Zerbst (Cluster 1), gefolgt von Cluster 7 (rund 1.400). Deutlich zu erkennen sind weiterhin die Unterschiede in Bezug auf den Gebäudetyp. Demzufolge sind in vier der acht Cluster fast ausschließlich (>95 %) private Haushalte anzutreffen. In der Stadt Zerbst sind ergänzend zu rund 88 % privater Haushalte auch gewerblich genutzte (3 %) bzw. sonstige Gebäude (9 %) vorhanden. Der größte Anteil kommunaler Gebäude (4 %) ist im Cluster 6 zu finden. Die regionale Verteilung der Baualtersklassen von Gebäuden mit Wohnraum ist im Anhang 4 und bezüglich der überwiegenden Gebäudetypen im Anhang 5 hinterlegt.

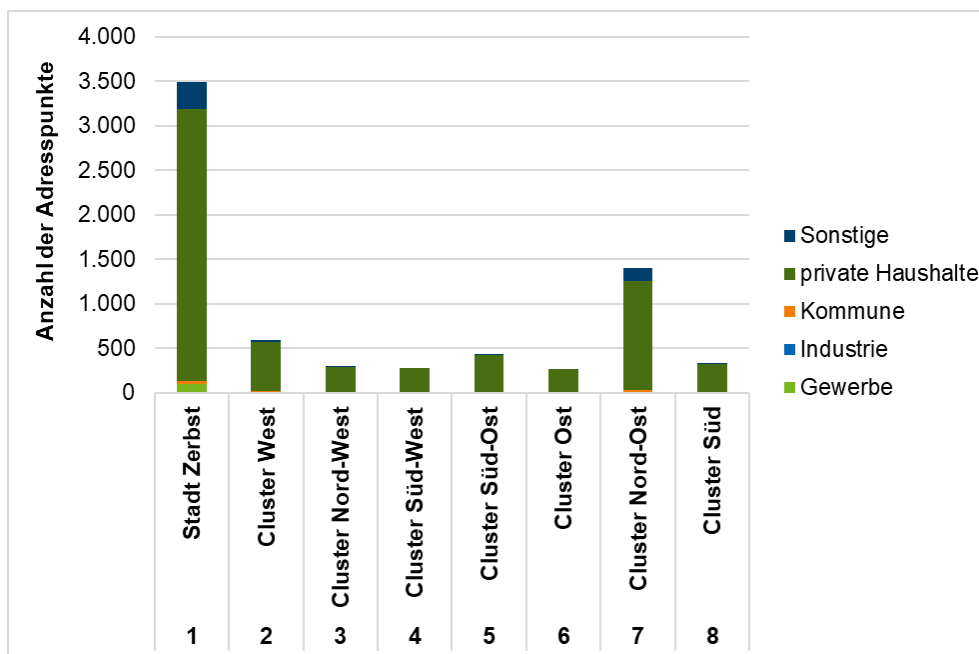


Abbildung 3-5: Verteilung der Anzahl Adresspunkte je Cluster und Gebäudetyp

Für die nachfolgenden Analyseschritte zur Erstellung des kommunalen Wärmeplans ist weiterhin die Kenntnis zur aktuellen Flächennutzung in der Stadt Zerbst/Anhalt von Interesse. Diese Informationen sind ein Einflusskriterium für die Potenzialanalyse (siehe Kapitel 4) und ermöglichen eine Differenzierung zwischen energetisch relevanten (z.B. Wohn- und Gewerbegebiete) und energetischen irrelevanten Flächen (z.B. Grünflächen).

Insgesamt spiegelt die Flächenanalyse die stark ländliche Prägung der Stadt Zerbst/Anhalt wider. So besitzen Agrarflächen mit 45 % (Cluster 8) bis 78 % (Cluster 3) in sieben der acht Cluster den größten Anteil an der Clusterfläche. Nur im Cluster 7 (Nord-Ost) dominieren die Waldflächen

mit 49 % Anteil an der Clusterfläche. Das größte zusammenhängende Wohngebiet ist in der Stadt Zerbst in Gestalt der Kernstadt zu identifizieren. Im Cluster 1 besitzen demnach Wohngebiete einen Anteil von knapp 11 % an der Clusterfläche. Außerdem sind für die Stadt Zerbst die Weideflächen mit 17 % Anteil an der Clusterfläche charakteristisch. Die meisten Cluster abseits der Stadt Zerbst weisen teils zahlreiche, räumlich versprengte Ortsteile auf. Hingegen sind im Cluster 8 nur die Ortsteile Steutz und Steckby relevant. Der energetisch relevante Flächenanteil schwankt in Abhängigkeit des Clusters zwischen minimal 2,2 % (Süd-West) und maximal 19,3 % (Stadt Zerbst).

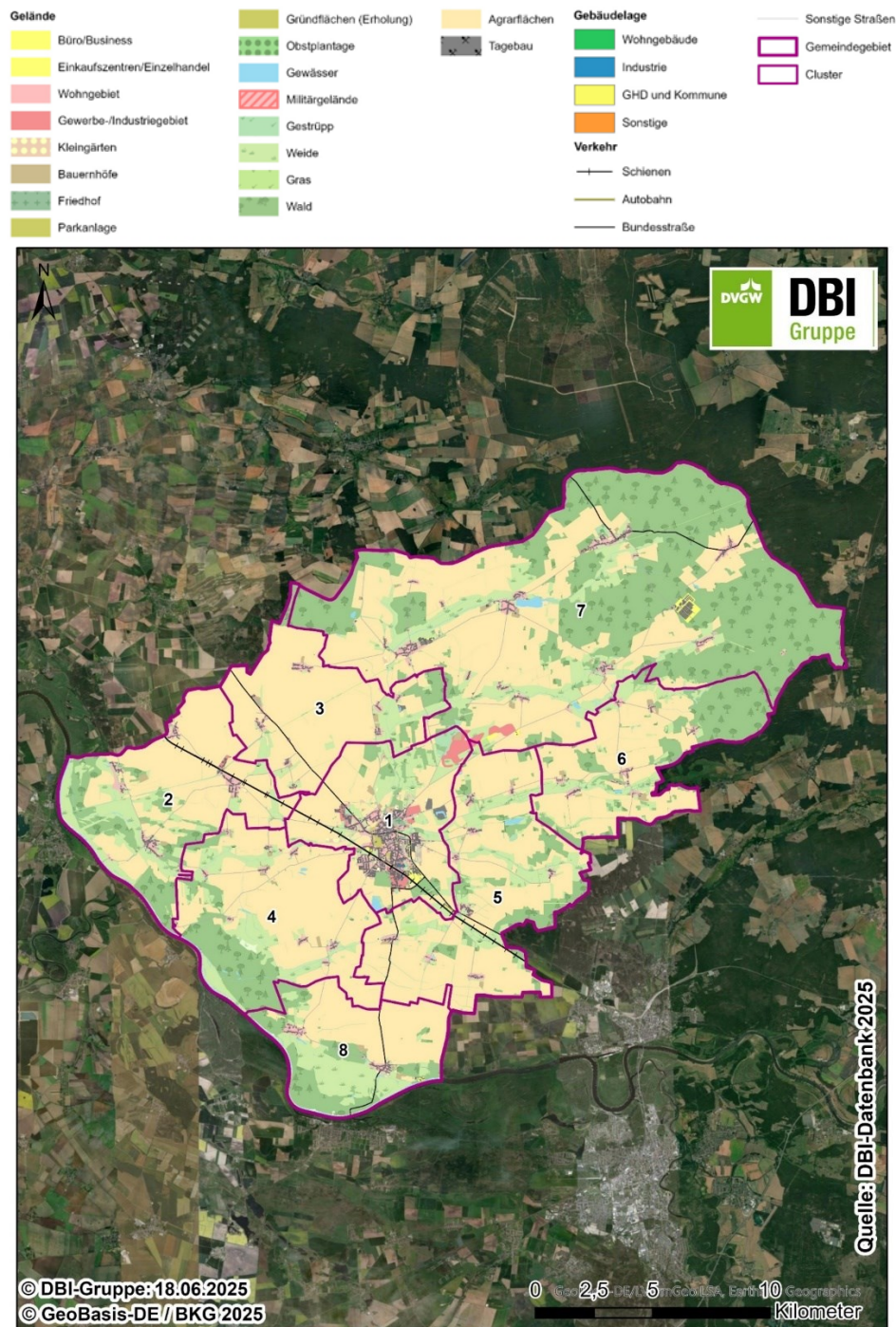


Abbildung 3-6: Siedlungsstruktur und Flächennutzung in der Stadt Zerbst/Anhalt

3.3.2 Leitungsgebundene Infrastrukturen (Bestand)

3.3.2.1 Wärmenetz

Die nach WPG geforderten wichtigsten Kennzahlen und Merkmale des bestehenden Wärmenetzes sind in der Tabelle 3-1 zusammengefasst. Zur Ermittlung der geforderten Informationen wurde auf offiziell verfügbare Dokumente sowie bilaterale Rücksprachen mit dem zuständigen Wärmenetzbetreiber Stadtwerke Zerbst GmbH zurückgegriffen [15].

Tabelle 3-1: Kenndaten des bestehenden Wärmenetzes in der Stadt Zerbst/Anhalt

Kategorie	Einheit	Wert
Art (Wasser/Dampf)	-	Heißwasser
Inbetriebnahmejahr	-	1984
Anzahl Abnehmer (Adresspunkte)	-	289
Wärmeabnahme (Ø 2022-2023)	MWh/a	17.615
Vorlauftemp. (Ø Sommer/Winter)	°C	80,0
Rücklauftemp. (Ø Sommer/Winter)	°C	62,5
Trassenlänge gesamt (Vor- u. Rücklauf)	m	21.377
EE-Anteil (Ø 2022-2023, bilanziell, Biogas)	%	13,22
Energieträger	-	Erdgas, Biogas, (HEL)
Gesamtanzahl Anschlüsse	-	135

Die Anfänge des Zerbster Wärmenetzes gehen auf das Jahr 1984 zurück. Zunächst wurde das Netz mit einer Braunkohlefeuerung betrieben. 1991 erfolgte die Umstellung auf leichtes Heizöl (HEL). Mit einer gesamten Trassenlänge von gut 21 Kilometern (Summe aus Vor- und Rücklauf) versorgt es rund 300 Abnehmer (entsprechend der Anzahl der Adresspunkte) im Gebiet der Kernstadt Zerbst/Anhalt. Die an die Kunden abgegebene Wärmemenge beläuft sich bei Betrachtung des Durchschnitts der Jahre 2022 bis 2023 auf 17,6 GWh/a⁵. Unter Berücksichtigung der netzseitigen Verluste ist eine Gesamtwärmeerzeugung von rund 24 GWh/a nötig. Die Wärmeerzeugung wird seit 1997 durch Kombination eines BHKW mit bivalenten Heizkesseln realisiert, die mit Erdgas und Heizöl befeuert werden können. Der durch das BHKW erzeugte Strom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Das Wärmenetz weist einen bescheinigten erneuerbaren Wärmeanteil von 9 % und einen KWK-Anteil von 68 % auf⁶. Den Verlauf der Wärmenetztrassen repräsentiert die Abbildung 3-7. [15, 16, 28]

⁵ Entgegen der üblichen 3-Jahresdurchschnitte wird hier lediglich der 2-Jahresdurchschnitt gebildet, da im Jahr 2021 umfangreiche Bauarbeiten am Netz stattfanden und dies zu nicht repräsentativen Werten führen würde.

⁶ Die Anteile beziehen sich auf den Zeitraum 2018 bis 2020 auf Basis der durch Energietechnik Leipzig bescheinigten Werte. Gemäß eigenen Berechnungen lag der EE-Anteil im Schnitt der Jahre 2022 bis 2023 bei rund 13 %.

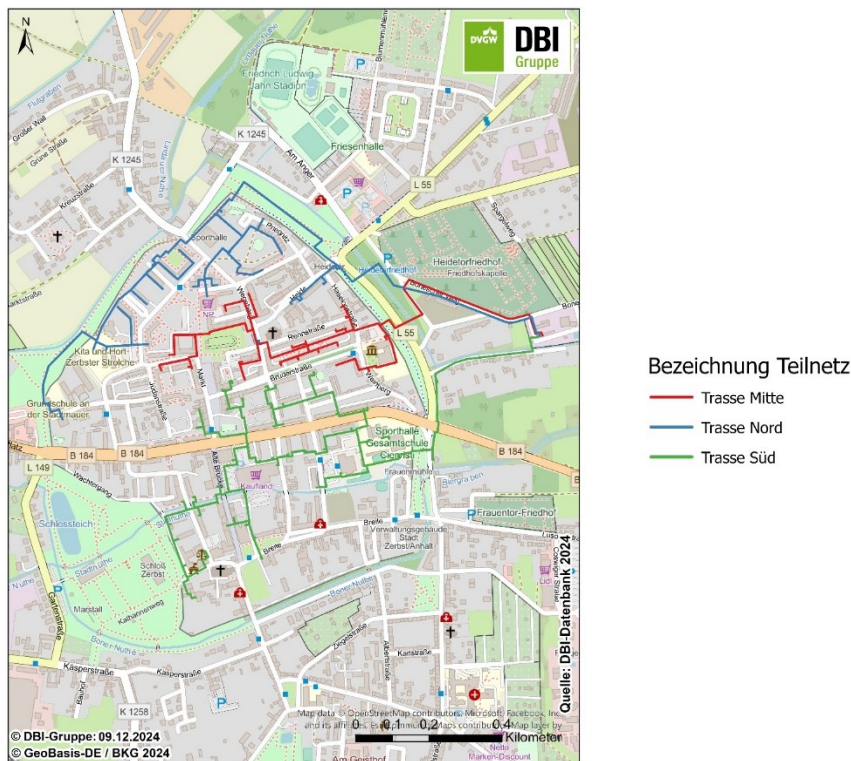


Abbildung 3-7: Trassenverlauf des Zerbster Wärmenetzes; eigene Darstellung auf der Basis von [15]

3.3.2.2 Erdgasverteilnetz

Eine weitere bedeutende Bestandsinfrastruktur stellt das Erdgasverteilnetz dar. Dieses wird im Untersuchungsgebiet von der Energie Mittelsachsen GmbH betrieben. In der Stadt Zerbst/Anhalt sind Erdgasverteilungen in vier der insgesamt acht betrachteten Cluster installiert. Bezogen auf die Versorgungsleitungen entfallen 37 % der gesamten Trassenlänge auf die Niederdruckebene (ND). Die Mitteldruckebene (MD) besitzt einen Anteil von 48 % und die Hochdruckebene (HD) einen Anteil von 15 % am Bestand der Versorgungsleitungen. Die gemäß WPG geforderten Kennwerte zum Erdgasverteilnetz sind in der Tabelle 3-2 zusammengefasst. Insgesamt sind knapp 4.000 Abnehmer an das Verteilnetz angeschlossen.

Tabelle 3-2: Kenndaten des bestehenden Erdgasverteilnetzes in der Stadt Zerbst/Anhalt

Kategorie	Einheit	Wert
Art: Methan, Wasserstoff		Methan/Erdgas
Jahr der Inbetriebnahme (ND)		1956-2024
Jahr der Inbetriebnahme (MD)		1956-2023
Jahr der Inbetriebnahme (HD)		1922-2022
Trassenlänge Versorgungsleitungen ND	m	50.419

Trassenlänge Versorgungsleitungen MD	m	65.166
Trassenlänge Versorgungsleitungen HD	m	21.393
Trassenlänge Anschlussleitungen	m	54.802
Gesamtanzahl an Anschlüssen	Stk.	3.982

Zu diesem Zweck wurden insgesamt rund 137 km an Versorgungsleitungen und 55 km Hausanschlussleitungen verbaut. Da das Erdgasverteilnetz in den vergangenen Jahrzehnten stetigen Veränderungen (Ausbau, Modernisierung) unterlag, schwanken die Inbetriebnahmejahre je Netzebene und Leitungsabschnitt stark. Eine Gesamtübersicht zu den Baumaßnahmen je Bezugsjahr und Netzebene zeigt die Abbildung 3-8. Das Jahr „0“ repräsentiert Leitungsabschnitte mit unbekanntem Jahr der Inbetriebnahme. Analog zu anderen Kommunen in Ostdeutschland setzte auch in Zerbst/Anhalt nach der Wiedervereinigung eine umfangreiche Neubautätigkeit ein. Bezogen auf die installierten Leitungslängen wurden zunächst zwischen 1992 und 2000 alle Druckebenen stark zugebaut. Nach einer zwischenzeitlichen Abflachung kam es ab 2012 zu einer signifikanten Erweiterung der Mitteldruckleitungsebene.

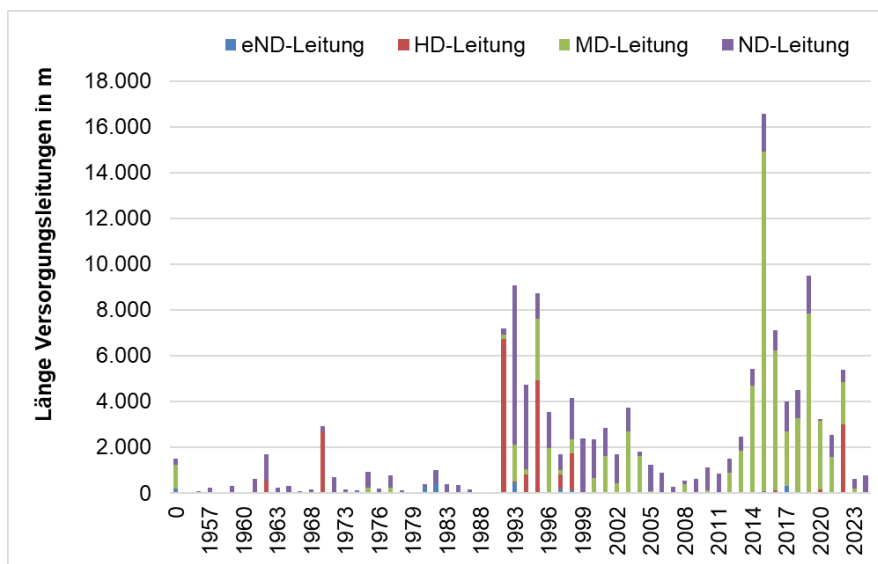


Abbildung 3-8: Jährliche Entwicklung der Errichtungstätigkeit bei Erdgasverteilungen in der Stadt Zerbst/Anhalt; eigene Darstellung auf der Basis von [17]

Die kartografische Veranschaulichung der Länge bestehender Erdgasverteilungen (inklusive Hausanschlussleitungen) kann der Abbildung 3-9 entnommen werden. Eine gesetzeskonforme Darstellung des Erdgasnetzes muss – abweichend vom Vorgehen bei Wärmenetzen (Abbildung der tatsächlichen Trassenverläufe) – zwingend in aggregierter Form erfolgen. Im Einklang mit der Empfehlung verschiedener KWP-Leitfäden ist die Verbildlichung auf der Ebene von Baublöcken anzuraten. Aufgrund der stark unterschiedlichen Fläche einzelner Baublöcke ist eine geeignete Bezugsgröße erforderlich. Aus diesem Grund sind die Netzlängen in Meter pro Quadratkilometer Baublockfläche ausgewiesen. Der oben links befindliche Teil der Abbildung verdeutlicht die Situation in der Stadt Zerbst. Aufgrund der dichten Bebauung in der Kernstadt sind hier in vielen Baublöcken hohe spezifische Netzlängen (in m pro km² Baublockfläche) zu erkennen. In den übrigen Clustern fallen die spezifischen Netzlängen deutlich geringer aus. Zudem sind zwischen gasversorgten Ortsteilen in den Clustern 2, 5 und 7 größere Distanzen über zum Teil mehrere Kilometer erkennbar.

Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt

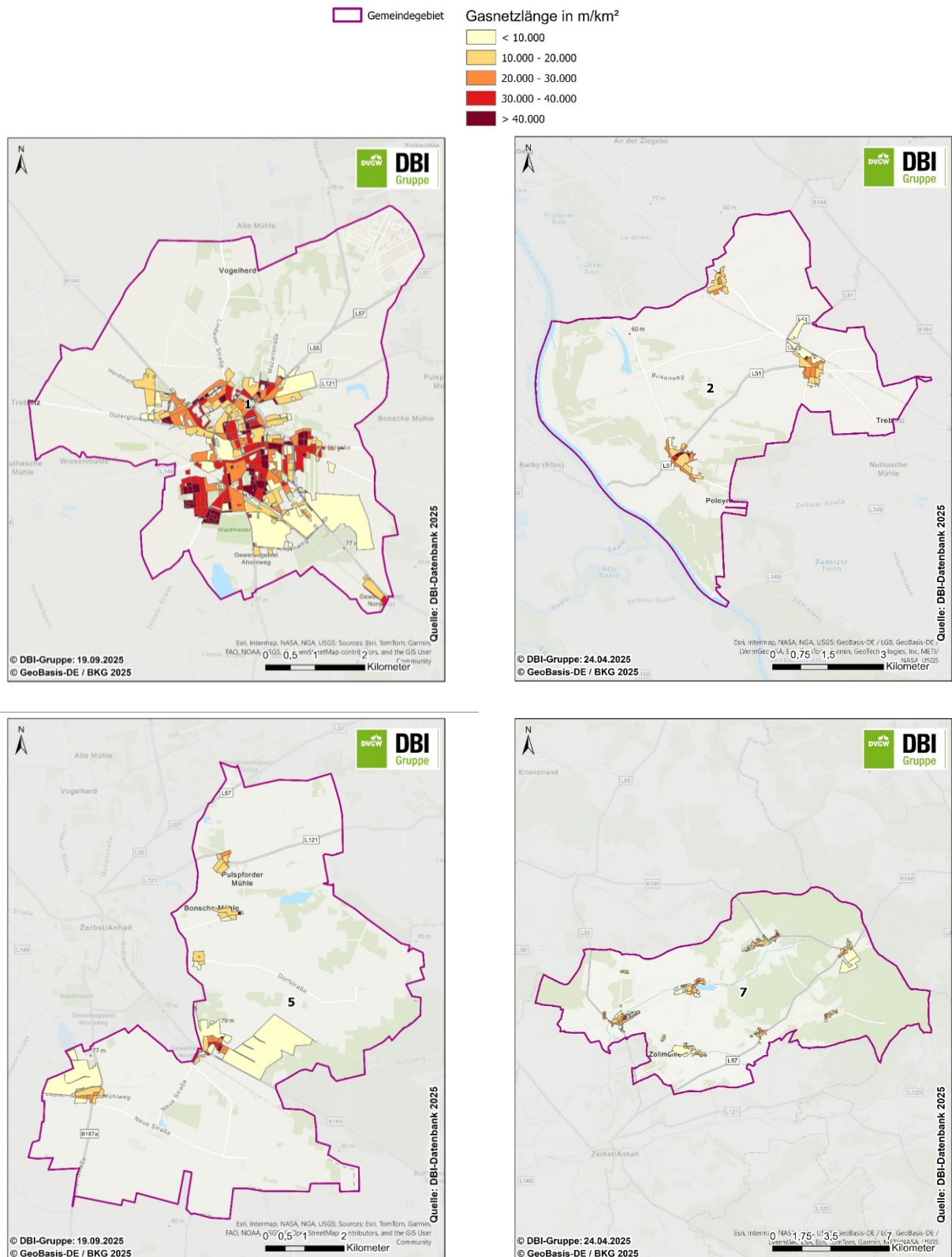


Abbildung 3-9: Spezifische Längen des Erdgasverteilnetzes auf Baublockebene; oben links: Cluster 1 (Stadt Zerbst); oben rechts: Cluster 2 (West); unten links: Cluster 5 (Süd-Ost); unten rechts: Cluster 7 (Nord-Ost); eigene Auswertung auf der Basis von [17]

3.3.2.3 Stromverteilnetz

Das lokale Stromverteilnetz wird durch die Stromversorgung Zerbst GmbH und die Avacon Netz GmbH betrieben. Die an elektrische Nachtspeicherheizungen respektive Wärmepumpen gelieferte elektrische Arbeit zeigt Abbildung 3-10. Erwähnenswert sind in diesem Kontext die zwischen 2021 und 2023 abnehmenden elektrischen Energiemengen. Dies kann einerseits in milderer Wintern begründet liegen. Andererseits ist es auch denkbar, dass die Besitzer von z.B. Wärmepumpen einen zunehmenden Anteil ihres elektrischen Energiebedarfs auf Basis eigener PV-Anlagen decken, sodass sich der über das öffentliche Stromnetz bezogene Energiebetrag verringert. Auf kartografische Darstellungen zum Leitungsverlauf sowie eine Zusammenfassung verfügbarer Netzkapazitäten respektive sonstiger Kennwerte wird an dieser Stelle verzichtet, da diesbezüglich keine Daten zur Verfügung standen.

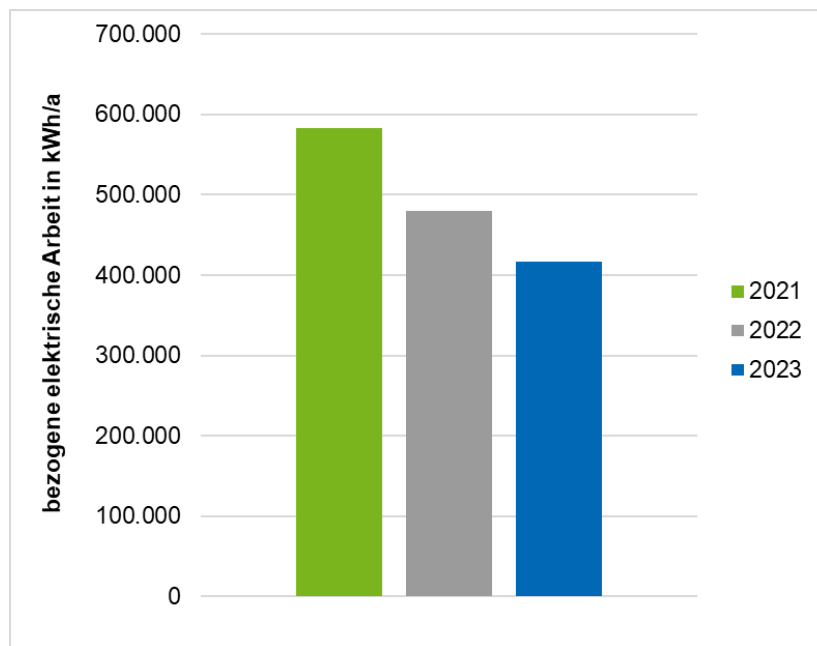


Abbildung 3-10: Über das Stromnetz bereitgestellte elektrische Energiemengen für elektrische Nachtspeicher und Wärmepumpen; eigene Darstellung auf der Basis von [18]

3.3.3 Wärmebedarf (Status quo)

Im Einklang mit der Beschreibung des methodischen Vorgehens (siehe Kapitel 3.2.5) resultiert die nachfolgende Wärmebilanz für die Stadt Zerbst/Anhalt aus der Kombination von Real- sowie Modelldaten. Zunächst gilt es, die Nutzwärmebedarfe in der Gemeinde zu analysieren. Hierbei sind deutliche Unterschiede in der regionalen Verteilung dieser Nutzwärmebedarfe und folglich auch der resultierenden Endenergiebedarfe zu erwarten. Aus diesem Grund finden sich nachfolgend entsprechende Kartendarstellungen zur geografischen Verteilung der absoluten Bedarfe und abgeleiteter Bedarfsgrößen (z.B. in Form der flächenbezogenen Wärmedichte).

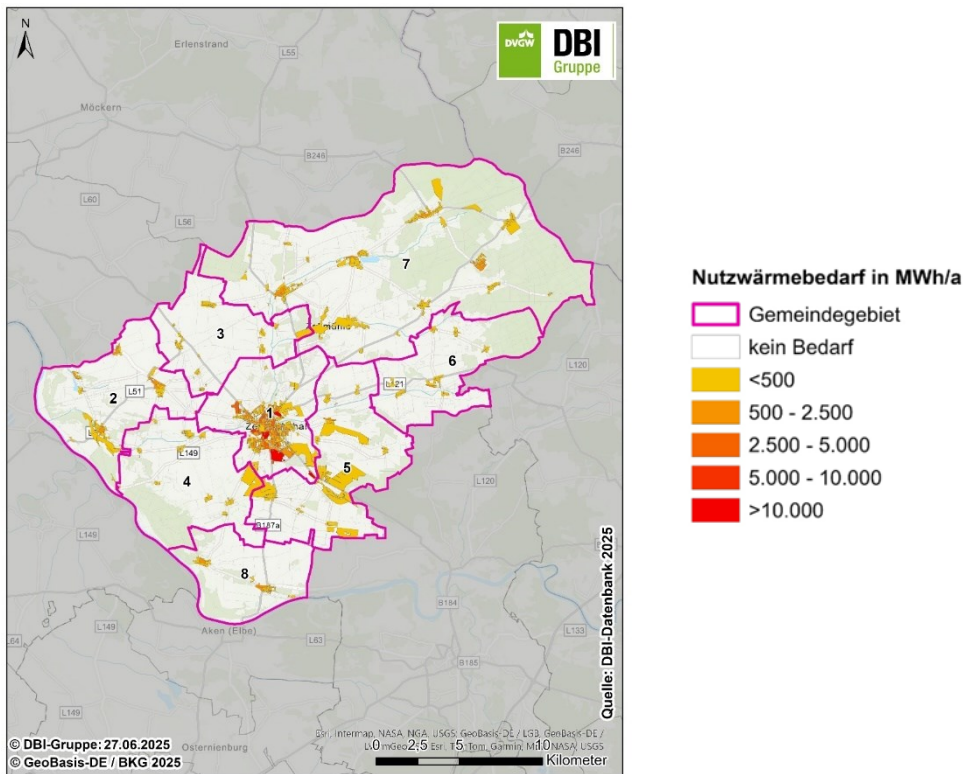


Abbildung 3-11: Regionale Verteilung des absoluten Nutzwärmebedarfs in der Stadt Zerbst/Anhalt

Die Abbildung 3-11 illustriert zunächst die Unterschiede in der Wärmebedarfsverteilung auf die einzelnen Cluster. Hierbei wurden die absoluten Nutzwärmebedarfe im Einklang mit den Bestimmungen des WPG auf Baublockebene aggregiert. In der Kernstadt Zerbst/Anhalt (Cluster 1) sind gut die dicht beieinander befindlichen Baublöcke zu erkennen, welche aufgrund der Abnehmerstruktur (Anzahl der Gebäude und Wärmebedarfe innerhalb des Baublocks) zum Teil hohe Wärmebedarfssummen aufweisen. Baublöcke mit größer als 5.000 MWh/a sind demnach ausschließlich im Cluster 1 vorzufinden. In den übrigen Clustern sind überwiegend geringe Absolutbedarfe unter 500 MWh/a zu erkennen. Vereinzelt weisen Ortsteile Baublöcke mit Absolutbedarfen zwischen 500 und 2.500 MWh/a auf, so zum Beispiel in Güterglück (Cluster 2) und Lindau (Cluster 7). Insgesamt wird jedoch gut die dezentrale Abnehmerstruktur mit zum Teil zahlreichen räumlich versprengten Ortsteilen (etwa im Cluster 8 mit Steutz und Steckby) deutlich. Diese Verhältnisse übersetzen sich analog in die prozentuale Aufteilung des gesamten Nutzwärmebedarfs auf die betrachteten Ortschaften (siehe Abbildung 3-27). Demzufolge bewirkt die Stadt Zerbst (Cluster 1) fast drei Viertel des Gesamtbedarfs. Das flächenmäßig größte Cluster 7 (Nord-Ost) liegt bei absteigender Sortierung an zweiter Stelle mit 12 % Anteil am Nutzwärmebedarf.

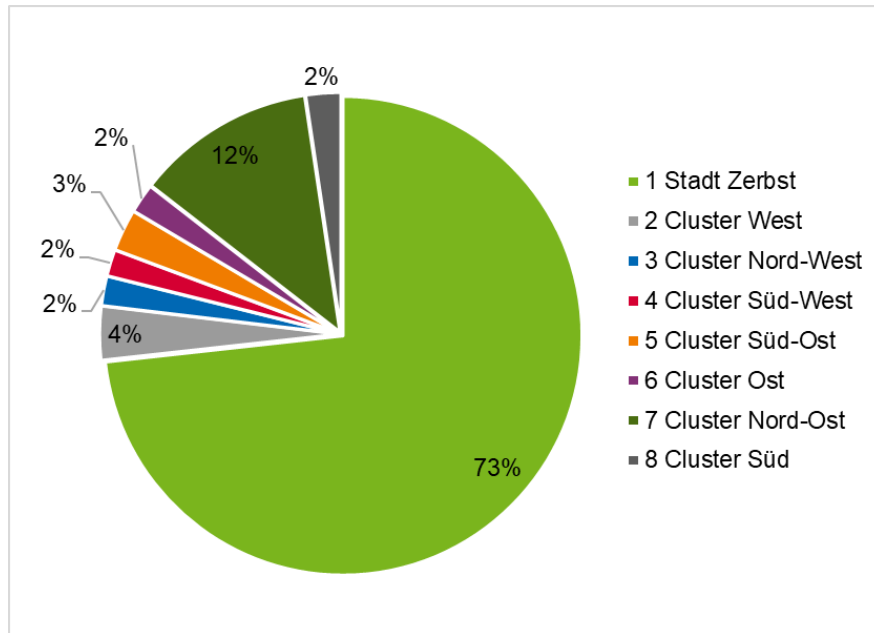


Abbildung 3-12: Anteilige Aufschlüsselung des gesamten Nutzwärmebedarfs auf die betrachteten Cluster

Aufgrund der stark unterschiedlichen Abmessungen (Flächen) der ermittelten Baublöcke ist bei der Interpretation der absoluten Ergebnisse stets eine gewisse Vorsicht geboten. Für planerische Zwecke bieten sich daher spezifische Auswertungen, z.B. bezogen auf die Baublockfläche, an. Aus diesem Grund zeigt die Abbildung 3-13 die flächenbezogenen Wärmebedarfsdichten für die Cluster 1 bis 4 innerhalb der Gemeinde. Abbildung 3-14 ergänzt das Gesamtbild um die Cluster 5 bis 8. Im Vergleich zur absoluten Darstellung der Abbildung 3-11 werden insbesondere in der Kernstadt Zerbst/Anhalt im Cluster 1 die regionalen Unterschiede deutlicher hervorgehoben. Vereinzelt gibt es Baublöcke, die bereits auf Basis einer geringen Abnehmerzahl signifikante Wärmebedarfsdichten generieren. Das betrifft etwa gewerbliche/industrielle Abnehmer entlang des Boneschen Wegs respektive in der Nähe des Ahornwegs in der Stadt Zerbst. Relevante Großverbraucher mit Nutzwärmebedarfen größer 1 Mio. kWh/a (= 1 GWh/a) sind im Anhang 7 dargestellt. Festzustellen ist, dass derartige Großverbraucher ausschließlich im Cluster 1 (Stadt Zerbst) anzutreffen sind. Es handelt sich überwiegend um Krankenhäuser/Pflegeeinrichtungen, Schwimmbäder und gewerblich-industrielle Abnehmer (z.B. Bäckereien).

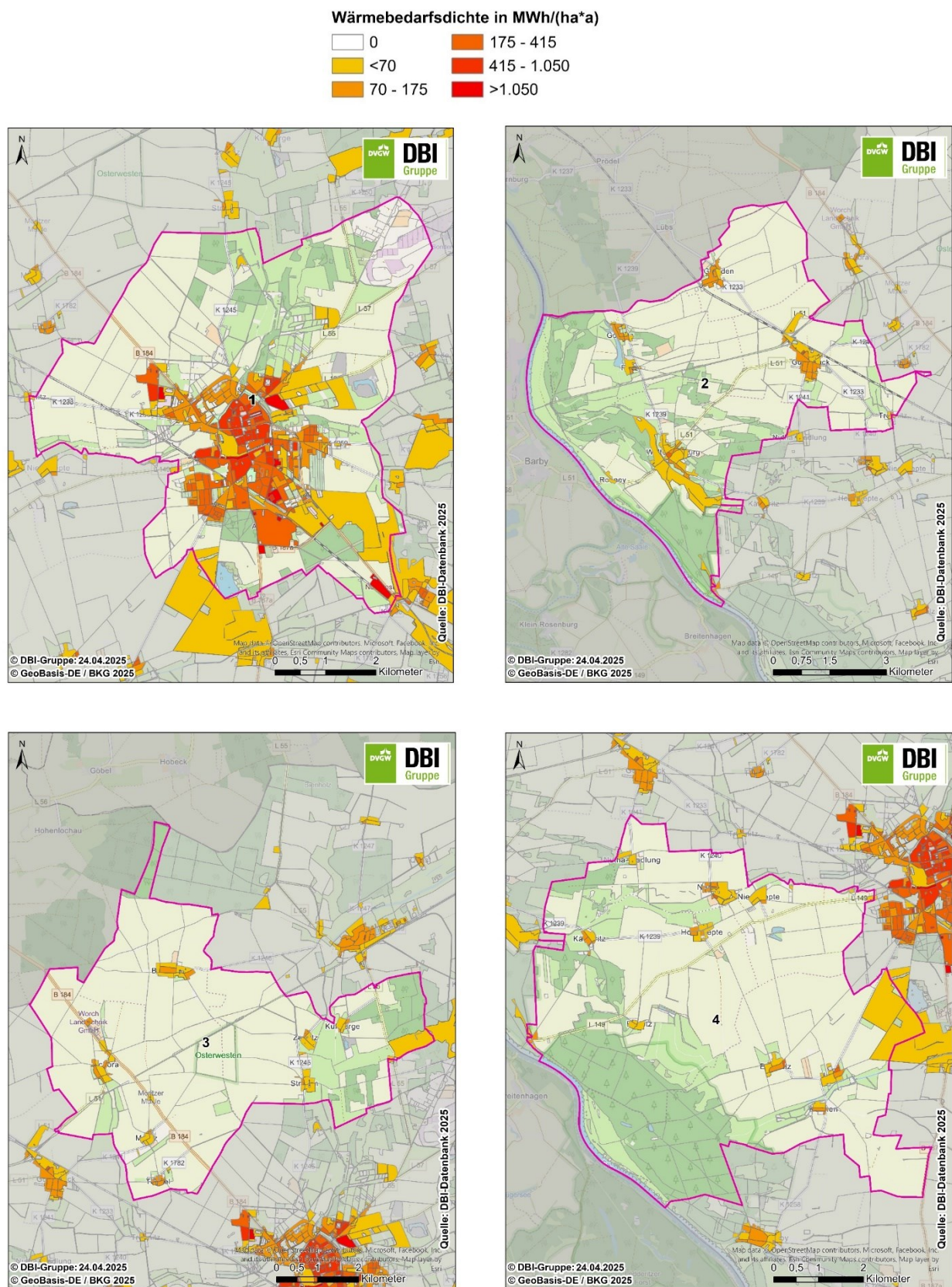


Abbildung 3-13: Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene zum Status quo in der Gemeinde (oben links: Cluster 1; oben rechts: Cluster 2; unten links: Cluster 3; unten rechts: Cluster 4)

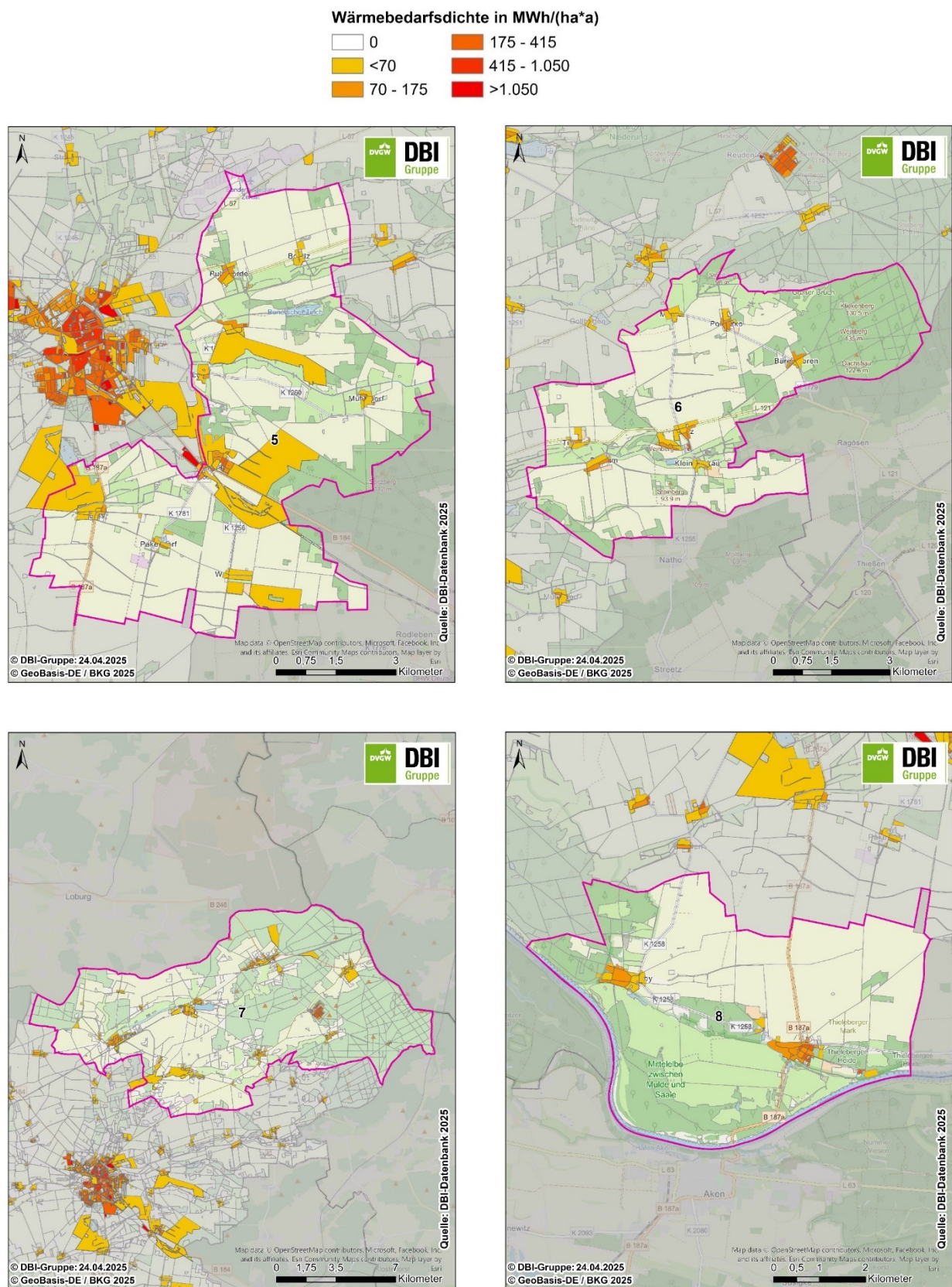


Abbildung 3-14: Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene zum Status quo in der Gemeinde (oben links: Cluster 5; oben rechts: Cluster 6; unten links: Cluster 7; unten rechts: Cluster 8)

Ergänzend zu den flächenhaften Analysen sind im Kontext von Planungsvorhaben für leitungsgebundene Infrastrukturen auch linienbezogene Kenngrößen hilfreich. Konkret sind Wärmelinienindichten zu ermitteln, wobei sich die Wärmelinienindichte als Wärmeabsatz je Meter Leitungslänge und Jahr definiert. Zur Annäherung der Leitungslängen für zukünftige Wärmenetz- respektive Gasnetzinfrastrukturen bilden Straßenabschnitte die bevorzugte Referenz. Dies begründet sich aus dem Umstand, dass Wärmenetze und Gasnetze in aller Regel entlang von Straßenzügen unterirdisch verlegt werden oder Wärmenetze zum Teil auch oberirdisch verlaufen.

Die kartografischen Darstellungen der Wärmelinienindichten in den Clustern 1 bis 4 sind in der Abbildung 3-15 und für die Cluster 5 bis 8 in der Abbildung 3-16 zu finden. Die grundsätzlichen Verhältnisse sind bei der Betrachtung von Liniendichten im Vergleich zu Flächendichten ähnlich einzustufen. In der Kernstadt Zerbst/Anhalt mit einer hohen Abnehmerdichte existieren zahlreiche Straßenabschnitte mit hohen Liniendichten größer 2.000 kWh je Meter Straßenlänge und Jahr. Für diese Straßenabschnitte ist gemäß Literatur eine Verlegung von Wärmenetzen selbst dann lukrativ, wenn infrastrukturelle Hürden (wie etwa Straßenquerungen oder Gewässer) zu überwinden sind. Diese rechnerische Erkenntnis deckt sich gut mit dem Trassenverlauf des bestehenden Wärmenetzes, da dieses im Stadtkern viele der lukrativen Straßenabschnitte bereits erschließt. Wärmenetzseitige Erweiterungspotenziale sind vor allem im südlichen Stadtbereich unterhalb des Gartenwegs indikativ zu erkennen. Gegebenenfalls ist auch eine Erweiterung in nördlicher Richtung denkbar. Zwar verursachen die Straßenabschnitte im Bereich zwischen der Marktstraße und dem großen Wall eher mittlere Liniendichten, gleichwohl könnten diese durch die hohen Liniendichten im städtischen Kern gestützt werden. In den übrigen Clustern weist der weit überwiegende Anteil der Straßenabschnitte mit angrenzenden Wärmeabnehmern hingegen Liniendichten unter 1.500 kWh/(m*a) auf. Hiervon gibt es wenige Ausnahmen, z.B. in den Ortsteilen Reuden/Anhalt sowie Lindau im Cluster 7 und Güterglück im Cluster 2, mit bedarfsintensiven Straßenabschnitten von geringer Ausdehnung. Ein Teil dieser benannten Ortsteile ist bereits erdgasseitig versorgt (betreffend z.B. Güterglück, Lindau und Reuden/Anhalt).

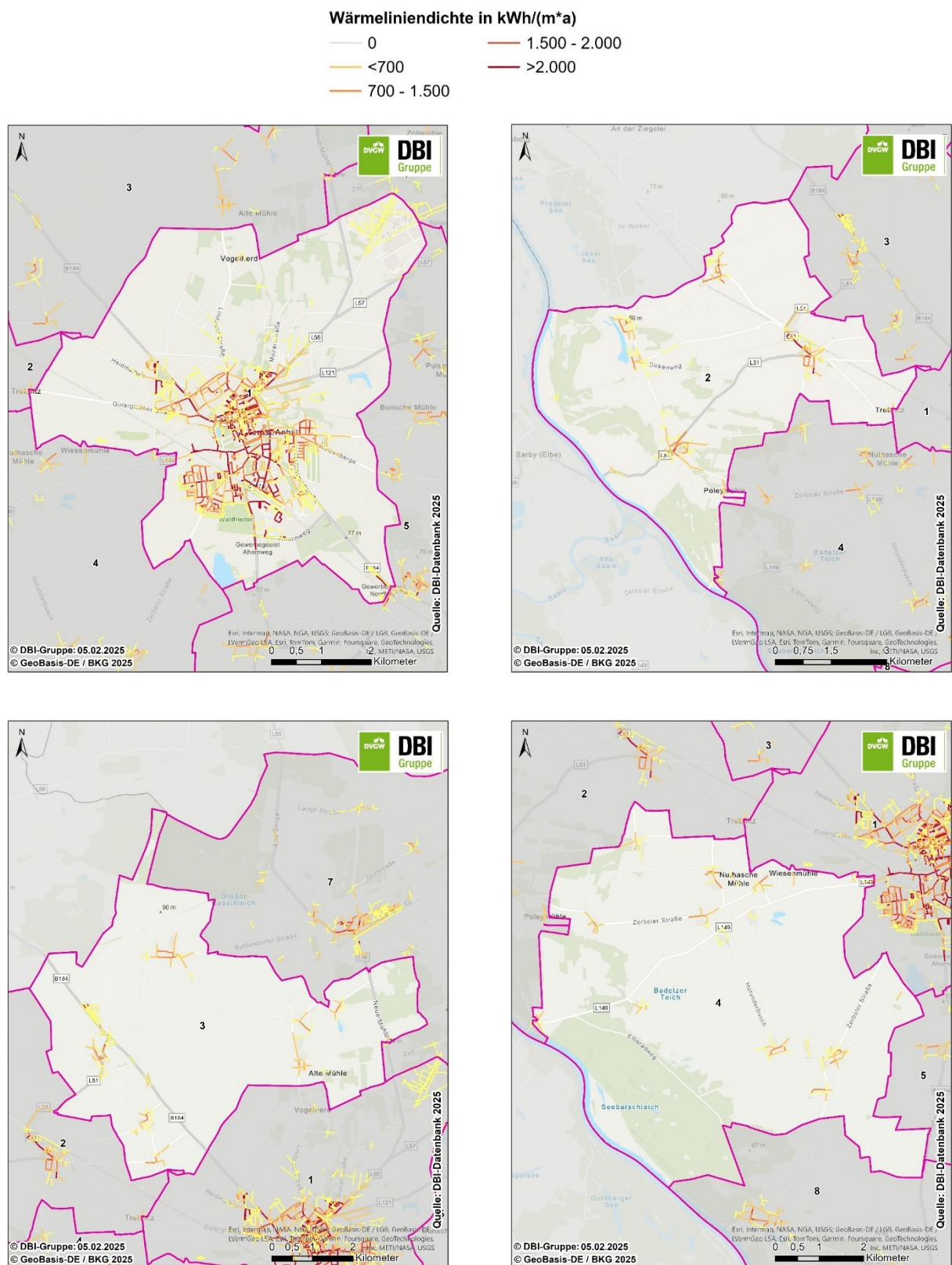


Abbildung 3-15: Wärmelinienindichten auf Straßenzugsebene zum Status quo in der Gemeinde (oben links: Cluster 1; oben rechts: Cluster 2; unten links: Cluster 3; unten rechts: Cluster 4)

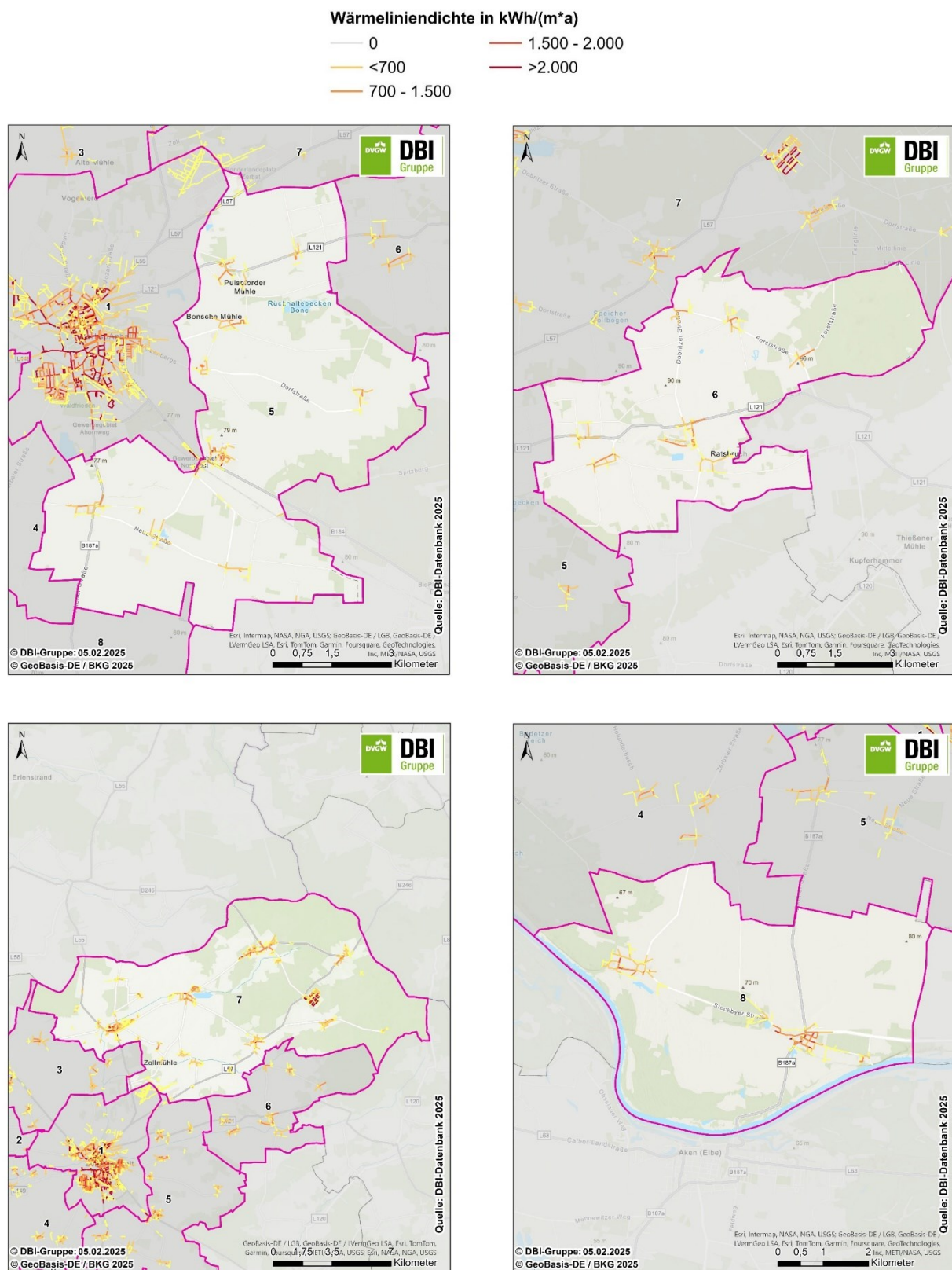


Abbildung 3-16: Wärmelinienindichten auf Straßenzugsebene zum Status quo in der Gemeinde (oben links: Cluster 5; oben rechts: Cluster 6; unten links: Cluster 7; unten rechts: Cluster 8)

Für die Überführung der Nutzwärmebedarfe in Endenergiebedarfe ist die Kenntnis zu den eingesetzten Wärmeversorgungstechnologien, inklusive ihrer regionalen Distribution in den einzelnen Teilgebieten (Clustern), unabdingbar. Wie bereits im Kapitel 3.2.5 eingehend beschrieben, wird für die Zuweisung der Heizungstechnologien je Gebäude im ersten Schritt auf die seitens der Netzbetreiber gelieferten Realdaten zurückgegriffen [15, 17]. Somit können die an das Wärmenetz angeschlossenen respektive erdgasversorgten Gebäude identifiziert werden. Die nach diesem Abgleich verbleibenden Datenlücken werden anhand offizieller Daten des Zensus 2022 geschlossen [11]. Die statistische Aufschlüsselung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Heizungsbestände ist im Anhang 3 einsehbar. Ein Rückgriff auf die potenziell genaueren Schornsteinfegerdaten war nicht möglich, da diese zum Zeitpunkt der Modellrechnungen und Analysen nicht zur Verfügung standen⁷. In Summe ist damit die Ermittlung einer konkreten Energieträgerverteilung je Baublock realisierbar. Die Verteilungen der eingesetzten Energieträger für Wärmezwecke auf Baublockebene werden in der Abbildung 3-17 (Cluster 1 bis 4) sowie der Abbildung 3-18 (Cluster 5 bis 8) thematisiert. Die in jeder Karte mittig eingefügte Ziffer repräsentiert die Nummer des zugehörigen Clusters. Aufgrund der Vielzahl der Baublöcke und der Größe des Untersuchungsgebiets erfolgt die stellvertretende Betrachtung repräsentativer Ortsteile mit hinreichender Abnehmeranzahl und strukturellen Unterschieden bezogen auf die eingesetzten Energieträger.

Diese gravierenden Unterschiede werden insbesondere beim Vergleich verschiedener Ortsteile bzw. Cluster offensichtlich. So weisen die meisten Baublöcke in der nördlichen Kernstadt Zerbst/Anhalt im Cluster 1 einen hohen Anteil mit Fernwärmeversorgung auf, wobei als zweiter Hauptenergieträger Erdgas fungiert. Die Dominanz von Erdgas lässt sich anschaulich in der oben links befindlichen Karte von Abbildung 3-17 nachvollziehen. Demzufolge sind außerhalb des Wärmenetzgebiets die meisten Baublöcke weit überwiegend erdgasversorgt. Nur an den äußersten Randbereichen der Kernstadt treten Einzelversorgungslösungen an die Stelle der leitungsgebundenen Systeme, z.B. in Form von Öl- und Holz-Pellettheizungen.

Gänzlich konträr stellt sich die Situation in Cluster 3 und Cluster 4 dar. Diese Cluster wurden im Rahmen der Eignungsprüfung vorrangig aufgrund des Mangels an Gas-/Wärmenetzanschlüssen als dezentrale Gebiete mit verkürzter Wärmeplanung definiert. Demzufolge überwiegen hier klassische fossile Energieträger. Konkret ist im Ortsteil Moritz im Cluster 3 (siehe Kartendarstellung unten links in der Abbildung 3-17) ein hoher Anteil von Heizöl zu erkennen, wenngleich auch strombasierte Technologien vertreten sind. Der Ortsteil Schora im selben Cluster ist ergänzend zum ebenfalls starken Einfluss von Ölheizungen auch durch Holz- sowie Kohleheizungen geprägt. Im Cluster 4 (Süd-West, siehe Karte unten rechts in der Abbildung 3-17) zeigt sich ein ähnliches Bild – einige Ortsteile nutzen Strom (vorrangig direktelektrisch) und Heizöl für Wärmezwecke und auch Kohle bzw. Holz dienen als Energieträger.

Die Abbildung 3-18 zeigt Ausschnitte aus den verbliebenen Clustern 5 bis 8. Im Cluster 6 und 8 ist offensichtlich, dass keiner der betroffenen Ortsteile an das Erdgasverteilnetz angeschlossen ist. Hingegen sind im Cluster 5 (z.B. in Pulpforde, Bone und Jütrichau) und Cluster 7 (z.B. betreffend Nedlitz oder Deetz) einige Ortsteile erdgasversorgt. In diesen Regionen besitzt die Erdgasversorgung dann in zahlreichen Baublöcken einen höheren Anteil an der

⁷ In der Schlussphase der Erstellung des kommunalen Wärmeplans für die Stadt Zerbst/Anhalt wurde die Datenbereitstellung auf Grund einer Neuregelung in Sachsen-Anhalt durch die Kommune beantragt. Die Daten wurden erst kurz vor Redaktionsschluss übermittelt und sind infolgedessen zwar im Anhang 26 und Anhang 27 erfasst, können aber an dieser Stelle nicht mehr berücksichtigt werden. Eine Anmerkung zu den Kkehrbuchdaten ist in Anhang 28 eingefügt. Für die turnusmäßige Überprüfung/Fortschreibung des initialen Wärmeplans empfiehlt sich daher die Implementierung der Schornsteinfegerdaten. Konkret bietet es sich an, die nach dem Realdatenabgleich verbliebenen Datenlücken anstelle der Zensusdaten mit den Informationen der Schornsteinfeger zu füllen. Eine Voraussetzung dafür ist, dass die Daten geografisch verortet sind (z.B. je Straßenzug) und nicht nur aggregiert (z.B. als Gemeindebilanz) vorliegen.

Wärmeversorgung als dezentrale Technologien. Ergänzend ist zu erwähnen, dass der Ortsteil Polenzko im Cluster 6 ein Fernwärmenetz mit rund 30 Abnehmern besitzt.

Weitere Ortsteile mit ihrer jeweiligen Energieträgerverteilung in den Baublöcken zeigen der Anhang 12 sowie der Anhang 13.

Energieträgerverteilung zur Wärmebereitstellung

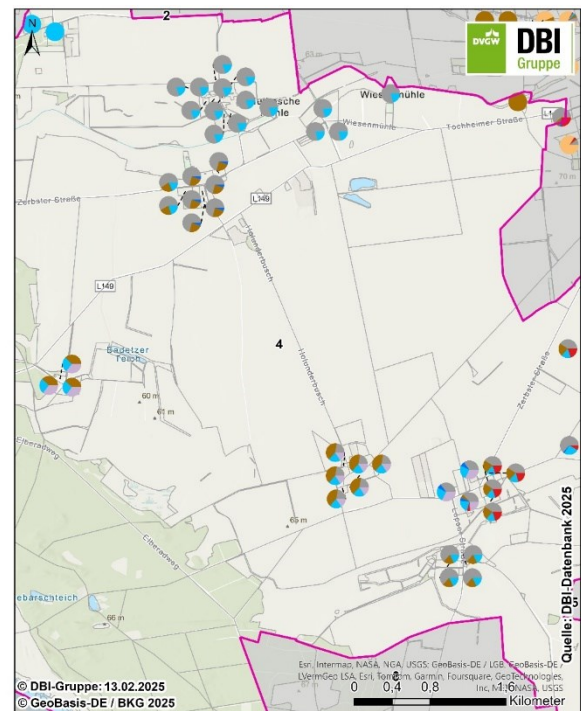
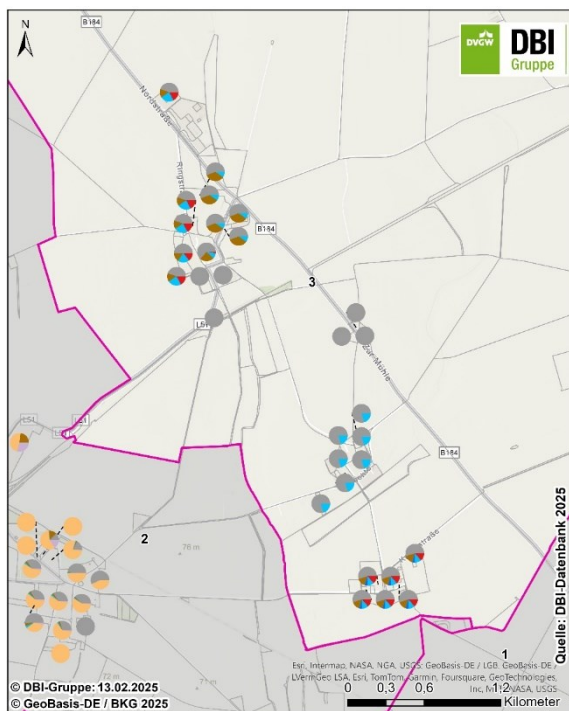
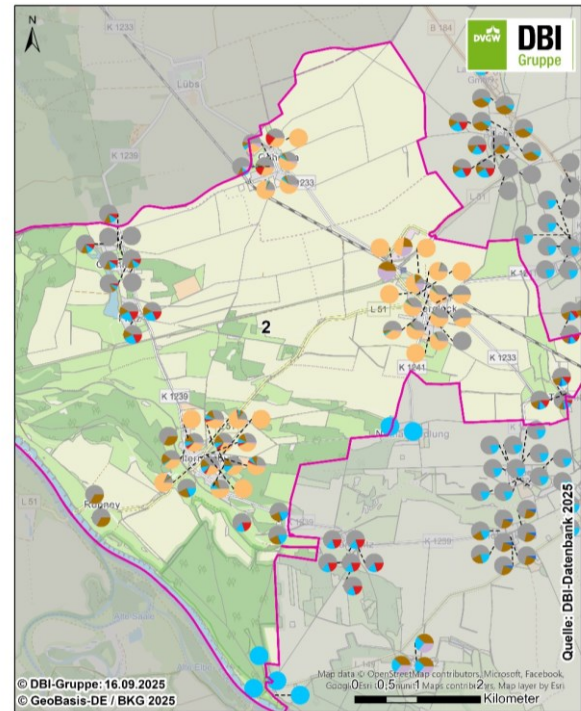
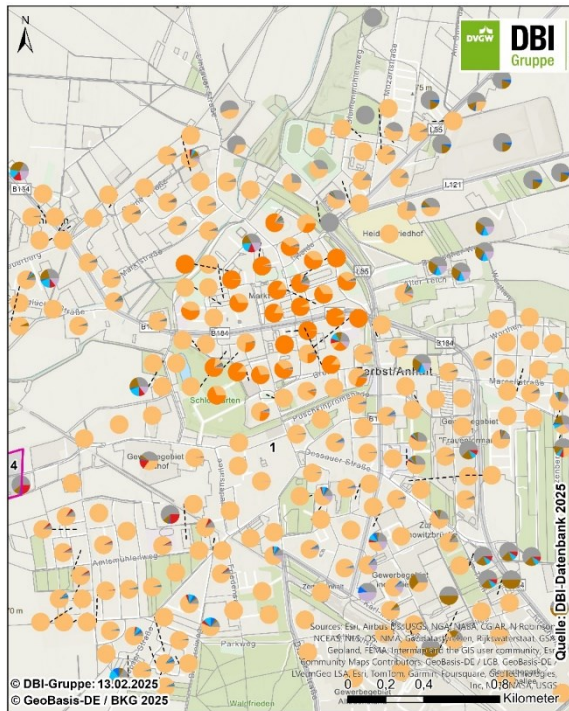


Abbildung 3-17: Baublockscharfe Verteilung der für Wärmezwecke eingesetzten Energieträger. Oben links: Cluster 1 (Stadt Zerbst), oben rechts: Cluster 2 (West), unten links: Cluster 3 (Nord-West), unten rechts: Cluster 4 (Süd-West)

Energieträgerverteilung zur Wärmebereitstellung

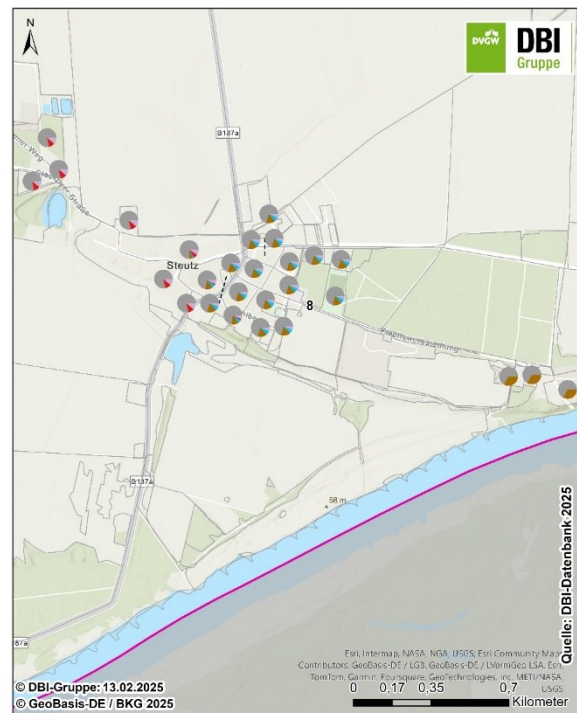
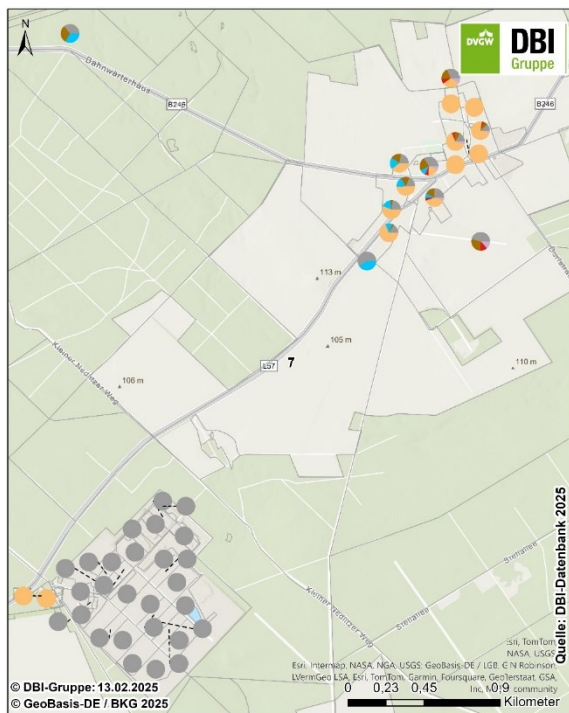
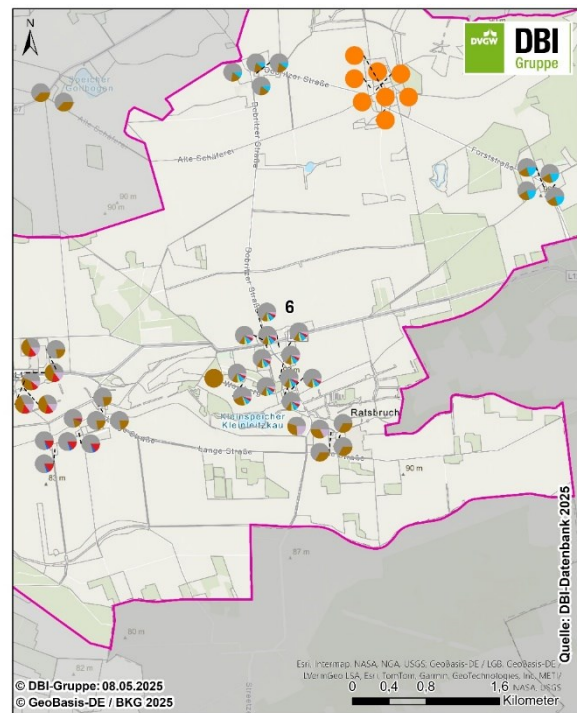
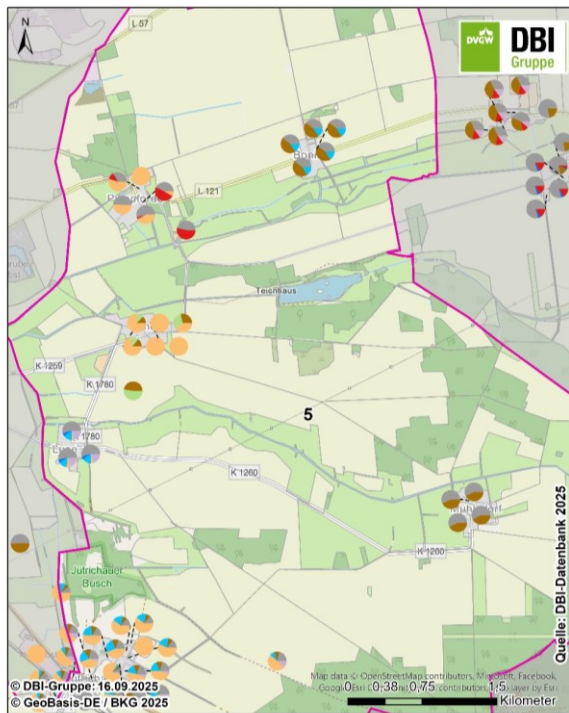


Abbildung 3-18: Baublockscharfe Verteilung der für Wärmezwecke eingesetzten Energieträger. Oben links: Cluster 5 (Süd-Ost), oben rechts: Cluster 6 (Ost), unten links: Cluster 7 (Nord-Ost), unten rechts: Cluster 8 (Süd)

Durch die Verknüpfung der Nutzwärmebedarfe, der ermittelten Energieträger- bzw. Technologieverteilung und Anwendung typischer Wirkungsgrade sowie Jahresarbeitszahlen (siehe Anhang 4 auf S. 189) liegt schließlich die Endenergiebilanz für die Stadt Zerbst/Anhalt mit dem Fokus auf Wärmeanwendungen vor.

Gemäß WPG sind die Endenergiebedarfe für Wärmezwecke sowohl nach Sektoren als auch Energieträger aufzuschlüsseln, siehe Abbildung 3-19. Erwartungsgemäß sind die privaten Haushalte mit rund 184 GWh/a für den größten Anteil (55 %) des Endenergiebedarfs für Wärmezwecke verantwortlich. Mitunter sind Gebäude z.B. infolge einer Mischnutzung nicht eindeutig einem vorrangigen Sektor zuzuordnen, sodass die Kategorie „Sonstige“ erforderlich ist. Unter „Gewerbe“ sind vorrangig Einzelhandelsbetriebe subsumiert. Diese bewirken knapp ein Fünftel des Gesamtbedarfes im Wärmebereich. Dagegen repräsentiert die Kategorie „verarbeitendes Gewerbe“ kleine bis mittlere Unternehmen, die bestimmte Güter produzieren (z.B. im Bereich der Metallverarbeitung). In Abhängigkeit des Sektors schwanken zudem die eingesetzten Energieträger stark. In privaten Haushalten besitzt etwa fossiles Heizöl weiterhin mit 18 % am Endenergiebedarf dieses Sektors einen nennenswerten Anteil. Hingegen fällt die Bedeutung im kommunalen Bereich mit rund 15 % etwas niedriger aus und ist für das Gewerbe (2 % Anteil) als Nischenlösung zu bewerten. Sektorenübergreifend hat Erdgas (H) einen sehr hohen Einfluss auf die Wärmebereitstellung im Untersuchungsgebiet. So deckt Erdgas im Bereich der privaten Haushalte 60 % des Endenergiebedarfs für die Wärmebereitstellung. Im Gewerbe ist Erdgas mit einem Anteil von knapp 92 % der dominante Energieträger. Das verarbeitende Gewerbe ist nahezu ausschließlich von Erdgas für Wärmezwecke abhängig. Fernwärme ist im Privatbereich (ca. ein Zehntel des Endenergiebedarfs) und bei der Beheizung kommunaler Gebäude, wie etwa Schulen, relevant (19 % Anteil).

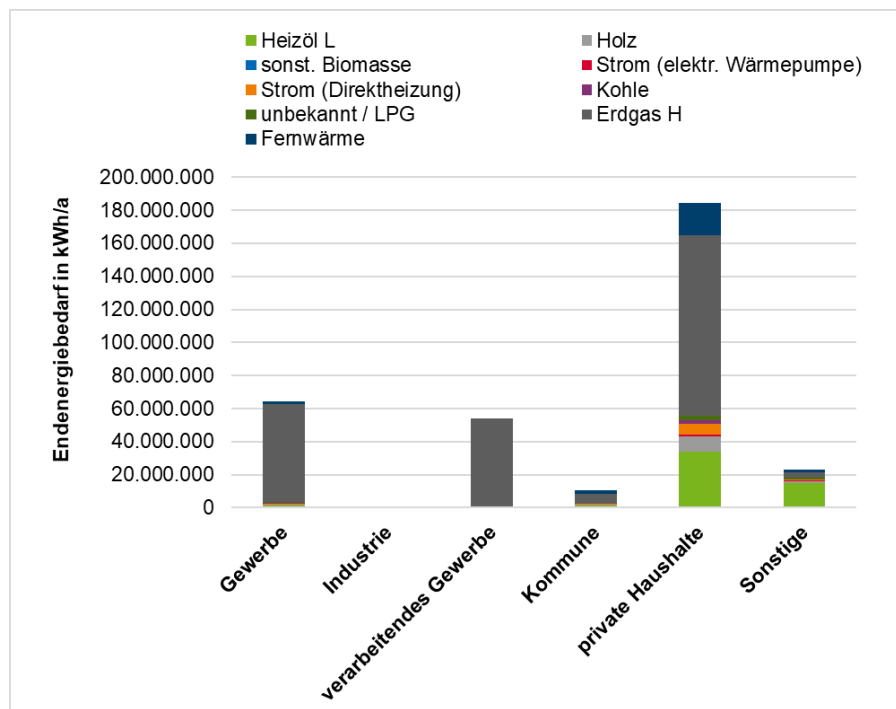


Abbildung 3-19: Differenzierung des Endenergiebedarfs für Wärmezwecke nach Sektor und Energieträger

Für die Bewertung der infrastrukturseitigen Optionen zur Transformation der Wärmeversorgung ist ebenso bedeutsam, welcher Anteil der Wärme bereits über leitungsgebundene Infrastrukturen bereitgestellt wird. Unter leitungsgebundenen Infrastrukturen sind hierbei Wärmenetze sowie das Erdgasverteilnetz zu verstehen. Im Einklang mit der Abbildung 3-20 entstammen bereits

zum Status quo über drei Viertel (76 %) des Wärmebedarfs der leitungsgebundenen Bereitstellung. Die verbleibenden 24 % werden über dezentrale Lösungen (Einzelversorgung, z.B. Ölheizungen oder elektrische Wärmepumpen) realisiert.

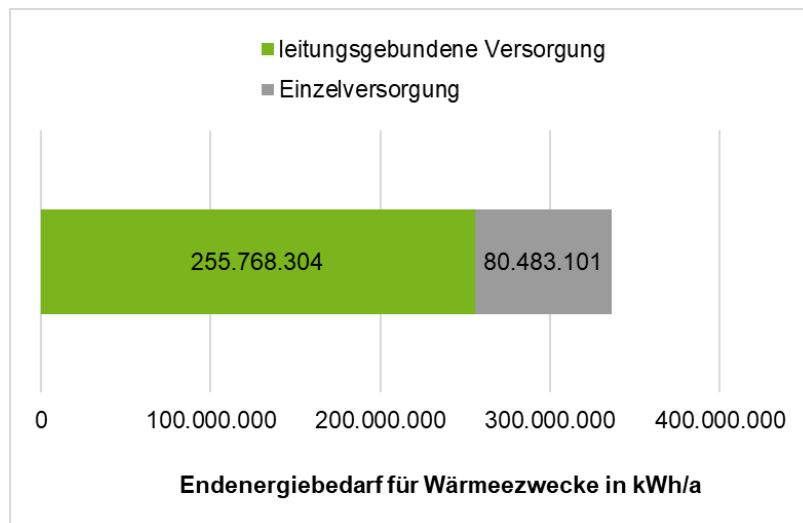


Abbildung 3-20: Differenzierung des Endenergiebedarfs für Wärme nach Art der Bereitstellung

Schließlich ist eine Differenzierung der Wärmenachfrage nach konkretem Anwendungszweck durchzuführen. Diese ist in der Abbildung 3-21 hinterlegt. Die sektorenspezifische Aufschlüsselung (siehe Abbildung 3-19) zeigte bereits die hohe Bedeutung der privaten Haushalte für die Gesamtwärmebilanz im Untersuchungsgebiet. Daher besitzt erwartungsgemäß die Raumwärmebereitstellung mit einem Anteil von 59 % am Gesamtbedarf den größten Einfluss auf die Unterscheidung nach Anwendungszweck. In Relation zum Gesamtbedarf ist Prozesswärme mit einem Anteil von 12 % von geringer Bedeutung. Gleichwohl kann Prozesswärme in einzelnen Stadtbereichen respektive Baublöcken einen hohen Einfluss auf abgeleitete Kenngrößen (z.B. die flächenbezogene Bedarfsdichte) entfalten. Dies ist z.B. gut im Gewerbegebiet südwestlich der B 184 in der Kernstadt Zerbst erkennbar. Die dort ansässigen Betriebe, etwa aus der Lebensmittelbranche, nutzen vorwiegend Erdgas als Energieträger für Wärmeezwecke. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass die Prozesswärmebereitstellung im Gegensatz zur Raumwärme und Warmwasser in aller Regel nicht über Wärmenetzinfrastrukturen realisiert werden kann, was sich z.B. durch das benötigte Temperaturniveau und das zeitliche Abnahmeprofil (ganzjähriger Bedarf) begründet.

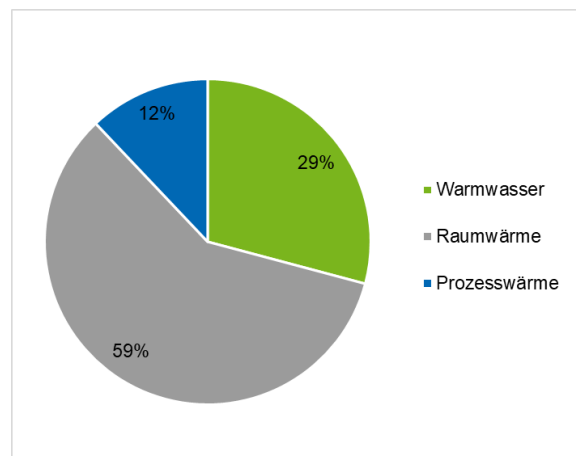


Abbildung 3-21: Differenzierung des Wärmebedarfs nach Anwendungszweck

Entscheidend für die künftige Transformation der Wärmeversorgung in Zerbst/Anhalt ist das Verhältnis zwischen erneuerbarer und fossiler Wärmeversorgung über alle Energieträger respektive Technologien hinweg. Dieser fossile Anteil muss schrittweise bis 2045 auf klimafreundliche Alternativen umgestellt werden. Bei Betrachtung der Abbildung 3-22 wird der aktuell überdurchschnittliche Anteil erneuerbarer Wärmequellen deutlich. Demnach sind gegenwärtig 27 % des Endenergiebedarfs für Wärmezwecke regenerativen Quellen zuzuordnen. Für die Berechnung des erneuerbaren Anteils wurden ergänzend zu Holz/Biomasse und Solarthermie bzw. Umweltwärme jeweils auch der erneuerbare Energieanteil für Fernwärme [16] und Strom [29] berücksichtigt. Ebenfalls eingeflossen ist der Biomethananteil am Erdgasmix [17]. Insgesamt liegt der erneuerbare Wärmeanteil damit in der Stadt Zerbst/Anhalt deutlich oberhalb des bundesdeutschen Durchschnitts der Jahre 2022 bis 2024 (rund 18 %, siehe [3]).

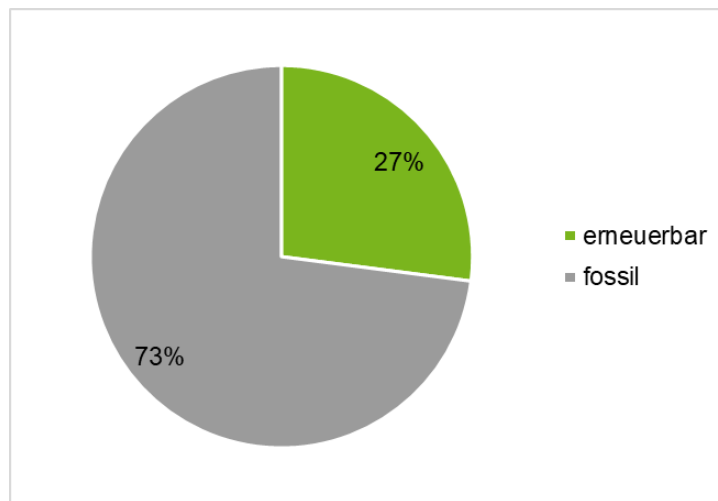


Abbildung 3-22: Anteile erneuerbarer sowie fossiler Energieträger an der Wärmeversorgung

Zusammenfassend ist somit zu konstatieren, dass in der Stadt Zerbst/Anhalt zum gegenwärtigen Stand über alle Sektoren und Anwendungen hinweg in Summe rund 314 GWh/a (entsprechend 314 Mio. kWh/a) Nutzwärme nachgefragt werden. In Kombination mit dem ermittelten TechnologiemiX (eingesetzte Heizungssysteme) sind zur Bereitstellung dieser Nutzwärmemenge rund 336 GWh/a Endenergie aufzuwenden. Infolge seines Anteils am Gesamtbedarf von über zwei Dritteln (69 %) ist Erdgas der mit Abstand bedeutsamste Energieträger in der Gemeinde – das Erdgasverteilnetz ist zudem in der Hälfte der betrachteten Cluster verfügbar. Die regionale Differenzierung zeigt erhebliche Unterschiede zwischen den Clustern. Das Cluster 1 Stadt Zerbst wird vorrangig durch Fernwärme respektive Erdgas versorgt. In den Clustern 3 und 4 sind mangels leitungsgebundener Technologien ausschließlich Einzelversorgungs-lösungen präsent, vorrangig Ölheizungen, die je nach Ortsteil um strombasierte Technologien und/oder Biomasseheizungen (Holz) ergänzt werden. Sofern in den übrigen Clustern in einem konkreten Ortsteil Erdgasanschlüsse vorhanden sind, überwiegt in den zugehörigen Baublöcken meist der Erdgasanteil. Ortsteile bzw. Baublöcke ohne Zugang zum Erdgasverteilnetz sind auch hier häufig durch einen Fokus auf Heizöl in Kombination mit geringeren Anteilen Strom (Direktheizung/Wärmepumpe), Biomasse (insbesondere Holz) und zum Teil nach wie vor Kohleheizungen gekennzeichnet. Eine Sonderstellung nimmt der Ortsteil Polenzko im Cluster 6 ein, da dieser maßgeblich über ein Biogas-KWK-basiertes Wärmenetz versorgt wird.

3.3.4 Bestandsanlagen erneuerbare Energien

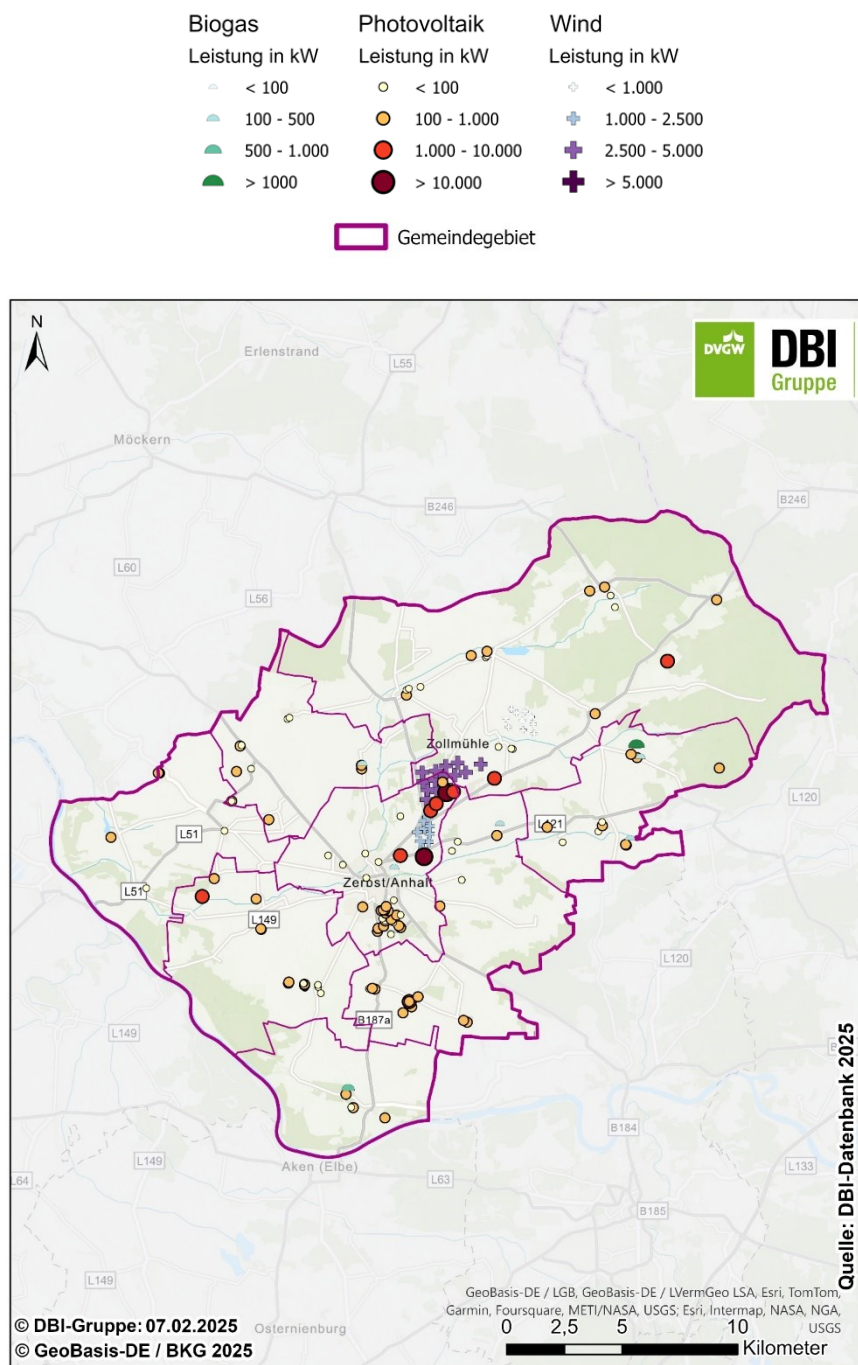


Abbildung 3-23: Art, Leistung und Standort bestehender EE-Anlagen zur Stromerzeugung/KWK in der Stadt Zerbst/Anhalt; eigene Analysen auf der Basis von [19]

Die Abbildung 3-23 veranschaulicht die Standorte der gegenwärtig in der Stadt Zerbst/Anhalt betriebenen Erneuerbare-Energien-Anlagen⁸. Dargestellt sind hierbei zunächst die für die reine Strom- oder gekoppelte Strom-/Wärmeerzeugung (KWK) relevanten Anlagen anhand ihrer kumulierten elektrischen Nennleistung. Auffällig ist einerseits der breite Mix unterschiedlicher Anlagentypen und die Anzahl an Anlagen in der Gemeinde. In allen Clustern sind PV-Anlagen vertreten, wobei der (leistungsbezogene) größte Anteil (ca. 93 %) auf Anlagen größer 30 kW elektrisch entfällt. Es handelt sich in diesem Kontext etwa um große Freiflächenanlagen, wie sie zum Beispiel am ehemaligen Zerbster Flugplatz an der nordöstlichen Grenze zwischen Cluster 1 und Cluster 7 vorzufinden sind. Ergänzend existieren in allen Clustern zahlreiche Aufdachanlagen kleinerer Leistung. Weiterhin sind Biogasanlagen ein fester Bestandteil der erneuerbaren Strom- und Wärmeerzeugung in der Kommune. Die größte elektrische Nennleistung im Biogaskontext weist das Cluster 6 auf (ca. 2,8 MW), gefolgt vom Cluster 8 (ca. 1,4 MW). Die installierten elektrischen Nennleistungen auf Basis der im Marktstammdatenregister hinterlegten EE-Anlagen fasst die Abbildung 3-24 zusammen.

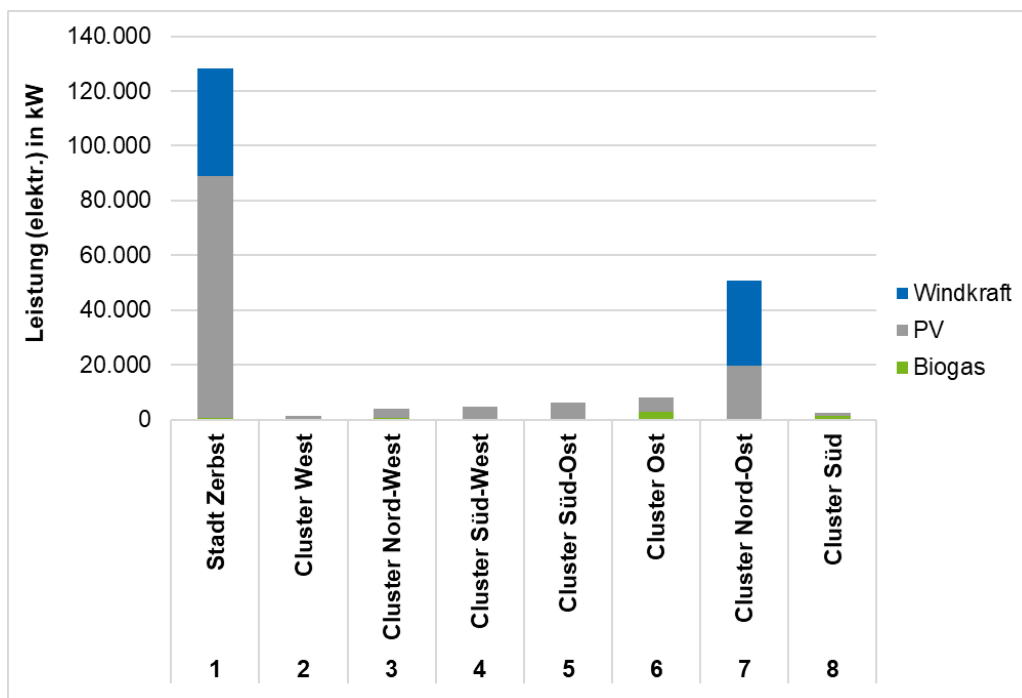


Abbildung 3-24: Installierte Nennleistung (elektrisch) bestehender EE-Anlagen zur Stromerzeugung/KWK in der Stadt Zerbst/Anhalt

Parallel zu den EE-Anlagen für die (direkte) Strom-/Wärmeerzeugung existieren in der Gemeinde ebenfalls sogenannte Biogaseinspeiseanlagen (BGEA). Hierbei handelt es sich um Biogasanlagen, die mittels zusätzlicher Anlagentechnik (Gastrocknung, CO₂-Abtrennung, Verdichtung) das Rohbiogas aufbereiten. Das so entstehende Biomethan wird als Erdgassubstitut in die bestehende Erdgasnetzinfrastruktur eingespeist und erhöht in der Folge den erneuerbaren Energieanteil der Gasversorgung. Aus diesem Grund ist für die korrelierenden Biomethanmengen nicht klar ersichtlich, welcher Anwendung diese schließlich zugeführt werden. Zum einen ist analog zum Rohbiogas auch eine spätere Verwertung in KWK-Anlagen möglich. Zum anderen wird das Biomethan jedoch auch bilanziell für eine reine Wärmeerzeugung (z.B. im

⁸ Im Kontext der PV-Anlagen sind ausschließlich Anlagen ≥ 30 kW elektrisch in der Karte eingezeichnet (vornehmlich z.B. Gewerbedachflächen oder Freiflächen). Ursächlich hierfür sind Datenschutzbestimmungen im Marktstammdatenregister, wonach bis 30 kW elektrisch keine Gebäudestandorte in Form der exakten Koordinaten ausgewiesen werden.

Gasbrennwertkessel eines Privathaushalts) genutzt. Diese Zusammenhänge machen eine, von den sonstigen EE-Anlagen getrennte, Auswertung notwendig.

Die Ergebnisse der separaten Analyse repräsentiert die Abbildung 3-25. Im linken Teil der Abbildung finden sich die Standorte der bestehenden Biogaseinspeiseanlagen. Demnach existiert in Cluster 1 und Cluster 2 jeweils eine Anlage. Die zugehörigen Einspeisekapazitäten (in m³ Biomethan / h) und die Energiemengen (in MWh/a) sind im rechten Teil der Abbildung 3-25 gegeben. Insgesamt beläuft sich die Einspeisekapazität auf rund 1.350 m³ Biomethan / h, was in einer Energiemenge von 97,4 GWh/a mündet. Diese Biomethanmenge ist als signifikante EE-Quelle einzustufen, da der gesamte Erdgasverbrauch der Stadt Zerbst/Anhalt für Wärmezwecke rund 232 GWh/a beträgt, siehe Kapitel 3.3.3. Demzufolge ist bei rein bilanzieller Betrachtung ein Anteil von bis zu rund 42 % des Gasverbrauchs über lokale erneuerbare Quellen in Form des Biomethans darstellbar. Bei dieser Bilanzierung gilt jedoch stets zu beachten, dass das Biomethan infolge der Einspeisung auch in Nachbargemeinden zum Einsatz kommen kann, sofern diese an das Erdgasverteilnetz angeschlossen sind. Dieser Umstand wird bei den Betrachtungen zum Wärmemix explizit in den Zielszenarien (siehe Kapitel 5) adressiert. Gemäß Zuarbeiten des zuständigen Verteilnetzbetreibers ist mit Stand 2023 für das Netzgebiet rund um Zerbst/Anhalt ein erneuerbarer Anteil von 31 % anzusetzen.

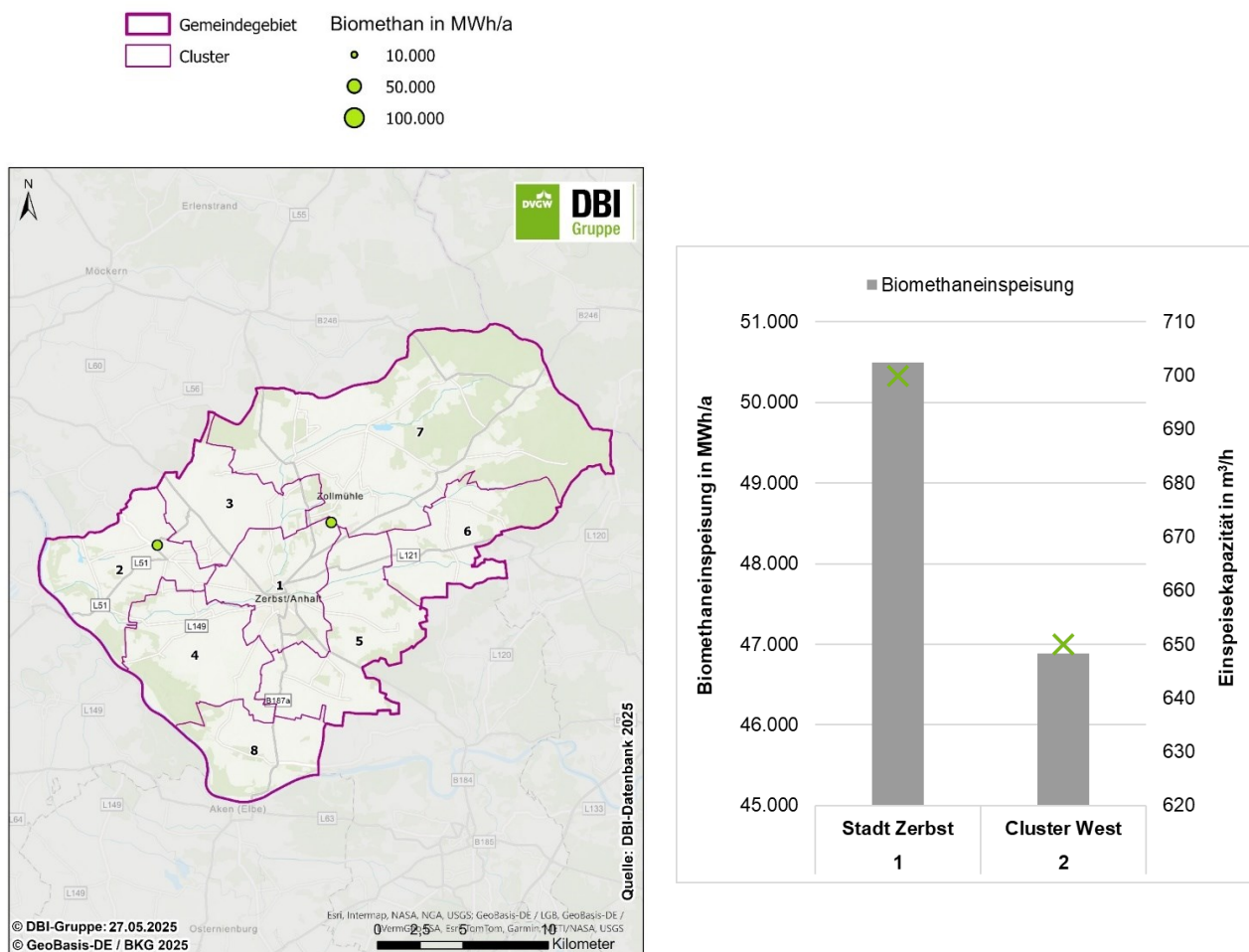


Abbildung 3-25: Standorte (links) und installierte Kapazität bzw. Einspeisemengen (rechts) von BGEA; eigene Analysen auf der Basis von [24]

3.3.5 Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung (Status quo)

Die Energiebilanz im Wärmekontext bildet die Grundlage für die Treibhausgasbilanz zum Status quo. Durch Verknüpfung der Endenergiebedarfe mit den einzelnen Emissionsfaktoren können die absoluten Treibhausgasemissionen je Energieträger ermittelt werden. Das Ergebnis der Verschneidung ist in Abbildung 3-26 sowohl grafisch (linker Teil) als auch tabellarisch (rechter Teil) zusammengefasst. Analog zur Energiebilanz bewirkt der Einsatz von Erdgas für Wärmezwecke die höchsten Absolut-Emissionen. Infolge des im Vergleich zu Heizöl niedrigeren Emissionsfaktors besitzt Erdgas hingegen nur einen Anteil von rund 65 % an den Gesamtemissionen, während es 69 % des Endenergiebedarfs für Wärme deckt. Konträr dazu bewirkt Heizöl rund 24 % der Gesamtemissionen und steuert lediglich 15 % des wärmeseitigen Energiebedarfs bei. Bei absteigender Sortierung nach Treibhausgasemissionen bildet Strom (sowohl für den Antrieb von Wärmepumpen als auch direktelektrische Heizungssysteme) den Rang drei mit einem Anteil von 7 %. Fernwärme deckt 7 % des kommunalen Wärmebedarfs, wird aber gleichzeitig als bilanziell CO₂-neutral betrachtet (gemäß CO₂-Bescheinigung des Zerbster Fernwärmenetzes beträgt der Emissionsfaktor 0 g CO₂-Äq./kWh; das Netz in Polenzko basiert auf der Biogasnutzung). Dies liegt in der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung beim Fernwärmemix begründet⁹.

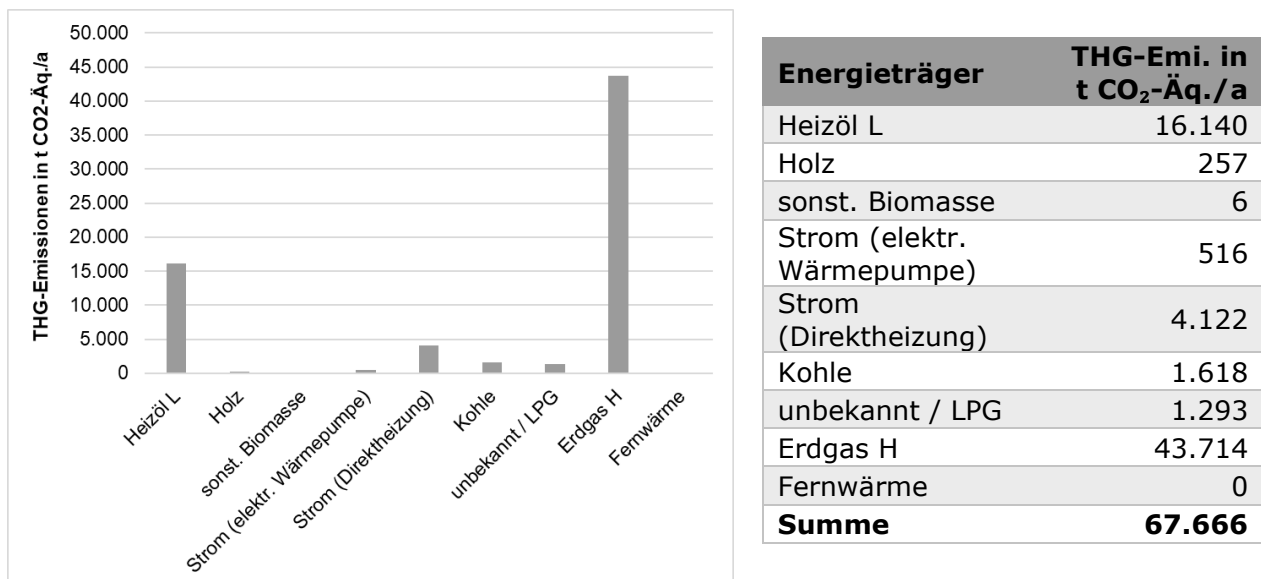


Abbildung 3-26: Treibhausgasemissionen infolge der Wärmebereitstellung; Differenzierung nach Energieträger (Status quo)

Parallel zur Differenzierung der THG-Emissionen nach Energieträger ist ebenso die Aufschlüsselung nach Sektoren erforderlich. Die sektorenscharfen Ergebnisse sind in der Abbildung 3-27 zusammengefasst. Abseits der geänderten Absolutwerte sind die grundsätzlichen Verhältnisse und Zusammenhänge sehr ähnlich zur Abbildung 3-26. Demzufolge ist die Gesamtbilanz hauptsächlich durch die Nutzung von Erdgas sowie Heizöl in privaten Haushalten bzw. die Erdgasnutzung in der Industrie und im Gewerbe geprägt. Betrachtet man die Emissionen infolge der Wärmeverwendung in privaten Haushalten im Verhältnis zur

⁹ Die für die Bescheinigung zum Fernwärmenetz Zerbst angewandte Bilanzierungsmethodik berücksichtigt einen sogenannten Verdrängungsstrommix. Demzufolge verdrängt der aus der anteilig erneuerbaren KWK-Erzeugung bereitgestellte Strom fossilen Strom aus dem öffentlichen Netz. Dies wird als Gutschrift auf die CO₂-Emissionen des Fernwärmemix angerechnet. Aus Konsistenzgründen wird dieses Vorgehen auf das Netz in Polenzko adaptiert.

Einwohnerzahl (22.183) in der Gemeinde, so ergibt sich ein Pro-Kopf-Wert in Höhe von 1.670 kg CO₂ je Einwohner und Jahr. Der bundesweite Durchschnitt liegt mit 2.100 kg CO₂ je Einwohner und Jahr rund 26 % höher¹⁰. Der bereits in Betrieb befindliche EE-Anlagenbestand, insbesondere in Form der Biogaseinspeiseanlagen, bewirkt kombiniert mit der bilanziell klimaneutralen Fernwärmebereitstellung diese günstige Emissionsbilanz.

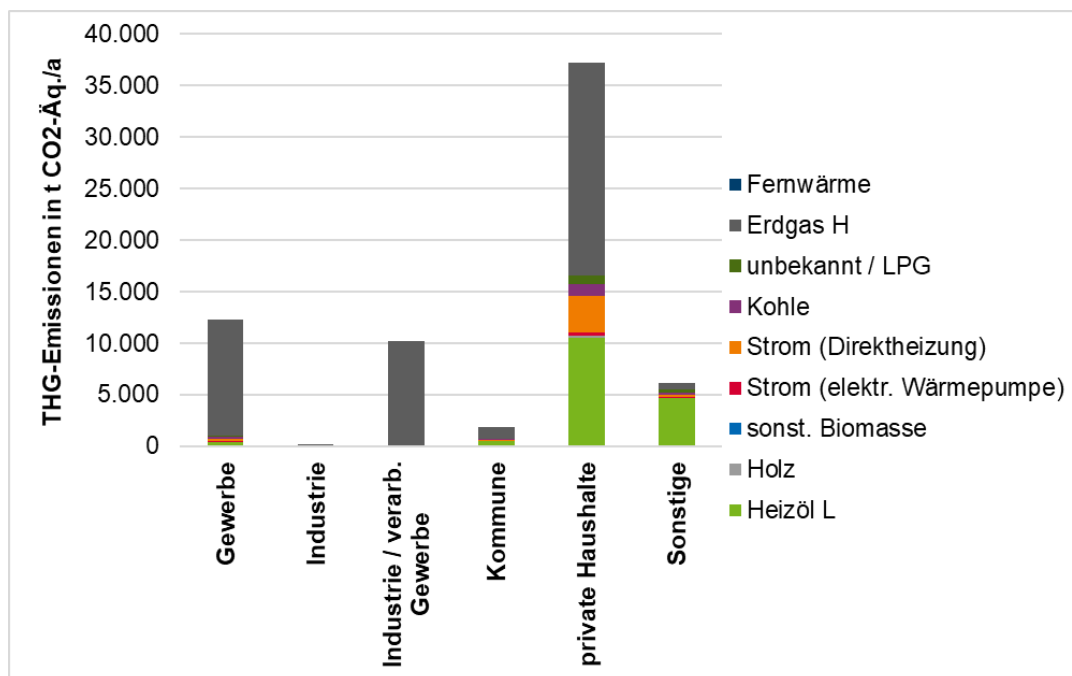


Abbildung 3-27: Treibhausgasemissionen infolge der Wärmebereitstellung; Differenzierung nach Sektoren (Status quo)

¹⁰ Für die Berechnung wurden die wärmeinduzierten Emissionen im Bedarfsfeld Wohnen der deutschen Einwohnerzahl gegenübergestellt.

4 Potenzialanalyse

4.1 Ziele und gesetzliche Anforderungen

Der BMWK-Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung [7] formuliert zusammenfassend als Hintergrund der Potenzialanalyse:

„§ 16 Absatz 1 WPG sieht für die Potenzialanalyse die systematische Analyse der im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme sowie zur zentralen Wärmespeicherung vor. Bereits bekannte räumliche, technische, rechtliche oder wirtschaftliche Restriktionen für die Nutzung von Wärmeerzeugungspotenzialen sind zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind die Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden und industriellen oder gewerblichen Prozessen abzuschätzen (§ 16 Absatz 2 WPG).“

Das bisherige Energiesystem ist nach wie vor durch die Nutzung (fossiler) Energieträger geprägt, die außerhalb des kommunalen Untersuchungsgebiets gewonnen und über Verbrennungs- respektive Umwandlungsprozesse innerhalb des Gebiets der Wärmeplanung zur Bereitstellung von Wärme (und ggf. anteilig Strom bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) genutzt werden. Dazwischen liegen Transportprozesse über teils weite Distanzen. Auch der zunehmende Anteil erneuerbarer Energien auf der Stromseite wird etwa im Falle von Windkraftanlagen meist außerhalb des Untersuchungsgebiets realisiert und der Strom mittels Übertragungs- und Verteilnetzen zum Endkunden transportiert.

In Zukunft wird die Nutzung lokaler Potenziale erneuerbarer Energien innerhalb der kommunalen Verwaltungsgebiete einen deutlichen Bedeutungszuwachs erfahren. Im Rahmen der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans sind daher die vor Ort verfügbaren Potenziale zur Bereitstellung erneuerbaren Stroms (für Wärme) und erneuerbarer Wärme zu quantifizieren und geografisch zu verorten. Parallel dazu sind mögliche Optionen zur Einsparung des Nutzwärmebedarfs und der korrelierenden Endenergiebedarfe zu prüfen. Hierbei sollten infolge der langfristigen Betrachtungszeiträume bis 2045 z.B. auch klimatische Veränderungen in die Analysen einbezogen werden.

Konkret gliedert sich die Potenzialanalyse demnach in folgende Teilschritte:

1. Ermittlung der möglichen Energieeinsparung durch Bedarfsreduktion von Gebäude- und Prozesswärme.
2. Ermittlung der Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung.
 - i. Solarthermie
 - ii. Umweltwärme
 - iii. Biomasse
 - iv. Geothermie
 - v. Sonstige (Abwasser, erneuerbare Gase)
3. Ermittlung der EE-Strompotenziale zur Wärmeerzeugung
 - i. Wind
 - ii. PV (Frei- und Dachflächen)

4. Ermittlung Abwärmepotenziale und Wärmespeicherung

Hierbei gilt anzumerken, dass in Abhängigkeit des konkreten Untersuchungsgebiets nur eine Teilmenge der oben aufgeführten Potenziale und Analyseschritte durchzuführen ist. Die Entscheidung über die Priorisierung der einzelnen Analyseschwerpunkte ist stets in Rücksprache mit der jeweiligen Kommune zu tätigen. Für die Gebiete mit erfolgter Entscheidung zur Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung (siehe Vorgehen und Ergebnis der Eignungsprüfung aus Kapitel 2) können ggf. Vereinfachungen vorgenommen werden.

Der BMWK-Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung formuliert hierzu:

Auswirkungen der Eignungsprüfung auf die Potenzialanalyse

*„In Teilgebieten, für die als Ergebnis der Eignungsprüfung eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden kann, kann sich die Analyse der Wärmequellen auf die Potenziale beschränken, die für eine **dezentrale Versorgung** in Betracht kommen.*

*Dies umfasst **vorrangig oberflächennahe Geothermie, Umgebungsluft und Grundwasser**. Darüber hinaus wird auch in Gebieten verkürzter Wärmeplanung die Potenzialanalyse von **Freiflächen-Solarthermie** und **zentraler Wärmespeicherung** empfohlen, um diese für eine mögliche Nutzung in einem bestehenden oder zukünftigen nahegelegenen Wärmenetz zu ermitteln.*

*Nur in den Teilgebieten der verkürzten Wärmeplanung, in denen ein **erhöhtes Energieeinsparpotenzial** vermutet wurde, wird das Wärmeeinsparpotenzial abgeschätzt. Hierbei kann wie in der normalen Wärmeplanung vorgegangen werden.“ [7]*

4.2 Methodischer Ansatz und Datenbasis

4.2.1 Abschätzung der Wärmeeinsparpotenziale

Als strategisches Planungsinstrument zielt die kommunale Wärmeplanung auf die langfristige Transformation der Wärmeversorgung ab. Diese Transformation muss im Einklang mit der geltenden Klimagesetzgebung stehen. Zur Erreichung der deutschen Klimaziele (Klimaneutralität bis 2045) sind grundsätzlich zwei Ansätze möglich, wobei diese zueinander in Wechselwirkung stehen bzw. auch miteinander kombiniert werden können. So ist es einerseits erforderlich, die Energiebedarfe durch sukzessive zunehmende Anteile erneuerbarer (d.h. klimaneutraler) Energieträger zu decken. Andererseits sollten die Energiebedarfe, z.B. für die Wärmebereitstellung, schrittweise reduziert werden. Diese Reduzierung ist etwa über entsprechende Effizienzmaßnahmen (bessere Dämmung von Gebäuden, Einsatz moderner Heizungssysteme mit hohen Wirkungsgraden bzw. Arbeitszahlen) möglich. Auch weitere Faktoren (fortschreitende Klimaerwärmung, demografischer Wandel) beeinflussen die Energiebedarfsentwicklung auf regionaler Ebene.

Aus diesem Grund ist es im Rahmen eines kommunalen Wärmeplans unerlässlich, die erzielbaren Minderungen im Bereich Raumwärme, Trinkwarmwasserbereitung sowie Prozesswärme zu quantifizieren. Analog zu den Empfehlungen des Leitfadens für die kommunale Wärmeplanung

(BMWK, BMWSB) ist hierzu ein zweistufiges Vorgehen vorteilhaft [7]. Im ersten Schritt sind die maximal möglichen Energieeinsparungen zu ermitteln. Diese Maximaleinsparungen können durch geeignete Rechenmodelle abgebildet werden. In den Modellen erfolgt die Verschneidung zahlreicher Einflussparameter, um für die einzelnen Gebäude einer Kommune die maximalen Einsparpotenziale zu ermitteln. Diese gebäudescharfen Ergebnisse werden anschließend auf Baublockebene aggregiert, um übergeordnete Aussagen für das Untersuchungsgebiet zu erhalten.

Ergänzend zum Vorgehen für die Schließung von Datenlücken im Kontext der Bestandsanalyse kommt auch bei der Prognose der Wärmebedarfe ein ausgereiftes GIS-Modell zum Einsatz. Die Wärmebedarfsprognose erfordert daher eine Fortschreibung maßgeblicher Einflussfaktoren, wie etwa der Entwicklung des spezifischen Wärmebedarfs und regional wirksamer Klimaeffekte. Das Grundprinzip der Berechnung ist für das Beispiel von Wohngebäuden in der vereinfachten Abbildung 4-1 visualisiert. Eine ausführliche Diskussion der Modell-Funktionsweise und der Annahmen zu Eingangsparametern kann einer DBI-Publikation entnommen werden [30].

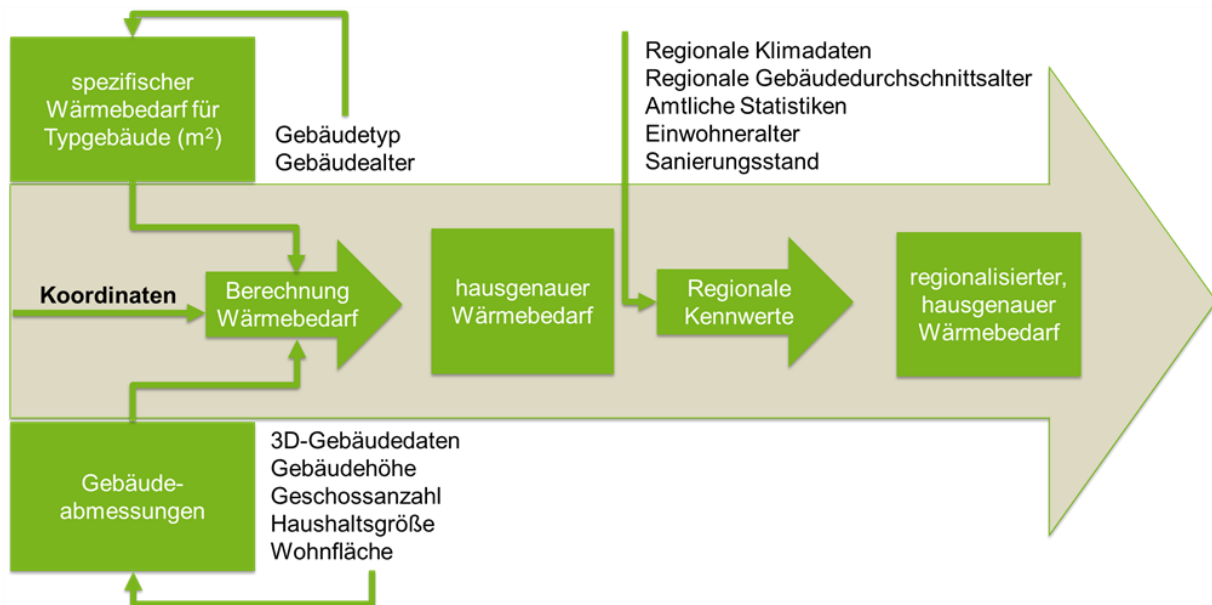


Abbildung 4-1: Modellhafter Ansatz zur Fortschreibung der Wärmebedarfe (Beispiel Wohngebäude)

Die maximalen Einsparpotenziale stehen unter der Annahme, dass der gesamte Gebäudebestand umfassenden Sanierungsmaßnahmen unterworfen wird. Zudem wird unterstellt, dass die erwartete Klimaentwicklung und weitere antizipierte Trends (z.B. Bevölkerungsrückgang im ländlichen Raum) tatsächlich in der prognostizierten Form eintreten. In vielen Fällen führt dies zu einer Überschätzung der in der Realität anzutreffenden Einspareffekte.

Im zweiten Schritt sollte daher eine Inwertsetzung der als Referenz dienenden Maximalpotenziale erfolgen. Hierzu sind weitere Restriktionen, wie etwa der Anteil denkmalgeschützter Gebäude, die Verfügbarkeit von Anlagentechnik, Fachpersonal und Baumaterialien sowie Akzeptanzfragen und Erfahrungen aus der Vergangenheit zur Plausibilisierung hinzuzuziehen. Für die vorliegende kommunale Wärmeplanung der Stadt Zerbst/Anhalt wurden daher im Anschluss an die rechnerische Ermittlung der Maximaleinsparungen intensive Gespräche geführt, um eine Entscheidung über die tatsächlich umsetzbaren Einsparmöglichkeiten zu erwirken. Die Ergebnisse aus den modellhaften Analysen und den Gesprächen mit der Kommune sind im Kapitel 4.3.1 hinterlegt.

4.2.2 Analyse und Verortung der Potenziale erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmeerzeugung

Die Kapitel 3.2.6 und 3.3.4 erläutern die Ermittlung der Kapazitäten und Standorte für bestehende Anlagen im EE-Kontext. Zur Identifikation der über die Bestandssituation hinausgehenden, zusätzlichen Potenziale erneuerbarer Energien sind davon abweichend weitere Datenquellen und Rechenmodelle notwendig. DBI setzt hierzu auf verschiedene GIS-Modelle, die zur Erfassung der gängigen Anlagentypen zur Bereitstellung erneuerbaren Stroms respektive erneuerbarer Wärme entwickelt wurden. Das Grundprinzip der einzelnen Modelle für PV-Anlagen, Windkraftanlagen und solarthermische Dach- und Freiflächenanlagen ist jedoch relativ ähnlich und kann stark vereinfacht der Abbildung 4-2 entnommen werden.

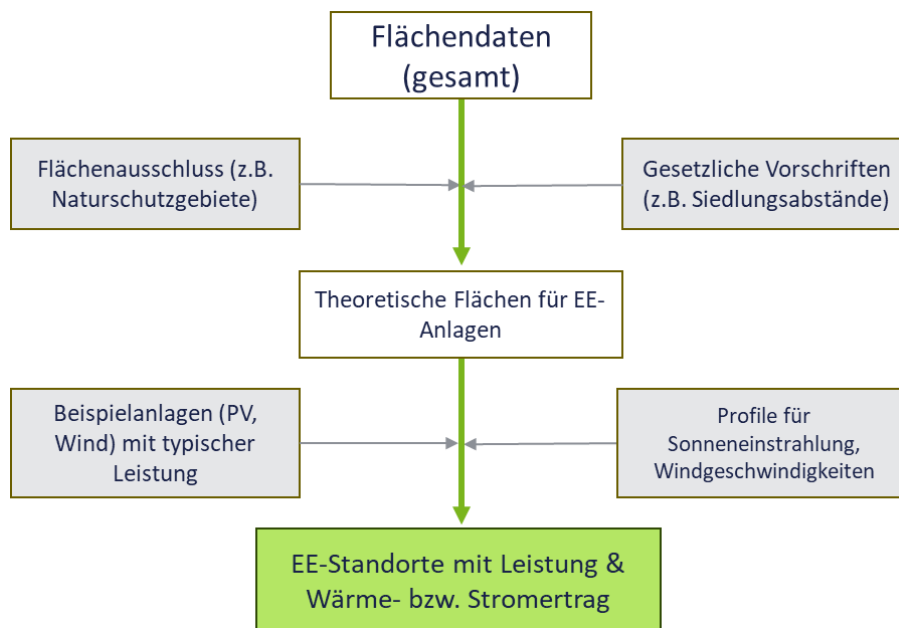


Abbildung 4-2: Vereinfachtes Vorgehen zur Ermittlung von Potenzialen erneuerbarer Energien

Demzufolge stützt sich die EE-Potenzialermittlung zunächst auf Daten zur Flächennutzung in der betreffenden Kommune. Für die Errichtung von EE-Anlagen ungeeignete bzw. ausgeschlossene Flächen werden exkludiert. Ebenfalls von Bedeutung sind die geltenden gesetzlichen Regelungen, beispielsweise zum Mindestabstand von Windkraftanlagen zu Siedlungsgebieten. In Sachsen-Anhalt gelten mit Bezug auf Wohngebiete keine einheitlichen Regelungen [31]. Zu schutzwürdigen Gebieten (Artenschutz) sind spezielle Vorschriften einzuhalten, wie etwa 1.000 m Abstand der Anlagen zum Lebensraum von Fledermäusen [31]. Als konservative Vorgabe wird daher im Kontext der Modellrechnungen ein Abstand zu Wohn- und Schutzgebieten in Höhe von 1.000 m festgelegt. Dieser Wert ist im Modell für Windkraftpotenziale implementiert. Im Anschluss an die Identifikation der EE-Potenzialflächen sind diese mit technischen Parametern bzw. Anlagenkennwerten zu verknüpfen. So kann anhand des Flächenbedarfs einer Windkraftanlage und weiterer Einflussparameter (z.B. zur Vermeidung von Windverschattung) eine Anlagenzahl je Fläche inklusive der Angabe typischer Leistungskennzahlen abgeleitet werden. Diese Leistungskennzahlen werden mit Jahreserzeugungsprofilen verknüpft. Für Windkraftanlagen sind hierzu etwa Windprofile für die Windgeschwindigkeiten in Rotorhöhe für die vergangenen Jahrzehnte verfügbar [32]. Im Ergebnis liegt parallel zur Leistungsangabe auch die potenzielle Ertragsmenge pro Jahr, im Falle von Windkraft also elektrischen Stroms, vor. Wesentliche Annahmen zu den Parametern und Kennwerten sind im Anhang 8 nachvollziehbar.

4.3 Diskussion der Ergebnisse

4.3.1 Potenziale zur Energieeinsparung infolge Wärmebedarfsreduktion

Wie bereits im Kapitel 4.2.1 ausgeführt, sind zunächst die erwartbaren Energieeinspareffekte im Wärmesektor abzuschätzen. Hierzu dienten intensive Gespräche mit städtischen Vertretern sowie Führungskräften der Energie Mittelsachsen GmbH, die u.a. das Erdgasverteilnetz in der Stadt Zerbst/Anhalt betreibt. Einerseits sollte die absehbare Energieeinsparung im Wärmesektor, z.B. infolge klimatischer Veränderungen, berücksichtigt werden. Andererseits war ein konservatives Vorgehen geboten, da die Stadt Zerbst/Anhalt abseits der Kernstadt überwiegend ländlich geprägt ist. Die tatsächlich umsetzbaren langfristigen Energieeinsparungen durch Maßnahmen an der Gebäudehülle, Verhaltensänderungen und demografischer Effekte sind schwer quantifizierbar. Daher wurde sich nach sorgfältiger Abwägung aller Einflussfaktoren darauf verständigt, ein lineares Profil zur Wärmebedarfsreduktion anzunehmen. Konkret wird für alle Abnehmertypen ein Degressionspfad von -1 % pro Jahr angenommen. Zum Vergleich: typische Energiesystemstudien erwarten im Rahmen ihrer Szenariorechnungen deutschlandweit ein Absinken des Energiebedarfs im Gebäudebereich zwischen 1,4 % p.a. (Agora) [33] und 2,1 % p.a. (dena)¹¹ [34].

Das Ergebnis der Berechnungen ist der Abbildung 4-3 zu entnehmen. Zunächst erfolgt hierbei die Differenzierung nach den betrachteten Clustern. Wenig überraschend besitzt die Stadt Zerbst (Cluster 1) auch im Zieljahr 2045 den mit Abstand größten Anteil am Gesamtwärmebedarf der Gemeinde (rund 73 %). Das Cluster Süd-West bewirkt mit knapp unter 2 % Anteil hingegen den geringsten Einfluss. Zusätzlich zeigt die Abbildung 4-4 eine Aufschlüsselung des Wärmebedarfs nach Sektoren bzw. Abnehmertypen. Analog der Ausgangssituation sind die privaten Haushalte auch perspektivisch von vorrangiger Bedeutung für die Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs (Anteil von 54 % am Gesamtbedarf). Insgesamt bewirkt die Wärmebedarfsminderung in Höhe von 1 % p.a. eine Gesamtreaktion von knapp 21 % bis 2045. Im Zieljahr beläuft sich der Gesamtwärmebedarf der Gemeinde dann auf 249 GWh/a.

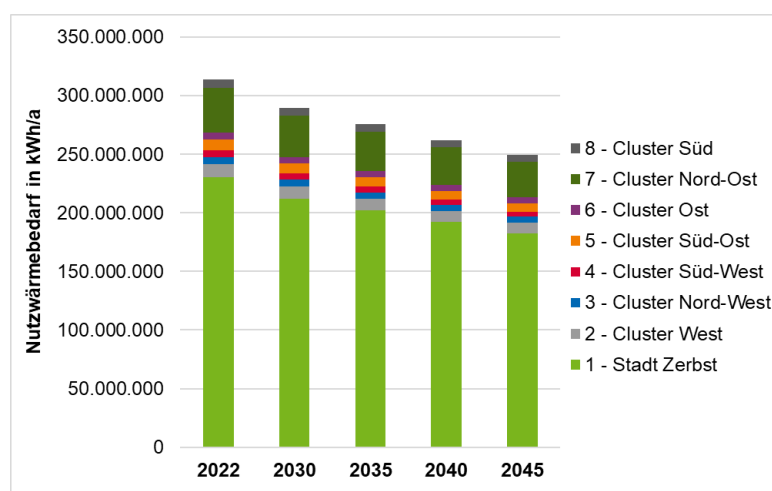


Abbildung 4-3: Erwartete Entwicklung des Wärmebedarfs: Aufschlüsselung nach Clustern

¹¹ Hier sind zum Teil die Strombedarfe inkludiert. Elektrischer Strom, insbesondere bei privaten Haushalten, bewirkt aktuell einen geringen Teil am Endenergiebedarf eines Gebäudes. Daher sind die Einspareffekte maßgeblich durch wärmeseitige Einsparungen zu begründen.

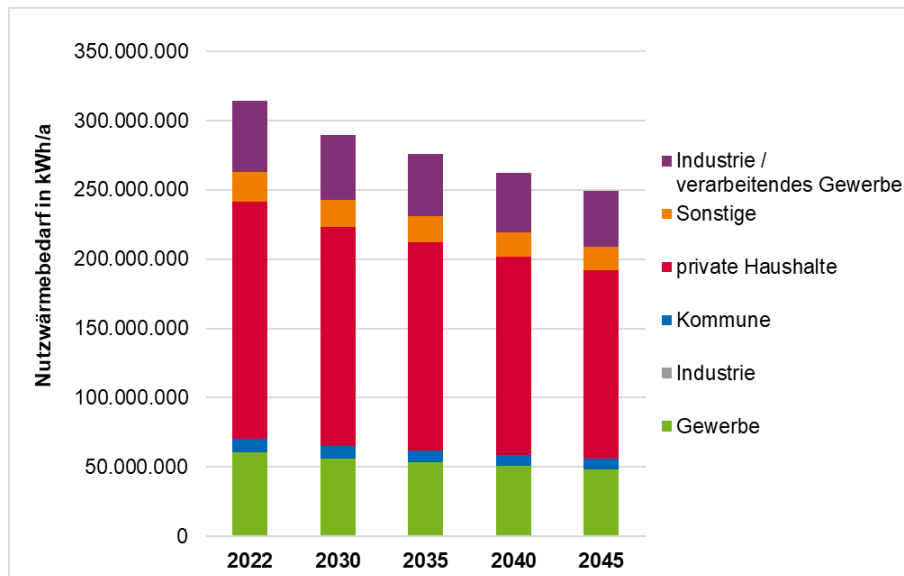


Abbildung 4-4: Erwartete Entwicklung des Wärmebedarfs: Aufschlüsselung nach Sektoren

Ergänzend zur aggregierten Auswertung ist im Vorfeld der Ableitung möglicher Wärmeversorgungsgebiete auch eine regionale Darstellung erforderlich. Die auf Baublockebene stattfindende Verringerung des Wärmebedarfs ist in der Abbildung 4-5 visualisiert. Detailkarten für das die Gesamtsituation bestimmende Cluster 1 finden sich im Anhang 11.

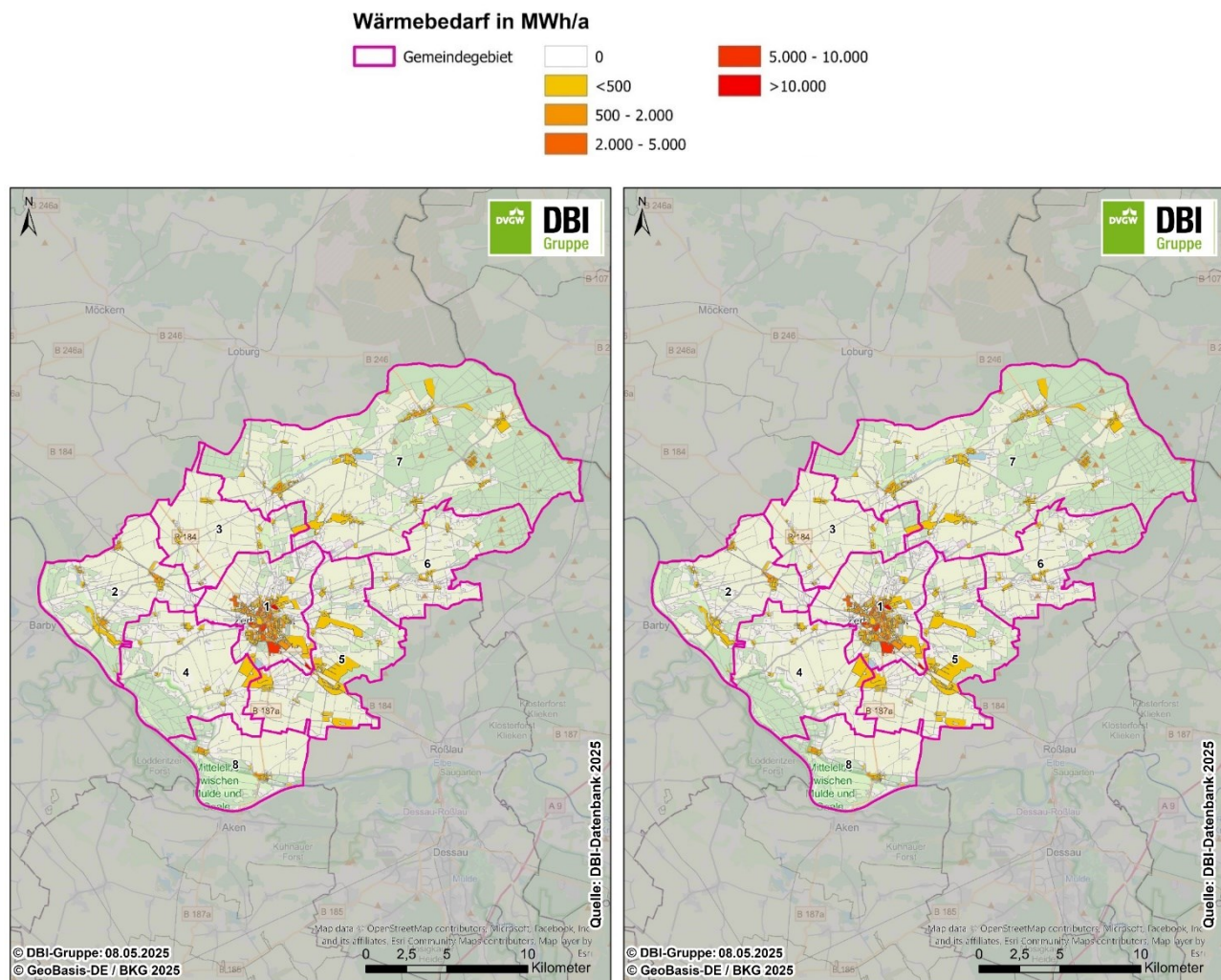


Abbildung 4-5: Entwicklung des Wärmebedarfs auf Baublockebene im Zeitraum 2030 (links) bis 2045 (rechts)

4.3.2 Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung inkl. Abwärme

4.3.2.1 Solarthermie (Dachflächen)

Die Abbildung 4-6 visualisiert die für die Stadt Zerbst/Anhalt ermittelten Solarthermiepoteziale bei der Nutzung von Dachflächen. Die Werte sind stets als theoretische Potenziale zu interpretieren, die die maximal generierbaren Wärmeerträge unter der Voraussetzung der Nutzung aller technisch möglichen Dachflächen repräsentieren. Hierbei wird auf Potenzialseite ausschließlich die jeweils betrachtete Technologie unterstellt. D.h. bei der Diskussion der solarthermischen Dachflächenpotenziale liegt die Annahme zugrunde, dass keine PV-Anlagen auf den identifizierten Dachflächen installiert werden. Die Definition eines konkreten Technologiemies (in diesem Fall z.B. der Anteil an Thermieanlagen vs. der Anteil an PV-Anlagen) erfolgt in den Zielszenarien (siehe Kapitel 5).

Unter den getroffenen Modellierungsannahmen (siehe Unterkapitel 4.2.2) ergibt sich das solarthermische Dachflächenpotenzial in der Gemeinde zu insgesamt rund 975 GWh/a (entsprechend 975 Mio. kWh/a). 36 % des Gesamtpotenzials entfallen hierbei bereits auf die Kernstadt Zerbst. Dies begründet sich durch die im Cluster 1 vorhandenen Gebäude und die daraus resultierende Anzahl und Parametrierung der verfügbaren Dachflächen. Das Cluster 7 (Nord-Ost) bewirkt fast ein Viertel (23 %) des Gesamtpotenzials. Hingegen sind die Cluster 3, 4, 5, 6 und 8 bei jeweils isolierter Betrachtung von geringer Bedeutung für das Gesamtpotenzial.

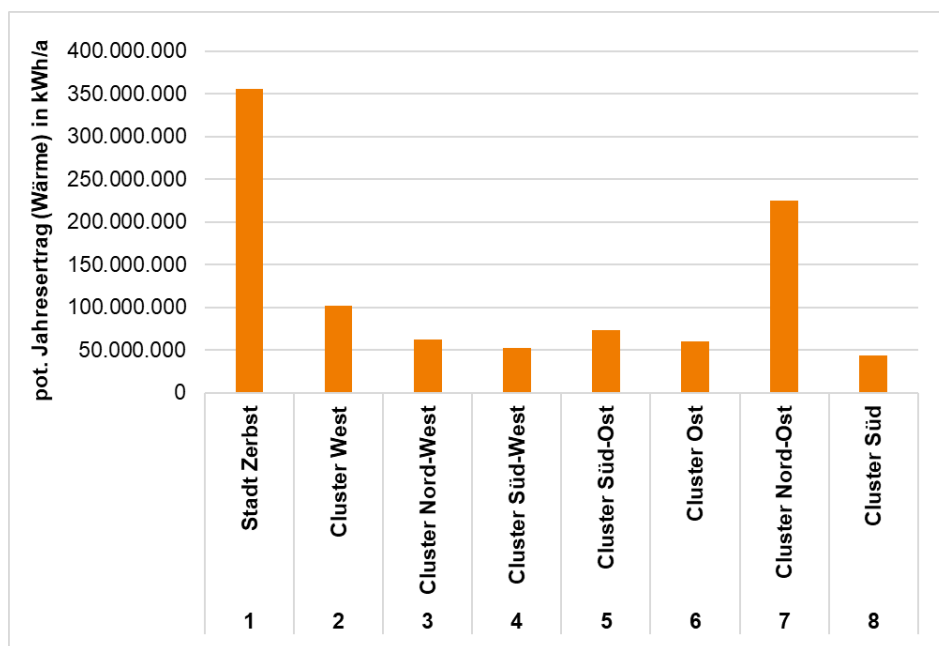


Abbildung 4-6: Hypothetische Jahreserträge erneuerbarer Wärme durch Nutzung von Solarthermie-Aufdachanlagen

Bei der Interpretation dieser Zahlenwerte sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Zum einen werden im Kontext der Potenzialanalyse lediglich die bilanziellen Jahreserträge ermittelt. Der größte Anteil des solarthermischen Ertrags (70 % bis 80 %) entfällt auf die Sommermonate, wohingegen in den Wintermonaten deutlich geringere Erträge erzielbar sind (20 % bis 30 % des Jahresertrags). Gleichzeitig ist der Raumwärmebedarf in der Heizperiode zu decken (September bis Mai des jeweiligen Folgejahres). Dies führt zu der Erkenntnis, dass für eine geeignete Ausnutzung des solarthermischen Dachflächenpotenzials zur Raumheizung

entsprechende Speichersysteme mitzudenken sind, um die zeitlichen Diskrepanzen zwischen erneuerbarem Wärmedargebot und der tatsächlichen Wärmenachfrage zu überbrücken. Grundsätzlich gilt in der Literatur die Auffassung, dass über Solarthermieranlagen ganzjährig der Wärmebedarf für die Trinkwarmwasserversorgung gedeckt werden kann. Zur Deckung des Raumwärmebedarfs wird typischerweise mit einem pauschalen Anteil von 15 % bis 20 % in Relation zum jährlichen Raumwärmebedarf gerechnet [35]. Folglich ist Solarthermie als Option einzustufen, die idealerweise in Kombination mit einer grundlastfähigen Heizungstechnologie kombiniert werden sollte (z.B. Holz-Pelletheizung oder elektrische Wärmepumpe).

Zum anderen ist fraglich, welcher Anteil der theoretisch in rein technischer Hinsicht geeigneten Dachflächen in Zukunft tatsächlich mit Solarthermie-Aufdachanlagen bestückt werden kann. Neben Erwägungen zum Denkmalschutz und bautechnischen Randbedingungen (Statik) sind hierbei auch weitere „weiche Faktoren“, wie etwa die lokale Handwerkerverfügbarkeit, limitierende Elemente. Die Frage nach einem realistischen Anteil, der mit Solarthermie-Aufdachanlagen besetzten Dachflächen, wird daher in den Zielszenarien fokussiert.

Die regionale Verteilung der erzielbaren jährlichen Wärmeerträge ist in der Abbildung 4-7 exemplarisch für das Cluster 1, d.h. die Kernstadt Zerbst, visualisiert. Die Erträge skalieren erwartungsgemäß stark mit der verfügbaren Dachfläche und deren Ausrichtung. Daher sind Gebäude mit großen Dachflächen und einer möglichst idealen Südausrichtung im Vorteil.



4.3.2.2 Solarthermie (Freiflächen)

In Ergänzung zu Aufdachanlagen können Solarkollektoren auch als Freiflächenanlagen konzipiert werden. Hierbei sind im Vergleich zu Dachflächensystemen größere Freiheitsgrade in Bezug auf die Kollektorenfläche, den Aufstellungsort respektive die Ausrichtung und die Einbindung in bestehende Wärmeversorgungssysteme (z.B. in Form von Wärmenetzen) realisierbar. Voraussetzung für die Errichtung derartiger Anlagen ist jedoch die Verfügbarkeit geeigneter Flächen. Die Flächenermittlung stützt sich auf das in Kapitel 4.2.2 beschriebene Vorgehen. Nachfolgend ist eine Zusammenfassung der Modellergebnisse zu finden.

Die Analyse der Flächen zeigt sowohl EEG-konforme als auch weitere Potenzialflächen in der Stadt Zerbst/Anhalt. Im Kontext der EEG-konformen Flächen sind die Cluster 1 (Kernstadt Zerbst), 3 (Nord-West), 5 (Süd-Ost) und 7 (Nord-Ost) für entsprechende Installationen geeignet. Das Cluster 7 repräsentiert den größten Flächenanteil in der Stadt Zerbst/Anhalt, was im größten EEG-Freiflächen-Solarthermiepotezial mündet (654 GWh/a bzw. knapp zwei Drittel Anteil am Gesamtpotenzial). Insgesamt bietet die Stadt Zerbst/Anhalt für diesen Flächentyp ein Potenzial in Höhe von 991 GWh/a thermisch. Die quantitativen Verhältnisse fasst die Abbildung 4-8 zusammen.

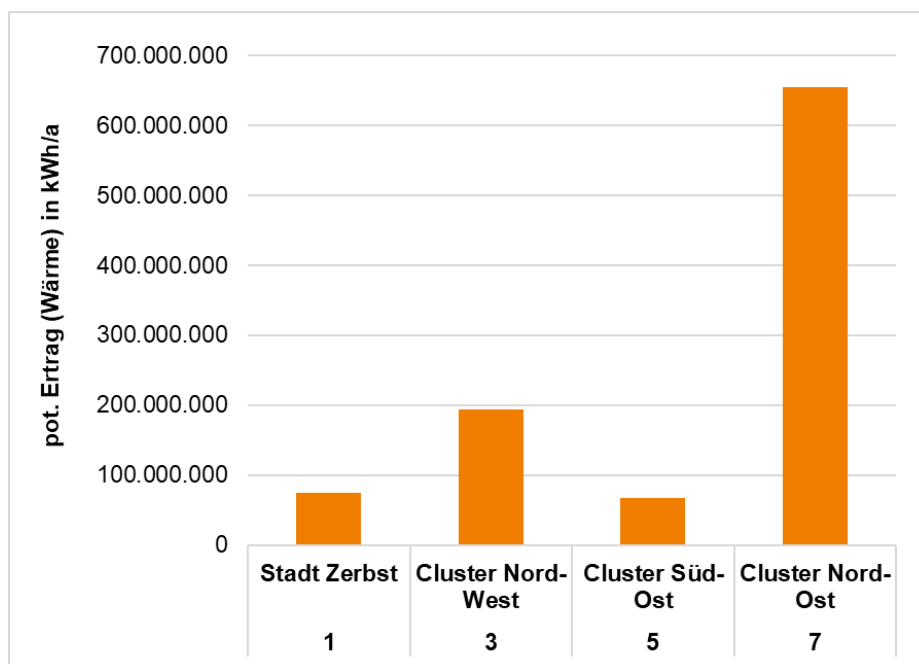


Abbildung 4-8: Hypothetische Jahreserträge erneuerbarer Wärme durch Nutzung von Solarthermie-Freiflächenanlagen (Flächentyp: EEG-konform)

Abseits der EEG-Flächen kommen bestimmte Weideflächen zur Installation von Freiflächen-Solarthermieranlagen in Betracht. Das Modellergebnis (siehe Abbildung 4-9) attestiert der Stadt Zerbst/Anhalt ein solarthermisches Freiflächenpotenzial in Höhe von 9.150 GWh/a wärmeseitig. Auffällig ist, dass grundsätzlich jedes der betrachteten Cluster ein Solarthermiepotezial im Bereich der Weideflächen besitzt. Der größte Anteil des Gesamtpotenzials entfällt mit rund 31 % auf das Cluster Nord-Ost. Die Stadt Zerbst bietet aufgrund dichter Bebauung in der Kernstadt sowie weiteren Flächeneinschränkungen im Rest des Clusters ein Freiflächenpotenzial auf Wiesenflächen in Höhe von rund 836 GWh/a thermisch (entsprechend einem Anteil von 9 % am Gesamtpotenzial). Das geringste Potenzial ist für das Cluster 3 (Nord-West, 677 GWh/a) zu benennen.

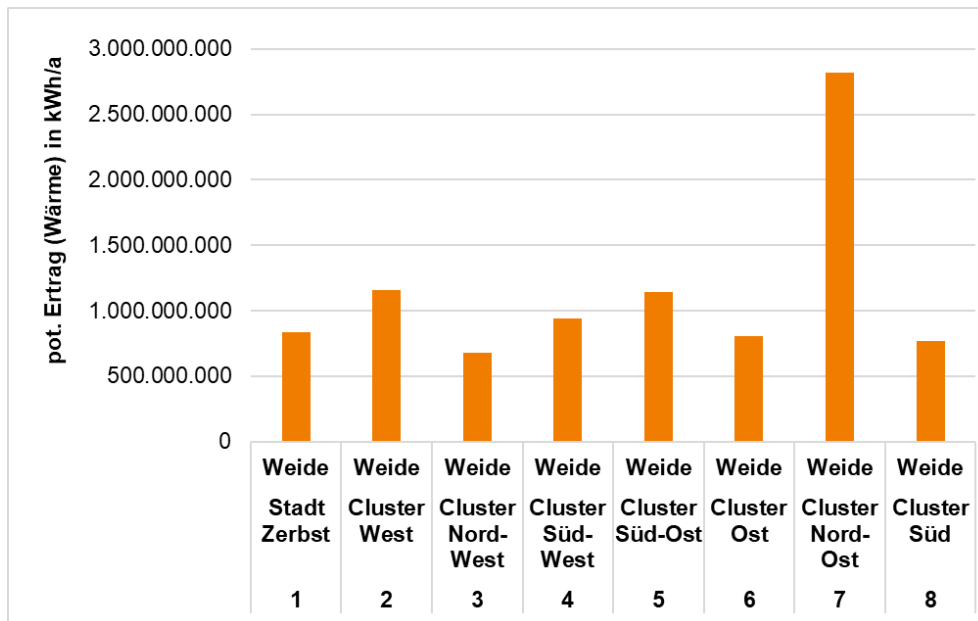


Abbildung 4-9: Hypothetische Jahreserträge erneuerbarer Wärme durch Nutzung von Solarthermie-Freiflächenanlagen (Flächentyp: Weideflächen)

Zusätzlich zur statistischen Auswertung der Abbildung 4-8 illustriert die Abbildung 4-10 die regionale Distribution der ermittelten Wärmeerträge auf Basis von EEG-konformen solarthermischen Freiflächenkollektoren. EEG-konforme Flächen in einem Korridor von 200 m um öffentliche Straßen sind nur für das Cluster 5 erkennbar (linker Teil der Abbildung). Zusätzlich sind weitere EEG-Flächen z.B. für das Cluster 7 maßgeblich (rechter Teil der Abbildung).

Darüber hinaus ist eine Vielzahl theoretisch in Frage kommender Weideflächen in der Abbildung 4-11 verortet. Zu beachten gilt, dass Freiflächen häufig Clustergrenzen überschreiten (so z.B. an der Grenze von Cluster 1 zu Cluster 3). Das Cluster Süd-West ist durch eine Vielzahl kleinerer Flächen geprägt. In den Clustern 7 und 8 sind größere zusammenhängende Flächen erkennbar. Analog zu Aufdachanlagen gelten verschiedene Einschränkungen, die bei der Bewertung der aufgezeigten Potenziale und deren Überführung in ein Zielbild zu beachten sind. Zunächst sind größere Freiflächenanlagen der Solarthermie nur dann sinnvoll nutzbar, wenn sie adäquat in Wärmenetzsysteme eingebunden werden. Dies liegt darin begründet, dass Freiflächen und Abnehmer eine mitunter große Distanz zueinander aufweisen. Ebenso können kommunale Flächennutzungspläne die Erschließung bestimmter Gebiete für Solarthermie einschränken. Im Kontext der Potenzialanalyse werden die Flächen anhand öffentlicher Daten und bekannter Einschränkungen (z.B. Naturschutzgebiete) ermittelt. Kommunale Besonderheiten können in den Modellen nur rudimentär abgebildet werden – dasselbe gilt für Besonderheiten im örtlichen Baurecht. Weiterhin kann die tatsächliche Errichtung eines Freiflächen-Solarkollektors durch bauliche Hindernisse erschwert werden, was etwa aus der vorherrschenden Topografie (unebene oder steile Flächen) resultiert. Nicht zuletzt sind wirtschaftliche Belange und Akzeptanzfragen als mögliche Hemmnisse zu nennen.

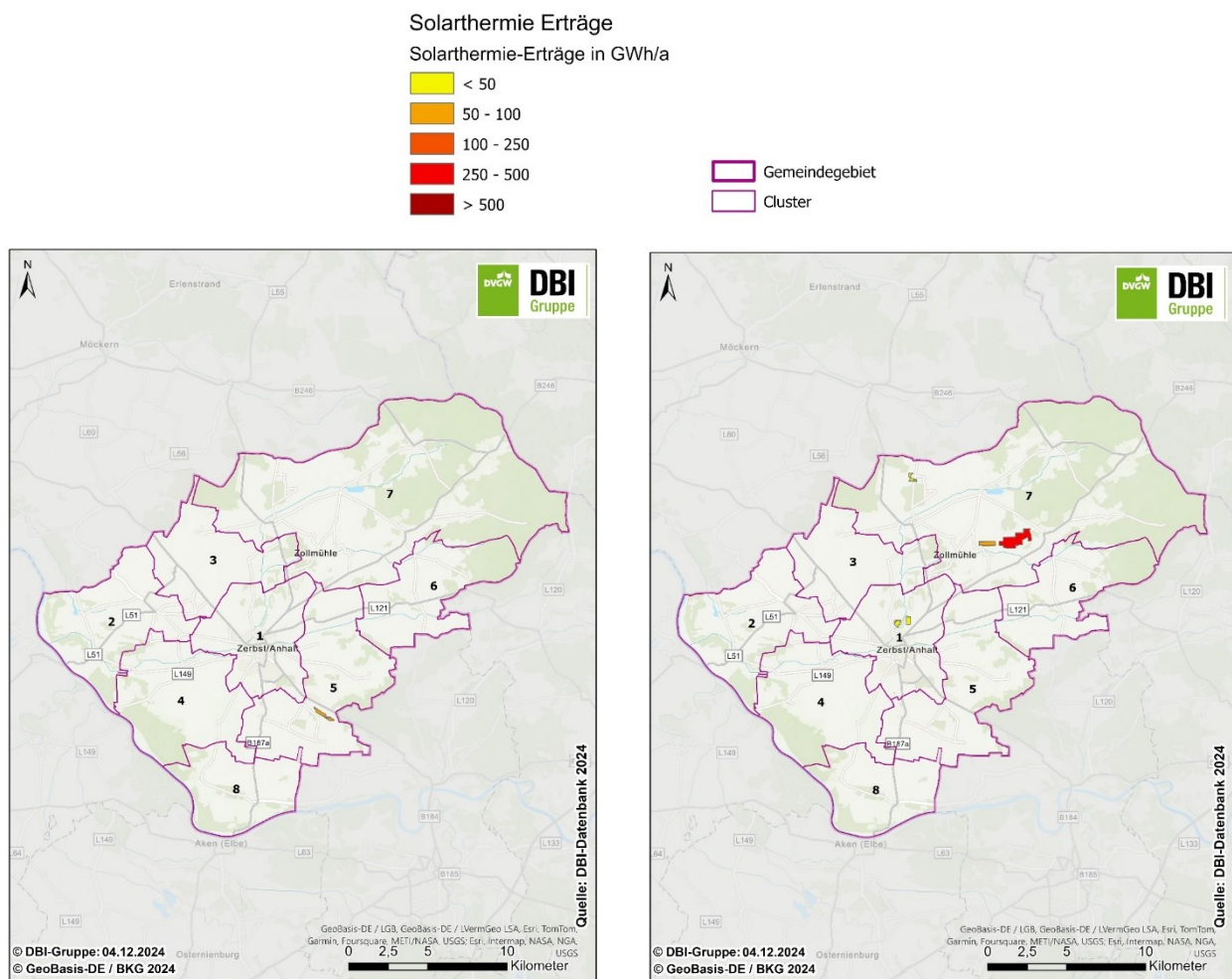


Abbildung 4-10: Regionale Verteilung der hypothetischen Jahreserträge erneuerbarer Wärme durch Nutzung von Solarthermie-Freiflächenanlagen (links: EEG-Flächen im 200 m Korridor um Straßen, rechts: EEG-Flächen mit Benachteiligung)

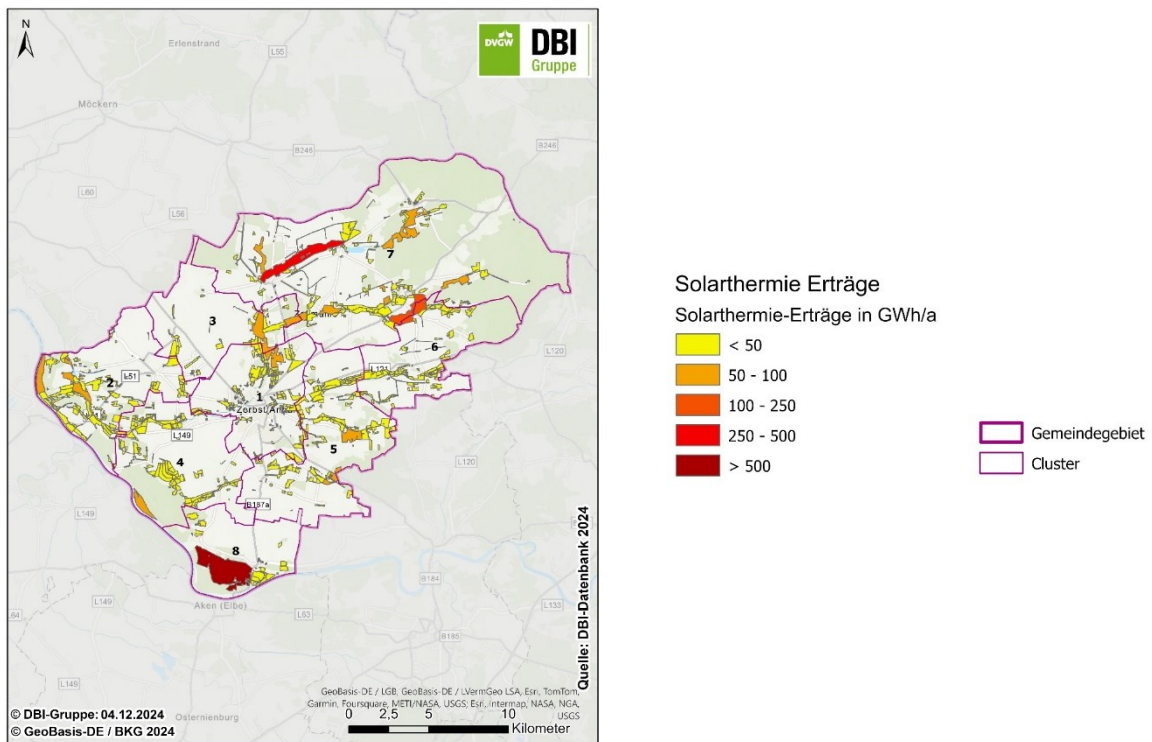


Abbildung 4-11: Regionale Verteilung der hypothetischen Jahreserträge erneuerbarer Wärme durch Nutzung von Solarthermie-Freiflächenanlagen (Weideflächen)

4.3.2.3 Biomasse/Abwärme

Die Nutzung von Biomasse bzw. Abwärme aus Biomasseanlagen bildet eine weitere Option zur Bereitstellung von erneuerbarer Wärme (und im Falle von KWK-Anlagen auch erneuerbaren Stroms). In Abhängigkeit der Biomasseart unterliegt die Potenzialseite engen Begrenzungen. Allgemein gilt der Grundsatz, dass für Wärmezwecke vorgesehene Biomasse aus dem Untersuchungsgebiet selbst bzw. dessen näherer Umgebung stammen sollte. Damit können einerseits Nachhaltigkeitsaspekte adressiert werden (Vermeidung zusätzlicher Klimaauswirkungen infolge langer Transportwege). Andererseits wird so einer Überschätzung des Biomassepotenzials infolge von Doppelberücksichtigungen respektive ausbleibender Betrachtung der Nutzungskonkurrenzen entgegengewirkt. Aus dem letztgenannten Grund sind zudem vorrangig Rest- und Abfallstoffe zu verwenden, da diese keine sonstigen höherwertigen Nutzungsmöglichkeiten (z.B. stofflich) aufweisen. Rest- und Abfallstoffe stammen etwa aus der Lebensmittelindustrie oder insbesondere auch der Landwirtschaft. [7]

Vor diesem Hintergrund wurde entschieden, nur bestehende Biomasseanlagen in Hinblick auf ihre zukünftigen Potenziale zur Nutzung entstehender Abwärme zu untersuchen. Konkret stehen Biogasanlagen (BGA) bzw. Biogaseinspeiseanlagen (BGEA) im Fokus. Unter BGA werden nachfolgend jene Anlagen verstanden, die Biogas vor Ort selbst erzeugen und anschließend in Blockheizkraftwerken zur parallelen Strom- und Wärmeerzeugung einsetzen. Derartige Anlagen werden gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz gefördert bzw. erhalten entsprechende Vergütungen für den in das öffentliche Netz eingespeisten Strom. Die Dauer des Vergütungszeitraumes ist hingegen begrenzt und beläuft sich in der Regel auf 20 Jahre. Anschließend müssen die Anlagenbetreiber entscheiden, welches zukünftige Geschäftsmodell sie verfolgen wollen.

Ein Ansatz besteht in der Umrüstung der BGA zu einer BGEA. Hierbei wird der Rohbiogaserzeugung eine Reihe weiterer Aufbereitungsschritte nachgeschaltet. Im Kern sind dies eine CO₂-Abtrennung sowie Trocknung und Entschwefelung. Ziel der zusätzlichen Anlagentechnik ist es, Biomethan bereitzustellen. Biomethan ist hierbei als Erdgassubstitut anzusehen, das in das verfügbare Erdgasnetz eingespeist werden kann. [36]

Zunächst erfolgt eine Diskussion der Abwärmepotenziale aus aktuell verstromenden Biogasanlagen mit EEG-Förderung. Einen Überblick zu den vorhandenen Anlagen und daraus ableitbaren Abwärmepotenzialen bietet die Abbildung 4-12. Im Kontext der Biogasverstromungsanlagen existieren in der Stadt Zerbst/Anhalt 12 Biogas-BHKW mit einer gesamten elektrischen Nennleistung von knapp 5.500 kW. Diese Anlagen stellen bei bilanzieller Betrachtung eine Abwärmemenge von ca. 43.900 MWh/a zur Verfügung. Für eine etwaige weitere Berücksichtigung dieser Abwärmemenge ist zwingend zu bedenken, dass Biogasverstromungsanlagen zumeist in landwirtschaftlichen Betrieben installiert sind. Die Abwärme der Biogas-BHKW wird hierbei in aller Regel zu einem hohen Anteil vor Ort selbst verwendet. Typisch sind etwa die Abwärmenutzung zur Beheizung von Stallungen, Gewächshäusern sowie Gebäuden auf den Grundstücken der Agrarbetriebe. Sollten darüber hinaus residuale Abwärmemengen verfügbar sein, so müssten diese in ein Wärmenetz einspeist werden, um sie zu weiteren Endabnehmern (z.B. private Haushalte) zu transportieren. Diese Aspekte werden bei der Definition der Zielszenarien unter Kapitel 5 entsprechend berücksichtigt.

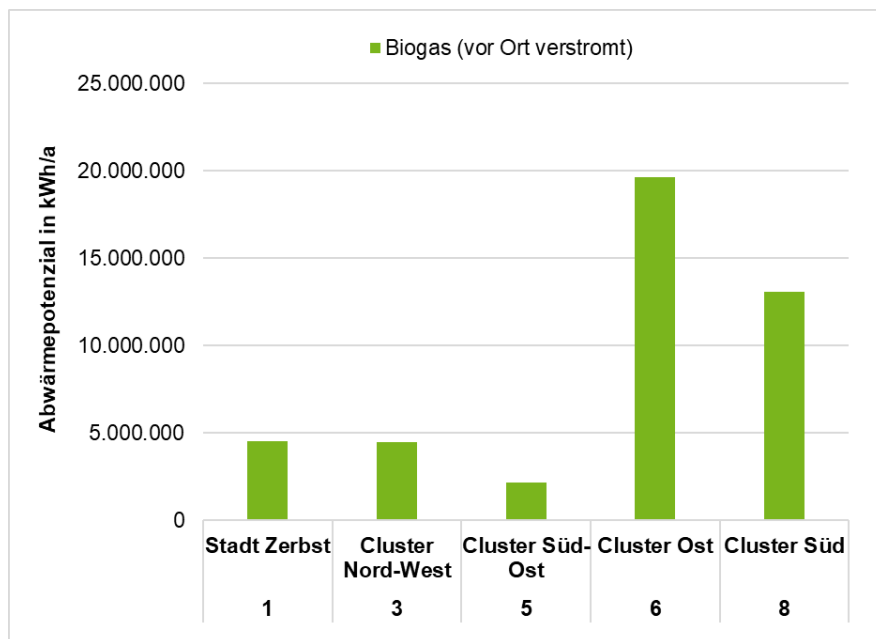


Abbildung 4-12: Abwärmepotenziale aus bestehenden Biogasanlagen in der Stadt Zerbst/Anhalt

Die Standorte der erwähnten Anlagen inklusive der rechnerischen erneuerbaren Wärmepotenziale sind anhand der Abbildung 4-13 nachvollziehbar. Demzufolge sind BGA in den Clustern 1, 3, 5, 6 und 8 aufzufinden.

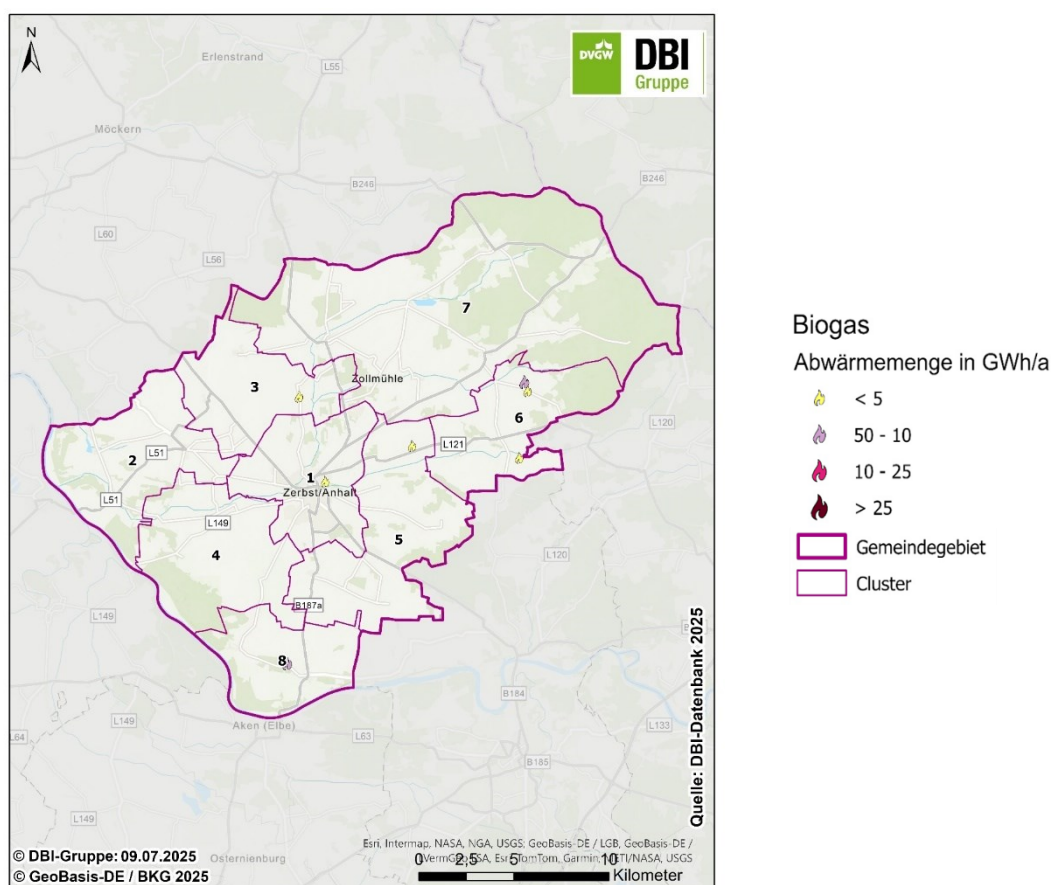


Abbildung 4-13: Regionale Verteilung der Biogasverstromungsanlagen und ihrer bilanziellen Abwärmepotenziale in der Stadt Zerbst/Anhalt; eigene Auswertung anhand [19]

Bei den Biogaseinspeiseanlagen ist unklar, welchem Verwendungszweck das Biomethan nach der Verteilung durch das Erdgasnetz tatsächlich zugeführt wird. Denkbar sind eine reine Strom- oder Wärmeerzeugung einerseits und die gekoppelte Erzeugung über KWK-Anlagen andererseits. Daher wird das Potenzial aus den Biomethananlagen in den Zielszenarien entsprechend als allgemeines Erdgassubstitut berücksichtigt. Die maßgeblichen Anlagenstandorte und korrelierenden Biomethanmengen wurden bereits im Kapitel 3.3.4 thematisiert.

4.3.2.4 Geothermie

Kennzeichnend für die vorgenannten Potenzialarten und Anlagentypen ist ihre Installation auf der Erdoberfläche. Zusätzlich stellt die Erdkruste aufgrund der in ihr gespeicherten Wärmeenergie eine erneuerbare Wärmequelle dar. Es ist zwischen oberflächennaher und mitteltiefer bzw. tiefer Geothermie zu differenzieren.

Grundlegend für die oberflächennahe Geothermie (<400 m) ist, dass in diesem Bereich Wärmeenergie aus der Sonneneinstrahlung und ab einer Tiefe von 10 m – 15 m Wärmeenergie aus dem Erdkern gespeichert ist. Die technische Nutzbarmachung der verfügbaren Wärmepotenziale kann mittels Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren erfolgen. Eine Erdwärmesonde ist ein Wärmeübertrager, dessen Rohrsystem in vertikal oder schräg ausgerichtete Bohrlöcher eingebracht wird. Im Gegensatz dazu sind Erdwärmekollektoren typischerweise als horizontal im Erdreich verlegte Systeme anzutreffen. Aufgrund dieser Konzeption nutzen sie die Wärme der ersten 10 m unterhalb der Erdoberfläche und gehen in Abhängigkeit des Wärmebedarfs mit hohen Flächenbedarfen einher. Als Faustformel gilt, dass die Kollektorenfläche rund das 1,5 bis 2,5-fache der zu beheizenden Wohnfläche beträgt. [7, 37]

Je tiefer die Erdschichten reichen, desto wärmer werden die Gesteinsschichten. Pro hundert Meter Gesteinstiefe kann mit einer Zunahme der Gesteinstemperatur von 3 K gerechnet werden. Der geothermische Gradient, der den Wärmetransport aus der Tiefe kontinuierlich vorantreibt, ist für die Nachführung der Wärme verantwortlich. Berechnungen und weitere Informationen können der VDI 4640 entnommen werden. Projekte im Bereich der tiefen Geothermie (über 400 m Tiefe) sind hingegen erfahrungsgemäß mit einem hohen Initialaufwand, langwierigen Erkundungsvorhaben und hohen spezifischen Kosten je Kilowatt installierter Leistung verbunden. Aufgrund einer unzureichenden Datenlage sind seriöse Abschätzungen im Sinne einer Potenzialanalyse kaum zu bewerkstelligen bzw. gehen mit einer hohen Unsicherheit zur Belastbarkeit der Zahlenwerte einher. Die Potenzialanalyse zeigt darüber hinaus hohe Potenziale auf Strom- und Wärmeseite durch Nutzung anderer Anlagentypen (PV, Wind, Biogas/Biomethan). Daher wurde in Rücksprache mit dem Auftraggeber entschieden, keine quantitative Detailbetrachtung des Technologiefelds Geothermie vorzunehmen. [7, 37]

4.3.2.5 Sonstige (Abwasser)

In der Theorie existieren weitere Quellen für erneuerbare Wärme bzw. Abwärme. Denkbar ist etwa, eine Wärmeauskopplung aus Wasserströmen in einer Kläranlage vorzunehmen. Jedoch sind diese Potenziale in der Regel, sofern keine konkreten Vorgängeruntersuchungen vorliegen, schwer plausibel zu quantifizieren. Darüber hinaus stellt der Versuch der Wärmeauskopplung aus Industrieprozessen, Klärwerksprozessen u.Ä. stets ein technisch komplexes Unterfangen dar, das von einer Vielzahl an individuellen Voraussetzungen vor Ort abhängig ist und einen erheblichen Eingriff in bestehende Prozesse bewirken würde. Die tatsächliche Realisierbarkeit ist

daher mit bedeutend größeren Unsicherheiten behaftet als bei den „klassischen“ erneuerbaren Wärmepotenzialen (PV, Biomasse) bzw. Strompotenzialen (PV, Wind, Biomasse, Wasserkraft). Auf Basis dieser Überlegungen und mangels der Verfügbarkeit entsprechender Voruntersuchungen werden für die Stadt Zerbst/Anhalt keine weiteren erneuerbaren Wärmepotenziale berücksichtigt.

4.3.3 Potenziale erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung für Wärme

4.3.3.1 Windkraftanlagen

Windkraftanlagen sind eine seit Jahrzehnten eingesetzte und technisch erprobte Variante zur Erzeugung erneuerbaren Stroms. In den vergangenen Jahren wurde die Technologie stetig weiterentwickelt und die durchschnittlichen Anlagengrößen in Form der Nabenhöhe und elektrischen Nennleistung wiesen starke Zuwächse auf [38]. Im Vergleich zu Solaranlagen gilt außerdem der Vorteil, dass insbesondere auch in den Wintermonaten aufgrund der vorherrschenden Windgeschwindigkeiten hohe Erträge möglich sind. Vor diesem Hintergrund werden nachfolgend die potenziellen Standorte und stromseitigen Erträge weiterer Windkraftanlagen in der Stadt Zerbst/Anhalt analysiert. Eine Nutzung von Waldflächen ist ausgeschlossen.

Die Abbildung 4-14 zeigt das Ergebnis der Auswertungen im Überblick. Demnach konnten in allen Clustern Potenzialflächen identifiziert werden. Unter Beachtung aktuell geltender Bestimmungen (Siedlungsabstände u.Ä.) wäre der Bau von bis zu 219 idealtypischen Windkraftanlagen mit einer elektrischen Nennleistung von je 5,5 MW zulässig¹². Besonders prägend für das Gesamtpotenzial sind das Cluster 7 (1 TWh/a elektrisch) und das Cluster 5 (0,59 TWh/a elektrisch). Das Gesamtpotenzial in der Gemeinde beträgt damit nach Verknüpfung mit den hiesigen Windprofilen rund 3,25 TWh/a elektrisch. Zerbst/Anhalt ist folglich als Gemeinde mit außerordentlich hohen Windkraftpotenzialen einzustufen. In diesem Kontext wird eine mittlere Windgeschwindigkeit in der Höhe der Rotorachse unterstellt, wobei der Mittelwert aus der Auswertung der Windprofile über einen Zeitraum von 18 Jahren resultiert [32].

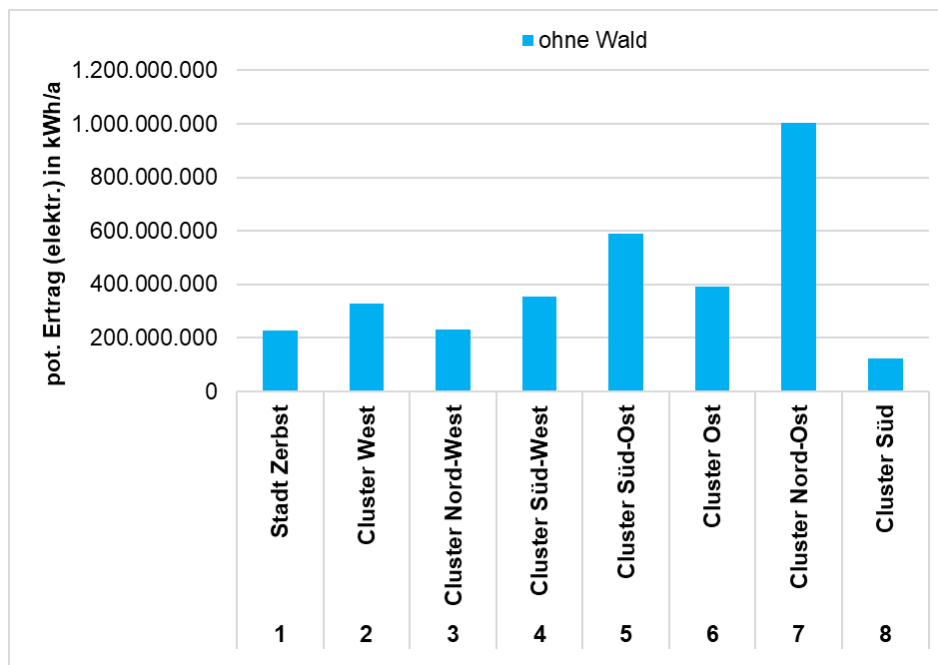


Abbildung 4-14: Potenzielle Stromerträge aus Windkraftanlagen in der Gemeinde (ohne Waldflächen)

¹² Es handelt sich hierbei um weitere Anlagen. Ein Mindestabstand zu den Standorten von Bestandsanlagen wird berücksichtigt.

Die räumliche Verteilung der identifizierten potenziellen Windkraftstandorte ist dem Anhang 9 zu entnehmen. Zu erkennen ist die allgemeine Anhäufung von Potenzialstandorten. Dabei stellen diese Standorte rein theoretische Möglichkeiten dar und sind nicht als Vorhaben zu begreifen. Im Cluster 1 sind aufgrund der Einhaltung von Siedlungsabständen nur Anlagen in den Randbereichen des Teilgebiets möglich. Für alle Anlagen wurde jeweils die gleiche elektrische Nennleistung angenommen sowie die erforderlichen Siedlungsabstände (mindestens 1.000 m), die nötigen Flächenbedarfe und ertragsmindernde Effekte (Wind-Verschattung etc.) berücksichtigt.

Zu informativen Zwecken ist dem Anhang 10 ein monatsscharfes Ertragsprofil für die potenziellen weiteren Windkraftanlagen in der Stadt Zerbst/Anhalt zu entnehmen. Daraus geht deutlich hervor, dass insbesondere in den Wintermonaten Dezember bis März des jeweiligen Folgejahres zum Teil bis zu 1,75-fach höhere Stromerträge generiert werden könnten als in den Sommermonaten Juni bis August. Dies führt zu der Erkenntnis, dass Windkraftanlagen mit ihren im Vergleich zu PV-Anlagen spiegelbildlichen Ertragsprofil (bei PV werden hohe Erträge in den Sommermonaten und deutlich geringere Strommengen in den Wintermonaten bereitgestellt) das Ziel einer ganzjährig ausgeglichenen EE-Stromerzeugung in der Kommune maßgeblich unterstützen könnten. Allerdings ist dabei zu beachten, dass die benötigten Netzanschlusskapazitäten derzeit nicht zur Verfügung stehen, da die Hochspannungsleitung in der Spannungsebene 110 kV bereits voll ausgenutzt ist.

4.3.3.2 Photovoltaikanlagen (Dachflächen)

Parallel zu Solarkollektoren (solarthermische Aufdachanlagen, siehe Abschnitt 4.3.2.1) ist die Installation von Photovoltaikanlagen (PV) auf geeigneten Dachflächen denkbar. Folgerichtig dient die Dachfläche dann der Bereitstellung erneuerbaren Stroms anstatt erneuerbarer Wärme. Kombinierte Anlagen sind technisch zwar möglich, in der Praxis allerdings selten anzutreffen und würden zudem keine trennscharfe Berechnung strom- und wärmeseitiger Potenziale gewährleisten. Daher wird an dieser Stelle auf deren Betrachtung verzichtet.

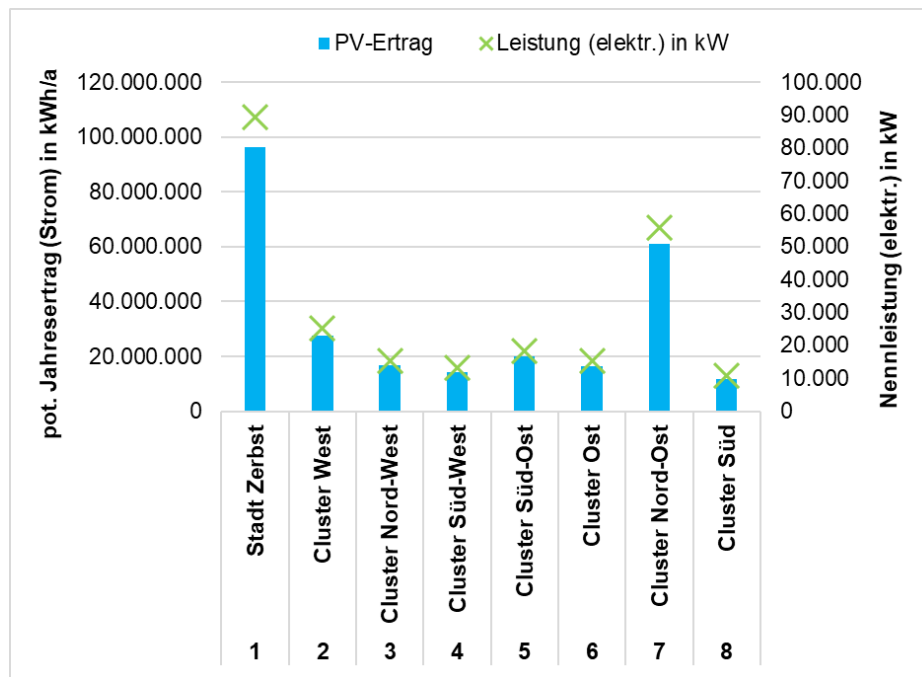


Abbildung 4-15: Hypothetische Jahreserträge erneuerbaren Stroms sowie installierbare elektrische Leistung durch Nutzung von PV-Aufdachanlagen

Die Abbildung 4-15 fasst die ermittelten PV-Potenziale in Form der jährlichen Stromerträge zusammen. Hierbei wurden im Zuge der Berechnung neben den Dachflächen und den Neigungswinkeln auch weitere Parameter (insbesondere die solare Einstrahlung) standortscharf berücksichtigt. In Summe bietet die Stadt Zerbst/Anhalt insgesamt einen hypothetischen Ertrag in Höhe von 264 GWh/a stromseitig. Auf die Kernstadt Zerbst (Cluster 1) entfallen infolge der hohen Gebäudedichte ca. 96 GWh/a elektrisch (36 %). Das Cluster Nord-Ost bietet das zweithöchste Potenzial (61 GWh/a elektrisch bzw. 23 %). Bei der Bewertung des Potenzials sind ähnliche Einschränkungen aufzuführen wie bei den Solarkollektoren auf Dachflächen. Demnach ist der Anteil der in der Realität mit PV-Anlagen ausstattbaren Dachflächen mit dem nötigen Augenmaß zu diskutieren. Zusätzlich zu den Restriktionen bei Solarthermieanlagen können auf der Seite des Stromverteilnetzes weitere Limitierungen auftreten. Infolge der Einspeisung erneuerbaren Stroms müssen vor allem entsprechende Netzanschlusskapazitäten vorgehalten werden. Da die Stromverteilnetze vor zukünftig weiterwachsenden Herausforderungen stehen (z.B. auch bedingt durch zunehmende Stromnachfrage infolge von Wärmepumpeninstallationen sowie der Elektromobilität), sind diese Aspekte bei der Definition geeigneter Zielszenarien einzubeziehen. Für planerische Aktivitäten zum Stromverteilnetzausbau sind die elektrischen Anschlussleistungen von größerer Bedeutung als die jährlichen Strommengen. Aus diesem Grund ist in der Abbildung 4-15 zusätzlich die aggregierte elektrische Leistung der modellierten PV-Anlagen aufgetragen. Insgesamt wäre bei Nutzung aller theoretisch möglichen Dachflächen in der Gemeinde eine Nennleistung von 243 MW elektrisch anzubinden, wobei die Kernstadt Zerbst

(Cluster 1) rund 89 MW elektrisch und das Cluster Nord-Ost rund 56 MW elektrisch bewirkt. Eine Bewertung der netzseitigen Anschlussfähigkeit dieser Leistungsgrößen ist an dieser Stelle nicht möglich, da die freien Netzanschlusskapazitäten des Stromverteilnetzes nicht übermittelt wurden¹³. Die Kartendarstellung der Abbildung 4-16 visualisiert anhand der Kernstadt Zerbst exemplarisch die regionale Verteilung der Dachflächenpotenziale. Die kartografischen Abbildungen für die PV-Dachflächenpotenziale der übrigen Cluster 2 bis 8 sind im Anhang 14 bzw. Anhang 15 hinterlegt.

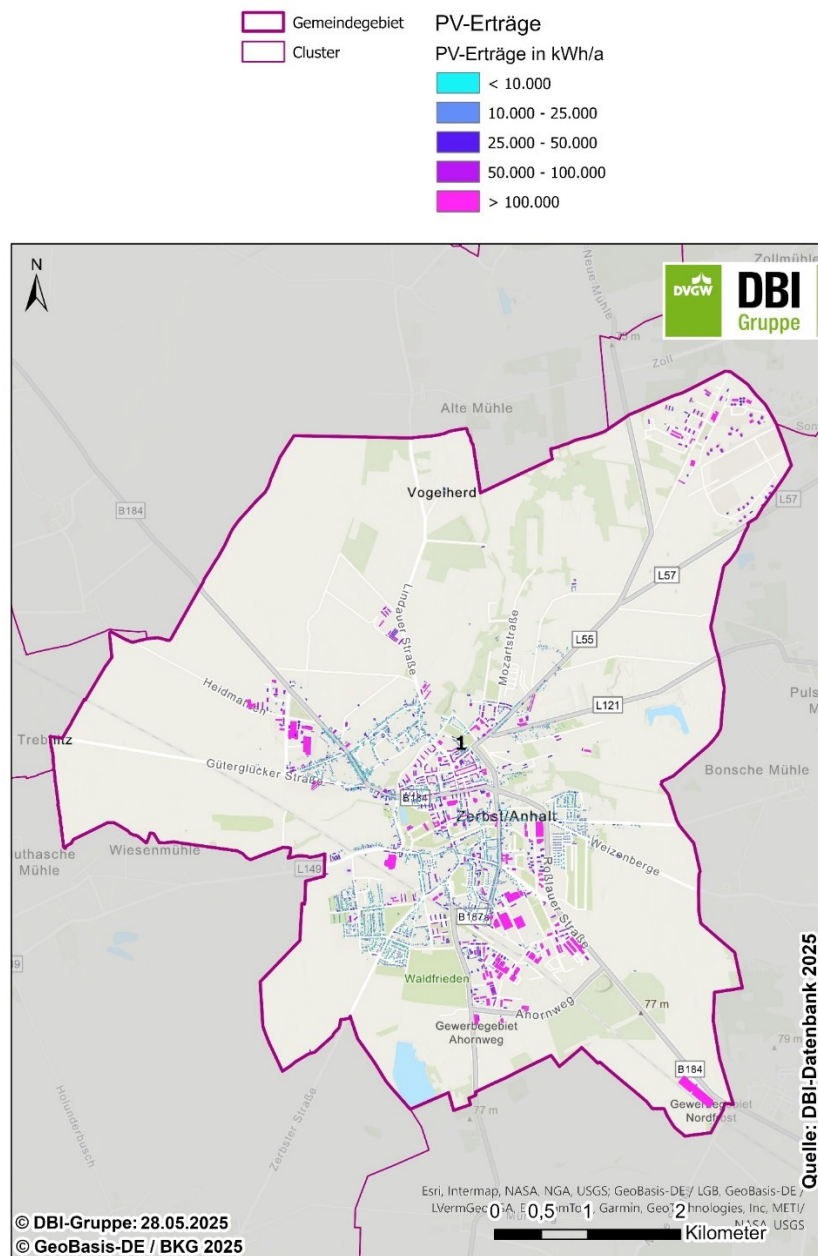


Abbildung 4-16: PV-Dachflächenpotenziale in Form der generierbaren Stromerträge in der Kernstadt Zerst (Cluster 1)

¹³ Der zuständige Verteilnetzbetreiber hat im Rahmen des iterativen Feedbackprozesses und mit Blick auf die Datenbeistellungen eine Stellungnahme der von ihm vertretenen Rechtsauffassung, den technischen Hintergründen und der Dateninterpretation bereitgestellt. Diese Stellungnahme befindet sich im Kapitel 8.2.

4.3.3.3 Photovoltaikanlagen (Freiflächen)

Parallel zu den unter Abschnitt 4.3.2.2 diskutierten Thermieanlagen auf Freiflächen besteht ebenso die Möglichkeit, PV-Module auf den Freiflächen zu installieren. Anstelle der erneuerbaren Wärme kann so erneuerbare elektrische Energie bereitgestellt werden, die z.B. Wärmepumpen antreibt. Das Ergebnis der Analysen zu diesem Anlagentyp ist in der Abbildung 4-17 hinterlegt. Demzufolge besitzt die Stadt Zerbst/Anhalt ein maximales Strompotenzial aus PV-Anlagen auf EEG-konformen Freiflächen in der Größenordnung von 268 GWh/a elektrisch. Dies entspricht ungefähr dem 30-fachen des aktuellen Strombedarfs für Wärmezwecke. Analog der Solarthermie ist auch im PV-Bereich das Cluster 7 dominant.

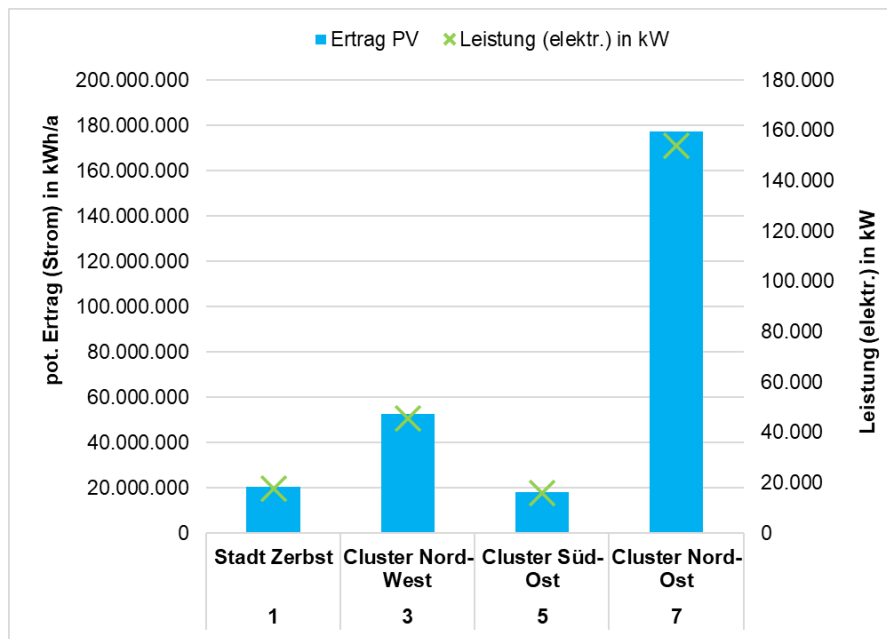


Abbildung 4-17: Hypothetische Jahreserträge erneuerbaren Stroms durch Nutzung von PV-Freiflächenanlagen (Flächentyp: EEG-konform)

Die Verhältnisse im Zusammenhang mit sonstigen Flächen außerhalb der EEG-Konformität repräsentiert die Abbildung 4-18. Während sich die Absolutwerte im Bereich der PV-Potenziale auf Weideflächen in Relation zu den Thermiepotenzialen (siehe Kapitel 4.3.2.2) ändern, ist die Rangfolge der Cluster untereinander identisch. Auch bei den Weideflächen ist daher das Cluster 7 mit einem PV-Potenzial in Höhe von 763 GWh/a elektrisch (d.h. einem Anteil von 31 % am Gesamtpotenzial) entscheidend.

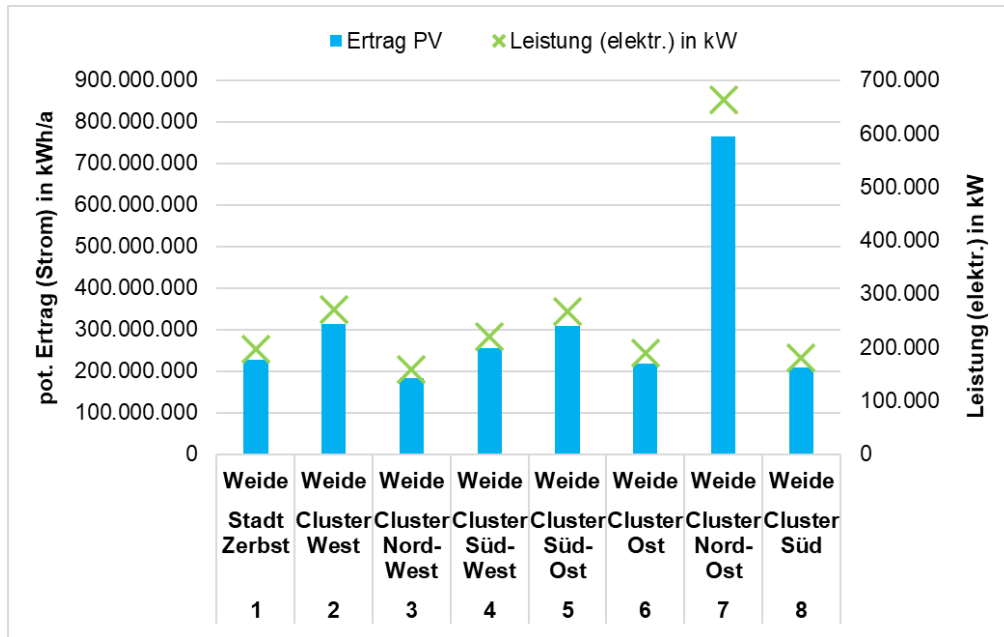


Abbildung 4-18: Hypothetische Jahreserträge erneuerbaren Stroms durch Nutzung von PV-Freiflächenanlagen (Flächentyp: Weideflächen)

Allerdings sind diverse Restriktionen zu bedenken, sofern ein Teil der Potenziale gehoben werden soll. Diese Einschränkungen sind prinzipiell deckungsgleich zu den Hindernissen aus Kapitel 4.3.2.2. Jedoch kommt noch erschwerend hinzu, dass derartige Anlagen einen bedarfsgerechten Anschluss an das örtliche Stromverteilnetz benötigen. Daher weisen sowohl die Abbildung 4-17 als auch die Abbildung 4-18 auf der vertikalen Sekundärachse jeweils die theoretisch anzubindende elektrische Nennleistung aus. Für die Stadt Zerbst/Anhalt belief sich die Anschlussleistung unter Nutzung aller EEG-Freiflächen auf 233 MW und bei Erschließung aller Weideflächen auf 2.148 MW elektrisch.

Die Abbildung 4-19 dient zur geografischen Verortung der oben bilanziell aufgezeigten Potenzialwerte am Beispiel der Weideflächen. Die identifizierten Flächen sind inklusive ihrer Lage analog zu den Darstellungen und Ausführungen unter Kapitel 4.3.2.2. Nun sind jedoch die generierbaren Stromerträge abgebildet. Es ist festzustellen, dass der überwiegende Teil der Einzelflächen maximale Erträge von jeweils unter 20 GWh/a elektrisch aufweist. Große Einzelflächen sind erneut im Cluster 7 sowie 8 zu erkennen.

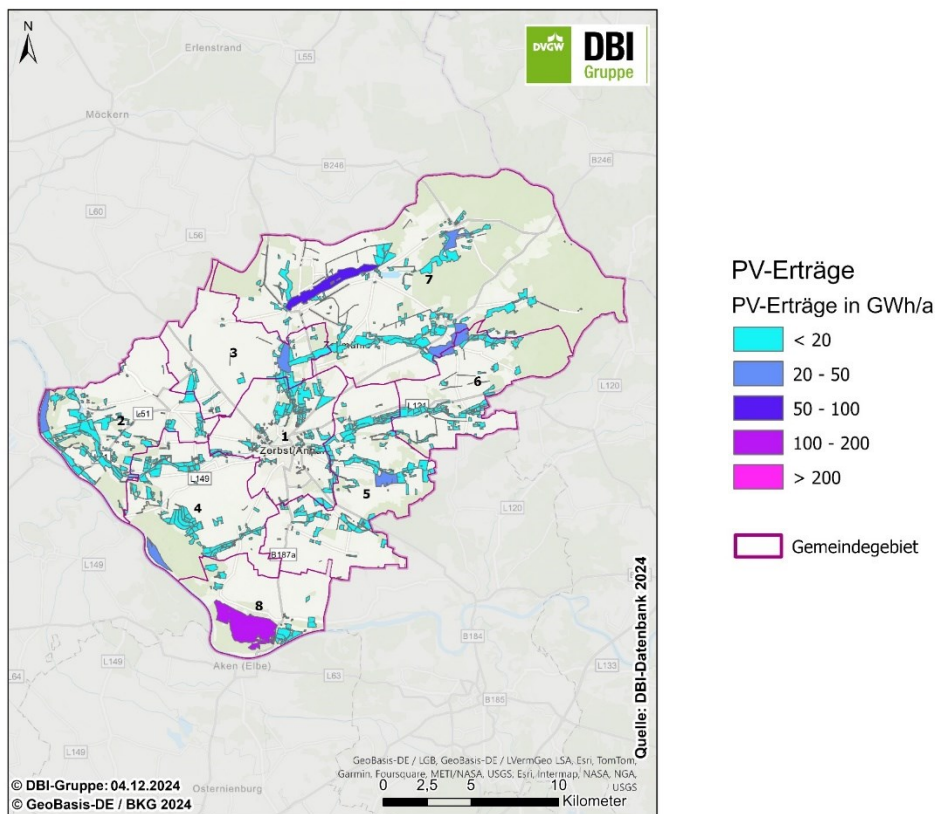


Abbildung 4-19: Regionale Verteilung der hypothetischen Jahreserträge erneuerbaren Stroms durch Nutzung von PV-Freiflächenanlagen (Flächentyp: Weideflächen)

4.3.4 Zusammenfassung

4.3.4.1 Erneuerbares Wärmepotenzial

Die Potenzialanalyse zeigt verschiedene Möglichkeiten zur Bereitstellung erneuerbarer Wärme. Diese unterscheiden sich zum Teil signifikant in Hinsicht auf die Potenzialhöhe, die regionale Verteilung und die zu beachtenden Restriktionen.

Eine Zusammenfassung der ermittelten hypothetischen Wärmeerträge aus erneuerbaren Quellen bzw. Abwärme ist der Abbildung 4-20 zu entnehmen. Deutlich zu erkennen sind zunächst die erheblichen theoretischen EE-Wärmemengen aus möglichen Solarkollektoranlagen auf Freiflächen, insbesondere (nicht EEG-konformen) Weideflächen. Diese Potenziale sind im Kontext des Zielszenarios jedoch gegebenenfalls als nachrangig zu betrachten. Eine Ursache hierfür ist, dass zur Hebung der Freiflächenpotenziale in vier von acht Clustern zwangsläufig weitere (d.h. neue) Wärmenetzinfrastrukturen nötig wären. Zudem sind die Cluster 3 und 4 für die verkürzte Wärmeplanung vorgesehen, was eine netzgebundene Wärmeversorgung ausschließt. Ebenso ist fraglich, inwieweit Vorhaben auf Freiflächen wirtschaftlich umsetzbar (ländlicher Raum) und mit der Akzeptanz der Bevölkerung vereinbar sind. Vor diesem Hintergrund sind die Dachflächenpotenziale und Abwärmequellen von vorrangigem Interesse. Die maximal hebbaren Solarthermiefpotenziale auf Dachflächen entsprechen bei rein bilanzieller Betrachtung dem heutigen Wärmebedarf ungefähr mal den Faktor drei. Jedoch gilt es die unterjährig gegenteiligen Verläufe von Wärmebedarf (im Winter) und solarthermischen Angebot

(vorrangig im Sommer) bei den nachfolgenden Analysen zu beachten. Dies führt in der Regel zu entsprechenden Bedarfen an Wärmespeichern. Kennzeichnend für die Stadt Zerbst/Anhalt sind zudem die zahlreichen Biogasanlagen. Die verstromenden Anlagen bieten demnach ein Abwärmepotenzial von fast 44 GWh/a. Sollen diese Abwärmepotenziale erschlossen werden, sind vorab mögliche Nutzungskonkurrenzen (z.B. eine bestehende Stallheizung) zu prüfen. Insgesamt belaufen sich die weiter zu untersuchenden Potenziale (exklusive Ackerflächen) auf rund 11.200 GWh/a thermisch in Relation zu einem aktuellen Bedarf in Höhe von rund 328 GWh/a thermisch¹⁴. Die Priorisierung und Inwertsetzung dieser theoretischen Potenziale ist Bestandteil der Zielszenarien, siehe Kapitel 5.

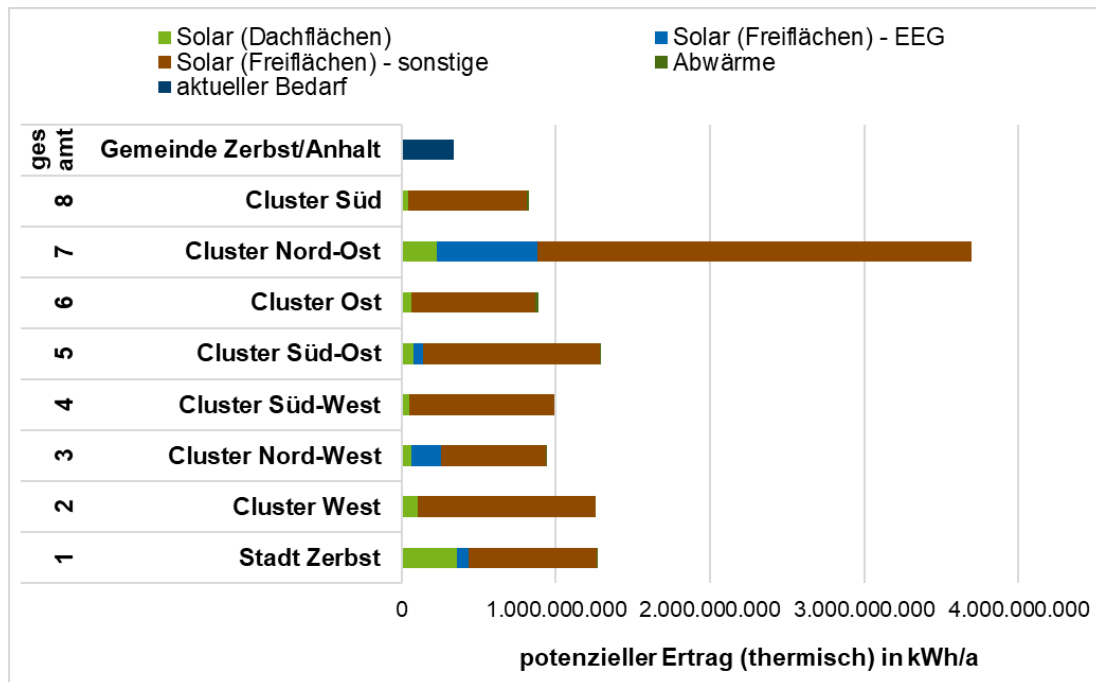


Abbildung 4-20: Zusammenfassung der EE-Wärmepotenziale und Gegenüberstellung zum aktuellen Wärmebedarf der Stadt Zerbst/Anhalt

4.3.4.2 Erneuerbares Strompotenzial für Wärmezwecke

Parallel zu den direkt für die Wärmeerzeugung nutzbaren EE-Potenzialen existieren erneuerbare Strompotenziale, die über entsprechende Umwandlungsschritte der Bereitstellung von Raumwärme, Prozesswärme und Warmwasser dienen könnten. Freiflächenanlagen sind aus Gründen der Vollständigkeit für EEG-konforme sowie Weideflächen bilanziert. Die Potenziale von PV-Anlagen auf Ackerfreiflächen werden jedoch – im Einklang mit dem Vorgehen bei den EE-Wärmepotenzialen – nicht inkludiert. Zusätzlich zu den erwähnten Restriktionen bei solarthermischen Freiflächenanlagen kommt erschwerend hinzu, dass PV-Freiflächenanlagen aufgrund ihrer elektrischen Nennleistung und ihres Standorts erhebliche Schwierigkeiten bei der Anbindung an das örtliche Stromverteilnetz verursachen können. Netzseitige Restriktionen konnten im Zuge des vorliegenden Wärmeplans nicht implementiert werden, da die entsprechenden Daten zu freien Netzanschlusskapazitäten nicht zur Verfügung standen. Im Vorfeld der Realisierung etwaiger Freiflächenanlagen im Strombereich empfiehlt sich dringend

¹⁴ Es handelt sich hierbei um den aktuellen Endenergiebedarf für Wärmezwecke abzüglich des Stroms für Wärme.

die Rücksprache mit dem zuständigen Stromverteilnetzbetreiber¹⁵.

Demzufolge stehen auch auf Stromseite klassische PV-Aufdachanlagen und Windkraftanlagen im Fokus. Bereits die PV-Anlagen auf Dachflächen zeichnen für ein Potenzial in der Größenordnung von 264 GWh/a elektrisch (Ertrag) bzw. 243 MW elektrisch (Leistung) verantwortlich¹⁶. Zusätzlich lassen sich mit bis zu 219 idealtypischen Windkraftanlagen in der Stadt Zerbst/Anhalt rund 3.250 GWh/a elektrisch (Ertrag) bzw. 1.205 MW elektrisch (Leistung) realisieren. Insgesamt betragen die weiter zu konkretisierenden Potenziale (exklusive PV-Ackerfreiflächen) rund 6.260 GWh/a elektrisch in Relation zu einem aktuellen Bedarf in Höhe von knapp 9 GWh/a elektrisch. Hierbei gilt zu bedenken, dass der aktuelle Strombedarf für Wärmezwecke aufgrund der geringen Durchdringung strombasierter Heizungssysteme (z.B. in Form von Wärmepumpen) sehr niedrig ist. In Zukunft erscheint ein kontinuierlicher Anstieg des Strombedarfs für Wärmezwecke wahrscheinlich, sodass zwangsläufig lokale Potenziale gehoben werden sollten.

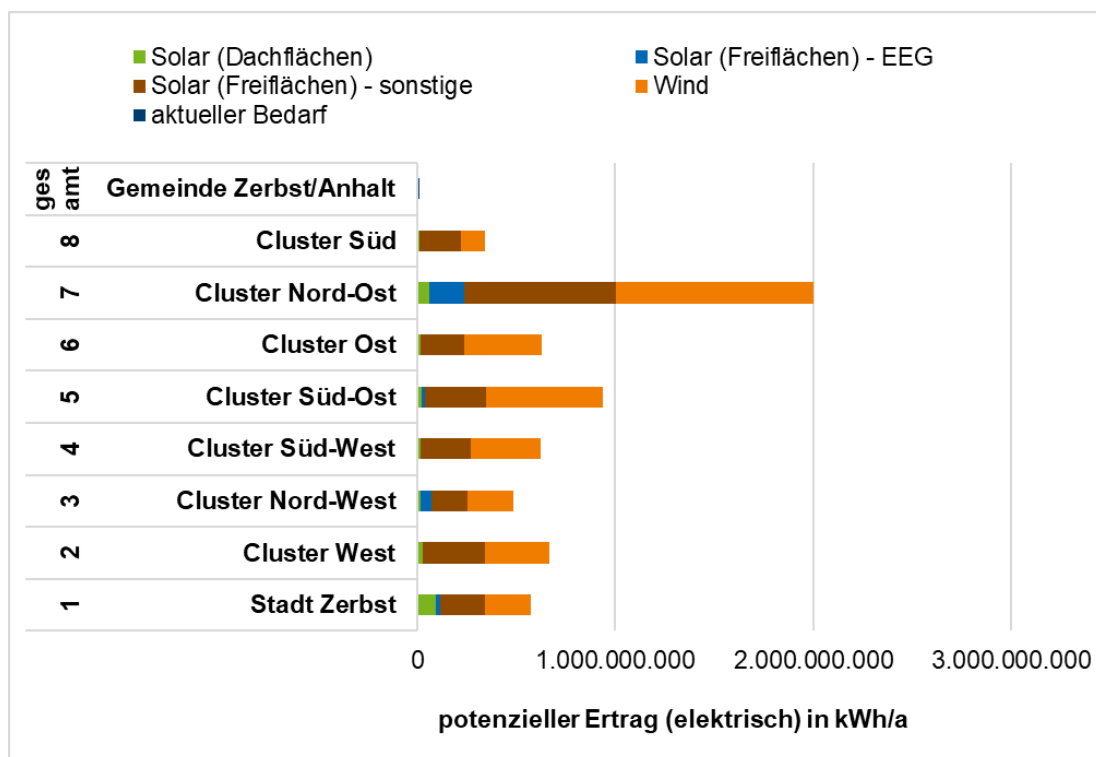


Abbildung 4-21: Zusammenfassung der EE-Strompotenziale und Gegenüberstellung zum aktuellen Strombedarf für Wärmezwecke in der Stadt Zerbst/Anhalt

4.3.4.3 Erneuerbares Biomethanpotenzial

Ergänzend zu den diskutierten EE-Strom- sowie EE-Wärmepotenzialen existieren in der Stadt Zerbst/Anhalt zwei Biomethaneinspeiseanlagen. Die zu bilanzierenden Biomethanmengen wurden bereits im Kapitel 3.3.4 genannt und werden daher an dieser Stelle nicht erneut aufgeführt. Weiterhin handelt es sich um Bestandsanlagen, deren Biomethanmenge in das Erdgasnetz eingespeist und damit bereits genutzt wird. Welchem Verwendungszweck

¹⁵ Der zuständige Verteilnetzbetreiber hat im Rahmen des iterativen Feedbackprozesses und mit Blick auf die Datenbeistellungen eine Stellungnahme der von ihm vertretenen Rechtsauffassung, den technischen Hintergründen und der Dateninterpretation bereitgestellt. Diese Stellungnahme befindet sich im Kapitel 8.2.

¹⁶ Ein standortscharfer Abgleich mit Bestands-Aufdachanlagen ist i.d.R. nicht möglich, da Anlagen mit kleiner 30 kW elektrisch nur der Gemeinde/einem Ortsteil, nicht jedoch einem konkreten Gebäude zugeordnet werden können. Ursächlich hierfür sind Datenschutzbestimmungen des Marktstammdatenregisters der Bundesnetzagentur.

(Strom/Wärme/KWK) diese Biomethanmengen zukünftig zugeführt werden, bildet einen Analysepunkt im nachfolgenden Kapitel 5.

5 Zielszenario, Wärmeversorgungsgebiete und Wirtschaftlichkeit

5.1 Ziele und gesetzliche Anforderungen

Der BMWK-Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung [7] formuliert zusammenfassend als Hintergrund des Zielszenarios:

„Auf Grundlage der Eignungsprüfung nach § 14 WPG sowie der Bestands- und Potenzialanalyse (§§ 15 und 16 WPG) entwickelt die planungsverantwortliche Stelle ein maßgebliches Zielszenario (§ 17 Absatz 2 WPG). Die im Wärmeplan für das Zielszenario darzustellenden Indikatoren finden sich in Abschnitt III der Anlage 2 zum WPG. Das Zielszenario muss in Einklang stehen mit der Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete gemäß § 18 WPG sowie der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr (§ 19 WPG). Weiterhin muss das Zielszenario vereinbar sein mit den Zielen des Wärmeplanungsgesetzes (§ 1 WPG). Die Erstellung des Zielszenarios ist Gegenstand von § 17 WPG.“

Im Zuge der Phase zur Definition eines Zielbildes für die Wärmeversorgung der betrachteten Kommune erfolgt die Kombination der Erkenntnisse aus den vorangegangenen Phasen (insbesondere der Bestands- und Potenzialanalyse). Hierbei sind verschiedene Entwicklungspfade für die zukünftige Wärmeversorgung zu untersuchen, wobei diese Pfade im Einklang mit den gesetzlichen Anforderungen zur Treibhausgasminderung stehen müssen (z.B. Treibhausgasneutralität 2045 gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz) [1]. Die Ausgestaltung zunächst mehrerer, zielkonformer Transformationspfade stellt sicher, dass verschiedene technische Lösungsoptionen gegenübergestellt werden. Aus diesem Pool von Lösungsoptionen ist anschließend jenes Zielbild auszuwählen, das von den Akteuren unter Abwägung technischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte sowie Akzeptanzfragen als attraktivster Pfad verstanden wird. Auf Basis dieses Zielbildes ist in Rücksprache mit betroffenen Akteuren (Kommune, Versorger/Netzbetreiber) eine Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete vorzunehmen. Die Gebietseinteilung soll sowohl räumlich (z.B. nach Baublöcken) als auch zeitlich (nach Stützjahren) differenziert durchgeführt werden.

Folgende Teilaufgaben leiten sich aus den Anforderungen des Zielszenarios ab:

1. Definition und Ausgestaltung möglicher Entwicklungspfade für die Wärmeversorgung in der Kommune.
2. Vereinfachte ökonomische Bewertung der definierten Entwicklungspfade.
3. Auswahl des realistischsten Zielbildes aus den untersuchten Entwicklungspfaden.
4. Analyse zur Eignung der untersuchten Teilgebiete in Hinblick auf die Versorgung mittels Wärmenetz, Wasserstoffnetz oder dezentraler Technologien.
5. Definition der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete je Stützjahr.

5.2 Methodischer Ansatz und Datenbasis

Im folgenden Abschnitt des kommunalen Wärmeplans erfolgt die Entwicklung von zwei unterschiedlichen Zielszenarien, die miteinander verglichen werden. Es wird sowohl eine technische als auch eine wirtschaftliche Betrachtung der jeweiligen Vorhaben vorgenommen. Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse werden die einzelnen Szenarien analysiert und auf ihre Vereinbarkeit mit den übergeordneten Klimazielen sowie den lokalen Gegebenheiten geprüft.

5.2.1 Definition möglicher Entwicklungspfade

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt werden zwei Zielszenarien entwickelt, die sich grundlegend in Bezug auf Inhalte, Technologiemark und Umsetzungsansätze unterscheiden. Für beide Szenarien gilt, dass die Klimaneutralität im Untersuchungsgebiet bis zum Jahr 2045 gewährleistet werden muss. Dies bedeutet, dass bis zu diesem Zeitpunkt die Wärmebereitstellung sowie die dafür notwendige Stromerzeugung bilanziell treibhausgasneutral erfolgt. Verbleibende Treibhausgasemissionen sind über entsprechende Maßnahmen zu kompensieren (siehe Kapitel 5.3.3.3). Zudem ist zu berücksichtigen, dass aufgrund des langen Betrachtungszeitraums unvorhersehbare Entwicklungen in technologischen, ökologischen und ökonomischen Bereichen sowie auf lokalen, nationalen oder internationalen Ebenen auftreten können. Diese Entwicklungen entfalten womöglich Auswirkungen auf die Realisierbarkeit, Effizienz und Nachhaltigkeit der kommunalen Wärmeplanung und insbesondere auf die erstellten Zielszenarien. Unter anderem aus diesem Grund ist eine kontinuierliche Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans spätestens alle fünf Jahre gemäß § 25 WPG vorgeschrieben [4].

Da sich die acht Cluster (Cluster Stadt Zerbst, Cluster West, Cluster Nord-West, Cluster Süd-West, Cluster Süd-Ost, Cluster Ost, Cluster Nord-Ost und Cluster Süd) stark in ihrer lokalen Versorgungsstruktur, der Bevölkerungsdichte und den Nutzwärmebedarfen unterscheiden (siehe Abbildung 3-11), sind diese innerhalb der zwei Zielszenarien individuell zu betrachten. Besondere Berücksichtigung finden Cluster Stadt Zerbst, Cluster West, Cluster Süd-Ost, Cluster Ost, Cluster Nord-Ost und Cluster Süd bedingt durch eine vollständige Wärmeplanung. In Cluster Nord-West und Cluster Süd-West wird eine verkürzte Planung erstellt, da diese kein bestehendes Gasnetz aufweisen und die Errichtung eines Wärmenetzes jeweils sehr unwahrscheinlich ist.

Szenario 1 – Mix

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die betrachteten Cluster der Gemeinde Zerbst/Anhalt setzt das erste Zielszenario den Fokus auf einen Mix verschiedener Versorgungsoptionen. Dies soll einen möglichst technologieoffenen Ansatz widerspiegeln, um für die Zukunft keine Optionen vorab auszuschließen. Hierbei erfolgt eine weitere Unterteilung der Betrachtung auf die Teilgebiete Stadt Zerbst, Cluster West, Cluster Nord-West, Cluster Süd-West, Cluster Süd-Ost, Cluster Ost, Cluster Nord-Ost und Cluster Süd. In diesem Szenario wird das bereits heute zur Wärmeversorgung verwendete Biomethan zur Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet verwendet (dies entspricht 71.695.649 kWh/a). Das bestehende Wärmenetz in der Stadt Zerbst wird verdichtet und ausgebaut (beschränkt auf die Zerbster Innenstadt). Für das Wärmenetz in Polenzko wird im Rahmen der aktuellen kommunalen Wärmeplanung eine Erweiterung auf die umliegenden Ortschaften Kleinleitzkau und Garitz vorgesehen.

Im Szenario Mix werden zunächst lokale Bestandsanlagen, wie zum Beispiel die Biomethaneinspeiseanlagen in den Clustern Stadt Zerbst und Cluster West erfasst. Zur Strombereitstellung werden anteilig die lokalen Wind- und Biogasanlagen sowie die vorhandenen PV-Anlagen im gesamten Untersuchungsgebiet genutzt.

In den Teilgebieten Cluster Nord-West und Cluster Süd-West wird die Wärme dezentral bereitgestellt. Die verwendeten Technologien sind private Wärmepumpen, Aufdach-Solarthermieranlagen, Elektroheizungen sowie Biomasse-Pellettheizungen. Der Schwerpunkt liegt auf der Nutzung von Wärmepumpen. Begründet wird dies aufgrund der Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung.

In allen Clustern werden die Bestandsanlagen der Biomassen Pellettheizung weiterhin verwendet, ein Ausbau dieser Technologie findet in keinem Cluster statt. Weiterhin werden in allen Clustern mit Ausnahme des Clusters Ost die Technologien Elektroheizung und Wärmepumpen ausgebaut. Aufgrund der dreimal höheren Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen wird der Fokus auf diese Technologie gelegt. Die Entscheidung des Endverbrauchers zu einer Wärmepumpe oder einer Elektroheizung bleibt individuell dem Endverbraucher überlassen.

Im Cluster Stadt Zerbst kommen neben den genannten Technologien Wasserstoff-Blockheizkraftwerke (Wasserstoff-KWK-Anlagen) und Wasserstoffthermen zum Einsatz. Die Wasserstoff-KWK-Anlagen sowie die Wasserstoffthermen benötigen einen Anschluss an eine Wasserstoffleitung. Die Wasserstoffthermen arbeiten ähnlich wie herkömmliche Gasthermen, nutzen jedoch Wasserstoff als Brennstoff. Sie erreichen einen thermischen Wirkungsgrad von ca. 90-98%. Die Wasserstoff-KWK-Anlagen können im Gegensatz zu den Wasserstoffthermen zusätzlich Strom erzeugen. Sie erreichen einen Gesamtwirkungsgrad (Erzeugung Strom und Wärme) von ca. 85-90%. Durch die Doppelnutzung als Wärme- und Stromerzeuger eignen sie sich ideal für die dezentrale Versorgung.

Das Untersuchungsgebiet wird im Zuge der Nationalen Wasserstoffstrategie durch ein übergelagertes Netz mit Wasserstoff versorgt. Unter Rücksprache mit den Netzbetreibern und der Bundesnetzagentur ist ein Anschluss an das Wasserstoff-Kernnetz nach 2032 denkbar, dabei handelt es sich um die zweite Ausbaustufe des Wasserstoff-Kernnetzes, in der weitere Regionen und Verteilnetze berücksichtigt werden sollen. Die Transformation der Verteilnetze ist ein erklärtes Ziel, um eine flächendeckende Versorgung zu ermöglichen. [39]

In diesem Szenario erfolgt die Verteilung der Fernwärme leitungsgebunden in den Gebieten, in denen ein Wärmenetz vorgesehen ist. Die Wärme wird in lokalen Wärmespeichern gespeichert.

Im Cluster West kommen zusätzliche Aufdach-Solarthermieranlagen zum Einsatz. Des Weiteren werden die Kapazitäten der lokalen Biomethaneinspeiseanlage zur Deckung der Nutzwärmebedarfe verwendet. Dadurch wird eine Kombination von dezentralen und leitungsgebundenen Versorgungsoptionen verwendet, was sich positiv auf die Versorgungssicherheit auswirkt.

Im Cluster Süd-Ost werden dieselben Versorgungstechnologien und Ausbaupfade wie im Cluster West vorgesehen. Da die Erträge der Biomethaneinspeiseanlage die Bedarfe von Cluster West überschreiten und das Cluster Süd-Ost über ein Gasnetz verfügt, werden die überschüssigen Kapazitäten im Cluster Süd-Ost zur Wärmebereitstellung verwendet.

Im Cluster Ost kommen neben den bekannten dezentralen Wärmetechnologien (Wärmepumpe, Pellet- und Elektroheizung) leitungsgebundene Wärmeversorgungstechnologien zum Einsatz. Zusätzlich wird der Ort Polenzko fast vollständig durch die Abwärme der lokalen Biogasanlage versorgt. Eine Erweiterung des Wärmenetzes zu den Ortschaften Garitz und Kleinleitzkau ist vorgesehen.

Das vorletzte, im Rahmen der KWP umfänglich betrachtete Cluster lautet Nord-Ost. Hier erfolgt die Wärmeversorgung gleichermaßen wie in Cluster Süd-Ost. Dezentral wird durch die Technologien Wärmepumpe, Aufdach-Solarthermieranlagen, Elektro- und Pelletheizung Wärme zur Verfügung gestellt. Die Überschüsse der Biomethaneinspeiseanlage im Cluster West können aufgrund des vorhandenen Erdgasnetzes zur Wärmebereitstellung verwendet werden. Dieses Cluster wird gegenüber dem Cluster Süd-Ost priorisiert mit Biomethan versorgt.

Cluster Süd stellt das letzte zu betrachtende Versorgungsgebiet dar. Hier liegt der Fokus auf dezentralen Erzeugungstechnologien wie den bereits in anderen Clustern aufgeführten Wärmepumpen, Elektro- und Pelletheizungen sowie der Nutzung von Aufdach-Solarthermieranlagen. Es besteht ein Abwärmepotenzial der örtlichen Biogas-KWK-Anlage in Steutz. Im Rahmen der Fortschreibung des Wärmeplans kann über eine Nutzung dessen entschieden werden.

Der für den Betrieb der Wärmetechnologien erforderliche Strombedarf wird zunächst durch die Nutzung bestehender Anlagen gedeckt. Beispielhaft lassen sich die Biogasanlagen im Cluster Stadt Zerbst, Süd-Ost, Ost und Süd aufführen. Weiterhin werden die bestehenden Windkraftanlagen in Cluster Stadt Zerbst und Cluster Nord-Ost zur Deckung der wärmeseitig anfallenden Strombedarfe eingesetzt. In fast allen Clustern kommen Aufdach-Photovoltaikanlagen zum Einsatz (Ausnahme: Cluster Nord Ost). Zusätzliche Bedarfe werden durch das bestehende Stromnetz abgedeckt. Da keine Informationen des örtlichen Stromnetzbetreibers hinsichtlich Ausbaupläne und Netzkapazitäten vorliegen, wird angenommen, dass das Stromnetz jederzeit in der Lage ist, die erforderlichen Bedarfe zu decken und die erzeugten Erträge einzuspeisen. Die Speicherung von Stromüberschüssen aus privaten Anlagen, wie etwa Aufdach-Photovoltaikanlagen, erfolgt in Stromspeichern. Ebenso besteht die Möglichkeit, überschüssig erzeugten Strom durch Wärmepumpen in Wärme umzuwandeln und diese in den lokalen Wärmespeichern zu speichern¹⁷.

In Tabelle 5-1 kann das grundlegende geplante Vorhaben im Szenario Mix nachvollzogen werden. Es wird zwischen Bestand („B“) und Ausbau („A“) unterschieden. Ersteres berücksichtigt ausschließlich die Kapazitäten, welche im Rahmen der Bestandsanalyse erfasst wurden. Der Ausbau legt die Werte der Bestandsanalyse zu Grunde, jedoch werden zusätzliche, noch nicht bestehende Kapazitäten, ermittelt im Rahmen der Potenzialanalyse, berücksichtigt und einkalkuliert.

¹⁷ Der zuständige Verteilnetzbetreiber hat im Rahmen des iterativen Feedbackprozesses und mit Blick auf die Datenbeistellungen eine Stellungnahme der von ihm vertretenen Rechtsauffassung, den technischen Hintergründen und der Dateninterpretation bereitgestellt. Diese Stellungnahme befindet sich im Kapitel 8.2.

Tabelle 5-1: Qualitative Beschreibung der Technologieschwerpunkte von Zielszenario eins, Mix

Kategorie	Technologie	Zerbst	West	Nord-West	Süd-West	Süd-ost	Ost	Nord-ost	Süd
Wärme	Wärme-pumpe	A	A	A	A	A	B	A	A
	Elektro-heizung	A	A	A	A	A	B	A	A
	Biom. Pellet-heizung	B	B	B	B	B	B	B	B
	Biomethan-einspeise-anlage	B	B			Rest von C. Nord-Ost		Rest von C. West	
	Abwärme Biogas						B		
	Aufdach-Solar-thermie		A			A		A	A
	H2-KWK	A							
	H2-Therme	A							
	Fernwärme	A					B		
Strom	Windkraft	B						B	
	Aufdach-PV	A	A	B	A	B	B		A
	Netzbezug	B	B	B	B	B	B	B	B
	Biogas KWK	B		B		B	B		B
Legende: A = Ausbau; B = Bestand									

Szenario 2 – Biomethan

Im Rahmen des zweiten Zielszenarios wird der Schwerpunkt der Bereitstellung von Wärme auf die Biomethaneinspeisung gelegt. Das bestehende Wärmenetz bleibt weiterhin in Nutzung und wird schrittweise im Cluster Zerbst weiter ausgebaut. In allen Clustern kommen dezentrale Wärmeversorgungstechnologie wie Wärmepumpen, Elektroheizungen und Biomasse Pelletheizungen zum Einsatz, wobei der Fokus auf der Nutzung von Wärmepumpen liegt. Des Weiteren werden die Biomethaneinspeiseanlagen in Zerbst und im Cluster West den Energieträger Biomethan leitungsgebunden zur Verfügung stellen. Ebenso ist beabsichtigt, die Abwärme des Biogases im Cluster Zerbst zur Wärmebedarfsdeckung zu nutzen. Im Cluster West ist keine Biogasanlage vorhanden, dadurch wird ausschließlich die Biomethananlage (neben den aufgeführten dezentralen Wärmetechnologien) leitungsgebunden zur Deckung der Nutzwärmebedarfe beitragen. Der Überschuss an Biomethan im Cluster West wird nach der Bedarfsdeckung anderer Cluster an das Cluster Stadt Zerbst verteilt.

Cluster Nord-West und Süd-West werden im Rahmen der verkürzten Wärmeplanung vollumfänglich dezentral durch Wärmepumpen, Elektroheizungen und Biomasse Pelletheizungen versorgt. Während im Cluster Nord-West eine Gleichverteilung der Technologien Wärmepumpe und Elektroheizung, in Bezug auf die Deckung der Nutzwärmebedarfe vorgesehen wird, wird der Fokus im Cluster Süd-West Richtung Elektroheizungen ausgeprägt. Begründet wird dies durch die derzeitig bestehenden Unterschiede im Rahmen der Bestandsanalyse. In beiden Clustern wird der Ausbau der drei dezentralen Versorgungstechnologien zur Deckung der Nutzwärmebedarfe vorgesehen.

Im Cluster Süd-Ost werden neben den bereits bekannten dezentralen Versorgungsmöglichkeiten die restlichen Biomethankapazitäten aus Cluster West zur Deckung der Wärmebedarfe eingesetzt. Zusätzlich soll die Abwärme der lokalen Biogasanlage zur Deckung der Bedarfe beitragen.

Im Cluster Ost, wird ausschließlich der Abwärme der Biogasanlage für die Wärmeversorgung der Ortschaft Polenzko verwendet. Die restlichen Wärmebedarfe sollen dezentral beglichen werden. Ein Ausbau der dezentralen Wärmetechnologien ist nicht vorgesehen. Die Ergebnisse der Bestandsanalyse weisen einen Fokus auf Biomasse-Pelletheizungen auf. Das Abwärmepotenzial der Biogas-Anlage wird verwendet, um ein Wärmenetz-Neubauggebiet in Garitz und Kleinleitzkau mit Wärme zu versorgen.

Im Cluster Nord-Ost werden ebenfalls die Überschüsse der Biomethananlage aus Cluster West verwendet, während die verbleibenden Bedarfe durch die dezentralen Möglichkeiten abgedeckt werden. Es liegt der Fokus auf den Biomasse-Pelletheizungen. Zur Deckung der anfallenden Bedarfe ist der Ausbau aller dezentralen Wärmetechnologien vorgesehen.

Das letzte Cluster Süd weist einen ähnlichen Entwicklungsplan wie Cluster Ost auf, jedoch wird hier, neben den dezentralen Versorgungsmöglichkeiten (Fokus Biomasse Pelletheizung), ausschließlich die Abwärme der Biogasanlage zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung vorgesehen. Hierfür wird ein Wärmenetz-Neubauggebiet in Steutz ausgewiesen.

Die Speicherung der erzeugten Wärme erfolgt in lokalen Wärmespeichern sowie in Großwärmespeichern in der Nähe der KWK-Anlage. Die Bereitstellung des notwendigen Stroms erfolgt über die genannten Bestandsanlagen. Diese umfassen die Biogas-KWK-Anlagen der Cluster: Zerbst, Nord-West, Süd-Ost, Ost und Süd. Zusätzlich sind die Windkraftanlagen in Cluster Zerbst und im Cluster Nord-Ost zu berücksichtigen, sowie die bestehenden Aufdach-PV-Anlagen in allen Clustern bis auf das Cluster Nord-Ost. In Cluster West ist ein zusätzlicher Ausbau dieser vorgesehen.

Die Anlagen zur Strombedarfsdeckung unterscheiden sich in den beiden Szenarien im Bereich Aufdach-PV. Während im Mix-Szenario ein Ausbau dieser Technologie, aufgrund der erhöhten Strombedarfe durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen und Elektroheizungen vorgesehen ist, werden im Szenario Biomethan fast ausschließlich die Bestandsanlagen zur Strombedarfsdeckung benötigt. Lediglich im Cluster West wird ein Ausbau der Aufdach-PV-Anlagen angedacht. Im Cluster Nord-Ost wird kein Einsatz der Photovoltaik vorgesehen, da die Bedarfe durch die lokalen Windkraftanlagen umfangreich gedeckt werden können. Ergänzend wird angenommen, dass eventuelle zusätzliche Strombedarfe durch das bestehende Stromnetz gedeckt werden können. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Netz jederzeit in der Lage ist, die erforderlichen Bedarfe zu decken und die erzeugten Leistungen/Erträge aufzunehmen.

Die Speicherung von Stromüberschüssen aus privaten Anlagen, wie etwa Aufdach-Photovoltaikanlagen, erfolgt in Stromspeichern. Ebenso besteht die Möglichkeit, überschüssig erzeugten Strom durch Wärmepumpen in Wärme umzuwandeln und diese in den lokalen

Wärmespeichern zu speichern¹⁸.

Der Einsatz von Wasserstoff wird in diesem Szenario nicht berücksichtigt, da der Fokus auf die Wärmeerzeugung durch Biomethan ausgerichtet wird.

In Tabelle 5-2 kann das grundlegende geplante Vorhaben im Szenario Biomethan nachvollzogen werden. Es wird zwischen Bestand („B“) und Ausbau („A“) unterschieden. Ersteres berücksichtigt die Kapazitäten, welche im Rahmen der Bestandsanalyse erfasst wurden. Der Ausbau legt die Werte der Bestandsanalyse zu Grunde, jedoch werden zusätzliche, noch nicht bestehende Kapazitäten, ermittelt im Rahmen der Potenzialanalyse, berücksichtigt und einkalkuliert.

Tabelle 5-2: Qualitative Beschreibung der Technologieschwerpunkte von Zielszenario zwei, Biomethan

Kategorie	Technologie	Zerbst	West	Nord-West	Süd-West	Süd-ost	Ost	Nord-ost	Süd
Wärme	Wärme-pumpe	A	A	A	A	A	B	A	A
	Elektro-heizung	A	A	A	A	A	B	A	A
	Biom. Pellet-heizung	A	B	A	A	B	B	A	A
	Biomethan-einspeise-anlage	B + Rest von C. West	B			Rest von C. West		Rest von C. West	
	Abwärme Biogas	A				A	A		A
	Aufdach-Solar-thermie								
	H2-KWK								
	H2-Therme								
	Fernwärme	A					B		
Strom	Windkraft	B						B	
	Aufdach-PV	B	A	B	B	B	B		B
	Netzbezug	B	B	B	B	B	B	B	B
	Biogas KWK	B		B		B	B		B
Legende: A = Ausbau; B = Bestand									

¹⁸ Der zuständige Verteilnetzbetreiber hat im Rahmen des iterativen Feedbackprozesses und mit Blick auf die Datenbeistellungen eine Stellungnahme der von ihm vertretenen Rechtsauffassung, den technischen Hintergründen und der Dateninterpretation bereitgestellt. Diese Stellungnahme befindet sich im Kapitel 8.2.

Im Rahmen der weiteren Entwicklung der Zielszenarien erfolgt eine detaillierte Festlegung der quantitativen Zielwerte für den Zeitraum bis 2045. Dies umfasst die Bestimmung der Anteile erneuerbarer Energien sowohl im Bereich der Stromversorgung als auch in der Wärmebereitstellung. Die Festlegung dieser Zielwerte orientiert sich zum einen an den Vorgaben des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Strom-Bereich und zum anderen am Klimaschutzprogramm der Bundesregierung im Bereich Wärme. Dadurch werden die Soll-Anteile der erneuerbaren Energien zu den jeweiligen Zeitpunkten auf Basis des Nutzwärmebedarfs und des Strombedarfs beschrieben.

Im Bereich der Wärmeversorgung wurden folgende Zielwerte angenommen: Im Jahr 2030 soll der Anteil erneuerbarer Energien im Bereich Wärme zunächst 50 % des Nutzwärmebedarfs abdecken. Dieser Anteil steigt in den darauffolgenden Jahren kontinuierlich an, sodass er 65 % im Jahr 2035 und 80 % im Jahr 2040 erreichen soll. Im Jahr 2045 wird die Treibhausgasneutralität angestrebt, was bedeutet, dass zu diesem Zeitpunkt 100 % des Nutzwärmebedarfs durch erneuerbare Energien zu decken sind. Für die Stromversorgung zeichnet sich ein ähnliches Bild ab: Im Jahr 2030 soll ein Anteil von 80 % erneuerbarer Energien erreicht werden, dieser soll bis 2035 auf 90 % ansteigen. In den darauffolgenden Jahren ist die Bereitstellung von Strom zu 95 % durch erneuerbare Energien vorgesehen, um schließlich bis 2045 100 % zu erreichen. Die aufgeführten Zielwerte garantieren die Einhaltung der nationalen Klimaziele (Klimaneutralität im Jahr 2045) und ermöglichen eine stetige und planbare Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien über mehrere Jahre hinweg. Während für den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmesektor zwar partielle (z.B. für Gebäudeeigentümer in Form des GEG), jedoch keine gesamtheitlichen gesetzlichen Zielvorgaben bestehen, definiert das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) konkrete Ausbauziele für deren Anteil an der Stromerzeugung für das Jahr 2030.

Dies ist besonders relevant, da der Übergang zu grünen Energiequellen sowohl Zeit als auch finanzielle Mittel in Anspruch nimmt und darüber hinaus die benötigten Infrastrukturen bedarfsgerecht auszubauen sind (z.B. die Stromübertragungs- und Verteilnetze). Daher kann ein sofortiger oder kurzfristiger Umstieg auf erneuerbare Energien nicht realisiert werden.

Für die Planung und Umsetzung gilt die Annahme, dass die bestehende Versorgungsinfrastruktur in ihrer Nutzung und Kapazität erhalten bleibt und bei Bedarf ertüchtigt wird. Dies betrifft sowohl die Bestandsanlagen als auch den Zubau neuer Anlagen, sofern diese auf erneuerbaren Energieträgern aufbauen. Die in Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2 dargestellten Energieträger wurden anteilmäßig auf Basis der festgelegten Zielwerte verteilt. Erwähnenswert ist, dass in Abhängigkeit des jeweiligen Szenarios anteilig nicht lokale Ressourcen für die Energieversorgung notwendig sind. So ist das aktuelle System mit leitungsgebundener Stromversorgung in Form des öffentlichen Netzes sowie z.B. des Erdgasnetzes und bestimmter dezentraler Technologien (Heizöl) durch die Nutzung von nicht in der Kommune vorhandenen Ressourcen geprägt. Diese aus überregionalen Quellen stammenden Energieträger sind zwangsläufig mit Beschaffungsrisiken (ökonomisch, physisch) verknüpft. Auch verursacht beispielsweise der Transport von Heizöl zu den Abnehmern seinerseits entsprechende THG-Emissionen. Durch die zunehmende Umstellung auf erneuerbare und lokal vorhandene Energieträger (z.B. Biogas aus Biomasse) können die Abhängigkeiten perspektivisch gemindert werden.

In Kapitel 5.3.1 werden die einzelnen Zielszenarien und deren spezifische Entwicklungen im Hinblick auf die prozentualen Anteile sowie die absoluten Nutzenergiebedarfe dargestellt.

5.2.2 Entwicklung des Endenergiebedarfs der Wärmebereitstellung

Im Anschluss wird eine detaillierte Betrachtung der Endenergiebedarfe für Wärmezwecke in der Stadt Zerbst/Anhalt vorgenommen. Als Endenergie wird die Menge an Energie bezeichnet, welche notwendig ist, um die anfallenden (Nutzenergie-)Bedarfe zu decken. Diese ist nicht zu verwechseln mit der Nutzenergie, die z.B. den physischen Raumwärmebedarf widerspiegelt. Ein konkretes Beispiel könnte eine Wärmepumpe darstellen. Hier ist die Nutzenergie äquivalent zur Wärme, die durch die Wärmepumpe bereitgestellt wird. Als Endenergie fällt Strom an, welcher für den Betrieb und den Wärmetransport von der Quelle (z.B. der Umgebungsluft) zur Senke (z.B. dem beheizten Raum) notwendig ist. Ein wichtiger Indikator, welcher im Rahmen der Ermittlung der Endenergie einfließt, sind Wirkungsgrade respektive sogenannte Jahresarbeitszahlen. Diese beschreiben die Umwandlungsfaktoren zwischen den verwendeten Energieformen und inkludieren Verluste und Effizienzschwankungen. Im Falle der Wärmepumpe (Jahresarbeitszahl: 3,05) werden aus einer Einheit Strom 3,05 Einheiten Wärme bereitgestellt. Wichtig ist aufzuführen, dass Wirkungsgrade Technologie-spezifisch sind und individuell berücksichtigt werden müssen. Eine Auflistung der relevanten Wirkungsgrade bzw. Jahresarbeitszahlen befindet sich im Anhang 4 (S. 190/189).

Die Endenergiebedarfe werden auf den Ergebnissen der Nutzenergiebedarfe (siehe Kapitel 5.3.1) aufgebaut und mit den entsprechenden Wirkungsgraden verrechnet. Im Kapitel 5.3.2 können die Ergebnisse nachvollzogen werden.

Zusätzlich wird eine sektorale Verteilung der anfallenden Endenergiebedarfe in Bezug auf das gesamte Untersuchungsgebiet durchgeführt. Ziel ist es, die Anteile eines Sektors am Gesamtbedarf abzuschätzen. Hierfür ist folgende Unterteilung maßgeblich: Gewerbe, Industrie, Kommune, private Haushalte, Sonstige und Industrie/verarbeitendes Gewerbe. Es wird unterstellt, dass die sektorale Verteilung der Endenergie der zugrundeliegenden Nutzenergieverteilung entspricht. In Abbildung 5-1 lässt sich die Entwicklung im Zeitraum von 2030 bis 2045 nachvollziehen.

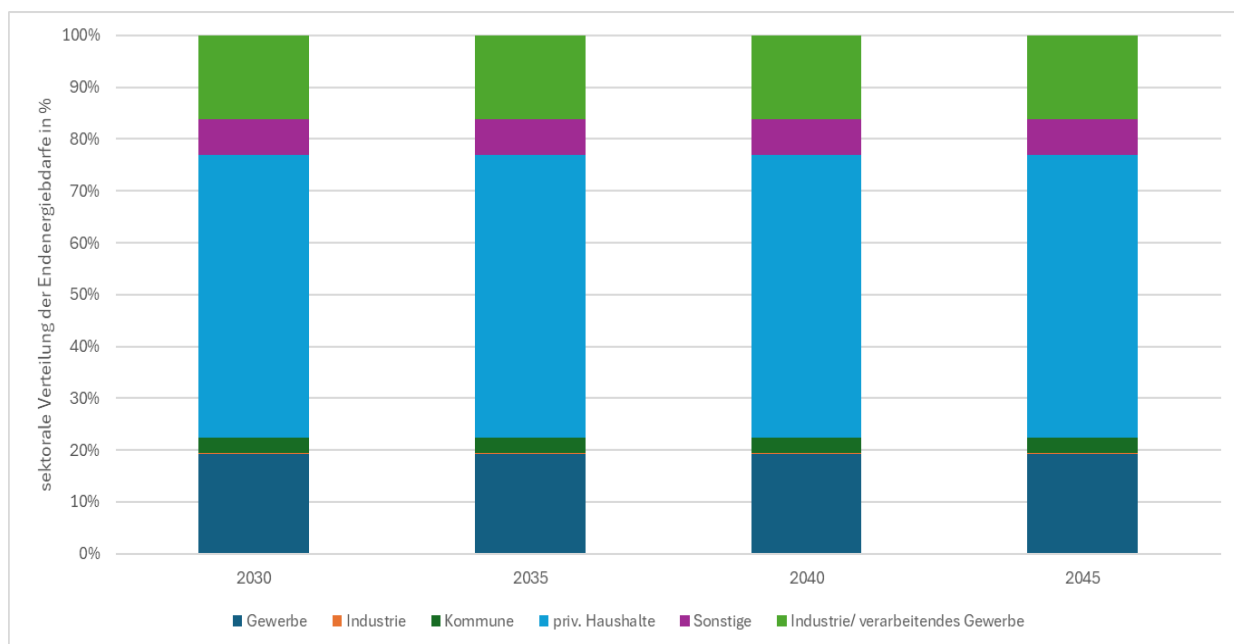


Abbildung 5-1: Sektorale Verteilung der Endenergiebedarfe im Betrachtungszeitraum 2030 bis 2045

Deutlich erkennbar ist, dass private Haushalte mit Abstand den größten Bedarf an Nutz- sowie Endenergie aufweisen. Absteigend weist das Gewerbe den zweithöchsten Bedarf auf. Im Anschluss daran folgen die Kategorien Industrie/ verarbeitendes Gewerbe, Sonstige, Kommune und Industrie. Im Jahr 2045 entfallen somit 54 % der Bedarfe auf den Sektor priv. Haushalte. Zur Deckung der Endenergiebedarfe der restlichen Sektoren werden folgende Anteile fällig: Gewerbe 19 %; Industrie/ verarbeitendes Gewerbe: 16 %; Sonstige: 6 %; Kommune: 3 %; Industrie 0,1 %. Die sektorale Verteilung liegt in allen Zielszenarien zu Grunde.

Im Rahmen der Szenarioentwicklung wird ein individueller Fernwärmemix, auf Basis der vorhandenen und geplanten Kapazitäten und Technologien, erstellt. Durch die maßgeblichen Unterschiede der Zielszenarien zueinander, variiert der Fernwärmemix stark. Beeinflusst wird dies zusätzlich durch die Ausbauvorhaben des Wärmenetzes. Sowohl in Zielszenario Mix wie im Zielszenario Biomethan wird der Ausbau im Cluster Zerbst vorgesehen. Das Fernwärmenetz im Cluster Ost wird in keinem Szenario weiter verdichtet, da bereits fast 100 % des Ortes Polenzko angeschlossen sind. Ein Ausbau über die Ortsgrenze hinweg ist vorgesehen. Auf Grundlage der verschiedenen vorgesehenen Energietechnologien innerhalb der beiden Szenarien, werden unterschiedliche Bedarfs-Zuwachsraten im Bereich der Fernwärme kalkuliert. Dabei wird in Zielszenario eins von einer jährlichen Wachstumsrate von 1,0 % ausgegangen. Im Zielszenario werden diesbezüglich 2,0 %/a kalkuliert. Zusätzlich wurden auftretende Leitungs- und Umwandlungsverluste in Höhe von ca. 25 % berücksichtigt. Im Anschluss wird in Zielszenario eins und zwei, für Cluster Zerbst und Cluster Ost der Fernwärmemix gebildet. Hierfür wurden bestehende und geplante, fossile und erneuerbare Energieträger verwendet, um die Bedarfe im Zeitraum von 2030 bis 2045 zu decken. Es wird eine spezifische Reihenfolge für die Deckung des Bedarfs festgelegt, wobei zunächst Kapazitäten bestehender Wärmetechnologien betrachtet werden. Im Anschluss sind neue Technologiekapazitäten szenariospezifisch zur Deckung einzuplanen. Beispielhaft lässt sich das Szenario Mix aufführen, wobei zunächst Erdgas, im Anschluss Wärme aus Biomethaneinspeiseanlagen einkalkuliert werden. Es wird darauf geachtet, dass die Vorgaben hinsichtlich der Anteile erneuerbarer Energien (Vorgaben des WPG) eingehalten werden, damit die Treibhausgasneutralität im Zieljahr 2045 erreicht wird. Der individuelle Fernwärmemix kann im Anhang 22 nachvollzogen werden.

Auf Basis dieser Betrachtung ergibt sich ein szenario- und zeitpunktspezifischer Fernwärmemix, welcher später in der Betrachtung der Treibhausgasemissionen berücksichtigt werden muss (siehe 5.3.3).

Wichtig ist an dieser Stelle aufzuführen, dass die Position Fernwärme sowohl in Diagrammen der Nutzwärmebedarfe wie der Endenergiebedarfe auftaucht, dort jedoch keinen konkreten Wert darstellt. Dadurch, dass die Fernwärme auf Basis der dargestellten Energieträger gespeist wird, ist diese anteilmäßig in der jeweiligen Betrachtung einkalkuliert. Im Kapitel 5.3.2 werden explizite Betrachtungen der Fernwärme aufgeführt, welche darstellen wie sich die Position zusammensetzt und welche Endenergiebedarfe für die Deckung aus den unterschiedlichen zugrundeliegenden Energiequellen anfallen. Zusätzlich zu den Wirkungsgraden der Energieträger (siehe Anhang 4) werden 25 % Leitungs- und Umwandlungsverluste einkalkuliert.

5.2.3 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Die Fortschreibung der CO₂-Emissionsberechnung ist ein zentraler Bestandteil des kommunalen Wärmeplans und liefert eine fundierte Grundlage für die Planung, Priorisierung und Umsetzung von Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Die Fortschreibung der CO₂-Emissionsberechnung hat daher zum Ziel, die Treibhausgasemissionen (THGE) der kommunalen

Wärmeversorgung für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 zu prognostizieren. Diese Berechnung erfolgt differenziert nach Energieträgern und berücksichtigt die Entwicklungen der Emissionsfaktoren sowie den zunehmenden Einsatz erneuerbarer Energien (siehe Anhang 10 & Anhang 11).

Die Berechnungen basieren auf einer systematischen Bestands- und Potenzialanalyse:

- **Bestandsanalyse:** Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und der Energieträgerverteilung im Ausgangsjahr (gemäß Wärmeplanungsgesetz § 15, siehe Kapitel 3).
- **Potenzialanalyse:** Identifikation der möglichen Einsparungen durch Effizienzsteigerungen respektive klimatische Trends sowie Potenziale der Nutzung erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme (gemäß Wärmeplanungsgesetz § 16, siehe Kapitel 4).

Die THG-Emissionen werden unter anderem für folgende Energieträger berechnet:

- Elektrischer Strom (für Wärmepumpen bzw. direktelektrische Heizungssysteme),
- Gas (Erdgas, Biogas, synthetisches Methan, Biomethan),
- Wasserstoff (grün, blau, grau),
- Heizöl,
- Feste Biomasse,
- Abwärme und Umweltwärme,
- Fernwärme-Mix.

Im Zuge der Fortschreibung der für die Bestandsanalyse verwendeten Emissionsfaktoren ist auf entsprechende Literatur zurückzugreifen. Gängige Studien berücksichtigen die gesetzlichen Vorgaben für die zunehmende Integration erneuerbarer Energien und die Umsetzung nationaler und europäischer Klimaschutzziele. Erwähnenswert ist, dass Emissionsfaktoren genutzt werden sollten, welche auch die technologischen Vorketten der jeweiligen Energieträgerbereitstellung abbilden. Beispielsweise ist vor dem Transport und der Verteilung von Erdgas an die jeweiligen Endkunden dessen initiale Förderung ein relevanter Einflussfaktor bei der Analyse der Gesamtemissionen. Basierend auf diesen Anforderungen werden überwiegend die Emissionsfaktoren der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg verwendet [27]. Eine Ausnahme bildet die Fernwärme. Ursächlich ist die hohe Individualität der Fernwärmebereitstellung und die ebenso spezifische Höhe der netzseitigen Verluste. Daher wurde für den Status quo der bescheinigte Emissionsfaktor inkl. der Netzverluste verwendet. Zur Fortschreibung des Emissionsfaktors haben die Stadtwerke Zerbst GmbH (Betreiber des Fernwärmenetzes) realitätsnahe Annahmen zum künftigen Erzeugungsmix getroffen und daraus einen konkreten Emissionsfaktor abgeleitet. Diese wurden anschließend auf die zwei untersuchten Zielszenarien adaptiert, sodass jedes Zielszenario entsprechend seiner technologischen Schwerpunktsetzung einen individuellen Energiemix und damit THG-Faktor aufweist.

Darüber hinaus wird für Wasserstoff ein individueller Emissionsfaktor genutzt. Der zukünftige Wasserstoffbezug ist mit hohen Unsicherheiten behaftet, da aktuell die Bezugsquellen inklusive ihrer Anteile am Gesamtbezug nur geschätzt werden können. Als wahrscheinlich gilt, dass vor dem Jahr 2045 ein bilanzieller Wasserstoffmix durch die Transport- und Verteilleitungen fließen wird. In den Anfangsjahren der Wasserstoffwirtschaft ist anzunehmen, dass weiterhin überwiegend fossiler Wasserstoff aus der klassischen Dampfreformierung von Erdgas zum Einsatz kommt. Parallel dazu erscheint es plausibel, dass mit fortschreitender Zeit zunehmende Anteile blauen Wasserstoffs (Dampfreformierung von Methan mit CO₂-Abscheidung und CO₂-Speicherung/Nutzung) und grünen Wasserstoffs (aus der Elektrolyse mit erneuerbarem Strom) den Herkunftsmix bestimmen. Diese Überlegungen werden in einen (deutschlandweiten)

Herkunftsmix überführt, um anhand der Anteile der jeweiligen Wasserstoffart in Kombination mit ihren spezifischen Emissionsfaktoren einen Emissionsfaktor für den resultierenden Wasserstoffmix zu berechnen. Den resultierenden Mix zeigt je Stützjahr die Abbildung 5-2. Demzufolge stammt der gesamte Wasserstoff des Status quo aus der klassischen Dampfreformierung von Methan/Erdgas. Hierbei ist anzumerken, dass landesweit gegenwärtig wenig Wasserstoff in der kommunalen Wärmeversorgung, hauptsächlich für industrielle Prozesse, zum Einsatz kommt. Zukünftig wird Wasserstoff mit hoher Wahrscheinlichkeit anteilig aus der um eine CO₂-Abscheidung ergänzten Dampfreformierung stammen, was zur Reduktion der CO₂-Intensität führt (sogenannter blauer Wasserstoff). Ebenso ist grüner Wasserstoff, d.h. Wasserstoff aus der Wasserelektrolyse mit vollständig erneuerbarem Strom, für den zukünftigen Herkunftsmix bedeutsam. Dadurch sinkt bis 2045 sukzessive die CO₂-Intensität der Wasserstoffbereitstellung. Dies ist in Abbildung 5-2 dargestellt.

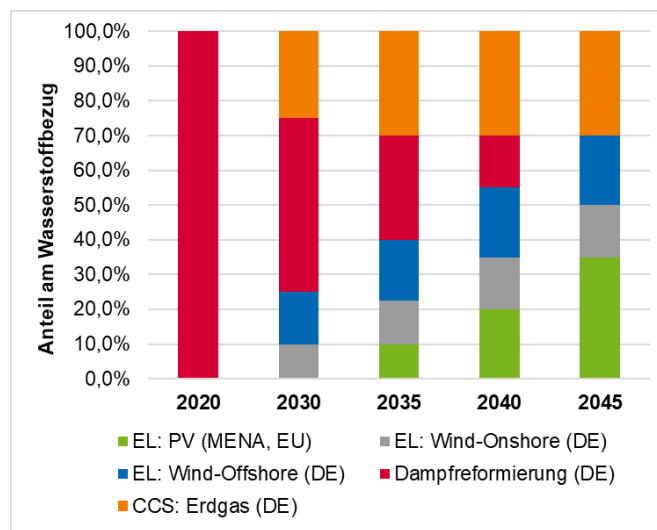


Abbildung 5-2: Annahmen zu den anteiligen Herkunftsarten für den künftigen deutschen Wasserstoffmix

Um die resultierenden Treibhausgasemissionen (in t CO₂-Äq. p.a.) für die betrachteten Stützjahre abzuleiten, sind analog dem Vorgehen bei der Bestandsanalyse die jeweiligen Endenergiebedarfe je Energieträger mit den zugehörigen Emissionsfaktoren zu multiplizieren. Dieses Vorgehen gilt einheitlich für die definierten Szenarien, wenngleich sich die Endenergiebedarfe je Szenario unterscheiden. Abweichend von der Bestandsanalyse unterliegen die Emissionsfaktoren zum Teil signifikanten Änderungen im Zeitraum von 2030 bis 2045. Ursächlich hierfür sind die Veränderungen bei der Energiebereitstellung. Insbesondere die CO₂-Intensität des deutschen Strommixes wird sich aufgrund des zunehmenden Anteils erneuerbarer Energien weitreichend reduzieren.

Die Abbildung 5-3 fasst die verwendeten Emissionsfaktoren je Stützjahr im Wärmesektor zusammen. Die genauen Zahlenwerte finden sich im Anhang 15 & 17. Klar zu erkennen ist die deutliche Abnahme der CO₂-Intensität der Strombereitstellung für Wärmepumpen (Status quo mit 0,438 kg CO₂-Äq./kWh, 0,27 kg CO₂-Äq./kWh im Jahr 2030, 0,032 kg CO₂-Äq./kWh im Jahr 2045) [27]. Die Emissionsfaktoren für fossile Energieträger (Erdgas H, Heizöl L) werden als konstant angenommen.

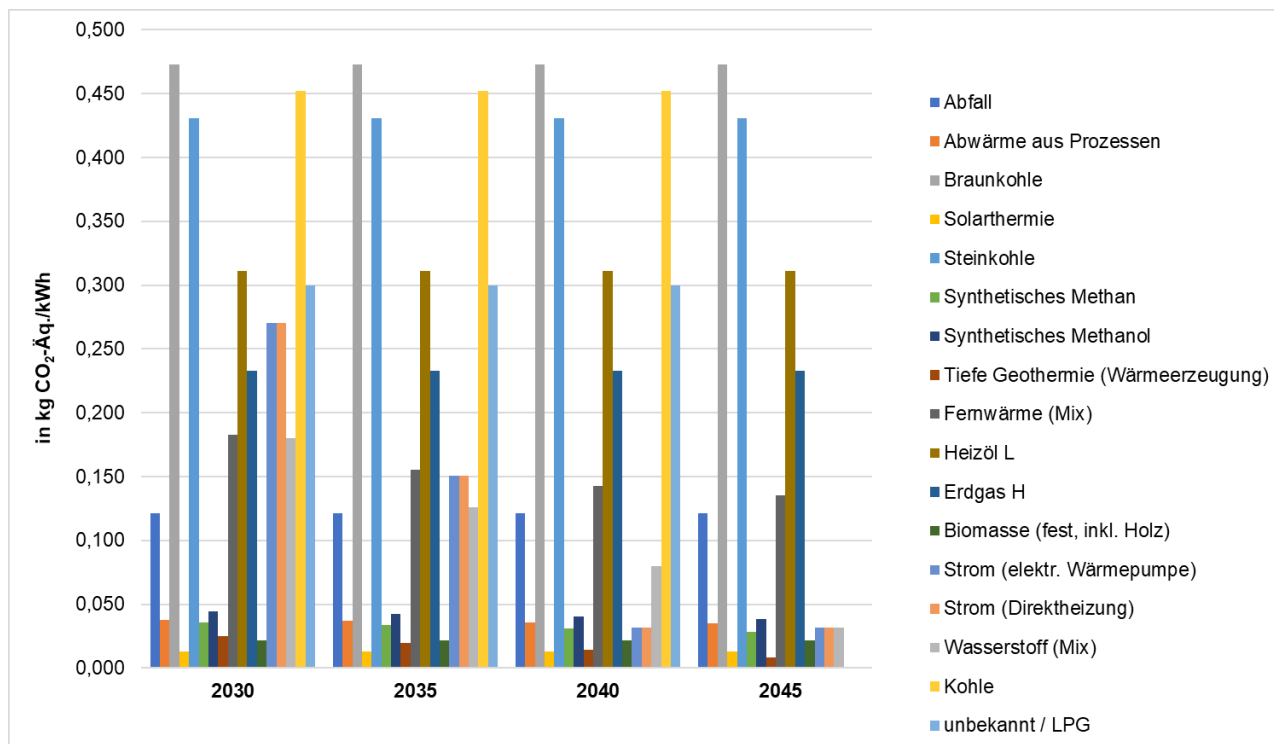


Abbildung 5-3: Überblick zur Entwicklung der spezifischen Treibhausgasemissionen je Technologie/Energieträger [26, 27]

Da die Fernwärme einem spezifischen Technologiemix je Szenario unterliegt, wird der Verlauf der Emissionsfaktoren über die einzelnen Stützjahre in der separaten Abbildung 5-4 visualisiert. Die Szenarien 1 (Mix) und 2 (Biomethan) verlaufen zwischen 2030 und 2045 annähernd kongruent.

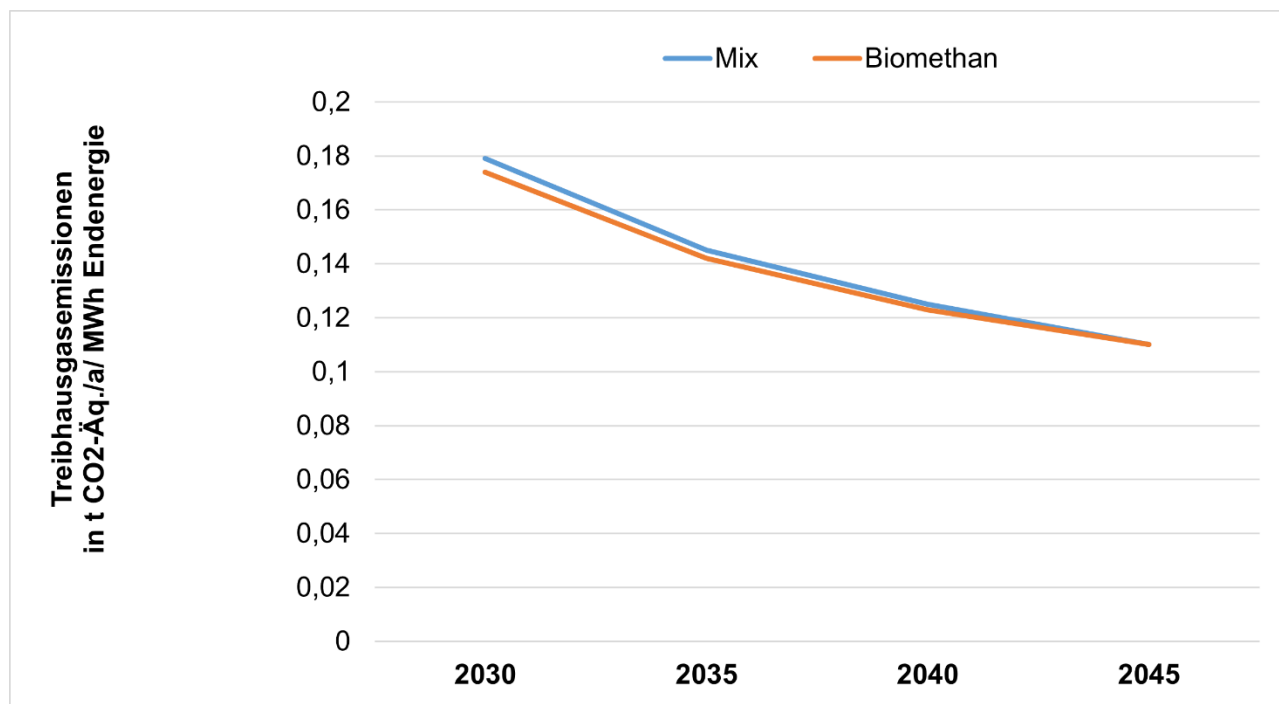


Abbildung 5-4: Vergleich der Emissionsfaktoren für den Fernwärmemix in den betrachteten Zielszenarien

5.2.4 Einführung Wirtschaftliche Bewertung

Um die verschiedenen Zielszenarien für die kommunale Wärmeplanung hinsichtlich ihrer Ökonomie vergleichen zu können, wurde eine umfassende wirtschaftliche Analyse durchgeführt. Diese fokussiert sich auf drei Hauptaspekte: die Investitionskosten nach Technologien, die Verteilung der Kosten auf verschiedene Sektoren und die resultierenden Wärmegestehungskosten. Ziel dieser Betrachtung bis 2045 ist es, einen weiteren Indikator für die Ableitung des Zielbildes zu schaffen.

Die Analyse nimmt eine gesamtkommunale Perspektive ein und konzentriert sich primär auf die Wärmetechnologien. Ein besonderer Fokus liegt auf der Investitionsplanung für neu zu installierende Leistungen der erneuerbaren Energien. Hierbei wurde ein stufenweiser Ausbau in 5-Jahres-Intervallen bis zum Zieljahr 2045 analysiert. Diese Herangehensweise ermöglicht eine realistische Abbildung der schrittweisen Transformation des Energiesystems und berücksichtigt potenzielle technologische Entwicklungen.

Es ist wichtig zu betonen, dass die Investitionskosten für den Ausbau des Stromverteilnetzes in dieser Analyse nicht berücksichtigt wurden. Diese Entscheidung basiert auf der Tatsache, dass zu viele unbekannte Faktoren in diesem Bereich existieren, was zu einer hohen Fehlertoleranz führen würde und somit die Aussagekraft der Gesamtanalyse beeinträchtigen könnte.

Um eine fundierte und zukunftsorientierte Bewertung zu ermöglichen, wurde eine breite Datenbasis herangezogen. Als Grundlage diente der Technikkatalog der KEA-BW (Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg) [40, 41], welcher technische Standards und aktuelle und zukünftige Investitionskosten liefert. Ergänzend wurden weitere Quellen zu zukünftigen Technologien konsultiert, darunter Studien und Prognosen von Institutionen wie Agora Energiewende [42] und der WindGuard GmbH [43].

5.2.5 Ableitung des favorisierten Zielbildes

Anhand der in den Abschnitten 0 bis 5.2.4 beschriebenen Einzelkriterien gilt es ein favorisiertes Szenario auszuwählen, das zum Zeitpunkt der Wärmeplanung als optimales Zielbild angesehen wird. Hierzu bietet sich eine Sammlung und Gegenüberstellung der einzelnen Kriterien in Tabellenform an. Ergänzend zu den ausführlich erörterten Kriterien Nutz- und Endenergiebedarf, Treibhausgasemissionen und Ökonomie stellen das Realisierungsrisiko sowie eine Einschätzung zur Versorgungssicherheit wichtige Bewertungsdimensionen dar. Die Gegenüberstellung erfolgt zunächst qualitativ je Szenario und Kriterium und wird anschließend in ein einheitliches Punktesystem überführt. Hierbei sind je Bewertungsaspekt maximal fünf Punkte zu vergeben, wobei ein bis zwei Punkte für „schlecht/negativ“ stehen und vier bis fünf Punkte als „gut/positiv“ zu interpretieren sind. Drei Punkte repräsentieren eine „mittlere/neutrale“ Einschätzung. Bei Bedarf kann in Rücksprache mit der Kommune eine individuelle Gewichtung der Kriterien vorgenommen werden. Den prinzipiellen Aufbau der gleichgewichteten Bewertungsmatrix (links) sowie ein beispielhaft resultierendes Netzdiagramm (rechts) visualisiert die Abbildung 5-5.

Kategorie	Bewertungskriterium	Mix	Biomethan
Technik	Hohe Anzahl vers. Technologien (Wärmepumpe, Fernwärme,...)	5	3 (kein H ₂)
	Hohe Anzahl vers. zugrundeliegender Energieträger (Strom, Gas, Feststoffe,...)	5	3 (kein H ₂)
	Geringer technischer Ausbau- und Umstellungsaufwand	2	4
Wirtschaft	Geringe Gesamtinvestitionskosten (Wärme & Strom)	4	4
	Geringe Kostenanteile gegenüber priv. Haushalten	3	2
	Geringe Wärmegestehungskosten	3	4
Ökologie	Hohe Treibhausgasminderung gegenüber Status quo	5	4
Politik	Geringe Regulatorische Unsicherheiten/Risiken	2 (H ₂)	5
Resilienz	Versorgungssicherheit	4	4
	<u>Ergebnis – absolut</u>	<u>33</u>	<u>33</u>
	<u>Ergebnis – Durchschnitt</u>	<u>3,67</u>	<u>3,67</u>

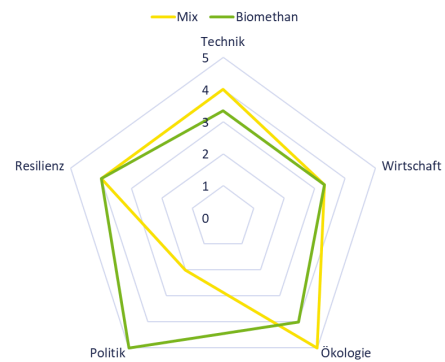


Abbildung 5-5: Bewertungsmatrix zum Vergleich der Zielszenarien (links) und resultierendes Netzdiagramm (rechts)

5.2.6 Einteilung des Untersuchungsgebiets in Wärmeversorgungsgebiete

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde die gemeinsame Entscheidung zur Fokussierung auf das Zielszenario Biomethan getroffen.

Auf Basis des favorisierten Zielbildes für die zukünftige Wärmeversorgung in der Stadt Zerbst/Anhalt ist eine Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete vorzunehmen. Dies geschieht insbesondere für das Zieljahr 2045.

Mögliche Wärmeversorgungsgebiete sind:

- Wärmenetzgebiet: Wärmenetzverdichtung, Wärmenetzausbau oder Wärmenetzneubau
- Wasserstoffnetzgebiet
- Gebiet für die Einzelversorgung bzw. dezentrale Technologien (z.B. Wärmepumpen)
- Prüfgebiet

Die Einteilung ist als iterativer Prozess zu verstehen, bei dem durch den beauftragten Dienstleister zunächst ein Initialvorschlag erarbeitet wird. Dieser ist anschließend durch die Kommune zu prüfen, wobei auch das Feedback der zuständigen Verteilnetzbetreiber für die Strom-, Gas- und Wärmenetzversorgung einzubeziehen ist. Idealerweise haben die Infrastrukturbetreiber bereits vorab Vorschläge für eine mögliche Einteilung zugearbeitet. Die finale Entscheidung obliegt der Kommune. Im Rahmen der turnusmäßigen Fortschreibung des Wärmeplans ist denkbar, dass Einteilungen konkretisiert oder an geänderte Rahmenbedingungen angepasst werden.

Im Zuge der Einteilung sind verschiedene Kriterien bzw. Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Besondere Bedeutung haben die technoökonomischen Faktoren der Wärmebedarfsdichte respektive Wärmeliniedichte. Hierbei wird der prognostizierte Nutzwärmebedarf (z.B. für das Jahr 2045) entweder auf die Fläche, etwa eines Baublockes, oder auf die Länge eines nahegelegenen Straßenzuges bezogen. Beide Kenngrößen gelten als geeignetes Maß für die Beurteilung der technischen und auch ökonomischen Lukrativität für die oben genannten Versorgungsarten. In der Literatur existieren zahlreiche Erfahrungswerte zur Ableitung der Versorgungsart aus der Wärme-flächendichte und der Wärmeliniedichte. Für die nachfolgenden Analysen nutzt der Auftragnehmer die Intervallgrenzen gemäß dem Leit-faden zur Wärmeplanung. Tabelle 5-3 fasst die Zahlenwerte für den Flächenbezug und Tabelle 5-4 die

Werte bei Linienbezug zusammen.

Tabelle 5-3: Empfehlungen zur Wärmenetzeignung anhand der Wärmeflächendichte [7]

Wärmedichte in MWh/ha*a	Eignung für Wärmenetze
0 – 70	Kein technisches Potenzial
70 – 175	Wärmenetze in Neubaugebieten
175 – 415	Niedertemperaturnetze im Bestand
415 – 1.050	Konventionelle Wärmenetze im Bestand
>1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

Tabelle 5-4: Empfehlungen zur Wärmenetzeignung anhand der Wärmelinien-dichte [7]

Wärmelinien-dichte in kWh/m*a	Eignung für Wärmenetze
0 – 700	Kein technisches Potenzial
700 – 1.500	Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1.500 – 2.000	Wärmenetze in bebauten Gebieten
>2.000	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z.B. Straßenquerung, Querung von Bahnschienen und Gewässern)

Ergänzend wird für die Beurteilung der Eignung durch KWP⁴ ein spezialisierteres Modell angewendet. Dieses, auf dem „Fuzzy-Membership-Ansatz“ beruhende, Modell hat DBI auf der Basis von Arbeiten der Hochschule Bremen und in Kooperation mit der Hochschule weiterentwickelt. Eine ausführliche Veröffentlichung zur Modellfunktionsweise und beispielhaften Ergebnissen sowie deren Interpretation ist online verfügbar [44]. Das Grundprinzip des Modells sieht vor, anhand der Kenngröße der Wärmelinien-dichte für quadratische Rasterzellen mit einer Kantenlänge gleich 100 m die Eignung für die Versorgungsarten Wärmenetz und Einzelversorgung zu bestimmen. Das Modell unterteilt jede Versorgungsart zusätzlich in verschiedene Ausprägungsstufen (z.B. Einzelversorgung++), um eine konkretere Benennung der vor Ort einsetzbaren Technologieoptionen zu ermöglichen. Kennzeichnend für das Modell ist zudem, dass es einerseits auch die Grenzbereiche zwischen zwei Versorgungsarten (z.B. zwischen Wärmenetz und Einzelversorgung) explizit ausweist. Zum anderen dient zur Beurteilung einer konkreten Rasterzelle stets auch deren Umgebung (d.h. die maximal acht benachbarten Rasterzellen mit ihren Durchschnittswerten) als Entscheidungsgröße. Damit wird vermieden, dass eine einzelne Rasterzelle aufgrund möglicher Extremwerte (sehr hohe bzw. sehr geringe Liniendichten) isoliert von ihrer Umgebung eine zwar rechnerisch sinnvolle, nicht jedoch technisch plausible Versorgungsart erhält. Somit sind regionale Versorgungscluster besser identifizierbar und es bilden sich übergeordnete Versorgungsstrukturen klarer heraus. Indifferente Bereiche mit zwei möglichen Technologieoptionen werden ebenfalls explizit kartografisch dargestellt.

5.3 Diskussion der Ergebnisse

5.3.1 Entwicklung des Nutzenergiebedarfs der Wärmebereitstellung

Die Nutzwärmebedarfe werden beispielhaft am Cluster Stadt Zerbst für jedes Szenario erläutert. Im Anhang 12 und 13 ist eine vollständige Auflistung der Nutzwärmebedarfe aller verwendeten Energieträgern je Cluster zu finden.

Szenario 1 – Mix

Im Zielszenario eins richtet sich der Fokus auf einem Mix verschiedener netzgebundener und dezentraler Wärmetechnologien. Zu den netzgebundenen Wärmetechnologien gehören unter anderem die Wasserstoffthermen und H₂-KWK-Anlagen. Wärmepumpen, Biomasse Pelletheizungen und Aufdach-Solarthermieranlagen sind Beispiele für dezentrale Versorgungsoptionen. Im Bereich der netzgebundenen Wärmeversorgung lassen sich die Positionen Fernwärme, Biomethaneinspeisung, Abwärme aus Biogas KWK-Anlagen aus lokalen Erzeugungsanlagen sowie die Bereitstellung von Wasserstoff im Erdgasnetz aufführen. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Position Fernwärme ausschließlich im Rahmen der Endenergie betrachtet wird.

Im Rahmen der weiteren Ausarbeitung des Zielbildes für die Wärmeversorgung erfolgt die detaillierte Berechnung und Quantifizierung der verschiedenen Energietechnologien im Zielszenario Mix. Dies umfasst die Berücksichtigung bestehender Anlagen, wie beispielsweise der Biomethaneinspeiseanlage in Stadt Zerbst/Anhalt, die auf Basis ihrer tatsächlichen Erträge zum festgelegten Basisjahr in die Berechnungen einfließt. Dieser Schritt bildet die Grundlage für die anschließende Planung und Modellierung der Wärmeversorgung und stellt sicher, dass bereits bestehende Infrastrukturen effizient genutzt werden.

Es ist von besonderer Bedeutung, dass diese Berechnungen zunächst durchgeführt wurden, um eine fundierte Ausgangsbasis für die weiteren Planungen zu schaffen.

Für die Wärmebereitstellung ist davon auszugehen, dass 74 % des vorhandenen Biomethaneinspeisepotenzials nutzbar ist. Dieser Anteil stellt das Verhältnis der derzeit genutzten Biomethankapazität gegenüber der potenziell möglichen Kapazität der derzeit bestehenden Biomethaneinspeisungen dar. Diese Annahme trägt zur Optimierung des Systems bei und stellt sicher, dass vorhandene Ressourcen bestmöglich in den Transformationsprozess integriert werden. Anschließend erfolgt die effiziente und bedarfsorientierte Aufteilung der restlichen erforderlichen Kapazitäten, um die festgelegten Zielwerte zu erreichen. Diese Zielwerte beinhalten die ansteigenden Anteile erneuerbarer Energien für den Zeitraum von 2030 bis 2045 und sind auf die spezifischen Gegebenheiten der Kommune und ihrer Wärmeversorgungsbedürfnisse abgestimmt.

Die genaue Verteilung des Energiemixes im Zielszenario Mix wird bis zum Jahr 2045 für Cluster Zerbst aufgezeigt. Die entsprechende Darstellung ist in Abbildung 5-6 zu finden und bietet einen Überblick über die prognostizierte Entwicklung der Wärmeversorgung unter Berücksichtigung der festgelegten Zielwerte und der vorhandenen Ressourcen. Die Entwicklung der restlichen Cluster kann im Anhang 20 nachvollzogen werden.

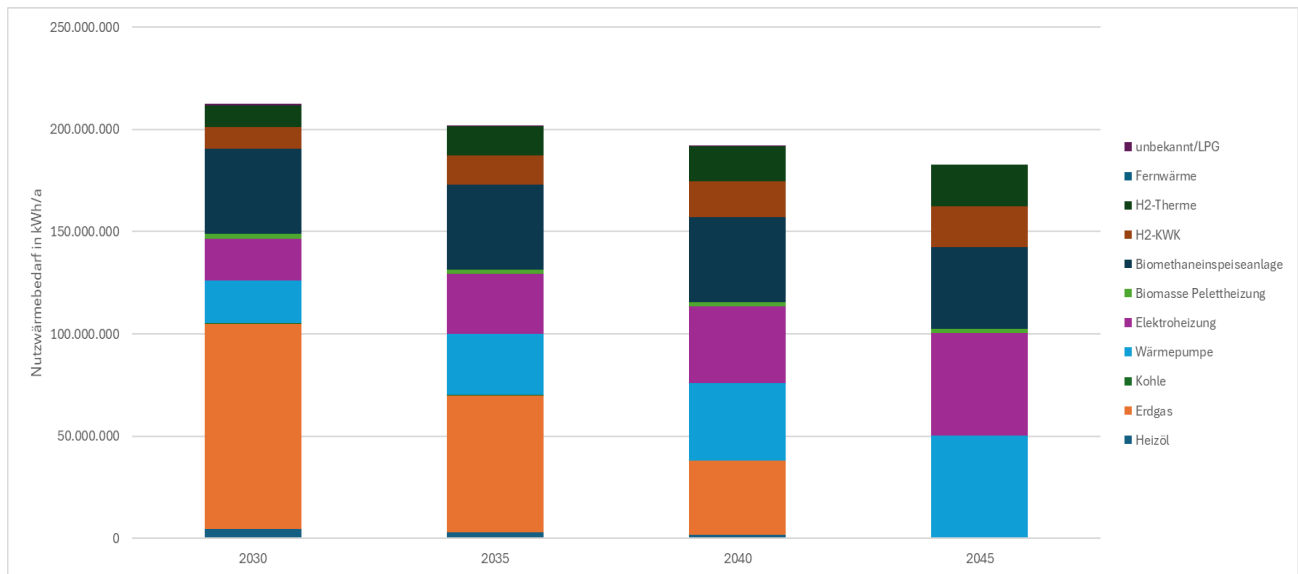


Abbildung 5-6: Energiemix Wärme Clusters Zerbst von 2030 bis 2045

In Abbildung 5-6 lässt sich erkennen, dass der Energiemix zur Wärmeversorgung im Cluster Zerbst nahezu gleichmäßig aus verschiedenen Versorgungsoptionen zusammengesetzt ist. Ein besonderer Fokus liegt auf den Bereichen Wärmepumpe und Elektroheizung. Während der Ertrag aus den genannten Anlagen, sowie lokaler H2-KWK-Anlagen und H2-Thermen, im Betrachtungszeitraum (2030–2045) kontinuierlich ansteigt, bleibt der Beitrag der Biomasse Pellettheizung und der Biomethaneinspeiseanlage nahezu unverändert. Dies basiert auf der Annahme, dass keine weiteren Kapazitäten ausgebaut werden und bestehende Anlagen bei Bedarf ertüchtigt werden. Somit wird konstant eine Wärmemenge von 41,63 Mio. kWh/a durch Biomethaneinspeiseanlagen bereitgestellt. Im Jahr 2045 sinkt dieser Wert auf 39,97 Mio. kWh/a, dies macht 21,89 % des Nutzwärmebedarfs aus. Der Nutzwärmeertrag sinkt im Zieljahr, da das überschüssige Biomethan des Clusters West priorisiert an andere Cluster verteilt wird und im letzten Schritt an das Cluster Stadt Zerbst geht. Die Bedarfe nach Biomethan steigen in den Clustern aufgrund der erhöhten Bereitstellung von erneuerbarer Wärme. Der Ertrag aus den Wasserstoff-KWK-Anlagen und H2-Thermen wird zum Jahr 2045 jeweils 20,09 Mio. kWh/a betragen, was jeweils einem Anteil von 11 % des Nutzwärmebedarfs des Clusters (182,6 GWh/a) entspricht. Wärmepumpen und Elektroheizungen werden jeweils ca. 27,49 % (entspricht jeweils 50,19 GWh/a) des Nutzwärmebedarfs des Clusters abdecken. Die kleinsten Anteile entfallen auf Biomasse Pellettheizungen (1,14 %; 2,086 GWh/a). Hier wird kein kapazitätsmäßiger Zubau vorgesehen. Im Zielszenario Mix ergibt sich ein Mix aus verschiedenen Energietechnologien, der sich im Verlauf des Betrachtungszeitraums entwickelt, um im Jahr 2045 den gesamten Wärmebedarf des Clusters Zerbst erneuerbar zu decken. Der Einfluss fossiler Energieträger schwindet zu jedem Betrachtungszeitpunkt. Hervorgerufen wird dies durch die zugrundeliegenden Annahmen hinsichtlich der Anteile erneuerbarer Energien zu den unterschiedlichen Betrachtungszeitpunkte. Die angenommenen erneuerbaren Wärmequoten betragen: 2030: 50 %// 2035: 65 %// 2040: 80 %// 2045: 100 %.

Damit ausreichend Strom zur Versorgung der Wärmetechnologien zur Verfügung steht, ist der Zubau von erneuerbaren Energieanlagen erforderlich. Im Cluster Zerbst ist neben den bestehenden Windkraftanlagen sowie der Biogas KWK-Anlage der Ausbau von Photovoltaikanlagen vorgesehen. Strom aus Solarenergie ist eine etablierte Technologie und wird in allen Städten verwendet. Bis zum Zieljahr 2045 sollen im Cluster Stadt Zerbst insgesamt 40,11 GWh/a Strom aus Photovoltaikanlagen bereitgestellt werden. Bestandskapazitäten im

Bereich Windkraft umfassen 15,59 GWh/a. Durch diese Maßnahmen leisten Photovoltaikanlagen 60,19 % und Windkraftanlagen 23,39 % des Gesamtstrombedarfs von 66,64 GWh/a. Durch die Biogasanlage werden 0,922 GWh/a (1,38 %) bereitgestellt. Somit werden 84,86 % des Gesamtstrombedarfs aus lokal bestehenden und geplanten erneuerbaren Energieanlagen gedeckt.

Die verbleibenden 15,04 % (10,02 GWh/a) müssen durch das bestehende Stromnetz ausgeglichen werden. Es ist zu beachten, dass die angenommenen Werte und erzielten Ergebnisse im Bereich der Strombereitstellung schwanken können, da erneuerbare Energien wetterabhängig sind. Es wird angenommen, dass zusätzliche Strombedarfe durch das Stromnetz ausgeglichen werden können. Neben der Strombedarfsdeckung muss das Netz in der Lage sein, die Leistungen und Erträge aus den erneuerbaren Energieanlagen aufzunehmen.

Szenario 2 – Biomethan

Im Zielszenario zwei liegt der Fokus auf dem Energieträger Biomethan. Zur Bereitstellung von Wärme werden sowohl dezentrale wie leitungsgebundene Technologien geplant. Beispielpflicht lassen sich Wärmepumpen, Stromspeicherheizungen und Biomasse Pelletheizungen aber auch Biomethananlagen, Fernwärme und die Abwärme der Biogasanlagen aufführen. Die aufgeführten Wärmetechnologien kommen in fast allen Clustern (in unterschiedlicher Ausprägung und Intensität) zum Einsatz. Wasserstoff wird im Szenario Biomethan nicht berücksichtigt. Abbildung 5-7 zeigt den Wärmemix für das Cluster Zerbst im Rahmen von Zielszenario zwei.

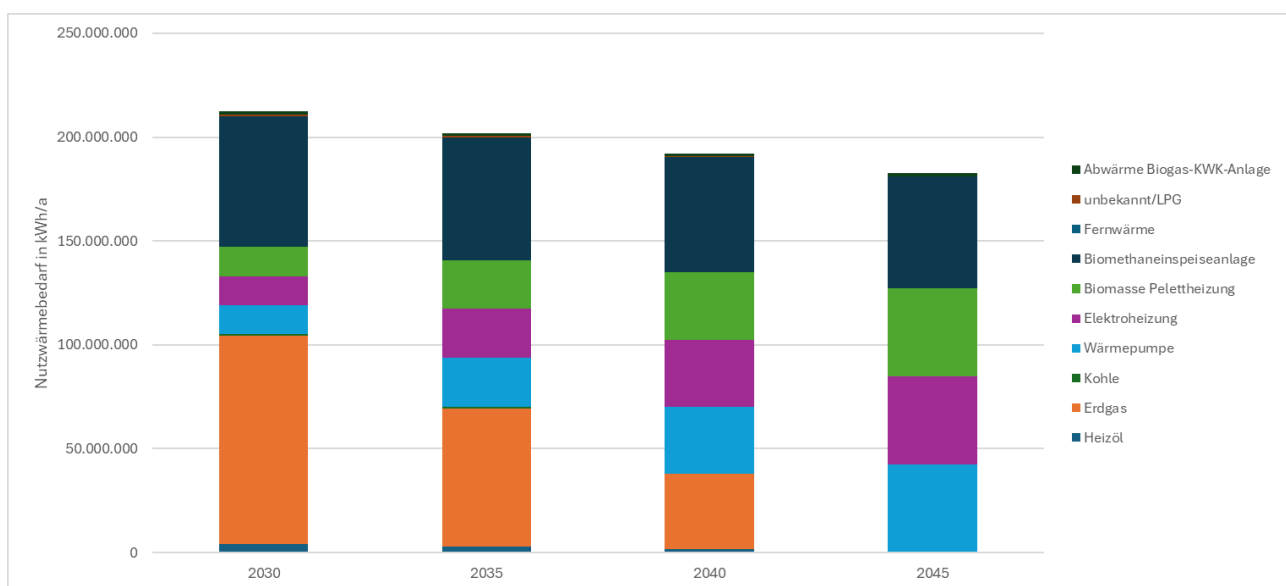


Abbildung 5-7: Energiemix Wärme Clusters Zerbst von 2030 bis 2045

Deutlich zu erkennen ist die gleichmäßige Verteilung von Wärmepumpen, Elektroheizungen und Biomasse Pelletheizungen. Die dezentralen Technologien tragen im Jahr 2045 jeweils 42,36 GWh/a Wärme zur Deckung des Nutzwärmebedarfs bei, was jeweils 23,20 % des Nutzwärmebedarfs von Cluster Zerbst (182,6 GWh/a) entspricht. Der Anteil der Biomethaneinspeiseanlagen beträgt 29,66 % (54,15 GWh/a). Wichtig ist aufzuführen, dass diese Kapazität nicht ausschließlich aus der Biomethananlage in Zerbst zur Verfügung gestellt wird, sondern zusätzlich Überschüsse aus der Anlage im Cluster West, sowie weiteren Quellen

aus dem von der EMS betriebenen Netz bezogen werden. Die Menge an im Cluster Stadt Zerbst zur Verfügung gestellten Biomethan sinkt sukzessive in jedem Betrachtungsjahr aufgrund der anderen priorisierten Cluster, welche vorrangig den Überschuss an Biomethan im Cluster West erhalten. Die verbleibenden 0,74 % im Zieljahr (1,357 GWh/a) werden durch die Abwärme der Biogas-KWK-Anlage gedeckt.

Im Rahmen von Zielszenario zwei ist der Ausbau des Wärmenetzes in der Zerbster Kernstadt vorgesehen. Hierfür wird von einer Ausbaurate von 2 % des Bestandes pro Jahr ausgegangen. Das Netz soll durch die Abwärme aus der Biogas-KWK-Anlage sowie durch ein oder mehrere Biomethan-Blockheizkraftwerke (Biomethan-BHKW) gespeist werden. Der Einfluss fossiler Energieträger schwindet zu jedem Betrachtungszeitpunkt. Hervorgerufen wird dies durch die zugrundeliegenden Annahmen hinsichtlich der Anteile erneuerbarer Energien zu den unterschiedlichen Betrachtungszeitpunkte. Die angenommenen erneuerbaren Wärmequoten betragen: 2030: 50 %// 2035: 65 %// 2040: 80 %// 2045: 100 %.

Durch die Fokussierung auf leitungsgebundene Wärmeversorgung fällt der Strombedarf für den Betrieb von Wärmepumpen und Elektroheizungen geringer aus. Für das Cluster Zerbst werden keine zusätzlichen stromerzeugenden Technologien benötigt. Die Bestandsanlagen liefern im Jahr 2045 insgesamt 56,25 GWh/a Strom. Wie in Zielszenario Mix ist die Nutzung von Aufdach-Photovoltaikmodulen vorgesehen. Die entsprechenden Kapazitäten für das Zieljahr betragen 38,14 GWh/a, was 67,80 % des Gesamtstrombedarfs entspricht. Die verbleibenden 32,20 % (18,11 GWh/a) werden zum Großteil (27,71 % bzw. 15,59 GWh/a) durch die bestehenden Windkraftanlagen abgedeckt. Die verbleibenden 2,526 GWh/a (4,49 %) werden durch die Biogas-KWK-Anlage bereitgestellt. Es ist darauf hinzuweisen, dass die angenommenen Werte und erzielten Ergebnisse im Bereich der Strombereitstellung schwanken können, da erneuerbare Energien wetterabhängig sind. Ebenso unterliegen die Wärmebedarfe und die daraus resultierenden Strombedarfe für Wärme witterungsbedingten Schwankungen. In jedem Fall wird angenommen, dass zusätzliche Strombedarfe durch das Stromnetz ausgeglichen werden können. Neben der Strombedarfsdeckung muss das Netz in der Lage sein, die Leistungen und Erträge aus den erneuerbaren Energieanlagen zu integrieren.

Die Entwicklung der restlichen Cluster kann im Anhang 21 nachvollzogen werden.

Im Rahmen der Nutzwärmeanalyse werden deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Szenarien sichtbar. Zielszenario Biomethan fokussiert sich auf bereits bestehende leitungsgebundene Technologien/ Energieträger während in Zielszenario Mix der Ausbau und die Nutzung von Wasserstoff in die Betrachtung eingebunden wird. Die Position Fernwärme wird in beiden Szenarien betrachtet, jedoch unterschiedlich stark ausgebaut. Ebenso gibt es eine Vielzahl dezentraler Erzeugungsmöglichkeiten. Diese Technologien sind weitgehend etabliert und befinden sich bereits in Nutzung, wodurch Engpässe in der Beschaffung, die die Zubaurate beeinträchtigen könnten, voraussichtlich kompensierbar sind. Allerdings ist zu beachten, dass erneuerbare Energien wetterabhängig sind, was zu Schwankungen in der Energieerzeugung und möglicherweise zu nicht vollständig gedeckten Bedarfen führen kann. Das Risiko in Zielszenario Mix wird insgesamt als höher eingeschätzt als in Zielszenario Biomethan, da Wasserstoff derzeit nicht umfangreich und weitreichend zur Verfügung gestellt werden kann. Die Verwendung des bereits etablierten Biomethans erweist sich als wesentlich risikoärmer. Dadurch kann eine gute Grundlastdeckung erreicht werden. Dennoch bleibt das Risiko einer unzureichenden Versorgungssicherheit aufgrund der starken Abhängigkeit vom Energieträger Biomethan bestehen. Aufgrund des Anschlusses an ein verbundenes Verteilnetz ist ein Ausfall des Netzes unwahrscheinlich und das Risiko eher gering.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Zielszenario Biomethan im Rahmen der

qualitativen Risikobetrachtung besser abschneidet als das Zielszenario Mix.

5.3.2 Entwicklung des Endenergiebedarfs der Wärmebereitstellung

In diesem Abschnitt erfolgt die Auswertung des Energieträgermixes, der für die einzelnen Szenarien auf Basis der jeweils definierten Technologieschwerpunkte resultiert.

5.3.2.1 Szenario 1: Mix

Das Zielszenario Mix zielt auf die Etablierung eines ausgewogenen Technologiemixes ab. Dies stellt sicher, dass eine etwaige Fehleinschätzung bezüglich Ergiebigkeit, Kosten, THG-Minderungspotenzial und Umsetzbarkeit einer Technologie nicht das Gesamtziel der klimafreundlichen Transformation der Wärmeversorgung in der Kommune gefährdet. Somit bietet das Mixszenario vielfältige Handlungsoptionen zum Umbau der kommunalen Wärmeversorgung.

Diesem Ansatz folgend, veranschaulicht die Abbildung 5-8 zunächst die prognostizierte Entwicklung des Endenergiebedarfs. Hierbei fällt auf, dass im Mixszenario im Cluster Stadt Zerbst der Energieträger Wasserstoff zum Einsatz kommt. Dessen Anteile am Gesamtenergiemix im Cluster Stadt Zerbst steigen kontinuierlich von 10 % in 2030 bis 22 % im Jahr 2045 an. Somit beträgt der Wasserstoffbedarf im Zieljahr 2045 rund 40 GWh/a. Dies entspricht 17,77 % des Gesamtendenergiebedarfs. Der über umgestellte Erdgasverteilungen gelieferte Wasserstoff wird einerseits in KWK-Anlagen (zur Versorgung des Wärmenetzes) als auch in dezentralen H₂-Heizungen verwendet. Darüber hinaus nimmt Biomethan einen signifikanten Stellenwert im Mixszenario ein. Im Zieljahr 2045 werden ca. 71,70 GWh/a (ca. 31,62 %) des Energieträgers zur Wärmeversorgung im gesamten Untersuchungsgebiet benötigt. Dieser Energieträger stellt den größten leitungsgebundenen Anteil der Wärmeversorgung dar. Die Bereitstellung dessen wird durch die lokalen Bestandsanlagen erfolgen und über das bestehende Erdgasnetz verteilt. Die leitungsgebundene Versorgung macht 50,78 % des Gesamtenergiemixes im gesamten Untersuchungsgebiet im Zieljahr 2045 aus.

Solarthermie nimmt einen untergeordneten Stellenwert im Mixszenario ein. Ein Ausbau dieser Technologie ist in den folgenden vier Clustern angedacht: Cluster West, Cluster Süd-Ost, Cluster Nord-Ost und Cluster Süd (Anteil von rund 6,5% am Gesamtendenergiemix in 2045; 14,75 GWh/a). In diesem Kontext ist anzumerken, dass die Solarthermie in aller Regel in Kombination mit anderen Technologien zum Einsatz kommt. Denkbar ist die Verwendung von Solarkollektoren in Verbindung mit H₂-Kesseln oder elektrischen Wärmepumpen. Somit kann ganzjährig der Warmwasserbedarf und anteilig der Raumwärmebedarf in den Wintermonaten solarthermisch gedeckt werden. Den größten Beitrag für den Wärmemix der Zukunft bilden Wärmepumpen und Elektroheizungen. Beide tragen jeweils ca. 64 GWh/a zur Deckung des Nutzwärmebedarfs bei. In Bezug auf die notwendige Endenergie treten starke Abweichungen auf, da die Wirkungsgrade bzw. Jahresarbeitszahlen drastische Unterschiede aufweisen. Im Bereich der Elektroheizungen wird die gleiche Menge an Endenergie (63,82 GWh/a) notwendig werden, um die Nutzwärmebedarfe ausreichend zu decken. Demnach werden 28,14 % des gesamten Endenergiebedarfs im Zieljahr 2045 auf diese Position entfallen. Wärmepumpen dagegen weisen eine wesentlich bessere Jahresarbeitszahl auf, was dazu führt, dass im Jahr 2045 21,11 GWh/a zur Bereitstellung des Nutzwärmebedarfs benötigt werden. Dies entspricht einer Quote von ca. 9,3 % des Gesamtendenergiebedarfs. Beide Technologien sind maßgeblich im Bereich der dezentralen Versorgung. Damit die Bedarfsdeckung gewährleistet werden kann,

ist in diesen Bereichen ein maßgeblicher Zubau neuer Kapazitäten notwendig. Als nächste Position sind Biomasse Pelletheizungen aufzuführen. Hierbei werden keine zusätzlichen Kapazitäten gegenüber dem derzeitigen Bestand eingeplant. Es findet ausschließlich eine Ertüchtigung veralteter oder kaputter Anlagen statt. Demnach werden im Jahr 2045 diesbezüglich 11,94 GWh/a Energie pro Jahr fällig, dies entspricht 5,27 % des gesamten Endenergiebedarfs. Die Position Fernwärme wird hierbei explizit nicht aufgeführt, da diese aus den dargestellten Energietechnologien gespeist wird. Im weiteren Verlauf der Ausarbeitung wird spezifisch darauf eingegangen. Im Zielszenario Mix wird von einer jährlichen Ausbaurate von 1 % pro Jahr ausgegangen. Energieträger-übergreifend ist im Szenario Mix ein Gesamtendenergiebedarf in Höhe von 226,8 GWh/a festzustellen. Die Entwicklung der Endenergiebedarfe differenziert nach Energieträgern der restlichen Cluster kann im Anhang 20 nachvollzogen werden. Die Abbildung 5-8 stellt die Endenergie differenziert nach Energieträger für die Stützjahre dar.

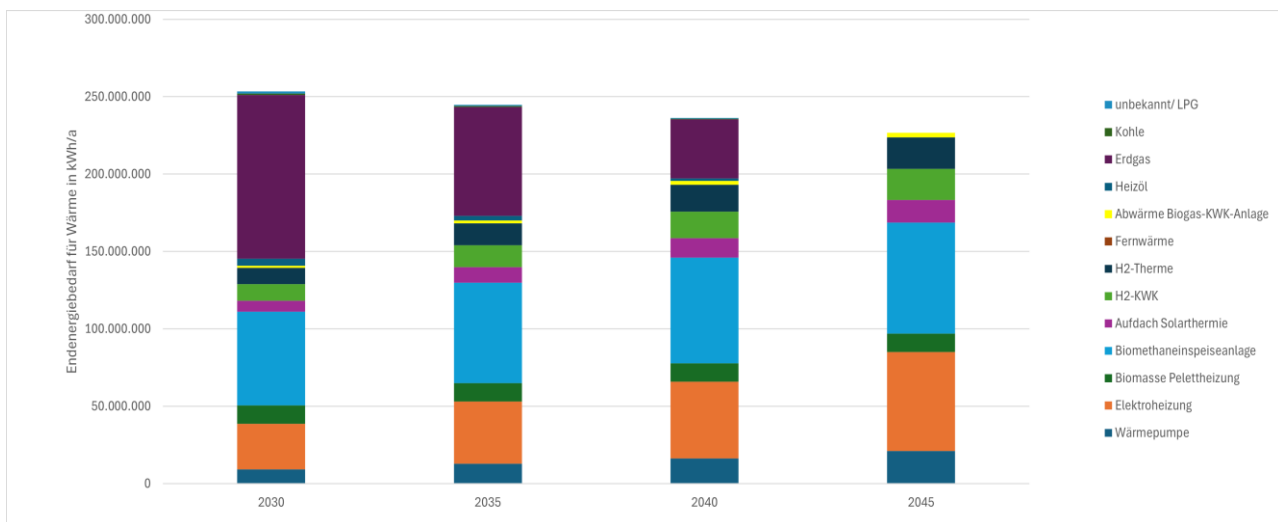


Abbildung 5-8: Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärmeezwecke, differenziert nach Energieträger (S1)

Die je Betrachtungsjahr auf 100 % normierten Anteile der einzelnen Energieträger am Gesamtmix der Wärmebereitstellung sind in der Abbildung 5-9 aufgetragen.

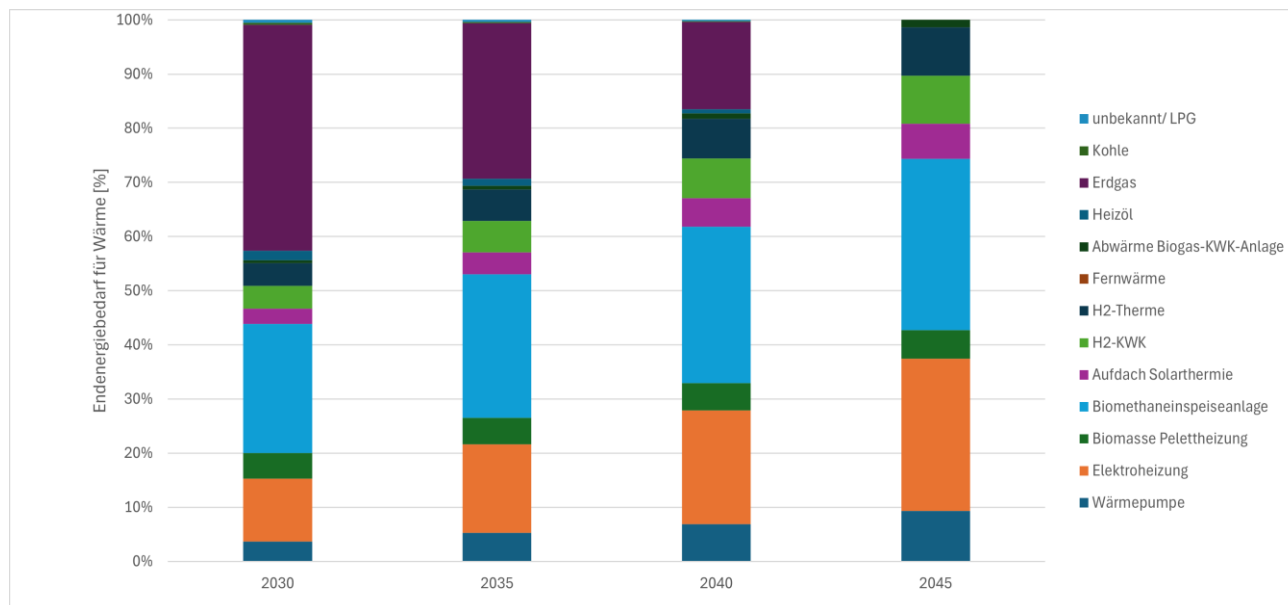


Abbildung 5-9: Entwicklung der Energieträgeranteile am Wärmemix (S1)

Die Verteilung der Energiemengen auf die übergeordneten Versorgungsarten ist durch Betrachtung der Abbildung 5-10 nachvollziehbar. Im Szenario Mix entfällt ein Anteil von 50,78 % des Gesamtenergiebedarfs im Jahr 2045 auf die leitungsgebundene Wärmeversorgung. Im Jahr 2030 sind es 74,47 %. Der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung sinkt sukzessive, folglich nimmt der Anteil der dezentralen Versorgung zu. Im Jahr 2035 sind 67,54 % der Versorgung leitungsgebunden. Im Jahr 2040 sind es 60,70 %.

Nach der Bestandsanalyse sind aktuell 3.982 Haushalte an das Gasverteilnetz und 165 Haushalte an ein Wärmenetz angeschlossen. Da der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung um etwa 25% sinkt, ist ein gleicher Rückgang an angeschlossenen Haushalten an ein Gasnetz zu erwarten. Dies bewegt sich im Zieljahr schätzungsweise zwischen 3.500 Haushalten und 2.500 Haushalten. Da die Fernwärme bis zum Zieljahr um etwa 28% erweitert wird, ist mit einer erhöhten Anzahl an Anschlüssen zu rechnen. Dies könnte Schätzungsweise in einem Bereich von 190 bis 250 Haushaltsanschlüssen an ein Wärmenetz im Zieljahr liegen.

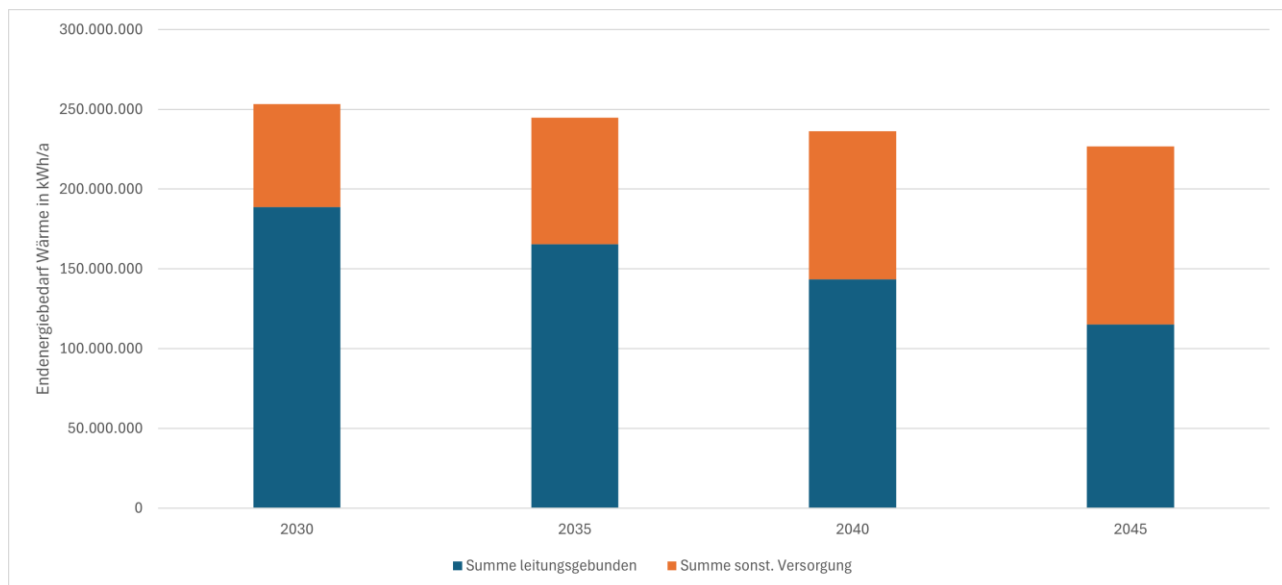


Abbildung 5-10: Differenzierung der Versorgungsarten (S1)

Die folgende Tabelle 5-5 zeigt den Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung bzw. den Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger im Szenario Mix.

Tabelle 5-5: Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung bzw. der gasförmigen Energieträger

Energieträger	2030	2035	2040	2045
Biomethan	35,85 %	41,64 %	48,78 %	62,26 %
H2-KWK	5,31 %	8,21 %	11,76 %	17,44 %
H2-Therme	5,34 %	8,26 %	11,83 %	17,55 %
Abwärme Biogas KWK-Anlage	0,65 %	1,03 %	1,62 %	2,75 %
Erdgas	52,85 %	40,87 %	26,02 %	0,00 %

Die privaten Haushalte stellen, mit einem Bedarf von 135,8 GWh/a im Zieljahr, den größten Verbrauchssektor dar. Es folgt das Gewerbe mit einem Bedarf von 48,11 GWh/a. Die Sektoren Industrie/ verarbeitendes Gewerbe (40,48 GWh/a), Sonstige (17,06 GWh/a), Kommune (7,517 GWh/a) und Industrie (0,275 GWh/a) folgen in absteigender Reihenfolge. In Summe lässt sich eine Reduktion von 20,64 % gegenüber dem Ausgangsjahr (Endenergiebedarf 2022: 314,1 GWh/a) feststellen.

Wie in Abbildung 5-8 ersichtlich, wird die Position Fernwärme in der Legende des Diagramms aufgeführt. Betrachtet man die Tabelle, fällt auf, dass die Position Fernwärme keinen konkreten Wert aufweist. Nichtsdestotrotz fließt die Fernwärme anteilmäßig mit in die Endenergiebetrachtung der Abbildung ein. Dadurch dass Abbildung 5-8 ausschließlich die unterschiedlichen Energieträgerquellen darstellt, wird der Wert 0 für die Position Fernwärme vorerst eingestellt, da diese aus den restlichen Quellen gespeist wird.

Abbildung 5-11 stellt die Endenergiebedarfe für die Position Fernwärme im Cluster Zerbst für das Zielszenario Mix dar. Während im Jahr 2030 noch große Anteile durch den Energieträger Erdgas gedeckt werden (14,09 GWh/a) sinken diese bis zum Zieljahr auf Null. Hervorgerufen wird diese Entwicklung auf Basis des Vorhabens zur Treibhausgasneutralität im Jahr 2045. Durch die jährliche Zubaurate von 1 %/a im Cluster Zerbst, sind im 35,40 GWh/a zum Ende des Betrachtungszeitraums durch den Energieträger Biomethan zu decken.

In Abbildung 5-14 kann die Entwicklung im Cluster Ost nachvollzogen werden. Wie bereits ausgeführt, findet hier keine Verdichtung des Wärmenetzes statt, da der Ort Polenzko bereits fast vollumfänglich durch die Abwärme aus der lokalen Biogas-KWK-Anlage versorgt wird. Eine Ausdehnung des Netzes auf umliegende Ortschaften ist im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung vorgesehen. Für das Jahr 2030 kann ein Fernwärmebedarf von 1.303.229 kWh/a ermittelt werden. Die notwendige Wärmemenge wird aus der Abwärme der lokalen Biogas-KWK-Anlage bereitgestellt. Die entsprechenden Fernwärmebedarfe zu den unterschiedlichen Zeitpunkten können Anhang 22 (S. 215) entnommen werden.

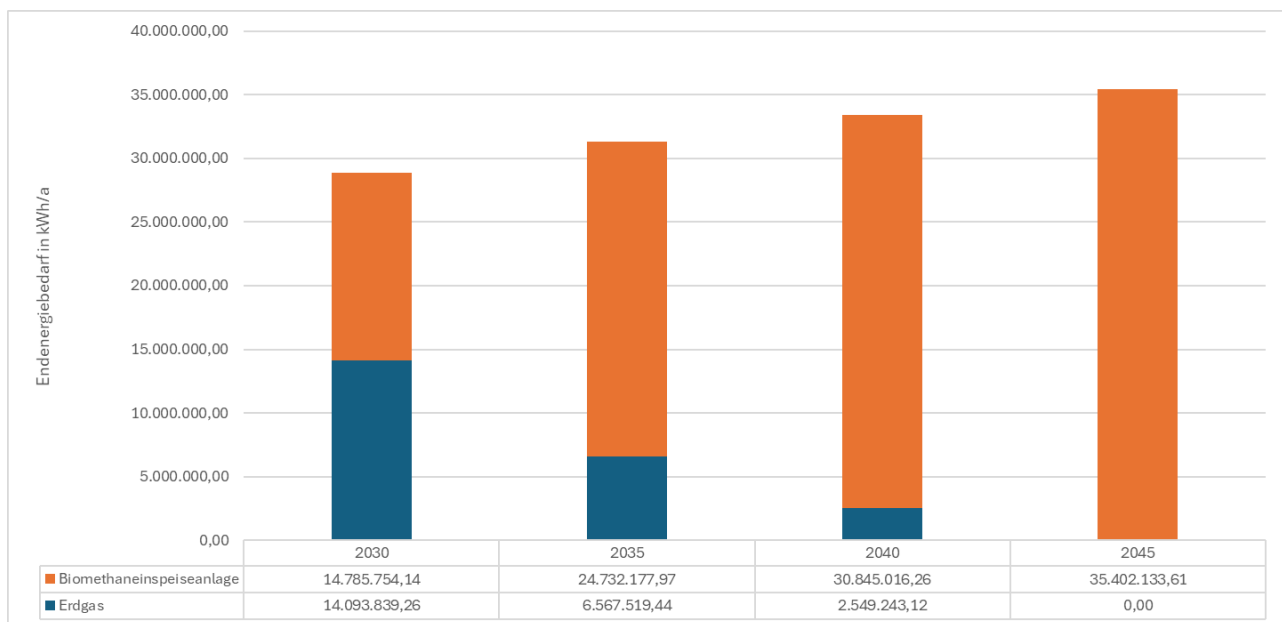


Abbildung 5-11: Fernwärmemix Cluster Zerbst (S1)

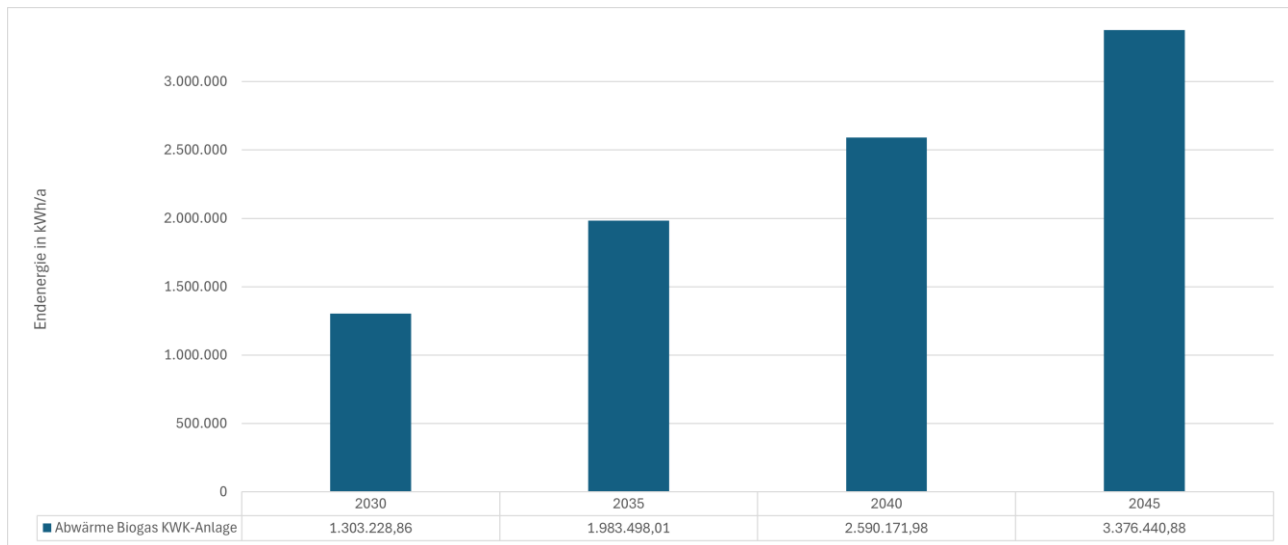


Abbildung 5-12: Fernwärmemix Cluster Ost (S1)

5.3.2.2 Szenario 2: Biomethan

Abschließend erfolgt die Analyse der Energiebedarfe zur Wärmebereitstellung im Szenario Biomethan. Dieses setzt einen starken Fokus auf die Nutzung von Biomethan zur Wärmebereitstellung (siehe Abbildung 5-13). Zusätzlich soll die Abwärme der zur Stromerzeugung verwendeten Biogasanlagen nutzbar gemacht werden und zur Deckung der Nutzwärmebedarfe beitragen. Im Vergleich zum Szenario Mix wird es keine Nutzung von Wasserstoff als leitungsbezogene Versorgungsstruktur geben. Ebenso werden die dezentralen Versorgungstechnologien Wärmepumpe, Elektroheizung und Biomasse Pelletheizung verwendet. Das bedeutet, es entfällt gegenüber Szenario Mix die Position Solarthermie. Die Ausbaurate der Position Fernwärme wird 2 Prozent pro Jahr betragen.

Auf Basis der dargestellten Grundlagen wird der Endenergiebedarf des Wärmesektors im Jahr 2045 241,6 GWh/a betragen. In Relation zum Status quo kann über ein Drittel Endenergie (39,17 %) eingespart werden. Die Abwärme der Biogas-KWK-Anlagen bilden 3,70 % des Endenergiebedarfs (8,932 GWh/a). Biomethan deckt im Zieljahr 2045 97,89 GWh/a bzw. einen Anteil von 40,52 % des Gesamtendenergiebedarfs. Die verbleibenden Kapazitäten werden durch dezentrale Versorgungsmöglichkeiten abgedeckt. Strom, welcher im Bereich der Wärmepumpen und Elektroheizungen als Endenergie verwendet wird, weist einen Bedarf von 69,98 GWh/a auf (28,96 % des gesamten Endenergiebedarfs). Dabei entfallen 15,65 GWh/a auf die Position Wärmepumpe (6,48 % des Endenergiebedarfs) und 54,33 GWh/a auf die Position Elektroheizung (22,49 % des Endenergiebedarfs). Es ist aufzuführen, dass der Nutzwärmebedarf der beiden Positionen ungefähr gleich hoch ausfällt. Die Differenz im Bereich der Endenergie lässt sich auf maßgebliche Wirkungsgradunterschiede (bzw. Jahresarbeitszahlen) zurückführen. Diese fallen im Bereich der Wärmepumpe wesentlich effizienter aus (ca. 3-mal so hoch). Die letzte Position stellen Biomasse-Pelletheizungen dar. Diese erfüllen 27,04 % der anfallenden Endenergiebedarfe im Zieljahr 2045 (65,32 GWh/a). Die Position Fernwärme wird nicht aufgeführt, da diese aus den dargestellten Energietechnologien gespeist wird. Im weiteren Verlauf der Ausarbeitung wird spezifisch darauf eingegangen. Im Zielszenario 2 wird von einer jährlichen Ausbaurate der Fernwärmenetze von 2 Prozent pro Jahr ausgegangen. Die Entwicklung der restlichen Cluster kann im Anhang 21 nachvollzogen werden.

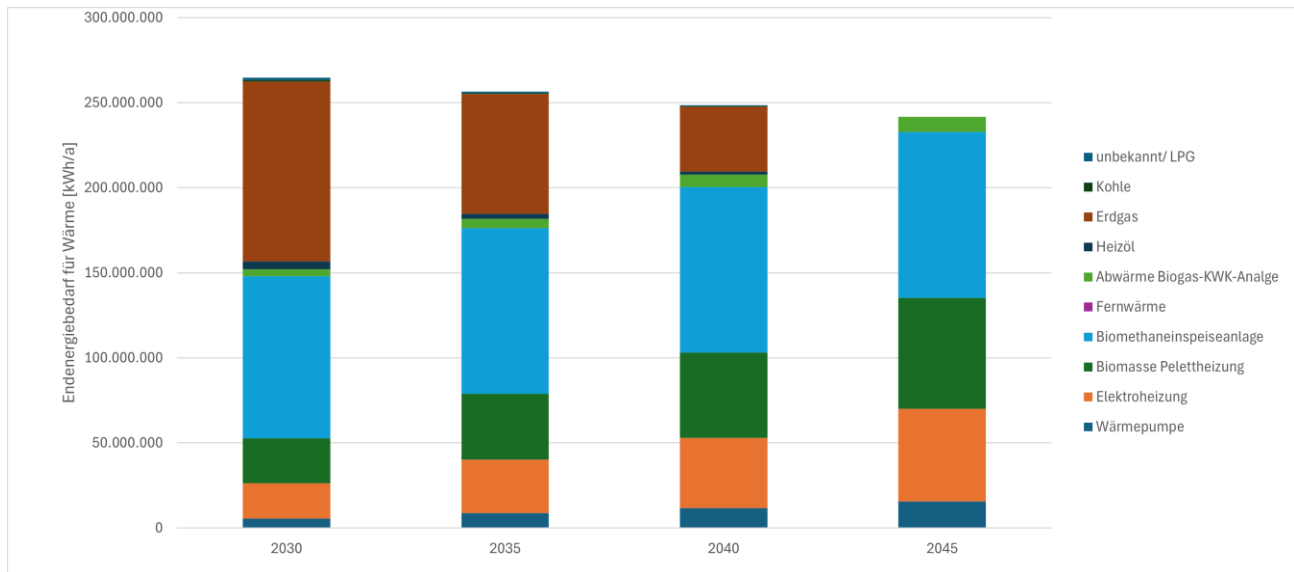


Abbildung 5-13: Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärmezwecke, differenziert nach Energieträger (S2)

Die je Betrachtungsjahr auf 100 % normierten Anteile der einzelnen Energieträger am Gesamtmix der Wärmebereitstellung sind aus der Abbildung 5-14 entnehmbar. Trotz der erheblichen Unterschiede zwischen Wärmepumpenstrom und Strombereitstellung für Direktheizung sind die maßgeblichen Nutzwärmemengen für beide elektrischen Technologieansätze ähnlich, was sich aus dem oben beschriebenen Wirkprinzipien begründet. Durch Biomethananlagen werden im Zieljahr im gesamten Untersuchungsgebiet 97,38 GWh/a Endenergie wärmeseitig benötigt, was einen Anteil von 40,30 % ausmacht.

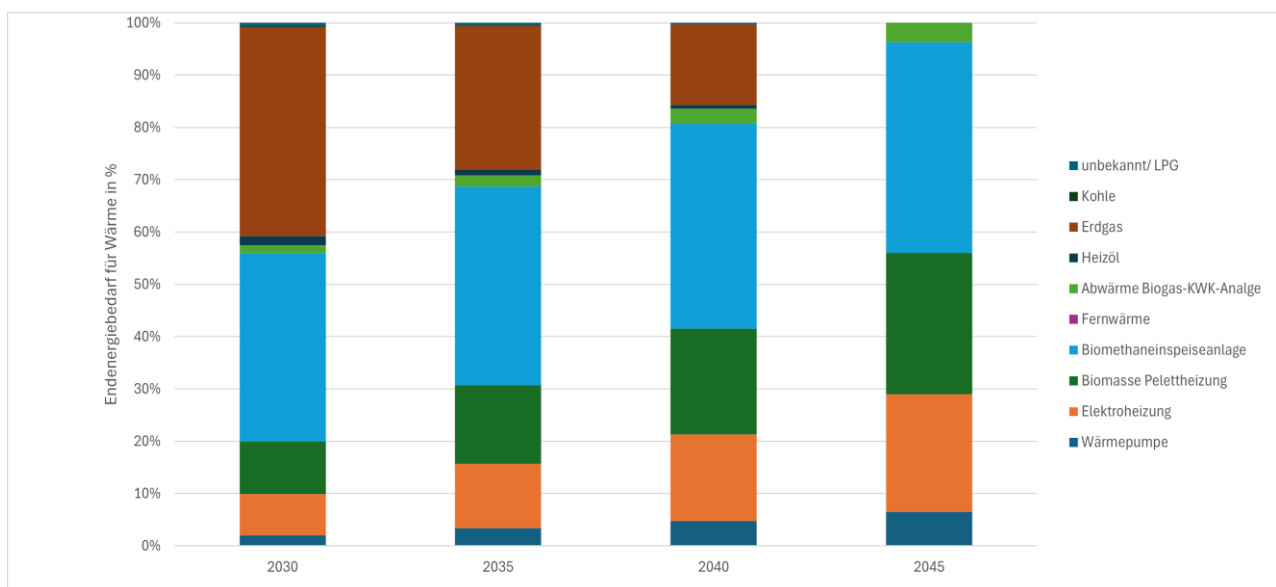


Abbildung 5-14: Entwicklung der Energieträgeranteile am Wärmemix (S2)

Trotz der Fokussierung auf den Energieträger Biomethan, weist Szenario 2 im Zieljahr 2045 einen geringen Anteil leitungsgebundener Wärmeversorgung auf (44,00 %). Begründet ist dies durch die leitungsgebundene Wärmeversorgung über den Energieträger Wasserstoff im Szenario

Mix. Die Anteile der Versorgungsarten am Gesamtenergiebedarf sind für die Betrachtungsjahre in der Abbildung 5-15 aufgetragen. Im Jahr beträgt der leitungsgebundene Anteil an der Gesamtversorgung 77,48%. In diesem Jahr ist der Anteil der leitungsgebundenen Versorgung im Szenario Biomethan höher als im Szenario Mix. Dies liegt an der sukzessiven Erhöhung der Wasserstoffanteile im Szenario Mix. Im Szenario Biomethan wird das volle Potenzial bereits ab 2030 genutzt. Im Jahr 2035 ist der Anteil der leitungsgebundenen Versorgung bei 67,47 %. Dies ist in etwa identisch zum Szenario Mix. Im Jahr 2040 liegt der Anteil bei 57,50 %. Dies ist weniger als im Szenario Mix. Im Zuge der Fortschreibung des Wärmeplans kann sich die Verteilung der leitungsgebundenen Versorgung ändern, wenn sich z.B. erhöhte Biomethanpotenziale ergeben.

Nach der Bestandsanalyse sind aktuell 3.982 Haushalte an das Gasverteilnetz und 165 Haushalte an ein Wärmenetz angeschlossen. Da der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung um etwa 33% sinkt, ist ein gleicher Rückgang an angeschlossenen Haushalten an ein Gasnetz zu erwarten. Dies bewegt sich im Zieljahr schätzungsweise zwischen 3.100 Haushalten und 2.100 Haushalten. Da die Fernwärme bis zum Zieljahr um etwa 64% erweitert wird, ist mit einer erhöhten Anzahl an Anschlüssen zu rechnen. Dies könnte schätzungsweise in einem Bereich von 230 bis 310 Haushaltsanschlüssen an ein Wärmenetz im Zieljahr liegen.

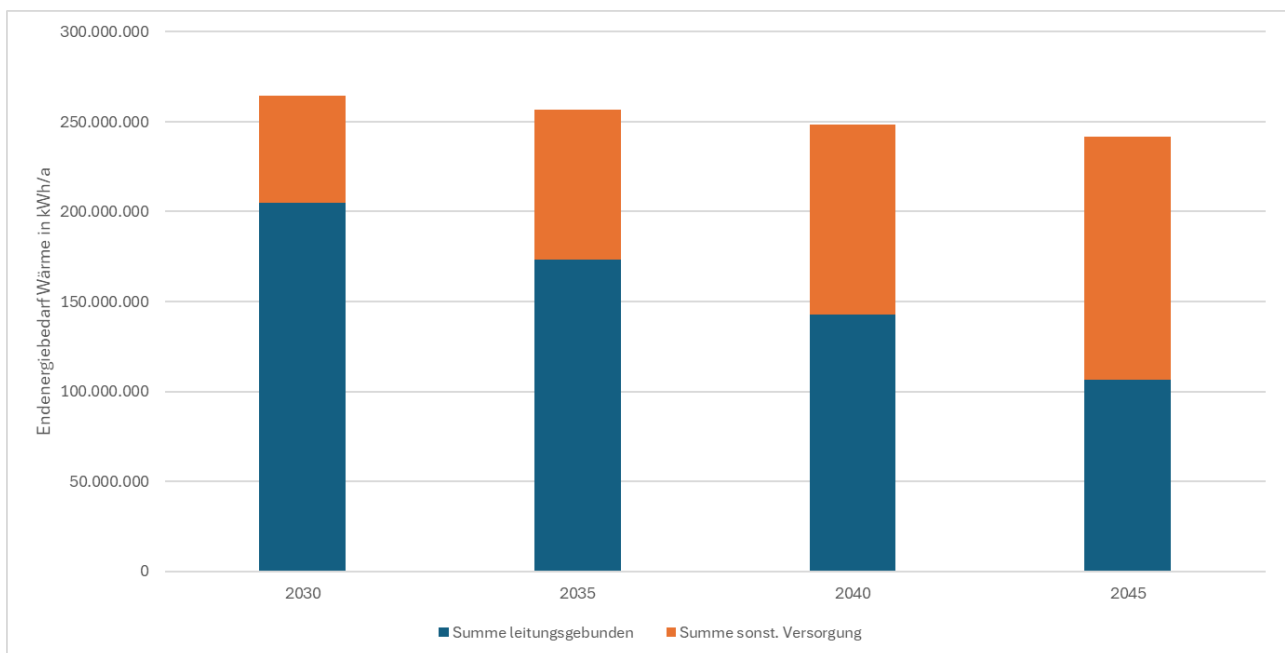


Abbildung 5-15: Differenzierung der Versorgungsarten (S2)

Die folgende Tabelle 5-6 zeigt den Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung bzw. den Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger im Szenario Biomethan.

Tabelle 5-6: Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung bzw. der gasförmigen Energieträger

Energieträger	2030	2035	2040	2045
Biomethan	47,02 %	56,25 %	68,15 %	91,60 %
Abwärme Biogas-KWK- Anlage	1,95 %	3,10 %	5,09 %	8,40%
Erdgas	51,04 %	40,65 %	26,76 %	0%

Die sektorale Verteilung der Endenergiebedarfe bleibt wie in den vorherigen Szenarien unverändert: die privaten Haushalte benötigen den größten Anteil (135,8 GWh/a), gefolgt vom Gewerbe (48,11 GWh/a), der Industrie/ verarbeitendes Gewerbe (40,48 GWh/a) dem Sektor Sonstige (17,06 GWh/a), der Kommune (7,517 GWh/a) und der Industrie (0,275 GWh/a). In Summe lässt sich eine Reduktion von 20,64 % gegenüber dem Ausgangsjahr (Endenergiebedarf 2025: 314,1 GWh/a) feststellen.

Es wird deutlich, dass in beiden Szenarien die privaten Haushalte den größten Anteil an Endenergie ausmachen. Daher ist es besonders wichtig, in diesem Sektor frühzeitig mit der Umstellung auf erneuerbare Alternativen zu beginnen, da hier die größten Bedarfe zu decken sind. Des Weiteren zeigt sich, dass die leitungsgebundene Versorgung eine zentrale Rolle spielt. Auch hier sollte der Ausbau und die Umwidmung frühzeitig erfolgen, um eine zukunftsfähige Energieversorgung sicherzustellen.

Damit die netzgebundene Wärmeversorgung ordnungsgemäß genutzt werden kann, ist ein funktionierendes Wärmenetz unerlässlich. Wie bereits in den theoretischen Grundlagen beschrieben, ist der Ausbau des Wärmenetzes in beiden Szenarien vorgesehen. Während im Zielszenario Mix ein jährlicher Ausbau von 1 %/a kalkuliert wurde, entspricht der Zuwachs im Szenario Biomethan 2 %/a.

Angesichts der Entwicklung des Fernwärme-Endenergiebedarfs kann davon ausgegangen werden, dass ein weitreichender und umfänglicher Zubau erforderlich sein wird. Basierend auf den Endenergiebedarfen wird ein Zuwachs von etwa 28 % bis zum Zieljahr 2045 im Szenario Mix erwartet. In Zielszenario Biomethan entspricht dies 64 % gegenüber dem Basisjahr. Dennoch wird aufgrund der erforderlichen Bearbeitungsdauer und der finanziellen Aufwendungen empfohlen, frühzeitig mit den Erweiterungsmaßnahmen zu beginnen, um eine ordnungsgemäße Versorgungssicherheit der netzgebundenen Anschlüsse gewährleisten zu können.

Wie in Abbildung 5-13 ersichtlich, wird die Position Fernwärme in der Legende des Diagramms aufgeführt. Betrachtet man die Tabelle, fällt auf, dass die Position Fernwärme keinen konkreten Wert aufweist. Nichtsdestotrotz fließt die Fernwärme anteilmäßig mit in die Endenergiebetrachtung der Abbildung ein. Dadurch dass Abbildung 5-13 ausschließlich die unterschiedlichen Energieträgerquellen darstellt, wird der Wert 0 für die Position Fernwärme vorerst eingestellt, da diese aus den restlichen Quellen gespeist wird.

Abbildung 5-16 stellt nun die Endenergiebedarfe für die Position Fernwärme im Cluster Zerbst für das Zielszenario Biomethan dar. Während im Jahr 2030 noch große Anteile durch den Energieträger Erdgas gedeckt werden (14,09 GWh/a) sinken diese bis zum Zieljahr auf Null. Hervorgerufen wird diese Entwicklung auf Basis des Vorhabens zur Treibhausgasneutralität im Jahr 2045. Durch die jährliche Zubaurate von 2 %/a im Cluster Zerbst, sind im 45,29 GWh/a zum Ende des Betrachtungszeitraums durch den Energieträger Biomethan zu decken.

In Abbildung 5-17 kann die Entwicklung im Cluster Ost nachvollzogen werden. Wie bereits ausgeführt, findet keine Verdichtung des Wärmenetzes statt, da der Ort Polenzko bereits fast vollumfänglich durch die Abwärme aus der lokalen Biogas-KWK-Anlage versorgt wird. Auch hier ist eine Ausdehnung des Netzes auf umliegende Ortschaften im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung nicht vorgesehen. Über den gesamten Betrachtungszeitraum kann daher ein kontinuierlicher Fernwärmebedarf von 807.490 kWh/a ermittelt werden. Die notwendige Wärmemenge wird aus der Abwärme der lokalen Biogas-KWK-Anlage bereitgestellt. Die entsprechenden Fernwärmebedarfe zu den unterschiedlichen Zeitpunkten können Anhang 23 (S. 215) entnommen werden.

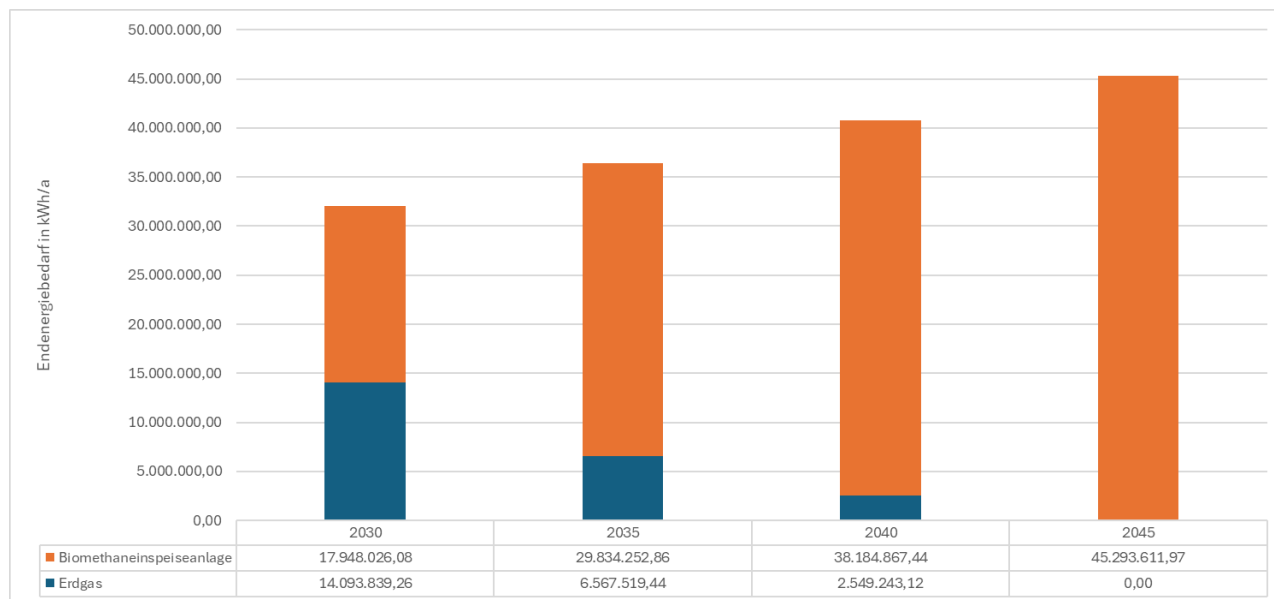


Abbildung 5-16: Fernwärmemix Cluster Zerbst (S2)

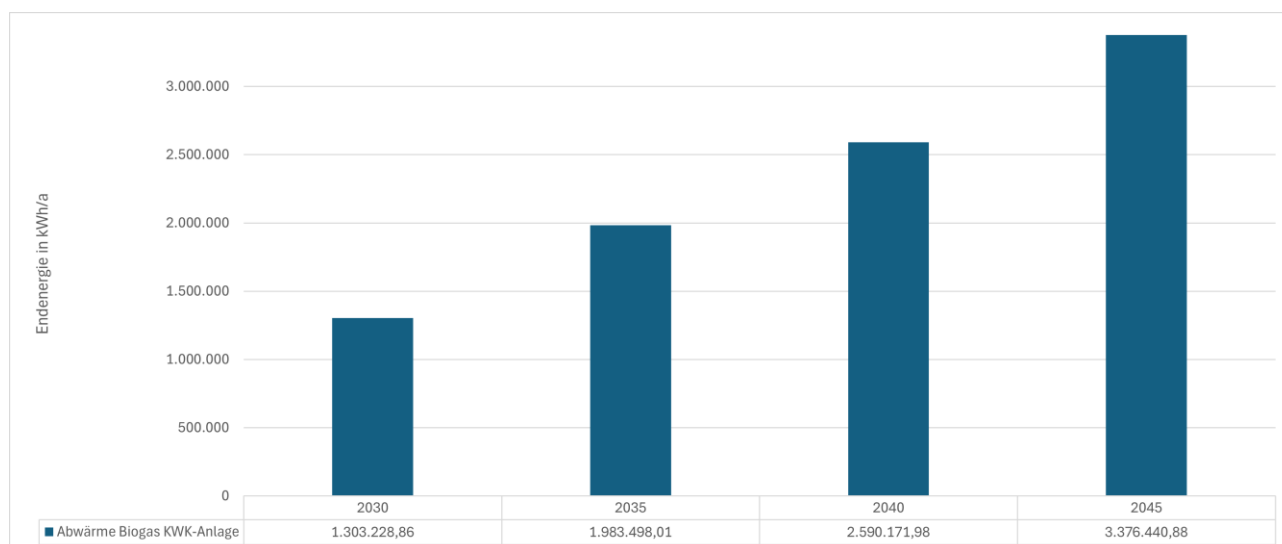


Abbildung 5-17: Fernwärmemix Cluster Ost (S2)

5.3.3 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Nachfolgend findet sich die Diskussion der je Szenario resultierenden Treibhausgasemissionen für die Wärmeversorgung. Hierbei wird auf den unter Kapitel 0 beschriebenen methodischen Ansatz inklusive der literaturbasierten Emissionsfaktoren zurückgegriffen (siehe Anhang 15 & 17, ab S. 194201).

5.3.3.1 Szenario 1: Mix

Parallel zur in Kapitel 5.3.2.1 beschriebenen Zunahme des H₂-Einsatzes für Wärmezwecke steigen die Anteile klimafreundlicher H₂-Erzeugungstechnologien, sodass die CO₂-Intensität der Wasserstoffnutzung im Wärmesektor sukzessive abnimmt (siehe Kapitel 5.2.3). In Verbindung mit der Substitution fossiler Energieträger (Heizöl, Erdgas, Kohle und unbekannt/ LPG), den zunehmenden Anteilen erneuerbarer Energien am Strommix und dem gesetzeskonformen Umbau der Fernwärmeerzeugung ist bis 2030 im Vergleich zu 2020 ungefähr eine Reduktion der Emissionsbelastung um etwa 16 % erwartbar. Im Zieljahr 2045 belaufen sich die verbleibenden CO₂-Emissionen schließlich auf rund 12.500 t CO₂-Äq./a. Dies entspricht zwischen der Ausgangssituation und dem Endzustand einer Gesamtreduktion von rund -83 %.

Der nachfolgenden Abbildung 5-18 sind die Treibhausgasemissionen differenziert nach Energieträgern zu entnehmen. Die Tabelle 5-7 zeigt die jährlichen Treibhausgasemissionen in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent für das gesamte Untersuchungsgebiet.

Tabelle 5-7: Treibhausgasemissionen je Stützjahr im Zielszenario Mix

Betrachtungsjahr	Treibhausgasemissionen [t CO ₂ eq/a]	Treibhausgasminderung im Vergleich zu 2020
2020	73.131	
2030	61.104	-16,45 %
2035	45.724	-37,48 %
2040	27.342	-62,61 %
2045	12.478	-82,94 %

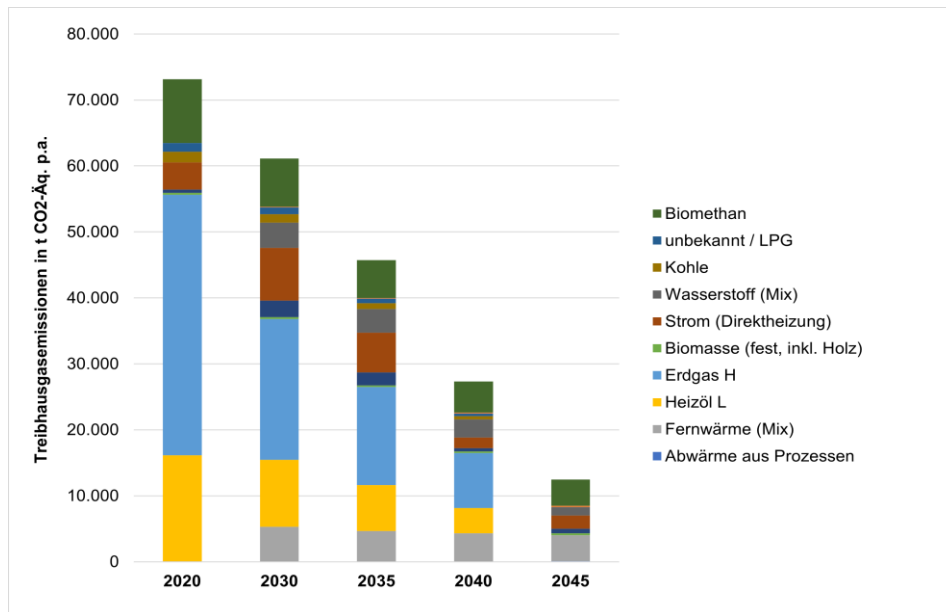


Abbildung 5-18: Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis 2045 (S1)

5.3.3.2 Szenario 2: Biomethan

Im zweiten Szenario zeigt sich ein ähnlicher Degressionspfad der Emissionen gegenüber dem ersten Szenario. In Bezugnahme auf den Anfangszustand 2020 kommt es im Jahr 2030 zu einer CO₂-Emissionsreduktion um ca. 18 % und im Jahr 2045 ebenfalls um rund -80 %. Trotz des gleichen Ergebnisses kommt es zwischen den Szenarien zu signifikanten Unterschieden hinsichtlich der Emissionsintensität spezifischer Energieträger. Dies wird hervorgerufen durch unterschiedlich starke Ausprägungen der Endenergiebedarfe zu den entsprechenden Betrachtungszeitpunkten.

Der nachfolgenden Abbildung 5-19 sind die Treibhausgasemissionen differenziert nach Energieträgern zu entnehmen. Die Tabelle 5-8 zeigt die jährlichen Treibhausgasemissionen in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent für das gesamte Untersuchungsgebiet.

Tabelle 5-8: Treibhausgasemissionen je Stützjahr im Zielszenario Biomethan

Betrachtungsjahr	Treibhausgasemissionen [t CO ₂ eq/a]	Treibhausgasminderung im Vergleich zu 2020
2020	73.131	
2030	60.083	-17,84 %
2035	46.662	-36,19 %
2040	29.423	-62,61 %
2045	14.738	-79,85 %

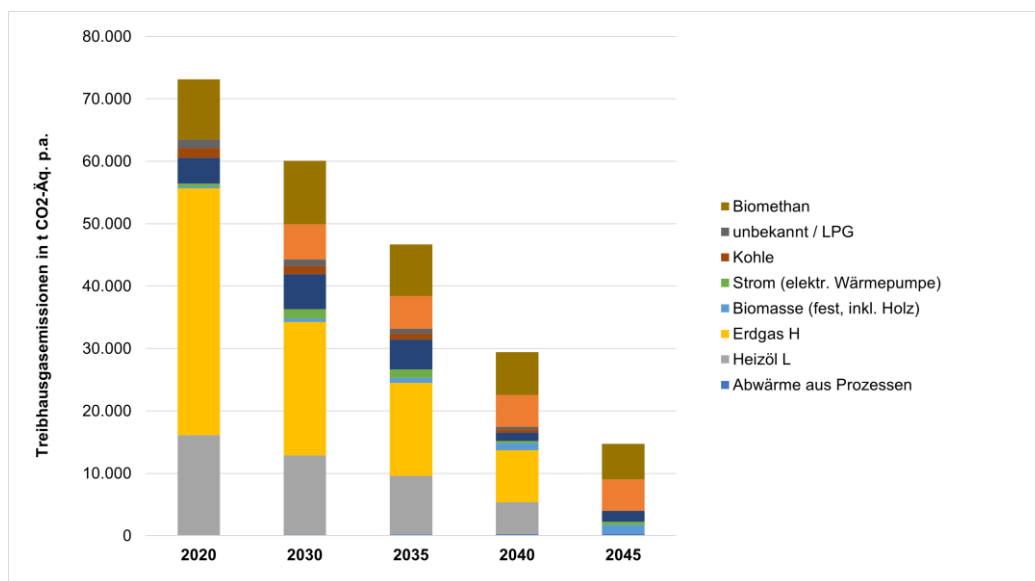


Abbildung 5-19: Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis 2045 (S2)

5.3.3.3 Zusammenfassung und Kompensation verbleibender Emissionen

Die Abbildung stellt die Emissionsentwicklung der im Vorfeld einzeln diskutierten Szenarien tabellarisch und grafisch gegenüber. Klar zu erkennen ist der über den vollständigen Betrachtungszeitraum hinweg annähernd gleiche Emissionswert der beiden Szenarien. Im Zieljahr 2045 fällt die Emissionsbelastung im Szenario Mix geringer aus als im Szenario Biomethan. Die Einsparung im Szenarienvergleich beträgt 2.260 t CO₂ eq./a. Die antizipierten Emissionseinspareffekte sind an die Bedingung geknüpft, dass alle angenommenen Transformationsprozesse bei Energieträgern und zugehörigen Infrastrukturen in die Realität überführt werden. Konkret muss der Strommix die angenommenen EE-Anteile erreichen (betrifft

beide Szenarien) und im Falle des Szenario Mix die Energiequelle Wasserstoff im unterstellten Umfang und Zeitplan erschlossen werden.

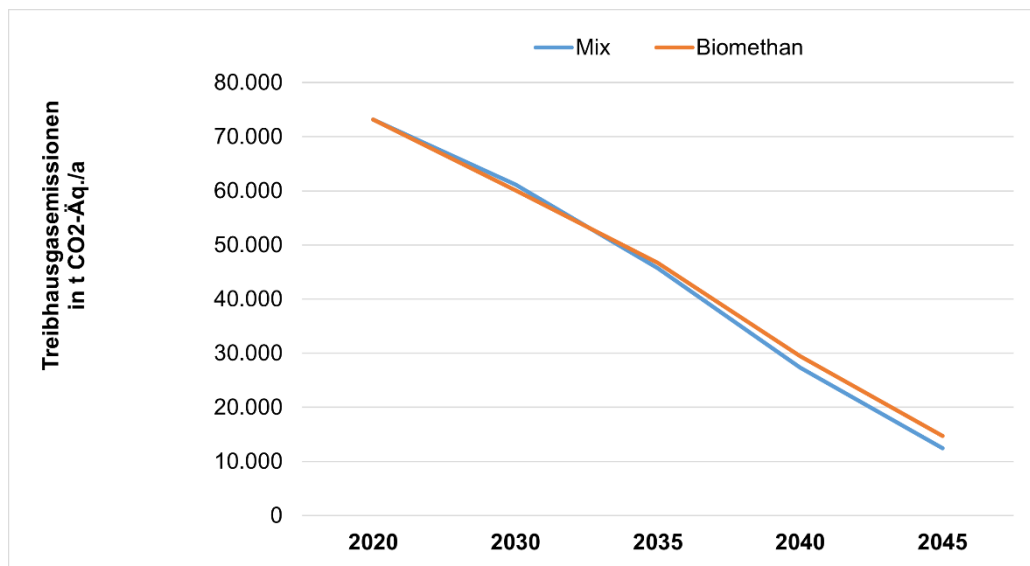


Abbildung 5-20: Gegenüberstellung der fortgeschriebenen THG-Emissionen in den betrachteten Szenarien

Beide Szenarien haben gemein, dass im Zielhorizont 2045 Restemissionen verbleiben. Diese Situation in der Stadt Zerbst/Anhalt ist vergleichbar mit den erwarteten gesamtdeutschen Entwicklungstendenzen. Die führenden Forschungsinstitutionen (dena, Agora) gehen davon aus, dass eine Reduktion der energie- und prozessbedingten Emissionen auf null nicht plausibel ist. Dies ist zwangsläufig unumgänglich und ist in den erwähnten Vorketten der Energiebereitstellung sowie der dafür nötigen Anlagen und Prozesse begründet. Demnach bewirkt eine 100-prozentige Nutzung erneuerbaren Stroms aus PV-Anlagen noch Emissionen, wenngleich in sehr geringem Maße (27 g CO₂-Äq./kWh bei Trendfortschreibung). Dies erscheint logisch, da die PV-Module (meist im Ausland, z.B. China) produziert und zum Endnutzer transportiert werden müssen.

Zur Erzielung der Netto-Treibhausgasneutralität 2045 im Wärmesektor – wie im Gesamtsystem – sind folgerichtig Maßnahmen zur Kompensation der Residualemissionen erforderlich. Hierzu besteht eine große Bandbreite möglicher Lösungsansätze. Nachfolgend sind diese stichpunktartig aufgeführt, da für vertiefte Studien auf gängige Literatur verwiesen wird [45–47].

Technische Möglichkeiten

Carbon Capture and Storage (CCS)

- **Beschreibung:** Bei der CCS-Technologie wird CO₂ aus industriellen Prozessen oder der Verbrennung fossiler Brennstoffe abgeschieden und in unterirdischen geologischen Formationen gespeichert.
- **Vorteile:** Kann große Mengen CO₂ effektiv binden.
- **Herausforderungen:** Hohe Kosten und technische Komplexität, mögliche Umweltauswirkungen der Lagerung.

Direct Air Capture (DAC)

- **Beschreibung:** DAC-Technologien entnehmen CO₂ direkt aus der Luft und speichern es entweder dauerhaft oder nutzen es industriell.
- **Vorteile:** Potenzial zur großflächigen Anwendung und flexible Standortwahl.
- **Herausforderungen:** Derzeit noch teuer und energieintensiv.

Biologische Möglichkeiten

Aufforstung und Wiederaufforstung

- **Beschreibung:** Pflanzung neuer Bäume und Wiederherstellung abgeholzter Wälder, die CO₂ durch Photosynthese binden.
- **Vorteile:** Zusätzlicher Nutzen für die Biodiversität und das Ökosystem.
- **Herausforderungen:** Landnutzungskonflikte und lange Zeiträume bis zur vollen CO₂-Bindung.

Waldmanagement und nachhaltige Forstwirtschaft

- **Beschreibung:** Verbesserung der Waldbewirtschaftung, um den Kohlenstoffgehalt bestehender Wälder zu erhöhen und Waldbrände zu reduzieren.
- **Vorteile:** Langfristige Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung.
- **Herausforderungen:** Erfordert kontinuierliches Management und Investitionen.

Die Kombination technischer und biologischer Ansätze wird entscheidend sein, um die zukünftigen CO₂-Emissionen zu kompensieren und die Klimaziele zu erreichen. Jede Methode hat ihre eigenen Vorteile und Herausforderungen, und oft ist eine Kombination verschiedener Maßnahmen die effektivste Strategie. Welche der Kompensationsstrategien in der Stadt Zerbst/Anhalt vorzugsweise anzuwenden ist, ist nicht Bestandteil dieser Untersuchung. Es ist erwähnenswert, dass die aufgeführten Kompensationsstrategien vorzugsweise im überregionalen Kontext aufeinander abzustimmen sind, d.h. die Stadt Zerbst/Anhalt sollte in Rücksprache mit Bund und Ländern synergetisch zusammenarbeiten.

5.3.4 Ergebnisse der wirtschaftlichen Bewertung

Ziel der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist es, trotz einiger Unsicherheiten eine vergleichbare Bewertung der Zielszenarien für das kommunale Gebiet bis 2045 herzustellen. Abbildung 5-21 zeigt eine Übersicht der Gesamtkosten für neu zu installierende Erzeugungskapazitäten im Wärme- und Stromsektor unter Berücksichtigung der Inflationsentwicklung. Die Analyse verdeutlicht die Unterschiede zwischen den zwei Zielszenarien.

Die wirtschaftliche Bewertung erfolgte jeweils auf Ebene der einzelnen Cluster (Zerbst, West, Nord-West usw.). Zur besseren Übersicht und zur Reduktion der Anzahl der Darstellungen werden im Folgenden jedoch ausschließlich die Ergebnisse auf Ebene der Zielszenarien präsentiert. Abbildungen auf Ebene der einzelnen Cluster können dem Anhang (siehe Anhang 24) entnommen werden.

Zielszenario 1 („Mix“) weist mit etwa ~178 Mio. € die höchsten Gesamtinvestitionskosten auf. Der Hauptanteil von etwa 23 % entfällt auf den Zubau dezentraler Wärmepumpen sowie jeweils weitere ~18 % für den Ausbau der Aufdach-PV & Wasserstoff-Kraft-Wärme-Kopplung (H₂-KWK). Zielszenario 2 („Biomethan“) erweist sich mit Investitionskosten von rund 161 Millionen Euro als kostengünstigere Variante. Der größte Investitionsanteil entfällt hierbei

auf den Ausbau von Fernwärme (~62 Mio. €) sowie auf die Installation von Wärmepumpen (~30 Mio. €).

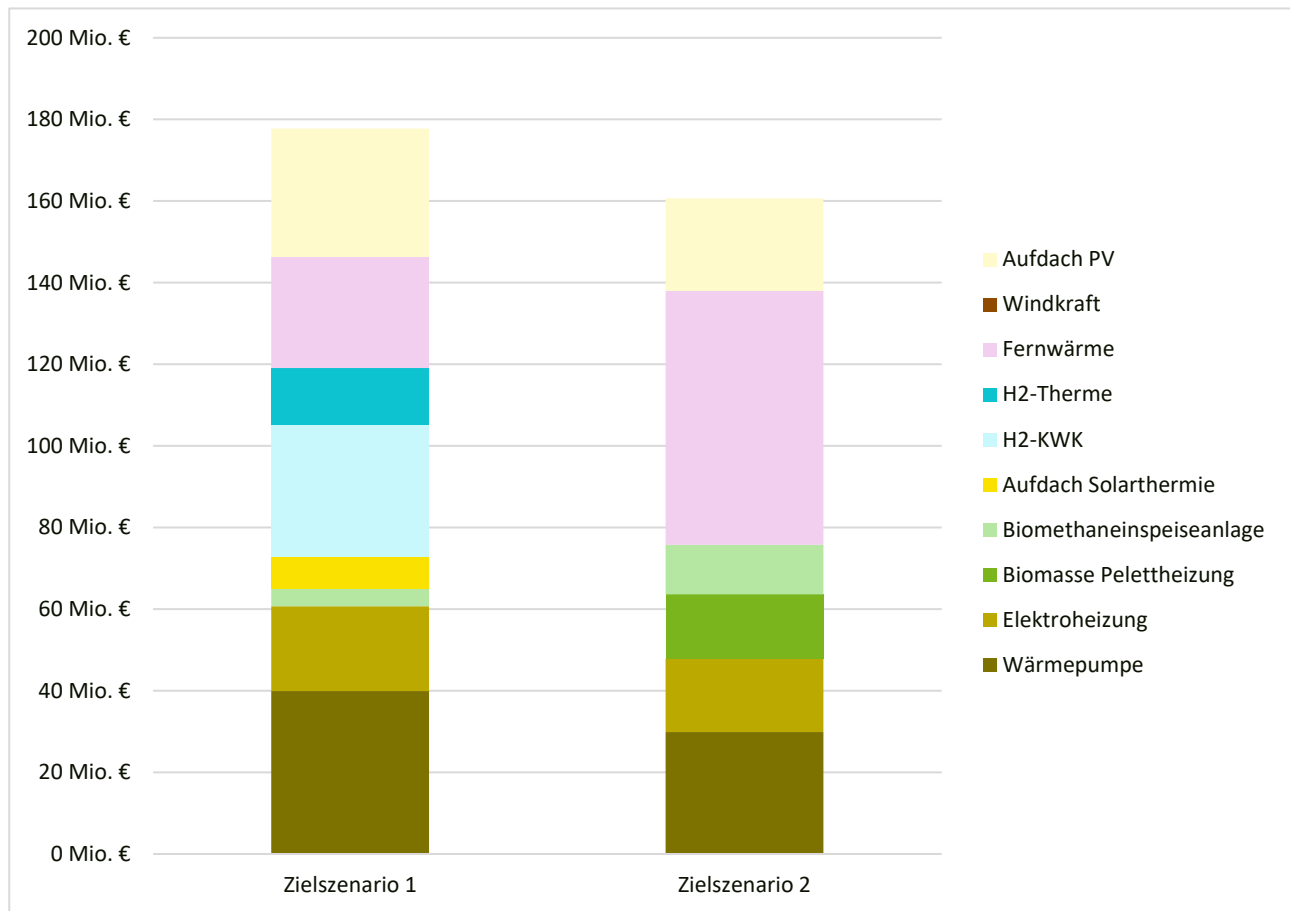


Abbildung 5-21: Gesamtinvestitionskosten neu zu installierender Erzeugungsleistungen - Wärme & Strom - nach Technologie & Zielszenario bis 2045 (inkl. Inflation)

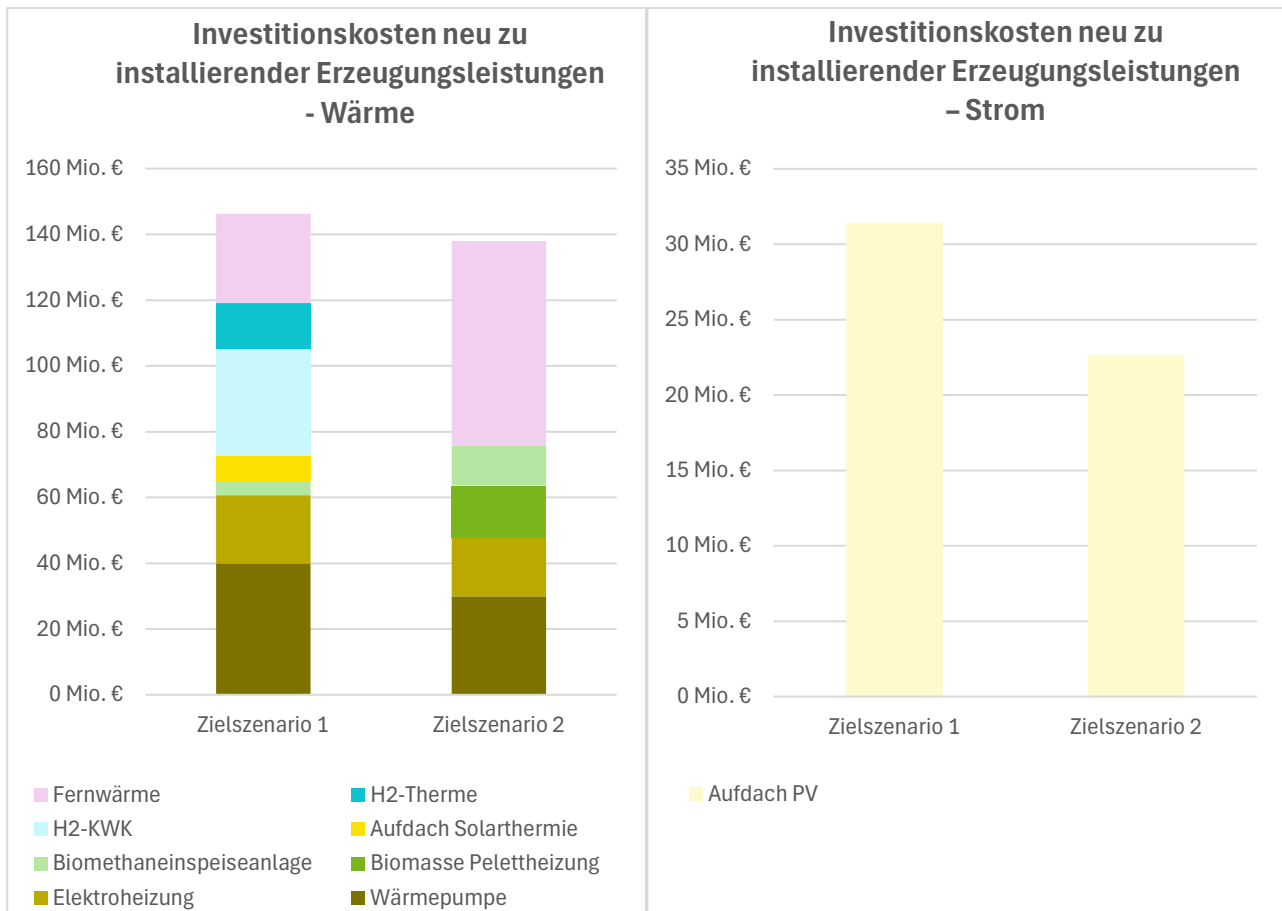


Abbildung 5-22: Vergleich der Investitionskosten für Strom und Wärme – nach Technologie und Zielszenario bis 2045 (mit Inflation)

Im Vergleich der Investitionskosten von Strom und Wärme wird deutlich, dass die Gesamtkosten im Stromsektor geringer ausfallen als im Wärmesektor. Beide Zielszenarien bauen auf bestehenden Infrastrukturen auf, was insbesondere im Stromsektor zu deutlichen Kosteneinsparungen führt.

Zur Deckung des steigenden Strombedarfs durch die elektrische Wärmeversorgung ist in beiden Szenarien ein moderater Ausbau der Aufdach-Photovoltaik erforderlich. In Zielszenario 1 sind mehr PV-Anlagen nötig, weswegen hier die Investitionskosten (~31 Mio. €) höher ausfallen als in Zielszenario 2 (~23 Mio. €).

Die Analyse der Investitionskosten im Wärmesektor zeigt deutliche Unterschiede zwischen den beiden Zielszenarien. Grundsätzlich erfordern Wärmetechnologien höhere Investitionen als der Stromsektor. In Zielszenario 1 ist ein breiter Mix unterschiedlicher Wärmetechnologien erkennbar, während Zielszenario 2 klar den Fokus auf den Einsatz von Biomasse und Biomethan legt, was mit einem stärkeren Ausbau des Fernwärmenetzes einhergeht.

In Zielszenario 1 entfällt der größte Investitionsanteil auf Wärmepumpen (~40 Mio. €). In Zielszenario 2 dominiert hingegen der Ausbau des Fernwärmenetzes mit Investitionen von etwa 62 Mio. €. Der höhere Fernwärmebedarf in Zielszenario 2 ergibt sich aus der stärkeren Ausrichtung auf Biomethan als Energieträger.

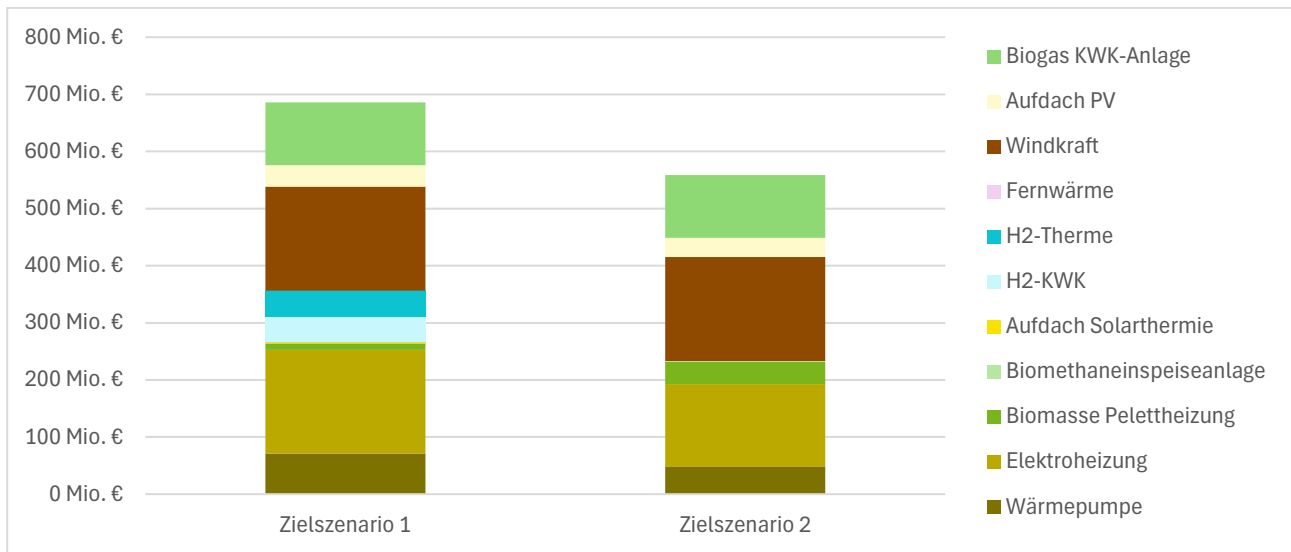


Abbildung 5-23: Kumulierte Betriebskosten der neu zu installierenden Leistungen in der Kommune – nach Technologie und Zielszenario bis 2045 (mit Inflation)

Abbildung 5-23 zeigt die kumulierten Betriebskosten der neu zu installierenden Leistungen in der Kommune. Zielszenario 2 weist dabei die geringsten Betriebskosten auf, die sich überwiegend auf den Betrieb von Elektroheizungen und Windkraftanlagen verteilen. Im Gegensatz dazu verzeichnet Zielszenario 1 die höchsten Betriebskosten, was vor allem auf den hohen Anteil von Elektroheizungen zurückzuführen ist.

Darüber hinaus wurde eine sektorspezifische Bewertung des Investitionsbedarfs vorgenommen. Ziel ist es, nicht nur die Entscheidungsfindung hinsichtlich eines bevorzugten Zielszenarios zu unterstützen, sondern auch die anschließende Umsetzung durch gezielte Fördermaßnahmen optimal zu gestalten. Die Investitionskosten wurden hierfür nach Sektoren – private Haushalte sowie gewerbliche und öffentliche Eigentümer der Technologien – differenziert.

Abbildung 5-24 zeigt die prozentuale Verteilung der neu zu installierenden Erzeugungsleistungen nach Eigentümergruppen. In Zielszenario 2 wird deutlich, dass der überwiegende Teil der Investitionen von privaten Haushalten getragen wird (ca. 67 %). Im Zielszenario 1 liegt der Anteil privater Haushalte bei knapp 60 %, was zu einem ausgewogeneren Verhältnis zwischen privaten und gewerblich/öffentlichen Investoren führt. Die Unterschiede zwischen den Szenarien lassen sich auf die technologiebezogene Ausgestaltung der jeweiligen Ansätze zurückführen. Dennoch bewegen sich beide Szenarien insgesamt auf einem vergleichbaren Niveau.

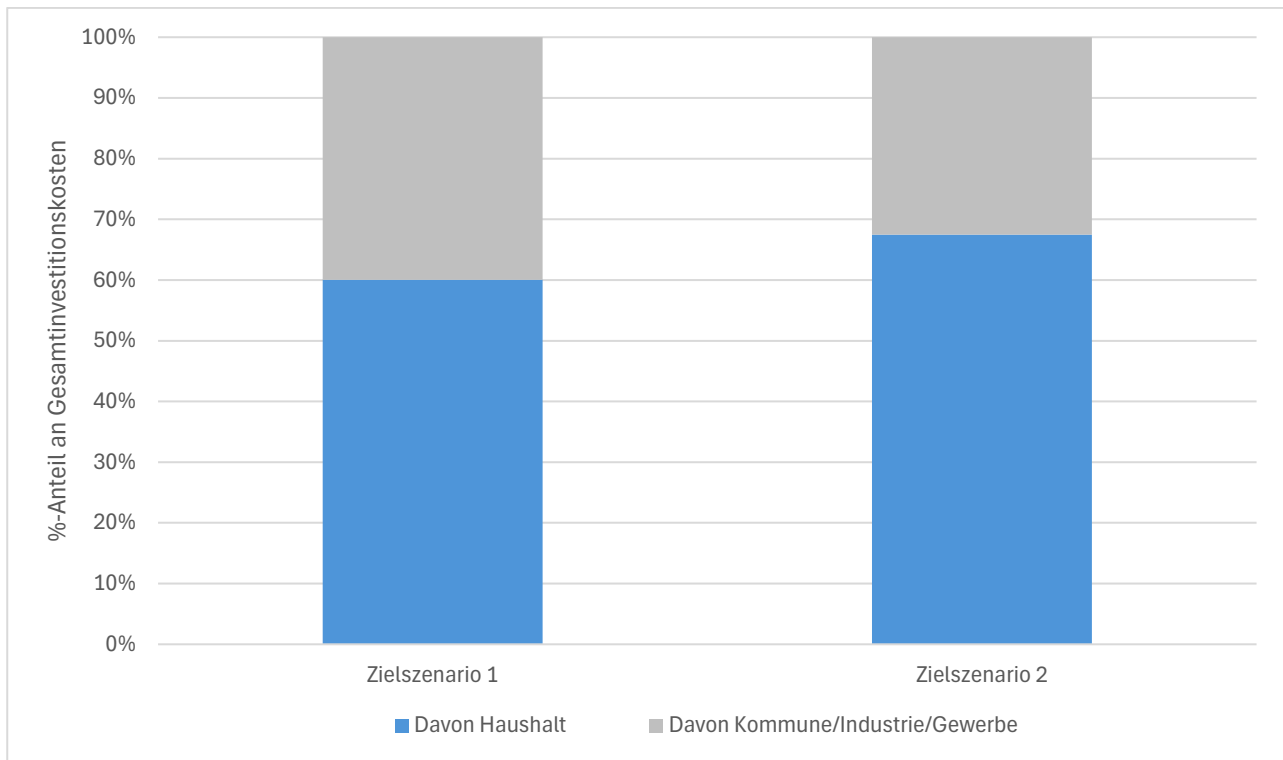


Abbildung 5-24: Vergleich der %-Verteilung der Investitionskosten neu zu installierender Erzeugungsleistung nach Sektor bis 2045

Abbildung 5-25 zeigt eine umfassende Darstellung der Wärmegestehungskosten in den unterschiedlichen Zielszenarien unter Berücksichtigung zentraler Einflussfaktoren wie Investitions-, Betriebs- und Finanzierungskosten. Die Wärmegestehungskosten dienen insbesondere der Bewertung der langfristigen Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Technologien. Im Vergleich erzielt Zielszenario 2 mit rund 0,24 €/kWh die niedrigsten Wärmegestehungskosten, während Zielszenario 1 bei etwa 0,27 €/kWh liegt. Diese Differenz spiegelt die technologischen und strukturellen Besonderheiten der jeweiligen Szenarien wider.

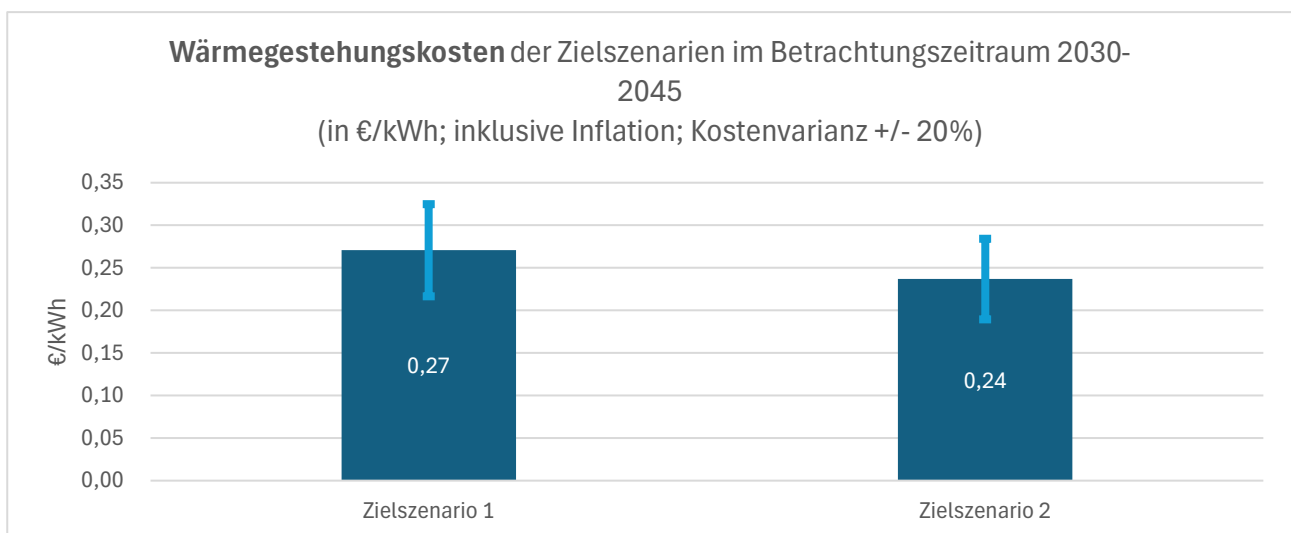


Abbildung 5-25: Wärmegestehungskosten der Zielszenarien im Betrachtungszeitraum 2030-2045 (inklusive +/-20% Kostenvarianz)

Zusammenfassend lässt sich für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung feststellen, dass die Unterschiede in den Investitionsstrukturen der Zielszenarien die verschiedenen strategischen Ausrichtungen in der Transformation des kommunalen Strom- und Wärmesektors widerspiegeln.

- **Zielszenario 1** verfolgt einen technologieoffenen, diversifizierten Ansatz, bei dem verschiedene Energiequellen kombiniert werden. Ziel ist es, die jeweiligen Vorteile der Technologien zu nutzen und eine höhere Systemflexibilität zu erreichen. Die Investitionskosten liegen auf einem etwas höheren Niveau als im Zielszenario 2. Etwa 60 % der Finanzierung würde durch private Haushalte getragen werden, während 40 % auf öffentliche oder gewerbliche Eigentümer entfallen. Die Wärmegestehungskosten sind in Zielszenario 1 jedoch um rund 0,03 €/kWh höher als im Vergleichsszenario
- **Zielszenario 2** konzentriert sich verstärkt auf Biomethan, um eine langfristig nachhaltige Wärmeversorgung sicherzustellen. Es erfordert geringere Anfangsinvestitionen als Zielszenario 1, geht jedoch mit einem höheren Finanzierungsanteil der privaten Haushalte (rund 67 %) einher. Langfristig ermöglicht es durch niedrigere Betriebskosten bis 2045 deutliche Einsparungen und ist damit aus wirtschaftlicher Sicht die vorteilhaftere Lösung.

Es ist zu beachten, dass gewisse Unsicherheiten in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bestehen. Die Investitionskosten für den Ausbau und die Erweiterung des Stromverteilnetzes wurden nicht in die Wärmegestehungskosten einbezogen, da zahlreiche Einflussfaktoren – wie der unbekannte Zustand des Netzes, langwierige Genehmigungsverfahren und die mangelnde Transparenz der Verteilnetzbetreiber – nicht verlässlich quantifizierbar sind.

Zudem ist der Betrachtungshorizont der KWP bis 2045 zu berücksichtigen. Die Betriebs- und Geschäftsmodelle für zentrale Technologien sind derzeit offen, sodass sowohl eine größere als auch eine kleinere Dimensionierung denkbar ist. Auch die unterschiedlichen Abschreibungs- und Nutzungsdauern der Technologien wurden nicht vollständig in die Betrachtung einbezogen. Diese Faktoren können die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Zielszenarien unterschiedlich stark beeinflussen.

Daher ist davon auszugehen, dass die initiale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eine Kostenvarianz von $\pm 20\%$ je Zielszenario aufweist. Dennoch bleibt das Hauptziel der Betrachtung – die Vergleichbarkeit der Zielszenarien sowie der Ergebnisse, auch unter Berücksichtigung dieser Kostenvarianz – gewährleistet.

5.3.5 Ableitung des favorisierten Zielbildes

Auf Basis der Analysen zu den einzelnen Treibhausgasminderungspfaden, Investitions- und Gestehungskosten sowie weiterer Überlegungen hinsichtlich der Aspekte Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit ist eine vergleichende Gegenüberstellung der Szenarien verfügbar. Nachfolgend wird auf die je Kategorie mit ein bis fünf Punkten versehene Einschätzung inklusive ihrer grafischen Darstellung fokussiert. Die Tabelle 5-9 zeigt das Ergebnis des Bewertungsprozesses.

Tabelle 5-9: Bewertungsmatrix zum Vergleich der beiden Zielszenarien

Kategorie	Bewertungskriterium	Mix	Biomethan
Technik	Hohe Anzahl vers. Technologien (Wärmepumpe, Fernwärme,...)	5	3 (kein H ₂)
	Hohe Anzahl vers. zugrundeliegender Energieträger (Strom, Gas, Feststoffe,...)	5	3 (kein H ₂)
	Geringer technischer Ausbau- und Umstellungsaufwand	2	4
Wirtschaft	Geringe Gesamtinvestitionskosten (Wärme & Strom)	4	4
	Geringe Kostenanteile gegenüber priv. Haushalten	3	2
	Geringe Wärmegestehungskosten	3	4
Ökologie	Hohe Treibhausgasminderung gegenüber Status quo	5	4
Politik	Geringe Regulatorische Unsicherheiten/Risiken	2 (H ₂)	5
Resilienz	Versorgungssicherheit	4	4
	<u>Ergebnis – absolut</u>	<u>33</u>	<u>33</u>
	<u>Ergebnis – Durchschnitt</u>	<u>3,67</u>	<u>3,67</u>

In der Kategorie Technik wird zwischen den Kriterien „Hohe Anzahl vers. Technologien“, „Hohe Anzahl vers. Zugrundeliegender Energieträger“ und „Geringer technischer Ausbau- und Umstellungsaufwand“ unterschieden. Eine hohe Anzahl an vers. Technologieträgern und Energieträgern macht ein Szenario robuster gegenüber Preisentwicklungen einer einzelnen Technologie/ eines einzelnen Energieträgers. Weiterhin ist das Realisierungsrisiko bei Ausfall einer Technologie/ eines Energieträgers geringer, je mehr Technologien und Energieträger zugrunde liegen. Ein geringer technischer Ausbau- und Umstellungsaufwand hat vor allem wirtschaftliche Vorteile und lässt eine Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien schneller realisieren.

Im Szenario Mix liegt eine hohe Anzahl an Technologien zugrunde, konkret sind es Wärmepumpen, Elektroheizungen, Biomasse Pelletheizungen, Biomethaneinspeiseanlagen, H₂-KWK-Anlagen, H₂-Thermen, Aufdach Solarthermie und die Abwärme der Biogas-KWK-Anlage. Aus diesem Grund erhält das Szenario Mix die höchstmögliche Punktzahl. Im Szenario Biomethan wird ausdieselben Technologien mit Ausnahme der H₂-Thermen, der H₂-KWK-Anlagen und der Aufdach-Solarthermieanlagen zurückgegriffen. Weiterhin erfolgt ein klarer Fokus auf die Technologien, welche mittel Biomethan Wärme zur Verfügung stellen. Aus diesem Grund wurde dieses Szenario mit der Punktzahl 3 im Bewertungskriterium „Hohe Anzahl vers. Technologien“ bewertet.

Im Szenario Mix liegen folgende Energieträger zugrunde: Strom, Biomasse (Holzpellets, Biomethan), erneuerbare Abwärme, Wasserstoff und Sonnenenergie. Geothermie wurde aufgrund der geografischen Gegebenheiten in der Potenzialanalyse nicht weiter betrachtet. Aus diesem Grund erhält das Szenario Mix die volle Punktzahl im Bewertungskriterium „Hohe Anzahl vers. Energieträger“. Im Szenario Biomethan wird Wasserstoff und Sonnenenergie als Energieträger nicht betrachtet. Aus diesem Grund erfolgte die Bewertung mit drei Punkten.

Im Szenario Biomethan werden zur Verteilung des Biomethans das vorhandene Erdgasnetz verwendet. Im Bereich der dezentralen Versorgung müssen vorhandene fossile Technologien bis

zum Zieljahr 2045 durch andere Technologien ersetzt werden. Hier besteht freie Wahl für die betreffenden Personen, in Hinblick auf die gewählte Technologie. Dies stellt den größten Umstellungsaufwand dar, ist im Vergleich zu anderen möglichen Szenarien aber gering, aus diesem Grund erfolgte eine Bewertung von vier Punkten. Im Szenario Mix findet im Cluster Stadt Zerbst eine Versorgung mittels Biomethan und Wasserstoff statt. Beides wird über das bereits vorhandene Erdgasnetz verteilt. Hierfür ist wichtig, dass das bestehende Verbundnetz so voneinander getrennt wird, dass sich die Energieträger Biomethan und Wasserstoff nicht vermengen können und in jeweils getrennten Netzen transportiert werden. Alternativ dazu kann eine Beimengung von Wasserstoff im Biomethanetz erfolgen, unter der Bedingung, dass dies vorab geprüft und genehmigt wurde. Wird ein Teil des Netzes als reines Wasserstoffnetz betrieben, so ist hierfür eine Prüfung der Leitungen und eine Anpassung einzelner Komponenten im Verteilnetz erforderlich. Da dies zusätzlichen Aufwand im Vergleich zum Biomethanszenario bedeutet, wurde das Szenario Mix in diesem Bewertungskriterium mit einer Punktzahl von zwei bewertet.

In der Kategorie Wirtschaft gibt es folgende Bewertungskriterien: „Geringe Gesamtinvestitionen“, „Geringe Kostenanteile gegenüber priv. Haushalten“ und „geringe Wärmegestehungskosten“.

Die Gesamtinvestitionskosten beider Szenarien sind annähernd gleich (Differenz < 2 % zugunsten des Szenarios Mix). Aus diesem Grund wird dieselbe Punktzahl vergeben.

Die Kostenanteile in den privaten Haushalten hängen von dem prozentualen Anteil der dezentralen Versorgung ab. Beim Ausbau dezentraler Versorgungsmöglichkeiten sind die Eigentümer und Eigentümerinnen verantwortlich, die Kosten hierfür zu übernehmen. Da im Mix-Szenario mehr leitungsgebundene Wärme verglichen zum Biomethanszenario verwendet wird, fallen die Kostenanteile priv. Haushalte geringer aus. Aus diesem Grund erhält das Szenario Mix die Punktzahl drei, das Biomethanszenario erhält die Punktzahl zwei.

Das Szenario Mix erzielt ca. 0,27 €/kWh an Wärmegestehungskosten. Da dies etwa den Erwartungen entspricht wird die Punktzahl drei (also mittlerer Bereich) vergeben. Im Biomethanszenario werden Wärmegestehungskosten von 0,24 €/kWh erreicht, dies ist weniger und deshalb mit einem Punkt mehr bewertet.

In der Kategorie Ökologie wird die Treibhausgasminderung verglichen zum Status quo bewertet. Demzufolge erhält Szenario Mix die maximale Punktzahl bezüglich der antizipierten CO₂-Emissionsentwicklung, da die Minderung verglichen mit der Ausgangssituation mit -82,94 % stärker ausfällt als bei Szenario Biomethan (-79,85 %). Da die Emissionseinsparung im Biomethanszenario leicht verringert ist, wird hier die Punktzahl vier vergeben.

Es werden geringe regulatorische Unsicherheiten/ Risiken im Bereich der Politik bewertet. Hier erhält das Szenario Biomethan die volle Punktzahl von fünf. Begründet ist dies mit der aktuellen Versorgungsstruktur. Hier wird heute bereits ca. 70 GWh/a Wärme im Jahr über den Energieträger Biomethan erzeugt. Die Akzeptanz in der Bevölkerung für diesen Energieträger ist vorhanden. Die eventuellen regulatorischen Risiken sind als sehr gering einzuordnen. Dahingegen ist die Verwendung von Wasserstoff im Bezug auf regulatorische Risiken deutlich kritischer zu betrachten. Wird der Wasserstoff über das vorhandene Erdgasnetz verteilt, so müssen die Leitungsabschnitte geprüft und gesäubert werden. Während der Umstellung muss die Versorgung mit Wärme für die angeschlossenen Haushalte gewährleistet sein. Aufgrund der durchzuführenden Umstellung wird das mögliche regulatorische Risiko als hoch eingestuft, dies entspricht einer Punktzahl von zwei.

Die Resilienz im Bezug auf die Versorgungssicherheit wird in beiden Szenarien als hoch eingestuft, was einer Punktzahl von vier entspricht. Das Szenario Mix ist breiter im Hinblick auf

die verwendeten Technologien aufgestellt, daher können mögliche Ausfälle einer einzelnen Technologie besser durch andere Technologien ausgeglichen werden. Dennoch besteht ein Risiko im Hinblick auf die Wasserstoffversorgung, welche maßgeblich von dem Aus- und Umbau des Wasserstoffkernnetzes anhängt. Das Szenario Biomethan verfügt über weniger kompensierende Technologien, das Risiko eines Ausfalls in der Versorgung mit Wasserstoff besteht nicht. Biomethan wird über ein Verbundnetz, welches über die Grenzen des Untersuchungsgebiets besteht, verteilt. Da auch außerhalb des Untersuchungsgebiets Biomethan eingespeist werden kann, wird die Versorgungssicherheit als hoch eingeschätzt.

Die Treibhausgasminderung im Szenario Mix kann dann realisiert werden, wenn der weitreichende Einsatz von Wasserstoff gelingt. Hierfür wäre das Gasnetz im Cluster Zerbst anzupassen (Umstellung auf Wasserstoff), was als hoher Anpassungsbedarf im Bereich der leitungsgebundenen Infrastrukturen zu werten ist. Ebenso müssen verbraucherseitige Wärmetechnologien auf den neuen Energieträger angepasst werden, was zu finanziellen Belastungen sowohl im privaten wie auch industriellen Bereich führt. Folgerichtig ist für das Szenario Mix mit hohen Realisierungsrisiken zu rechnen. Diese begründen sich technisch, z.B. über den Umstellungsaufwand der Erdgasleitungen sowie der damit verbundenen Umstellung der verbraucherseitigen Endanwendungen. Parallel dazu ist die zeitnahe und umfangreiche Bereitstellung von Wasserstoff mit hohen Risiken behaftet, da zum jetzigen Zeitpunkt die nationale Erzeugungsstruktur wenig bis gar nicht vorhanden ist. Allgemein ist zu bedenken, dass ein Stromverteilnetzausbau (zur Deckung der Strombedarfe für dezentrale Erzeugungsanlagen wie Wärmepumpen oder Elektroheizungen) – auch im Falle einer technischen Realisierbarkeit – aller Wahrscheinlichkeit nach weitgehend über die Netzentgelte auf die Verbraucher umgelegt wird.

Bei den Wärmegestehungskosten ist Szenario Biomethan führend und erhält daher eine höhere Punktzahl. Der Fokus auf Wasserstoff (S1) führt zu sehr ähnlichen Wärmegestehungskosten. Die potenzielle Versorgungssicherheit ist in beiden Szenarien als gut zu bewerten. Im Szenario Mix ist durch den Einsatz bzw. die Kombination verschiedener und weitgehend etablierter Technologien ein starker Diversifikationseffekt gegeben. Sollte eine der im Mixszenario angesetzten Technologien nicht oder nicht im erwarteten Umfang einsetzbar sein, so ist eine Substituierbarkeit durch andere Technologien wahrscheinlich. Im Szenario Biomethan wird die Nutzung einer bereits etablierten und bekannten Technologie forciert. Jedoch ist die Technologievielfalt nicht so hoch wie im Szenario Mix. Daher wird die Bewertung hier gleichmäßig ausfallen. Eine grafische Gegenüberstellung der bewerteten Einzelkategorien zeigt die Abbildung 5-26.

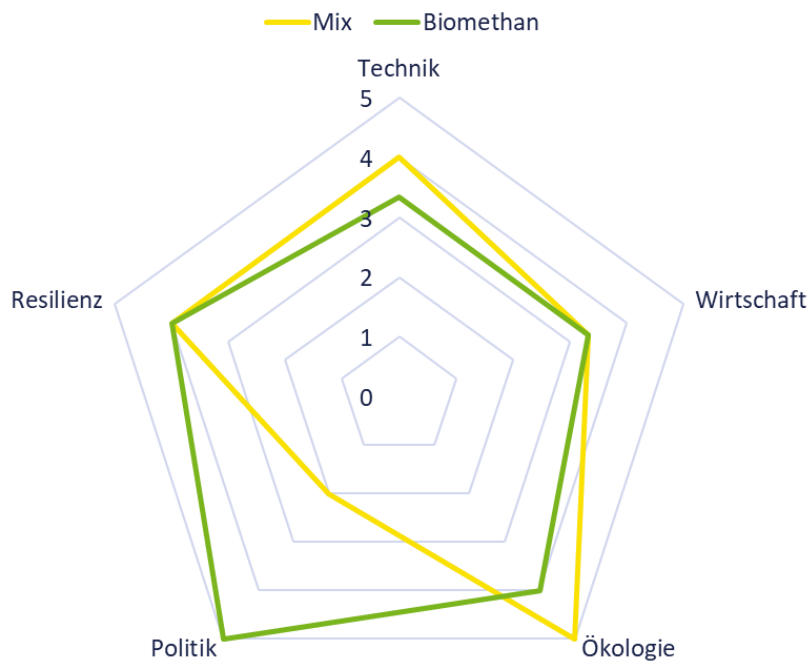


Abbildung 5-26: Netzdiagramm der nach fünf Kategorien bewerteten Zielszenarien

Unter Beachtung aller Bewertungskategorien stellt sich ein Gleichstand zwischen den Szenarien Mix und Biomethan ein. Jedes der beiden Szenarien weist unterschiedliche Vor- und Nachteile auf. Es lässt sich zusammenfassend sagen, dass das Szenario Biomethan den Fokus eher Richtung bekannter und bereits etablierter Anlagentechnologien ausrichtet, während im Szenario Mix neue Technologien einkalkuliert werden. Ob die angedachte Entwicklung zu den unterschiedlichen Betrachtungszeitpunkten (2030;2035;2040;2045) realisiert werden kann, kann vorab nicht eindeutig vorhergesagt werden. Abbildung 5-26 stellt für beide Szenarien ein breit aufgefächertes Netz dar, welches im Punkt Politik jedoch massiv zu Gunsten des Szenarios Biomethan ausfällt. Hervorgerufen wird dies durch die Unsicherheit hinsichtlich der Verfügbarkeit von Wasserstoff zu frühzeitigen Betrachtungszeitpunkten.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde sich auf die Fokussierung des Szenarios Biomethan geeinigt. In weiterführenden Betrachtungen kann und soll der Energieträger Wasserstoff weiterhin untersucht und die Möglichkeit zur Energiebereitstellung geprüft werden.

5.3.6 Eignungsstufen und Wärmeversorgungsgebiete

Im folgenden Abschnitt erfolgt die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19 des WPGs.

5.3.6.1 Eignungsstufen Cluster Stadt Zerbst

Im Einklang mit der Erläuterung des methodischen Grundprinzips sind zunächst die einzelnen Eignungsstufen je Versorgungsart (Wärmenetz, Wasserstoffnetz, dezentral, Prüfgebiet) separat

zu prüfen. Diese werden anschließend in Rücksprache mit der Kommune sowie den Versorgern in ein stimmiges Gesamtbild überführt. Dieses weist je Ortsteil die in technoökonomischer Hinsicht geeignetste Versorgungsart für das Zielbild 2045 zu. Grundsätzlich gilt die Rangfolge, dass zunächst die leitungsgebundenen Optionen geprüft werden (Wärmenetz, H₂-Netz). Erscheinen diese wenig lukrativ, so ist die Einzelversorgung anzuraten.

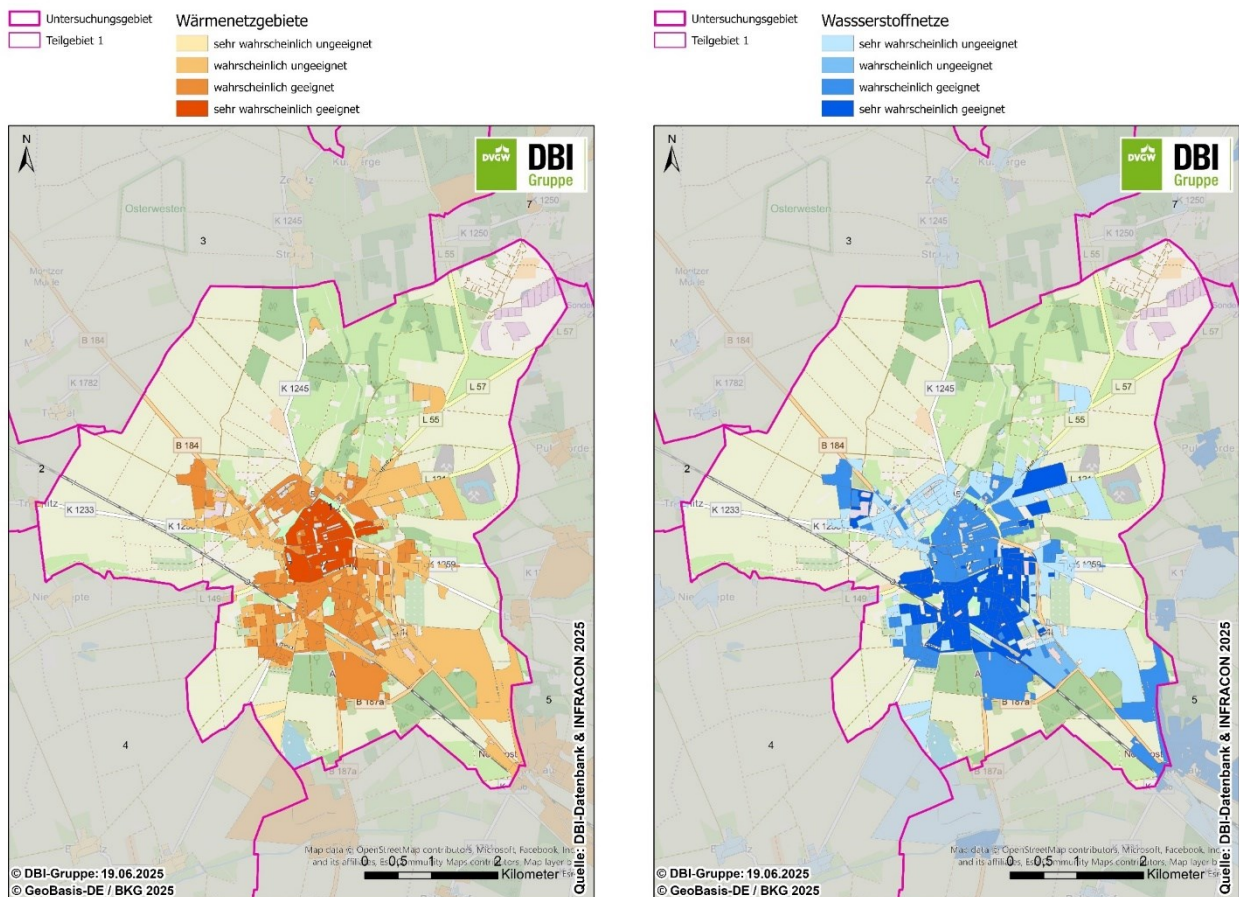


Abbildung 5-27: Eignungsstufen im Cluster Stadt Zerbst für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)

Analog zur Visualisierung im linken Teil der Abbildung 5-27 sind große Teile der inneren Kernstadt bereits über das bestehende Wärmenetz erschlossen. Im gesamten Untersuchungsgebiet findet ein Großteil der Wärmeversorgung leitungsgebunden über die Energieträger Erdgas und Biomethan statt, aufgrund dessen verfügen viele Baublöcke über Gasnetzanschlüsse. Ein Anschluss weiterer Abnehmer an das auszubauende Wärmenetz erscheint insbesondere im Bereich der Kernstadt geboten. Konkret sind im Zerbst/Anhalter Norden der Bereich, welcher von den Straßen Kleiner Wall und Dr. Martin-Luther-Promenaden und dem Flutgraben (Südteil) eingeschlossen wird und das Gebiet südlich der Innenstadt zwischen der K1258 und der Roßlauer Straße geeignet für eine Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes. Weiterhin sind die Industriegebiete Altbuchsland, der Sonderlandeplatz Zerbst, das Industriegebiet am Feuerberg, sowie das Industriegebiet östlich des Heidedorffriedhofes auf einen Anschluss an ein bestehendes Wärmenetz, auf die Erschließung eines neuen Wärmenetzes

oder auf die Erschließung zu einem Wasserstoffnetz zu prüfen.

Die anhand der Flächendichte je Baublock abgeleiteten Eignungsarten werden abschließend mit dem unter 5.2.6 erläuterten Modell („Fuzzy-Membership-Ansatz“) gegengeprüft. Die Ergebnisse für das Cluster Stadt Zerbst sind anhand der Abbildung 5-28 nachzuvollziehen. Auch die Ergebnisse des fortgeschrittenen Modells zeigen eine klare Vorteilhaftigkeit für eine Wärmenetzversorgung der Kernstadt im Jahr 2045. Im südlichen Bereich ist im Jahr 2045 aufgrund hoher Liniendichten eine klassische Fernwärmeversorgung (hohe Vorlauftemperatur) attraktiv. Im nördlichen und süd-westlichen Teil der Kernstadt zeigen sich hingegen Tendenzen für Niedertemperaturnetze. Da die Kernstadt über ein zusammenhängendes Wärmenetz versorgt wird, ist in nachfolgenden Untersuchungen eine Konkretisierung der Parameter eines zukünftig verdichteten bzw. erweiterten Wärmenetzes notwendig. Aufgrund des vorhandenen und modernen Mitteldruck-Erdgasnetzes ist eine Umstellung des Verteilnetzes auf Wasserstoff mit hoher Wahrscheinlichkeit die bessere Option. Für die Randgebiete zeigt das Fuzzy-Membership-Modell die klare Notwendigkeit einer Einzelversorgung.

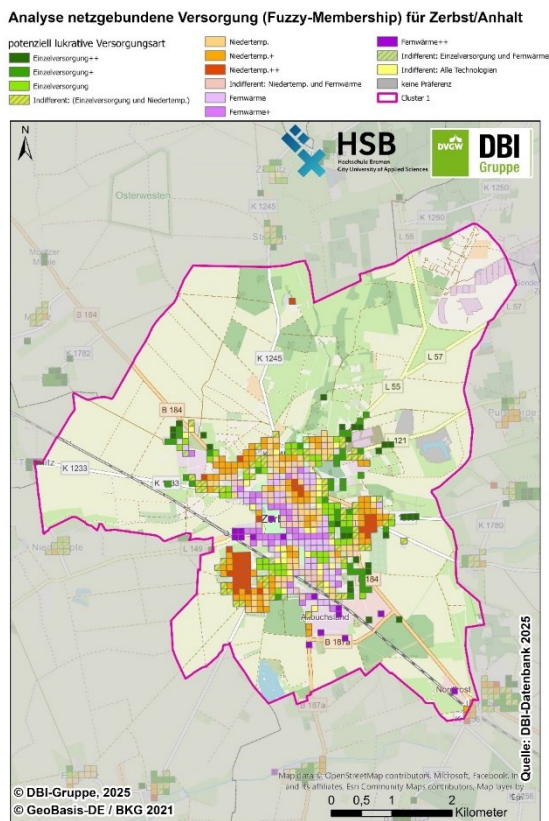


Abbildung 5-28: Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster Stadt Zerbst anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]

Insgesamt ergeben sich die in Tabelle 5-10 zusammengefassten Empfehlungen zur Gebietseinteilung in Zerbst/Anhalt.

Tabelle 5-10: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Zerbst/Anhalt)

Versorgungsart	Betroffene Stadt- bzw. Ortsteile
Wärmenetz	– Kernstadt (mögliche Verdichtung) – Bereiche nördlich und süd-westlich der Kernstadt (Ausbau)
Wasserstoffnetz	– Kernstadt – Südlich der Kernstadt – Gewerbliche Abnehmer
Dezentral/Einzelversorgung	– Randgebiete

5.3.6.2 Eignungsstufen Cluster West

Analog der Gemeinde Zerbst/Anhalt ist auch das Cluster West Bestandteil der ausführlichen Wärmeplanung, siehe Ergebnisse der Eignungsprüfung unter Abschnitt 2.3. Demzufolge werden die Eignung für Wärmenetze und die Eignung für Wasserstoffverteilnetze zunächst getrennt voneinander betrachtet. Im Cluster West existiert kein Wärmenetz, ein Erdgasverteilnetz ist im Bestand verfügbar. Abbildung 5-29 visualisiert im linken Teil die Eignung für Wärmenetzgebiete (2045). Hierbei ist ersichtlich, dass keines der Gebiete eine Wärmenetzeignung aufweist. Eine Eignung für ein Wasserstoffnetzgebiet ist vorhanden, wenn die jeweilige Ortschaft über einen Erdgasnetzanschluss verfügt und die Wärmeversorgung aktuell zum größten Teil über Erdgas erfolgt, dies ist in Güterglück, Gehrden und den größten Teilen von Walternienburg der Fall.

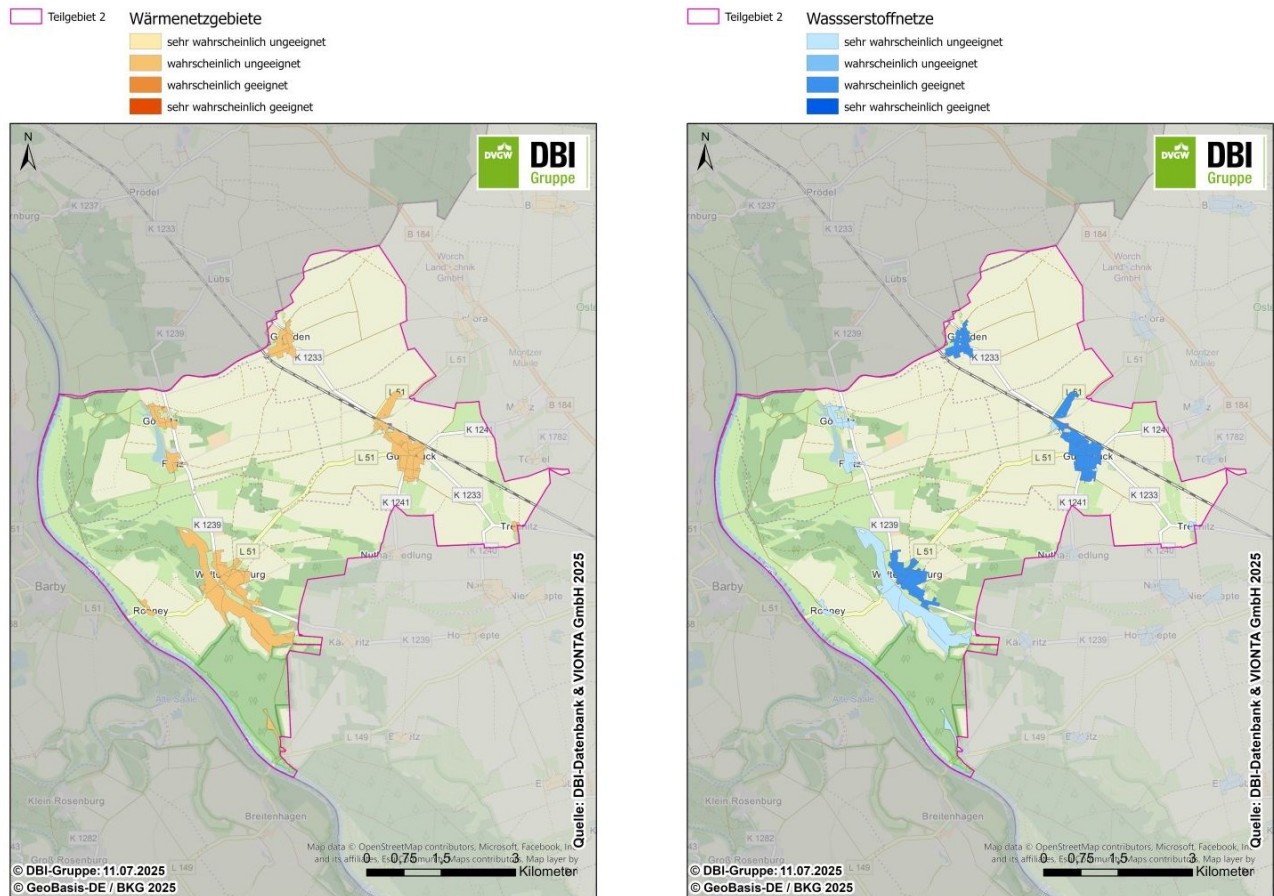


Abbildung 5-29: Eignungsstufen in Cluster West für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)

Zur Gegenprüfung und Plausibilisierung der Erkenntnisse aus der flächenbezogenen Darstellung und den Daten des Verteilnetzbetreibers wird erneut auf das Modell gemäß Fuzzy-Membership-Ansatz zurückgegriffen. Die rasterscharfen Ergebnisse repräsentiert die Abbildung 5-30. Diese zeigt in Abhängigkeit des konkreten Ortsteils ein inhomogenes Bild. Für Güterglück, Gehrden, Gödnitz und Flötz sind einige Rasterzellen mit prinzipieller Eignung für moderne Niedertemperatur-Wärmenetze ersichtlich. Die dafür verantwortlichen hohen Liniendichten begünstigen gleichzeitig auch andere leitungsgebundene Infrastrukturen, namentlich Erdgasverteil- und perspektivisch Wasserstoffverteilnetze. Hierfür muss ein bestehendes Erdgasnetz vorhanden sein. Die Ortsteile Walternienburg und Ronney sind eindeutig für eine Einzelversorgung prädestiniert.

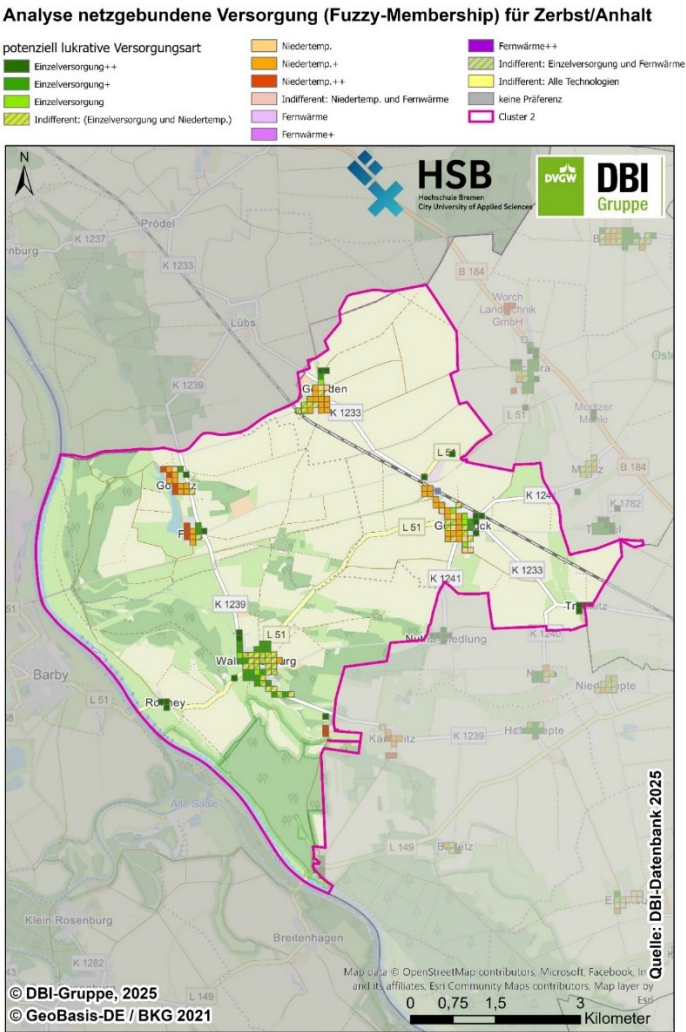


Abbildung 5-30: Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster West anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]

Unter Abwägung der vor Ort maßgeblichen Voraussetzungen ergeben damit die in Tabelle 5-11 zusammengefassten Empfehlungen zur Gebietseinteilung im Cluster West.

Tabelle 5-11: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Cluster West)

Versorgungsart	Betroffene Stadt- bzw. Ortsteile
Wärmenetz	– Nicht relevant
Wasserstoffnetz/ Prüfgebiet (Biomethan)	– Güterglück – Gehrden – Walternienburg
Dezentral/Einzelversorgung	– Walternienburg – Ronney – Gödnitz – Flötz

5.3.6.3 Eignungsstufen Cluster Nord-West und Süd-West

Im Einklang mit der Eignungsprüfung ist für die Cluster Nord-West und Süd-West mangels Wärmenetz bzw. Erdgasnetz eine verkürzte Wärmeplanung durchzuführen. Bereits die Eignungsprüfung hatte starke Hinweise auf den dezentralen Versorgungscharakter in den genannten Clustern geliefert. Dennoch wird für Plausibilisierungszwecke eine Einschätzung zur Wärmenetzeignung nach WPG erteilt. Die kartografischen Resultate sind der Abbildung 5-31 zu entnehmen, wobei der linke Teil das Cluster Nord-West und der rechte Teil das Cluster Süd-West zeigt. In beiden Clustern eignen sich keine Baublöcke für eine Wärmeversorgung über leitungsgebundene Versorgungsmöglichkeiten. Die Cluster verfügen nicht über einen Erdgasnetzanschluss. Damit bestätigen sich die Einschätzungen aus der Eignungsprüfung und sowohl das Cluster Nord-West als auch das Cluster Süd-West bilden eindeutige Gebiete für eine dezentrale Versorgung mit Einzellösungen.

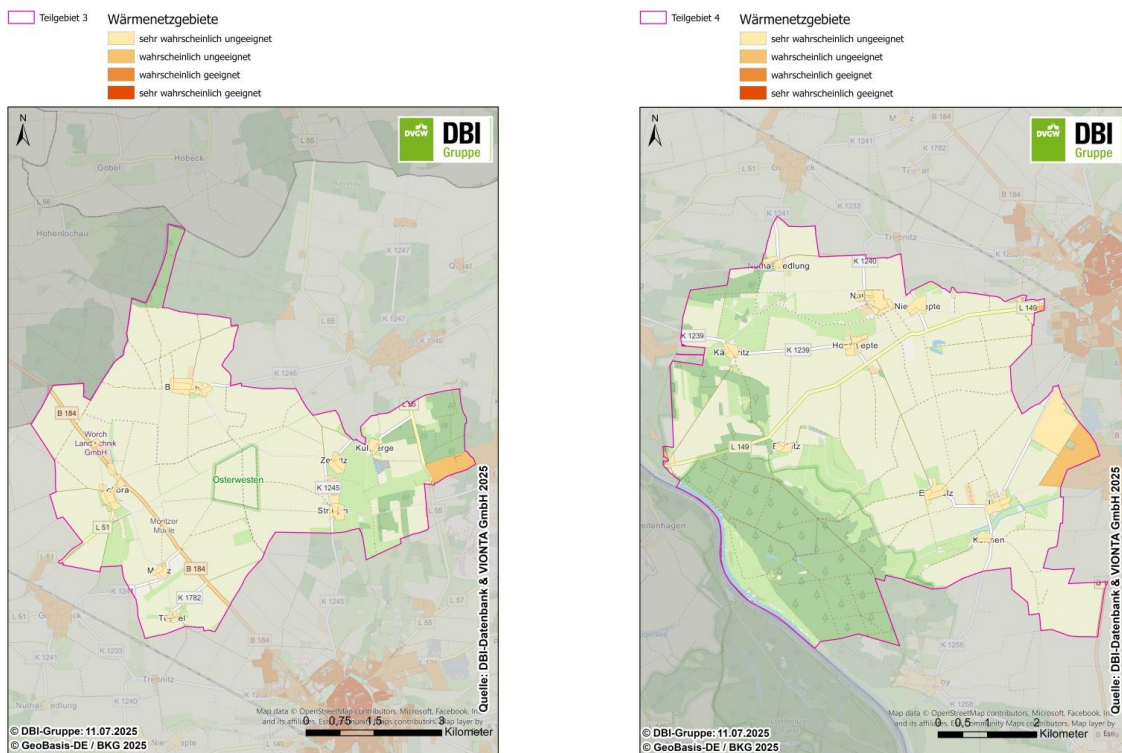


Abbildung 5-31: Wärmenetzeignung in Cluster Nord-West (links) und Cluster Süd-West (rechts)

5.3.6.4 Eignungsstufe Cluster Süd-Ost

Analog der Gemeinde Zerbst/Anhalt ist auch das Cluster Süd-Ost Bestandteil der ausführlichen Wärmeplanung (siehe Ergebnisse der Eignungsprüfung unter Abschnitt 2.3). Die Eignung für Wärmenetze und Wasserstoffverteilnetze wird zunächst separat bewertet. Im Cluster Süd-Ost besteht aktuell kein Wärmenetz, jedoch ist ein Erdgasverteilnetz vorhanden. Abbildung 5-32 zeigt im linken Bereich die potenziellen Wärmenetzgebiete für das Jahr 2045. Es wird deutlich, dass keines der betrachteten Gebiete als geeignet für ein Wärmenetz eingestuft wird. Eine Eignung für ein Wasserstoffnetzgebiet liegt vor, wenn die jeweilige Ortschaft über einen Erdgasanschluss verfügt und die Wärmeversorgung überwiegend durch Erdgas erfolgt – dies

trifft auf Jütrichau, Luso, Bone, Pulsforde und Bias zu.

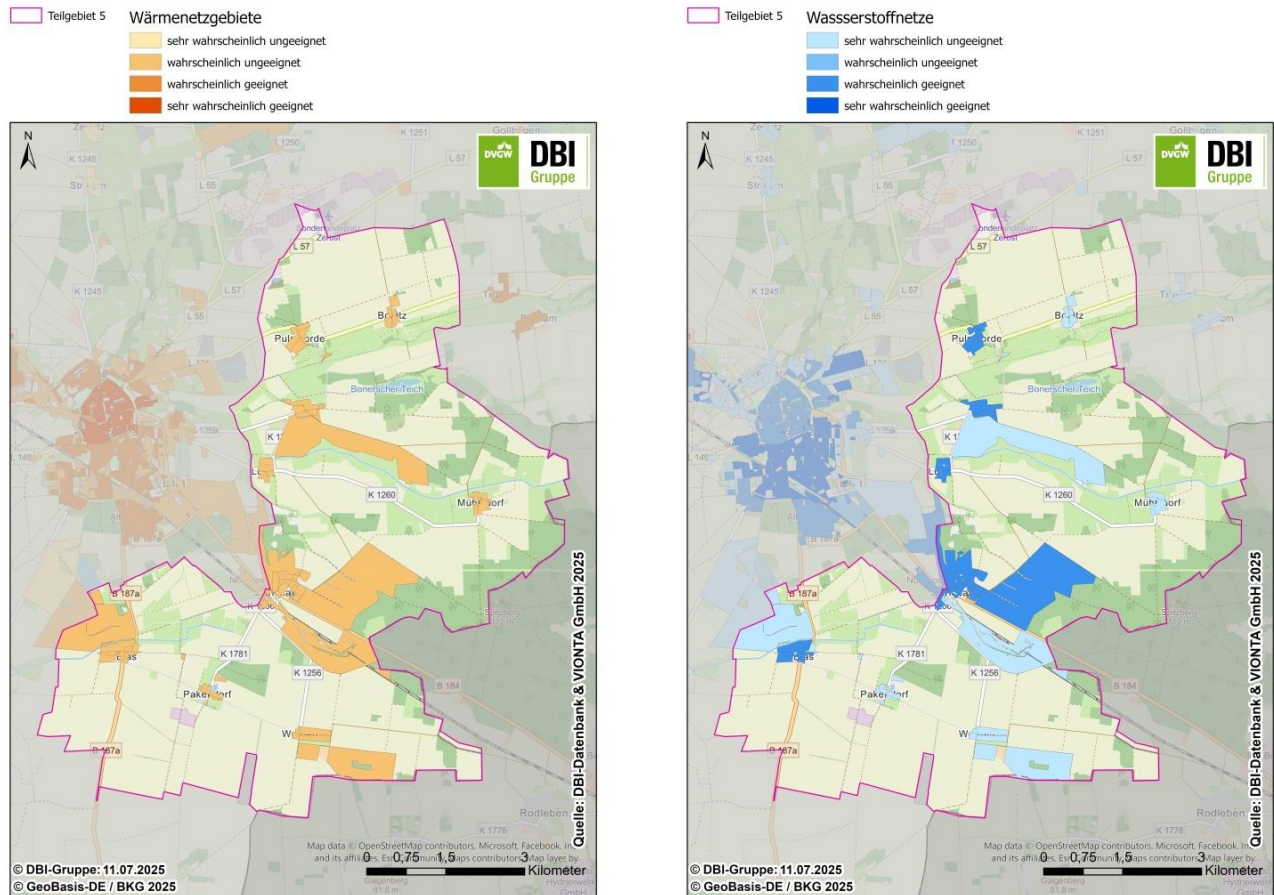


Abbildung 5-32: Eignungsstufen in Cluster Süd-Ost für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)

Zur Validierung und Plausibilisierung der Erkenntnisse aus der flächenbezogenen Analyse sowie den Angaben des Verteilnetzbetreibers wird erneut das Modell auf Basis des Fuzzy-Membership-Ansatzes herangezogen. Die rastergenauen Ergebnisse sind in Abbildung 5- dargestellt und zeigen ein heterogenes Bild in Abhängigkeit vom jeweiligen Ortsteil. In den meisten Ortsteilen lassen sich vereinzelt Rasterzellen mit grundsätzlicher Eignung für moderne Niedertemperatur-Wärmenetze identifizieren. Eine wirtschaftlich sinnvolle Erschließung ist bei ausreichender Wärmenachfrage durch potenzielle Abnehmer gegeben – diese Voraussetzung ist nicht erfüllt. Die gleichzeitig hohen Liniendichten begünstigen hingegen andere leitungsgebundene Infrastrukturen, insbesondere bestehende Erdgasverteilnetze sowie perspektivisch Wasserstoffverteilnetze. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein eines bestehenden Erdgasnetzes. Der Ortsteil Mühlendorf weist eine klare Eignung für eine dezentrale Einzelversorgung auf.

Analyse netzgebundene Versorgung (Fuzzy-Membership) für Zerbst/Anhalt

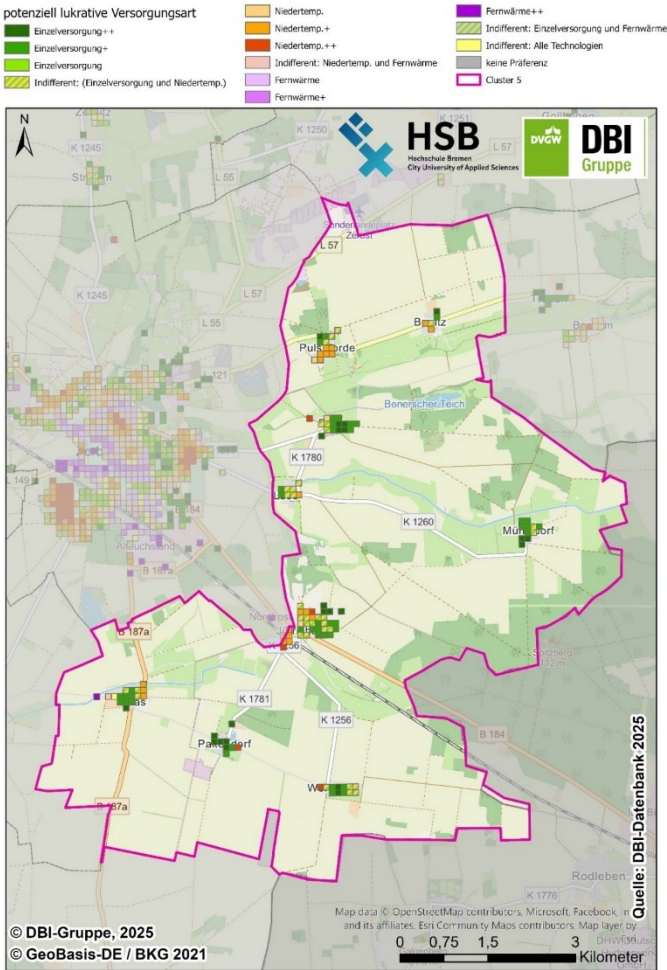


Abbildung 5-33: Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster Süd-Ost anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]

Unter Abwägung der vor Ort maßgeblichen Voraussetzungen ergeben damit die in Tabelle 5-12 zusammengefassten Empfehlungen zur Gebietseinteilung im Cluster Süd-Ost.

Tabelle 5-12: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Cluster Süd-Ost).

Versorgungsart	Betroffene Stadt- bzw. Ortsteile
Wärmenetz	– Nicht relevant
Wasserstoffnetz	– Jütrichau – Luso – Bias – Bone – Pulspforde
Dezentral/Einzelversorgung	– Mühlsdorf – Bonitz – Pakendorf – Wertlau

5.3.6.5 Eignungsstufe Cluster Ost

Analog zur Gemeinde Zerbst/Anhalt ist auch das Cluster Ost Bestandteil der vertieften Wärmeplanung (vgl. Abschnitt 2.3. Ergebnisse der Eignungsprüfung). Die Bewertung der Eignung für Wärmenetze sowie für Wasserstoffverteilnetze erfolgt getrennt. Im Cluster Ost ist im Ortsteil Polenzko ein Wärmenetz vorhanden, ein Erdgasverteilnetz existiert nicht. Abbildung 5- zeigt im linken Bereich die potenziellen Wärmenetzgebiete für das Jahr 2045. Dabei wird deutlich, dass insbesondere die südlichen Teilräume des Clusters eine grundsätzliche Eignung für Wärmenetze aufweisen. Auch Polenzko wird als geeignet eingestuft; dort besteht bereits ein Wärmenetz, über das nahezu die gesamte Wärmeversorgung der Ortschaft abgedeckt wird. Eine Eignung für ein Wasserstoffnetzgebiet setzt das Vorhandensein eines Erdgasanschlusses sowie eine überwiegend erdgasbasierte Wärmeversorgung voraus – diese Kriterien werden im Cluster Ost durch keine der Ortschaften erfüllt.

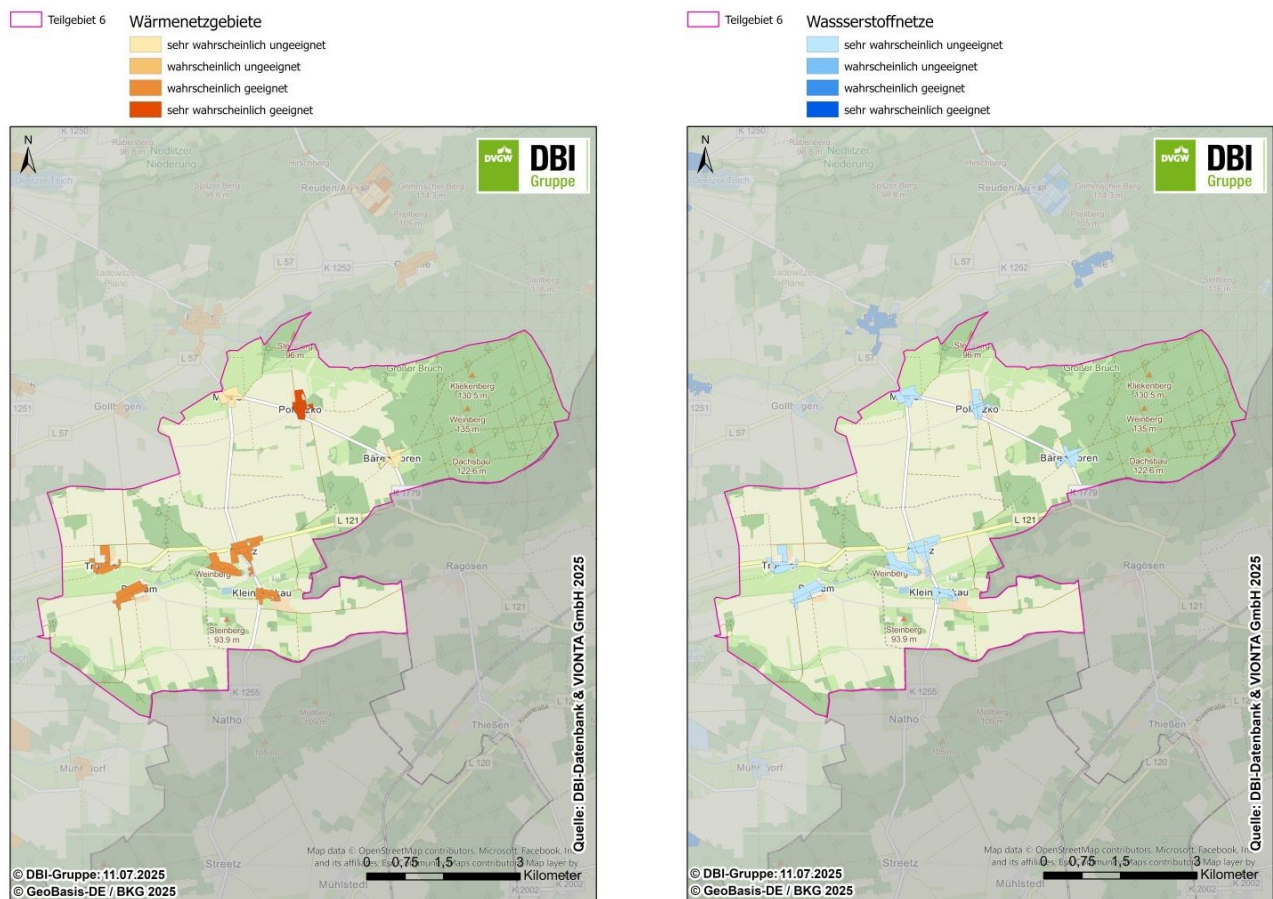


Abbildung 5-34: Eignungsstufen in Cluster Ost für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)

Zur Validierung und Plausibilisierung der Ergebnisse aus der flächenbezogenen Analyse sowie den Angaben des Verteilnetzbetreibers wird erneut das Modell auf Basis des Fuzzy-Membership-Ansatzes herangezogen. Die rastergenauen Resultate sind in Abbildung 5-35 dargestellt und zeigen ein inhomogenes Bild, das je nach Ortsteil variiert. In den meisten Ortsteilen lassen sich einzelne Rasterzellen mit grundsätzlicher Eignung für moderne Niedertemperatur-Wärmenetze

identifizieren. Eine wirtschaftlich tragfähige Erschließung eines neuen Wärmenetzes setzt eine ausreichende Anzahl potenzieller Abnehmer mit entsprechendem Wärmebedarf voraus – dies gilt es zu prüfen.

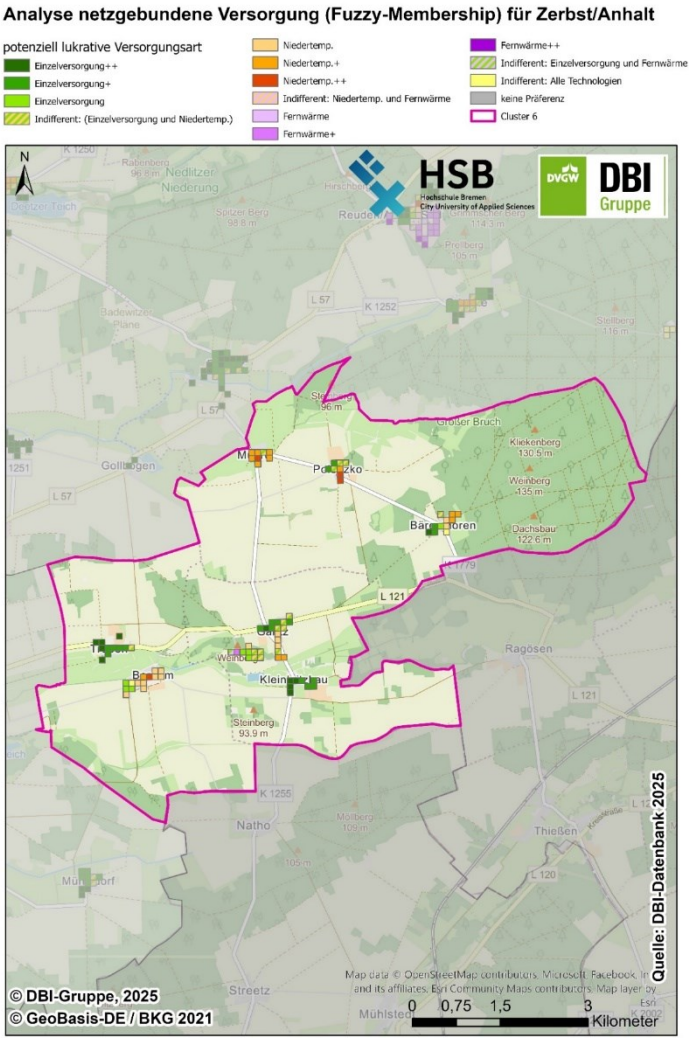


Abbildung 5-35: Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster Ost anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]

Unter Abwägung der vor Ort maßgeblichen Voraussetzungen ergeben damit die in Tabelle 5-13 zusammengefassten Empfehlungen zur Gebietseinteilung im Cluster Ost.

Tabelle 5-13: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Cluster Ost)

Versorgungsart	Betroffene Stadt- bzw. Ortsteile
Wärmenetz	- Polenzko (Bestand) - Zu Prüfen in: Bärenthoren, Mühro, Garnitz und Borum
Wasserstoffnetz	Nicht relevant
Dezentral/Einzelversorgung	- Trüben - Kleinleitzkau

5.3.6.6 Eignungsstufe Cluster Nord-Ost

Das Cluster Nord-Ost ist – analog zur Gemeinde Zerbst/Anhalt – in die vertiefte Wärmeplanung einbezogen (vgl. Abschnitt 2.3: Ergebnisse der Eignungsprüfung). In diesem Zusammenhang erfolgt eine getrennte Betrachtung der Eignung für Wärmenetze und Wasserstoffverteilnetze. Im Cluster Nord-Ost ist kein Wärmenetz vorhanden, jedoch besteht ein Erdgasverteilnetz. Abbildung 5-36 zeigt im linken Bereich die potenziellen Wärmenetzgebiete für das Jahr 2045. Es wird deutlich, dass keines der betrachteten Gebiete eine Eignung für den Aufbau eines Wärmenetzes aufweist, was auf unzureichende Wärmebedarfsdichten zurückzuführen ist. Eine Eignung für ein Wasserstoffnetzgebiet liegt dann vor, wenn ein Erdgasnetzanschluss vorhanden ist und die Wärmeversorgung überwiegend über Erdgas erfolgt – diese Voraussetzungen sind im gesamten Cluster Nord-Ost erfüllt.

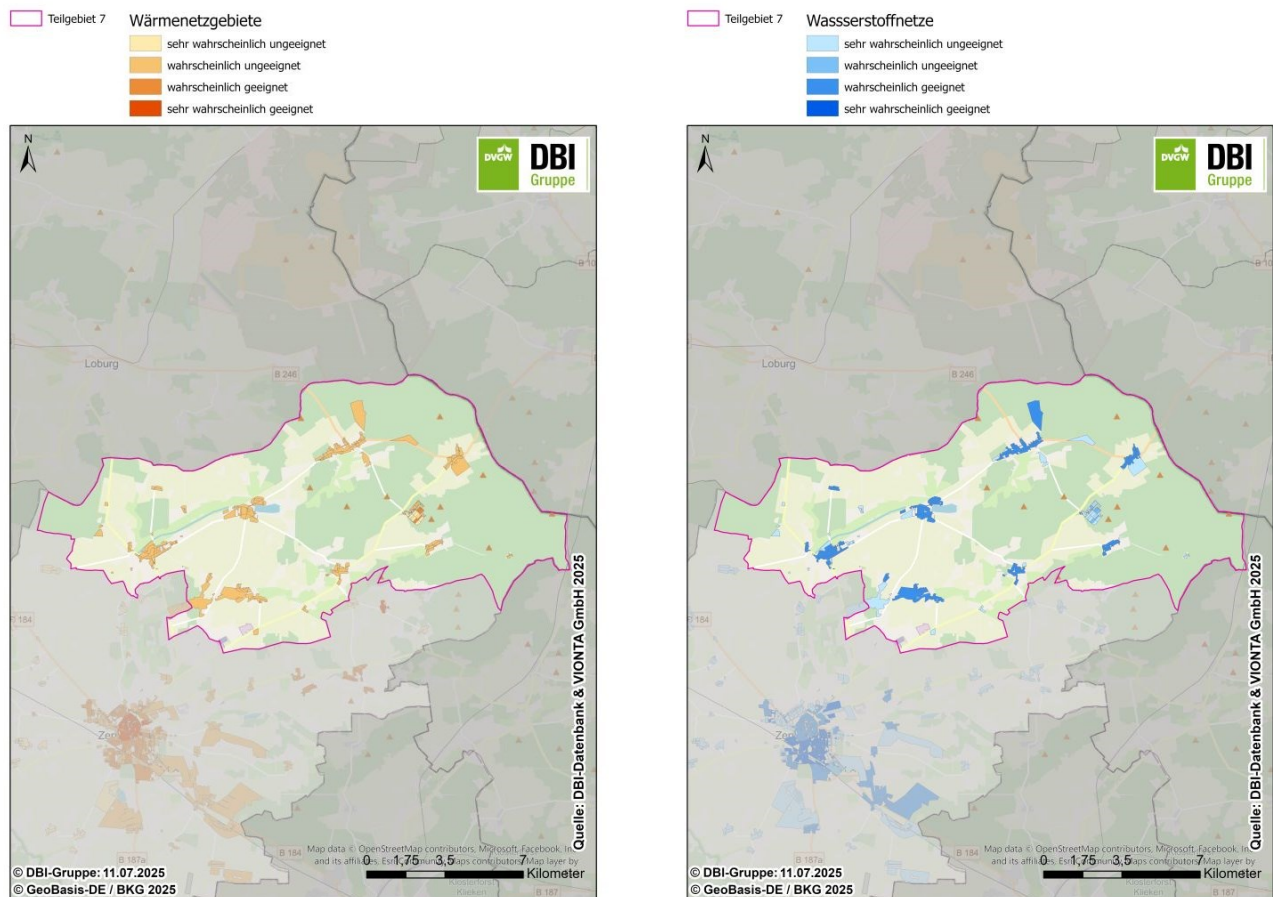


Abbildung 5-36: Eignungsstufen in Cluster Nord-Ost für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)

Zur methodischen Absicherung der flächenbezogenen Analyse sowie zur Überprüfung der Angaben des Verteilnetzbetreibers wird erneut das Modell nach dem Fuzzy-Membership-Ansatz angewendet. Die daraus abgeleiteten, rastergenauen Ergebnisse sind in Abbildung 5-37 dargestellt. In den größeren Ortsteilen – Deetz, Lindau, Nedlitz und Reuden/Anhalt – lassen sich einige wenige bis etwa die Hälfte der Rasterzellen mit grundsätzlicher Eignung für moderne

Niedertemperatur-Wärmenetze identifizieren. Der Betrieb „Fläminger Entenspezialitäten“ im südlichen Teil von Reuden weist nach dem Fuzzy-Ansatz aufgrund seines hohen Wärmebedarfs eine potenzielle Eignung für die Erschließung eines Fernwärmenetzes auf. Dies ist in der Realität nicht der Fall und ein Beispiel dafür, warum die Einteilung der Gebiete in Versorgungsgebiete nicht ausschließlich aufgrund des Wärmebedarfs entschieden werden kann. Der Fuzzy-Ansatz dient zur Validation der Ergebnisse, stellt dennoch kein immer richtiges Ergebnis dar, weshalb die Einteilung der Gebiete abweichend vom Fuzzy-Ansatz erfolgen kann. Die relevanten hohen Liniendichten begünstigen zugleich andere leitungsgebundene Infrastrukturen, insbesondere bestehende Erdgasverteilnetze sowie perspektivisch Wasserstoffverteilnetze. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein eines Erdgasnetzes. Die Ortsteile Gollbogen und Quast sind hingegen eindeutig für eine dezentrale Einzelversorgung prädestiniert.

Analyse netzgebundene Versorgung (Fuzzy-Membership) für Zerbst/Anhalt

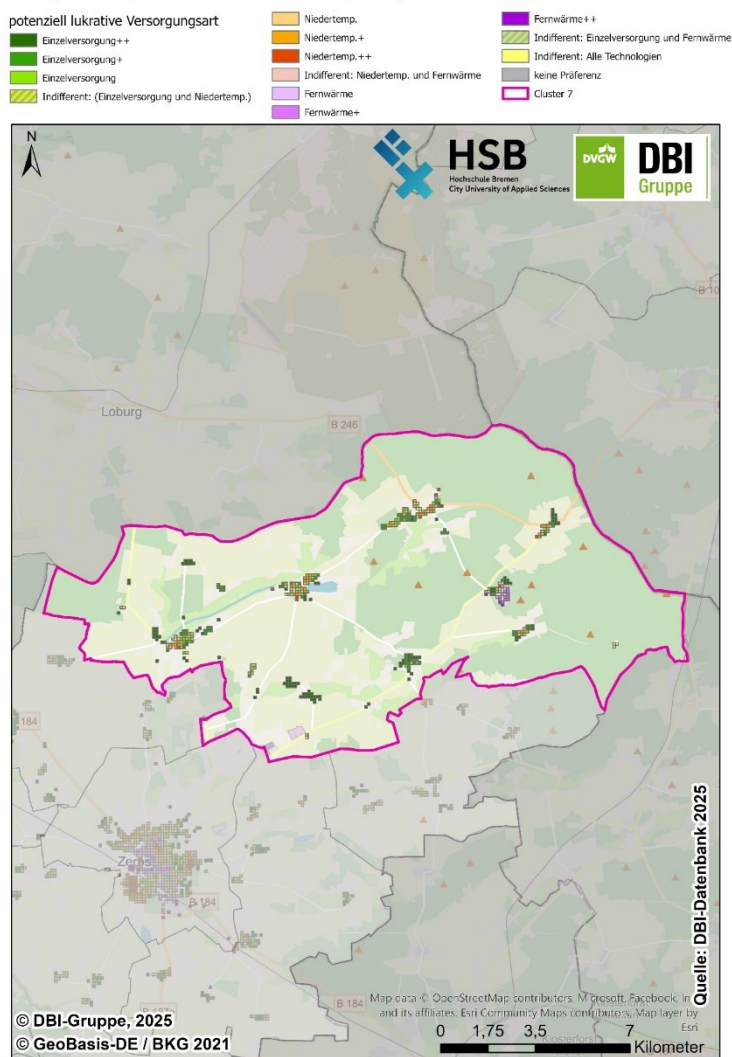


Abbildung 5-37: Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster Nord-Ost anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]

Unter Abwägung der vor Ort maßgeblichen Voraussetzungen ergeben damit die in Tabelle 5-14 zusammengefassten Empfehlungen zur Gebietseinteilung im Cluster Nord-Ost.

Tabelle 5-14: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Cluster Nord-Ost)

Versorgungsart	Betroffene Stadt- bzw. Ortsteile
Wärmenetz	- Reuden-Süd - Deetz - Lindau - Nedlitz - Reuden/Anhalt - Dobritz - Grimme - Badewitz - Kerchau - Lietzo - Straguth
Wasserstoffnetz	- Gesamtes Cluster mit Ausnahme der dezentralen Gebiete
Dezentral/Einzelversorgung	- Gollbogen - Hagendorf - Quast

5.3.6.7 Eignungsstufe Cluster Süd

Das Cluster Süd ist – in Anlehnung an die Gemeinde Zerbst/Anhalt – Bestandteil der vertieften Wärmeplanung (vgl. Abschnitt 2.3: Ergebnisse der Eignungsprüfung). Im Rahmen dieser Analyse erfolgt eine getrennte Bewertung der Eignung für Wärmenetze und Wasserstoffverteilnetze. Im Cluster Süd sind weder ein Wärmenetz noch ein Erdgasverteilnetz vorhanden. Abbildung 5-38 zeigt im linken Bereich die potenziellen Wärmenetzgebiete für das Jahr 2045. Es wird deutlich, dass keines der betrachteten Gebiete als geeignet für ein Wärmenetz eingestuft wird, was auf unzureichende Wärmebedarfsdichten zurückzuführen ist. Eine Eignung für ein Wasserstoffnetzgebiet setzt das Vorhandensein eines Erdgasanschlusses sowie eine überwiegend erdgasbasierte Wärmeversorgung voraus – diese Bedingungen sind im gesamten Cluster Süd nicht erfüllt.

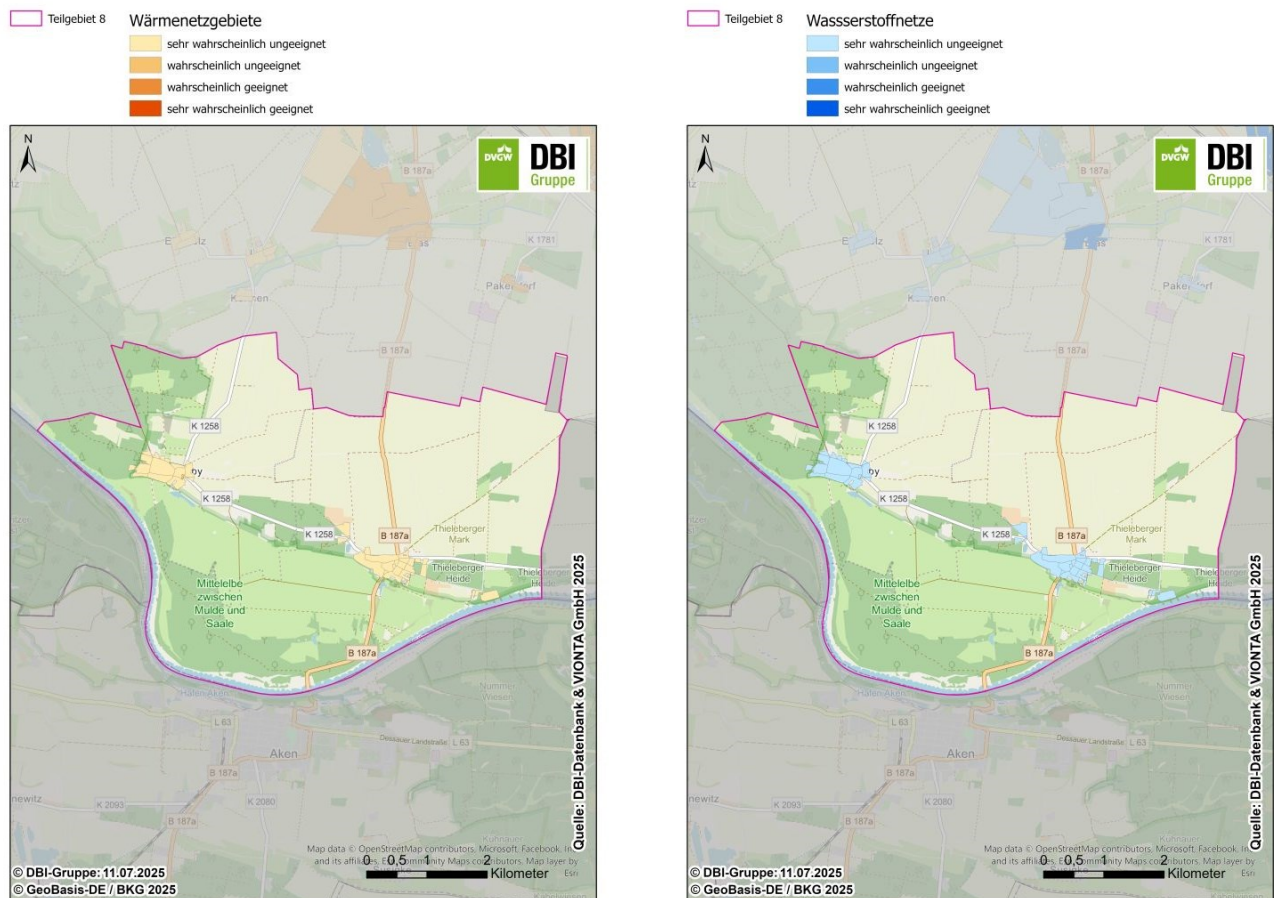


Abbildung 5-38: Eignungsstufen in Cluster Süd für Wärmenetze (links) und Wasserstoffnetze (rechts)

Zur methodischen Absicherung der flächenbezogenen Analyse sowie zur Überprüfung der Angaben des Verteilnetzbetreibers wird erneut das Modell nach dem Fuzzy-Membership-Ansatz angewendet. Die daraus abgeleiteten, rastergenauen Ergebnisse sind in Abbildung 5-39 dargestellt. Für die Ortskerne der beiden Ortsteile Steutz und Steckby zeigt sich, dass etwa die Hälfte der Rasterzellen eine grundsätzliche Eignung für moderne Niedertemperatur-Wärmenetze aufweist. Vor diesem Hintergrund erscheint auch eine zentrale Wärmeversorgung mittels Wärmenetz als potenzielle Alternative zur dezentralen Versorgung. Die Abwärme der BGA Steutz dient als potenzielle Wärmequelle für das Wärmenetz.

Analyse netzgebundene Versorgung (Fuzzy-Membership) für Zerbst/Anhalt

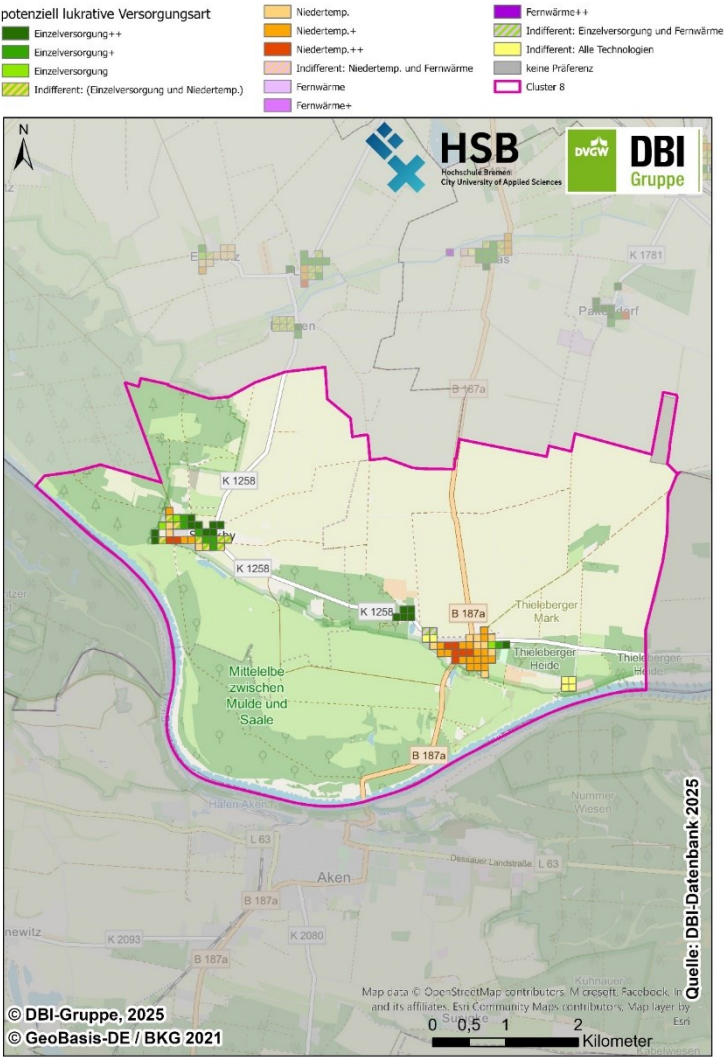


Abbildung 5-39: Plausibilisierung der Wärmeversorgungsoptionen im Cluster Süd anhand Fuzzy-Membership-Methodik [44]

Unter Abwägung der vor Ort maßgeblichen Voraussetzungen ergeben damit die in Tabelle 5-15 zusammengefassten Empfehlungen zur Gebietseinteilung im Cluster Süd.

Tabelle 5-15: Vorschlag zur Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr 2045 (Cluster Süd)

Versorgungsart	Betroffene Stadt- bzw. Ortsteile
Wärmenetz	- Steutz - Steckby
Wasserstoffnetz	- Keine Eignung
Dezentral/Einzelsversorgung	- Steutz - Steckby - Randgebiete

Die Eignung der Gebiete zur dezentralen Versorgung ist im Anhang 18 (S.217) zu finden.

5.3.6.8 Zusammenfassung der resultierenden Wärmeversorgungsgebiete

Im folgenden Abschnitt befasst sich mit der Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 des WPGs für das priorisierte Szenario Biomethan grafisch und textlich. Die Darstellung erfolgt aufgrund der Größe des Untersuchungsgebiets für jedes Cluster.

Zukünftig gibt es die Möglichkeit einer überregionalen Versorgung mit Biomethan über das Untersuchungsgebiet hinaus, dies wurde in der Gebietseinteilung im Szenario Biomethan berücksichtigt, so wurden mehr Gebiete als Prüfgebiete ausgewiesen, und es besteht die Möglichkeit zu flächendeckender Biomethan-Versorgung im Untersuchungsgebiet. Es bleibt zu erwähnen, dass als Prüfgebiete ausgewiesene Gebiete in beiden Szenarien nicht zu 100% mit Biomethan versorgt werden müssen. Dem Endverbraucher bleibt die Entscheidung zu einer dezentralen Versorgungsmöglichkeit, bestehende dezentrale Versorgungsmöglichkeiten werden nicht rückgebaut, sondern weiterhin betrieben. So erzielen die Gebietseinteilung in beiden Szenarien ähnliche Zielbilder, wobei im Szenario Biomethan ein höherer Anteil der als Prüfgebiete ausgewiesenen Gebiete mit Biomethan versorgt werden kann.

Es besteht ein Wärmenetz-Bestandsgebiet in der Kernstadt der Stadt Zerbst/Anhalt. Dieses wird ab 2030 weiter verdichtet. Im Zieljahr wird dieses Wärmenetz mit Biomethan gespeist, weiterhin dient die Abwärme der BGA Bornscher Weg als Fernwärmequelle. Das Wärmenetz wird nord-westlich der Kernstadt ab 2030 ausgebaut. Als Prüfgebiete sind die drei Industriegebiete, weite Teile südlich der Kernstadt und weitere Baublöcke mit vorhandenem Erdgasnetzanschluss gekennzeichnet. Diese Prüfgebiete werden mit Biomethan versorgt. Hierfür wird das im Cluster Stadt Zerbst, sowie im Cluster West erzeugte Biomethan verwendet. Die übrigen am Rande liegenden Baublöcke sind Gebiete für die dezentrale Versorgung. Der Abbildung 5-40 zeigt dies grafisch für das Cluster Stadt Zerbst/Anhalt.

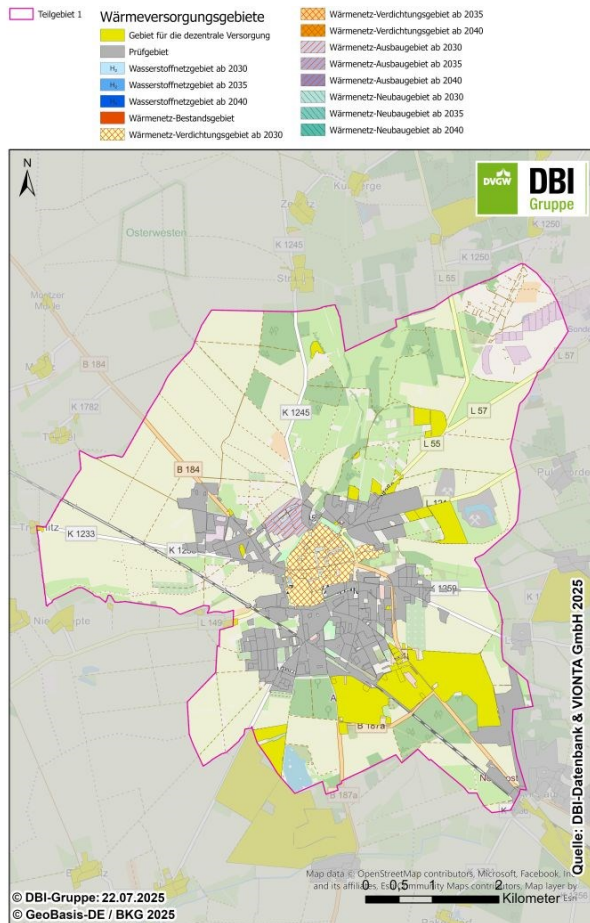


Abbildung 5-40: Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Stadt Zerbst

Im Cluster West werden alle Baublöcke mit vorhandenem Erdgasnetzanschluss als Prüfgebiete ausgewiesen. Diese werden zukünftig über Biomethan mit Wärme versorgt. Alle übrigen Baublöcke sind als Gebiete für die dezentrale Versorgung gekennzeichnet. Die Abbildung 5-41 zeigt die Gebietseinteilung für das Cluster West.

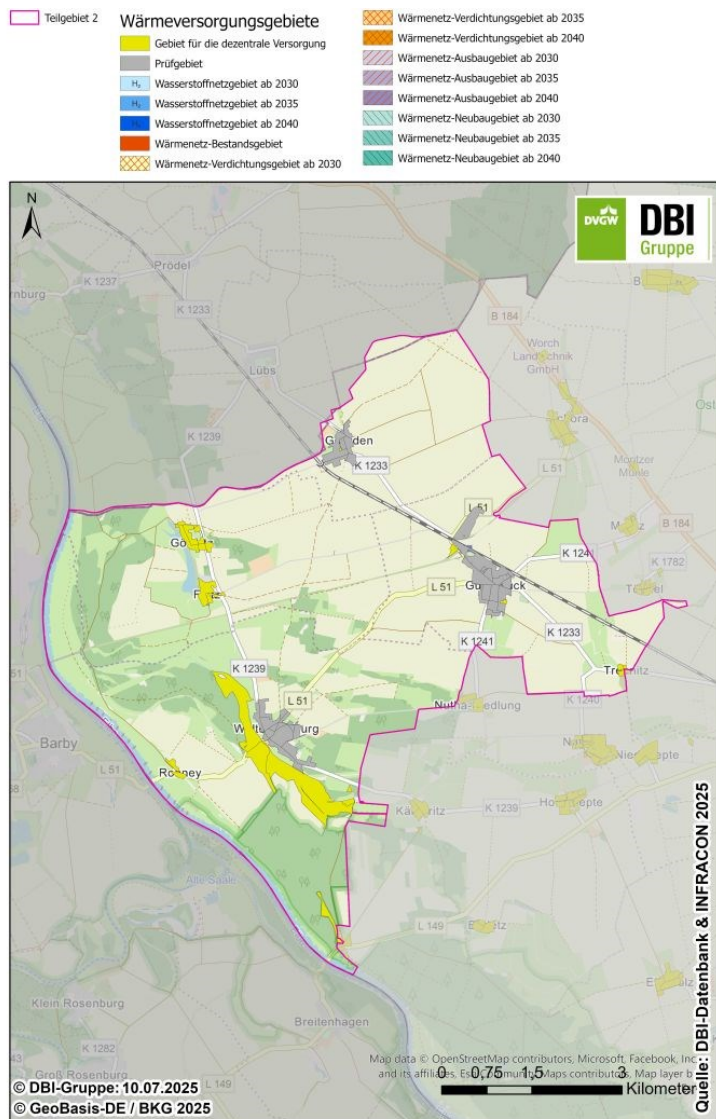


Abbildung 5-41: Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster West

Das Cluster Süd-Ost verfügt in den Ortschaften Bias, Jütrichau, Luso, Bone und Pulpforde zu weiten Teilen über ein Erdgasnetz. Diese Gebiete werden mit Biomethan aus dem Cluster West versorgt. Alle weiteren Ortschaften, konkret die Ortschaften Bonitz, Mühlisdorf, Wertlau und Pakendorf sowie alle Baublöcke am Rande der zuvor genannten Ortschaften, welche nicht über einen Erdgasnetzanschluss verfügen, sind als Gebiete für die dezentrale Versorgung ausgewiesen. Dies ist der Abbildung 5-44 zu entnehmen.

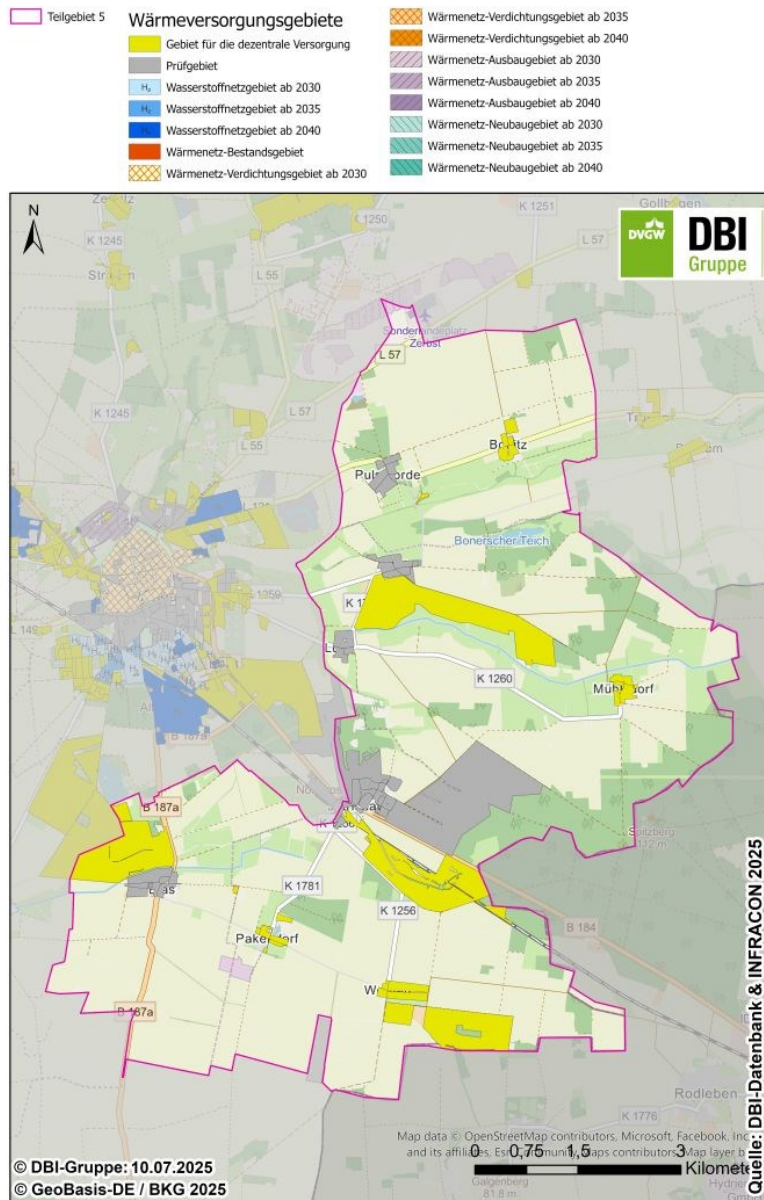


Abbildung 5-44: Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Süd-Ost

Das Cluster Ost verfügt über ein Wärmenetz-Bestandsnetz in der Ortschaft Polenzko. Das bestehende Wärmenetz wird über die Abwärme einer Biogas-KWK-Anlage in der Ortschaft versorgt. Aufgrund der Wärmebedarfsdichten und der örtlichen Nähe zu Polenzko sind die Ortschaften Garitz und Kleinleitzkau als Wärmenetz-Neubaugebiet ab 2030 ausgewiesen. Dieses Wärmenetz wird dann durch die übrige Abwärme der Biogas-KWK-Anlage gespeist. Die übrigen Ortschaften im Cluster Ost, Bärenthoren, Mühro, Trüben und Bornum sind als Gebiete für die dezentrale Versorgung ausgewiesen. Sie verfügen über kein vorhandenes Erdgasnetz. Der Abbildung 5-45 ist die Gebietseinteilung im Cluster Ost zu entnehmen.

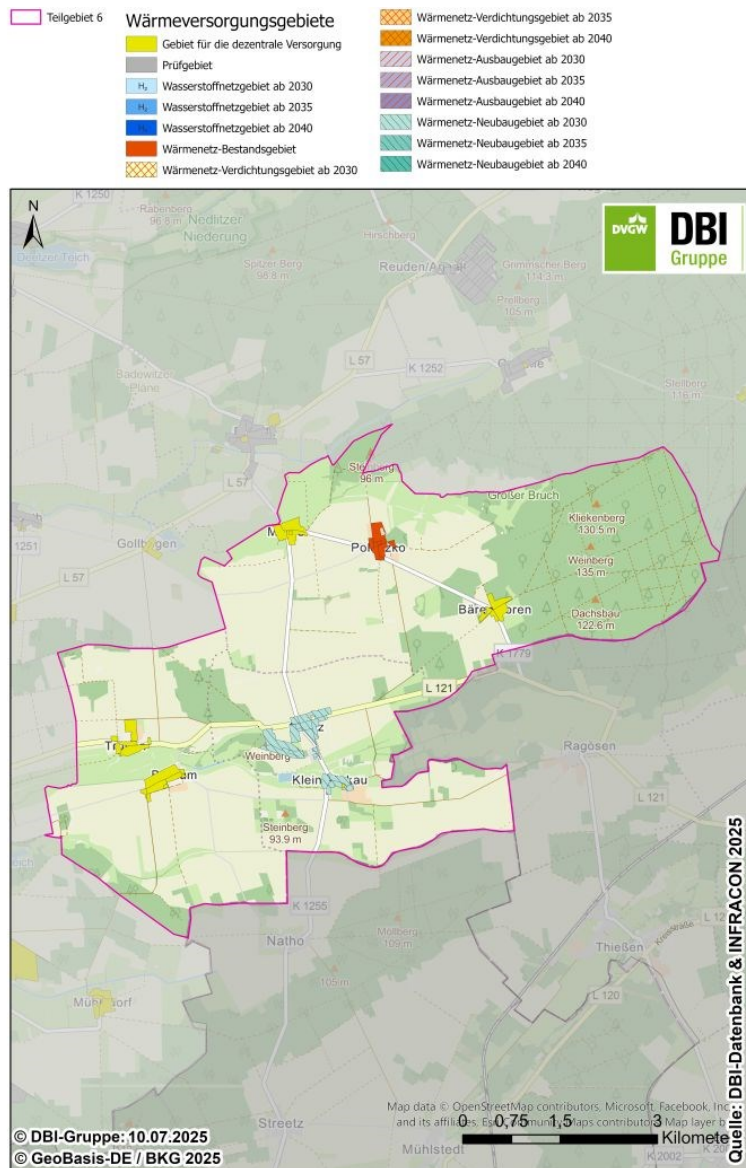


Abbildung 5-45: Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Ost

Das Cluster Nord-Ost verfügt über Erdgasnetzanschlüsse in den meisten Ortschaften. Diese werden als Prüfgebiete ausgewiesen und werden mit dem überschüssigen Biomethan aus dem Cluster West versorgt. Die Ortschaften Gollbogen, Hagendorf und Quast sowie einzelne Baublöcke am Rande weiterer Ortschaften sind Gebiete für die dezentrale Versorgung. Die Abbildung 5-46 zeigt die Versorgungsgebiete grafisch.

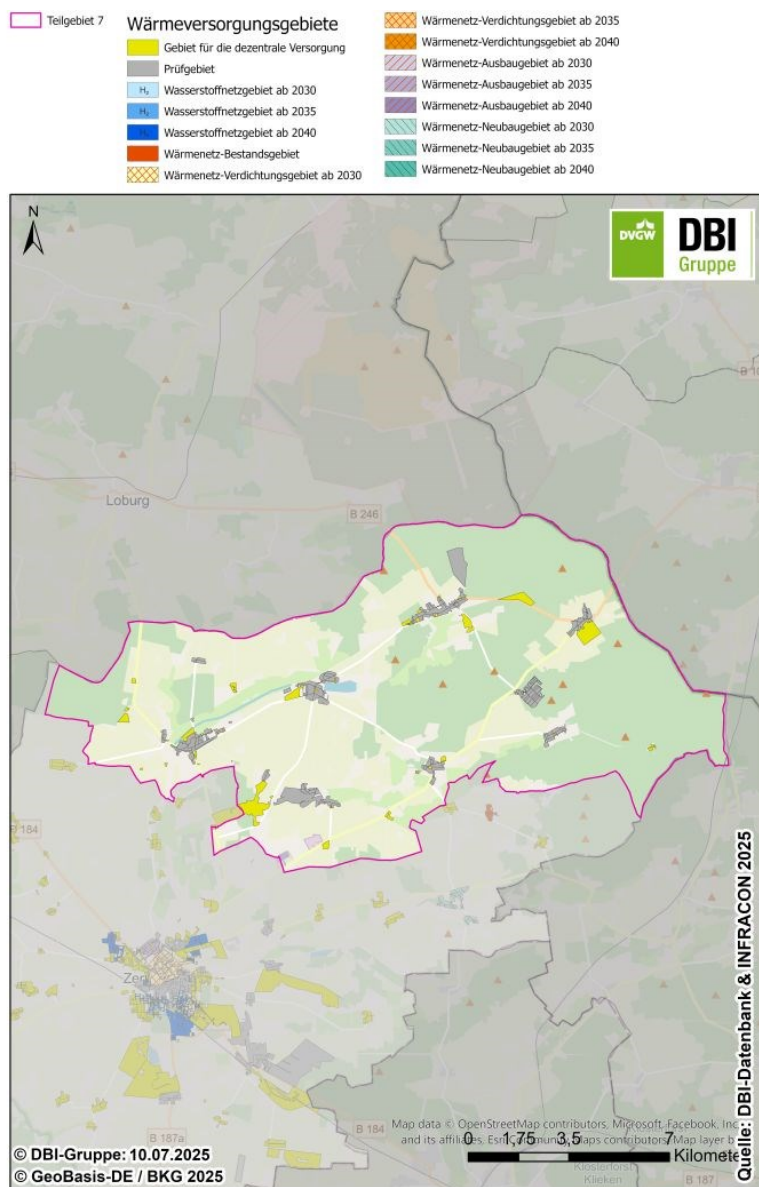


Abbildung 5-46: Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Nord-Ost

Im Cluster Süd wird die Ortschaft Steutz als Wärmenetz-Neubaubereich ab 2030 ausgewiesen. Die Abwärme der vor Ort vorhandenen Biogas-KWK-Anlage wird die Wärmeversorgungsmöglichkeit darstellen. Steckby ist in beiden Szenarien als Gebiet für die dezentrale Versorgung gekennzeichnet. Der Abbildung 5-47 ist das künftige Wärmenetzgebiet zu entnehmen.

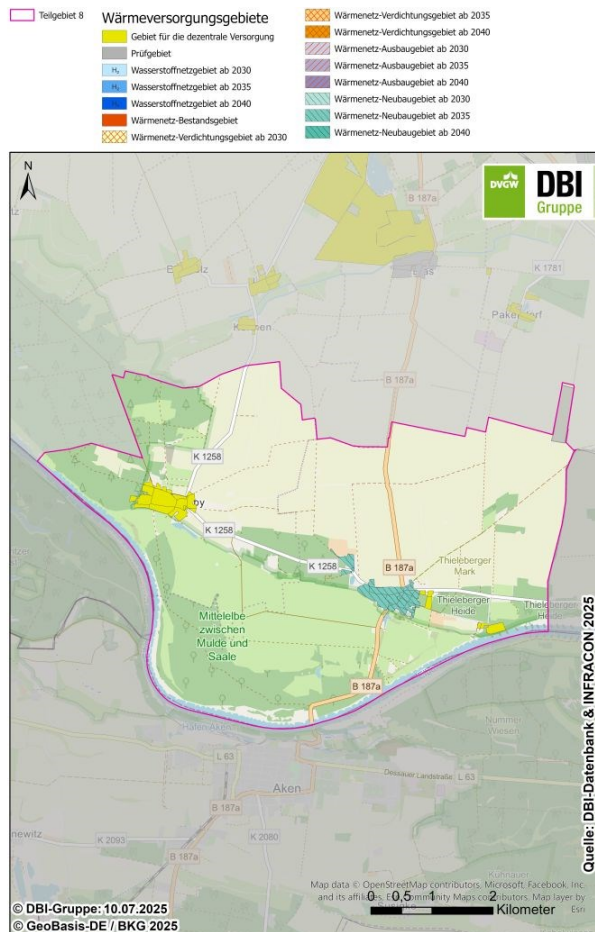


Abbildung 5-47: Wärmeversorgungsgebiete Szenario Biomethan im Cluster Süd

6 Umsetzungsstrategie

6.1 Ziele und gesetzliche Anforderungen

Der BMWK-Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung [7] formuliert zusammenfassend als Hintergrund der Umsetzungsstrategie:

„§ 20 WPG definiert die Anforderungen an die Umsetzungsstrategie: Danach ist erforderlich, dass die planungsverantwortliche Stelle unmittelbar von ihr selbst zu realisierende Umsetzungsmaßnahmen auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse entwickelt, die im Einklang mit dem Zielszenario stehen. Mit der Umsetzungsstrategie bzw. den zugehörigen Umsetzungsmaßnahmen soll das Ziel der Versorgung mit ausschließlich aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme erzeugter Wärme bis zum Zieljahr erreicht werden können.

Die Umsetzungsmaßnahmen können gemeinsam mit weiteren Akteuren identifiziert werden und es können Vereinbarungen zur Umsetzung mit den betroffenen Personen oder Dritten abgeschlossen werden.“

In den vorangegangenen Arbeitsschritten von Bestands-, Potenzial- und Zielszenarienanalyse werden vielfältige Daten zur Formulierung einer Umsetzungsstrategie gesammelt und gegenübergestellt. Insbesondere die Bestandssituation der kommunalen Wärmeversorgung wird mit den lokalen Potenzialen erneuerbarer Energien abgeglichen. Zudem erfolgt bereits in der Phase des Zielszenarios eine Einteilung des Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete, wobei auch die bereits vorhandenen (Erdgas- bzw. Wärmenetze) und perspektivisch verfügbaren (Wasserstoffverteilnetze) Infrastrukturen einfließen. Die Umsetzungsstrategie versteht sich als Paket konkreter Maßnahmen, das zur Erreichung des übergeordneten Ziels einer klimaverträglichen Wärmeversorgung schrittweise implementiert werden muss. Kennzeichnend für diese Phase der Wärmeplanung ist, dass die zu definierenden Maßnahmen schwerpunktmäßig aus kommunaler Perspektive zu bewerten sind.

Die Umsetzungsstrategie gliedert sich in nachstehende Teilaufgaben:

- Zusammenstellung einer „long-list“ aller plausiblen Maßnahmen zur Sicherstellung einer klimafreundlichen, bezahlbaren und versorgungssicheren Wärmeversorgung der Zukunft.
- Zuordnung der Maßnahmen zu strategischen Handlungsfeldern sowie Bewertung der potenziellen Rolle der Kommune für die Umsetzung.
- Priorisierung der Maßnahmen nach ihrem Beitrag zur THG-Minderung, den zu erwartenden Umsetzungskosten und möglichen Realisierungsrisiken.
- Erstellung von detaillierten Maßnahmenblättern für prioritär umzusetzende Maßnahmen inkl. Zeithorizont.

Sind die Maßnahmen zur Umsetzung definiert, wird abschließend auf die Aspekte der Verstetigung und der Erfolgskontrolle (Controlling) eingegangen. Hierzu sind eine entsprechende Verstetigungsstrategie sowie ein Controllingkonzept vorzulegen. Während die Verstetigungsstrategie darauf abzielt, die kommunale Wärmeplanung dauerhaft in

Verwaltungsstrukturen, politische Entscheidungsprozesse und Finanzierungsmodelle zu integrieren, bezieht sich die Controllingstrategie gezielt auf die Überwachung, Steuerung und Optimierung der Zielerreichung im Transformationsprozess.

6.2 Methodischer Ansatz und Datenbasis

Auswirkungen der Eignungsprüfung auf die Umsetzungsstrategie

*„In (Teil-)Gebieten, für die auf Basis der Eignungsprüfung nach § 14 WPG eine **verkürzte Wärmeplanung** durchgeführt werden kann, ist die **Erstellung einer Umsetzungsstrategie optional**. Es wird jedoch **empfohlen**, auch für diese Gebiete einen Maßnahmenplan zu entwickeln. Die Ausgestaltung des vereinfachten Verfahrens für Kommunen mit weniger als 10.000 Einwohnerinnen und Einwohnern liegt in der Zuständigkeit der Länder. Die Länder können damit auch entscheiden, ob und wie diese Kommunen eine Umsetzungsstrategie erstellen müssen.“ [7]*

Die Umsetzungsstrategie fußt auf den Daten der Bestands- und Potenzialanalyse sowie dem definierten Zielszenario. Hierzu zählt auch die Einteilung der Kommune in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete. Aus der umfangreichen Datenbasis wird zunächst eine ausführliche Liste mit Maßnahmen zur Transformation der Wärmeversorgung zusammengestellt. Idealerweise werden die Maßnahmen mit einer groben zeitlichen Einordnung und den für die Umsetzung erforderlichen Akteuren untersetzt. In diesem Kontext sind zwingend die womöglich im Rahmen der vorangestellten Phasen erkannten Hemmnisse und Herausforderungen zu berücksichtigen. Umsetzungshemmnisse können etwa die durch lokale Voraussetzungen eingeschränkte Hebbbarkeit von Potenzialen erneuerbarer Energien betreffen¹⁹.

Darüber hinaus können bereits in diesem Schritt potenzielle „no-regret“ Maßnahmen identifiziert werden. Diese definieren sich als Handlungsschritte, die weitgehend unabhängig von zukünftigen Entwicklungen bzw. dem eigentlichen Wärmeplan technisch sinnvoll und wirtschaftlich attraktiv sind. Charakteristisch für diesen Maßnahmentyp ist der hohe Beitrag zur Zielerreichung (THG-Minderung) bei gleichzeitig hoher Wahrscheinlichkeit für eine wirtschaftliche Umsetzbarkeit.

Beispiele für derartige Maßnahmen könnten sein:

1. Effizienzmaßnahmen in (öffentlichen) Gebäuden und Netzen
 - Wärmeverluste in bestehenden Wärmenetzen reduzieren (bessere Dämmung, Absenkung der Vorlauftemperaturen).
 - Optimierung von Heizsystemen (Hydraulischer Abgleich, moderne Steuerungssysteme).
 - Sanierung ineffizienter Gebäude (Dämmung, Fenster, Dach).
2. Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeugung
 - Integration von Solarthermieanlagen in Nah- und Fernwärmenetze.
 - Nutzung von Abwärme aus Industrie, Rechenzentren oder Kläranlagen.

¹⁹ Denkbar ist z.B., dass im Rahmen der Potenzialanalyse Windkraftflächen ausgewiesen wurden, die aufgrund lokaler Eigentumsverhältnisse respektive infolge von Akzeptanzhindernissen für eine tatsächliche Umsetzung nicht geeignet sind.

3. Förderung und Umstellung auf nachhaltige Heizsysteme
 - Förderprogramme für Haushalte zur Umstellung auf klimafreundliche Heizsysteme.
 - Umstellung von fossilen Heizsystemen auf erneuerbare Alternativen (z.B. Holz-Pellettheizungen in Bestandsgebäuden, wenn Netze nicht verfügbar sind).
4. Infrastrukturmaßnahmen für eine zukunftssichere Wärmeversorgung
 - Flächen sichern für zukünftige Wärmenetze oder Erzeugungsanlagen.
 - Sukzessive Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze (z.B. durch Biomasse, Großwärmepumpen oder Geothermie).
5. Kommunale und politische Maßnahmen
 - Einführung von Informationskampagnen und Beratungsangeboten („Wärmestammtisch“) für Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen.
 - Kooperation mit lokalen Energieversorgern zur schrittweisen Dekarbonisierung.

Wurden bereits im Vorfeld der Wärmeplanung Strategien, Konzepte oder Machbarkeitsstudien zur Energieversorgung angefertigt, so sind diese auf Relevanz für den Wärmeplan zu prüfen und ggf. einzubeziehen.

Die ausführliche Maßnahmenliste dient anschließend als Grundlage für die nachfolgenden Konkretisierungsschritte. Zunächst erfolgt die Zuordnung der Maßnahmen zu übergeordneten Handlungsfeldern. Anschließend ist die potenzielle Rolle der Kommune bei der Maßnahmenetablierung einzuschätzen. Eine Auswahl möglicher Handlungsfelder und die denkbaren Funktionen der Kommune sind in Tabelle 6-1 zusammengefasst.

Tabelle 6-1: Überblick zu möglichen Strategiefeldern und kommunalen Rollen bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Wärmetransformation [7].

Strategie- bzw. Handlungsfeld	Rolle der Kommune
Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien	Rolle der Verbraucherin: Maßnahmen führen zu einer Reduktion des Verbrauchs der Liegenschaften im direkten Einflussbereich der Kommune, weitere Akteure sind meist nicht nötig (z.B. vorzeitige Sanierung und Tausch der Wärmeversorgungsart der eigenen Liegenschaften).
Wärmenetzausbau und -transformation: Maßnahmen, die den Auf- bzw. Ausbau und/oder die Transformation von Wärmenetzen begünstigen.	Rolle der Versorgerin: Maßnahmen führen dazu, dass geeignete Wärmeversorgungsarten aufgebaut werden, oft sind weitere Akteure wie Wärmenetzbetreibende für die erfolgreiche Maßnahmenumsetzung notwendig (z.B. Schaffen der Rahmenbedingungen für den Ausbau von Wärmenetzen, Rückkauf von Versorgungsunternehmen, Gründen von Stadtwerken oder Genossenschaften).
Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden: Maßnahmen, die zur Reduktion des Wärme- bzw. Energiebedarfs in Wohngebäuden bzw. betrieblich genutzten Gebäuden und/oder industriellen Prozessen führen.	Rolle der Reguliererin: Maßnahmen führen durch Vorgaben dazu, dass zielkonforme Wärmeversorgungsarten ermöglicht bzw. verpflichtet werden (z.B. Ausweisung von Flächen im Flächennutzungsplan für die Nutzung von erneuerbaren Energien, Vorgaben in den Bauplänen, Festlegung von Fernwärmesatzungen, Abschluss von Rahmenvereinbarungen mit den kommunalen Unternehmen).
Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren: Maßnahmen, die die Heizungsumstellung von Akteurinnen und Akteuren beeinflussen und/oder auf den Aufbau nachhaltiger Quartierslösungen abzielen.	Rolle der Motiviererin: Maßnahmen führen dazu, dass Dritte geeignete Investitionen tätigen (z.B. durch gezielte Information einzelner Akteure, Entwicklung von Förder- und Beratungsprogrammen).
Strom-/Wasserstoffnetzausbau: Maßnahmen, die auf den Auf- bzw. Ausbau von Strom- und Wasserstoffnetzen und/oder die Transformation (bzw. ggf. Stilllegung) bestehender Gasverteilnetze sowie	

sonstiger Energieinfrastrukturanlagen fokussieren.	
Verbraucherverhalten und Suffizienz: Maßnahmen, die Bewusstsein schaffen und Potenziale im Bereich der Vermeidung heben.	

Die beschriebene Strukturierung der Vielzahl möglicher Maßnahmen und Handlungsfelder hilft bei der sich anschließenden Priorisierung. Um prioritär durchzuführende Maßnahmen selektieren zu können, sollte jede der Maßnahmen in ihrem jeweiligen Handlungsfeld nach einheitlichen Kriterien beurteilt werden. Hierbei ist der Bewertungszyklus zur kommunalen Wärmeversorgungs-transformation entscheidend (siehe Abbildung 6-1). Folglich ist bedeutsam, in welchem Maßstab eine Maßnahme auf die Ziele zur Treibhausgas-minderung einzahlt. Ferner sind die zu erwartenden Kosten für die Umsetzung (Investition) und danach (Gestehungskosten) abzuschätzen und mit bekannten Fördermöglichkeiten abzugleichen²⁰. THG-Minderung und ökonomische Bewertung müssen final mit dem zu erwartenden Realisierungsrisiko gespiegelt werden, wobei auch die zu veranschlagenden Umsetzungszeiträume maßgeblich sind.

Abbildung 6-1: Zielzyklus bei der Bewertung von Maßnahmen zur klimagerechten Transformation der kommunalen Wärmeversorgung.



Im Ergebnis liegt ein nach allen relevanten Kriterien bewertetes Maßnahmenbündel vor. Für die prioritär anzugehenden Schritte empfiehlt sich eine Aufbereitung in Maßnahmensteckbriefen. Diese beschreiben für ein konkretes Teilgebiet in kompakter und einheitlicher Gliederung die wichtigsten Handlungsoptionen aus kommunaler Sicht. Die vom Auftragnehmer über das Konortium KWP⁴ verwendete Vorlage zu Maßnahmensteckbriefen ist in der Abbildung 6-2 visualisiert und fußt auf den Empfehlungen aus der Literatur bzw. den Erfahrungen aus bereits verfügbaren kommunalen Wärmeplänen.

²⁰ Für die Transformation der Wärmeversorgung sind z.B. die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) und die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) von zentralem Interesse.

Maßnahme	
Ziel der Maßnahme	
Beschreibung der Maßnahme	
Schaubild der Maßnahme	
Eignungsgebiet	
Verantwortliche(r) Akteur	
Jährliches Treibhausgaseinsparpotenzial	
Geschätzte Kosten	
Umsetzbarkeit	
Fördermöglichkeiten	
Priorität	
Anmerkung KWP4	

Abbildung 6-2: Aufbau des Merkblattes zur Beschreibung prioritärer Maßnahmen der Wärmetransformation

Im Anschluss an die Definition der Umsetzungsmaßnahmen erfolgt die Ausformulierung von Verstetigungsstrategie und Controllingkonzept. Die Verstetigungsstrategie zeigt zunächst auf, welche strukturellen und prozessualen Elemente für die erfolgreiche Entwicklung des Transformationspfads im Bereich Wärme und die Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans erforderlich sind. Die Entwicklung eines Controlling-Konzepts dient der Verfolgung der tatsächlichen Zielerreichung inklusive der Definition von geeigneten Indikatoren und Rahmenbedingungen für die Datenerfassung und -auswertung. Ein quantifizierbarer Indikator zur Kontrolle der Zielerreichung ist beispielsweise in der Entwicklung der CO₂-Emissionen aufgrund der kommunalen Wärmeversorgung zu identifizieren.

Das Controllingkonzept sollte im Einklang mit folgenden Grundsätzen stehen:

- Sicherstellung der Einhaltung der in der Wärmeplanung festgelegten Meilensteine, insbesondere zur Reduktion fossiler Energieträger und zum Ausbau erneuerbarer Wärmequellen.
- Identifikation von Abweichungen und Entwicklung von Gegenmaßnahmen.
- Bereitstellung verlässlicher Entscheidungsgrundlagen für die Stadtverwaltung und politische Gremien.
- Optimierung von Prozessen und Ressourcenallokation zur effizienten Umsetzung der Maßnahmen.

6.3 Diskussion der Ergebnisse

6.3.1 Long list

Die Langfassung der Maßnahmenliste fasst Tabelle 6-2 zusammen. Hierbei erfolgt einerseits die Zuordnung zu den übergeordneten Handlungsfeldern (z.B. Erschließung erneuerbarer Energien-

Potenziale) und andererseits eine Zuweisung der potenziellen Rolle der Kommune. Von besonderem Interesse sind hierbei die Maßnahmen im Bereich der (leitungsgebundenen) Infrastrukturen. Diese sollten durch „weiche“ Maßnahmen, etwa im Bereich der politischen Kommunikation, zielgerichtet ergänzt und begleitet werden.

Maßnahme	Verbrauchen	Versorgen	Regulieren	Motivieren
Kategorie: Potenzialerschließung & Ausbau erneuerbarer Wärmeherzeugung				
Bestandssicherung Biomethan- und Biogasanlagen 1) Durchführung ggf. nötiger Ersatzinvestitionen am Biomethan-BHKW Zerbst 2) Einwirkung auf Biogasanlagenbetreiber zum Weiterbetrieb der Anlagen nach Auslauf der EEG-Vergütung (z.B. über langfristige Abnahmebeziehungen, Umrüstung auf Biomethan mit kommunaler Beteiligung)		X		X
Errichtung weiterer lokaler EE-Anlagen 1) Installation von Solarkollektoren bzw. PV-Anlagen auf Liegenschaftsdächern		X		
Kontinuierliche Fortschreibung 1) Berücksichtigung der Wärmeplanungsergebnisse bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Regionalplanung			X	
Ressourceneffizienz 1) Mehrfachnutzung von Energie (z.B. industrielle Abwärme; KWK-Anlagen) 2) „Repowering“ ineffizienter Technologien → Effizienzsteigerung		X		X
Errichtung überregionaler EE-Anlagen 1) Prüfung von EE-Potenzialen über Verwaltungsgemeinschaftsgrenze hinaus 2) Zusammenarbeit mit naheliegenden Gemeinden 3) Nutzung von abgelegenen, ungenutzten und "nicht im Sichtfeld" befindlichen Flächen		X		
Oberflächennahegeothermie im Bereich privater Neubauten 1) Nutzung von Geothermieranlagen im Bereich privater Haushalte (Neubauten) 2) Kombination mit Wärmepumpe und PV-Aufdach-Anlagen 3) smartes und intelligentes Energiemanagement (autark oder Einspeisung)	X	X		
Infrastrukturmaßnahmen (Transformation netzgebundener Infrastrukturen)				
Durchführung einer Transformationsstudie für das bestehende Wärmenetz 1) Konkretisierung der Möglichkeiten zur klimagerechten Transformation des Wärmenetzes im Rahmen einer geförderten Studie gemäß Bundesprogramm effiziente Wärmenetze (BEW)		X		
Flächensicherung für Wärmenetze 1) Bereitstellung und Sicherung von Flächen für künftige Wärmenetze			X	
Verdichtung und Ausbau des bestehenden Wärmenetzes 1) Identifikation potenzieller Abnehmer in der Nähe des Bestandsnetzes (z.B. durch Bürgerbefragung) 2) Bereitstellung gemeindeeigener Wegeflächen für die Verlegung von Infrastrukturen		X		
Optimierung des Wärmenetzes 1) Reduktion von Wärmeverlusten durch bessere Dämmung und Absenkung der Vorlauftemperaturen		X		
Aufbau eines Wasserstoffnetzes bzw. Umstellung des bestehenden Erdgasnetzes 1) kooperative und proaktive Zusammenarbeit mit hiesigen Gasverteilnetzbetreiber zur Diskussion der Anforderungen & Optionen 2) Entwicklung eines Netzes für grünen Wasserstoff als langfristige Option		X		

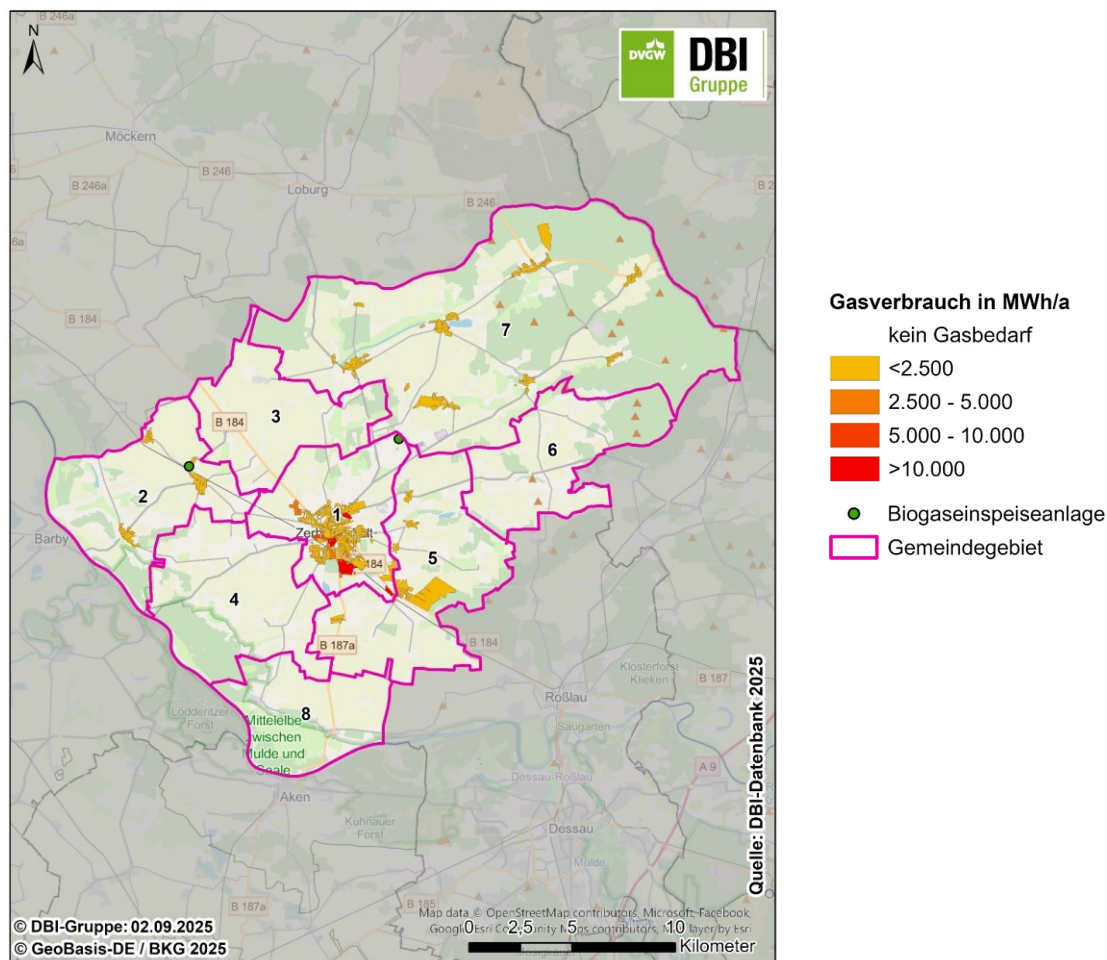
Verstärkungs- und Ausbaumaßnahmen am lokalen Stromverteilnetz 1) kooperative und proaktive Zusammenarbeit mit hiesigen Stromverteilnetzbetreiber zur Diskussion der Anforderungen & Optionen 2) Priorisierung und frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen für elektrische Betriebsmittel		X	X	
Kommunale & politische Maßnahmen				
Wärmestammtisch und Beratung 1) Einführung von Informationskampagnen und Beratungsangeboten				X
Gründung von Bürgerenergiegenossenschaften 1) Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an Entscheidungen und finanziellen Erträgen aus EE-Anlagenparks				X
Prozessoptimierung 1) Prüfung und eventuelle Optimierung/Anpassung von Prozessen und Verfahren zur Umsetzung der Wärmewende innerhalb der Kommune/Verwaltung			X	X
Verbraucherverhalten & Suffizienz				
Bewusstseinsbildung 1) Initiativen zur Vermeidung von überflüssigem Energieverbrauch				X
Hydraulischer Abgleich & Steuerung 1) Optimierung von Heizsystemen durch moderne Steuerungstechniken				X
Förderung suffizienter Wohnformen 1) Unterstützung von energieeffizienten Wohnmodellen (z.B. Wohngemeinschaften nach dem Modell "Jung und Alt unter einem Dach")				X
Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Gebäuden				
Zusammenarbeit mit (städtischen) Wohnungsunternehmen und Baugenossenschaften 1) Entwicklung von Sanierungsstrategien für große Gebäudeportfolios 2) Schaffung von Anreizen zur Umsetzung der Effizienzmaßnahmen			X	X
Sanierung ineffizienter Gebäude 1) Identifikation von Wärmelecks mittels Thermografie 2) Verbesserung der Gebäudedämmung 3) Austausch alter Fenster, Dämmmaßnahmen an Dächern	X			
Leerstandoptimierung 1) Erhebung und Erschließung von Leerständen	X			

Tabelle 6-2: Ausführliche Liste mit Maßnahmen und Handlungsfeldern für die Wärmetransformation in Zerbst/Anhalt

Eignungsgebiet & räumlicher Fokus	Cluster Ost, Ort Polenzko + Garitz & Kleinleitzkau
Verantwortliche(r) Akteur(e)	Kommune
Jährliches Treibhausgas-einsparpotenzial	Abhängig vom Stromerzeugungsmix und der Anzahl weiterer angeschlossener Abnehmer. Garitz und Kleinleitzkau sind derzeit dezentral versorgt. Eine Umstellung auf ein Wärmenetz würde nur bei einer frühzeitigen Umwidmung im Jahr 2030 zu einer Treibhausgaseinsparung von ca. 100-300 Tonnen CO ₂ eq pro Jahr führen.
Geschätzte Kosten	50.000 - 100.000 Euro für die Durchführung der Machbarkeitsstudie
Umsetzbarkeit & Umsetzungsplan	Mittel, Potenzial wurde von Seiten der EMS bereits identifiziert. Begründung: Durch geringes Treibhausgaseinsparungspotenzial
Fördermöglichkeit	1) Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Modul 1, KfW-Förderprogramme für Kommunen 2) Landesspezifische Förderprogramme für Klimaschutz und erneuerbare Energien
Priorität	Mittel, da die CO ₂ -Einsparungen eher gering sind
Anmerkung Auftragnehmer/KWP4	Die Machbarkeitsstudie ist ein wichtiger erster Schritt zur Transformation der kommunalen Wärmeversorgung. Sie liefert wesentliche Erkenntnisse für die langfristige Planung und hilft, Investitionsrisiken zu minimieren. Eine frühzeitige Einbindung von Bürgern und lokalen Stakeholdern wird empfohlen, um die Akzeptanz für mögliche Netzausbaumaßnahmen zu erhöhen.

Steckbrief 2
Machbarkeitsstudie Biomethan inkl. externer Potenziale (außerhalb des Untersuchungsgebietes)
Ziele der Maßnahme: Ermittlung der zusätzlichen Potenziale von Biomethan im Netz der EMS außerhalb des Untersuchungsgebietes für die KWP Zerbst
Beschreibung: Die Machbarkeitsstudie soll eine fundierte Entscheidungsgrundlage für eine mögliche Erweiterung der Biomethan-Nutzung in der KWP Zerbst liefern. Hierzu werden die Biomethan-Potenziale identifiziert, quantifiziert und hinsichtlich einer möglichen Einspeisung in das Netz der EMS bewertet. Die Studie soll folgende Aspekte untersuchen: - Erfassung bestehender Biomethan-Produktionsanlagen in der erweiterten Region

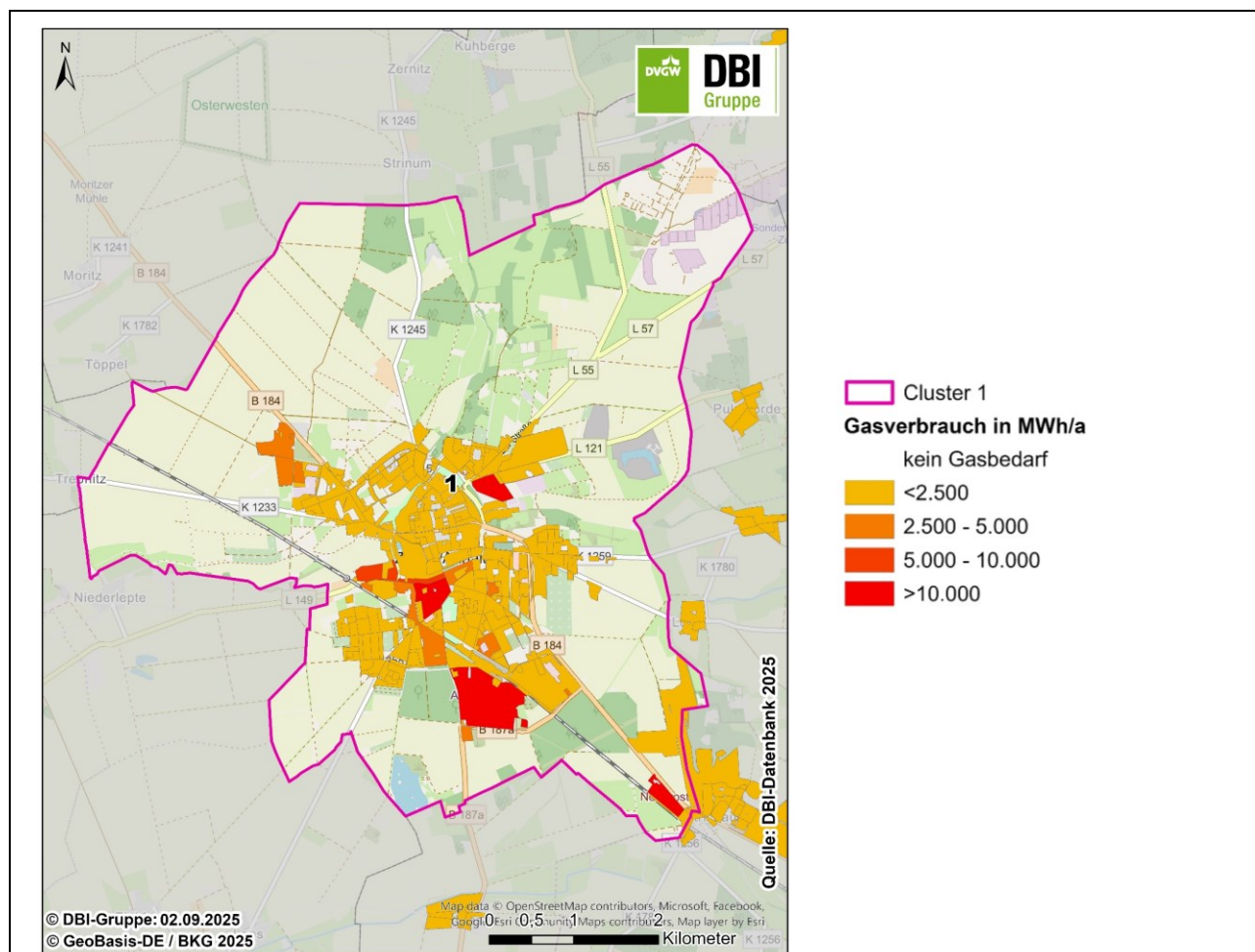
- Analyse des aktuellen Gasnetzes und der Einspeisepunkte
- Untersuchung der Kapazitäten und Auslastung der KWP Zerbst
- Ermittlung möglicher Standorte für neue Biomethan-Anlagen und Abschätzung der möglichen Produktionsmengen von Biomethan
- Prüfung der notwendigen Infrastruktur für den Transport und die Einspeisung von Biomethan
- Wirtschaftlichkeitsberechnung und ökologische Bewertung
- Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen
- Identifikation möglicher Hindernisse und Herausforderungen



Eignungsgebiet & räumlicher Fokus	Gesamtes Untersuchungsgebiet
Verantwortliche(r) Akteur(e)	EMS als Netzbetreiber
Jährliches Treibhausgas-einsparpotenzial	Abhängig vom Ergebnis der Machbarkeitsstudie. Es werden etwa 15.000 bis 30.000 Tonnen CO ₂ eq pro Jahr erwartet. Je früher zusätzliches Biomethan genutzt werden kann, desto früher können Erdgaskapazitäten substituiert werden.
Geschätzte Kosten	50.000 - 100.000 Euro für die Durchführung der

	Machbarkeitsstudie
Umsetzbarkeit & Umsetzungsplan	Hoch, Potenziale bereits vorhanden befinden sich aber außerhalb des Untersuchungsgebietes
Fördermöglichkeit	1) Kommunale Klimaschutzrichtlinie (NKI-Kommunalrichtlinie) 4.1.6 Machbarkeitsstudie, 2) Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Modul 1, KfW-Umweltprogramm
Priorität	Hoch, da das Potenzial bereits von der EMS erkannt wurde
Anmerkung Auftragnehmer/KWP4	Die Machbarkeitsstudie ist ein wichtiger erster Schritt zur Transformation der kommunalen Wärmeversorgung. Sie liefert wesentliche Erkenntnisse für die langfristige Planung und hilft, Investitionsrisiken zu minimieren. Eine frühzeitige Einbindung von Bürgern und lokalen Stakeholdern wird empfohlen, um die Akzeptanz für mögliche Netzausbaumaßnahmen zu erhöhen.

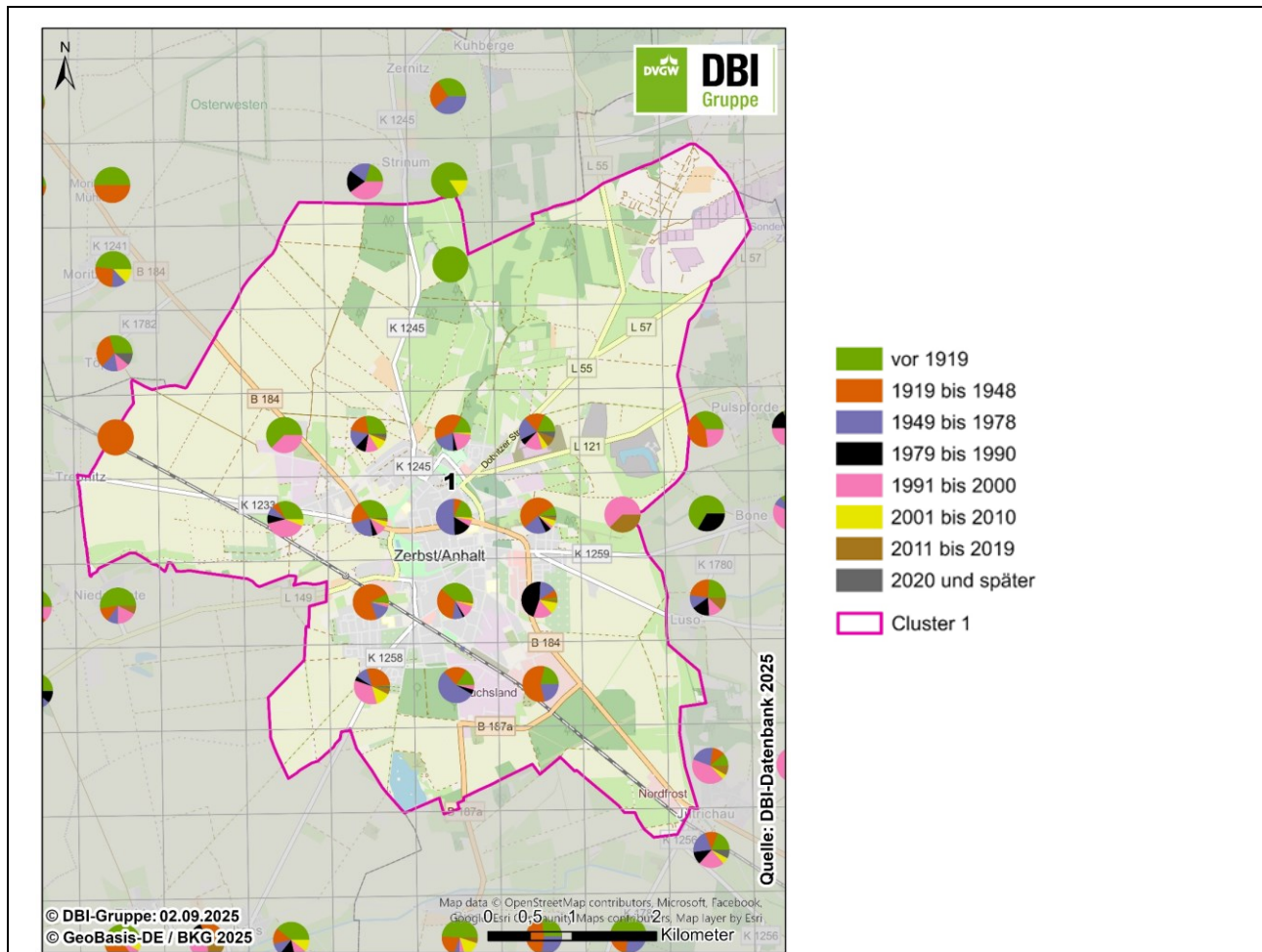
Steckbrief 3	
Potenzialanalyse zur Umwidmung bestehender Erdgasnetze auf Wasserstoff im Untersuchungsgebiet	
Ziele der Maßnahme:	Untersuchung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit der Umwidmung bestehender Erdgasnetze für den Transport von Wasserstoff zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien in der kommunalen Wärmeversorgung und zur Reduzierung der CO ₂ -Emissionen.
Beschreibung:	Durchführung einer umfassenden Studie zur Analyse der Potenziale und Herausforderungen bei der Umwidmung bestehender Gasnetze für den Transport von Wasserstoff. Die Studie soll folgende Aspekte untersuchen: - Bestandsaufnahme des aktuellen Erdgasnetzes - Einbindung bestehender Gasnetzgebietstransformationspläne und Gasnetzplanungen - Analyse des Erdgasbedarfs im Zielgebiet - Analyse dezentraler grüner H₂-Erzeugung (Elektrolyse) - Technische Machbarkeit der Umwidmung - Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Kostenanalyse - Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen - Zeitplan zur generellen Umstellplanung - Untersuchung der Eignung von endverbraucherseitig angeschlossenen Brenntechnologien z.B. Brennwertkessel



Eignungsgebiet & räumlicher Fokus	EMS, Stadt Zerbst/Anhalt
Verantwortliche(r) Akteur(e)	EMS mit Kommunalverwaltung
Jährliches Treibhausgas-einsparpotenzial	Abhängig vom aktuellen Erdgasverbrauch, der Netzumstellung und der Quelle des Wasserstoffes (bspw. grüner Wasserstoff = CO ₂ -neutral). Mögliches Einsparpotenzial bei schrittweiser Netzumstellung (bspw. 20% im ersten Jahr nach der Studie) und einem jährlichen Erdgasverbrauch von 100 GWh ca. 4.000 Tonnen CO ₂ eq.
Geschätzte Kosten	bis 50.000 Euro für die Durchführung der Potenzialanalyse
Umsetzbarkeit & Umsetzungsplan	Mittel bis Hoch, abhängig von den Ergebnissen der Studie und der Entwicklung des Erdgaspreises
Fördermöglichkeit	1) Kommunale Klimaschutzrichtlinie (NKI-Kommunalrichtlinie) 4.1.6 Machbarkeitsstudie, 2) Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) Modul 1, KfW-Umweltprogramm
Priorität	Mittel, da die Vorgaben des EEG zur Klimaneutralität bis 2045 erreicht werden müssen. Gleichzeitig sind

	Gasnetze Infrastrukturen mit hohen Nutzungsdauern, sodass Umsetzungsvorhaben langfristig erfolgen. Aufgrund der Biomethanmenge erhält Wasserstoff eine geringe Priorität.
Anmerkung Auftragnehmer/KWP4	Die Potenzialanalyse stellt einen wichtigen Schritt im Rahmen der Transformation dar. Da der Gesetzgeber die Klimaneutralität bis 2045 vorschreibt, muss frühzeitig mit der Planung zur Minimierung von (fossilem) Erdgas und der Bevorzugung alternativer Energieträger begonnen werden. Wasserstoff bietet sich hier besonders an, da er bereits heute einfach in bestehenden Erdgasnetzen transportiert und verbraucherseitig genutzt werden kann. Ebenso ist die lokale Erzeugung grünen Wasserstoffs via Elektrolyseverfahren denkbar. Bei den Planungen sind existierende Parallelinfrastrukturen (Wärmenetz) zu berücksichtigen.

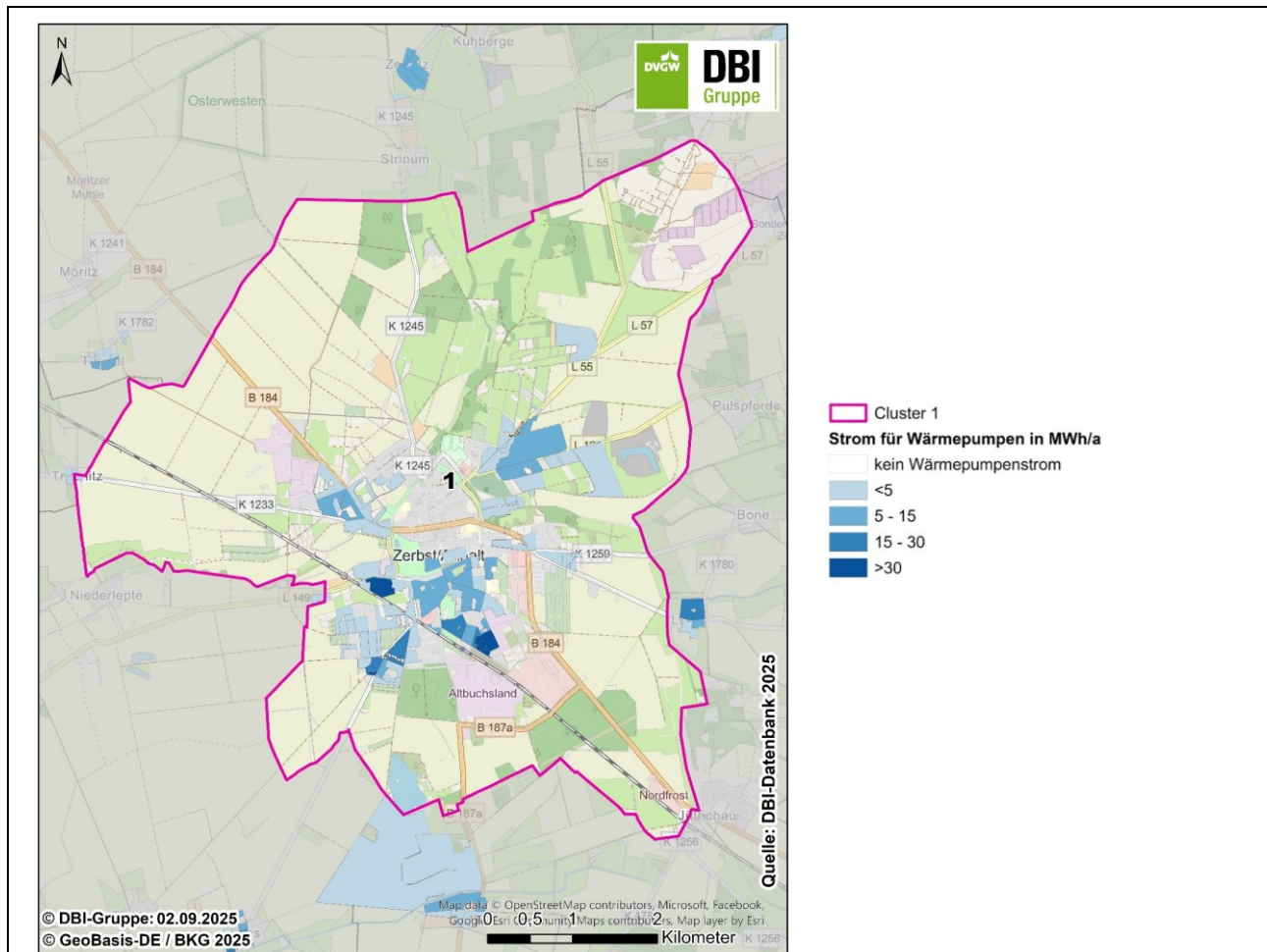
Steckbrief 4	
Gebäudesanierung - Maßnahmenkatalog	
Ziele der Maßnahme:	Maßnahmenkatalog zur Schaffung von Maßnahmen im Bereich der öffentlichen, privaten und industriellen Gebäudesanierung zur Minderung der Wärmeverluste und CO ₂ -Reduktion
Beschreibung:	Schaffung von Maßnahmen im Bereich Gebäudesanierung, um die Wärmeverluste zu verringern und resultierende CO₂-Emissionen zu mindern. Der Maßnahmenkatalog soll die folgenden Inhalte beschreiben: - Analyse der Gebäudesanierungsrate - Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeverluste - Maßnahmen zur Minderung des Energiebedarfs - Maßnahmen zur Minderung der CO₂-Emissionen - zeitlicher Realisierungsplan - technische und rechtliche Förderungen und Hemmnisse - Informationsblatt zur Sanierung und Energieeinsparung in privaten Haushalten



Eignungsgebiet & räumlicher Fokus	Gesamte Stadt Zerbst/Anhalt
Verantwortliche(r) Akteur(e)	Kommunalverwaltung (bei Bedarf: EMS) in Zusammenarbeit mit Ingenieurbüro
Jährliches Treibhausgas-einsparpotenzial	Abhängig von Sanierungsrate, Anzahl der Gebäude und jährlichem Energieverbrauch sowie Bewusstseinsbildung und Verhaltensänderung. Mögliche konservative Schätzung eines Einsparpotenzials von ca. 300 - 450 Tonnen CO ₂ eq pro Jahr. Das Einsparpotenzial wächst kumulativ, da die sanierten Gebäude weiterhin Energie einsparen. Die tatsächlichen Einsparungen hängen stark von den spezifischen lokalen Bedingungen, der Umsetzungsgeschwindigkeit und der Beteiligung von Bürgern und Unternehmen ab.
Geschätzte Kosten	Bis 50.000 Euro für die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs
Umsetzbarkeit & Umsetzungsplan	Mittel, hier sind Informationen über private Haushalte teilweise relevant und es ist unklar, in welchem Umfang Informationen zur Verfügung gestellt werden.
Fördermöglichkeit	1) BEG EM

	2) KfW-Förderung 3) BAFA-Förderung 4) Sachsen-Anhalt MODERN 5) Öffentliche Gebäude: ""Sachsen-Anhalt ÖFFIZIENZ"
Priorität	Hoch, je weniger Wärme an die Umwelt verloren geht, desto weniger Wärme muss energetisch bereitgestellt werden.
Anmerkung Auftragnehmer/KWP4	Die Gebäudesanierung spielt eine entscheidende Rolle auf dem Weg zur Klimaneutralität. Je weniger Wärme an die Umwelt abgegeben wird, desto weniger Wärme muss energetisch bereitgestellt werden. Damit sinken auch die Kosten für die Wärmebereitstellung, da weniger Wärme benötigt wird. Ebenso sinken die CO ₂ -Emissionen, was sich positiv auf die CO ₂ -Bepreisung auswirkt.

Steckbrief 5	
Verstärkungs- und Ausbaumaßnahmen am lokalen Stromverteilnetz	
Ziele der Maßnahme:	Ermöglichung des Anschlusses weiterer Einspeiser und Abnehmer an das Stromverteilnetz.
Beschreibung:	Das Stromverteilnetz stellt parallel zum Gasverteilnetz und Wärmenetz die dritte zentrale Infrastruktur der kommunalen Wärmewende dar. Das Stromverteilnetz wird zukünftig mit steigenden Herausforderungen konfrontiert, da sowohl weitere Einspeiser (PV-Anlagen) als auch Abnehmer (z.B. Wärmepumpen, Ladesäulen) anzubinden sind. Daher müssen zielgerichtet und frühzeitig Anpassungsmaßnahmen für elektrische Betriebsmittel identifiziert und eingeleitet werden. Auch IT-seitige Maßnahmen (z.B. bessere Laststeuerung über flexible Verbraucher) sind zu prüfen.



Eignungsgebiet & räumlicher Fokus	Stadt Zerbst/Anhalt
Verantwortliche(r) Akteur(e)	Stromverteilnetzbetreiber, Kommunalverwaltung, ggf. private Akteure (Industrie)
Jährliches Treibhausgas-einsparpotenzial	Kein direktes Einsparpotenzial. Das indirekte Einsparpotenzial bemisst sich anhand der durch die Netzmaßnahmen ermöglichte Anbindung von EE-Abnehmern und EE-Einspeisern.
Geschätzte Kosten	Stark abhängig von konkreten Maßnahmen und Umsetzungszeiträumen. Die Kosten trägt zunächst der Verteilnetzbetreiber, wobei später eine anteilige Umlage auf Kunden über die Netzentgelte erfolgt.
Umsetzbarkeit & Umsetzungsplan	Mitte, Abhängigkeit von konkret notwendigen Netzmaßnahmen. Planungs- u. Genehmigungsverfahren sind in Deutschland aufgrund geltender Regularien häufig zeitaufwändig (>5 Jahre).
Fördermöglichkeit	Liegt im Verantwortungsbereich des Stromverteilnetzbetreibers
Priorität	Hoch, da lange Umsetzungszeiträume und gleichzeitig "Flaschenhals" für weitere Maßnahmen

Anmerkung Auftragnehmer/KWP4	Die enge Zusammenarbeit zwischen Stromverteilnetzbetreiber sowie kommunalen als auch privaten Akteuren ist essenziell, um Fehlinvestitionen zu vermeiden.
---	---

6.3.3 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie für die kommunale Wärmeplanung (KWP) Zerbst/Anhalt zielt darauf ab, die langfristige Implementierung und kontinuierliche Weiterentwicklung der Maßnahmen zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2045 sicherzustellen. Die Strategie basiert auf den Anforderungen der Kommunalrichtlinie und umfasst organisatorische, finanzielle, regulatorische und kommunikative Maßnahmen. Diese werden nachfolgend erläutert.

1. Institutionelle Verankerung und regelmäßige Fortschreibung

Die Stadt Zerbst/Anhalt verpflichtet sich, die kommunale Wärmeplanung als „rollierendes Instrument“ fortzuführen. Dies beinhaltet eine regelmäßige Fortschreibung der Wärmeplanung in einem fünfjährigen Zyklus, um neue technologische Entwicklungen, veränderte gesetzliche Rahmenbedingungen und aktuelle Energiebedarfsdaten zu integrieren. Insbesondere das in Sachsen-Anhalt ausstehende Landesgesetz zur Wärmeplanung könnte spezielle Anforderungen an die Fortschreibung des initialen Wärmeplans entfalten. Zur institutionellen Verankerung kann z.B. eine zentrale Koordinierungsstelle in der Stadtverwaltung eingerichtet werden, die als Ansprechpartner für alle Beteiligten dient und die Umsetzung der Maßnahmen begleitet.

2. Finanzierung und Fördermittelakquise

Um eine langfristige Umsetzung der Maßnahmen sicherzustellen, wird ein Finanzierungskonzept entwickelt, das sowohl kommunale Mittel als auch Förderprogramme von Bund und Land einbezieht. Die Stadt Zerbst/Anhalt strebt an, aktiv Fördermittel, wie etwa aus dem Bundesprogramm effiziente Wärmenetze (BEW), der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und anderen relevanten Programmen zu beantragen, insbesondere für den Ausbau erneuerbarer Wärmeherzeugung, die Sanierung von Bestandsgebäuden und die Dekarbonisierung der Wärmenetze. Zudem wird die Kommune strategische Partnerschaften mit lokalen Unternehmen und Energieversorgern eingehen, um Investitionen in die Infrastruktur zu erleichtern.

3. Monitoring und Erfolgskontrolle

Ein kontinuierliches Monitoring der Maßnahmenumsetzung ist essenziell, um Zielabweichungen frühzeitig zu erkennen und gegenzusteuern. Hierzu wird ein Indikatorensystem zur Messung der Wärmebedarfsentwicklung, des Anteils erneuerbarer Energien und der CO₂-Reduktion etabliert. Die Stadt Zerbst/Anhalt wird jährliche Fortschrittsberichte erstellen und der Öffentlichkeit sowie dem Stadtrat vorlegen. Weitere Informationen zu den Möglichkeiten der Erfolgskontrolle sind im Kapitel 6.3.4 zu finden.

4. Kommunale Steuerungsinstrumente und rechtliche Rahmenbedingungen

Die Stadt Zerbst/Anhalt sollte bestehende kommunale Planungsinstrumente – wie Bebauungspläne und Satzungen – nutzen, um die Wärmeplanung rechtlich zu verankern. Beispielsweise kann eine Wärmeleitplanung in Neubaugebieten verpflichtend gemacht werden, um den Anschluss an erneuerbare Wärmenetze zu fördern. Zudem werden ordnungsrechtliche Maßnahmen geprüft, um fossile Heizsysteme schrittweise zu reduzieren.

5. Akteursbeteiligung und Bürgerengagement

Die Einbindung von Bürgern, Unternehmen, Energieversorgern und weiteren Akteuren ist zentral für eine erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung. Die Stadt Zerbst/Anhalt kann im Sinne eines kontinuierlichen Austausch- und Dialogprozesses regelmäßig Stakeholder-Workshops und Informationsveranstaltungen durchführen. Über die städtische Webseite und analoge Medien (z.B. das Amtsblatt) ist es möglich, Bürgerinnen und Bürger über den Fortschritt der Wärmeplanung bzw. weitere Aktivitäten zu deren Umsetzung zu informieren und Beteiligungsmöglichkeiten zu schaffen. Insbesondere die Wohnungswirtschaft und die Industrie sollten in die Umsetzung konkreter Projekte eingebunden werden.

6. Wissenstransfer und Kooperationen

Zerbst/Anhalt wird sich aktiv mit anderen Kommunen austauschen, um von Best-Practice-Beispielen zu profitieren und eigene Erfahrungen weiterzugeben. Durch die Teilnahme an Netzwerken wie der „Kommunalen Klimaschutzinitiative“ wird ein kontinuierlicher Wissenstransfer sichergestellt. Zudem werden Kooperationen mit Forschungseinrichtungen und Hochschulen angestrebt, um innovative Lösungen in die Praxis zu übertragen.

7. Flexibilität und Anpassungsfähigkeit

Da sich die Rahmenbedingungen für die Wärmewende dynamisch entwickeln, wird die Strategie bewusst flexibel gestaltet. Neue Technologien, gesetzliche Änderungen und wirtschaftliche Entwicklungen werden regelmäßig evaluiert und in die Planung integriert. Dies gewährleistet, dass Zerbst/Anhalt auch langfristig auf einem nachhaltigen Transformationspfad bleibt.

Die beschriebenen Teilelemente der Verstetigungsstrategie zur KWP Zerbst/Anhalt stellen sicher, dass die Stadt systematisch auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung hinarbeitet. Durch institutionelle Verankerung, strategische Finanzierung, kontinuierliches Monitoring und breite Akteursbeteiligung wird die Wärmewende langfristig abgesichert und für kommende Generationen nachhaltig gestaltet.

6.3.4 Controllingkonzept

Nachfolgend werden die wesentlichen Teilaspekte des erarbeiteten Controllingkonzepts beschrieben.

Indikatoren und Monitoring

Ein zentrales Element des Controllingkonzepts ist die Einführung eines strukturierten Indikatorensystems, das die kontinuierliche Erfassung und Bewertung relevanter Daten sicherstellt.

Die Indikatoren umfassen:

- Klimawirksamkeit: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor (CO₂-Äquivalente pro Jahr).
- Energieversorgung: Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung (Prozentualer EE-Anteil im Wärmemix).
- Netzausbau: Ausbaugrad leitungsgebundener Wärmeversorgung (Trassenkilometer und Anschlussquote).
- Gebäudesanierung: Sanierungsrate im Gebäudebestand (Prozent der modernisierten Wohn- und Gewerbegebäude).
- Wirtschaftlichkeit: Investitionskosten und Betriebskosten der umgesetzten Maßnahmen im Vergleich zu den Planwerten.

Diese Kennzahlen werden jährlich aktualisiert und in einem Monitoring-Bericht dokumentiert.

Soll-Ist-Vergleich und Steuerungsmechanismen

Das Controllingkonzept basiert auf einem regelmäßigen Soll-Ist-Vergleich, der Abweichungen von den Zielwerten identifiziert. Mögliche Gründe für Abweichungen (z. B. verzögerte Infrastrukturprojekte, nicht erreichte Einsparziele) werden analysiert und durch geeignete Steuerungsmechanismen korrigiert. Dazu gehören:

- Anpassung von Maßnahmenplänen (z. B. verstärkte Förderung dezentraler Wärmelösungen, wenn Netzausbau verzögert ist).
- Nachsteuerung von Finanzierungsmodellen durch Akquise zusätzlicher Fördermittel.
- Verstärkte Kommunikationsmaßnahmen, falls Akteursbeteiligung geringer ausfällt als geplant.

Berichtswesen und Entscheidungsunterstützung

Zur kontinuierlichen Information der politischen Entscheidungsträger wird ein jährlicher Controlling-Bericht erstellt. Dieser enthält:

- Eine Bewertung der Fortschritte anhand der Indikatoren.
- Eine Analyse der identifizierten Herausforderungen und Abweichungen.
- Handlungsempfehlungen für die Stadtverwaltung und den Stadtrat.
- Eine Übersicht über die Finanzierungs- und Investitionssituation.

Der Bericht dient als Entscheidungsgrundlage für mögliche Anpassungen in der Wärmeplanung.

Digitalisierung und Datenmanagement

Ein leistungsfähiges Datenmanagementsystem sollte eingerichtet werden, um alle relevanten Monitoring-Daten effizient zu erfassen, auszuwerten und darzustellen. Dies umfasst:

- Nutzung von Geoinformationssystemen (GIS) zur Visualisierung des Netzausbaus und der Wärmeverbräuche.
- Automatisierte Datenschnittstellen zu Energieversorgern und relevanten Behörden.
- Transparente Bereitstellung relevanter Kennzahlen für Bürger und Unternehmen.

Die Controllingstrategie mit den beschriebenen Elementen stellt sicher, dass die Wärmeplanung Zerbst/Anhalt nicht nur als einmaliges Konzept, sondern als dynamischer, steuerbarer Prozess verstanden wird. Durch ein strukturiertes Monitoring, klare Steuerungsmechanismen und eine enge Verzahnung mit politischen Entscheidungsprozessen wird sichergestellt, dass die gesetzten Klimaziele effizient, wirtschaftlich und nachhaltig erreicht werden.

7 Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung

7.1 Ziele und gesetzliche Anforderungen

Der BMWK-Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung [7] formuliert zusammenfassend im Kontext der Akteursanalyse und Prozessorganisation:

„Nach § 7 WPG sind die Öffentlichkeit sowie alle Behörden und Träger öffentlicher Belange, deren Aufgabenbereiche von der Wärmeplanung berührt werden, von der planungsverantwortlichen Stelle im Rahmen der Wärmeplanung zu beteiligen. Den Betreibern von Energieversorgungsnetzen, Wärmenetzen oder natürlichen oder juristischen Personen, die als zukünftige Betreiber absehbar in Betracht kommen, kommt im Rahmen der Wärmeplanung eine herausgehobene Stellung zu. Diese Akteure sind daher von der planungsverantwortlichen Stelle zwingend zu beteiligen (§ 7 Absatz 2 WPG). Die Beteiligung der weiteren Akteure steht im pflichtgemäßen Ermessen der planungsverantwortlichen Stelle und richtet sich nach § 7 Absatz 3 WPG.“

Die Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung ist ein zentraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Sie verfolgt zwei wesentliche Ziele: Zum einen sollen Bürgerinnen und Bürger frühzeitig informiert werden, um Transparenz über den Planungsprozess zu schaffen und ihnen eine fundierte Meinungsbildung zu ermöglichen. Zum anderen dient die Einbindung relevanter Fachakteure – darunter Netzbetreiber, Energieversorger und Wohnungsunternehmen – dazu, Wissen zu vernetzen und sicherzustellen, dass die Wärmeplanung realistisch, technisch umsetzbar und wirtschaftlich tragfähig ist.

Durch eine offene und kontinuierliche Kommunikation werden Planungsoptionen nachvollziehbar vermittelt und frühzeitige Abstimmungen ermöglicht. Dies stärkt das Vertrauen in den Prozess, fördert Akzeptanz für die geplanten Maßnahmen und trägt dazu bei, langfristig tragfähige Lösungen für die kommunale Wärmeversorgung zu entwickeln.

Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) legt klare Vorgaben für die Einbindung relevanter Akteure sowie für die Information der Öffentlichkeit fest:

- **Einbindung von Fachakteuren:**

Fachakteure wie Netzbetreiber und Energieversorger müssen frühzeitig und fortlaufend in den Planungsprozess eingebunden werden (§ 7 Abs. 2 WPG). Ihre Mitwirkung ist verpflichtend (§ 7 Abs. 4 WPG), und sie sind zur Bereitstellung relevanter Daten verpflichtet (§ 11 WPG).

- **Informationspflicht gegenüber der Öffentlichkeit und Trägern öffentlicher Belange (TÖB):**

Die Öffentlichkeit sowie relevante Behörden und Träger öffentlicher Belange müssen über den Beschluss zur kommunalen Wärmeplanung informiert werden (§ 7 Abs. 1 WPG).

- **Bekanntmachung der Planungsergebnisse:**

Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung sind unverzüglich im Internet zu

veröffentlichen (§ 13 Abs. 2 WPG), um allen Beteiligten einen transparenten Zugang zu den Informationen zu ermöglichen.

- **Öffentliche Einsichtnahme und Möglichkeit zur Stellungnahme:**

Vor der finalen Beschlussfassung muss der Entwurf der Wärmeplanung öffentlich ausgelegt werden, sodass Bürgerinnen und Bürger sowie Fachakteure Stellungnahmen abgeben können (§ 13 Abs. 4 WPG).

Diese gesetzlichen Vorgaben stellen sicher, dass die Wärmeplanung nicht nur fachlich fundiert erfolgt, sondern auch gesellschaftlich breit abgestützt ist. Die Einbindung der relevanten Akteure und eine transparente Kommunikation sind essenziell, um langfristig tragfähige und akzeptierte Lösungen für die kommunale Wärmeversorgung zu entwickeln.

7.2 Überblick zu durchgeführten Beteiligungsprozessen und Veranstaltungen

Im Folgenden werden die wesentlichen Aktivitäten und Beteiligungsprozesse im Rahmen der KWP beschrieben:

1. Regelmäßiger Austausch mit dem Auftraggeber

Der kontinuierliche Dialog mit der Stadt Zerbst/Anhalt, vertreten durch Herrn Markus Pfeifer (Leiter Zentrale Dienste) und Herrn Bürgermeister Andreas Dittmann, bildeten die Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung der KWP. Dieser Austausch ermöglichte eine enge Abstimmung und die Berücksichtigung kommunaler Bedürfnisse und Prioritäten.

2. Veröffentlichung von Pressemitteilungen

Durch regelmäßige Pressemitteilungen wurde die Öffentlichkeit über den Fortschritt der KWP informiert. Diese Veröffentlichungen trugen zur Transparenz bei und förderten das Interesse und die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger.

3. Informationen auf der Website der Stadt Zerbst/Anhalt

Die Bereitstellung von Informationen zur KWP auf der städtischen Website, einschließlich FAQs und Verweisen auf Fördermittelgeber, stellte sicher, dass alle Interessierten Zugang zu aktuellen und relevanten Informationen hatten. Die regelmäßige Fortschreibung der (Zwischen-) Ergebnisse unterstützte die kontinuierliche Information der Öffentlichkeit.

4. Auftaktworkshop mit Dienstleister und Vertretern

Am 20. August 2024 fand ein Auftaktworkshop mit dem Dienstleister INFRACON (jetzt VIONTA) sowie Vertretern der Stadtverwaltung, der Wohnungswirtschaft und den örtlichen Netzbetreibern (Stadtwerke Zerbst GmbH, Stromversorgung Zerbst GmbH, Energie Mittelsachsen GmbH, Avacon Netz GmbH) statt. Dieser Workshop diente der Einführung in die KWP und der Abstimmung der weiteren Vorgehensweise.

5. Vorstellung der KWP in der Ortsbürgermeister-Dienstberatung

Am 28. August 2024 wurde die KWP im Rahmen einer Dienstberatung der Ortsbürgermeister vorgestellt. Diese Vorstellung ermöglichte eine frühzeitige Einbindung der lokalen Entscheidungsträger und die Berücksichtigung ihrer Rückmeldungen.



Abbildung 7-1: Hannes Jan Krüger vom KWP-Team der EMS bei seinem Vortrag im Rahmen der Bürgerversammlung in der Zerbster Stadthalle

6. Fragebögen an Ortsbürgermeister und Wohnungswirtschaft

Zur Erhebung von Daten und Meinungen wurden Fragebögen an die Ortsbürgermeister sowie an die Wohnungswirtschaft und potenzielle Bereitsteller von unvermeidbarer Abwärme verschickt. Diese Erhebung unterstützt die Identifikation von Potenzialen und Herausforderungen.

7. Vorstellung der Ergebnisse vor dem Stadtrat

Am 28. Mai 2025 wurden die Ergebnisse der KWP vor dem Stadtrat Zerbst/Anhalt präsentiert. Diese Vorstellung dient der politischen Legitimation und der weiteren Planungsschritte.

8. Einholung von Stellungnahmen der Netzbetreiber

Die Stellungnahmen der örtlichen Netzbetreiber sind essenziell für die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der KWP. Diese Rückmeldungen fließen in die weitere Planung und Umsetzung ein.

9. Bürgerinformationsveranstaltungen

Im Juli 2025 wurden mehrere Bürgerinformationsveranstaltungen in verschiedenen Ortsteilen (Walternienburg, Zerbst/Anhalt, Lindau/Anhalt, Bias) durchgeführt. Diese Veranstaltungen, beworben über diverse Kanäle, bieten den Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit, sich zu informieren und ihre Meinungen und Anregungen einzubringen.



Abbildung 7-2: Justhien Cedric Kliem, der sich bei der EMS intensiv mit den Thema „Erneuerbare Gase“ beschäftigt, berichtete bei der Bürgerversammlung in Lindau über eine Biomethan-Studie und sich daraus ergebende Chancen zur Transformation des Gasnetzes.

Fazit

Die Beteiligungsprozesse im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung Zerbst/Anhalt sind vielfältig und umfassend gestaltet. Sie gewährleisten eine breite Einbindung aller relevanten Akteure und fördern die Akzeptanz und Transparenz des Projekts. Durch regelmäßige Kommunikation und Informationsveranstaltungen wurde sichergestellt, dass die Öffentlichkeit stets über den aktuellen Stand informiert war und aktiv am Planungsprozess teilnehmen konnte.

8 Disclaimer: Stellungnahmen der Verteilnetzbetreiber

Konsistent zur wiederholten Erwähnung in den vorangegangenen Kapiteln ist die Erstellung eines Wärmeplans als ein iterativer Prozess zu verstehen. Parallel zu den Anforderungen der Kommune wird den Betreibern der Verteilnetzinfrastrukturen Strom und Gas sowie etwaigen Wärmenetzbetreibern die Möglichkeit eingeräumt, Hinweise zu den Berechnungen respektive abgeleiteten Schlussfolgerungen/Maßnahmen zu geben.

In diesem Zusammenhang besteht seitens WPG die Anforderung, den Planungsprozess mit einem hohen Maß an Transparenz durchzuführen. Daher sind nachfolgend die Kernaspekte aus den Stellungnahmen der jeweils betroffenen Netzbetreiber separat aufgeführt. Somit wird sichergestellt, dass der für die inhaltliche KWP-Durchführung verantwortliche Dienstleister KWP4 die ingenieurmäßigen Zusammenhänge zunächst gesetzeskonform erarbeitet. Anschließend werden die Hinweise der Verteil- und Wärmenetzbetreiber dem gegenübergestellt. Im letzten Schritt konsolidiert die planungsverantwortliche Stelle das qualitative und quantitative Planwerk und wägt die nächsten Schritte respektive Vorzugsoptionen ab.

8.1 Stellungnahme Betreiber Erdgasverteilstrom

Der verantwortliche Erdgasverteilstrombetreiber Energie Mittelsachsen GmbH übermittelte mit Stand 11.08.2025 folgende Stellungnahme zum Entwurf des Wärmeplans für die Stadt Zerbst/Anhalt:

Sehr geehrte Damen und Herren,

bezugnehmend auf Ihr Schreiben vom 24. Juli 2025 mit dem Betreff „Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt“ nehmen wir, die Energie Mittelsachsen GmbH (EMS), als örtlicher Netzbetreiber und Betriebsführer der Gasstadtwerke Zerbst GmbH wie folgt Stellung:

Als in der Region seit vielen Jahren tätiges Energieversorgungsunternehmen begrüßen wir die Bestrebungen der Stadtverwaltung für mehr Klimaschutz und Nachhaltigkeit ausdrücklich – auch und vor allem auf der Basis des am 01. Januar 2024 in Kraft getretenen Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG).

Auf dem Weg zur CO₂-Neutralität bis zum Zieljahr 2045 ohne fossile Energieträger in der Wärmeversorgung möchten wir die Verwaltung, die Einwohner und die vor Ort tätigen Unternehmen aktiv unterstützen.

Gerne sind wir Ihr Partner, wenn es darum geht, Potenziale zu heben für eine kontinuierliche Reduktion der Treibhausgasemissionen sowie die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien bei der Wärmeversorgung voranzutreiben. Unsere gemeinsame Aufgabe ist es, wesentliche Beiträge dazu zu leisten, die nationalen und internationalen Klimaschutzziele zu erreichen.

Im Rahmen des aktuellen Beteiligungsprozesses liegen uns zwei Zielszenarien vor, in denen unterschiedliche Energieträger für eine klimaneutrale Wärmeversorgung zum Einsatz kommen sollen. In beiden Szenarien sollen erneuerbare Gase Verwendung finden, weshalb wir als Gasverteilstrombetreiber direkt betroffen sind.

Wir transportieren als Gasverteilstrombetreiber aktuell bereits große Mengen an Biomethan mit dem Ziel, diese Mengen über die nächsten Jahre weiter zu erhöhen und eine

treibhausgasneutrale Energieversorgung gewährleisten zu können. Im Netzgebiet der EMS befinden sich aktuell sechs Biogaseinspeiseanlagen mit einer Jahreserzeugungsenergiemenge von ca. 358 GWh. Daraus ergibt sich für das Jahr 2024 ein Anteil von erneuerbarem Gas im gesamten EMS-Netz von rund 33 %.

Darüber hinaus sind zum aktuellen Zeitpunkt vier weitere Biogaseinspeiseanlagen mit einer prognostizierten Energiemenge von ca. 214 GWh jährlich geplant. Zusätzlich wurde durch ein externes Beratungsunternehmen ein weiteres Potential von 85 GWh pro Jahr errechnet – aus Biogas-Bestandsanlagen (aktuell Strom erzeugend) im EMS-Gas-Netzgebiet, die zukünftig Biomethan einspeisen könnten.

Aus diesen Erkenntnissen heraus, unter Einbezug der Netzinfrastruktur und des prognostizierten Energieabsatzes in den nächsten Jahren, planen wir, das gesamte Netz über das Jahr 2045 hinaus weiter zu betreiben. Die Versorgung mit erneuerbaren Gasen, vorrangig mit Biomethan, soll künftig zu einer kostengünstigen, sicheren und klimaneutralen Energieversorgung führen. Das würde aus unserer Sicht maßgeblich auf das Zielszenario „Biomethan“ einzahlen.

Durch die geographische Lage des EMS-Netzgebietes in unmittelbarer Nähe zum geplanten Wasserstoffkernnetz erscheint auch eine Versorgung mit grünem H₂ sehr realistisch. Der sogenannte „Green Octopus“ in Mitteldeutschland tangiert das Netzgebiet der EMS direkt.

Inwieweit eine Anbindung des Gasnetzes innerhalb der Stadt Zerbst/Anhalt an das Wasserstoffkernnetz in einer weiteren Ausbaustufe realisiert werden kann, ist aus heutiger Sicht noch nicht abschätzbar. Entsprechende Pläne von vorgelagerten Netzbetreibern sind uns aktuell nicht bekannt. Technisch wäre dies aus unserer Sicht in jedem Fall möglich. Unser Gasnetz ist bereits heute bis auf wenige Anlagen und Armaturen bereits nahezu hundertprozentig wasserstofftauglich.

Für mögliche Neu-Erschließungs- bzw. Verdichtungsmaßnahmen für unser Gas-Verteilnetz in Zerbst/Anhalt stimmen wir uns auch künftig eng mit der Stadtverwaltung ab. Ziel ist dabei, mögliche Synergien mit anderen Medien (Wasser, Abwasser, Telekommunikation etc.) sowie ggfs. Fördermöglichkeiten zu nutzen, um den Kostendruck zu reduzieren.

Sollten Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich gerne an unsere Fachkollegen aus dem EMS-Netzbetrieb unter den o. g. Kontaktdaten.

Mit freundlichen Grüßen

Energie Mittelsachsen GmbH

8.2 Stellungnahme Betreiber Stromverteilnetz

Der verantwortliche Stromverteilnetzbetreiber Stromversorgung Zerbst GmbH & Co. KG übermittelte mit Stand 29.08.2025 folgende Stellungnahme zum Entwurf des Wärmeplans für die Stadt Zerbst/Anhalt:

Sehr geehrte Damen und Herren,

bezugnehmend auf Ihr Schreiben vom 24. Juli 2025 mit dem Betreff „Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt“ nehmen wir, die Stromversorgung Zerbst GmbH & Co. KG, als örtlicher Strom-Netzbetreiber wie folgt Stellung:

Als kommunales Energieversorgungsunternehmen der Stadt Zerbst/Anhalt begrüßen wir die Bestrebungen der Stadtverwaltung für eine effektive Klimaschutzstrategie ausdrücklich – auch

und vor allem auf der Basis des am 1. Januar 2024 in Kraft getretenen Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG).

Auf dem Weg zur CO₂-Neutralität bis zum Zieljahr 2045, ohne fossile Energieträger in der Wärmeversorgung, möchten wir die Einwohner unserer Stadt, Eigentümer, Investoren sowie die Stadtverwaltung aktiv unterstützen.

Gerne sind wir in allen Belangen des Ausbaus der erneuerbaren Energien ihr Partner, wenn es darum geht, Potenziale zu heben für eine kontinuierliche Reduktion der Treibhausgasemissionen in unserem Stadtgebiet.

Unsere gemeinsame Aufgabe ist es, die nationalen und internationalen Klimaschutzziele zu erreichen. Deshalb planen wir - als örtlicher Stromnetzbetreiber - unsere Zukunft, in der unser Stromnetz intelligent, leistungsfähig und flexibel sein wird, um damit die Herausforderungen der Energiewende zu meistern und gleichzeitig auch weiterhin eine zuverlässige Stromversorgung zu gewährleisten.

Dazu gehört zum einen der Ausbau der erneuerbaren Energien, die Digitalisierung des gesamten Stromnetzes und zum anderen auch die Integration intelligenter Märkte. Weiterwachsende Herausforderungen liegen im Umgang mit der zunehmenden volatilen Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen. Im Besonderen wird die Integration vieler dezentraler Erzeugungsanlagen und der gleichzeitig steigende Strombedarf neue Lösungen erfordern.

Für alle möglichen bzw. auch denkbaren Netzerweiterungen in Zerbst/Anhalt werden wir uns ebenfalls weiterhin eng mit der Stadtverwaltung bzgl. möglicher Synergien mit anderen leitungsgebundenen Medien sowie insbesondere auch zukünftigen Fördermöglichkeiten detailliert abstimmen.

Sollten sie weitere Rückfragen haben, wenden Sie sich gerne an unsere Fachkollegen unter den o.g. Kontaktdaten.

Freundliche Grüße

Stromversorgung Zerbst GmbH & Co. KG

8.3 Stellungnahme Betreiber Wärmenetz

Der verantwortliche Fernwärmenetzbetreiber Stadtwerke Zerbst GmbH übermittelte mit Stand 29.08.2025 folgende Stellungnahme zum Entwurf des Wärmeplans für die Stadt Zerbst/Anhalt:

Sehr geehrte Damen und Herren,

mit Bezug auf Ihre E-Mail vom 24. Juli 2025 mit dem Betreff „Kommunale Wärmeplanung Zerbst/Anhalt“ nehmen wir, die Stadtwerke Zerbst GmbH, als Betreiber des örtlichen Fernwärme-Netzes wie folgt Stellung:

Als kommunales Energieversorgungsunternehmen der Stadt Zerbst/Anhalt begrüßen wir die Bestrebungen der Stadtverwaltung für eine effektive Klimaschutzstrategie ausdrücklich – auch und vor allem auf der Basis des am 1. Januar 2024 in Kraft getretenen Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG).

Auf dem Weg zur CO₂-Neutralität bis zum Zieljahr 2045, ohne fossile Energieträger in der Wärmeversorgung, möchten wir die Einwohner unserer Stadt, Eigentümer, Investoren sowie die Stadtverwaltung aktiv unterstützen.

Konkret bedeutet dies, den klimafreundlichsten und kosteneffizientesten Weg zu einer

fortschrittlichen Wärmeversorgung zu ermitteln. Diese komplexe Aufgabe, für alle Gebäude in Zerbst/Anhalt eine klimaneutrale Wärmeversorgung vorzudenken, erwarten hierbei unsere Bürgerinnen und Bürger von uns als örtlichem Versorger, vor allem im Hinblick auf konkrete Rahmenbedingungen.

Die Stadtwerke Zerbst GmbH nutzt zur Fernwärmeerzeugung aktuell bereits große Abwärmemengen der vorhandenen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Diese werden aktuell sowohl mit fossilen Brennstoffen als auch mit erneuerbaren Energien betrieben, mit dem Ziel, die erneuerbaren Energiemengen über die nächsten Jahre weiter zu erhöhen und somit bis zum Zieljahr eine dekarbonisierte Energieversorgung zu schaffen.

Mit diesen Erkenntnissen bzw. Anforderungen analysieren wir mögliche Ansätze und Zeitpunkte, um anschließend die zeit- und finanzaufwändige sowie vollständige Umrüstung des bestehenden Netzes auf erneuerbare Energien und Abwärme mit kommunalen Zuschüssen oder Fördermitteln realisieren zu können.

Für durchführbare Verdichtungsmaßnahmen des Wärmenetzes in Zerbst/Anhalt werden wir uns ebenfalls weiterhin eng mit der Stadtverwaltung bzgl. möglicher Synergien mit anderen leitungsgebundenen Medien sowie insbesondere auch zu künftigen Fördermöglichkeiten detailliert abstimmen.

Sollten sie weitere Rückfragen haben, wenden Sie sich gerne an unsere Fachkollegen unter den o.g. Kontaktdaten.

Freundliche Grüße

Stadtwerke Zerbst GmbH

9 Zusammenfassung und Ausblick

Die kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt hatte die systematische Untersuchung der Wärmeversorgungsstruktur in dem Untersuchungsgebiet zum Ziel. Die 24 Ortschaften bilden das Untersuchungsgebiet, mit einer Gesamtfläche von ca. 467 km² bildet die Stadt Zerbst/Anhalt die flächenmäßig fünftgrößte Gemeinde Deutschlands. Das Untersuchungsgebiet wurde nach Untersuchung der Gebäudestruktur, Wärmebedarfe und aktuellen Wärmeversorgung in acht Cluster untergliedert.

Im ersten Schritt erfolgte eine **Eignungsprüfung** für jedes der acht Cluster. Diese diente der Entscheidungsfindung hinsichtlich der Durchführung einer verkürzten respektive vollständigen Wärmeplanung. Im Ergebnis war für alle Cluster mit Ausnahme von dem Cluster Nord-West (Cluster 3) und dem Cluster Süd-West (Cluster 4) eine vollständige Wärmeplanung notwendig. Ursächlich hierfür sind vorrangig das bestehende Erdgas- und Wärmenetz, eine kompakte Kernstadt mit hohen Wärmebedarfsdichten und die in Form zweier Biomethan-BHKW sowie Abwärme von Biogas-KWK-Anlagen vorhandene erneuerbare Wärmequellen. Konträr dazu weisen Cluster Nord-West und Cluster Süd-West eine stark ländliche Prägung mit dezentralen Versorgungsstrukturen auf. Leitungsgebundene Wärmeversorgungsinfrastruktur ist weder in Cluster Nord-West noch in Cluster Süd-West im Bestand verfügbar und auch in Zukunft aufgrund der Rahmenbedingungen als sehr unwahrscheinlich einzustufen. Dies führte zur Entscheidung über die Durchführung einer verkürzten Wärmeplanung in den zwei genannten Clustern. Die verkürzte Wärmeplanung stützt sich maßgeblich auf Modelldaten zu Wärmebedarfen und konzentriert auf dezentrale Wärmeversorgungsoptionen für die Zukunft.

Der Eignungsprüfung folgte der zweite Schritt in Gestalt der **Bestandsanalyse**. Hierzu wurden parallel zu den bereits existierenden Bestandsinfrastrukturen (Erdgasverteilnetz in den Clustern 1, 2, 5 und 7 und ein Wärmenetz in der Kernstadt Zerbst (Cluster 1) und Polenzko (Cluster 6)) die Wärmebedarfe sowie EE-Anlagen zusammengetragen. Der Aufstellung der Wärme- und THG-Bilanz ging ein umfassender Abgleich von Modelldaten (DBI-Energieatlas) und realen Verbrauchsdaten (aggregierte und anonymisierte Gasverbräuche, Wärmenetzverbräuche sowie Strombedarfe für Wärmezwecke) voraus. Bei verfügbaren Realdaten wurden modellierte Daten durch die Realwerte ersetzt. Als Resultat ist zu konstatieren, dass das Cluster Stadt Zerbst (Cluster 1) aufgrund seiner Einwohnerzahl und damit Gebäudeanzahl mit 73 % den größten Anteil am gegenwärtigen Wärmebedarf in der Verwaltungsgemeinschaft besitzt. Das Wärmenetz in der Zerbster Kernstadt versorgt angeschlossene Endkunden mit rund 18 GWh/a. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang, dass die Fernwärmeversorgung aufgrund des Biogaseinsatzes bereits einen bilanziellen EE-Anteil von ca. 13 % aufweist. Abseits des Wärmenetzes überwiegt in Cluster Stadt Zerbst die erdgasbasierte Wärmeversorgung. Das Erdgasverteilnetz ist umfassend ausgebaut mit einer hohen Anschlussdichte. Aktuell wird ein Nutzwärmebedarf in gesamten Untersuchungsgebiet von ca. 209 GWh/a über die Energieträger Biomethan und Erdgas gedeckt. Biomethan erzielt dabei einen Anteil von etwa 34 %. In Cluster West besteht in den Ortschaften Güterglück, Gehrden und Walternienburg der Anschluss an das Erdgasnetz. Da in Cluster West kein Wärmenetz verfügbar ist, werden nicht erdgasversorgte Gebäude über dezentrale Technologien (v.a. Ölheizung, Holz, Strom/Wärmepumpe) versorgt. Analog dazu verfügen die Ortschaften Jütrichau, Luso, Bias, Bone und Pulszforde im Cluster Süd-Ost und die Ortschaften Reuden-Süd, Deetz, Lindau, Nedlitz, Reuden/Anhalt, Dobritz, Grimme, Badewitz, Kerchau, Lietzo und Straguth im Cluster Nord-Ost über Erdgasnetzanschlüsse. Die übrigen Ortschaften der Cluster, sowie die Baublöcke anderer Cluster, welche außerhalb der Wärmenetze liegen, werden aktuell dezentral versorgt. Insgesamt verursacht Cluster Nord-Ost 12 % des Wärmebedarfs in der Stadt Zerbst/Anhalt und weist den zweithöchsten Wärmebedarf,

nach dem Cluster Stadt Zerbst, auf. Cluster Nord-West und Cluster Süd-West weisen konträr zu dem Cluster Stadt Zerbst eine stark ländliche Prägung auf mit vorwiegend Ein- und Zweifamilienhäusern. In den Clustern mit verkürzter Wärmeplanung überwiegen Ölheizungen, ergänzt um variierende Anteile Strom, Holz und zum Teil noch Kohle. Die Cluster bewirken jeweils 2 % Anteil am Wärmebedarf. Für die Stadt ist in Summe ein Gesamtwärmebedarf von rund 314 GWh/a (Nutzenergie) maßgeblich. Zur Bereitstellung der Nutzwärme werden rund 336 GWh/a an Endenergie benötigt und 73.131 t CO₂-Äquivalente pro Jahr an Treibhausgasen emittiert. Damit liegt der pro-Kopf-CO₂-Ausstoß der Verwaltungsgemeinschaft etwas unterhalb des bundesdeutschen Durchschnitts.

Die aufgeführten Merkmale zur Gebäude- und Siedlungsstruktur übersetzen sich in geringe Wärmedichten unterhalb 175 MWh/(ha*a) im überwiegenden Anteil der Baublöcke von den Clustern zwei bis acht. Im Cluster Stadt Zerbst ist davon abweichend festzustellen, dass zahlreiche Baublöcke mittlere Wärmedichten größer 175 MWh/(ha*a) und hohe Wärmedichten größer 415 MWh/(ha*a) besitzen. In der Folge haben zentral gelegene Straßenabschnitte im Cluster Stadt Zerbst Wärmelinienichten über 1.500 kWh/(m*a), was die hohe Eignung für leitungsgebundene Wärmeversorgung (über Gas- und Wärmenetze) untermauert.

Im Anschluss an die Bestandsanalyse folgte die **Potenzialanalyse**. In dieser Planungsphase mussten einerseits die Potenziale zur Wärmebedarfsreduktion ermittelt werden. Andererseits erfolgte eine Gegenüberstellung dieser zukünftigen Wärmebedarfe zu den lokal vorhandenen Potenzialen erneuerbarer Energien. Die Prognose der Wärmebedarfe fußt auf intensiven Gesprächen mit kommunalen Vertretern und dem Betreiber des Fernwärmenetzes. Im Ergebnis wurde ein Degressionspfad von -1 % pro Jahr bezogen auf die Entwicklung des Nutzwärmebedarfs bis 2045 etabliert. Daher sind im Zieljahr noch rund 249 GWh/a Nutzwärme bereitzustellen. Analog zur gegenwärtigen Situation verursachen auch zukünftig die privaten Haushalte den überwiegenden Anteil (ca. 54 %) am Wärmebedarf. Ergänzend zu den bestehenden Anlagen erneuerbarer Energien existieren weitere EE-Potenziale in der Stadt Zerbst/Anhalt. Konkret können auf Dachflächen wahlweise PV-Anlagen (insgesamt bis zu 264 GWh/a elektrisch) oder Solarkollektoren (insgesamt bis zu 975 GWh/a thermisch) errichtet werden. Allerdings sind im Kontext der Aufdachanlagen z.B. die Vorgaben des Denkmalschutzes ein mögliches Hemmnis. Solarthermische bzw. PV-Freiflächenanlagen bieten deutlich größere Potenziale, wurden nach Gesprächen mit der Kommune jedoch als nachrangig eingestuft. Ursächlich hierfür sind die zahlreichen Hürden, z.B. benötigte Netzinfrastrukturen (Wärmenetz/Stromnetz), Nutzungskonkurrenzen (Landwirtschaft vs. Energieproduktion) und bestehende Eigentumsverhältnisse für die identifizierten Freiflächen. Die Nutzung weiterer Abwärmepotenziale, z.B. aus den in Betrieb befindlichen Biogasanlagen in Steutz (in Summe rund 13 GWh/a thermisch), ist zu prüfen. Potenziale im Bereich der Windenergieanlagen wurden aus politischen Gründen zunächst nicht weiter betrachtet. Kommen neue stromerzeugende EE-Anlagen in Betracht, so ist zwingend die Rücksprache mit dem lokalen Stromverteilnetzbetreiber erforderlich. Nur so können Netzausbau und eine zunehmende EE-Stromerzeugung zueinander in Einklang gebracht werden. Mögliche Akzeptanzhindernisse waren indes mangels Quantifizierbarkeit kein Bestandteil der Potenzialanalyse.

Auf Basis der Erkenntnisse aus Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalyse erfolgte die **Zielszenarioanalyse**. Hierbei wurden verschiedene Entwicklungspfade für die Wärmeversorgung in der Verwaltungsgemeinschaft bis 2045 erarbeitet. Aus den Diskussionen gingen die zwei Szenarien "Mix" (S1) und "Biomethan" (S2) hervor. Im Einklang mit der Namensgebung verfolgt das Szenario eins einen Fokus auf einen möglichst ausgewogenen Technologiemark. Hierbei wird neben Biomethan und Strom auch (erneuerbarer) Wasserstoff als Baustein für die künftige Wärmeversorgung in dem Cluster Stadt Zerbst gewertet. Im Szenario

Biomethan liegt der Fokus auf der leitungsgebundenen Wärmeversorgung mit dem Energieträger Biomethan. Biomethan kann über die vorhandene Erdgasnetzstruktur verteilt werden und vor der vollständig erneuerbaren Wärmeversorgung Erdgas beigemischt werden. Im Szenario Biomethan wird ein Biomethanpotenzial von knapp 100 GWh/a zur Wärmebereitstellung verwendet. Es ist davon auszugehen, dass zukünftig auch über das Untersuchungsgebiet hinaus Biomethan zur Wärmeversorgung zur Verfügung stehen wird. Mit einer Erhöhung des Potenzials auf etwa 150 GWh/a ist zu rechnen. Dies sollte im Rahmen der Fortschreibung des Wärmeplans überprüft werden.

Die zwei Szenarien wurden mit den Bewertungsaspekten Technik, Wärmegestehungskosten, Treibhausgasminderung, Politik und Resilienz gegenübergestellt. Das Szenario eins ermöglicht perspektivisch die größte Treibhausgasminderung, ist allerdings auch mit höheren Realisierungsrisiken und womöglich höheren Investitions- und Betriebskosten verknüpft. Das Szenario zwei bewirkt aus kommunaler Perspektive die wahrscheinlich geringeren Wärmegestehungskosten. Der Ausbaubedarf auf Stromnetzseite ist in beiden Szenarien nicht bewertbar und daher nicht in die Berechnung inkludiert. Das Szenario zwei bildet über alle Kriterien hinweg das ausgewogenere Zielszenario. Es gewährleistet aufgrund des hohen Einsatzes von Biomethan über das Verbundnetz eine hohe Versorgungssicherheit, besitzt eine vergleichbar gute Treibhausgasminderung, verglichen mit dem Szenario "Mix", und setzt gezielt Anreize zur bedarfsgerechten Weiterentwicklung bestehender Netzinfrastrukturen. Daher erging seitens KWP⁴ die Empfehlung, das Szenario zwei (Biomethan) weiterzuverfolgen. Es diene demzufolge der Ausweisung möglicher Wärmeversorgungsgebiete. Cluster Nord-West und Cluster Süd-West sind in der Folge über die gesamte Gemeindefläche für die dezentrale Versorgung vorgesehen.

In dem Cluster Stadt Zerbst ist der überwiegende Teil der Baublöcke innerhalb der Kernstadt bereits als Wärmenetz-Bestandsgebiet definiert. Die wenigen innerstädtisch nicht erschlossenen Baublöcke, sowie das Bestandsgebiet wurden als Wärmenetz-Verdichtungsgebiet ab 2030 markiert. Das Wärmenetz-Ausbauggebiet findet sich ab 2035 im Wohngebiet Ankuhn, nord-westlich des bestehenden Wärmenetzes. Verbleibende, über einen Erdgasnetzanschluss verfügenden Baublöcke wurde als Prüfgebiet markiert. Hier ist eine Versorgung mit Biomethan denkbar. Im Szenario Biomethan sind alle Baublöcke, welche nicht innerhalb eines Wärmenetzes liegen und über einen Erdgasnetzanschluss verfügen als Prüfgebiete gekennzeichnet. Diese Gebiete sind zukünftig denkbare Gebiete für die Wärmeversorgung mittels Biomethan. Ebenso sind Teile in den Clustern 2, 5 und 7 bereits über moderne Erdgasverteilinfrastrukturen erschlossen. Die Neuerrichtung einer parallelen Wärmenetzinfrastruktur wurde als technisch unnötig und wirtschaftlich herausfordernd eingestuft. Demzufolge sind die benannten Baublöcke in den Clustern ebenfalls als Prüfgebiete eingeteilt. Die übrigen Baublöcke sind als Gebiete für die dezentrale Versorgung vorgesehen. In allen Prüfgebieten – insbesondere auch bei Bürger- oder Gewerbeinteresse – werden die Möglichkeiten künftiger Nahwärmeinseln oder Netzanschlüsse an das vorhandene Netz auf Realisierbarkeit fortwährend geprüft.

Die ingenieurseitigen Arbeiten und Analysen der diskutierten Einzelaspekte mündeten final in der **Umsetzungsstrategie**. Ziel dieser Phase des kommunalen Wärmeplans war es, prioritäre Maßnahmen und Handlungsfelder zum bezahlbaren, klimafreundlichen und versorgungssicheren Umbau der Wärmeversorgung abzuleiten. Als unabhängiger Ingenieurdienstleister empfiehlt KWP⁴ zunächst die zeitnahe Fokussierung auf die Erweiterung der bestehenden Wärmenetze. Konkret bietet sich eine Machbarkeitsstudie zur Transformation des Wärmenetzes gemäß Bundesprogramm effiziente Wärmenetze (BEW) an. Diese Machbarkeitsstudie bildet die Grundlage für eine Förderung zukünftiger investiver Maßnahmen am Netz (z.B. Umbau der Wärmeerzeugung, Netzausbau) und auch die laufenden Betriebskosten. Im Rahmen der

Machbarkeitsstudie ist es unabdingbar, weitere Abnehmer über die Durchführung einer Befragung zu identifizieren. Ebenso liegt ein deutlich stärkerer Fokus auf der detaillierten Analyse der Netzauslegung, einer Wirtschaftlichkeitsrechnung und rechtlich-regulatorischen Rahmenbedingungen.

Darüber hinaus sollte eine Machbarkeitsstudie zum Biomethanpotenzial inkl. externer Potenziale (außerhalb des Untersuchungsgebiets) erfolgen. Diese bietet eine fundierte Entscheidung über eine mögliche Erweiterung der Biomethan-Nutzung im Untersuchungsgebiet. Auch diese Machbarkeitsstudie bietet die Grundlage zum Erhalt von Fördermöglichkeiten zukünftig investiver Maßnahmen.

Weiterhin gilt als wahrscheinlich, dass in Zukunft eine anteilige Elektrifizierung der bisherigen Wärmeversorgung stattfindet. Das kann sich etwa in der Installation neuer Wärmepumpen widerspiegeln. Darüber hinaus ist der Zubau neuer EE-Stromerzeugungsanlagen an die verfügbaren Netzkapazitäten geknüpft. Daher ist empfehlenswert, auf Basis der indikativen Erkenntnisse aus dem kommunalen Wärmeplan den Austausch mit dem hiesigen Stromverteilnetzbetreiber zu intensivieren. Ziel sollte sein, nötige Verstärkungsmaßnahmen bzw. Ausbauvorhaben am Stromverteilnetz frühzeitig zu definieren und einen zwischen Kommune, Bedarfsträgern und Netzbetreiber konsistenten Fahrplan abzuleiten.

In diesem Kontext ist ebenso ratsam, proaktiv die Errichtung weiterer EE-Anlagen zu prüfen und voranzutreiben. Um die Akzeptanz für derartige Vorhaben zu erhöhen, bietet sich die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an den finanziellen Erträgen an. Darüber hinaus ist zum Zweck der direkten erneuerbaren Wärmeerzeugung ein Weiterbetrieb der bestehenden Biomethaneinspeiseanlagen im Untersuchungsgebiet essenziell. Langfristige Lieferverträge für das benötigte Biomethan bilden dafür eine Grundvoraussetzung.

Um die zukünftige erneuerbare Wärmebereitstellung weiter zu diversifizieren, kann Wasserstoff einen wichtigen Baustein im Erzeugungsmix darstellen. Da die erzielbare Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff jedoch zum Kenntnisstand der KWP mit hohen Unsicherheiten behaftet ist, bietet sich eine Machbarkeitsuntersuchung an. Anhand der Ergebnisse und regionalen Verteilung der Potenziale ist die Einbindbarkeit (Ersetzen von Erdgas durch Wasserstoff) in die bestehende Erdgasnetzstruktur besser abschätzbar.

10 Literatur

- [1] *Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist: Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)*, 2021. [Online]. Verfügbar unter: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl121059.pdf
- [2] *Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes*, 13.06.23.
- [3] Umweltbundesamt, Hg., "Erneuerbare Energien in Deutschland: Daten zur Entwicklung im Jahr 2024", Dessau-Roßlau, März 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/hgp_erneuerbareenergien_2024.pdf. Zugriff am: 27. Mai 2025.
- [4] "Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze: Wärmeplanungsgesetz (WPG)" in *Bundesgesetzblatt*, 2023.
- [5] "Gesetz zur Änderung des Gebäudeenergiegesetzes, zur Änderung des Bürgerlichen Gesetzbuches, zur Änderung der Verordnung über Heizkostenabrechnung, zur Änderung der Betriebskostenverordnung und zur Änderung der Kehr- und Prüfungsordnung: Gebäudeenergiegesetz (GEG)" in *Bundesgesetzblatt*, 2023.
- [6] Stadt Zerbst/Anhalt, *Zerbst in Kürze*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadt-zerbst.de/de/zerbst-in-kuerze.html> (Zugriff am: 14. Juli 2025).
- [7] ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH et al., Hg., "Leitfaden Wärmeplanung: Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche", Heidelberg, Freiburg, Stuttgart, Berlin, Juni 2024.
- [8] F. Sieweck, "Karte gasversorgter Ortsteile in Zerbst", Staßfurt-Brumby, 4. Juli 2024.
- [9] OpenStreetMap Foundation, *OpenStreetMap - Deutschland*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.de/>.
- [10] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Hg., "Ergebnisse des Zensus 2022: Bevölkerung", Wiesbaden, 22. Aug. 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.zensus2022.de/DE/Ergebnisse-des-Zensus/_inhalt.html. Zugriff am: 4. März 2025.
- [11] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Hg., "Ergebnisse des Zensus 2022: Gebäude- und Wohnungszählung", Wiesbaden, 22. Aug. 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.zensus2022.de/DE/Ergebnisse-des-Zensus/_inhalt.html. Zugriff am: 4. März 2025.
- [12] *DBI GIS-Datenbank*. Leipzig, 2025.
- [13] "Grüner Wasserstoff auf dem Energiepark Zerbst", *HYPOS e. V.*, 18. März 2022, 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.hypos-germany.de/gruener-wasserstoff-auf-dem-energiepark-zerbst/>. Zugriff am: 14. Juli 2025.
- [14] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, *Digitale Geodaten*. [Online]. Verfügbar unter: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten.html>.
- [15] Stadtwerke Zerbst GmbH, Hg., "Datenbeistellung Fernwärmenetz", Zerbst/Anhalt, 14.

Nov. 2024.

- [16] ETL Energietechnik Leipzig GmbH, Hg., "Bescheinigung des Primärenergiefaktors und CO₂-Faktors nach GEG und AGFW FW 309-1:2021 für das Fernwärmesystem „Nord-Süd“ in Zerbst der Stadtwerke Zerbst GmbH", Leipzig, Nov. 2022.
- [17] Energie Mittelsachsen GmbH, Hg., "Datenbeistellung Erdgasverteilnetz", Staßfurt-Brumby, 16.08.24.
- [18] Avacon Netz GmbH und Stromversorgung Zerbst GmbH, Hg., "Datenbeistellung Stromverteilnetz", Zerbst/Anhalt, 3. Sep. 2024.
- [19] Bundesnetzagentur, Hg., "Marktstammdatenregister: Einheiten und Anlagen", Bonn, 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/>.
- [20] "Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung: Energiewirtschaftsgesetz - EnWG" in *Bundesgesetzblatt*, 2005. [Online]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/EnWG.pdf
- [21] "Verordnung über das zentrale elektronische Verzeichnis energiewirtschaftlicher Daten: Marktstammdatenregisterverordnung - MaStRV" in *Bundesgesetzblatt*, 2017. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/mastrv/MaStRV.pdf>
- [22] "Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien: Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2023" in *Bundesgesetzblatt*, 2014. [Online]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/EEG_2023.pdf
- [23] "Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung: Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz - KWKG" in *Bundesgesetzblatt*, 2015. [Online]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/KWKG_2025.pdf
- [24] biogaspartner und Deutsche Energie-Agentur GmbH, *Einspeiseatlas*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.biogaspartner.de/einspeiseatlas/> (Zugriff am: 5. Januar 2024).
- [25] Umweltbundesamt, *Klima | Energie - Die Treibhausgase*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase> (Zugriff am: 10. Juli 2024).
- [26] Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Hg., "Kumulierter Energieaufwand und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und -versorgungen", Darmstadt, 10. März 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iwu.de/fileadmin/tools/kea/kea.pdf>.
- [27] M. Peters, B. Bartenstein, H. Hebisch, C. Kaiser und F. Anders, *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung - Emissionsfaktoren CO₂ von 2020 bis 2040: Version 1.1*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog>.
- [28] F. Sieweck, "Ergänzende Informationen zu technischen Kenndaten und der Historie des Zerbster Fernwärmenetzes", E-Mail, Jan. 2025.
- [29] Umweltbundesamt, Hg., "Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch: auf Basis UBA, AGEE-Stat: "Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland" (Stand 02/2025)", Dessau-Roßlau, Feb. 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>.
- [30] P. Heinrich, N. Steyer, T. Wenzel, F. Lehnert, E. Grube und M. Bleidiebel, "DBI-Ansatz zur

- Modellierung von Wärmebedarfen" Forschungsbericht, Leipzig. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dbi-gruppe.de/wp-content/uploads/2024/02/waermebedarf_zukunft.pdf. Zugriff am: 5. August 2024.
- [31] Fachagentur Windenergie an Land, Hg., "Überblick – Abstandsvorgaben und Empfehlungen zur Ausweisung von Windenergiegebieten in den Ländern", Berlin, Mai 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.fachagentur-wind-solar.de/fileadmin/Veroeffentlichungen/Wind/Planung/FA_Wind_Abstandsempfehlungen.pdf. Zugriff am: 15. Juli 2025.
- [32] Deutscher Wetterdienst, *Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Leistungen - Open Data Bereich des Climate Data Center*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/cdc/climate-data-center.html> (Zugriff am: 19. Mai 2025).
- [33] Prognos, Öko-Institut und Wuppertal Institut, Hg., "Klimaneutrales Deutschland 2045: Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann", Berlin, Wuppertal, 2021.
- [34] Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln gGmbH, "dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Klimaneutralität 2045 - Transformation der Verbrauchssektoren und des Energiesystems.: Gutachterbericht", Köln, 2021.
- [35] *Solare Deckungsrate*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.heizung.de/lexikon/solare-deckungsrate.html> (Zugriff am: 14. Mai 2025).
- [36] P. Adler, E. Billig, A. Brosowski, J. Daniel-Gromke, I. Falke und E. Fischer, Hg., *Leitfaden Biogasaufbereitung und -einspeisung*, 5. Aufl. Gülzow-Prüzen: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 2014. [Online]. Verfügbar unter: <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb16/868893196.pdf>
- [37] I. Stober und K. Bucher, *Geothermie*, 3. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, 2020.
- [38] Agentur für Erneuerbare Energien, *Durchschnittliche Leistung neu installierter Windenergieanlagen an Land in Deutschland 1990-2024*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/durchschnittliche-leistung-neu-installierter-windenergieanlagen-an-land-in-deutschland> (Zugriff am: 17. Juli 2025).
- [39] Bundesnetzagentur, *Bundesnetzagentur - Wasserstoff-Kernnetz*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html> (Zugriff am: 24. Juli 2025).
- [40] M. Peters, B. Bartenstein, H. Hebisch, C. Kaiser und F. Anders, "Kommunale Wärmeplanung: Einführung in den Technikkatalog: Version 1.1", Stuttgart, Juni 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/KEA-BW_Einfuehrung_Technikkatalog.pdf. Zugriff am: 6. Juni 2025.
- [41] M. Peters, B. Bartenstein, H. Hebisch, C. Kaiser und F. Anders, *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung: Version 1.1*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog>.
- [42] *Agorameter: Version 4.0*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.agora-energiewende.de/daten->

tools/agorameter/live/chart/power_generation/01.06.2025/04.06.2025/hourly (Zugriff am: 6. Juni 2025).

- [43] S. Lüers, A.-K. Wallasch und M. Heyken, "Kostensituation der Windenergie an Land - Stand 2024", Varel, Stuttgart, Hannover, 1. Okt. 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/eeg-eb-wal-kostensituation-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=8. Zugriff am: 6. Juni 2025.
- [44] J. Knies, P. Heinrich, N. Steyer, Y. E. Gerling und T. Schwarz, "Ein ArcGIS-Pro-Modell zur Ermittlung von Eignungsbereichen für Wärmeversorgungsoptionen am Beispiel der Stadt Bremen", Bremen, 2024.
- [45] M. Bui *et al.*, "Carbon capture and storage (CCS): the way forward", *Energy Environ. Sci.*, Jg. 11, Nr. 5, S. 1062–1176, 2018, doi: 10.1039/c7ee02342a.
- [46] S. Lübbers *et al.*, "Vergleich der „Big 5“ Klimaneutralitätsszenarien", 16. März 2022.
- [47] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Hg., "Langfriststrategie Negativemissionen zum Umgang mit unvermeidbaren Restemissionen (LNe)", Berlin, Feb. 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/240226-eckpunkte-negativemissionen.pdf?__blob=publicationFile&v=8.
- [48] N. Langreder, F. Lettow, M. Sahnoun, S. Kreidelmeyer, A. Wünsch und S. e. a. Lengning, "Technikkatalog Wärmeplanung: Version 1.1", Aug. 2024.

Anhang

Anhang 1:	Ergebnis der Eignungsprüfung für die Cluster 1 bis 4 der Gemeinde Zerbst/Anhalt.....	187
Anhang 2:	Ergebnis der Eignungsprüfung für die Cluster 5 bis 8 der Gemeinde Zerbst/Anhalt.....	187
Anhang 3:	Anteiliger Heizungsbestand in der Gemeinde Zerbst/Anhalt (Bezugsgröße: Gebäudeanzahl) [11]	188
Anhang 4:	Regionale Verteilung der Baualtersklassen von Gebäuden mit Wohnraum anhand Zensus 2022 (1 km Gitter) [11].....	189
Anhang 5:	Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene in der Stadt Zerbst/Anhalt [11, 12]	190
Anhang 6:	Angenommene Wirkungsgrade/Jahresarbeitszahlen für Bestands- u. Potenzialanalyse [7, 41, 48].....	191
Anhang 7:	Standorte von Großverbrauchern mit Wärmebedarfen (Nutzenergie) größer 1 GWh/a.....	191
Anhang 8:	Annahmen zur Modellierung der Strom- und Wärmepotenziale aus Erneuerbare-Energie-Anlagen	192
Anhang 9:	Identifizierte theoretische Standorte und elektrische Nennleistung von Windkraftanlagen in Zerbst/Anhalt.....	193
Anhang 10:	Monatsscharfes Ertragsprofil der Stromerzeugung aus potenziellen (weiteren) Windkraftanlagen in der Stadt Zerbst/Anhalt.....	194
Anhang 11:	Entwicklung der Wärmebedarfsdichten in der Kernstadt Zerbst (Cluster 1) anhand der Wärmebedarfsprognose; links: 2030, rechts: 2045	195
Anhang 12:	Endenergieträgerverteilung je Baublock zum Status quo; weitere Ortsteile der Cluster 3 bis 5	196
Anhang 13:	Endenergieträgerverteilung je Baublock zum Status quo; weitere Ortsteile des Clusters 7	197
Anhang 14:	PV-Dachflächenpotenziale für die Cluster 2 bis 5.....	198
Anhang 15:	PV-Dachflächenpotenziale für die Cluster 6 bis 8.....	199
Anhang 16:	Übersicht zu den angenommenen THG-Emissionsfaktoren bis 2045 (Wärmeerzeugung) [27]	200
Anhang 17:	Übersicht zu den angenommenen THG-Emissionsfaktoren bis 2045 (Stromerzeugung) [27]	201
Anhang 18:	Nutzwärmebedarf Szenario Mix	202
Anhang 19:	Nutzwärmebedarf Szenario Biomethan	205
Anhang 20:	Endenergiebedarf Szenario Mix	207
Anhang 21:	Endenergiebedarf Szenario Biomethan	211
Anhang 22:	Fernwärmemix Szenario Mix.....	215

Anhang 23:	Fernwärmemix Szenario Biomethan	215
Anhang 24:	Ergebnisse der wirtschaftlichen Bewertung aufgeteilt nach Cluster	216
Anhang 25:	Eignung der Cluster als dezentrale Versorgungsgebiete	217
Anhang 26:	Anzahl der Feuerstätten je Brennstoff und Ort anhand Schornsteinfegerdaten	220
Anhang 27:	Kumulierte und durchschnittliche Feuerungsleistung der Feuerstätten je Ort anhand Schornsteinfegerdaten	224
Anhang 28:	Anmerkung zu Kkehrbuchdaten.....	227

Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt

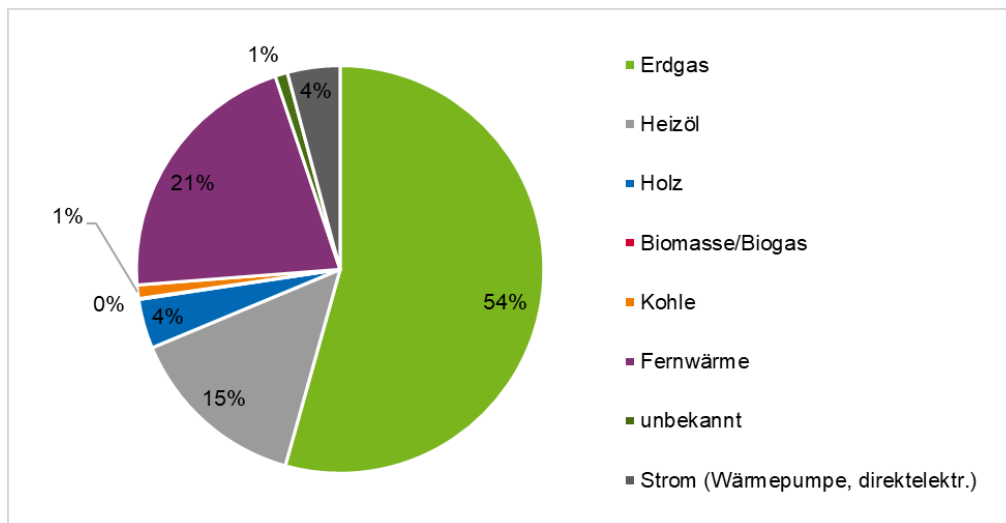
Anhang 1: Ergebnis der Eignungsprüfung für die Cluster 1 bis 4 der Gemeinde Zerbst/Anhalt

Teilgebiet		1	2	3	4
		Stadt Zerbst	Cluster West	Cluster Nord-West	Cluster Süd-West
leitungsgebundene Infrastrukturen (Bestand)	Erdgasnetze vorh.?	ja	ja	nein	nein
	Wärmenetz vorh.?	ja	nein	nein	nein
leitungsgebundene Infrastrukturen (Zukunft)	H ₂ Netz geplant?	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt
	H ₂ -Versorgung durch übergeordnete Netzebenen mgl.?	denkbar	denkbar	denkbar	denkbar
	H ₂ -Versorgung durch dezentrale Erzeugung (Elektrolyse)	geplant	unbekannt	unbekannt	unbekannt
Siedlungsstruktur	Fläche in qm	38.283.772	48.526.611	38.404.857	50.742.875
	Hauptflächennutzung	Agrarflächen	Agrarflächen	Agrarflächen	Agrarflächen
	Anteil Wohn- an Gesamtl.	10,9%	3,3%	2,5%	1,7%
	Einwohner (2020)	13.801	1.339	676	695
	EW je km ²	351,3	27,6	17,6	13,7
Industrie	Industriegebiet(e)	ja	nein	nein	nein
	Ankerkunden	Metalverarbeitung und Fleischverarbeitung	-	-	-
Potenziale erneuerbarer Energien/Abwärme	Plangebiete für Wind/PV vorhanden?	ja	nein	ja	ja
	sonstige relevante EE-Wärmequellen (Biogas, Kläranlage, Geothermie)	Biogas (Einspeisung)	Biogas (Einspeisung)	Biogas (Verstromung mit $\Sigma > 500$ kWel)	Biogas (Verstromung mit $\Sigma > 500$ kWel)
	hebbare Abwärmequellen (z.B. Industrie) vorhanden?	ja	ja	unklar	unklar
	bestehende Wärmeversorgung bereits überw. (>75%) EE?	nein	nein	nein	nein
Gebäude u. Wohnbebauung	Anzahl Gebäude bzw. Adresspunkte	2.718	537	260	241
	Wohngebäude/private Haushalte	2.325	487	240	226
	Anteil 1-2 Wohnungen	29%	59%	70%	61%
	Anteil mehr als 2 Wohnungen	71%	41%	30%	39%
	Prägung / räumliche Verteilung	zentral/kompakt	dezentral	dezentral	dezentral
	Altersstruktur Gebäude / Sanierungszustand	59,7% der Gebäude zwischen 1900 und 1945	22,6% der Gebäude vor 1900; 49% der Gebäude zwischen 1900 und 1945	82,3% der Gebäude zwischen 1900 und 1945	67,6% der Gebäude zwischen 1900 und 1945
Wärmedichte (modelliert, Status quo)	Wärmebedarfsdichte (mittleres Wetterjahr) in MWh/ha*a	253,4	91,8	57,5	60,2
	Wärmenetzeignung anhand Wärmedichte	Empfohlen für NT-Netz im Bestand	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten	Kein technisches Potenzial	Kein technisches Potenzial
Fazit verkürzte Wärmeplanung		nein	nein	ja	ja
Begründung		- Gasnetz und Wärmenetz vorhanden - höchste Wärmedichte im Untersuchungsgebiet - EE-Quellen (BGEA) - Elektrolyseur geplant	- Gasnetz vorhanden - EE-Quellen (BGEA) - Erneuerung Abwassersystem geplant, ggf. gasseltige Erschließung Gödnitz	- keine Erschließung durch Gasnetz - weder Bestands-Wärmenetz noch technisches Potenzial für Wärmenetz (sehr niedrige Wärmedichte) - keine konkreten Anhaltspunkte H ₂ -Netz	- keine Erschließung durch Gasnetz - kein Bestands-Wärmenetz - keine konkreten Anhaltspunkte H ₂ -Netz
wenn verkürzte Planung: inklusive oder exklusive vereinf. Bestandsanalyse?				inkl.	inkl.

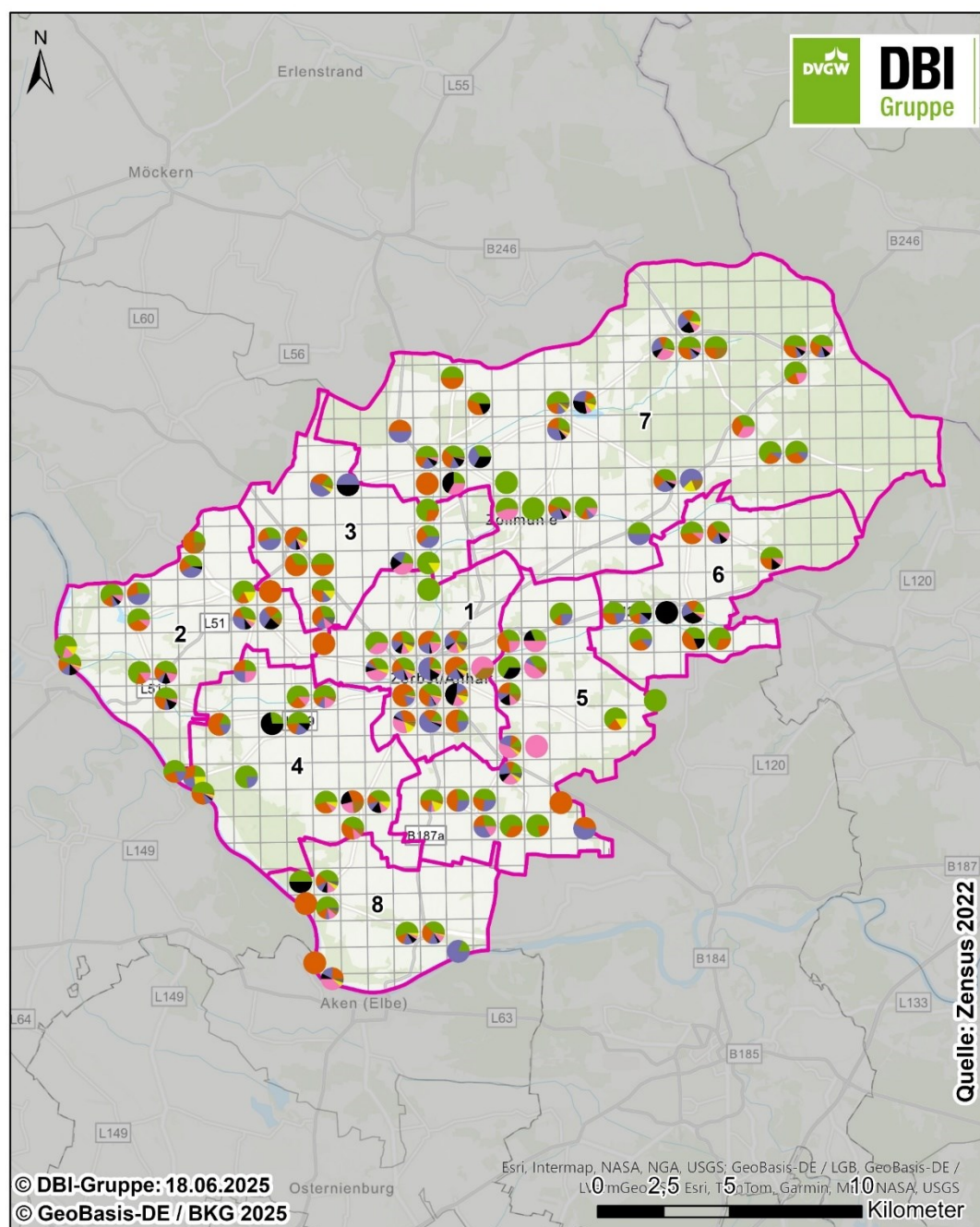
Anhang 2: Ergebnis der Eignungsprüfung für die Cluster 5 bis 8 der Gemeinde Zerbst/Anhalt

Teilgebiet		5	6	7	8	Quelle
		Cluster Süd-Ost	Cluster Ost	Cluster Nord-Ost	Cluster Süd	
leitungsgebundene Infrastrukturen (Bestand)	Erdgasnetze vorh.?	ja	nein	ja	nein	ems
	Wärmenetz vorh.?	nein	unklar	nein	nein	Stadt
leitungsgebundene Infrastrukturen (Zukunft)	H ₂ Netz geplant?	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt	ems
	H ₂ -Versorgung durch übergeordnete Netzebenen mgl.?	denkbar	unwahrscheinlich	unwahrscheinlich	denkbar	FNBs
	H ₂ -Versorgung durch dezentrale Erzeugung (Elektrolyse)	unbekannt	unbekannt	unbekannt	unbekannt	ems, Stadt
Siedlungsstruktur	Fläche in qm	58.001.368	40.586.620	162.915.258	33.100.586	BKG
	Hauptflächennutzung	Agrarflächen	Agrarflächen, Wald	Wald, Agrarflächen	Agrarflächen	BKG, OSM
	Anteil Wohn- an Gesamtl.	2,3%	2,2%	2,1%	2,2%	berechnet
	Einwohner (2020)	1.126	667	3.058	821	BKG
	EW je km ²	19,4	16,4	18,8	24,8	berechnet
Industrie	Industriegebiet(e)	ja	nein	nein	nein	BKG, OSM
	Ankerkunden	(Nordfrost GmbH)	-	-	-	Stadt, DBI-Datenbank
Potenziale erneuerbarer Energien/Abwärme	Plangebiete für Wind/PV vorhanden?	ja	nein	ja	nein	Stadt, ems
	sonstige relevante EE-Wärmequellen (Biogas, Kläranlage, Geothermie)	Biogas (Verstromung mit $\Sigma < 500$ kWel)	Biogas (Verstromung mit $\Sigma > 500$ kWel)	Biogas	Biogas (Verstromung mit $\Sigma > 500$ kWel)	DBI-Datenbank, ems
	hebbare Abwärmequellen (z.B. Industrie) vorhanden?	unklar	unklar	unklar	unklar	Stadt, Eigenrecherche
	bestehende Wärmeversorgung bereits überw. (>75%) EE?	nein	nein	nein	nein	Stadt, Eigenrecherche
Gebäude u. Wohnbebauung	Anzahl Gebäude bzw. Adresspunkte	370	231	1.198	278	DBI-Datenbank (PIVOT "Gebäude")
	Wohngebäude/private Haushalte	348	219	1.016	264	DBI-Datenbank (PIVOT "Gebäude")
	Anteil 1-2 Wohnungen	69%	66%	56%	53%	berechnet
	Anteil mehr als 2 Wohnungen	31%	34%	44%	47%	berechnet
	Prägung / räumliche Verteilung	dezentral	dezentral	dezentral	dezentral	DBI-Datenbank
	Altersstruktur Gebäude / Sanierungszustand	48,7% der Gebäude zwischen 1900 und 1945	47,6% der Gebäude zwischen 1900 und 1945	51,7% der Gebäude zwischen 1900 und 1945; 17,5% vor 1900	39,6% der Gebäude zwischen 1900 und 1945	DBI-Datenbank; Berechnungen
Wärmedichte (modelliert, Status quo)	Wärmebedarfsdichte (mittleres Wetterjahr) in MWh/ha*a	69,1	73,0	105,3	90,2	berechnet
	Wärmenetzeignung anhand Wärmedichte	Kein technisches Potenzial	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten	berechnet, BMWK Leitfaden KWP
Fazit verkürzte Wärmeplanung		nein	nein	nein	nein	
Begründung		- Gasnetz vorhanden - kein Wärmenetz im Bestand, Potenzial nicht vorh. (sehr geringe Wärmedichte) - Industrie vorhanden	- ggf. Wärmenetz vorhanden - keine Gasnetzversorgung - eine große Biogasanlage mit 1500 kW	- Gasnetz vorhanden - kein Bestands-Wärmenetz, aber Eignung für Wärmenetz im Neubaugebiet (> 100 MWh/ha) erfüllt	- kein Gasnetz - kein Wärmenetz - große BGA (Abwärmepotenzial) - Wärmenetz in Neubaugebieten anhand Wärmedichte	
wenn verkürzte Planung: inklusive oder exklusive vereinf. Bestandsanalyse?						

Anhang 3: Anteiliger Heizungsbestand in der Gemeinde Zerbst/Anhalt (Bezugsgröße: Gebäudeanzahl) [11]

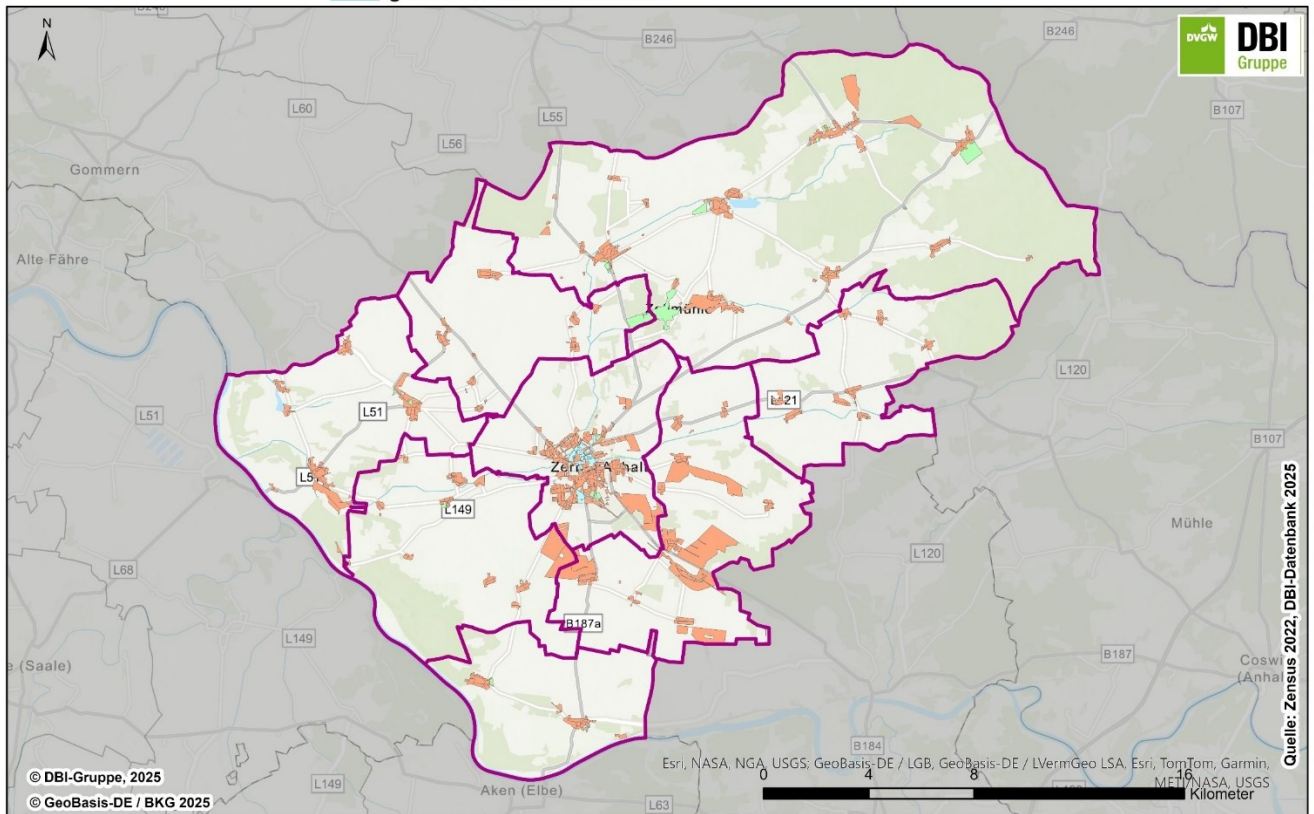


Anhang 4: Regionale Verteilung der Baualtersklassen von Gebäuden mit Wohnraum anhand Zensus 2022 (1 km Gitter) [11]



Anhang 5: Überwiegender Gebäudetyp auf Baublockebene in der Stadt Zerbst/Anhalt [11, 12]

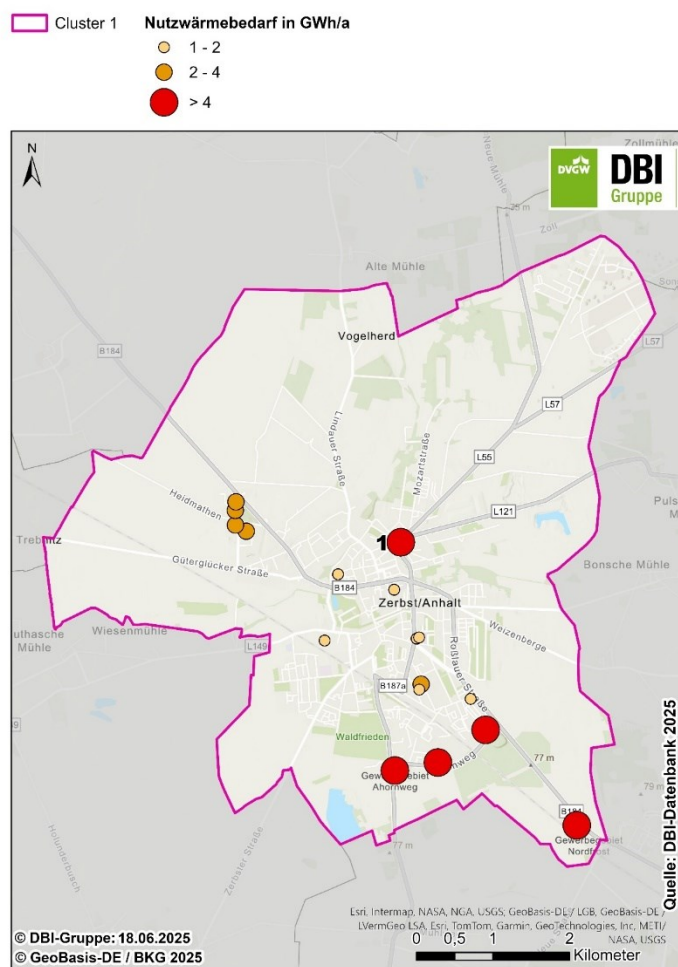
- Untersuchungsgebiet
- überwiegender Gebäudetyp
 Einfamilienhaus
 kleines Mehrfamilienhaus
 großes Mehrfamilienhaus



Anhang 6: Angenommene Wirkungsgrade/Jahresarbeitszahlen für Bestands- u. Potenzialanalyse [7, 41, 48]

Energieträger/Technologie	Wirkungsgrad / Jahresarbeitszahl
Öl	0,93
Holz (Hackschnitzel)	0,94
Biomasse (Pellet)	0,85
Wärmepumpe	3,05
Strom (Direktheizung)	1,00
Kohle	0,80
unbekannt	0,75
Gas	0,95
Fernwärme Leitungsverluste (Mix)	0,75
Tiefengeothermie	0,73
Biomethan KWK-Anlage	0,85
Aufdach Solarthermie	0,45
H ₂ KWK-Anlage	0,54
H ₂ Therme	0,95

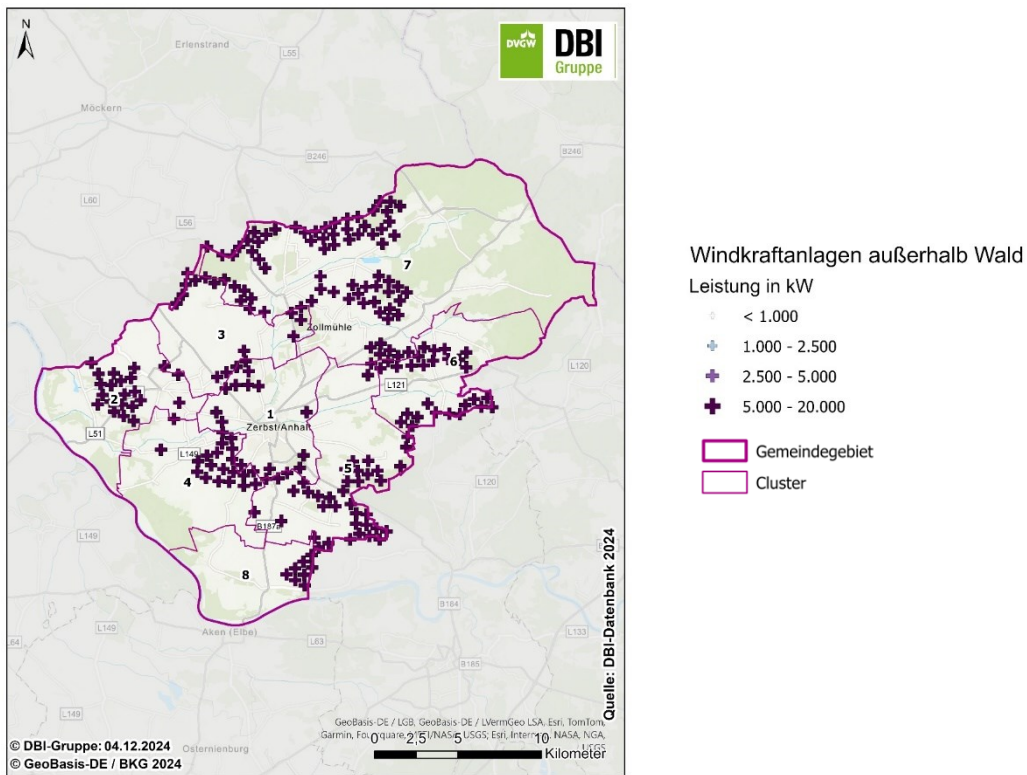
Anhang 7: Standorte von Großverbrauchern mit Wärmebedarfen (Nutzenergie) größer 1 GWh/a



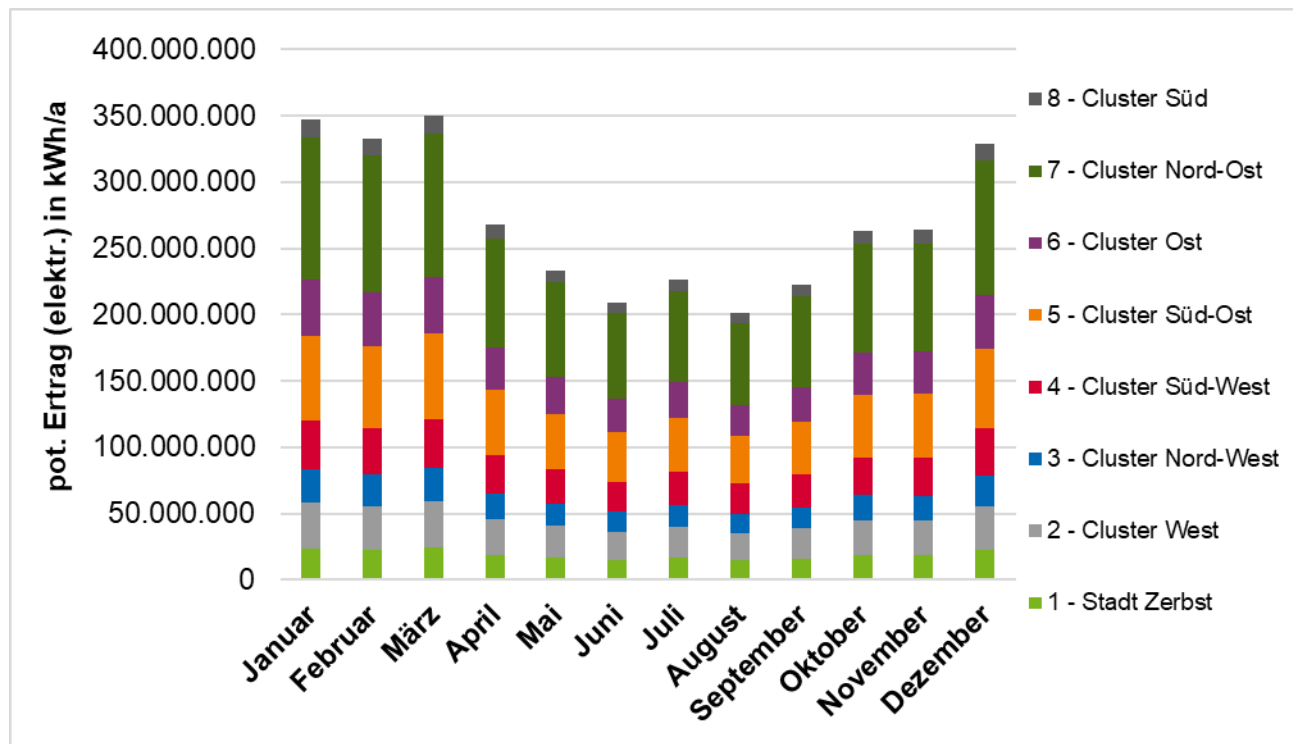
Anhang 8: Annahmen zur Modellierung der Strom- und Wärmepotenziale aus Erneuerbare-Energie-Anlagen

Potenzialart/ Anlagentyp	Datenbasis	Kennwert	Wert/Einheit
EE-Bestandsanlagen	Marktstammdatenregister	elektr. Leistung	kW
	Literatur	Jahres-Performance Ratio PV	75 %
	Deutscher Wetterdienst: Windgeschwindigkeiten	Zeitraum Windgeschwindigkeit	1995-2021 m/s
Solar-Dachanlagen	DBI-Gebäudedatensatz (Standorte, Gebäudeumrisse, Dachflächen)	Neigung (Satteldach)	30°
		Nutzbare Dachfläche für PV/Thermie = halbe Dachfläche minus Schornsteine, Fenster, etc.	0,5*Dachfl.*0,75 in m ²
		Spezifische Leistung PV-Modul	300 W / 1,6 m ²
		Solarthermie-Wirkungsgrad	45 %
		Ausrichtung	Individuelle Annäherung anhand Gebäudeinfos
		Jahres-Performance Ratio	75 %
Solar-Freiflächenanlagen	Agora-Energiewende Potenzialflächen	Ausrichtung	Südausrichtung mit 30° Neigungswinkel
		Nutzbare Fläche	50 % der ausgewiesenen Flächen
		Spezifische Leistung PV-Modul	300 W / 1,6 m ²
		Jahres-Performance Ratio	75 %
		Solarthermie-Wirkungsgrad	45 %
Windkraftanlagen	Marktstammdatenregister (Bestand)	Abstand zwischen Anlagen	4-facher Rotordurchmesser
	Agora-Energiewende Potenzialflächen	Ausschlüsse (Flächen)	Schutzwürdige Gebiete
		Siedlungsabstand	1.000 m
		Nennleistung elektr. Modellanlage	5,5 MW
		Nabenhöhe Modellanlage	161 m
		Rotordurchmesser Modellanlage	158 m
Biogasanlagen (BHKW)	Marktstammdatenregister	elektr. Leistung	kW
		Volllaststunden	Individuell anhand Inbetriebnahmejahr in h/a
		Elektr./therm. Wirkungsgrad	Individuell anhand Leistung in %

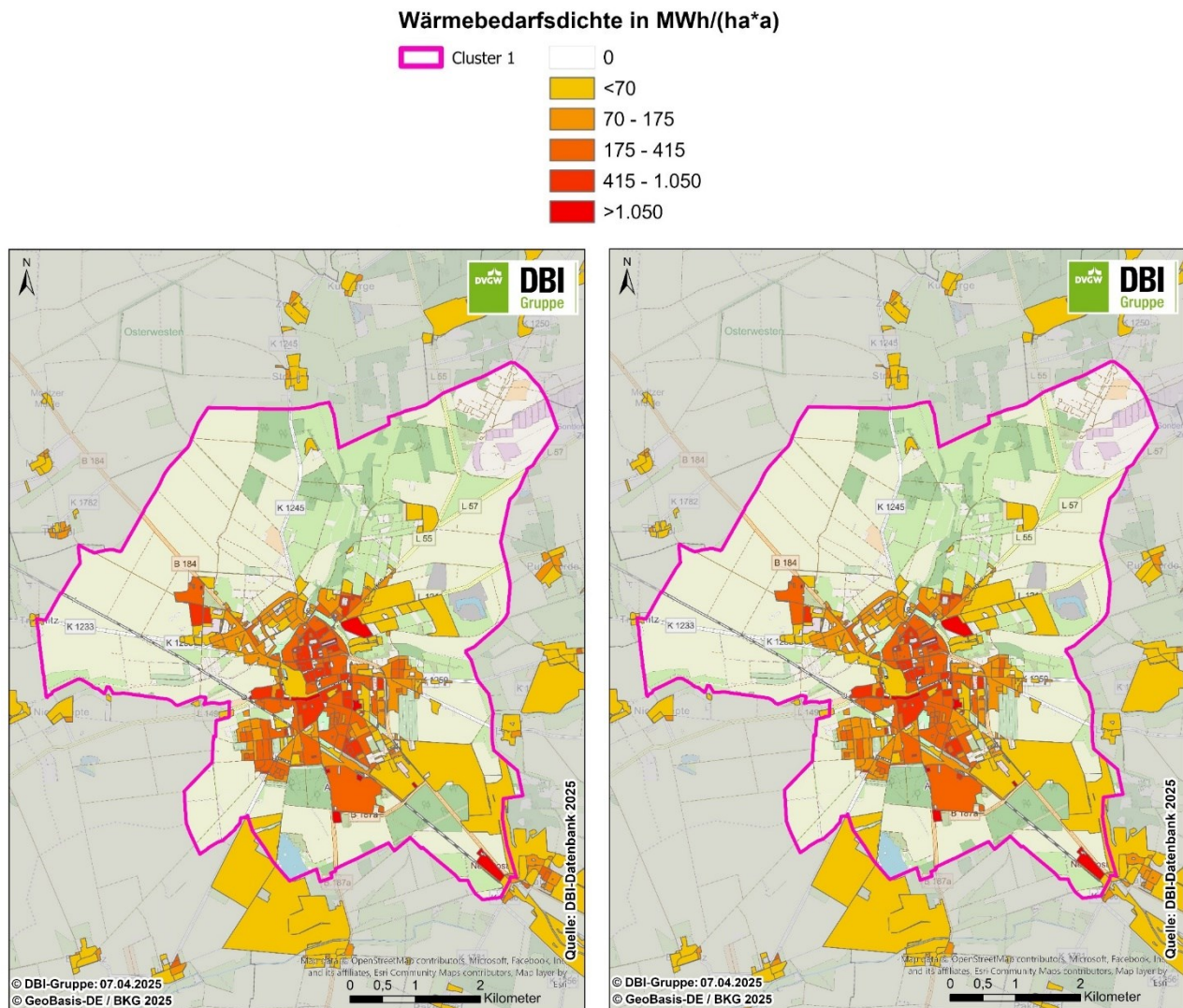
Anhang 9: Identifizierte theoretische Standorte und elektrische Nennleistung von Windkraftanlagen in Zerbst/Anhalt



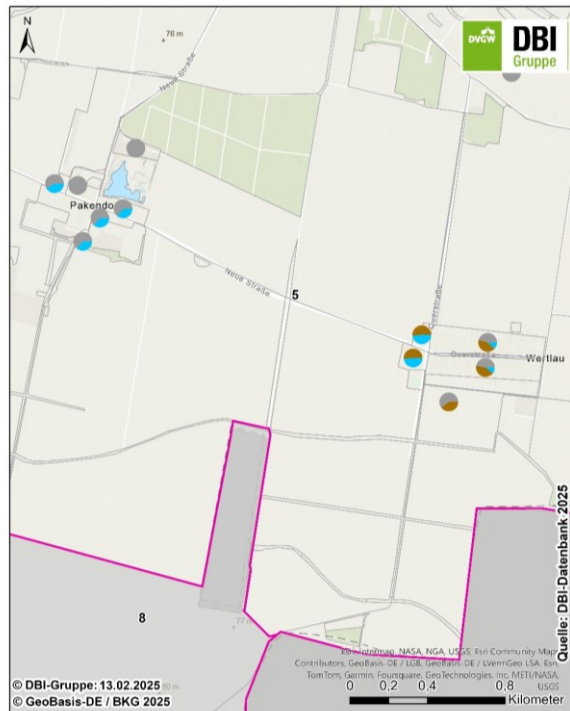
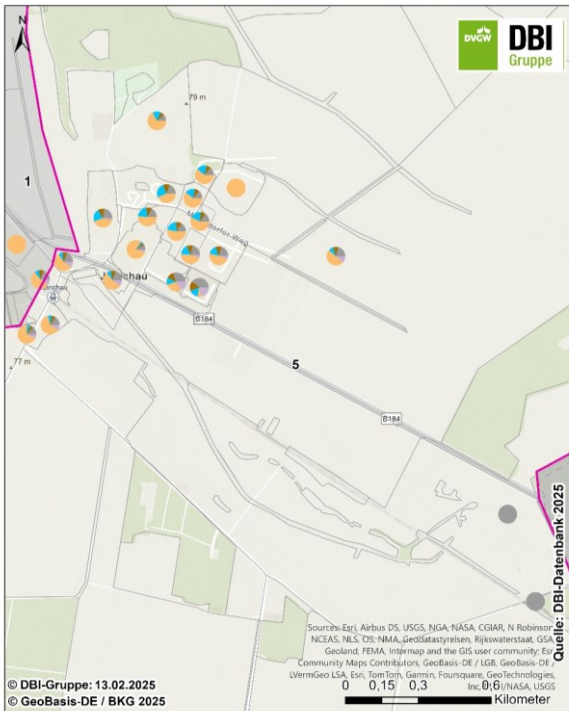
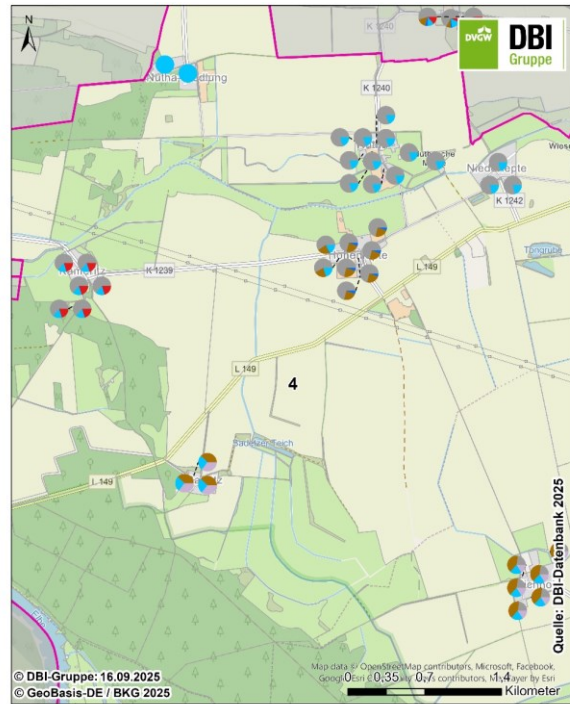
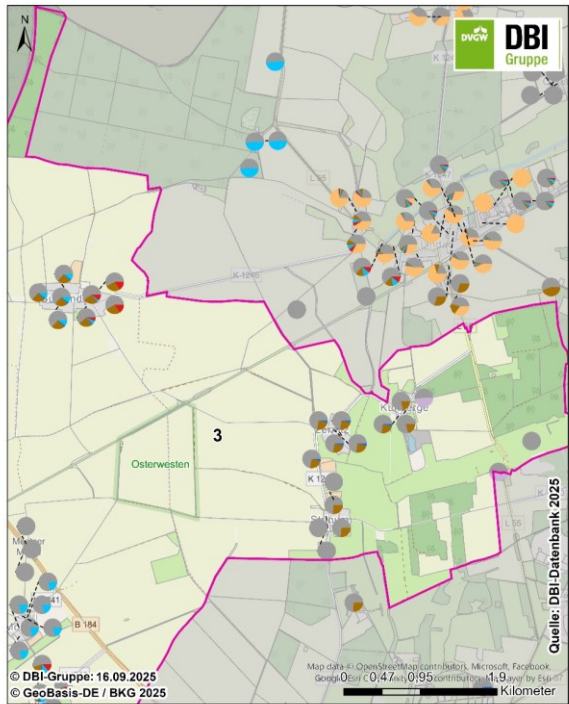
Anhang 10: Monatsscharfes Ertragsprofil der Stromerzeugung aus potenziellen (weiteren) Windkraftanlagen in der Stadt Zerbst/Anhalt



Anhang 11: Entwicklung der Wärmebedarfsdichten in der Kernstadt Zerbst (Cluster 1) anhand der Wärmebedarfsprognose; links: 2030, rechts: 2045

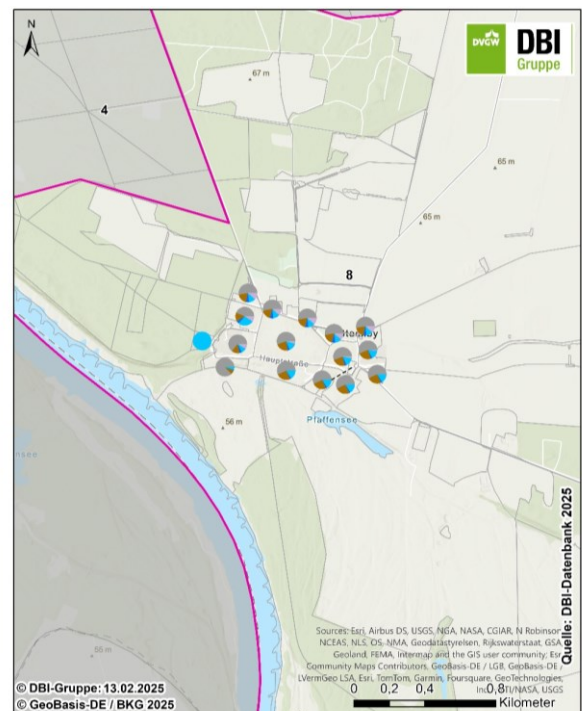
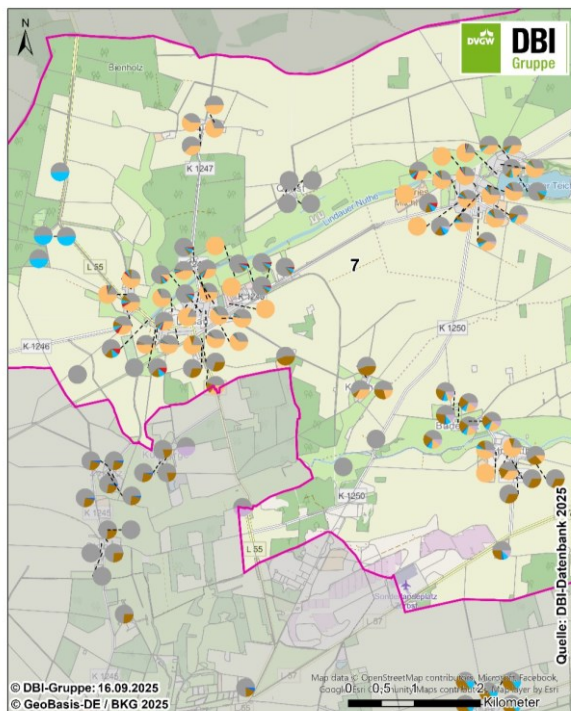
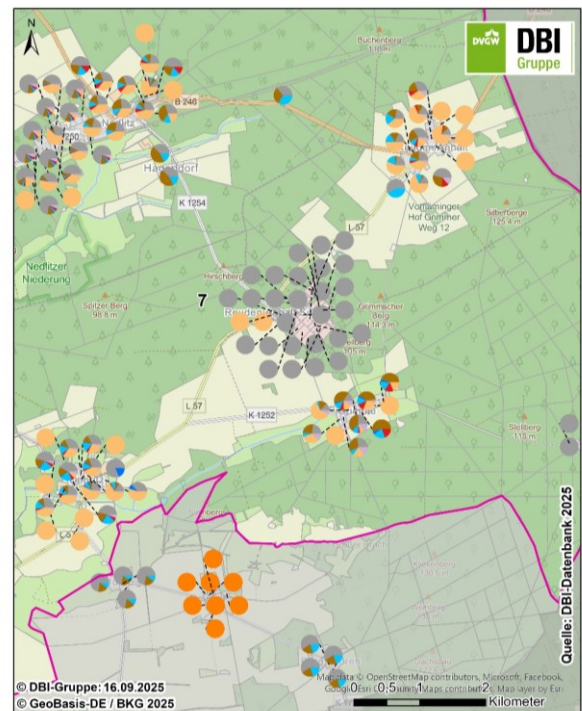
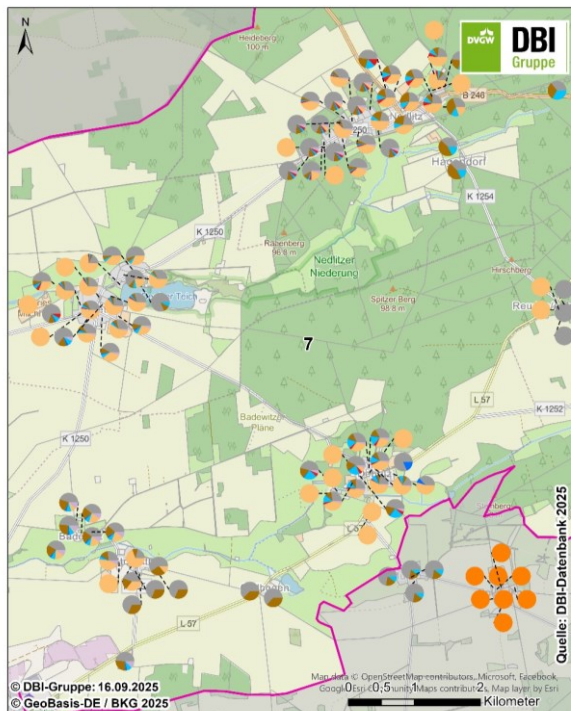


Anhang 12: Endenergieträgerverteilung je Baublock zum Status quo; weitere Ortsteile der Cluster 3 bis 5



Anhang 13: Endenergieträgerverteilung je Baublock zum Status quo; weitere Ortsteile des Clusters 7

Energieträgerverteilung zur Wärmebereitstellung



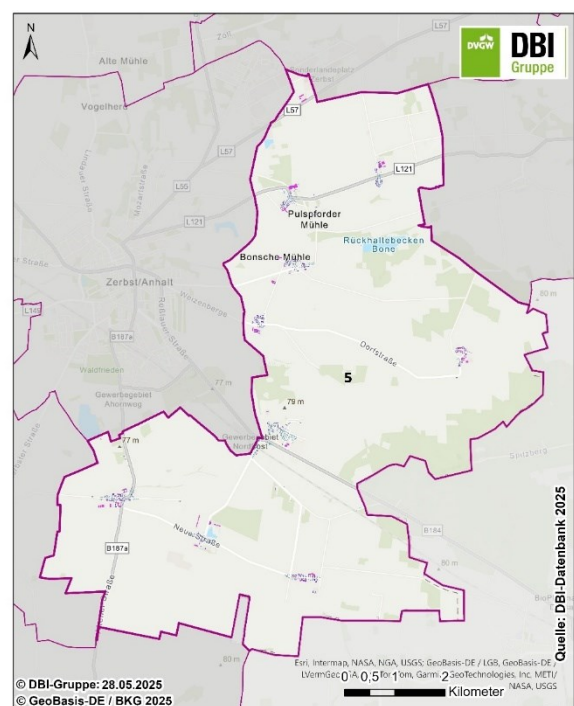
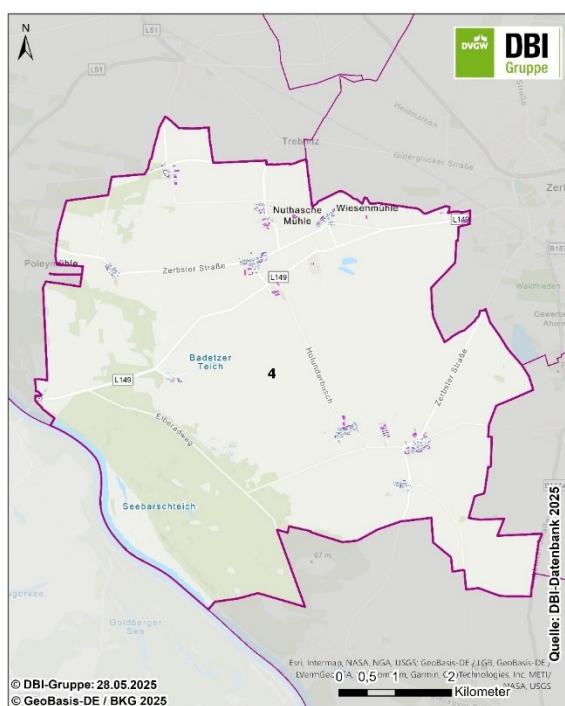
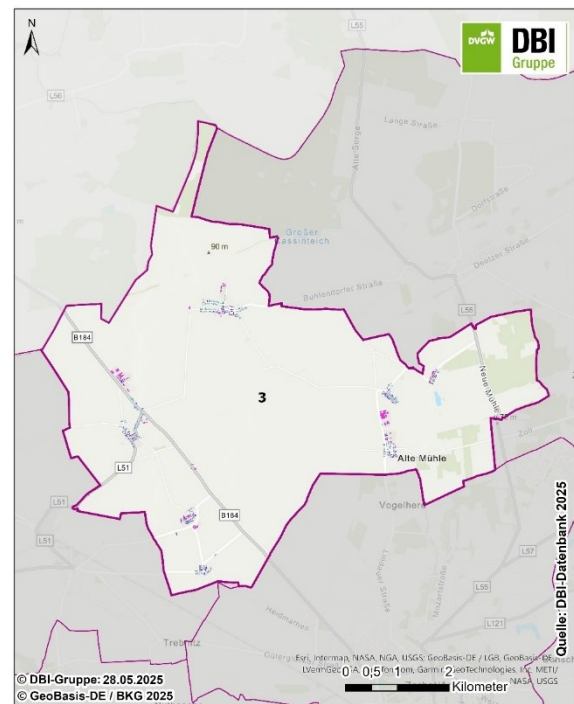
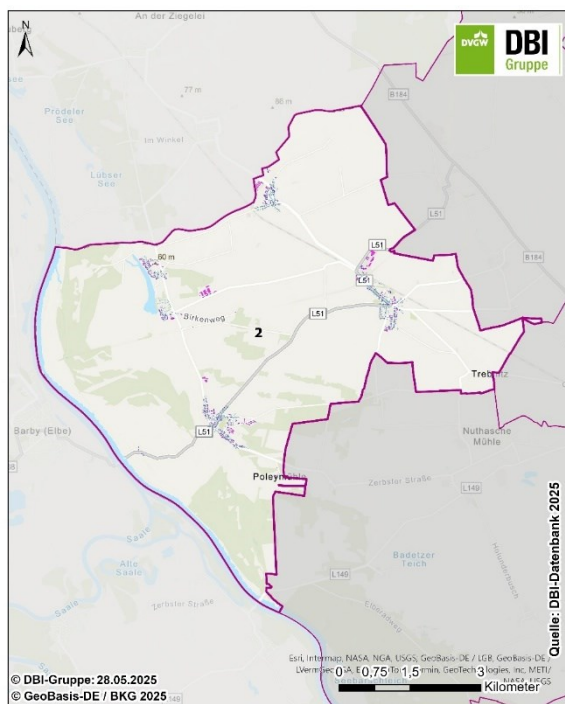
Anhang 14: PV-Dachflächenpotenziale für die Cluster 2 bis 5

- Gemeindegebiet
- Cluster

PV-Erträge

PV-Erträge in kWh/a

- < 10.000
- 10.000 - 25.000
- 25.000 - 50.000
- 50.000 - 100.000
- > 100.000



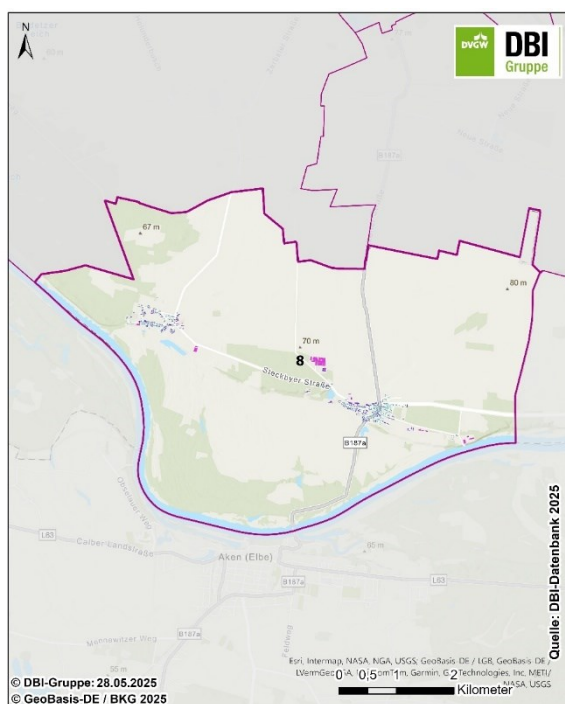
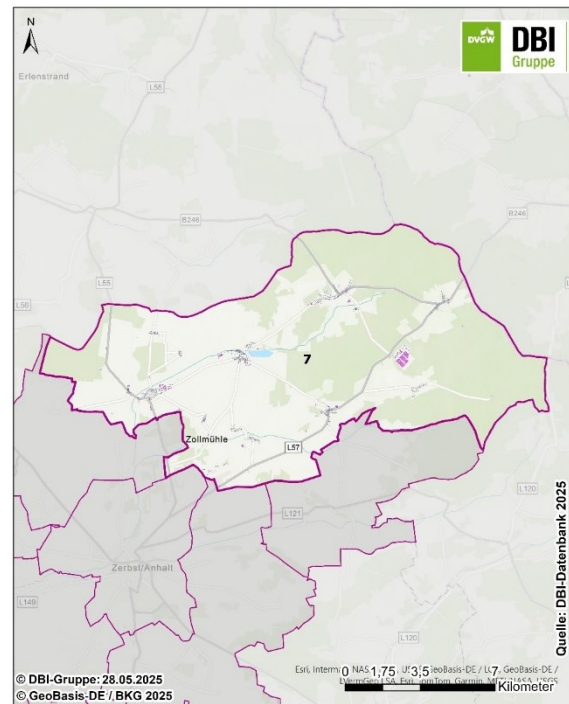
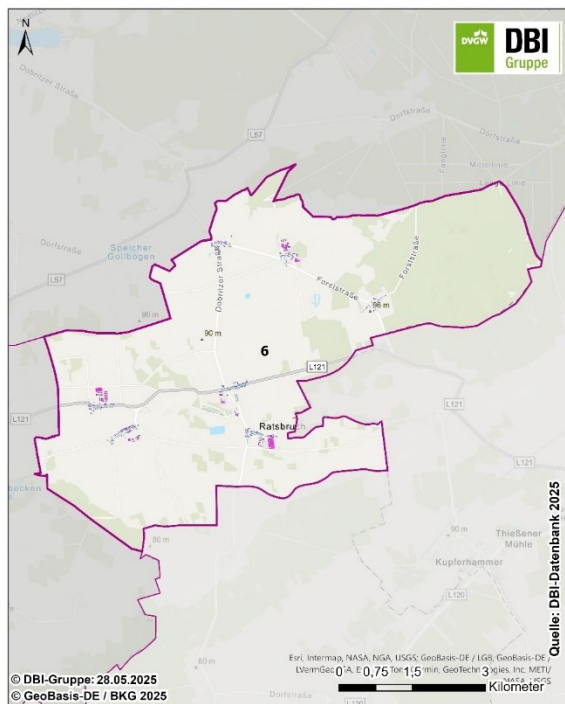
Anhang 15: PV-Dachflächenpotenziale für die Cluster 6 bis 8

- Gemeindegebiet
- Cluster

PV-Erträge

PV-Erträge in kWh/a

- < 10.000
- 10.000 - 25.000
- 25.000 - 50.000
- 50.000 - 100.000
- > 100.000



Anhang 16: Übersicht zu den angenommenen THG-Emissionsfaktoren bis 2045 (Wärmeerzeugung)
[27]

Wärmeerzeugung <i>Jeweils in t CO₂-Äquivalent pro MWh Endenergie</i>		2020	2021	2030	2035	2040	2045
	Heizöl	0,318	0,311	0,311	0,311	0,311	0,311
	Erdgas	0,247	0,233	0,233	0,233	0,233	0,233
	Braunkohle	0,411	0,473	0,473	0,473	0,473	0,473
	Steinkohle	0,438	0,431	0,431	0,431	0,431	0,431
	Abfall	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121
	Holz	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
	Biogas	0,090	0,090	0,086	0,083	0,081	0,079
	Synthetisches Methan		0,041	0,036	0,034	0,031	0,029
	Synthetisches Methanol		0,048	0,044	0,042	0,041	0,039
	Elektrische Wärmepumpe	0,137	0,029	0,028	0,028	0,028	0,027
	Stromdirektheizung	0,438	0,057	0,056	0,055	0,054	0,053
	Solarthermie	0,025	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
	Tiefe Geothermie (Wärmeerzeugung)		0,036	0,025	0,020	0,014	0,008
	Abwärme aus Prozessen		0,040	0,038	0,037	0,036	0,035
Wärmenetz aus KWK	Brennstoff: Stein-/Braunkohle	0,260	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
	Gasförmiger und flüssiger Brennstoff	0,260	0,180	0,171	0,171	0,171	0,167
	Erneuerbarer Brennstoff	0,260	0,040	0,039	0,039	0,038	0,037
Wärmenetz aus Heizwerk	Brennstoff: Stein-/Braunkohle	0,260	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
	Gasförmiger und flüssiger Brennstoff	0,260	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
	Erneuerbarer Brennstoff	0,260	0,060	0,042	0,033	0,024	0,014
	Wärmenetzleitungen		0,043	0,042	0,041	0,040	0,040
Wärmenetz individuell Zerbst	Mix	0	0	0,174	0,142	0,123	0,110
Wärmenetz individuell Polenzko	Abwärme-Biogas-KWK	0	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035
	Biomethan	0,135	0,134	0,128	0,122	0,116	0,110

Anhang 17: Übersicht zu den angenommenen THG-Emissionsfaktoren bis 2045 (Stromerzeugung) [27]

Stromerzeugung Jeweils in t CO₂-Äquivalent pro MWh Endenergie		2020	2021	2030	2035	2040	2045
	Wasserkraft	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
	Windkraft	0,010	0,010	0,009	0,009	0,008	0,007
	Fotovoltaik	0,040	0,040	0,035	0,033	0,030	0,027
	Geothermie	0,089	0,089	0,080	0,076	0,071	0,066
	Festbrennstoffe, Holz	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
	Flüssige Biomasse	0,116	0,116	0,113	0,112	0,110	0,109
	Biogas	0,097	0,097	0,092	0,090	0,087	0,085
	Synthetisches Methan		0,041	0,036	0,034	0,031	0,029
	Klärgas/Deponiegas	0,051	0,051	0,048	0,047	0,046	0,045
	Wasserstoff		0,050	0,035	0,027	0,019	0,011
	Strom-Mix-D (UBA)		0,485				
	Strom-Mix-D (IINAS Szenario)	0,438		0,270	0,151	0,032	0,032

Anhang 18: Nutzwärmebedarf Szenario Mix

Cluster	Technologie	Jahr 2030 in kWh/a	Jahr 2035 in kWh/a	Jahr 2040 in kWh/a	Jahr 2045 in kWh/a
Zerbst	Wärmepumpe	20.602.966	29.626.846	37.664.211	50.189.057
	Elektroheizung	20.602.966	29.626.846	37.664.211	50.189.057
	Biomasse Pelletheizung	2.085.870	2.085.870	2.085.870	2.085.870
	Biomethan- einspeise- anlage	41.633.915	41.633.915	41.633.915	39.966.106
	H2-KWK	10.615.715	14.133.614	17.281.191	20.086.295
	H2-Therme	10.615.715	14.133.614	17.281.191	20.086.295
	Fernwärme	0	0	0	0
	Heizöl	4.290.099	2.855.889	1.551.955	0
	Erdgas	100.154.345	66.672.050	36.231.118	0
	Kohle	698.352	464.888	252.631	0
	Unbekannt/ LPG	1.014.349	675.245	366.944	0
	Summe	212.314.290	201.908.777	192.013.238	182.602.679
West	Wärmepumpe	1.052.251	1.250.850	1.427.456	1.538.496
	Elektroheizung	1.052.251	1.100.748	1.141.964	1.266.996
	Biomasse Pelletheizung	924.325	924.325	924.325	924.325
	Biomethan- einspeise- anlage	1.706.303	2.477.988	3.167.714	4.234.160
	Aufdach Solarthermie	526.126	750.510	951.637	1.085.997
	Heizöl	1.913.408	1.205.759	550.526	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	436.397	290.506	157.868	0
	Unbekannt/ LPG	399.780	266.131	144.622	0
	Zusätzliches Biomethan	2.511.671	1.739.985	1.050.259	0
	Summe	10.522.511	10.006.803	9.516.370	9.049.973
Nord West	Wärmepumpe	918.697	1.259.845	1.564.086	1.958.392
	Elektroheizung	918.697	1.259.845	1.564.086	1.958.392
	Biomasse Pelletheizung	1.050.177	1.050.177	1.050.177	1.050.177
	Heizöl	2.708.701	1.803.163	979.880	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	151.060	100.560	54.646	0
	Unbekannt/ LPG	27.811	18.513	10.061	0
	Summe	5.775.142	5.492.103	5.222.935	4.966.959
Süd West	Wärmepumpe	235.720	679.568	1.077.410	1.656.459
	Elektroheizung	1.561.068	1.731.987	1.882.403	2.013.915
	Biomasse Pelletheizung	804.993	804.993	804.993	804.993
	Heizöl	2.220.525	1.478.188	803.281	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	175.432	116.784	63.463	0
	Unbekannt/ LPG	205.823	137.015	74.457	0
	Summe	5.203.560	4.948.534	4.706.007	4.475.366

Süd Ost	Wärmepumpe	657.527	781.627	891.984	1.060.335
	Elektroheizung	575.336	625.302	668.988	706.890
	Biomasse Pelletheizung	1.199.876	1.199.876	1.199.876	1.199.876
	Biomethan- einspeise- anlage	1.265.851	1.887.552	2.442.391	3.218.184
	Aufdach Solarthermie	410.954	586.220	743.320	883.612
	Heizöl	2.257.487	1.667.097	1.119.946	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	203.953	135.770	73.781	0
	Unbekannt/ LPG	279.910	186.334	101.258	0
	Zusätzliches Biomethan	1.368.195	746.494	191.655	0
	Summe	8.219.089	7.816.272	7.433.197	7.068.896
Ost	Wärmepumpe	177.074	177.074	177.074	177.074
	Elektroheizung	376.605	588.375	588.375	588.375
	Biomasse Pelletheizung	1.022.087	1.022.087	1.022.087	1.022.087
	Fernwärme	0	0	0	0
	Abwärme Biogas-KWK- Anlage	1.303.229	1.771.728	2.378.402	3.164.671
	Heizöl	2.585.264	1.720.992	935.227	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	166.030	110.525	60.062	0
	Unbekannt/ LPG	127.700	85.009	46.196	0
	Summe	5.757.988	5.475.790	5.207.421	4.952.206
Nord Ost	Wärmepumpe	3.517.735	4.014.397	4.772.065	5.445.824
	Elektroheizung	3.517.735	4.014.397	4.772.065	5.445.824
	Biomasse Pelletheizung	2.058.255	2.058.255	2.058.255	2.058.255
	Biomethan- einspeise- anlage	6.736.083	9.148.604	10.667.251	13.522.851
	Aufdach Solarthermie	1.758.868	2.508.998	3.181.377	3.781.822
	Heizöl	11.220.326	7.969.817	4.339.836	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	375.696	250.098	135.909	0
	Unbekannt/ LPG	273.369	181.980	98.892	0
	Zusätzliches Biomethan	5.719.285	3.306.764	1.788.117	0
	Summe	35.177.352	33.453.311	31.813.766	30.254.575
Süd	Wärmepumpe	1.055.941	1.412.060	1.759.373	2.362.101
	Elektroheizung	823.932	1.175.326	1.428.202	1.653.468
	Biomasse Pelletheizung	1.003.888	1.003.888	1.003.888	1.003.888
	Aufdach Solarthermie	549.288	652.959	776.197	885.787
	Heizöl	3.108.123	2.069.056	1.182.318	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	85.591	56.978	32.559	0

	Unbekannt/ LPG	239.334	159.323	91.042	0
	Summe	6.866.096	6.529.589	6.209.574	5.905.243

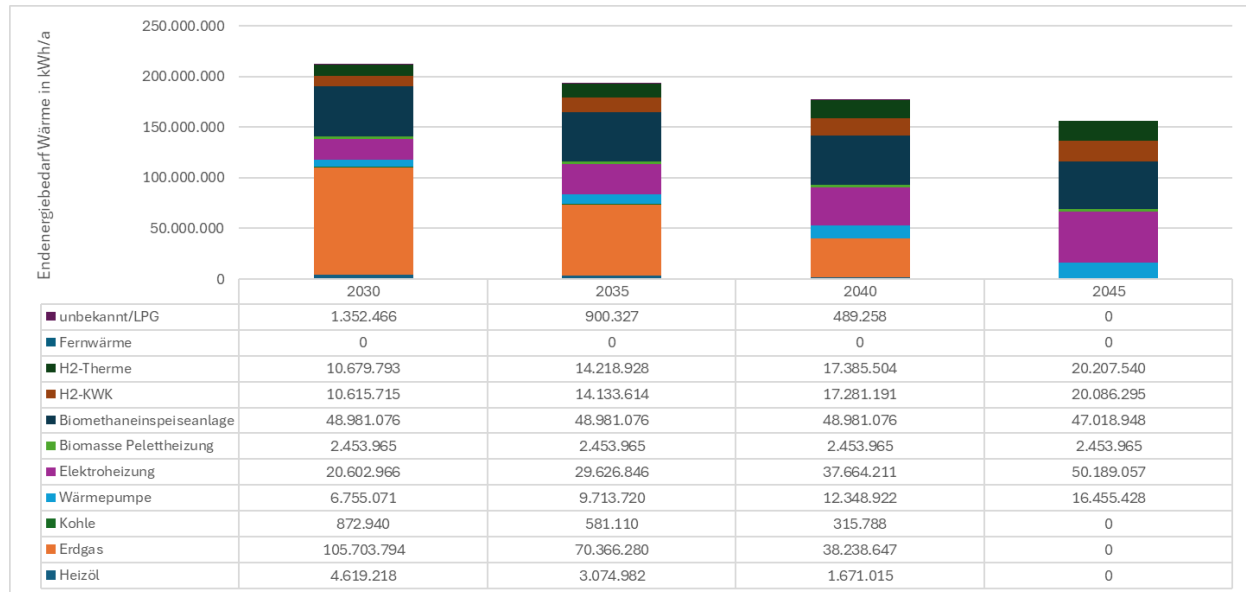
Anhang 19: Nutzwärmebedarf Szenario Biomethan

Cluster	Technologie	Jahr 2030 in kWh/a	Jahr 2035 in kWh/a	Jahr 2040 in kWh/a	Jahr 2045 in kWh/a
Zerbst	Wärmepumpe	13.966.043	23.624.123	32.246.540	42.364.022
	Elektroheizung	13.966.043	23.624.123	32.246.540	42.364.022
	Biomasse Pellettheizung	13.966.043	23.624.123	32.246.540	42.364.022
	Biomethan-einspeise-anlage	62.901.961	59.011.282	55.513.918	54.153.559
	Fernwärme	13.966.043	23.624.123	32.246.540	42.364.022
	Abwärme Biogas-KWK-Anlage	1.357.054	1.357.054	1.357.054	1.357.054
	Heizöl	4.290.099	2.855.889	1.551.955	0
	Erdgas	100.154.345	66.672.050	36.231.118	0
	Kohle	698.352	464.888	252.631	0
	Unbekannt/ LPG	1.014.349	675.245	366.944	0
	Summe	212.314.290	201.908.777	192.013.238	182.602.679
West	Wärmepumpe	52.719	93.063	110.390	124.890
	Elektroheizung	730.902	933.635	1.100.092	1.247.086
	Biomasse Pellettheizung	1.087.441	1.087.441	1.087.441	1.087.441
	Biomethan-einspeise-anlage	3.390.193	4.390.283	5.315.173	6.590.557
	Heizöl	3.597.298	3.171.730	1.723.591	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	436.397	363.133	197.335	0
	Unbekannt/ LPG	399.780	354.841	192.829	0
	Zusätzliches Biomethan	827.780	0	0	0
	Summe	10.522.511	10.006.803	9.516.370	9.049.973
Nord West	Wärmepumpe	866.271	1.070.960	1.253.505	1.490.088
	Elektroheizung	866.271	1.070.960	1.253.505	1.490.088
	Biomasse Pellettheizung	1.155.029	1.427.947	1.671.339	1.986.784
	Heizöl	2.708.701	1.941.495	1.055.053	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	151.060	125.700	68.308	0
	Unbekannt/ LPG	27.811	24.685	13.414	0
	Summe	5.775.142	5.492.103	5.222.935	4.966.959
Süd West	Wärmepumpe	216.815	268.046	313.734	372.947
	Elektroheizung	1.517.705	1.876.319	2.196.137	2.610.630
	Biomasse Pellettheizung	867.260	1.072.183	1.254.935	1.491.789
	Heizöl	2.220.525	1.591.588	864.906	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	175.432	145.980	79.329	0
	Unbekannt/ LPG	205.823	182.687	99.276	0
	Summe	5.203.560	4.948.534	4.706.007	4.475.366
Süd Ost	Wärmepumpe	173.667	173.667	173.667	598.029
	Elektroheizung	1.199.769	1.199.769	1.199.769	1.482.348
	Biomasse Pellettheizung	1.065.762	1.065.762	1.065.762	1.065.762

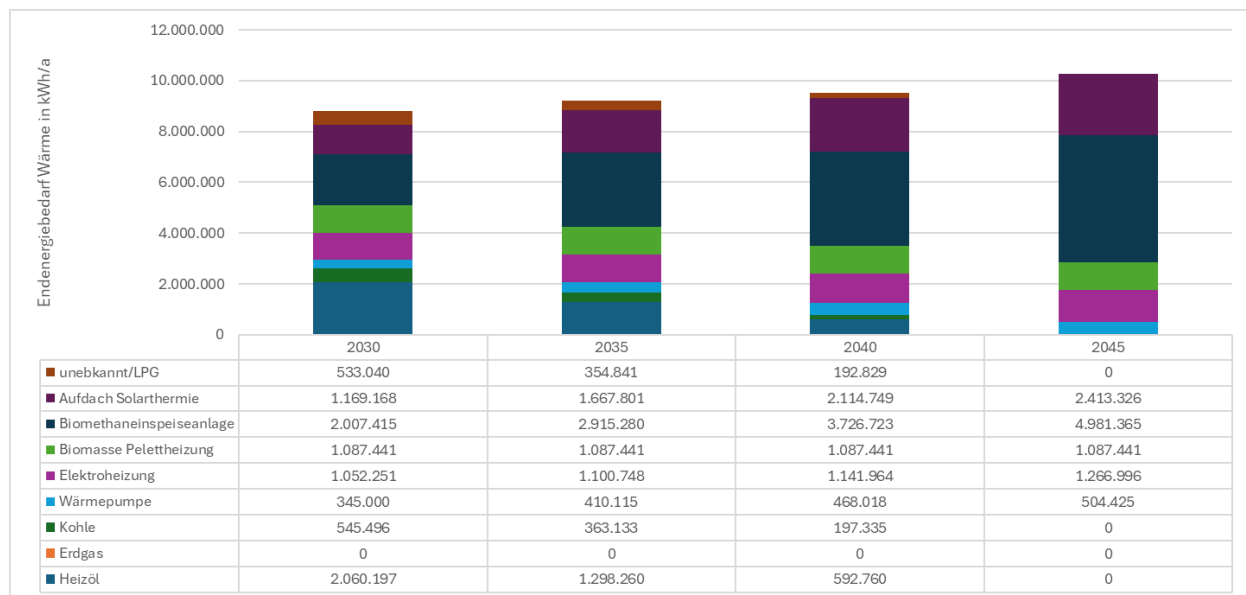
	Biomethan-einspeise-anlage	1.670.347	2.641.379	2.852.249	3.267.648
	Abwärme Biogas-KWK-Anlage	0	0	655.111	655.111
	Heizöl	2.661.982	2.598.752	1.412.221	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	203.953	169.713	92.226	0
	Unbekannt/ LPG	279.910	248.446	135.011	0
	Zusätzliches Biomethan	963.699	0	0	0
	Summe	8.219.089	7.816.272	7.433.197	7.068.896
Ost	Wärmepumpe	177.074	177.074	177.074	177.074
	Elektroheizung	376.605	376.605	376.605	376.605
	Biomasse Pelletheizung	1.022.087	1.022.087	1.022.087	1.022.087
	Fernwärme	0	0	0	0
	Abwärme Biogas-KWK-Anlage	1.303.229	1.983.498	2.590.172	3.376.441
	Heizöl	2.585.264	1.853.020	1.006.974	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	166.030	138.157	75.077	0
	Unbekannt/ LPG	127.700	113.345	61.594	0
	Summe	5.757.988	5.475.790	5.207.421	4.952.206
Nord Ost	Wärmepumpe	763.349	836.333	1.059.398	2.117.820
	Elektroheizung	1.523.179	1.672.666	2.121.978	3.933.095
	Biomasse Pelletheizung	2.286.528	2.508.998	3.181.377	5.445.824
	Biomethan-einspeise-anlage	13.015.620	16.726.656	19.088.260	18.757.837
	Heizöl	16.939.611	12.141.676	6.598.064	0
	Erdgas	0	0	0	0
	Kohle	375.696	312.623	169.886	0
	Unbekannt/ LPG	273.369	242.640	131.856	0
	Summe	35.177.352	33.453.311	31.813.766	30.254.575
Süd	Wärmepumpe	343.305	391.775	434.670	472.420
	Elektroheizung	686.610	783.551	807.245	826.734
	Biomasse Pelletheizung	1.029.915	1.044.734	1.055.628	1.062.944
	Abwärme Biogas-KWK-Anlage	1.373.219	2.024.173	2.670.117	3.543.146
	Heizöl	Heizöl [kWh/a]	3.108.123	2.227.785	1.273.020
	Erdgas	Erdgas [kWh/a]	0	0	0
	Kohle	Kohle [kWh/a]	85.591	71.222	40.698
	Unbekannt/ LPG	unbekannt/ LPG [kWh/a]	239.334	212.431	121.389
	Summe	6.866.096	6.529.589	6.209.574	5.905.243

Anhang 20: Endenergiebedarf Szenario Mix

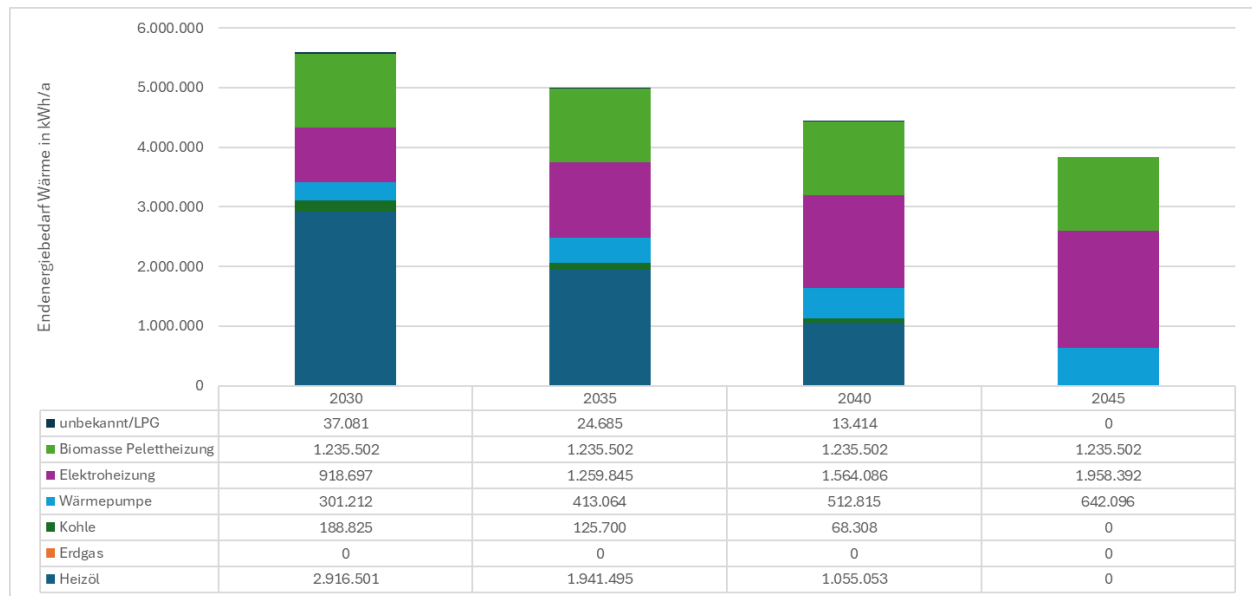
Cluster Zerbst:



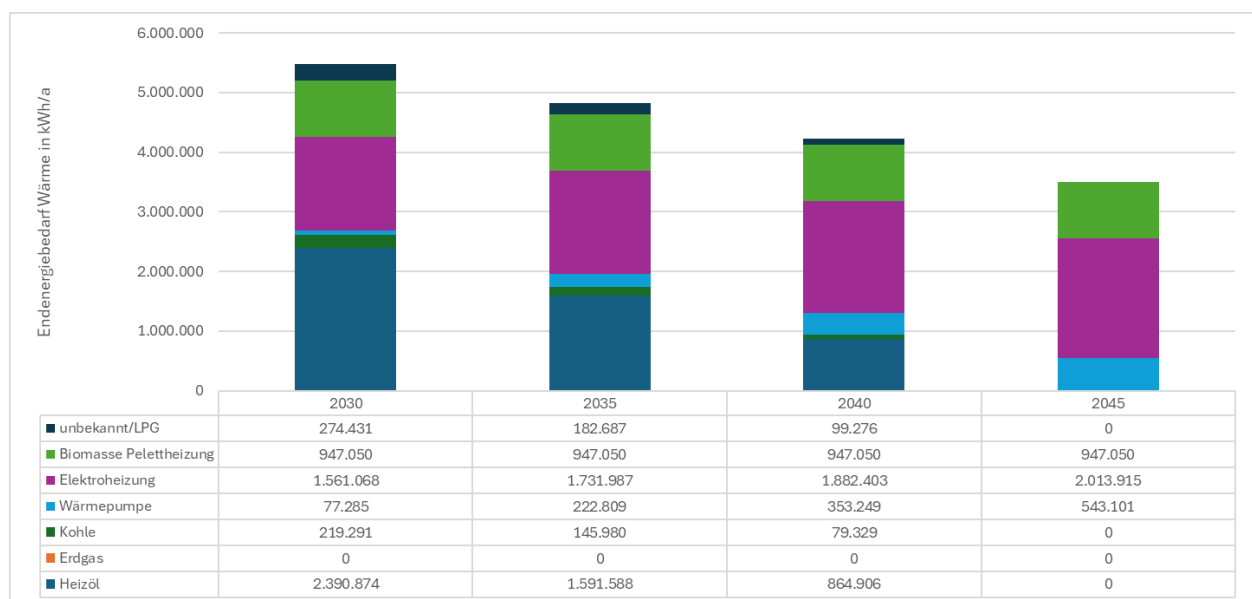
Cluster West:



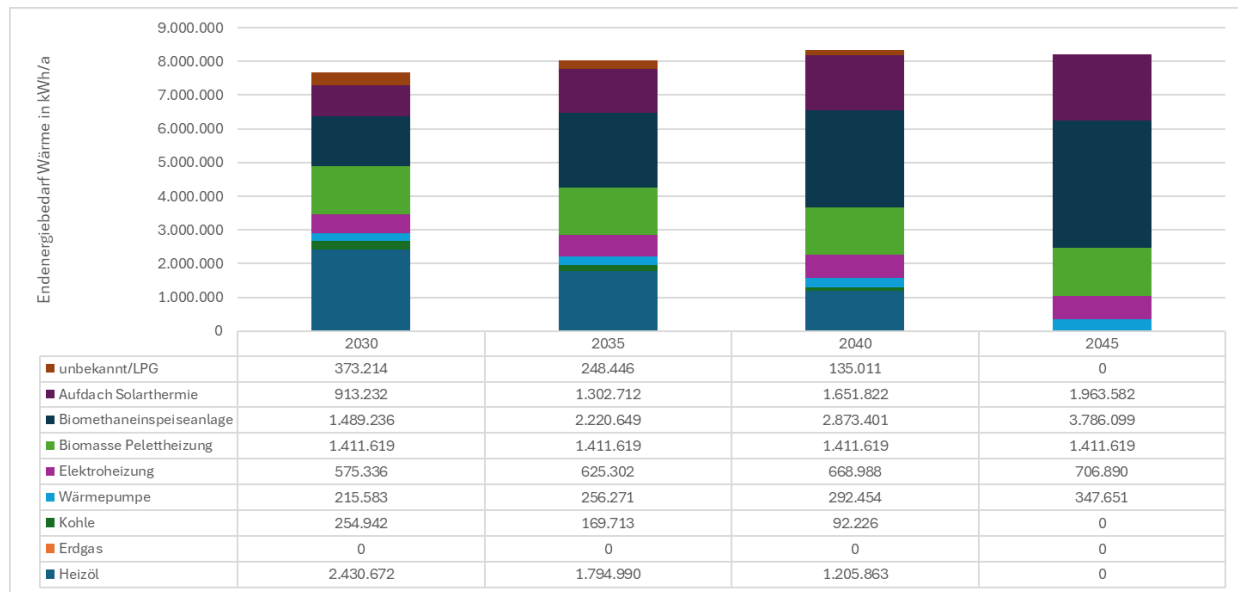
Cluster Nord West:



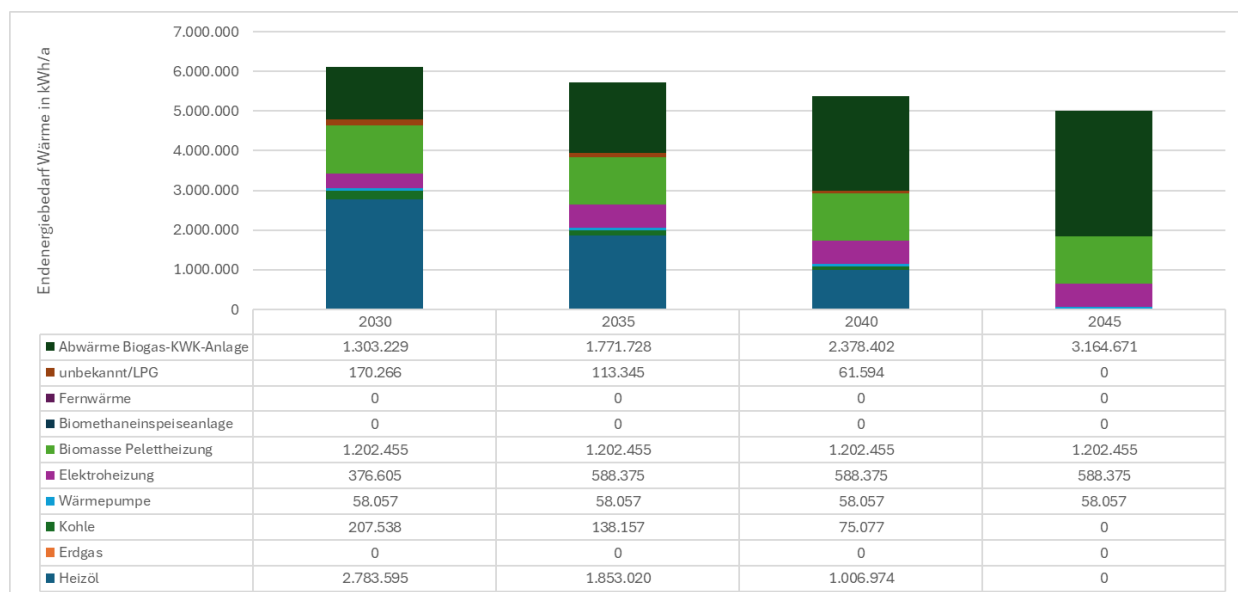
Cluster Süd West:



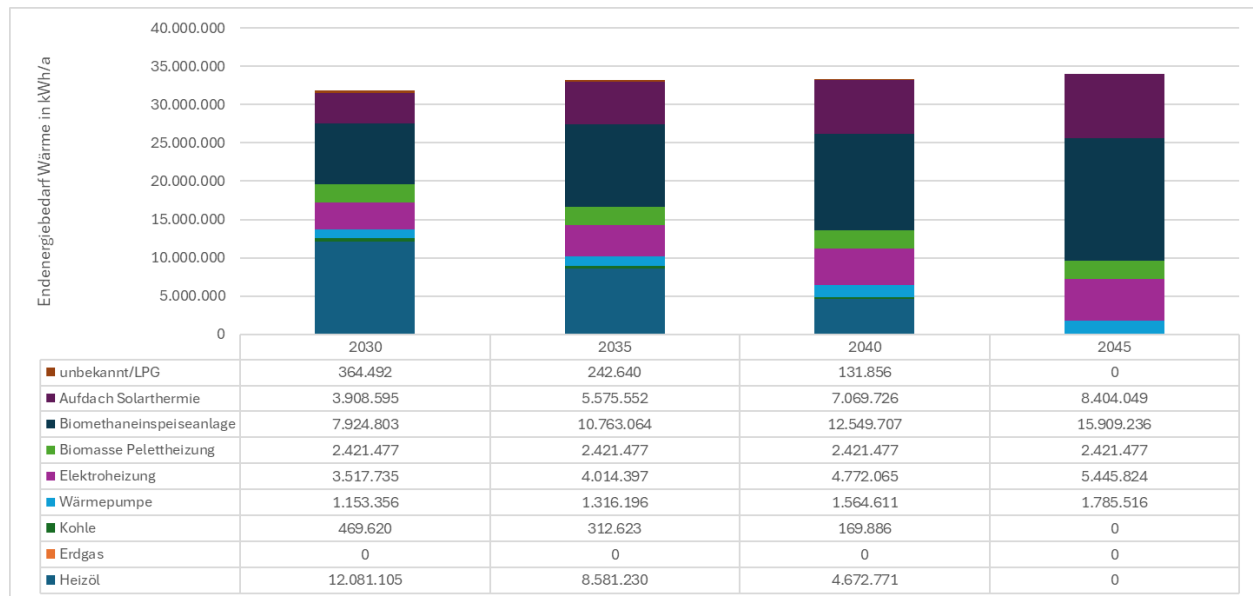
Cluster Süd Ost:



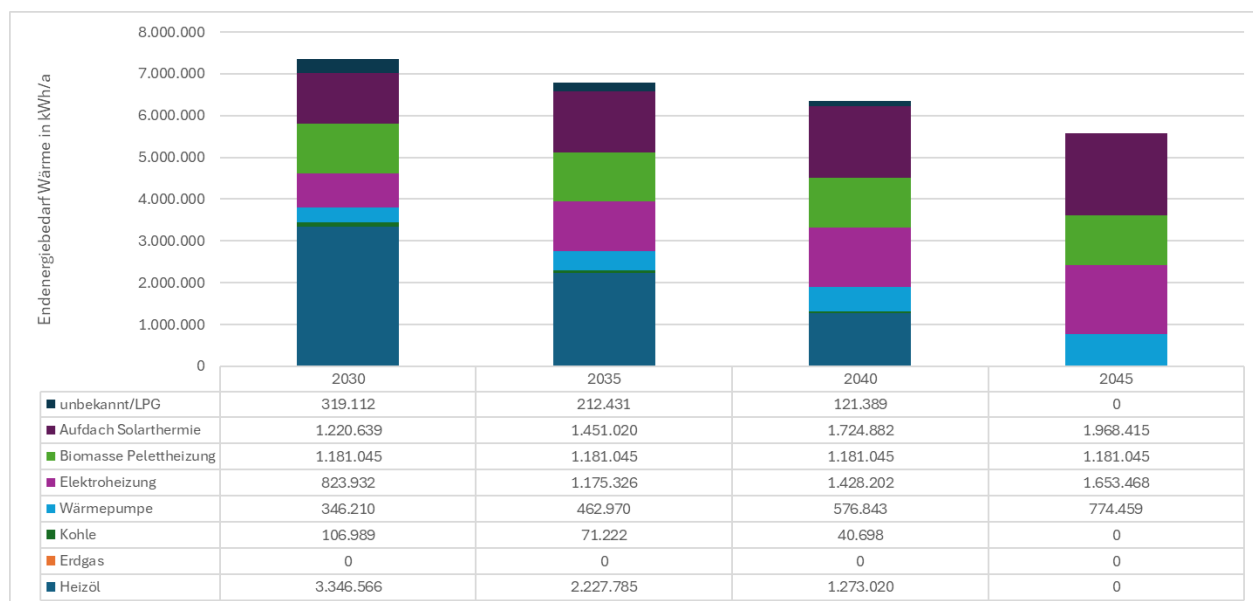
Cluster Ost:



Cluster Nord Ost:

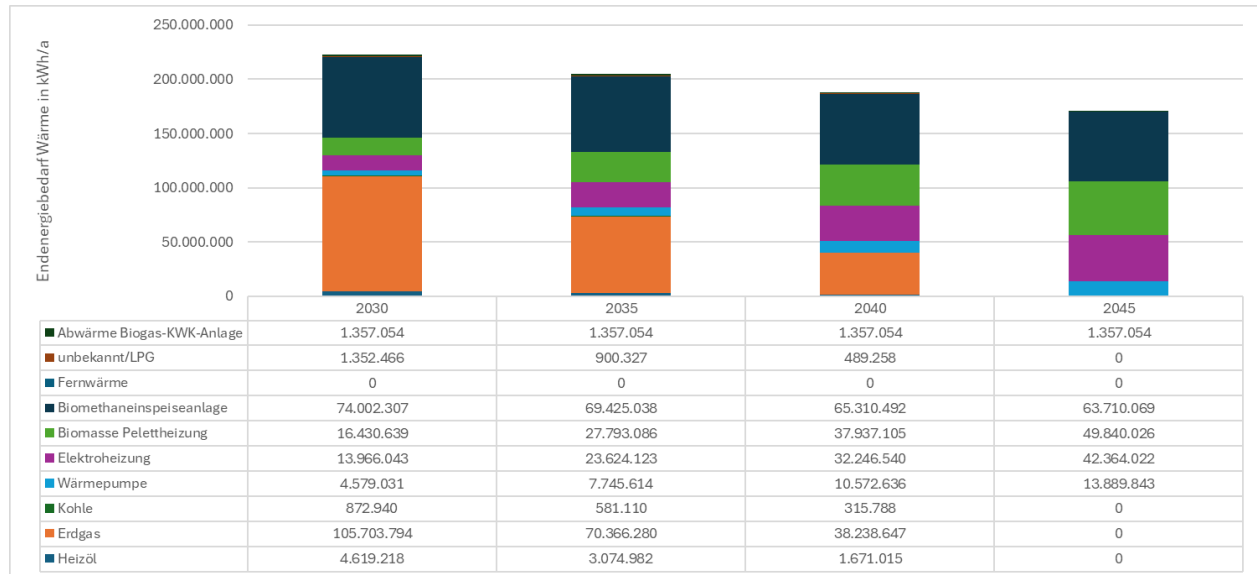


Cluster Süd:

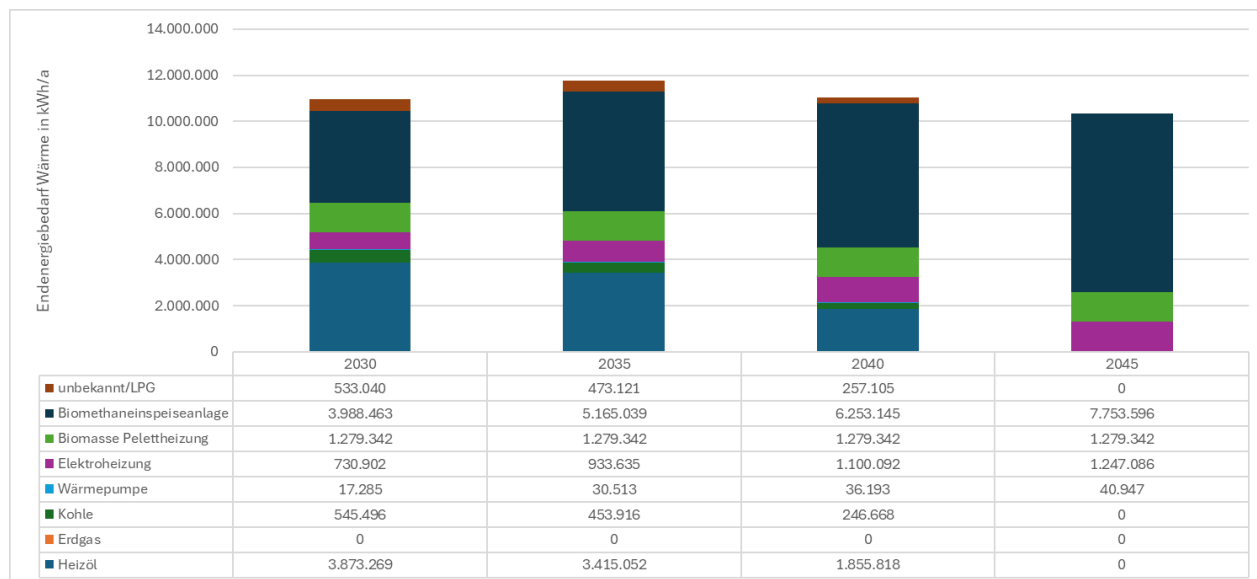


Anhang 21: Endenergiebedarf Szenario Biomethan

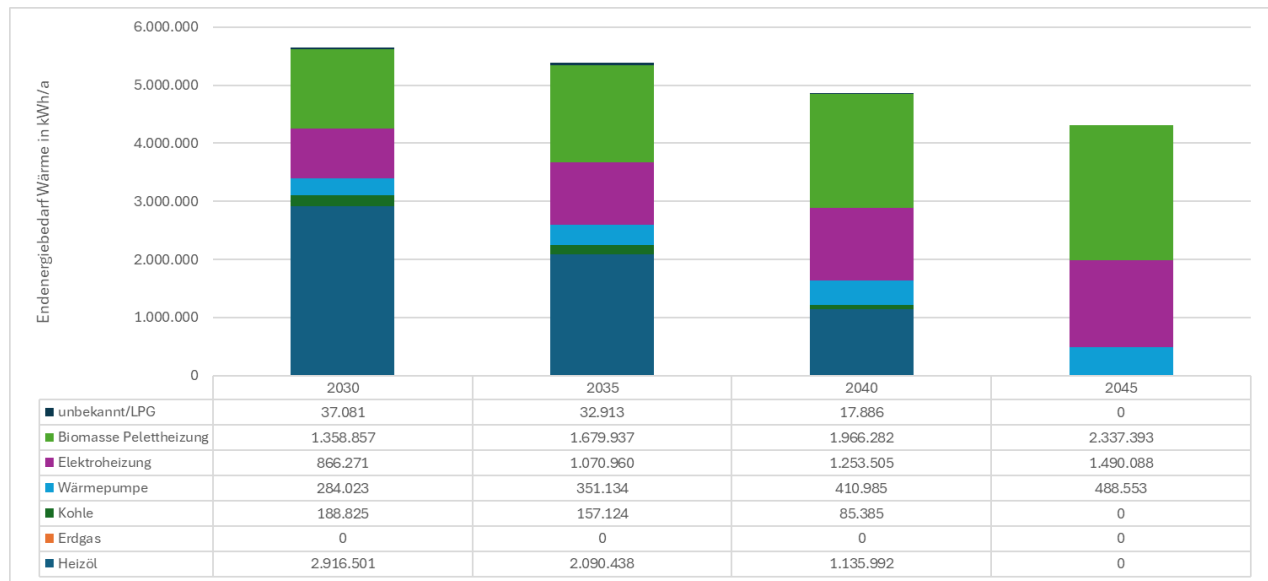
Cluster Zerbst:



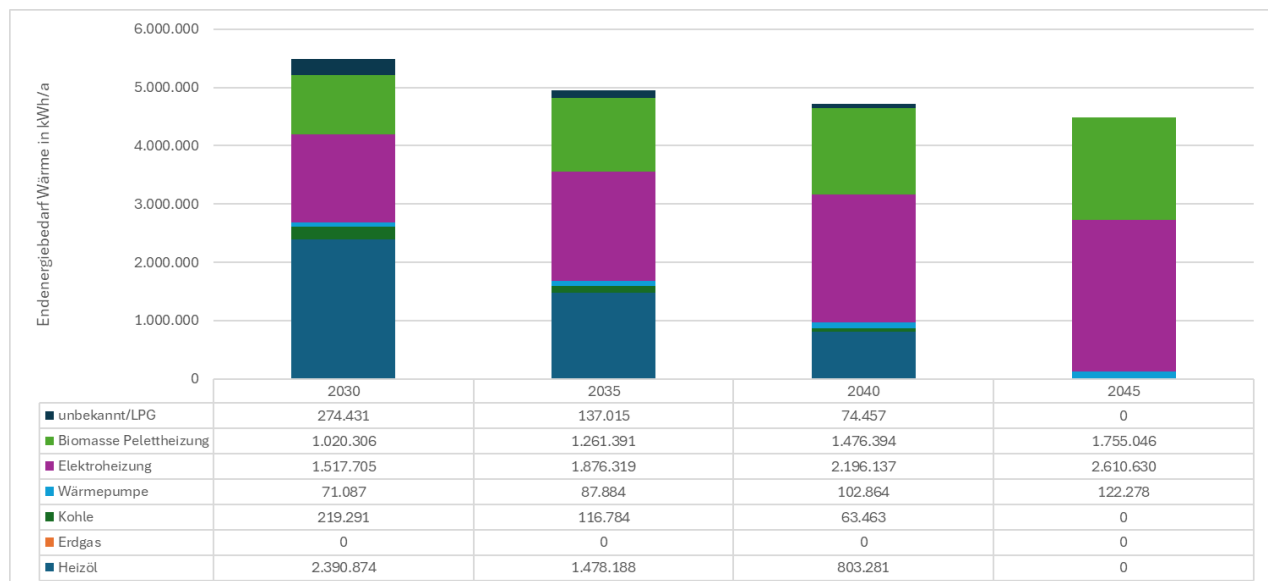
Cluster West:



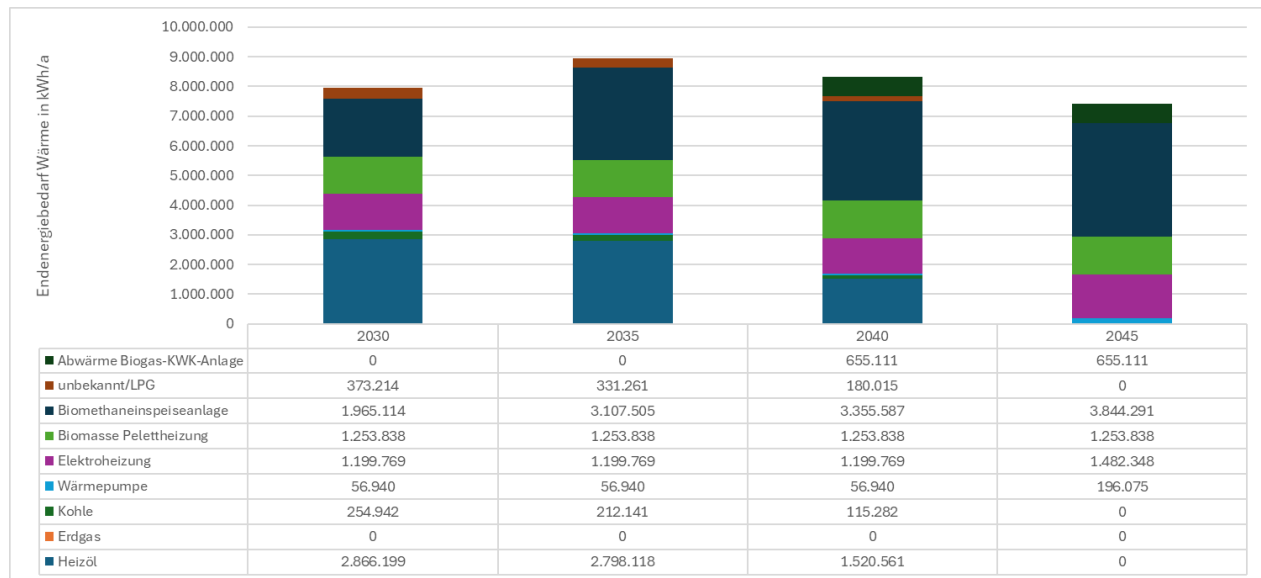
Cluster Nord West:



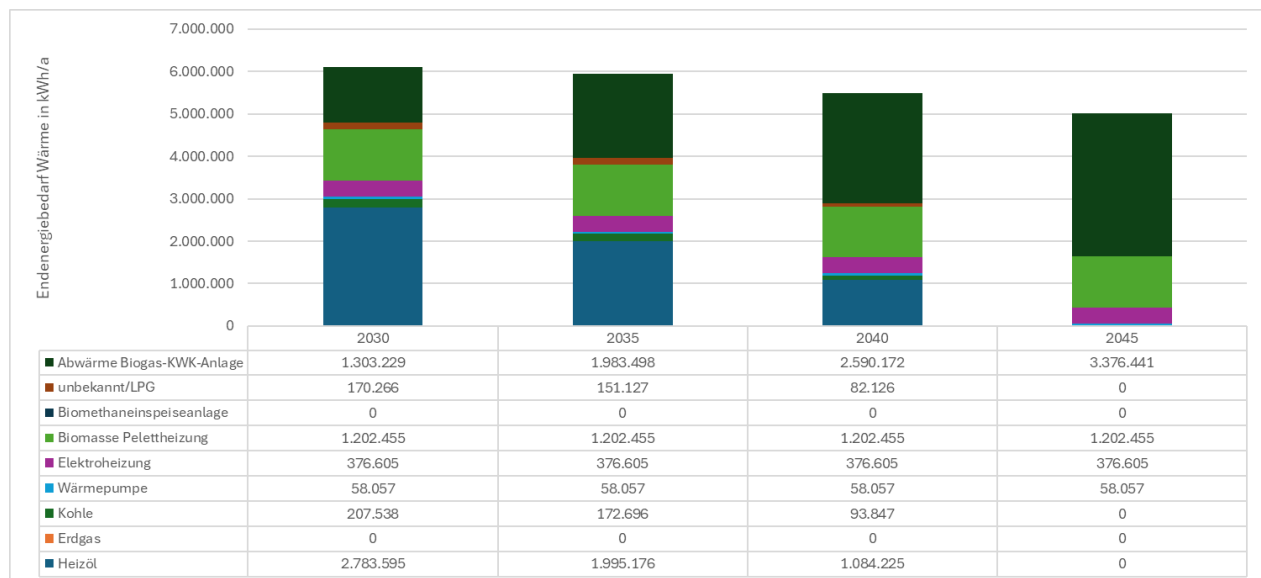
Cluster Süd West:



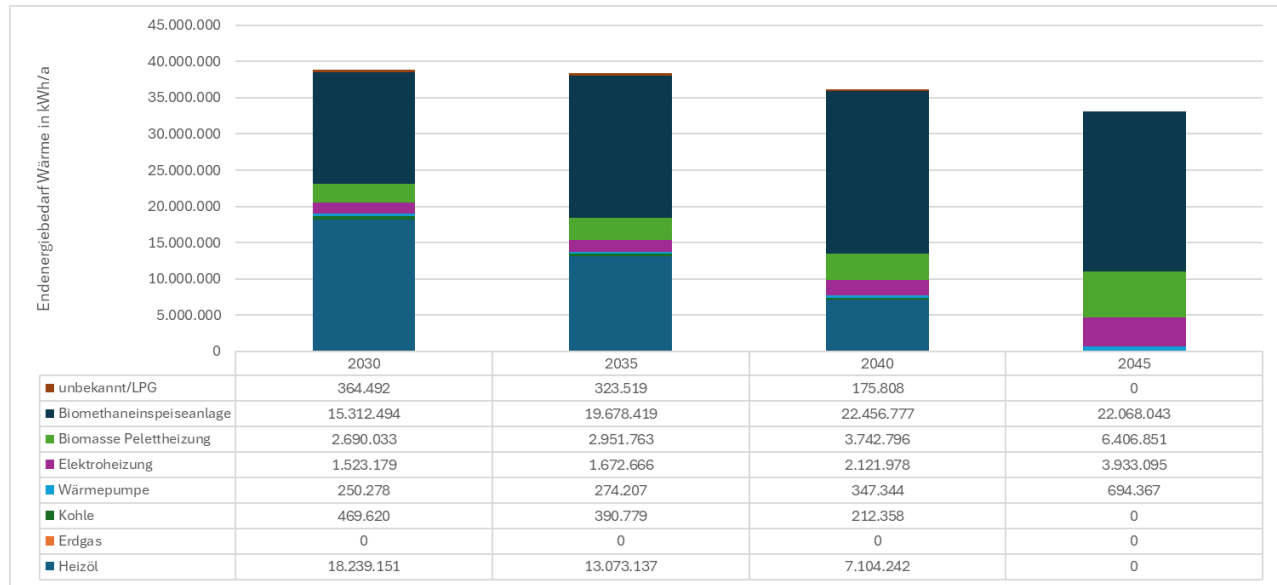
Cluster Süd Ost:



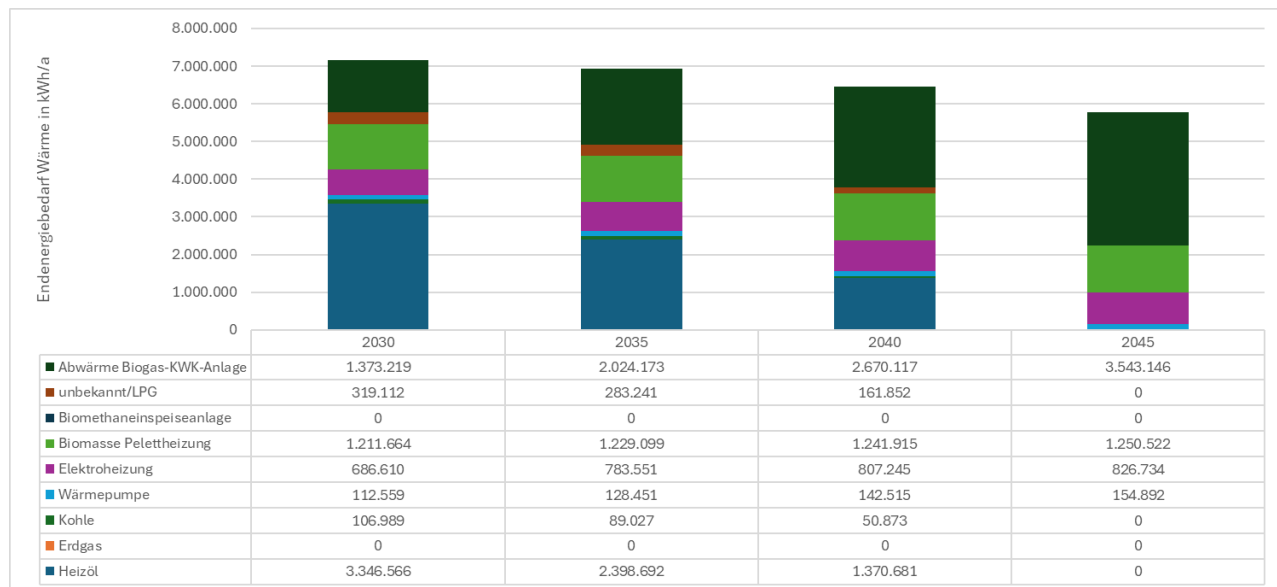
Cluster Ost:



Cluster Nord Ost:



Cluster Süd:



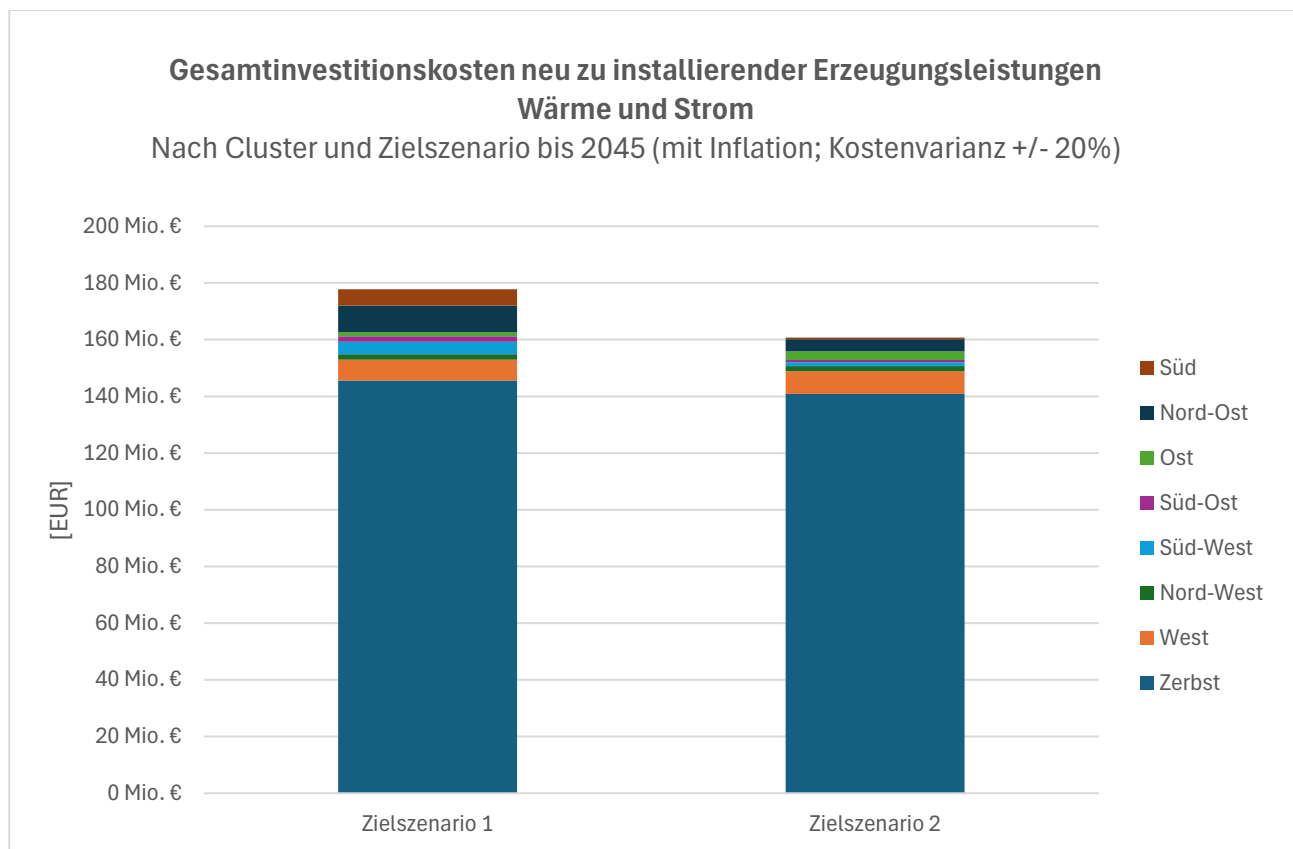
Anhang 22: Fernwärmemix Szenario Mix

Cluster	Kategorie	Jahr 2030	Jahr 2035	Jahr 2040	Jahr 2045
Zerbst	Energieträger	Erdgas			
	Endenergie in kWh/a	14.093.839,26	6.567.519,44	2.549.243,12	0,00
	Energieträger	KWK-Biomethan			
	Endenergie in kWh/a	14.785.754,14	24.732.177,97	30.845.016,26	35.402.133,61
Ost	Energieträger	Abwärme Biogas-KWK-Anlage			
	Endenergie in kWh/a	1.303.229	1.983.498	2.590.172	3.376.441

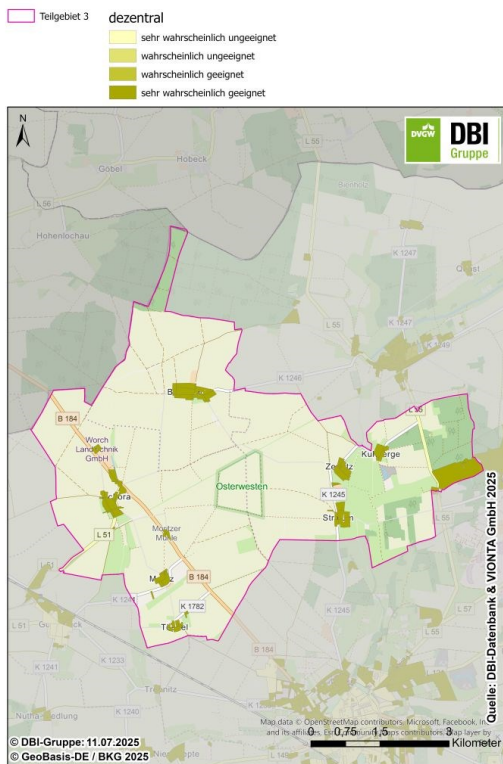
Anhang 23: Fernwärmemix Szenario Biomethan

Cluster	Kategorie	Jahr 2030	Jahr 2035	Jahr 2040	Jahr 2045
Zerbst	Energieträger	Erdgas			
	Endenergie in kWh/a	14.093.839,26	6.567.519,44	2.549.243,12	0,00
	Energieträger	Biomethaneinspeiseanlage			
	Endenergie in kWh/a	17.948.026,08	29.834.252,86	38.184.867,44	45.293.611,97
Ost	Energieträger	Abwärme Biogas-KWK-Anlage			
	Endenergie in kWh/a	1.303.229	1.983.498	2.590.172	3.376.441

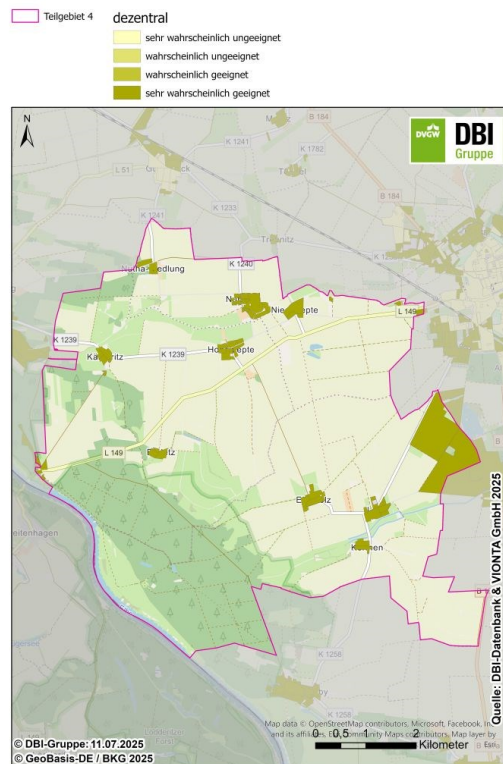
Anhang 24: Ergebnisse der wirtschaftlichen Bewertung aufgeteilt nach Cluster



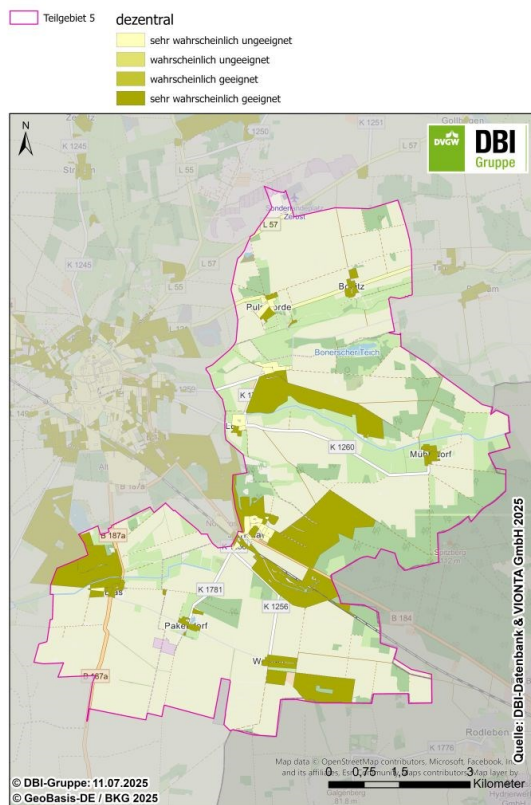
Cluster Nord-West:



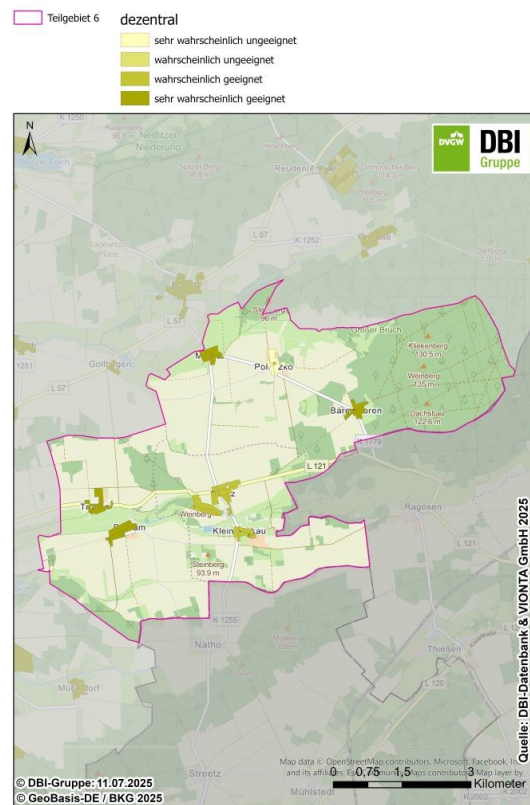
Cluster Süd-West:



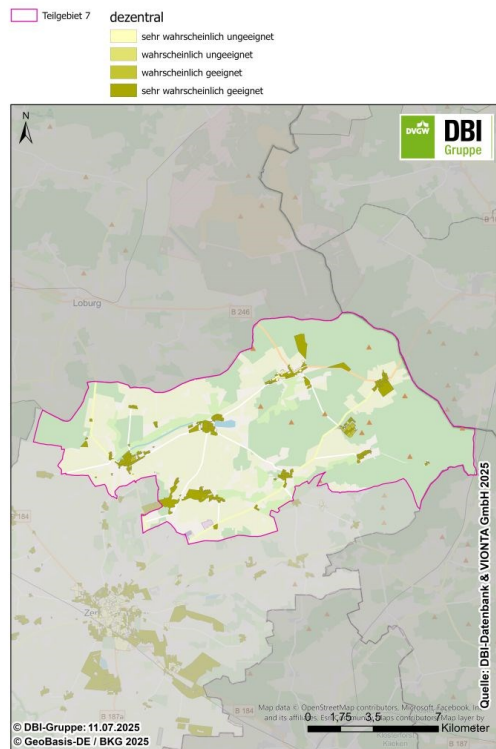
Cluster Süd-Ost:



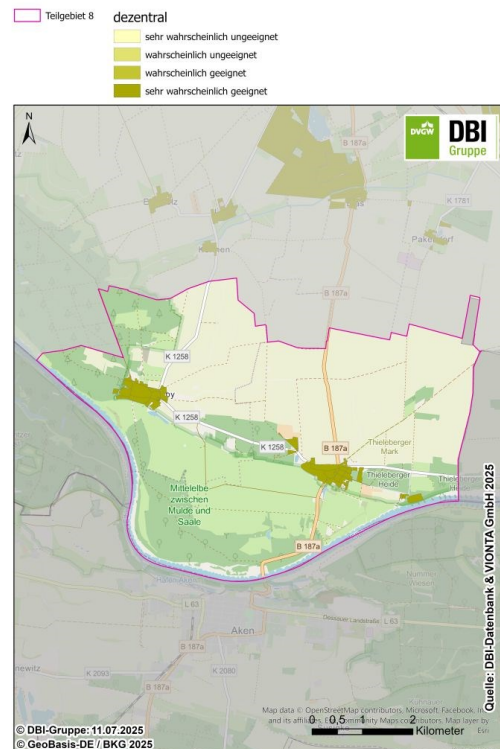
Cluster Ost:



Cluster Nord-Ost:



Cluster Süd:



Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt

Anhang 26: Anzahl der Feuerstätten je Brennstoff und Ort anhand Schornsteinfegerdaten

Ort	Summe von nicht eindeutig zuordbaren Heizungen/ Brennstoßen	Summe von Steinkohlen	Summe von Steinkohlenkoks	Summe von Braunkohlen	Summe von Braunkohlenbriketts	Summe von Braunkohlenkoks	Summe von Scheitholz	Summe von Hack-schnitzel	Summe von Sägemehl	Summe von Späne	Summe von Holzbriketts	Summe von Holzpellets	Summe von Stroh	Summe von Getreide	Summe von Heizöl EL	Summe von Erdgas (öffentliche Gasversorgung)	Summe von Flüssig-gas	Summe von Klärgas/ Biogas	Summe von sonstige nachwachsende Rohstoffe
Bärenthoren	87	5	0	0	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	9	0	7	0	0
Bone	156	2	0	0	4	0	15	0	0	0	0	0	0	0	5	18	4	0	0
Bonitz	54	5	0	0	7	0	5	0	0	0	0	1	0	0	7	0	4	1	0
Bornum	129	5	0	1	11	0	17	1	0	0	0	1	0	0	16	0	4	0	0
Deetz	654	31	0	0	40	0	47	1	0	0	0	3	0	0	61	61	14	0	0
Garitz	278	10	0	0	15	0	26	0	0	0	0	3	0	0	24	0	15	0	0
Kleinleitzkau	103	4	0	0	5	0	14	1	0	0	0	0	0	0	11	0	6	0	0
Luso	73	3	0	0	3	0	7	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	0	0
Pulspforde	131	5	0	1	7	0	11	1	0	0	0	1	0	0	9	13	7	0	0
Reuden	333	20	0	0	25	0	28	0	0	0	0	1	0	0	23	30	8	0	0
Schora	213	7	0	0	13	0	16	0	0	0	0	3	0	0	20	0	10	0	0
Trüben	69	4	0	0	7	0	9	2	0	0	0	3	0	0	8	0	6	0	0
Zerbst / Anhalt OT Buhlendorf	195	4	0	0	8	0	20	0	0	0	0	1	0	0	23	0	6	0	0
Zerbst / Anhalt OT Hagendorf	50	1	0	0	4	0	3	0	0	0	0	1	0	0	4	0	2	0	0
Zerbst / Anhalt OT Lietzo	54	6	0	0	7	0	3	0	0	0	0	1	0	0	7	5	1	0	0
Zerbst / Anhalt OT Nedlitz	603	34	0	0	40	0	46	0	0	0	0	3	0	0	50	51	13	0	0
Zerbst / Anhalt OT Quast	50	3	0	0	5	0	6	0	0	0	0	2	0	0	5	0	1	0	0

Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt

Zerbst/Anhalt	6.641	36	2	21	210	1	796	8	10	9	1	28	0	0	169	1.318	32	0	0
Zerbst/Anhalt OT Badetz	10	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0
Zerbst/Anhalt OT Badewitz	31	0	0	0	6	0	11	1	0	0	0	1	0	0	9	5	2	0	0
Zerbst/Anhalt OT Bias	69	0	0	0	5	1	18	0	1	0	0	1	0	0	14	6	11	0	0
Zerbst/Anhalt OT Dobritz	113	0	0	0	19	0	36	0	0	2	0	2	0	0	25	29	2	0	0
Zerbst/Anhalt OT Eichholz	88	3	1	2	3	0	11	3	2	0	0	4	0	0	6	0	7	0	0
Zerbst/Anhalt OT Flötz	19	0	0	0	2	0	7	1	0	0	0	2	0	0	5	0	6	0	0
Zerbst/Anhalt OT Gehrden	86	0	0	0	9	0	22	0	0	0	0	2	0	0	18	23	2	0	0
Zerbst/Anhalt OT Gödnitz	123	0	1	0	8	0	31	1	0	0	0	4	0	0	19	0	5	0	0
Zerbst/Anhalt OT Gollbogen	7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
Zerbst/Anhalt OT Grimme	426	26	2	6	38	0	52	0	4	0	0	4	0	0	20	28	18	0	0
Zerbst/Anhalt OT Güterglück	209	0	1	0	17	0	52	0	0	1	0	9	0	0	43	61	9	0	0
Zerbst/Anhalt OT Hohenlepte	41	0	0	1	3	0	11	1	0	1	0	2	0	0	12	0	11	0	0
Zerbst/Anhalt OT Jütrichau	321	5	0	1	8	0	25	0	0	0	0	1	0	0	9	38	0	0	0
Zerbst/Anhalt OT Kämeritz	22	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	6	0	5	0	1
Zerbst/Anhalt OT Kerchau	31	0	1	0	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8	3	0	0	0
Zerbst/Anhalt OT Kermen	53	3	0	0	3	0	4	0	1	0	0	0	0	0	5	0	3	0	0
Zerbst/Anhalt OT Kuhberge	20	0	0	0	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	6	0	3	0	0
Zerbst/Anhalt OT Leps	117	6	0	1	9	1	13	1	0	0	0	2	0	1	9	0	8	0	0

Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt

Zerbst/Anhalt OT Moritz	31	0	0	0	3	0	8	0	0	0	0	2	0	0	8	0	7	0	0
Zerbst/Anhalt OT Mühlisdorf	70	1	0	2	3	0	13	0	1	1	0	4	0	0	7	0	6	0	0
Zerbst/Anhalt OT Mühro	26	0	0	1	3	0	7	0	0	0	0	0	0	1	7	0	1	0	0
Zerbst/Anhalt OT Niederlepte	46	0	0	0	5	0	12	0	0	0	0	1	0	0	9	0	9	1	0
Zerbst/Anhalt OT Nutha	52	0	0	0	6	0	14	0	0	0	0	2	0	0	13	0	3	0	0
Zerbst/Anhalt OT Pakendorf	25	0	0	0	3	0	7	0	0	0	0	0	0	0	6	0	5	0	0
Zerbst/Anhalt OT Polenzko	90	4	0	0	8	0	4	0	2	2	0	0	0	0	8	0	2	0	0
Zerbst/Anhalt OT Schora	4	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zerbst/Anhalt OT Steckby	273	15	0	6	24	0	20	1	0	0	0	1	0	0	28	0	19	0	0
Zerbst/Anhalt OT Steutz	598	23	4	6	29	0	51	0	2	0	0	6	1	0	59	0	48	1	0
Zerbst/Anhalt OT Straguth	52	0	1	0	5	0	17	0	0	0	0	2	0	0	14	14	3	0	0
Zerbst/Anhalt OT Strinum	48	0	0	0	2	0	11	0	0	0	0	2	0	0	11	0	4	0	0
Zerbst/Anhalt OT Tochheim	18	0	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0
Zerbst/Anhalt OT Töppel	26	0	0	0	5	0	8	0	0	1	0	1	0	0	6	0	1	0	0
Zerbst/Anhalt OT Trebnitz	6	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Zerbst/Anhalt OT Wertlau	20	0	0	3	7	0	9	0	3	0	0	2	0	0	6	1	3	0	0
Zerbst/Anhalt OT Zernitz	33	0	0	0	4	0	10	1	0	0	0	4	0	0	11	0	3	0	0
Zerbst/Anhalt OTNutha/Siedlung	7	0	0	1	3	0	3	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0
Zerbst/Anhalt	182	0	0	0	31	0	59	0	0	1	0	7	0	0	41	49	13	0	1

Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt

OTWalternien burg																			
Summe	13.266	271	13	54	697	3	1.654	25	26	19	1	121	1	2	910	1.758	375	3	2

Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt

Anhang 27: Kumulierte und durchschnittliche Feuerungsleistung der Feuerstätten je Ort anhand Schornsteinfegerdaten

Ort	Leistung in kW (Summe)	Leistung in kW (Ø)
Bärenthoren	813	41
Bone	1.566	46
Bonitz	1.336	95
Bornum	1.658	53
Deetz	7.761	51
Garitz	2.207	36
Kleinleitzkau	1.321	55
Luso	690	41
Pulspforde	1.707	55
Reuden	3.536	45
Schora	1.995	42
Trüben	1.153	64
Zerbst / Anhalt OT Buhlendorf	1.898	44
Zerbst / Anhalt OT Hagendorf	378	34
Zerbst / Anhalt OT Lietzo	785	56
Zerbst / Anhalt OT Nedlitz	7.070	51
Zerbst / Anhalt OT Quast	553	46
Zerbst/Anhalt	195.103	126
Zerbst/Anhalt OT Badetz	608	203
Zerbst/Anhalt OT Badewitz	942	86
Zerbst/Anhalt OT Bias	1.663	79
Zerbst/Anhalt OT Dobritz	3.267	86
Zerbst/Anhalt OT Eichholz	1.118	51
Zerbst/Anhalt OT Flötz	651	93
Zerbst/Anhalt OT Gehrden	2.548	94

Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt

Zerbst/Anhalt OT Gödnitz	1.840	58
Zerbst/Anhalt OT Gollbogen	192	96
Zerbst/Anhalt OT Grimme	10.234	98
Zerbst/Anhalt OT Güterglück	7.153	107
Zerbst/Anhalt OT Hohenlepte	1.376	98
Zerbst/Anhalt OT Jütrichau	3.243	48
Zerbst/Anhalt OT Kämeritz	628	90
Zerbst/Anhalt OT Kerchau	672	75
Zerbst/Anhalt OT Kermen	540	45
Zerbst/Anhalt OT Kuhberge	557	93
Zerbst/Anhalt OT Leps	1.263	45
Zerbst/Anhalt OT Moritz	811	81
Zerbst/Anhalt OT Mühlsdorf	918	51
Zerbst/Anhalt OT Mühro	778	97
Zerbst/Anhalt OT Niederlepte	1.491	107
Zerbst/Anhalt OT Nutha	1.026	68
Zerbst/Anhalt OT Pakendorf	652	81
Zerbst/Anhalt OT Polenzko	622	31
Zerbst/Anhalt OT Schora	32	32
Zerbst/Anhalt OT Steckby	3.155	49
Zerbst/Anhalt OT Steutz	7.864	57
Zerbst/Anhalt OT Straguth	1.668	93
Zerbst/Anhalt OT Strinum	925	71
Zerbst/Anhalt OT Tochheim	301	60
Zerbst/Anhalt OT Töppel	619	77
Zerbst/Anhalt OT Trebnitz	173	87
Zerbst/Anhalt OT Wertlau	1.020	113

Kommunale Wärmeplanung für die Stadt Zerbst/Anhalt

Zerbst/Anhalt OT Zernitz	877	80
Zerbst/Anhalt OTNutha/Siedlung	148	49
Zerbst/Anhalt OTWalternienburg	6.861	107
Gesamtergebnis	299.967	94

Anmerkung zu Kehrbuchdaten

Wie bereits im Bericht erwähnt, konnten die Kehrbuchdaten auf Grund des späten Bereitstellungsdatums (28. August 2025) für die Bestandsanalyse keine Berücksichtigung mehr finden.

Darüber hinaus gestaltete sich die Auswertung der Datensätze als sehr schwierig. Zunächst fehlte eine Legende, um die aufgeführten Zahlencodes für die jeweiligen Brennstoffe entschlüsseln zu können. Die Legende wurde uns dankenswerterweise vom Büro der Schornsteinfegerinnung noch nachgereicht (29. August 2025).

Wir haben versucht, anhand des Datenmaterials zumindest eine Übersicht der Feuerstätten und den dort genutzten Brennstoffen für die Stadt Zerbst /Anhalt zu erstellen. Dabei stellten sich etliche Unschärfen heraus. So waren in der Übersicht leitungsgebunden gasversorgte Feuerstätten aufgeführt in Ortsteilen, in denen jedoch keine Gasversorgung erfolgt. Weitere Ungenauigkeiten wurden durch Stichproben, u.a. bei in den Ortsteilen wohnenden Mitarbeitern der Energie Mittelsachsen GmbH, lokalisiert.

Um die Kehrbuchdaten für künftige Fortschreibungen der Kommunalen Wärmeplanung nutzen zu können, bedarf es aus unserer Sicht einer Bearbeitung der Datensätze.

Kontakt:

Energie Mittelsachsen GmbH

Am Druschplatz 14

39443 Staßfurt-Brumby